

] î0 5r •  
KAWASAKI STEEL GIHO  
Vo2. (1970) No.1

---

>F Ç Ð î Ò b c ~ K œ4Š b 9,\$x%Ê'2

Experimental Study of Column -Beam Joint in the H- Frame

,¶5 ,e “

# Hフレームの柱はり接合部の実験的研究

## Experimental Study of Column-Beam Joint in the H-Frame

荻野英也\*

Hideya Ogino

山口修一\*\*

Shuichi Yamaguchi

田口武一\*\*\*

Since 1968, Kawasaki Steel has been marketing its prefabricated steel gable with H-shapes by the name of "H-Frame".

This report deals with the experimental study of the column-beam joint of the H-Frame.

In the experiment we tested two specimens without haunch and four specimens with haunch in order to make clear the following points:

- (1) The effects of the haunch.
- (2) The effects of the stiffness at haunch's beginning point.
- (3) The behavior of web in panel zone.
- (4) The strength of welding part in joint.

The result of the above experiment was found very useful for the H-Frame design.

### 1. まえがき

めたものを一部採用しているが、この力学的性状を知り合理的設計に資するため、実験研究を行った。

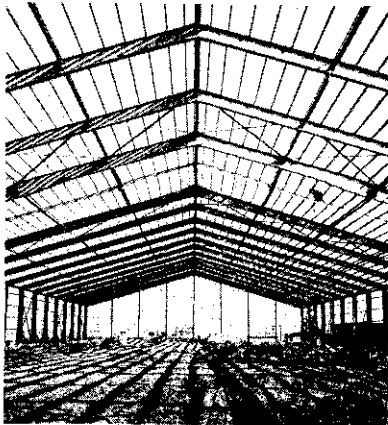
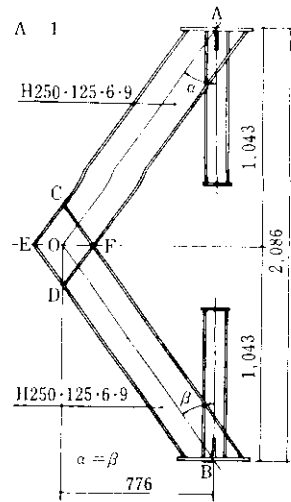
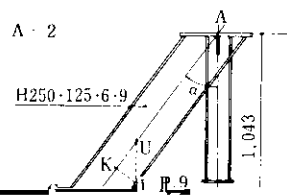


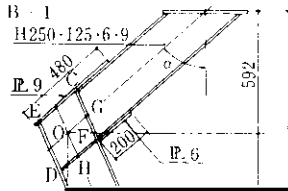
写真 1 Hフレーム



## 2. 試験体および実験方法

### 2.1 試験体





ハンチをもち、A-3, B-3は、さらにハンチ始端の柱はりウェブをリブで補強している。

### 2.2 実験方法

載荷時 図2に示すように試験体の上下より内

表 2 試験体および載荷一覧表

The table content is almost entirely obscured by heavy black horizontal bars. Only the caption is legible.

の変形が増大した。最大荷重は  $P_{max} = 20.8$  t である。

B-3では2サイクル正荷重の19.5tで柱ハンチ付根のフランジが座屈を生じた。3サイクル目正荷重で破壊に至らしめた。フランジおよびウェブ

が同時に座屈した。最大荷重は  $P_{max} = 19.73$  t である。

図6, 7はそれぞれ、試験体 A-1, A-2, およびB-1, B-2についての荷重  $P$  とパネルゾーンの角度変化  $\gamma$  との関係を示したものである。

図8, 9はそれぞれ試験体 A-2, A-3 およびB-2, B-3について荷重  $P$  とハンチフランジの歪みの関係を示したものである。

なおすべての試験体の溶接部には全く異常はみられなかった。

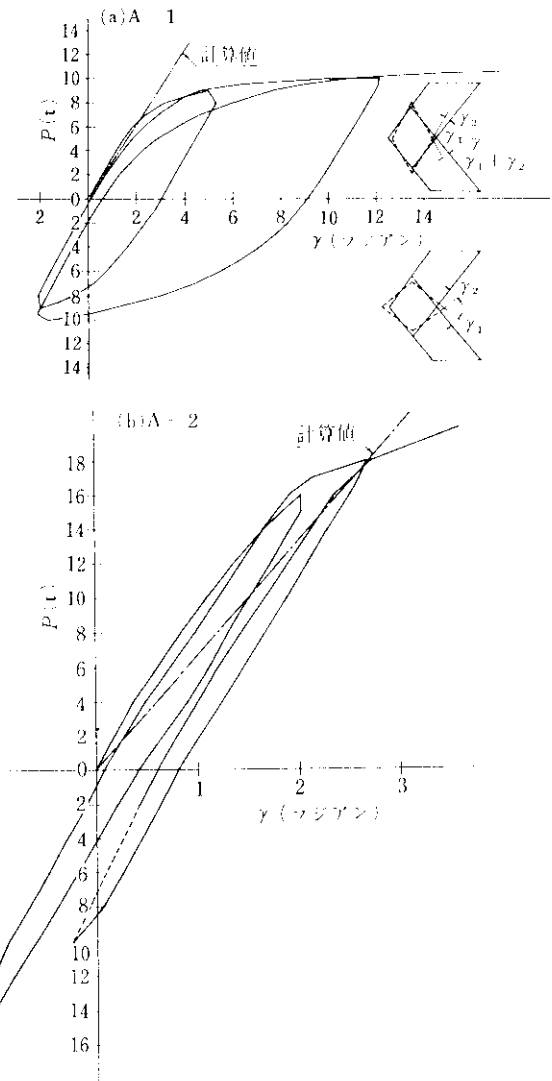
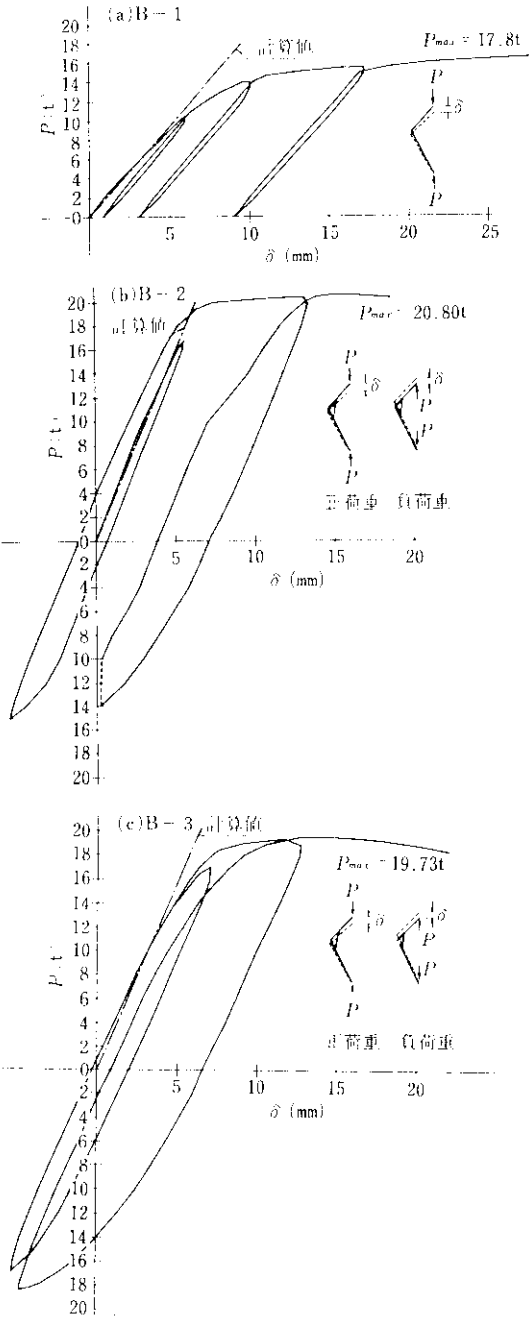


図6 試験体B-1, B-2, B-3の荷重-変位曲線

図7 試験体A-1, A-2の荷重-パネルゾーン角度変化曲線

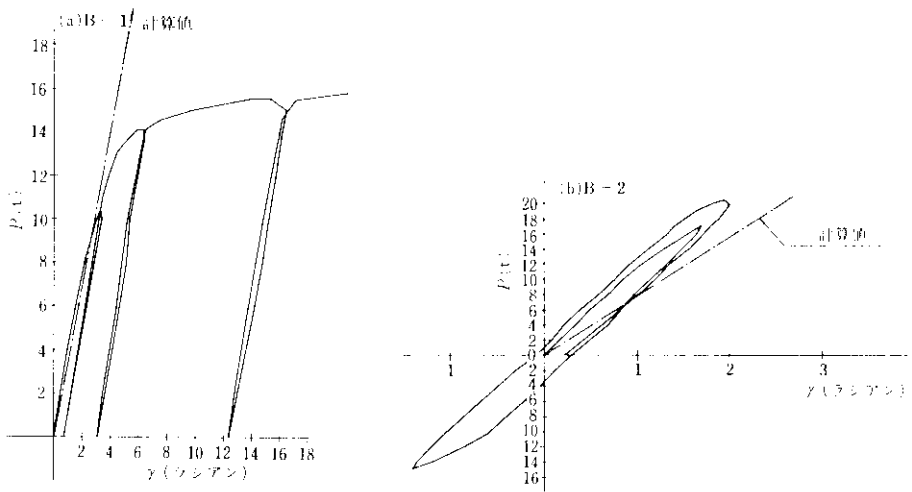
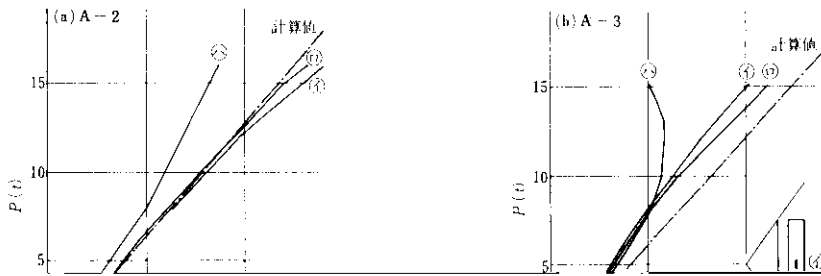


図 7 試験体Bの荷重・パネルゾーン角度変化曲線



4. 降伏荷重終局耐力および変形の計算

4.1 試験体 A-1

(1) 柱はりの降伏荷重

図1, A-1において, AO, BOを材軸とする。  
GおよびHにおける曲げモーメント  $M$ , 軸方向力  $N$ , 応力度  $\sigma$  および  $\overline{AG} = \overline{BH} = l$  とすると

$$M = Pl \sin \alpha = 69.79 P \text{ (t cm)} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$N = P \cos \alpha = 0.802 P \text{ (t)} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{Z} \dots\dots\dots(4.3)$$

A: 部材の断面積

Z: 部材の断面係数

となり  $\sigma$  に部材の降伏点  $2.94 \text{ t/cm}^2$  を入れると柱はりの降伏荷重  $P_f$  が求まる。

$$P_f = 12.42 \text{ (t)} \dots\dots\dots(4.4)$$

(2) 柱はりの終局耐力

部材の全断面が, 軸方向力および曲げモーメントをうけて降伏点に達した場合の終局耐力と

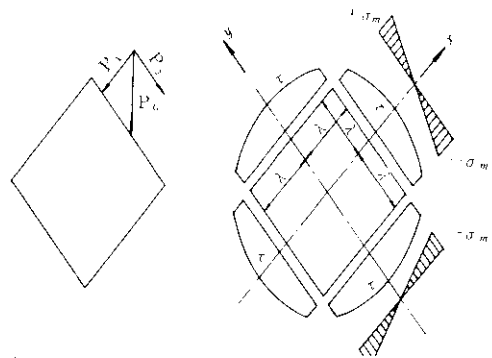


図10 パネルゾーンの境界条件

図10のごとく仮定する。Airy の応力関数  $F$  を

$$F = \frac{\sigma_m}{12} \left( \frac{x^3 y}{\lambda^2} + \frac{xy^3}{\lambda^2} - \frac{x^3}{\lambda} + \frac{y^3}{\lambda} \right) - \left( \frac{Q}{2t\lambda} + \frac{\sigma_m}{3} \right) xy \dots\dots\dots(4.6)$$

ただし

$\lambda$ : パネルゾーンの一辺の長さの  $1/2$

$t$ : パネルゾーンの厚さ



生ずるものとするれば、この点において、

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{2I\lambda} + \frac{\sigma_m}{3} = 2.03 P \dots\dots\dots(4.9)$$

となり、また断面形状係数  $\alpha$  は、

$$u = \frac{1}{E} \left\{ \frac{\sigma_m}{4\lambda^2} (1-\nu)x^2y + \frac{\sigma_m\nu}{4\lambda} x^2 + \frac{\sigma_m}{2\lambda} xy \right\} + f(y)$$

は (4.9) 式より

$$P P_Y = 8.36 (t) \dots\dots\dots(4.10)$$

と求まる。

(4) パネルゾーンの終局耐力

となる。また

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

であるから、これから次の関係が得られる。

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x} = \dots$$

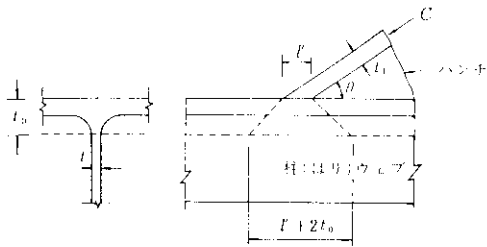


図 11 ハンチからの応力

向力、曲げモーメントおよびせん断力を表わす。  
 $k$ は形状係数である。積分は図1A-1においてA  
 からGまで行なり。これを計算すると、次のよう  
 になる。

ハンチのフランジを方杖とみなして計算する。試  
 験体に荷重  $P$  が働いたとき、ハンチのフランジ  
 には軸方向力  $C$  が導入される。 $C$  を仮想仕事の定  
 理から求めると、

$$C = 1.512 P \quad \dots\dots\dots(4\cdot22)$$

となる。ハンチフランジの断面積を  $nA_F$  とする  
 とハンチの降伏荷重  $nP_Y$  は

$$\frac{C}{nA_F} = \sigma_Y = 2.81 \text{ (t/cm}^2\text{)}$$

より

$$nP_Y = 16.73 \text{ (t)}$$

が求まる。

(4) パネルゾーンの角度変化

パネルゾーンの角度変化を  $\gamma$ 、パネルゾーンに  
 働くせん断力  $Q$  とヒズ曲げ力  $H$  を  $\sigma_m$  とす

はりの変位  $\delta_B$  も同様で

$$\delta_B = \delta_A$$

パネルゾーンの角度変化による AB 間の変位を  
 $\delta\gamma$  とし、図1において  $\overline{AG} = l$ 、 $\overline{FG} = s$  とすれ  
 ば、

$$\delta\gamma = \gamma l \sin \alpha - \gamma s \sin \beta$$

ると、図1において  $\overline{AG} = l$ 、 $\overline{AU} = m$   
 とすれば

$$Q = \frac{Pl \sin \alpha - C(l-m) \sin \theta}{I} \times \frac{H}{2} \\
 \times A_F = \frac{1}{2} \frac{(P-C) \sin \alpha}{\cos(\pi/2 - 2\alpha)} \\
 = 2.024 P - 0.633 C \quad \dots\dots\dots(4\cdot23) \\
 Pl \sin \alpha - C(l-m) \sin \theta \dots H$$

したがって全体の変位  $\delta$  は

$$\delta = \delta_A + \delta_B + \delta\gamma \\
 = 69.48 \times 10^{-3} P \text{ (cm)} \quad \dots\dots\dots(4\cdot19)$$

図4の計算値は(4.19)による。

4.2 試験体 A-2, A-3

$$\times \cos\left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha\right) = 0.192 P - 0.077 C \quad \dots\dots\dots(4\cdot24)$$

(4.16)式から

$$\gamma = \frac{5}{3E} \sigma_m + \frac{1}{G} \frac{Q}{2I\lambda} = 0.150 \times 10^{-3} P \quad \dots\dots\dots(4\cdot25)$$

応力集中から決まる耐力  $wP$  は

$$wP = 12.85 (t) \dots\dots\dots(4\cdot28)$$

となる。

### 4・3 試験体 B-1

(1) 柱はりの降伏荷重

図 2B-2 において AO, BO, を材軸として, H 点における曲げモーメント  $M$ , 軸方向力  $N$  は次式で表わされる。部材の降伏は H を通る断面で生ずるものと考えられる。 $\overline{BH} = l$  とおけば

$$M = Pl \sin \beta = 62.43 P (tcm)$$

$$N = P \cos \beta = 0.912 P$$

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{Z} = \sigma_Y$$

より部材降伏荷重  $P_Y$  が求まる。

$$P_Y = 13.55 (t) \dots\dots\dots(4\cdot29)$$

(2) 柱はりの耐力

$$Q_x = \frac{M_G}{I} \times \frac{H}{2} \times A_F - \frac{P_1}{2} = 1.7237P$$

$$Q_y = \frac{M_H}{I} \times \frac{H}{2} \times A_F - \frac{P_2}{2} = 1.6967P$$

$$\dots\dots\dots(4\cdot32)$$

また材軸に直交し, G を通る断面, H を通る断面に曲げモーメントにより生ずるフランジ応力度  $\sigma_{mG}, \sigma_{mH}$  は,

$$\sigma_{mG} = \frac{M_G}{I} \times \frac{H}{2} \times \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta\right)$$

$$= 0.159 P$$

$$\sigma_{mH} = \frac{M_H}{I} \times \frac{H}{2} \times \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta\right)$$

$$= 0.171 P$$

$$\dots\dots\dots(4\cdot33)$$

応力関数を  $F$  とすると

$$F = \frac{\sigma_{mH}}{2\lambda t} + \frac{\sigma_{mG}}{12} + \frac{\sigma_{mH}}{3} + \frac{\sigma_{mG}}{3}$$

A-1 と同様にして終局耐力  $P_B$  が求まる。

$$P_B = 16.08 (t) \dots\dots\dots(4\cdot30)$$

(3) パネルゾーンの降伏荷重

荷重  $P$  をパネルゾーンの周辺 C.E., C.F. に平

$$-\left(\frac{Q_x}{2\lambda t} + \frac{3\sigma_{mG} + \sigma_{mH}}{12}\right)xy \dots\dots\dots(4\cdot34)$$

$F$  は適合条件式 (4・7) を満足し, また



剛性が考慮されていないことに原因するものと考えられる。

実験においては、弾性範囲内では、ほとんど効果がなかった。終局耐力に対しても、ほとんど関係

曲線から判断するかぎり、補強リブの効果はあまり

であると考えられる。

に比し大きい。B-3の勾配は、B-2の勾配に比し小さい。また最大荷重も、A-3はA-2より大であるが、B-3はB-2より小さい。このことから弾性範囲内においては、補強リブの効果はあまりないと思われる。ただし、柱はりのウェブ

た。溶接部の補強を施さない試験体Aにおいても、溶接部の降伏、破壊がみられなかったことは、Hフレームの柱はり継手の突合わせ溶接部分に用いている補強プレートは省略出来ることを示している。

(4) 試験体の計算式に従って、各サイズ