

圧縮をうけるリブ付鋼板の弾塑性座屈 (続)

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

東洋技研コンサルタント

正員 ○石川一美

1. まえがき; 本文は、圧縮をうけるリブ付鋼板の弾塑性座屈に関する研究の1成果を報告するものである。

筆者は、昨年の年次学術講演会¹⁾において、初期にわみが比較的大きい場合についての解析結果を報告し、道路橋示方書の定める必要剛比では、剛度不足による補剛材の耐力低下が生じていることを申し述べた。

今回は、両側補剛板と、片側補剛板について、初期にわみの形状と大きさ、および、補剛材の剛度と寸法比(高さとの比)が異なる数多くの解析をおこない、示方書の定める必要板厚の1.7倍~0.22倍に相当する、広範囲の板について、補剛材の必要剛度と、耐力を詳細に調べたものである。

2. 境界条件と解析例; 本文であつた板は、 x 方向対称に圧縮力(P_x)を受け、図-1に示す境界条件を有するものである。なお、補剛材は、板中央に1本配置する。

解析に用

いた補剛材

の剛比(δ)

と、断面積

比(δ)を表

-1に示す

。この板の

考えられる

座屈形状は、

表-2に示す6種類である。

これらの各座屈状態における、耐力を求める

ために、表-3に示す3種類の初期にわみ形を考える。

解析は次の順序でおこなった。最初に、6種類の座屈

形状について初期にわみの小さい状態での両側補剛板の

弾性後座屈解析をおこない、各種板幅比における弾性限

界応力と、必要剛比を求めた。

つぎに、補剛材にも初期変形を与え、初期にわみの大

きな状態での解析をおこない、初期にわみの影響を調べ

た。最後に、片側補剛板の解析をおこない、両側補剛板

との比較をおこなっている。(表-4参照)

今回は、弾塑性状態における解析はおこなっていないが、文献²⁾で述べているように、

文献²⁾の板と同様に、板の耐力として、弾性限界応力を代用することが出来る。

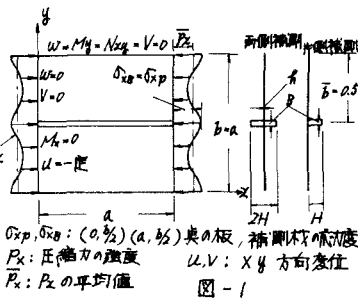


図-1

表-1 補剛材の剛比と断面積比

両側補剛板	片側補剛板	断面比
剛比 (δ)	断面積比 (δ)	断面積比 (δ)
2.706	0.02, 0.02	8.594
3.667	0.03, 0.05	12.375
7.161	0.04, 0.07	22.000
12.375	0.06, 0.10	34.375
19.651	0.07, 0.12	36.375
29.333	0.09, 0.14	44.000
57.291	0.12, 0.20	68.750
$\gamma = E I_2 / D_2 b$	$\delta = H B / b^2$	

表-2 座屈形状

y 方向	x 方向	記号
正対称	正対称(1次)	I-1
逆対称	逆対称(2次)	I-2
逆対称	正対称(3次)	I-3
逆対称	逆対称(4次)	II-1
逆対称	正対称(5次)	II-2
逆対称	逆対称(6次)	II-3

※ γ : x 方向の座屈モード数

表-3 初期にわみの形状

タイプ	形状	備考
WI	$w_0 = w_0 \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$	y 方向対称用
WII	$w_0 = w_0 \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{2\pi y}{b}$	y 方向逆対称用
WIII	$w_0 = w_0 \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$	x 方向逆対称用

WI: 補剛材の初期にわみなし, WII, WIII: 所有, γ : x 方向座屈数

表-4 解析例の種類 ($G = 3,200 \text{ kg/cm}^2$)

補剛材形式		初期にわみ		
補剛材寸法		タイプ	大きさ	座屈数(γ)
1	表1の両面補剛	WI, WII	$\bar{w}_0 = \delta/10$	$\gamma = 1, 2, 3$
2	表1の両面補剛	WII	$\bar{w}_0 = \delta/10$	$\gamma = 1$
3	表1の片面補剛	WI	$\bar{w}_0 = \pm \delta/10$	$\gamma = 1$

3. 解析データ： ① 両側補剛板（初期にわみ小さい場合）

図-2は、板、あるいは補剛材が弾性限界応力に達した時の平均応力度 (P_e) と降伏応力

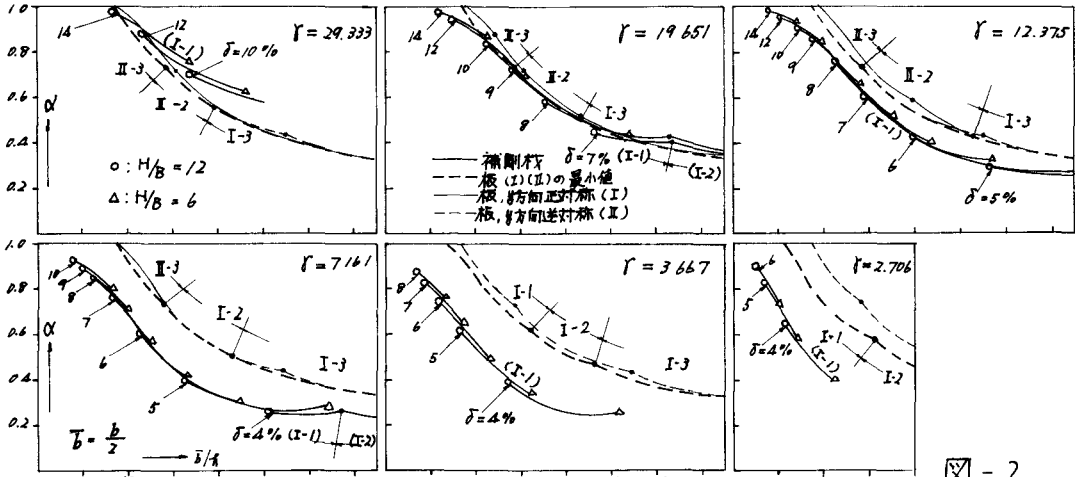


図-2

(σ_y) の比率 (α) を示したものであり、 γ が小さい場合は、補剛材が先に弾性限界応力に達すること

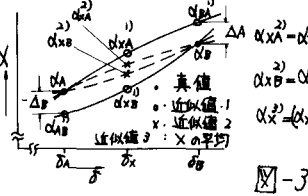


図-3

表-5 近似値の1例 ($\gamma=12.375$ $H/B=45$)

δ	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
近似解1	0.7121	0.7265	0.7379	0.7478	0.7568
近似解2	0.7022	0.7164	0.7283	0.7385	0.7480
近似解3	0.7238	0.7333	0.7410	0.7472	0.7524

を示している。図中、表-1に表示されていない δ の解析値は、つぎのようにして求めた近似値である。 γ が等しい両側補剛板の応力分布は、補剛材の断面の大きさにわらず同一と仮定し、任意の δ を有する板の α は基準断面積比 (δ_a , δ_b) の解より、補剛材の曲げ応力度を修正することにより、近似的に求められる。この値を、近似解1とし、さらに、図-3に示す方法で、近似解2、近似解3、を求める。

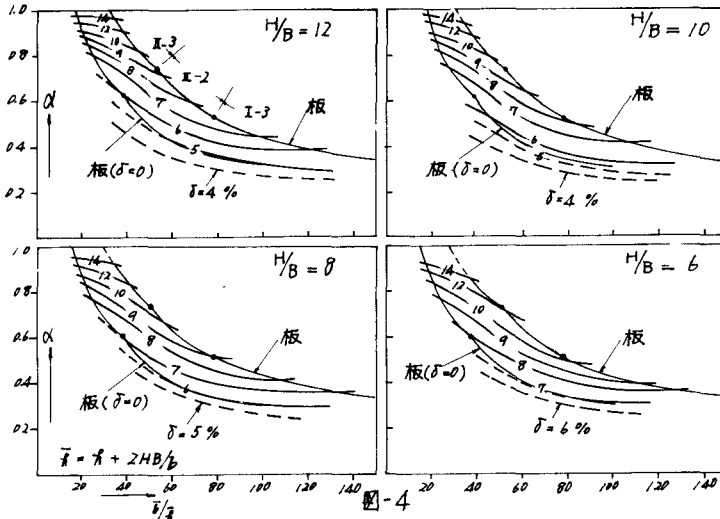


図-4

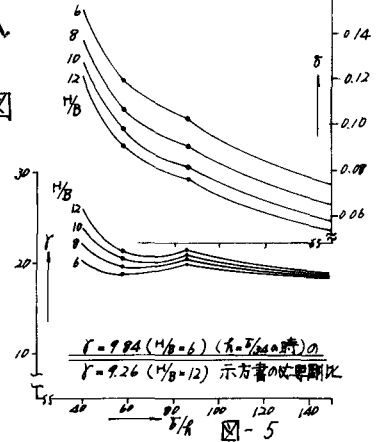


図-5

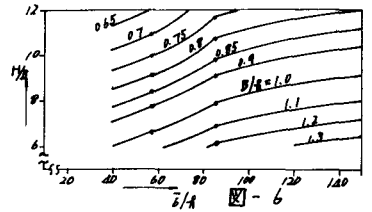


図-6

表-5は、近似値の1例を示したものであって、近似解1で十分な精度が得られている。
 図-4は、種々寸法比(H/B)について、 δ と α の関係を示したものである。図-5は、
 各板幅比における、必要剛比と必要断面比を示したものであり、この領域での必要剛比は、
 示方書で定める必要板厚時($b/a=34$)の必要剛比の2~3倍になっている。

図-6は、図-5に示す断面積比を、 H/B と B/a の関係で示している。

② 両側補剛板(初期にわみの大きい場合)

図7~10は、初期にわみが大きい場合($\bar{b}/a=2$)のデータである。①の解析結果で示した
 ように、補剛材の耐力は、 Σ 方向に1次の座屈モード(I-1)で決定されている。

したがって、ここでは、このモード(I-1)についてのみ解析をおこなった。

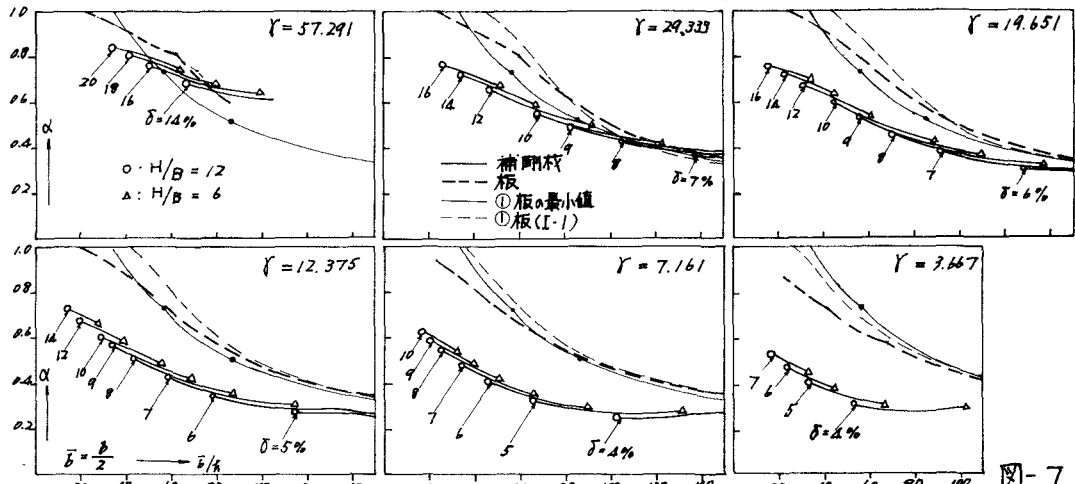


図-7

図-7を 図-2と対比してみると、補剛材の耐力が、
 非常に低下しており、特に、 $\bar{b}/a$ が小さい領域で、 δ が小さい
 場合において、その傾向が著しい。したがって、図-9に
 示すように、補剛材の必要剛比、必要断面積比は、①に比べ

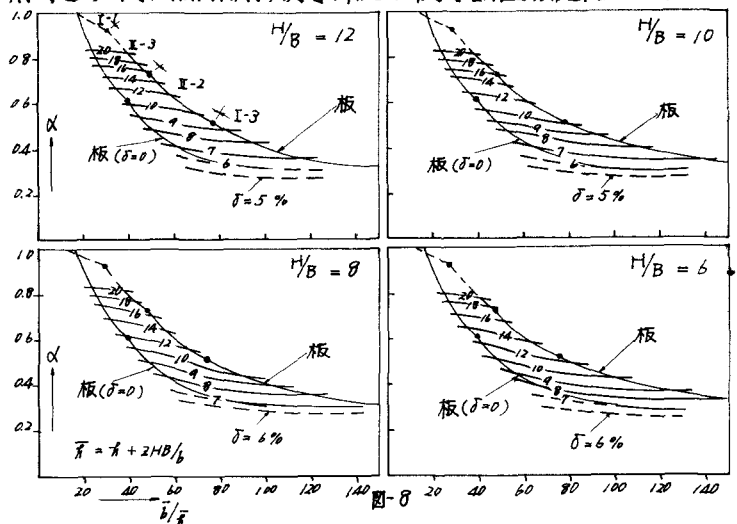


図-8

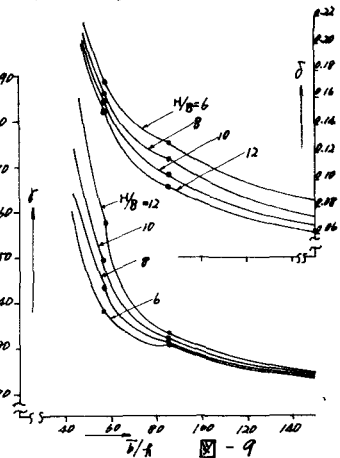


図-9

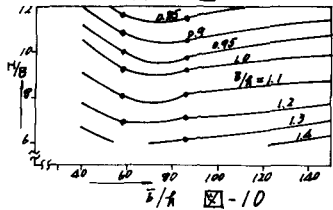


図-10

て、非常に大きくなり、 $b/h = 50$ の板について、①と比較すると、必要剛比は、2～3倍になっており、①で示した必要剛比では、25% 程度の耐荷力の減少がみられる。

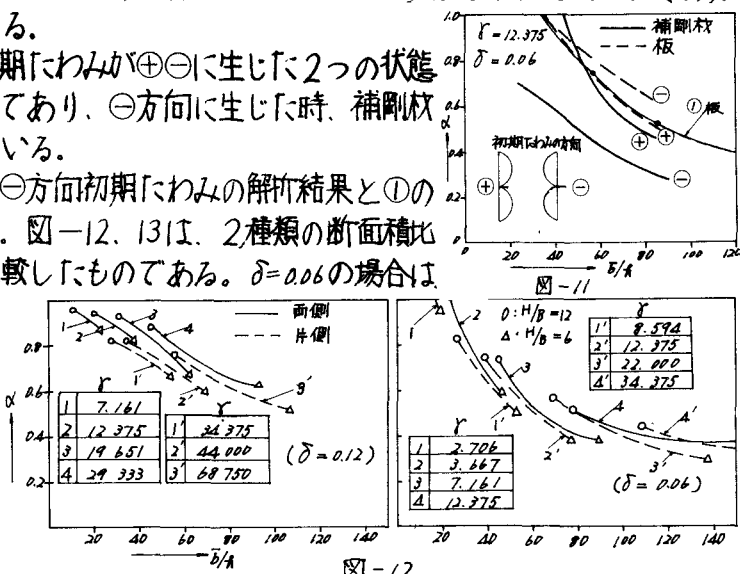
③ 片側補剛板 片側補剛板の耐荷力は、初期たわみの大きさのみならず、その方向によって、大きく支配される。

図-11は、同じ大きさの初期たわみが⊕⊖に生じた2つの状態について、 α を比較したものであり、⊖方向に生じた時、補剛材の耐荷力は、著しく低下している。

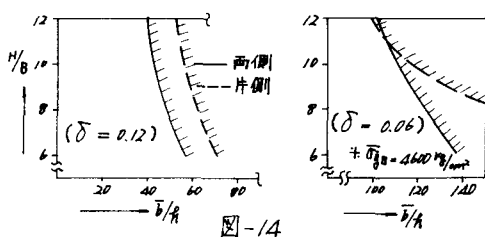
図-12以後のデータは、⊖方向初期たわみの解析結果と①の結果とを比較したものである。図-12、13は、2種類の断面積比($\delta = 0.12, 0.06$)について α を比較したものである。 $\delta = 0.06$ の場合は、

補剛材の降伏応力($\sigma_{yb} = 4600 \text{ kg/cm}^2$)は、板の降伏応力($\sigma_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$)より高かった。

図-14は、それぞれの断面積比で必要剛度を満たしている領域を示したものである。



これらのデータは、両者を強度面から比



較すると、両側補剛板の方が、すぐれていることを示している。しかしながら、両者の優劣を論ずるには、初期応力、施工性、等、多面的な検討が必要である。

4. むすび; 本文は、昨年に引き続き研究を進めている。圧縮をうけるリブ付鋼板の耐荷力に関するデータの1部を報告したものである。

今回の報告は、補剛材1本の場合であるが、初期たわみや、補剛材の耐荷力によぼす影響は、非常に大きく、特に b/h が比較的小さく、剛度の不足している場合、この影響は、著しい。したがって、補剛材の必要剛比を定めることは難かしいが、施工性を考えると示方書の定める必要剛比の数倍の剛比にすることが望ましい。特に、片側補剛板の場合より大きな剛比が望まれる。補剛材の本数が2～4本の場合についての解析結果は、文献¹⁾で1部報告したが、これらの場合についても、今後データの補充を考えている。

- 1) 岡村, 吉田: 圧縮を受けるリブ付鋼板の弾塑性座屈
- 2) 岡村, 吉田: 圧縮を受ける長方形鋼板の終局強度
- 3) 岡村, 吉田: リブ付鋼板の弾塑性曲げ座屈

- 土木学会第29回年次学術講演会
- 土木学会論文報告集 No.206, 1972
- 土木学会第28回年次学術講演会