

降伏強度 240 ~ 450 N/mm² を有する一方向圧縮高性能鋼板の
ダクティリティー確保のための機械的性質

JIP テクノサイエンス	正会員	丹羽 量久
関西大学工学部	フェロー	三上 市藏
関西大学大学院	学生員	宮崎 裕司

1. まえがき

橋梁構造物の耐震性能は、強度はもちろんのことであるが、巨大地震による瞬時の崩壊を防ぐために、十分な変形性能・ダクティリティーが必要である。著者らは、鋼構造物にダクティリティーをもたせるために、鋼材の塑性領域を活用できるように機械的性質を制御した高性能鋼板を、必要な箇所に部分的に活用する方法を提案した¹⁾。また、一方向圧縮を受ける高性能鋼板がダクティリティーを確保するための機械的性質を、降伏強度 $\sigma_Y = 240 \text{ N/mm}^2$ ²⁾ と $\sigma_Y = 450 \text{ N/mm}^2$ ³⁾ に対して明らかにした。現行の道路橋示方書⁴⁾では、降伏強度が $\sigma_Y = 240 \sim 450 \text{ N/mm}^2$ の構造用鋼材を用いており、鋼構造物にダクティリティーを保有させるためには、それらの機械的性質が明らかにされなければならない。ここでは、 $\sigma_Y = 240, 360, 450 \text{ N/mm}^2$ を有する一方向圧縮高性能鋼板に対して多数のパラメトリック解析を実施し、ダクティリティー確保のための機械的性質の共通な限界値を求めた。

2. 幾何学・材料条件

一方向圧縮を受ける高性能鋼板は、長さ a 、幅 b 、板厚 t で、解析対象範囲は縦横比 $\alpha = a/b = 0.3 \sim 2.0$ 、幅厚比パラメータ $R = (b/t) \sqrt{12(1-\nu^2)\sigma_Y/4\pi^2 E} = 0.35 \sim 0.70$ とする。高性能鋼材の応力-ひずみ関係を図-1 に示す。制御する機械的性質は、降伏棚の長さ $\varepsilon_{st}/\varepsilon_Y - 1$ 、ひずみ硬化勾配 E_{st}/E とする。

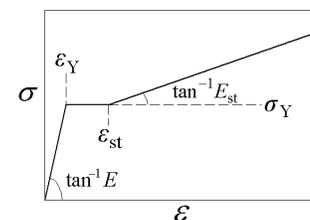


図-1 応力-ひずみ関係

3. 結果と考察

まず、 $\sigma_Y = 240, 360, 450 \text{ N/mm}^2$ の高性能鋼板におけるダクティリティーを比較する。図-2 は幾何学条件 $\alpha = 0.8$ 、 $R = 0.4$ 、材料条件 $\varepsilon_{st}/\varepsilon_Y - 1 = 6$ 、 $E_{st}/E = 0.04$ における弾塑性挙動を $\bar{\sigma}/\bar{\sigma}_u - \bar{\varepsilon}/\varepsilon_Y$ 関係を用いて示している。図-2 が示すように、降伏強度が大きくなるにつれ、ダクティリティーに富んでいることがわかる。次に、ダクティリティー確保のための機械的性質について比較したところ、降伏棚の長さが比較的長い範囲では、 $\sigma_Y = 240 \text{ N/mm}^2$ の場合がひずみ硬化勾配を高く設定する必要があることがわかった。一方、降伏棚の長さが比較的短い範囲では $\sigma_Y = 450 \text{ N/mm}^2$ の場合がわずかにひずみ硬化勾配を高く設定する必要がある。これらより、 $\sigma_Y = 240 \sim 450 \text{ N/mm}^2$ を有する一方向圧縮高性能鋼板に対しては共通の機械的性質として安全側の限界値を採用する。図-3 に縦横比ごとに整理した限界値を示す。

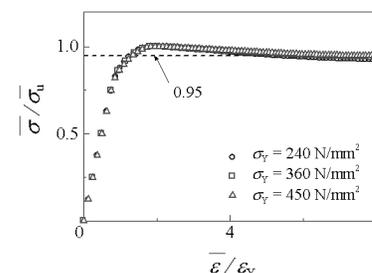
図-2 $\bar{\sigma}/\bar{\sigma}_u - \bar{\varepsilon}/\varepsilon_Y$ 関係

図-3 に縦横比ごとに整理した限界値を示す。

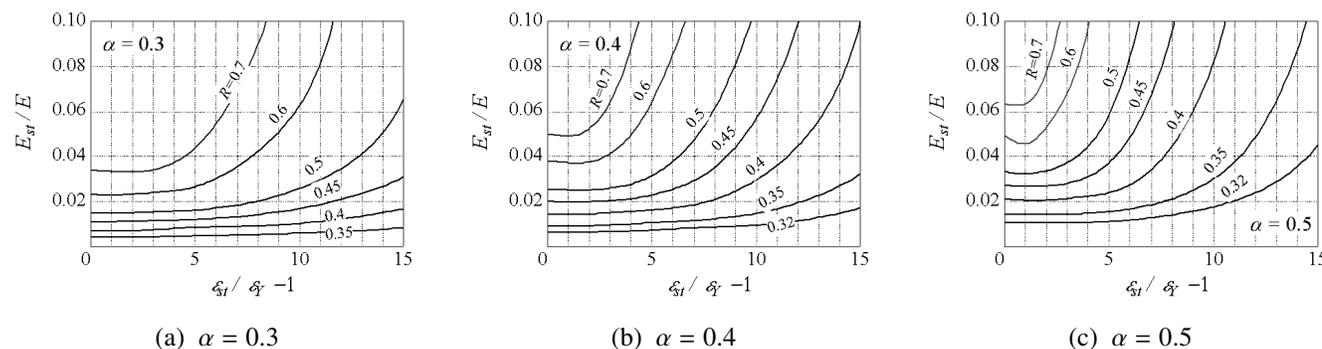
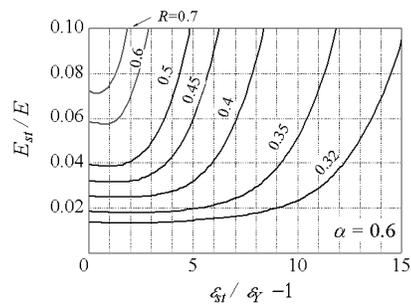
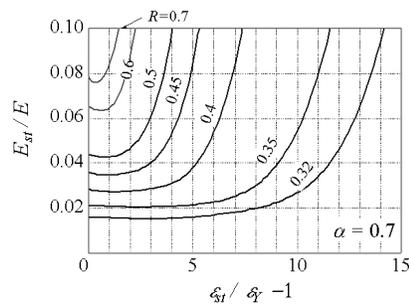
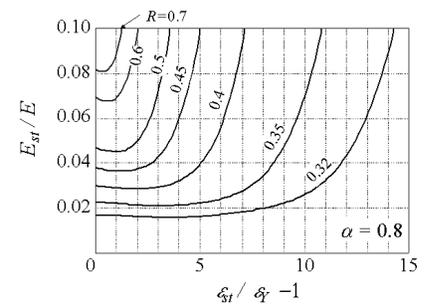
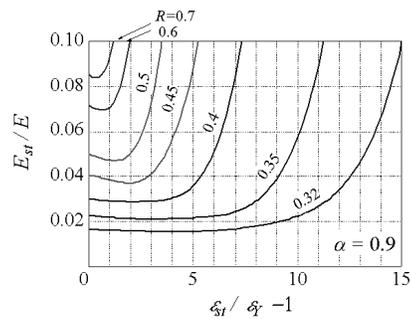
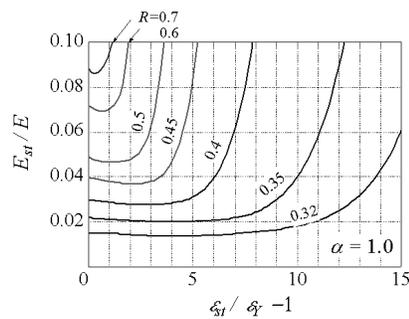
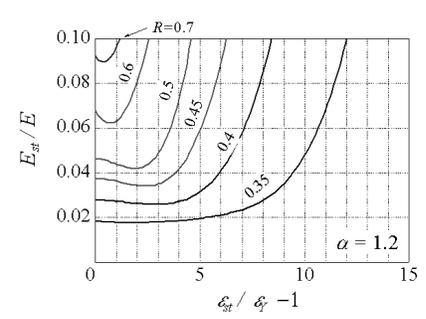
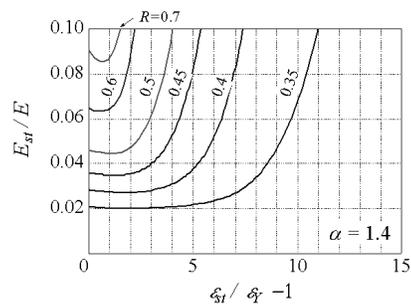
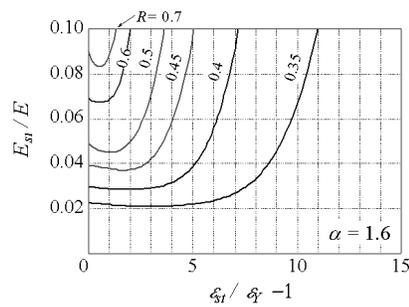
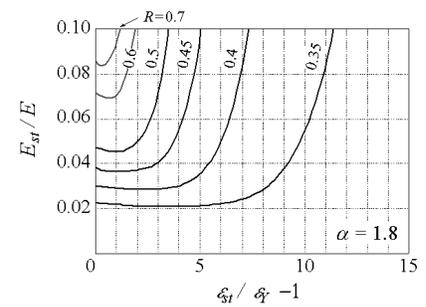


図-3 ダクティリティー確保のための機械的性質

(d) $\alpha = 0.6$ (e) $\alpha = 0.7$ (f) $\alpha = 0.8$ (g) $\alpha = 0.9$ (h) $\alpha = 1.0$ (i) $\alpha = 1.2$ (j) $\alpha = 1.4$ (k) $\alpha = 1.6$ (l) $\alpha = 1.8$

4. まとめ

本論文では、降伏強度 $\sigma_Y = 240 \sim 450 \text{ N/mm}^2$ の範囲を有する一方向圧縮高性能鋼板のダクティリティを確保できる共通の機械的性質の限界値を示した。

詳細は講演会当日に述べる。

参考文献

- 1) 三上市蔵, 丹羽量久, 宮西 淳: 高性能鋼を用いた圧縮板の劣化域におけるダクティリティと鋼材の機械的性質について: 第1回 構造物の破壊過程解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム論文集, 土木学会 技術推進機構, pp. 87-90, 2000.3.
- 2) Niwa, K., Mikami, I., and Miyazaki, Y.: Ductility of High Performance Steel Rectangular Plates Under Uniaxial Compression, *The 3rd International Conference on Advances in Steel Structures*, Hong Kong, China, Vol. II, pp. 633-640, 2002.12.
- 3) 丹羽量久, 三上市蔵, 宮崎裕司: SM570級の降伏強度を有する一方向圧縮高性能鋼板のダクティリティ確保のための機械的性質, 第57回年次学術講演概要集, 土木学会, I-671, pp.1341-1342, 2002.9.
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (I 共通編, II 鋼橋編), 2002.3.

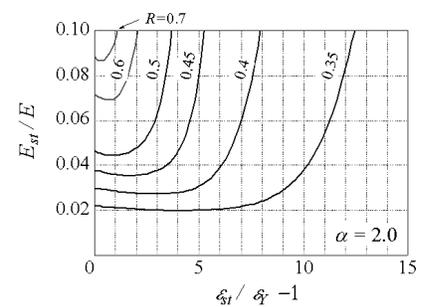
(m) $\alpha = 2.0$

図-3 ダクティリティ確保のための機械的性質