

## 冷間ロール成形円形鋼管の設計強度と実験資料の比較

正会員○越智 健之\*1  
同 黒羽 啓明\*2構造設計一般 鋼管 降伏荷重  
部材 曲げ座屈

## 1. はじめに

冷間成形された鋼管は材料の性質が熱間圧延材と異なることはよく知られている。その理由で、建築構造用冷間ロール成形角形鋼管 (BCR 材) は冷間プレス成形材 (BCP 材) と異なった降伏耐力が採用されている。これらは建築構造用鋼材に SN 材が加わったことに付随した規格であるが、設計用降伏応力を変えるには実験資料との対応関係の調査や議論が必要である。

円形鋼管についても新しい規格が考えられるので、今までの実験資料と設計強度あるいは機械的性質の規格との関連を調べる。

## 2. 降伏耐力、引張強さおよび降伏比

円形鋼管の機械的性質の規格が BCR 材 1) と同じであることを想定し、降伏耐力の下限は  $3.00\text{t/cm}^2$  とし、上限は  $4.55\text{t/cm}^2$  とする。また、同様に引張強さの下限は  $4.10\text{t/cm}^2$  であり上限は  $5.60\text{t/cm}^2$  とする。降伏比の制限は 90% 以下としてそれぞれの規格を実験資料との比較の対象とする。図 1.~3. は文献 2) において収集した引張試験の実験資料 (320 体) およびその後行われた実験 (109 体) を主に建築学会大会梗概集から選びだした STK400 の材料である。それぞれの平均値あるいは分散を求めた結果から、両者に有為な差はないために、両者を同じ母集団としてそれぞれの規格値と比較する。

図 1.~3. における細い実線は回帰によって得られた平均値であり、点線は平均値から変動係数の 2 倍離れた 95% 信頼限界である。それぞれの数式は文献 2) とほぼ等しいので記載していない。図 1. から引張降伏応力度 ( $\sigma_{y,t}$ ) は  $3.00\text{t/cm}^2$  が下限になり、上限の規定値  $4.55\text{t/cm}^2$  も実験資料に良好に対応していることが分かる。また、図 2., 3. から引張強さ ( $\sigma_u$ ) と降伏比は BCR 材の条件をほぼ満足しているが、両者とも 5% 程度の実験資料は規格を満足していないことが分かる。降伏比は引張強さと降伏耐力の関数であるために、降伏比の条件を満足していないデータは引張強さの条件も満足していない。それらの実験資料はいままでの規格にある引張強さが  $4.10\text{t/cm}^2$  以上の条件を満足していない材料が主である。

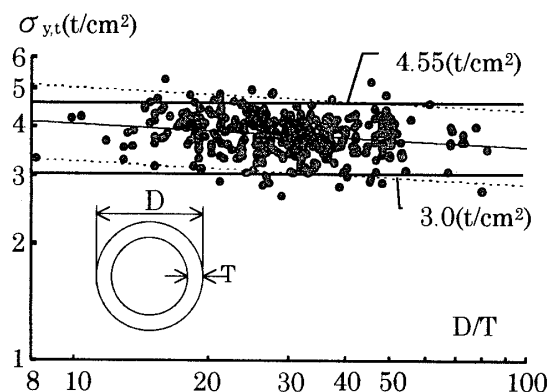


図 1. 引張降伏応力度と径厚比の関係

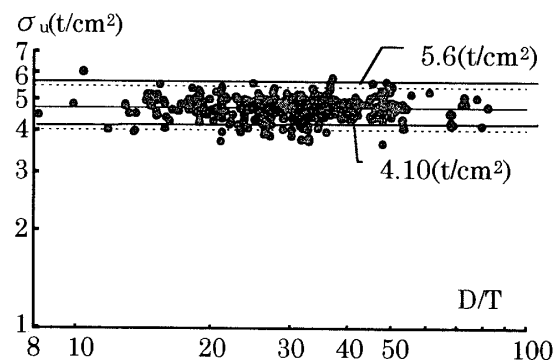


図 2. 引張強さと径厚比の関係

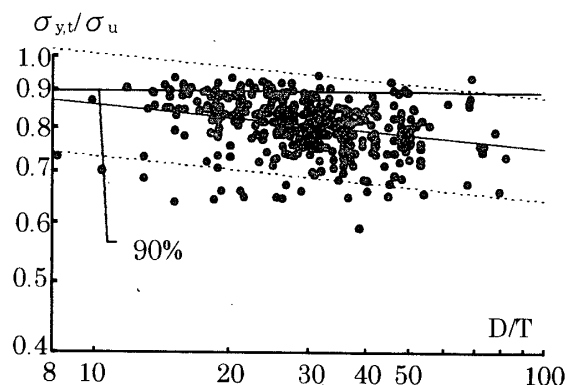


図 3. 降伏比と径厚比の関係

図4. は短柱圧縮試験の降伏耐力 ( $\sigma_{y,c}$ ) であり、これは引張試験の結果より平均的に低くなる。降伏応力度の規格を  $3.00\text{t/cm}^2$  とした場合に、径厚比が大きい領域において規格を満足しない実験資料もあり、実験資料の95%信頼限界は径厚比に依存する傾向が強い。

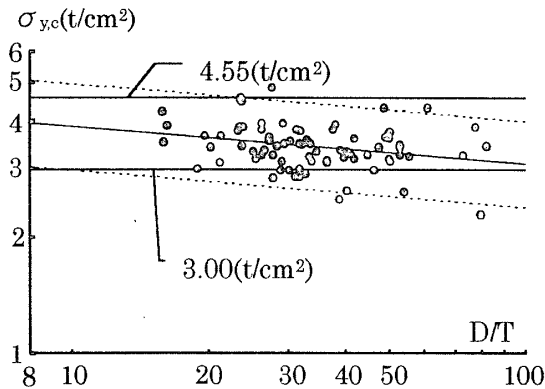


図4. 圧縮降伏応力度と径厚比の関係

### 3. 曲げ座屈終局耐力の実験資料

STK400の降伏応力度の設計値に  $3.00\text{t/cm}^2$  を使用した場合について、中心圧縮柱の終局耐力の実験資料と設計値との比較を試みる。

実験資料は文献5)の中から冷間成形のSTK400材のみを取り出している。部材の終局耐力( $N_{max}$ )の無次元化に、降伏応力度として引張試験と圧縮試験の降伏応力度を用いた降伏軸力( $N_{y,t}, N_{y,c}$ )を使用し、無次元化細長比( $\lambda'$ )の計算にもそれぞれの降伏応力度を用いた結果を図5.6.に示す。また、曲げ座屈の設計値として鋼構造設計規準3)と限界状態設計規準(案)4)を実験資料と併せて図示している。鋼構造設計規準は破線で示し、細い線が安全率を含み、太い線は安全率を無視している。限界状態設計は実線で同様に示している。

図5.から引張降伏応力度を設計に使用すると、短柱領域において危険側になり、実験資料の変動も大きいことが分かる。また、図6.から圧縮降伏応力度は残留応力などの複雑な成形の影響を含んだ値であるために、曲げ座屈終局耐力を評価するには適切な値であるといえる。

図7.は想定した設計用の降伏応力度( $3.00\text{t/cm}^2$ )を用いて降伏軸力( $N_{y,n}$ )と無次元化細長比を計算した結果である。そのために、各試験体の材料特性の変化を考えていないことになり、図6.と比較して変動が大きくなる。しかし、安全率を無視した鋼構造設計規準が平均値にほぼ対応し、低減率を無視した限界状態設計規準(案)がほぼ下限値に対応している。

### 4. まとめ

機械的な性質と曲げ座屈強度について、現在までに行われたロール成形円形鋼管の実験結果とBCR材の規格とを比較した。統計的な数値的検証を行っていないが、

\*1 熊本大学工学部 助教授・学博

\*2 熊本大学工学部 教授・工博

実験資料はBCR材の規格をほぼ満足している。

謝辞 本研究の一部に鋼材倶楽部の援助を得た。記して感謝します。

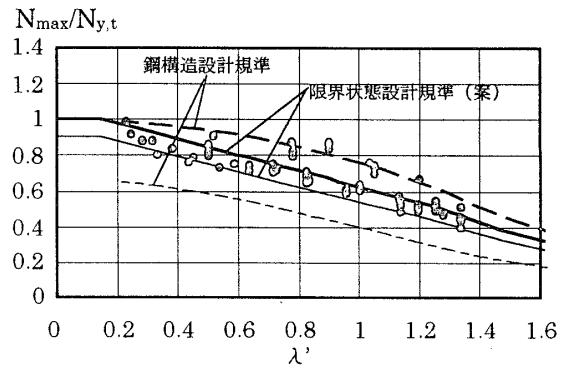


図5. 終局耐力と無次元化細長比の関係(引張降伏応力)

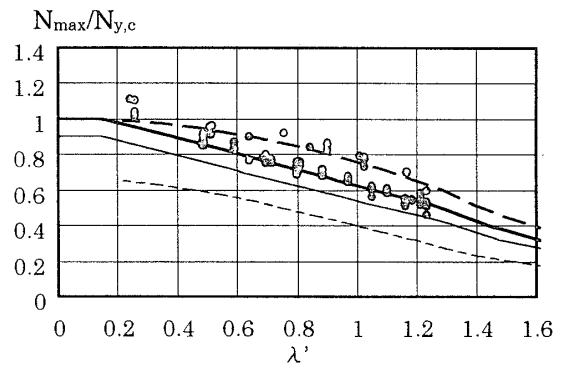


図6. 終局耐力と無次元化細長比の関係(圧縮降伏応力)

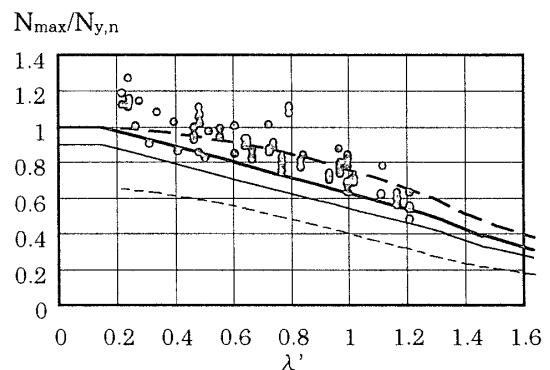


図7. 終局耐力と無次元化細長比の関係(設計降伏耐力)

### 参考文献

- 1) 鋼材倶楽部：建築構造用冷間ロール成形角形鋼管,1994,6
- 2) 越智健之、黒羽啓明：冷間成形円形鋼管部材の耐力と変形能の統計的評価、日本建築学会構造系論文報告集,391号、1988,9
- 3) 日本建築学会：鋼構造設計規準,1970
- 4) 日本建築学会：鋼構造限界状態設計規準(案),1990
- 5) 日本建築学会：鋼管構造の挙動と設計に関する最近の研究,1994,5

Assoc. Prof., Kumamoto University, Ph.D

Prof., Kumamoto University, Dr. Eng.