

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、圧縮を受けるリブ付き鋼板の、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、すでに、圧縮を受ける長方形鋼板の終局強度¹⁾ならびに、リブ付き鋼板の弾塑性曲げ座屈²⁾に関する研究成果を報告し、数多くのデーターを提示した。

今回は、これらの研究と一連に進んでいる、補剛材を有する鋼板の弾塑性圧縮座屈について報告する。

この研究の目的は、各種板厚に対する、補剛材の必要本数と、必要剛度を調べるとともに、補剛材の剛度の不足によって生じる全体座屈、あるいは、本数の不足によって生じる局部座屈についての、後座屈解析をおこない、さらに、必要に応じ、弾塑性解析により、弾塑性状態から崩壊に至る挙動の追跡をおこなって、補剛材の異なる板の耐荷力を、広範囲にわたって調べることにあつた。

今回報告する解析結果は、補剛材の本数、1本～4本、板厚については、道路橋示方書に定める必要板厚の、1.7倍～0.35倍、に相当する、広範囲にわたる板について、補剛材の剛度と、板の耐荷力の関係調べたものである。

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、Z方向対称に圧縮力(P_x)を受け、次の境界条件を有するものである。

$$(x=0, a, \infty)$$

$$W=V=M_x=0$$

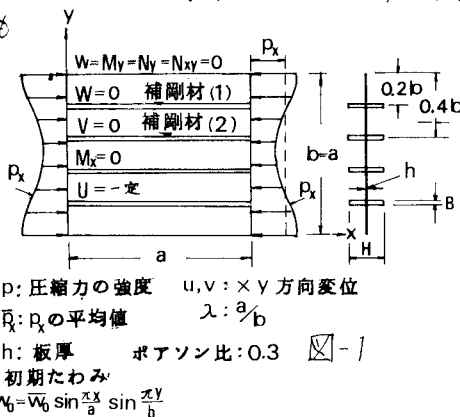
$$U=1 \text{ 定}$$

$$(y=0, b, \infty)$$

$$W=M_y=0$$

$$N_y=N_{xy}=0$$

解析例を表-1, 2,



p : 圧縮力の強度 u, v : x, y 方向変位
 $\bar{P}_x$: P_x の平均値 λ : $\frac{a}{b}$
 h : 板厚 ポアソン比: 0.3 図-1
 初期たわみ $W_0 = W_0 \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$

A 弾性後座屈解析

表-1

補剛材本数				剛比	断面積比	補剛材
1本	2本	3本	4本	$(I = \frac{E I_p}{p b})$	$(\frac{I}{I_p})$	高さ(H)
1-1	—	—	—	3.67	0.02	10
1-2	2-1	3-1	4-1	12.37	0.06	15
1-3	2-2	3-2	4-2	29.33	0.08	20
1-4	2-3	3-3	4-3	57.29	0.10	25
—	2-4	3-4	4-4	99.00	0.12	30

* $B = \frac{p}{200}$, $W_0 = 0.5h$, $\lambda = 1.0$, $\sigma_p = 3200 \text{ kg/cm}^2$

B. 弾塑性解析

補剛材本数	γ	δ	H	b/h	σ_p
4本	29.33	0.08	20	200	3200

* $B = \frac{b}{200}$, $W_0 = 0.5h$, $\lambda = 1.0$

表-2

に示す。

最初に、補剛材本数、1本、2本、3本、4本の4種類の板について、それぞれ、補剛材の剛比を、道路橋示方書の定める必要剛比の0.5倍～8倍程度に変化させた、弾性後座屈解析をおこない、板が、局部座屈を生ずる場合、全体座屈を生ずる場合、などについて、板の弾性限界応力を求め、補剛材の剛度の変化が、弾性限界応力におよぼす影響を調べた。

次に、表-2に示す、1つの板について、弾塑性解析をおこない、文献^{1), 2)}で取り扱った板と同様に、板の耐荷力として、弾性限界応力を代用することができるとを、立証した。以下、解析結果について述べる。

3. 弾性後座屈の解析データー;

図-2は、表-1に示したすべての解析結果について、弾性限界応力(P_x)と降伏応力(σ_p)の比率(μ)と与えたものである。ここで、補剛材の本数の異なる4種類の板について、①～④図は、補剛材を弾性とみなした

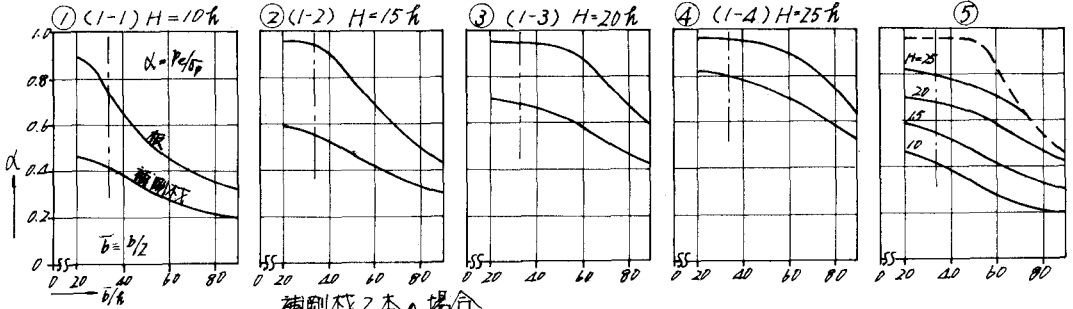
1) 岡村, 吉田: 圧縮を受ける長方形鋼板の終局強度

土木学会論文報告集 No. 206, 1972

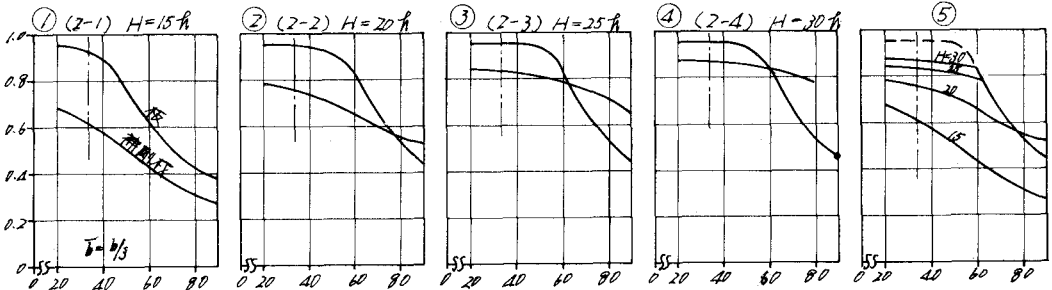
2) 岡村, 吉田: リブ付き鋼板の弾塑性曲げ座屈

土木学会第20回年次学術講演会

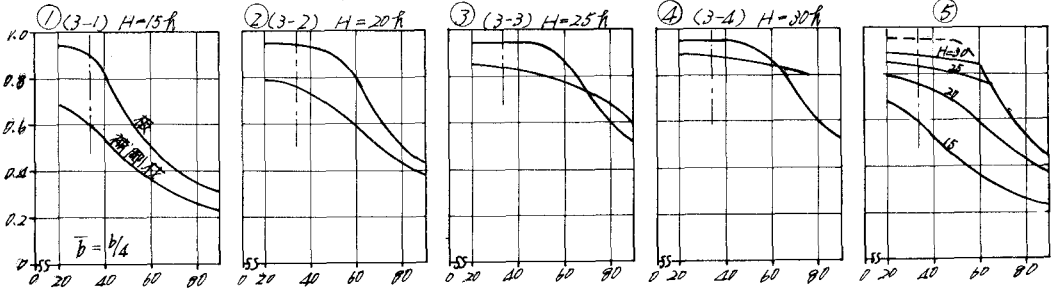
補剛材1本の場合



補剛材2本の場合



補剛材3本の場合



補剛材4本の場合

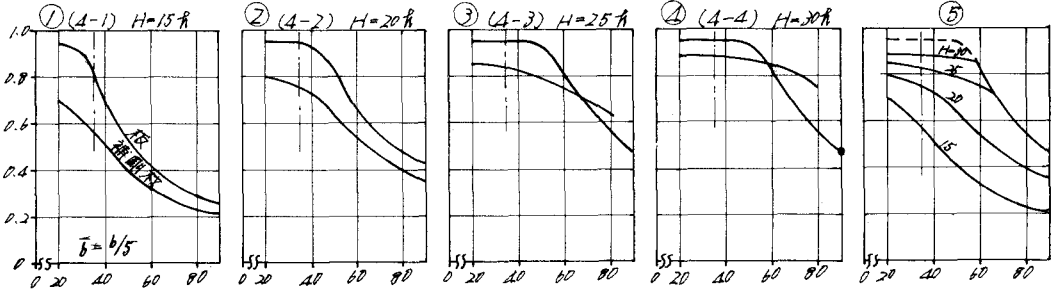


図-2

時の板の弾性限界応力、および、板を弾性とみなした時の、補剛材の弾性限界応力の値を示し、また⑤図は、補剛材の剛度の異なる4つのデータについて、弾性限界応力を比較している。

図において、実線で示した値は、補剛材剛度を無限大と仮定した場合の板の弾性限界応力を示している。さらに、1点斜線は、示方書の定める必要板厚の位置を示したものである。

解析例1-1、4-1.においては、この板厚で、すでに、全体座屈の影響が現われ、板の耐力の低下が見られる。すべてのデータから、比較的、厚い板の耐力は、補剛材の弾性限界応力に支配されており、一方、板が比較的、薄く、補剛材が強い場合は、局部座屈を生じ、板の端部 ($y=0$ 辺) より崩壊することのわかる。

(この時の板の限界応力は、真線の値に一致する)。図-3は、板厚が示方書で定める必要厚(t_0)の場合と、

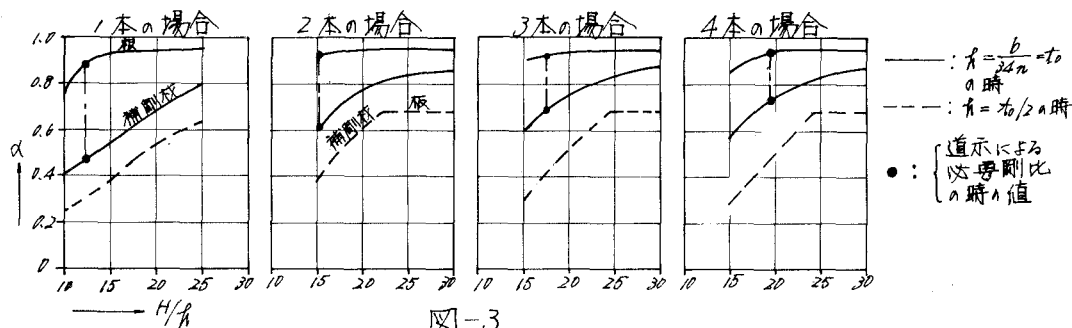


図-3

その1/2の各場合について、補剛材の高さと、弾性限界応力の関係を示したもので、図中、●印は、示方書による必要剛比の値である。示方書の値は、リブが健全である限り、妥当なものであるが、本解析のような、初期変形を考慮した、立体解析の結果では、補剛材の剛性不足による無視できない、耐荷力の低下が起り得ることを示している。図-4、5は、図-2において、●印で

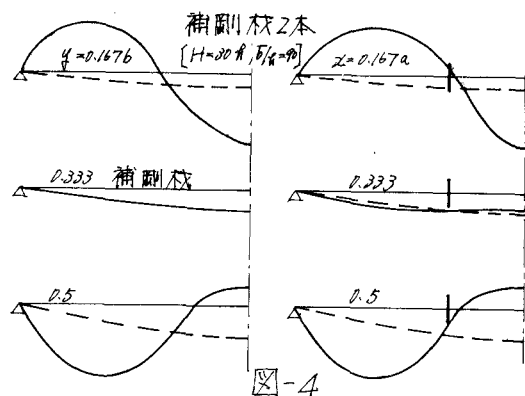


図-4

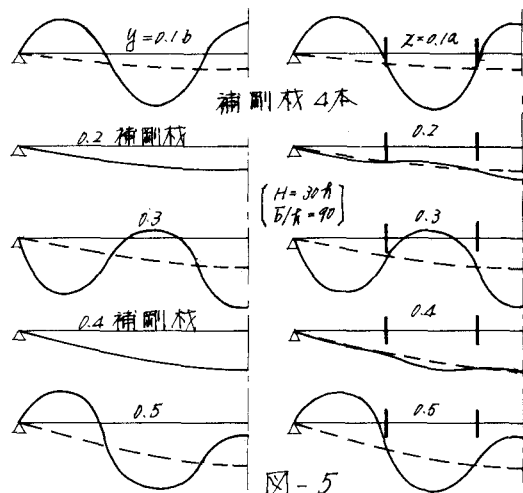


図-5

とした場合の板全体にわたるたわみを示し、局所変形のモードが、顕著に現れている。

4. 弾塑性解析のデータ；

図-6は、表-2に示す解析例について、圧縮力(P_x)と塑性点(補剛材の中央点)のたわみの関係を示したものである。補剛材中央に塑性点が生じると、たわみは急増し、わずかの荷重増加で、崩壊状態に達する。この間の現象は、文献^{1), 2)}で取り扱った板とほぼ同様の傾向がみられる。

5. むすび； 本文は、圧縮を受ける、リブ付き鋼板について、立体解析により、補剛材の剛度、耐荷力におよぼす影響を調べたものである。ここでは、初期たわみが、比較的大きい場合と扱ったが、解析例では、道路橋示方書に定める必要剛比では、耐荷力の低下が起りうることを示しており、特に、補剛材の本数が少ない場合、その傾向が強い。この事実、初期たわみ等が、補剛材の耐荷力におよぼす影響、あるいは、補剛材の本数が少ない場合、異方性に置換する方法の妥当性について検討の余地があるように思われる。今後、初期たわみ、境界条件の異なる場合について、検討を行う予定である。

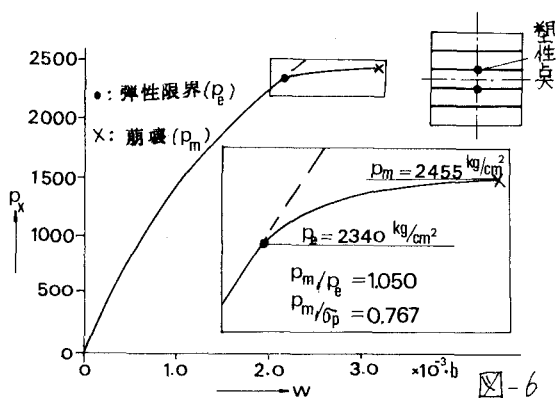


図-6