

日本電子計算 正会員 丹羽量久
 関西大学大学院 学生員 宮崎裕司

関西大学工学部 フェロー 三上市蔵
 ○関西大学工学部 学生員 大西啓介
 関西大学工学部 学生員 嵩原 徹

1 まえがき 兵庫県南部地震以来、鋼構造物の耐震設計の方針として終局強度に加えて、ダクティリティを確保することが重要であるとされている。鋼構造物のダクティリティを向上させるための一般的な方法として、幅厚比パラメータに制限値を設ける方法¹⁾があるが、これは断面の厚肉化による自重の増大につながり下部工の負担が増えるため好ましいとはいえない。一方、塑性領域での鋼材の機械的性質を活用する方法があり、降伏比、ひずみ硬化勾配、一様伸び、降伏棚の長さなどの機械的性質を制御できる高性能鋼を重要な部位に代用することにより構造物としてダクティリティを確保することが考えられる。

著者らは、SS400 鋼材と同等の降伏強度をもつ高性能鋼を想定し、縦横比が 1 以下の鋼板において、高性能鋼材の機械的性質がダクティリティに与える影響とダクティリティを確保するために必要な高性能鋼材の機械的性質(降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配)を示した。本研究では一方向圧縮を受ける縦横比が 1 より大きい長方形鋼板を対象としたパラメトリック解析を行い、ダクティリティを確保するために必要な 2 つの機械的性質の限界値を図に示す。

2 解析モデル

汎用有限要素解析パッケージ MARC を用いて、周辺が単純支持された一方向圧縮を受ける無補剛長方形板の弾塑性有限変位解析を行う。解析モデルは図-1 に示すように、縦横比を $\alpha = a/b$ 、幅厚比パラメータを $R = (b/t) \cdot \sqrt{12(1-\nu^2)\sigma_Y/4\pi^2 E}$ とする。本研究で扱う高性能鋼材は SS400 材と同等の降伏強度

$\sigma_Y = 240 \text{ N/mm}^2$ を有し、弾性係数 $E = 205800 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ とする。初期不整として、残留応力は台形分布とした。一方、初期たわみはダクティリティに最も不利な影響を与える波形を導入する必要がある。終局状態から劣化域において、弾性座屈理論により得られる最小座屈荷重に対する座屈波形が必ずしもダクティリティに不利な影響を及ぼすとは限らない。したがって、 $\alpha > 1.0$ については初期たわみ 1 半波形と 2 半波形の 2 パターンを考え、ダクティリティに不利となる方を初期たわみ波形として採用する。

制御する高性能鋼材の機械的性質として降伏棚の長さ($\varepsilon_u/\varepsilon_Y - 1$)とひずみ硬化勾配(E_u/E)とし²⁾、その応力-ひずみ関係は図-2 に示すような Tri-linear 型とする。

3 解析結果と考察 ダクティリティの評価方法に関しては文献 2)と同じとする。縦横比 $\alpha \leq 1.0$ については文献 2)により明らかにしているのので、ここでは、縦横比 $1.0 < \alpha \leq 2.0$ 、幅厚比パラメータ $0.35 \leq R \leq 0.7$ の長方形鋼板における、ダクティリティを確保するために必要な高性能鋼材の降伏棚の長さ、ひずみ硬化勾配の限界値を図-3~7 に示す。これらの図より、 α の大きさに関わらず、 R が大きくなるにつれてダクティリティを確保できる領域が小さくなっていることが分かる。これは板厚が薄くなるにつれ面外変形量が大きくなり、機械的性質を制御してもダクティリティの確保が困難になることを示している。

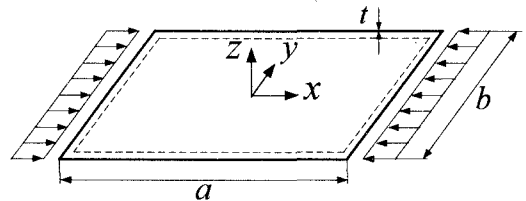


図-1 解析モデル

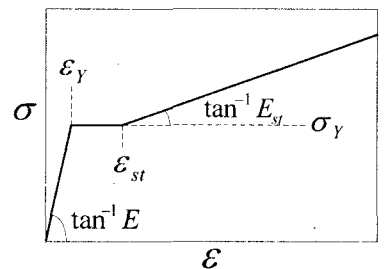


図-2 応力-ひずみ関係

4 あとがき 一方向圧縮を受ける $1.0 < \alpha \leq 2.0$ の長方形鋼板の弾塑性有限変位解析を行い、ダクティリティを確保するために必要な高性能鋼材の機械的性質を明らかにした。すべての縦横比、幅厚比パラメータにおいて、ダクティリティを確保するためには降伏棚の長さを短くするかひずみ硬化勾配を大きくすればよいことが分かった。ただし、降伏棚の長さが長い場合は、ひずみ硬化勾配をかなり大きな値に設定する必要がある。文献 2)と本研究で対象とした断面パラメータの範囲は縦横比 $0.3 \leq \alpha \leq 2.0$ 、幅厚比パラメータ $0.32 \leq R \leq 0.7$ となる。

普通鋼を用いていてダクティリティを確保できな

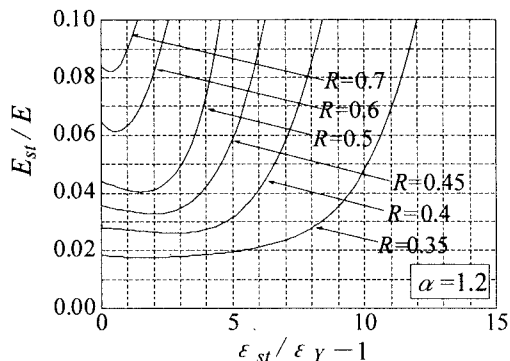


図-3 機械的性質の限界値($\alpha = 1.2$)

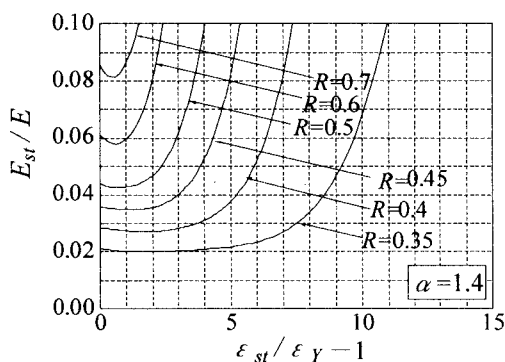


図-4 機械的性質の限界値($\alpha = 1.4$)

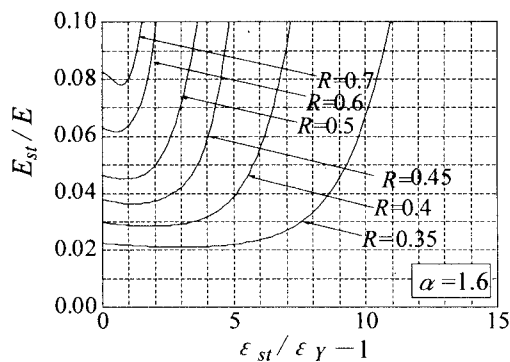


図-5 機械的性質の限界値($\alpha = 1.6$)

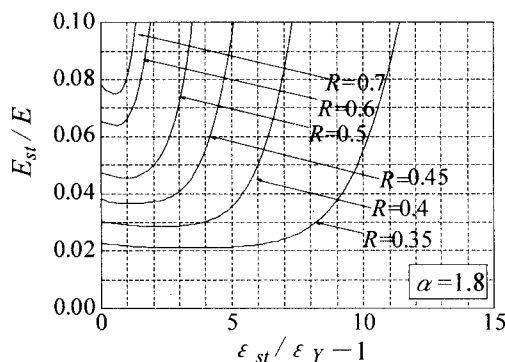


図-6 機械的性質の限界値($\alpha = 1.8$)

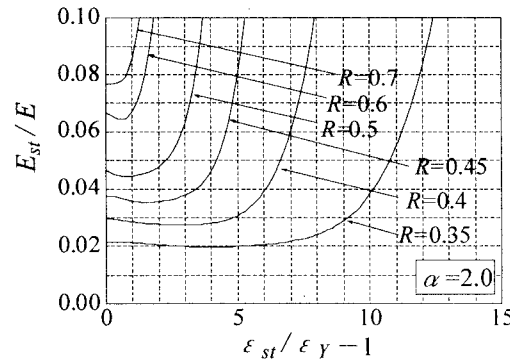


図-7 機械的性質の限界値($\alpha = 2.0$)

い場合でも、対象部位を図示した機械的性質の高性能鋼材へと置き換えることより構造物のダクティリティを向上させることができる。

詳細は講演会当日に述べる。

参考文献

- 1) 宇佐美勉：ハイダクティリティ鋼製橋脚、橋梁と基礎、Vol.31, No.6, pp.30-36, 1997.6.
- 2) 丹羽量久，三上市蔵，宮崎裕司：一方向圧縮を受ける高性能鋼板のダクティリティと機械的性質，鋼構造年次論文報告集，日本鋼構造協会，Vol.9, pp.105-110, 2001.11.