

## ハイパービーム®の利用技術

## Application Technology of NSHYPER BEAM™

福田 浩 司  
Koji FUKUDA  
半 谷 公 司  
Koji HANYA

北 岡 聡  
Satoshi KITAOKA  
一 戸 康 生  
Yasuo ICHINOHE

鈴 木 至  
Itaru SUZUKI  
高 田 啓 一  
Keiichi TAKADA

竹 内 一 郎  
Ichiro TAKEUCHI

## 抄 録

ハイパービーム®の特徴である薄肉ウェブ断面および細幅断面を活用した利用技術を紹介した。薄肉ウェブ断面および細幅断面は、重量効率に優れた経済合理的な断面であるが、局部座屈や横座屈に対する対応が必要である。これら課題を解決する施策として、梁端ウェブ補剛工法および横補剛材省略工法を紹介した。梁端ウェブ補剛工法は、薄肉ウェブ断面に対応する利用技術で、梁端のウェブを軽微なスチフナーで補剛することで早期の座屈を防止し、十分な変形能力を確保する工法である。横補剛材省略工法は、細幅断面に対する利用技術で床スラブによる梁の上フランジの水平移動拘束効果を考慮した精度の高い横座屈耐力式を新たに創出したもので、一定条件を満足すれば横補剛材が省略可能な工法である。これら工法の活用により経済合理的な設計が可能となる。これら工法は指定性能評価機関での評定を取得し、適用実績も着実に積み上がっている。

## Abstract

This report presents application technologies taking advantage of the features of NSHYPER BEAM™: thin-web cross sections and narrow width cross sections. A thin-web cross section and a narrow width cross section are cross sections with rational economics as they can meet the performance required for a beam, maintaining their weight minimum. However, it is necessary for them to cope with local buckling and lateral buckling. To solve these problems, a stiffened beam-end web construction method and a lateral stiffener omission construction method are presented. The stiffened beam-end web construction method is an application technology adapted for thin-web cross sections, and a construction method preventing the web from premature buckling to ensure adequate deformation capacity by stiffening the web with light stiffeners at the beam ends. The lateral stiffener omission construction method is an application technology to narrow width cross sections, and a construction method allowing lateral stiffeners to be omitted provided that certain conditions are met in accordance with a newly created proof stress formula with high precision, which takes into consideration the constraining effect from horizontal displacement of the upper flange of the beam given by the constraining effect of the floor slab. Design with rational economics can be realized by taking advantage of these construction methods. These construction methods have been assessed by the designated performance evaluation organization, and the application results are also steadily on the rise.

## 1. はじめに

ハイパービーム®は梁せいおよび梁幅を一定とした外法一定の熱間圧延H形鋼で、1989年に製造を開始し、製造実績を積み上げている。その特徴は、

①梁せい1000mm、梁幅400mmまでの豊富な断面サイズバリエーション(ハイパービーム：609サイズ、内法一定

H形鋼：35サイズ(細幅、中幅サイズ))

②梁せいの統一による柱梁接合部のダイアフラム枚数削減  
③(一社)日本建築学会“建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨  
工事鉄骨精度検査基準”<sup>1)</sup>に準拠した優れた寸法・形状  
精度等

である。加えて、板厚の異なる梁部材が柱に取り付く場合、  
外法一定のハイパービームは内法一定H形鋼に比べて柱

\* 建材事業部 建材開発技術部 建築建材技術室長 博士(工学) 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071

梁接合部の補強板（ダイアフラム）の板厚を小さくできるメリットも有している（図1）。

鋼材強度クラスとしては400N/mm<sup>2</sup>級、490N/mm<sup>2</sup>級のJIS規格の他に、表1に示すようにSN490Bに対して設計基準強度F値を高めて高降伏点化を図りながら、引張強さ等のその他の規格はSN490Bと同等としたNSYP345Bがある。

このようにハイパービームは断面サイズ、強度クラスのバリエーションの豊富さで実績を積み上げ、建築鉄骨の梁材用途の商品として需要家より高い信頼性を得ている。一方で近年、需要家からはコスト合理化に関する要望が益々強まっており、ハイパービームのこれら特徴を更に引き出した、経済合理的な利用方法が求められている。

本報告ではハイパービームの特徴を生かし、かつ、コスト合理化に資する利用技術の紹介をする。

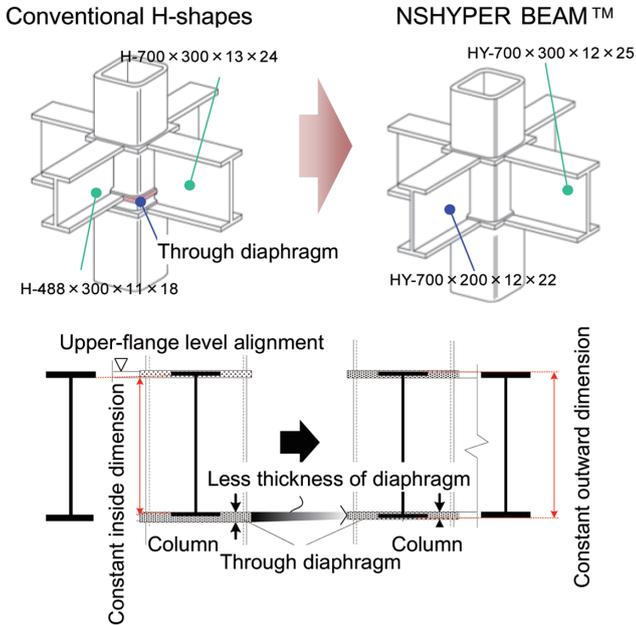


図1 ハイパービーム®の特徴  
Features of NSHYPER BEAM™

表1 NSYP345Bの強度  
Mechanical properties of NSYP345B

Steel	Yield strength (N/mm <sup>2</sup> )	Range of yield strength (N/mm <sup>2</sup> )	Range of tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	Range of yield ratio (%)
NSYP345B	345	345-465	490-610	≤ 80
SN490B	325	325-445	490-610	≤ 80

表2 ハイパービームと内法一定H形鋼の比較  
Comparison of NSHYPER BEAM with conventional H-shapes

Equivalent value	Cross-sectional size		$d/t_w$	$H/B$	Ratio of $A$	Ratio of $I$ or $Z$
$Z$	HY	700 × 200 × 9 × 22	72.9	3.5	0.89	1.05
	H	582 × 300 × 12 × 17	45.7	1.9	1.00	1.00
$I$	HY	700 × 200 × 9 × 19	73.6	3.5	0.74	0.99
	H	588 × 300 × 12 × 20	45.1	2.0	1.00	1.00

HY: NSHYPER BEAM H: Conventional H-shapes Z: Section modulus I: Moment of inertia of area A: Cross-section

## 2. ハイパービームの利用技術の課題

### 2.1 薄肉ウェブ断面および細幅断面の有効性

曲げモーメントに対して重量効率に優れる断面はウェブの板厚を極力薄くした断面である。図2にハイパービームのウェブ幅厚比  $d/t_w$  とアスペクト比  $H/B$  の関係を示す。図にはあわせて内法一定H形鋼も示している。ウェブ幅厚比  $d/t_w$  は梁の内法高さ  $d$  とウェブ板厚  $t_w$  の比率で定義され、幅厚比が大きくなるほどウェブ板厚は相対的に薄くなる。アスペクト比は梁せいとフランジ幅の比率で定義され、大きくなるほど断面が細幅となることを意味する。図よりウェブ幅厚比が大きくなるほど断面は細幅化する傾向がみられ、ハイパービームには内法一定H形鋼に比べ、薄肉ウェブでかつ細幅断面が重量効率に優れる断面サイズを有している。

表2はウェブ薄肉断面のハイパービームと内法一定H形鋼との比較の一例である。ハイパービームは内法一定H形鋼に対して、 $Z$  および  $I$  はいずれも同等で断面積が10～25%程度低下している。ハイパービームにはこのように重量効率に優れる断面があり、断面を上手く選定することで経済合理的な設計が可能となる。加えて、NSYP345を用いると  $F$  値がSN490Bよりも20N/mm<sup>2</sup>高いことから鋼材重量は  $F$  値比率で5%程度低下する。これら鋼種との組み合わせにより、よりその効果が更に高まる。

### 2.2 利用技術上の課題

2.1に示したようにハイパービームには経済合理的な断面や鋼種が用意されているが、構造力学的な観点では薄肉化により早期に局部座屈が生じること、および細幅化により早期に横座屈が生じることが懸念される（写真1）。例え

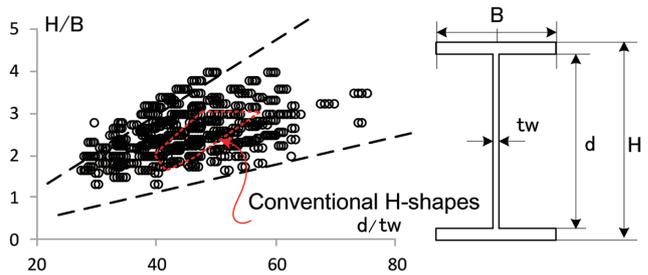


図2 ハイパービームのアスペクト比とウェブ幅厚比  
Aspect ratio and web-thickness ratio of NSHYPER BEAM

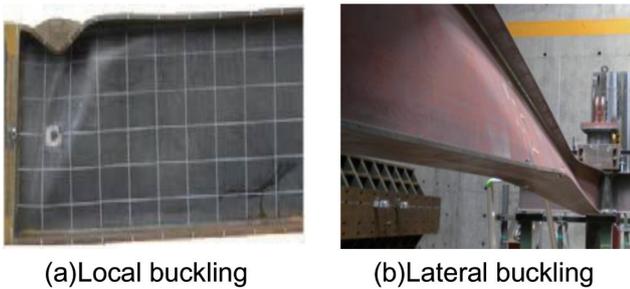


写真1 座屈の事例  
Example of buckling mode

ば、表2のハイパービームの場合、ウェブ幅厚比が大きい  
ため、昭55建告第1792号第3で定められた部材ランクで  
はFDランクとなり、変形能力に乏しいと判定され梁部材  
としては通常使用できない。また、フランジ幅が200mm  
のため、断面の弱軸周りの座屈耐力が低下するため、横補  
剛材を通常よりも多く配置する必要がある。以下では、こ  
れら利用技術面の課題を解決する手段として、梁端ウェブ  
補剛工法および横座屈材省略工法について説明する。

### 3. 薄肉ウェブ断面を活かす“梁端ウェブ補剛工法”

梁端ウェブ補剛工法は、建築物の梁にハイパービーム薄  
肉ウェブ断面を用いるための実用的な設計法および施工法  
を確立したものであり、2012年12月に(一財)日本建築セ  
ンターの一般評定を取得している。

#### 3.1 工法概要

耐震構造の建築物には、梁端の塑性変形によって地震エ  
ネルギーを吸収する能力が求められる。本工法は、薄肉ウェ  
ブをスチフナによって補剛することで梁端の変形能力を向  
上させるものであり、梁の軽量化と耐震性能の確保を同時  
に実現することができる。ウェブの局部座屈およびせん断  
座屈を効率的に抑制するスチフナの配置方法として、本工  
法では、水平スチフナの先端に鉛直スチフナを配置する格  
子スチフナ形式を採用している(写真2、図3)。スチフナ  
によってウェブの早期座屈を防止することで、本工法によ  
る梁は、ウェブの幅厚比によらず、フランジの幅厚比に応  
じて梁の種別を定めることができる(表3)。

#### 3.2 スチフナの設計

梁端が降伏して十分な塑性変形を發揮するまでウェブに  
局部座屈やせん断座屈による耐力低下が生じないようにす  
るためには、不可避の初期不整や鋼材の降伏点のばらつき  
および溶接残留応力などの影響を考慮してスチフナの断面  
設計を行う必要がある。このため、本工法では、実験およ  
び解析結果に基づき、スチフナで補剛されたウェブの局部  
座屈応力度およびせん断座屈応力度の弾性計算値がウェブ  
の圧縮降伏応力度およびせん断降伏応力度のそれぞれ2倍  
以上となるように、スチフナの補剛剛性 $I_h$ を確保すること

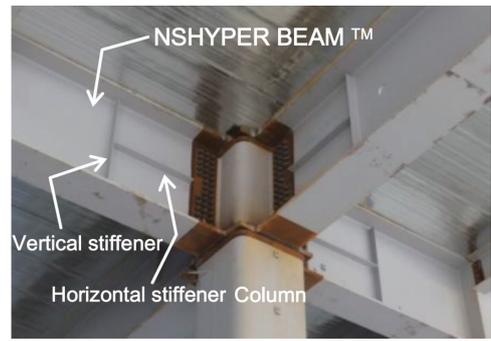


写真2 “梁端ウェブ補剛工法”の適用事例  
Application of stiffened beam-end web construction method

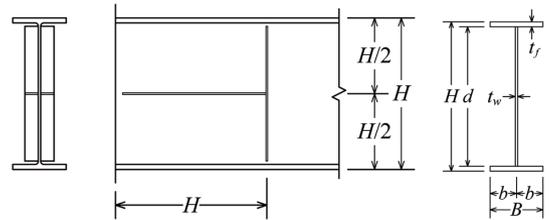
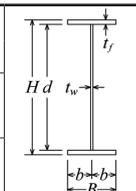
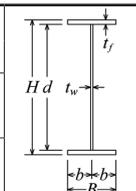


図3 梁端ウェブの補剛方法  
Beam-end web stiffener

表3 本工法による梁の種別  
Classification of a beam with beam-end web stiffener

Division	Width-thickness ratio		Classifi- cation	
	Flange $b/t_f$	Web $d/t_w$		
I	$\leq 9\sqrt{235/F}$	$\leq 84\sqrt{235/F}$	FA	
II	$\leq 11\sqrt{235/F}$		FB	

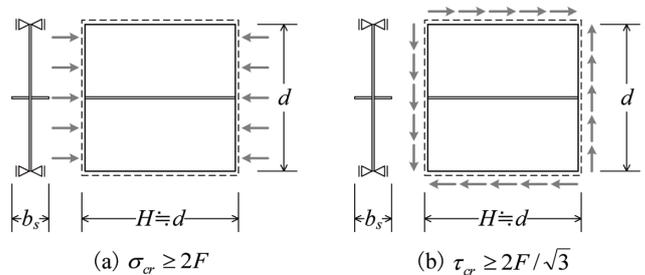


図4 スチフナの設計方針  
Design criterion of beam-end web stiffener

を規定している(図4)。

すなわち、

$$\sigma_{cr} = \frac{4 + \zeta}{1 + \zeta} \frac{\pi^2 E}{12(1 - \nu^2)} \left( \frac{t_w}{d} \right)^2 \geq 2F \quad (1)$$

$$\tau_{cr} = \left\{ 9.34 + 2 \sqrt{\frac{4}{3} \zeta} \right\} \frac{\pi^2 E}{12(1 - \nu^2)} \left( \frac{t_w}{d} \right)^2 \geq 2 \frac{F}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$\zeta = \frac{I_h}{I_0}, \quad \zeta = 2 \frac{t_h \cdot b_s}{t_w \cdot d}, \quad I_0 = \frac{t_w^3 \cdot d}{24(1 - \nu^2)} \quad (3, 4, 5)$$

$$I_h = E \frac{t_h \cdot b_s^3}{12} \quad (6)$$

ここに、 $\sigma_{cr}$  はスチフナで補強されたウェブの局部座屈応力

度,  $\tau_{cr}$  はスチフナで補強されたウェブのせん断座屈応力度,  $F$  はウェブの材料強度の基準強度である。  $E$  は鋼材のヤング係数 (=205000MPa),  $\nu$  はポアソン比 (=0.3) であり,  $b_s$  はスチフナの幅,  $t_h$  はスチフナの板厚,  $t_w$  はウェブの板厚,  $d$  は上下フランジの板厚中心間距離をそれぞれ表す。なお, 上記の設計によって得られるスチフナの断面は小さく, 実運用ではハイパービーム薄肉ウェブ断面の全てのサイズについてフラットバー  $L-9 \times 75$  (SS400) をスチフナに用いている。

### 3.3 溶接施工試験

薄肉ウェブにスチフナを溶接する場合, 溶接熱ひずみによって梁の断面が変形することが懸念される。このため, ハイパービーム薄肉ウェブ断面  $HY-1000 \times 400 \times 16 \times 32$  を用いて溶接施工試験を行った (写真3)。本試験では, スチフナ (フラットバー  $L-9 \times 75$ ) を脚長7mm のすみ肉溶接によってウェブに取り付け, 溶接前後の梁の断面形状を計測することで溶接熱ひずみの影響を調べている。ウェブ

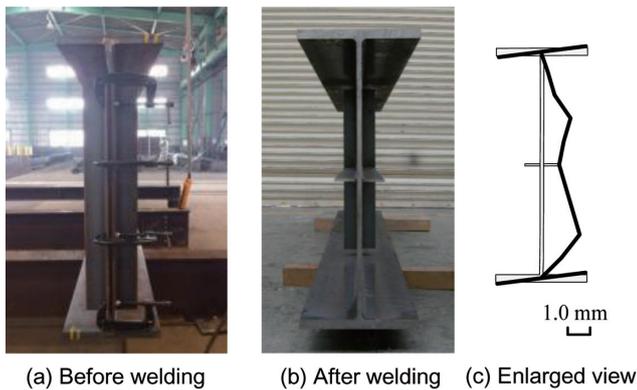


写真3 スチフナの実大溶接施工試験  
Full-scale welding test of beam-end stiffener

表4 試験体の実測寸法 (単位: mm)  
Actual dimension of the specimen after welding

Measurement items	Measured value	Tolerance (JASS6 <sup>4)</sup> )
Height $\Delta H$	1.1	$\leq 3.0$
Squareness $e$	0.6	$\leq 3.0$
Turning $e_2$	1.7	$\leq 4.0$

の端部をアングルで挟み込んでから溶接を行うことでウェブの曲がりを抑制できること, また, 溶接後の梁の断面形状が日本建築学会“建築工事標準仕様書 JASS6”の管理許容差に収まることを確認し (表4), 試験結果を本工法の溶接施工要領としてまとめている。

### 3.4 部材実験

局部座屈によって決まる梁端の変形能力は, 幾何学的な初期不整や溶接残留応力等の影響を受けることが知られている。このためハイパービーム薄肉ウェブ断面  $HY-1000 \times 400 \times 16 \times 32$  (SN490B) を用いて部材実験を行った。スチフナにはフラットバー  $L-9 \times 75$  (SS400) を用い, 前節の溶接施工試験と同じ溶接条件を採用して試験体のウェブに溶接している。実験は, 試験体の両端をピン・ローラー支持し, 試験体中央に油圧ジャッキによって集中荷重を与える形式で単調加力実験を行った (図5)。

### 3.5 実験結果

図6に実験結果の梁端モーメント - 部材角関係を, 最終破壊状況を写真4に各々示す。梁端の局部座屈が顕著となって実験最大耐力が決定している。梁端降伏後に, 梁端の圧縮側ウェブのフランジと水平スチフナとの間に局部座屈が確認された後, 圧縮側フランジの局部座屈が生じておりウェブの全体座屈はスチフナによって抑えられている。

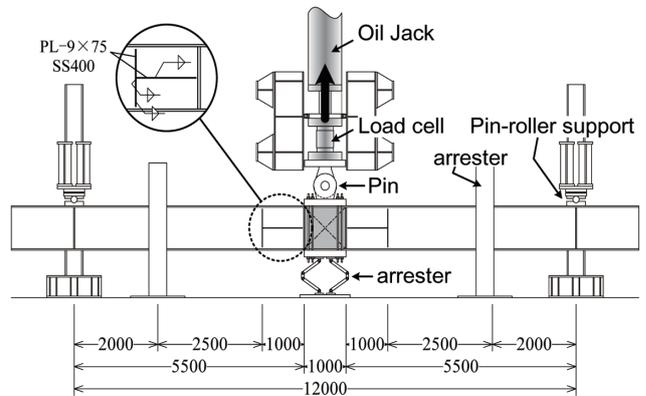


図5 実験方法  
Test setup of the full-scale beam bending test

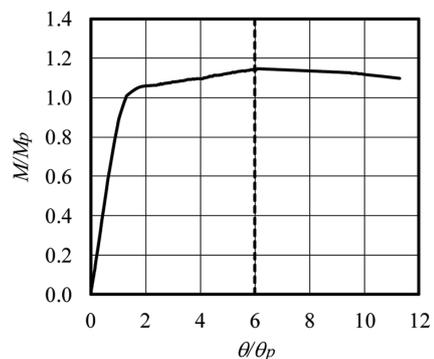


図6 梁端モーメント - 部材角関係  
Beam-end moment-rotation relationship



写真4 破壊状況  
Deformation of specimen after the test

表5 実験結果  
Results of the full-scale beam bending test

Cross-sectional dimensions (steel)	Maximum load	Plastic ductility ratio	Failure mode
	$M_{max}/M_p$	$\eta_{max}$	
HY-1000 × 400 × 16 × 32 (SN490B)	1.15	6.1	Local buckling

$M_{max}$ : Maximum load,  $M_p$ : Full plastic moment  
 $\eta_{max}$ : Plastic ductility ratio,  $\eta_{max} = \theta_{max} / \theta_p - 1$   
 $\theta_{max}$ : Deformation capacity of maximum load  
 $\theta_p$ : Deformation of full plastic moment

表5に示すように、実験最大耐力時の部材角より算出した塑性変形倍率  $\eta_{max}$  は、目標性能の6以上を満足しており、最大耐力後も急激な耐力低下を生じることのない安定した荷重 - 変形関係が得られている。

#### 4. 細幅断面を活かす“横補剛材省略工法”

横補剛材省略工法は細幅のハイパービームの利便性を向上させる工法であり、2014年7月に(一財)日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得している。

##### 4.1 横座屈耐力の評価

梁の上面に床スラブがある場合、シヤーコネクタ(頭付きスタッド)により床スラブと緊結された鉄骨梁では、上フランジの横移動が拘束されることで梁の横座屈耐力が上昇する。そこで、本工法では、この拘束効果を考慮した複曲率曲げを受ける両端剛接合されたH形断面梁の新しい弾性横座屈耐力  $M_e$  を次式のように導いている。

$$M_e = 3.1 \frac{4\pi^2 EI_f}{l^2} d_b + \frac{GJ}{d_b} \left( 1 + 17 \sqrt{\frac{EI_f}{GJ}} \frac{d_b}{l} \right) \quad (7)$$

ここに、 $E$ は鋼材のヤング係数、 $G$ はせん断弾性係数であり、 $I_f$ はフランジの断面二次モーメント(=  $t_f \cdot B^3/12$ )、 $J$ はH形断面のサンブナンのねじり定数、 $l$ は梁の長さ、 $d_b$ は上下フランジの板厚中心間距離をそれぞれ表す。

(7)式は、上フランジの横移動が拘束された梁の左右の材端に逆対称の曲げモーメントおよびせん断力が作用する場合について図7の座屈モードを仮定して得られる弾性横座屈耐力(解析解)の近似式である。

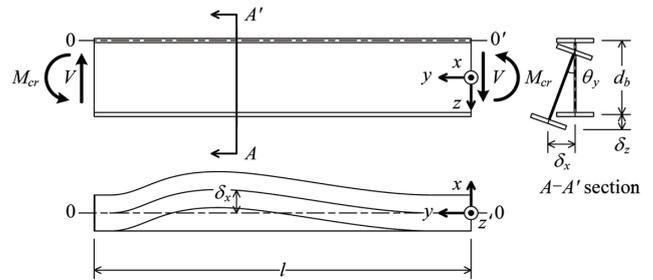


図7 上フランジの横移動が拘束された梁の横座屈  
Lateral buckling mode of H-shaped beam restrained side-sway displacement of top flange

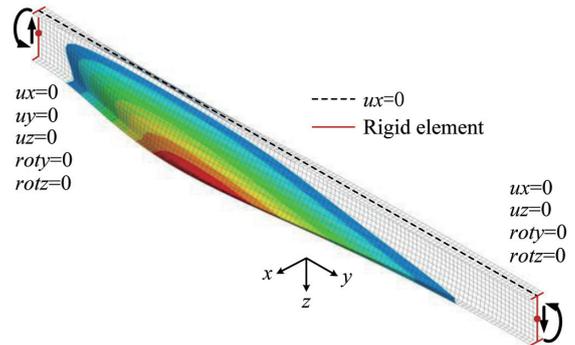


図8 上フランジが拘束された梁の横座屈(座屈モード)  
Results of finite element linear buckling analyses

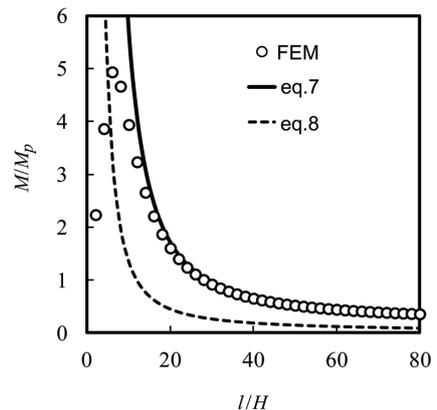


図9 FEMによる弾性座屈解析結果と耐力評価式の比較  
Results of finite element linear buckling analyses

(7)式を検証するため、FEMによる弾性座屈解析を行った(図8)。解析は、ハイパービーム細幅断面HY-700×200×12×22について、上フランジの横移動が拘束された場合の弾性座屈耐力と梁の長さとの関係を調べたものである。図9に示すように、床スラブによる拘束効果が考慮されていない従来の弾性横座屈耐力式(鋼構造限界状態設計指針、(8)式)<sup>2)</sup>が安全側の評価を与えるのに対し、(7)式はFEM解析の結果を精度よく追跡している。

$$M_e = 2.3 \sqrt{\frac{\pi^4 E^2 I_y I_w}{(0.75l)^4} + \frac{\pi^2 EI_y GJ}{l^2}} \quad (8)$$

ここに、 $I_y$ は梁の弱軸まわりの断面二次モーメント、 $I_w$ はワグナーの曲げねじり剛性をそれぞれ表す。

4.2 新しい横座屈曲線の提案

幾何学的な初期不整や残留応力等の影響によって、実際の梁の横座屈耐力は、 $M_e/M_p = 0.6$  付近から非線形挙動を示し、弾性座屈曲線を下回ることが知られている。また、本工法では、実験および数値解析によって、梁の横座屈細長比 $\lambda_b$ が0.6以下の範囲では横座屈を生じることなく梁端の全塑性曲げ耐力に達することを確認しており、これらに基づき図10に示す座屈曲線を梁の設計用の終局耐力としている。ここで、 $\lambda_b$ は次式によって定義される。 $\lambda_b$ が小さい程、梁の横座屈耐力および塑性変形能力が向上することを意味する。

$$\lambda_b = \sqrt{M_p/M_e} \tag{9}$$

ここに、 $M_p$ は梁の全塑性曲げ耐力を表す。

図10にFEMによる弾塑性解析の結果をあわせて示す。解析は、ハイパービーム細幅断面HY-700×200×12×22(SN490B)について、 $\lambda_b$ と梁の変形能力との関係を調べたものである。梁の長さが短くなると $\lambda_b$ が小さくなり、これとともに梁の変形能力が向上している。本工法では、塑性変形倍率の目標性能4以上を確保するための目安として $\lambda_b \leq 0.45$ を、塑性変形倍率の目標性能2以上を確保するた

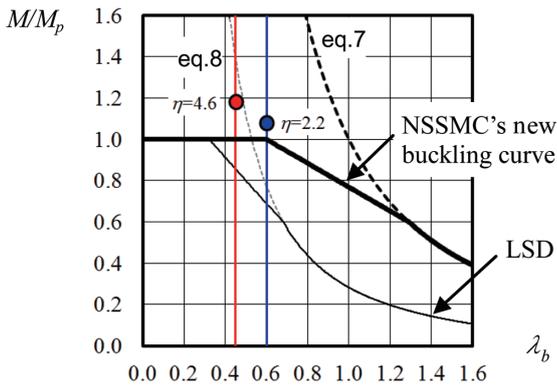


図10 新しい横座屈曲線  
New design curve of lateral buckling

めの目安として $\lambda_b \leq 0.60$ をそれぞれ設定している。図中には、既往の鋼構造限界状態設計指針による座屈曲線もあわせて示している。新しい座屈曲線では $M/M_p = 1$  ( $M$ : 横座屈耐力)となる細長比の上限値が既往の値に比べて2倍程度で、経済合理的な設計が可能となっている。

4.3 部分架構実験

床スラブによる梁の上フランジの拘束効果を確認するため、床スラブ付き部分架構の水平荷重実験を行った。試験体は1/2の縮尺とし、梁には溶接組立H形断面BH-500×150×9×12(SN490B)を用いる(表6, 図11)。床スラブはRCスラブ、フラットデッキ(型枠用デッキ)を用いて厚さ70mm、溶接金網(6mmφ-@100)を上下2段に配置している。床スラブと梁の上フランジのシャーコネクタは軸径10mm、長さ50mmの頭付きスタッドを梁の上フランジに200mm間隔で27本配置する。コンクリートは、普通コンクリート(強度の目安18N/mm<sup>2</sup>)を用いる。

試験体の柱頭および柱脚をピン支持し、各々の柱頭にロードセルを介して油圧ジャッキを水平に連結している。片方の柱脚はピン支持の下部を水平ローラー支持し、水平にロードセルを連結している。柱には構面外への変形を拘束するためにパンタグラフを連結している。載荷は、左右の柱の変形角が等しくなるように油圧ジャッキを調整しながら水平力を付与する。弾性範囲で2サイクル繰り返した後一方向(ジャッキ圧縮方向)に加力した(図12)。

表6 試験体  
Specimens description

Mark	Cross-sectional dimensions (steel type)	$\lambda_b$	Floor slab
No. 1	BH-500×150×9×12 (SN490B)	1.03	Non
No. 2	(SN490B)	0.55	RC

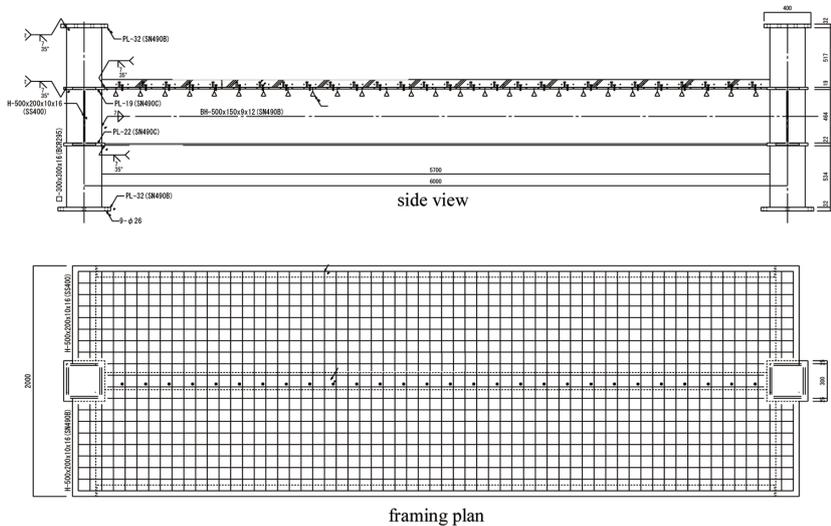


図11 試験体  
Specimens

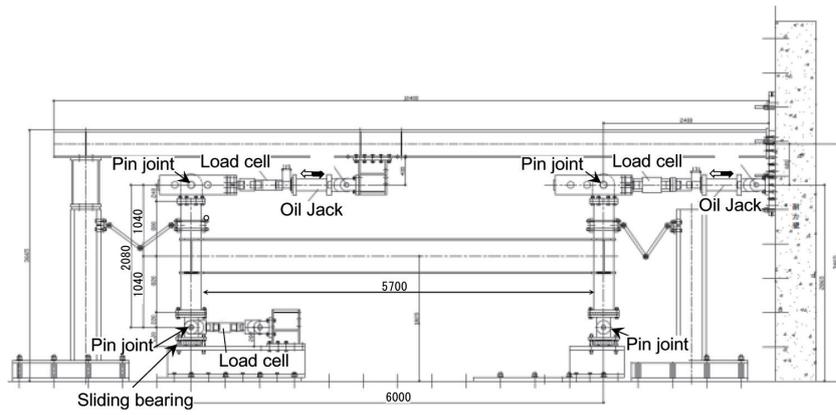


図 12 実験方法  
Test setup of half-scale flame test

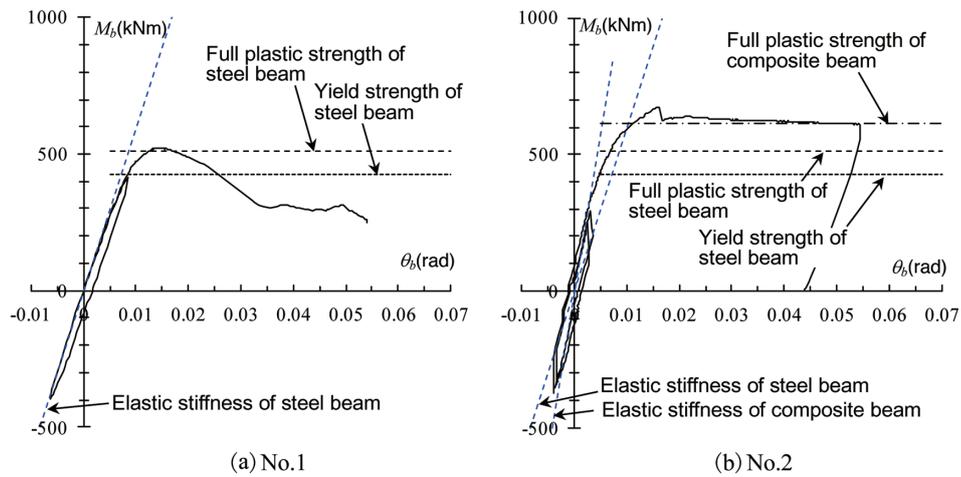


図 13 梁端モーメント - 部材角関係  
Beam-end moment-rotation relationship



写真 5 最終破壊状況  
Deformation of specimens after the test

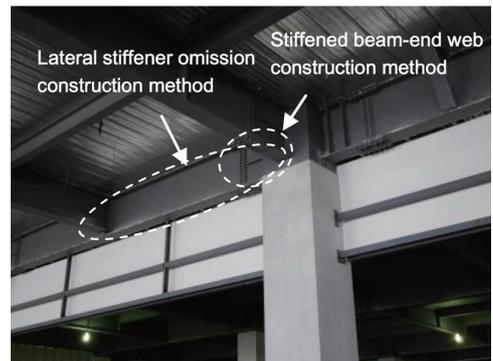


写真 6 工法適用事例  
Application example

#### 4.4 実験結果

図 13 に梁端モーメントと梁部材角の関係を、写真 5 に試験体の破壊状態を各々示す。床スラブなしの No.1 は横座屈が支配的になり、床スラブ付きの No.2 は梁端の局部座屈が支配的になって実験最大耐力が決定している。スラブなしの No.1 が梁端が全塑性曲げ耐力に達するとともに、上下フランジの横たわみをともなって急な耐力低下を生じたのに対し、床スラブ付きの No.2 は安定した荷重 - 変形関係が得られている。

#### 5. 工法の適用効果および適用実績

工法の適用事例を示す。建物は、柱 RC 梁 S 造の 4 階建て、延床面積約 40000m<sup>2</sup> の物流倉庫である (写真 6)。表 7 に大梁断面を、図 14 に平面の基本グリッドを示している。大梁には薄肉ウェブ、細幅断面の NSYP345 を使い、梁端ウェブ補剛工法を適用している。これら工法を適用することで 10% 以上の鋼重削減を実現している。加えて、X 構面の大梁は横補剛材省略工法を適用することで梁内法スパン 10.9

表7 大梁断面  
Cross-sectional dimension of beams

Direction		Cross-sectional dimension	$d/t_w$	Steel type	Weight ratio*
X	Alternative	HY900×250×14×19	61.6	NSYP345B	0.88
	Original	H-900×250×16×22	53.5	SM490A	1.00
Y	Alternative	HY900×250×16×22	53.5	NSYP345B	0.84
	Original	H-900×300×19×22	45.1	SM490A	1.00

\* Ratio of alternative beam weight to original beam weight.  
Lateral stiffener omission construction method is applied to Y-direction beam and stiffened beam-end web construction method is applied to X-direction beam.

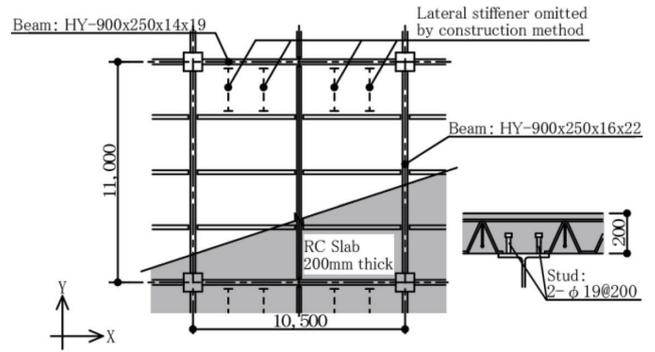


図14 横補剛省略工法適用事例  
Application example of the construction method

mまで横補剛材が不要であることを確認し、横補剛材を省略している。これら工法は性能評価取得後、間もない期間であるが、適用件数は累計で17件、延床で630000m<sup>2</sup>に達しており、倉庫案件を主に適用実績を伸ばしている。

## 6. おわりに

ハイパービームの特徴である薄肉ウェブ断面および細幅断面を各々活用した“梁端ウェブ補剛工法”および“横補剛材省略工法”の概要を紹介した。これらの利用技術によってハイパービームを更に経済合理的に使用することが可能

となる。建材製品のコスト合理化への要望はますます厳しく要求される中、今後もハイパービームの特徴を活かした利用技術を開発していく。

## 参照文献

- 1) (一社)日本建築学会：建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2007
- 2) (一社)日本建築学会：鋼構造限界状態設計指針・同解説、2011



福田浩司 Koji FUKUDA  
建材事業部 建材開発技術部  
建築建材技術室長 博士(工学)  
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071



半谷公司 Koji HANYA  
鉄鋼研究所 鋼構造研究部 上席主幹研究員  
博士(工学)



北岡 聡 Satoshi KITAOKA  
鉄鋼研究所 鋼構造研究部 主幹研究員



一戸康生 Yasuo ICHINOHE  
建材事業部 建材開発技術部 部長  
博士(工学)



鈴木 至 Itaru SUZUKI  
大阪支社 建材開発技術室 主査



高田啓一 Keiichi TAKADA  
建材事業部 建材開発技術部 博士(工学)



竹内一郎 Ichiro TAKEUCHI  
建材事業部 建材開発技術部  
建築建材技術室 主幹