

縦横に補剛された圧縮板の補剛材剛比と極限強度について

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
 岐阜大学大学院 学生員 ○森田 浩隆

1. まえがき

わが国の道路橋示方書¹⁾(以下、「道示」と呼ぶ)においては、弾性座屈理論に基づいて縦補剛材および横補剛材の必要剛比が定められており、道示に従って縦横比の小さな補剛板を設計すると横補剛材寸法が過大となることが指摘されている²⁾。そこで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結果必要剛比以下の横補剛材の極限強度に対する効果^{3) 4)}が明かとされた。また必要剛比以上の縦補剛材の強度上昇の効果⁵⁾も明かにされており、縦補剛材と横補剛材の適切な配分を評価することが経済的および合理的な設計につながるものと思われる。そこで今回は、縦横の補剛材剛比を変化させ、両補剛材の剛比と極限強度および極限状態におけるたわみ波形について調べ縦横の補剛材剛比に関する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⁶⁾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、変形の対称性から、横方向にはモデルの半分だけ取り出し、縦方向には、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。解析モデルの詳細を(1)~(4)に示す。

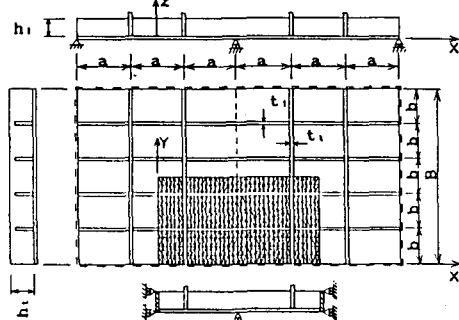


図-1 解析モデル

(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 $R=0.5, 0.7, 1.0$ とし、まずこれらの補剛板を縦補剛材および横補剛材が道示に規定される必要剛比で満たされるように設計をする。次に弾性座屈応力度 σ_{cr} が一定となる条件のもとに、縦補剛材剛比パラメータ $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ を $1.0\sim 5.0$ に変化させて横補剛材剛比パラメータ $\gamma_2/\gamma_{2,req}$ を決定する。 $\gamma_{1,req}$ および $\gamma_{2,req}$ 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。

(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7)に示されている結果を利用した。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。

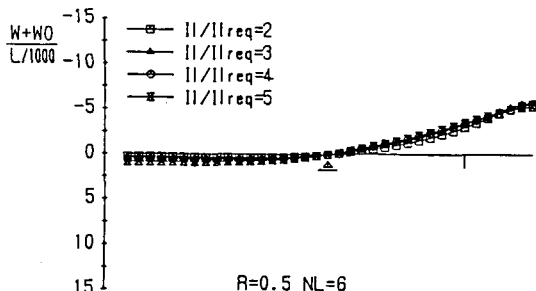
(4) 使用鋼材 使用鋼材はSS41(降伏点 $\sigma_y=2400\text{kgf/cm}^2$)とし、極限強度を降伏応力度 σ_y で無次元化することにより一般性をもたせる。

3. 数値計算結果と考察

(1) 補剛材剛比とたわみ波形 幅厚比パラメータ $R=0.5, 1.0$ 、縦補剛材本数 $n_1=6$ で縦補剛材剛比パラメータ $\gamma_1/\gamma_{1,req}=1.0\sim 5.0$ に変化させた場合の極限状態における縦補剛材のたわみ波形を図-2、図-3に示す。図中の縦軸の $W+W_0$ は初期た

表-1 縦・横補剛材剛比パラメータの値 ($n_1=6$)

	$\gamma_1/\gamma_{1,req}$	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
$R=0.5$	$\gamma_2/\gamma_{2,req}$	1.00	0.59	0.44	0.36	0.31
$R=0.7$	$\gamma_2/\gamma_{2,req}$	1.00	0.58	0.42	0.34	0.29
$R=1.0$	$\gamma_2/\gamma_{2,req}$	1.00	0.57	0.41	0.33	0.28

図-2 縦補剛材のたわみ波形 ($R=0.5$)

わみ量を含む極限状態のたわみ量で、 $L/1000$ で無次元化してある。ただし、 L はダイヤフラム間隔(=3a)である。なお、解析にあたって変化させた $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ と $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ の値を表-1に示しておく。図-2より $R=0.5$ では $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ を2.0~5.0と変化させてもほとんどたわみ波形に変化は見られない。この傾向は $R=0.7$ の場合でも同じであった。また図-3より $R=1.0$ では、 $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ を2.3としてもたわみ波形の変化はないが、 $\gamma_1/\gamma_{1,req}=4.5$ とすると大きくたわみを生じて極限状態に至っていることがわかる。

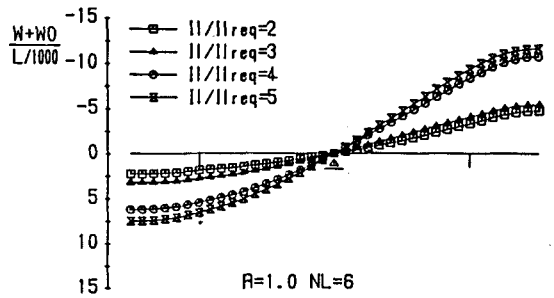


図-3 縦補剛材のたわみ波形 ($R=1.0$)

(2) 補剛材剛比と極限強度 幅厚比パラメータ $R=0.5, 0.7, 1.0$ 、縦補剛材本数 $n_1=6$ の場合の極限強度と剛比パラメータ $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ の関係を図-4に示す。この図より $R=0.5$ では $\gamma_1/\gamma_{1,req}=3$ 、 $R=0.7$ では $\gamma_1/\gamma_{1,req}=4$ 、 $R=1.0$ では $\gamma_1/\gamma_{1,req}=2$ で極限強度はほぼ頭打ちとなっており、 $\gamma_1/\gamma_{1,req}=4, 5$ としても極限強度の低下は見られないが、これ以上の強度の上昇は望めない。一方、 $R=1.0$ では $\gamma_1/\gamma_{1,req}=2$ で極限強度はほぼ頭打ちとなり、 $\gamma_1/\gamma_{1,req}=3, 4, 5$ とすると徐々に強度の低下が見られる。次に $R=0.5, 0.7, 1.0$ 、縦補剛材本数 $n_1=2, 4, 6$ の場合に $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ の値を1から2としたときの極限強度の上昇率を表-2に示す。この表より幅厚比パラメータ R が大きいほど、また縦補剛材本数 n_1 が多いほど極限強度の上昇率が大きく、またかなりの強度上昇効果があることがわかる。

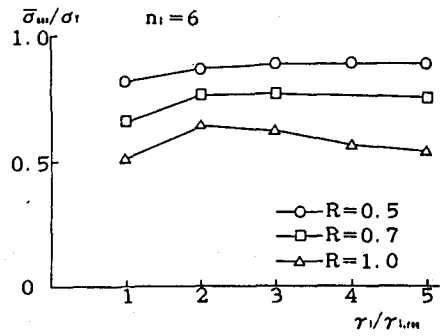


図-4 極限強度と縦補剛材剛比パラメータ

表-2 極限強度の上昇率

	$n_1=2$	$n_1=4$	$n_1=6$
$R=0.5$	0.90	8.50	5.87
$R=0.7$	3.49	17.62	15.60
$R=1.0$	-	-	28.80

(単位%)

弾性座屈応力度 σ_{cr} を一定とする条件で縦補剛材剛比パラメータ $\gamma_1/\gamma_{1,req}$ を1.0~5.0に変化させた場合、極限強度およびたわみ波形の観点から考えると $\gamma_1/\gamma_{1,req}=2.0$ とすることによって効果のある両補剛材剛比の配分ができるのではないと思われる。

4. あとがき

今後、縦補剛材剛比と横補剛材剛比の適切な配分についてさらに検討を加えると共に、横補剛材の剛比を考慮した圧縮補剛板の耐力評価法を開発して、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) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、1980年2月。
- 2) 中井 博・北田俊行・田井戸米好・福岡 悟：縦・横補剛材および縦桁を有する圧縮板の一設計法、構造工学論文集, Vol. 31A, pp. 103-114, 1985年 3月。
- 3) 阪部 正規・奈良 敬・福本湧士：縦横に補剛された圧縮板の横補剛材剛比について、第42回年講, I-64, 1987年。
- 4) 森田浩隆・奈良 敬・森脇良一：圧縮補剛板の縦横の補剛材剛比について、第43回年講, I-108, 1988年。
- 5) 奈良 敬・小松定夫・北田俊行：連続補剛板の極限圧縮強度特性に関する研究、土木学会論文集, 第392号/I-9, 1988年4月。
- 6) Komatsu, S. T. Kitada and S. Nara : Elasto-Plastic Analysis of Orthogonally Stiffened Plates with Initial Imperfections under Uniaxial Compression, Computers and Structures, Vol. 11, 1980。
- 7) 小松定夫・牛尾正之・北田俊行：補剛板の溶接残留応力および初期たわみに関する研究、土木学会論文報告集, 第265号, 1977年9月。