

## 横座屈によって終局状態を迎える H 形断面梁の 実験データに基づく最大耐力と塑性変形能力の評価

### PREDICTION METHOD OF MAXIMUM STRENGTH AND PLASTIC DEFORMATION CAPACITY OF WIDE-FLANGE STEEL BEAMS WITH LATERAL-TORSIONAL BUCKLING BASED ON LOADING TEST DATA

伊賀はるな\*, 聲高裕治\*\*, 金尾伊織\*\*\*

Haruna IGA, Yuji KOETAKA and Iori KANAO

A lot of structural tests of steel beams have been ever conducted in order to investigate mechanical behavior, e.g. hysteresis curve, maximum strength and plastic deformation capacity. In this paper, to deal effectively with past researches of wide-flange beams with lateral-torsional buckling, database of test results is made, and relationships between test results and test conditions are discussed. Furthermore in order to predict maximum strength and plastic deformation capacity, simple calculation formulas are proposed based on prediction of past researches. The prediction methods can be applied to steel beams in case of any test conditions, which is for instance the beam under any bending moment distribution, the beam with any boundary conditions at both ends, the beam made of any steel grade, the beam with concrete slab and so on.

**Keywords :** Wide-flange steel beam, Lateral buckling, Maximum strength, Plastic deformation capacity, Loading test, Database

H 形断面梁, 横座屈, 最大耐力, 塑性変形能力, 載荷実験, データベース

#### 1. はじめに

H 形断面梁の終局状態は局部座屈や横座屈によって決定され, その力学的挙動を確認するために多数の構造実験がなされてきた. しかしながら, それぞれの研究によって実験の目的が異なったり, 実験施設や設備の制約を受けたりすることから, 試験体の形状・寸法, 鋼種, 材端の境界条件, 載荷方法などの実験条件には様々なものが存在する. また, これらの実験から得られた耐力や塑性変形能力の評価には統一的な指標が用いられておらず, それぞれの実験だけで評価法の妥当性を検討されているものが多い. このような既往の実験結果を精査し, 数多くの実験結果に対して統一的な指標で評価することは, 先行研究の貴重な成果を有効活用する上で非常に重要である.

これまでに, H 梁断面梁を対象とした既往の実験をまとめたデータベースが, 木村<sup>1)</sup>, 伊藤・杉田ら<sup>2)</sup>, 伊藤・森<sup>3)</sup>によって作成され, 耐力や塑性変形能力の評価法が検討されている. このうち文献 1) では終局状態の主要因が局部座屈の場合に限定しており, 文献 2), 3) では横座屈の場合と局部座屈の場合の両方を対象としている. したがって, 横座屈によって決定する最大耐力や塑性変形能力に関する指標を個別に考察するには至っていない. さらに, 調査した文献の年代を, 文献 2) では 1970 ~ 1988 年に, 文献 3) では 1975 ~ 2012 年に限定しているため, 横座屈によって終局状態を迎えた純鉄骨梁の実験データに一部不足が見られる. また, 合成梁の横座屈挙動に

についてもこれまでに多くの実験が行われているが, これらの文献では調査対象に含まれていない.

このような背景に基づいて, 本研究では, 横座屈によって終局状態を迎える H 形断面梁を対象に, 実験条件や実験結果に関するデータベースを作成し, 最大耐力や塑性変形能力に及ぼす曲げモーメント分布や材端の境界条件など載荷方法の影響や, 細長比や幅厚比などの諸因子との関係を分析する. さらに, 既往の研究で提案された最大耐力や塑性変形能力に関するさまざまな評価法と既往の実験結果を比較し, 載荷方法が異なる場合やコンクリートスラブを有する場合など, 既往の評価法では適用範囲に含めていない場合を含め, 多様な実験条件に対応できる評価法を提案する.

#### 2. データベースの概要

##### 2.1 文献調査

調査対象は, わが国で実施された既往の実験において, 横座屈または横座屈と局部座屈の連成座屈により終局を迎えた H 形断面梁とする. 調査文献は, 1970 年から 2014 年に国内で発表された日本建築学会構造系論文集, 日本建築学会学術講演梗概集, 日本建築学会支部研究報告集とし, これらに掲載されたものと同じ実験でより詳しい情報が記載されていた場合に限り, 京都大学防災研究所年報と鋼構造年次論文報告集を参照している. 抽出した試験体数は純鉄骨梁 363 体と合成梁 68 体<sup>4)~48)</sup>である. ただし, 梁両端の仕様等が異

\* 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 大学院生

\*\* 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 准教授・博士 (工学)

\*\*\* 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科建築学専攻 准教授・博士 (学術)

Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto University  
Assoc.Prof., Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.  
Assoc.Prof., Dept. of Architecture and Design, Kyoto Institute of Technology, Ph. D.

なり、それぞれの梁端で終局状態までの荷重-変形関係が独立して得られる場合については、各梁端を1体として整理している。

既往の文献から、データベースに抽出する項目は、H形断面梁の仕様、コンクリートスラブの仕様、境界条件と載荷条件、実験結果とする。以下に、既往の文献より抽出した項目について概説する。

## 2.2 H形断面梁の仕様

H形断面梁の仕様として、断面寸法、H形断面梁の成形方法、幅厚比、フランジ・ウェブの鋼種、降伏応力、引張強さ、ヤング係数、焼鈍処理の有無、梁長さ $L_b$ 、試験区間長さ $l_b$ 、梁ウェブの貫通孔の有無、貫通孔の直径と間隔を抽出する。梁の断面寸法は、図1に示す梁せい $D$ 、フランジ幅 $B$ 、ウェブ厚 $t_w$ 、フランジ厚 $t_f$ とする。ただし、断面寸法において実測値が記載されているものに関しては実測値を用い、記載のないものは公称値を用いる。梁の成形方法は、ロール成形・溶接組立・機械切削のいずれかであり、ロール成形の試験体に関してはフィレット半径 $r$ を併記する。フランジ幅厚比は $b/t_f$ によって、ウェブ幅厚比は $d/t_w$ によって算出する<sup>49), 50)</sup>。鋼材の強度についてはウェブの降伏応力や引張強度が文献中に示されていない場合には、フランジの強度を代用する。また、ヤング係数の記載がない場合は $205 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ を用いる。梁長さ $L_b$ は梁全長を、試験区間長さ $l_b$ は横補剛などで区切られた区間で、最初に終局を迎える区間の梁長さを表す。

図2に、梁せいごとの試験体数の度数分布を示す。梁せいは $150\text{mm} \sim 250\text{mm}$ の試験体が多く、梁せいが $400\text{mm}$ をこえる実大寸法の試験体を対象とした実験はほとんど実施されていない。図3にフランジとウェブの幅厚比の分布を示す。縦軸はウェブの基準化

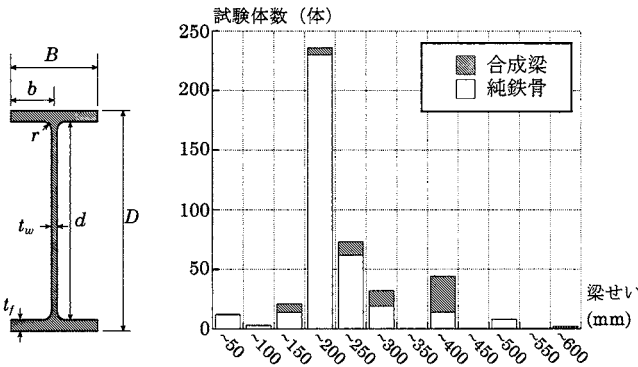


図1 梁の断面寸法

図2 梁せい

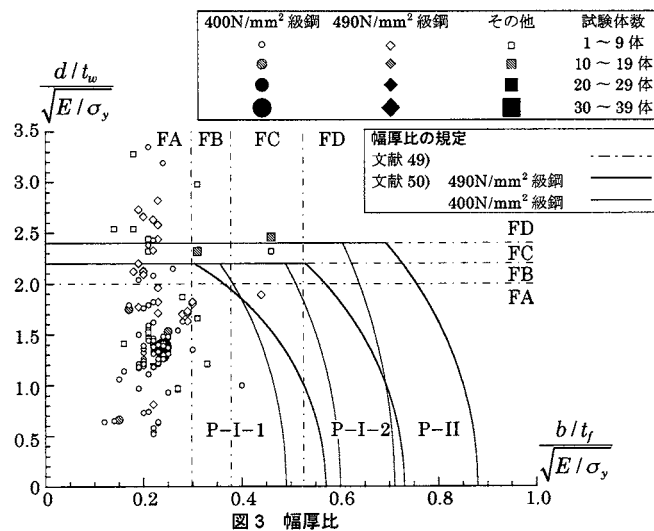


図3 幅厚比

幅厚比を、横軸はフランジの基準化幅厚比を表している。図3には、建築物の構造関係技術基準解説書<sup>49)</sup>および鋼構造限界状態設計指針・同解説<sup>50)</sup>によって定められる幅厚比区分を併せて示す。ウェブの幅厚比はFAランクからFDランクまで幅広い範囲に分布しているが、フランジの幅厚比がFBランクを超えるものは少ない。これは、局部座屈のみによって終局状態を迎えたH形断面梁の実験データを、本データベースに含めていないことと対応している。

## 2.3 コンクリートスラブの仕様

合成梁の試験体に用いられるコンクリートスラブの仕様に関する項目は、コンクリートスラブの形状・寸法、コンクリート強度、スラブ内の鉄筋や頭付きスタッドの諸量、柱の支圧部分の仕様に整理・分類する。

コンクリートスラブの形状としては、片側または両側スラブ、デッキプレートの有無、スラブ幅、スラブ厚 $t$ を採り上げる。デッキプレートを用いていない場合のスラブ形状は、現場打ちコンクリートスラブを想定した平板である。デッキプレートを用いた場合は、デッキプレートの溝を配置する向きが梁に直交または平行、デッキプレートが梁上で連続しているかを併記する。また、デッキプレートを用いた場合のスラブ厚 $t$ は、デッキプレートの山上の厚さ(図4参照)を指し、デッキプレートの溝の深さ $H_d$ 、デッキプレートの溝の平均幅 $b_d$ も記載する。デッキプレートの溝が梁と直交して配置され、梁上で連続している場合は、さらにデッキプレートの溝1本あたりの頭付きスタッドの本数を示す。コンクリートの圧縮強度は、論文中に実強度の記載があれば実強度を、実強度の記載がなければ設計基準強度を用いる。また、実強度や設計基準強度に関する記載がなければ、圧縮強度を $21\text{N/mm}^2$ とする。

コンクリートスラブ内に配された鉄筋の直径および間隔を梁の材軸方向と材軸直交方向でそれぞれまとめる。また、梁材軸方向に配した鉄筋1本あたりの断面積と降伏応力を抽出する。鉄筋の降伏応力に関する記載がない場合には $295\text{N/mm}^2$ を用いる。頭付きスタッドに関しては、降伏応力、軸径、長さ、梁全長に配置された全本数を抽出する。梁の端部に柱を設置し、コンクリートスラブが柱と接している試験体では、柱の断面寸法と柱によるコンクリートの支圧幅を記す。

合成梁の試験体において、梁せいに対するスラブの厚の比 $D/t$ の度数分布を図5に示す。スラブ厚 $t$ は、梁せい $D$ の $0.1 \sim 0.2$ 倍が最も多く、いずれの試験体も $D/t$ は $0.1 \sim 0.35$ の範囲内であった。また、図6には、床スラブの仕様に関して、完全合成梁か不完全合成梁、スラブ形状が平板かデッキプレート、両側スラブか片側スラブについてそれぞれの割合を示す。完全合成梁の判定は、各種合成構造設計指針・同解説の第1版<sup>51)</sup>および第2版<sup>52)</sup>の両方について行っている。

## 2.4 境界条件と載荷条件

既往の研究の載荷形式は図7に示す6種類に分類できる。また、梁の軸方向拘束の有無および梁端の拘束条件についても分類を行う。図8に、節点間の距離を拘束して梁に軸拘束を与えた場合と、節点の移動を自由にして軸拘束を除いた場合の試験体数の割合を示す。純鉄骨の試験体はほとんどが軸拘束なしであった。梁端の拘束条件は、試験区間の左右両端でそれぞれ、図9に示すX軸まわりの回転拘束(支持拘束)、Y軸まわりの回転拘束(反り拘束)、Z軸まわりの

回転拘束（ねじれ拘束）の拘束の有無について整理する.

また、試験区間の材端の曲げモーメントの比  $M_1/M_2$  ( $M_1 \geq M_2$ , 図 7 参照) を  $\kappa$  とし、逆対称曲げを  $\kappa=1$ , 片曲げを  $\kappa=0$ , 等曲げを  $\kappa=-1$  とする。材端曲げモーメント比  $\kappa$  ごとく試験体数の割合を図 10 に示す。合成梁では逆対称曲げが最も多く、純鉄骨梁では等曲げと片曲げが多い。

載荷履歴に関しては、単調載荷と繰返し載荷に分類し、繰返し載荷の場合には載荷パターンを記載する。単調載荷と繰返し載荷の比率を図 11 に示す。純鉄骨梁の試験体は実験年次が古いものが多いため単調載荷が多く、合成梁の試験体は繰返し載荷がやや多い。

## 2.5 実験結果

実験結果として抽出する項目は、最大耐力、塑性変形能力、終局状態である。このうち終局状態については、横座屈だけではなく局部座屈が併発している試験体も存在するため、データベースにその旨を記載し、論文中に横座屈や局部座屈の発生時期が明記されている場合には、これらの内容に含めて整理している。

最大耐力および塑性変形能力については、論文中に数値が記載されている場合にはその値を用い、実験結果が数値として記載されておらず、荷重-変形関係から読取り可能な場合には読取った値を用いている。最大耐力に関しては、試験区間における最大値を用いることとし、たとえば横補剛が施されている場合には最初に終局状態を迎えた区間における端部曲げモーメントを、柱等を有する部分架構試験体の場合には柱フェース位置の曲げモーメントを採用している。

また、繰返し載荷実験による塑性変形能力の算定には、図 12 に示すように材端の曲げモーメント  $M$ -回転角  $\theta$  関係（履歴曲線）より構築した骨格曲線および累積履歴曲線を用いる。本論では、骨格曲

線が単調載荷時の曲げモーメント  $M$ -回転角  $\theta$  関係とみなせるものと考えて結果を整理する。既往の文献には、表 1 に示す骨格曲線または単調載荷時の塑性変形倍率  $s_\eta$ 、累積塑性変形倍率  $\eta$ 、等価累積塑性変形倍率  $\eta_E$  の 3 種類が存在する。 $s_\eta$  については、文献ごとに異なる基準で評価されており、最大耐力の 95% まで耐力劣化した時点での塑性変形倍率  $s_{\eta_{95}}$ 、最大耐力の 90% まで耐力劣化した時点での塑性変形倍率  $s_{\eta_{90}}$ 、全塑性モーメント  $M_p$  まで耐力劣化した時点での塑性変形倍率  $s_{\eta_u}$  の 3 種類が存在するため、これらを区別して整理している。表 1 に示す塑性変形能力は、以下の定義に基づいている。

$${}_s\eta = {}_s\theta/\theta_p - 1 \quad (1)$$

$$\eta = \sum \theta / \theta_n - 1 \quad (2)$$

$$\eta_E = W_p / (M_p \cdot \theta_p) - 1 \quad (3)$$

ここで、 $\theta$  は骨格曲線（単調載荷）における部材端回転角、 $\Sigma \theta$  は累積部材端回転角を、 $W_p$  は累積履歴曲線で囲まれる面積を表す。全塑性モーメント時の弾性限回転角  $\theta_e$  は (4) 式より求める。

$$\theta_n = M_p / K \quad (4)$$

ただし、 $K$ は純鉄骨梁の弾性剛性であり、部材の曲げ変形とせん断変形を考慮して算定する。

一方、合成梁の全塑性モーメント  ${}_eM_p$  に対応する弾性限回転角  ${}_e\theta_p$  に基づいて塑性変形能力を算出している試験体に関しては、 $\theta_p$  と  ${}_e\theta_p$  の比から純鉄骨梁  $\theta_p$  を基準とした塑性変形能力に換算する。ただし、 ${}_e\theta_p$  は  ${}_eM_p/K$  で求められ、 ${}_eM_p$  は横座屈が生じる負曲げ時の全塑性モーメント、 $K$  は合成梁の弾性剛性であり、いずれも文献 52) に基づいて算定する。

表1には、データベースに格納した全試験体数(441体)に対して、

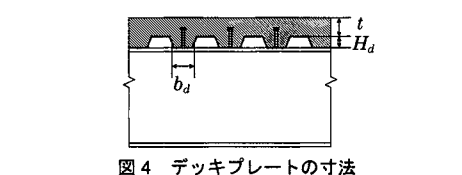


図4 デッキプレートの寸法

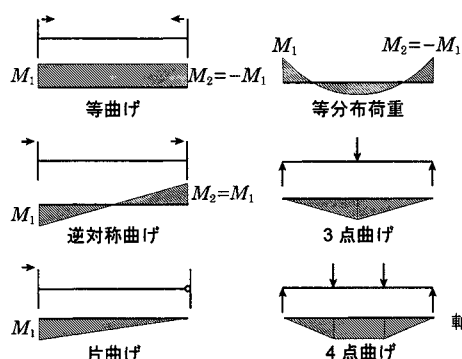


图7 载荷方法

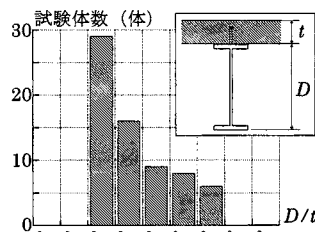


図5 梁せいに対する床スラブ厚さ

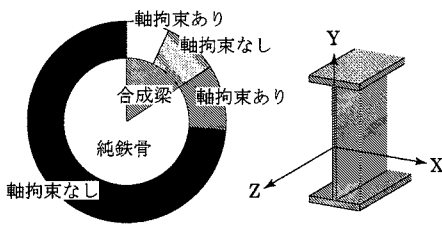


図 8 軸拘束の有無

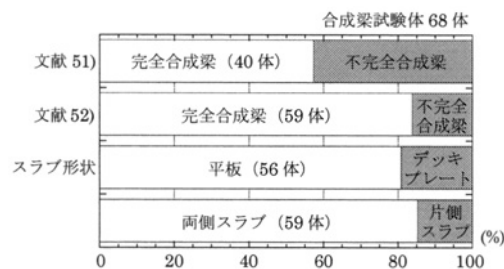


図6 床スラブの仕様

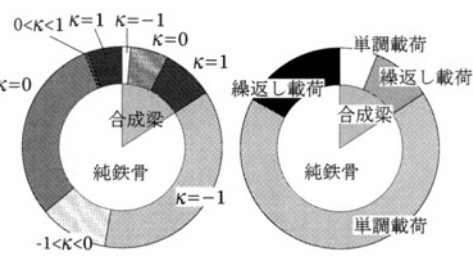


図 10 曲げモーメント比  $\kappa$

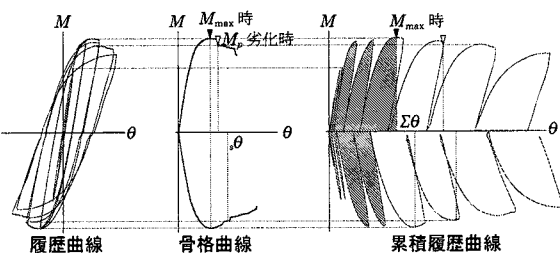


图 12 塑性变形能力

	最大耐力時		終局時					
	$M_{\max}$		$0.95M_{\max}$		$0.9M_{\max}$		$M_p$ 劣化	
	記号	データ (%)	記号	データ (%)	記号	データ (%)	記号	データ (%)
骨格曲線または単調載荷時の塑性変形倍率 $\eta$	$\eta_{\max}$	81.5 (45.8)	$\eta_{95}$	8.6 (8.1)	$\eta_{90}$	2.9 (1.6)	$\eta_u$	25.5 (18.1)
累積塑性変形倍率 $\eta$	$\eta$	9.0 (4.2)	-	-	-	-	-	-
等価累積塑性変形倍率 $\eta_E$	$\eta_E$	3.5 (3.5)	-	-	-	-	-	-



それぞれの塑性変形能力を抽出できた試験体数の割合を示している。このうち( )内の数値は全試験体数に対する論文中に実験結果の記載があった試験体数の割合を表している。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 評価指標

横座屈によって終局状態を迎える梁の最大耐力や塑性変形能力を評価するための指標として、既往の文献等では弱軸まわりの細長比 $\lambda_y$ と全塑性モーメントに対する横座屈細長比 $\lambda_b$ が用いられることが多い<sup>50), 53)</sup>。ここで、横座屈細長比 $\lambda_b$ は次式で定義される<sup>50)</sup>。

$$\lambda_b = \sqrt{M_p / M_e} \quad (5)$$

ただし、 $M_p$ は全塑性モーメント、 $M_e$ は弾性横座屈耐力であり、 $M_e$ は次式で算定できる<sup>50)</sup>。

$$M_e = C_b \sqrt{\frac{\pi^2 E I_y \cdot GJ}{l_b^2} + \frac{\pi^4 E I_y \cdot E I_w}{\kappa l_b^4}} \quad (6)$$

上式中の $E I_y$ は弱軸まわりの曲げ剛性、 $GJ$ はサンプナンのねじり剛性、 $E I_w$ は反り剛性、 $\kappa l_b$ は横座屈長さ、 $l_b$ は試験区間の梁長さである。また、 $C_b$ はモーメント係数であり、2.4節で説明した材端曲げモーメント比 $\kappa$ に応じて算定する<sup>50)</sup>。 $\kappa l_b$ については、材端の境界条件に応じて、文献50)に基づいて試験区間の梁長さ $l_b$ に表2に示す横座屈長さ係数 $\alpha_b$ を乗じた値と、文献50)とは異なり $l_b$ に $\alpha'_b$ を乗じた

表2 横座屈長さ係数

梁端の条件	$\alpha_b$	$\alpha'_b$
両端が柱に剛接合されている場合	0.75	0.5
一端柱剛接合、他端横補剛の場合	0.75	0.7
両端横補剛の場合	0.75	1.0
単純梁の場合	1.0	1.0

値の2とおりを検討する。ここで $\alpha'_b$ の値は、梁が柱に剛接合される場合にフランジの反りが完全に拘束されており、横補剛材で支持される場合に反りが自由とみなせるときの横座屈長さに対応している。本論では、 $\kappa l_b = \alpha'_b l_b$ とした場合の横座屈細長比を $\lambda'_b$ と定める。

合成梁の場合には、弾性横座屈耐力の算定に(6)式ではなく、五十嵐・大西によって提案されている上フランジの水平移動とねじれを完全拘束した場合の弾性横座屈耐力の近似式 $M_{cr}^{54)}$ を用いる。 $M_{cr}$ および表2の $\alpha'_b$ を用いて横座屈細長比を補正し、これを $\alpha_b \lambda'_b$ で表す。

図13に、横座屈細長比 $\lambda_b$ ごとの試験体数の度数分布を示す。(a)図では純鉄骨梁および合成梁ともに(5)式の $\lambda_b$ を用いている。このうち純鉄骨梁のみの度数分布を(b)図に、合成梁のみの度数分布を(c)図にそれぞれ示し、材端曲げモーメント比 $\kappa$ ごとに棒グラフを区別する。また各図の上部には、文献50)で規定されている曲げ材の細長比区分を、 $\kappa$ が-1, 0, 1の場合について併記する。純鉄骨の試験体では、L-I区分、L-II区分に属する試験体が多く、合成梁ではL-II区分、L-III区分に属する試験体が多い。さらに、合成梁について $\alpha_b \lambda'_b$ によって補正した度数分布を図13(d)に示す。図より、横座屈細長比の補正によって、多くの試験体がL-I, L-II区分に属するようになる。

また、図14に梁の弱軸まわりの細長比 $\lambda_y$ ごとの試験体数の度数分布を示す。分布の傾向は図13(a)と同様である。

一方で、横座屈と局部座屈が連成して終局状態を迎える場合の塑性変形能力は、横座屈のみまたは局部座屈のみが生じる場合に比べて小さくなると考えられる。五十嵐・末國らは、横座屈細長比 $\lambda_b$ <sup>50)</sup>と局部座屈を考慮した基準化幅厚比 $WF$ <sup>56)</sup>とを用いて、横座屈と局部座屈による連成座屈による影響を考慮した評価指標 $\Lambda_e$ を提案している<sup>31)</sup>。図15に、局部座屈の指標である $WF$ の度数分布を示す。図

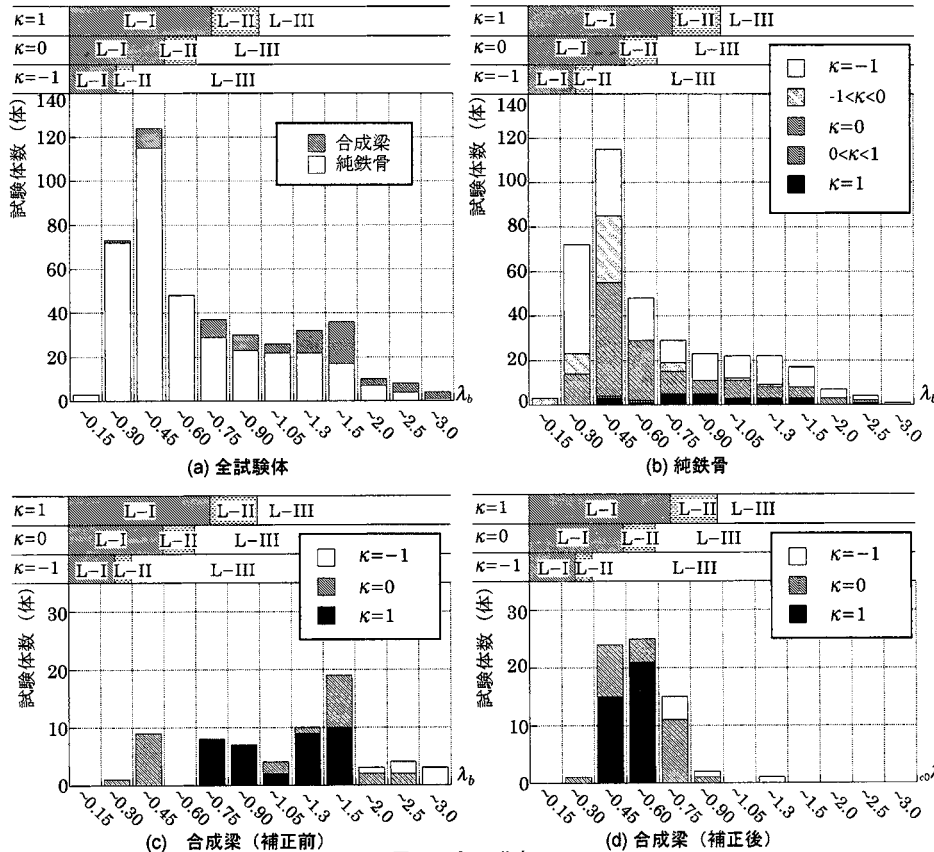


図13  $\lambda_b$ の分布

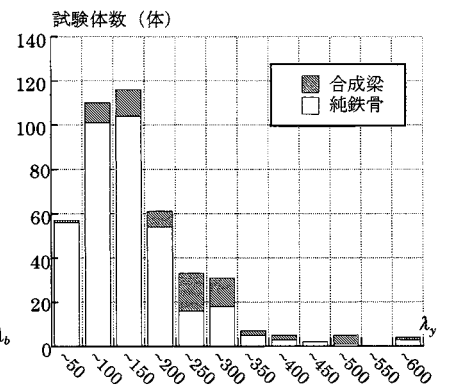


図14  $\lambda_y$ の分布

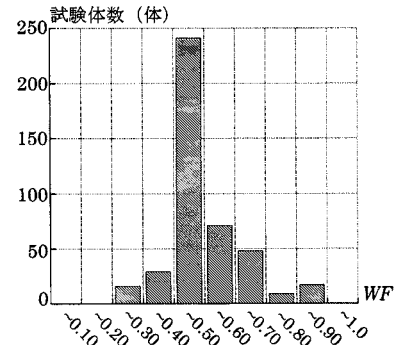


図15  $WF$ の分布

より  $WF$  が 0.5 程度の試験体が最も多く、弾性局部座屈を生じる範囲である  $WF$  が 1 を超える範囲の試験体は存在しないことがわかる。

### 3.2 最大耐力

純鉄骨梁の実験結果に基づいて、図 16、図 17 に最大耐力  $M_{\max}$  と横座屈細長比  $\lambda_b$  との関係を示す。図の縦軸は、最大耐力  $M_{\max}$  を全塑性モーメント  $M_p$  で無次元化した値である。図 16 の横軸は文献 50) に基づいて表 2 の  $\alpha_b$  を用いた  $\lambda_b$ 、図 17 の横軸は表 2 の  $\alpha'_b$  を用いた  $\lambda'_b$  である。各図には、文献 50) に規定されている横座屈限界耐力  $M_c$ 、および実験結果の平均値と変動係数を併記している。いずれの場合も実験結果のばらつきは大きく、特に  $\kappa = -1$  や  $\kappa = 0$  の場合、横座屈限界耐力  $M_c$  を下まわっているものも散見される。これらの実験結果には、横補剛を施したものが多く含まれ、耐力が増加する前に横補剛材が十分に機能せずに横座屈が進展したことが一因と考えられる。また、図 16 と図 17 を比較すると、図 17 の方が、若干ではあるが実験結果が文献 50) の横座屈限界耐力  $M_c$  に近づいていることが確認できる。

一方、鋼構造塑性設計指針<sup>55)</sup>では、鋼材の降伏応力が  $235\text{N/mm}^2$  の場合 ( $400\text{N/mm}^2$  級鋼) と  $325\text{N/mm}^2$  の場合 ( $490\text{N/mm}^2$  級鋼) で、それぞれ横座屈耐力式を規定している。図 18 に  $400\text{N/mm}^2$  級鋼の場合、図 19 に  $490\text{N/mm}^2$  級鋼の場合について、横座屈耐力式と実験結果の比較を示す。 $400\text{N/mm}^2$  級鋼で等曲げ ( $\kappa = -1$ ) と片曲げ ( $\kappa = 0$ ) の実験結果は数多く存在するため、図 18 (a), (b) では平均値と変動係数を示しているが、それ以外では実験結果が限られているため、統計的な分析を行っていない。図 18 (a), (b) によると、文献

55) の耐力式は、耐力が一定値を保つ  $l_b D/A_f$  ( $l_b$  は梁の試験区間長さ、 $D$  は梁せい、 $A_f$  は片側フランジの断面積) の上限の付近で、実験結果よりも大きな値を示し、危険側の評価となっていることがわかる。また、 $l_b D/A_f$  が 1000 程度以上の弾性横座屈を生じる範囲では、耐力式が実験結果を過小評価している。

合成梁の試験体についても、図 17 と同様の比較を行う。図 20 に、合成梁の負曲げ側最大耐力と横座屈細長比との関係を示す。図中には、文献 50) の横座屈限界耐力  $M_c$  を併記している。白抜きのプロットは、最大耐力  $M_{\max}$  を純鉄骨梁の全塑性モーメント  $M_p$  で除した値と、文献 50) に基づく  $\lambda_b$  の関係である。横座屈細長比が 1 をこえる範囲でも最大曲げ耐力が  $M_p$  に到達しており、実験結果は  $M_c$  と大きな差を有していることがわかる。

このような差異を是正するために、図 20(d) に示す 2 種類の補正を行う。まず、前述した  ${}_0\lambda'_b$  を横軸に適用して図 20 に灰色のプロットで示す。横座屈細長比の補正を行うと、補正前よりも実験結果が  $M_c$  の定性的傾向によく対応するが、床スラブとの合成効果によって実験結果が大きな値を示していることがわかる。つぎに、純鉄骨梁の全塑性モーメント  $M_p$  の代わりに負曲げ時の全塑性モーメント  ${}_cM_p$  を用い、縦軸と横軸の値をともに補正したものを黒色のプロットで示す。このときの横座屈細長比を  ${}_c\lambda'_b$  と定義する。上記のような補正を行うと、横座屈細長比が大きな一部の梁では実験結果が  $M_c/{}_cM_p$  を下まわるものの、全体的には良い対応を示すことがわかる。

### 3.3 単調載荷時の塑性変形能力

2.5 節で述べたように、本論では骨格曲線が単調載荷時の荷重-変

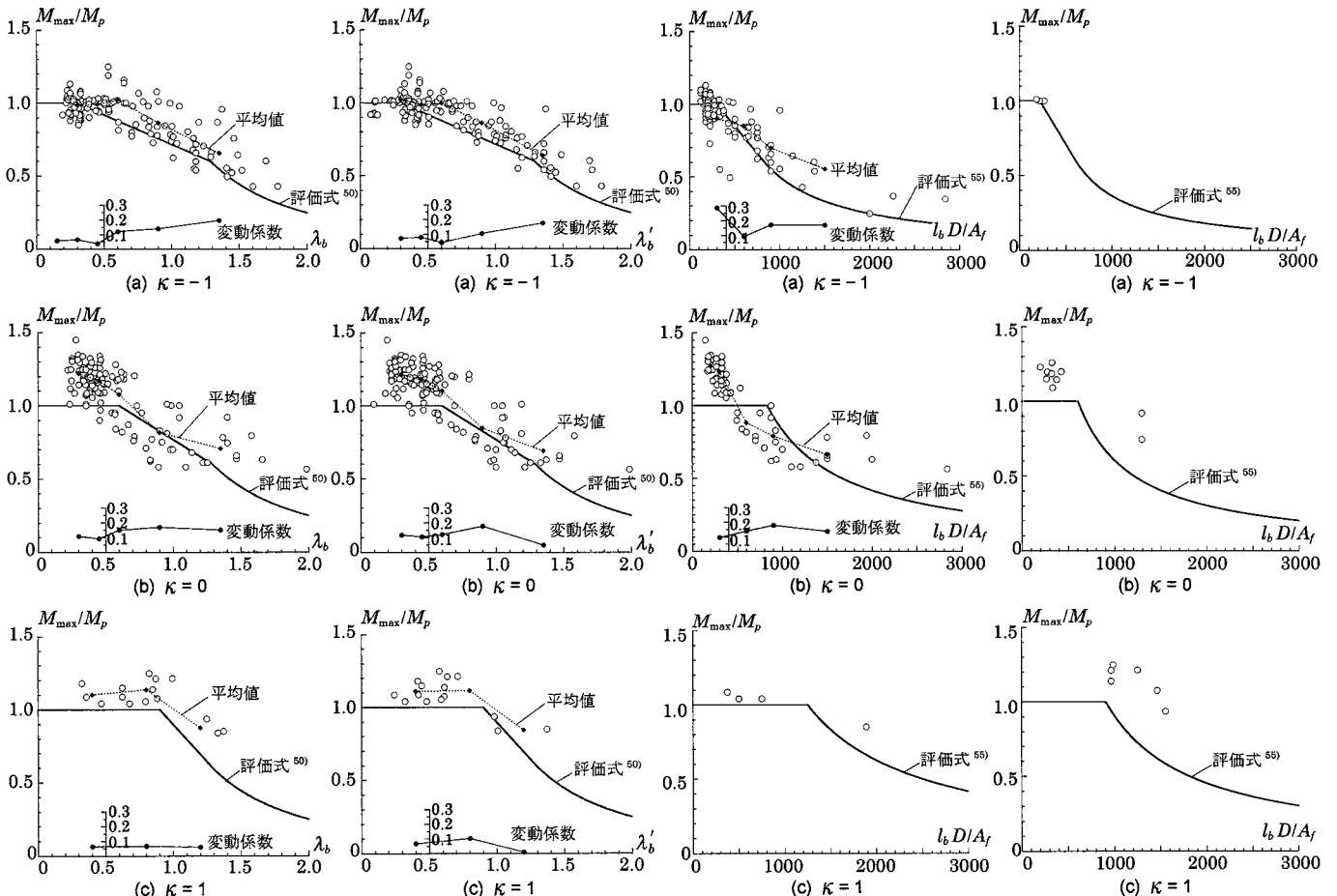
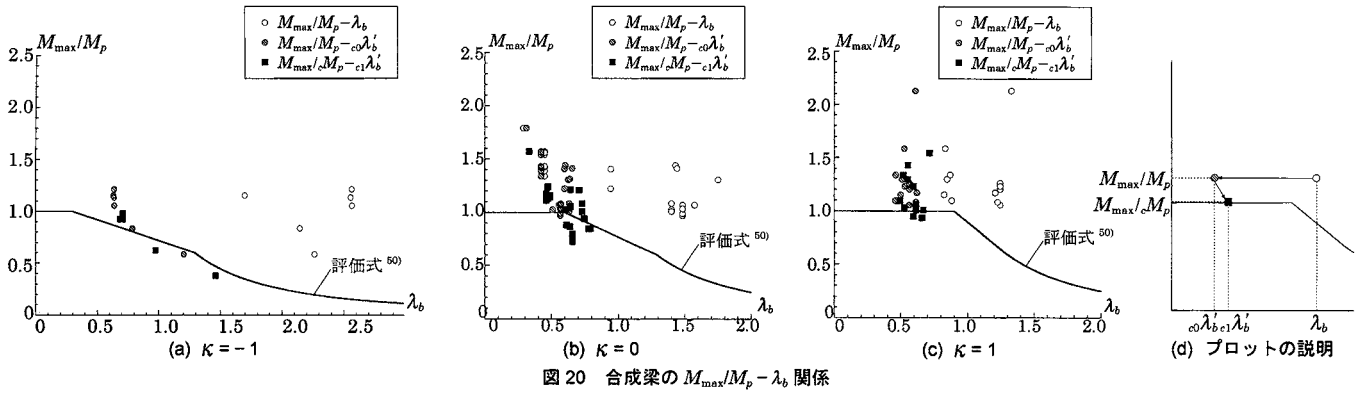


図 16 純鉄骨梁の  $M_{\max}/M_p - \lambda_b$  関係 ( $\lambda_b = \alpha_b \cdot l_b$ )

図 17 純鉄骨梁の  $M_{\max}/M_p - \lambda'_b$  関係 ( $\lambda'_b = \alpha'_b \cdot l_b$ )

図 18 純鉄骨梁の  $M_{\max}/M_p - l_b D/A_f$  関係 ( $400\text{N/mm}^2$  級鋼)

図 19 純鉄骨梁の  $M_{\max}/M_p - l_b D/A_f$  関係 ( $490\text{N/mm}^2$  級鋼)

図 20 合成梁の  $M_{\max}/M_p - \lambda_b$  関係

形関係と同義とみなして、塑性変形能力の評価法を検討する。

まず純鉄骨梁について、単調載荷の場合の塑性変形倍率および骨格曲線における塑性変形倍率  $s\eta$  と  $\lambda_b$  の関係を図 21, 図 22 に示す。図 21 は最大耐力時の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  を、図 22 は梁の全塑性モーメント  $M_p$  まで耐力劣化した時点での塑性変形倍率  $s\eta_u$  を表している。いずれも  $\lambda_b$  が小さくなるにつれて塑性変形倍率が增大する傾向が確認できる。また、梁材軸方向の拘束の有無による塑性変形能力の有意な差異は認められないが、現時点では実験データがそれほど多くないため、今後詳細な検討が必要なものと考えられる。図 22 には、文献 50) の曲げ材の細長比区分とそれに対応する塑性変形倍率の下限値を併記している。図 22(b) の  $\kappa=0$  の場合は、既定値を下まわる実験結果が見られ、この傾向は文献 50) と合致している。

図 23 には、塑性変形倍率  $s\eta_{\max} \cdot s\eta_u$  と弱軸まわりの細長比  $\lambda_y$  との関係を示す。評価指標を  $\lambda_y$  とした場合でも、 $\lambda_y$  が小さくなるにつれ

て塑性変形能力が増大する傾向は確認できるが、横軸を  $\lambda_b$  とした図 21, 図 22 と比べると塑性変形能力との相関性が低いことがわかる。

ここで既往の研究に基づいて、単調載荷時の塑性変形能力の評価を試みる。文献 55) では、既往の塑性変形倍率の評価法がいくつか紹介されているが、本論では、文献 57) ~ 59) に基づいて、(7) 式のような塑性変形倍率の評価を提案する。

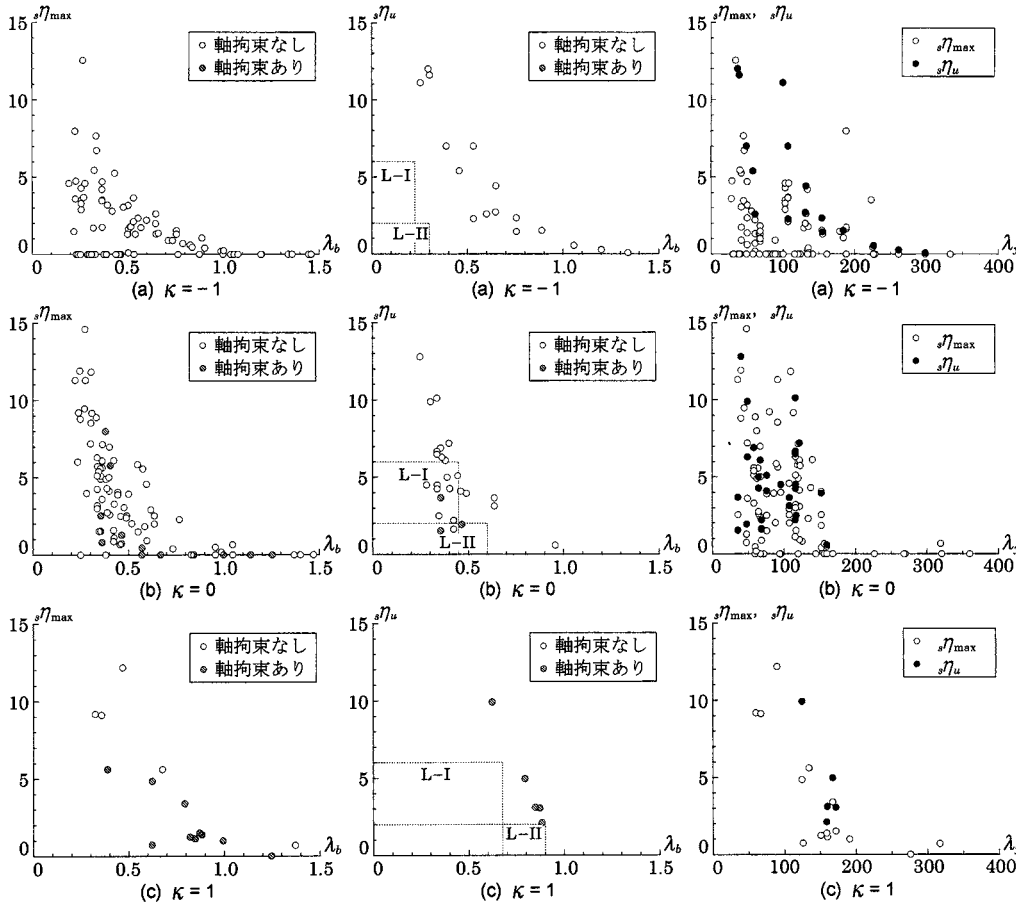
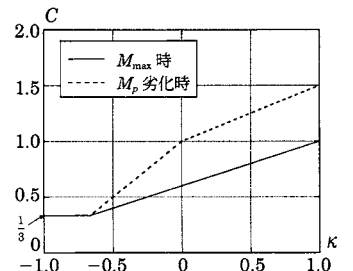
$$s\eta = C/(\lambda'_b)^2 - 1 \quad (7)$$

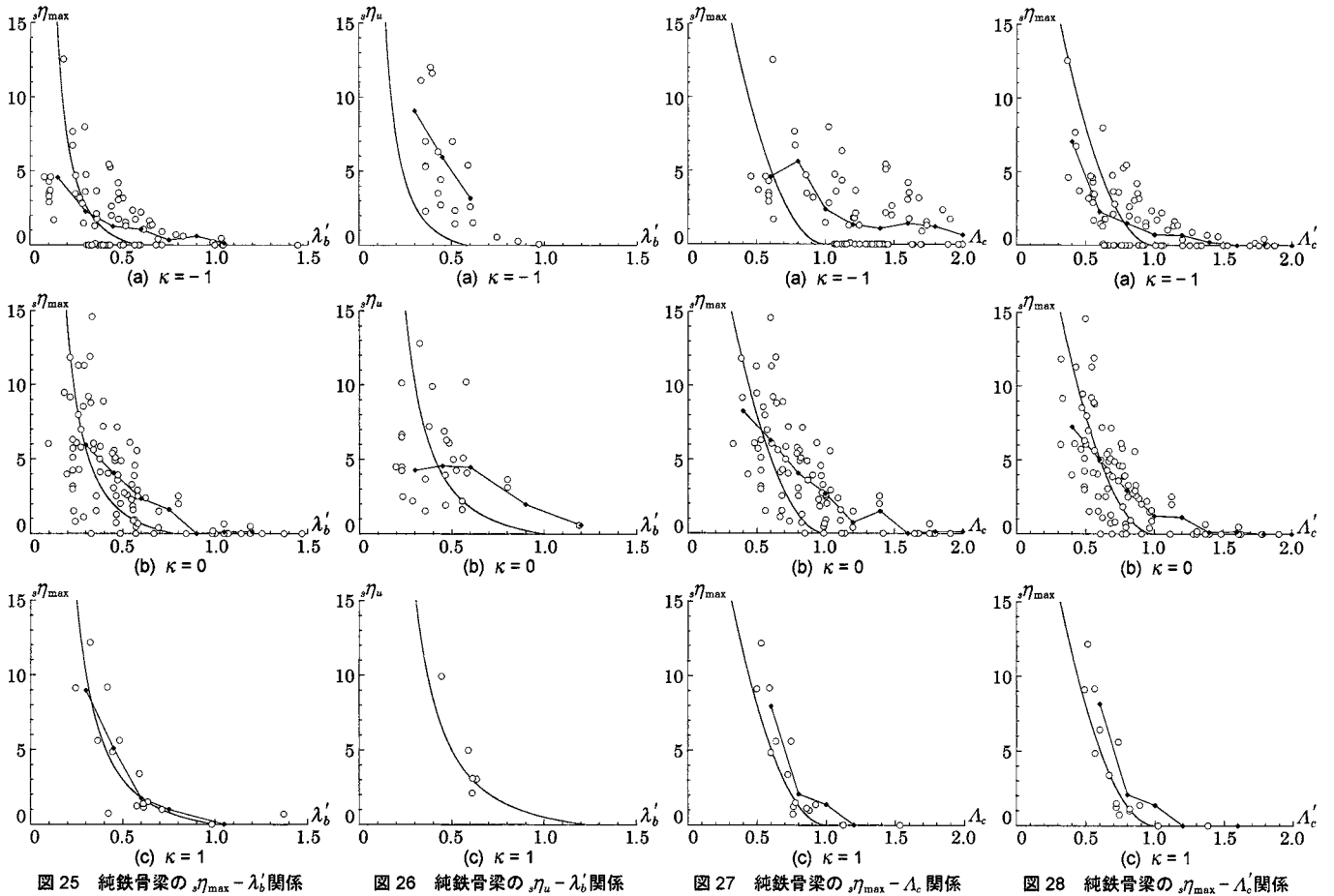
ただし、上式中の係数  $C$  は、図 24 に基づいて材端の曲げモーメント比  $\kappa$  に応じて算定する。最大耐力時の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  を評価するための  $C$  の値については、文献 57) で提案されている  $\kappa=-1$  および  $\kappa=0$  の場合の評価法を参照して、後述するように実験結果と良く対応するように定めている。また、 $M_p$  劣化時の塑性変形倍率  $s\eta_u$  を評価するための  $C$  の値については、文献 58) と同じ係数を用いている。ただし、(7) 式では、表 2 の  $\alpha'_b$  に基づく横座屈細長比  $\lambda'_b$  を採用して

いる点が、文献 57), 58) とは異なる。

図 25 に  $s\eta_{\max}$  と  $\lambda'_b$  の関係、図 26 に  $s\eta_u$  と  $\lambda'_b$  の関係をそれぞれ示す。図 21, 図 22 同様、実験結果のばらつきは大きい、その平均値は提案した評価法と概ね良い対応を示すことが確認できる。ただし、一部の試験体では局部座屈を併発しており、横座屈のみの指標を用いた (7) 式では塑性変形能力を過大評価している恐れがある。

そこで、文献 31) の局部座屈を考慮した評価指標  $A_e$  を用いる

図 21 純鉄骨梁の  $s\eta_{\max} - \lambda_b$  関係図 22 純鉄骨梁の  $s\eta_u - \lambda_b$  関係図 23 純鉄骨梁の  $s\eta - \lambda_y$  関係図 24 係数  $C$ 



ことで、評価精度の向上を図る。ここで、 $\Lambda_c$  は次式で定義される。

$$\Lambda_c = \sqrt[3]{(\lambda'_b / \rho \lambda_b)^3 + WF^3} \quad (8)$$

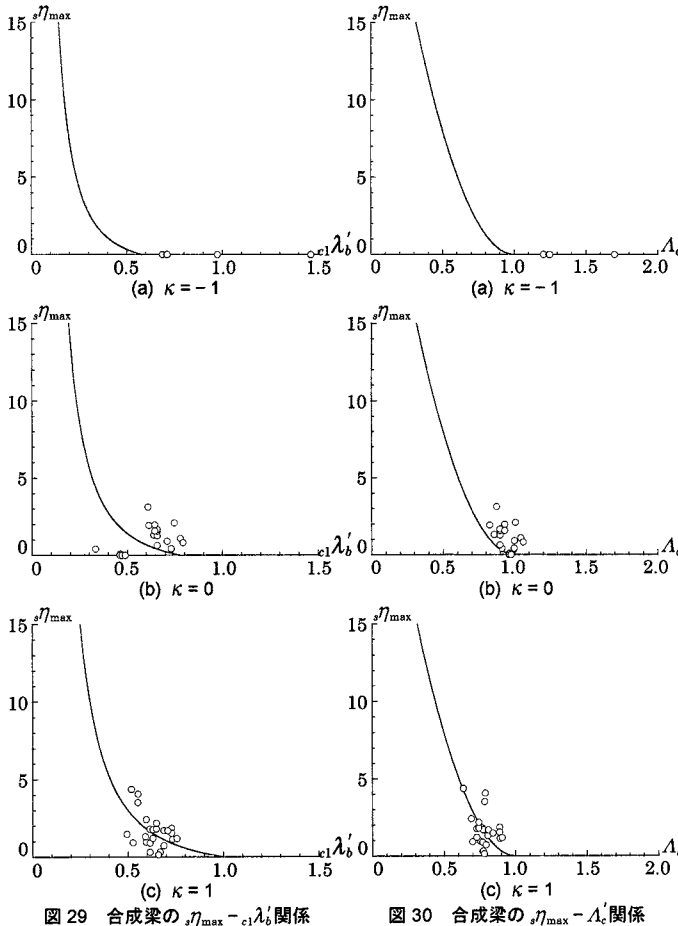
ただし、 $\rho \lambda_b$  は塑性限界細長比<sup>50)</sup>であり、全塑性モーメント  $M_p$  に到達できる細長比の上限値に相当する。

図 27 に、最大耐力時の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  と (8) 式の  $\Lambda_c$  との関係を示す。図より、実験結果の中には評価式を大きく上まわるものがあり、(8) 式はやや安全側の評価を与えていることがわかる。この点をふまえて、塑性変形能力が 0 となるとき  $\lambda'_b$  を (7) 式に基づいて決定し、これを  $\rho \lambda'_b$  と定めて  $\Lambda_c$  を次式で補正する。

$$\Lambda'_c = \sqrt[3]{(\lambda'_b / \rho \lambda'_b)^3 + WF^3} \quad (9)$$

図 28 に示す  $s\eta_{\max}$  と  $\Lambda'_c$  の関係より、図 27 よりも実験値が評価式に近い値を示すことがわかる。

続いて、(7) 式、(9) 式による評価が、合成梁にも適用できるかどうかを、式中の  $\lambda'_b$  の代わりに床スラブの影響を考慮した  $c_1 \lambda'_b$  を用いて検討する。図 29 に、最大耐力時の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  と  $c_1 \lambda'_b$  の関係を、図 30 に  $s\eta_{\max}$  と  $\Lambda'_c$  の関係を示す。図 29 では、 $\kappa=0$  で (7) 式の評価を大きく下まわる試験体がある。また、評価指標として  $\Lambda'_c$  を用い、文献 31) の評価式と比較すると、図 28 の純鉄骨梁の場合と同様、概ね良い対応を示していることがわかる。ただし、本論で抽出できた実験結果は  $c_1 \lambda'_b$  が狭い範囲に集中しており、実験データがそれほど多くない。また、文献 54) における上フランジの水平変位とねじれが完全に拘束された条件に基づいた評価指標が適用できるかについても、十分な考察が行える知見が得られていない。これらの点を含め、合成梁の横座屈挙動に関しては、今後幅広いパラメータに対





する検討が必要と考えられる。

### 3.4 繰返し載荷時の塑性変形能力

繰返し載荷実験を行った試験体について、骨格曲線の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  と累積塑性変形倍率  $\eta$  を比較して示す。図 31 は純鉄骨梁、図 32 は合成梁についてまとめたもので、材端の曲げモーメント比  $\kappa$  ごとにプロットを区別している。いずれの実験でも正負交番変位漸増の載荷履歴を採用している。図より、 $s\eta_{\max}$  と  $\eta$  の間には正の相関が見られ、 $s\eta_{\max}$  が 2 程度以下の場合を除き、累積塑性変形倍率  $\eta$  は  $s\eta_{\max}$  の 5 倍程度以上の値を示すことが確認できる。ただし、 $s\eta_{\max}$  と  $\eta$  の両方が抽出できた試験体数が少なく十分な考察が行えないため、今後このような実験データのさらなる蓄積が必要と考えられる。

## 4. 結論

本論では、横座屈によって終局状態を迎える H 形断面梁を対象とした既往の実験に基づいてデータベースを構築し、最大耐力と塑性変形能力の評価を試みた。以下に得られた知見をまとめる。

- [1] 純鉄骨梁の最大耐力は、フランジの反り拘束の影響を考慮した  $\alpha'_b$  (表 2 参照) によって補正した横座屈細長比  $\lambda'_b$  を用い、鋼構造限界状態設計指針・同解説<sup>50)</sup>の横座屈限界耐力  $M_c$  を適用することで評価することができる。
  - [2] 合成梁の最大耐力は、横座屈細長比の算定に  $\alpha'_b$  だけではなく、上フランジを完全拘束したときの弾性横座屈耐力  $M_{cr}$  と負曲げ時の全塑性モーメントを  $M_p$  に基づく  $\alpha_b \lambda'_b$  を適用することで、純鉄骨梁と同等の精度で評価が可能となる。
  - [3] 純鉄骨梁の単調載荷時の塑性変形能力は、(7) 式の評価と平均的には良い対応を示す。ただし、横座屈細長比が小さく、幅厚比が大きい場合には局部座屈の影響によって塑性変形能力が低下するため、(9) 式を用いることで幅厚比によらない評価が可能となる。
  - [4] 合成梁の単調載荷時の塑性変形能力の評価には、(7) 式または (9) 式に [2] で述べた  $\alpha_b \lambda'_b$  を適用することで、純鉄骨梁と同様、概ね良い対応を示す。
  - [5] 繰返し載荷実験から得られる累積塑性変形倍率  $\eta$  は、骨格曲線の塑性変形倍率  $s\eta_{\max}$  と概ね正の相関関係が認められ、 $s\eta_{\max}$  が 2 程度以上であれば、 $\eta$  は  $s\eta_{\max}$  の 5 倍程度以上の値を示す。
- 上記の知見は限られた実験データに基づいて分析したものであり、合成梁の実験データや繰返し載荷の実験データなどは、試験体数が十分とは言えないものも存在する。より深い考察を行うために、今後さらなる実験データの蓄積が必要と考えられる。

## 謝辞

本調査は、日本建築学会・鋼構造運営委員会傘下の鋼構造塑性設計小委員会の活動の一環として実施したものである。データベースの構築にあたって、竹中工務店、大成建設、鹿島建設より、貴重な実験データをご提供いただいた。また、京都工芸繊維大学・武内大輝君には、データベースの構築に際して多大なご尽力をいただいた。付記して深甚なる感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 木村祥裕：局部座屈崩壊型 H 形鋼梁の塑性変形性能と累積塑性変形性能に及ぼす載荷履歴特性の影響、片持ち梁形式の載荷実験データベースの構築、日本建築学会構造系論文集、第 76 巻、第 664 号、pp.1143–1151、

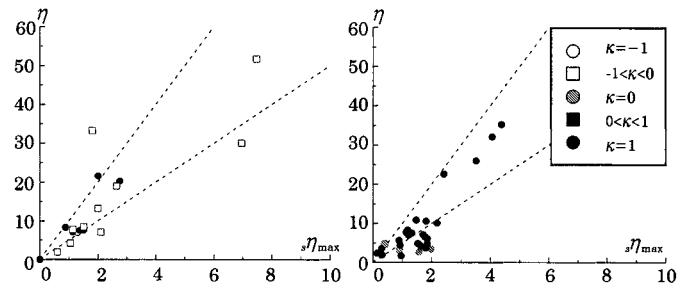


図 31 純鉄骨梁の  $\eta$  -  $s\eta_{\max}$  関係



図 32 合成梁の  $\eta$  -  $s\eta_{\max}$  関係

- 2011.6
- 2) 伊藤拓海、杉田朋哉、桑村仁：H 形鋼梁の耐力と変形能力のデータベース、構造工学論文集、vol.51B、pp.381–393、2005.3
- 3) 伊藤拓海、森健士郎：繰返し塑性振幅載荷を受ける H 形鋼梁の塑性変形性能と累積損傷評価、日本建築学会構造系論文集、第 78 巻、第 691 号、pp.1603–1612、2013.9
- 4) 鈴木敏郎、小野徹郎：塑性設計梁に関する実験的研究 (1)、等モーメントを受ける梁、日本建築学会論文報告集、第 168 号、pp.77–84、1970.2
- 5) 鈴木敏郎、小野徹郎：塑性設計に関する実験的研究 (2)、モーメント勾配をもつ梁、日本建築学会論文報告集、第 171 号、pp.31–36、1970.5
- 6) 鈴木敏郎、小野徹郎：塑性設計梁に関する実験的研究 (3)、日本建築学会論文報告集、第 175 号、pp.69–74、1970.9
- 7) 鈴木敏郎、久保寺勲、小野徹郎：はりの横座屈・加力装置の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造系、pp.1333–1334、1972.9
- 8) 鈴木敏郎、小野徹郎：塑性設計梁の補剛材剛性について (その 1)、塑性設計梁に関する実験的研究 (4)、日本建築学会論文報告集、第 202 号、pp.31–39、1972.12
- 9) 鈴木敏郎、小野徹郎：溶接組立梁の横座屈後の挙動、日本建築学会大会学術梗概集、構造系、pp.991–992、1973.10
- 10) 鈴木敏郎、久保寺勲：鉄骨はりの弾塑性横座屈、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造系、pp.987–988、1973.10
- 11) 鈴木敏郎、小野徹郎：高張力鋼梁の塑性設計に関する研究、塑性設計に関する実験的研究 (5)、日本建築学会論文報告集、第 219 号、pp.39–45、1974.5
- 12) 鈴木敏郎、小野徹郎、西田芳弘、加藤征宏：鉄骨梁の断面形状と変形能力に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造系、pp.897–898、1974.8
- 13) 鈴木敏郎、小河利行、木村祥裕：閉断面要素を付加した H 形鋼梁の横座屈性状に関する研究：日本建築学会構造系論文集、第 473 号、pp.169–176、1995.7
- 14) 鈴木敏郎、小河利行、木村祥裕：閉断面要素を付加した H 形鋼梁の横座屈性状に関する研究、その 2 梁せい方向に鋼管を配置した場合、日本建築学会構造系論文集、第 478 号、pp.173–179、1995.12
- 15) 鈴木敏郎、小河利行、末岡利之：補剛材の添接による H 形鋼梁の塑性変形性能改善に関する研究、局部座屈ならびに横座屈相互の影響下にある場合、日本建築学会構造系論文集、第 478 号、pp.163–172、1995.12
- 16) 若林實、中村武、山本春樹：鉄骨充腹ばりの横座屈に関する研究 (その 1)、京都大学防災研究所年報、第 13 号 A、pp.365–380、1970.3
- 17) 若林實、中村武、山本春樹：はりの横座屈に関する研究—その 3 (スパン中央に弾性横方向補剛材をもつ梁の実験)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造系、pp.361–362、1971.9
- 18) 若林實、中村武、中井政義：鉄骨ばりの横座屈と横座屈に対する補剛材の効果に関する実験的研究 (その 1)、京都大学防災研究所年報、第 26 号 B-1、pp.245–262、1983.4
- 19) 宇田川邦明、最相元雄、高梨晃一、田中尚：一方向単調載荷を受ける H 形鋼の塑性横座屈実験、日本建築学会論文報告集、第 212 号、pp.23–36、1973.10
- 20) 宇田川邦明、高梨晃一、田中尚：繰返し載荷を受ける H 形鋼はりの復元力特性、その 1 定変位振幅繰返し載荷時の塑性ヒンジ回転能力、日本建築学会論文報告集、第 264 号、pp.51–59、1978.2
- 21) 宇田川邦明：60 キロ級高性能鋼はりの横座屈実験、日本建築学会構造系論文集、第 459 号、pp.143–152、1994.5
- 22) 加藤勉、秋山宏、井上哲郎：許容応力度設計された H 形断面鋼梁の挙動に関する実験的研究、日本建築学会論文報告集、第 276 号、pp.17–25、



- 1979.2
- 23) 加藤勉, 秋山宏, 井上哲郎, 桑村仁, 北沢進: H 型断面鋼梁の横座屈に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造系 51, pp.1051-1052, 1976.8
- 24) 浜田大蔵, 清田清司, 林正司, 根本望夫: H 形鋼梁の変形能力に関する実験的研究 (履歴と変形能力の関係について), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造系, pp.1067-1068, 1979.9
- 25) 下舞三男, 加藤勉: 拘束された H 形鋼の横座屈実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C 構造 II, pp.1233-1234, 1990.10
- 26) 松野巧, 井戸田秀樹, 小野徹郎, 頼伸之: 繰返し荷重を受ける H 形鋼梁の横座屈実験装置, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第 48 号, pp.173-176, 2010.2
- 27) 加藤和, 松野巧, 木村悠香, 井戸田秀樹, 小野徹郎: 横補剛点を含む H 形鋼梁の横座屈実験, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第 49 号, pp.157-160, 2011.2
- 28) 加藤和, 井戸田秀樹, 小野徹郎, 松野巧, 後藤和夏: 補剛区間外長さを考慮した H 形鋼梁の横座屈耐力と変形能力, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第 50 号, pp.133-136, 2012.2
- 29) 松野巧, 井戸田秀樹, 小野徹郎, 加藤和, 中山紗由美: 局部座屈と横座屈が連成して生じる H 形鋼梁の繰返し載荷履歴モデルの提案, 日本建築学会東海支部研究報告書, (50), pp.125-128, 2012.2
- 30) 吉田卓矢, 井戸田秀樹, 小野徹郎: 横座屈で耐力が決まる等曲げ H 形鋼梁の繰返し載荷履歴モデルの提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp.1109-1110, 2013.8
- 31) 五十嵐規矩夫, 末國良太, 頼伸之: 繰返し曲げせん断力を受ける H 形断面梁の連成座屈挙動と塑性変形能力, 日本建築学会構造系論文集, 第 77 巻, 第 678 号, pp.1319-1328, 2012.8
- 32) 松井良太, 山浦夕佳, 竹内徹: 繰返し逆対称曲げをうける上フランジ横補剛された H 形断面梁の必要補剛条件, 日本建築学会構造系論文集, 第 78 巻, 第 690 号, pp.1485-1492, 2013.8
- 33) 若林實, 中村武, 中井政義: 鉄骨の横座屈と横座屈に対する補剛材の効果に関する実験的研究 (その 2), 京都大学防災研究所年報, 第 27 号, B-1, pp.213-225, 1984.4
- 34) 加藤勉, 田川泰久: 合成梁部材実験, 日本建築学会関東支部研究報告集, 構造系, 第 54 号, pp.293-296, 1983.7
- 35) 加藤勉, 田川泰久, 李明幸, 野田秀幸: 合成梁におけるスラブの横座屈拘束に関する実験, 日本建築学会関東支部研究報告集, 構造系, 第 55 号, pp.80-88, 1984.7
- 36) 加藤勉, 田川泰久, 李明幸: 合成梁の横座屈実験および数値解析 (一様曲げ時), 日本建築学会関東支部研究報告集, 構造系, 第 56 号, pp.49-52, 1985.7
- 37) 下舞三男, 加藤勉: 拘束された H 形鋼の横座屈に関する実験 (合成梁の横座屈実験), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C 構造 II, pp.1383-1384, 1989.9
- 38) 下舞三男, 秋山宏, 加藤勉: 中間スチフナを有する合成梁の横座屈実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C 構造 II, pp.1671-1672, 1991.8
- 39) 高橋賢司, 加藤勉, 金子洋文, 木村衛, 大島基義, 鉄骨梁の横座屈挙動に及ぼすスラブの拘束効果に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C 構造 II, pp.1139-1140, 1992.8
- 40) 金子洋文, 木村衛, 八木毅, 大島基義, 高橋賢司: スラブで拘束された鉄骨梁の塑性変形性能について, 日本鋼構造協会鋼構造年次論文報告集, 第 2 巻, pp.707-714, 1994.11
- 41) 宇佐美徹, 金子洋文, 中山信雄, 石川智章: スラブ付鉄骨梁の横座屈挙動その 1-2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 構造 III, pp.635-638, 2007.7
- 42) 宇佐美徹, 金子洋文, 中山信雄, 片山丈士, 加藤勉: スラブ付鉄骨梁の横座屈挙動 その 4-5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 構造 III, pp.589-592, 2008.7
- 43) 宇佐美徹, 金子洋文, 中山信雄, 片山丈士, 加藤勉: スラブ付鉄骨梁の横座屈挙動 その 7-8, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 構造 III, pp.631-634, 2009.7
- 44) 片山丈士, 金子洋文, 宇佐美徹, 山崎賢二, 中山信雄, 鈴木直幹: スラブ付鉄骨梁の横座屈挙動その 10-11, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 構造 III, pp.879-882, 2010.7
- 45) 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, 構造 III, pp.847-850, 2012.9
- 46) 鶴田裕大, 伊山潤, 松本由香, 荒木景太, 稲本暁: RC 床スラブによる H 形断面梁の横座屈補剛効果に関する実験, 日本鋼構造協会鋼構造年次論文報告集, 第 21 巻, pp.383-389, 2013.11
- 47) 伊賀はるな, 聲高裕治, 伊山潤, 長谷川隆: 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 1-2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp.1119-1122, 2013.8
- 48) 伊賀はるな, 聲高裕治, 伊山潤, 長谷川隆: 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 4-5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp.871-874, 2014.9
- 49) 国土交通住宅局建築指導課, 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, 日本建築行政会議: 2007 年版建築物の構造関係技術基準解説書, 2007.8
- 50) 日本建築学会: 鋼構造限界状態設計指針・同解説, 2010.2
- 51) 日本建築学会: 各種合成構造設計指針・同解説, 第 1 版, 第 1 編 合成梁構造設計指針, 1985.2
- 52) 日本建築学会: 各種合成構造設計指針・同解説, 第 2 版, 第 1 編 合成梁構造設計指針, 2010.11
- 53) 日本建築学会: 鋼構造座屈設計指針, 2009.11
- 54) 五十嵐規矩夫・大西佑樹: 上フランジを連続完全拘束された H 形断面梁の弾性座屈耐力, 日本建築学会構造系論文集, 第 79 巻, 第 706 号, pp.1899-1908, 2014.12
- 55) 日本建築学会: 鋼構造塑性設計指針, 2010.2
- 56) 五十嵐規矩夫, 末國良太, 篠原卓馬, 王韜: 鋼構造 H 形断面梁の耐力及び塑性変形能力評価のための新規幅厚比指標と幅厚比区分, 日本建築学会構造系論文集, 第 76 巻, 第 668 号, pp.1865-1872, 2011.10
- 57) 若林実, 中村武: 鉄骨充腹梁の横座屈に関する研究 (その 5), 京都大学防災研究所年報, 第 24 号, B-1, pp.185-199, 1981.4
- 58) 中村武: H 型断面はりの横補剛に関する考察, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 構造系, 第 28 号, pp.241-244, 1988.5
- 59) 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, 日本建築学会関東支部研究報告集, 構造系, pp.73-76, 1985.7

## 付録

既往の文献 4) ~ 48) より抽出した実験結果のデータベースの一部を表 A1 ~ A5 にまとめる。表に示す各項目については、以下の説明を参照されたい。

- ・長さ  $l_b$ : 横補剛などで区切られた区間で、最初に終局を迎える区間の梁長を表す。
- ・鋼種: 原著に記載のとおりを表記とする。
- ・降伏応力: ウェブの欄の数値が斜体の場合は、フランジの降伏応力を代用したことを表す。
- ・実験結果 (最大耐力・塑性変形能力): 数値が斜体の場合は、別途算出した全塑性モーメント等に基づいて、論文に記載されている実験データを無次元化した値であることを表す。また、下線を付記する場合は、論文に掲載されているグラフより数値を読み取ったことを表す。また、背景がグレーのセルは、層モーメントと層間変形角の関係から得た実験結果であり、3 章の検討には用いていない。
- ・塑性変形能力  $\eta_u$ :  $M_p$  劣化時の塑性変形倍率を表す。() 付の数値は最大耐力の 95% まで耐力劣化した時の塑性変形倍率  $\eta_{95}$  を表し、[] 付の数値は最大耐力の 90% まで耐力劣化した時の塑性変形倍率  $\eta_{90}$  を表す。
- ・終局状態: 耐力劣化の主要因が原著に記載されている場合は、その現象を以下の記号で表記する。ただし、1 つの試験体で複数の記号が記載されている場合は、記号の記載順に現象が発生したことを意味している。また、「+」の表記があるものは、「+」の前後の現象が連成して発生したことを表している。

T: 横座屈, L: 局部座屈, F: 梁端溶接部の破断

表 A1 実験結果のデータベース

No.			文献			試験体名			寸法				材料強度				境界条件				細長比				全塑性モーメント		載荷履歴	実験結果				終局状態
									梁断面		長さ $l_0$ (mm)	フランジ		ウェブ		$\kappa$	$\alpha'_s$	スラブの有無	軸拘束の有無	$\lambda_y$	$\lambda'_z$	$\alpha_1 \lambda'_s$	$M_p$ (kN・m)	$M_{ps}$ (kN・m)	最大耐力 $M_{max}/M_p$	塑性変形能力						
												鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )											$\eta$		$\eta_{max}$	$\eta_s$			
1	4)	A-1	H-200×100×5.5×8	900	SS41	310	SS41	310	-1.0	1.00	なし	なし	121	0.428	-	62.0	-	単調	0.88	-	0.00	-	TL									
2		A-2	H-200×100×5.5×8	700	SS41	294	SS41	294	-1.0	1.00	なし	なし	94	0.328	-	58.8	-	単調	0.88	-	0.00	-	TL									
3		B-1	H-200×100×5.5×8	900	SS41	304	SS41	304	-1.0	1.00	なし	なし	80	0.424	-	60.8	-	単調	0.89	-	0.00	-	TL									
4		B-2	H-200×100×5.5×8	900	SS41	282	SS41	282	-1.0	1.00	なし	なし	80	0.409	-	56.4	-	単調	0.87	-	0.00	-	TL									
5		B-3	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	297	SS41	297	-1.0	1.00	なし	なし	116	0.590	-	59.4	-	単調	0.95	-	0.00	-	TL									
6		C-1	H-200×100×5.5×8	900	SS41	297	SS41	297	-1.0	1.00	なし	なし	40	0.419	-	59.4	-	単調	0.90	-	0.00	-	TL									
7		C-2	H-200×100×5.5×8	1100	SS41	297	SS41	297	-1.0	1.00	なし	なし	49	0.506	-	59.4	-	単調	0.90	-	0.00	-	TL									
8		C-3	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	304	SS41	304	-1.0	1.00	なし	なし	58	0.597	-	60.8	-	単調	0.94	-	0.00	-	T									
9		C-4	H-200×100×5.5×8	900	SS41	282	SS41	282	-1.0	1.00	なし	なし	40	0.409	-	56.4	-	単調	0.85	-	0.00	-	TL									
10		D-1	H-200×100×5.5×8	1343	-	275	-	275	-0.7	1.00	なし	なし	200	0.543	-	55.0	-	単調	1.04	-	1.00	2.28	TL									
11	5)	D-2	H-200×100×5.5×8	1343	-	320	-	320	-0.5	1.00	なし	なし	120	0.553	-	64.0	-	単調	1.08	-	2.47	-	TL									
12		D-3	H-200×100×5.5×8	896	-	310	-	310	-0.5	1.00	なし	なし	80	0.374	-	62.0	-	単調	1.05	-	2.80	-	TL									
13		D-4	H-200×100×5.5×8	1343	-	275	-	275	-0.3	1.00	なし	なし	86	0.484	-	55.0	-	単調	1.05	-	2.79	-	T+L									
14		D-5	H-200×100×5.5×8	1567	-	275	-	275	-0.3	1.00	なし	なし	100	0.554	-	55.0	-	単調	1.09	-	3.22	-	T+L									
15		D-6	H-200×100×5.5×8	896	-	294	-	294	0.0	1.00	なし	なし	80	0.314	-	58.8	-	単調	1.12	-	2.22	-	T+L									
16		D-7	H-200×100×5.5×8	1343	-	294	-	294	0.0	1.00	なし	なし	120	0.457	-	58.8	-	単調	1.07	-	4.91	-	T+L									
17		D-8	H-200×100×5.5×8	1343	-	310	-	310	0.0	1.00	なし	なし	120	0.469	-	62.0	-	単調	1.17	-	7.16	-	T+L									
18		D-9	H-200×100×5.5×8	1567	-	310	-	310	0.0	1.00	なし	なし	140	0.538	-	62.0	-	単調	1.11	-	6.12	-	T+L									
19		D-10	H-200×100×5.5×8	1343	-	320	-	320	0.3	1.00	なし	なし	92	0.436	-	64.0	-	単調	1.25	-	8.03	-	T+L									
20		D-11	H-200×100×5.5×8	2015	-	304	-	304	0.3	1.00	なし	なし	138	0.603	-	60.8	-	単調	1.10	-	3.43	-	T+L									
21	D-12	H-200×100×5.5×8	1343	-	320	-	320	1.0	1.00	なし	なし	60	0.416	-	64.0	-	単調	1.18	-	2.18	-	T+L										
22	6)	T-1	H-200×100×5.5×8	3500	SS41	282	SS41	282	0.0	1.00	なし	なし	156	0.961	-	56.4	-	単調	0.62	-	-	-	T									
23		T-2	H-200×100×5.5×8	4400	SS41	226	SS41	226	0.0	1.00	なし	なし	197	1.000	-	45.2	-	単調	0.58	-	-	-	T									
24		T-4	H-200×100×5.5×8	5500	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	246	1.330	-	60.8	-	単調	0.61	-	-	-	T									
25		T-5	H-200×100×5.5×8	2200	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	98	0.707	-	60.8	-	単調	0.84	-	-	-	T									
26		T-6	H-200×100×5.5×8	2800	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	125	0.851	-	60.8	-	単調	0.79	-	-	-	T									
27		T-7	H-200×100×5.5×8	3700	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	165	1.036	-	60.8	-	単調	0.83	-	-	-	T									
28		T-8	H-200×100×5.5×8	2800	SS41	299	SS41	299	0.0	1.00	なし	なし	125	0.844	-	59.8	-	単調	0.76	-	-	-	T									
29		T-9	H-200×100×5.5×8	3700	SS41	315	SS41	315	0.0	1.00	なし	なし	165	1.054	-	63.0	-	単調	0.75	-	-	-	T									
30		A-2	H-200×100×5.5×8	2400	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	107	0.757	-	60.8	-	単調	0.82	-	-	-	T									
31		A-3	H-200×100×5.5×8	3200	SS41	304	SS41	304	0.0	1.00	なし	なし	143	0.937	-	60.8	-	単調	0.71	-	-	-	T									
32	A-4	H-200×100×5.5×8	4000	SS41	317	SS41	317	0.0	1.00	なし	なし	179	1.114	-	63.4	-	単調	0.70	-	-	-	T										
33	A-5	H-200×100×5.5×8	4800	SS41	298	SS41	298	0.0	1.00	なし	なし	214	1.212	-	59.6	-	単調	0.58	-	-	-	T										
34	7)	E-1	H-200×100×5.5×8	1400	SS41	312	SS41	312	-1.0	1.00	なし	なし	188	0.646	-	62.4	-	単調	0.99	-	1.64	-	-									
35		E-2	H-200×100×5.5×8	1000	SS41	317	SS41	317	-1.0	1.00	なし	なし	188	0.479	-	63.4	-	単調	1.01	-	1.75	-	T+L									
36		E-3	H-200×100×5.5×8	600	SS41	324	SS41	324	-1.0	1.00	なし	なし	188	0.296	-	64.8	-	単調	1.03	-	7.97	-	TL									
37		E-5	H-200×100×5.5×8	1000	SS41	314	SS41	314	-1.0	1.00	なし	なし	134	0.476	-	62.8	-	単調	1.01	-	4.20	-	TL									
38		E-6	H-200×100×5.5×8	1000	SS41	317	SS41	317	-1.0	1.00	なし	なし	223	0.479	-	63.4	-	単調	1.00	-	3.53	-	T+L									
39		E-9	H-200×100×5.5×8	600	SS41	309	SS41	309	-1.0	1.00	なし	なし	179	0.289	-	61.8	-	単調	1.00	-	1.48	-	T+L									
40		1	H-200×100×5.5×8	2000	SS41	279	SS41	279	-1.0	1.00	なし	なし	89	0.830	-	55.8	-	単調	0.84	-	-	-	T									
41		2	H-200×100×5.5×8	2500	SS41	279	SS41	279	-1.0	1.00	なし	なし	112	0.991	-	55.8	-	単調	0.79	-	-	-	T									
42		3	H-200×100×5.5×8	3000	SS41	292	SS41	292	-1.0	1.00	なし	なし	134	1.160	-	58.4	-	単調	0.76	-	-	-	T									
43	8)	4	H-200×100×5.5×8	3500	SS41	292	SS41	292	-1.0	1.00	なし	なし	156	1.293	-	58.4	-	単調	0.66	-	-	-	T									
44		5	H-200×100×5.5×8	4000	SS41	292	SS41	292	-1.0	1.00	なし	なし	179	1.414	-	58.4	-	単調	0.55	-	-	-	TL									
45		F-6	H-200×100×5.5×8	700	SS41	307	SS41	307	-1.0	1.00	なし	なし	94	0.335	-	61.4	-	単調	0.91	-	0.00	-	T									
46		F-7	H-200×100×5.5×8	700	SS41	317	SS41	317	-1.0	1.00	なし	なし	95	0.340	-	63.4	-	単調	0.88	-	0.00	-	TL									
47		F-8	H-200×100×5.5×8	700	SS41	307	SS41	307	-1.0	1.00	なし	なし	95	0.335	-	61.4	-	単調	0.93	-	0.00	-	TL									
48		F-9	H-200×100×5.5×8	700	SS41	307	SS41	307	-1.0	1.00	なし	なし	95	0.335	-	61.4	-	単調	0.97	-	0.00	-	TL									
49		F-10	H-200×100×5.5×8	700	SS41	307	SS41	307	-1.0	1.00	なし	なし	96	0.335	-	61.4	-	単調	0.96	-	0.00	-	-									
50		F-11	H-200×100×5.5×8	900	SS41	317	SS41	317	-1.0	1.00	なし	なし	123	0.433	-	63.4	-	単調	0.92	-	0.00	-	-									
51		F-12	H-200×100×5.5×8	900	SS41	317	SS41	317	-1.0	1.00	なし	なし	124	0.433	-	63.4	-	単調	0.98	-	0.00	-	-									
52		F-13	H-200×100×5.5×8	900	SS41	316	SS41	316	-1.0	1.00	なし	なし	124	0.432	-	63.2	-	単調	0.96	-	0.00	-	-									
53	9)	P-1	H-500×125×9×12	800	SM41	266	SM41	315	-1.0	0.30	なし	なし	103	0.103	-	355.3	-	単調	0.93	-	3.50	-	TL									
54		P-2	H-500×125×9×12	800	SM41	266	SM41	315	-1.0	0.30	なし	なし	103	0.103	-	355.3	-	単調	0.92	-	3.30	-	T									
55		P-3	H-500×125×9×12																													



表 A2 実験結果のデータベース

No.			文献	試験体名	寸法		材料強度			境界条件			細長比			全塑性モーメント		載荷履歴	実験結果				終局状態
							ウェブ												実験結果				
					梁断面	長さ $l_m$ (mm)	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	$\kappa$	$\alpha'_t$	スラブの有無	軸拘束の有無	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{yz}$	$M_p$ (kN・m)	$M_{py}$ (kN・m)	最大耐力 $M_{max}/M_p$	塑性変形能力 $\eta$	$\eta_{max}$	$\eta_u$
87		B-60-1	H-250×125×12×12	2000	HT60	551	HT60	551	0.0	0.7	なし	なし	152	0.553	-	281.1	-	単調	1.17	-	1.84	-	-
88		B-80-1	H-250×125×12×12	2000	HT80	863	HT80	863	0.0	0.7	なし	なし	152	0.692	-	440.3	-	単調	1.00	-	0.40	-	-
89		A-41-2	H-250×125×12×12	1300	SM41	318	SM41	318	-1.0	1.0	なし	なし	50	0.502	-	162.3	-	単調	1.00	-	3.17	-	-
90		A-50-2	H-250×125×12×12	1300	SM50	387	SM50	387	-1.0	1.0	なし	なし	50	0.554	-	197.5	-	単調	1.00	-	2.35	-	-
91		A-60-2	H-250×125×12×12	1300	HT60	551	HT60	551	-1.0	1.0	なし	なし	50	0.661	-	281.1	-	単調	1.00	-	1.37	-	-
92		A-80-2	H-250×125×12×12	1300	HT80	863	HT80	863	-1.0	1.0	なし	なし	50	0.827	-	440.3	-	単調	0.98	-	0.61	-	-
93		B-41-2	H-250×125×12×12	1600	SM41	318	SM41	318	0.0	0.7	なし	なし	122	0.341	-	162.3	-	単調	1.19	-	6.07	-	-
94		B-50-2	H-250×125×12×12	1600	SM50	387	SM50	387	0.0	0.7	なし	なし	122	0.376	-	197.5	-	単調	1.15	-	4.14	7.21	-
95		B-60-2	H-250×125×12×12	1600	HT50	551	HT50	551	0.0	0.7	なし	なし	122	0.449	-	281.1	-	単調	1.18	-	3.07	-	-
96		B-80-2	H-250×125×12×12	1600	HT80	863	HT80	863	0.0	0.7	なし	なし	122	0.562	-	440.3	-	単調	1.10	-	0.93	-	-
97		A-41-3	H-250×125×12×12	1100	SM41	318	SM41	318	-1.0	1.0	なし	なし	42	0.433	-	162.3	-	単調	1.01	-	5.26	-	-
98		A-50-3	H-250×125×12×12	1100	SM50	387	SM50	387	-1.0	1.0	なし	なし	42	0.477	-	197.5	-	単調	1.01	-	3.06	-	-
99		A-60-3	H-250×125×12×12	1100	HT50	551	HT50	551	-1.0	1.0	なし	なし	42	0.569	-	281.1	-	単調	1.01	-	1.74	-	-
100		A-80-3	H-250×125×12×12	1100	HT80	863	HT80	863	-1.0	1.0	なし	なし	42	0.713	-	440.3	-	単調	0.98	-	0.90	-	-
101		B-41-3	H-250×125×12×12	1200	SM41	318	SM41	318	0.0	0.7	なし	なし	91	0.259	-	162.3	-	単調	1.32	-	11.30	-	-
102		B-50-3	H-250×125×12×12	1200	SM50	387	SM50	387	0.0	0.7	なし	なし	91	0.286	-	197.5	-	単調	1.23	-	8.55	-	-
103		B-60-3	H-250×125×12×12	1200	HT60	551	HT60	551	0.0	0.7	なし	なし	91	0.341	-	281.1	-	単調	1.17	-	5.64	-	-
104		G-19	H-250×125×12×19	3200	SS41	271	SS41	271	0.0	0.5	なし	なし	110	0.213	-	185.2	-	単調	1.24	-	11.83	-	TL
105		G-16	H-250×125×12×16	3200	SS41	259	SS41	259	0.0	0.5	なし	なし	114	0.214	-	158.1	-	単調	1.29	-	9.17	-	TL
106		G-12	H-250×125×12×12	3200	SS41	318	SS41	318	0.0	0.5	なし	なし	122	0.249	-	162.3	-	単調	1.18	-	6.10	-	TL
107		G-9	H-250×125×9×9	3200	SS41	265	SS41	265	0.0	0.5	なし	なし	123	0.229	-	103.9	-	単調	1.18	-	5.73	-	TL
108		G-6	H-250×125×9×6	3200	SS41	296	SS41	296	0.0	0.5	なし	なし	138	0.262	-	91.9	-	単調	1.12	-	4.30	-	TL
109		U-19	H-250×125×12×19	1300	SS41	271	SS41	271	-1.0	0.5	なし	なし	45	0.230	-	185.2	-	単調	1.02	-	7.66	-	TL
110		U-16	H-250×125×12×16	1300	SS41	259	SS41	259	-1.0	0.5	なし	なし	46	0.231	-	158.1	-	単調	1.02	-	6.72	-	TL
111		U-12	H-250×125×12×12	1300	SS41	318	SS41	318	-1.0	0.5	なし	なし	50	0.268	-	162.3	-	単調	1.01	-	3.19	-	TL
112		U-9	H-250×125×9×9	1300	SS41	265	SS41	265	-1.0	0.5	なし	なし	50	0.247	-	103.9	-	単調	1.01	-	4.70	-	TL
113		U-6	H-250×125×9×6	1300	SS41	296	SS41	296	-1.0	0.5	なし	なし	56	0.283	-	91.9	-	単調	1.02	-	2.80	-	TL
114		N-1	H-300×100×6×10	2000	SM490	397	SM490	343	-1.0	1.0	なし	なし	94	1.038	-	155.5	-	単調	0.73	-	0.00	-	-
115		N-2	H-300×100×6×10	3000	SM490	397	SM490	343	-1.0	1.0	なし	なし	141	1.445	-	155.5	-	単調	0.53	-	0.00	-	-
116		N-3	H-300×100×6×10	4000	SM490	397	SM490	343	-1.0	1.0	なし	なし	188	1.784	-	155.5	-	単調	0.43	-	0.00	-	-
117		A0-0-0	H-300×150×6×10	3000	SM490	397	SM490	343	-1.0	1.0	なし	なし	86	0.998	-	213.0	-	単調	0.74	-	0.00	-	-
118		B0-0-0	H-300×100×6×10	3000	SM490	397	SM490	343	-1.0	1.0	なし	なし	141	1.445	-	155.5	-	単調	0.52	-	0.00	-	T
119	15)	AM0	H-250×125×6×9	1800	-	396	-	430	0.0	1.0	なし	なし	64	0.576	-	142.1	-	単調	1.28	-	5.58	10.20	LT
120		S100 +1	H-200×100×5.5×8	1000	SS41	313	SS41	313	-1.0	0.5	なし	なし	45	0.245	-	62.7	-	単調	0.99	-	3.47	-	TL
121		S150 +1	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	313	SS41	313	-1.0	0.5	なし	なし	67	0.367	-	62.7	-	単調	0.95	-	0.00	-	T
122		S200 +1	H-200×100×5.5×8	2000	SS41	338	SS41	338	-1.0	0.5	なし	なし	89	0.506	-	67.7	-	単調	0.86	-	0.00	-	T
123		S300 +1	H-200×100×5.5×8	3000	SS41	304	SS41	304	-1.0	0.5	なし	なし	134	0.713	-	60.9	-	単調	0.84	-	0.00	-	T
124		S100 +0	H-200×100×5.5×8	1000	SS41	303	SS41	303	0.0	0.5	なし	なし	45	0.182	-	60.7	-	単調	1.09	-	9.47	-	T
125		S150 +0	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	303	SS41	303	0.0	0.5	なし	なし	67	0.273	-	60.7	-	単調	1.06	-	6.99	-	TL
126		S200 +0	H-200×100×5.5×8	2000	SS41	329	SS41	329	0.0	0.5	なし	なし	89	0.378	-	65.9	-	単調	0.95	-	0.00	-	TL
127		S300 +0	H-200×100×5.5×8	3000	SS41	313	SS41	313	0.0	0.5	なし	なし	134	0.547	-	62.7	-	単調	0.95	-	0.00	-	T
128		S150 -1	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	316	SS41	316	1.0	0.5	なし	なし	67	0.243	-	63.3	-	単調	1.09	-	9.12	-	T
129		S200 -1	H-200×100×5.5×8	2000	SS41	315	SS41	315	1.0	0.5	なし	なし	89	0.322	-	63.1	-	単調	1.04	-	12.18	-	T
130		S300 -1	H-200×100×5.5×8	3000	SS41	319	SS41	319	1.0	0.5	なし	なし	134	0.481	-	63.9	-	単調	1.04	-	6.43	-	T
131		SM15-A	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	34	0.180	-	0.73	-	単調	1.02	-	12.54	-	T
132		SM30-A	H-40×20×2×2.5	300	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.350	-	0.71	-	単調	1.04	-	1.30	-	T
133		SM30-B1	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.177	-	0.71	-	単調	1.02	-	1.85	-	T
134		SM30-B2	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.177	-	0.71	-	単調	1.10	-	0.83	-	T
135		SM30-C1	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.184	-	0.77	-	単調	1.07	-	1.03	-	T
136		SM30-C2	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.184	-	0.77	-	単調	1.05	-	1.50	-	T
137		SM30-D1	H-40×20×2×2.5	150	SS41	290	SS41	290	-1.0	0.5	なし	なし	68	0.181	-	0.7							

表 A3 実験結果のデータベース

No.文献			寸法		材料強度				境界条件				細長比			全塑性モーメント		載荷履歴	実験結果				終局状態
					フランジ		ウェブ		κ	α <sub>s</sub> '	スラブの有無	軸拘束の有無	λ <sub>y</sub>	λ <sub>s</sub> '	c/λ <sub>s</sub>	M <sub>p</sub> (kN・m)	M <sub>pr</sub> (kN・m)		最大耐力		塑性変形能力		
					鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )											M <sub>max</sub> /M <sub>p</sub>	η	η <sub>max</sub>	η <sub>u</sub>	
173		133-2	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	259	SS41	316	-1.0	1.0	なし	なし	58	0.565	-	54.5	-	単調	0.95	-	0.00	-	-
174		153-1	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	294	SS41	347	-1.0	1.0	なし	なし	67	0.681	-	61.3	-	単調	0.94	-	0.00	-	-
175		153-2	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	294	SS41	347	-1.0	1.0	なし	なし	67	0.681	-	61.3	-	単調	0.96	-	0.00	-	-
176		75-1	H-200×100×5.5×8	700	SS41	286	SS41	323	-1.0	1.0	なし	なし	94	0.328	-	59.0	-	単調	1.07	-	4.35	-	-
177		75-2	H-200×100×5.5×8	700	SS41	286	SS41	323	-1.0	1.0	なし	なし	94	0.328	-	59.0	-	単調	1.13	-	6.35	-	-
178		85-1	H-200×100×5.5×8	800	SS41	259	SS41	316	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.359	-	54.5	-	単調	1.03	-	0.00	5.35	-
179		85-2	H-200×100×5.5×8	800	SS41	259	SS41	316	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.359	-	54.5	-	単調	1.01	-	0.00	5.30	-
180		95-1	H-200×100×5.5×8	900	SS41	294	SS41	347	-1.0	1.0	なし	なし	121	0.426	-	61.3	-	単調	1.08	-	2.15	3.50	-
181		95-2	H-200×100×5.5×8	900	SS41	294	SS41	347	-1.0	1.0	なし	なし	121	0.426	-	61.3	-	単調	1.07	-	5.10	6.30	-
182		G-80-1	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	36	0.291	-	62.8	-	単調	1.24	-	11.30	18.80	-
183		G-90	H-200×100×5.5×8	900	SS41	294	SS41	347	0.0	1.0	なし	なし	40	0.322	-	61.3	-	単調	1.25	-	11.90	17.50	-
184		G-90-2	H-200×100×5.5×8	900	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	40	0.326	-	62.8	-	単調	1.17	-	8.80	12.80	-
185		G-110-1	H-200×100×5.5×8	1100	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	49	0.393	-	62.8	-	単調	1.14	-	7.20	9.90	-
186		G-130	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	294	SS41	347	0.0	1.0	なし	なし	58	0.453	-	61.3	-	単調	1.14	-	5.60	-	-
187		G-130-2	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	58	0.458	-	62.8	-	単調	1.08	-	5.10	6.90	-
188		G-140-1	H-200×100×5.5×8	1400	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	63	0.490	-	62.8	-	単調	1.10	-	4.90	-	-
189		G-150	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	259	SS41	316	0.0	1.0	なし	なし	67	0.485	-	54.5	-	単調	1.09	-	0.00	6.10	-
190		G-170-1	H-200×100×5.5×8	1700	SS41	303	SS41	349	0.0	1.0	なし	なし	76	0.581	-	62.8	-	単調	1.09	-	2.50	4.10	-
191		DG130-1	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	285	SS41	318	0.0	1.0	なし	なし	58	0.443	-	58.6	-	単調	1.21	-	5.40	-	-
192		DG170-1	H-200×100×5.5×8	1700	SS41	285	SS41	318	0.0	1.0	なし	なし	76	0.561	-	58.6	-	単調	1.09	-	3.90	5.10	-
193		G-85-1	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	71	0.338	-	62.8	-	単調	1.16	-	0.00	-	-
194		G-95	H-200×100×5.5×8	900	SS41	286	SS41	323	-0.5	1.0	なし	なし	80	0.366	-	59.0	-	単調	1.18	-	11.50	15.40	-
195		G-95-2	H-200×100×5.5×8	900	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	80	0.378	-	62.8	-	単調	1.13	-	9.90	-	-
196	19)	G-115-1	H-200×100×5.5×8	1100	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	98	0.456	-	62.8	-	単調	1.04	-	7.20	8.60	-
197		G-135	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	294	SS41	347	-0.5	1.0	なし	なし	116	0.526	-	61.3	-	単調	1.12	-	4.60	-	-
198		G-135-2	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	116	0.532	-	62.8	-	単調	1.07	-	5.70	7.00	-
199		G-145-1	H-200×100×5.5×8	1400	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	125	0.568	-	62.8	-	単調	1.08	-	4.10	5.20	-
200		G-155	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	294	SS41	347	-0.5	1.0	なし	なし	134	0.597	-	61.3	-	単調	1.05	-	4.50	5.90	-
201		G155-2	H-200×100×5.5×8	1500	SS41	303	SS41	349	-0.5	1.0	なし	なし	134	0.604	-	62.8	-	単調	1.05	-	3.90	4.80	-
202		DGH110-1	H-200×100×5.5×8	1100	SM50	437	SM50	489	0.0	1.0	なし	なし	49	0.471	-	89.9	-	単調	1.20	-	3.60	6.30	-
203		DGH130-1	H-200×100×5.5×8	1300	SM50	437	SM50	489	0.0	1.0	なし	なし	58	0.548	-	89.9	-	単調	1.26	-	3.30	-	-
204		DGH150-1	H-200×100×5.5×8	1500	SM50	437	SM50	489	0.0	1.0	なし	なし	67	0.623	-	89.9	-	単調	1.15	-	2.40	-	-
205		DGH170-1	H-200×100×5.5×8	1700	SM50	437	SM50	489	0.0	1.0	なし	なし	76	0.695	-	89.9	-	単調	1.20	-	1.50	-	-
206		DGC120-1	H-100×100×6×8	1200	SS41	265	SS41	287	0.0	1.0	なし	なし	48	0.334	-	22.5	-	単調	1.68	-	14.60	-	-
207		DGC150-1	H-100×100×6×8	1500	SS41	265	SS41	287	0.0	1.0	なし	なし	60	0.394	-	22.5	-	単調	1.52	-	8.90	-	-
208		85-A	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.385	-	62.8	-	単調	0.92	-	0.00	-	-
209		85-B	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.385	-	62.8	-	単調	0.92	-	0.00	-	-
210		C85-O	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.385	-	62.8	-	単調	1.04	-	4.10	5.30	-
211		C85-A	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.385	-	62.8	-	単調	0.95	-	0.00	-	-
212	C85-B	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	107	0.385	-	62.8	-	単調	1.00	-	0.00	-	-	
213	84-O	H-200×100×5.5×8	800	SS41	266	SS41	357	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.369	-	57.5	-	単調	0.97	-	0.00	-	-	
214	84-A	H-200×100×5.5×8	800	SS41	294	SS41	354	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.382	-	61.6	-	単調	0.93	-	0.00	-	-	
215	C84-O	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.385	-	62.8	-	単調	1.03	-	2.40	4.30	-	
216	C84-A	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.385	-	62.8	-	単調	1.00	-	0.00	2.30	-	
217	C84 1-B	H-200×100×5.5×8	800	SS41	303	SS41	349	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.385	-	62.8	-	単調	0.99	-	0.00	-	-	
218	C84 2-B	H-200×100×5.5×8	800	SS41	294	SS41	354	-1.0	1.0	なし	なし	71	0.382	-	61.6	-	単調	0.99	-	0.00	-	-	
219	20)	DG130-4	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	275	SS41	347	0.0	0.5	なし	なし	117	0.234	-	55.7	-	繰返し	1.22	-	1.52	2.50	↑
220		DG130-16	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	265	SS41	332	0.0	0.5	なし	なし	116	0.228	-	56.8	-	繰返し	1.23	-	3.20	4.50	-
221		DG130-17	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	265	SS41	332	0.0	0.5	なし	なし	116	0.228	-	56.7	-	繰返し	1.19	-	5.12	6.68	-
222		DG130-18	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	265	SS41	332	0.0	0.5	なし	なし	116	0.228	-	56.7	-	繰返し	0.79	-	6.31	10.13	-
223		DG130-19	H-200×100×5.5×8	1300	SS41	265	SS41	332	0.0	0.5	なし	なし	116	0.228	-	56.7	-	繰返し	1.26	-	4.25		



表 A4 実験結果のデータベース

No.	文献	試験体名	寸法		材料強度				境界条件				細長比			全塑性モーメント		載荷履歴	実験結果				終局状態
					フランジ		ウェブ												最大耐力		塑性変形能力		
			鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	$\kappa$	$\alpha'_b$	$M_{max}/M_p$	$\eta$	$\eta_{max}$	$\eta_0$											
259	22)	200-1C	H-212×96×4.5×6	1244	-	294	-	275	-0.5	0.5	なし	あり	250	0.276	-	46.5	-	単調	1.10	-	1.19	-	TL
260		200-1D	H-212×96×4.5×6	5188	-	294	-	275	1.0	0.5	なし	あり	250	0.839	-	46.5	-	単調	1.08	-	1.03	-	L
261		200-2Dst	H-292×96×4.5×6	5108	-	294	-	275	1.0	0.5	なし	あり	267	0.881	-	71.5	-	単調	1.25	-	2.47	3.68	TL
262		200-3D	H-372×96×4.5×6	5028	-	294	-	275	1.0	0.5	なし	あり	281	0.914	-	100.4	-	単調	1.01	-	0.41	-	TL
263	23)	100-A	H-175×90×5×8	2600	-	294	-	380	1.0	0.5	なし	あり	124	0.445	-	46.6	-	単調	1.15	-	4.86	9.92	TL
264		100-B	H-175×90×5×8	1300	-	294	-	380	0.0	0.5	なし	あり	62	0.259	-	46.6	-	単調	1.24	-	7.99	16.10	TL
265		100-C	H-175×90×5×8	650	-	294	-	380	-0.5	0.5	なし	あり	31	0.151	-	46.6	-	単調	1.20	-	13.39	19.72	T+L
266		100-D	H-175×90×5×8	1300	-	294	-	380	0.0	0.5	なし	あり	62	0.259	-	46.6	-	単調	1.27	-	7.99	-	TL
267	24)	135-E	H-175×90×5×8	3500	-	294	-	380	1.0	0.5	なし	あり	167	0.590	-	46.6	-	単調	1.05	-	3.39	4.97	TL
268		A-130-1	H-200×100×5.5×8	1325	SS41	305	SS41	305	0.0	1.0	なし	なし	59	0.460	-	61.1	-	繰返し	1.26	-	-	-	T
269		A-130-0.5	H-200×100×5.5×8	1325	SS41	305	SS41	305	0.0	1.0	なし	なし	59	0.460	-	61.1	-	繰返し	1.34	-	-	-	T
270		A-130-0	H-200×100×5.5×8	1325	SS41	305	SS41	305	0.0	1.0	なし	なし	59	0.460	-	61.1	-	繰返し	1.30	-	-	-	T
271	25)	A-130-m	H-200×100×5.5×8	1325	SS41	313	SS41	313	0.0	1.0	なし	なし	59	0.466	-	62.7	-	単調	1.31	12.20	-	-	T
272		A-110-1	H-200×100×5.5×8	1075	SS41	316	SS41	316	0.0	1.0	なし	なし	48	0.386	-	63.3	-	繰返し	1.32	-	-	-	T
273		A-110-0	H-200×100×5.5×8	1075	SS41	316	SS41	316	0.0	1.0	なし	なし	48	0.386	-	63.3	-	繰返し	1.27	-	-	-	T
274		A-80-1	H-200×100×5.5×8	824	SS41	340	SS41	340	0.0	1.0	なし	なし	37	0.312	-	68.1	-	繰返し	1.30	-	-	-	T
275	26)	A-80-0.5	H-200×100×5.5×8	824	SS41	313	SS41	313	0.0	1.0	なし	なし	37	0.299	-	62.7	-	繰返し	1.35	-	-	-	T
276		A-80-0	H-200×100×5.5×8	824	SS41	305	SS41	305	0.0	1.0	なし	なし	37	0.295	-	61.1	-	繰返し	1.31	-	-	-	T
277		A-70-1	H-200×100×5.5×8	702	SS41	307	SS41	307	0.0	1.0	なし	なし	31	0.254	-	61.5	-	繰返し	1.32	-	-	-	T
278		A-70-0.5	H-200×100×5.5×8	702	SS41	307	SS41	307	0.0	1.0	なし	なし	31	0.254	-	61.5	-	繰返し	1.31	-	-	-	T
279	27)	A-70-0	H-200×100×5.5×8	702	SS41	307	SS41	307	0.0	1.0	なし	なし	31	0.254	-	61.5	-	繰返し	1.30	-	-	-	T
280		B-130-1	H-198×99×4.5×7	1326	SS41	328	SS41	328	0.0	1.0	なし	なし	59	0.485	-	55.8	-	繰返し	1.15	-	-	-	T
281		B-130-0	H-198×99×4.5×7	1326	SS41	292	SS41	292	0.0	1.0	なし	なし	59	0.458	-	49.8	-	繰返し	1.22	-	-	-	T
282		B-130-m	H-198×99×4.5×7	1077	SS41	326	SS41	326	0.0	1.0	なし	なし	48	0.398	-	55.6	-	単調	1.19	7.40	-	-	T
283	28)	C-110-1	H-200×100×6×12	1077	SS41	268	SS41	268	0.0	1.0	なし	なし	45	0.332	-	72.9	-	繰返し	1.34	-	-	-	T
284		C-110-0	H-200×100×6×12	1077	SS41	267	SS41	267	0.0	1.0	なし	なし	45	0.331	-	72.6	-	繰返し	1.25	-	-	-	T
285		C-110-m	H-200×100×6×12	1077	SS41	308	SS41	308	0.0	1.0	なし	なし	45	0.356	-	83.8	-	繰返し	1.25	12.20	-	-	T
286		B3-0	H-150×50×3×6	3000	SS41	329	SS41	297	0.0	0.5	なし	なし	270	1.071	-	18.5	-	単調	0.78	-	0.00	-	T
287	29)	B3-1	H-150×50×3×6	1500	SS41	329	SS41	297	-0.5	0.7	なし	なし	135	0.872	-	18.5	-	単調	0.91	-	0.00	-	T
288		B3-11	H-150×50×3×6	1000	SS41	329	SS41	297	-0.7	0.7	なし	なし	90	0.629	-	18.5	-	単調	1.06	-	0.85	-	T
289		B3-12	H-150×50×3×6	500	SS41	329	SS41	297	-0.8	0.7	なし	なし	45	0.336	-	18.5	-	単調	0.93	-	0.00	-	T
290		B3-2	H-150×50×3×6	1000	SS41	329	SS41	297	-0.7	0.7	なし	なし	90	0.629	-	18.5	-	単調	1.11	-	1.10	-	T
291	30)	B4-0	H-150×50×3×6	4000	SS41	329	SS41	297	0.0	0.5	なし	なし	360	1.372	-	18.5	-	単調	0.63	-	0.00	-	T
292		B4-1	H-150×50×3×6	2000	SS41	329	SS41	297	-0.5	0.7	なし	なし	180	1.118	-	18.5	-	単調	0.74	-	0.00	-	T
293		B4-2	H-150×50×3×6	1000	SS41	329	SS41	297	-0.8	0.7	なし	なし	90	0.643	-	18.5	-	単調	1.02	-	1.35	-	T
294		B4-3	H-150×50×3×6	1000	SS41	329	SS41	297	-0.8	0.7	なし	なし	90	0.643	-	18.5	-	単調	1.04	-	1.51	-	T
295	31)	B4-31	H-150×50×3×6	500	SS41	329	SS41	297	-0.9	0.7	なし	なし	45	0.339	-	18.5	-	単調	1.20	-	2.18	-	T
296		6M-S	H-200×100×5.5×8	6000	SS400	335	SS400	335	0.0	1.0	なし	なし	268	1.469	-	67.1	-	単調	0.64	-	0.00	-	T
297		6M-C	H-200×100×5.5×8	6000	SS400	335	SS400	335	0.0	1.0	なし	なし	268	1.469	-	67.1	-	繰返し	0.66	-	0.00	-	T
298		3.5M-S	H-200×100×5.5×8	3500	SS400	335	SS400	335	0.0	1.0	なし	なし	156	1.047	-	67.1	-	単調	1.00	-	0.66	-	T
299	32)	3.5M-C	H-200×100×5.5×8	3500	SS400	335	SS400	335	0.0	1.0	なし	なし	156	1.047	-	67.1	-	繰返し	0.92	-	0.00	-	T
300		BS3.0/1-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.7	1.0	なし	なし	134	0.460	-	69.3	-	単調	1.12	-	4.14	-	T
301		BS3.0/1-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.7	1.0	なし	なし	134	0.460	-	69.3	-	繰返し	1.17	13.26	2.00	3.60	T
302		BS4.0/1-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	179	0.470	-	69.3	-	単調	1.03	-	1.31	3.14	T
303	33)	BS4.0/1-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	179	0.470	-	69.3	-	繰返し	1.10	33.22	1.80	2.00	TL
304		BS6.0/1-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	268	0.480	-	69.3	-	単調	0.99	-	0.00	11.66	T
305		BS6.0/1-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	268	0.480	-	69.3	-	繰返し	1.00	1.92	0.60	0.60	T
306		BS4.0/2-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	305	SS400	358	-0.8	1.0	なし	なし	179	0.450	-	63.5	-	単調	1.09	-	-	1.71	T
307	34)	BS4.0/2-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	305	SS400	358	-0.8	1.0	なし	なし	179	0.450	-	63.5	-	繰返し	1.10	-	-	-	T
308		BS5.0/1-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	223	0.476	-	69.3	-	単調	1.02	-	-	0.39	T
309		BS5.0/1-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	223	0.476	-	69.3	-	繰返し	1.06	-	7.08	2.10	T
310		BS5.0/2-M	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	223	0.476	-	69.3	-	単調	1.05	-	-	0.78	T
311	35)	BS5.0/2-C	H-200×100×5.5×8	1000	SS400	320	SS400	432	-0.8	1.0	なし	なし	223	0.476	-	69.3	-	繰返し	1.06	-	8.47	1.50	T</

表 A5 実験結果のデータベース

No. 文献 試験体名			寸法 梁断面	材料強度				境界条件		細長比			全塑性モーメント		載荷履歴	実験結果				終局状態			
				フランジ		ウェブ		$\kappa$	$\alpha'_s$	スラブの有無	軸拘束の有無	$\lambda_y$	$\lambda'_s$	$\alpha\lambda'_s$		$M_p$ (kN・m)	$M_{p0}$ (kN・m)	最大耐力 $M_{max}/M_p$	塑性変形能力				
長さ $l_0$ (mm)		鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼種	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	$\alpha'_s$	$\alpha'_s$								$\alpha'_s$				$\alpha'_s$	$\alpha'_s$	$\alpha'_s$	$\alpha'_s$	$\alpha'_s$
345	32)	N-U	H-120×40×2.3×3.2	1475	SS400	346	SS400	388	1.0	0.5	なし	あり	181	0.676	-	8.1	-	繰返し	1.13	-	-	-	T
346		L-U	H-120×40×2.3×3.2	738	SS400	346	SS400	388	0.0	0.7	なし	あり	181	0.543	-	8.1	-	繰返し	1.15	-	-	-	TL
347		LR-U	H-120×40×2.3×3.2	738	SS400	346	SS400	388	0.0	0.7	なし	あり	181	0.543	-	8.1	-	繰返し	1.23	-	-	-	TL
348		LR-S	H-120×40×2.3×3.2	738	SS400	346	SS400	388	0.0	0.7	なし	あり	181	0.543	-	8.1	-	繰返し	1.20	-	-	-	TL
349	33)	SE-500	H-200×60×6×6	5000	SS41	314	SS41	314	-1.0	1.0	あり	なし	455	0.638	0.709	38.8	47.9	単調	0.98	-	0.00	-	T
350		SE-250	H-200×60×6×6	2500	SS41	314	SS41	314	-1.0	1.0	あり	なし	227	0.632	0.686	39.4	46.6	単調	0.93	-	0.00	-	T
351		ST-650	H-200×60×6×6	6500	SS41	314	SS41	314	0.0	1.0	あり	なし	588	0.572	0.638	38.9	48.4	単調	1.08	-	1.80	-	T
352		ST-350	H-200×60×6×6	3500	SS41	314	SS41	314	0.0	1.0	あり	なし	316	0.556	0.612	39.1	47.4	単調	1.07	-	1.88	-	T
353		SSE-500	H-200×60×6×6	5000	SS41	314	SS41	314	-1.0	1.0	あり	なし	453	0.638	0.709	39.0	48.2	単調	0.94	-	0.00	-	T
354		BSE-500	H-200×60×6×6	5000	SS41	314	SS41	314	-1.0	1.0	あり	なし	453	0.640	0.712	38.7	47.8	単調	0.93	-	0.00	-	T
355	34)	C.B.01	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.462	102.4	123.4	繰返し	1.18	-	0.02	-	L
356		C.B.02	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.462	102.4	123.4	繰返し	1.11	-	0.08	-	L
357		C.B.03	H-300×150×4.5×6	1600	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	48	0.312	0.333	102.4	116.7	繰返し	1.57	-	0.41	-	L
358		C.B.04	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.462	102.4	123.4	繰返し	1.15	-	0.00	-	L
359		C.B.05	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.473	102.4	129.2	繰返し	1.13	-	0.00	-	L
360		C.B.06	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.473	102.4	129.2	繰返し	1.13	-	0.00	-	L
361		C.B.07	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.473	102.4	129.2	繰返し	1.24	-	0.00	-	L
362		C.B.08	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.473	102.4	129.2	繰返し	1.24	-	0.00	-	L
363		C.B.09	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.489	102.4	138.1	繰返し	1.14	-	0.00	-	L
364		C.B.10	H-300×150×4.5×6	2500	-	280	-	302	0.0	0.7	あり	なし	76	0.421	0.489	102.4	138.1	繰返し	1.56	-	0.00	-	L
365	35)	純鉄骨	H-300×100×4.5×9	6700	-	277	-	315	1.0	0.5	なし	あり	303	1.008	-	100.7	-	単調	0.84	-	-	-	T
366		合成梁	H-300×100×4.5×9	6700	-	277	-	315	1.0	0.5	あり	あり	303	0.610	0.716	100.7	138.7	単調	1.54	-	-	-	T+L
367	36)	W1	H-400×100×4.5×9	6000	SS41	382	SS41	289	-1.0	0.5	あり	あり	290	1.204	1.461	181.9	268.1	単調	0.38	-	0.00	-	TL
368		W2	H-400×100×9×9	6000	SS41	289	SS41	289	-1.0	0.5	あり	あり	352	0.786	0.973	196.6	301.3	単調	0.62	-	0.00	-	T
369	37)	3m 試験体	H-150×50×3×5	3000	SS41	315	SS41	291	0.0	0.5	あり	なし	282	0.604	0.746	15.7	24.0	単調	1.05	-	2.09	-	T
370		4m 試験体	H-150×50×3×5	4000	SS41	315	SS41	291	0.0	0.5	あり	なし	375	0.626	0.777	15.7	24.2	単調	1.02	-	1.09	-	T
371		5m 試験体	H-150×50×3×5	5000	SS41	315	SS41	291	0.0	0.5	あり	なし	469	0.637	0.792	15.7	24.2	単調	1.02	-	0.81	-	T
372	38)	CB3-0	H-150×50×3×5.8	3000	SS41	312	SS41	309	0.0	1.0	あり	なし	272	0.567	0.656	17.5	23.4	単調	1.24	-	0.63	-	T
373		CB3-100	H-150×50×3×5.8	3000	SS41	312	SS41	309	0.0	1.0	あり	なし	272	0.567	0.656	17.5	23.4	単調	1.37	-	1.26	-	T
374		CB3-050	H-150×50×3×5.8	3000	SS41	312	SS41	309	0.0	1.0	あり	なし	272	0.567	0.656	17.5	23.4	単調	1.27	-	1.56	-	TL
375		CB3-025	H-150×50×3×5.8	3000	SS41	312	SS41	309	0.0	1.0	あり	なし	272	0.567	0.656	17.5	23.4	単調	1.33	-	1.65	-	L
376	39)	S-1	H-400×125×6×12	1625	SM490A	379	SM490A	384	0.0	0.5	なし	あり	119	0.272	-	291.7	-	単調	-	-	5.58	-	TL
377		CPS-1	H-400×125×6×12	3250	SM490A	379	SM490A	384	1.0	0.5	あり	あり	119	0.454	0.472	291.7	315.0	単調	-	-	5.50	-	LF
378		CD-1	H-400×125×6×12	3250	SM490A	379	SM490A	384	1.0	0.5	あり	あり	119	0.454	0.472	291.7	315.0	単調	-	-	3.81	-	LTF
379		CD-2	H-400×125×6×12	3250	SM490A	379	SM490A	384	1.0	0.5	あり	あり	119	0.454	0.472	291.7	315.0	単調	-	-	5.85	-	LTF
380		CDS-1	H-400×125×6×12	3250	SM490A	379	SM490A	384	1.0	0.5	あり	あり	119	0.454	0.472	291.7	315.0	単調	-	-	5.50	-	LTF
381		S-40	H-400×125×6×12	1825	SM490	379	SM490	322	1.0	0.7	なし	あり	135	0.363	-	299.2	-	単調	-	-	5.61	-	LT
382		CD36-2	H-400×125×6×12	3250	SM490	379	SM490	322	1.0	0.5	あり	あり	120	0.438	0.453	299.2	320.9	単調	-	-	2.57	-	LT
383		CD40-1	H-400×125×6×12	3650	SM490	379	SM490	322	1.0	0.5	あり	あり	135	0.473	0.490	299.2	320.9	単調	-	-	3.40	-	LT
384	40)	CD40-2	H-400×125×6×12	3650	SM490	379	SM490	322	1.0	0.5	あり	あり	135	0.473	0.490	299.2	320.9	単調	-	-	1.90	-	LT
385		CD52-2	H-400×125×6×12	4850	SM490	379	SM490	322	1.0	0.5	あり	あり	179	0.557	0.580	299.2	323.8	単調	-	-	1.47	-	LT
386		CD40-1H	H-400×125×6×12	3650	SM490	360	SM490	317	1.0	0.5	あり	あり	135	0.469	0.481	271.0	285.3	単調	-	-	1.33	-	LT
387		L-F	H-235×85×4.5×6	4350	SM490A	376	SM490A	269	1.0	0.5	あり	あり	249	0.564	0.615	59.0	69.9	繰返し	1.05	3.76	1.79	-	L
388	41)	L-H	H-235×85×4.5×6	4350	SM490A	376	SM490A	269	1.0	0.5	あり	あり	249	0.564	0.595	59.0	65.6	繰返し	0.95	1.72	0.96	-	LT
389		L-F-NH	H-235×85×4.5×6	4350	SM490A	373	SM490A	276	1.0	0.5	あり	あり	249	0.565	0.616	59.0	70.2	繰返し	1.01	3.62	0.90	-	L
390		L-F-H	H-235×85×4.5×6	4350	SM490A	373	SM490A	276	1.0	0.5	あり	あり	249	0.565	0.616	59.0	70.2	繰返し	1.06	5.70	0.89	-	LT
391		L-F-W	H-210×73×3.2×9	4350	SM490A	384	SM490A	256	1.0	0.5	あり	あり	250	0.621	0.669	58.3	67.6	繰返し	1.01	1.97	0.31	-	T
392	42)	S-F-H	H-270×85×4.5×9	2800	SM490A	366	SS400	297	1.0	0.5	あり	あり	150	0.490	0.518	94.3	105.5	繰返し	1.11	6.14	1.85	-	T
393		M-F-H	H-270×85×4.5×9	3550	SM490A	366	SS400	297	1.0	0.5	あり	あり	191	0.553	0.590	94.3	107.3	繰返し	0.97	4.24	1.63	-	T
394		M-FS-H	H-270×85×4.5×9	3550	SM490A	366	SS400	297	1.0	0.5	なし	あり	191	0.712	-	94.3	-	繰返し	1.08	-	0.99	-	T
395		S-S-H	H-270×85×4.5×9	2800	SM490A	382	SS400	294	1.0	0.5	なし	あり	150	0.575	-	97.3	-	繰返し	1.21	-	1.23		