

縦横に補剛された圧縮板の極限強度に関する考察

岐阜大学工学部 正員 森脇 良一  
 岐阜大学工学部 正員 奈良 敬  
 岐阜大学工学部 学生員 ○森田 浩隆

1. まえがき

幅員の広い箱桁橋の圧縮フランジを設計する場合、道路橋示方書（以下、「道示」と呼ぶ）によると、縦横比の小さい補剛板では横補剛材寸法が過大となることが指摘されている<sup>1)</sup>。そこで、横補剛材の適切な剛比を求めるための基礎資料を得ることを目的として、横補剛材の剛比をパラメータとした数値計算を実施してきた<sup>2) 3)</sup>。今回、横補剛材と縦補剛材の剛比の比と、極限強度の関係について考察を行ったので報告する。

2. 解析モデル

本解析では初期たわみおよび残留応力の両初期不整を同時に考慮できる弾塑性有限変位解析法<sup>4)</sup>を用いる。解析モデルは図-1に示すように、縦横に補剛された圧縮板をダイヤフラムおよび腹板位置で単純支持とした全体パネルを対象とする。解析にあたっては、横方向にはモデルの対称性から半分だけ取り出し、縦方向には、たわみの対称性から単純支持の中間点から中間点までを取り出す連続補剛板モデルとする。簡易モデル（バネ支持多リブモデル<sup>2) 3)</sup>）に比較して自由度が大きくなるが今回はこのモデルを採用した。対象とした圧縮補剛板の解析モデルに関する事項を(1)～(4)に示す。

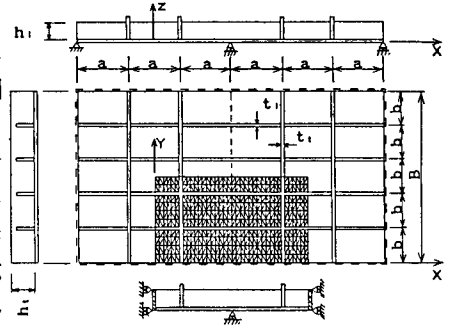


図-1 解析モデル

(1) 断面に関するパラメータ 縦補剛材本数  $n_1=2\sim 8$ 、幅厚比パラメータ  $R=0.5, 1.0$ 、横補剛材剛比パラメータ  $r_t/r_{t,req}=1, 1/2, 1/4, 1/16$  に変化させ、 $r_v/r_{v,req}=1$  としたときの  $I_t/I_v$  を計算した。 $r_{v,req}$  および  $r_{t,req}$  はそれぞれ道示に規定される縦補剛材および横補剛材の必要剛比である。また、 $I_v=h_1^3 t_1/3$ 、 $I_t=h_t^3 t_t/3$ 、 $h_1$  : 縦補剛材の高さ、 $t_1$  : 縦補剛材の板厚、 $h_t$  : 横補剛材の高さ、 $t_t$  : 横補剛材の板厚である。  
 (2) 初期たわみ 道示の製作誤差の許容値に等しい大きさを初期たわみ量として導入する。  
 (3) 残留応力 残留応力の大きさと分布形については文献<sup>5)</sup>に示されている結果を利用した。分布形は図-2に示す。これは、補剛板全体で自己平衡を満たすように定めたものである。図中  $\sigma_{rc}=-0.3\sigma_v$ 、 $\sigma_{rt}=\sigma_v$ 、 $\sigma_{rt,r}=0.6\sigma_v$ 、 $\sigma_{rc,r}=-0.2\sigma_v$  である。

(4) 使用材料 使用鋼材はSS41（降伏点  $\sigma_v=2400\text{kgf/cm}^2$ ）とし、極限強度を  $\sigma_v$  で無次元化することにより一般性をもたせる。

3. 数値計算結果と考察

横補剛材の効果について考察するために、横補剛材と縦補剛材の断面2次モーメントの比  $I_t/I_v$  と極限強度  $\bar{\sigma}_{max}/\sigma_v$  との関係調べた。ただし、 $\bar{\sigma}_{max}$  は最大平均圧縮応力度である。その結果を図-3に示す。図中に記した記号は、 $R$  および補剛板パネルの縦横比  $\alpha (=a/B=a/(n_1+1)b)$  により異なる。また、過去に実施した実験結果<sup>5)</sup>を図中に●で示した。この図より次のことがわかる。  
 ①  $I_t/I_v$  と  $\bar{\sigma}_{max}/\sigma_v$  の関係は、 $R$  および  $\alpha$  の値により大きく異なる。  
 ② 実験値は、 $R=0.471$ 、 $\alpha=0.823, 1.23$  で  $I_t/I_v, r_{t,req}=1$ 、 $I_t/I_{t,req}=0.5\sim 2.0$  の供試体であり、 $R=0.5$ 、 $\alpha=1$  ( $n_1=2$ ) の場合の解析結果と良く一致する。道示の規定によれば、

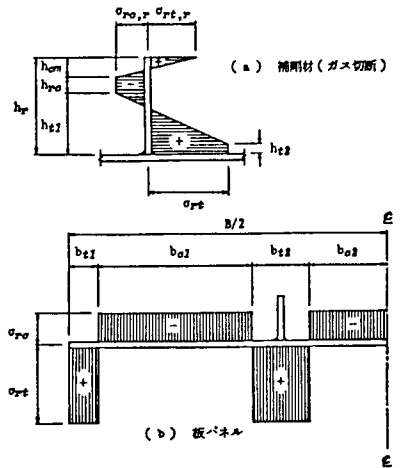


図-2 残留応力分布

$\alpha$ が小さくなるすなわち本解析モデルでは  $n_1$ が増加すると、 $I_{t,req}$  はほぼ $\alpha^{-3}$ に比例して大きくなるが  $I_{l,req}$  はさほど変化しない。本解析モデルの諸元より計算すると  $(I_{t,req}/I_{l,req})\alpha^4=0.77$  であることがわかった。そこで、 $I_{l,req}$  は適正であると仮定して、極限強度の観点から、 $I_{t,req}$  の妥当性について調べた。その結果を図-4に示す。図より横軸を  $(I_t/I_l)\alpha^6$  とすることにより極限強度は $\alpha$ に無関係となることがわかる。これは、縦補剛材が必要剛比を満たす補剛板パネルの極限強度を $\alpha$ に無関係に等しくするためには  $I_{t,req}=I_{l,req}/\alpha^6$  を満たす横補剛材が必要であるということを示している。従って、道示によれば $\alpha$ の小さな補剛板を設計すると、横補剛材寸法が過大になると指摘されているが、極限強度に基づくと、それよりも大きな断面にしなければならない。一方、 $I_t/I_{t,req}=0.5$  としても、 $I_t/I_{t,req}=1$  の場合と比較してそれほど極限強度の低下は見られない。これらのことから縦補剛材の場合と同じように、横補剛材の必要剛比を補剛板パネルの強度を $\alpha$ に無関係に一定にしようという考え方では合理的な設計ができないと考えられる。むしろ、縦補剛材と横補剛材の適切な配分を考えることが大切である。

4. あとがき

今後、さらに広範囲にわたってパラメトリック解析を実施し、縦補剛材剛比と横補剛材剛比の適切な配分について検討し、縦横に補剛された圧縮板の合理的設計を推進する基礎資料の蓄積を行うことが必要である。

参考文献

1)中井・北田・田井戸・福岡：構造工学論文集，Vol.31A，pp.103-114，1985年3月。2)奈良・松永・阪部・福本：昭和62年度関西支部年次学術講演会講演概要，I-20，1987年4月。3)阪部・奈良・福本：土木学会第42回年次学術講演会講演概要集，I-64，1987年9月。4)Komatu,S., Nara,S. and Kitada,T. : Computers and Structures, Vol.11, pp.429-437, 1980. 5)小松・牛尾・北田：土木学会論文報告集，第265号，pp.25-35, 1977年9月。6)小松・牛尾・北田・奈良：土木学会論文報告集，第288号，pp.13-28, 1979年8月。

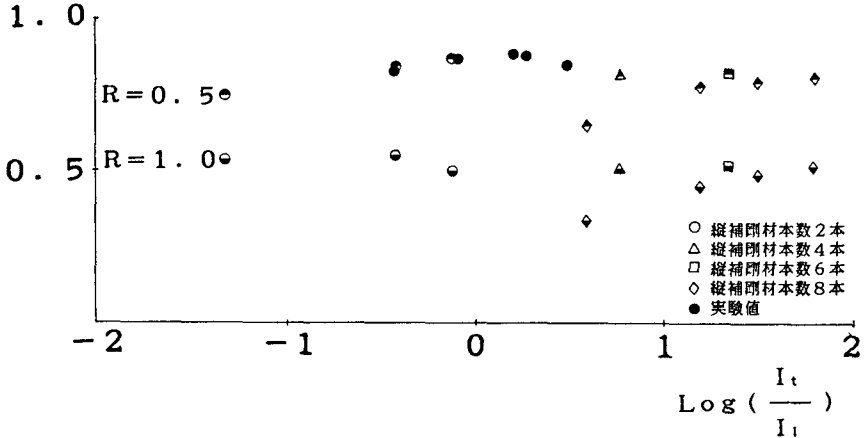


図-3 極限強度と縦横の補剛材剛比

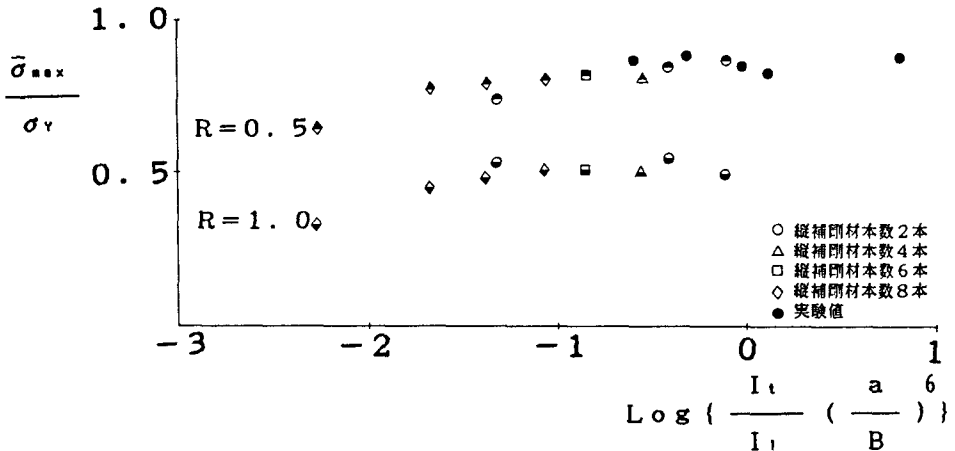


図-4 極限強度と縦横の補剛材剛比および縦横比