

薄肉圧縮柱の極限強度特性について

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正 員 北田 俊行
 大阪市立大学工学部 学生員 野原 章

1. まえがき 薄肉圧縮柱の耐力は、細長比以外に、その断面形状、及び、製作上避けることのできない初期たわみや残留応力等の初期不整によっても大きく変化することが、知られている。しかし現行の道路橋示方書¹⁾においては、G. Schulz 等によって提案された4本の耐力曲線²⁾のうち最も安全側の曲線を基準にして求められた1本の耐力曲線を採用している。使用する断面によっては、現行の道路橋示方書の耐力曲線が安全すぎる場合も起こりうる。本研究においては、鋼橋でよく用いられる薄肉箱形断面柱の設計に道路橋示方書の耐力曲線を用いた場合の安全性について考察することを目的としている。その際に必要となる薄肉箱形断面柱の極限強度は、初期不整の影響を正確に評価できる弾塑性有限変位理論に基づいた有限要素法により、計算している。

2. 解析方法 本解析では、薄肉圧縮柱を1節点3自由度(軸力、せん断力と弱軸回りの曲げモーメント)を有する直線棒要素の集合体にモデル化する。また柱断面の弾塑性の評価は、図-1に示すように、各有限要素の断面をさらにいくつかのサブ要素に分割し、そのサブ要素ごとに行う。また、本解析においては、載荷点に相対圧縮変位を漸増させその反力としての圧縮力を求めることにした。これにより正確に極限強度を求めることができる。非線形解析には、修正増分法とニュートンラプソン法の混用法を用いている²⁾。

3. 解析モデル 解析に用いる柱部材は図-2に示すように、i)有効座屈長 l_e をもつ両端単純支持柱とし、ii)その中央で最大値 $f = l_e/1000$ の正弦波形の初期たわみをもつものとする。また iii)荷重は偏心なく部材軸に沿って作用するものとし、iv)柱断面は局部座屈を起さず全断面有効とする。そしてv)残留応力の大きさ、分布形状は図-3に示すものを採用した²⁾。解析に用いた柱断面の寸法は、表-1及び図-

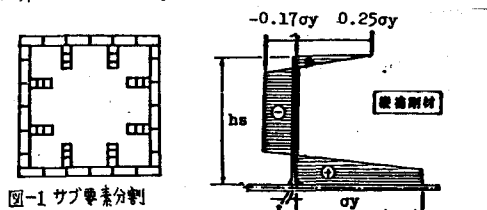


図-1 サブ要素分割

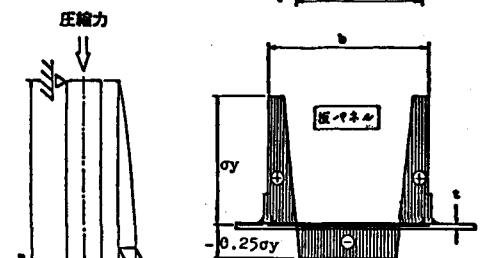


図-2 解析モデル

図-3 残留応力分布

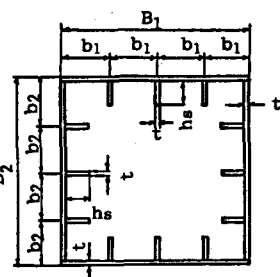


図-4 寸法諸元

注) Nは縦補剛材本数

Case	形状	B1	b1	B2	b2	t	hs	N
I		100	25	100	25	1	10	3
II		100	—	100	—	1	0	0
III		100	25	80	20	1	10	3

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Akira NOHARA

4に示すとおりである。解析パラメーターとしては、細長比パラメーター $\bar{\lambda} (= \frac{1}{\sqrt{12}} \frac{b}{t})$ を用いた。ここで b は板パネル及び縦補剛材の降伏点であり、本解析では $\sigma_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$ (SM50材)を用いている。 E はヤング係数 ($2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$) であり、 t は断面2次半径である。

4. 解析結果と考察 Case (I) ~ (IV) において、 $\bar{\lambda}$ を変化させて得られた解析結果を図-5 ~ 8と表-2に示す。図-5 ~ 7は本解析で得られた耐荷力曲線とG. Schulzの耐荷力曲線のうち、おもに箱形断面に適用する曲線Ⅱならびに最も低い耐荷力を与える曲線Ⅲとを比較したものである。また表-2は残留応力による耐荷力の低下率を示したものである。これらの結果から以下のことがわかる。

①板パネルに補剛材がある場合には、無補剛の場合に比べると $\bar{\lambda}$ が0.3 ~ 0.7の範囲で耐荷力 $\bar{P}_m$ が低下している。これは、縦補剛材をつけることによって、板パネル部分の平均残留応力が圧縮になるためであると考えられる。②補剛材を有する断面の耐荷力曲線は、 $\bar{\lambda} = 0.4 \sim 0.7$ の範囲でSchulzの曲線Ⅲとよく一致している。③補剛材を有する場合の本耐荷力曲線と道路橋示方書の耐荷力曲線と比較すると、 $0.2 < \bar{\lambda} < 0.8$ の範囲では、その誤差は3%以下になっている。この範囲での現行の示方書の耐荷力曲線は薄肉箱形断面に対しては、極めて適切であるといえる。

5. あとがき 今後は、実橋にはしばしば用いられる変断面の柱の解析や実橋に即した支持条件の導入法、有効座屈長 l_e の適切な選び方や実際的な柱の耐荷力の簡易決定法について研究していきたい。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 昭55.2
- 2) 北田：圧縮力を受ける鋼板及び補剛鋼板の極限強度に関する研究 学位論文 昭55.6

表-2 残留応力による耐荷力低下率

Case	$\bar{\lambda}$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
I	$\alpha\%$	-0.51	1.04	7.47	11.50	15.45	19.15	19.54	18.46	17.01
II	$\alpha\%$	-0.73	-0.44	1.43	7.77	11.99	14.98	19.04	18.64	16.38
III	$\alpha\%$	-0.43	2.17	7.38	11.65	15.41	19.25	19.78	18.53	16.69

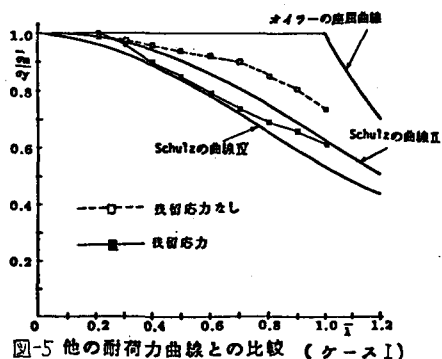


図-5 他の耐荷力曲線との比較 (ケースⅠ)

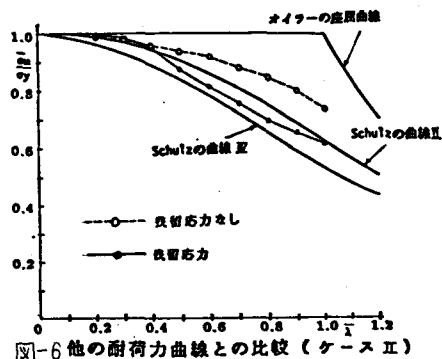


図-6 他の耐荷力曲線との比較 (ケースⅡ)

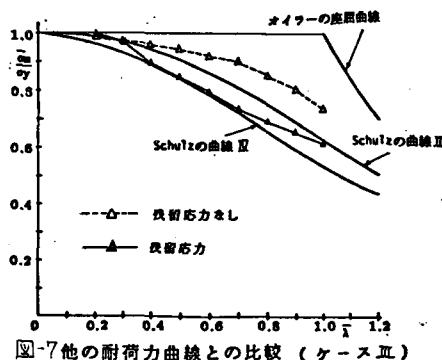


図-7 他の耐荷力曲線との比較 (ケースⅢ)

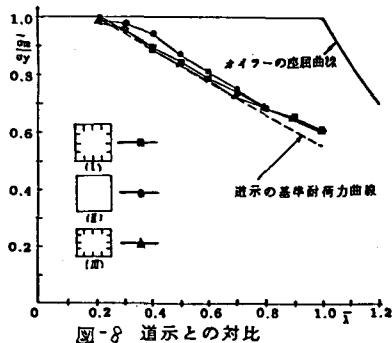


図-8 道示との対比