

I-104

一様でない面内圧縮応力を受ける
無補剛板の極限強度特性について

大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行
大阪市立大学工学部 正員 中井 博
横河工事（株） 正員 ○古田 富保

1. まえがき

斜張橋やアーチ橋などで、最近、採用される機会が多い幅の広い鋼床版では、橋軸方向の面内圧縮力のほかに橋軸直角方向にも大きな面内力を受ける。文献1)では、この種の2方向面内力を受ける補剛板の極限強度特性がすでに取り扱われている。しかし、そこでは、作用面内圧縮力が一様分布する場合のみが対象とされており、実橋の鋼床板のように一様分布しない場合に対しても検討しておく必要がある。

Dowling-Lamas らの研究^{2)~3)}によると、最大応力と平均応力との比が 1.67 を超えない程度の縦方向の面内圧縮応力が作用した場合には、それらの応力が一様分布するとみなして解析したときの極限平均応力を用いれば、安全側に極限強度を評価できることが示されている。しかしながら、この研究成果は、板パネルの縦横比が大きく、横方向圧縮応力が作用する板パネルにも適用可能であるか不明である。今回、これらの点について検討するために、とりあえず橋軸直角方向に面内圧縮応力を受ける板パネルに対して、弾塑性有限変位解析を行ったので、ここに報告する。

2. 解析モデル

解析モデルとしては、図-1に示す縦横比 $\alpha (=a/b_1) = 3$ の板パネルを対象とした。もちろん、初期たわみ $b_1/150$ と残留応力とを考慮した。幅厚比 b_1/t としては、30, 40 および 60 の3ケースとした。

応力の分布形状としては、今回、図-2に示す3ケースを仮定した。そして、板パネルの対称性を利用して、一様分布と対称分布については、図-1中の1/4モデル、また、勾配分布の場合については、1/2モデルを用いた。これら橋軸直角方向(x軸)の面内応力分布は、最大応力 σ_{max} と平均応力 $\bar{\sigma}$ との比 $K = \sigma_{max}/\bar{\sigma}$ 、すなわち応力分布パラメーターで評価できるものとした。計算を行った解析モデルの組合せを、表-1に示す。

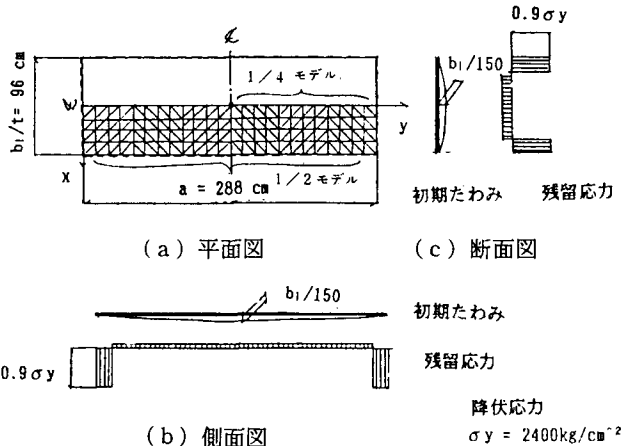


図-1 板パネルの解析モデル

3. 解析方法

解析法には、有限要素法を用いた圧縮板の弾塑性有限変位解析法⁴⁾を用いた。ただし、任意の作用応力分布について取り扱えるように解析プログラムの修正をほどこし、上記の作用面内応力は、それに比例する境界边上の強制拘束変位として導入した。

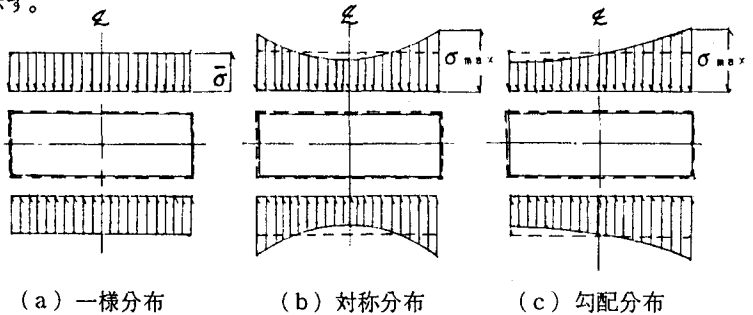


図-2 橋軸直角方向の面内応力の分布形状

表－1 計算を行った解析ケースの組合せ

解析 モデル	幅厚比 b_1/t	応力分布形状	応力比 $K = \sigma_{max} / \bar{\sigma}$							
			1.0	1.2	1.33	1.5	1.67	2.0	2.5	3.0
1/4 モデル	30 40 60	平均分布	○	—	○	○	—	○	○	○
		対称分布	—	—	○	○	—	○	○	○
1/2 モデル	40	対称分布	—	—	○	—	—	—	—	—
		勾配分布	—	○	○	○	○	○	—	○

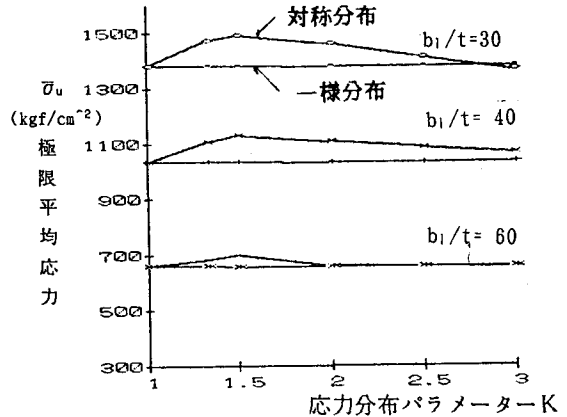
4. 解析結果とその考察

(1) 凹形の対称分布の応力の場合を、一様分布の場合と比較すると、おおむね極限平均圧縮応力 $\bar{\sigma}_u$ は小さめ、すなわち安全側に評価されていることが図－3 からわかる。しかし、 K の値が2.5 以上と大きくなり幅厚比が b_1/t が 30 と小さくなるケースでは、危険側の値を与える。

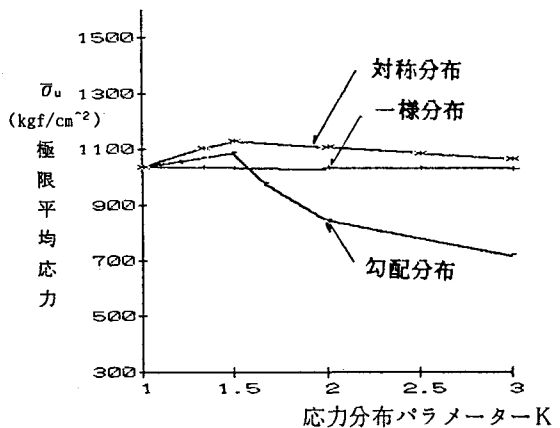
(2) 応力が勾配分布すると、図－4 に示すように、 $K = 1.5$ 以上になる場合の極限平均圧縮応力は、一様分布する場合の極限平均応力よりも危険側の値を与える。

5. まとめ

以上、対称分布の場合、最大応力と平均応力の比 K が 2.5 以下、勾配分布の場合、 K が 1.5 以下では、一様分布しない場合の極限平均圧縮応力が、一様分布する場合の極限応力を用いて安全側に評価できることを明らかにした。今後は、上記以外の分布形の応力が作用する場合についても検討する必要があると考える。



図－3 対称分布と一様分布との極限平均応力の比較


図－4 勾配応力と一様分布との極限平均応力の比較($b_1/t=40$)

< 参考文献 >

- 1) 北田・中井・古田・鈴木：2方向面内力を受ける補剛板の極限強度に関する研究，構造工学論文集 Vol. 34A, 1988年3月
- 2) Dowling, P. J.: Codified Design Methods for Wide Steel Compression Flanges, The Design of Steel Bridges, edited by Rockey and Evans, Paper No. 16, PP. 307 -328, 1981.
- 3) Lamas, A. R. G: Influence of Shear Lag on Collapse of Wide Flange Girders, Thesis for PHD, Imperial Collage, London, 1977
- 4) 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弾塑性解析，土木学会論文報告集 244号，1975年12月