國立臺灣大學工學院土木工程學系研究所

碩士論文

Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

梁鋼筋配置最佳化實務應用之可行性評估

Feasibility of Beam Reinforcement Optimization for Practical Application

乃宥然

You-Ran Nai

指導教授：張國鎮 教授

Advisor: Kuo-Chun Chang, Prof.

中華民國 108 年 6 月

June 2019

doi:10.6342/NTU201902072

誌謝

謝謝張國鎮老師一路上提供的指導與協助，從老師身上不僅可以學到許多專業的知識，老師亦會分享自己人生的經驗，教導我面對問題與作研究時的態度，老師就像是在前行的道路上亮起一點光，驅逐前方的黑暗，協助我摸索前進。感謝廖文正老師與歐昱辰老師，撥冗參與口試，提供諸多寶貴的建議，使得論文內容更加完善。

謹將這篇論文獻給圓方結構的同事們，謝謝您們給予我整體研究的藍圖與方向，使我一開始就有很明確的目標，並且在作研究的過程中提供我各式各樣的資源，分享寶貴的經驗以及給予支持與鼓勵，謝謝您們。

謝謝東樺、德謙，研究室的好夥伴，感謝有你們互相討論彼此扶持，一起將論文完成，很開心我們可以一起作研究一起玩，共同走過崎嶇的道路並從中學習成長。感謝聖凱學長，當遇到無法解決的問題而停滯不前時，總是不厭其煩地提供指導與協助。謝謝詠安、聖雯，無論是在課業或是研究上，給予我許多寶貴的建議。謝謝碩一的學弟偉誠、維中、軒宇，研究室許多事情有你們的協助，讓我們可以專心在作研究上。謝謝 511 研究室的好朋友，佳逢、琮堯、孟笙、玟慧、德鈞，除了在課業上彼此互相協助，更豐富了研究所的生活，更是要特別謝謝德鈞，在我迷茫的時候拉我一把，使我在研究的道路上有信心可以繼續走下去。謝謝庭薇這一路走來的陪伴，與我一起走過研究所中許多喜怒哀樂的時刻，陪伴我並給予鼓勵與幫助，妳幾乎是我研究生活中的全部了，謝謝妳。

謝謝我摯愛的家人，爸爸、媽媽、妹妹、乾爹，在研究的道路上有您們的支持與陪伴，我才能走過這一段充滿未知的道路。謝謝有您們大家的陪伴與支持，謝謝您們。

doi:10.6342/NTU201902072

摘要

梁鋼筋配置最佳化為將鋼筋妥善配置於鋼筋混凝土梁之方法。相較於現行鋼筋配置方法之鋼筋用量，鋼筋配置最佳化可使用較少的鋼筋用量即可達到設計需求強度。本研究依據混凝土結構設計規範，提出兩種撓曲鋼筋配置最佳化的方法，以及剪力鋼筋配置最佳化的方法。

本研究比較鋼筋配置最佳化方法(以下簡稱最佳化配筋)與現行鋼筋配置方法(以下簡稱現行配筋)之鋼筋配置的差異，探討影響最佳化配筋相較於現行配筋使用較少鋼筋用量之因素。藉由影響最佳化配筋效益的多種因素進行結構數值模型設計，量化不同因素對於最佳化配筋與現行配筋鋼筋用量的影響。依據本研究的設計案例，最佳化配筋相較於現行配筋，撓曲以及剪力鋼筋平均分別可降低 8.5% 與 3% 的鋼筋用量。依據兩者之配筋結果，適用於撓曲最佳化配筋的環境為(1)側向力與重力比值較小(2)梁長較長(3)影響鋼筋伸展長度較短之參數(4)梁斷面深度較小；而剪力最佳化配筋受外在環境影響較小。最後以實際建物之數值分析模型，驗證最佳化配筋預期產生之效益。而縱使目前尚未有將最佳化配筋應用於工程實務上之案例，本研究仍初步討論最佳化配筋可降低之材料成本與可能增加之施工成本的平衡。

為驗證最佳化配筋之耐震性能是否符合耐震規範。本研究比較最佳化配筋與現行配筋之耐震性能，以容量震譜法、模態側推分析方法與多模態疊加方法，進行非線性靜力側推分析。並以設計地震與最大考量地震等級之地震歷時，進行非線性動力歷時分析。最後以增量動力分析方法，透過逐步增加地震歷時強度等級，評估最佳化配筋之極限耐震性能。

關鍵字：梁鋼筋最佳化配置；梁撓曲鋼筋切斷點；實務應用可行性評估；非線性靜力分析；非線性動力分析；增量動力分析

doi:10.6342/NTU201902072

ABSTRACT

The optimization of beam reinforcement is a method of properly arranging the reinforcement in the reinforced concrete beam. Compared to the current reinforcement designing method (hereinafter referred to as the current method), the optimized reinforcement can use less reinforcement to achieve the design strength. According to "Design Code for Concrete Structures", this paper proposes two methods for optimizing the flexural reinforcement and the method of optimizing the shear reinforcement.

This study compares the differences between the optimal reinforcement method and the current method and discusses the factors affecting the optimal reinforcement method compared with the current method. The numerical structure design is carried out with various factors affecting the optimal reinforcement effect, and to quantify the influence of these factors on the optimal reinforcement method and the current method. And further review the results of the reinforcement of the two, to propose that the environment suitable for optimal reinforcement is (1) small ratio of lateral force to gravity (2) longer beam (3) parameters affecting development length shorter (4) smaller beam section depth. This study uses the numerical analysis model of the actual building to verify the expected benefits of optimized reinforcement. Even though there is no case of applying the optimized reinforcement to engineering practice, this study still initially discusses the

doi:10.6342/NTU201902072

balance between the material cost and the possible increase of construction cost.

To verify the seismic performance of the optimized reinforcement. The seismic performance of the optimal reinforcement method and the current method, evaluate by capacity spectrum method, modal pushover analysis, multi-modes combination method, nonlinear dynamic analysis, and incremental dynamic analysis.

Keywords: beam reinforcement optimization; flexural reinforcement cutoff point; practical application feasibility assessment; nonlinear static analysis; nonlinear dynamic analysis; incremental dynamic analysis

doi:10.6342/NTU201902072

目錄

誌謝 i
摘要 ii
ABSTRACT iii
目錄 v
圖目錄 viii
表目錄 xv
第一章　緒論 1
1.1　研究背景與動機 1
1.2　研究目標與方法 1
1.3　論文結構 2
第二章　文獻回顧 4
2.1　前言 4
2.2　現行鋼筋混凝土矩形梁設計 4
2.2.1　撓曲鋼筋設計 4
2.2.2　剪力鋼筋設計 9
2.3　非線性分析方法 12
2.3.1　非線性靜力側推分析 12
2.3.2　非線性動力歷時分析 19
2.3.3　增量動力分析 21
2.4　小結 22
第三章　梁鋼筋配置最佳化方法 23
3.1　前言 23
3.2　撓曲鋼筋之最佳切斷點 23

doi:10.6342/NTU201902072

3.2.1 需求鋼筋量 23
3.2.2 理論切斷點 24
3.2.3 最佳化配筋方法 27
3.3 剪力鋼筋最佳分界區域 34
3.4 最佳化配筋之自動化 35
3.5 小結 35
第四章 梁鋼筋配置最佳化之量化研究 37
4.1 前言 37
4.2 影響最佳化配筋之因素 37
4.2.1 撓曲鋼筋 37
4.2.2 剪力鋼筋 45
4.3 結構設計參數 46
4.4 結構設計資訊與梁配筋結果 49
4.5 最佳化配筋效益 52
4.5.1 撓曲鋼筋 52
4.5.2 剪力鋼筋 62
4.6 實際建物之案例分析 63
4.6.1 數值分析模型簡介 63
4.6.2 最佳化配筋結果 67
4.7 初步成本評估 67
4.8 小結 69
第五章 梁鋼筋配置最佳化非線性分析結果 71
5.1 前言 71
5.2 非線性數值分析模型設定 72
5.2.1 塑鉸設定 72

doi:10.6342/NTU201902072

5.2.2 結構阻尼 72
5.3 非線性靜力側推分析結果 73
5.3.1 塑鉸分佈 73
5.3.2 容量震譜法 80
5.3.3 模態側推分析方法 87
5.3.4 多模態疊加法 100
5.3.5 非線性側推分析方法比較 106
5.4 非線性動力歷時分析結果 107
5.4.1 塑鉸分佈 107
5.4.2 層間位移角檢核 110
5.5 增量動力分析結果 121
5.5.1 增量動力分析與靜力側推分析比較 121
5.5.2 增量動力分析結果 124
5.6 小結 130
第六章 結論與建議 131
6.1 結論 131
6.2 建議 133
附錄 A. 構架設計資訊與梁設計結果 135
參考文獻 168

doi:10.6342/NTU201902072

圖目錄

圖 2.1　矩形梁設計 5

圖 2.2　大梁撓曲鋼筋配置標準圖 9

圖 2.3　需求譜與容量譜(ATC-40，圖 8-30)。 16

圖 2.4　建立容量譜之雙線性關係(ATC-40，圖 8-31)。 16

圖 2.5　求取性能績效點(ATC-40，圖 8-33)。 17

圖 2.6　將地震歷時等級調整至設計地震與最大考量反應譜。 20

圖 2.7　IDA 曲線與側推容量曲線((VAMVATSIKOS & CORNELL, 2002), 圖 10)。 22

圖 3.1　由設計彎矩考慮規範要求後，轉換為撓曲需求鋼筋量之示例。橫軸為梁長，縱軸為撓曲需求鋼筋量。零以上為上層需求鋼筋量；零以下之值取絕對值後為下層需求鋼筋量。 ...24

圖 3.2　連續梁之撓曲鋼筋伸展(混凝土結構設計規範(內政部, 2019)，圖 R5.11.2) 25

圖 3.3　未考慮鋼筋用量同時產生極大與極小值(不包含兩端)之最佳化配筋。 28

圖 3.4　由於下層鋼筋最佳化配筋之鋼筋用量同時產生極大與極小值(不包含兩端)，容易造成施工查驗困難，因此減少鋼筋截斷數量。 29

圖 3.5　由於鋼筋之強度是由伸展長度逐漸發展出 f_y ，因此若僅考慮最大應力處之伸展長度，於非最大應力處可能還無法發展出 f_y 。 30

圖 3.6　於梁之需求鋼筋量所有截斷允許處進行截斷。 32

圖 3.7　考慮所有需求鋼筋量受拉伸展長度，與截斷處之終止鋼筋於不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ 後之理論斷筋點。 33

圖 3.8　2 個截斷點之最佳化配筋。 34

圖 3.9　剪力最佳化配筋方法，藍線為每公尺剪力需求鋼筋量，綠線為最佳化配筋結果。 35

圖 4.1　需求鋼筋用量少於規範最少鋼筋量的限制。 38

圖 4.2　大梁之撓曲需求鋼筋量由側向力與重力造成之彎矩需求疊加而成，此圖零以下為正彎

doi:10.6342/NTU201902072

矩需求，由下層鋼筋提供抗拉強度，零以上為負彎矩需求，由上層鋼筋提供抗拉強度。 ...40
圖 4.3　考慮所有鋼筋需求量之伸展長度，伸展長度愈短可作最佳化區域愈大。 41
圖 4.4　中央需求鋼筋量較端部多，側向力與重力比值愈小，可降低愈多鋼筋用量。 42
圖 4.5　中央需求鋼筋量較端部多，若側向力與重力比值較大，會使中央與端部需求鋼筋量趨近於一致，使鋼筋無法切斷。 43
圖 4.6　中央需求鋼筋量較端部少，側向力與重力比值愈大，下層鋼筋可作最佳化配筋空間愈大，上層鋼筋可作最佳化配筋空間愈小。 44
圖 4.7　現行剪力配筋與最佳化剪力配筋比較。 46
圖 4.8　地震力大小介於中間之工址，不同梁長之案例，(A)梁長 6 米(B)梁長 9 米(C)梁長 12 米。中央較端部需求鋼筋量少時，可發現梁長愈長，重力造成之彎矩愈大，中央需求鋼筋量增加，使最佳化配筋無法於中央進行截斷。 55
圖 4.9　梁長 9 米且位於不同地震力之工址，(A)宜蘭縣蘇澳鎮(B)桃園縣平鎮市(C)桃園縣蘆竹鄉。中央較端部需求鋼筋量少時，側向力與重力比值愈小，使中央需求鋼筋量增加，造成最佳化配筋無法於中央進行截斷。 56
圖 4.10　梁長 12 米且位於不同地震力之工址，(A)宜蘭縣蘇澳鎮(B)桃園縣平鎮市(C)桃園縣蘆竹鄉。中央與端部鋼筋需求量趨近於一致，使最佳化配筋無法進行截斷。 57
圖 4.11　因梁斷面尺寸較大，使現行配筋結果可能不符合規範，造成最佳化配筋較現行配筋用鋼量多。 60
圖 4.12　臺北住宅建物數值分析模型圖。 63
圖 4.13　高雄物流中心數值分析模型圖。 65
圖 5.1　側向力與重力疊加之彎矩圖。 73
圖 5.2　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，STEP 2 之塑鉸分佈，梁左側端部產生第一點塑鉸。 74
圖 5.3　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，STEP 3 之塑鉸分佈，梁中央偏左產生第二點塑鉸。 74
圖 5.4　宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。 75
圖 5.5　宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。 75

doi:10.6342/NTU201902072

圖 5.6　桃園縣平鎮市 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。 76

圖 5.7　桃園縣平鎮市 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。 76

圖 5.8　桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。 77

圖 5.9　桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。 77

圖 5.10　桃園縣平鎮市 12 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。 78

圖 5.11　桃園縣平鎮市 12 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。 78

圖 5.12　桃園縣平鎮市 12 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。 79

圖 5.13　桃園縣平鎮市 12 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。 79

圖 5.14　將需求反應譜進行折減計算，可得考慮折減後之需求曲線，折減後之需求曲線與容量曲線之交點，即為性能績效點。 80

圖 5.15　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。 81

圖 5.16　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。 82

圖 5.17　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。 83

圖 5.18　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。 84

圖 5.19　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。 85

doi:10.6342/NTU201902072

圖 5.20　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。.....88
圖 5.21　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。.....89
圖 5.22　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。.....90
圖 5.23　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。.....91
圖 5.24　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。.....92
圖 5.25　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。.....93
圖 5.26　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。.....94
圖 5.27　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。.....95
圖 5.28　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第三模態分佈型式給定。.....96
圖 5.29　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。.....97
圖 5.30　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。.....98
圖 5.31　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採第三模態分佈型式給定。.....99
圖 5.32　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力

doi:10.6342/NTU201902072

分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。 101
圖 5.33　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。 102
圖 5.34　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。 103
圖 5.35　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。 104
圖 5.36　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(A)最佳化配筋(B)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。 105
圖 5.37　由左端至左端中央之塑鉸轉角使用量。 107
圖 5.38　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，最佳化配筋，於設計地震之塑鉸分佈。 108
圖 5.39　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，現行配筋，於設計地震之塑鉸分佈。 108
圖 5.40　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，最佳化配筋，於最大考量地震之塑鉸分佈。 109
圖 5.41　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，現行配筋，於最大考量地震之塑鉸分佈。 109
圖 5.42　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，於設計地震等級之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 111
圖 5.43　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，於最大考量地震等級之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 112
圖 5.44　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 113
圖 5.45　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 114
圖 5.46　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 115
圖 5.47　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層

doi:10.6342/NTU201902072

間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 116

圖 5.48　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 117

圖 5.49　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 118

圖 5.50　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 119

圖 5.51　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(A)最佳化配筋(B)現行配筋。 120

圖 5.52　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，將側推容量曲線與 IDA 曲線之彈性勁度重合之 IDA 曲線與側推容量曲線。 121

圖 5.53　將 IDA 曲線轉換至與側推容量曲線相同，即可發現兩者較為相近，且靜力側推分析較為保守。 122

圖 5.54　以容量震譜法將側推容量曲線轉換至$\left(\Delta_{\max}, S_a\left(T_1, 5\%\right)\right)$，可發現兩者較為相近，但 IDA 曲線較為保守。 123

圖 5.55　座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(A)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(B)所有曲線於 LOG 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。 125

圖 5.56　座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(A)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(B)所有曲線於 LOG 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。 126

圖 5.57　座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(A)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(B)所有曲線於 LOG 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。 127

圖 5.58　座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，增量動力分析之結果(A)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(B)所有曲線於 LOG 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。 128

圖 5.59　座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，增量動力分析之結果(A)最佳化配筋與現行配筋

doi:10.6342/NTU201902072

11 筆地震歷時結果(B)所有曲線於 LOG 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。..... 129

doi:10.6342/NTU201902072

表目錄

表 2.1　梁配筋表 12

表 2.2　阻尼修正參數κ(ATC-40，表 8-1)。 17

表 2.3　選用之地震歷時資料 19

表 3.1　受拉伸展長度l_d之簡易估算如下表之規定。 26

表 4.1　水平譜加速度係數。 47

表 4.2　20 種不同數值分析模型，9 種不同梁主筋號數。 48

表 4.3　數值模型之設計假設 49

表 4.4　靜力分析考慮之載重組合 51

表 4.5　動力分析考慮之載重組合 51

表 4.6　上層鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 53

表 4.7　下層鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 54

表 4.8　整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 58

表 4.9　最小鋼筋號數為 #10 鋼筋，整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 58

表 4.10　梁深增加 10CM，整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 59

表 4.11　不同樓層數，鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 60

表 4.12　METHOD B 整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 61

表 4.13　將設計地震力介於中間之工址且梁長 9 米之案例，以不同最佳化方法，進行多點斷筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 62

表 4.14　剪力鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 62

表 4.15　臺北住宅建物法規地震力計算。 64

表 4.16　高雄物流中心法規地震力計算。 66

表 4.17　實際建物之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。 67

表 4.18　以 1 單位之鋼筋用量計算材料成本與施工成本的平衡。 68

doi:10.6342/NTU201902072

表 5.1　以不同數值模型案例，進行非線性數值驗證。 71

表 5.2　各案例韌性容量檢核結果。 86

表 5.3　各案例韌性容量檢核結果。 100

表 5.4　各案例韌性容量檢核結果。 106

表 5.5　三種非線性側推分析方法比較。 106

表 5.6　IDA 曲線 16%, 50%, 84%百分位數之結果。 124

doi:10.6342/NTU201902072

第一章緒論

1.1 研究背景與動機

隨著輔助施工管理軟體與自動機械化方法日趨進步，未來建築結構可在自動化工程輔助下達成愈趨複雜的施工要求。因此，在可保證施工品質前提下，若可將材料於建築結構需求上進行合理分配，使材料分配於結構強度實際需求處，於需求較低處減少材料用量，妥善發揮材料之強度貢獻，將可有效降低整體材料用量，進而減少材料浪費達成永續發展與降低成本之目的。

而現行工程實務上，對於鋼筋混凝土梁之配筋方法，是以降低施工複雜度為導向，因此可能於需求較低之位置，仍配置和需求較高處相同甚至更多鋼筋量，造成現行配筋方法較容易產生浪費材料的問題。而若可以將鋼筋用量進行合理分配，使鋼筋配置於實際需求處，於較低需求處減少鋼筋用量，將可有效降低材料成本。

1.2 研究目標與方法

本研究目標為降低鋼筋混凝土梁之鋼筋用量。故根據混凝土結構設計規範(內政部, 2019)設置梁之撓曲以及剪力鋼筋，並作梁鋼筋配置之最佳化，使梁鋼筋合理配置於結構實際需求處，由降低施工複雜度轉為以結構強度需求為主，以期相較於現行配筋可使用較少的鋼筋用量。

本研究比較現行配筋與最佳化配筋之鋼筋配置的差異，以及探討影響最佳化配筋相較於現行配筋使用較少鋼筋用量之因素。以影響最佳化配筋效益的多種因素進行結構數值模型設計，模擬實務應用的設計案例，量化不同因素對於最佳化配筋與現行配筋之鋼筋用量的影響。並進一步探討兩者之配筋結果，以此提出適用於最佳化配筋的環境。最後以實際建物之數值分析模型，驗證最佳化配筋預期產生之

doi:10.6342/NTU201902072

效益。而縱使目前尚未有將最佳化配筋應用於工程實務上之案例，本研究仍初步討論梁最佳化配筋可降低之材料成本與可能增加之施工成本的平衡。

為驗證最佳化配筋之耐震性能符合耐震規範。以非線性靜力側推分析、非線性動力歷時分析與增量動力分析，比較最佳化配筋與現行配筋之耐震性能。非線性靜力分析除採用 ATC-40(ATC, 1996)中提供之容量震譜法，為考慮中高樓層結構產生高模態時的反應，另以模態側推分析方法 Modal Pushover Analysis(Chopra & Goel, 2001, 2002, 2004; Mao, Zhai, & Xie, 2008)，與多模態疊加方法 Multi-Modes Combination(Chomchuen & Boonyapinyo, 2017; Kunnath, 2004)，作中高樓層結構產生高模態效應時的驗證。另動力歷時分析所使用之地震歷時紀錄取自 NGA-West2(Ancheta et al., 2014)之遠域地震歷時，本研究使用其中 11 筆地震歷時，並調整地震歷時等級至設計地震與最大考量地震。本研究同時以增量動力分析方法 Incremental Dynamic Analysis(Vamvatsikos & Cornell, 2002)，透過逐步增加前述之地震歷時紀錄之強度等級，觀察最佳化配筋與現行配筋極限耐震性能之差異。

總結上述，本研究提出最佳化配筋，並量化最佳化配筋相較於現行配筋可降低之鋼筋用量，討論其可能增加之施工成本與降低之材料成本，並以上述多種非線性分析方法驗證其結構耐震性能，以期最佳化配筋可運用於實務環境之下。

1.3 論文結構

1. 第一章：簡介研究背景和研究目標，並介紹研究流程。
2. 第二章：簡述現行鋼筋混凝土梁的配筋方法，並介紹非線性分析方法，包含靜力側推分析、動力歷時分析與增量動力分析。
3. 第三章：根據混凝土結構設計規範(內政部, 2019)規定，提出兩種撓曲鋼筋最佳化配筋的方法，以及剪力鋼筋最佳化配筋的方法。
4. 第四章：比較最佳化配筋與現行配筋之鋼筋配置的差異，探討影響最佳化配筋方法相較於現行配筋方法使用較少鋼筋用量之因素。並以影響最佳化配筋效

doi:10.6342/NTU201902072

益的多種因素進行結構數值模型設計，量化不同因素對於最佳化配筋與現行配筋之鋼筋用量的影響。並進一步探討兩者之配筋結果，以此提出適用於最佳化配筋的環境。以實際建物之數值分析模型，驗證最佳化配筋預期產生之效益。最後討論最佳化配筋可降低之材料成本與可能增加之施工成本的平衡。

5. 第五章：比較最佳化配筋與現行配筋之耐震性能。以非線性靜力側推分析檢核兩者建物之韌性容量是否合於規範以及其差異，並探討塑鉸分佈之合理性。檢核非線性動力歷時分析於設計地震和最大考量地震下之層間位移角。最後討論增量動力分析與靜力側推分析之差異，比較最佳化配筋與現行配筋之極限耐震性能。

6. 第六章：由前述之分析與研究成果，提出最佳化配筋的結論與建議。

doi:10.6342/NTU201902072

第二章 文獻回顧

2.1 前言

本章節回顧現行鋼筋混凝土矩形梁之鋼筋設計流程(未考慮版提供的強度 T Beam)，包含撓曲以及剪力鋼筋的配置，並回顧非線性靜力側推分析方法、非線性動力歷時分析方法與增量動力分析方法。

2.2 現行鋼筋混凝土矩形梁設計

依據現行台灣混凝土結構設計規範(內政部, 2019)並參考美國 ACI 318-05(ACI, 2005)與 ACI 318-14 (ACI, 2014)之規範，整理鋼筋混凝土梁之設計流程。以下梁設計流程分別設置梁之受撓鋼筋與剪力鋼筋。

2.2.1 撓曲鋼筋設計

2.2.1.1 設計彎矩

$$\phi M_n \geq M_u \tag{2.1}$$

其中 M_u 為斷面之設計彎矩 $(kgf-cm)$，M_n 為鋼筋混凝土斷面之彎矩計算強度 $(kgf-cm)$，ϕ 為強度折減因數。需考慮在各種使用載重狀況下與載重因數配合，並設計梁之鋼筋量使 $\phi M_n \geq M_u$。

doi:10.6342/NTU201902072

2.2.1.2 設計鋼筋量

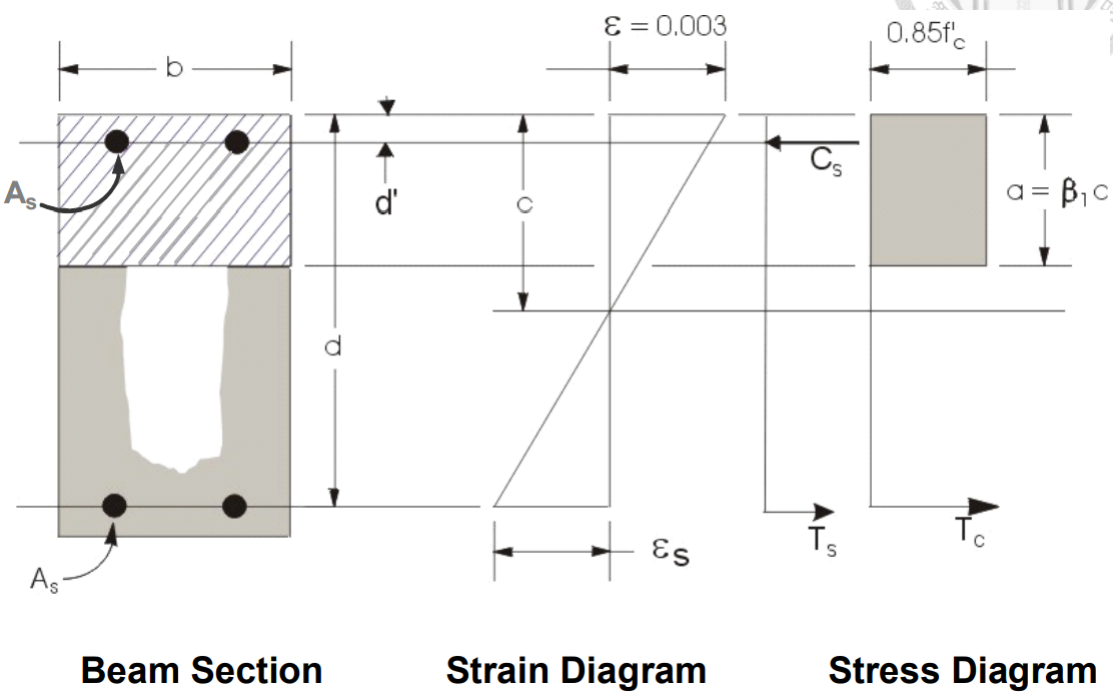


圖 2.1　矩形梁設計

1　混凝土壓力塊深度 a

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2|Mu|}{0.85 f_c' b\phi}}, \phi = 0.9 \tag{2.2}$$

其中，d 為構材最外受壓纖維至縱向受拉鋼筋斷面重心之距離(cm)，f_c' 為混凝土規定抗壓強度$\left(kgf / cm^2\right)$，b 為構材受壓面之寬度(cm)。

2　混凝土壓力區深度 $C_{\max}$

$$C_{\max} = \frac{\varepsilon_{c,\max}}{\varepsilon_{c,\max} + \varepsilon_{s,\min}} d \tag{2.3}$$

$$\varepsilon_{c,\max} = 0.003 \tag{2.4}$$

$$\varepsilon_{s,\min} = 0.005 \tag{2.5}$$

doi:10.6342/NTU201902072

其中，$\varepsilon_{c,\max}$ 為混凝土最大壓應變，$\varepsilon_{s,\min}$ 為鋼筋最小拉應變。

3　混凝土壓力塊深度最大值 $a_{\max}$

$$a_{\max} = \beta_1 C_{\max} \tag{2.6}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05\frac{f_c' - 280}{70}, 0.65 \le \beta_1 \le 0.85 \tag{2.7}$$

其中，β_1 為混凝土壓力區深度之係數。

4　如 $a \le a_{\max}$ (及受拉鋼筋應變超過 0.005)

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} \tag{2.8}$$

其中，A_s 為拉力鋼筋面積 $\left(cm^2\right)$，f_y 為鋼筋強度 $\left(kgf/cm^2\right)$。若 $M_u > 0$，受拉鋼筋 A_s 設置在下層；反之則設置在上層。

5　如 $a > a_{\max}$ (需要設置受壓鋼筋)

5.1　混凝土壓力 C

$$C = 0.85 f_c' b a_{\max} \tag{2.9}$$

5.2　混凝土可抵抗彎矩 M_{uc}

$$M_{uc} = C\left(d - \frac{a_{\max}}{2}\right)\phi \tag{2.10}$$

5.3　受壓鋼筋需抵抗彎矩 M_{us}

$$M_{us} = M_u - M_{uc} \tag{2.11}$$

5.4　需求受壓鋼筋量 A_s'

$$A_s' = \frac{M_{us}}{\left(f_s' - 0.85 f_c'\right)\left(d - d'\right)\phi} \tag{2.12}$$

doi:10.6342/NTU201902072

$$f_s' = E_s \varepsilon_{c,\max}\left(\frac{c_{\max} - d'}{c_{\max}}\right) \le f_y \tag{2.13}$$

其中，d' 為構材最外受壓纖維至縱向受壓鋼筋斷面重心之距離(cm)，E_s 為鋼之彈性模數 $\left(kgf/cm^2\right)$。

5.5　平衡混凝土壓力需求受拉鋼筋量 A_{s1}

$$A_{s1} = \frac{M_{uc}}{f_y\left(d - \frac{a_{\max}}{2}\right)\phi} \tag{2.14}$$

5.6　平衡壓力鋼筋需求受拉鋼筋量 A_{s2}

$$A_{s2} = \frac{M_{us}}{f_y\left(d - d'\right)\phi} \tag{2.15}$$

5.7　總需求受拉鋼筋量 A_s

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \tag{2.16}$$

若 $M_u > 0$，受拉鋼筋量 A_s 設置在梁之下層，受壓鋼筋量 A_s' 設置在梁之上層；反之受壓鋼筋量 A_s' 設置在梁之下層，受拉鋼筋量 A_s 設置在梁之上層。

2.2.1.3　最少鋼筋量

受拉鋼筋量 A_s 不得小於：

$$A_{s,\min} = \max\left(\frac{0.8\sqrt{f_c'}}{f_y}bd, \frac{14}{f_y}bd\right) \tag{2.17}$$

doi:10.6342/NTU201902072

2.2.1.4 耐震特別規定

拉力鋼筋比不得大於 $\frac{f_c'+100}{4f_y}$，亦不得大於 0.025。構材上下兩面至少各須有兩支鋼筋全長貫通配置。

撓曲構材在梁柱交接面及其它可能產生塑鉸位置，其壓力鋼筋量不得小於拉力鋼筋量之半。

在沿構材長度上任何斷面，不論正彎矩鋼筋量或負彎矩鋼筋量均不得低於兩端柱面處所具最大負彎矩鋼筋量之 $\frac{1}{4}$。

2.2.1.5 現行工程實務之鋼筋切斷點

現行工程實務上可能有多種不同的斷筋點，但皆為固定比例的斷筋方法。而本研究中之作法為取淨梁長 $0\sim\frac{1}{3}$ 中鋼筋需求量之最大值作為左端之鋼筋用量，淨梁長 $\frac{1}{4}\sim\frac{3}{4}$ 中鋼筋需求量之最大值作為中央之鋼筋用量，淨梁長 $\frac{2}{3}\sim1$ 中鋼筋需求量之最大值作為右端之鋼筋用量。

上層鋼筋切斷點設在淨梁長之 $\frac{1}{3}$ 處，並考慮端部之伸展長度，因此取 $\frac{1}{3}$ 淨梁長與端部伸展長度之大值。下層鋼筋切斷點同樣設在淨梁長之 $\frac{1}{3}$ 處，但若是下層鋼筋之中央需求鋼筋量較端部多，則設在淨梁長之 $\frac{1}{5}$(連續跨)或 $\frac{1}{7}$(單跨或端部梁)處，同時需考慮中央鋼筋的伸展長度，如圖 2.2 所示。

doi:10.6342/NTU201902072

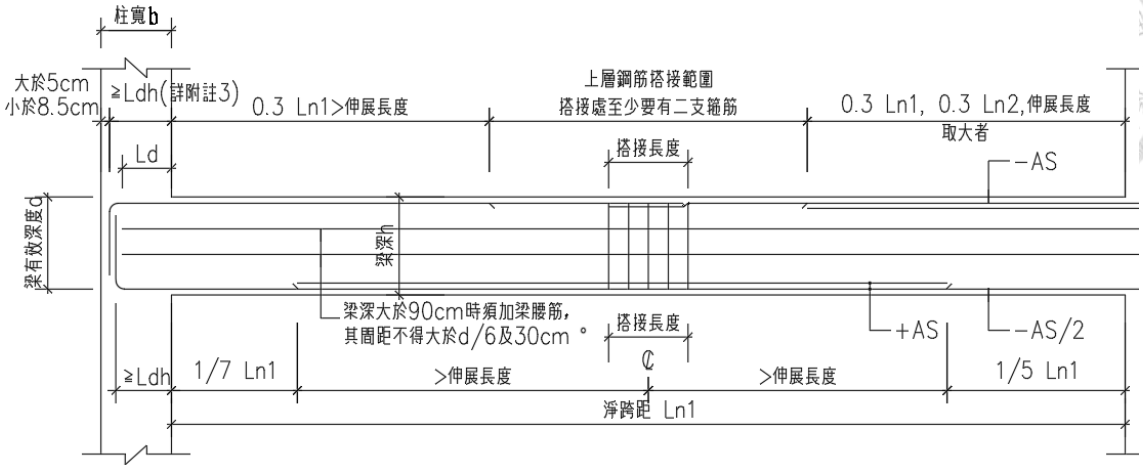


圖 2.2　大梁撓曲鋼筋配置標準圖

2.2.2　剪力鋼筋設計

2.2.2.1 設計剪力與彎矩

$$\phi V_n \geq V_u \tag{2.18}$$

其中，V_n = 斷面之剪力計算強度(kgf)，V_u = 斷面之設計剪力(kgf)，ϕ = 強度折減因數。

$$V_u = V_p + V_{D+L} \tag{2.19}$$

$$V_p = \max\left(\frac{M_{pl}^- + M_{pr}^+}{L_n}, \frac{M_{pl}^- + M_{pr}^-}{L_n}\right) \tag{2.20}$$

M_{pl}^- = 梁左端點的頂層彎矩容量，考慮鋼筋降伏強度為αf_y，並不得考慮強度折減，亦即ϕ=1.0。其中α=1.25。

M_{pr}^+ = 梁右端點的底層彎矩容量，考慮鋼筋降伏強度為αf_y，並不得考慮強度折減，亦即ϕ=1.0。其中α=1.25。

doi:10.6342/NTU201902072

M_{pl}^{+} = 梁左端點的底層彎矩容量，考慮鋼筋降伏強度為 αf_y，並不得考慮強度折減，亦即 $\phi = 1.0$。其中 $\alpha = 1.25$。

M_{pr}^{-} = 梁右端點的頂層彎矩容量，考慮鋼筋降伏強度為 αf_y，並不得考慮強度折減，亦即 $\phi = 1.0$。其中 $\alpha = 1.25$。

L_n = 淨梁長。

V_{D+L} = 重力引致的剪力。

2.2.2.2 混凝土剪力強度

$$V_c = 0.53\sqrt{f_c'}\,b_w d \tag{2.21}$$

其中，V_c 為混凝土之剪力計算強度 (kgf)，f_c' 為混凝土規定抗壓強度 (kgf/cm^2)，b_w 為梁腹寬，d 為構材最外受壓纖維至縱向受拉鋼筋斷面重心之距離 (cm)。

於耐震設計時，受撓構材之兩端由支承構材面向跨度中央 2 倍構材深度之範圍內(圍束區)，計算地震引致之剪力 V_p，若超過設計剪力之半，且包括地震效應之設計軸壓力小於 $0.05A_g f_c'$ (A_g 為鋼筋混凝土總斷面積)，則設計其橫向鋼筋時，V_c 值應假設為零。

2.2.2.3 剪力鋼筋需求

1. 若 $V_u \le \phi V_c / 2$

$$\frac{A_v}{s} = 0 \tag{2.22}$$

其中，s 為橫向鋼筋之中心距 (cm)，A_v 為剪力鋼筋於 s 距離內之面積 (cm^2)。

doi:10.6342/NTU201902072

2. 若 $V_u > \phi V_c / 2$

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \tag{2.23}$$

其中，f_{yt} 為橫向鋼筋之規定降伏強度 $\left(kgf / cm^2\right)$。

$$\frac{A_v}{s} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_{yt} d} \tag{2.24}$$

$$V_{s,\max} = 2.12\sqrt{f_c'}\, b_w d \tag{2.25}$$

其中，$V_{s,\max}$ 為剪力計算強度之上限值。

$$A_{v,\min} = \max\left(0.2\sqrt{f_c'}\,\frac{b_w s}{f_{yt}}, 3.5\frac{b_w s}{f_{yt}}\right) \tag{2.26}$$

其中，$A_{v,\min}$ 為剪力鋼筋於 s 距離內之面積之下限值 $\left(cm^2\right)$。

並且於耐震設計時，受撓構材之兩端由支承構材面向跨度中央 2 倍構材深度之範圍內(圍束區)，閉合箍筋最大間距不得超過(1)$\frac{d}{4}$，(2)最小主鋼筋直徑之 8 倍，(3)閉合箍筋直徑之 24 倍，及(4)30cm。

2.2.2.4 現行工程實務之鋼筋分界處

本研究於現行工程實務之剪力鋼筋的作法為，取淨梁長 0~$\frac{1}{4}$ 中剪力鋼筋需求量之最大值作為左端之剪力鋼筋用量，淨梁長 $\frac{1}{4}$~$\frac{3}{4}$ 中剪力鋼筋需求量之最大值作為中央之剪力鋼筋用量，淨梁長 $\frac{3}{4}$~1 中剪力鋼筋需求量之最大值作為右端之剪力鋼筋用量。

剪力鋼筋之間距，於同一支梁上最多區分為三種不同的間距(分別為左端、中央與右端)，並且分界於梁淨長之 $\frac{1}{4}$ 與兩倍構材深度之大值，表 2.1 為梁鋼筋配置

doi:10.6342/NTU201902072

表之示例。

表 2.1　梁配筋表

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				腰筋	箍筋		
					左端	中央	右端		左端	中央	右端
RF	B1	50	70	上層 第一排	3-#8	2-#8	4-#8	-	#4@15	#4@30	#4@15
				上層 第二排	-	-	-				
				下層 第二排	-	-	-				
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8				

2.3　非線性分析方法

2.3.1　非線性靜力側推分析

本節首先介紹 ATC-40 (ATC, 1996)之容量震譜法所採用之側向力分佈得容量曲線，再說明將需求反應譜與容量曲線轉換至容量震譜的方法，接著介紹求取性能績效點的流程(Procedure B)。並以設計地震與最大考量地震之性能績效點，分別作韌性容量$\left(R_a, R\right)$的檢核。

最後介紹模態側推分析方法 Modal Pushover Analysis (Chopra & Goel, 2001, 2002, 2004; Mao et al., 2008)的流程，與多模態疊加方法 Multi-Modes Combination (Chomchuen & Boonyapinyo, 2017; Kunnath, 2004)的側向力分佈，以兩種不同的非線性靜力分析方法考慮結構產生高模態時的反應。

2.3.1.1　容量曲線

結構物容量曲線(Capacity Curve)是結構物基底剪力對頂層位移之關係圖，其代表結構物的耐震性能。其方法為逐步增加側向力，並於每一步皆檢視所有構件是否進入降伏或減載，若有則更改有效勁度矩陣及計算不平衡力，再繼續增加側向力，直達結構物崩塌為止。

側向力的豎向分配於 ATC-40 (ATC, 1996)規範中共列出五種側力型式，本研究

doi:10.6342/NTU201902072

使用其中建議的兩種側力型式，並以較為保守的值作為分析結果：

1. 依建築物耐震設計規範及解說(內政部, 2011)所使用之公式(2.27)，但不考慮頂層集中力 F_t。

$$F_x = \frac{w_x h_x}{\sum w_x h_x} V \tag{2.27}$$

其中 w_x 為第 x 層的重量，h_x 為第 x 層高度，V 為基底剪力。此為倒三角形分佈，適用於低樓層。

2. 依各樓層質量與第一模態乘積比例分佈(2.28)。

$$F_x = \frac{w_x \phi_{x,1}}{\sum w_x \phi_{x,1}} V \tag{2.28}$$

其中 $\phi_{x,1}$ 為結構物的第一模態，適用於結構物週期小於 1 秒之結構。

2.3.1.2 容量震譜法

進行非線性靜力側推分析後，可得結構的容量曲線，容量曲線的橫坐標為結構物頂層位移 Δ_{roof}，縱座標為基底剪力 V。由 ATC-40(ATC, 1996)之容量震譜法，轉換容量曲線(Capacity Curve)至容量震譜(Capacity Spectrum)，即譜加速度 $S_a(g)$ 與譜位移 $S_d\left(mm\right)$ 關係曲線，以求得結構物的性能績效點。

容量震譜法是一種非線性靜力分析方法，其中兩項重要的元素分別為需求(Demand)與容量(Capacity)。前者代表結構物之耐震需求，經工址地層資料、土壤特性及震區等因素獲得，同時考量結構進入非線性後，非彈性變形產生之能量消散折減；後者為結構物之耐震性能，是使結構物受側向力，進行側推分析，直到結構物達破壞機制為止。以下分別介紹需求(Demand)與容量(Capacity)的概念與轉換至譜加速度 $S_a(g)$ 與譜位移 $S_d\left(mm\right)$ 曲線的流程。

doi:10.6342/NTU201902072

需求(Demand)與有效阻尼比 β_{eq} (2.29)的折減相關，當結構物受地表運動進入非線性範圍時，結構物的固有黏滯阻尼(Viscous Damping)及遲滯阻尼(Hysteretic Damping)會導致結構物於運動過程中產生消能的作用。得有效阻尼比後，由建築物耐震設計規範及解說(內政部, 2011)表 3-1 與表 3-2 計算可得折減後之需求反應譜，再以(2.31)計算即可將需求反應譜 (T, S_a) 轉換至 (S_d, S_a) 格式。

$$\beta_{eq} = \beta_0 + 0.05 \tag{2.29}$$

其中，β_0 為遲滯阻尼經計算所得之等效黏滯阻尼，0.05 為結構本身之固有黏滯阻尼。β_0 可由(2.30)計算：

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi}\frac{E_D}{E_{so}} \tag{2.30}$$

其中，E_D 為結構阻尼消散的能量，E_{so} 為最大應變能。

$$S_d(mm) = \frac{T(\sec)^2}{4\pi^2} S_a(g) * 9806.65 \tag{2.31}$$

容量(Capacity)由容量曲線轉換經由(2.34)(2.35)而來，除了模態側推分析方法 Modal Pushover Analysis(Chopra & Goel, 2001, 2002, 2004; Mao et al., 2008)，其餘方法皆僅須使用第一模態 $S_{a,1} = \frac{V/W}{\alpha_1}, S_{d,m} = \frac{\Delta_{roof}}{PF_1 \phi_{roof,1}}$ 即可進行座標轉換。

$$PF_m = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(w_i \phi_{i,m} \right) / g}{\sum_{i=1}^{N} \left(w_i \phi_{i,m}^2 \right) / g} \right) \tag{2.32}$$

$$\alpha_m = \frac{\left(\sum_{i=1}^{N} \left(w_i \phi_{i,m} \right) / g \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^{N} w_i / g \right) \left(\sum_{i=1}^{N} \left(w_i \phi_{i,m}^2 \right) / g \right)} \tag{2.33}$$

$$S_{a,m} = \frac{V/W}{\alpha_m} \tag{2.34}$$

doi:10.6342/NTU201902072

$$S_{d,m} = \frac{\Delta_{roof}}{PF_m \phi_{roof,m}} \tag{2.35}$$

其中，PF_m 為第 m 個模態參與因數，α_m 為第 m 個模態質量參與係數，w_i / g 為第 i 層之質量，$\phi_{i,m}$ 為第 i 層第 m 個模態，N 為樓層數，V 為基底剪力，W 為地震參與重量，Δ_{roof} 為屋頂位移，S_a 為譜加速度，S_d 為譜位移。

總結以上的方法，可知需求及容量不全然相互獨立，當結構進入非線性範圍時，結構物因結構降伏導致勁度折減，而使得結構物的週期拉長，非彈性變形形成之等效阻尼此時會消散部分地震能量，進而降低需求。折減後之非彈性需求及容量所產生之交點稱為性能績效點(Performance Point)，代表該結構物所能承受的最大位移及地震強度。

2.3.1.3 Procedure B

ATC-40(ATC, 1996)共提供三種方法計算性能績效點。本研究以第二種方法(Procedure B)尋找結構之性能績效點，此程序為 Procedure A 之簡化，計算過程假設容量譜的雙線性關係不變，即降伏點不變。其流程如下：

1. 建立阻尼比 5%之彈性需求譜。
2. 建立一群依據 β_{eff} 折減之需求譜。
3. 轉換容量曲線至容量譜。

doi:10.6342/NTU201902072

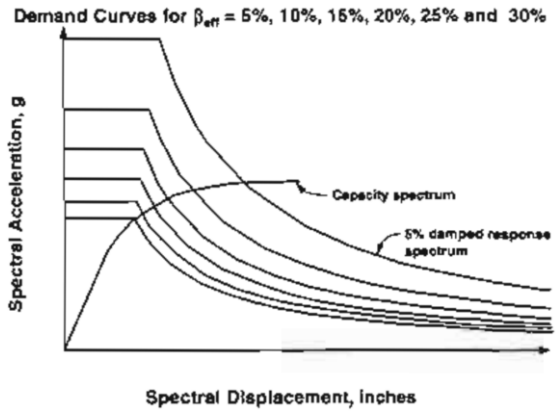


圖 2.3　需求譜與容量譜(ATC-40，圖 8-30)。

4. 建立容量譜之雙線性關係。雙線性之初始斜率為結構之初始勁度的斜率，且其初始勁度交於 5%需求譜之位移為 d^*。於容量譜上取出 $\left(d^*, a^*\right)$，並以通過此點的線為作結構降伏後的線，且此線須使圖 2.4 上之 A_1, A_2 的面積相等，由此建立容量譜之雙線性關係。

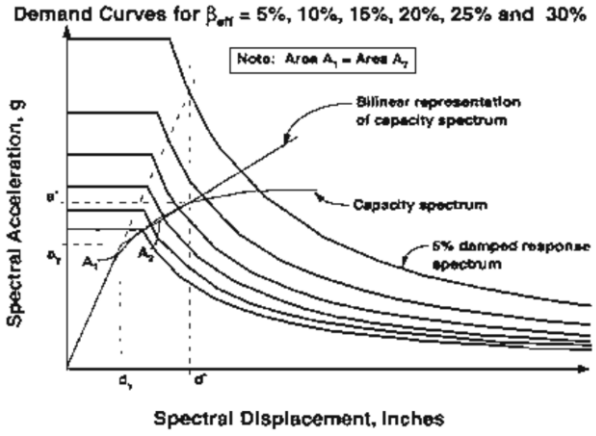


圖 2.4　建立容量譜之雙線性關係(ATC-40，圖 8-31)。

5. 計算 $\left(d^*, a^*\right)$ 附近之等效阻尼比 β_{eff}。

$$\beta_{eff} = \frac{63.7\kappa\left(a_y d_{pi} - d_y a_{pi}^1\right)}{a_{pi}^1 d_{pi}} + 5 \tag{2.36}$$

其中，κ 代表結構的消能能力(表 2.2)，本研究之分析建物皆假設為 Type A，$\left(d_y, a_y\right)$ 為雙線性之降伏點，$\left(d_{pi}, a_{pi}^1\right)$ 座落於雙線性化降伏曲線上。

doi:10.6342/NTU201902072

表 2.2　阻尼修正參數κ(ATC-40，表 8-1)。

Structural Behavior Type [1]	β_0 (percent)	κ
Type A[2]	≤ 16.25	1.0
	> 16.25	$1.13 - \frac{0.51(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$
Type B	≤ 25	0.67
	> 25	$0.845 - \frac{0.446(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$
Type C	Any value	0.33

6. 經由步驟 5 計算，可得d_{pi}, β_{eff}的關係，將位移與阻尼比畫於圖上(圖 2.5)。

7. 此曲線段與容量譜所交之點即為性能績效點。

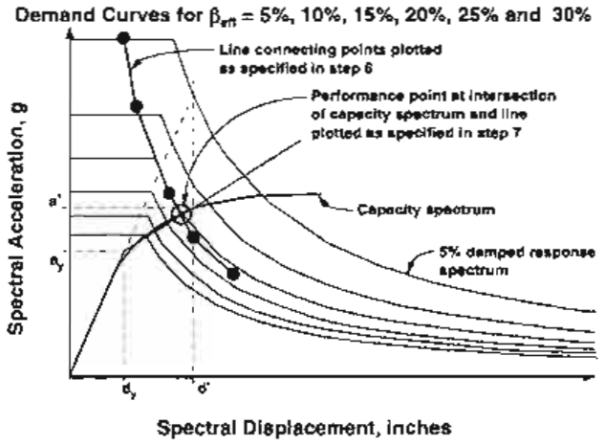


圖 2.5　求取性能績效點(ATC-40，圖 8-33)。

2.3.1.4 韌性容量檢核

由前一節得性能績效點後，可將該性能點以(2.35)之公式做移項的動作後，轉換回屋頂位移，並將容量曲線作雙線性化後可得降伏位移。性能績效點之位移與降伏位移之比值即為韌性值(2.37)。

$$R_{性能績效點} = \frac{\Delta_{性能績效點}}{\Delta_{降伏點}} \tag{2.37}$$

本研究分別檢核設計地震及最大考量地震之需求反應譜。依規範要求，在設計

doi:10.6342/NTU201902072

地震下不希望容許韌性容量$\left(R_a\right)$用盡，亦即$R_{475}=\dfrac{\Delta_{475}}{\Delta_y}\le R_a$。於最大考量地震下不希望韌性容量$\left(R\right)$用盡，亦即$R_{2500}=\dfrac{\Delta_{2500}}{\Delta_y}\le R$。

2.3.1.5 模態側推分析方法

為考慮中高樓層結構產生高模態時的反應，本研究採用由 Chopra 與 Goel 等學者提出的模態側推分析方法 Modal Pushover Analysis(MPA)，其流程如下：

1. 計算結構自然頻率ω_n和模態振幅φ_n。
2. 對第 n 個模態，以側向力s_n^*(2.38)進行側推，得側推容量曲線(基底剪力對頂層位移之關係圖)。

$$s_n^* = M\varphi_n \tag{2.38}$$

   其中，M 為結構質量矩陣。
3. 由前述的轉換公式(2.34)與(2.35)，轉換第 n 個模態的側推容量曲線至容量震譜。
4. 以 ATC-40(ATC, 1996)之 Procedure B，得性能績效點之譜位移。
5. 由前述公式(2.35)將性能績效點之譜位移轉換回頂層位移，並得此位移下結構之反應r_n。本研究以性能績效點之位移與雙線性化之降伏位移比值作為結構之反應。
6. 重複以上流程得不同模態的結構反應。
7. 以 SRSS(2.39)方法計算結構總反應。

$$r_{total} = \sqrt{\sum r_n^2} \tag{2.39}$$

doi:10.6342/NTU201902072

2.3.1.6 多模態疊加方法

本研究另以 Kunnath 學者提出的多模態疊加方法 Multi-Modes Combination(MMC)，考慮結構產生高模態時的反應。模態側推分析方法需進行多次分析，多模態疊加方法只需一次側推分析就可得到結果。

多模態疊加方法側向力分佈由式(2.40)考慮多模態振幅加權質量參與比例後求得，其他分析流程皆與前述 ATC-40(ATC, 1996)之容量震譜法相同。

$$F_j = \sum_{n=1}^{N} \Gamma_n \phi_{nj} \tag{2.40}$$

其中，F_j 為施加於第 j 個自由度的力，Γ_n 為模態質量參與因數，ϕ_{nj} 為第 n 個模態於第 j 個自由度的模態振幅。

2.3.2 非線性動力歷時分析

本研究所使用之地震歷時來自 FEMA P695(FEMA, 2009)，此研究由太平洋地震工程研究中心的資料庫選取合適的地震歷時資料，選取地震歷時的標準包含地震規模大於 6.5，地表最大加速度大於 0.2g，地表最大加速度大於 15cm/s 等。本研究再從中選用其中 11 筆遠域地震(表 2.3)，並從 11 筆遠域地震當中選取 $\frac{PGV}{PGA}$ 較大的方向(PGV 較大危害度較大)進行非線性動力歷時分析。

表 2.3 選用之地震歷時資料

紀錄編號	地震名稱	年分	X PGA	X PGV	Y PGA	Y PGV
RSN725	Superstition Hills-02	1987	0.475	41.148	0.286	29.001
RSN900	Landers	1992	0.245	51.099	0.152	29.075
RSN953	Northridge-01	1994	0.443	59.265	0.488	66.683
RSN960	Northridge-01	1994	0.404	44.361	0.472	41.107
RSN1111	Kobe_ Japan	1995	0.483	46.801	0.464	38.243
RSN1116	Kobe_ Japan	1995	0.225	31.311	0.233	21.802
RSN1148	Kocaeli_ Turkey	1999	0.21	13.946	0.134	40.046

doi:10.6342/NTU201902072

RSN1158	Kocaeli_ Turkey	1999	0.312	58.837	0.364	55.633
RSN1602	Duzce_ Turkey	1999	0.739	55.906	0.806	65.849
RSN1633	Manjil_ Iran	1990	0.515	42.436	0.497	50.565
RSN1787	Hector Mine	1999	0.265	26.001	0.328	44.754
附註：PGA(g)，PGV(cm/s)，X(水平向-1)，Y(水平向-2)。						

為評估結構於設計地震與最大考量地震下之耐震性能，11 筆地震之加速度歷時資料依結構物第一模態之週期，放大或縮小至該週期設計反應譜之加速度值(圖 2.6)。

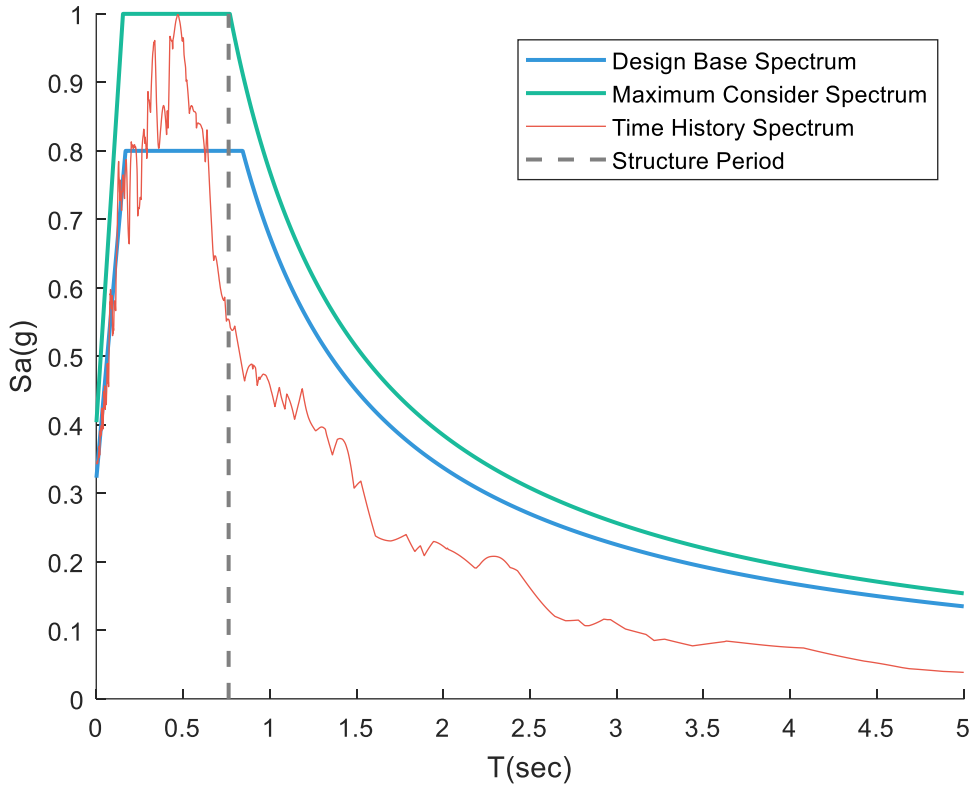


圖 2.6　將地震歷時等級調整至設計地震與最大考量反應譜。

以調整加速度歷時過後的地震歷時資料，進行非線性動力歷時分析，得所有樓層之層間位移角。由於建築物耐震設計規範及解說 (內政部, 2011)僅規定中小度地震之層間位移角須小於千分之五，故於設計地震與最大考量地震，以千分之五乘以韌性容量得其對應最大容許之層間位移角，以此檢核層間位移角。

doi:10.6342/NTU201902072

2.3.3 增量動力分析

增量動力分析(Vamvatsikos & Cornell, 2002)為計算密集型方法，利用此方法相比於前一節動力歷時分析方法，可徹底評估結構之極限耐震性能。

此方法將地震歷時以一系列不同的係數，放大或縮小至多種不同的強度等級，以漸進增強的方式分析地震力越強時結構物所受到的損害程度，並以此繪出 IDA 曲線。IDA 曲線代表於不同地震強度下結構之反應，因此座標軸可為多種不同的結構反應，本研究之 IDA 曲線如未特別說明，橫座標為樓層最大層間位移，縱座標為 $S_s\left(T_1,5\%\right)$。

此方法亦可涉及多種地震歷時，且每一地震歷時皆放大或縮小至多種不同的強度等級，由此可產生多條 IDA 曲線。本研究以上一節 11 筆地震歷時作增量動力分析，因此可產生 11 條 IDA 曲線。並以 11 條 IDA 曲線 16, 50, 84% 之百分位數評估其較高、介於中間、較低之耐震性能。

由於以增量動力分析方法評估結構之極限耐震性能，因此須定義結構之極限狀態(limit-states)，以判定結構已達到極限耐震性能。本研究採用 FEMA273 (FEMA, 1997)建議之極限狀態，當結構最大層間位移角達到 4% 即將結構視為達到極限狀態。

由於增量動力分析方法與非線性靜力側推分析的概念類似，因此可視為動力的側推分析。但若將增量動力分析與非線性靜力分析比較，將側推容量曲線轉換座標，使側推容量曲線彈性勁度與 IDA 曲線之彈性勁度相同，並與 IDA 曲線畫於同一張圖上，可得圖 2.7 之結果。但觀察此圖卻發現 IDA 曲線於縱座標上遠較側推容量曲線高，但非線性靜力分析與非線性動力分析四種結果理應相似，因此本研究將於第五章進一步探討為何畫於同一張圖上兩者差異較大之原因。

doi:10.6342/NTU201902072

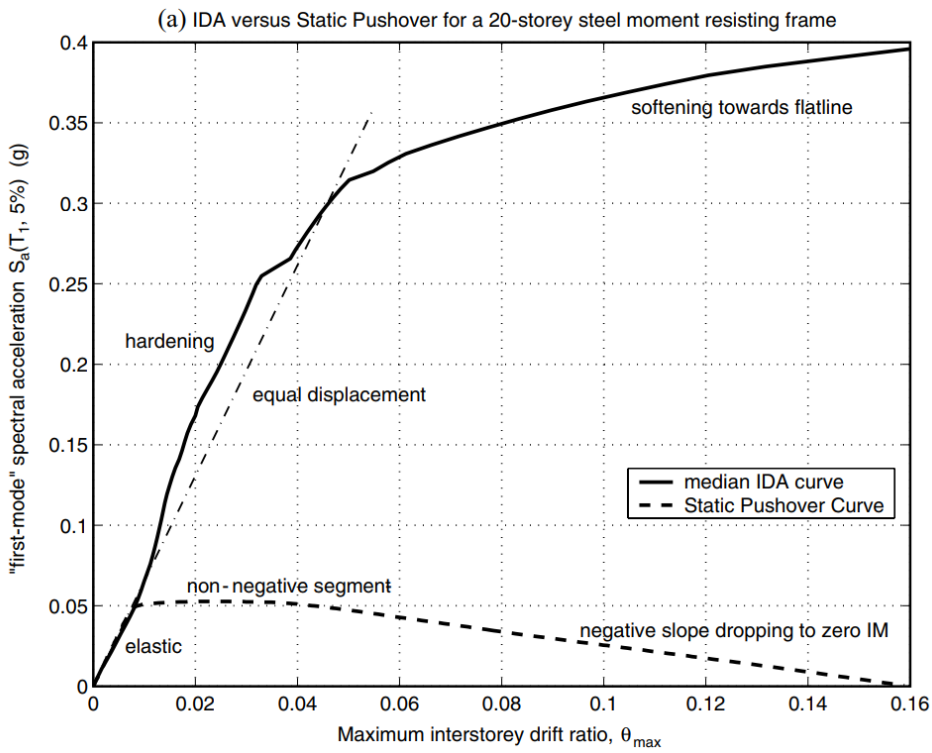


圖 2.7　IDA 曲線與側推容量曲線((Vamvatsikos & Cornell, 2002), 圖 10)。

2.4　小結

1. 為降低施工複雜度，現行配筋為固定比例的簡化配筋方法，此方法未考慮規範所有限制，但通常較為保守。
2. 本研究使用容量震譜法之 Procedure B 得性能績效點之位移，以之檢核韌性容量。
3. 本研究以模態側推分析方法與模態疊加法考慮結構產生高模態的效應。
4. 非線性動力分析之地震歷時取自 NGA-West2，共 11 筆地震歷時，並調整至設計地震與最大考量地震之強度等級，以此檢核層間位移角。
5. 以同樣 11 筆地震歷時進行增量動力分析，本研究以 4% 之最大層間位移角作為結構之極限狀態，檢核建物可抵抗之地震強度。並進一步探討 IDA 曲線與側推容量曲線差異較大之原因。

doi:10.6342/NTU201902072

第三章 梁鋼筋配置最佳化方法

3.1 前言

本章介紹撓曲鋼筋(主筋)之最佳切斷點，與剪力鋼筋(箍筋)之最佳分界區域。本研究於撓曲鋼筋之最佳切斷點提供兩種作法，第一種作法為符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)要求的最佳切斷點，但其計算較為密集耗時較久；第二種作法為計算速度較快之作法，其相較規範的規定更為保守，但可降低之鋼筋用量相較於第一種作法低。

3.2 撓曲鋼筋之最佳切斷點

3.2.1 需求鋼筋量

延伸自 2.2.1 節，從 2.2.1.1 節考慮多種載重組合可得梁之設計彎矩，進而遵循 2.2.1.2 節由設計彎矩得需求鋼筋量，並須符合 2.2.1.3 節最少鋼筋量與 2.2.1.4 節耐震特別規定之限制，最終得符合規範的需求鋼筋量。下圖 3.1 為上下層撓曲鋼筋需求鋼筋量之表示圖。

doi:10.6342/NTU201902072

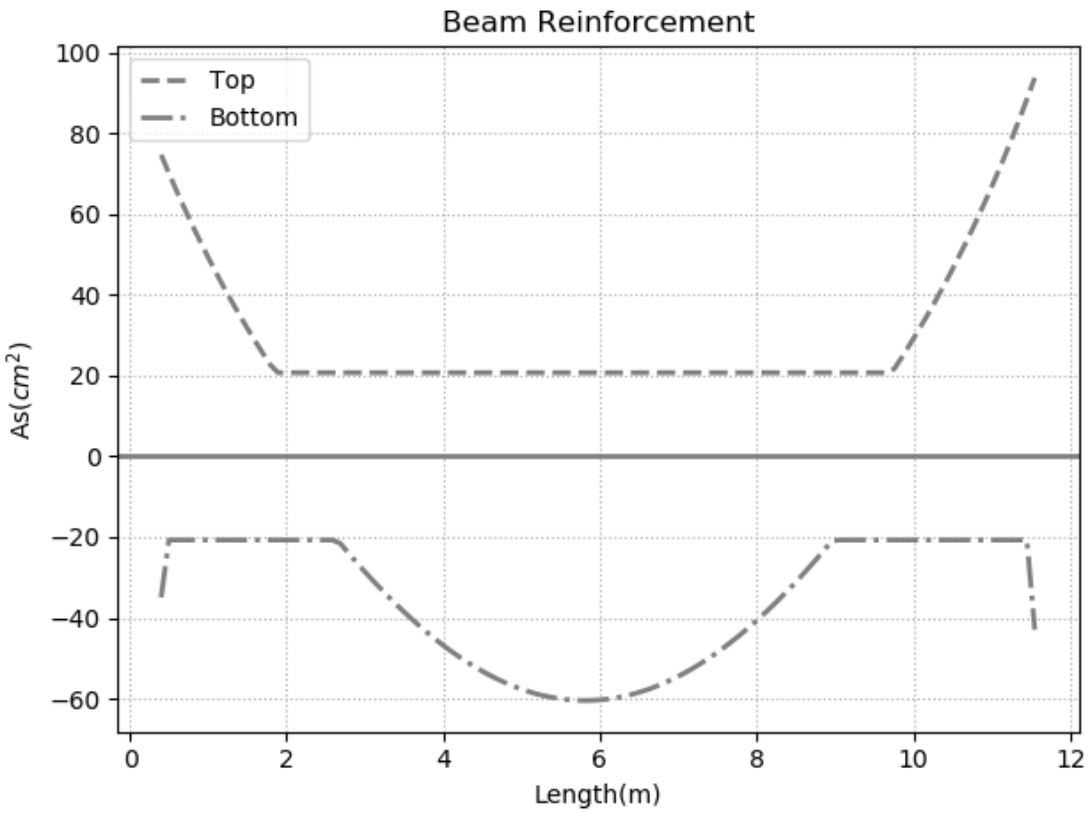


圖 3.1　由設計彎矩考慮規範要求後，轉換為撓曲需求鋼筋量之示例。橫軸為梁長，縱軸為撓曲需求鋼筋量。零以上為上層需求鋼筋量；零以下之值取絕對值後為下層需求鋼筋量。

3.2.2　理論切斷點

由前一節得考慮規範限制之撓曲需求鋼筋量後，依據混凝土結構設計規範(內政部, 2019)第 5.11 節規定，需考慮鋼筋之伸展長度，以確保在最大應力處及相鄰鋼筋終止處撓曲鋼筋量可產生預期應有的降伏強度，如下圖 3.2 所示。

doi:10.6342/NTU201902072

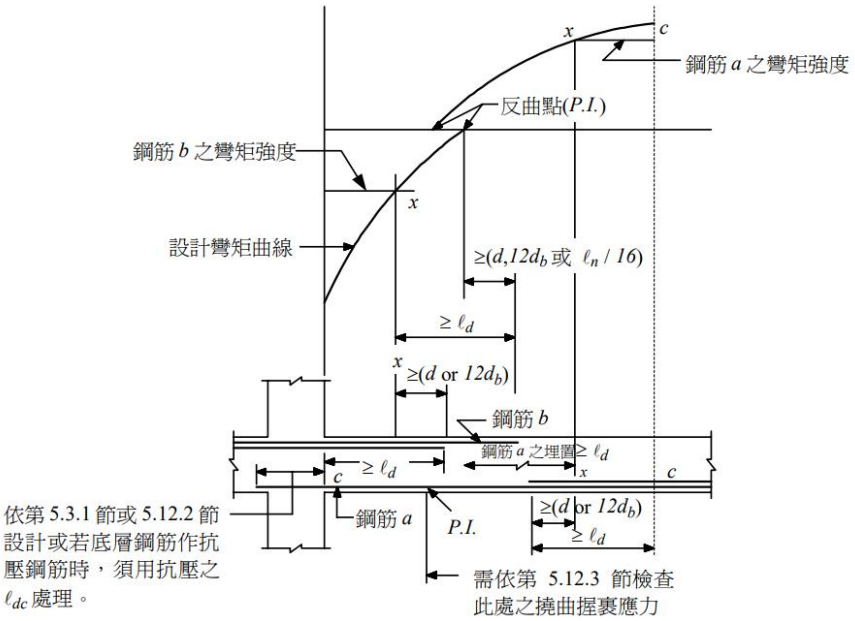


圖 3.2　連續梁之撓曲鋼筋伸展(混凝土結構設計規範(內政部, 2019)，圖 R5.11.2)

規範規定兩種受拉伸展長度 l_d 的算法，其一為詳細計算方法，其二為簡易估算方法，為求得符合規範之最短受拉伸展長度，以詳細計算方法(3.1)為主。

$$l_d = \frac{0.28 f_y}{\sqrt{f_c'}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \lambda}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right)} d_b \tag{3.1}$$

其中，f_y 為鋼筋受拉強度，f_c' 為混凝土抗壓強度，ψ_t 為將位置修正因數，ψ_e 為鋼筋塗布修正因數，ψ_s 為鋼筋尺寸修正因數，λ 為混凝土單位重之修正因數，c_b 為鋼筋周圍混凝土保護層厚度與鋼筋間距較小者，K_{tr} 為橫向鋼筋指標，d_b 為鋼筋直徑。

但因鋼筋支數較多使鋼筋排列較為密集時，會造成待伸展鋼筋或鋼線之中心間距之半 (C_b) 較小，且因鋼筋支數較多使 K_{tr} 趨近於 0，由詳細計算方法所得之受拉伸展長度 l_d 反而會比採用簡易估算方法中第(1)點的規定長。而由於本研究所配置之梁鋼筋最小淨間距不小於 d_b，且配置於伸展長度 l_d 範圍內之的橫向鋼筋符合

doi:10.6342/NTU201902072

混凝土結構設計規範(內政部, 2019)中第 4.6.5 節剪力鋼筋間距及第 4.6.6 節最少剪力鋼筋量之規定。因此可採用簡算法中第(1)點之規定，如表 3.1 所示。

表 3.1　受拉伸展長度 l_d 之簡易估算如下表之規定。

	D19 或較小之鋼筋及麻面鋼線	D22 或較大之鋼筋
(1) 鋼筋之最小淨保護層厚不小於 d_b，且 (a) 鋼筋最小淨間距不小於 $2d_b$ 者，或 (b) 鋼筋最小淨間距不小於 d_b 且配置於伸展長度 ℓ_d 範圍內之橫向鋼筋符合第 13.9.5 節有關橫箍筋之規定，或符合第 4.6.5 節剪力鋼筋間距及第 4.6.6 節最少剪力鋼筋量之規定。	$\left[\frac{0.15 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b$	$\left[\frac{0.19 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b$
(2) 其它	$\left[\frac{0.23 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b$	$\left[\frac{0.28 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b$

但簡算法是經由精算法簡化而來，而精算法較具有學理，因此縱使簡算法計算之伸展長度較精算法短，本研究仍以精算法計算所需之伸展長度為主。

而因於 3.2.1 節中已將正負彎矩需求轉換為需求鋼筋量，故本研究僅考慮鋼筋之受拉伸展長度。而一般大梁(可抵抗側向力之梁)皆考慮側向力之反覆加載，所以通常僅中央上層鋼筋為受壓鋼筋，而中央上層鋼筋通常需求較低，且受壓鋼筋之伸展長度 l_{dc} (3.2)遠小於受拉鋼筋之伸展長度，因此僅考慮受拉鋼筋之伸展長度是較為保守的作法。

$$l_{dc} = \max\left(\frac{0.075 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b, 0.0043 f_y d_b\right) \tag{3.2}$$

混凝土結構設計規範(內政部, 2019)於 5.11.3 節規定，除了於最大應力處及相鄰鋼筋終止處須考慮鋼筋之伸展長度外，由於設計所使用之彎矩圖僅為近似值，其最大彎矩之位置會隨著載重變化等原因而作改變。因此針對最大彎矩位置會移動之現象，鋼筋之截斷須超過該筋不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ (圖 3.2)。

doi:10.6342/NTU201902072

受撓鋼筋在受拉區終止者，須符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)第 5.11.5 節規定。第 5.11.5.1 節規定切斷鋼筋處之剪力V_u未超過構材(包括腹筋在內)抗剪強度ϕV_n之$\frac{2}{3}$。本研究為使鋼筋之切斷較不受此條規範影響，於最佳化剪力配筋時，未考慮混凝土提供之剪力強度，因此設計剪力強度皆由剪力鋼筋提供，故於截斷點之檢核時可多考慮混凝土提供之剪力強度，所以較容易符合此規範限制。而若需於剪力鋼筋進一步作最佳化(考慮混凝土可提供之強度)，也可於撓曲斷筋時配置額外肋筋，以滿足第 5.11.5.2 節之規範。

在簡支承處及反曲點，正彎矩鋼筋直徑之選用，須使該筋計算之l_d值符合式(3.3)之規定。但因本研究以大梁為主，因此梁之兩端非為簡支承，並且設計彎矩為考慮係數化之載重組合，故無反曲點。基於以上條件，本研究並未檢核此項規定，但若須作簡支梁(小梁)之最佳化配筋，則必須考慮此條規範的限制。

$$l_d \le \frac{M_n}{V_u} + l_a \tag{3.3}$$

其中，l_d為計算發展出f_y所需之伸展長度，M_n為假定該斷面內所有鋼筋應力均達f_y時之彎矩計算強度，V_u為該斷面所受之設計剪力，l_a為於簡支承處為簡支承中心外之埋置長度；於反曲點處之有效長度不可超過構材有效深度d或$12d_b$之較大值者。

3.2.3 最佳化配筋方法

由前一節得理論切斷點後，梁之鋼筋理論上可在所有理論切斷點截斷，但於實務上若每隔一小段就將鋼筋截斷，容易造成施工複雜度大幅增加，因此需將截斷之數量限縮於實務上可行的數量。

並且若鋼筋之最佳化配置造成鋼筋量同時產生極大與極小值(不包含兩端)，也就是配置之鋼筋用量產生數個起伏的情況，由於此鋼筋配置會使施工複雜度增加，

doi:10.6342/NTU201902072

不易進行查驗的動作，因此不會採納該配筋方法，須減少截斷點數量。

以下圖 3.3 與圖 3.4 為例，上層鋼筋共有 4 個切斷點，並且鋼筋量向中央遞減，僅有極小值，沒有同時產生極大與極小值(不包含兩端)，所以不須減少截斷點數量。但下層鋼筋之最佳斷筋點造成鋼筋用量同時產生極大與極小值(產生數個起伏)，所以減少斷筋點數量至 2 個切斷點(圖 3.4)。

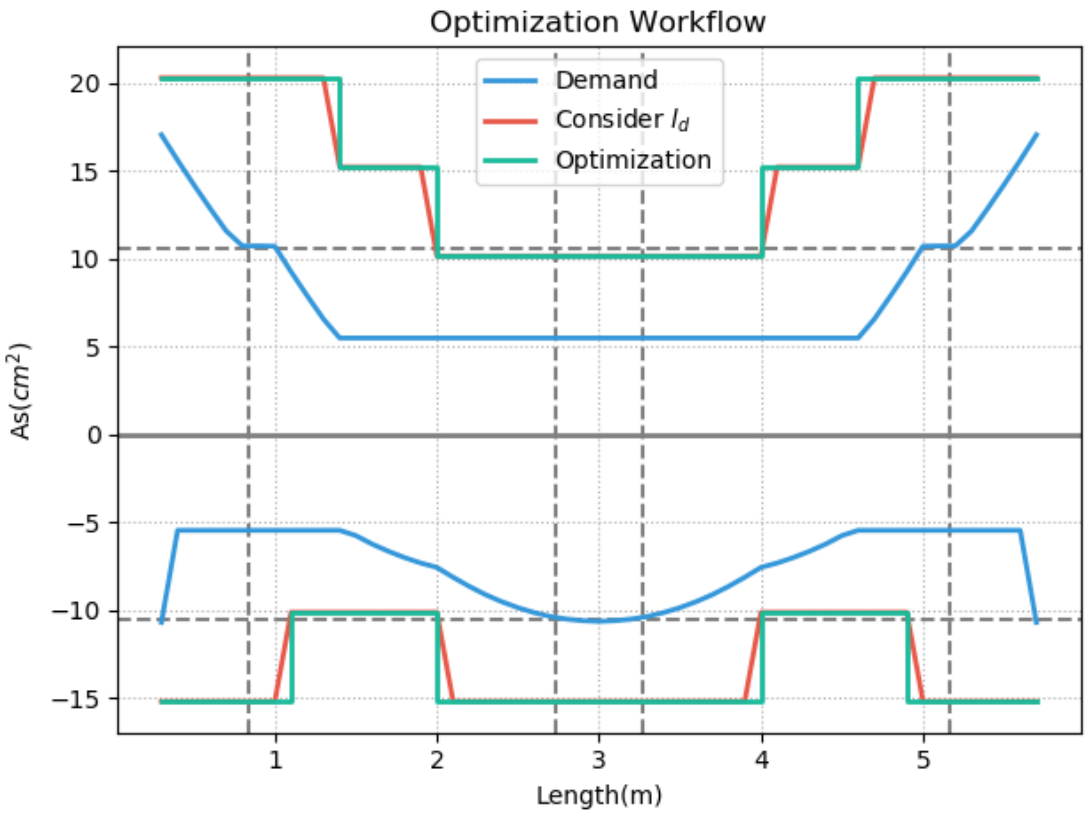


圖 3.3　未考慮鋼筋用量同時產生極大與極小值(不包含兩端)之最佳化配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

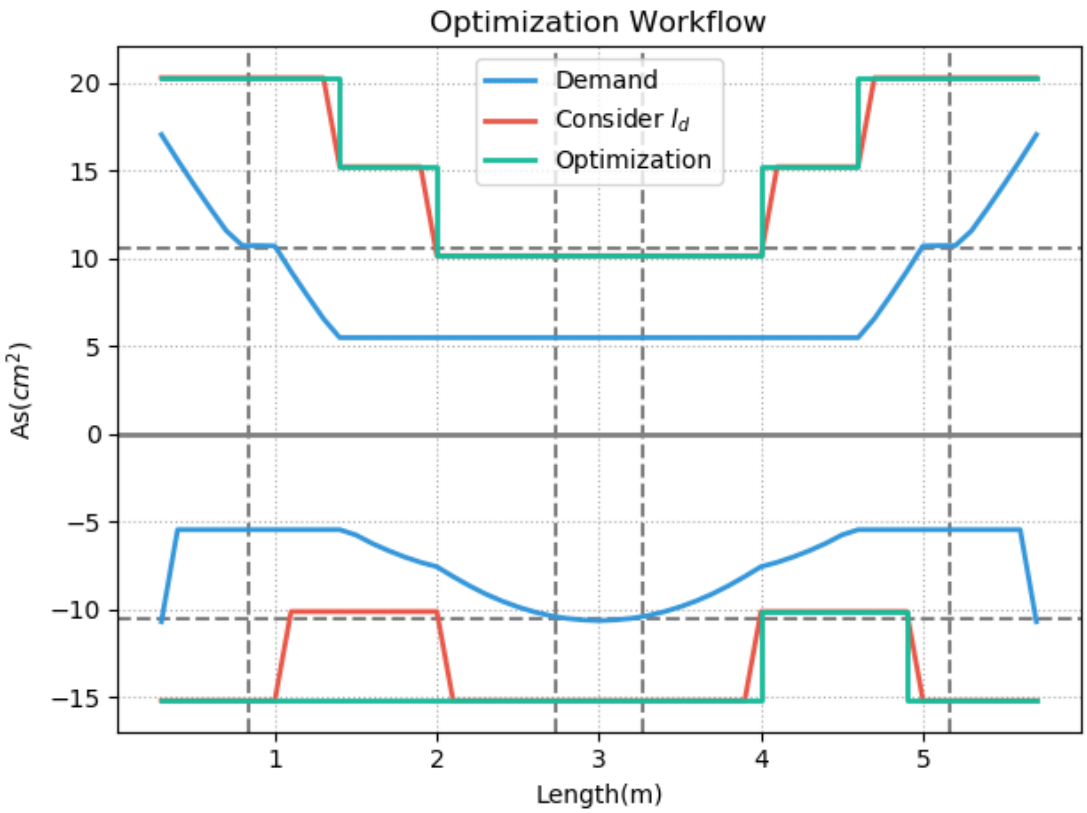


圖 3.4　由於下層鋼筋最佳化配筋之鋼筋用量同時產生極大與極小值(不包含兩端)，容易造成施工查驗困難，因此減少鋼筋截斷數量。

由無限制截斷點數量之理論斷筋點，限縮至工程實務上可行的有限切斷點，並且不允許配置之鋼筋量同時產生極大與極小值的情況(不包含兩端)。本研究共提供兩種最佳化配筋方法，兩者於不限制斷筋數量時結果完全相同。

第一種方法(Method A)適用於截斷點數量較少之情況，其於切斷數量較少時，相較於第二種方法可降低較多鋼筋用量，並且符合規範僅考慮最大應力處及相鄰鋼筋終止之伸展長度規定。但於非最大應力及相鄰鋼筋終止處，可能發生伸展長度不足的情況(圖 3.5)。

doi:10.6342/NTU201902072

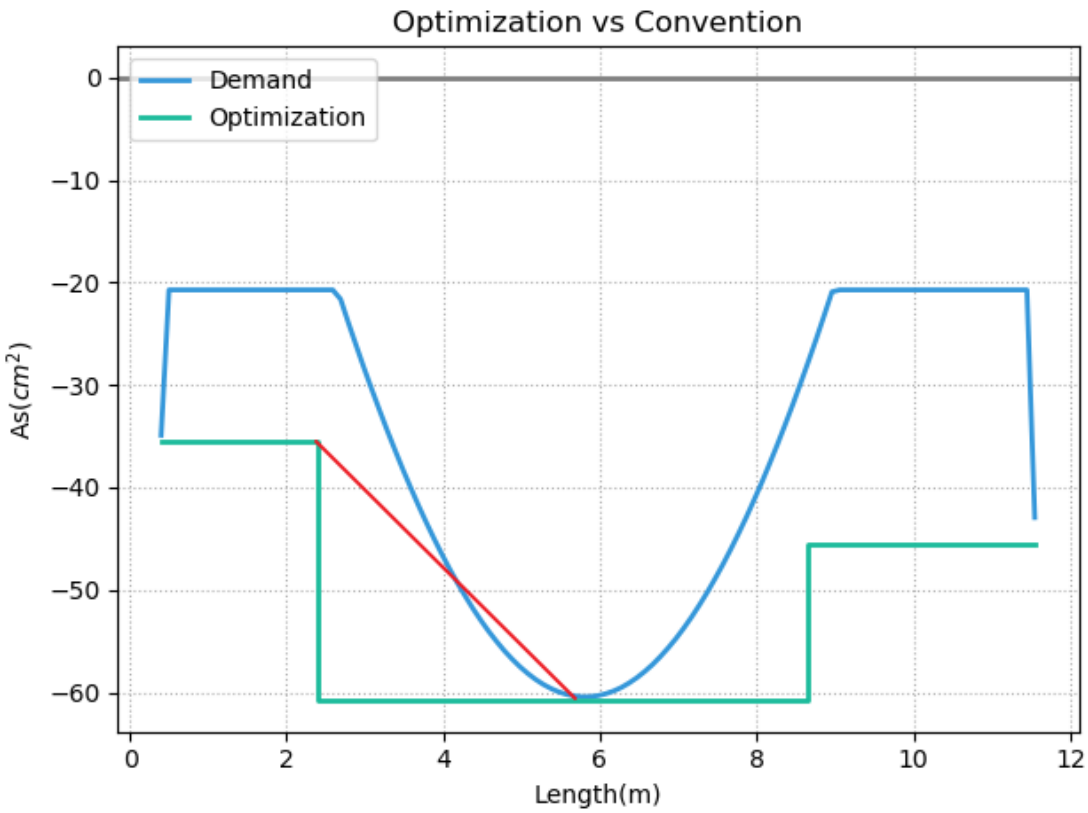


圖 3.5　由於鋼筋之強度是由伸展長度逐漸發展出 f_y，因此若僅考慮最大應力處之伸展長度，於非最大應力處可能還無法發展出 f_y。

第二種方法(Method B)適用於截斷點數量較多，其計算速度較快，但其於截斷點數量較少時降低之鋼筋用量較少，並且此方法考慮每一點之伸展長度，以確保任何位置皆可滿足鋼筋之伸展長度的需求，因此較規範之規定更為保守。

因此於實務應用上可用 Method B (較規範更為保守，速度較快)尋找最佳化配筋合適的鋼筋切斷數量，再以 Method A (符合規範，速度較慢)求該鋼筋切斷數量之最佳化配筋，以下分別為其兩者之流程。

3.2.3.1　Method A

此方法符合規範要求，僅考慮最大應力與截斷點之伸展長度。

1.　決定鋼筋截斷點數量。

doi:10.6342/NTU201902072

2. 將初始鋼筋截斷點分佈於梁之需求鋼筋量截斷允許處進行截斷。
3. 將截斷點之間鋼筋量之最大值作為其配筋量，並且此配筋量需由最大應力處考慮其伸展長度得理論切斷點，並且於不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ 。
4. 重複步驟 3 可得每一截斷點之伸展長度與鋼筋用量，最終得該梁之鋼筋配置，並計算此配置之鋼筋用量。
5. 於所有可能的初始截斷點，重複步驟 2-4，取最小用鋼量之鋼筋配置作為該梁之最佳化配筋。

3.2.3.2 Method B

此方法較規範更為保守，不僅僅考慮最大應力與截斷點之伸展長度。此方法考慮所有位置鋼筋之伸展長度，因此於任一截面皆符合規範要求之伸展長度。

1. 於梁之需求鋼筋量所有截斷允許處進行截斷(圖 3.6)。

doi:10.6342/NTU201902072

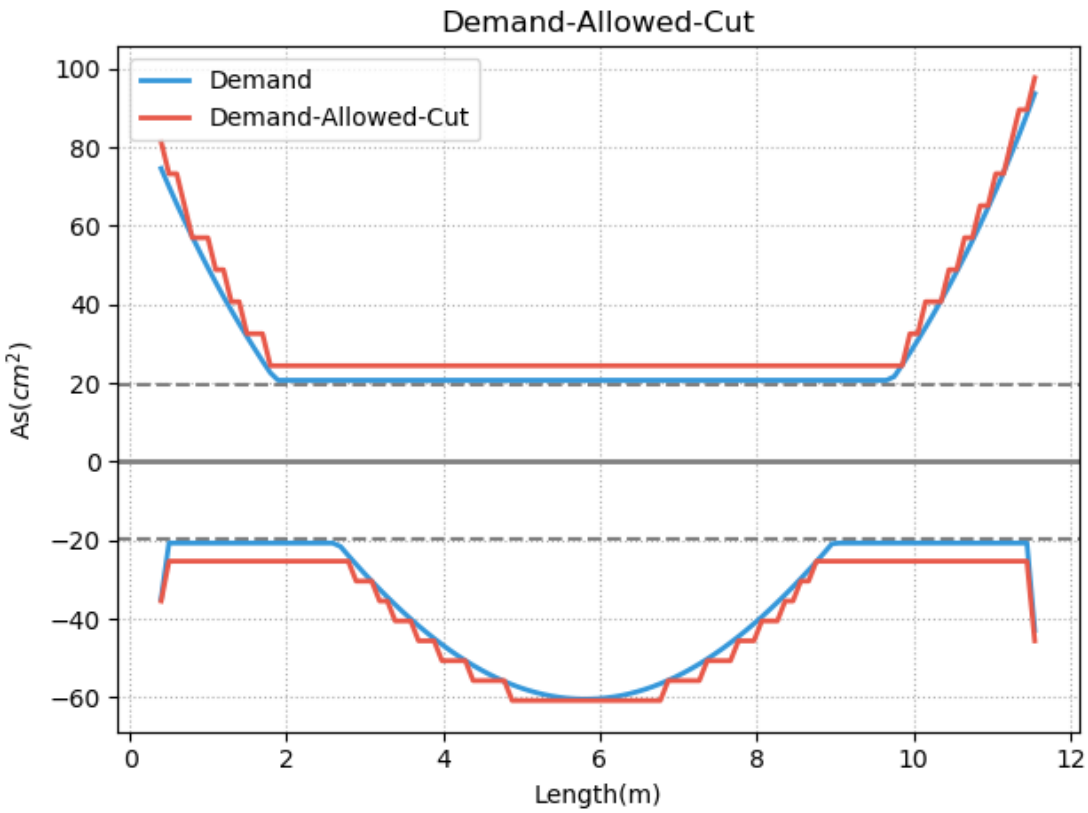


圖 3.6　於梁之需求鋼筋量所有截斷允許處進行截斷。

2. 計算所有鋼筋需求量之伸展長度。

3. 將所有截斷處之終止鋼筋，於不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ 。

4. 考慮步驟 2 與步驟 3 鋼筋量之大值，得考慮所有可截斷點之理論斷筋點(圖 3.7)。

doi:10.6342/NTU201902072

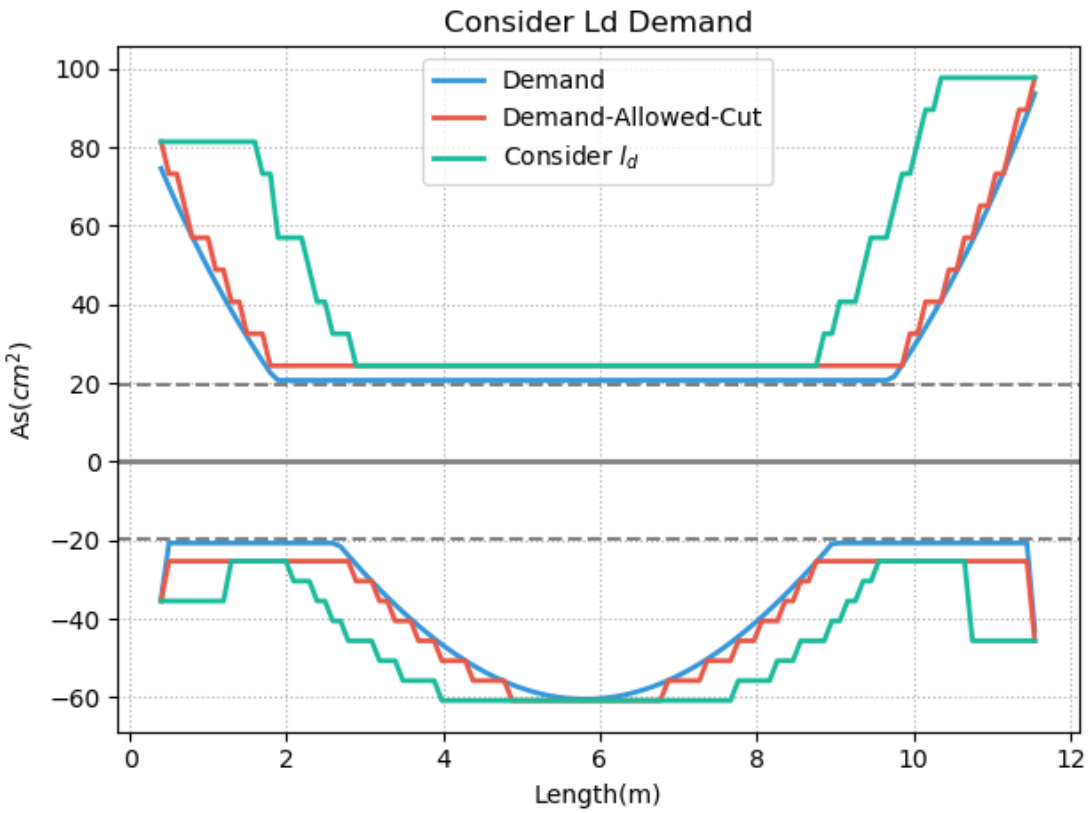


圖 3.7　考慮所有需求鋼筋量受拉伸展長度，與截斷處之終止鋼筋於不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ 後之理論斷筋點。

5. 決定鋼筋截斷點數量。
6. 將鋼筋截斷點分佈於考慮所有可截斷點之理論斷筋點截斷允許處進行截斷，並計算此配置之鋼筋用量。
7. 於所有可能的理論斷筋點，重複步驟 6，取最小鋼筋用量之配置作為該梁之最佳化配筋(如圖 3.8 以 2 個截斷點之最佳化配筋為例)。

doi:10.6342/NTU201902072

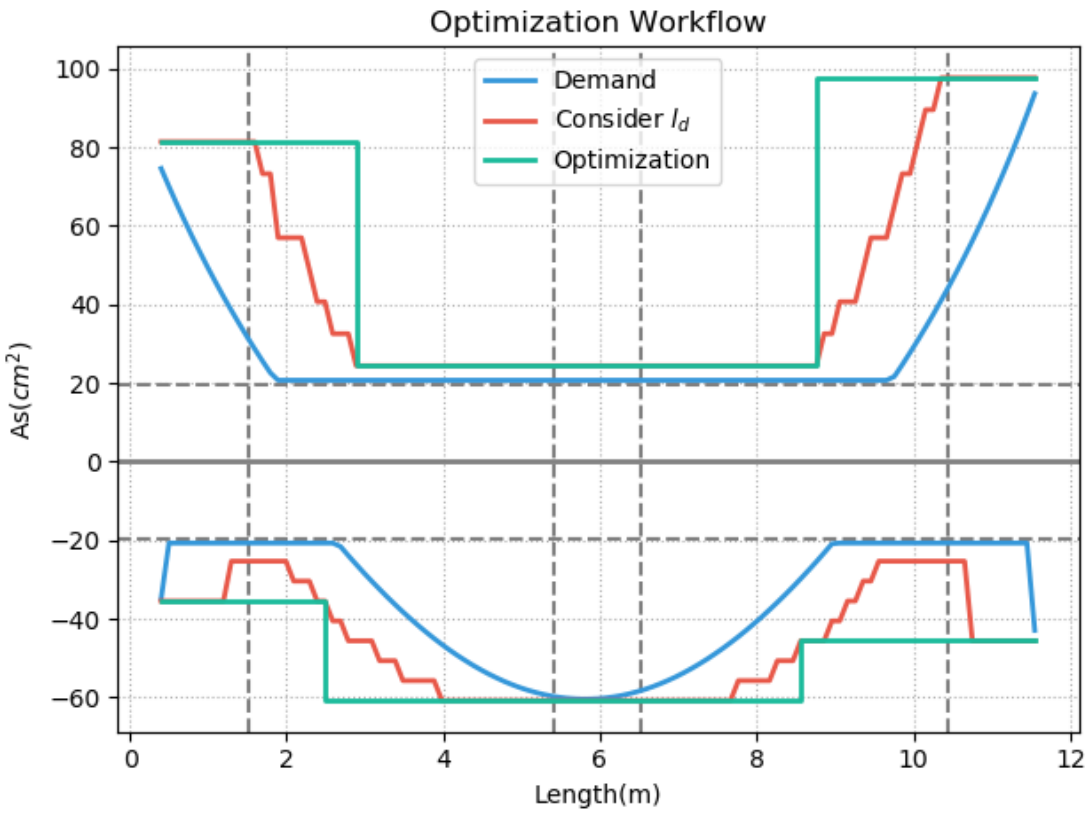


圖 3.8　2 個截斷點之最佳化配筋。

3.3　剪力鋼筋最佳分界區域

剪力鋼筋之最佳化配置較為單純，由 2.2.2 節得剪力鋼筋之需求鋼筋量後，可直接作最佳化配筋(圖 3.9)。另由於本研究以探討撓曲鋼筋截斷產生之效益為主，若配置過少剪力鋼筋，易造成不符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)第 5.11.5.1 節之規定，故本研究於設計剪力鋼筋時未考慮混凝土提供之剪力強度，以期於撓曲鋼筋截斷處可提供較高之剪力強度。

doi:10.6342/NTU201902072

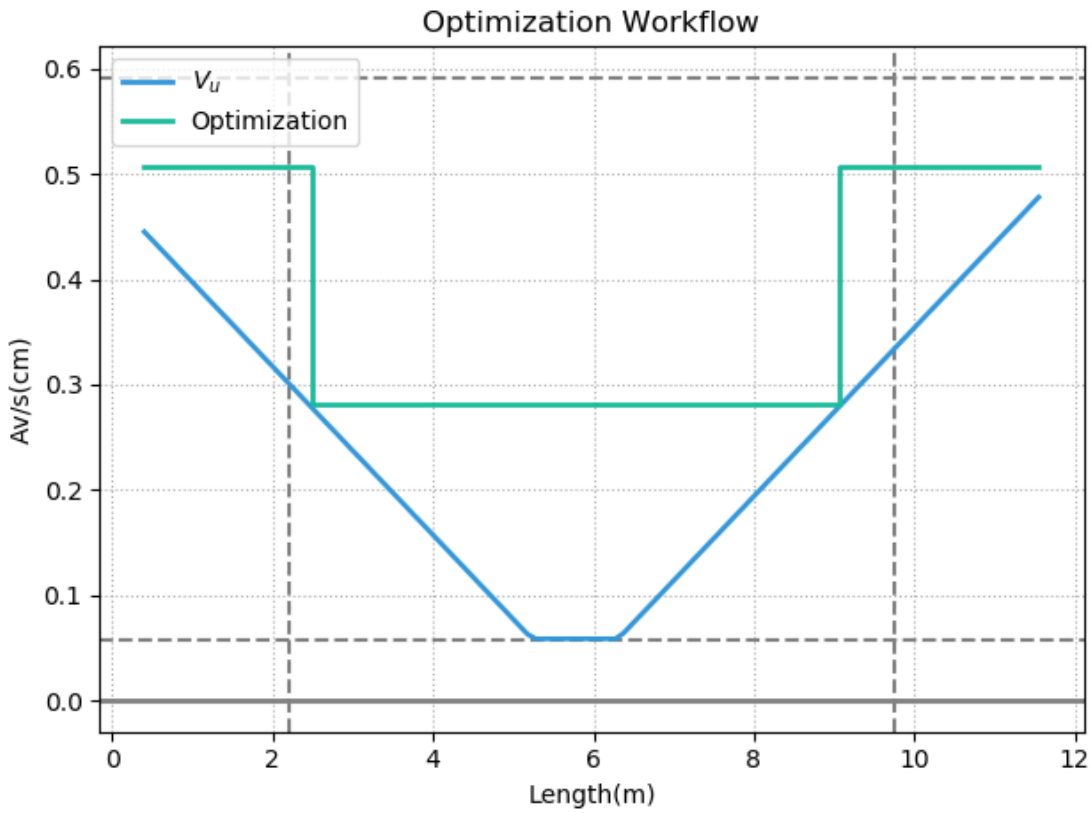


圖 3.9　剪力最佳化配筋方法，藍線為每公尺剪力需求鋼筋量，綠線為最佳化配筋結果。

3.4　最佳化配筋之自動化

由於以上流程非常複雜，由手算得到結果非常耗費時間，因此須將以上流程以程式自動化。以本研究為例，本研究以 Python 進行最佳化配筋(包含撓曲配筋之 Method A、B 與剪力配筋)，輔以 Visual Basic for Applications (VBA) 將 ETBAS 設計之數值分析模型以其提供之 API 與最佳化配筋程式進行串接，並以 JavaScript 進行線上使用者介面的開發，最後以 Node.js 作為膠水語言來連接各程式之功能，進行整體流程的自動化輸出。

3.5　小結

1.　混凝土結構設計規範 (內政部, 2019)之簡算法於鋼筋支數較多時，其計算之伸

doi:10.6342/NTU201902072

展長度可能較精算法短，但由於簡算法是經由精算法而來，而精算法較具有學理基礎，因此縱使精算法計算之伸展長度較簡算法長，易使最佳化配筋結果變差，本研究仍採用精算法計算所需之伸展長度。

2. 本研究共提供兩種撓曲鋼筋最佳化配置之方法，第一種方法(Method A)僅考慮最大應力與截斷點處之鋼筋伸展長度(未考慮所有斷面之伸展長度)，因此鋼筋可能於非最大應力與截斷點處尚無法產生 f_y 之強度，於鋼筋切斷數量少時相較於第二種方法，可降低較多鋼筋用量，但計算所需時間較長。

3. 本研究共提供之第二種方法(Method B)為考慮所有位置之伸展長度，因此於任一截斷處皆符合規範要求，所以此方法較規範之規定更為保守，檢視任意截面鋼筋皆可產生 f_y 之強度，其計算速度較快，適用於切斷點數量較多時。

4. Method A 與 Method B 於無限制鋼筋切斷數量時，最佳化配筋結果相同，因此於實務應用上可用 Method B 尋找最佳化配筋合適的鋼筋切斷數量，再以 Method A 求該鋼筋切斷數量之最佳化配筋。

5. 剪力鋼筋之最佳化配置方法較為單純，不須考慮鋼筋於縱向上之伸展，且本研究未考慮混凝土可提供之剪力強度，可直接作最佳化配筋。

6. 由於最佳化配筋較為複雜，因此本研究開發串接 ETABS 數值模型之最佳化配筋程式，以自動化其流程。

doi:10.6342/NTU201902072

第四章 梁鋼筋配置最佳化之量化研究

4.1 前言

本章比較最佳化配筋與現行配筋之鋼筋配置的差異，探討最佳化配筋相較於現行配筋可使用較少鋼筋用量之因素。並以影響最佳化配筋效益的多種因素進行結構數值模型設計，量化不同因素在實務應用上對於最佳化配筋與現行配筋之鋼筋用量的影響。再進一步探討兩者之配筋結果，以此提出適用於最佳化配筋的環境。接著以實際建物之數值分析模型，驗證最佳化配筋預期產生之效益。最後初步討論最佳化配筋可降低之材料成本與可能增加之施工成本的平衡。

4.2 影響最佳化配筋之因素

4.2.1 撓曲鋼筋

以下說明以兩點斷筋之最佳化配筋為主，因其與現行配筋之斷筋數量相同，較具有比較基礎。且若兩點斷筋之最佳化配筋可降低用鋼量，多個斷筋點的最佳化配筋則可更進一步降低鋼筋用量。

最佳化配筋可相較於現行配筋用鋼量少的基本條件為需求鋼筋量之最大值大於混凝土結構設計規範(內政部, 2019)限制之最少鋼筋量。否則鋼筋用量會受規範限制，造成每一點需求鋼筋量皆相同(圖 4.1)，無法進行鋼筋切斷，使最佳化配筋與現行配筋之鋼筋用量相同。

由此可知適合作最佳化配筋之梁，設計斷面時須保有基本的經濟性，若設計過大的斷面，以致使鋼筋需求量小於規範限制，不僅過於浪費材料，同時也會使最佳化配筋無法切斷鋼筋。

doi:10.6342/NTU201902072

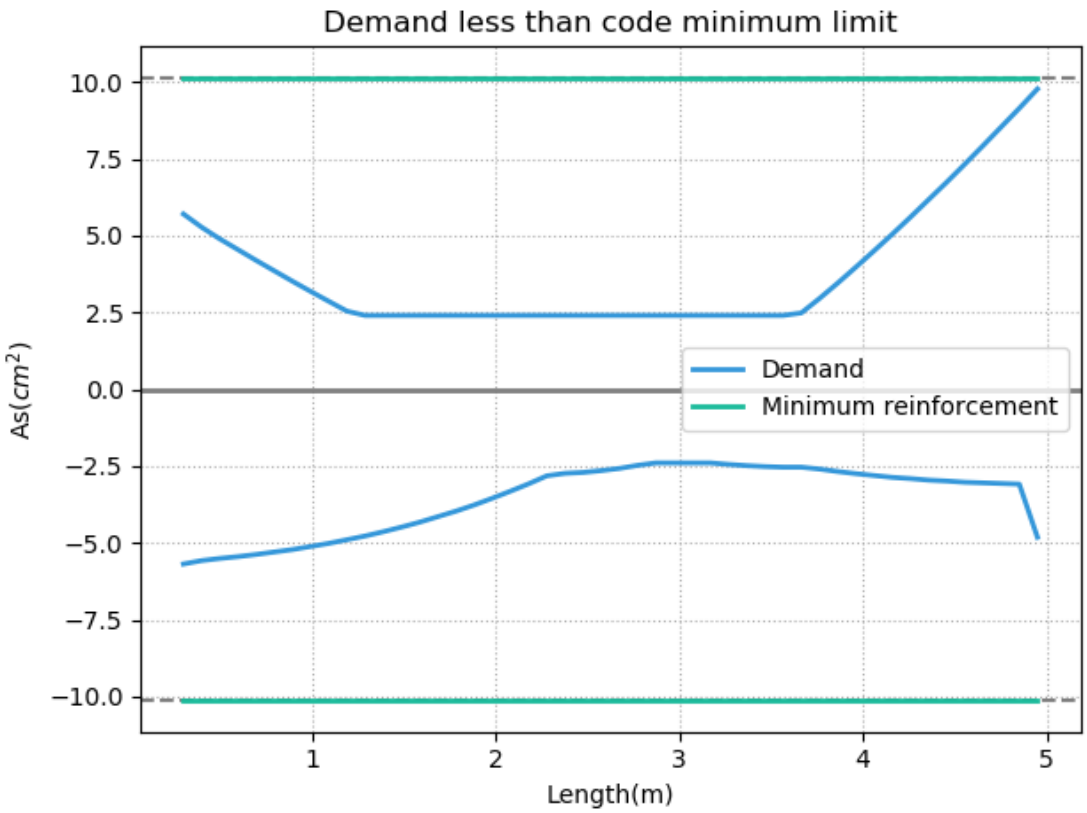


圖 4.1　需求鋼筋用量少於規範最少鋼筋量的限制。

滿足基本條件後，由於最佳化配筋之效益受現行配筋方式的影響，因此以下說明區分為上下層鋼筋分別討論，並以一般常見於大梁之配筋需求為主(受側向力與重力)。

因此以下說明未包含較為特別的狀況(如梁疊梁、地梁)。但其實地梁等較為特別的情況亦可作最佳化配筋，只因地梁於垂直向之受力方向與一般大梁之受力方向相反，上下層鋼筋最佳化結果會與以下討論之結果相反。另外，小梁(僅承受重力之梁)也可以囊括進來作最佳化配筋，但因相較於大梁單純，故本研究於此僅專門針對大梁的情況作討論。

4.2.1.1　上層鋼筋

現行配筋上層鋼筋之切斷點基本固定在梁淨長之$\frac{1}{3}$處；最佳化配筋則由撓曲

doi:10.6342/NTU201902072

需求轉換為需求鋼筋量，並考慮伸展長度後作最佳化得最佳斷筋點。以下就上層鋼筋作最佳化配筋的過程，討論影響最佳化配筋結果之因素。

考慮大梁撓曲需求鋼筋量，上層鋼筋左右兩端需求鋼筋量為側向力與重力造成之彎矩需求疊加而成，中央較少甚至無需求鋼筋量，且中央上層鋼筋通常為受壓鋼筋。由此可推斷需求鋼筋量從兩端遞減至中央，但因遞減之需求鋼筋量曲線非為線性遞減，所以若需求鋼筋量曲線向中央遞減之斜率愈大，可作最佳化配筋區域愈大，可降低用鋼量可能性愈高。

由於受均佈載重與側向力之梁，重力造成之彎矩需求為二次曲線(圖 4.2)，且其中央彎矩需求不須由上層鋼筋提供，而側向力造成之彎矩需求為向中央遞減之線性曲線。因此重力愈大代表與側向力疊加而成之彎矩需求，向中央遞減之斜率愈大(線性曲線加上二次曲線之值，二次曲線為凹向上且其頂點為負)，可降低鋼筋用量可能性愈高。因此影響需求鋼筋量曲線向中央遞減斜率大小之因素可簡化為側向力與重力造成之彎矩比值(以下簡稱側向力與重力比值)，比值愈小需求鋼筋量向中央遞減之斜率愈大。

doi:10.6342/NTU201902072

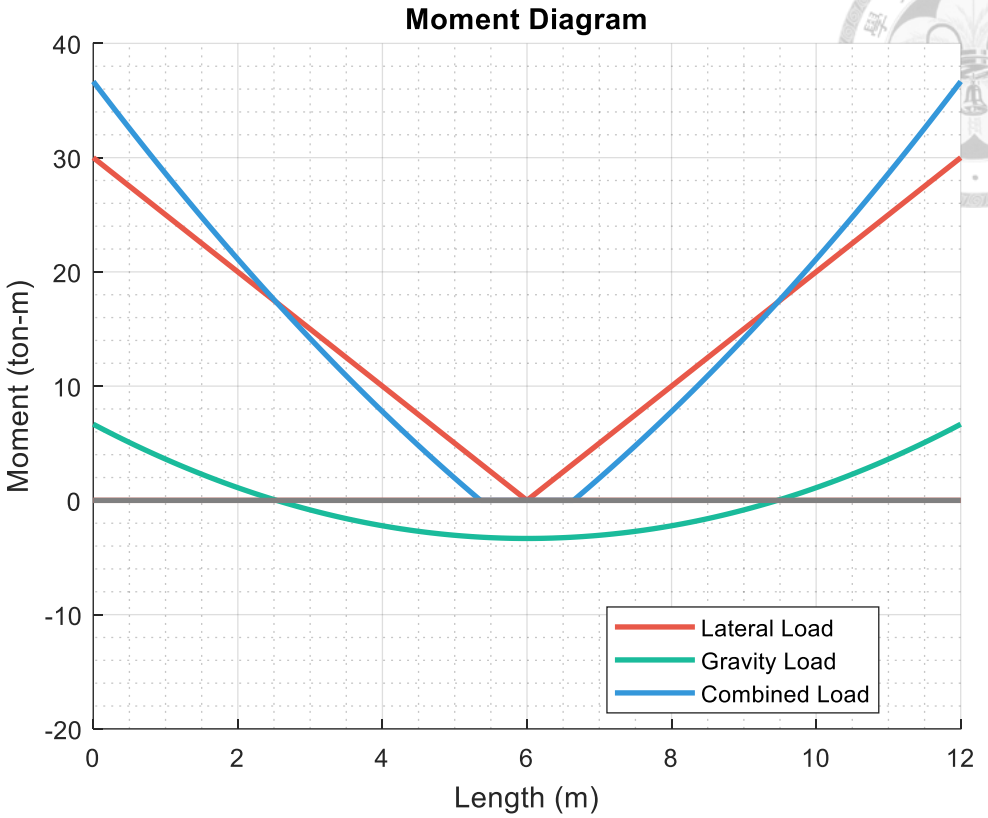


圖 4.2　大梁之撓曲需求鋼筋量由側向力與重力造成之彎矩需求疊加而成，此圖零以下為正彎矩需求，由下層鋼筋提供抗拉強度，零以上為負彎矩需求，由上層鋼筋提供抗拉強度。

側向力與重力比值除了受工址設計地震力影響外，由於梁長影響重力所造成之彎矩大小，因此梁長愈長重力相對於側向力造成彎矩愈大，因此側向力與重力比值愈小。另外，以各樓層梁之角度檢視側向力與重力比值，梁所處之樓層高度亦影響側向力與重力比值，縱使整體結構所受之基底剪力相同，但因側向力由高樓層累積至低樓層，故低樓層梁須承受較多側向力，側向力與重力比值較高樓層梁大。

另一影響上層鋼筋最佳化結果的因素為鋼筋伸展長度，伸展長度愈短可作最佳化區域愈大，降低鋼筋用量可能性愈高(圖 4.3)。而影響伸展長度的因素除混凝土結構設計規範(內政部, 2019)式(5-1)參數外，有效深度亦會影響(影響 $\max(d,12d_b)$)，且因伸展長度以主筋直徑為單位，與梁長無關，造成伸展長度因梁

doi:10.6342/NTU201902072

長較長而相對較短。因此梁長愈長，伸展長度相對愈短，可作最佳化區域愈大。

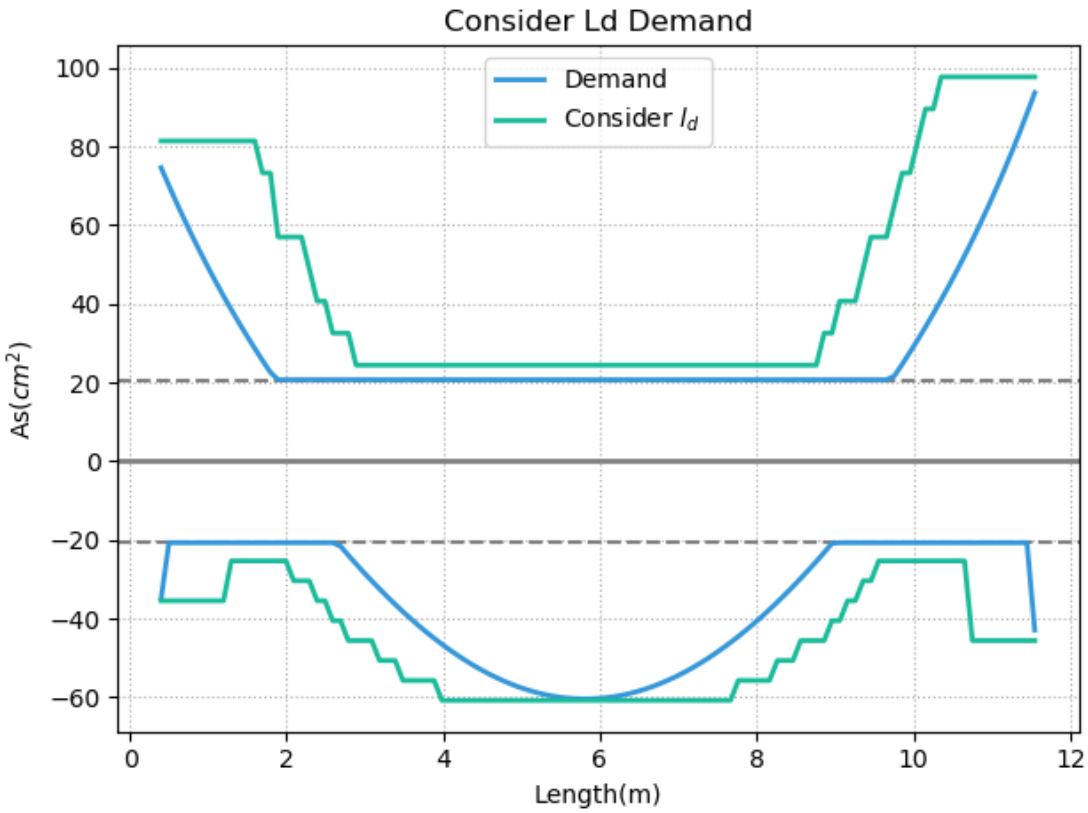


圖 4.3　考慮所有鋼筋需求量之伸展長度，伸展長度愈短可作最佳化區域愈大。

4.2.1.2　下層鋼筋

下層鋼筋需區分為兩種情形，其一為中央需求鋼筋量較端部多，現行配筋需將中央鋼筋延伸至端部之淨梁長$\frac{1}{5}$處切斷；其二為中央需求鋼筋量較端部少，現行配筋需將端部鋼筋延伸至淨梁長$\frac{1}{3}$處切斷。

4.2.1.2.1　中央需求鋼筋量較端部多

在中央需求鋼筋量較端部多的前提條件下，由於中央為重力與側向力疊加之彎矩需求，梁端部為側向力造成之彎矩需求，並向中央線性遞減(端部之彎矩需求可能需減去重力造成之負彎矩，使端部需求鋼筋量降低)。並且因中央需求鋼筋量

doi:10.6342/NTU201902072

較多，故可推斷重力造成之彎矩相較於側向力大或持平。

在此情形之下，側向力與重力比值愈小，代表重力造成之中央需求鋼筋量愈多，端部側向力需減去重力造成之負彎矩亦愈多，最佳化配筋即可較晚切斷使端部減少鋼筋用量，或可提早進行截斷(圖 4.4)。

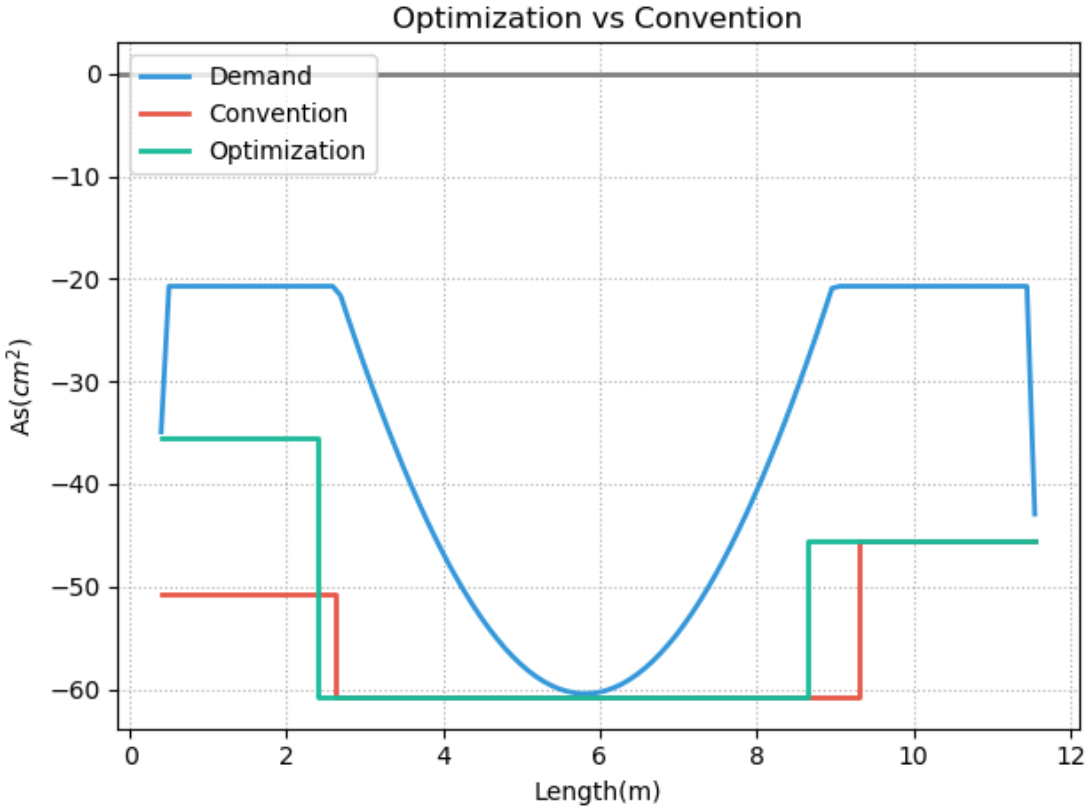


圖 4.4　中央需求鋼筋量較端部多，側向力與重力比值愈小，可降低愈多鋼筋用量。

若側向力與重力比值愈大，代表中央與端部需求鋼筋量趨近於一致，易造成無法切斷鋼筋之情形(圖 4.5)。並且若考慮多個斷筋點進行切斷時，因最佳化配筋不允許配筋量同時出現極大與極小值(不包含端部)，因此以多點斷筋可能亦無法降低鋼筋用量。

doi:10.6342/NTU201902072

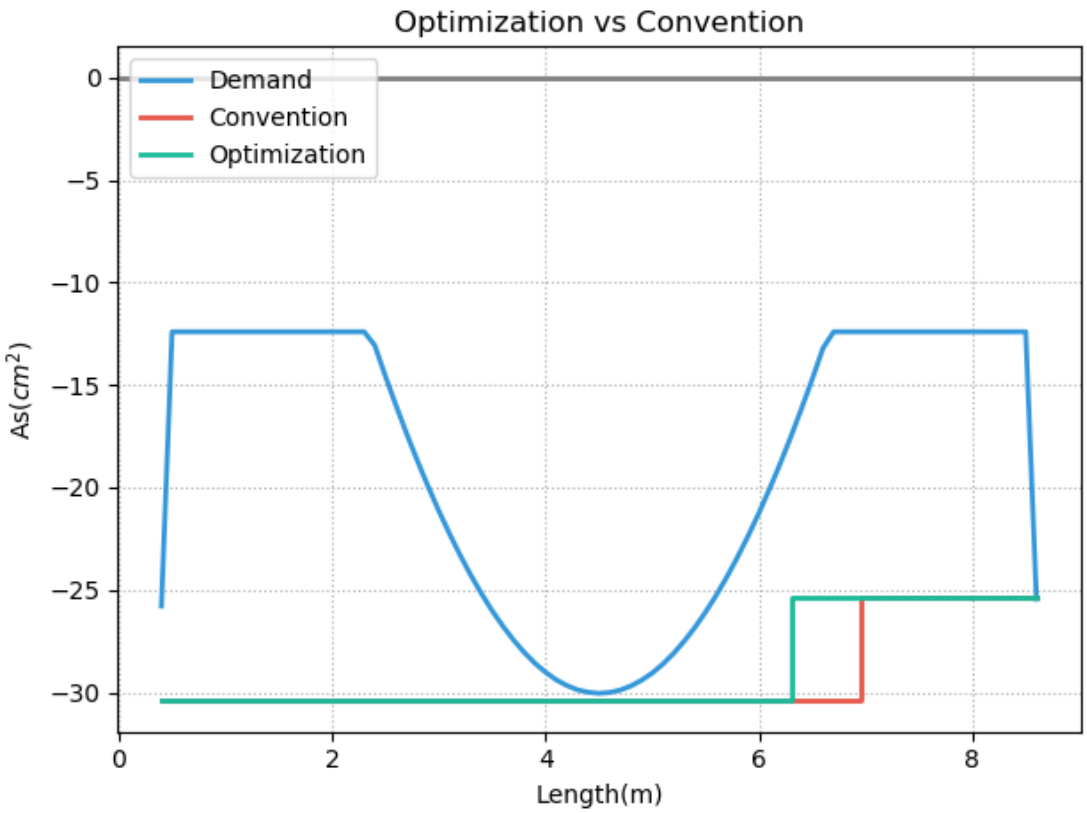


圖 4.5　中央需求鋼筋量較端部多，若側向力與重力比值較大，會使中央與端部需求鋼筋量趨近於一致，使鋼筋無法切斷。

4.2.1.2.2 中央需求鋼筋量較端部少

中央需求鋼筋量較端部少時，下層鋼筋與上層鋼筋之配筋情形類似，但側向力與重力比值造成之結果相反。此時，側向力與重力比值愈大，使端部需求鋼筋量愈多，中央需求鋼筋量愈少，可作最佳化區域愈大(圖 4.6)。但側向力與重力比值愈大，亦會造成上層鋼筋最佳化配筋結果變差。並且由於上層鋼筋中央重力需求較小甚至無需求，而下層鋼筋中央仍須考慮重力造成之彎矩需求，所以下層鋼筋降低鋼筋用量的幅度，通常不如上層鋼筋增加鋼筋用量的幅度。

doi:10.6342/NTU201902072

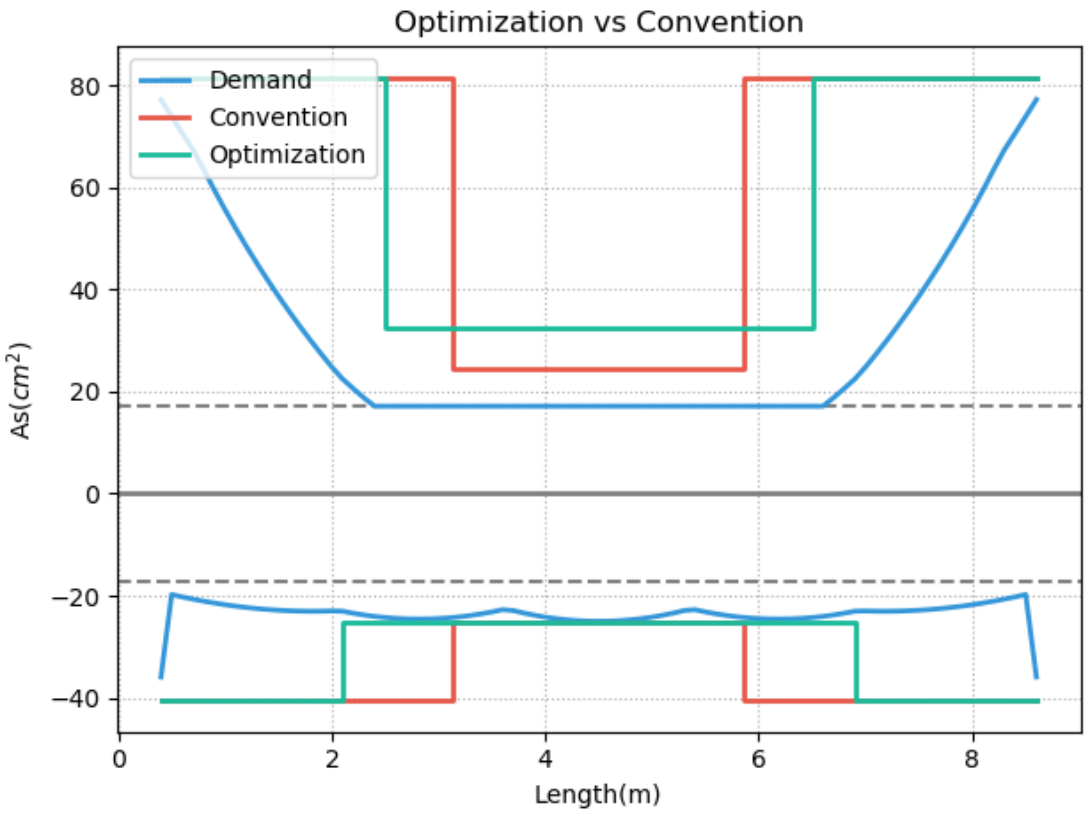


圖 4.6　中央需求鋼筋量較端部少，側向力與重力比值愈大，下層鋼筋可作最佳化配筋空間愈大，上層鋼筋可作最佳化配筋空間愈小。

4.2.1.3　整體鋼筋

上層鋼筋，梁長愈長，側向力與重力比值愈小，伸展長度愈短，可作最佳化空間愈大。而下層鋼筋具有多種複雜的特性，中央需求鋼筋量較端部多時，側向力與重力比值愈小，可作最佳化空間愈大；中央需求鋼筋量較端部少時，側向力與重力比值愈大，可作最佳化空間愈大。此二者有截然相反的結論，因此須以多種不同側向力與重力比值驗證。

綜合以上，影響最佳化配筋結果之主要因素為：

1. 側向力與重力比值。比值愈小，上層鋼筋可作最佳化空間愈大，而下層鋼筋之最佳化需要視情況而定。
2. 梁長。梁長除影響側向力與重力比值，亦影響伸展長度之比例。因此梁長愈長，

doi:10.6342/NTU201902072

可作最佳化空間愈大。

3. 影響伸展長度公式(3.1)之參數。伸展長度愈短，可最佳化區域愈大。
4. 有效深度。由混凝土結構設計規範 (內政部, 2019)第 5.11.3 節可知，有效深度亦會影響鋼筋所需之伸展長度，因此有效深度愈小，鋼筋之伸展長度愈短。

4.2.2 剪力鋼筋

大梁之剪力鋼筋需求由梁之彎矩容量除以梁長$\left(V_p\right)$，並與重力$\left(V_{D+L}\right)$需求疊加而成。梁之彎矩容量所造成的剪力需求為一水平直線，而重力造成之剪力需求為向中央遞減之線性需求，由於不論重力大小其剪力圖的趨勢皆向中央線性遞減，因此重力的大小僅會影響斜率，不會造成剪力圖趨勢之變化。

剪力鋼筋最佳化相較於撓曲鋼筋較為單純，現行剪力配筋以$\frac{1}{4}$淨梁長做為箍筋間距變化之分界，最佳化剪力配筋則考慮所有可能，取最小剪力鋼筋用量作為最佳解(圖 4.7)。

doi:10.6342/NTU201902072

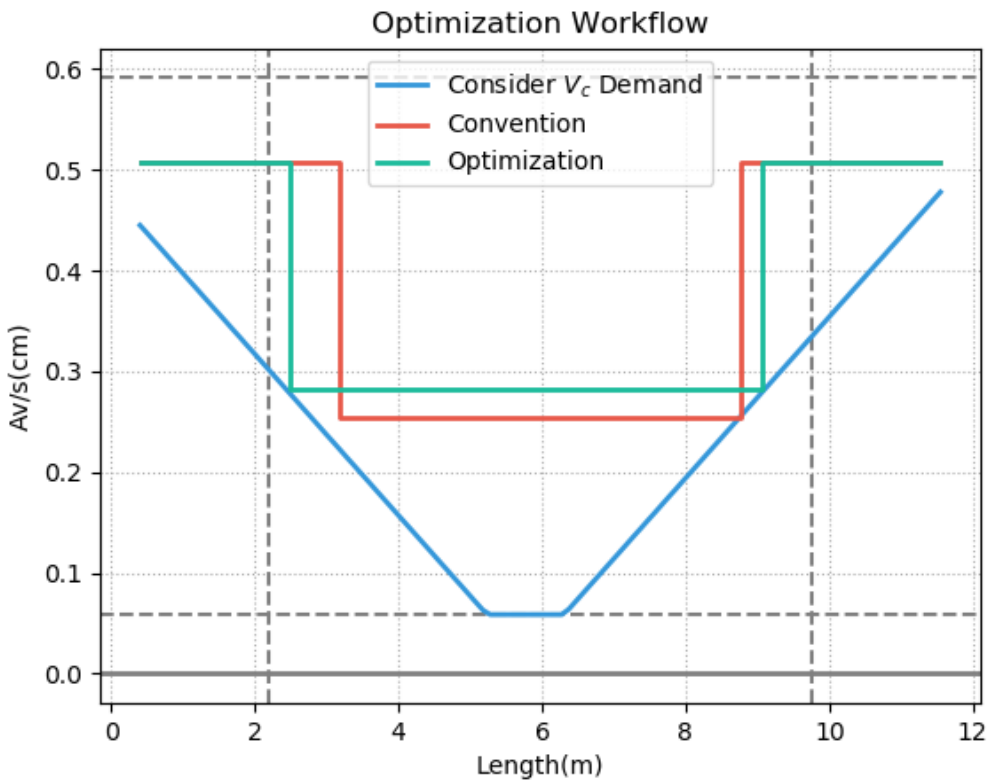


圖 4.7　現行剪力配筋與最佳化剪力配筋比較。

4.3　結構設計參數

由前一節得影響最佳化結果之主要因素有(1)側向力與重力比值(2)梁長(3)影響伸展長度公式之參數(4)有效深度。本節以影響最佳化結果的因素，進行結構數值分析模型量化研究。因本研究以應用於工程實務為目標，因此不會考慮所有參數分析，以工程實務常見之設計為主。

首先是關於側向力與重力比值之設計，本研究固定重力之量值，以座落於不同地震力工址，使側向力與重力比值不同。因此從建築物耐震設計規範及解說(內政部, 2011)表 2-1，選擇不同設計地震力工址。本研究考慮三種不同工址，分別為桃園縣蘆竹鄉、桃園縣平鎮市、宜蘭縣蘇澳鎮，並以不同地盤類別進一步作側向力之差異化放大，而由於本研究沒有以近斷層地震歷時，作非線性數值驗證(非線性動力分析僅考慮遠域地震歷時)，所以選擇不必考慮近斷層效應的工址，考慮地盤類

doi:10.6342/NTU201902072

別後之水平譜加速度係數如表 4.1 所示。

表 4.1　水平譜加速度係數。

	縣市	鄉鎮市區	地盤類別	SDS	SD1	SMS	SM1
地震力小	桃園縣	蘆竹鄉	1	0.5	0.3	0.7	0.4
地震力中	桃園縣	平鎮市	2	0.66	0.49	0.8	0.54
地震力大	宜蘭縣	蘇澳鎮	3	0.8	0.675	1	0.77

影響最佳化配筋結果之第二種因素為梁長。本研究考慮 6 米、9 米、12 米三種不同梁長，並於三種不同工址皆設計三種不同梁長，共產生九種不同之數值分析模型供交叉比對。另外為研究影響最佳化效益之第三種因素，以不同號數鋼筋設計梁主筋。本研究分別以最低號數為 #8，與最低號數為 #10 設計以上九種不同數值分析模型梁之主筋。由於以上設計數值模型皆以最小需求梁斷面為設計原則，第四種因素將以上設計之梁斷面增加梁深 10cm 作設計。

另外縱使預期樓層數不影響最佳化的效益，本研究仍將中高樓層納入考慮，研究中高樓層最佳化配筋之結果是否與預期相同，並且檢核最佳化配筋後之結構耐震性能是否與現行配筋一致。因此考慮兩種不同樓層數，分別為 12 層樓與 20 層樓。綜合以上之設計參數，整理如下表 4.2。

doi:10.6342/NTU201902072

表 4.2　20 種不同數值分析模型，9 種不同梁主筋號數。

縣市	鄉鎮市區	地盤類別	梁長(m)	樓層數	主筋號數	梁深(cm)
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	6	4	#8*	70
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	9	4	#8, #10*	80
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	12	4	#8, #10	100
桃園縣	平鎮市	2	6	4	#8	50
桃園縣	平鎮市	2	9	4	#8, #10	70
桃園縣	平鎮市	2	12	4	#8, #10	100
桃園縣	蘆竹鄉	1	6	4	#8	50
桃園縣	蘆竹鄉	1	9	4	#8, #10	70
桃園縣	蘆竹鄉	1	12	4	#8, #10	90
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	6	4	#10	70
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	9	4	#10	80
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	12	4	#10	100
桃園縣	平鎮市	2	6	4	#10	50
桃園縣	平鎮市	2	9	4	#10	70
桃園縣	平鎮市	2	12	4	#10	100
桃園縣	蘆竹鄉	1	6	4	#10	50
桃園縣	蘆竹鄉	1	9	4	#10	70
桃園縣	蘆竹鄉	1	12	4	#10	90
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	6	4	#8*	80
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	9	4	#8, #10*	90
宜蘭縣	蘇澳鎮	3	12	4	#8, #10	110
桃園縣	平鎮市	2	6	4	#8	60
桃園縣	平鎮市	2	9	4	#8, #10	80
桃園縣	平鎮市	2	12	4	#8, #10	110
桃園縣	蘆竹鄉	1	6	4	#8	60
桃園縣	蘆竹鄉	1	9	4	#8, #10	80
桃園縣	蘆竹鄉	1	12	4	#8, #10	100
桃園縣	平鎮市	2	9	12	#8	90
桃園縣	平鎮市	2	9	20	#8, #10	90、100

以上數值分析模型皆具有共同的假設，以下說明之。受壓構材之撓曲勁度 EI 值為 0.7 倍，不考慮版牆之勁度與強度。混凝土規定抗壓強度為 $280kgf/cm^2$(以 28

doi:10.6342/NTU201902072

天齡期強度計算)，主筋與箍筋降伏強度為 $4200kgf/cm^2$。靜載重 $1200kgf/m^2$ (為簡化設計，假設為辦公室常見之靜載重)，活載重 $300kgf/m^2$ (假設為辦公室用途)。梁柱接頭之剛性區域假設為 0.75，一樓柱底與地面為剛接。韌性容量 R 值設計為 4，一般工址之 R_a 值為 3。一樓高 4.5 米，二樓以上樓高為 4 米。梁承受重力之帶寬與梁長相同，如梁長 9 米，帶寬同為 9 米。整理如下表 4.3。

表 4.3　數值模型之設計假設

數值分析模型之假設	
梁、柱	0.7EI
版、牆	不考慮勁度與強度
混凝土抗壓強度	$280kgf/cm^2$
主筋強度	$4200kgf/cm^2$
箍筋強度	$4200kgf/cm^2$
靜載重	$1200kgf/m^2$
活載重	$300kgf/m^2$
接頭之剛性區域	0.75
柱底	FIX
強柱弱梁	1.2
韌性容量 R	4
韌性容量 R_a	3
一樓樓高	4.5m
二樓以上樓高	4m
梁承受重力之帶寬	與梁長相同

4.4　結構設計資訊與梁配筋結果

由上一節設計參數與假設，以 CSI-ETABS v9 建立多種數值分析模型，進行靜力與動力分析與設計，以下總結模型分析與設計準則。

設計參考法規為(1)建築物耐震設計規範及解說(內政部, 2011)，(2)混凝土結構設計規範(內政部, 2019)，(3)建築技術規則(內政部, 2018)。

doi:10.6342/NTU201902072

結構側向力的分析方式採靜力與動力反應譜分析，由於分析構架為二維立面結構，不考慮偏心造成的影響。經動力反應譜分析後，將動力之基底剪力與法規設計地震力相比較，求出放大係數δ，並將所得之桿件內力放大δ倍，再進行構件之耐震設計。考慮之靜力與動力設計載重組合，如表 4.4 與表 4.5 所示。

構架初始尺寸以最小需求斷面尺寸為原則。柱鋼筋量不可超過 4%，除頂層柱外，其餘柱皆須符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)第 15.5.2 節之柱之最小彎矩強度規定(強柱弱梁)。本研究未考慮第 15.6.3 節接頭剪力計算強度之規定。所有構架設計資訊與梁配筋結果詳見於附錄 A。

doi:10.6342/NTU201902072

表 4.4　靜力分析考慮之載重組合

靜力分析				
Comb	靜載重	活載重	靜態地震力	垂直地震力
USS01	1.4			
USS02	1.2	1.6		
USS03	1.2	0.5	1	0.3
USS04	1.2	0.5	-1	0.3
USS05	1.2	0.5	1	-0.3
USS06	1.2	0.5	-1	-0.3
USS07	1.2	0.5	0.3	1
USS08	1.2	0.5	-0.3	1
USS09	1.2	0.5	0.3	-1
USS10	1.2	0.5	-0.3	-1
USS11	0.9		1	0.3
USS12	0.9		-1	0.3
USS13	0.9		1	-0.3
USS14	0.9		-1	-0.3
USS15	0.9		0.3	1
USS16	0.9		-0.3	1
USS17	0.9		0.3	-1
USS18	0.9		-0.3	-1

表 4.5　動力分析考慮之載重組合

動力反應譜分析				
Comb	靜載重	活載重	動態地震力	垂直地震力
USS01S	1.2	0.5	1	0.3
USS02S	1.2	0.5	1	-0.3
USS03S	1.2	0.5	0.3	1
USS04S	1.2	0.5	0.3	-1
USS05S	0.9		1	0.3
USS06S	0.9		1	-0.3
USS07S	0.9		0.3	1
USS08S	0.9		0.3	-1

doi:10.6342/NTU201902072

4.5 最佳化配筋效益

本節以前一節數值分析模型之設計結果，分別探討撓曲鋼筋與剪力鋼筋，最佳化配筋與現行配筋用鋼量之結果。

4.5.1 撓曲鋼筋

由前一節設計結果，分為上層鋼筋與下層鋼筋，討論不同工址與不同梁長最佳化配筋與現行配筋之差異，再以整體配筋結果檢視。並討論鋼筋號數、有效梁深、中高樓層、不同最佳化方法與考慮多個斷筋點之差異。以下分析結果表格皆以最佳化配筋之用鋼量作為分子，現行配筋之用鋼量作為分母(3.4)，且皆未考慮搭接長度與彎鉤錨定之用鋼量。所以此比值小於 100% 時，代表最佳化配筋相較於現行配筋之鋼筋用量少。以下討論若未特別說明，最佳化配筋與現行配筋皆為兩點斷筋之鋼筋用量，且使用 3.2.3.1 節提供之 Method A 最佳化配筋方法。

$$\mathrm{R}atio = \frac{\text{最佳化配筋鋼筋用量}}{\text{現行配筋鋼筋用量}} \tag{3.4}$$

4.5.1.1 上層鋼筋用量

檢視不同梁長與不同工址共九種案例之結果(表 4.6)，可發現梁長最短且位於地震力最大之工址，其最佳化配筋結果相較於現行配筋最差，最佳化配筋僅能降低 3.2% 鋼筋用量，而梁長最長且位於地震力最小之工址其最佳化配筋結果最好，可降低 17.3% 之鋼筋用量，此情形符合 4.2.1.1 節預期之結果。此九種案例平均值與中位數分別為 10.8% 與 11.7%。

並且無論座落於哪一地震工址，梁長愈長最佳化配筋結果可降低愈多鋼筋用量，梁長由 6 米增加至 9 米，最佳化配筋之效益可增加 2.7% 至 4.7%，由 9 米增加至 12 米，最佳化配筋之效益亦可增加 0.4% 至 2.0%。

doi:10.6342/NTU201902072

而設計地震力愈小之工址(側向力與重力比值愈小)，同樣可以觀察出符合預期之結果，並且其最佳化配筋之效益相較於梁長影響更為明顯，無論梁長多長皆可進一步降低 2.2% 至 5.2% 之鋼筋用量。

表 4.6　上層鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	96.8%	92.1%	90.1%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	92.4%	88.3%	87.9%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	87.4%	84.7%	82.7%

doi:10.6342/NTU201902072

4.5.1.2 下層鋼筋用量

檢視九種案例之下層鋼筋之配筋結果(表 4.7)，最佳化配筋相較於現行配筋可降低之鋼筋用量介於 2.9% 至 11.1%，其平均值與中位數分別為 5% 與 4.4%。

梁長愈長使重力造成之彎矩愈大，最佳化配筋效益不一定愈好，甚至可能產生無法進一步降低鋼筋用量之情形(圖 4.8)。此案例亦符合 4.2.1.2.2 節討論之中央較端部需求鋼筋量少，側向力與重力比值愈大，可降低愈多鋼筋用量。

而若以地震力工址之大小進行檢視，於梁長 9 米可發現地震力工址愈小(側向力與重力比值愈小)，最佳化配筋產生之效益愈差(圖 4.9)，同樣符合 4.2.1.2.2 節之預期結果。

於梁長 12 米則可發現因地震力介於中間之工址，重力與側向力造成之彎矩趨近於一致，使最佳化配筋無法進行截斷，而無法有效降低鋼筋用量(圖 4.10)。

表 4.7　下層鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	97.1%	88.9%	95.0%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	91.8%	93.9%	97.3%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	95.6%	98.8%	96.3%

doi:10.6342/NTU201902072

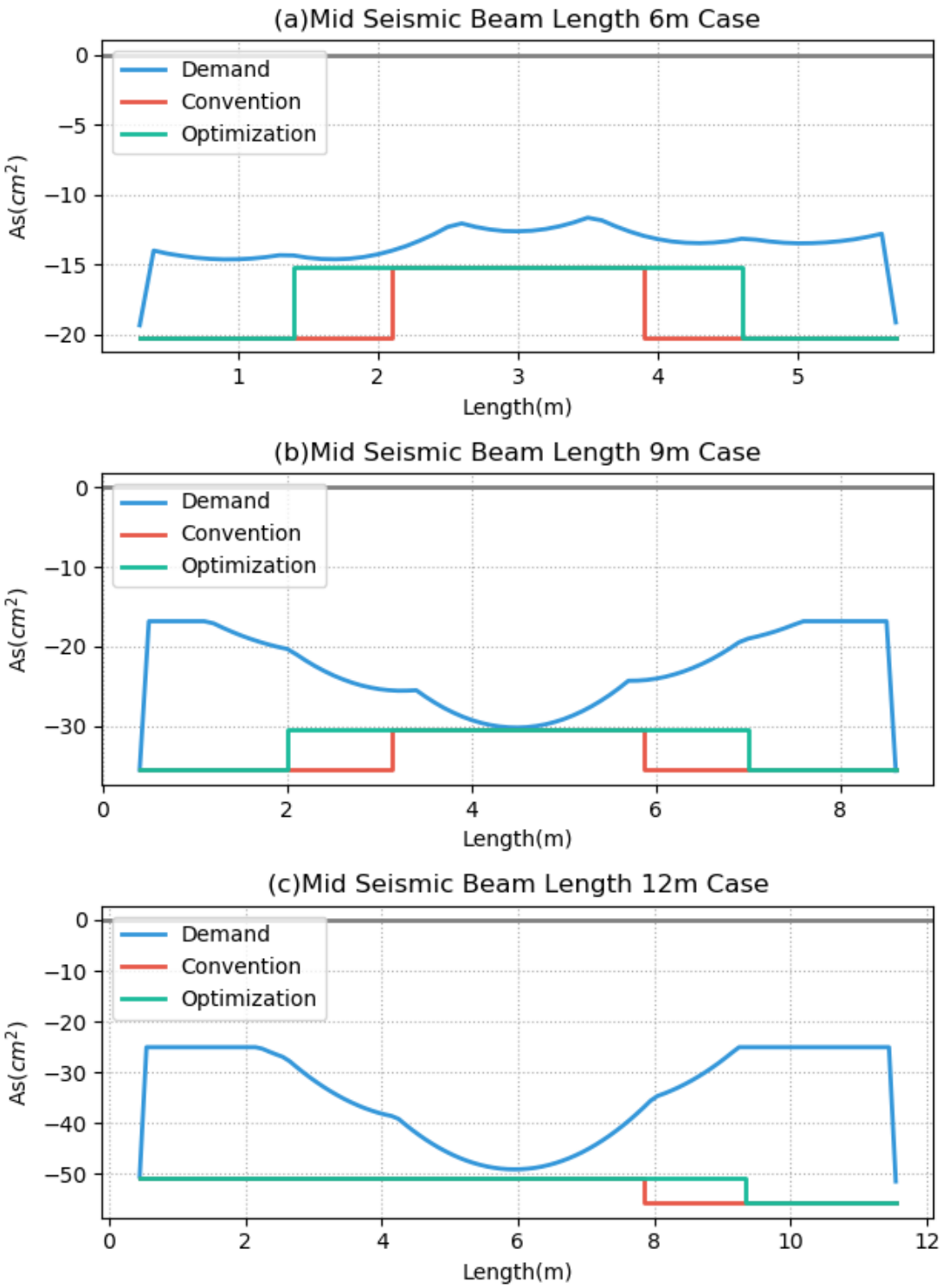


圖 4.8　地震力大小介於中間之工址，不同梁長之案例，(a)梁長 6 米(b)梁長 9 米(c)梁長 12 米。中央較端部需求鋼筋量少時，可發現梁長愈長，重力造成之彎矩愈大，中央需求鋼筋量增加，使最佳化配筋無法於中央進行截斷。

doi:10.6342/NTU201902072

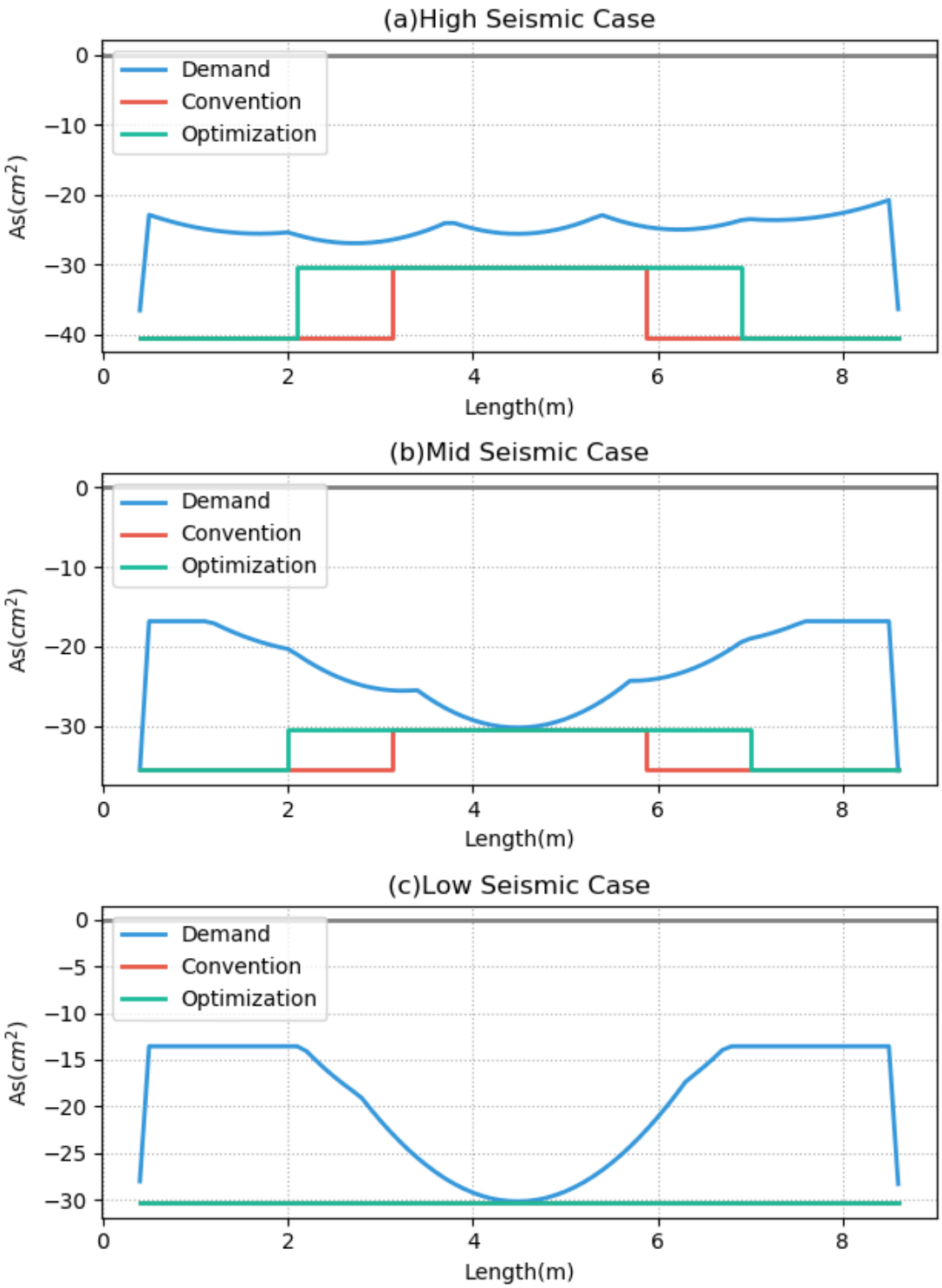


圖 4.9　梁長 9 米且位於不同地震力之工址，(a)宜蘭縣蘇澳鎮(b)桃園縣平鎮市(c)桃園縣蘆竹鄉。中央較端部需求鋼筋量少時，側向力與重力比值愈小，使中央需求鋼筋量增加，造成最佳化配筋無法於中央進行截斷。

doi:10.6342/NTU201902072

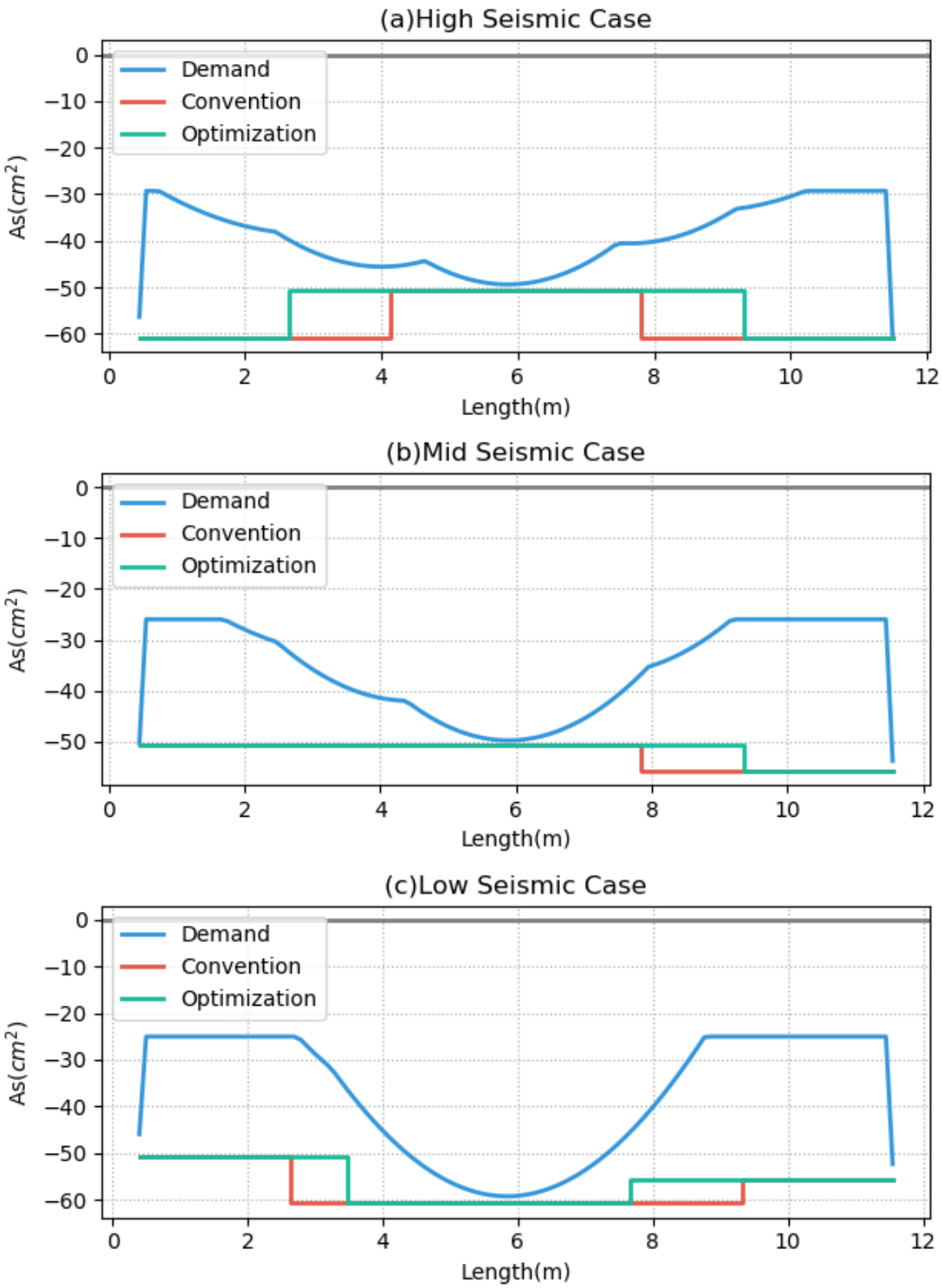


圖 4.10 梁長 12 米且位於不同地震力之工址，(a)宜蘭縣蘇澳鎮(b)桃園縣平鎮市(c)桃園縣蘆竹鄉。中央與端部鋼筋需求量趨近於一致，使最佳化配筋無法進行截斷。

doi:10.6342/NTU201902072

4.5.1.3 整體鋼筋用量

若以包含上層鋼筋與下層鋼筋之整體最佳化配筋結果來檢視(表 4.8)，可發現由於上層鋼筋作最佳化配筋降低之用鋼量較多，因此會控制整體結果。梁長最短且位於地震力最大之工址其最佳化配筋效益最差，僅可降低 3.1% 之鋼筋用量，而梁長最長且位於地震力最小之工址其最佳化配筋效益最好，可降低 11.6% 之鋼筋用量。此九種案例最佳化配筋可降低之鋼筋量之平均值與中位數分別為 8.5% 與 9.1%。並且梁長愈長或設計地震力工址愈小，皆可降低愈多鋼筋用量。

表 4.8　整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	96.9%	90.9%	92.0%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	92.2%	90.5%	91.6%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	90.6%	90.3%	88.4%

4.5.1.4 最小鋼筋號數 #10 之鋼筋用量

將主筋直徑最小號數由 #8 提升至 #10，理論上鋼筋號數提升會造成伸展長度變長，預期最佳化配筋效益將會降低。但將表 4.9 之最佳化配筋結果與表 4.8 相互比較卻非如此，於部分案例可以發現將鋼筋號數提升，反而造成最佳化配筋效益提升。

表 4.9　最小鋼筋號數為 #10 鋼筋，整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	93.2%	92.5%	90.5%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	88.0%	90.9%	90.5%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	89.8%	90.4%	88.6%

doi:10.6342/NTU201902072

由於將鋼筋號數提升，使配筋之級距拉大(#8 鋼筋面積 5.067cm^2，#10 鋼筋面積 8.143cm^2)，造成最佳化配筋與現行配筋皆須配置較多鋼筋量，而現行配筋增加的鋼筋量幅度較大，使得最佳化配筋效益出現提升的現象。

因此若於實務應用上以較大主筋直徑作配筋，最佳化配筋仍可保有良好的效益，不會因主筋直徑上升而無法降低鋼筋量。

4.5.1.5 較大斷面之鋼筋用量

將有效深度由最小需求斷面增加 10cm，可發現最佳化配筋之效益下降，最佳化配筋可降低之鋼筋量由平均值與中位數分別為 8.5% 與 9.1%，下降至 7.1% 與 7.9%。

表 4.10 梁深增加 10cm，整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	98.2%	94.7%	92.1%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	93.3%	92.6%	91.9%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	91.8%	91.4%	89.7%

4.5.1.6 中高樓層鋼筋用量

若考慮不同樓層數，將設計地震力介於中間之工址且梁長 9 米之案例，以 4 層樓、12 層樓、20 層樓分別設計構架。檢視表 4.11 發現出現樓層數愈高最佳化配筋效益愈差的趨勢，但此情形違背 4.2.1 節的討論，影響最佳化配筋之主要因素應僅有(1)側向力與重力比值(2)梁長(3)影響伸展長度公式之參數(4)有效深度，因此須進一步探討造成高樓層最佳化效益較差之原因。

doi:10.6342/NTU201902072

表 4.11　不同樓層數，鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

樓層數\效益	上層鋼筋效益(%)	下層鋼筋效益(%)	整體鋼筋效益(%)
4	88.3%	93.9%	90.5%
12	95.3%	92.3%	94.1%
20	99.5%	94.9%	97.7%

圖 4.11 為 20 層樓中最佳化效益最差之梁(8F B2)，上下層鋼筋之最佳化配筋較現行配筋分別多出 2% 與 3% 之用鋼量。但由於此梁之梁深為 100cm，因此現行配筋之截斷點，產生不符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)第 5.11.3 節於不需承受撓曲應力處向外延伸至少一個有效深度 d 且不小於 $12d_b$ 之規定。

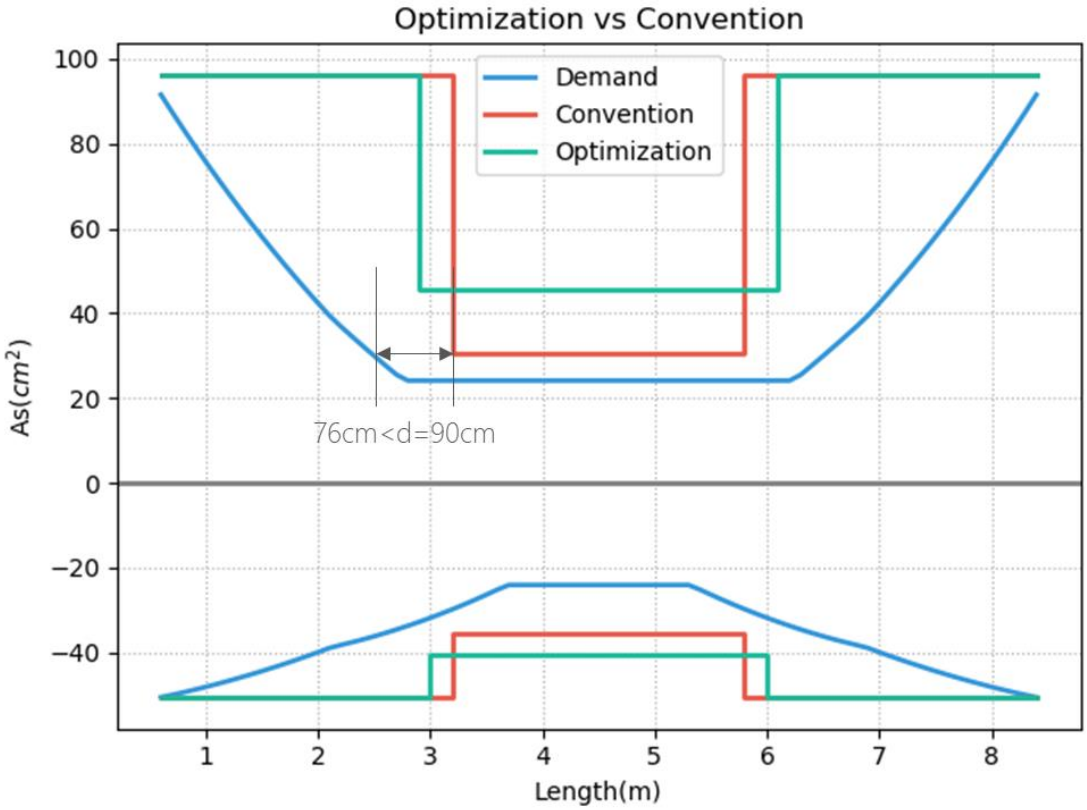


圖 4.11　因梁斷面尺寸較大，使現行配筋結果可能不符合規範，造成最佳化配筋較現行配筋用鋼量多。

由此可推斷因較大的斷面尺寸，造成現行配筋易產生不符合混凝土結構設計規範(內政部, 2019)之配筋使鋼筋用量較少，因此最佳化配筋之效益亦受梁斷面尺

doi:10.6342/NTU201902072

寸的影響。而因本研究於設計高樓層結構時，為排除混凝土抗壓強度對伸展長度造成之影響，皆以混凝土抗壓強度 $280kgf/cm^2$ 進行設計，故造成下方樓層之梁斷面較大，所以若在實務應用中以一般常見用於高樓層之混凝土抗壓強度進行設計，使斷面需求尺寸縮小，則不會產生最佳化配筋無法進行折減的問題。

4.5.1.7 Method B 鋼筋用量

若以 3.2.3.2 節最佳化配筋方法之 Method B 進行配筋可得表 4.12 之結果，將其與 Method A 之結果(表 4.8)相互比較可發現，由於 Method B 考慮每一截面需求鋼筋量之伸展長度，因此對梁長較為敏感，且其最佳化效益相較於 Method A 差，Method A 可降低鋼筋用量之平均值與中位數分別為 8.5% 與 9.1%，而 Method B 分別為 5.1% 與 5.6%。

表 4.12 Method B 整體鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	99.6%	94.0%	92.0%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	99.6%	95.2%	90.9%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	98.1%	94.4%	90.2%

4.5.1.8 多點斷筋鋼筋用量

以上表格皆為兩點斷筋之最佳化配筋與現行配筋之比較，而最佳化配筋可降低最多鋼筋用量的情況為無限制斷筋點數量。此節將設計地震力介於中間之工址且梁長 9 米之案例，進行多點斷筋，以判別多點斷筋相較於現行配筋之配筋，其最多可降低多少鋼筋用量。

表 4.13 為兩種最佳化方法於不同斷筋點數量，可降低鋼筋用量之比例，若無限制斷筋點數量，至多可降低 18.3% 之用鋼量。將斷筋點數量從 2 點斷筋提升至 4 點斷筋，可進一步分別降低 4.7% 與 3.4% 之鋼筋用量。且由於已接近無限制斷

doi:10.6342/NTU201902072

筋數量之結果，因此 4 點斷筋為效果較 2 點斷筋增加幅度大且施工複雜度較無限制斷筋數量低之斷筋點數。

因此實務應用中可先作無限制斷筋數量，得最佳化配筋至多可降低之鋼筋用量，再決定合適之斷筋點數量，如此不僅相較於無限制斷筋數量可降低施工複雜度，同時相較於兩點斷筋可降低更多鋼筋用量。

表 4.13 將設計地震力介於中間之工址且梁長 9 米之案例，以不同最佳化方法，進行多點斷筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

	Method A			Method B
切斷點數	上層鋼筋(%)	下層鋼筋(%)	整體鋼筋(%)	整體鋼筋(%)
2	88.30%	93.90%	90.50%	95.20%
3	82.70%	90.90%	85.80%	91.30%
4	77.20%	90.90%	82.40%	88.10%
無限制	79.10%	86.10%	81.70%	81.70%

4.5.2 剪力鋼筋

表 4.14 為剪力鋼筋最佳化配筋結果，可發現剪力鋼筋作最佳化產生之效益較撓曲鋼筋穩定，受外在條件影響較小，其降低之鋼筋用量介於 1.6% 至 4.5%，平均值與中位數分別為 3.3% 與 3.2%，標準差僅有 0.9%。

表 4.14 剪力鋼筋之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

箍筋效益(%)			
工址\梁長(m)	6	9	12
宜蘭縣蘇澳鎮(地震力較大之工址)	96.9%	98.4%	95.5%
桃園縣平鎮市(地震力介於中間之工址)	95.8%	96.6%	96.9%
桃園縣蘆竹鄉(地震力較小之工址)	95.8%	96.9%	97.6%

doi:10.6342/NTU201902072

4.6 實際建物之案例分析

總結以上結論，最佳化配筋相較於現行配筋，於撓曲鋼筋可降低 8.5% 左右之用鋼量，但受外在條件影響較大，剪力鋼筋則可降低 3% 左右之用鋼量。本研究進一步以兩種實際建物進行驗證。

4.6.1 數值分析模型簡介

第一種為住宅建物，圖 4.12 為其數值分析模型圖，整體建物之長寬分別為 21.6 與 19.5 米。此建物座落於臺北二區之震區工址，其法規地震力之計算如表 4.15 所示，由於位於臺北盆地，其於設計反應譜之平台段會延長，使設計地震力增加。地上 14 層樓地下 3 層樓，梁長主要集中於 5 米與 6 米。

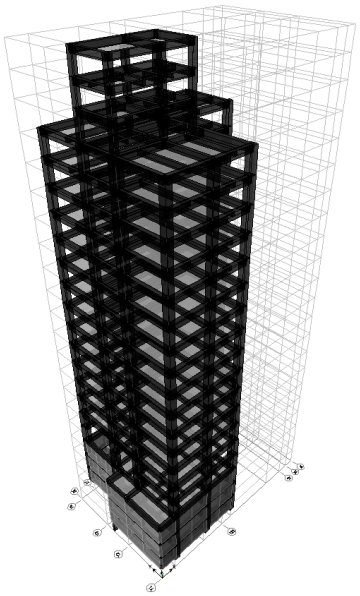


圖 4.12 臺北住宅建物數值分析模型圖。

doi:10.6342/NTU201902072

表 4.15 臺北住宅建物法規地震力計算。

法規地震力計算

縣市	鄉鎮市區	村里	代碼	微分區	樓高(公尺)	用途係數, I
新北市	中和區	福祥里	10	2	47.75	1.0625

地震區域設計係數

S_{DS} = 0.6	T_0^D (SEC) = 1.3 秒	S_{D1} = 0.78
S_{MS} = 0.8	T_0^M (SEC) = 1.3 秒	

X向結構系統

非結構剛性牆	無
剪力牆	無
加勁構材	無
結構系統	RC
設計方法	極限強度設計
α_y	1.0
R	4.0
R_a	2.5
規範週期, Tcode (0.07*h^0.75)	1.272 秒
動力週期, T_{dyna}	1.838 秒

X向動力週期大於 1.4×Tcode (1.40×1.272=1.780)
(設計地震力由規範週期控制)

Y向結構系統

非結構剛性牆	無
剪力牆	無
加勁構材	無
結構系統	RC
設計方法	極限強度設計
α_y	1.0
R	4.0
R_a	2.5
規範週期, Tcode (0.07*h^0.75)	1.272 秒
動力週期, T_{dyna}	2.165 秒

Y向動力週期大於 1.4×Tcode (1.40×1.272=1.780)
(設計地震力由規範週期控制)

X向構件設計用地震力

週期	1.780 秒
S_{aD}	0.438
S_{aM}	0.584
F_u	2.500
F_{uM}	4.000
S_{aD}/F_u	0.1753
$(S_{aD}/F_u)_m$	0.1753
S_{aM}/F_{uM}	0.1461
$(S_{aM}/F_{uM})_m$	0.1461
最小設計地震力, V_D	0.1330 W
避免中小地震降伏, V*	0.1330 W
避免最大地震崩坍, V_M	0.1108 W
V_{design}	**0.1330 W**

Y向構件設計用地震力

週期	1.780 秒
S_{aD}	0.438
S_{aM}	0.584
F_u	2.500
F_{uM}	4.000
S_{aD}/F_u	0.1753
$(S_{aD}/F_u)_m$	0.1753
S_{aM}/F_{uM}	0.1461
$(S_{aM}/F_{uM})_m$	0.1461
最小設計地震力, V_D	0.1330 W
避免中小地震降伏, V*	0.1330 W
避免最大地震崩坍, V_M	0.1108 W
V_{design}	**0.1330 W**

doi:10.6342/NTU201902072

第二種建物為物流中心，圖 4.13 為其數值分析模型圖，整體建物之長寬分別為 152 與 77 米。其位於高雄工址地震力較小區域，但因位於第三類地盤，因此須放大水平譜加速度係數，使得設計地震力增加，其法規地震力之計算如表 4.16 所示。地上 9 層樓地下 1 層樓，梁長主要集中於 8 米與 10 米。

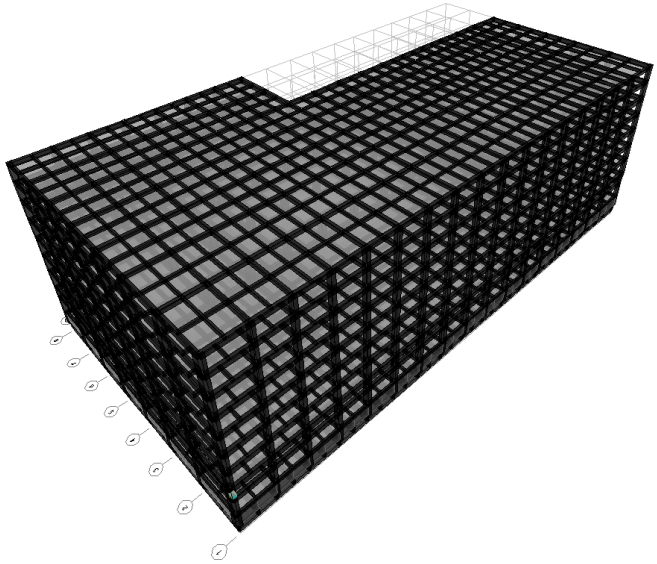


圖 4.13 高雄物流中心數值分析模型圖。

doi:10.6342/NTU201902072

表 4.16 高雄物流中心法規地震力計算。

法規地震力計算

縣市	鄉鎮市區	村里	地盤類別	樓高(公尺)	用途係數, I
高雄市	前鎮區	--	3	45.2	1.00

地震區域設計係數

					目前分析斷層
斷層名稱		--	--	--	--
工址與斷層水平距離	r	0.00 km	0.00 km	0.00 km	
近斷層設計地震調整因子	N_A	1.00	1.00	1.00	
	N_V	1.00	1.00	1.00	
近斷層最大地震調整因子	N_A	1.00	1.00	1.00	
	N_V	1.00	1.00	1.00	

S_S^D	0.50	F_a^D	1.20	S_{DS}	0.600
S_1^D	0.35	F_v^D	1.70	S_{D1}	0.595
S_S^M	0.70	F_a^M	1.10	S_{MS}	0.770
S_1^M	0.50	F_v^M	1.40	S_{M1}	0.700
T_0^D	0.992 秒	T_0^M	0.909 秒		

X向結構系統

非結構剛性牆	無
剪力牆	有
加勁構材	無
結構系統	RC
設計方法	極限強度設計
α_y	1.0
R	4.0
R_a	3.0
規範週期, Tcode (0.05*h^0.75)	1.122 秒
動力週期, $T_{dyna.}$	2.585 秒

X向動力週期大於 1.4×Tcode (1.40×1.122=1.571)
(設計地震力由規範週期控制)

Y向結構系統

非結構剛性牆	無
剪力牆	有
加勁構材	無
結構系統	RC
設計方法	極限強度設計
α_y	1.0
R	4.0
R_a	3.0
規範週期, Tcode (0.05*h^0.75)	1.122 秒
動力週期, $T_{dyna.}$	2.890 秒

Y向動力週期大於 1.4×Tcode (1.40×1.122=1.571)
(設計地震力由規範週期控制)

X向構件設計用地震力

	週期	1.571 秒
	S_{aD}	0.379
	S_{aM}	0.446
	F_u	3.000
	F_{uM}	4.000
	S_{aD}/F_u	0.126
	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.126
	S_{aM}/F_{uM}	0.111
	$(S_{aM}/F_{uM})_m$	0.111
中小度地震	S_{aD}	0.379
中小度地震	F_u	3.000
中小度地震	S_{aD}/F_u	0.126
中小度地震	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.126
	V	0.0902 W
	V*	0.0902 W
	V_M	0.0796 W
	V_{design}	0.0902 W

Y向構件設計用地震力

	週期	1.571 秒
	S_{aD}	0.379
	S_{aM}	0.446
	F_u	3.000
	F_{uM}	4.000
	S_{aD}/F_u	0.126
	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.126
	S_{aM}/F_{uM}	0.111
	$(S_{aM}/F_{uM})_m$	0.111
中小度地震	S_{aD}	0.379
中小度地震	F_u	3.000
中小度地震	S_{aD}/F_u	0.126
中小度地震	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.126
	V	0.0902 W
	V*	0.0902 W
	V_M	0.0796 W
	V_{design}	0.0902 W

doi:10.6342/NTU201902072

4.6.2 最佳化配筋結果

檢視實際建物之最佳化配筋結果(表 4.17)。可發現臺北住宅建物，因設計地震力較大且梁長較短，與前一節設計地震力較大之工址且梁長較短之情況類似(此案例可降低之用鋼量最少，為 2.8% 之用鋼量)。而臺北住宅建物，於撓曲鋼筋作最佳化配筋，可降低之用鋼量亦較低(0.4%)。而高雄物流中心因設計地震力較小且梁長較長，與前一節地震力介於中間之工址且梁長亦介於中央之情形類似(8.7%)。高雄物流中心可降低 5.7% 鋼筋用量。

以上兩者皆可發現縱使最佳化配筋結果皆可降低鋼筋用量，但較前一節之配筋結果差。若個別檢視每支梁之最佳化配筋結果，臺北住宅建物與高雄物流中心皆有部分梁之斷面較大(梁寬 80cm 梁深 130cm)，造成與 4.5.1.6 節斷面過大造成現行配筋不合於規範，使最佳化配筋無法降低鋼筋用量的情形相同。

而兩者之剪力鋼筋最佳化用量，與前一節之最佳化配筋結果幾乎相同。由此可進一步證明剪力鋼筋較不受外在條件的影響。

表 4.17 實際建物之最佳化配筋與現行配筋用鋼量之比值。

建物\效益	上層鋼筋(%)	下層鋼筋(%)	整體鋼筋(%)	剪力鋼筋(%)
臺北住宅建物	99.3%	99.9%	99.6%	96.6%
高雄物流中心	92.8%	95.9%	94.3%	96.5%

4.7 初步成本評估

由前述之量化研究分析可知最佳化配筋可有效降低鋼筋用量，但若是作多個切斷點相較於現行配筋方法會使施工複雜度上升，因此須討論材料成本與施工成本之平衡。

依據公共工程價格資料庫預算金額從 2018 年 05 月累計至 2019 年 05 月的資料。現行鋼筋 SD420W 之材料平均價格為每公噸 19076 元，標準差為 2334 元，樣

doi:10.6342/NTU201902072

本數量 244。而鋼筋 SD420W 連工帶料每公噸平均價格為 23396 元，標準差為 2048 元，樣本數量 12。兩者價格相減即可得每公噸鋼筋綁紮工資為 4320 元。

由於現行工程實務上尚未於施工環境下有超過兩個斷筋點的案例，因此無法精確評估作最佳化配筋使施工複雜度增加所造成的影響，所以亦無法得知關於每公噸鋼筋綁紮工資會因最佳化配筋提升多少價格，故本研究僅計算降低鋼筋用量與鋼筋綁紮工資之平衡。

以 4.5.1.8 節多點斷筋的結果討論，由於以 4 點斷筋就可接近無限制斷筋數量產生的效益，因此以 4 點斷筋作為最終之斷筋點數量。而 4 點斷筋可降低 17.6% 鋼筋用量，故相較於現行配筋每公噸鋼筋用量可節省 3357 元，所以施工成本須由 4320 元提升至 9318 元現行配筋與最佳化配筋之總體成本才為一致(表 4.18)。因此若施工成本在 9318 元以下進行最佳化配筋即可降低總體成本。

表 4.18 以 1 單位之鋼筋用量計算材料成本與施工成本的平衡。

	現行配筋	最佳化配筋
材料成本	$1\times\frac{\$19076}{ton}=\frac{\$19076}{ton}$	$0.824\times\frac{\$19076}{ton}=\frac{\$15718}{ton}$
施工成本	$1\times\frac{\$4320}{ton}=\frac{\$4320}{ton}$	$0.824\times\frac{\$9318}{ton}=\frac{\$7678}{ton}$
總體成本	$\frac{\$23396}{ton}$	

而由於兩點斷筋之最佳化配筋，其施工複雜度與現行配筋方法相同，因此無須考慮施工成本，材料降低多少就可減少多少總體成本。若將前述之九種案例結果作評估，其平均可降低 8.5% 之用鋼量，因此每公噸可降低 1621 元。

doi:10.6342/NTU201902072

4.8 小結

1. 影響最佳化撓曲配筋效益之因素為(1)側向力與重力比值。側向力與重力比值愈小，可降低之鋼筋用量愈多。(2)梁長。梁長愈長，可降低之鋼筋用量愈多。(3)影響鋼筋伸展長度之公式參數。伸展長度愈短，可降低之鋼筋用量愈多。(4)梁深。梁深愈大，愈容易使現行配筋不符合規範限制，使最佳化配筋無法降低鋼筋用量。
2. 最佳化上層撓曲配筋效益符合第 1 點之 4 種因素，且上層撓曲鋼筋用量相較於下層鋼筋，可降低較多鋼筋用量，因此會控制整體最佳化配筋之效益。
3. 最佳化下層撓曲配筋效益，受中央與端部需求鋼筋量之比值影響。若中央需求鋼筋量大於端部，則符合第 1 點之 4 種因素；而若中央需求鋼筋量小於端部，則側向力與重力比值愈大抑或是梁長愈短，可降低之鋼筋用量愈多，與第 1 點中第一種與第二種因素相反。
4. 最佳化撓曲配筋以本研究之設計不同側向力與重力比值與不同梁長作案例分析，兩點斷筋之最佳化配筋最少可降低 3.1% 鋼筋用量，最多可降低 11.6% 鋼筋用量，平均可降低 8.5% 鋼筋用量。
5. 鋼筋號數提升，因造成現行配筋用量亦提升，不一定造成最佳化撓曲配筋效益變差，因此較大之鋼筋號數亦適合作最佳化配筋。
6. 若中高樓層梁斷面尺寸過大，會使現行配筋不合於規範，同時使最佳化撓曲配筋無法降低鋼筋用量。
7. 最佳化剪力配筋方法較為單純，不須考慮鋼筋於縱向上之伸展，可直接作最佳化配筋，且其最佳化效果較不受外在條件影響，以本研究之設計案例分析，平均可降低 3% 鋼筋用量，標準差為 0.1%。
8. 以實際建物作最佳化撓曲配筋與前述結果趨近於一致，唯其斷面較大之梁會使現行配筋不合於規範，同時使最佳化配筋無法降低鋼筋用量，因此最佳化配

doi:10.6342/NTU201902072

筋之結果較差。

9. 鋼筋多個切斷點可有效降低鋼筋用量，但同時造成施工複雜度上升，所以作多點斷筋須考慮施工增加之成本與材料成本的平衡，而現行還未有應用於施工環境下的案例，所以尚無法精確評估施工複雜度增加所造成的成本影響。而若是作兩點斷筋之最佳化配筋，由於與現行配筋方法之斷筋數量相同，並不會增加施工的複雜度，因此可無須考慮施工成本。

doi:10.6342/NTU201902072

第五章 梁鋼筋配置最佳化非線性分析結果

5.1 前言

由第四章之結論可知，無論撓曲或是剪力鋼筋，於合適環境下作最佳化配筋皆可有效降低鋼筋用量。本章進一步探討最佳化配筋相較於現行配筋，其降低之鋼筋用量，對於結構耐震性能是否有顯著影響。

本章由 4.3 與 4.4 節設計之 29 種數值分析結果，選出 5 種案例作非線性數值驗證。其分別為座落於設計地震力最大之工址且梁長 6 米之案例，設計地震力介於中間之工址且梁長 9 米之案例，設計地震力最小之工址且梁長 12 米之案例。此三者分別代表近乎無法降低鋼筋用量(96.9%)，降低之鋼筋量介於中間(90.5%)，降低最多鋼筋用量之案例(88.4%)。與兩種中高樓層之案例，整理如下表 5.1。

本章首先說明最佳化配筋塑鉸設定與一般塑鉸設定的差異，再以非線性靜力分析方法檢核結構之韌性容量，以非線性動力分析方法檢核受設計地震與最大考量地震之層間位移，以增量動力分析方法比較兩者之極限耐震性能。

由於兩個斷筋點之最佳化配筋，施工複雜度不會因太多的斷筋點而大幅增加，並可有效降低鋼筋用量，因此以下之非線性分析驗證結果皆為兩點斷筋之最佳化配筋。本研究未驗證多點斷筋之最佳化配筋與剪力最佳化配筋之結果。

表 5.1　以不同數值模型案例，進行非線性數值驗證。

工址	梁長(m)	樓層數	上層鋼筋效益	下層鋼筋效益	整體效益
宜蘭縣蘇澳鎮	6	4	96.8%	97.1%	96.9%
桃園縣平鎮市	9	4	88.3%	93.9%	90.5%
桃園縣蘆竹鄉	12	4	82.7%	96.3%	88.4%
桃園縣平鎮市	9	12	95.3%	92.3%	94.1%
桃園縣平鎮市	9	20	99.5%	94.9%	97.7%

doi:10.6342/NTU201902072

5.2 非線性數值分析模型設定

5.2.1 塑鉸設定

梁塑鉸點通常僅須設定在兩端，以檢視梁是否先於柱產生塑鉸。但因最佳化配筋所減少之鋼筋用量通常位於梁中央，因此若僅於兩端設定塑鉸點，不足以反應作最佳化配筋後鋼筋用量之變化。故須於梁中央設定多個塑鉸點，以真實反應梁鋼筋用量之變化。

而若僅將塑鉸設定於鋼筋之切斷點，由於鋼筋切斷點處尚無法發展出該鋼筋量之降伏強度，因此會產生不保守的問題，故須將塑鉸設定於鋼筋切斷點處往回延伸該鋼筋量所需之伸展長度，以確保該塑鉸點可發展出應有之降伏強度。因此由僅須設定於兩端之塑鉸點，增加至最多 10 個塑鉸點(包含上下層鋼筋之兩點斷筋)。

若觀察僅設定於兩端塑鉸與設定多個塑鉸之差異，可以發現由於考慮較多塑鉸點，設定多個塑鉸之結果相較於僅設定兩端塑鉸保守。但分析所需時間為僅設定兩端塑鉸之數倍。因此本研究於最佳化配筋及現行配筋皆設定多個塑鉸點，使兩者的比較基礎一致。

而塑鉸骨架曲線採用 CSI-ETABS 2016 中依據 ASCE41-13(ASCE, 2014) Table10-7 與 Table10-8 產生之梁柱塑鉸。其中，梁之彎矩塑鉸性質使用 M_3 塑鉸，柱之軸力彎矩塑鉸性質使用 $P-M_2-M_3$ 塑鉸。

5.2.2 結構阻尼

本研究於動力分析時考慮結構之阻尼比為 5%，並以雷利阻尼(Rayleigh damping)計算阻尼矩陣。未採用模態阻尼，是因 CSI-ETABS 2016 採用模態阻尼之分析時間為雷利阻尼之數倍，且因本研究已因考慮較多塑鉸數量，產生較為保守之結果並造

doi:10.6342/NTU201902072

成分析時間較長，若再採用模態阻尼會造成耗時過長，並產生過於保守之結果。

5.3 非線性靜力側推分析結果

本節檢核側推分析最終階段之塑鉸分佈。再分別以容量震譜法、模態側推分析方法與多模態疊加法，檢核最佳化配筋與現行配筋結構之韌性容量，並比較三者韌性容量之差異。

進行非線性靜力側推分析前，須計入垂直力作用之影響，即在側向力分析步驟前進行一倍靜載重加上 0.5 倍活載重之垂直力分析，再進行非線性靜力側推分析。

5.3.1 塑鉸分佈

以 CSI-ETABS 2016 進行非線性靜力側推分析，將側推塑鉸分佈狀態(側向力分佈為第一模態)整理如下圖 5.4 至圖 5.13。觀察最佳化配筋與現行配筋塑鉸之分佈，縱使兩者塑鉸位置設定不同，皆可能於中央產生塑鉸。

以發生中央塑鉸點之彎矩圖說明(圖 5.1)，由於作 $+X$ 向側推分析前須先考慮重力作用之影響，因此 $+X$ 向側向力之彎矩須加上重力之彎矩，造成中央偏左之彎矩需求較左側端部大，因此在作 $+X$ 向側推分析時，於右側端部產生第一點塑鉸點後，中央先於左側端部產生塑鉸(圖 5.2 與圖 5.3)。因此於 $+X$ 向作側推分析時，中央先於左側端部產生塑鉸是合理的力學行為，而一般作非線性分析時僅於梁兩端設定塑鉸，所以通常不會觀察到此情況。

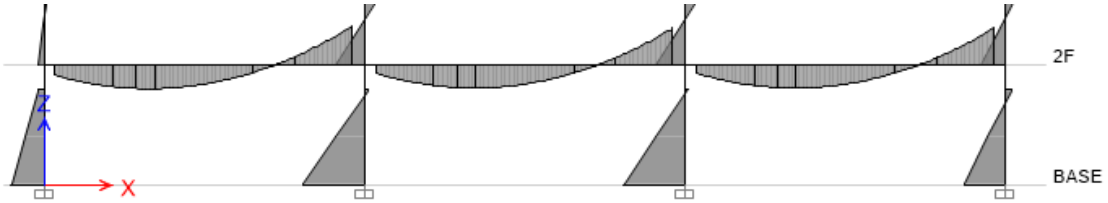


圖 5.1 側向力與重力疊加之彎矩圖。

doi:10.6342/NTU201902072

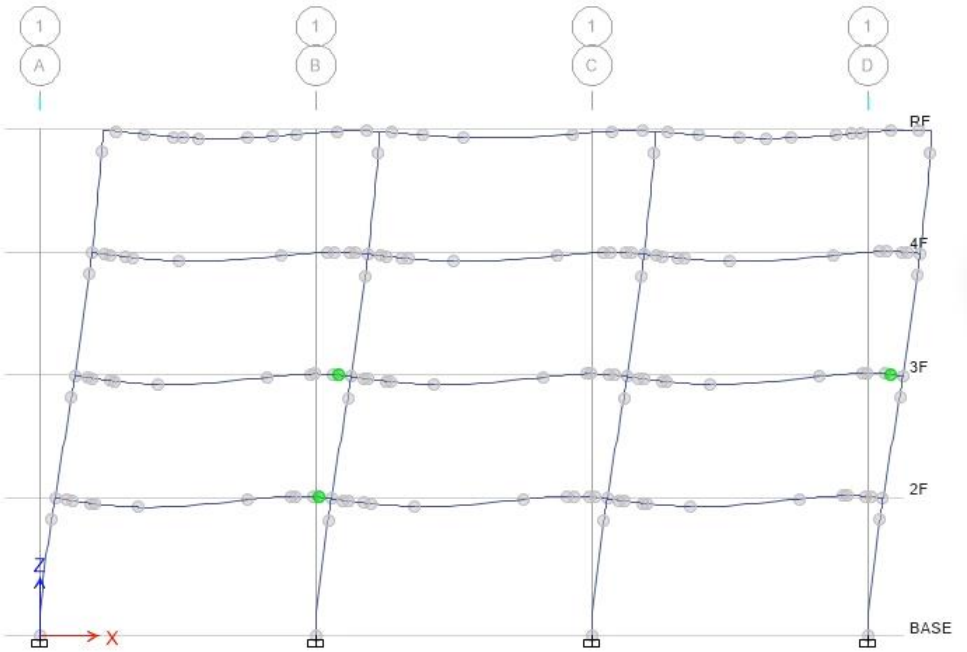


圖 5.2　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，Step 2 之塑鉸分佈，梁左側端部產生第一點塑鉸。

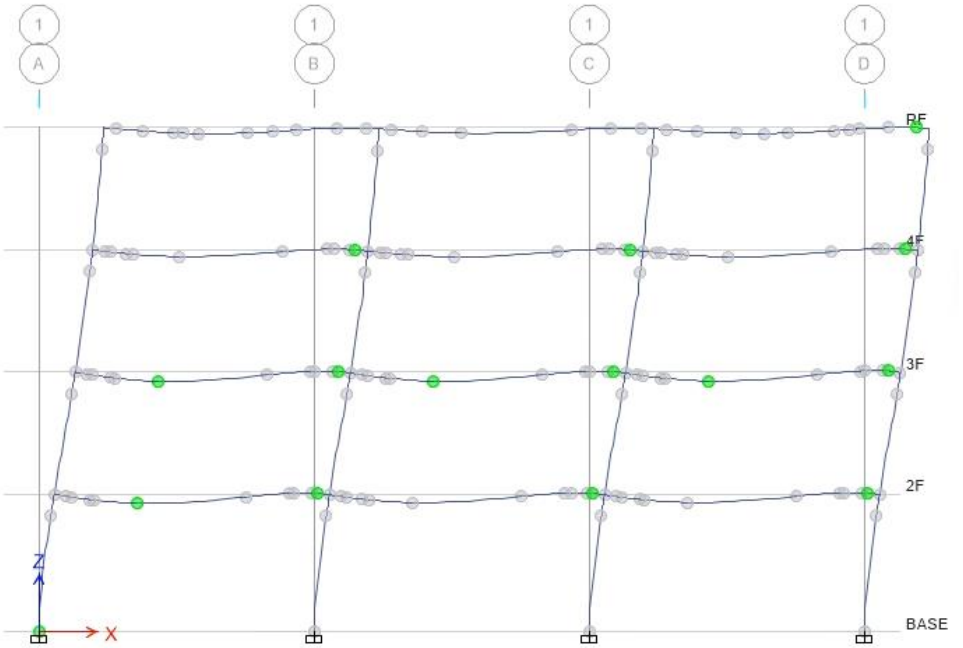


圖 5.3　桃園縣平鎮市 4 層樓構架，Step 3 之塑鉸分佈，梁中央偏左產生第二點塑鉸。

doi:10.6342/NTU201902072

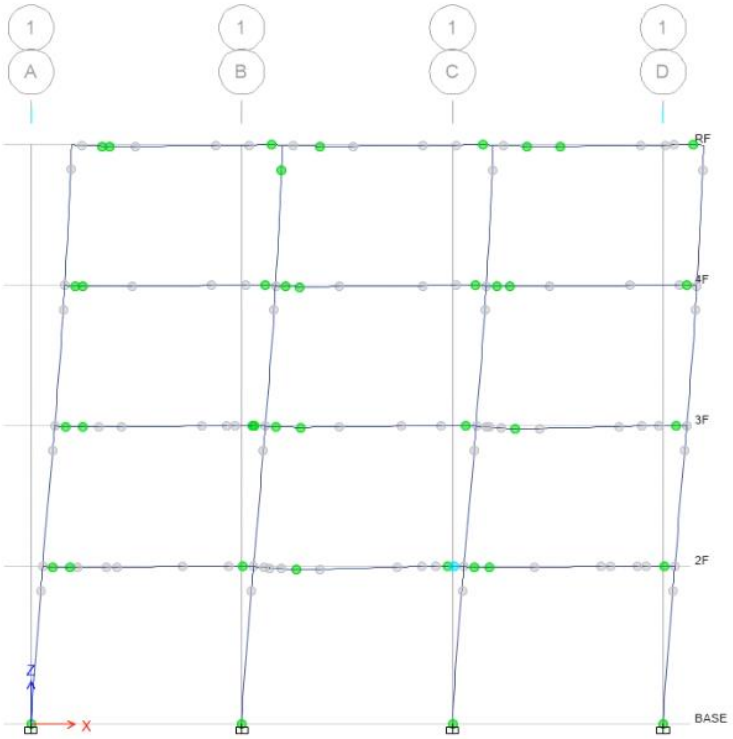


圖 5.4　宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。

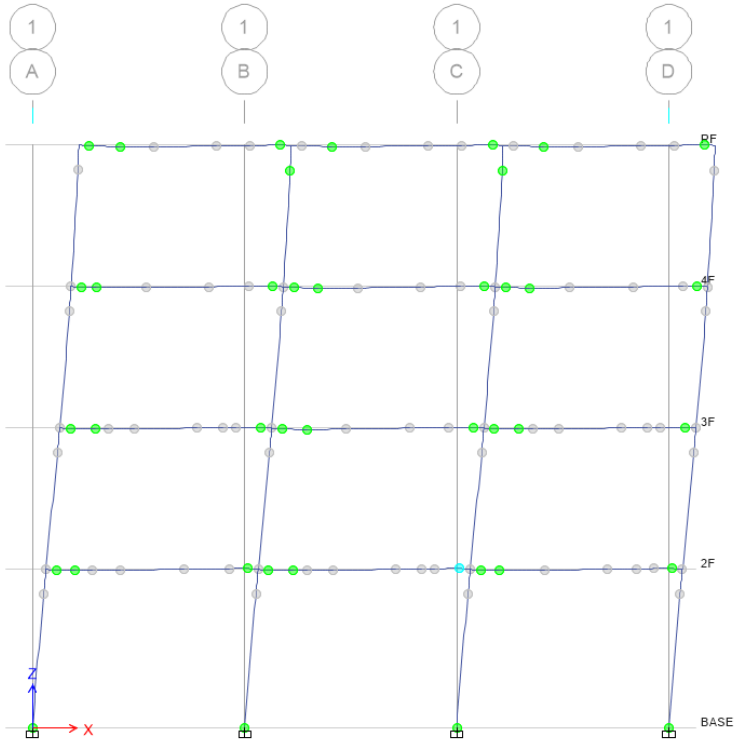


圖 5.5　宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。

doi:10.6342/NTU201902072

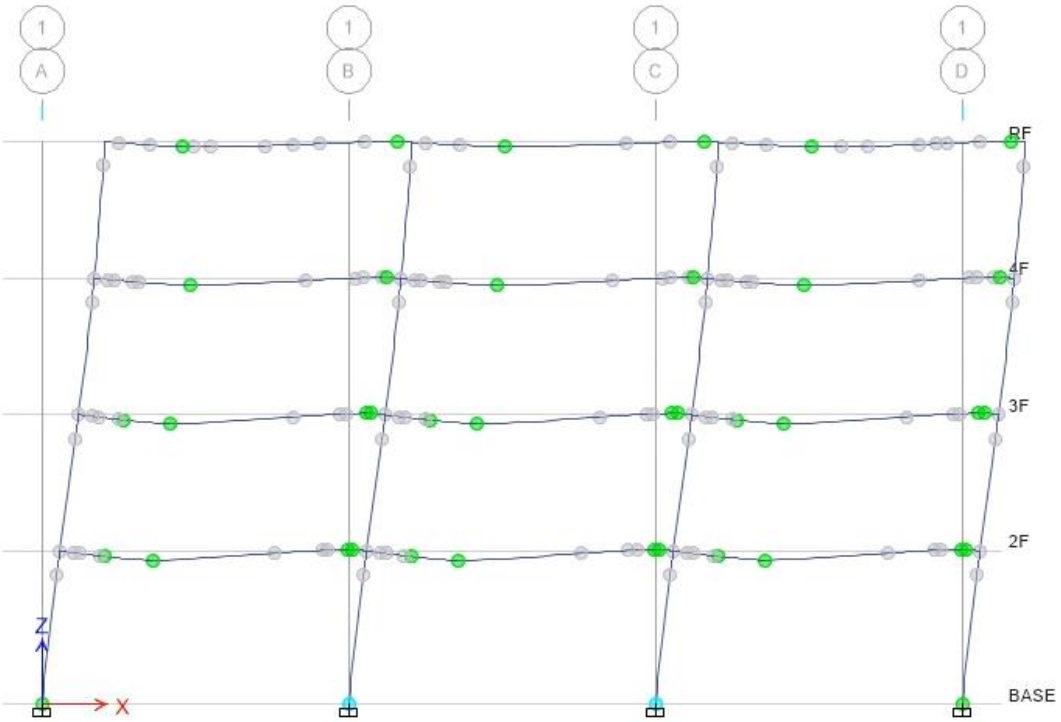


圖 5.6　桃園縣平鎮市 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。

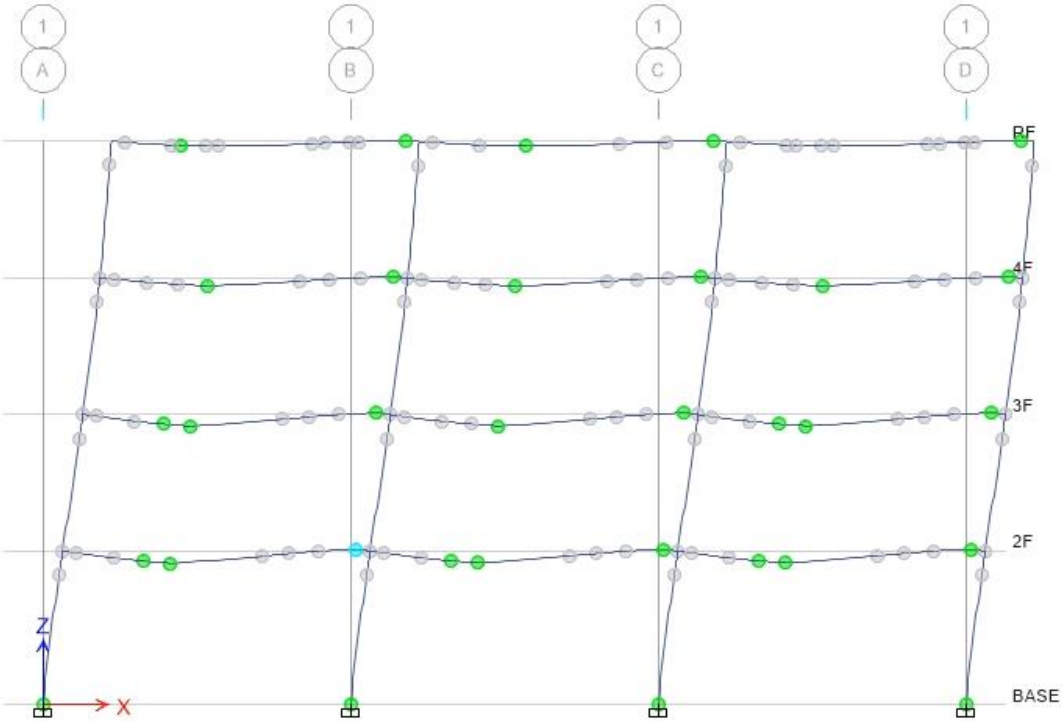


圖 5.7　桃園縣平鎮市 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。

doi:10.6342/NTU201902072

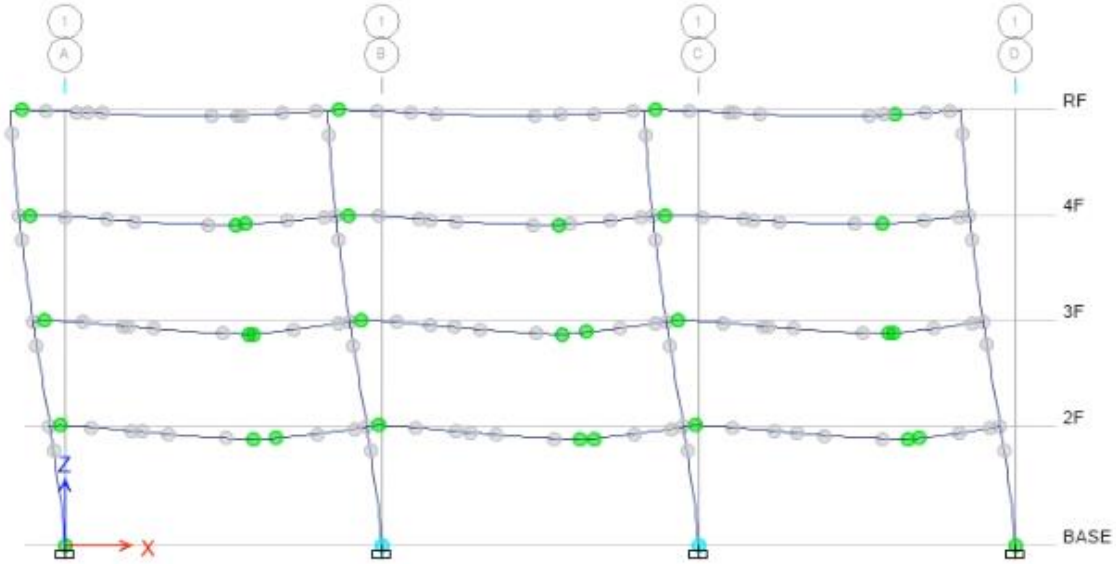


圖 5.8　桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。

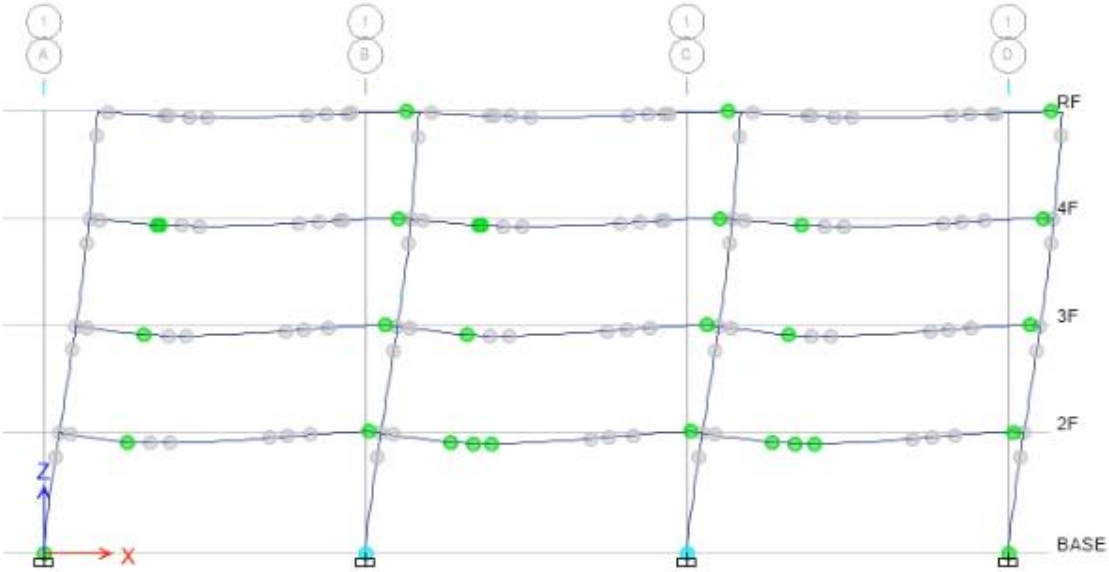


圖 5.9　桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。

doi:10.6342/NTU201902072

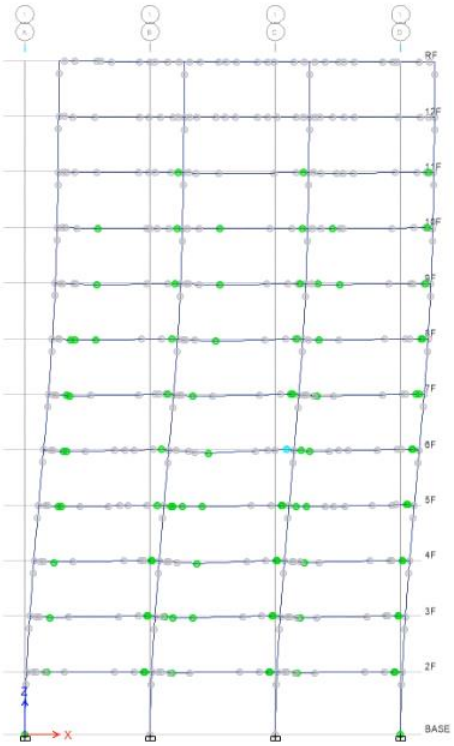


圖 5.10 桃園縣平鎮市 12 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。

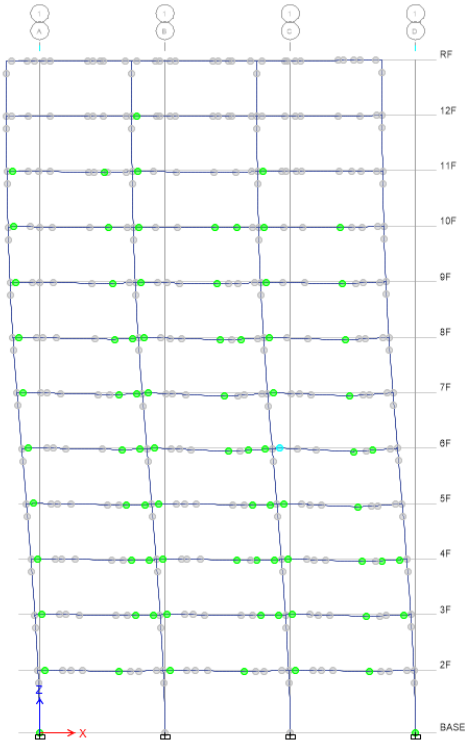


圖 5.11 桃園縣平鎮市 12 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。

doi:10.6342/NTU201902072

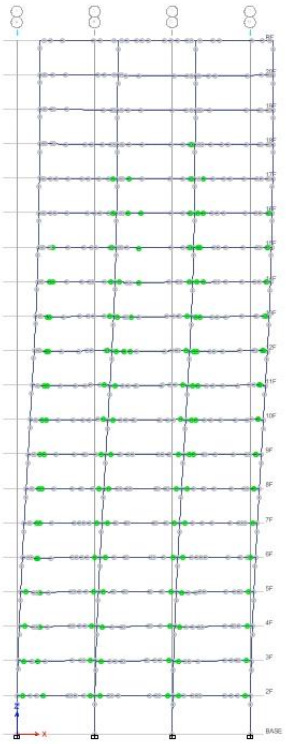


圖 5.12 桃園縣平鎮市 12 層樓構架最佳化配筋，塑鉸分佈圖。

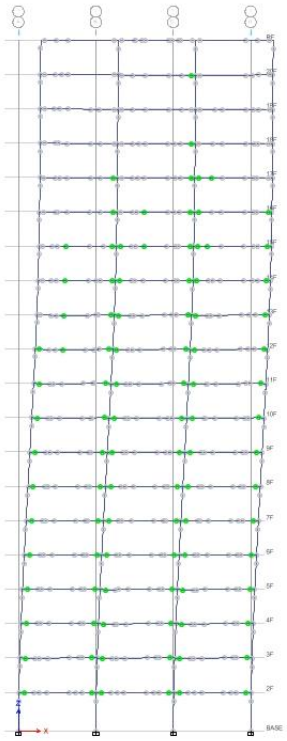


圖 5.13 桃園縣平鎮市 12 層樓構架現行配筋，塑鉸分佈圖。

doi:10.6342/NTU201902072

5.3.2 容量震譜法

本研究分別檢核 475 年設計地震及 2500 年最大考量地震之需求反應譜。並將需求反應譜(T,S_a)與容量曲線(Δ_{roof},V)座標系統轉換為(S_d,S_a)座標系統，考慮構件韌性發揮產生之遲滯阻尼，以等效阻尼折減需求反應譜，經由迭代分析，得需求(Demand)與容量(Capacity)關係，進而得性能績效點。性能績效點計算過程示例見於圖 5.14。

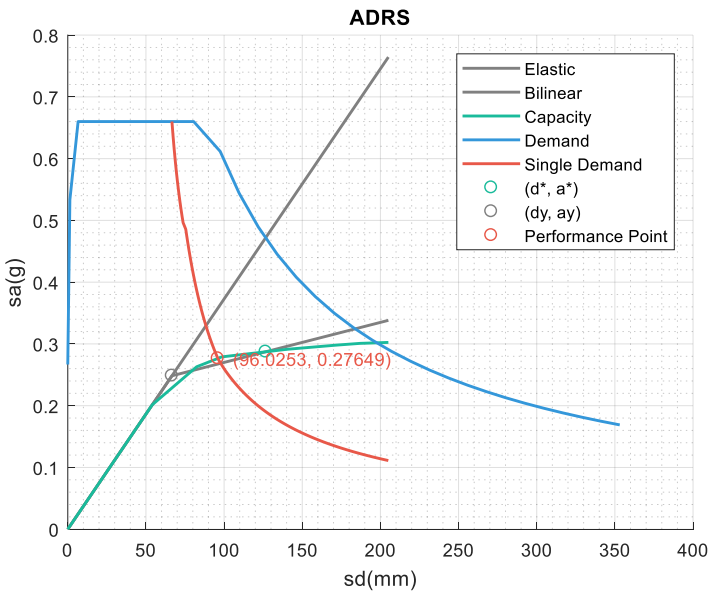


圖 5.14 將需求反應譜進行折減計算，可得考慮折減後之需求曲線，折減後之需求曲線與容量曲線之交點，即為性能績效點。

5.3.2.1 側推容量曲線

以 ATC-40 方法，將性能績效點(S_d,S_a)轉換為(Δ_{roof},V)座標系統與容量曲線標誌於圖上，並將容量曲線作雙線性化可得降伏點。各案例非線性靜力側推分析曲線與性能績效點如下圖。

doi:10.6342/NTU201902072

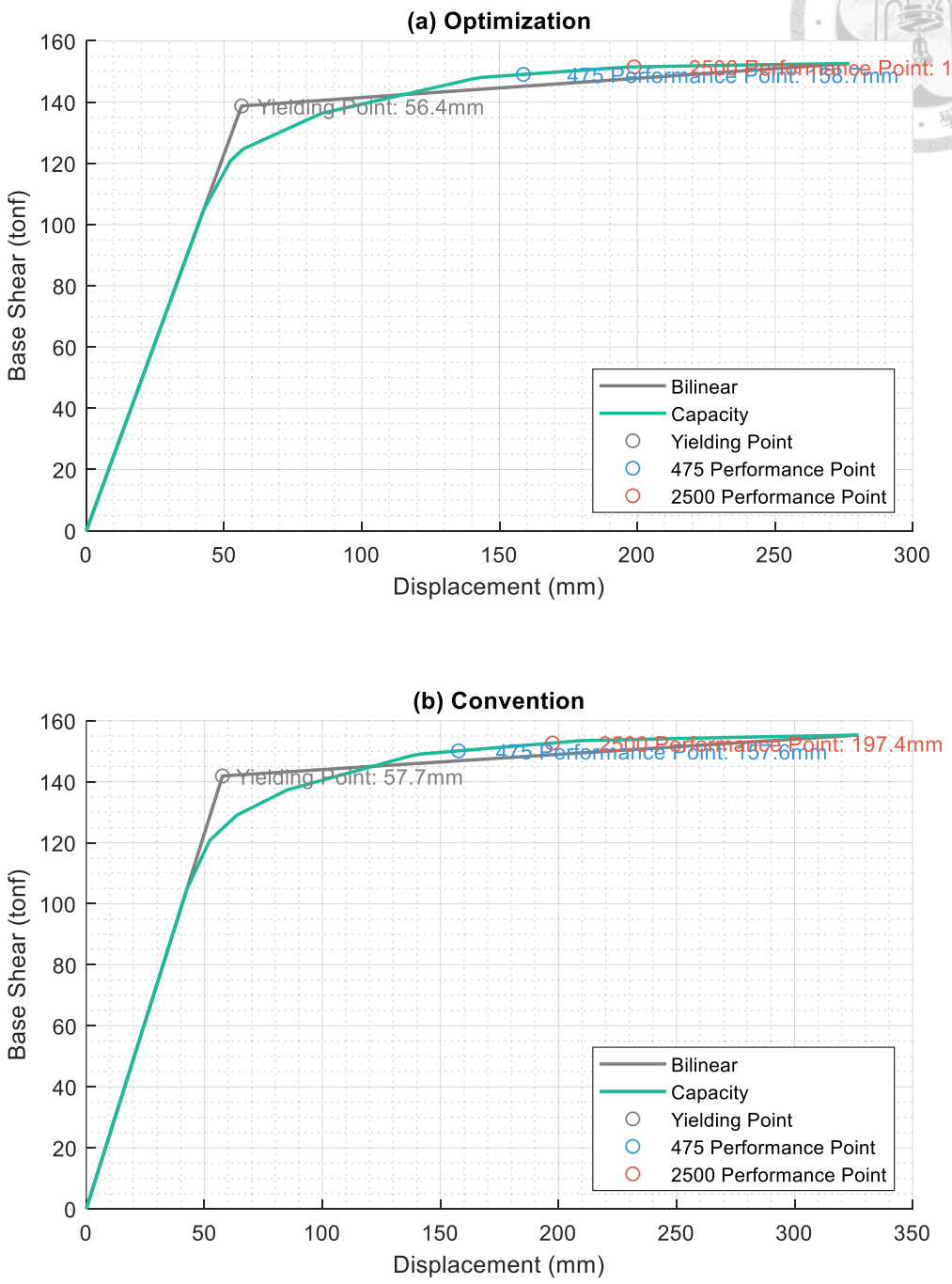


圖 5.15 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072

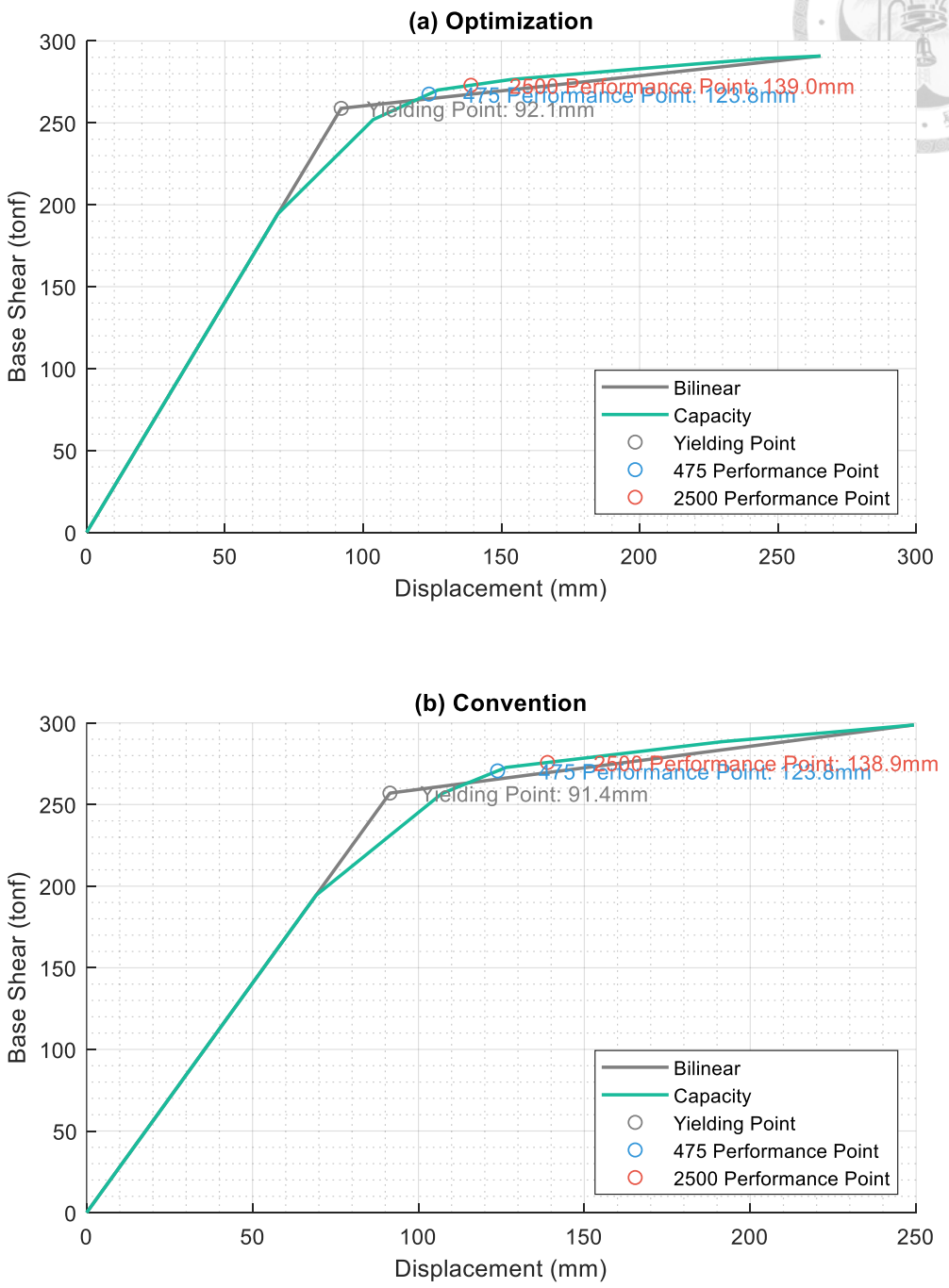
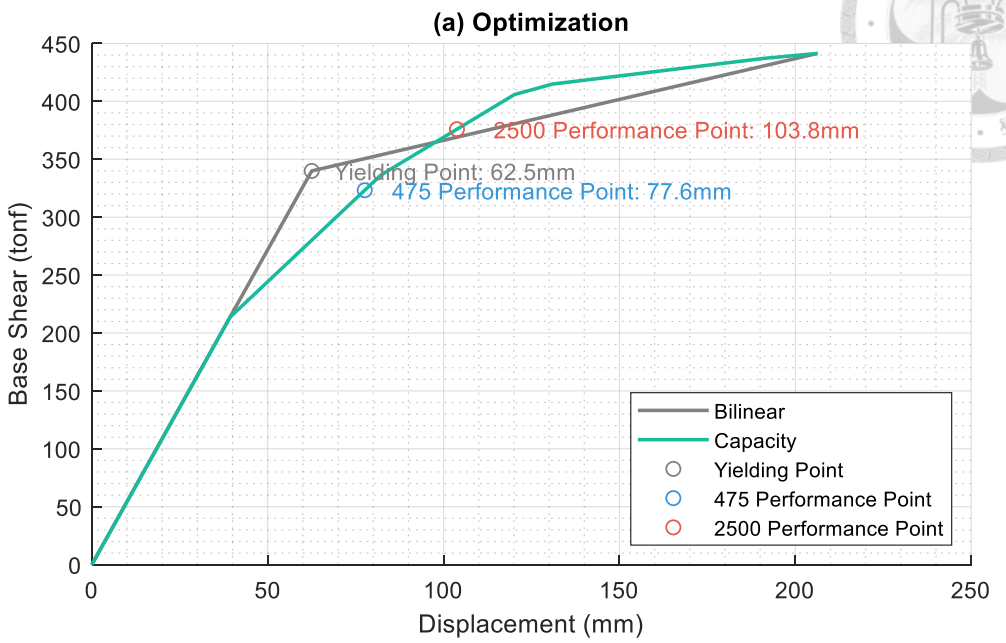


圖 5.16 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072



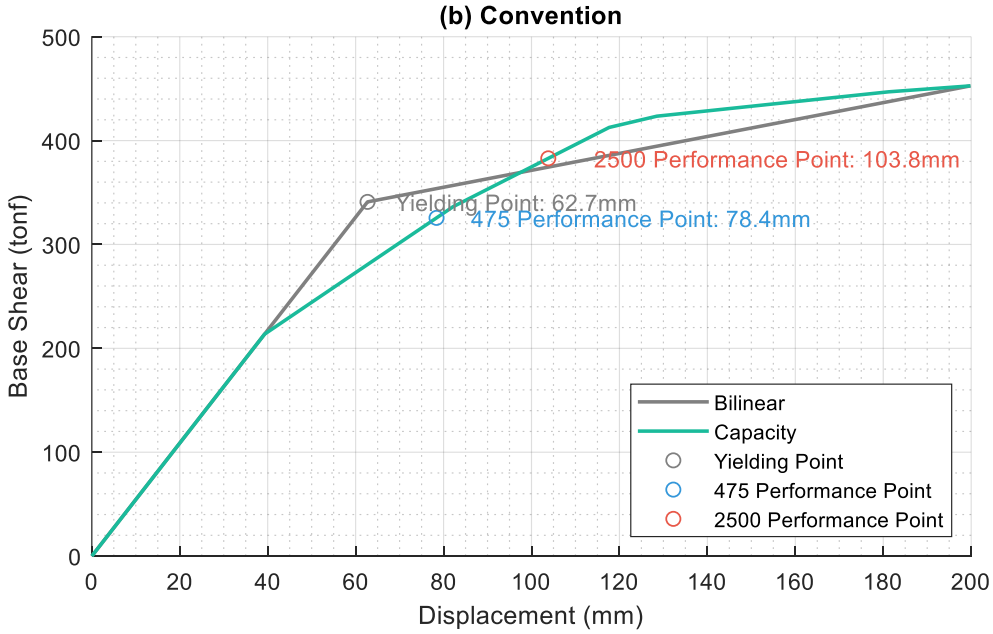
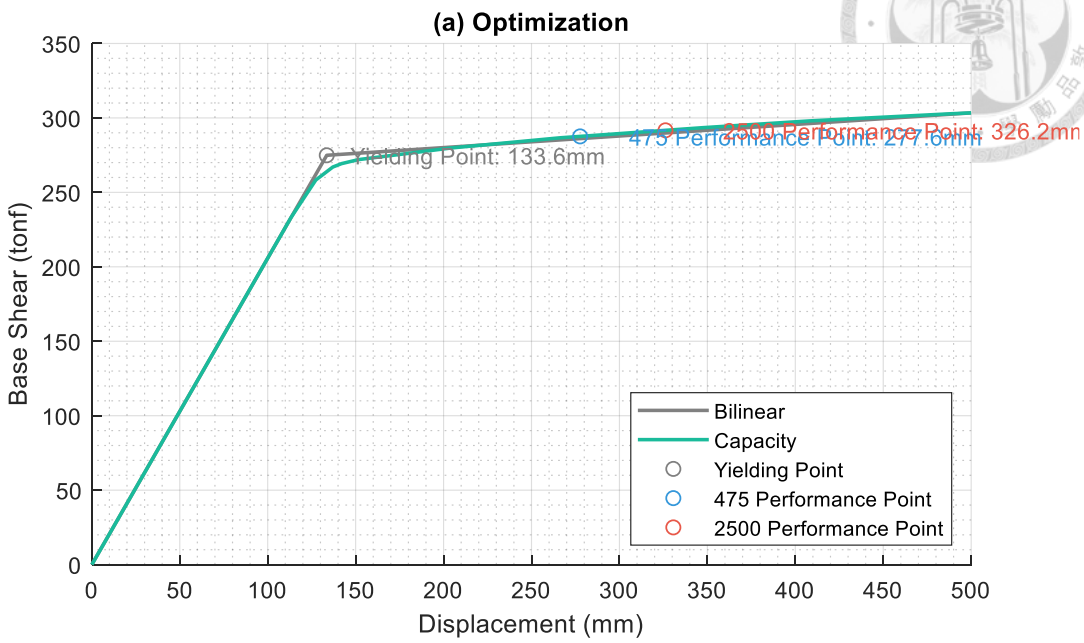


圖 5.17 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072



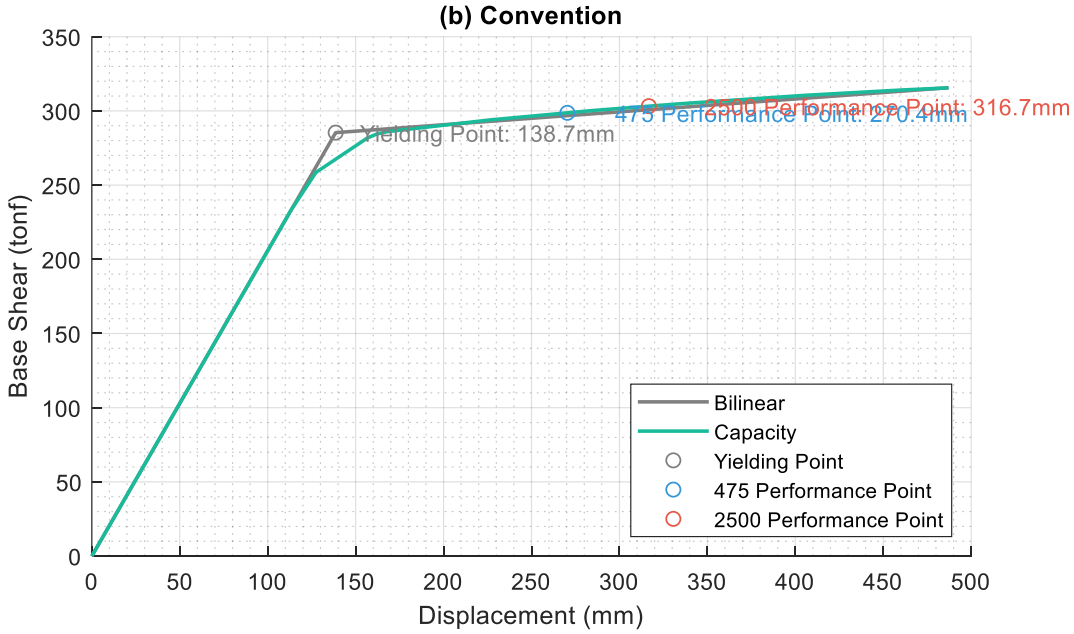
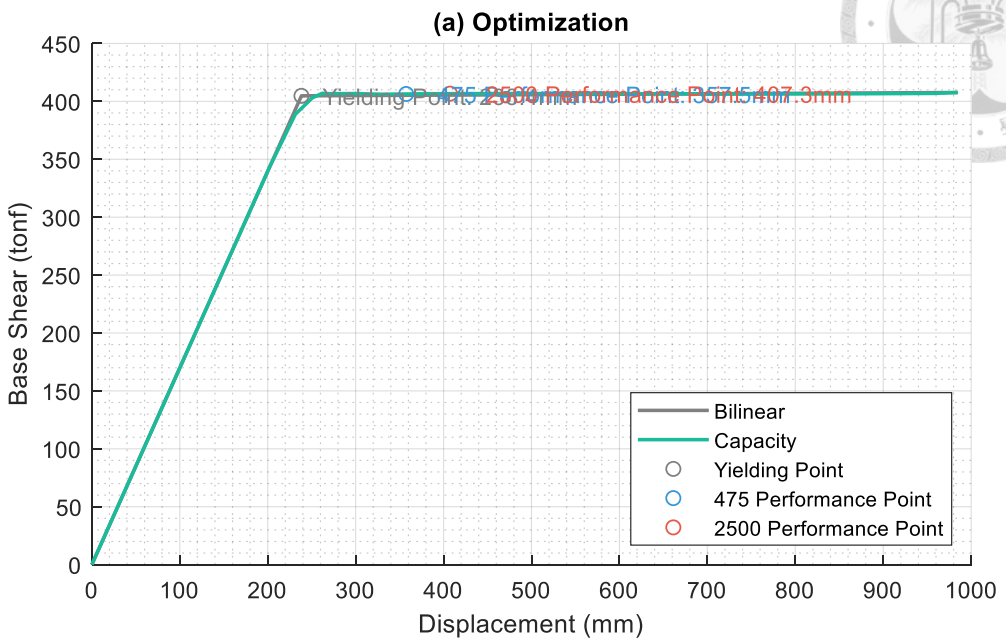


圖 5.18 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072



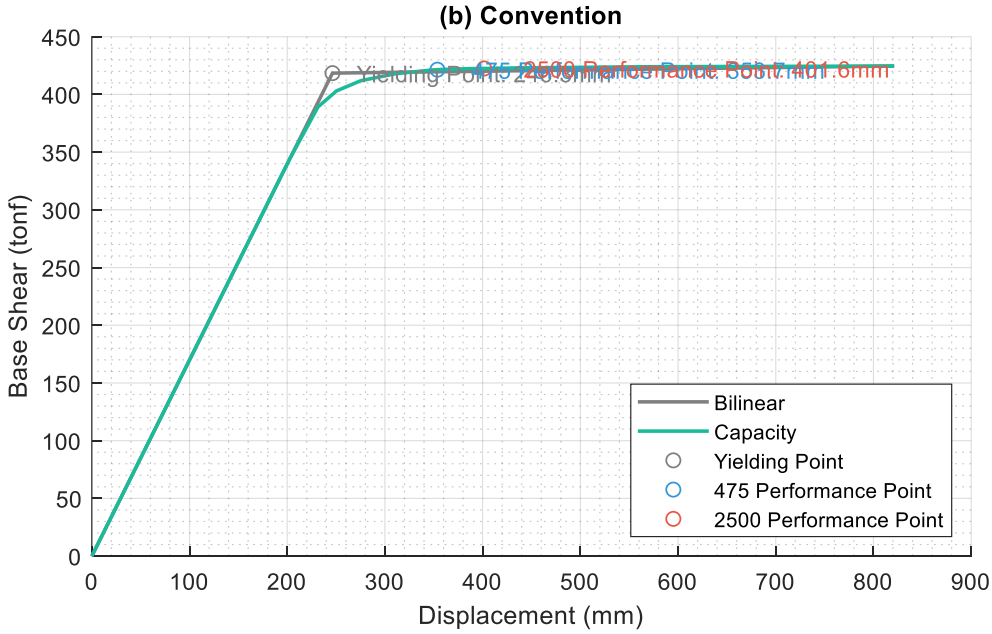


圖 5.19 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採倒三角形與第一模態分佈型式給定，並取較為保守之結果作為此結構之側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072

5.3.2.2 韌性容量檢核

ATC-40 容量震譜法之韌性容量檢核如下表 5.2。所有案例所使用之韌性，皆符合建築物耐震設計規範及解說 (內政部, 2011)之規定 $R_a \le 3, R \le 4$，但可發現最佳化配筋所使用之韌性較現行配筋大。

表 5.2　各案例韌性容量檢核結果。

	現行配筋		最佳化配筋	
	Ra	R	Ra	R
宜蘭縣蘇澳鎮、梁長 6 米、4 層樓	2.73	3.42	2.81	3.53
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、4 層樓	1.35	1.52	1.34	1.51
桃園縣蘆竹鄉、梁長 12 米、4 層樓	1.24	1.66	1.25	1.66
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、12 層樓	1.92	2.28	2.08	2.44
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、20 層樓	1.44	1.63	1.5	1.71

doi:10.6342/NTU201902072

5.3.3 模態側推分析方法

考慮多模態造成之效應，與前一節之作法幾乎相同，僅考慮累積至 90% 之模態，因此 4 層樓構架考慮至第兩模態，12 層樓與 20 層樓構架考慮至第三模態。將該模態之側推容量曲線與性能績效點以該模態之係數進行轉換。最後將所得之韌性以 SRSS 計算總反應。

5.3.3.1 各模態側推容量曲線

圖 5.20 至圖 5.31 為各案例之非線性靜力側推分析曲線。觀察以下圖片可發現於第二模態以上，所使用之韌性值皆遠較第一模態小，甚至可能坐落於線性段，但此行為符合預期，因第二模態的有效質量較小，造成加速度偏大，使性能績效點之位移較小。

doi:10.6342/NTU201902072

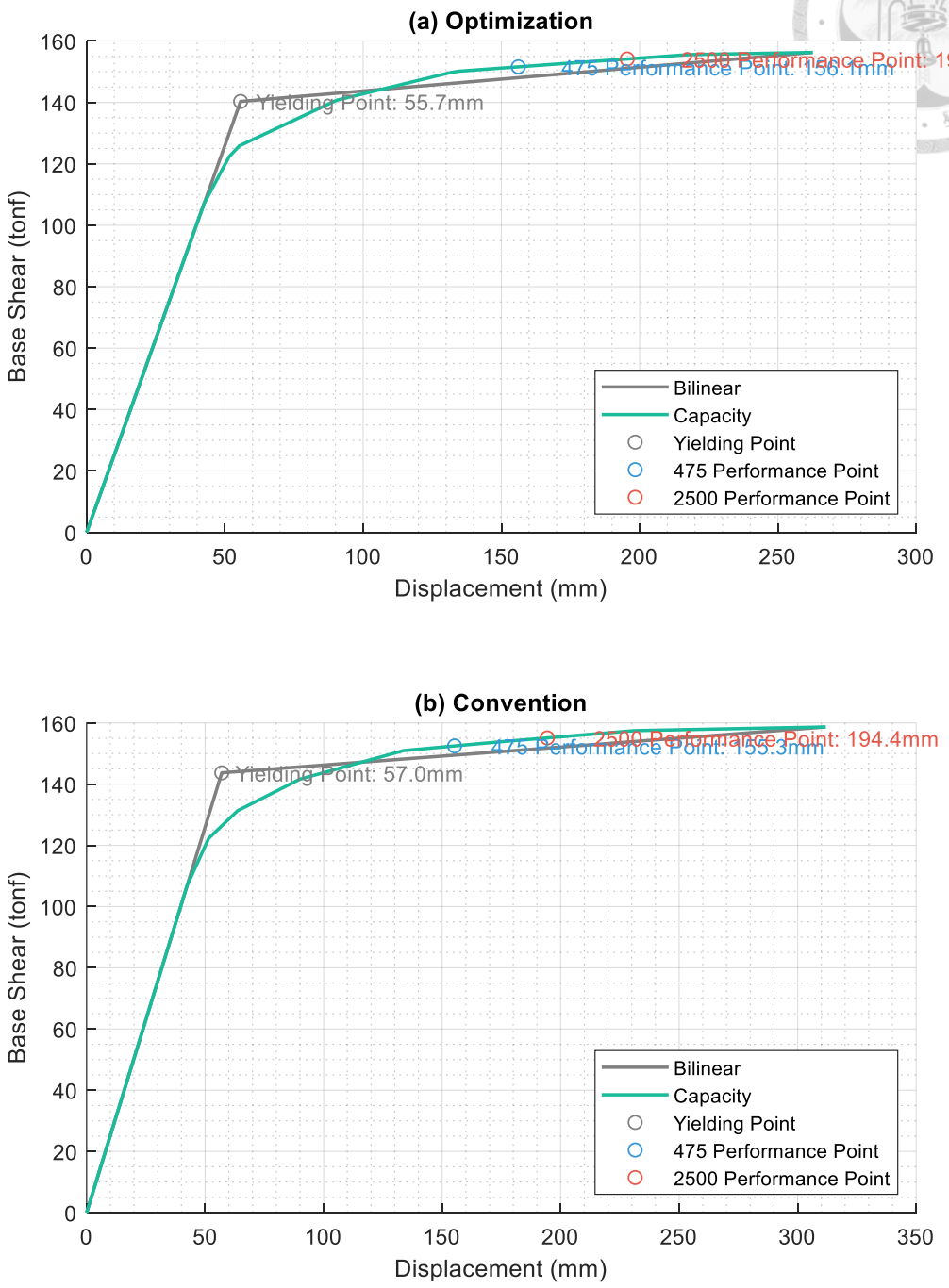
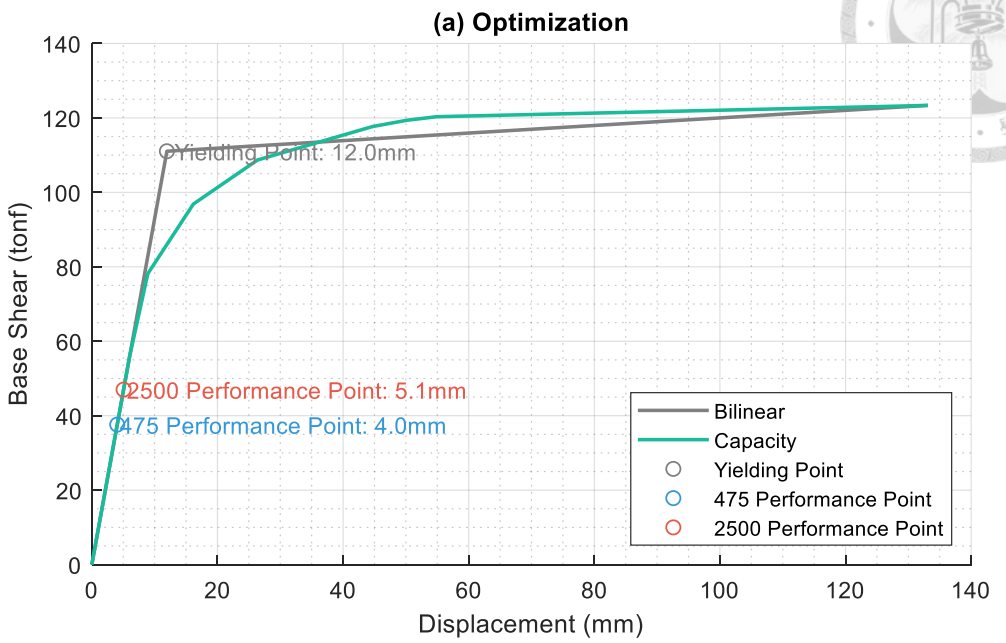


圖 5.20 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



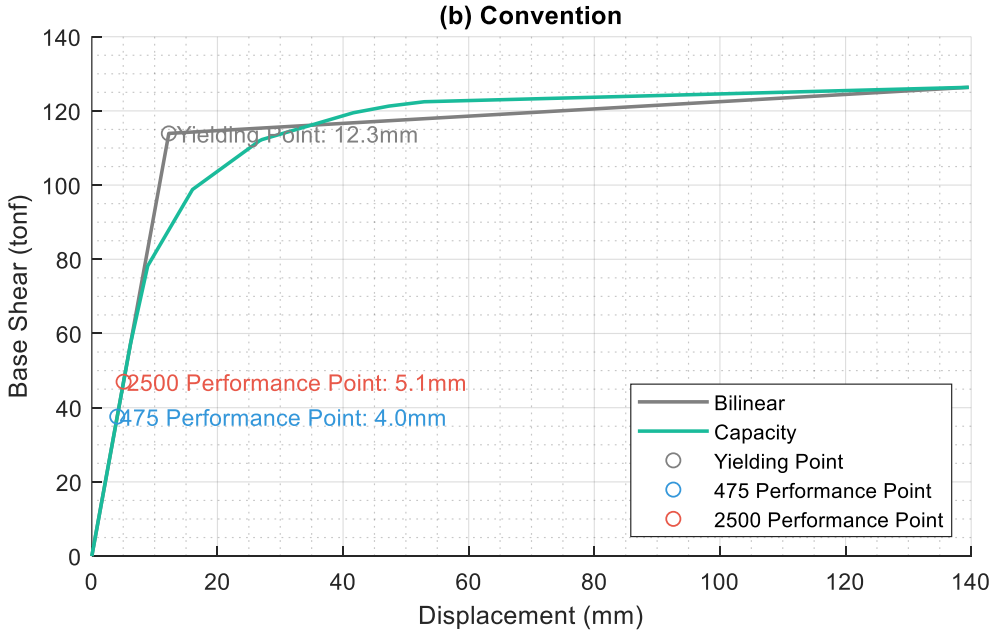


圖 5.21 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072

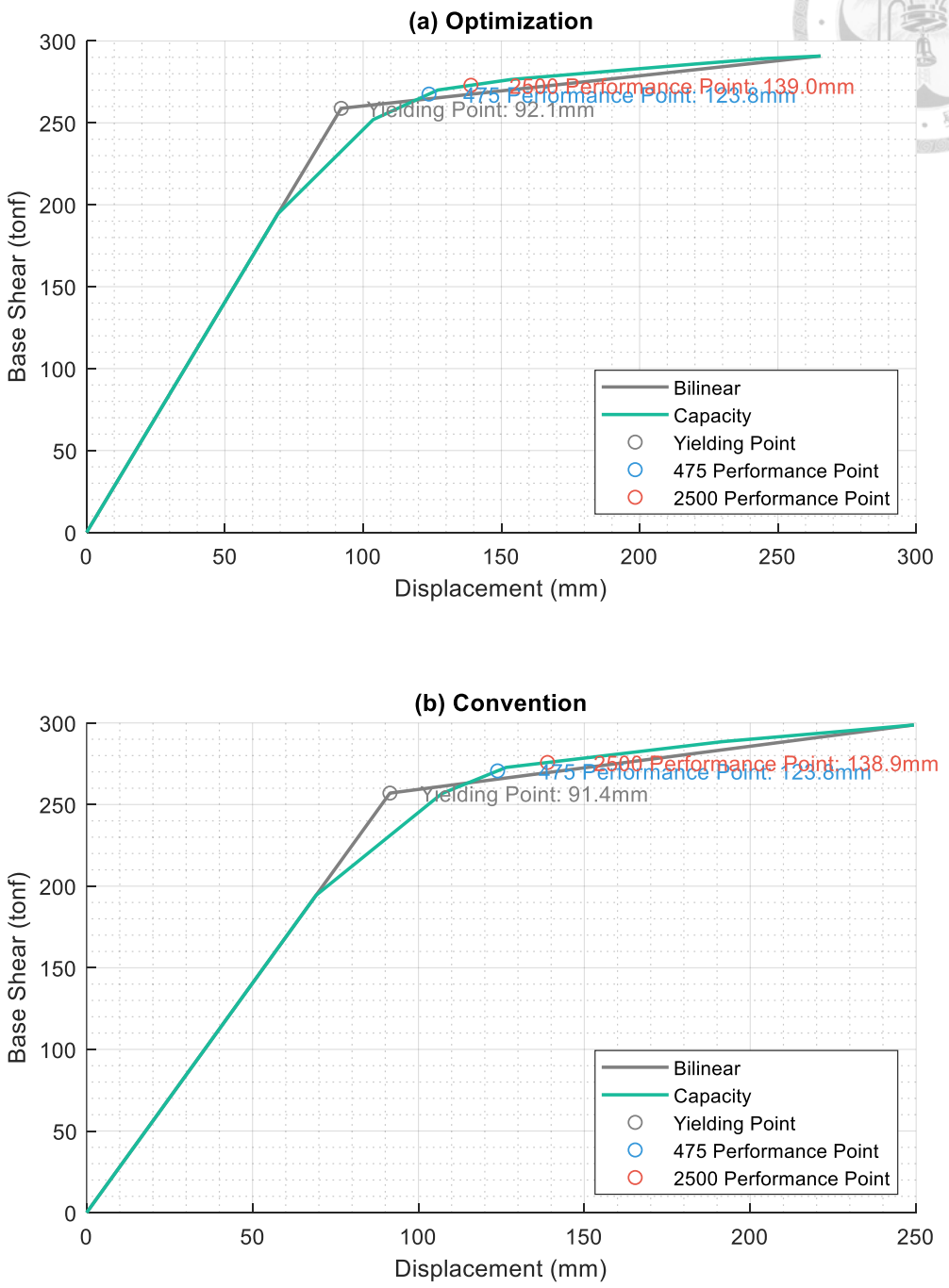
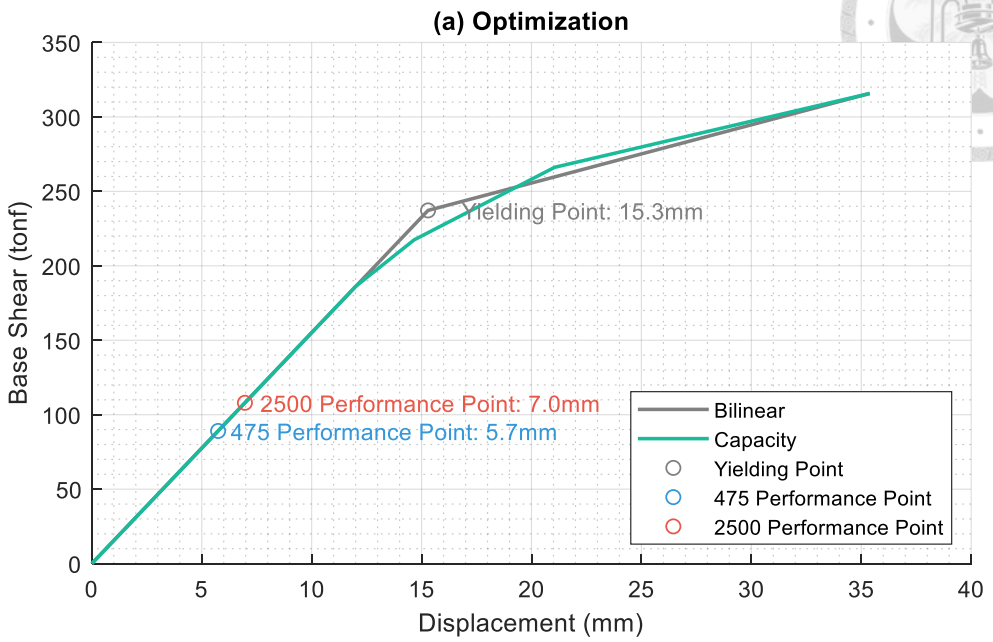


圖 5.22 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



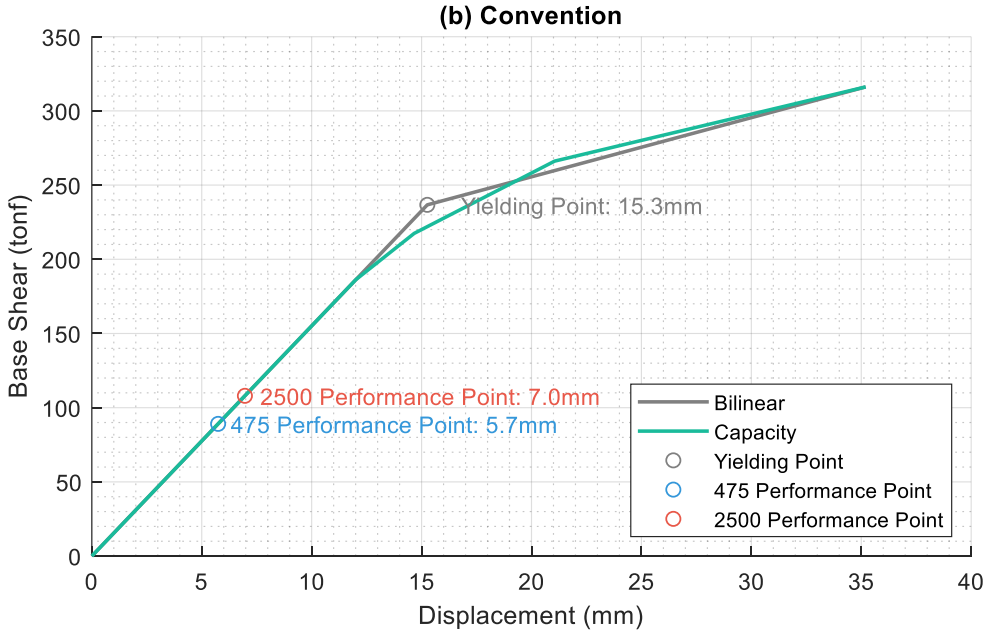
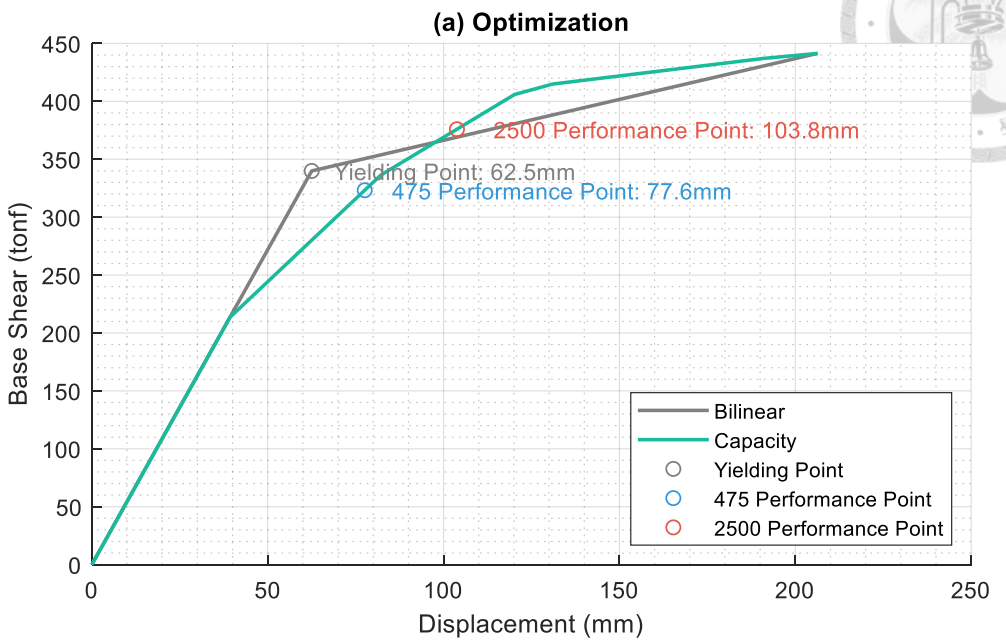


圖 5.23 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



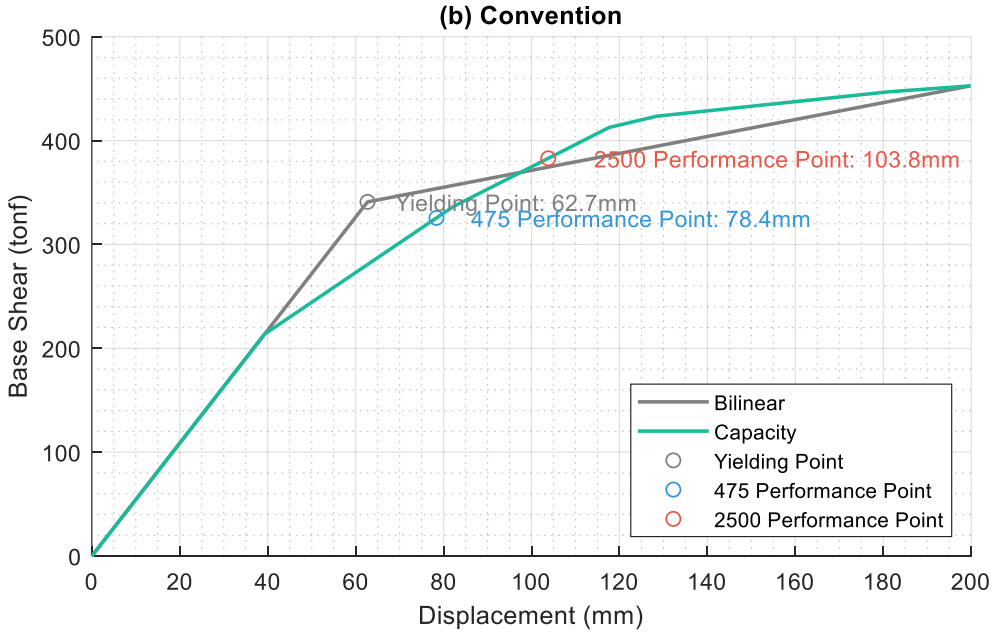
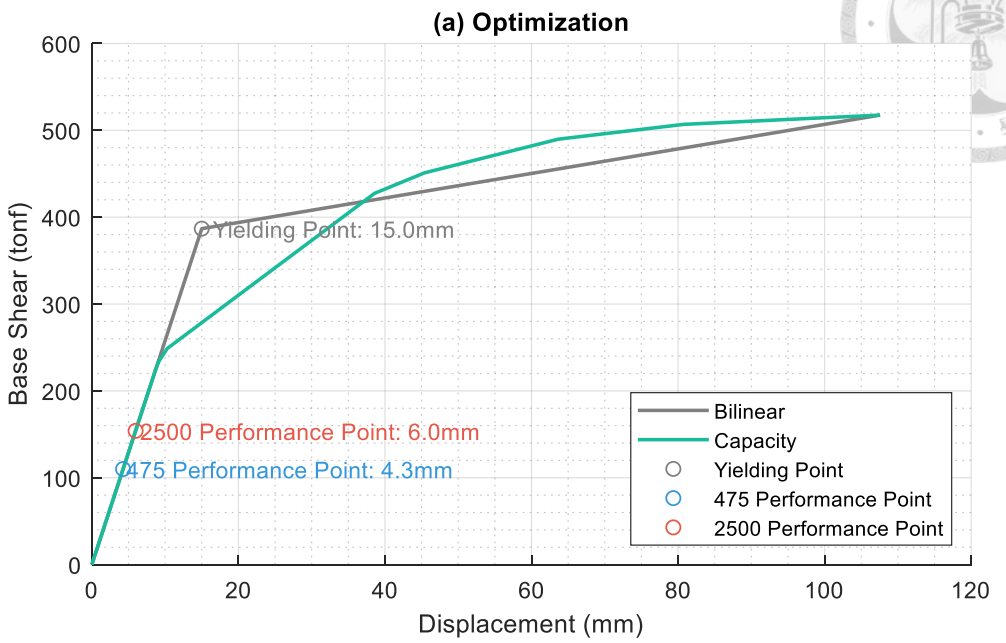


圖 5.24 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



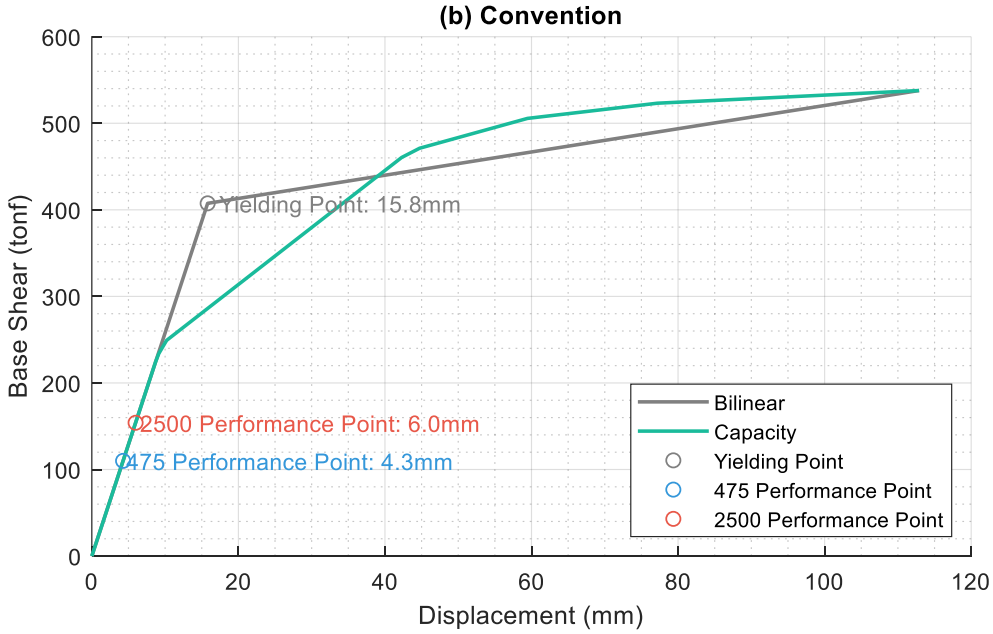
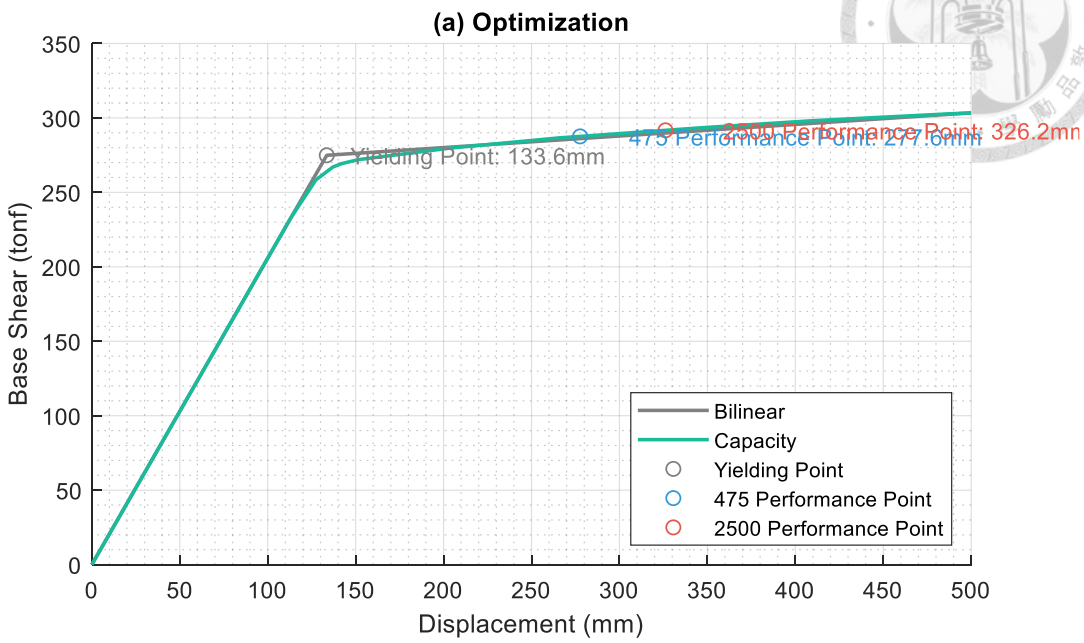


圖 5.25 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



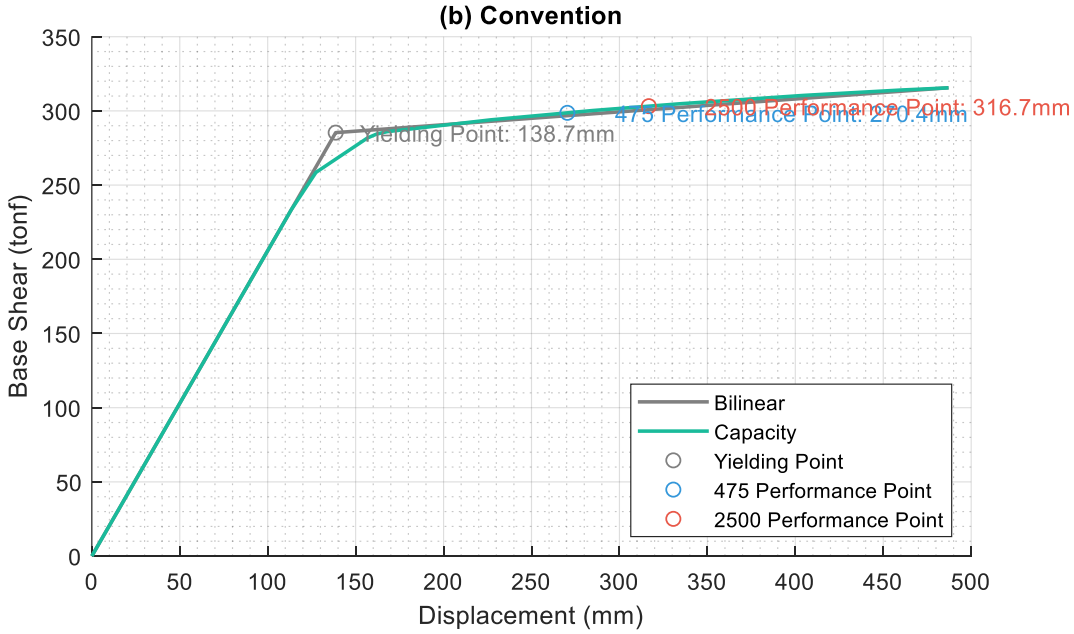
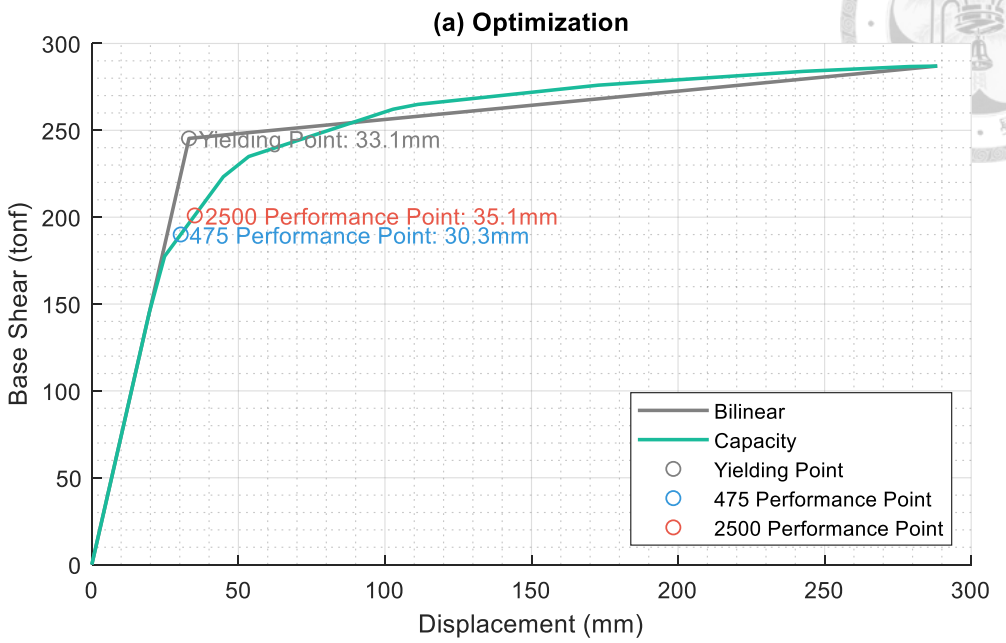


圖 5.26 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



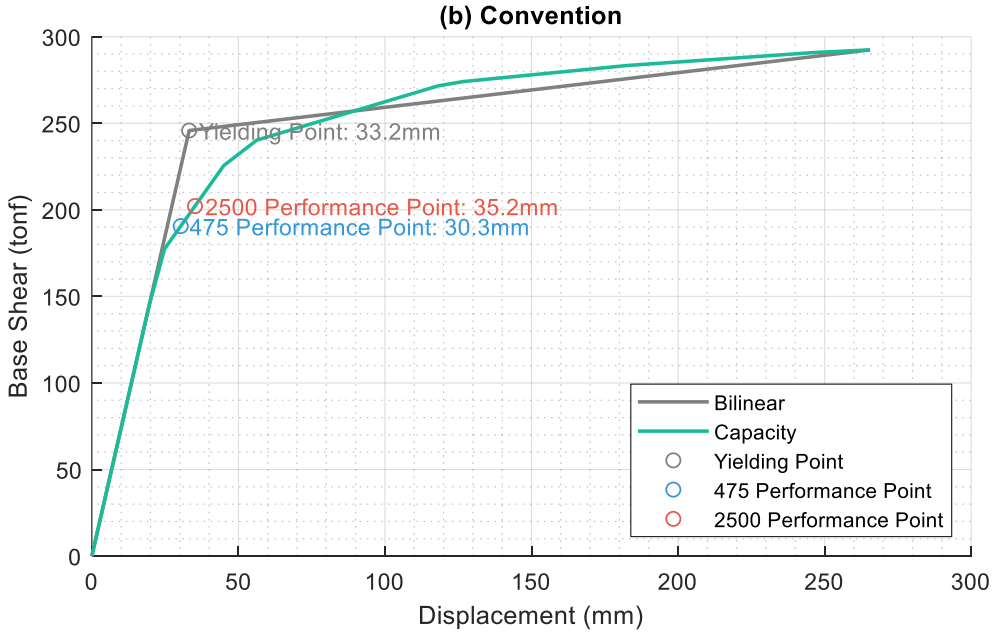
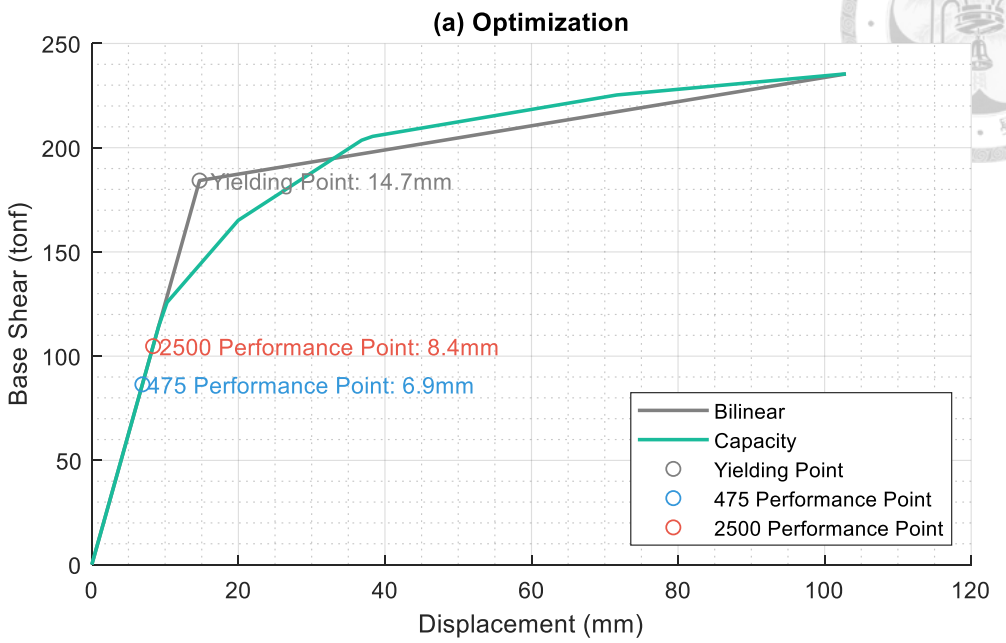


圖 5.27 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



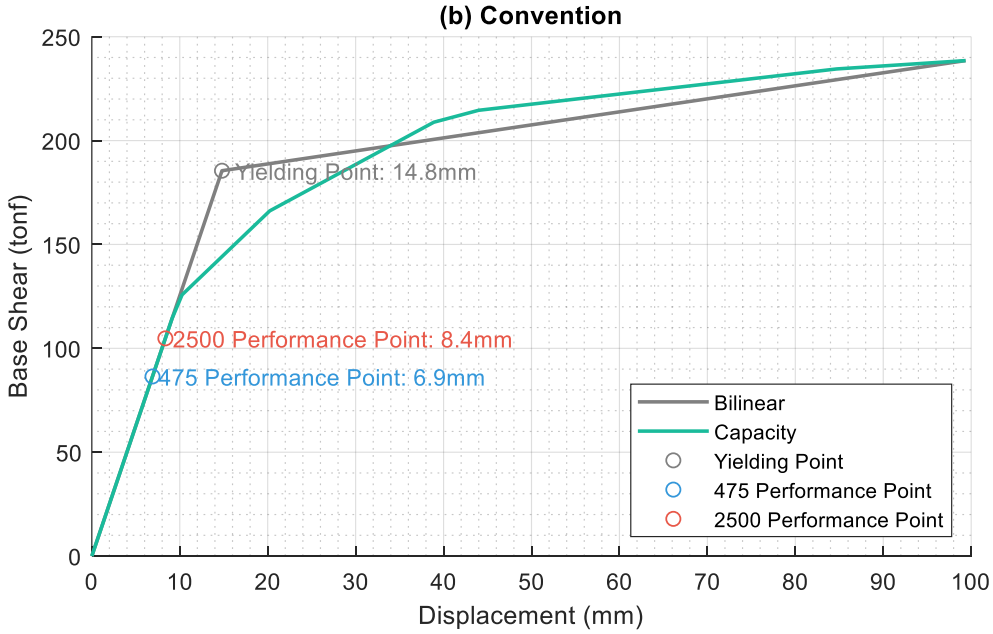
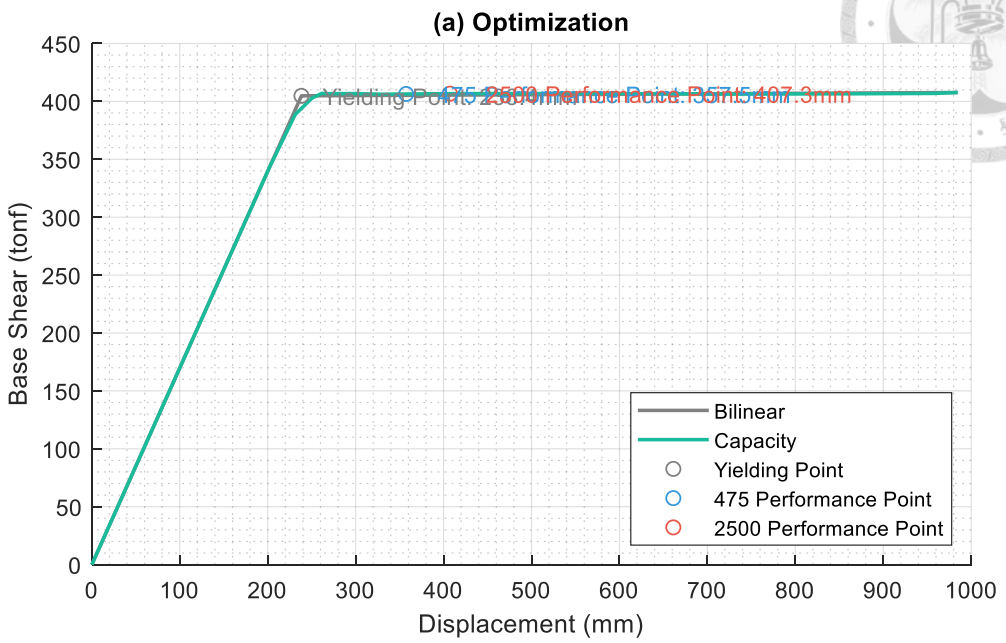


圖 5.28 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第三模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



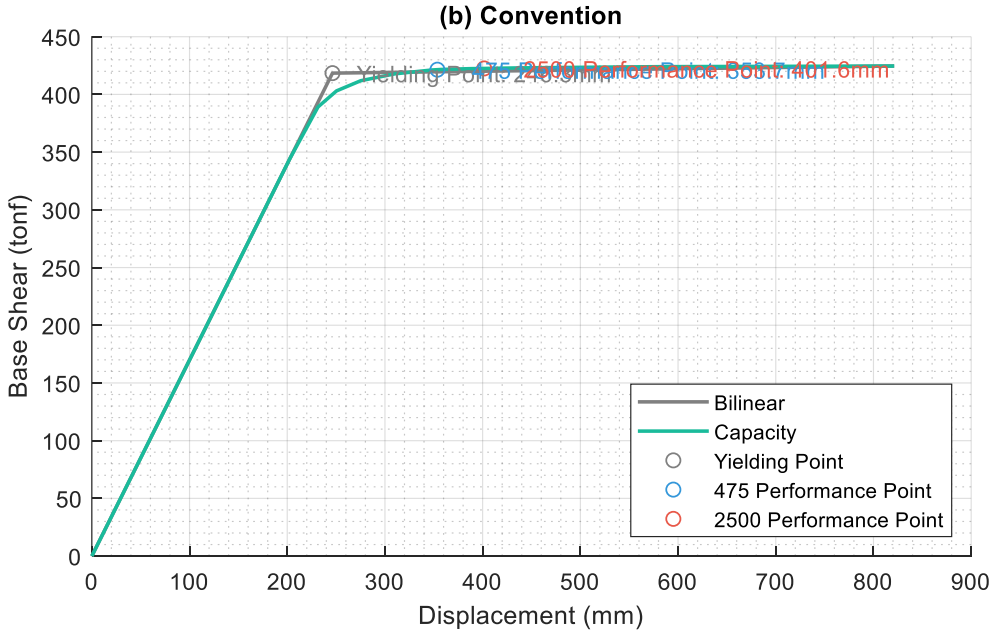
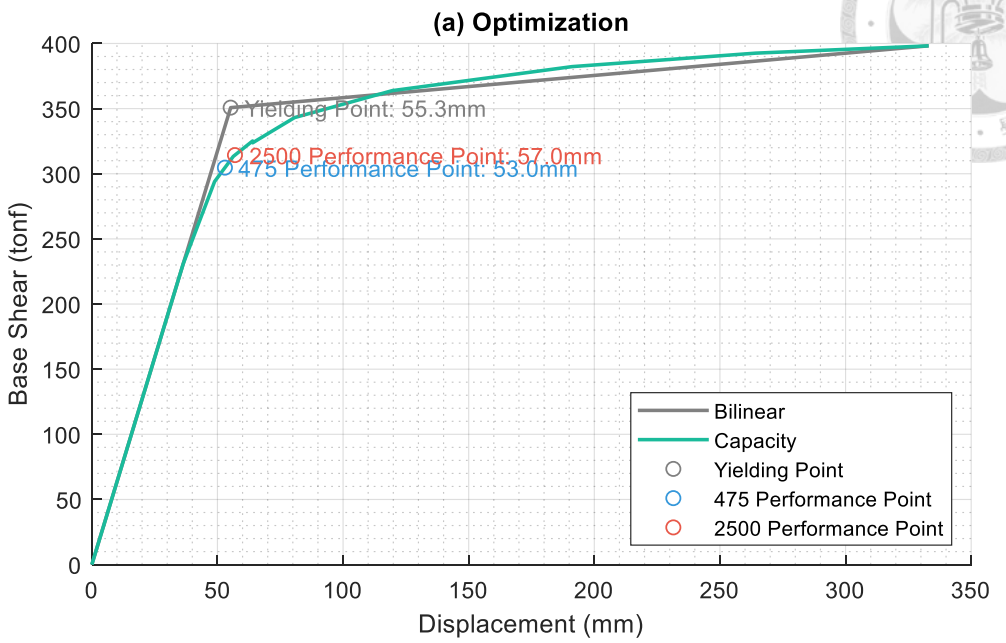


圖 5.29 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第一模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



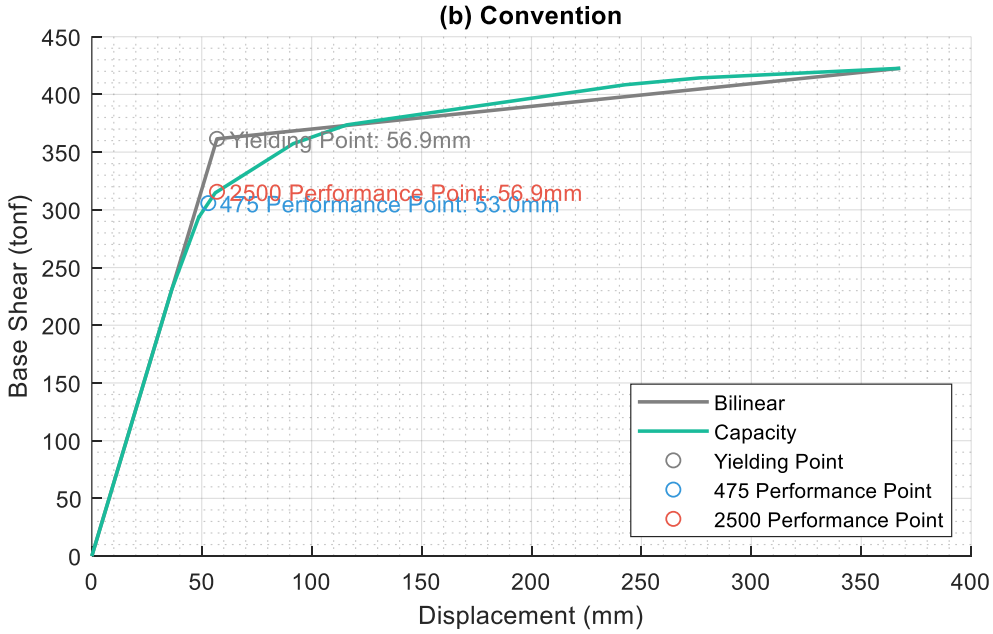
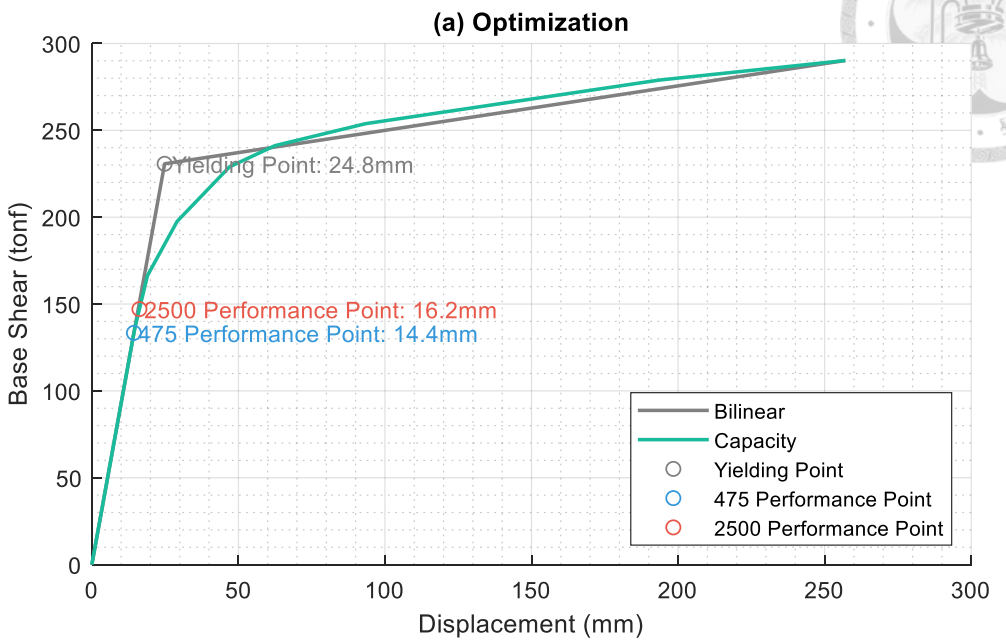


圖 5.30 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第二模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



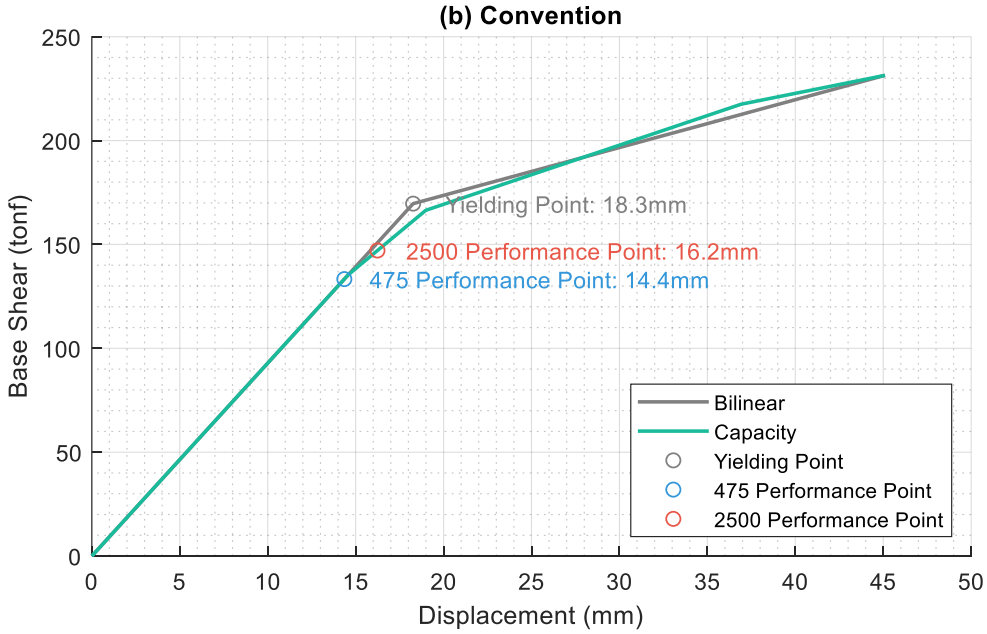


圖 5.31 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採第三模態分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072

5.3.3.2 韌性容量檢核

模態側推分析方法之韌性容量檢核如下表 5.3。所有案例之韌性值，皆符合建築物耐震設計規範及解說 (內政部, 2011)之規定 $R_a \le 3, R \le 4$，但可發現最佳化配筋所使用之韌性通常較現行配筋大。

表 5.3　各案例韌性容量檢核結果。

	現行配筋		最佳化配筋	
	Ra	R	Ra	R
宜蘭縣蘇澳鎮、梁長 6 米、4 層樓	2.74	3.43	2.82	3.54
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、4 層樓	1.41	1.59	1.4	1.58
桃園縣蘆竹鄉、梁長 12 米、4 層樓	1.28	1.7	1.27	1.71
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、12 層樓	2.2	2.58	2.32	2.72
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、20 層樓	1.88	2.11	1.87	2.1

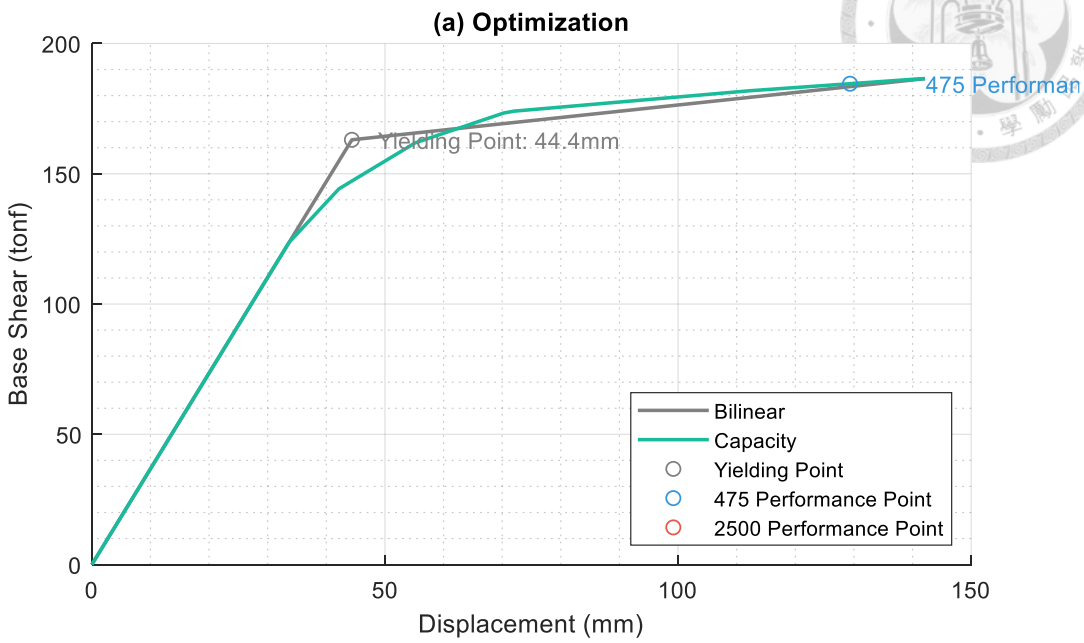
5.3.4　多模態疊加法

多模態疊加法以模態振幅乘以該模態之質量參與比例，得側向力分佈，其餘作法與 5.3.2 節相同。

5.3.4.1 側推容量曲線

圖 5.32 至圖 5.36 為各案例以多模態疊加法分析之側推容量曲線。觀察下圖，可發現其方法較為不穩定，縱使構架相同最佳化配筋與現行配筋之最大基底剪力亦可能完全不同，甚至於某些案例找不到性能績效點。

doi:10.6342/NTU201902072



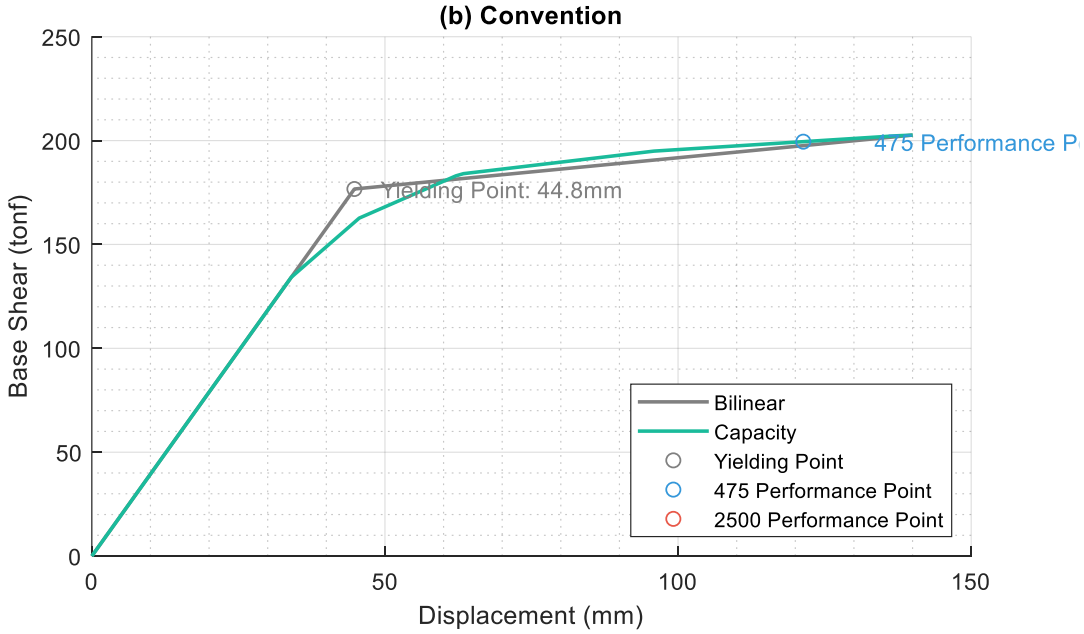


圖 5.32 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072

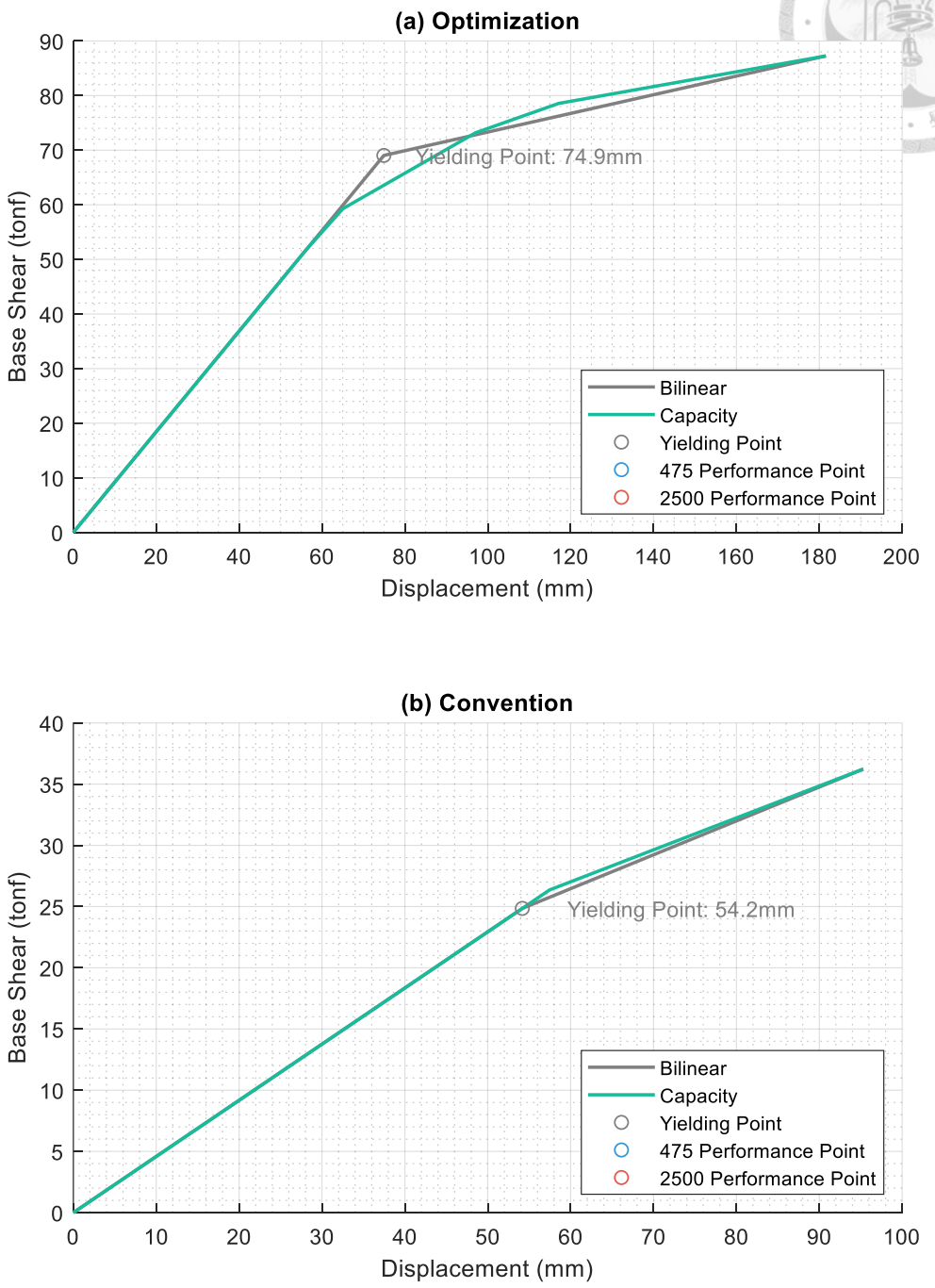
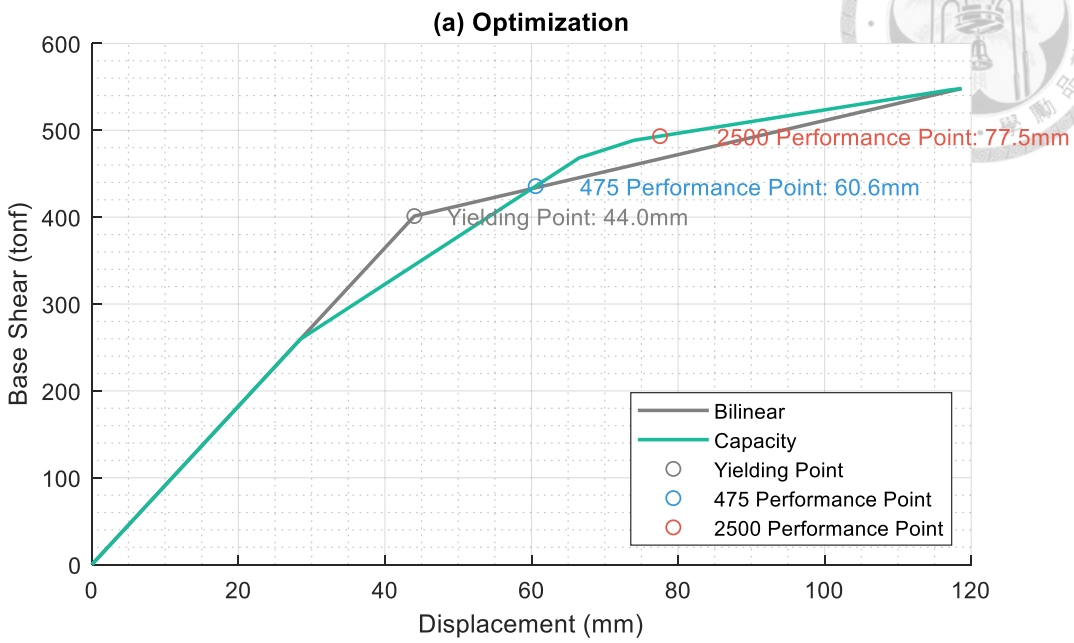


圖 5.33 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



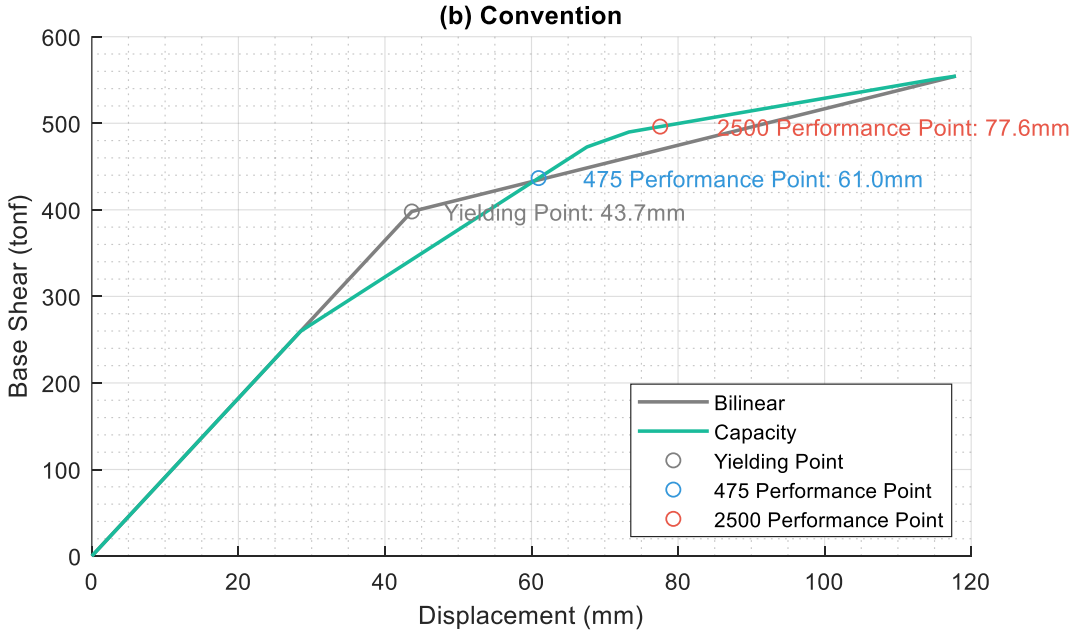
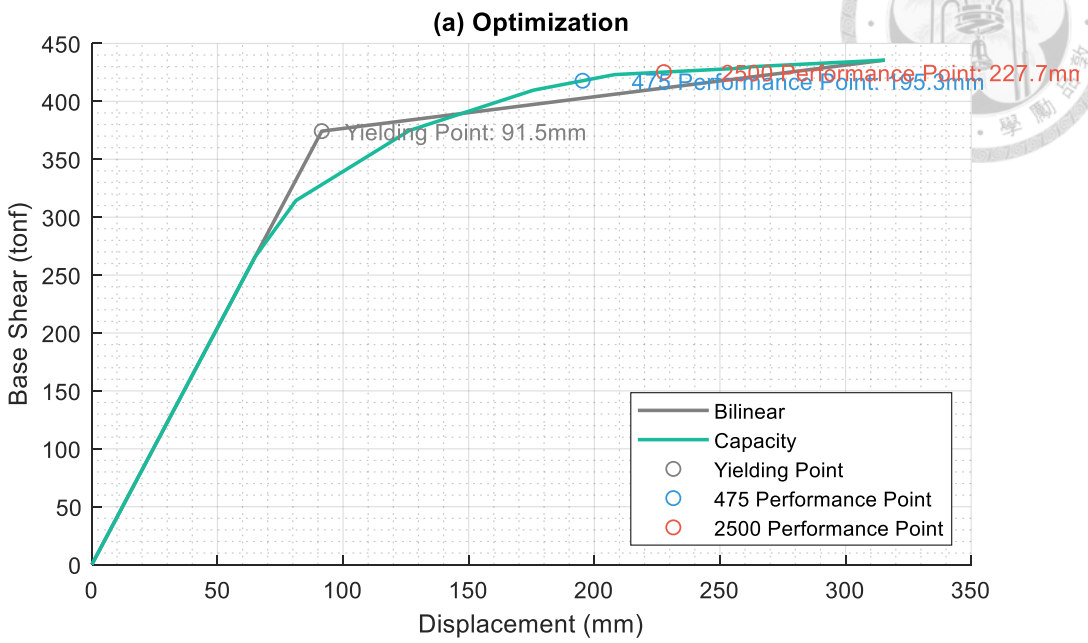


圖 5.34 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



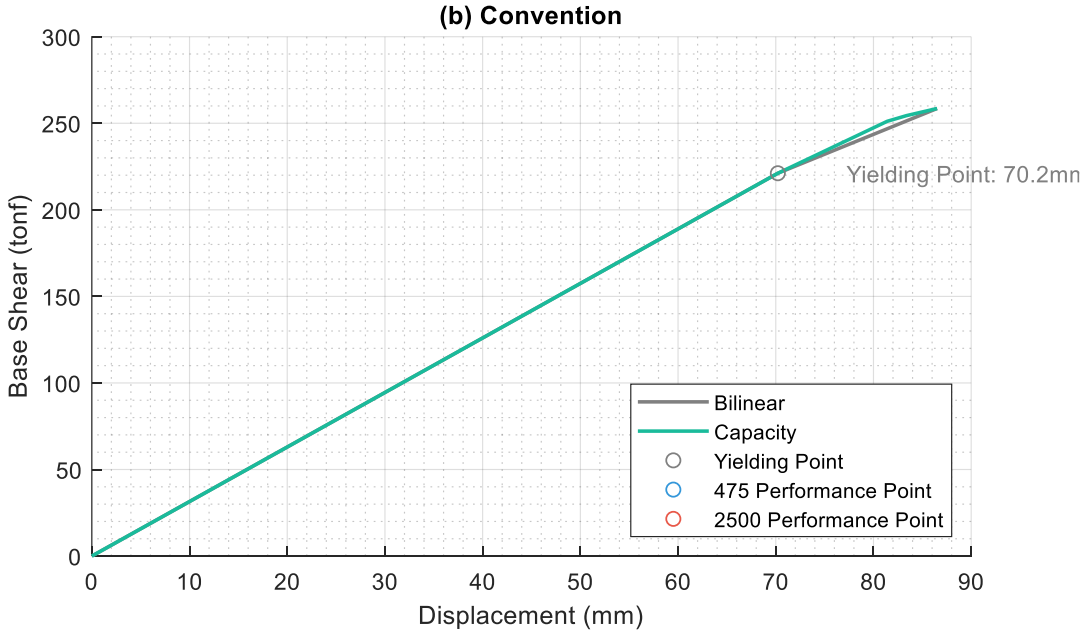
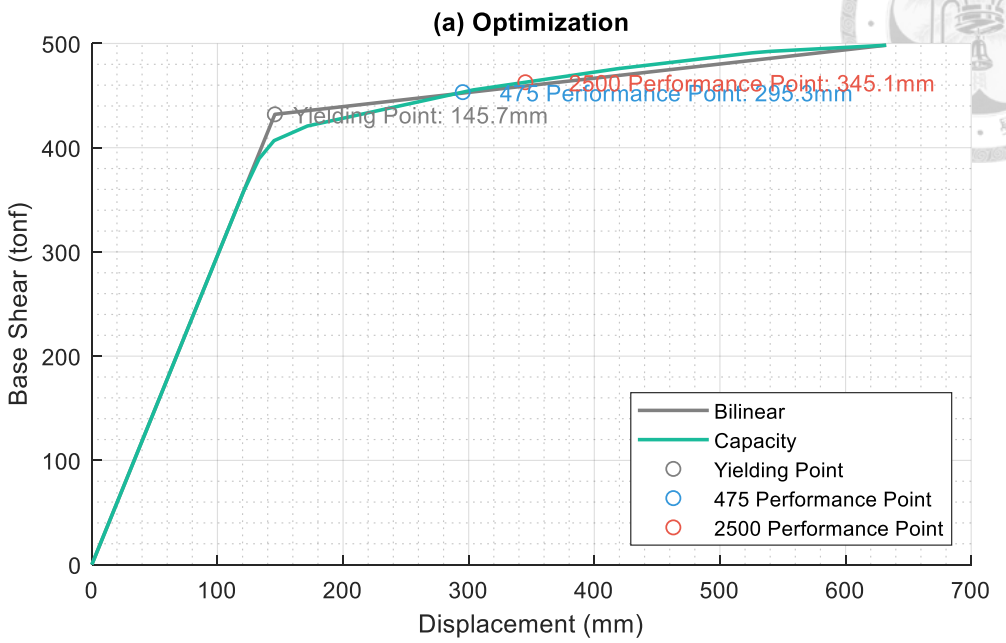


圖 5.35 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072



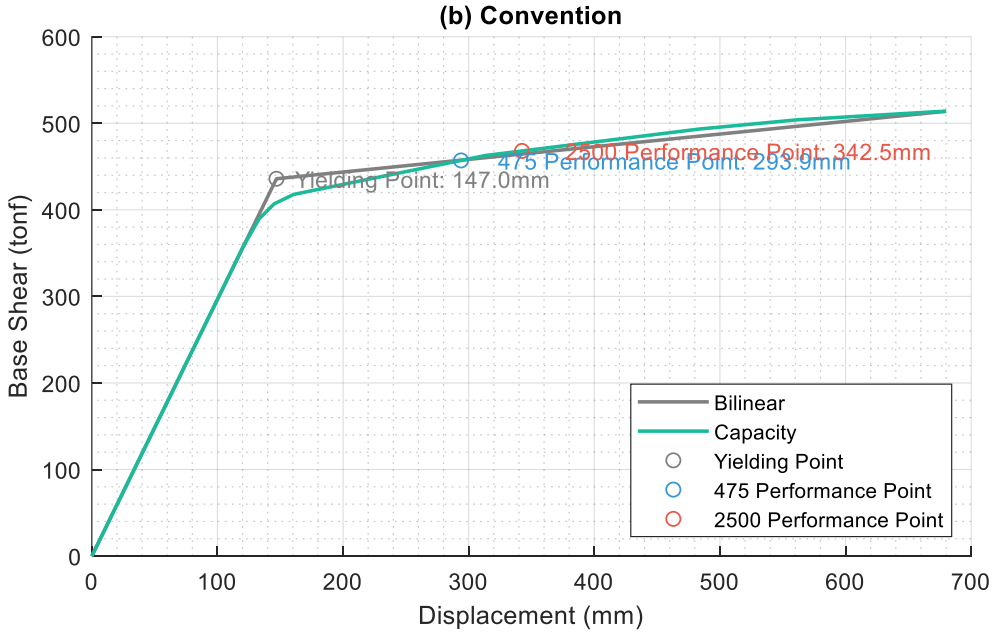


圖 5.36 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓構架之側推容量曲線，(a)最佳化配筋(b)現行配筋。側向力分佈型式採模態以質量參與比例加權疊加之分佈型式給定。

doi:10.6342/NTU201902072

5.3.4.2 韌性容量檢核

多模態疊加法之韌性容量檢核如下表 5.3。於部分案例完全找不到性能績效點，因此不符合建築物耐震設計規範及解說 (內政部, 2011)之規定 $R_a \le 3, R \le 4$。另外其使用之韌性值也相較前兩種方法多，且桃園縣平鎮市 12 層樓構架最佳化配筋之韌性值符合規範要求，但現行配筋卻連性能績效點都無法找到，此為較不合理處。

表 5.4　各案例韌性容量檢核結果。

	現行配筋		最佳化配筋	
	Ra	R	Ra	R
宜蘭縣蘇澳鎮、梁長 6 米、4 層樓	2.71	-	2.92	-
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、4 層樓	-	-	-	-
桃園縣蘆竹鄉、梁長 12 米、4 層樓	1.4	1.78	1.38	1.76
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、12 層樓	-	-	2.13	2.49
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、20 層樓	2	2.33	2.03	2.37

5.3.5　非線性側推分析方法比較

將以上三種非線性側推分析方法比較如下表 5.5。比較其韌性值可發現，模態側推分析方法，相較於 ATC-40 僅考慮第一模態的方法，於中高樓層可得較為保守之韌性值。但第二種考慮高模態之模態疊加法相較於前兩者較為不穩定，可能產生不合理之結果，因此本研究不建議僅採用此方法。

表 5.5　三種非線性側推分析方法比較。

	ATC-40				Modal Pushover Analysis				Multi-Modes Combination			
	現行配筋		最佳化配筋		現行配筋		最佳化配筋		現行配筋		最佳化配筋	
	R_a	R	R_a	R	R_a	R	R_a	R	R_a	R	R_a	R
宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓	2.73	3.42	2.81	3.53	2.74	3.43	2.82	3.54	2.71	-	2.92	-
桃園縣平鎮市 4 層樓	1.35	1.52	1.34	1.51	1.41	1.59	1.4	1.58	-	-	-	-
桃園縣蘆竹鄉 4 層樓	1.24	1.66	1.25	1.66	1.28	1.7	1.27	1.71	1.4	1.78	1.38	1.76
桃園縣平鎮市 12 層樓	1.92	2.28	2.08	2.44	2.2	2.58	2.32	2.72	-	-	2.13	2.49
桃園縣平鎮市 20 層樓	1.44	1.63	1.5	1.71	1.88	2.11	1.87	2.1	2	2.33	2.03	2.37

doi:10.6342/NTU201902072

5.4 非線性動力歷時分析結果

本節將 11 筆地震歷時調整至設計地震與最大考量地震之強度等級，進行非線性動力歷時分析，並檢核層間位移角是否分別小於 1.5%(千分之五乘以容許韌性容量 3) 與 2%(千分之五乘以韌性容量 4)。

5.4.1 塑鉸分佈

由於設計地震與最大考量地震之強度等級之動力歷時分析，產生之塑鉸相似，因此本文僅收入桃園縣平鎮市 4 層樓(地震力與梁長皆介於中央)之案例(圖 5.38 至圖 5.41)，觀察產生的塑鉸分佈可發現相較於非線性靜力分析可能由中央先產生塑鉸不同，動力歷時分析之塑鉸皆由兩端逐漸發展至中央，且其端部產生之轉角相較於中央大(圖 5.37)。

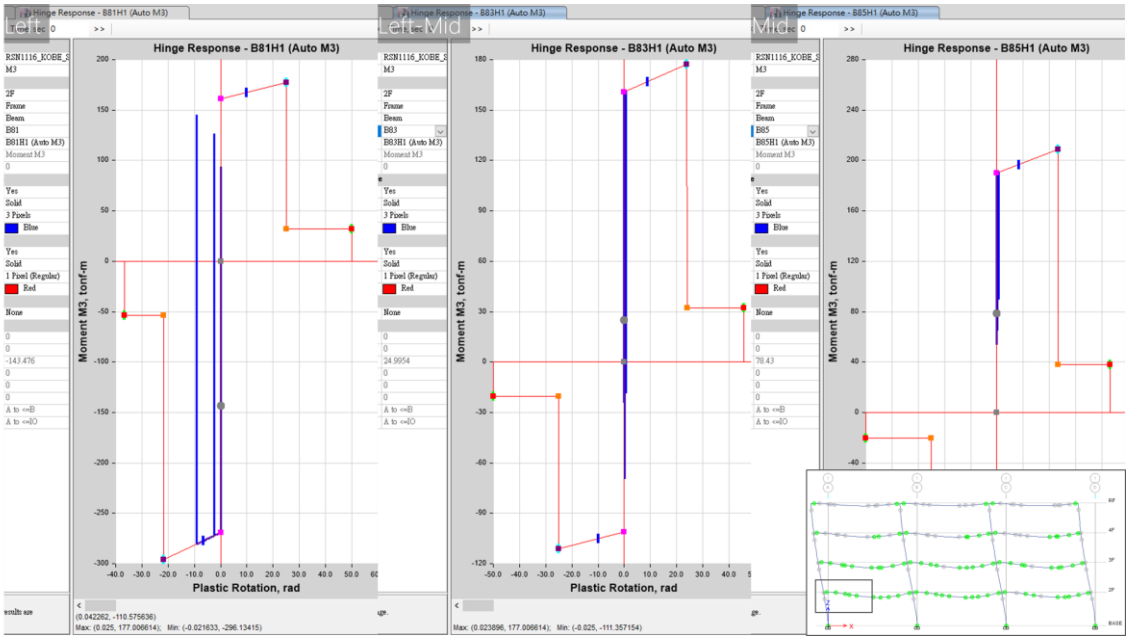


圖 5.37 由左端至左端中央之塑鉸轉角使用量。

doi:10.6342/NTU201902072

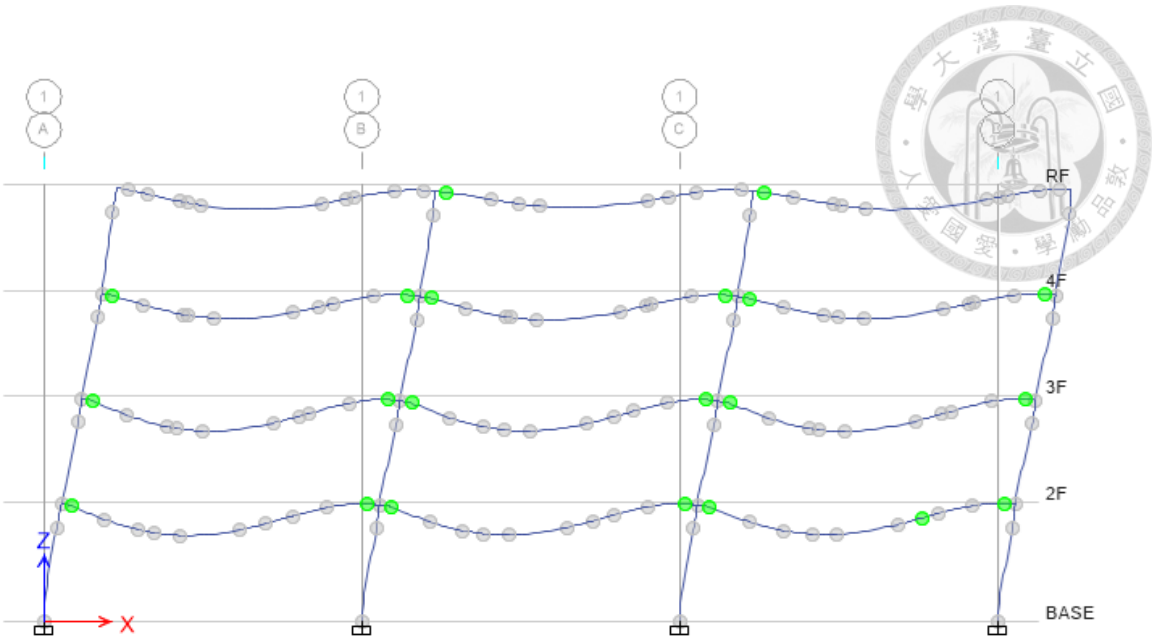


圖 5.38 桃園縣平鎮市 4 層樓構架，最佳化配筋，於設計地震之塑鉸分佈。

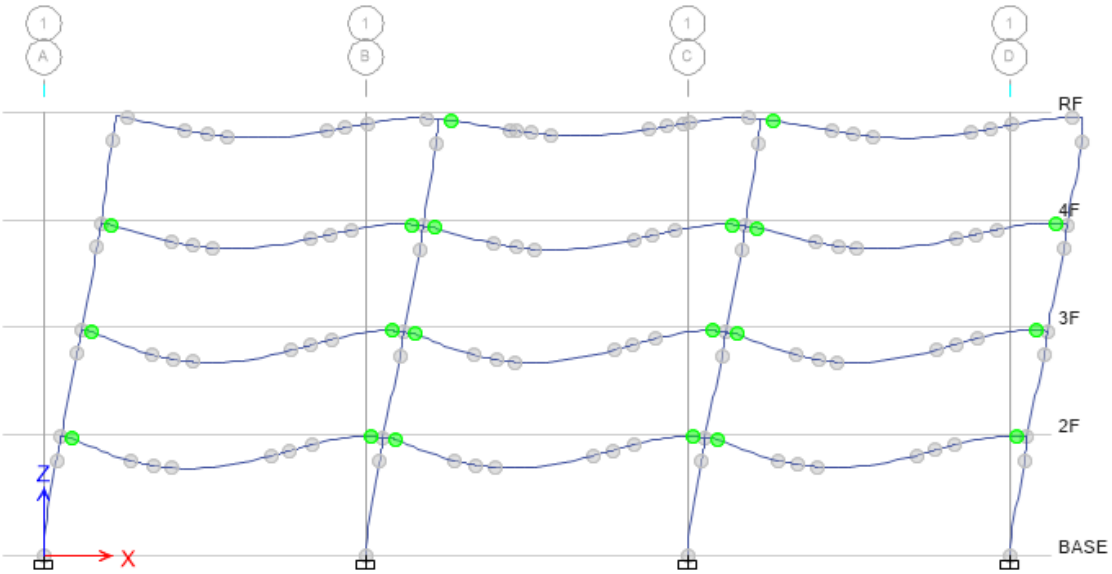


圖 5.39 桃園縣平鎮市 4 層樓構架，現行配筋，於設計地震之塑鉸分佈。

doi:10.6342/NTU201902072

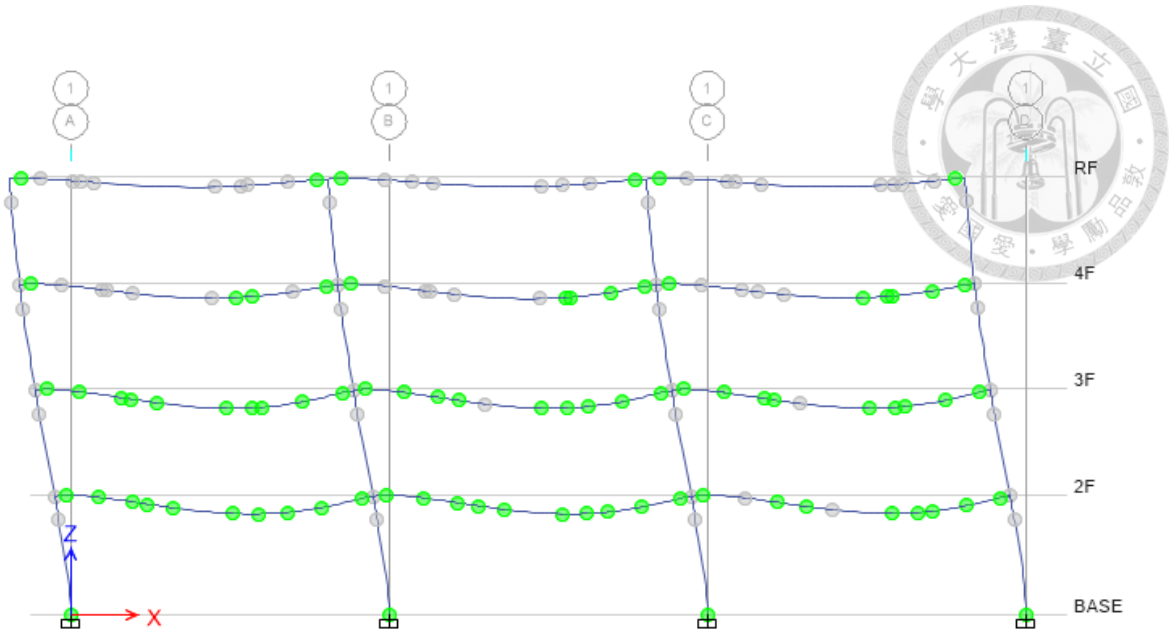


圖 5.40 桃園縣平鎮市 4 層樓構架，最佳化配筋，於最大考量地震之塑鉸分佈。

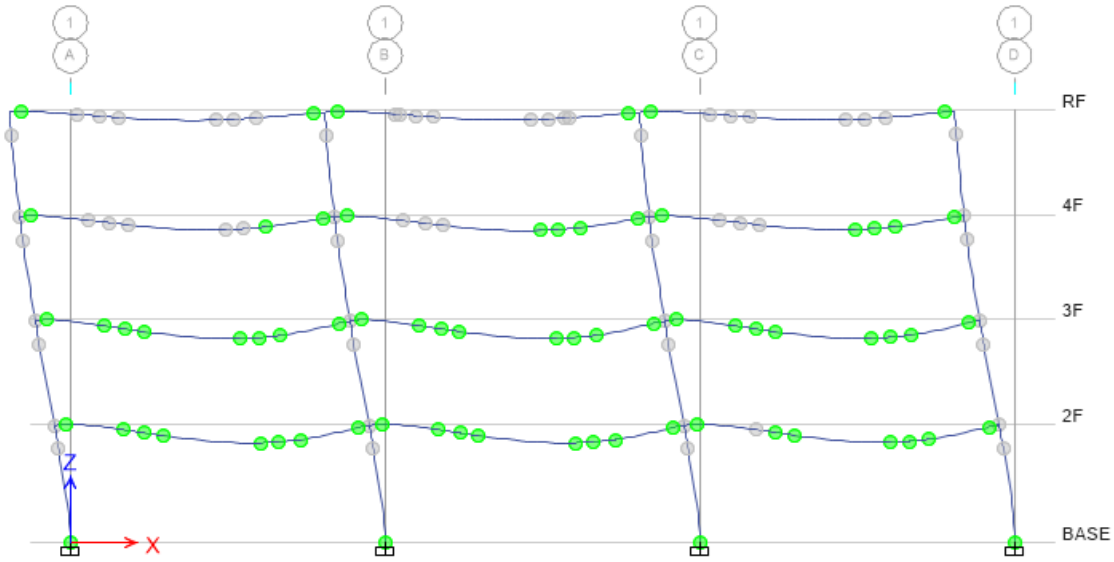


圖 5.41 桃園縣平鎮市 4 層樓構架，現行配筋，於最大考量地震之塑鉸分佈。

doi:10.6342/NTU201902072

5.4.2 層間位移角檢核

若檢視動力歷時分析最佳化配筋與現行配筋之最大層間位移角，可發現兩者幾乎沒有差異。並且於設計地震與最大考量地震，層間位移角皆分別小於 1.5% 與 2%。至於 20 層樓構架之所以會產生兩個極值，是因為於高樓層有縮減斷面尺寸，造成高層層之層間位移較大。

doi:10.6342/NTU201902072

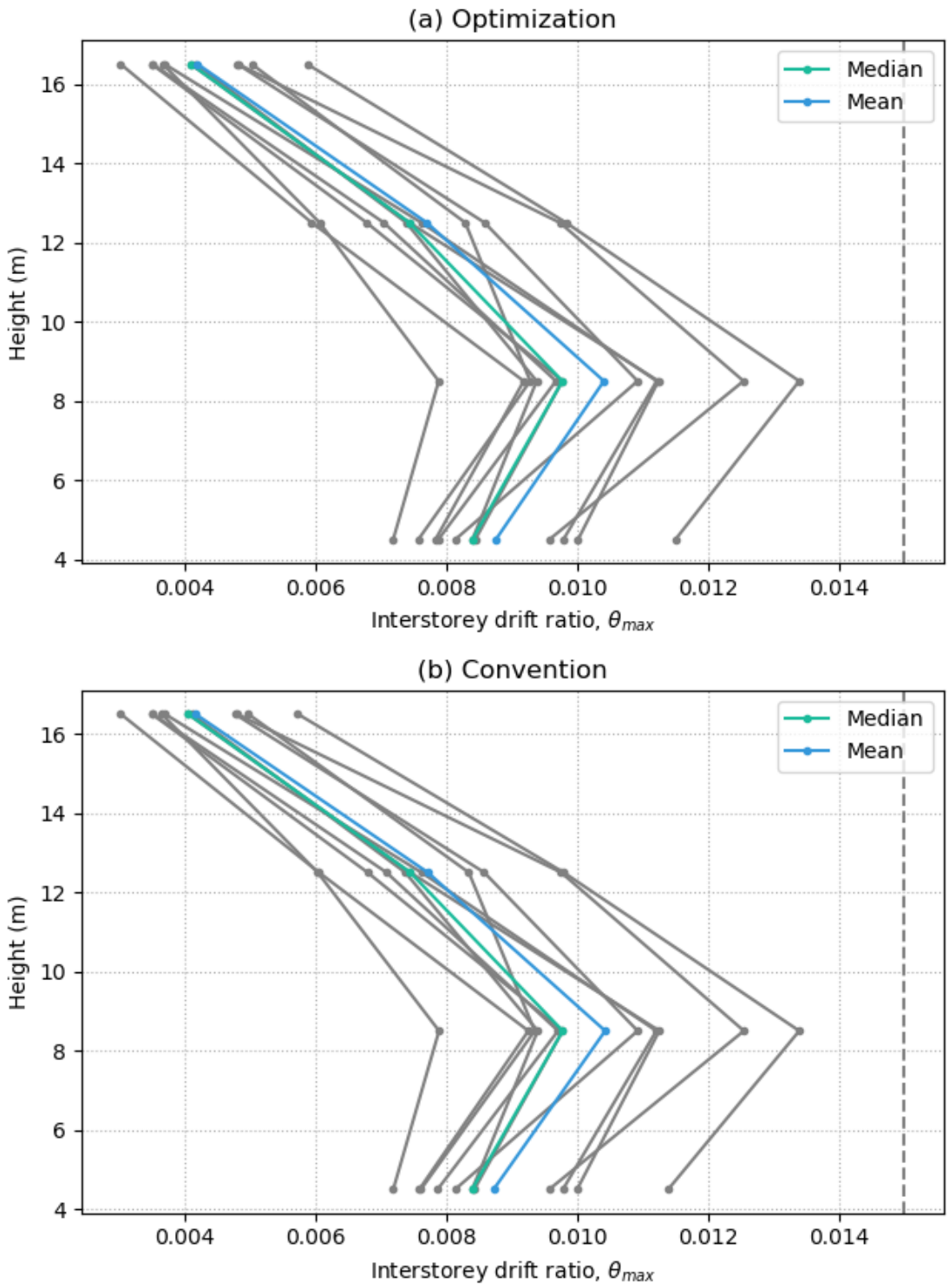


圖 5.42 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，於設計地震等級之最大層間位移角 (a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

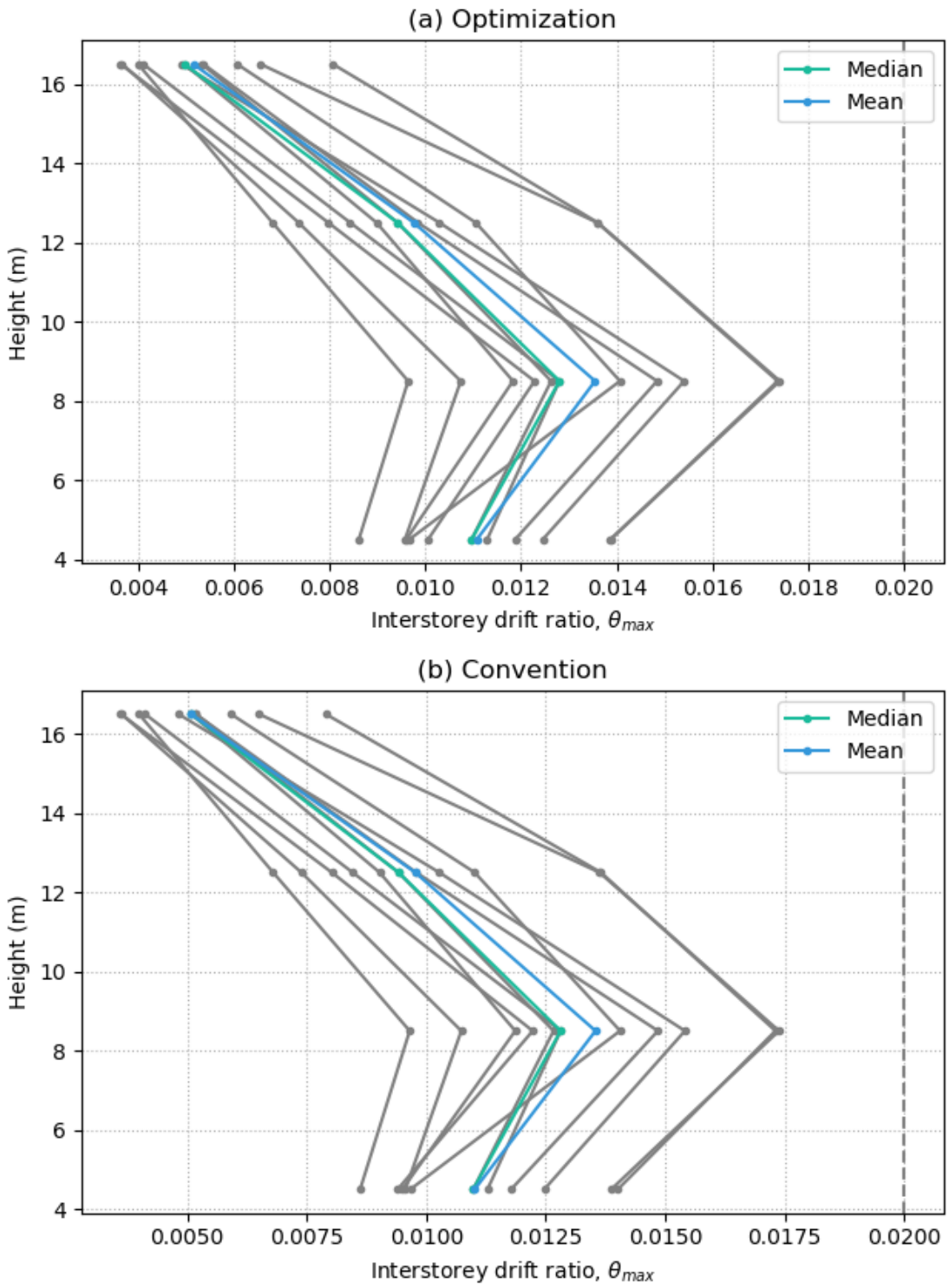


圖 5.43 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，於最大考量地震等級之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

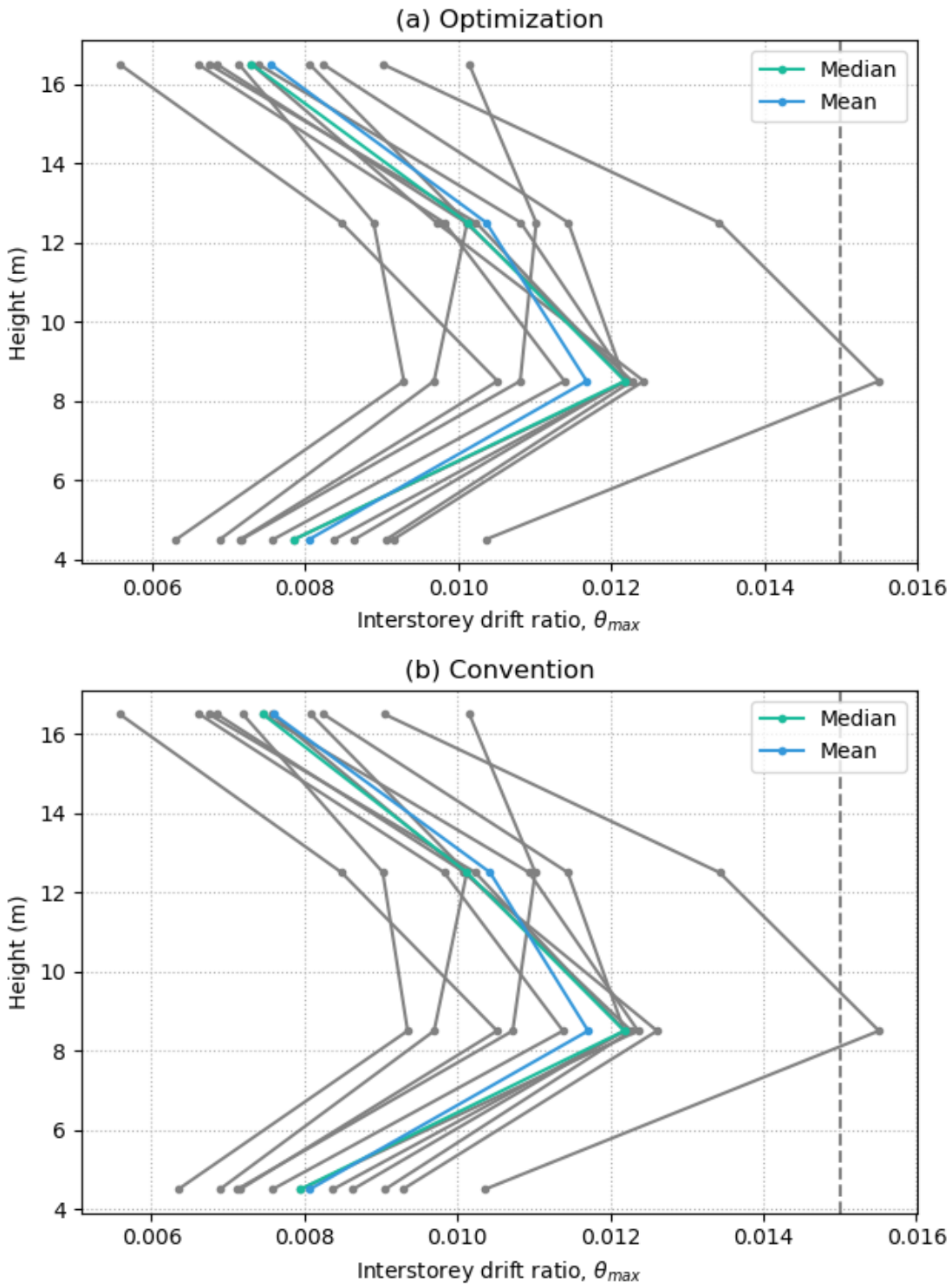


圖 5.44 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

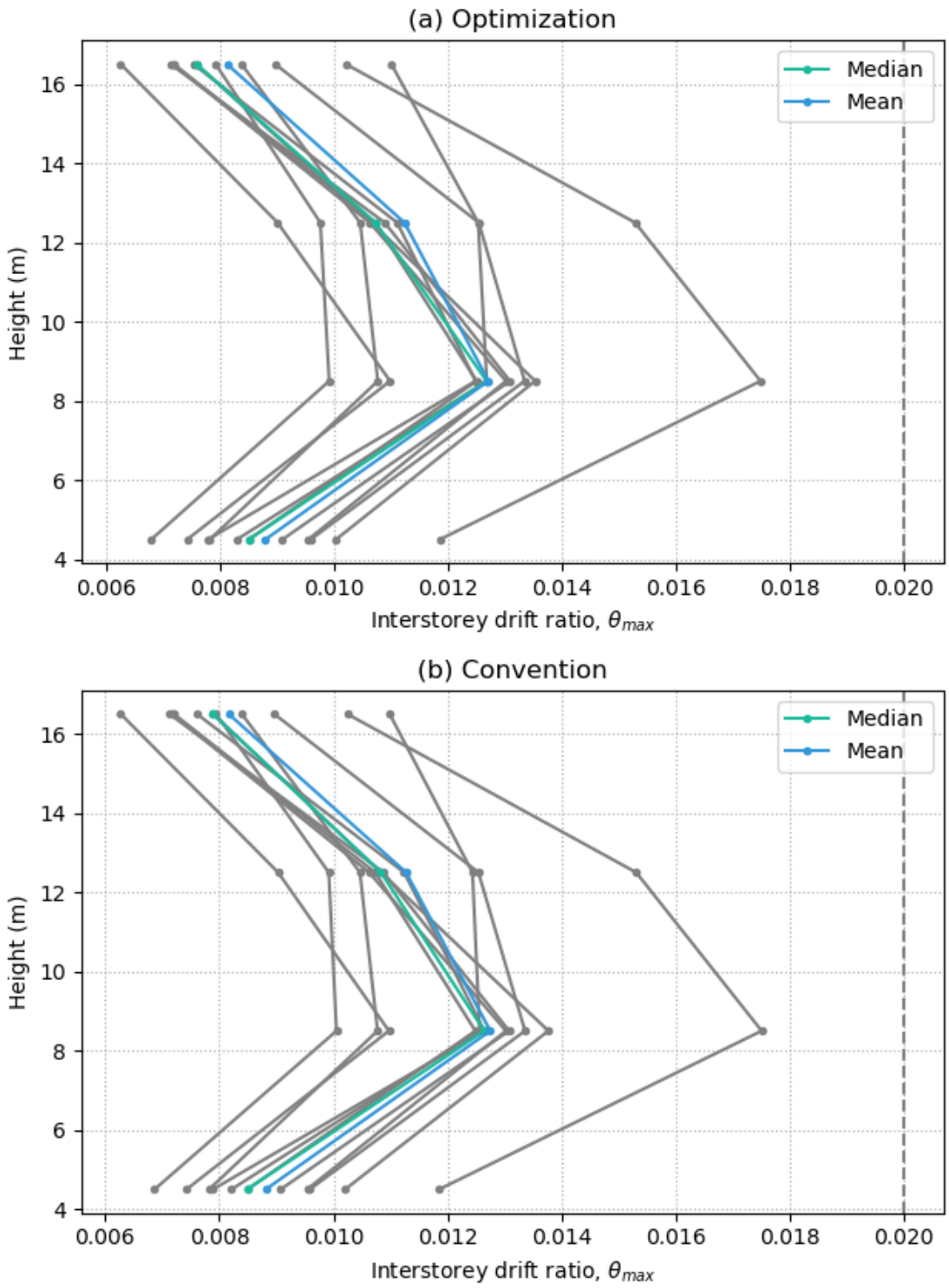


圖 5.45 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

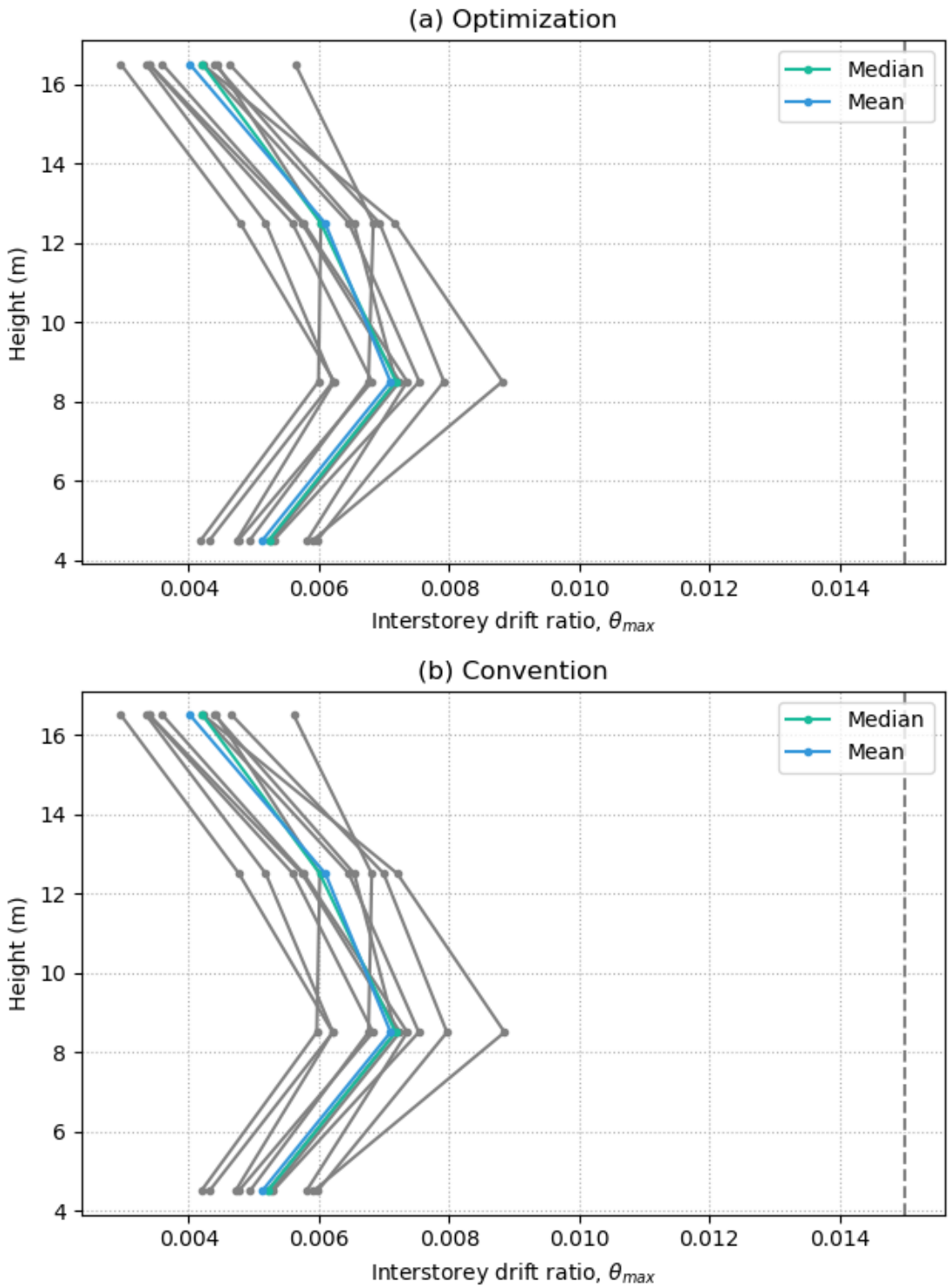


圖 5.46 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

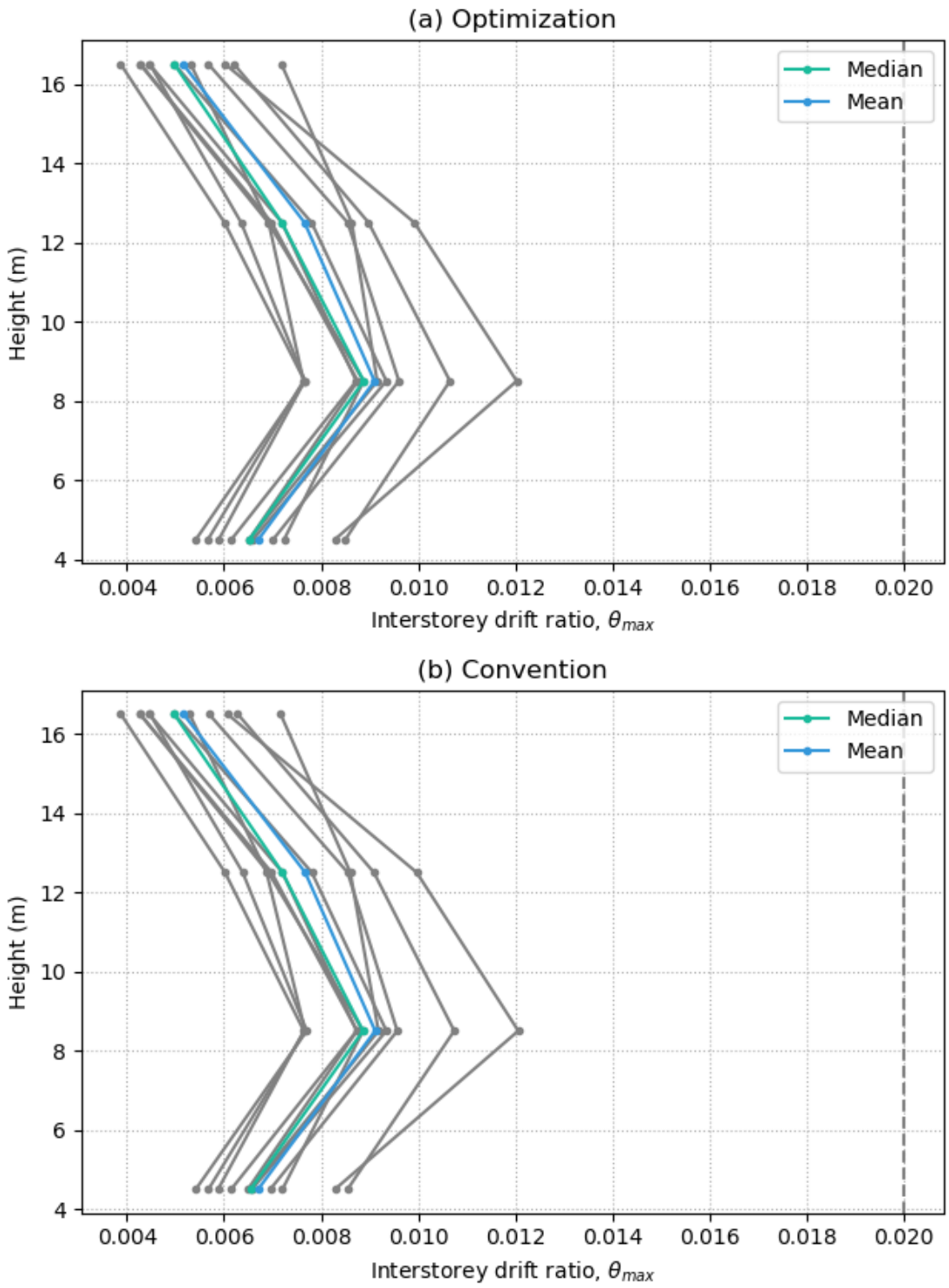


圖 5.47 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

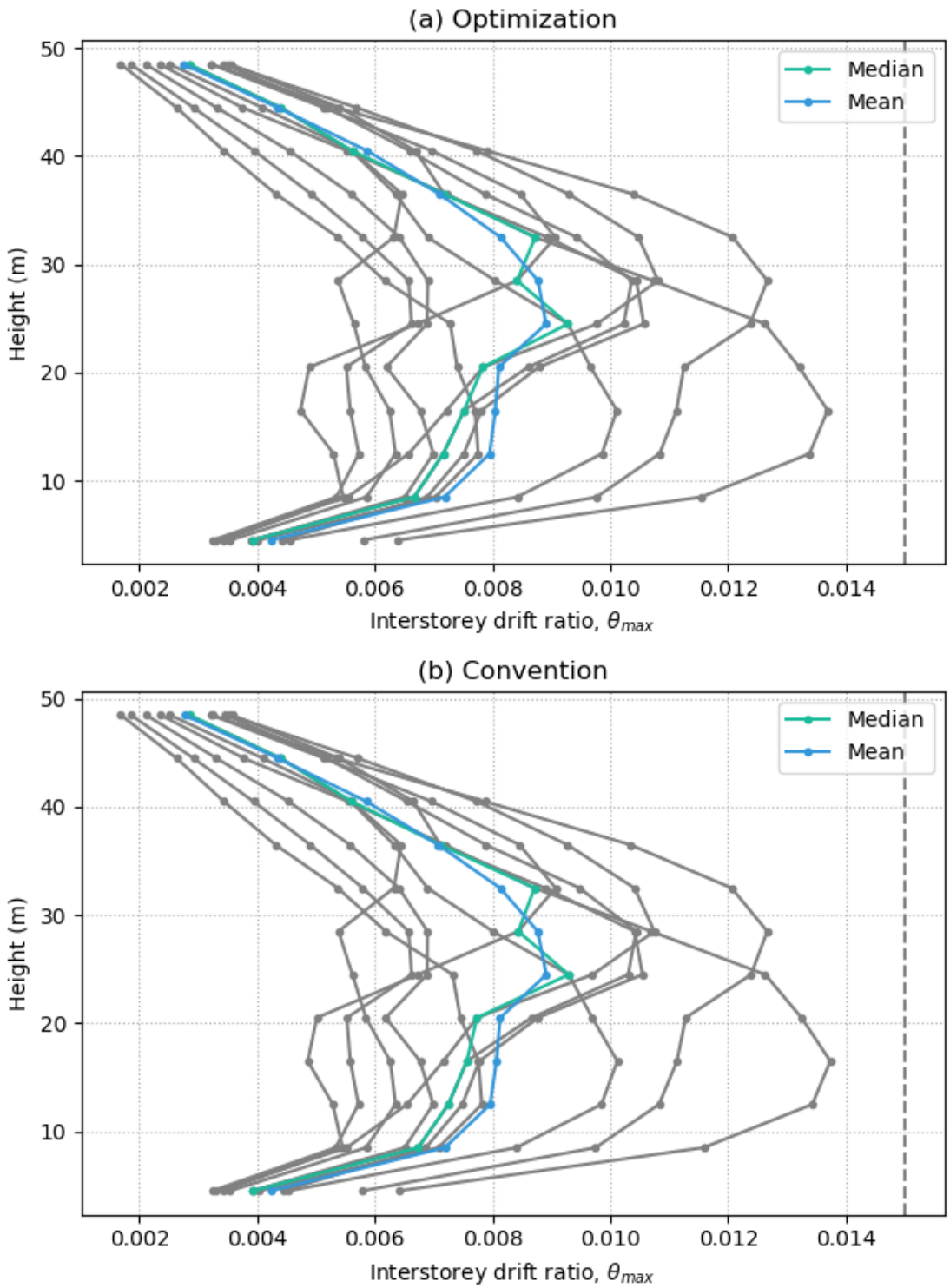


圖 5.48 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

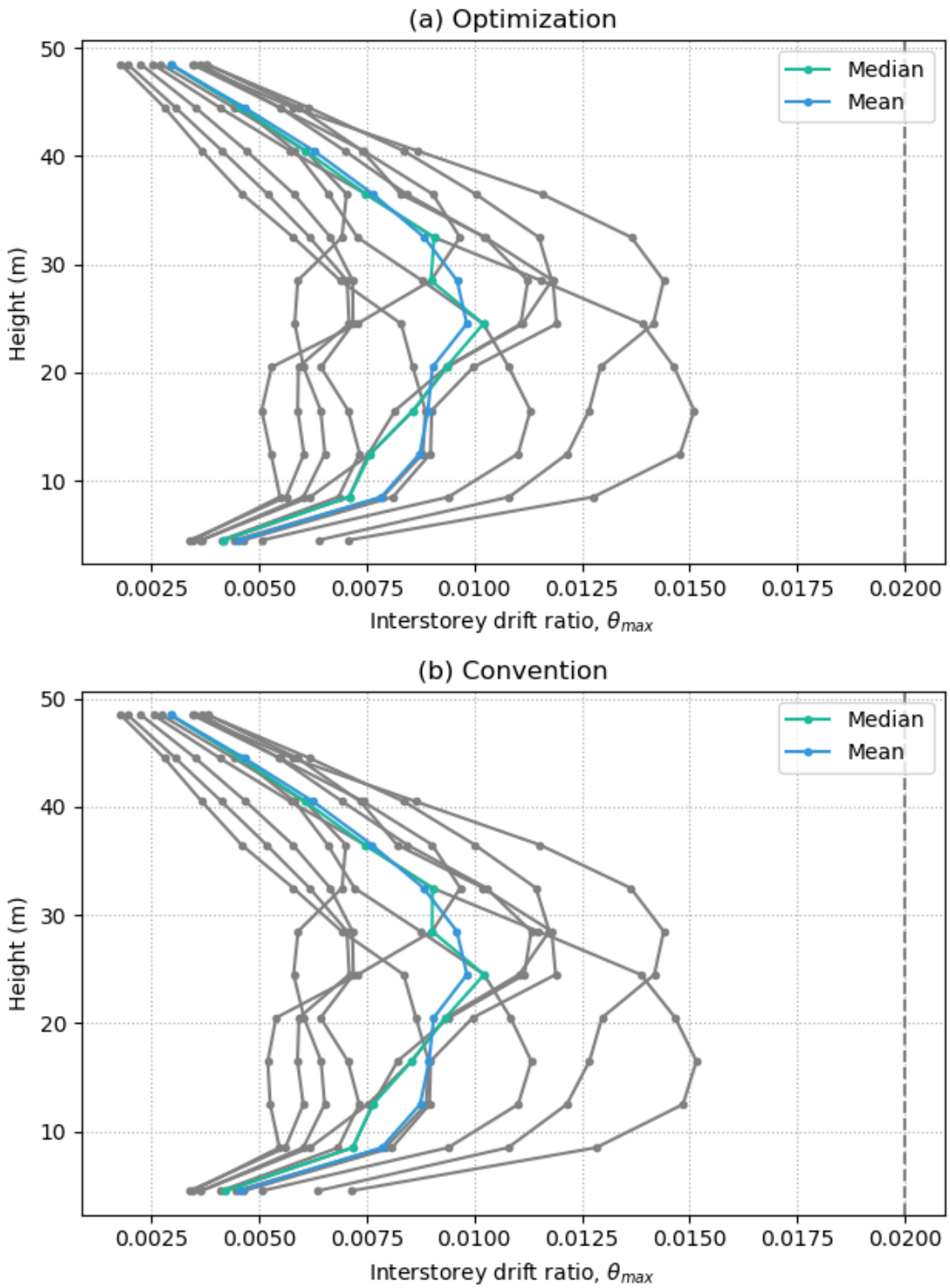


圖 5.49 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

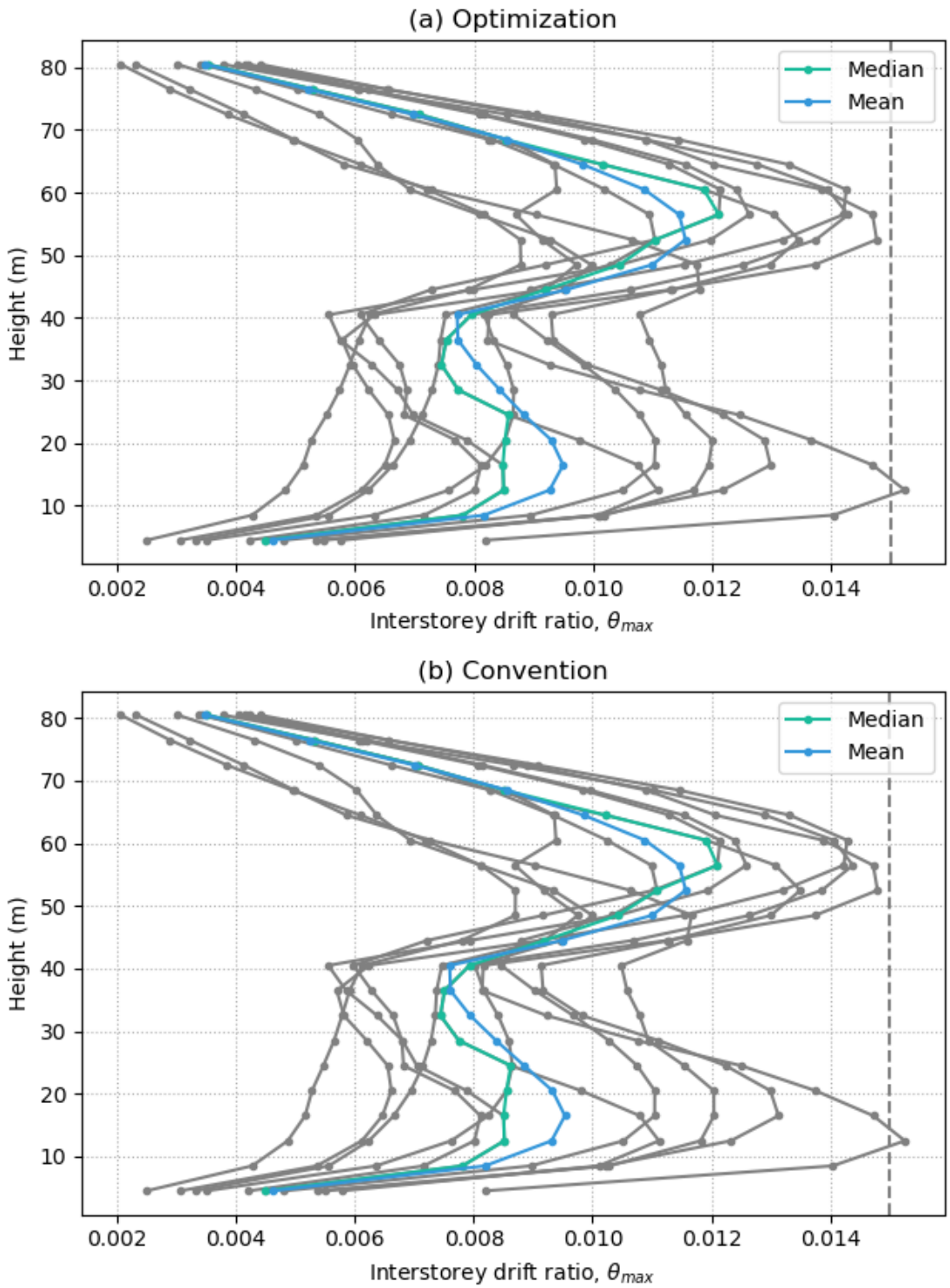


圖 5.50 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，於設計地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

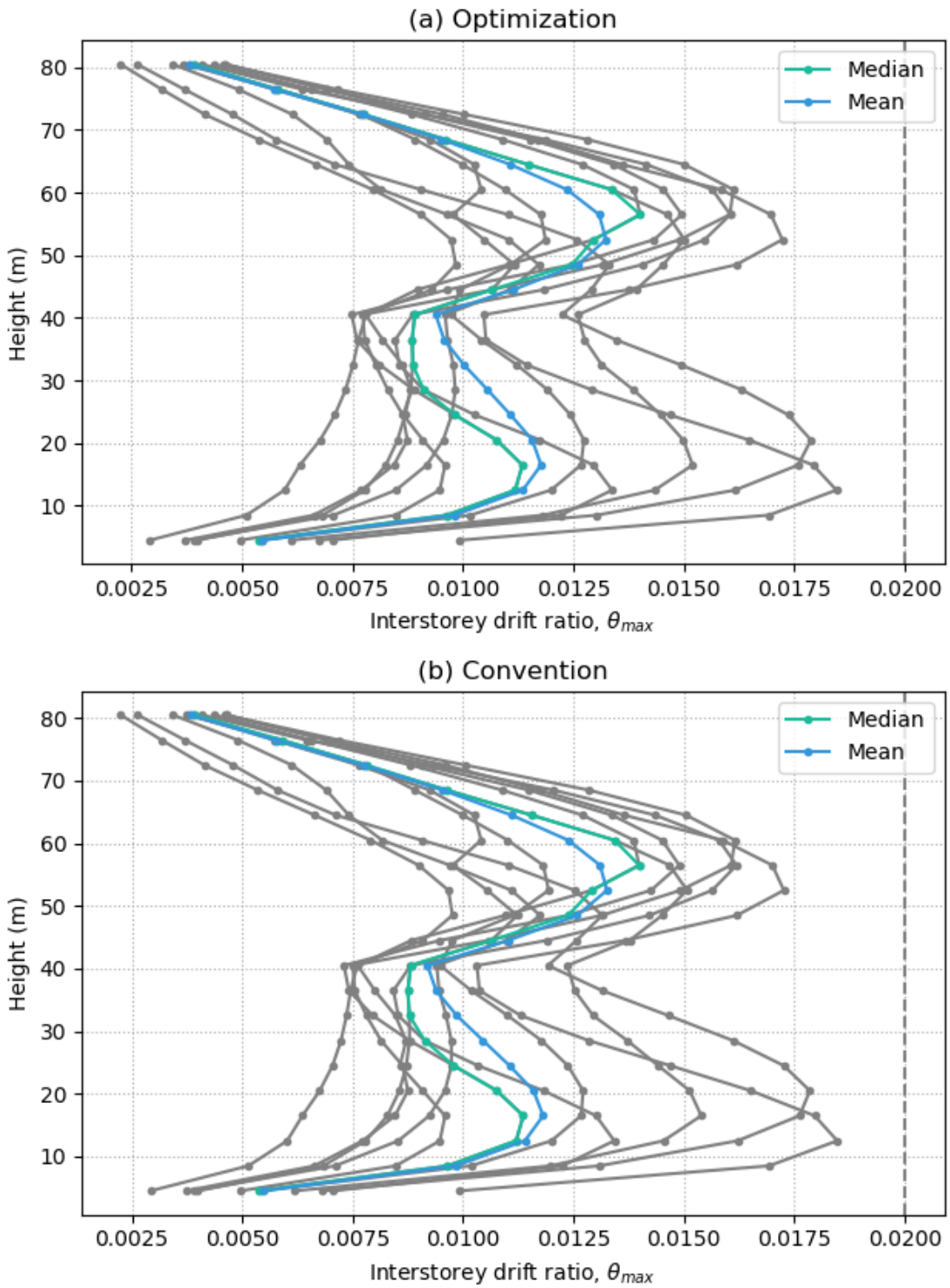


圖 5.51 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，於最大考量地震等級，作動力歷時分析之最大層間位移角(a)最佳化配筋(b)現行配筋。

doi:10.6342/NTU201902072

5.5 增量動力分析結果

5.5.1 增量動力分析與靜力側推分析比較

由於增量動力分析方法與非線性靜力側推分析的概念類似，因此可視為動力的側推分析。但若以增量動力分析(Vamvatsikos & Cornell, 2002)中的方法將側推容量曲線轉換座標，使非線性靜力分析彈性勁度與 IDA 曲線之彈性勁度相同，並與 IDA 曲線畫於同一張圖上，卻會發現 IDA 曲線遠較非線性靜力分析曲線高，造成非線性靜力與動力分析差異過大的疑惑(圖 5.52)，因此本研究進一步探討兩者於 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 座標下差異較大之原因。

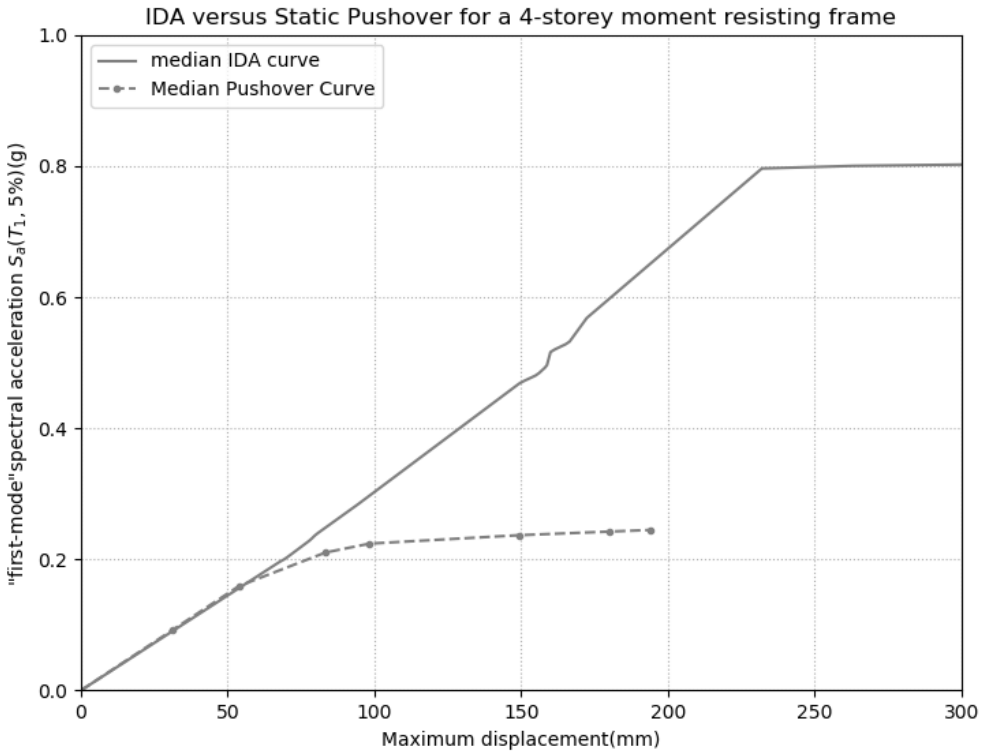


圖 5.52 桃園縣平鎮市 4 層樓構架，將側推容量曲線與 IDA 曲線之彈性勁度重合之 IDA 曲線與側推容量曲線。

doi:10.6342/NTU201902072

側推容量曲線將其基底剪力除以結構有效質量可得S_a，但本研究認為此S_a與$S_a(T_1,5\%)$應為不同的概念，因此進行反向的轉換，將 IDA 曲線轉換至側推容量曲線之座標$(\max\ displacement, base\ shear)$(圖 5.53)，此時側推容量曲線與 IDA 曲線之結果較為相近。

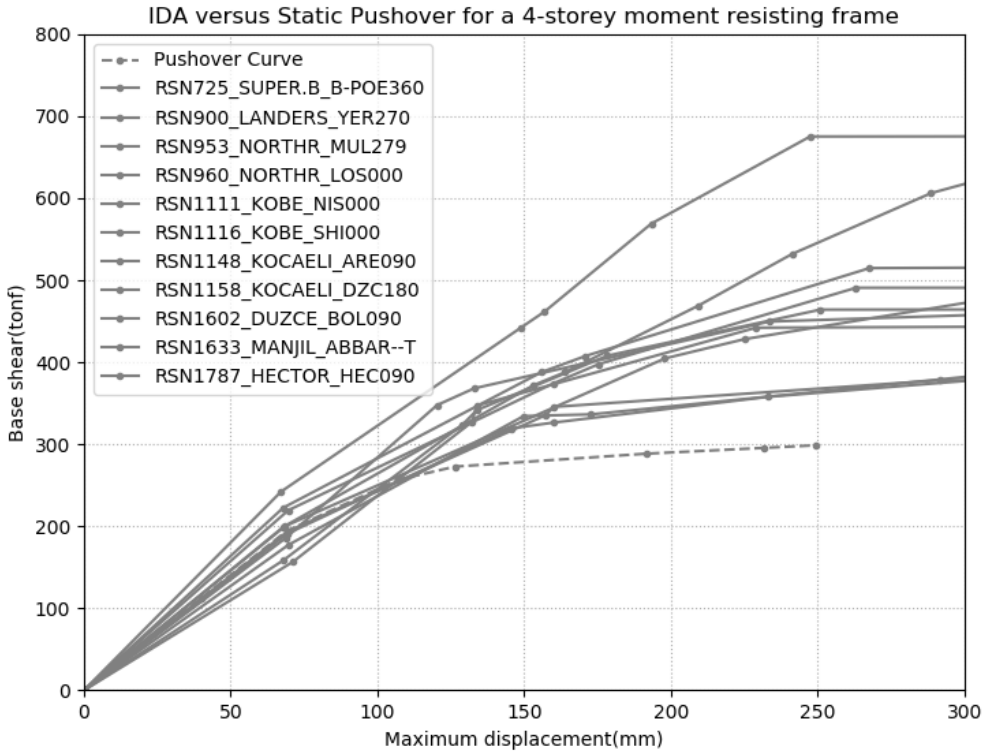


圖 5.53 將 IDA 曲線轉換至與側推容量曲線相同，即可發現兩者較為相近，且靜力側推分析較為保守。

但其實側推容量曲線亦可以 ATC-40 (ATC, 1996)之容量震譜法轉換至$S_a(T_1,5\%)$。其方法為地震歷時轉換為反應譜後以$S_a(T_1,5\%)$縮放不同大小得不同強度等級之需求反應譜，再以容量震譜法尋找每一強度等級反應譜與側推容量曲線之性能績效點，即可得地震歷時不同強度之$S_a(T_1,5\%)$與性能績效點之位移$\Delta_{性能績效點}$，最後將每一點相連即可將側推容量曲線轉換至$(\Delta_{\max}, S_a(T_1,5\%))$座標系

doi:10.6342/NTU201902072

統(圖 5.54)。此時兩者結果接近，但 IDA 曲線較側推容量曲線保守。

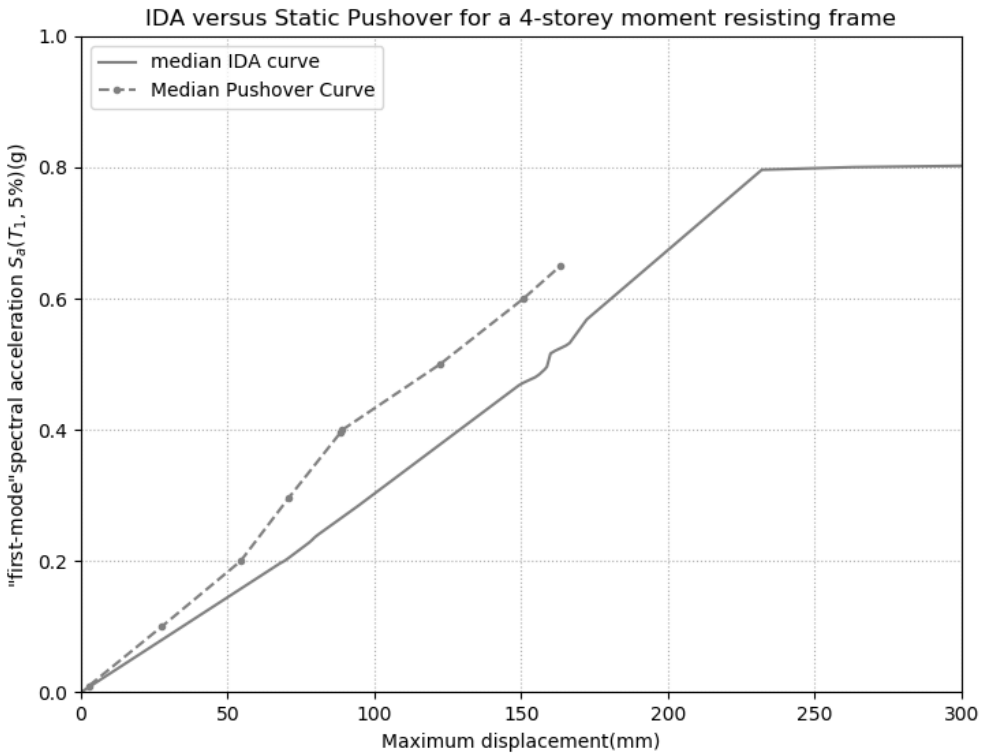


圖 5.54 以容量震譜法將側推容量曲線轉換至$\left(\Delta_{\max}, S_a\left(T_1, 5\%\right)\right)$，可發現兩者較為相近，但 IDA 曲線較為保守。

總結上述，$S_a\left(T_1, 5\%\right)$與S_a應為不同的概念，因此將側推容量曲線之S_a與$S_a\left(T_1, 5\%\right)$相疊會得到增量動力分析與非線性靜力分析差異較大之結論。

doi:10.6342/NTU201902072

5.5.2 增量動力分析結果

圖 5.55 至圖 5.59 為最佳化配筋與現行配筋 IDA 曲線。表 5.6 為結構物達極限狀態時(最大層間位移角 4%)之 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 值，可發現兩者於 50%(中位數)之值幾乎相同，甚至有時最佳化配筋會比現行配筋高，因此可知當結構物達極限狀態時，最佳化配筋耐震性能與現行配筋幾乎相同。

表 5.6 IDA 曲線 16%, 50%, 84%百分位數之結果。

	現行配筋			最佳化配筋		
	16%	50%	84%	16%	50%	84%
宜蘭縣蘇澳鎮、梁長 6 米、4 層樓	3	2.65	1.99	3	2.7	2.03
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、4 層樓	1.8	1	0.8	1.8	1.1	0.8
桃園縣蘆竹鄉、梁長 12 米、4 層樓	1.3	1.1	0.7	1.3	1.1	0.75
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、12 層樓	1.44	0.92	0.5	1.5	0.94	0.5
桃園縣平鎮市、梁長 9 米、20 層樓	1.33	0.81	0.51	1.28	0.81	0.57

doi:10.6342/NTU201902072

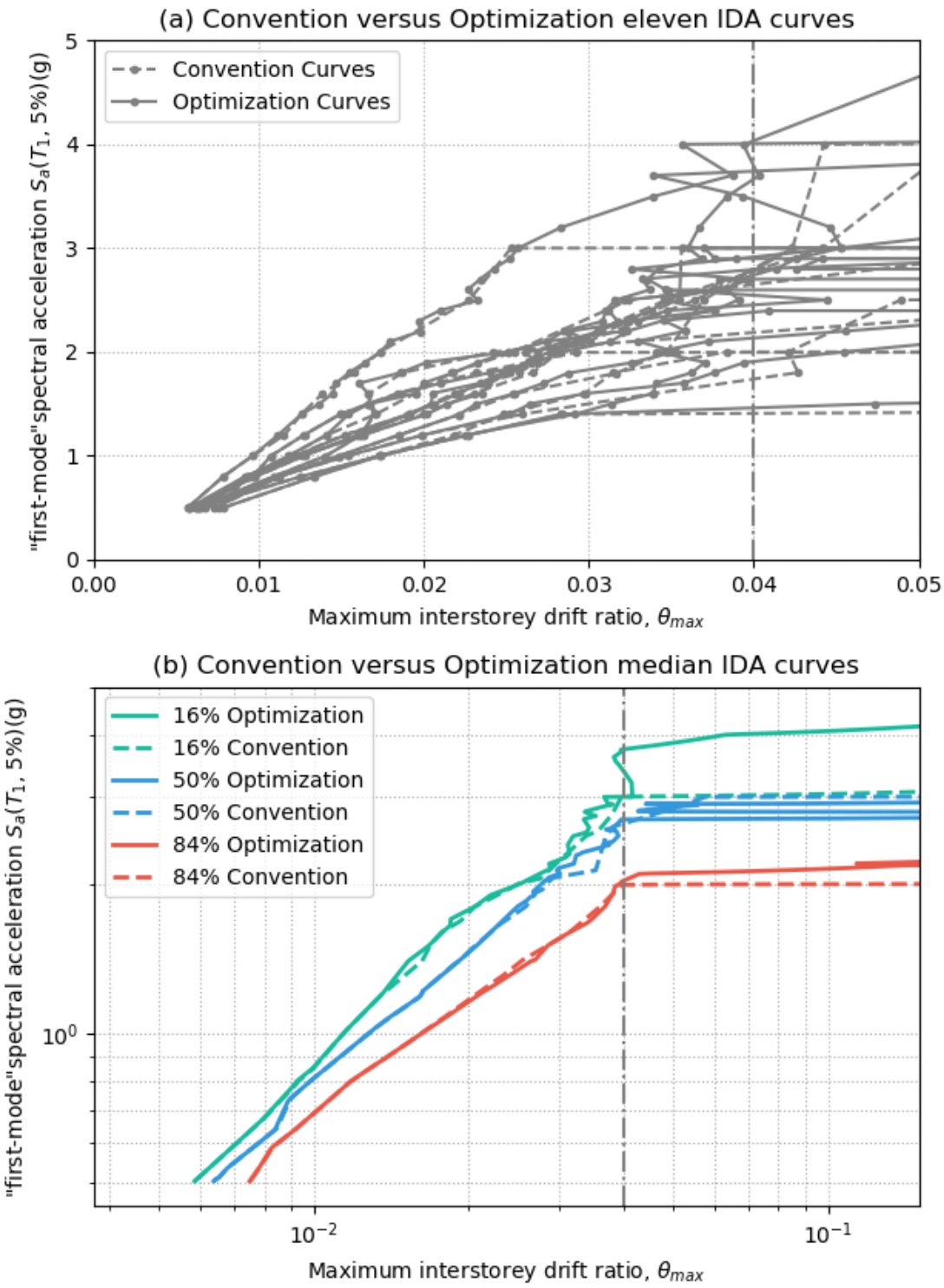


圖 5.55 座落於宜蘭縣蘇澳鎮 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(a)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(b)所有曲線於 log 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。

doi:10.6342/NTU201902072

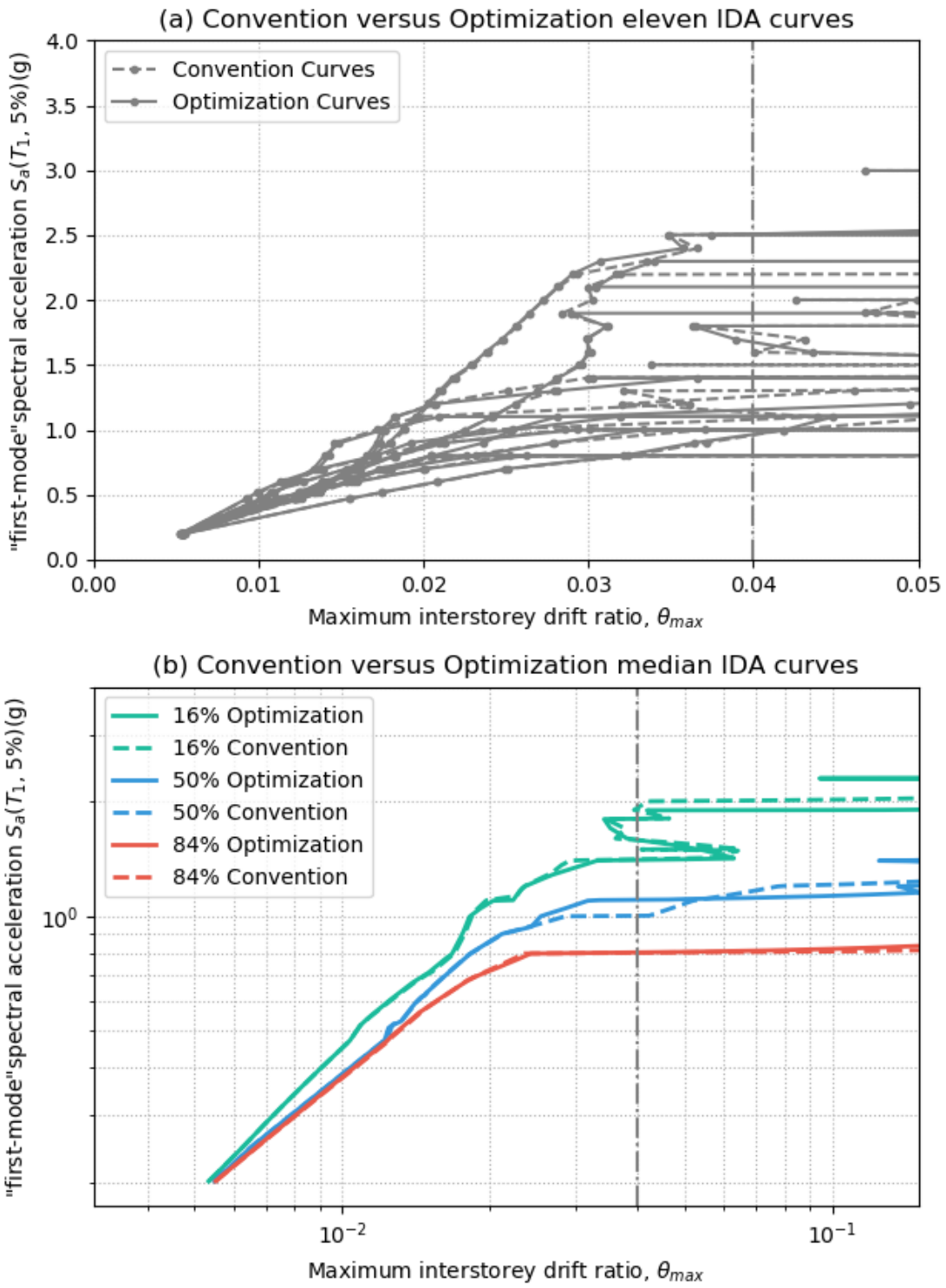


圖 5.56 座落於桃園縣平鎮市 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(a)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(b)所有曲線於 log 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。

doi:10.6342/NTU201902072

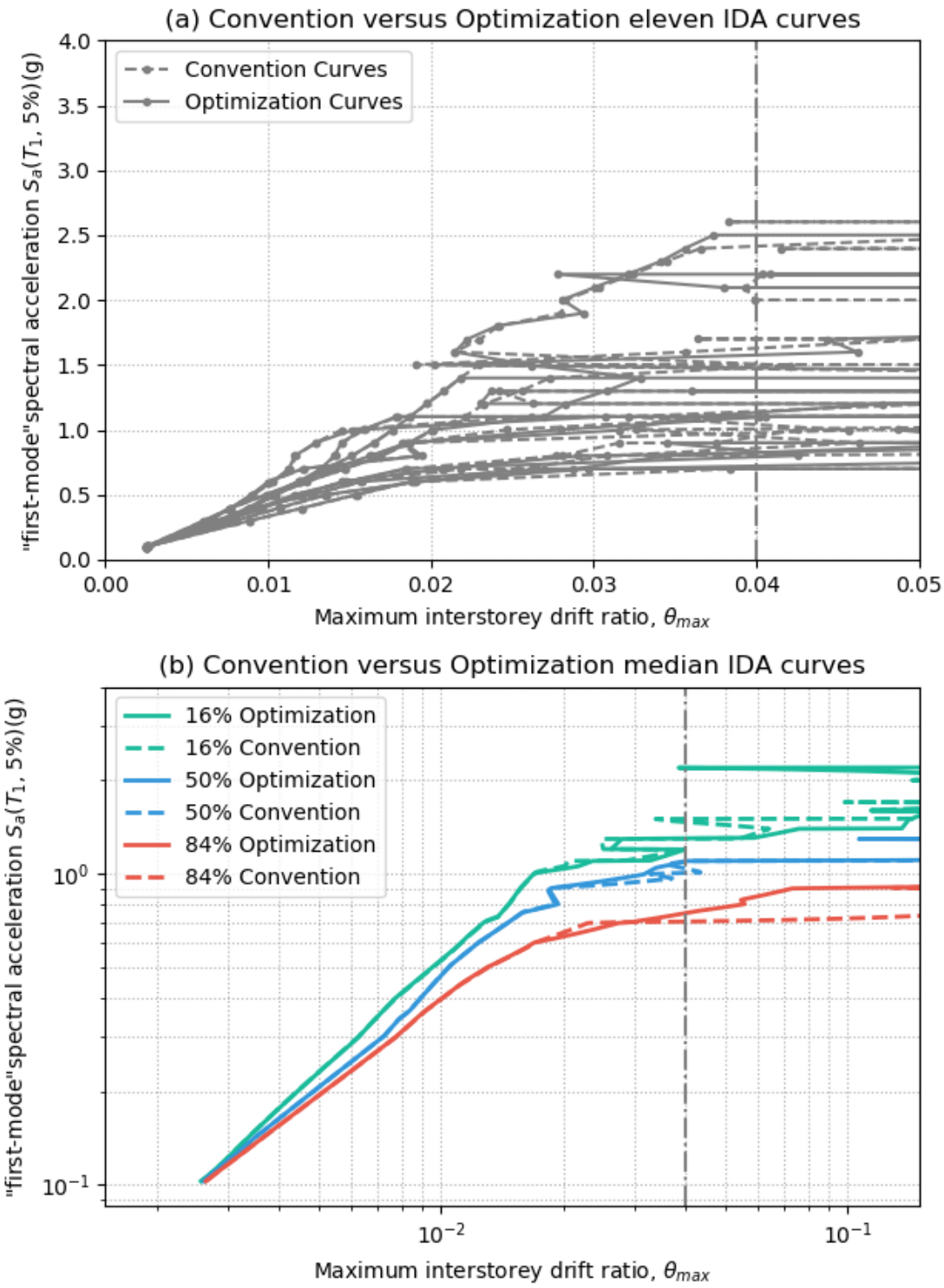


圖 5.57 座落於桃園縣蘆竹鄉 4 層樓之構架，增量動力分析之結果(a)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(b)所有曲線於 log 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。

doi:10.6342/NTU201902072

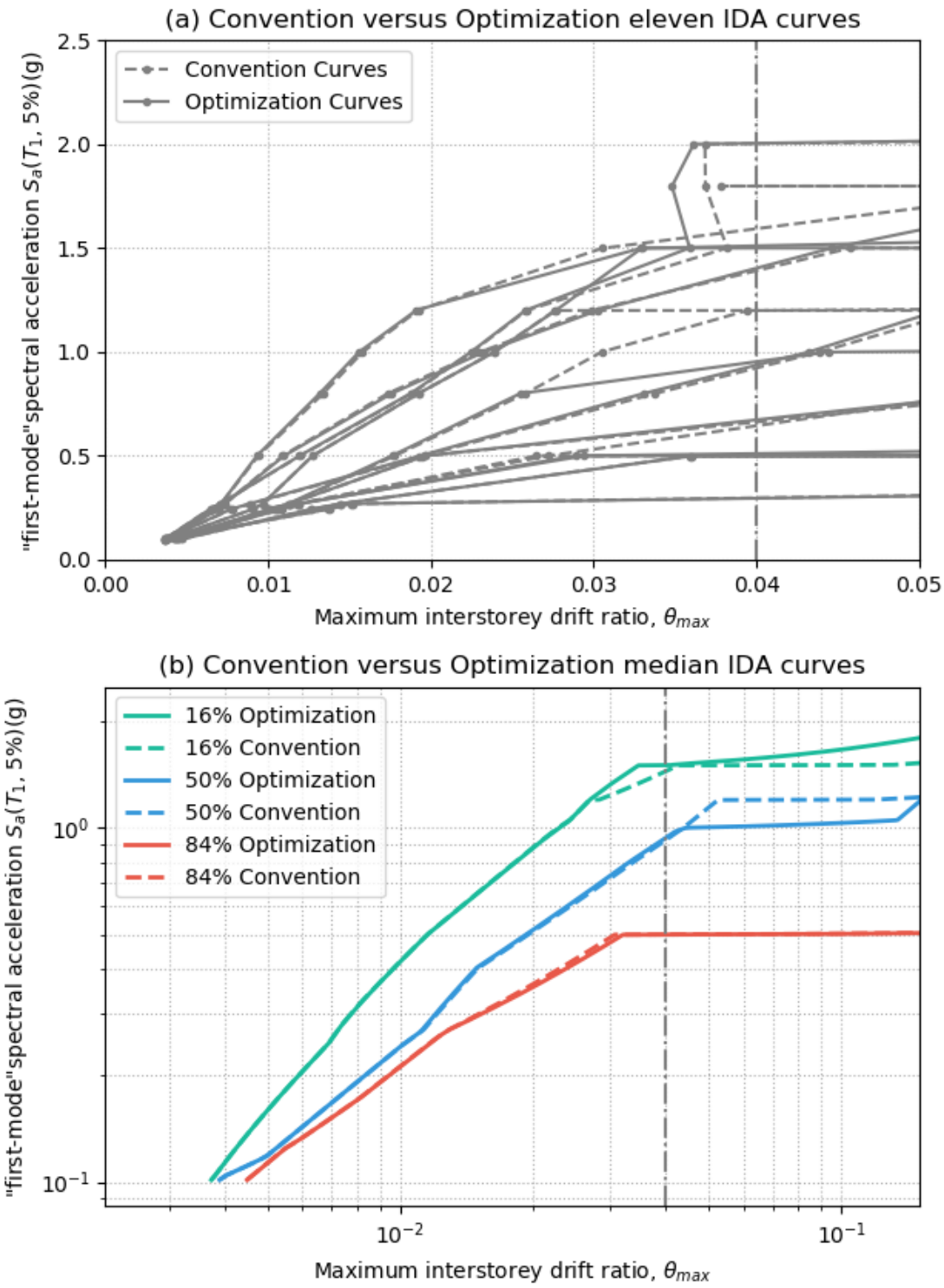


圖 5.58 座落於桃園縣平鎮市 12 層樓之構架，增量動力分析之結果(a)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(b)所有曲線於 log 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。

doi:10.6342/NTU201902072

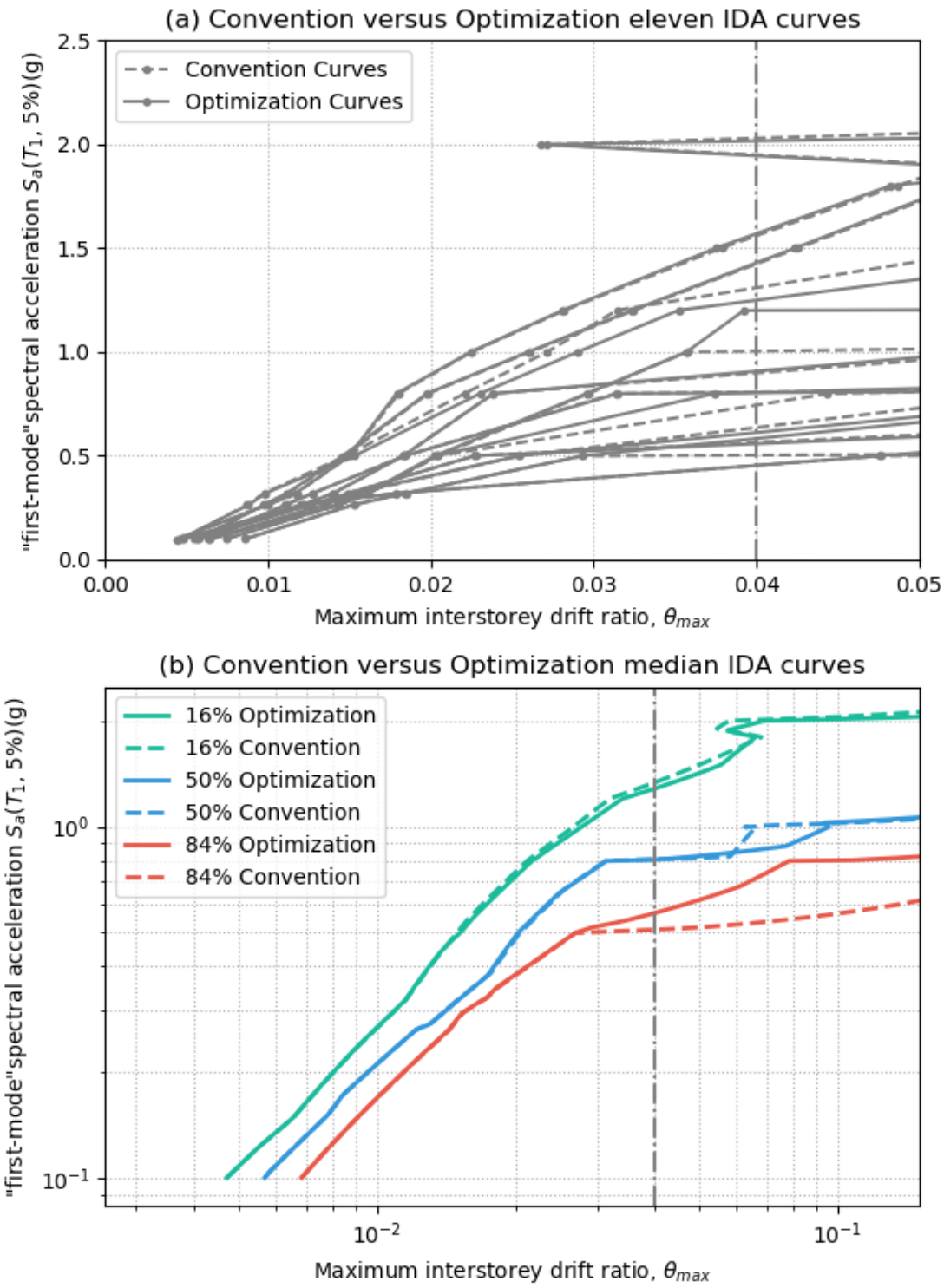


圖 5.59 座落於桃園縣平鎮市 20 層樓之構架，增量動力分析之結果(a)最佳化配筋與現行配筋 11 筆地震歷時結果(b)所有曲線於 log 座標下之(16%, 50%, 84%)百分位數之結果。

doi:10.6342/NTU201902072

5.6 小結

1. 最佳化配筋之數值驗證須於梁中央設定多個塑鉸點，以確實反映減少於中央之鋼筋用量。若最佳化配筋與現行配筋方法皆於中央設定多個塑鉸點，可發現兩者皆有機會於梁中央產生塑鉸，且非線性靜力分析可能於梁中央先產生塑鉸。
2. 非線性靜力側推分析的三種方法中，考慮高模態的多模態疊加分析方法不太穩定，於部分案例下無法產生合理的側推曲線。而另一考慮高模態之模態側推分析方法其分析結果較僅考慮第一模態之分析方法保守。且無論是最佳化配筋抑或是現行配筋方法皆符合規範之韌性容量要求。
3. 以設計地震與最大考量地震等級之地震歷時，進行非線性動力歷時分析。最佳化配筋與現行配筋方法之層間位移幾乎沒有差異。且非線性動力歷時分析之塑鉸產生順序與非線性靜力分析不同，由兩端逐漸產生至中央。
4. 增量動力分析方法(IDA)(Vamvatsikos & Cornell, 2002)中，轉換側推容量曲線座標與 IDA 曲線畫於同一張圖上，可觀察出側推容量曲線與 IDA 曲線於縱座標上差異過大。本研究認為這是由於兩者表示方式 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 與 S_a 之概念並不相同，因此不應將兩者畫於同一張圖上。而若將縱軸轉為基底剪力抑或是 $S_a\left(T_1,5\%\right)$，側推容量曲線與 IDA 曲線會較為接近。
5. 進行增量動力分析方法，無論是最佳化配筋抑或是現行配筋方法，其達臨界狀態時之 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 皆相近。
6. 以非線性靜力側推分析、非線性動力歷時分析與非線性增量動力分析，分析最佳化配筋之耐震性能與現行配筋方法的耐震性能近乎相同，且兩者皆符合規範限制。

doi:10.6342/NTU201902072

第六章 結論與建議

6.1 結論

最佳化配筋為將鋼筋妥善配置於鋼筋混凝土梁之方法。相較於現行配筋之鋼筋用量，最佳化配筋可使用較少之鋼筋用量即可達到設計需求強度。

本研究比較最佳化配筋與現行配筋之鋼筋配置的差異，以及探討影響最佳化配筋相較於現行配筋使用較少鋼筋用量之因素。以影響最佳化配筋效益的多種因素進行結構數值模型設計，量化不同因素對於最佳化配筋與現行配筋之鋼筋用量的影響。並進一步探討兩者之配筋結果，以此提出適用於最佳化配筋的環境。藉由實際建物之數值分析模型，驗證最佳化配筋預期產生之效益。最後初步討論梁最佳化配筋方法可降低之材料成本，與可能增加之施工成本的平衡。

為驗證最佳化配筋方法之耐震性能符合耐震規範。比較最佳化配筋方法與現行配筋方法之耐震性能，以容量震譜法、模態側推分析方法與多模態疊加方法，進行非線性靜力側推分析。並以設計地震與最大考量地震等級之地震歷時，進行非線性動力歷時分析。另以增量動力分析方法，透過逐步增加地震歷時強度等級，評估其極限耐震性能。

綜合各章節內容，提出以下結論：

1. 本研究共提供兩種撓曲鋼筋最佳化配置之方法，第一種方法(Method A)僅考慮最大應力與截斷點處之鋼筋伸展長度，符合規範要求，但可能於非最大應力處鋼筋尚無法發展出 f_y，且於鋼筋切斷數量少時相較於第二種方法，可降低較多鋼筋用量，但計算所需時間較長；第二種方法(Method B)為考慮所有位置之伸展長度，因此於任一截斷處皆可發展出需求的強度，其計算速度較快，適用於切斷點數量較多時。且兩者於無限制鋼筋切斷數量時，最佳化配筋結果相同，

doi:10.6342/NTU201902072

因此於實務應用上可用 Method B 尋找最佳化配筋合適的鋼筋切斷數量，再以 Method A 求該鋼筋切斷數量之最佳化配筋。

2. 影響最佳化撓曲配筋效益之因素為(1)側向力與重力比值。側向力與重力比值愈小，可降低之鋼筋用量愈多。(2)梁長。梁長愈長，可降低之鋼筋用量愈多。(3)影響鋼筋伸展長度之公式參數。伸展長度愈短，可降低之鋼筋用量愈多。(4)梁深。梁深愈大，愈容易使現行配筋不符合規範限制，使最佳化配筋無法降低鋼筋用量。

3. 最佳化上層撓曲配筋效益符合第 2 點之 4 種因素，且上層撓曲鋼筋用量相較於下層鋼筋，可降低較多鋼筋用量，控制整體最佳化配筋之效益。

4. 最佳化下層撓曲配筋效益，受中央與端部需求鋼筋量之比值影響。若中央需求鋼筋量大於端部，則符合第 2 點之 4 種因素；若中央需求鋼筋量小於端部，則側向力與重力比值愈大抑或是梁長愈短，可降低愈多鋼筋用量，與第 2 點中第一種與第二種因素相反。

5. 最佳化撓曲配筋以本研究之設計案例分析，兩點斷筋之最佳化配筋最少，可降低 3.1% 鋼筋用量，最多可降低 11.6% 鋼筋用量，平均可降低 8.5% 鋼筋用量。

6. 最佳化剪力配筋方法較為單純，不須考慮鋼筋於縱向上之伸展，可直接作最佳化配筋，且其最佳化效果較不受外在條件影響。以本研究之設計案例分析，平均可降低 3% 鋼筋用量，標準差為 0.1%。

7. 考慮多個切斷點可有效降低鋼筋用量，但同時造成施工複雜度上升，因此作多點斷筋須考慮施工增加成本與材料成本的平衡，而現行還未有應用於實務環境下的案例，所以尚無法精確評估多個斷筋點增加施工複雜度所導致成本增加的影響。而若是作兩點斷筋之最佳化配筋，由於與現行配筋方法之斷筋數量相同，並不會增加施工的複雜度，因此可無須考慮施工成本。

8. 最佳化配筋之數值驗證須於梁中央設定多個塑鉸點，以確實反應減少於中央

doi:10.6342/NTU201902072

之鋼筋用量。若最佳化配筋與現行配筋方法皆於中央設定多個塑鉸點，可發現兩者皆有機會於梁中央產生塑鉸，且於非線性靜力分析梁中央甚至可能先於端部產生塑鉸。

9. 非線性靜力側推分析的三種方法中，考慮高模態的多模態疊加分析方法不太穩定，於部分案例下無法產生合理的側推曲線。而另一考慮高模態之模態側推分析方法，其分析結果較僅考慮第一模態之分析方法保守。且無論是最佳化配筋抑或是現行配筋方法皆符合規範之韌性容量檢核。

10. 以設計地震與最大考量地震等級之地震歷時，進行非線性動力歷時分析。最佳化配筋與現行配筋方法之層間位移幾乎沒有差異，且非線性動力歷時分析之塑鉸產生順序與非線性靜力分析不同，由兩端逐漸產生至中央，因此動力歷時分析較靜力分析更符合預期行為。

11. 增量動力分析(IDA)(Vamvatsikos & Cornell, 2002)中，轉換側推容量曲線座標與 IDA 曲線畫於同一張圖上，可觀察出側推容量曲線與 IDA 曲線於縱座標上差異過大。本研究認為這是由於兩者表示方式 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 與 S_a 之概念並不相同，因此不應將兩者畫於同一張圖上。而若將縱軸轉為基底剪力抑或是 $S_a\left(T_1,5\%\right)$，側推容量曲線與 IDA 曲線會較為接近。

12. 進行增量動力分析，無論是最佳化配筋抑或是現行配筋方法，其達臨界狀態時之 $S_a\left(T_1,5\%\right)$ 皆相近。

6.2 建議

1. 梁最佳化配筋僅為理論解，還需考慮搭接長度與彎鉤錨定之鋼筋用量，以及出廠鋼筋作切斷後剩餘鋼筋之浪費。

2. 由於最佳化配筋方法使用排列組合檢視所有可能解，若須考慮較多斷筋點或作最佳化配筋之梁較多，會造成程式運行過久，可考慮以分群演算法作最佳化

doi:10.6342/NTU201902072

配筋，並檢視其與最佳解之差異。

3. 本研究之側向力僅考慮地震力，未考慮風力對於建築物造成的影響。
4. 本研究未考慮版提供的強度，但作最佳化配筋時亦可考慮版的效應，以進一步降低鋼筋用量。
5. 本研究塑鉸採用 ASCE41-13(ASCE, 2014) Table10-7 與 Table10-8 之塑鉸定義，但由於本研究對剪力鋼筋也作最佳化配筋，因此亦可參考 FEMA P695(FEMA, 2009)之塑鉸定義。

doi:10.6342/NTU201902072

附錄A.　構架設計資訊與梁設計結果

將表 4.2 整理如下，以下將編號 1 至編號 20 之最佳化配筋與現行配筋結果列出。另由於構架設計分析過程相似，僅收入編號 1 之分析檢核過程。

編號	縣市	鄉鎮市區	梁長(m)	樓層數	梁之主筋號數	梁深(cm)
1	宜蘭縣	蘇澳鎮	6	4	#8*	70
2	宜蘭縣	蘇澳鎮	6	4	#10	70
3	宜蘭縣	蘇澳鎮	9	4	#8, #10*	80
4	宜蘭縣	蘇澳鎮	9	4	#10	80
5	宜蘭縣	蘇澳鎮	12	4	#8, #10	100
6	宜蘭縣	蘇澳鎮	12	4	#10	100
7	桃園縣	平鎮市	6	4	#8	50
8	桃園縣	平鎮市	6	4	#10	50
9	桃園縣	平鎮市	9	4	#8, #10	70
10	桃園縣	平鎮市	9	4	#10	70
11	桃園縣	平鎮市	12	4	#8, #10	100
12	桃園縣	平鎮市	12	4	#10	100
13	桃園縣	蘆竹鄉	6	4	#8	50
14	桃園縣	蘆竹鄉	6	4	#10	50
15	桃園縣	蘆竹鄉	9	4	#8, #10	70
16	桃園縣	蘆竹鄉	9	4	#10	70
17	桃園縣	蘆竹鄉	12	4	#8, #10	90
18	桃園縣	蘆竹鄉	12	4	#10	90
19	宜蘭縣	蘇澳鎮	6	4	#8*	80
20	宜蘭縣	蘇澳鎮	9	4	#8, #10*	90
21	宜蘭縣	蘇澳鎮	12	4	#8, #10	110
22	桃園縣	平鎮市	6	4	#8	60
23	桃園縣	平鎮市	9	4	#8, #10	80
24	桃園縣	平鎮市	12	4	#8, #10	110
25	桃園縣	蘆竹鄉	6	4	#8	60
26	桃園縣	蘆竹鄉	9	4	#8, #10	80
27	桃園縣	蘆竹鄉	12	4	#8, #10	100
28	桃園縣	平鎮市	9	12	#8	90
29	桃園縣	平鎮市	9	20	#8, #10	90、100

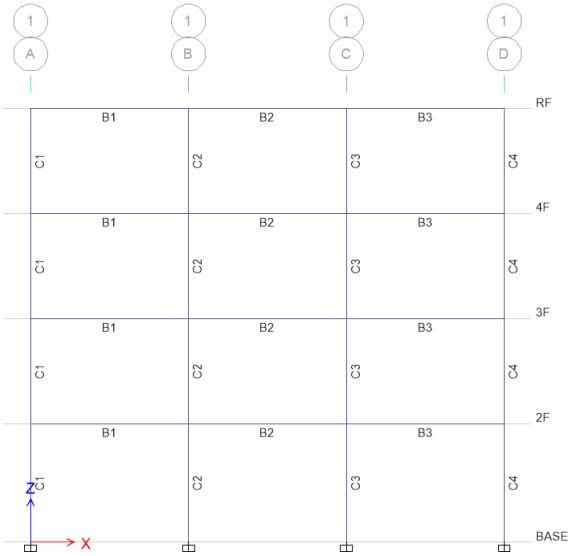
doi:10.6342/NTU201902072

編號 1 構架

結構基本振態及週期

Mode	Period	UX	SumUX
1	0.763057	88.1756	88.1756
2	0.240857	9.037	97.2126
3	0.133799	2.3121	99.5247
4	0.092723	0.4753	100

構架立面圖



doi:10.6342/NTU201902072

水平地震力計算

X向結構系統	
非結構剛性牆	無
剪力牆	無
加勁構材	無
結構系統	RC
設計方法	極限強度設計
α_y	1.0
R	4.0
R_a	3.0
規範週期, Tcode (0.07*h^0.75)	0.573 秒
動力週期, $T_{dyna.}$	0.763 秒

X向動力週期小於 (1.40×0.573=0.802)
(設計地震力由動力週期控制)

法規地震力計算

縣市	鄉鎮市區	村里	地盤類別	樓高(公尺)	用途係數, I
宜蘭縣	蘇澳鎮	--	3	16.5	1.00

地震區域設計係數

					目前分析斷層
斷層名稱		--	--	--	--
工址與斷層水平距離	r	0.00 km	0.00 km	0.00 km	
近斷層設計地震調整因子	N_A	1.00	1.00	1.00	
	N_V	1.00	1.00	1.00	
近斷層最大地震調整因子	N_A	1.00	1.00	1.00	
	N_V	1.00	1.00	1.00	

S_S^D	0.80	F_a^D	1.00	S_{DS}	0.800
S_1^D	0.45	F_v^D	1.50	S_{D1}	0.675
S_S^M	1.00	F_a^M	1.00	S_{MS}	1.000
S_1^M	0.55	F_v^M	1.40	S_{M1}	0.770
T_0^D	0.844 秒	T_0^M	0.770 秒		

X向構件設計用地震力

	週期	0.763 秒
	S_{aD}	0.800
	S_{aM}	1.000
	F_u	2.817
	F_{uM}	3.970
	S_{aD}/F_u	0.284
	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.284
	S_{aM}/F_{uM}	0.252
	$(S_{aM}/F_{uM})_m$	0.252
中小度地震	S_{aD}	0.800
中小度地震	F_u	2.817
中小度地震	S_{aD}/F_u	0.284
中小度地震	$(S_{aD}/F_u)_m$	0.284
	V	0.2028 W
	V*	0.1905 W
	V_M	0.1799 W
	V_{design}	0.2028 W

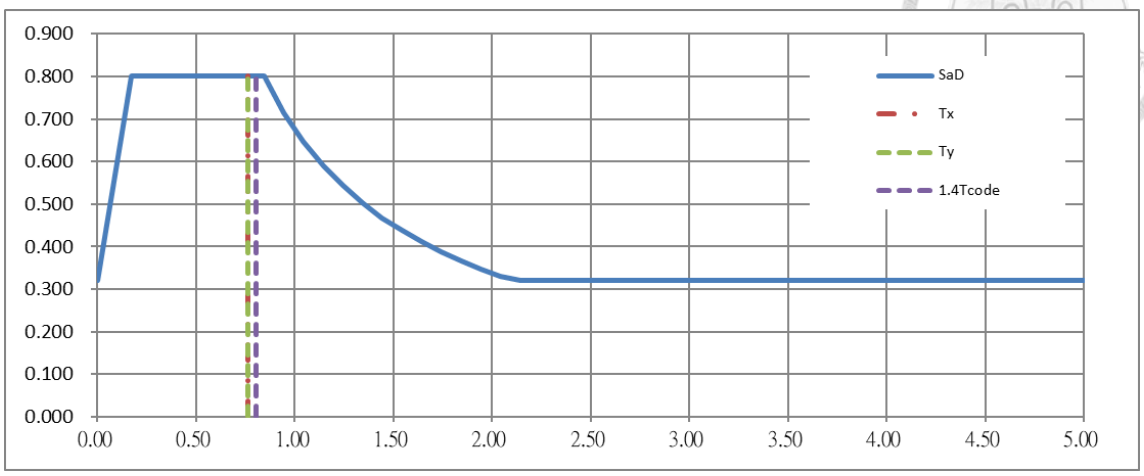
垂直地震力計算

垂直地震力

	T_v	0.169 秒
	R	3.0
	R_a	2.3
	F_u	1.915
	F_{uM}	2.24
	S_{aD}	0.80
	$S_{aD,V}$	0.400
	S_{aM}	1.000
	$S_{aM,V}$	0.500
	$S_{aD,V}/F_u$	0.209
	$(S_{aD,V}/F_u)_m$	0.181
	$S_{aM,V}/F_{uM}$	0.224
	$(S_{aM,V}/F_{uM})_m$	0.188
中小度地震	S_{aD}	0.800
中小度地震	F_u	1.915
中小度地震	$S_{aD,V}$	0.400
中小度地震	$S_{aD,V}/F_u$	0.209
中小度地震	$(S_{aD,V}/F_u)_m$	0.181
	最小設計地震力, V_D	0.1290 W
	避免中小地震降伏, V*	0.0823 W
	避免最大地震崩坍, V_M	0.1345 W
	$V_{ver.}$	0.1345 W
	柱之垂直地震力$V_{col.}$	0.1600 W

doi:10.6342/NTU201902072

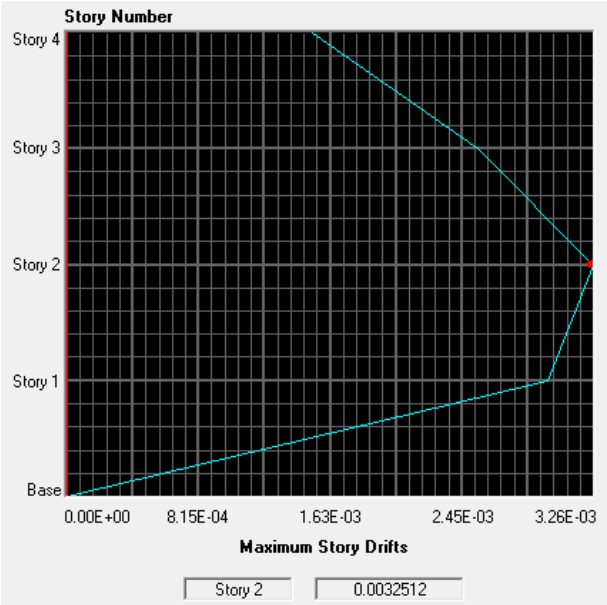
設計反應譜



動力分析基底剪力放大倍率

	EQXP/0SPECX=	1.1226		
	EQXP/SPECX MAX=	1.0023		
地震力-動態				
Story	Load	Loc	P	VX
2F	EQX	Bottom	0	-105.13
2F	0SPECX	Bottom	0	93.65
2F	SPECXF MAX	Bottom	0	104.89

樓層側向位移檢核



doi:10.6342/NTU201902072

編號 1 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
					左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	70	上層 第一排	3-#8	2-#8	4-#8	130	270	140		#4@15	#4@30	#4@15	140	250	150	600	30	30	59.3	70.108
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	3-#8	80	10	450											61.3	
RF	B2	50	70	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	150	240	150		#4@15	#4@30	#4@15	140	250	150	600	30	30	66.8	70.108
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.4	
RF	B3	50	70	上層 第一排	4-#8	2-#8	3-#8	140	270	130		#4@15	#4@30	#4@15	140	250	150	600	30	30	59.3	70.108
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	2-#8	450	10	80											61.3	
4F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	5-#8	140	270	130		#4@10	#4@30	#4@12	140	250	150	600	30	30	91.5	88.268
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.4	
4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	280	130		#4@12	#4@30	#4@12	140	250	150	600	30	30	85.1	82.354
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.4	
4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	6-#8	130	270	140		#4@12	#4@30	#4@10	140	250	150	600	30	30	91.5	88.69
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.4	
3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	170	210	160		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	250	150	600	30	30	116.9	106.992
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	170	240	130											76.4	
3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	160	220	160		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	250	150	600	30	30	115.4	106.992
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.4	
3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	160	210	170		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	250	150	600	30	30	116.9	106.992
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	130	240	170											76.4	
2F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	160	230	150		2#4@15	#4@20	2#4@15	140	240	160	600	30	30	135.2	131.768
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	3-#8	4-#8	260	120	160											91.5	
2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	170	200	170		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	250	150	600	30	30	118.5	106.992
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	130	280	130											74.8	
2F	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	150	230	160		2#4@15	#4@18	2#4@15	140	250	150	600	30	30	135.2	133.176
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	5-#8	160	120	260											91.5	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
					左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	70	上層 第一排	3-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@15	#4@30	#4@15	140	260	140	600	30	30	64.4	69.262
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
RF	B2	50	70	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@15	#4@30	#4@15	140	260	140	600	30	30	71.6	69.262
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
RF	B3	50	70	上層 第一排	4-#8	2-#8	3-#8	180	180	180		#4@15	#4@30	#4@15	140	260	140	600	30	30	64.4	69.262
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
4F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@10	#4@30	#4@12	140	260	140	600	30	30	93.1	87
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@12	#4@30	#4@12	140	260	140	600	30	30	85.9	81.088
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#8	2-#8	6-#8	180	180	180		#4@12	#4@30	#4@10	140	260	140	600	30	30	93.1	87
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	260	140	600	30	30	121.7	105.19
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.8	
3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	260	140	600	30	30	121.7	105.19
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.4	
3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	260	140	600	30	30	121.7	105.19
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.8	
2F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	140	260	140	600	30	30	136.0	131.204
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	4-#8	4-#8	180	252	108											93.1	
2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@25	2#4@18	140	260	140	600	30	30	121.7	105.19
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.8	
2F	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	140	260	140	600	30	30	136.0	131.204
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	4-#8	5-#8	108	252	180											93.1	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 2 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180		#4@15	#4@22	#4@15	140	250	150	600	30	30	69.04	77.79
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	130	280	130		#4@15	#4@22	#4@15	150	240	150	600	30	30	85.66	78.32
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180		#4@15	#4@22	#4@15	150	240	150	600	30	30	69.04	78.32
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	130	280	130		#4@10	#4@15	#4@12	140	250	150	600	30	30	93.97	109.38
13					上層 第二排	0	0	0															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	130	280	130		#4@12	#4@18	#4@12	180	180	180	600	30	30	102.28	101.36
17					上層 第二排	0	0	0															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	130	280	130		#4@12	#4@15	#4@10	140	250	150	600	30	30	93.97	109.81
21					上層 第二排	0	0	0															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	170	220	150		2#4@18	#4@12	2#4@18	150	240	150	600	30	30	120.81	133.12
25					上層 第二排	0	0	0															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#10	3-#10	2-#10	120	10	410											77.35	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	150	240	150		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	250	150	600	30	30	107.39	132.33
29					上層 第二排	0	0	0															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	150	220	170		2#4@18	#4@12	2#4@18	150	240	150	600	30	30	120.81	133.12
33					上層 第二排	0	0	0															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	2-#10	3-#10	3-#10	410	10	120											77.35	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	180	190	170		2#4@15	#4@10	2#4@15	140	230	170	600	30	30	136.16	157.72
37					上層 第二排	0	0	0															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	240	170	130											92.69	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	160	220	160		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	250	150	600	30	30	130.40	132.33
41					上層 第二排	0	0	0															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	170	190	180		2#4@15	#4@10	2#4@15	170	220	150	600	30	30	136.16	158.80
45					上層 第二排	0	0	0															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	130	170	240											92.69	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108		#4@15	#4@22	#4@15	140	260	140	600	30	30	69.04	77.25
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@15	#4@20	#4@15	140	260	140	600	30	30	94.56	80.24
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108		#4@15	#4@20	#4@15	140	260	140	600	30	30	69.04	80.24
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@10	#4@15	#4@12	140	260	140	600	30	30	107.32	108.96
13					上層 第二排	0	0	0															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		#4@12	#4@15	#4@12	140	260	140	600	30	30	120.08	103.05
17					上層 第二排	0	0	0															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		#4@12	#4@15	#4@10	140	260	140	600	30	30	107.32	108.96
21					上層 第二排	0	0	0															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	260	140	600	30	30	132.84	133.74
25					上層 第二排	0	0	0															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#10	2-#10	2-#10	180	252	108											80.54	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	260	140	600	30	30	120.08	133.74
29					上層 第二排	0	0	0															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	200	141	200		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	260	140	600	30	30	132.84	133.74
33					上層 第二排	0	0	0															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	2-#10	2-#10	3-#10	108	252	180											80.54	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	140	260	140	600	30	30	145.60	160.49
37					上層 第二排	0	0	0															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	3-#10	3-#10	3-#10	108	324	108											103.55	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	141	200		2#4@18	#4@12	2#4@18	140	260	140	600	30	30	145.60	133.74
41					上層 第二排	0	0	0															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	140	260	140	600	30	30	145.60	160.49
45					上層 第二排	0	0	0															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	3-#10	3-#10	3-#10	108	324	108											103.55	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 3 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
					左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	390	220		2#4@15	#4@30	2#4@15	170	470	180	900	40	40	226.33	157.95
				上層 第二排	4-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	270	270	280											173.82	
RF	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	220	380	220		2#4@15	#4@30	2#4@15	170	480	170	900	40	40	220.36	155.42
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											163.08	
RF	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	220	390	210		2#4@15	#4@30	2#4@15	180	470	170	900	40	40	226.33	157.95
				上層 第二排	5-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	280	270	270											173.82	
4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	170	490	160	900	40	40	326.01	222.15
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	6-#8	170	480	170											183.37	
4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	170	490	160	900	40	40	326.01	222.15
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	170	480	170											176.61	
4F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	170	490	160	900	40	40	326.01	222.15
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	0	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	5-#8	170	480	170											183.37	
3F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	390	210		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	374.59	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	170	480	170											222.75	
3F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	400	210		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	370.75	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	170	480	170											203.65	
3F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	390	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	374.59	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	170	480	170											222.75	
2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	378.42	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	170	480	170											222.75	
2F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	400	210		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	370.75	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	170	480	170											203.65	
2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	170	490	160	900	40	40	378.42	238.70
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	170	480	170											222.75	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
					左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@30	2#4@15	205	410	205	900	40	40	260.93	173.16
				上層 第二排	4-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											182.65	
RF	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@30	2#4@15	205	410	205	900	40	40	250.06	173.16
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											163.08	
RF	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@30	2#4@15	205	410	205	900	40	40	260.93	173.16
				上層 第二排	5-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											182.65	
4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	242.42
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	230.88
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											184.83	
4F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	242.42
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	0	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											195.70	
3F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											239.19	
3F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											228.31	
3F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											239.19	
2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											239.19	
2F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											228.31	
2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	259.74
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											239.19	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 4 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	80	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	200	410	210	900	40	40	225.65	207.79
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	250	310	260											177.07	
4	RF	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	400	210	900	40	40	239.07	209.48
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	280	260	280											173.87	
8	RF	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	410	200	900	40	40	225.65	207.79
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	260	310	250											177.07	
12	4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@10	2#4@12	200	420	200	900	40	40	326.01	275.36
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
16	4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@10	2#4@12	190	440	190	900	40	40	326.01	271.98
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
20	4F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@10	2#4@12	200	420	200	900	40	40	326.01	275.36
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
24	3F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	390	210		2#4@12	2#4@18	2#4@12	200	410	210	900	40	40	374.59	288.59
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	
28	3F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	400	210		2#4@12	2#4@18	2#4@12	200	420	200	900	40	40	370.75	287.19
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	
32	3F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	390	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	210	410	200	900	40	40	374.59	288.59
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	
36	2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	200	400	220	900	40	40	378.42	290.00
37					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	
40	2F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	210	400	210		2#4@12	2#4@18	2#4@12	200	420	200	900	40	40	370.75	287.19
41					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	
44	2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	220	400	200	900	40	40	378.42	290.00
45					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	170	480	170											231.40	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	80	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	262.08	207.79
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
4	RF	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	279.55	207.79
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
8	RF	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	262.08	207.79
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
12	4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	277.05
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
16	4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	277.05
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
20	4F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	277.05
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
24	3F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
28	3F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
32	3F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
36	2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	311.68
37					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
40	2F	B2	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
41					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
44	2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	311.68
45					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 5 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	259	558	289		2#4@12	#4@30	2#4@12	209	677	219	1200	45	50	482.28	237.98
1					上層 第二排	5-#8	0	7-#8															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	8-#8	10-#8	9-#8	269	488	348											404.28	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	280	540	280		2#4@12	#4@30	2#4@12	210	680	210	1200	50	50	508.34	234.82
5					上層 第二排	7-#8	0	7-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	390	320	390											406.51	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	289	558	259		2#4@12	#4@30	2#4@12	219	677	209	1200	50	45	482.28	237.98
9					上層 第二排	7-#8	0	5-#8															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	9-#8	10-#8	8-#8	348	488	269											404.28	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	319	468	319		2#4@10	#4@22	2#4@10	209	677	219	1200	45	50	637.96	294.93
13					上層 第二排	10-#8	0	11-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											439.52	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	8-#8	11-#8	270	560	270		2#4@10	#4@15	2#4@10	210	680	210	1200	50	50	650.73	327.73
17					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	367	367	367											437.54	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	319	468	319		2#4@10	#4@22	2#4@10	219	677	209	1200	50	45	637.96	294.93
21					上層 第二排	11-#8	0	10-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											439.52	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	269	558	279		2#4@10	#4@12	2#4@10	209	667	229	1200	45	50	773.78	362.86
25					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
27					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	219	667	219											474.37	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	300	500	300		2#4@10	#4@12	2#4@10	220	660	220	1200	50	50	773.46	362.36
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
31					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	210	680	210											470.95	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	279	558	269		2#4@10	#4@12	2#4@10	229	667	209	1200	50	45	773.78	362.86
33					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
34					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
35					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	219	667	219											474.37	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	269	548	289		2#4@10	#4@12	2#4@10	209	657	239	1200	45	50	798.63	365.78
37					上層 第二排	7-#10	0	8-#10															
38					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
39					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	219	667	219											474.37	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	280	540	280		2#4@10	#4@12	2#4@10	220	660	220	1200	50	50	779.86	362.36
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
43					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	210	680	210											470.95	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	289	548	269		2#4@10	#4@12	2#4@10	239	657	209	1200	50	45	798.63	365.78
45					上層 第二排	8-#10	0	7-#10															
46					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
47					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	219	667	219											474.37	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@12	#4@30	2#4@12	276	553	276	1200	45	50	571.38	280.01
1					上層 第二排	5-#8	0	7-#8															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	8-#8	10-#8	9-#8	221	663	221											413.15	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	367	367	367		2#4@12	#4@30	2#4@12	275	550	275	1200	50	50	597.97	278.74
5					上層 第二排	7-#8	0	7-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	220	660	220											420.03	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@12	#4@30	2#4@12	276	553	276	1200	50	45	571.38	280.01
9					上層 第二排	7-#8	0	5-#8															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	9-#8	10-#8	8-#8	221	663	221											413.15	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@10	#4@30	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	703.24	326.67
13					上層 第二排	10-#8	0	11-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	221	663	221											439.52	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	367	367	367		2#4@10	#4@18	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	714.64	356.17
17					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	220	660	220											437.54	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@10	#4@30	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	703.24	326.67
21					上層 第二排	11-#8	0	10-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	221	663	221											439.52	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	847.61	396.68
25					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
27					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											498.13	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	#4@12	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	843.78	394.88
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
31					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	367	367	367											495.87	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	847.61	396.68
33					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
34					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
35					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											498.13	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	871.16	396.68
37					上層 第二排	7-#10	0	8-#10															
38					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
39					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											498.13	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	#4@12	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	843.78	394.88
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
43					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	367	367	367											495.87	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	871.16	396.68
45					上層 第二排	8-#10	0	7-#10															
46					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
47					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	368	368	368											498.13	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 6 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	8-#10	4-#10	9-#10	229	617	259		2#4@12	#4@12	2#4@12	259	558	289	1200	45	50	486.17	344.24
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	5-#10	7-#10	6-#10	269	448	388											435.26	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	260	580	260		2#4@12	#4@12	2#4@12	260	580	260	1200	50	50	513.94	342.09
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	6-#10	5-#10	320	460	320											380.98	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	8-#10	259	617	229		2#4@12	#4@12	2#4@12	289	558	259	1200	50	45	486.17	344.24
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	6-#10	7-#10	5-#10	388	448	269											435.26	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	289	518	299		2#4@10	2#4@18	2#4@10	209	677	219	1200	45	50	657.95	407.55
13					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	219	667	219											451.80	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	560	270		2#4@10	2#4@15	2#4@10	210	680	210	1200	50	50	662.24	442.61
17					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	210	680	210											448.74	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	299	518	289		2#4@10	2#4@18	2#4@10	219	677	209	1200	50	45	657.95	407.55
21					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	219	667	219											451.80	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	269	558	279		2#4@10	2#4@15	2#4@10	309	468	329	1200	45	50	773.78	480.97
25					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	7-#10	6-#10	8-#10	219	667	219											465.80	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	300	500	300		2#4@10	2#4@15	2#4@10	320	460	320	1200	50	50	773.46	479.77
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	8-#10	6-#10	8-#10	210	680	210											475.58	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	279	558	269		2#4@10	2#4@15	2#4@10	329	468	309	1200	50	45	773.78	480.97
33					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	8-#10	6-#10	7-#10	219	667	219											465.80	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	269	548	289		2#4@10	2#4@15	2#4@10	309	448	348	1200	45	50	798.63	484.33
37					上層 第二排	7-#10	0	8-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	7-#10	8-#10	8-#10	886	10	209											508.44	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	280	540	280		2#4@10	2#4@15	2#4@10	330	440	330	1200	50	50	779.86	483.15
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	8-#10	6-#10	8-#10	210	680	210											475.58	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	289	548	269		2#4@10	2#4@15	2#4@10	348	448	309	1200	50	45	798.63	484.33
45					上層 第二排	8-#10	0	7-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	8-#10	8-#10	7-#10	209	10	886											508.44	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	8-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@12	#4@12	2#4@12	276	553	276	1200	45	50	588.62	350.01
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	5-#10	7-#10	6-#10	221	663	221											452.06	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@12	#4@12	2#4@12	275	550	275	1200	50	50	609.39	348.42
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	6-#10	5-#10	220	660	220											393.76	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	8-#10	368	368	368		2#4@12	#4@12	2#4@12	276	553	276	1200	50	45	588.62	350.01
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	6-#10	7-#10	5-#10	221	663	221											452.06	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@10	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	753.43	420.01
13					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	368	368	368											470.90	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	2#4@15	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	750.02	464.57
17					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	367	367	367											468.77	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	#4@10	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	753.43	420.01
21					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	368	368	368											470.90	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	847.61	513.35
25					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	7-#10	6-#10	8-#10	368	368	368											494.44	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	2#4@12	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	843.78	511.02
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	8-#10	6-#10	8-#10	367	367	367											515.64	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	847.61	513.35
33					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	8-#10	6-#10	7-#10	368	368	368											494.44	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	871.16	513.35
37					上層 第二排	7-#10	0	8-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	7-#10	7-#10	8-#10	221	516	368											517.99	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	2#4@12	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	843.78	511.02
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	8-#10	6-#10	8-#10	367	367	367											515.64	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	871.16	513.35
45					上層 第二排	8-#10	0	7-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	8-#10	7-#10	7-#10	368	516	221											517.99	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 7 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	120	290	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	77.96	96.29
1					上層 第二排	0	0	2-#8															
2					下層 第一排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.44	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	130	280	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	84.33	96.29
5					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
6					下層 第一排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.44	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	130	290	120		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	77.96	96.29
9					上層 第二排	2-#8	0	0															
10					下層 第一排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											64.44	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	280	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	105.80	96.29
13					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
14					下層 第一排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	280	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	105.80	96.29
17					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
18					下層 第一排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	280	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	110	600	30	30	105.80	96.29
21					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
22					下層 第一排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@18	2#4@15	130	280	130	600	30	30	136.03	127.26
25					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
26					下層 第一排	0	0	0															
27					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@18	2#4@15	130	280	130	600	30	30	124.10	127.26
29					上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
30					下層 第一排	0	0	0															
31					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@18	2#4@15	130	280	130	600	30	30	136.03	127.26
33					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
34					下層 第一排	0	0	0															
35					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@15	2#4@15	110	320	110	600	30	30	136.03	128.39
37					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
38					下層 第一排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	210	220	110											77.17	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@18	2#4@15	130	280	130	600	30	30	124.10	127.26
41					上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
42					下層 第一排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	320	110											73.19	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	150	240	150		2#4@15	#4@15	2#4@15	110	320	110	600	30	30	136.03	128.39
45					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
46					下層 第一排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	220	210											77.17	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	93.08	102.63
1					上層 第二排	0	0	2-#8															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.44	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	100.24	102.63
5					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.44	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	93.08	102.63
9					上層 第二排	2-#8	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											64.44	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	114.55	102.63
13					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	114.55	102.63
17					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	114.55	102.63
21					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	143.19	129.23
25					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	128.87	129.23
29					上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	143.19	129.23
33					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	143.19	129.23
37					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#8	4-#8	4-#8	108	324	108											85.92	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	128.87	129.23
41					上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											78.76	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@18	2#4@15	135	270	135	600	30	30	143.19	129.23
45					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#8	4-#8	4-#8	108	324	108											85.92	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 8 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	120	280	140		#4@10	#4@20	#4@10	120	280	140	600	30	30	94.61	101.36
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	140	260	140		#4@10	#4@18	#4@10	110	320	110	600	30	30	104.83	100.80
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	140	280	120		#4@10	#4@20	#4@10	140	280	120	600	30	30	94.61	101.36
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	130	290	120		#4@10	#4@15	#4@10	190	170	180	600	30	30	116.98	122.48
13					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	300	120		#4@10	#4@15	#4@10	180	180	180	600	30	30	115.06	121.63
17					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	290	130		#4@10	#4@15	#4@10	180	170	190	600	30	30	116.98	122.48
21					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	180	180	180											69.04	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	120	300	120	600	30	30	136.16	150.20
25					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	120	300	120	600	30	30	126.57	150.20
29					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	120	300	120	600	30	30	136.16	150.20
33					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	120	290	130	600	30	30	145.74	151.27
37					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	120	300	120	600	30	30	126.57	150.20
41					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	150	240	150		2#4@15	#4@10	2#4@15	130	290	120	600	30	30	145.74	151.27
45					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	110	320	110											83.10	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	107.32	102.63
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	120.08	102.63
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@10	#4@20	#4@10	135	270	135	600	30	30	107.32	102.63
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@10	#4@12	#4@10	135	270	135	600	30	30	145.60	125.43
13					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@10	#4@12	#4@10	135	270	135	600	30	30	145.60	125.43
17					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		#4@10	#4@12	#4@10	135	270	135	600	30	30	145.60	125.43
21					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	108	324	108											69.04	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	158.36	159.64
25					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	145.60	159.64
29					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	158.36	159.64
33					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	171.12	159.64
37					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	145.60	159.64
41					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	141	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	171.12	159.64
45					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	180	180	180											92.05	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 9 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	200	410	210		2#4@12	#4@20	2#4@12	150	500	170	900	40	40	236.67	198.50
1					上層 第二排	5-#8	0	6-#8															
2					下層 第二排	0	2-#8	0															
3					下層 第一排	5-#8	5-#8	6-#8	210	320	290											200.07	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	530	140	900	40	40	248.20	197.09
5					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	410	200		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	530	140	900	40	40	236.67	197.09
9					上層 第二排	6-#8	0	5-#8															
10					下層 第二排	0	2-#8	0															
11					下層 第一排	6-#8	5-#8	5-#8	290	320	210											200.07	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@18	2#4@12	170	480	170	900	40	40	310.66	211.17
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
15					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@18	2#4@12	170	480	170	900	40	40	310.66	211.17
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
19					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@18	2#4@12	170	480	170	900	40	40	310.66	211.17
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
23					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	150	530	140	900	40	40	354.13	229.92
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
27					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	150	530	140	900	40	40	354.13	229.92
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
31					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	150	530	140	900	40	40	354.13	229.92
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
35					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	150	530	140	900	40	40	340.07	229.92
37					上層 第二排	4-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
39					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	180	460	180	900	40	40	326.01	229.75
41					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
42					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
43					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	150	530	140	900	40	40	340.07	229.92
45					上層 第二排	5-#10	0	4-#10															
46					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
47					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	160	500	160											208.43	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	282.67	214.71
1					上層 第二排	5-#8	0	6-#8															
2					下層 第二排	0	2-#8	0															
3					下層 第一排	5-#8	5-#8	6-#8	164	492	164											208.74	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	293.55	214.71
5					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	282.67	214.71
9					上層 第二排	6-#8	0	5-#8															
10					下層 第二排	0	2-#8	0															
11					下層 第一排	6-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											208.74	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@22	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	220.38
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
15					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@22	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	220.38
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
19					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@22	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	220.38
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
23					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	242.42
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
27					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	242.42
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
31					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	242.42
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
35					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	242.42
37					上層 第二排	4-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
39					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	242.42
41					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
42					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
43					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@15	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	242.42
45					上層 第二排	5-#10	0	4-#10															
46					下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
47					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											217.44	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 10 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	410	210		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	490	170	900	40	40	249.30	252.25
1					上層 第二排	2-#10	0	3-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	4-#10	210	10	600											196.24	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	210	400	210		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	239.07	250.33
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	210	410	200		2#4@12	#4@10	2#4@12	170	490	160	900	40	40	249.30	252.25
9					上層 第二排	3-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	4-#10	4-#10	3-#10	600	10	210											196.24	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	310.66	261.85
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	310.66	261.85
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	310.66	261.85
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	470	180	900	40	40	354.13	280.15
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	480	170	900	40	40	354.13	278.74
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	180	470	170	900	40	40	354.13	280.15
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	160	480	180	900	40	40	340.07	278.74
37					上層 第二排	4-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	160	500	160	900	40	40	326.01	275.92
41					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	180	480	160	900	40	40	340.07	278.74
45					上層 第二排	5-#10	0	4-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	160	500	160											230.12	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	297.03	259.74
1					上層 第二排	2-#10	0	3-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											199.18	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	279.55	259.74
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	297.03	259.74
9					上層 第二排	3-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	4-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											199.18	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	277.05
13					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	259.74
17					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	277.05
21					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	288.59
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	401.86	288.59
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	288.59
37					上層 第二排	4-#10	0	5-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	349.44	288.59
41					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	384.39	288.59
45					上層 第二排	5-#10	0	4-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	273	273	273											244.61	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 11 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	240	600	270		2#4@12	#4@30	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	434.35	228.90
1					上層 第二排	4-#8	0	5-#8															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	7-#8	10-#8	8-#8	230	590	290											391.00	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	270	570	270		2#4@12	#4@30	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	457.03	228.90
5					上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	8-#8	10-#8	8-#8	310	490	310											392.19	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	270	600	240		2#4@12	#4@30	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	434.35	228.90
9					上層 第二排	5-#8	0	4-#8															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	8-#8	10-#8	7-#8	290	590	230											391.00	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	280	550	280		2#4@12	#4@25	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	554.48	240.90
13					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	360	390	360											412.87	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	280	550	280		2#4@12	#4@25	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	554.48	240.90
17					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	380	350	380											411.28	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	280	550	280		2#4@12	#4@25	2#4@12	200	710	200	1200	45	45	554.48	240.90
21					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	360	390	360											412.87	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	7-#8	11-#8	290	530	290		2#4@10	#4@20	2#4@10	200	710	200	1200	45	45	655.11	292.68
25					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	10-#8	11-#8	11-#8	890	10	210											450.26	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	8-#8	11-#8	270	570	270		2#4@10	#4@22	2#4@10	210	690	210	1200	45	45	653.92	292.33
29					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	370	370	370											441.51	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	7-#8	11-#8	290	530	290		2#4@10	#4@20	2#4@10	200	710	200	1200	45	45	655.11	292.68
33					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	11-#8	11-#8	10-#8	210	10	890											450.26	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	560	280		2#4@10	#4@20	2#4@10	200	690	220	1200	45	45	689.09	300.28
37					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	10-#8	11-#8	11-#8	890	10	210											450.26	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	7-#8	11-#8	290	530	290		2#4@10	#4@20	2#4@10	200	710	200	1200	45	45	655.11	292.68
41					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	11-#8	10-#8	11-#8	220	670	220											459.01	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	280	560	270		2#4@10	#4@20	2#4@10	220	690	200	1200	45	45	689.09	300.28
45					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	11-#8	11-#8	10-#8	210	10	890											450.26	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	529.82	281.27
1					上層 第二排	4-#8	0	5-#8															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	8-#8	10-#8	8-#8	222	666	222											406.19	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	544.53	281.27
5					上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	8-#8	10-#8	8-#8	222	666	222											406.19	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	529.82	281.27
9					上層 第二排	5-#8	0	4-#8															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	8-#8	10-#8	8-#8	222	666	222											406.19	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	632.84	281.27
13					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	222	666	222											423.85	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	632.84	281.27
17					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	222	666	222											423.85	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@30	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	632.84	281.27
21					上層 第二排	8-#8	0	8-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	9-#8	10-#8	9-#8	222	666	222											423.85	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	721.14	328.15
25					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	10-#8	10-#8	11-#8	222	518	370											456.23	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	721.14	328.15
29					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	10-#8	10-#8	10-#8	222	666	222											441.51	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	721.14	328.15
33					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	11-#8	10-#8	10-#8	370	518	222											456.23	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	780.49	328.15
37					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	10-#8	10-#8	11-#8	222	518	370											456.23	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	721.14	328.15
41					上層 第二排	11-#8	0	11-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	11-#8	10-#8	11-#8	370	370	370											470.95	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@30	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	780.49	328.15
45					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	11-#8	10-#8	10-#8	370	518	222											456.23	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 12 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	8-#10	220	650	240		2#4@12	#4@12	2#4@12	240	600	270	1200	45	45	446.18	337.02
1					上層 第二排	0	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	270	540	300											423.81	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	8-#10	4-#10	8-#10	240	630	240		2#4@12	#4@12	2#4@12	240	630	240	1200	45	45	467.91	335.76
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	6-#10	5-#10	310	490	310											386.09	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	8-#10	4-#10	9-#10	240	650	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	270	600	240	1200	45	45	446.18	337.02
9					上層 第二排	2-#10	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	300	540	270											423.81	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	270	570	270		2#4@12	#4@12	2#4@12	280	540	290	1200	45	45	559.96	354.76
13					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	370	370	370											425.72	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	270	570	270		2#4@12	#4@12	2#4@12	280	550	280	1200	45	45	559.96	352.65
17					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	370	370	370											425.72	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	270	570	270		2#4@12	#4@12	2#4@12	290	540	280	1200	45	45	559.96	354.76
21					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	370	370	370											425.72	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	570	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	210	680	220	1200	45	45	665.43	409.38
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	220	670	220											453.85	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	570	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	220	670	220	1200	45	45	665.43	411.63
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	220	670	220											453.85	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	570	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	220	680	210	1200	45	45	665.43	409.38
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	220	670	220											453.85	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	270	560	280		2#4@10	2#4@18	2#4@10	210	660	240	1200	45	45	689.09	413.89
37					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	370	370	370											496.68	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	300	510	300		2#4@10	2#4@18	2#4@10	220	670	220	1200	45	45	667.35	411.63
41					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	220	670	220											453.85	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	280	560	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	240	660	210	1200	45	45	689.09	413.89
45					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	370	370	370											496.68	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	8-#10	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	543.98	351.59
1					上層 第二排	0	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	222	666	222											439.91	
4	RF	B2	80	100	上層 第一排	8-#10	3-#10	8-#10	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	543.98	351.59
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	6-#10	5-#10	222	666	222											397.34	
8	RF	B3	80	100	上層 第一排	8-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	543.98	351.59
9					上層 第二排	2-#10	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	222	666	222											439.91	
12	4F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@12	#4@10	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	662.24	375.03
13					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	222	666	222											425.72	
16	4F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	662.24	351.59
17					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	222	666	222											425.72	
20	4F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@12	#4@10	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	662.24	375.03
21					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	222	666	222											425.72	
24	3F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	756.84	421.91
25					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	370	370	370											473.03	
28	3F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	756.84	421.91
29					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	370	370	370											473.03	
32	3F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	756.84	421.91
33					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	370	370	370											473.03	
36	2F	B1	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	780.49	421.91
37					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	222	666	222											496.68	
40	2F	B2	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	756.84	421.91
41					上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	7-#10	6-#10	7-#10	370	370	370											473.03	
44	2F	B3	80	100	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	780.49	421.91
45					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	222	666	222											496.68	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 13 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	110	320	120		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	66.82	97.56
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#8	3-#8	3-#8	110	10	430											61.25	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	110	330	110		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	70.01	97.56
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	140	270	140											54.49	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	120	320	110		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	66.82	97.56
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#8	3-#8	2-#8	430	10	110											61.25	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	140	280	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	86.71	97.56
13					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	140	270	140		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	88.30	97.56
17					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	130	280	140		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	86.71	97.56
21					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	150	250	150		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	103.42	97.56
25					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	150	250	150		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	103.42	97.56
29					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	150	250	150		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	103.42	97.56
33					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											65.63	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	160	230	160		#4@10	#4@20	2#4@18	110	330	110	600	25	25	113.76	100.66
37					上層 第二排	2-#8	0	3-#8															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	330	110											74.38	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	290	130		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	107.00	97.56
41					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	330	110											74.38	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	160	230	160		2#4@18	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	113.76	100.66
45					上層 第二排	3-#8	0	2-#8															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	330	110											74.38	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	80.21	104.53
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	87.51	104.53
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	110	330	110											56.88	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	80.21	104.53
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	102.09	104.53
13					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	102.09	104.53
17					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	102.09	104.53
21					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	116.68	104.53
25					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	116.68	104.53
29					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	116.68	104.53
33					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											65.63	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	2#4@18	138	275	138	600	25	25	123.97	108.40
37					上層 第二排	2-#8	0	3-#8															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	183	183	183											80.21	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	116.68	104.53
41					上層 第二排	2-#8	0	2-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	183	183	183											80.21	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		2#4@18	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	123.97	108.40
45					上層 第二排	3-#8	0	2-#8															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	183	183	183											80.21	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 14 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@20	#4@10	110	320	120	600	25	25	85.66	98.83
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@20	#4@10	110	330	110	600	25	25	85.66	97.56
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@20	#4@10	120	320	110	600	25	25	85.66	98.83
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	140	270	140		#4@10	#4@18	#4@10	120	310	120	600	25	25	106.11	104.46
13					上層 第二排	0	0	0															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	140	270	140		#4@10	#4@18	#4@10	120	310	120	600	25	25	106.11	104.46
17					上層 第二排	0	0	0															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	140	270	140		#4@10	#4@18	#4@10	120	310	120	600	25	25	106.11	104.46
21					上層 第二排	0	0	0															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@15	#4@10	160	220	170	600	25	25	116.34	120.79
25					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	140	270	140		#4@10	#4@15	#4@10	160	230	160	600	25	25	106.11	119.94
29					上層 第二排	0	0	0															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@15	#4@10	170	220	160	600	25	25	116.34	120.79
33					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	300	130		#4@10	#4@12	2#4@18	110	330	110	600	25	25	118.26	125.74
37					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	120	310	120		#4@10	#4@15	#4@10	170	210	170	600	25	25	116.34	121.63
41					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	130	300	120		2#4@18	#4@12	#4@10	110	330	110	600	25	25	118.26	125.74
45					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	183	183	183											70.31	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	95.84	104.53
1					上層 第二排	0	0	0															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
4	RF	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	95.84	104.53
5					上層 第二排	0	0	0															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
8	RF	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	95.84	104.53
9					上層 第二排	0	0	0															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
12	4F	B1	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	121.36	104.53
13					上層 第二排	0	0	0															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
16	4F	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	121.36	104.53
17					上層 第二排	0	0	0															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
20	4F	B3	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	151	200		#4@10	#4@20	#4@10	138	275	138	600	25	25	121.36	104.53
21					上層 第二排	0	0	0															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
24	3F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	146.88	127.76
25					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
28	3F	B2	40	50	上層 第一排	4-#10	2-#10	4-#10	200	151	200		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	121.36	127.76
29					上層 第二排	0	0	0															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
32	3F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	146.88	127.76
33					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
36	2F	B1	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@12	2#4@18	138	275	138	600	25	25	146.88	131.63
37					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
40	2F	B2	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	146.88	127.76
41					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	
44	2F	B3	40	50	上層 第一排	3-#10	2-#10	3-#10	200	151	200		2#4@18	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	146.88	131.63
45					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	2-#10	2-#10	2-#10	110	330	110											70.31	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 15 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	450	190		2#4@15	#4@22	2#4@12	150	510	160	900	40	40	200.87	177.00
1					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
2					下層 第二排	0	2-#8	0															
3					下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	210	380	230											193.31	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	190	440	190		2#4@15	#4@25	2#4@15	170	480	170	900	40	40	203.65	163.53
5					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	230	360	230											177.40	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	190	450	180		2#4@12	#4@22	2#4@15	160	510	150	900	40	40	200.87	177.00
9					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
10					下層 第二排	0	2-#8	0															
11					下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	230	380	210											193.31	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	530	140	900	40	40	248.20	197.09
13					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	6-#8	6-#8	5-#8	580	10	230											186.55	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	530	140	900	40	40	248.20	197.09
17					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	530	140	900	40	40	248.20	197.09
21					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	5-#8	6-#8	6-#8	230	10	580											186.55	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	510	160	900	40	40	272.31	202.72
25					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	520	150	900	40	40	272.31	199.90
29					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@18	2#4@12	160	510	150	900	40	40	272.31	202.72
33					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	210	390	220		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	510	160	900	40	40	269.75	202.72
37					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	220	380	220		2#4@12	#4@18	2#4@12	150	520	150	900	40	40	255.36	199.90
41					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	220	390	210		2#4@12	#4@18	2#4@12	160	510	150	900	40	40	269.75	202.72
45					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	273	273	273											195.70	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm²)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@30	2#4@12	205	410	205	900	40	40	250.06	190.47
1					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
2					下層 第二排	0	2-#8	0															
3					下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											202.22	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@30	2#4@15	205	410	205	900	40	40	250.06	173.16
5					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											182.65	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@30	2#4@15	205	410	205	900	40	40	250.06	190.47
9					上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
10					下層 第二排	0	2-#8	0															
11					下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											202.22	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@30	2#4@12	205	410	205	900	40	40	293.55	207.79
13					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	6-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											189.17	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@30	2#4@12	205	410	205	900	40	40	293.55	207.79
17					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@30	2#4@12	205	410	205	900	40	40	293.55	207.79
21					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	5-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											189.17	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	214.71
25					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	214.71
29					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	214.71
33					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	214.71
37					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	293.55	214.71
41					上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@25	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	214.71
45					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	6-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											195.70	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 16 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	180	450	190		2#4@15	#4@12	2#4@12	160	490	170	900	40	40	211.58	229.33
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	210	390	220											182.18	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	190	440	190		2#4@15	#4@15	2#4@15	220	380	220	900	40	40	226.29	212.86
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	230	360	230											180.26	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	190	450	180		2#4@12	#4@12	2#4@15	170	490	160	900	40	40	211.58	229.33
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	220	390	210											182.18	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	420	200		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	232.68	250.33
13					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	420	200		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	232.68	250.33
17					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	200	420	200		2#4@12	#4@10	2#4@12	160	500	160	900	40	40	232.68	250.33
21					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@10	2#4@12	170	470	180	900	40	40	272.31	256.09
25					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@10	2#4@12	170	480	170	900	40	40	272.31	254.17
29					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@10	2#4@12	180	470	170	900	40	40	272.31	256.09
33					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	210	390	220		2#4@12	#4@12	2#4@12	190	430	200	900	40	40	269.75	255.51
37					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	180	460	180		2#4@12	#4@10	2#4@12	170	480	170	900	40	40	272.31	254.17
41					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	220	390	210		2#4@12	#4@12	2#4@12	200	430	190	900	40	40	269.75	255.51
45					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	273	273	273											209.67	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	50	70	上層 第一排	4-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	262.08	242.42
1					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
2					下層 第二排	0	0	0															
3					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
4	RF	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@12	2#4@15	205	410	205	900	40	40	279.55	225.10
5					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
8	RF	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	4-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@15	205	410	205	900	40	40	262.08	242.42
9					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
10					下層 第二排	0	0	0															
11					下層 第一排	3-#10	4-#10	3-#10	164	492	164											188.70	
12	4F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	279.55	259.74
13					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
14					下層 第二排	0	0	0															
15					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
16	4F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	279.55	259.74
17					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
20	4F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	279.55	259.74
21					上層 第二排	2-#10	0	2-#10															
22					下層 第二排	0	0	0															
23					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
24	3F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
25					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
26					下層 第二排	0	0	0															
27					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
28	3F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
29					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
32	3F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
33					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
34					下層 第二排	0	0	0															
35					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
36	2F	B1	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
37					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
38					下層 第二排	0	0	0															
39					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
40	2F	B2	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
41					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	
44	2F	B3	50	70	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@12	2#4@12	205	410	205	900	40	40	314.50	259.74
45					上層 第二排	3-#10	0	3-#10															
46					下層 第二排	0	0	0															
47					下層 第一排	4-#10	4-#10	4-#10	164	492	164											209.67	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 17 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	229	627	259		2#4@10	2#4@18	2#4@10	209	657	249	1200	40	45	465.18	417.10
1					上層 第二排	3-#10	0	5-#10															
2					下層 第二排	0	3-#8	0															
3					下層 第一排	7-#8	9-#8	9-#8	199	627	289											458.16	
4	RF	B2	70	90	上層 第一排	9-#8	4-#8	9-#8	270	570	270		2#4@10	#4@10	2#4@10	290	530	290	1200	45	45	477.31	416.04
5					上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
6					下層 第二排	0	2-#8	0															
7					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	270	570	270											421.23	
8	RF	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	259	627	229		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	657	209	1200	45	40	465.18	417.10
9					上層 第二排	5-#10	0	3-#10															
10					下層 第二排	0	3-#8	0															
11					下層 第一排	9-#8	9-#8	7-#8	289	627	199											458.16	
12	4F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	269	568	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	607	259	1200	40	45	546.61	428.29
13					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
14					下層 第二排	0	3-#8	2-#8															
15					下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	289	488	339											470.82	
16	4F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	280	550	280		2#4@10	2#4@18	2#4@10	250	610	250	1200	45	45	570.83	425.15
17					上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
18					下層 第二排	0	3-#8	0															
19					下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	300	510	300											458.22	
20	4F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	279	567	269		2#4@10	2#4@18	2#4@10	259	607	249	1200	45	40	546.68	428.29
21					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	2-#8	3-#8	0															
23					下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	339	488	289											470.82	
24	3F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	279	538	299		2#4@10	2#4@18	2#4@10	259	578	279	1200	40	45	602.07	435.00
25					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
27					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	319	458	339											479.93	
28	3F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	270	570	270		2#4@10	#4@10	2#4@10	300	510	300	1200	45	45	629.00	433.31
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
31					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	350	410	350											474.13	
32	3F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	299	538	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	577	259	1200	45	40	602.00	435.03
33					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
34					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
35					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	339	458	319											479.93	
36	2F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	249	587	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	577	289	1200	40	45	606.44	435.03
37					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
38					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
39					下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	309	418	388											492.21	
40	2F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	270	570	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	270	570	270	1200	45	45	629.00	434.16
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	2-#8	2-#8	2-#8															
43					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	350	410	350											457.82	
44	2F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	279	587	249		2#4@10	2#4@18	2#4@10	289	577	249	1200	45	40	606.50	435.03
45					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
46					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
47					下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	388	418	309											492.21	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	#4@10	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	593.95	423.81
1					上層 第二排	3-#10	0	5-#10															
2					下層 第二排	2-#8	3-#8	0															
3					下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											487.85	
4	RF	B2	70	90	上層 第一排	9-#8	4-#8	9-#8	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	588.68	421.91
5					上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
6					下層 第二排	0	2-#8	0															
7					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	222	666	222											432.68	
8	RF	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	593.95	439.51
9					上層 第二排	5-#10	0	3-#10															
10					下層 第二排	0	3-#8	2-#8															
11					下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											487.85	
12	4F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	665.22	439.51
13					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
14					下層 第二排	0	3-#8	2-#8															
15					下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											487.85	
16	4F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	685.89	437.54
17					上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
18					下層 第二排	0	3-#8	0															
19					下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	222	666	222											476.83	
20	4F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	665.22	439.51
21					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	2-#8	3-#8	0															
23					下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											487.85	
24	3F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	712.74	439.51
25					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
27					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											496.72	
28	3F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	733.19	437.54
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
31					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	222	666	222											494.49	
32	3F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	712.74	439.51
33					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
34					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
35					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											496.72	
36	2F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	736.49	439.51
37					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
38					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
39					下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											505.59	
40	2F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	733.19	437.54
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	2-#8	2-#8	2-#8															
43					下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	222	666	222											468.00	
44	2F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@15	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	736.49	470.90
45					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
46					下層 第二排	2-#8	3-#8	2-#8															
47					下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											505.59	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 18 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	229	627	259		2#4@10	2#4@18	2#4@10	209	657	249	1200	40	45	465.18	417.10
1					上層 第二排	3-#10	0	5-#10															
2					下層 第二排	0	2-#10	0															
3					下層 第一排	5-#10	6-#10	6-#10	229	567	319											485.54	
4	RF	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	260	590	260		2#4@10	#4@10	2#4@10	290	530	290	1200	45	45	478.78	416.04
5					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	270	570	270											427.64	
8	RF	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	259	627	229		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	657	209	1200	45	40	465.18	417.10
9					上層 第二排	5-#10	0	3-#10															
10					下層 第二排	0	2-#10	0															
11					下層 第一排	6-#10	6-#10	5-#10	319	567	229											485.54	
12	4F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	269	568	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	607	259	1200	40	45	546.61	428.29
13					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
14					下層 第二排	0	2-#10	0															
15					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	309	488	319											490.00	
16	4F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	280	550	280		2#4@10	2#4@18	2#4@10	250	610	250	1200	45	45	570.83	425.15
17					上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#10	7-#10	6-#10	330	450	330											454.49	
20	4F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	279	567	269		2#4@10	2#4@18	2#4@10	259	607	249	1200	45	40	546.68	428.29
21					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	0	2-#10	0															
23					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	319	488	309											490.00	
24	3F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	279	538	299		2#4@10	2#4@18	2#4@10	259	578	279	1200	40	45	602.07	435.00
25					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	0	2-#10	0															
27					下層 第一排	6-#10	6-#10	7-#10	309	398	408											504.64	
28	3F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	270	570	270		2#4@10	#4@10	2#4@10	300	510	300	1200	45	45	629.00	433.31
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	370	370	370											496.68	
32	3F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	299	538	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	577	259	1200	45	40	602.00	435.03
33					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
34					下層 第二排	0	2-#10	0															
35					下層 第一排	7-#10	6-#10	6-#10	408	398	309											504.64	
36	2F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	249	587	279		2#4@10	2#4@18	2#4@10	249	577	289	1200	40	45	606.44	435.03
37					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
38					下層 第二排	0	2-#10	0															
39					下層 第一排	6-#10	6-#10	7-#10	299	408	408											505.91	
40	2F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	270	570	270		2#4@10	2#4@18	2#4@10	270	570	270	1200	45	45	629.00	434.16
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	370	370	370											496.68	
44	2F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	279	587	249		2#4@10	2#4@18	2#4@10	289	577	249	1200	45	40	606.50	435.03
45					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
46					下層 第二排	0	2-#10	0															
47					下層 第一排	7-#10	6-#10	6-#10	408	408	299											505.91	

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	支承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm^2)
						左1	中	右1	左1	中	右1		左	中	右	左	中	右		左	右		
0	RF	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	#4@10	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	593.95	423.81
1					上層 第二排	3-#10	0	5-#10															
2					下層 第二排	0	2-#10	0															
3					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											513.17	
4	RF	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	591.28	421.91
5					上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
6					下層 第二排	0	0	0															
7					下層 第一排	5-#10	7-#10	5-#10	222	666	222											439.91	
8	RF	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	593.95	439.51
9					上層 第二排	5-#10	0	3-#10															
10					下層 第二排	0	2-#10	0															
11					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											513.17	
12	4F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	665.22	439.51
13					上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
14					下層 第二排	0	2-#10	0															
15					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											513.17	
16	4F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	685.89	437.54
17					上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
18					下層 第二排	0	0	0															
19					下層 第一排	6-#10	7-#10	6-#10	222	666	222											468.30	
20	4F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	665.22	439.51
21					上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
22					下層 第二排	0	2-#10	0															
23					下層 第一排	6-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											513.17	
24	3F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	712.74	439.51
25					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
26					下層 第二排	0	2-#10	0															
27					下層 第一排	6-#10	6-#10	7-#10	223	669	223											527.42	
28	3F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	733.19	437.54
29					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
30					下層 第二排	0	0	0															
31					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	222	666	222											496.68	
32	3F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	712.74	439.51
33					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
34					下層 第二排	0	2-#10	0															
35					下層 第一排	7-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											527.42	
36	2F	B1	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@18	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	736.49	439.51
37					上層 第二排	6-#10	0	7-#10															
38					下層 第二排	0	2-#10	0															
39					下層 第一排	6-#10	6-#10	7-#10	223	669	223											527.42	
40	2F	B2	70	90	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	2#4@18	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	733.19	437.54
41					上層 第二排	7-#10	0	7-#10															
42					下層 第二排	0	0	0															
43					下層 第一排	7-#10	7-#10	7-#10	222	666	222											496.68	
44	2F	B3	70	90	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	2#4@15	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	736.49	470.90
45					上層 第二排	7-#10	0	6-#10															
46					下層 第二排	0	2-#10	0															
47					下層 第一排	7-#10	6-#10	6-#10	223	669	223											527.42	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 19 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	130	280	130		#4@18	#4@30	#4@18	170	200	170	600	30	30	6789.8	32.4
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	130	260	150											6789.8	
RF	B2	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	150	240	150		#4@18	#4@25	#4@18	170	200	170	600	30	30	6992.5	34.1
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	180	180	180											5472.4	
RF	B3	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	130	280	130		#4@18	#4@30	#4@18	170	200	170	600	30	30	6789.8	32.4
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	150	260	130											6789.8	
4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#8	3-#8	4-#8	140	280	120		#4@12	#4@18	#4@12	180	190	170	600	30	30	10235.3	50.3
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											8208.5	
4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	130	280	130		#4@12	#4@18	#4@12	170	200	170	600	30	30	10843.4	50.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	90	360	90											6384.4	
4F	B3	50	80	上層 第一排	4-#8	3-#8	5-#8	120	280	140		#4@12	#4@18	#4@12	170	190	180	600	30	30	10235.3	50.3
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											8208.5	
3F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	170	210	160		#4@10	#4@15	#4@10	180	180	180	600	30	30	13224.9	60.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	4-#8	3-#8	130	10	400											8917.9	
3F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	160	220	160		#4@10	#4@15	#4@10	170	200	170	600	30	30	13072.9	60.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											8208.5	
3F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	160	210	170		#4@10	#4@15	#4@10	180	180	180	600	30	30	13224.9	60.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	4-#8	4-#8	400	10	130											8917.9	
2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#8	4-#8	5-#8	160	230	150		2#4@18	#4@12	2#4@15	170	200	170	600	30	30	15657.0	73.8
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	3-#8	4-#8	260	140	140											11552.8	
2F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	170	200	170		#4@10	#4@15	#4@10	180	180	180	600	30	30	13376.9	60.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	180	180	180											8208.5	
2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#8	4-#8	5-#8	150	230	160		2#4@15	#4@12	2#4@18	170	200	170	600	30	30	15657.0	73.8
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	5-#8	140	140	260											11552.8	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	180	180	180		#4@18	#4@30	#4@18	160	220	160	600	30	30	7296.5	31.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	108	324	108											7114.1	
RF	B2	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	180	180	180		#4@18	#4@25	#4@18	160	220	160	600	30	30	7296.5	33.7
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	108	324	108											5472.4	
RF	B3	50	80	上層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	180	180	180		#4@18	#4@30	#4@18	160	220	160	600	30	30	7296.5	31.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	108	324	108											7114.1	
4F	B1	50	80	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@12	#4@15	#4@12	160	220	160	600	30	30	10032.7	52.4
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
4F	B2	50	80	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@12	#4@18	#4@12	160	220	160	600	30	30	10944.7	49.3
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	180	180	180											7296.5	
4F	B3	50	80	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@12	#4@15	#4@12	160	220	160	600	30	30	10032.7	52.4
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
3F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	180	180		#4@10	#4@12	#4@10	160	220	160	600	30	30	13680.9	63.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	3-#8	180	252	108											9120.6	
3F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	2-#8	6-#8	180	180	180		#4@10	#4@15	#4@10	160	220	160	600	30	30	12768.8	59.1
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
3F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	180	180		#4@10	#4@12	#4@10	160	220	160	600	30	30	13680.9	63.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	4-#8	108	252	180											9120.6	
2F	B1	50	80	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@12	2#4@15	160	220	160	600	30	30	15505.0	72.8
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	4-#8	4-#8	180	252	108											11856.8	
2F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	180	180		#4@10	#4@12	#4@10	160	220	160	600	30	30	13680.9	63.8
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
2F	B3	50	80	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@12	2#4@18	160	220	160	600	30	30	15505.0	72.8
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	4-#8	5-#8	108	252	180											11856.8	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 20 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	390	220		#4@10	#4@20	2#4@18	210	380	230	900	40	40	25537.7	83.1
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	5-#8	5-#8	210	10	600											19710.6	
RF	B2	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	220	380	220		2#4@18	#4@18	2#4@18	200	420	200	900	40	40	25841.7	85.9
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
RF	B3	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	220	390	210		2#4@18	#4@20	#4@10	230	380	210	900	40	40	25537.7	83.1
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	4-#8	600	10	210											19710.6	
4F	B1	50	90	上層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	220	390	210		2#4@15	#4@10	2#4@15	200	420	200	900	40	40	36026.4	116.0
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	100	620	100											21788.1	
4F	B2	50	90	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	240	340	240		2#4@15	#4@10	2#4@15	200	420	200	900	40	40	36077.0	116.0
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	100	620	100											21788.1	
4F	B3	50	90	上層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	210	390	220		2#4@15	#4@10	2#4@15	200	420	200	900	40	40	36026.4	116.0
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	100	620	100											21788.1	
3F	B1	50	90	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	190	440	190	900	40	40	48206.6	142.2
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	350	370	100											25335.0	
3F	B2	50	90	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	250	320	250		2#4@12	2#4@18	2#4@12	180	460	180	900	40	40	44460.8	140.8
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	100	620	100											22801.5	
3F	B3	50	90	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	190	440	190	900	40	40	48206.6	142.2
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	100	370	350											25335.0	
2F	B1	50	90	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	190	420	210	900	40	40	49183.7	143.6
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	400	320	100											25841.7	
2F	B2	50	90	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	220	380	220		2#4@12	2#4@18	2#4@12	190	440	190	900	40	40	48206.6	142.2
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	100	620	100											22801.5	
2F	B3	50	90	上層 第一排	5-#10	4-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	210	420	190	900	40	40	49183.7	143.6
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	100	320	400											25841.7	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		#4@10	#4@18	2#4@18	205	410	205	900	40	40	29084.6	83.7
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											19943.7	
RF	B2	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@18	#4@18	2#4@18	205	410	205	900	40	40	29084.6	86.6
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
RF	B3	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@18	#4@18	#4@10	205	410	205	900	40	40	29084.6	83.7
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	4-#8	164	492	164											19943.7	
4F	B1	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	37394.5	121.2
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
4F	B2	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	37394.5	121.2
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
4F	B3	50	90	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	37394.5	121.2
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
3F	B1	50	90	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	48966.6	144.3
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
3F	B2	50	90	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層 第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											26314.6	
3F	B3	50	90	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	48966.6	144.3
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
2F	B1	50	90	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	51192.3	144.3
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
2F	B2	50	90	上層 第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	48966.6	144.3
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											26314.6	
2F	B3	50	90	上層 第一排	5-#10	3-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	51192.3	144.3
				上層 第二排	5-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 21 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	229	607	269		2#4@15	#4@15	2#4@12	249	567	289	1200	45	50	56497.0	150.9
				上層 第二排	3-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	8-#8	249	528	329											46204.5	
RF	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	260	580	260		2#4@12	#4@12	2#4@12	220	650	230	1200	50	50	59790.6	160.9
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	380	340	380											46312.4	
RF	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	269	607	229		2#4@12	#4@15	2#4@15	289	567	249	1200	50	45	56497.1	150.9
				上層 第二排	5-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	7-#8	329	528	249											46204.5	
4F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	299	498	309		2#4@12	2#4@18	2#4@12	289	518	299	1200	45	50	75154.8	196.9
				上層 第二排	8-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	9-#8	10-#8	10-#8	986	10	110											50996.8	
4F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	7-#8	11-#8	290	520	290		2#4@12	2#4@18	2#4@12	300	500	300	1200	50	50	77221.1	197.1
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	860	120											51379.4	
4F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	309	498	299		2#4@12	2#4@18	2#4@12	299	518	289	1200	50	45	75154.8	196.9
				上層 第二排	9-#8	0	8-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	10-#8	9-#8	110	10	986											50996.8	
3F	B1	80	110	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	299	498	309		2#4@10	2#4@15	2#4@10	249	587	269	1200	45	50	92002.9	230.4
				上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	120	866	120											52813.3	
3F	B2	80	110	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	280	540	280		2#4@10	2#4@15	2#4@10	260	580	260	1200	50	50	94784.5	229.7
				上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	120	860	120											52595.5	
3F	B3	80	110	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	309	498	299		2#4@10	2#4@15	2#4@10	269	587	249	1200	50	45	92002.9	230.4
				上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	120	866	120											52813.3	
2F	B1	80	110	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	299	488	319		2#4@10	2#4@15	2#4@10	259	548	299	1200	45	50	95411.5	233.8
				上層 第二排	5-#10	0	7-#10															
				下層 第二排	0	0	2-#8															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	10-#8	120	866	120											53418.8	
2F	B2	80	110	上層 第一排	9-#10	6-#10	9-#10	290	520	290		2#4@10	2#4@15	2#4@10	300	500	300	1200	50	50	96250.3	236.5
				上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	120	860	120											52595.5	
2F	B3	80	110	上層 第一排	9-#10	5-#10	9-#10	319	488	299		2#4@10	2#4@15	2#4@10	299	548	259	1200	50	45	95411.5	233.8
				上層 第二排	7-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	11-#8	120	866	120											53418.8	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@15	#4@12	2#4@12	276	553	276	1200	45	50	65322.1	163.3
				上層 第二排	3-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	221	663	221											48151.7	
RF	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	367	367	367		2#4@12	#4@15	2#4@12	275	550	275	1200	50	50	68742.3	162.6
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	220	660	220											47933.8	
RF	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	368	368	368		2#4@12	#4@12	2#4@15	276	553	276	1200	50	45	65322.1	163.3
				上層 第二排	5-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	221	663	221											48151.7	
4F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	368	368	368		2#4@12	2#4@15	2#4@12	276	553	276	1200	45	50	83985.5	210.0
				上層 第二排	8-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	9-#8	9-#8	10-#8	221	516	368											52257.7	
4F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	367	367	367		2#4@12	2#4@15	2#4@12	275	550	275	1200	50	50	85463.4	209.1
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	367	367	367											53879.1	
4F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	368	368	368		2#4@12	2#4@15	2#4@12	276	553	276	1200	50	45	83985.5	210.0
				上層 第二排	9-#8	0	8-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	9-#8	368	516	221											52257.7	
3F	B1	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@15	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	98978.2	233.3
				上層 第二排	5-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	368	368	368											57856.7	
3F	B2	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	2#4@15	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	101516.1	232.3
				上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	367	367	367											57594.9	
3F	B3	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@15	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	98978.2	233.3
				上層 第二排	6-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	368	368	368											57856.7	
2F	B1	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	45	50	101977.5	256.7
				上層 第二排	5-#10	0	7-#10															
				下層 第二排	0	0	2-#8															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	10-#8	368	368	368											59723.0	
2F	B2	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	367	367	367		2#4@10	2#4@12	2#4@10	275	550	275	1200	50	50	101516.1	255.5
				上層 第二排	6-#10	0	6-#10															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	11-#8	9-#8	11-#8	367	367	367											57594.9	
2F	B3	80	110	上層 第一排	9-#10	4-#10	9-#10	368	368	368		2#4@10	2#4@12	2#4@10	276	553	276	1200	50	45	101977.5	256.7
				上層 第二排	7-#10	0	5-#10															
				下層 第二排	2-#8	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	11-#8	368	368	368											59723.0	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 22 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	120	290	130		#4@12	#4@25	#4@12	130	280	130	600	30	30	8664.6	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	170	190	180											6435.1	
RF	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	130	280	130		#4@12	#4@25	#4@12	130	280	130	600	30	30	8107.2	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	180	180	180											5472.4	
RF	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	130	290	120		#4@12	#4@25	#4@12	130	280	130	600	30	30	8664.6	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	180	190	170											6435.1	
4F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	170	210	160		#4@10	#4@15	#4@10	150	250	140	600	30	30	12160.8	57.9
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	230	230	80											7043.1	
4F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	160	220	160		#4@10	#4@15	#4@10	140	260	140	600	30	30	11958.1	57.4
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	80	380	80											6283.1	
4F	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	160	210	170		#4@10	#4@15	#4@10	140	250	150	600	30	30	12160.8	57.9
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	80	230	230											7043.1	
3F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	160	220	160		2#4@18	#4@12	2#4@15	140	260	140	600	30	30	16315.7	70.8
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	110	350	80											9171.3	
3F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	4-#8	5-#8	130	280	130		2#4@18	#4@12	2#4@18	130	280	130	600	30	30	16214.4	65.0
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	80	380	80											9019.3	
3F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	160	220	160		2#4@15	#4@12	2#4@18	140	260	140	600	30	30	16315.7	70.8
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	80	350	110											9171.3	
2F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	4-#8	5-#8	140	260	140		2#4@15	#4@10	2#4@15	130	280	130	600	30	30	16619.8	76.2
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	230	210	100											9880.6	
2F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	160	220	160		2#4@15	#4@12	2#4@15	140	260	140	600	30	30	16315.7	74.8
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	80	380	80											9019.3	
2F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	4-#8	5-#8	140	260	140		2#4@15	#4@10	2#4@15	130	280	130	600	30	30	16619.8	76.2
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	100	210	230											9880.6	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		#4@12	#4@25	#4@12	135	270	135	600	30	30	10032.7	42.2
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	108	324	108											7114.1	
RF	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@12	#4@25	#4@12	135	270	135	600	30	30	9120.6	42.2
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	108	324	108											5472.4	
RF	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@12	#4@25	#4@12	135	270	135	600	30	30	10032.7	42.2
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	108	324	108											7114.1	
4F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@10	#4@12	#4@10	135	270	135	600	30	30	12768.8	62.7
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
4F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@10	#4@15	#4@10	135	270	135	600	30	30	12768.8	57.0
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	180	180	180											7296.5	
4F	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	180	180	180		#4@10	#4@12	#4@10	135	270	135	600	30	30	12768.8	62.7
				上層 第二排	2-#8		0 2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	108	324	108											8208.5	
3F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@12	2#4@15	135	270	135	600	30	30	16417.1	70.3
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											10032.7	
3F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@18	#4@12	2#4@18	135	270	135	600	30	30	16417.1	66.5
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											10032.7	
3F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@12	2#4@18	135	270	135	600	30	30	16417.1	70.3
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											10032.7	
2F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	17329.1	79.8
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	4-#8	4-#8	108	324	108											10944.7	
2F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@12	2#4@15	135	270	135	600	30	30	16417.1	74.1
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	3-#8	4-#8	180	180	180											10032.7	
2F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	3-#8	5-#8	180	180	180		2#4@15	#4@10	2#4@15	135	270	135	600	30	30	17329.1	79.8
				上層 第二排	3-#8		0 3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	4-#8	4-#8	108	324	108											10944.7	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 23 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	200	410	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	180	440	200	900	40	40	25993.7	101.4
				上層第二排	3-#8	0	4-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	270	270	280											22142.8	
RF	B2	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	190	440	190	900	40	40	27361.8	101.4
				上層第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
RF	B3	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	410	200		2#4@15	#4@15	2#4@15	200	440	180	900	40	40	25993.7	101.4
				上層第二排	4-#8	0	3-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	280	270	270											22142.8	
4F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	210	410	200		2#4@15	#4@10	2#4@15	210	410	200	900	40	40	36724.9	116.5
				上層第二排	3-#10	0	3-#10															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	90	640	90											21686.8	
4F	B2	50	80	上層第一排	6-#8	4-#8	6-#8	220	380	220		2#4@15	#4@10	2#4@15	200	420	200	900	40	40	34455.6	116.0
				上層第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	90	640	90											21686.8	
4F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	200	410	210		2#4@15	#4@10	2#4@15	200	410	210	900	40	40	36724.9	116.5
				上層第二排	3-#10	0	3-#10															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	90	640	90											21686.8	
3F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	90	640	90											25841.7	
3F	B2	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	90	640	90											22598.8	
3F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	90	640	90											25841.7	
2F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	90	640	90											25841.7	
2F	B2	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	90	640	90											22598.8	
2F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	3-#10	5-#10	230	360	230		2#4@12	2#4@18	2#4@12	170	490	160	900	40	40	42506.5	138.7
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	90	640	90											25841.7	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	30469.6	103.9
				上層第二排	3-#8	0	4-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											23267.7	
RF	B2	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	31854.5	103.9
				上層第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
RF	B3	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	30469.6	103.9
				上層第二排	4-#8	0	3-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											23267.7	
4F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	40063.6	121.2
				上層第二排	3-#10	0	3-#10															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
4F	B2	50	80	上層第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	37394.5	121.2
				上層第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
4F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@15	#4@10	2#4@15	205	410	205	900	40	40	40063.6	121.2
				上層第二排	3-#10	0	3-#10															
				下層第二排	0	0	0															
				下層第一排	6-#8	5-#8	6-#8	273	273	273											23544.7	
3F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
3F	B2	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	#4@10	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	138.5
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											26314.6	
3F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
2F	B1	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	
2F	B2	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											26314.6	
2F	B3	50	80	上層第一排	5-#10	2-#10	5-#10	273	273	273		2#4@12	2#4@18	2#4@12	205	410	205	900	40	40	44515.1	144.3
				上層第二排	4-#10	0	4-#10															
				下層第二排	2-#8	0	2-#8															
				下層第一排	5-#8	6-#8	5-#8	273	273	273											27699.6	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 24 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	220	640	250		2#4@15	#4@18	2#4@15	280	520	310	1200	45	45	52950.2	136.3
				上層 第二排	2-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	9-#8	7-#8	200	640	270											44843.0	
RF	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	250	610	250		2#4@15	#4@18	2#4@15	300	510	300	1200	45	45	54014.2	137.3
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	7-#8	290	530	290											44741.6	
RF	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	250	640	220		2#4@15	#4@18	2#4@15	310	520	280	1200	45	45	52950.2	136.3
				上層 第二排	4-#8	0	2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	6-#8	270	640	200											44843.0	
4F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	290	540	280		2#4@12	#4@12	2#4@12	230	640	240	1200	45	45	66985.7	166.8
				上層 第二排	7-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	760	10	340											48896.6	
4F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	280	550	280		2#4@12	#4@12	2#4@12	230	650	230	1200	45	45	64958.9	165.8
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	360	390	360											46971.1	
4F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	280	540	290		2#4@12	#4@12	2#4@12	240	640	230	1200	45	45	66985.7	166.8
				上層 第二排	6-#8	0	7-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	340	10	760											48896.6	
3F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	310	490	310		2#4@12	2#4@18	2#4@12	310	480	320	1200	45	45	77727.8	200.6
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	
3F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	310	490	310		2#4@12	2#4@18	2#4@12	310	490	310	1200	45	45	77727.8	199.9
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	
3F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	310	490	310		2#4@12	2#4@18	2#4@12	320	480	310	1200	45	45	77727.8	200.6
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	
2F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	8-#8	11-#8	280	540	290		2#4@12	2#4@18	2#4@12	330	420	360	1200	45	45	82592.1	204.8
				上層 第二排	9-#8	0	11-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	
2F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	8-#8	11-#8	280	550	280		2#4@12	2#4@18	2#4@12	330	450	330	1200	45	45	81882.7	202.7
				上層 第二排	10-#8	0	10-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	
2F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	8-#8	11-#8	290	540	280		2#4@12	2#4@18	2#4@12	360	420	330	1200	45	45	82592.1	204.8
				上層 第二排	11-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	120	870	120											51835.4	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@15	#4@15	2#4@15	278	555	278	1200	45	45	61868.1	140.6
				上層 第二排	2-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	7-#8	222	666	222											46119.8	
RF	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@15	#4@15	2#4@15	278	555	278	1200	45	45	61868.1	140.6
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	7-#8	222	666	222											46119.8	
RF	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	5-#8	11-#8	370	370	370		2#4@15	#4@15	2#4@15	278	555	278	1200	45	45	61868.1	140.6
				上層 第二排	4-#8	0	2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	7-#8	9-#8	7-#8	222	666	222											46119.8	
4F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	76866.4	175.8
				上層 第二排	7-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	222	666	222											49494.5	
4F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	74991.6	175.8
				上層 第二排	6-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	8-#8	222	666	222											48369.6	
4F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	76866.4	175.8
				上層 第二排	6-#8	0	7-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	222	666	222											49494.5	
3F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	86240.3	211.0
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	
3F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	86240.3	211.0
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	
3F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	86240.3	211.0
				上層 第二排	9-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	
2F	B1	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	89989.9	211.0
				上層 第二排	9-#8	0	11-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	
2F	B2	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	89989.9	211.0
				上層 第二排	10-#8	0	10-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	
2F	B3	80	110	上層 第一排	11-#8	6-#8	11-#8	370	370	370		2#4@12	2#4@15	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	89989.9	211.0
				上層 第二排	11-#8	0	9-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	10-#8	9-#8	10-#8	370	370	370											54368.9	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 25 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	40	60	上層 第一排	3-#8	2-#8	4-#8	100	340	110		#4@12	#4@25	#4@12	120	300	130	600	25	25	7195.1	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	130	260	160											6891.1	
RF	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	110	330	110		#4@12	#4@25	#4@12	120	300	130	600	25	25	7803.2	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	183	183	183											5573.7	
RF	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	3-#8	110	340	100		#4@12	#4@25	#4@12	120	300	130	600	25	25	7195.1	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	160	260	130											6891.1	
4F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	140	280	130		#4@12	#4@25	#4@12	130	290	130	600	25	25	9678.0	42.1
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	
4F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	130	290	130		#4@12	#4@25	#4@12	120	300	130	600	25	25	9526.0	41.6
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	80	390	80											6384.4	
4F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	130	280	140		#4@12	#4@25	#4@12	130	290	130	600	25	25	9678.0	42.1
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	
3F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	150	250	150		#4@12	#4@18	#4@12	180	180	190	600	25	25	11654.1	51.7
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	
3F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	150	250	150		#4@12	#4@18	#4@12	180	190	180	600	25	25	11654.1	51.4
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	80	390	80											6384.4	
3F	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	150	250	150		#4@12	#4@18	#4@12	190	180	180	600	25	25	11654.1	51.7
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	
2F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	170	220	160		#4@10	#4@15	#4@10	140	250	160	600	25	25	13072.9	59.1
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	
2F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	160	230	160		#4@10	#4@15	#4@10	120	300	130	600	25	25	12059.5	57.0
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	80	390	80											6384.4	
2F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	160	220	170		#4@10	#4@15	#4@10	160	250	140	600	25	25	13072.9	59.1
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	183	183	183											8360.6	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	40	60	上層 第一排	3-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	8360.6	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	110	330	110											7245.8	
RF	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	9289.5	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	2-#8	2-#8	110	330	110											5573.7	
RF	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	3-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	8360.6	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	2-#8	3-#8	2-#8	110	330	110											7245.8	
4F	B1	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	11147.4	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	
4F	B2	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	11147.4	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	183	183	183											7431.6	
4F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@12	#4@25	#4@12	138	275	138	600	25	25	11147.4	43.0
				上層 第二排	0	0	0															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	
3F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@12	#4@15	#4@12	138	275	138	600	25	25	13005.3	52.3
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	
3F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@12	#4@15	#4@12	138	275	138	600	25	25	13005.3	52.3
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	183	183	183											7431.6	
3F	B3	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@12	#4@15	#4@12	138	275	138	600	25	25	13005.3	52.3
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	
2F	B1	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	5-#8	183	183	183		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	13934.3	63.9
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	
2F	B2	40	60	上層 第一排	4-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@15	#4@10	138	275	138	600	25	25	13005.3	58.1
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	2-#8	3-#8	183	183	183											7431.6	
2F	B3	40	60	上層 第一排	5-#8	2-#8	4-#8	183	183	183		#4@10	#4@12	#4@10	138	275	138	600	25	25	13934.3	63.9
				上層 第二排	2-#8		0	2-#8														
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	3-#8	3-#8	3-#8	110	330	110											8360.6	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 26 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	180	450	190		2#4@18	#4@18	2#4@15	200	400	220	900	40	40	22801.5	93.5
				上層 第二排	2-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	6-#8	4-#8	190	430	200											20977.4	
RF	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	190	440	190		2#4@18	#4@18	2#4@18	210	400	210	900	40	40	24017.6	87.3
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	5-#8	4-#8	210	400	210											18646.6	
RF	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	190	450	180		2#4@15	#4@18	2#4@18	220	400	200	900	40	40	22801.5	93.5
				上層 第二排	3-#8	0	2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	6-#8	4-#8	200	430	190											20977.4	
4F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	200	430	190	900	40	40	27361.8	102.2
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
4F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	190	440	190	900	40	40	27361.8	101.4
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
4F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	210	400	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	190	430	200	900	40	40	27361.8	102.2
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
3F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	200	420	200		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	400	210	900	40	40	30807.4	104.7
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	280	260	280											22092.1	
3F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	200	420	200		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	400	210	900	40	40	30807.4	104.7
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
3F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	200	420	200		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	400	210	900	40	40	30807.4	104.7
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	280	260	280											22092.1	
2F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	200	410	210		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	390	220	900	40	40	32226.1	105.6
				上層 第二排	5-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	6-#8	280	10	530											23510.9	
2F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	230	360	230		2#4@15	#4@15	2#4@15	210	400	210	900	40	40	31111.4	104.7
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	273	273	273											20774.7	
2F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	4-#8	6-#8	210	410	200		2#4@15	#4@12	2#4@15	170	490	160	900	40	40	32226.1	105.4
				上層 第二排	6-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	5-#8	530	10	280											23510.9	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@18	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	27699.6	98.1
				上層 第二排	2-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	6-#8	4-#8	164	492	164											21605.7	
RF	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@18	#4@18	2#4@18	205	410	205	900	40	40	29084.6	86.6
				上層 第二排	3-#8	0	3-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	5-#8	4-#8	164	492	164											19112.7	
RF	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@18	205	410	205	900	40	40	27699.6	98.1
				上層 第二排	3-#8	0	2-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	4-#8	6-#8	4-#8	164	492	164											21605.7	
4F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	31854.5	103.9
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
4F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	31854.5	103.9
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
4F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	31854.5	103.9
				上層 第二排	4-#8	0	4-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
3F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	34624.5	103.9
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											23267.7	
3F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	34624.5	103.9
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
3F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	34624.5	103.9
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											23267.7	
2F	B1	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@12	2#4@15	205	410	205	900	40	40	36009.5	112.6
				上層 第二排	5-#8	0	6-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	6-#8	6-#8	164	492	164											24098.7	
2F	B2	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@15	2#4@15	205	410	205	900	40	40	34624.5	103.9
				上層 第二排	5-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	5-#8	5-#8	5-#8	164	492	164											20774.7	
2F	B3	50	80	上層 第一排	6-#8	3-#8	6-#8	273	273	273		2#4@15	#4@12	2#4@15	205	410	205	900	40	40	36009.5	112.6
				上層 第二排	6-#8	0	5-#8															
				下層 第二排	0	0	0															
				下層 第一排	6-#8	6-#8	5-#8	164	492	164											24098.7	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 27 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	219	637	259		2#4@12	#4@12	2#4@12	249	567	299	1200	40	45	51550.6	173.1
				上層 第二排	4-#8		0	7-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	6-#8	9-#8	8-#8	179	647	289											53218.2	
RF	B2	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	260	590	260		2#4@12	#4@10	2#4@12	240	630	240	1200	45	45	57105.1	173.9
				上層 第二排	7-#8		0	7-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	8-#8	8-#8	300	510	300											50163.3	
RF	B3	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	259	637	219		2#4@12	#4@12	2#4@12	299	567	249	1200	45	40	51550.6	173.1
				上層 第二排	7-#8		0	4-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	9-#8	6-#8	289	647	179											53218.2	
4F	B1	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	269	568	279		2#4@12	#4@10	2#4@12	259	587	269	1200	40	45	62950.9	179.1
				上層 第二排	8-#8		0	9-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	279	498	339											54478.4	
4F	B2	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	280	550	280		2#4@12	#4@12	2#4@12	300	510	300	1200	45	45	65009.6	178.4
				上層 第二排	9-#8		0	9-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	8-#8	8-#8	300	510	300											50163.3	
4F	B3	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	279	567	269		2#4@12	#4@10	2#4@12	269	587	259	1200	45	40	62957.5	179.1
				上層 第二排	9-#8		0	8-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	339	498	279											54479.9	
3F	B1	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	289	528	299		2#4@10	#4@10	2#4@10	239	607	269	1200	40	45	72719.4	205.6
				上層 第二排	5-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	319	458	339											55487.7	
3F	B2	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	300	510	300		2#4@10	2#4@18	2#4@10	210	690	210	1200	45	45	71088.4	203.6
				上層 第二排	5-#10		0	5-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	8-#8	9-#8	360	390	360											52595.5	
3F	B3	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	299	528	289		2#4@10	#4@10	2#4@10	269	607	239	1200	45	40	72719.4	205.6
				上層 第二排	6-#10		0	5-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	339	458	319											55487.7	
2F	B1	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	279	528	309		2#4@12	#4@10	2#4@10	239	597	279	1200	40	45	70529.8	196.8
				上層 第二排	4-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		2-#8													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	299	418	398											57102.1	
2F	B2	70	100	上層 第一排	7-#10	4-#10	7-#10	280	550	280		2#4@10	2#4@18	2#4@10	220	670	220	1200	45	45	77195.6	205.8
				上層 第二排	6-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	8-#8	9-#8	360	390	360											52595.5	
2F	B3	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	309	528	279		2#4@10	#4@10	2#4@12	279	597	239	1200	45	40	70523.3	196.8
				上層 第二排	6-#10		0	4-#10														
				下層 第二排	2-#8	2-#8	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	398	418	299											57102.1	

樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋				主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋配置			梁長	支承寬		主筋量(kgf)	箍筋量(cm^2)
					左	中	右	左	中	右		左	中	右	左	中	右		左	右		
RF	B1	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	372	372	372		2#4@12	#4@12	2#4@12	279	558	279	1200	40	45	64030.0	176.6
				上層 第二排	4-#8		0	7-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											56497.1	
RF	B2	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	370	370	370		2#4@12	#4@12	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	69367.2	175.8
				上層 第二排	7-#8		0	7-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	8-#8	8-#8	222	666	222											51744.2	
RF	B3	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	372	372	372		2#4@12	#4@10	2#4@12	279	558	279	1200	45	40	64030.0	188.4
				上層 第二排	7-#8		0	4-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											56497.1	
4F	B1	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	372	372	372		2#4@12	#4@10	2#4@12	279	558	279	1200	40	45	75329.4	188.4
				上層 第二排	8-#8		0	9-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											56497.1	
4F	B2	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	370	370	370		2#4@12	#4@10	2#4@12	278	555	278	1200	45	45	76866.4	187.5
				上層 第二排	9-#8		0	9-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	8-#8	8-#8	8-#8	222	666	222											51744.2	
4F	B3	70	100	上層 第一排	9-#8	5-#8	9-#8	372	372	372		2#4@12	#4@10	2#4@12	279	558	279	1200	45	40	75329.4	188.4
				上層 第二排	9-#8		0	8-#8														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											56497.1	
3F	B1	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	#4@10	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	84741.5	211.9
				上層 第二排	5-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											57627.0	
3F	B2	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	81348.6	211.0
				上層 第二排	5-#10		0	5-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	8-#8	9-#8	222	666	222											53994.0	
3F	B3	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	#4@10	2#4@10	279	558	279	1200	45	40	84741.5	211.9
				上層 第二排	6-#10		0	5-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											57627.0	
2F	B1	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@12	#4@10	2#4@10	279	558	279	1200	40	45	81715.0	200.1
				上層 第二排	4-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		2-#8													
				下層 第一排	9-#8	9-#8	8-#8	223	669	223											58756.9	
2F	B2	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	370	370	370		2#4@10	#4@10	2#4@10	278	555	278	1200	45	45	87374.4	211.0
				上層 第二排	6-#10		0	6-#10														
				下層 第二排		0	2-#8		0													
				下層 第一排	9-#8	8-#8	9-#8	222	666	222											53994.0	
2F	B3	70	100	上層 第一排	7-#10	3-#10	7-#10	372	372	372		2#4@10	#4@10	2#4@12	279	558	279	1200	45	40	81715.0	200.1
				上層 第二排	6-#10		0	4-#10														
				下層 第二排	2-#8	2-#8	0															
				下層 第一排	8-#8	9-#8	9-#8	223	669	223											58756.9	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 28 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

	樓層	編號	RC 梁寬	RC 梁深	主筋	主筋長度			腰筋	箍筋			箍筋長度			梁長	安承寬		主筋用量(kgf)	箍筋用量(cm³)
						右1	中	左1		左	中	右	左	中	右		右1	左1		
0	RF	B1	60	90	上層第一排 6-#8 3-#8 5-#8	230	410	180		#4@10	#4@30	#4@12	180	460	180	900	40	40	157.91	122.48
1					上層第二排 0 0 0															
2					下層第一排 0 0 0															
3					下層第二排 4-#8 5-#8 4-#8	240	390	190											145.98	
4	RF	B2	60	90	上層第一排 7-#8 3-#8 7-#8	210	400	210		#4@10	#4@30	#4@10	180	460	180	900	40	40	164.67	130.08
5					上層第二排 0 0 0															
6					下層第一排 0 0 0															
7					下層第二排 4-#8 5-#8 4-#8	240	340	240											143.99	
8	RF	B3	60	90	上層第一排 5-#8 3-#8 8-#8	180	410	230		#4@12	#4@30	#4@10	180	460	180	900	40	40	157.91	122.48
9					上層第二排 0 0 0															
10					下層第一排 0 0 0															
11					下層第二排 4-#8 5-#8 4-#8	190	390	240											145.98	
12	12F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 6-#8	230	420	180		2#4@18	#4@30	#4@10	180	460	180	900	40	40	206.04	131.00
13					上層第二排 3-#8 0 0															
14					下層第一排 0 0 0															
15					下層第二排 5-#8 4-#8	620	10	190											155.52	
16	12F	B2	60	90	上層第一排 7-#8 4-#8 7-#8	190	440	190		#4@10	#4@30	#4@10	180	460	180	900	40	40	206.04	130.08
17					上層第二排 2-#8 0 2-#8															
18					下層第一排 0 0 0															
19					下層第二排 4-#8 5-#8 4-#8	240	340	240											143.99	
20	12F	B3	60	90	上層第一排 6-#8 4-#8 8-#8	180	420	220		#4@10	#4@30	2#4@18	180	460	180	900	40	40	206.04	131.00
21					上層第二排 0 0 3-#8															
22					下層第一排 0 0 0															
23					下層第二排 4-#8 5-#8 5-#8	190	10	620											155.52	
24	13F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 7-#8	240	400	180		2#4@18	#4@30	#4@10	180	460	180	900	40	40	228.31	131.00
25					上層第二排 4-#8 0 0															
26					下層第一排 0 0 0															
27					下層第二排 6-#8 5-#8 4-#8	180	450	190											162.68	
28	13F	B2	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	210	400	210		2#4@18	#4@30	2#4@18	180	460	180	900	40	40	230.70	140.21
29					上層第二排 2-#8 0 2-#8															
30					下層第一排 0 0 0															
31					下層第二排 5-#8 5-#8 5-#8	273	273	273											163.08	
32	13F	B3	60	90	上層第一排 7-#8 4-#8 8-#8	180	400	240		#4@10	#4@30	2#4@18	180	460	180	900	40	40	228.31	131.00
33					上層第二排 0 0 4-#8															
34					下層第一排 0 0 0															
35					下層第二排 4-#8 5-#8 6-#8	190	450	180											162.68	
36	10F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 7-#8	250	380	190		2#4@15	#4@22	2#4@18	180	460	180	900	40	40	257.75	164.48
37					上層第二排 5-#8 0 2-#8															
38					下層第一排 0 0 0															
39					下層第二排 6-#8 5-#8 4-#8	180	520	120											165.47	
40	10F	B2	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	230	360	230		2#4@18	#4@25	2#4@18	180	460	180	900	40	40	258.54	147.99
41					上層第二排 3-#8 0 3-#8															
42					下層第一排 0 0 0															
43					下層第二排 5-#8 5-#8 5-#8	273	273	273											163.08	
44	10F	B3	60	90	上層第一排 7-#8 4-#8 8-#8	190	380	250		2#4@18	#4@22	2#4@15	180	460	180	900	40	40	257.75	164.48
45					上層第二排 2-#8 0 5-#8															
46					下層第一排 0 0 0															
47					下層第二排 4-#8 5-#8 6-#8	120	520	180											165.47	
48	8F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	260	360	200		2#4@15	#4@22	2#4@18	200	440	180	900	40	40	281.61	168.934
49					上層第二排 6-#8 0 2-#8															
50					下層第一排 0 0 0															
51					下層第二排 7-#8 7-#8 5-#8	170	10	640											177.40	
52	8F	B2	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	240	340	240		2#4@15	#4@22	2#4@15	180	460	180	900	40	40	283.20	174.616
53					上層第二排 4-#8 0 4-#8															
54					下層第一排 0 0 0															
55					下層第二排 6-#8 5-#8 6-#8	180	460	180											177.40	
56	8F	B3	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	200	360	260		2#4@18	#4@22	2#4@15	180	440	200	900	40	40	281.61	168.934
57					上層第二排 2-#8 0 6-#8															
58					下層第一排 0 0 0															
59					下層第二排 5-#8 7-#8 7-#8	640	10	170											177.40	
60	8F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	270	330	220		2#4@15	#4@18	2#4@15	180	460	180	900	40	40	309.85	186.39
61					上層第二排 7-#8 0 3-#8															
62					下層第一排 0 0 0															
63					下層第二排 7-#8 7-#8 5-#8	170	10	640											177.40	
64	8F	B2	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	230	360	230		2#4@15	#4@20	2#4@15	190	440	190	900	40	40	309.46	184.138
65					上層第二排 5-#8 0 5-#8															
66					下層第一排 0 0 0															
67					下層第二排 6-#8 5-#8 6-#8	180	460	180											177.40	
68	8F	B3	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	230	330	270		2#4@15	#4@18	2#4@15	180	460	180	900	40	40	309.85	186.39
69					上層第二排 3-#8 0 7-#8															
70					下層第一排 0 0 0															
71					下層第二排 5-#8 7-#8 7-#8	640	10	170											177.40	
72	7F	B1	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	230	400	190		2#4@12	#4@18	2#4@15	210	430	180	900	40	40	323.38	210.04
73					上層第二排 7-#8 0 4-#8															
74					下層第一排 0 0 0															
75					下層第二排 7-#8 5-#8 6-#8	180	460	180											184.56	
76	7F	B2	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	240	340	240		2#4@12	#4@18	2#4@12	190	440	190	900	40	40	315.82	222.428
77					上層第二排 5-#8 0 5-#8															
78					下層第一排 0 0 0															
79					下層第二排 7-#8 5-#8 7-#8	180	460	180											191.72	
80	7F	B3	60	90	上層第一排 8-#8 4-#8 8-#8	190	430	230		2#4@15	#4@18	2#4@12	180	430	210	900	40	40	323.38	210.04
81					上層第二排 4-#8 0 7-#8															
82					下層第一排 0 0 0															
83					下層第二排 6-#8 5-#8 7-#8	180	460	180											184.56	
84	6F	B1	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	250	350	200		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	355.99	228.904
85					上層第二排 8-#8 0 4-#8															
86					下層第一排 0 0 0															
87					下層第二排 6-#8 5-#8 6-#8	180	260	360											194.90	
88	6F	B2	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	230	340	230		2#4@12	#4@18	2#4@12	200	400	200	900	50	50	355.60	225.244
89					上層第二排 6-#8 0 6-#8															
90					下層第一排 0 0 0															
91					下層第二排 7-#8 5-#8 7-#8	240	320	240											197.29	
92	6F	B3	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	200	350	250		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	355.99	228.904
93					上層第二排 4-#8 0 8-#8															
94					下層第一排 0 0 0															
95					下層第二排 6-#8 5-#8 8-#8	360	270	170											193.71	
96	5F	B1	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	250	340	210		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	358.78	228.904
97					上層第二排 8-#8 0 4-#8															
98					下層第一排 0 0 0															
99					下層第二排 6-#8 5-#8 7-#8	180	250	370											210.02	
100	5F	B2	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	362.76	228.904
101					上層第二排 6-#8 0 6-#8															
102					下層第一排 0 0 0															
103					下層第二排 7-#8 6-#8 7-#8	180	450	170											204.85	
104	5F	B3	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	210	340	250		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	358.78	228.904
105					上層第二排 4-#8 0 8-#8															
106					下層第一排 0 0 0															
107					下層第二排 7-#8 5-#8 8-#8	370	260	170											208.82	
108	4F	B1	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	230	370	200		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	369.92	228.904
109					上層第二排 8-#8 0 5-#8															
110					下層第一排 0 0 0															
111					下層第二排 8-#8 6-#8 7-#8	180	450	170											212.01	
112	4F	B2	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	380.26	228.904
113					上層第二排 7-#8 0 7-#8															
114					下層第一排 0 0 0															
115					下層第二排 8-#8 6-#8 8-#8	180	450	170											218.77	
116	4F	B3	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	200	370	230		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	369.92	228.904
117					上層第二排 5-#8 0 8-#8															
118					下層第一排 0 0 0															
119					下層第二排 7-#8 6-#8 8-#8	180	450	170											211.61	
120	3F	B1	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	230	360	230		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	371.91	228.904
121					上層第二排 7-#8 0 6-#8															
122					下層第一排 0 0 0															
123					下層第二排 8-#8 6-#8 7-#8	180	450	170											212.01	
124	3F	B2	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	362.76	228.904
125					上層第二排 6-#8 0 6-#8															
126					下層第一排 0 0 0															
127					下層第二排 7-#8 6-#8 7-#8	180	450	170											204.85	
128	3F	B3	70	90	上層第一排 9-#8 7-#8 9-#8	210	360	230		2#4@12	#4@15	2#4@12	190	430	180	900	50	50	371.91	228.904
129					上層第二排 6-#8 0 7-#8															
130					下層第一排 0 0 0															
131					下層第二排 7-#8 6-#8 8-#8	180	450	170											211.61	
132	2F	B1	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@18	2#4@12	190	430	180	900	50	50	330.94	216.798
133					上層第二排 5-#8 0 5-#8															
134					下層第一排 0 0 0															
135					下層第二排 7-#8 5-#8 7-#8	180	450	170											186.95	
136	2F	B2	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@18	2#4@12	190	430	180	900	50	50	330.94	216.798
137					上層第二排 5-#8 0 5-#8															
138					下層第一排 0 0 0															
139					下層第二排 7-#8 5-#8 7-#8	180	450	170											186.95	
140	2F	B3	70	90	上層第一排 9-#8 6-#8 9-#8	220	360	220		2#4@12	#4@18	2#4@12	190	430	180	900	50	50	330.94	216.798
141					上層第二排 5-#8 0 5-#8															
142					下層第一排 0 0 0															
143					下層第二排 7-#8 5-#8 7-#8	180	450	170											186.95	

doi:10.6342/NTU201902072

編號 29 構架，梁最佳化配筋與現行配筋結果。

| | 樓層 | 編號 | AC 條件 | AC 條件 | 主筋 | | |

參考文獻

ACI. (2005). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-05) and commentary (ACI 318R-05)*.

ACI. (2014). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14): Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-14): an ACI Report*: American Concrete Institute. ACI.

Ancheta, T. D., Darragh, R. B., Stewart, J. P., Seyhan, E., Silva, W. J., Chiou, B. S.-J., . . . Boore, D. M. (2014). NGA-West2 database. *Earthquake Spectra, 30*(3), 989-1005.

ASCE. (2014). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.

ATC. (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings*.

Chomchuen, P., & Boonyapinyo, V. (2017). Incremental dynamic analysis with multi-modes for seismic performance evaluation of RC bridges. *Engineering Structures, 132*, 29-43. doi:10.1016/j.engstruct.2016.11.026

Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2001). A modal pushover analysis procedure to estimate seismic demands for buildings: theory and preliminary evaluation. *PEER 2001/03*.

Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2002). A modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands for buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 31*(3), 561-582. doi:10.1002/eqe.144

Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2004). A modal pushover analysis procedure to estimate seismic demands for unsymmetric-plan buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 33*(8), 903-927. doi:10.1002/eqe.380

FEMA. (1997). NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. *FEMA-273, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC*, 2-12.

FEMA. (2009). Quantification of building seismic performance factors. *FEMA P695*.

Kunnath, S. K. (2004). Identification of modal combinations for nonlinear static analysis of building structures. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 19*(4), 246-259.

Mao, J., Zhai, C., & Xie, L. (2008). An improved modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands of structures. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 7*(1), 25-31. doi:10.1007/s11803-008-0786-y

Vamvatsikos, D., & Cornell, C. A. (2002). Incremental dynamic analysis. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 31*(3), 491-514. doi:10.1002/eqe.141

內政部. (2011). *建築物耐震設計規範及解說*.

內政部. (2018). *建築技術規則*.

內政部. (2019). *混凝土結構設計規範*.

doi:10.6342/NTU201902072