

大阪大学工学部 正員 小松定夫  
 大阪大学工学部 正員 北田俊行  
 大阪大学大学院 学生員 〇宮崎清司

① まえがき 合理的設計を志向して、近代鋼橋においては溶接集積部域が全般的に採用され、それに伴いその部域を構成する薄肉板要素に残留応力ならびに初期たわみの共存が避けられなくなった。これらの初期不整は、圧縮板の耐荷力に重大な影響を及ぼすため、これらの両不完全因子を同時に考慮した真の耐荷力に基づいた設計法の確立が急務であると考え。そこで、以前著者は両種の初期不整を同時に有する圧縮板の極限性状を、弾塑性有限変位問題として取扱った有限要素法による解析手法を提示した<sup>(1)(2)</sup>。今回はそれを用いたパラメトリック解析を行い、圧縮板の極限強度特性について考察し、報告する。

② 数値計算例と考察 完全弾塑性材料を対象とし、修正増分法とニュートンラフソン法を併用した混合法を用いて解析を行った。収束の判定には、不平衡力のノルムと平均圧縮応力および最大たわみの前反復計算値との相対誤差により行った。(許容誤差は10%) また、多元連立方程式の解法には、コレスキー法を用いた。

残留応力は自己平衡な3種の分布(A, B, C)を仮定した。計算結果を表-1に示す。A typeの極限平均圧縮応力 $\sigma_{max}$ が最小となった。従来の実験結果より、溶着部付近の残留応力は降伏点に達していることが認められているので、A typeが実地的であり、かつ安全側である。それ以下の計算にはA typeを仮定する。

パラメータとして、板の幅厚比、初期たわみ、圧縮残留応力を用い、次の2種の境界条件につき数値計算を行った。ただし、降伏応力 $\sigma_y$ は、2400 kg/cm<sup>2</sup>を用いた。

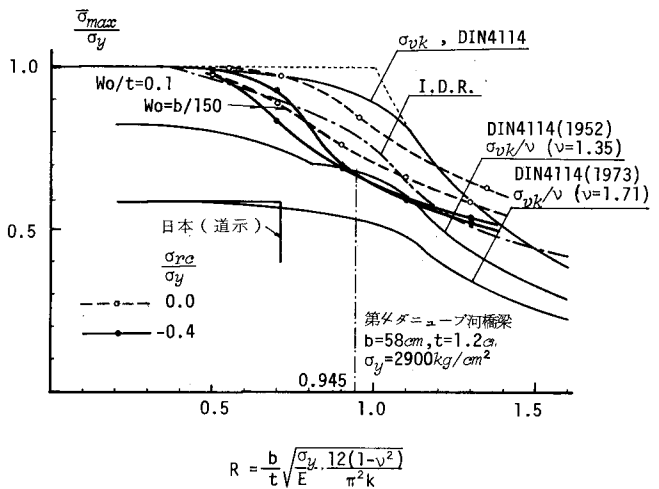
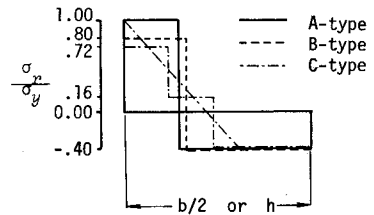
(a) 両辺単純支持正方形板(S) 道路橋示方書(以下直示と略す)

、DIN 4114, I. D. R.<sup>(3)</sup>の各規定と、極限平均圧縮応力と幅厚比の関係の計算結果を比較して図1に示す。残留応力が存在する場合、直示のR=0.7を上回ると極限平均圧縮応力は急速に低下する。DIN 4114 (1952)の限界曲線( $\nu=1.35$ )において、極限平均圧縮応力の方が下回す領域が見られ、1969年オーストリアで発生した落橋事故が裏付けられる。(R=0.945) DIN, I. D. R.の基本圧縮強度より極限平均圧縮応力が下回っている箇所があることが注目されよう。図2および図3に、圧縮残留応力を変化させた、平均圧縮応力と中央のたわみの関係を示す。図2(Rが比較的小さく弾塑性変形領域の場合)は、

表 / 極限平均圧縮応力度の残留応力分布形状による影響

	$\sigma_r=0$	A-type	B-type	C-type
$\sigma_{max}$	(S) .6303	.5272	.5284	.5440
$\sigma_y$	(F) .9612	.9298	.9693	.9725

Wo/t = 0.1



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

図 / 極限平均圧縮応力度と幅厚比の関係

図3(Rが比較的大きい弾性座屈領域の場合)に比べ、 $\sigma_{rc}/\sigma_y \geq 0.3$ の範囲で残留応力の大きさが非線形挙動にほとんど影響していない。また図2の場合には、圧縮残留応力度が小さいと圧縮残留応力の分布幅が広いので、始めは比較的剛であるが、一部塑性化すれば剛性が急激に低下している。図4よりRが小さい場合、初期たわみが極限平均圧縮応力度におよぼす影響が大きく、残留応力の存在がほとんど影響しないことがわかる。

(b) 三辺単純支持一辺が自由の板(F)

④と同様に、残留応力の大きさを变化させた平均圧縮応力と中央のたわみの関係は、図2, 3と同様のことがいえる。(図5, 6) また図7では、図4のようなRの増加ともなう極限平均圧縮応力度の急激な低下は見られない。

- [参考文献]
- (1) 小松, 北田, 宮崎; 「残留応力および初期たわみを有する圧縮板の極限強度解析」, 第29回全国年次学術講演会 I-126
  - (2) 小松, 北田, 宮崎; 「三辺が単純支持で一辺が自由の圧縮板の極限強度について」, 昭和50年度鋼の支部年次学術講演会 I-14
  - (3) *Inquiry into the Basis of Design and Method of Erection of Steel Box Girder Bridges, Interim design and workmanship rules.* 1973

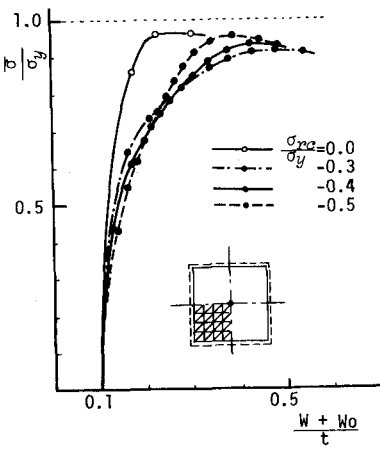


図2 平均圧縮応力度と中央たわみの関係 (R = 0.7 ; 道示限界値)

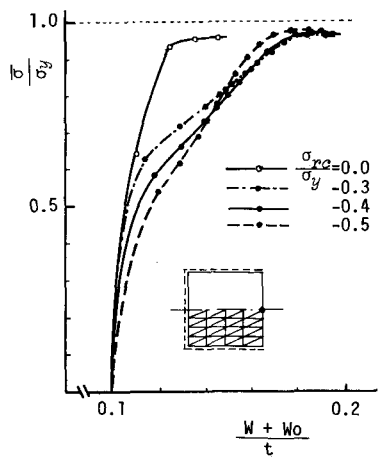


図5 平均圧縮応力度と中央たわみの関係 (R = 0.7 ; 道示限界値)

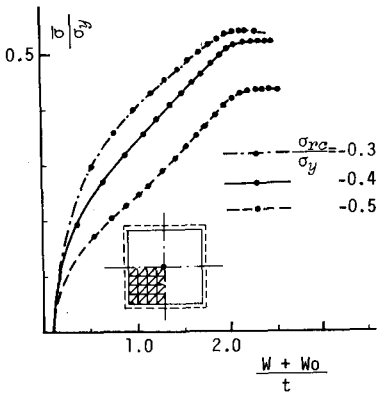


図3 平均圧縮応力度と中央たわみの関係 (R = 1.3)

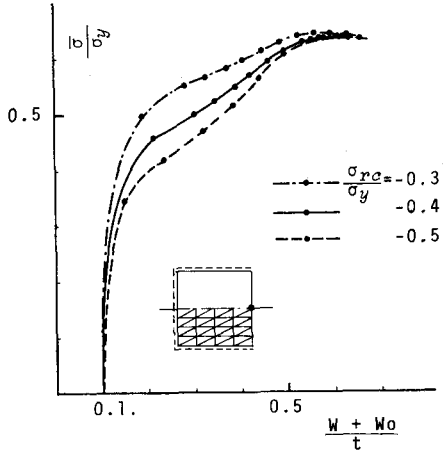


図6 平均圧縮応力度と中央たわみの関係 (R = 1.3)

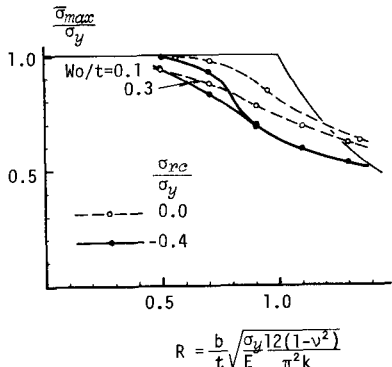


図4 極限平均圧縮応力度と幅厚比の関係 (S)

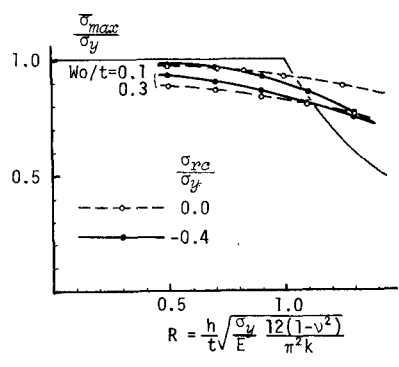


図7 極限平均圧縮応力度と幅厚比の関係 (F)