

2方向面内力を受ける補剛板の設計法に関する基礎的研究

大阪市立大学 正員 中井博
 大阪市立大学 正員 北田俊行
 日本道路公団 正員 和田義弘

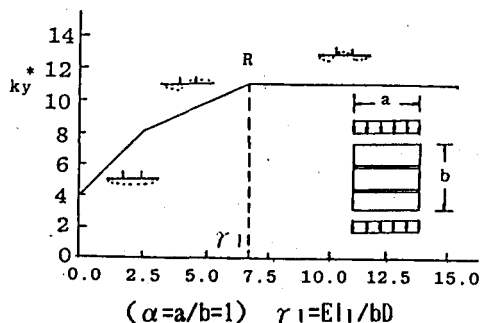
1. まえがき

近年、構造物の長大化により、長大斜張橋の鋼床板やラーメン橋脚フランジ部と主桁フランジ部の共通部分で二方向の面内力を受ける補剛板が用いられる機会が多くなってきた。

ところで、各国の設計示方書では、縦方向の圧縮応力を受ける補剛板の設計法がすでに確立されている。しかし、二軸方向の圧縮応力を受ける補剛板については、十分な解析や実験がなされておらず、その設計法がまだ確立されていないのが現状で、経済面、あるいは、安全面から考えても、二軸応力状態における補剛板の設計法の確立が望まれる。

本研究では、二軸応力下の補剛板の設計法を検討するため、横方向圧縮応力を受ける補剛板の補剛材の設計法について考察する。まず、補剛材の必要最小剛比を弾性座屈理論により導く。その妥当性を破壊実験および有限要素法を用いた弾塑性有限変位解析を通じて検討する。

2. 弾性座屈理論による補剛材の必要最小剛比



横方向圧縮応力を受ける補剛板の弾性座屈強度、および、補剛材の必要剛比を求めるために、エネルギー法を用いて補剛板の弾性座屈解析を行う。その結果、補剛板が横方向圧縮力を受けるとき、補剛板全体の座屈を起こす前に補剛材間の板パネルが局部座屈を起こすための補剛材必要最小剛比($\gamma_1 = EI_1/bD$)は、アスペクト比 $\alpha = 1$ で、補剛材2本の補剛板に対して図-1中に示したR点に対応する γ_1 で与えられる。

3. 破壊実験

(1) 実験の目的

補剛材方向と直角方向の圧縮力を受ける補剛板の破壊実験によって、弾性座屈理論により求めた補剛材の必要最小剛比の妥当性を調べる。

(2) 載荷装置

図-2に示すような両端単純支持された箱形断面の載荷桁を製作し、その中央部分に圧縮フランジとして補剛板供試体を取り付ける。載荷桁に二点集中荷重を載荷することにより、桁中央部に純曲げ状態を発生させ、供試体に一様圧縮応力を導入して破壊に至らしめた。供試体以外の部分の載荷桁はHT80材

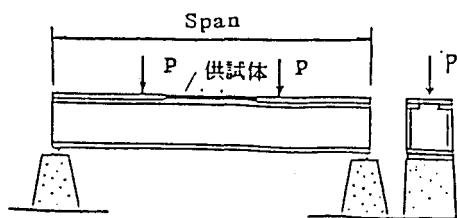


図-2 載荷装置

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA and Yoshihiro WADA

で製作し、供試体が破壊しても載荷桁は弾性範囲内に留り、載荷桁に貼り付けたひずみゲージの読みから補剛板供試体導入される圧縮力が求まるように設計している。

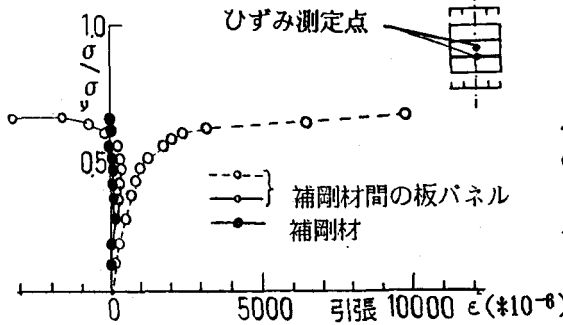


図-3 補剛材間の板パネルと補剛材のひずみ分布

(3) 実験結果と考察

a. 圧縮軸方向のひずみ分布

図-3は、縦軸に平均圧縮応力 σ を降伏点 σ_y で無次元化した値、横軸には供試体のひずみ ϵ をとり、 σ/σ_y と ϵ との関係を示したものである。これらの図から、以下のことが明らかになった。つまり、 $\sigma/\sigma_y=0.6$ 付近で完全に極限状態となっているが、補剛材のひずみは極めて小さく補剛材は常に弾性域に留っている。

b. 極限強度

図-3は、縦軸に補剛板に作用する圧縮応力を降伏点 σ_y で無次元化した量 σ/σ_y 、横軸にジャッキの載荷荷重 P をとり、 σ/σ_y と P との関係を図示したものである。 $\sigma/\sigma_y=0.66$ (図中のA点)を最高にして、その後応力が下がっている。

4. 弾塑性有限変位解析

補剛板の極限強度の解析値は、 $\sigma/\sigma_y=0.67$ となった。この解析には残留応力を導入しなかったが、導入すれば σ/σ_y はもう少し低下すると思われるため、実験値 $\sigma/\sigma_y=0.66$ ($\sigma_y=1,500 \text{ kg/cm}^2$)は、板パネルの極限強度にほぼ等しいと考えられる。

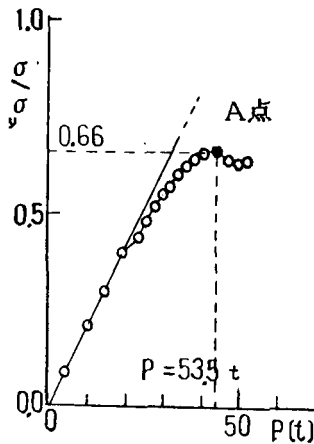


図-4 荷重(P)- σ/σ_y 曲線

5. まとめ

弾性座屈理論より求めた横方向圧縮力を受ける補剛板の補剛材の必要最小剛比 γ_1 は、補剛板全体の極限強度を補剛材間の板パネルの極限強度に等しくする必要最小剛比として、妥当なものであることがわかった。また、この値は、道路橋示方書で定める補剛材方向の圧縮力のみが作用したときの必要最小剛比 γ_{1n} よりも小さい。したがって、縦補剛材の剛比を γ_{1n} となるように設計すれば、補剛板の極限強度は、補剛材間の板パネルの極限強度として評価できる。

参考文献

- (1) 日本道路協会：道路橋示方書 同解説、Ⅱ.鋼橋編 昭和55年10月
- (2) S.P.Timoshenko & J.M.Gere, Theory of Elastic Stability, McGraw-Hill (1961)
- (3) Y.Taido, H.Hayasi, H.Nakai, T.Kitada; A Design Method of Wide Stiffened plate subjected to Uniaxial and Biaxial Compression