

大阪工業大学 正員 岡村宏一
 東洋技研コンサルタント 正員 ○吉田公憲

1. まえがき: 本文は、補剛材を有する長方形鋼板の弾塑性曲げ座屈に関する研究の1成果を報告するものである。

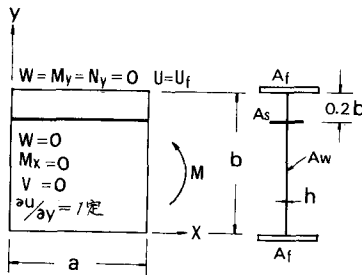
この種の板の解法については、すでに昨年の年次講演会で報告した¹⁾。その後、水平補剛材1本を有するもの(フランジなし)について、広範囲のデータを作成し、その崩壊機構を明らかにすると同時に、水平補剛材の剛度、ならびに板の辺長比、板の終局強度におよぼす影響を検討し、今年度の関西支部年次講演会で報告した。²⁾

今回は、この解法を拡張し、フランジつき鋼板(プレート・ガーダー)の解法も併せて行ない、両者の崩壊機構の差異を調べると同時に、フランジ、および水平補剛材の剛度などが終局強度におよぼす影響を調べ、単一板(フランジなし)と、フランジつき鋼板の特性を比較したものを報告する。また、フランジつき鋼板の場合、フランジの降伏応力を高くしたもの、すなわち、ハイブリット・ガーダーの特性についても併せて述べる。

なお、本文の解析では、フランジの捩り抵抗は無視しており、解析上、フランジと水平補剛材を同様に扱っている。

2. 境界条件と解析例:

本文で扱った板は、図-1に示すように、X方向対辺にモーメント(M)を受、さらに、次の境界条件を有するものであるが、フランジの横倒れは、考慮していない。



U, V: X, Y方向の変位
 辺長比: $\lambda = a/b$
 ポアソン比: $\nu = 0.3$
 初期たわみ
 $w_0 = \bar{w}_0 \sin \frac{\pi X}{a} \cdot \sin \frac{\pi Y}{b}$
 $(\bar{w}_0 = 1.0h)$

図-1

$(x=0, a, \text{辺})$

$W=Mx=V=0$

$\partial U / \partial y = 1 \text{ 定}$

$(y=0, b, \text{辺})$

$W=Mx=Ny=0, U=U_f \text{ (フランジの変位)}$

解析例の1部を表-1に示す。まず、正方形板について、弾性後座屈解析を行ない、水平補剛材、およびフランジの剛度の変化が、弾性限界モーメントにおよぼす影響を調べ、つぎに、その数例について、弾塑性解析を行ない、弾性後座屈状態から弾塑性状態を経て、崩壊に至る挙動を追跡したものである。

なお、フランジつき鋼板については、フランジの塑性化を考えた場合と、フランジを弾性としただけの場合について、解析を行ない、ハイブリット・ガーダーの特性を調べている。

3. 弾性後座屈解析のデータ:

図-2~4は、水平補剛材のない場合について、フランジの効果を評価したもので、1-1($A_f=0$)と、2-1($A_f=0.5 A_w$)について、比較したデータである。図-2は、モーメントとたわみの関係を示したもので、図-

A. 弾性後座屈解析

	γ	A_s/A_w	A_f/A_w	λ
1-1	30	0.08	フランジ	1.0
1-2			なし	
1-3	30	0.08	なし	0.7
2-1	30	0.08	水平補剛材なし	1.0
2-2			0.5	
2-3			0.4	
2-4			0.5	
			0.7	

γ : 水平補剛材の剛比 (= $E_s h_s / D_w$)

B. 弾塑性解析

	γ	A_s/A_w	A_f/A_w	b/h	
I-1	30	0.08	0	250	○
II-1	30	0.08	0.5	250	○
II-2					●
III-1	100	0.12	0.5	250	○
III-2					●

* 降伏応力(σ_p) = 3200 kg/cm^2 , $\lambda = 1.0$

○: フランジの塑性化考慮, ●: フランジ弾性

表-1

1) 岡村, 吉田: 大たわみ, およびリブの補剛を考慮した長方形鋼板の弾塑性曲げ座屈, 土木学会27回年次学術講演会
 2) 岡村, 吉田: リブ付鋼板の弾塑性曲げ座屈, 昭和48年度 関西支部年次学術講演会

3に、線形解(梁理論)による弾性限界モーメント(M_y)に対する、本解析の弾性限界モーメント(Me)の比率(α)を示した。(ここで述べる弾性限界とは、圧縮縁の弾性限界を意味する。)図-4は、降伏応力(σ_p) $=3,200 \text{ kg/cm}^2$, $b/h=123$ (弾性圧屈限界)の線形解による弾性

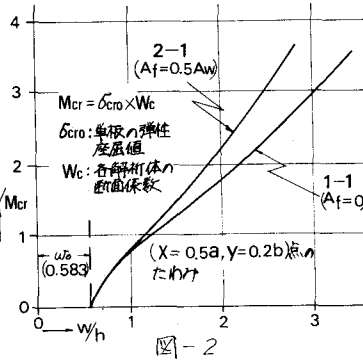


図-2

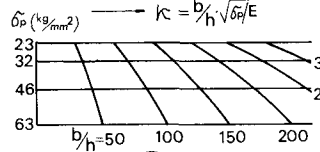
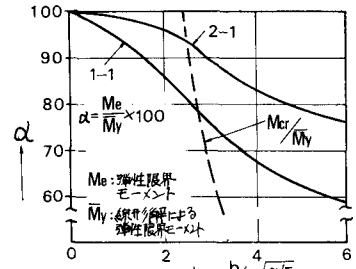


図-3

限界モーメント(M_0)に対する各板幅比の弾性限界モーメントの比率(β)を示しており、断面積($Aw+2Af$)=1定の条件で比較したものである。これらの図に示すように、フランジを有する場合、同一板幅比における、 α , β , の値は、フランジのない場合より非常に大きくなっている。すなわち、フランジを有する場合の方が、後座屈効果大きい。

図-5~8は、水平補剛材の剛比 $\gamma=30$ について、フランジの影響を示したデータである。図-6,7は、フランジ断面比 $Af/Aw=0.4, 0.5, 0.7$, および $Af=0$ の場合についての、 α, β , の値の比較である。なお、図-7の β は、 $\sigma_p=3,200 \text{ kg/cm}^2$, $b/h=250$, の線形解による弾性限界モーメントに対する比率である。これらの図に示すように、 $Af/Aw=0.4 \sim 0.7$ の範囲では、 Af の変

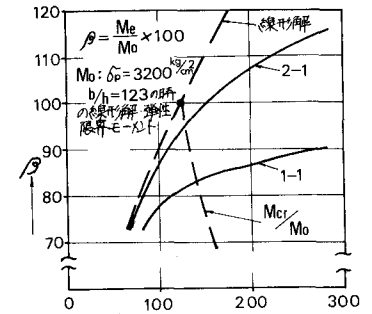


図-4

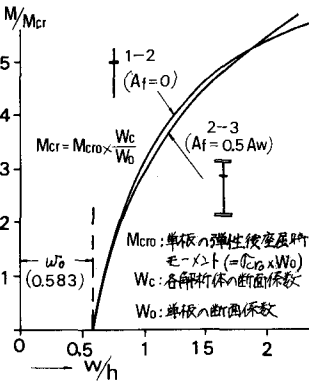


図-5

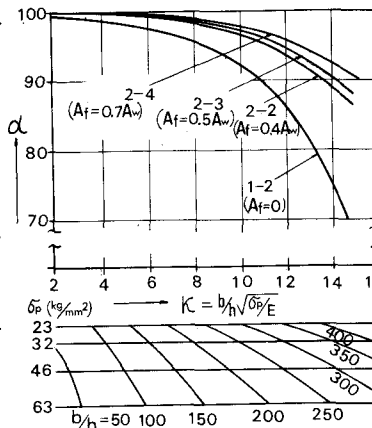


図-6

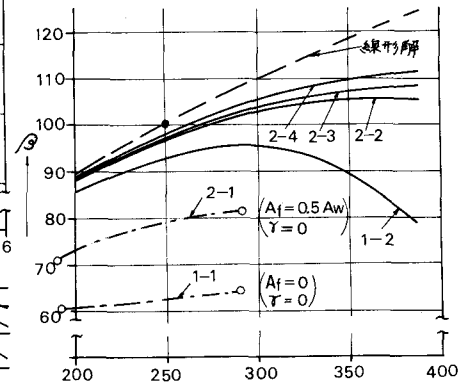


図-7

化による差異はほとんど見られ

ず、 $b/h < 400$ の範囲において、 β は、 b/h の増大にともない、いくぶん増加する傾向がみられる。また、これらの

値は、 $Af=0$ の場合と大差があり、単一板($Af=0$)のデータから、プレートガーダーの弾性限界モーメントも推定すること

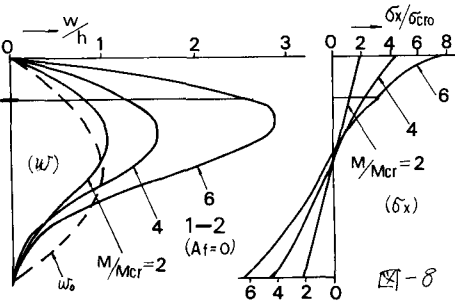
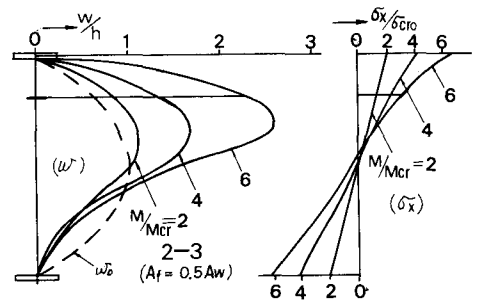
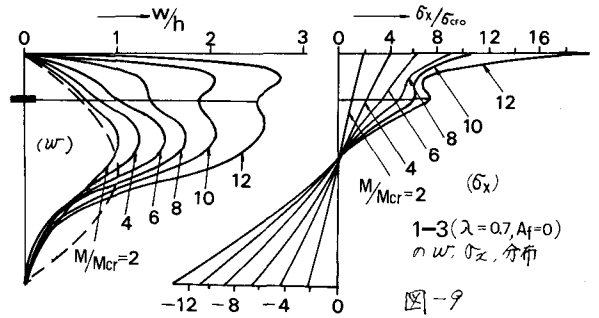


図-8



は、困難であるといえる。なお、図-7で、 $\gamma=0$ の場合と β の値を比較しているが、図に示すように、水平補剛材使用の効果が顕著に現われている。

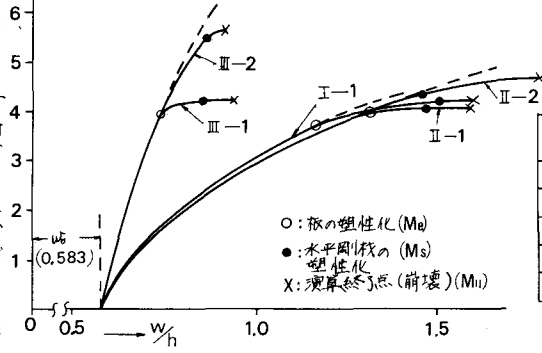
図-8は、 $A_f/A_w=0.5$ と、 $A_f=0$ の場合の中央断面におけるたわみ(w)と x 方向応力(σ_x)の分布を示したものである。図-9は、フランジなしの場合について、板の辺長比、 λ の影響を調べた1例で $\lambda=0.7$ の場合の、 w 、と σ_x を示したものである。



1-3 ($\lambda=0.7, A_f=0$)
の w, σ_x 分布
図-9

4. 弾塑性解析のデータ:

図-10に、例題 I-1, ~ III-2, における、モーメントと水平補剛材中央点のたわみの関係を示す。フランジの塑性性を考慮した、II-1 ($\gamma=30$)、III-1 ($\gamma=100$) の場合は、腹板の塑性化と同時に、フランジの塑性化が始まり、わずかの荷重増加 (3~5%) で水平補



	$\frac{M_e}{M_{cr}}$	$\frac{M_s}{M_{cr}}$	$\frac{M_u}{M_{cr}}$	$\frac{M_s}{M_e}$	$\frac{M_u}{M_e}$
I-1	3.72	4.12	4.31	1.12	1.16
II-1	3.93	4.07	4.09	1.03	1.04
II-2	3.93	4.36	4.68	1.11	1.19
III-1	3.93	4.16	4.18	1.05	1.06
III-2	3.93	5.62	5.77	1.43	1.47

図-10

剛材と塑性化した。ただちに崩壊に至る。これに対し、フランジのない場合は、弾性限界から崩壊まで若干の荷重増加 [本例 (I-1) では、16% 程度] を持つ結果となる。

次に、フランジを M_e 弾性と考えたデータ II-2, III-2, を比較すると、III-2 ($\gamma=100$) の場合は、腹板の塑性化から、水平補剛材が塑性化するまで、40数% の荷重増加がみられ、補

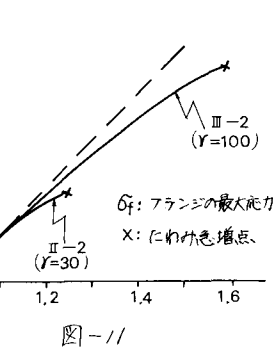


図-11

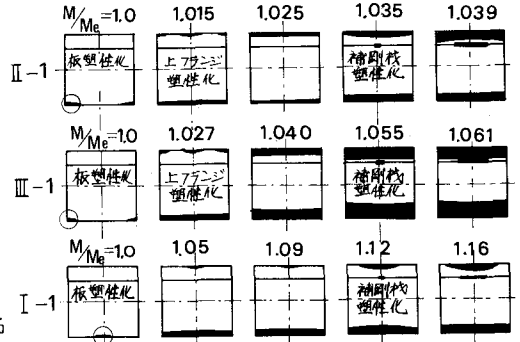
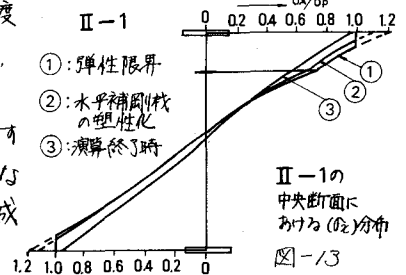


図-12

剛材の塑性化と同時に横にたわみが急増し、その後、フランジが座屈するものと思われる。II-2 の場合は、補剛材の塑性化がすみやかに起り荷重増加率 10 数% でたわみが急増する。図-11は、この 2 Case について、フランジの最大応力とモーメントの関係を示したものであり、たわみの急増する時のフランジ応力は、 $\gamma=100$ の場合で、 σ_p の 1.6 倍、 $\gamma=30$ の場合で、1.25 倍、程度である。すなわち、ハイブリッド・ガーダーの場合、高張力鋼の降伏応力として、上記の値以上のものを使用しても、終局強度はほとんど向上しないことを意味するもので、この種の構造は、特に、水平補剛材の影響が大きい。

5. むすび: 本文は、補剛材を有する長方形鋼板の終局強度に関するデータの1部を報告したものである。補剛材の剛度、板の辺長比などが終局強度に及ぼす影響は、大きく、現在、広範囲のデータを作成中であり、機会があれば報告したい。



II-1 の中央断面における σ_x 分布
図-13