

大阪大学工学部 正 員 西村 宣男

長野工業高等専門学校 正 員 永藤 寿宮

大阪大学工学部 学生員 ○間瀬 利明

1. はじめに 鋼構造物の設計に対しては限界状態設計法の導入が計画されている。各種の鋼骨組構造物を対象とした統一的限界状態設計基準の策定のためには、次のことに関する検討が必要となってくる。

・塑性設計を可能とする厚肉断面部材から局部座屈強度が支配的となる薄肉断面部材までを含む包括的な部材強度評価法

・板要素の幅厚比に応じた断面強度の区分の明確化

これまでに、縦補剛材を有する圧縮補剛板に関しては、理論的あるいは実験的研究が数多くなされてきた。これらの研究¹⁾において、極限強度に基づいた最小剛比や、縦補剛材を強度部材とみなした圧縮補剛板の極限強度の評価法が提案されている。しかしながら、補剛板に対して塑性設計を可能にするためには、極限強度のみならず、その変形能についても明らかにする必要がある。補剛板の変形能を支配するパラメータとしては極限強度に関する場合と同様に幅厚比パラメータや補剛材剛比が考えられる。

そこで、圧縮補剛板の極限強度に多大な影響を及ぼす縦補剛材剛比、補剛板幅厚比パラメータ等のパラメータに加えて縦補剛材本数に着目し、圧縮補剛板の極限強度と変形能について解析した。この結果をもとに圧縮補剛板の極限強度特性及び、変形能について各パラメータの影響を明らかにし、鋼補剛断面の塑性設計を行うための限界幅厚比の策定の基礎資料を作成する。

2. 解析モデル 解析にあたっては、ひずみ硬化を考慮した薄板の弾塑性有限変位解析プログラムを用いた。なお初期不整として残留応力と初期たわみを考慮している。補剛断面の極限強度と変形能を明らかにするために、まず始めに一部分を取り出した補剛板を考えた。断面寸法は道路橋示方書²⁾（以下、道示）の規定に従っており、また、横補剛材については十分に剛な補剛材を有しているものとする。補剛板の解析モデルを図-1に示す。また構造諸元を表-1に示す。

①断面パラメータ

パラメータとしては板要素としての幅厚比パラメータ λ_p 、縦補剛材剛比パラメータ $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ 、補剛材本数 n を考えた。補剛板の縦横比、補剛材幅厚比パラメータ、補剛材縦横比も補剛板の変形能に対して重要なパラメータであるが、ここでは一定とした。

②初期不整

・残留応力 文献³⁾に基づき、母材では平均圧縮残留応力 $\sigma_{res} = -0.3\sigma_y$ 、補剛材では平均圧縮残留応力 $\sigma_{res} = -0.2\sigma_y$ の大きさを有する自己平衡型の分布形状を持つようにモデル化された残留応力を考慮した。

・初期たわみ 縦補剛材に対しては面内方向にsine半波を与えた。また、各板要素に対しては、板要素の縦横比に対して最小の強度を与えるsine数波の波形を面外方向に与えた。

③境界条件

境界条件は周辺単純支持とし、载荷条件は強制変位量を与える純圧縮とする。

3. 解析結果 (1) 極限強度 縦補剛材剛比パラメータおよび幅厚比パラメータと極限強度の関係を図-2に示す。幅厚比パラメータ λ_p が0.6以上においては極限強度 N/N_Y の低下がみられる。また、縦補

剛材剛比 γ_1 を道示に規定される必要最小剛比 $\gamma_{1,req}$ の3倍に引き上げることににより、極限強度の増加がみられる。5倍とした場合、極限強度の増加は3倍の時に比べて僅かな増加にとどまっている。道示における規定よりも十分な強度を有している。

幅厚比パラメータ λ_p が0.3~0.5においては極限強度 N/N_y はほぼ1.0であり λ_p による相違はほとんど見られない。また、縦補剛材剛比 γ_1 を必要最小剛比 $\gamma_{1,req}$ の3倍、5倍に引き上げることににより極限強度の増加も見られなかった。

(2) 変形能 図-3のように極限強度の時の変形能を斜線の面積として与えられることから求めることから、縦補剛材剛比パラメータおよび幅厚比パラメータと変形能の関係を図-4に示す。

幅厚比パラメータ λ_p が0.7においては λ_p が0.6と比べ極限強度 N/N_y の低下と極限強度を与える u/a (u :圧縮変位 a :全長)の低下による変形能の減少がみられる。また、縦補剛材剛比 γ_1 を必要最小剛比 $\gamma_{1,req}$ の3倍、5倍に引き上げることににより、極限強度とその時の u/a の上昇に伴って変形能も増加している。

λ_p が0.4以下においては極限強度 N/N_y がほぼ1.0で一定となり明確な低下傾向がみられず、補剛板が十分な変形能を持っていると考えられる。

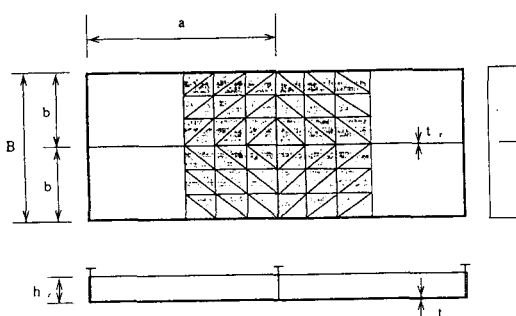


図-1 解析モデル

表-1 構造諸元 (補剛材1本)

タイプ名	幅厚比 λ_p	剛比 γ_1 $\gamma_1/\gamma_{1,req}$	全幅B (cm)	端b (cm)	母板厚t (cm)	補剛材長さ h_1 (cm)	補剛材板厚 t_1 (cm)	全長L (cm)
H131	0.30	1.0	80	40	2.371	6.596	2.371	200
H133		3.0	80	40	2.371	10.370	2.371	200
H135		5.0	80	40	2.371	12.957	2.371	200
H141	0.40	1.0	80	40	1.778	9.968	1.778	200
H143		3.0	80	40	1.778	15.687	1.778	200
H145		5.0	80	40	1.778	19.593	1.778	200
H151	0.50	1.0	80	40	1.422	11.748	1.992	200
H153		3.0	80	40	1.422	17.201	1.992	200
H155		5.0	80	40	1.422	21.253	1.992	200
H161	0.60	1.0	80	40	1.185	9.552	1.705	200
H163		3.0	80	40	1.185	14.756	1.705	200
H165		5.0	80	40	1.185	18.183	1.705	200
H171	0.70	1.0	80	40	1.016	8.436	1.496	200
H173		3.0	80	40	1.016	12.975	1.496	200
H175		5.0	80	40	1.016	15.953	1.496	200

*1 幅厚比パラメータ

*2 縦補剛材剛比パラメータ

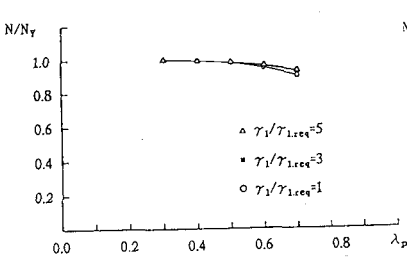


図-2 縦補剛材剛比パラメータおよび幅厚比パラメータと極限強度

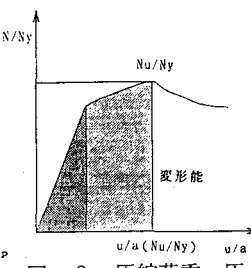


図-3 圧縮荷重-圧縮変位曲線

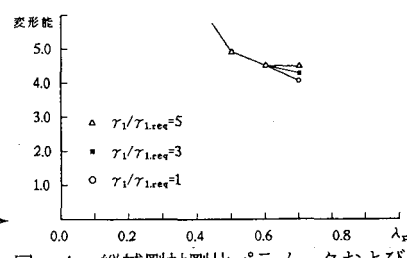


図-4 縦補剛材剛比パラメータおよび幅厚比パラメータと変形能

【参考文献】

- 1) 奈良 敬 : 面内力を受ける鋼板および補剛板の極限強度に関する研究, 1986
- 2) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説, 平成2年2月
- 3) 小松定夫・牛尾正之・北田俊行 : 補剛板の溶接残留応力および初期たわみに関する実験的研究 土木学会論文報告集 第265号1977年9月