

I-10

鋼H形短柱の最大強度評価について

熊本大学大学院 学生員 日野 雅夫 熊本大学 正員 山尾 敏孝
中央コンサルタンツ(株) 正員 荒毛 徹 熊本大学 正員 崎元 達郎

1. まえがき： 薄肉H形鋼部材を圧縮部材として

用いる場合、局部座屈を伴う部材強度を後座屈強度を含めて評価することは難しい。そこで本研究では、解析対象として単一板及び溶接H形鋼短柱を考え、ひずみ硬化の影響を考慮した上で、断面寸法と材質の変化による局部座屈強度を先に開発した板要素の有限変位弾塑性解析を用いて検討するものである。

2. 解析方法： 文献1)に示されている板要素の有限

変位弾塑性解析法及び計算方法を用いて解析した。使用鋼材の諸性質は表1に示す。ひずみ硬化の影響については図1に示すように、3種の鋼材について実際の挙動に近いと思われるひずみ硬化を曲線で近似した。ここに、LYR鋼とは高張力鋼の中でも比較的、降伏比（YR=降伏応力度/極限応力度）が低い鋼材で、図1を見ると分かるように、YRが低いほど塑性域における変形能力が高いことになる。単一板の解析モデルは図2、図3にそれぞれ示すように、H形鋼のウェブの部分を周辺単純支持の圧縮板として、また、フランジの片持板部分を3辺単純支持1辺自由の圧縮板とし、初期不整を考慮して解析を行った。

H形鋼短柱の解析モデルの断面寸法とその断面図をそれぞれ表2及び図4に示す。表中の l_a は短柱の部材長である。また、解析には図5、図6にそれぞれ示すような初期たわみ及び溶接残留応力の初期不整を考慮した。

解析対象は変形が対称であると仮定して $l_a/2$ とし、分割方法は、ウェブ、フランジとも幅方向及び軸方向に6分割した。

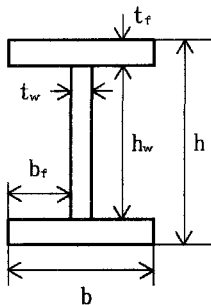


図4 H形鋼断面

表2 解析モデルの断面寸法

Specimens	b (cm)	t _f (cm)	h (cm)	t _w (cm)	b _f t _f	h _w t _w	l _a (cm)
PSH-A1	9.45	0.45	16.65	0.45	10	35	13.81
2	14.85	0.45	16.65	0.45	16	35	22.43
3	20.25	0.45	16.65	0.45	22	35	24.92
PSH-B1	9.45	0.45	23.40	0.45	10	50	18.46
2	14.85	0.45	23.40	0.45	16	50	21.79
3	20.25	0.45	23.40	0.45	22	50	31.95
PSH-C1	9.32	0.45	23.30	0.32	10	70	16.40
2	14.72	0.45	23.30	0.32	16	70	16.56
3	20.12	0.45	23.30	0.32	22	70	19.59

表1 鋼材の諸性質

鋼 材	LYR鋼	SM58	SS41
降伏応力 σ_y (tf/cm ²)	4.310	6.075	2.400
ヤング率 (tf/cm ²)	2090	2100	2100
歪み硬化開始歪み ϵ_{st} (%)	0.480	1.400	2.110
歪み硬化曲線の係数 m	0.894	0.891	0.480
n	0.1320	0.0759	0.2680
降伏比 (YR)	0.62	0.87	0.52

ひずみ硬化を曲線で近似した式 $(\sigma/\sigma_y)=m(\epsilon/\epsilon_y)^n$

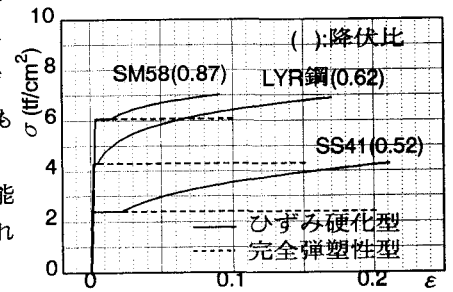


図1 鋼材の応力-ひずみ関係

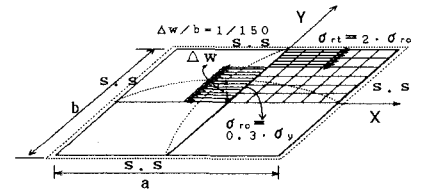


図2 周辺単純支持板の解析モデル

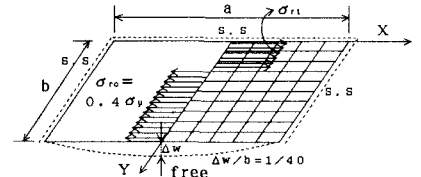


図3 3辺単純支持1辺自由板の解析モデル

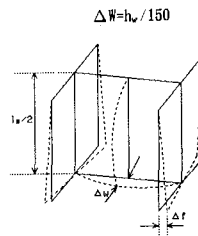


図5 初期たわみ

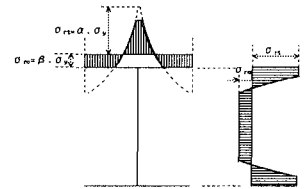


図6 溶接残留応力分布

3. 解析結果と考察： 図7, 図8は圧縮を受ける周辺単純支持板と3辺単純支持1辺自由板の解析結果で、縦軸に最大強度、横軸に式(1)で表される幅厚比パラメータRをプロットしたものである。また、文献2)に示される有効幅の概念より得られた最大強度推定式（図中の式(2), 式(3)）もそれぞれ併せて示した。

$$R = b/t \cdot \sqrt{\sigma_y / E \cdot 12 (1 - \nu^2) / (\pi^2 k)} \quad (1)$$

但し、 $k=4.0$ （周辺単純支持板）

$k=0.425$ （3辺単純支持1辺自由板）

図7より解析結果と推定式(2)は、ほぼ一致しているが、図8の推定式(3)と解析結果は、文献3)の小松・北田ら解析結果と共に判断すると、Rが0.6から1.1まで間と、1.3以上ではかなり差があることが分かる。

次に、図9はこの有効幅概念の推定式(2), (3)を用い、H形断面の強度は構成要素の強度の和と考え、推定した最大強度を横軸に、縦軸にはH形鋼の解析結果をプロットしたもので、上記の推定式(3)が原因でかなりばらつきが見られるのが分かる。また、図10は文献4)の解析より得られている幅厚比パラメータ R_{fw} を用いた最大強度推定式（図中の式(4)）から求めた強度を横軸に、縦軸には解析結果をプロットしたもので、少しばらつきが見られるがほとんど一致しており、H形断面の圧縮強度を推定する場合には有効に利用できるものと考えられる。

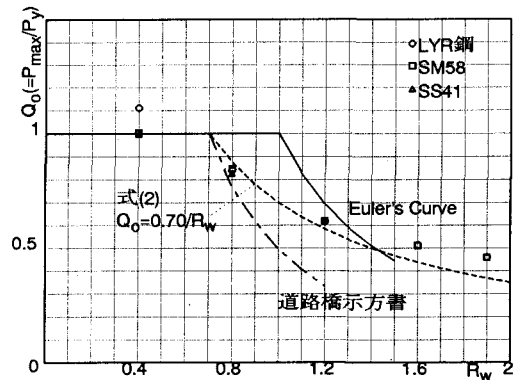


図7 周辺単純支持板の圧縮強度 Q_0 と R_{fw} との関係

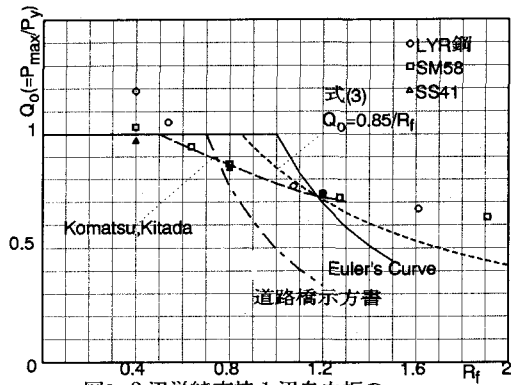


図8 3辺単純支持1辺自由板の
圧縮強度 Q_0 と R_f との関係

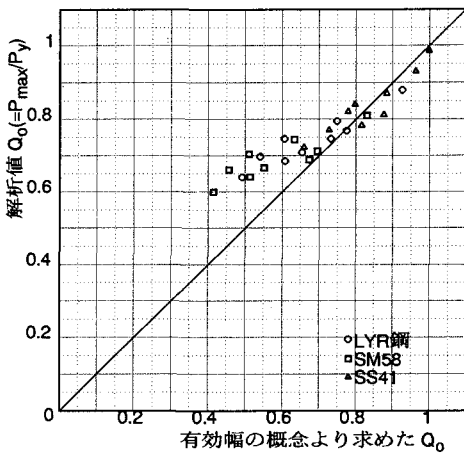


図9 有効断面積より計算した
最大圧縮強度 Q_0 と解析結果 Q_0 との関係

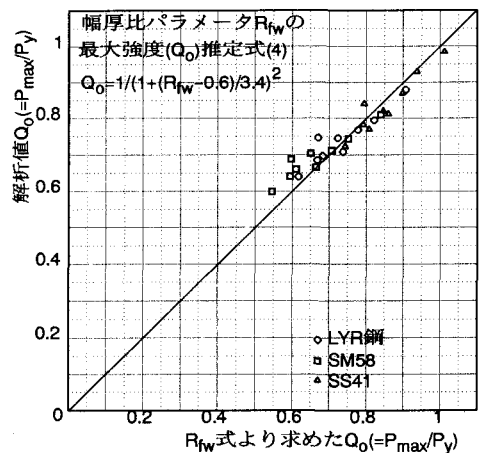


図10 R_{fw} の推定式より計算した
最大圧縮強度 Q_0 と解析結果 Q_0 との関係

- 参考文献：1) 山尾、崎元 : 板要素とはり要素の結合による・・・、構造工学論文集, Vol. 32A, 1986. 3
2) 堀本他 : 鋼骨組構造物の極限強度の統一評価に関する総合的研究、研究成果報告書
3) 土木学会 : 座屈設計ガイドライン, 1987. 10
4) 山尾、坪浦、崎元 : 圧縮と曲げを受ける薄肉H形断面・・・、構造工学論文集, Vol. 36A, 1990. 3