

コンクリート床スラブによるH形断面梁の横座屈補剛効果に関する検討

その2 実験結果および塑性変形能力の評価

合成梁 横座屈 載荷実験

最大曲げ耐力 塑性変形能力

正会員 ○聲高 裕治^{*1} , 同 伊賀 はるな^{*1}同 伊山 潤^{*2} , 同 長谷川 隆^{*3}

1. はじめに

その2では、床スラブが横座屈挙動に与える影響を実験結果に基づいて考察し、合成梁の横座屈限界耐力や塑性変形能力の評価法を提案する。

2. 構面外変形

図1に、各サイクルの目標層間変形角到達時における梁フランジの構面外変形 u の分布と材軸まわりのねじれ角 ϕ の分布を示す。床スラブを設置した試験体では、床スラブの拘束によって上フランジの構面外変形がほとんど生じておらず、これに伴って下フランジの構面外変形やねじれ角が大幅に抑制されている。

図2に、層せん断力と材軸まわりの回転角（材長1/4点）の関係を示す。(a)図は材軸まわりの全体のねじれ角 ϕ 、(b)図はウェブの面外曲げ変形によるねじれ角 θ_w 、(c)図は頭付きスタッド抜出しによるねじれ角 θ_s である。床スラブの面外曲げ変形によるねじれ角を無視すると、材軸まわ

りのねじれ角 ϕ は、ウェブの面外曲げによるねじれ角 θ_w と頭付きスタッド抜出しによるねじれ角 θ_s の和に等しい。図2より、頭付きスタッド抜出しによるねじれ角 θ_s は、ウェブの面外曲げによるねじれ角 θ_w に比べて小さいため、層間変形角0.04radまでは全体のねじれ角 ϕ はウェブの面外曲げによるねじれ角とほぼ一致することがわかる。ただし、上記の知見は本実験の範囲内に限定されるため、不完全合成梁など材軸まわりの回転拘束の条件が異なる場合においても検討する必要がある。

3. 梁の軸力

柱に貼付した歪ゲージの計測値より、柱上下両端におけるピン支点での曲げモーメントを0と仮定することで、図3のような曲げモーメント分布を得ることができる。図3は、層間変形角0.04radの正側1回目におけるスパン9.5mの試験体の曲げモーメント分布である。各柱梁の節点において上下の柱のせん断力の差を梁に作用する軸力 N_b とみ

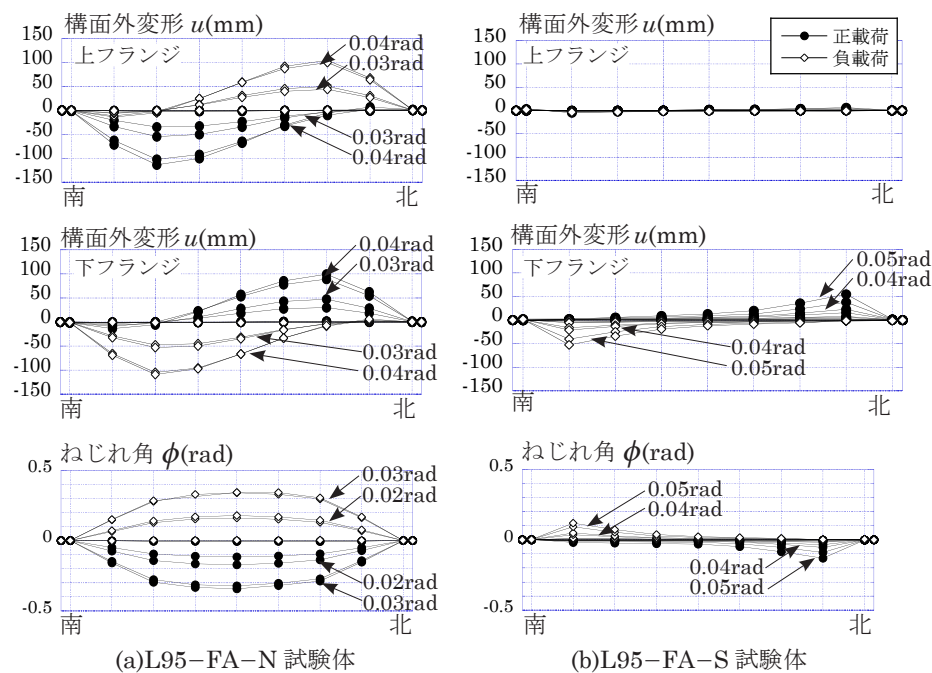


図1 構面外変形分布およびねじれ角分布

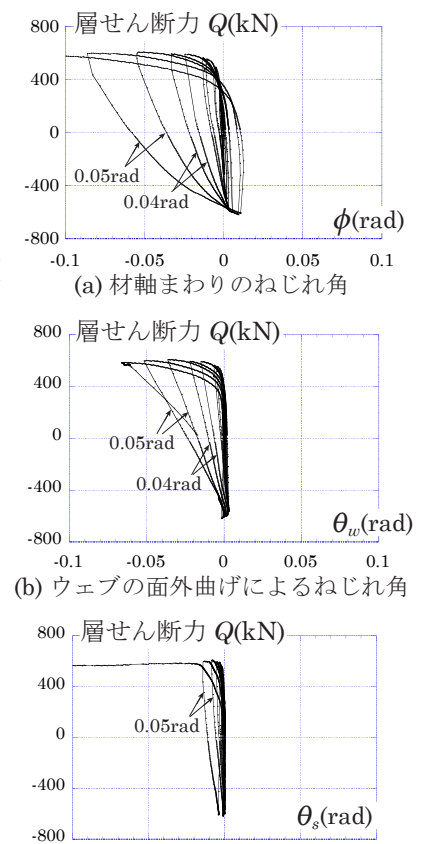


図2 材軸まわりのねじれ角の関係

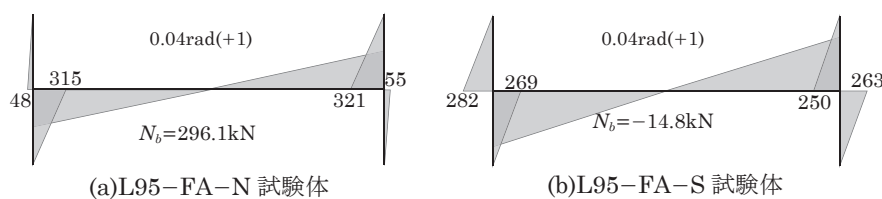


図3 曲げモーメント分布

Effect of concrete floor slab to restrain lateral buckling wide-flange beam

Part 2 Test results and evaluation of plastic deformation capacity

KOETAKA Yuji, IGA Haruna, IYAMA Jun and HASEGAWA Takashi

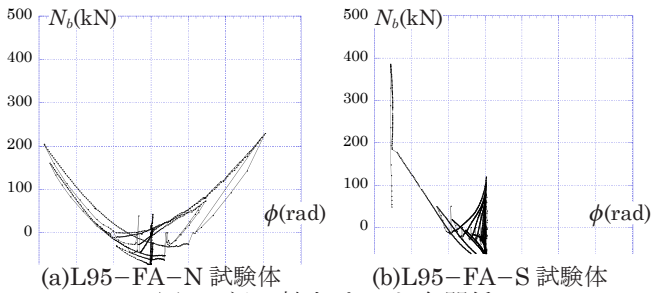


図4 梁の軸力-ねじれ角関係

なし、図4に軸力 N_b と材長 1/4 点におけるねじれ角 ϕ の関係を示す。図4より、ねじれ角 ϕ の増加に伴って、梁の引張軸力 N_b が増大することがわかる。これは、柱両端をピン支持したことで節点の材軸方向の移動が拘束され、梁の構面外変形（ねじれ角）の増大に伴って梁が軸方向に伸びることに起因している。このような梁に作用する引張軸力によって構面外変形が抑制されるものと考えられる⁷⁾が、柱による節点の拘束効果についてはより詳細な検討が必要である。

4. 最大曲げ耐力と塑性変形能力の評価

図5に実験で得られた最大曲げ耐力 M_{max} と横座屈細長比 λ_b の関係を示す。図中の実線は、鋼構造限界状態設計指針⁴⁾に提示されている横座屈限界耐力である。黒塗りのプロットは床スラブを設置した試験体の実験結果であり、横座屈細長比 λ_b に、床スラブの効果を無視した場合と考慮した場合⁶⁾（その1）の表3に示す横座屈細長比 λ_b の2とおりを示している。

図6は、骨格曲線から得られる塑性変形倍率 η_s （終局時における南北の梁の η_s を平均した値）と横座屈細長比 λ_b の関係である。図中には、次式で表される塑性変形倍率の予測式⁸⁾を併記している。

$$\eta_s = 1/\lambda_b^2 - 1 \quad (1)$$

ただし、 $\lambda_b > 1$ においては $\eta_s = 0$ とする。図6より、床スラブの効果を考慮した塑性変形倍率の実験結果は、予測結果と良い対応を示しており、文献6)の弾性横座屈耐力を用いて横座屈細長比 λ_b を補正することで、塑性変形能力の評価が可能となることがわかる。

5. まとめ

その1、その2では、H形断面梁の横座屈性状に及ぼす床スラブの効果を確認するために、繰返し載荷実験を行った。得られた知見を以下にまとめる。

- [1] コンクリート床スラブによってH形断面梁の上フランジの構面外変形とねじれが抑制され、最大曲げ耐力や塑性変形能力が向上する。また、床スラブのない試験体は、梁全長にわたってねじれ角が生じるのに対し、床スラブを設置した試験体は負曲げ側のみにねじれ角を生じる。

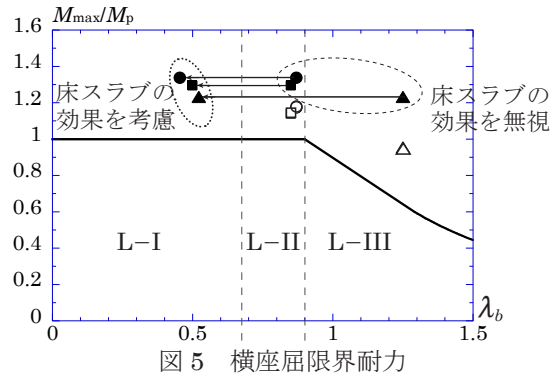


図5 横座屈限界耐力

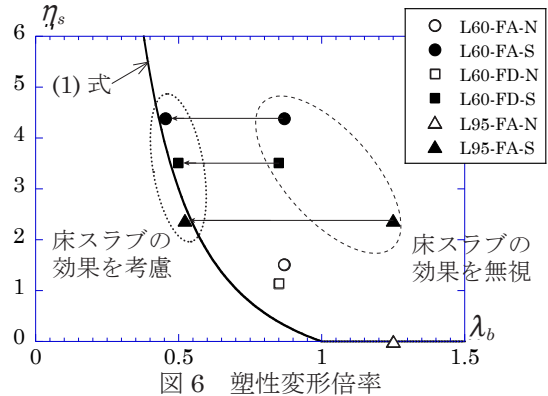


図6 塑性変形倍率

- [2] 合成梁のねじれ角は、本実験の範囲内ではウェブの面外曲げ変形によるねじれ角とほぼ一致する。
- [3] 床スラブを設置した試験体の塑性変形能力は、上フランジの構面外変形とねじれを連続拘束した場合の弾性横座屈耐力⁶⁾を、横座屈細長比 λ_b の算定に用いることによって評価可能であり、実験結果は(1)式の予測結果⁸⁾と良い対応を示す。

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課，国土交通省国土技術政策総合研究所，独立行政法人建築研究所，日本建築学会：2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書，2007.8
- 2) 宇佐美徹，金子洋文，山崎賢二，中山信雄，片山丈士：スラブ付鉄骨梁の塑性変形性能，上フランジ回転拘束の影響，日本建築学会構造系論文集，第76巻，第668号，pp.1847-1854，2011.10
- 3) 安田 聡，成原弘之，有山伸之，澤本佳和，岡安隆史，佐野公俊：合成梁の横座屈性状に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1 構造 III，pp.847-850，2012.9
- 4) 日本建築学会：鋼構造限界状態設計指針・同解説，2010.2
- 5) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，第1編 合成梁構造設計指針，2010.11
- 6) 大西佑樹，五十嵐規矩夫：H形断面梁の上フランジ連続拘束による耐力上昇と屈座性状，日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1 構造III，pp.841-842，2012.9
- 7) 金尾伊織，森迫清貴，村本 真：水平力を受ける鋼1層ラーメンの梁横座屈発生後挙動に関する基礎的考察，日本建築学会構造系論文集，第649号，pp.643-649，2010.3
- 8) 鈴木敏郎，木村 衛，金子洋文：鉄骨梁の塑性変形能力評価法について，日本建築学会学術講演梗概集，C 構造 II，pp.701-702，1985.9

*1 京都大学大学院工学研究科建築学専攻

*2 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻

*3 独立行政法人 建築研究所 構造研究グループ

*1 Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto University

*2 Dept. of Architecture, The University of Tokyo

*3 Dept. of Structural Engineering, Building Research Institute