

## 鋼材特性を考慮した圧縮補剛板の極限強度と変形性能に関する研究

瀧上工業（株） 正 員 平下 武司  
 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 服部 松利

1. まえがき 鋼橋の長大化や薄肉軽量化が推進される中で、設計法はより合理的に安全性を評価する限界状態設計法へと移行しつつある。この現状を踏まえ、限界状態設計法において鋼構造物の極限強度や変形能力に有利となる鋼材の特性や断面を考えていくことは重要なことと思われる。そこで本研究では、仮想の60kg級高張力鋼を用いた圧縮補剛板を対象として、降伏後の鋼材特性や補剛板の断面に関するパラメータが補剛板の極限強度と変形性能に与える影響について考察を行ったので、ここに報告する。

2. 解析モデル 解析にあたっては、ひずみ硬化についても考慮できるように拡張した弾塑性有限変位解析法<sup>1)</sup>を用いる。

(1) 多リブモデル 図-1に示すような縦補剛材を有する無限連続補剛板モデルを考える。しかし、この連続補剛板モデルを用いると補剛材本数が多いほど解析モデルが大きくなるため、それだけ時間や手間が必要である。そこで、1本の縦補剛材とそれに隣接する板パネル部分を取り出して解析する多リブモデル<sup>2)</sup>を考える。ここで、多リブモデルを用いて解析する前に、多リブモデルを採用してもよいのかどうかを検証する必要がある。補剛板の極限強度については、縦補剛材本数が3本以上の場合に多リブモデルを用いて解析できることが判明しているが、極限強度に至るまでの変形能力をも考慮するため、多リブモデルの解析モデルとしての妥当性を評価した。

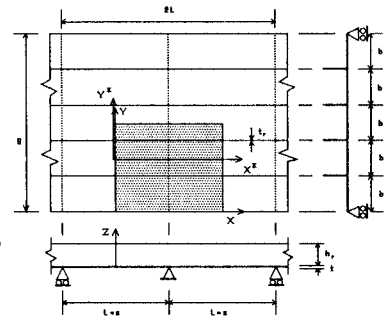


図-1 連続補剛板モデル

(2) 断面パラメータ 補剛板の極限強度に加えて変形性能に顕著な影響を示す幅厚比パラメータ $R$ と縦補剛材剛比パラメータ $\gamma/\gamma_N$ をパラメータとして、次のように変化させる。

$$R : 0.3, 0.35, 0.4, 0.45$$

$$\gamma/\gamma_N : 5, 10$$

(3) 鋼材の機械的性質 鋼材の機械的性質については、60kg級高張力鋼を対象に降伏比を下げたときの仮想の鋼材を考え、表-1に示す。

3. 数値計算結果とその考察 図-2と図-3は、極限時における連続補剛板モデルと多リブモデルの、1本の縦補剛材に隣接する板パネルの $X^*$ 、 $Y^*$ 軸上のたわみ波形を示している。この図において、 $\times 2$ （1例）とはそのときのモデルの波形データを2倍した場合の波形を示しており、多リブモデルのたわみ波形と比較しやすくするための倍率を示す。これらの図を見ると、かなり両者のたわみ波形に近いことが分かる。ただ、たわみ量に関しては境界条件の相違により多リブモデルの方が大きくでるようである。以上ら、多リブモデルを用いて解析を行う。圧縮板の場合と同様に圧縮補剛板においても、幅厚比パラメ

表-1 鋼材の機械的性質

| 鋼 材 | $\sigma_u$          | $\sigma_u$ | Y. R | $\epsilon_y$     | $\epsilon_H$ | $\epsilon_u$ |
|-----|---------------------|------------|------|------------------|--------------|--------------|
|     | kgf/cm <sup>2</sup> |            |      | $\times 10^{-6}$ |              |              |
| A 2 | 5800                | 4600       | 0.79 | 2190             | 2190         | 200000       |
| B 1 | 6100                |            | 0.75 |                  |              | 100000       |
| B 2 |                     |            |      |                  |              | 200000       |
| C 1 | 6600                |            | 0.70 |                  |              | 100000       |
| C 2 |                     |            |      |                  |              | 200000       |
| D 1 | 7100                |            | 0.65 |                  |              | 100000       |
| D 2 |                     |            |      |                  |              | 200000       |
| E 1 | 7700                |            | 0.60 |                  |              | 100000       |
| E 2 |                     |            |      |                  |              | 200000       |

ータ  $R$  を小さくすることによって極限強度だけでなく変形能も向上することが図-4、図-5から分かる。また、縦補剛材剛比パラメータ  $\gamma/\gamma_N$  が5より10の方が、強度の持続性が伺える。変形能の観点から降伏比の影響をみてみると、降伏比を下げることによって最も大きく向上しているのが、図-6に示す  $\gamma/\gamma_N=10$ 、 $\varepsilon_u=0.2$  の場合であり、その中でも  $R=0.3$  の場合が顕著に表われている。ここで視点を変えて幅厚比パラメータ  $R$  が変形能に及ぼす影響をみてみると、図-8の降伏比が0.65の鋼材の場合、 $R$  を0.45より下げていくことにより変形能の向上を期待できる。

極限強度と変形能の総和をみる指標として吸収エネルギーがあり、圧縮荷重-圧縮変位曲線の極限強度に達するまでの面積で表せる。この吸収エネルギーと降伏比の関係を示したものが図-9と図-10である。図-9では  $R$  の値が0.4や0.45では降伏比を下げてでもそれほど吸収エネルギーの向上を期待することができないといえる。図-11は幅厚比パラメータが与える影響を示す。 $\varepsilon_u=0.1$  に対し  $\varepsilon_u=0.2$  では降伏比を下げることにに対し吸収エネルギーの上昇率が  $\gamma/\gamma_N$  の違いで大きくなっている。

**4. 結 論** 本研究で得られた結果をまとめると、次のことが言える。①ひずみ硬化を考慮した弾塑性有限変位解析法において、無限連続補剛板モデルと多リブモデルとの極限状態におけるたわみ波形はほぼ同じ形となった。②60kg級高張力鋼を用いた圧縮補剛板においても、幅厚比パラメータ  $R$  が小さいほど極限強度の向上に有効であり、変形能についても同じことが言える。③降伏比を下げることにより、変形能を向上させることができる。④  $\gamma/\gamma_N=5$  のときより  $\gamma/\gamma_N=10$  のときの方が圧縮補剛板の吸収エネルギーが大きい。さらに降伏比を下げることによって吸収エネルギーの向上を期待できる。

なお、ステンレス鋼(SUS304)についても解析をおこなったが、その結果については講演当日に発表する。

**参考文献** 1) 奈良 敬・出口恭司・小松定夫：ひずみ硬化を考慮した圧縮補剛板の極限強度に関する研究，構造工学論文集，Vol.33A，pp.141-150，1987年3月。 2) 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，pp.273-280，1988年4月。

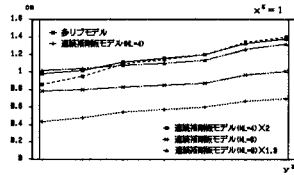


図-2 たわみ波形( $x$ \*軸上)

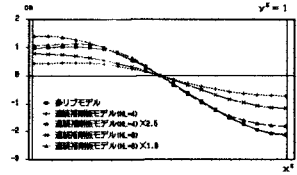


図-3 たわみ波形( $y$ \*軸上)

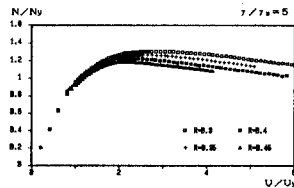


図-4  $Nu/Ny-U/UY$ 曲線(D1)

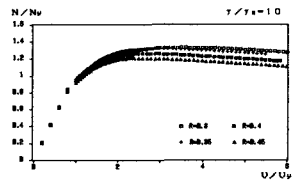


図-5  $Nu/Ny-U/UY$ 曲線(D1)

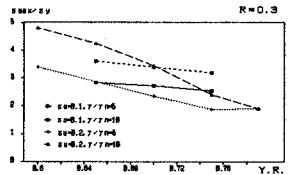


図-6 極限平均歪と降伏比

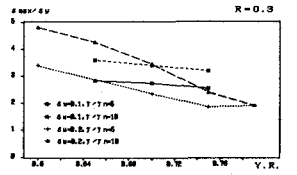


図-7 極限平均歪と降伏比

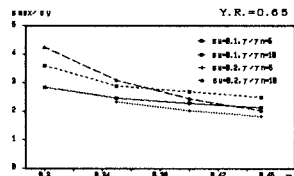


図-8 極限平均歪と幅厚比

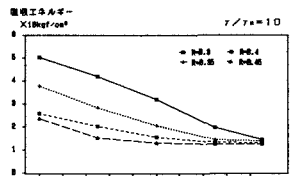


図-9 吸収エネルギーと降伏比

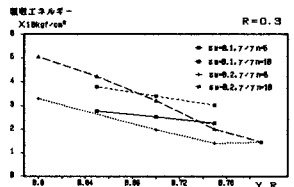


図-10 吸収エネルギーと降伏比

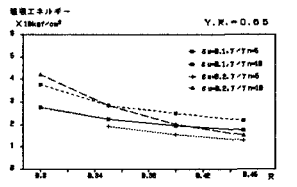


図-11 吸収エネルギーと幅厚比