

I-28 構造用部材の強度分布

名古屋大学 正員 福本 晴士

名古屋大学 学生員 青木 徹孝

1. はじめに 安全かつ信頼しうる構造物を得るには、その構成要素の強度特性を知らなければならぬ。この研究は構造用部材の1つとして圧延H型鋼を取上げ、短柱試験およびフランジとウェブから切出した材の引張試験で得られる材料強度、諸元の値の分布を調べ、さらに柱の座屈強度分布と相互の関係を調べるのが目的である。ここでは主にそのうちの引張試験結果について記す。

2. 試験片と実験

材料は断面 $100 \times 100 \times 8 \times 6$ mm の圧延H型鋼 (SS41) で、長さ 11.5 m の材、15本を用意した。試験片はまず、切出し位置が不規則となるよう、各原材からそれぞれ長さ 500 mm の短柱一本を取出す。次にこの短柱をフランジ部とウェブ部とに切離し、フランジ部からは巾 60 mm と 50 mm の2種ウェブ部は巾 50 mm 1種を、平行部の長さはいずれも 220 mm のJIS 1号引張試験片を15本あて加工した。それぞれを順にF-1, F-2, Wの記号を付す。ひずみの測定は試験片の両面にそれぞれ引張方向に 20 mm 塑性ゲージ2枚、それと垂直方向に 10 mm 弾性ゲージ1枚を用いた。また簡単な装置により試験片に直接ダイヤルゲージ (ゲージ間長 150 mm) を取付けた。試験機はRiehle 型 100 t の能試験機である。塑性流動域でのひずみの測定は、ほぼ 0.3% のひずみ間隔でひずみを制御しながら行い、ひずみ硬化後は荷重制御とした。測定はいずれも試験機の油圧弁を同じ、ひずみ計の針がほとんど動かなくなった点で行なった。

測定項目は E (ヤング係数), ν (ポアソン比), σ_y (降伏点), σ_{ult} (最大応力), $\sigma_{0.2}$ (硬化開始ひずみ), E_{st} (硬化弾性係数) などである。

3. 実験結果とその分布

実験で得られた各項目についてヒストグラムをつくり、階級 x_i ごとの個数 f_i と総数 N から平均

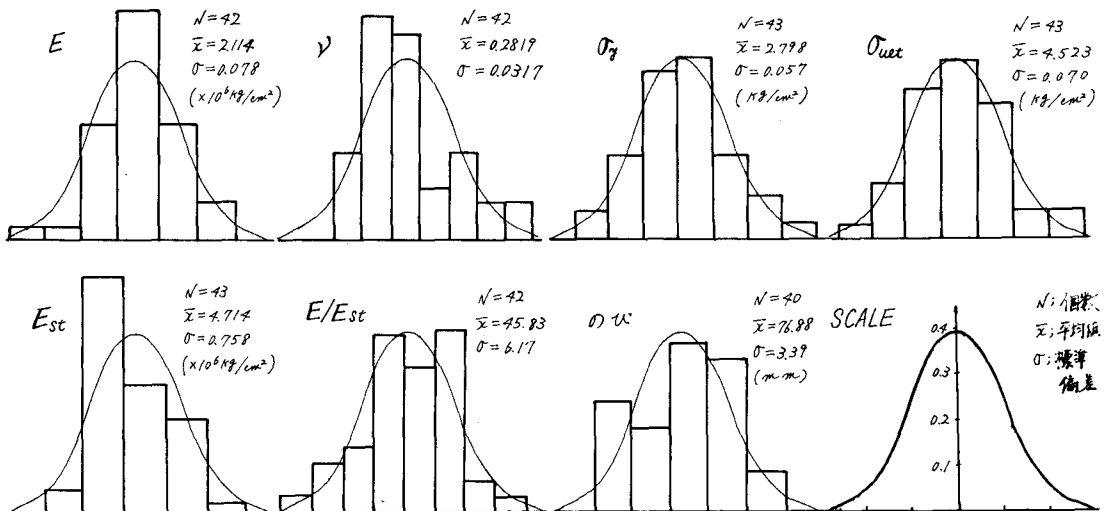


Fig. 1

値 $\bar{x}$ ，標準偏差 σ を次式から求め，さらに式(3)の正規化を行って図示すればFig. 1になる。図中の曲線は比較のために最も広く用いられる正規分布曲線も示してある。また図中に示した数値はデータ

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum x_i f_i \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

$$x'_i = (x_i - \bar{x}) / \sigma, \quad f'_i = f_i \cdot \sigma / N \quad (3)$$

個数 N ，平均値 $\bar{x}$ ，標準偏差 σ である。図から分るように， σ_y ， σ_{ult} の実験結果は正規分布と極めてよく一致しており，標準偏差も平均値に対してそれぞれ2.0%，1.6%と小さい。また E ， σ の偏差の平均値に対する割合は3.7%，11.3%でやや大きい。 E_{st} ， E/E_{st} ， σ に対するこの値はそれぞれ16%，13%，4.4%であった。

4. 柱の座屈強度分布の推定

細長比 (l/r) が与えられた柱の座屈強度は理論的には式(4)によって素材の接線弾性係数 E_t がわかれば定まる。実際には柱の材料の

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E_t / (l/r)^2 \quad (4)$$

不均質や元焼み，初期偏心など種々の不完全性から座屈荷重はばらつくが，このうち柱の接線弾性係数 E_t は溶接や圧延の際の残留応力をも含んでおり座屈荷重に最も大きな影響を及ぼすものと考えられる。これは普通，短柱圧縮試験(Stub Column Test)により求める。いま短柱圧縮試験によって応力-ひずみ曲線の平均値がFig. 2のよう

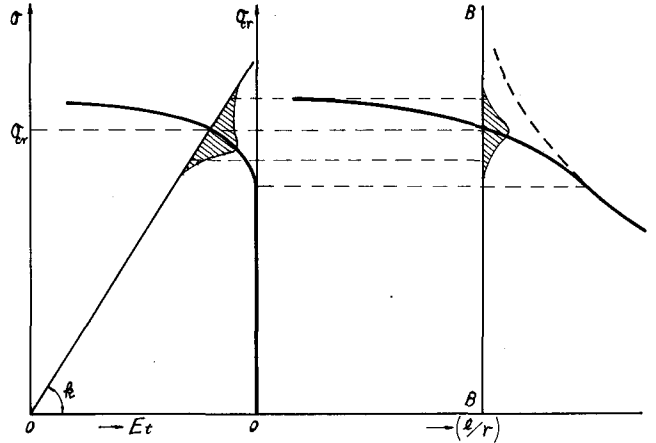


Fig. 2

Fig. 3

に得られたとすると，それに対応する座屈曲線はFig. 3として直ちに求めることができる。さて，Fig. 3である一定の細長比 (l/r) B-B について考えると，式(4)は次式(5)と同じで，この

$$\sigma = k \cdot E_t, \quad k = \pi^2 / (l/r)^2 = \text{一定} \quad (5)$$

関係が $\sigma-E_t$ 図(Fig. 2)のOA直線となる。すなわち，接線弾性係数 E_t のOA方向のばらつきが座屈曲線図ではある一定細長比での座屈強度のばらつきとなる。したがって材料試験によって $\sigma-E_t$ 関係のばらつきが求まれば，簡単な変換により座屈強度の分布が推定できることになる。実際の短柱，および座屈実験データによる解析は現在整理中である。

5. おわりに 最近の電子計算機による構造解析のめざましい発展とともに構造物の巨大化，軽量化が進み，より合理的な構造物の設計が望まれているが，真に最適と呼ばれる構造物は外力の出現確率および構造耐力の統計的性質を取入れた信頼性設計に基づいてはじめて可能となると言えるであろう。