

(株)川崎重工 技研 正会員 ○大南 亮一
 大阪市立大学 工学部 正会員 中井 博
 大阪市立大学 工学部 正会員 北田 俊行

1. はじめに

純曲げ、あるいは、せん断のみを受ける曲線形腹板の耐力特性については、実験的に、ほぼ明らかにすることができた。しかし、実橋の腹板においては、曲げ、あるいは、せん断が単独に作用する場合より、むしろ両者が共存する場合が多い。そこで、今回は、試験腹板パネルに両断面力が、共存する8体の供試体の破壊実験を行い、終局強度に至るまでの腹板の非線形挙動を詳細に調べ、さらに、これまでに行った一連の実験結果と統合し、曲げとせん断に関する耐力力の相関曲線について検討したので、以下に、報告する。

2. 実験の概要

実験の諸元を表1に示す。実験時の特徴を列記すると次のとおりである。①曲率半径は、 $R=10m$ 、 ∞ の2種類、②アスペクト比はすべて0.5、③水平補剛材の有無、④曲げとせん断の比 $(V/V_p)/(M/M_p)$ は、0.85、1.65の2種類である。載荷方法を、図1に示す。図1のスパンを変化させることにより、試験腹板パネルに所定の曲げモーメントとせん断力を再現させた。

3. 実験結果とその考察

(1)荷重直下のたわみ 実験時の最高荷重は、図2に示すような荷重直下におけるたわみと荷重の曲線のうち、曲げが支配的な桁では、最高荷重に達した後、急激に耐力力が低下するが、載荷に用いた油圧シリンダーが、十分それに追従できなかった。

(2)腹板のたわみ形状 図3に、代表的な荷重段階における腹板のたわみ形状を示す。曲げ、および、せん断が支配的な桁のいずれにおいても、最高荷重付近までは、

Sinの1波形のたわみが見られる。これらの波形は、純曲げのみを受ける腹板の弾性線形解によるもの

表1. 実験の諸元

No.	曲率半径 $R(m)$	スパン $L(mm)$	腹板高 $h_w(mm)$	水平補剛材間隔 $a(mm)$	フランジ $b_f \times t_f$	V/V_p M/M_p
1	10	1,975	800	400	180×12	0.85
2	∞	1,975	800	400	180×12	0.85
3	10	1,240	800	400	180×12	1.65
4	∞	1,240	800	400	180×12	1.65
5	10	2,405	800	400	180×12	0.65
6	∞	2,405	800	400	180×12	0.65
7	10	1,455	800	400	180×12	1.85
8	∞	1,455	800	400	180×12	1.85

注) No.1 - 4 : 水平補剛材なし
 No.5 - 8 : 水平補剛材あり

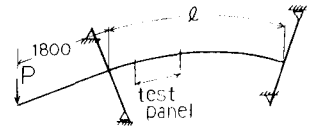
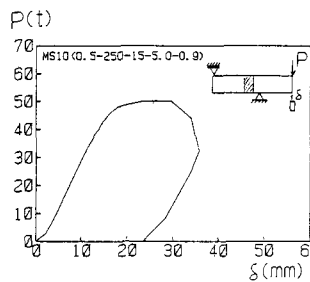
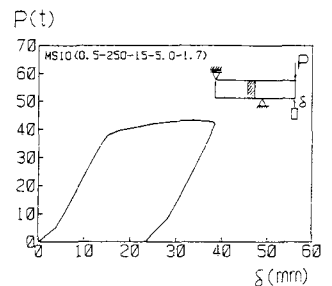


図1. 載荷方法

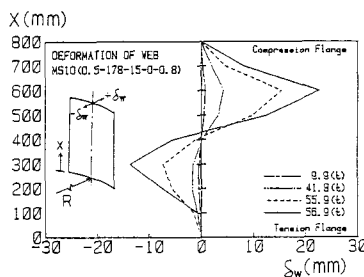


(a). 曲げが支配的の桁(No.5)

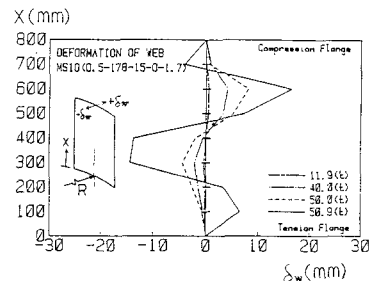


(b). せん断が支配的の桁(No.7)

図2. 荷重直下のたわみと荷重の関係



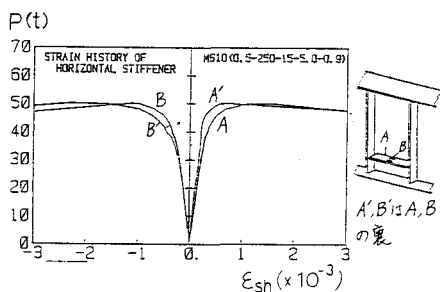
(a). 曲げが支配的の桁(No.1)



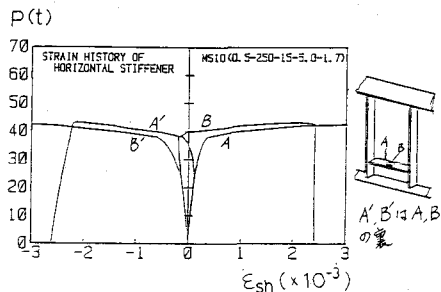
(b). せん断が支配的の桁(No.3)

図3. 腹板のたわみ形状

とよく類似しており、中立軸の移動は、ほとんど認められない。せん断が支配的な折では、最終的には曲げモーメントによると思われ、せん断の隆起波形に変化している。



(a) 曲げが支配的な折 (No. 5)



(b) せん断が支配的な折 (No. 7)

図4. 水平補剛材のひずみ履歴

(3) 補剛材の挙動 水平補剛材の剛比 R_H は、示方書の最小剛比 R_{HN} の5倍とし、したがって、腰取のたわみは、ほぼ最高荷重付近で拘束され十分な補剛効果を得ることができた。しかし、図4に示すひずみ履歴では、曲げ、および、せん断が支配的な折では、その挙動が異なっている。すなわち、図4(a)では、補剛材が腰取の面外方向に変形しているのに対し、図4(b)では補剛材の面外方向に変形し破壊に至っていることがわかる。一方、垂直補剛材では、図5に示すように、いずれの折においても大きなひずみは発生しなかった。

4. 終局強度と相関曲線

実験で得られた各実験桁の最高荷重を終局強度とし、これらの値をBaslerの相関式による計算値と共に表2に示す。Baslerの方法を用いることにより、終局強度が精度よく推定できることがわかる。ところで、文献(1)、(2)で示したように、せん断を受ける腰取の耐荷力は曲率の影響をほとんど受けないが、曲げを受ける工桁の耐荷力はフランジに生じるせん断力により、曲率に大きく左右される。今回の実験結果でも曲げが支配的な折 (No. 1, 2) では、曲率のある折 (No. 1) の方が終局強度は低い。Baslerの相関式に対し、曲率による修正を加えると次式で表わすことができる。

$$(\nu/\nu_w)^2 + (M - M_f^0)/(M_p^0 - M_f^0) = 1 \quad (1)$$

$$; (M \geq M_f^0)$$

ここで、 ν_u はBaslerによる終局せん断力、 M_f^0 はせん断力のみを考慮した工桁の全塑性モーメントである。す(1)による結果を表2の()内の値で示す。次に、これらでの実験と今回の実験で得られた終局強度を曲げとせん断の相関図にプロットすると、図6のようになる。図中の一点鎖線は水平補剛材のない桁に対するBaslerの相関曲線を表し、点線は式(1)による曲率の影響を考慮したものである。

1) 工学会第36回年次学術講演会概要集、I-137、P273-274

2) "、第37回 "、I-192、P383-384

3) 有限要素法による曲げ・せん断・ねじり特性に関する研究、第29回構造工学講演会、P161-169

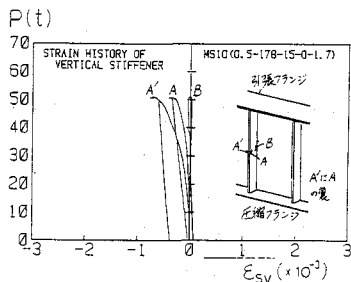


図5. 垂直補剛材のひずみ履歴

表2. 終局強度の実験値および算出値

NO.	実験値 $P_{max}(t)$	解析値 $P_u(t)$	P_{max}/P_u
1	58.4	60.3 (58.0)	0.97 (1.01)
2	60.1	60.3	1.00
3	53.1	52.4	1.01
4	54.7	52.4	1.04
5	52.7	49.0 (47.2)	1.08 (1.12)
6	53.7	51.6	1.04
7	45.4	38.4	1.18
8	45.4	38.5	1.18

() ; せん断力を考慮

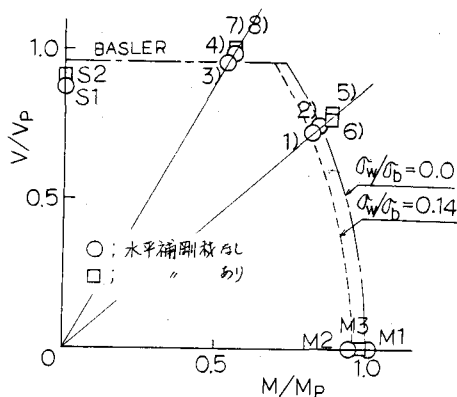


図6. 曲げとせん断の相関曲線