

I-97

低降伏比高張力鋼の機械的性質に関するデータベース

大阪大学大学院 学生員 淵先弘一

大阪大学工学部 正 員 西村宣男

大阪大学大学院 学生員 菅田喜之

1. まえがき 高張力鋼の使用の拡大ならびに鋼構造物の動的極限強度に関する研究成果の蓄積により、鋼材の機械的特性の基本である応力-ひずみ関係について見直しの機運が製鋼技術者、建材開発担当者および鋼構造研究者に共通に高まってきている。建築構造物について強震時に要求される高い変形性能に対して、従来型の高張力鋼材の伸び性能の不足が指摘され¹⁾、降伏比を下げて伸び性能を改善した低降伏比高張力鋼が開発された。本研究では、まず、現在製作されている低降伏比高張力鋼の機械的性質を広範囲に調査し機械的特性のデータベースを作成し、降伏比、ひずみ硬化開始ひずみ、ひずみ硬化勾配、伸び等の特性分布を明らかにする。その結果より代表的な応力-ひずみ関係を特定し、断面強度と変形特性について低降伏比高張力鋼の特徴を理論的に明らかにする。

2. データベースの構造 低降伏比高張力鋼の機械的性質に関するデータベースは平成3年9月から各製鋼メーカーに対するアンケート形式で収集したものと現在当大学において継続中である引張試験によるものより構成されている。データはアプリケーションソフト、LOTUS 123 VER2.1Jに収納されている。低降伏比高張力鋼の機械的性質を比較するために下記のような項目について整理されている。

鋼種、試験片規格、板厚、上降伏点、下降伏点、引張強度、破断強度、ひずみ硬化係数、ヤング係数、ひずみ硬化開始ひずみ、降伏比、一樣伸び、全伸び、降伏棚の有無

3. 低降伏比高張力鋼の機械的性質 従来型の60キロ以上の高張力鋼の降伏比が0.85~0.9と高いのに対し、低降伏比高張力鋼（LYR鋼）は従来型と異なった圧延法により降伏比を0.8以下に抑え、伸び性能を改善したものである。このため地震時に部材が応力集中や応力勾配を受けた場合などに、従来型鋼よりも大きな塑性回転能を有することになる。必然的に同クラスで比較すると、LYR鋼が従来型鋼と同等の引張強度を確保するため降伏点の絶対値は従来型の高張力鋼より低くなる。その他、従来型高張力鋼と比較してひずみ硬化開始ひずみが小さいことが大きな特徴と言える。図-1にLYR鋼のデータベースから60, 80キロクラスの降伏点、引張強度、降伏比の頻度分布を示す。

60キロクラス

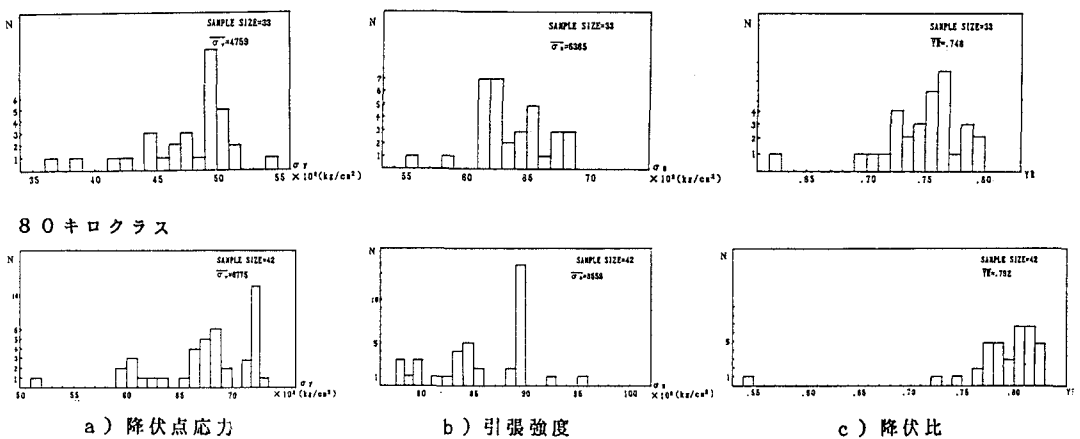


図-1 頻度分布（降伏点応力、引張強度、降伏比）

4. LYR鋼を用いたはり断面の強度特性

4.1 概要 LYR鋼を用いたI型はり断面の曲げ強度特性を調べるために立体板構造を対象としひずみ

硬化を考慮した弾塑性有限変位解析プログラムを用いて解析を行った。従来型鋼と比較するため60キロクラスのLYR鋼と従来型鋼を、またLYR鋼において降伏棚の有無の影響を調べるためデータベースから明らかにした70キロクラスの2種類の鋼材を選択した。

4.2 解析モデルと応力-ひずみ関係 本解析に導入した初期たわみと残留応力についてはLYR鋼の実測データが無いいため図-2に示す従来型鋼の実測データの平均値相当を用いた。図-3には解析に用いた鋼材の応力-ひずみ関係を示す。

4.3 限界幅厚比 図-4に極限強度解析より求めたそれぞれの鋼材の限界幅厚比を示す。縦軸にフランジ幅厚比パラメータ (λ_{pf})、横軸にウェブ幅厚比パラメータ (λ_{pw}) をとっている。降伏限界としては60キロクラスのLYR鋼と従来型鋼の2種類を比較し、塑性限界として、従来型60キロ鋼、LYR鋼（降伏棚有）とLYR鋼（降伏棚無）の3種類を比較した。LYR鋼と従来型鋼の降伏限界に違いは殆ど見られないものの、塑性限界については、従来型鋼、LYR鋼（棚有）、LYR鋼（棚無）の順に右側に移行して、より大きい幅厚比を使用できることが分かる。この理由は応力-ひずみ関係より、断面の一部が降伏した後、前記の逆の順にひずみ硬化域に入るからである。

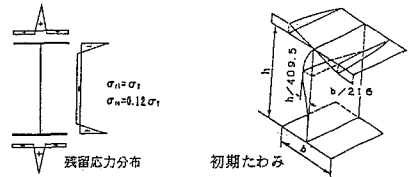


図-2 初期不整（初期たわみ、残留応力）

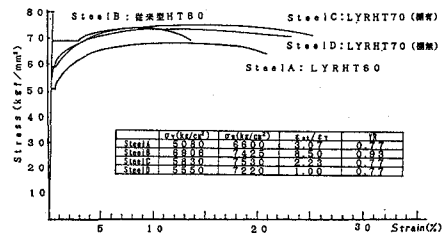


図-3 解析に用いる応力-ひずみ関係

4.4 変形特性 同じ60キロクラスのLYR鋼と従来型

鋼の変形特性を比較するため縦軸に塑性モーメント M_p で無次元化した強度をとり、横軸に無次元化した回転角をとりプロットし図-5に示す。また図-6にはLYR鋼（棚有）とLYR鋼（棚無）を同様にして比較したものである。回転能についてはLYR鋼、従来型鋼ともに幅厚比が小さくなるにつれて大きくなり、この様に幅厚比の小さな断面ではLYR鋼が従来型鋼よりはるかに大きな値を示す。図-5において縦軸の強度は M_p で無次元化しているが、従来型鋼がLYR鋼に比べ約35%降伏点が高いため実際の強度は従来型鋼が同程度高い。しかし幅厚比の小さな断面において、エネルギー吸収能力の面から比較するとLYR鋼が2倍以上の回転能を有しているのが有利であると言える。LYR鋼の降伏棚の有無による影響について降伏棚が無い方が高い回転能を示すが、今回得られた結果からはその差は僅かである。

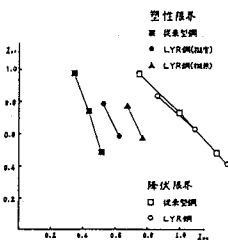
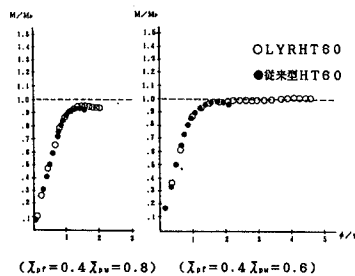
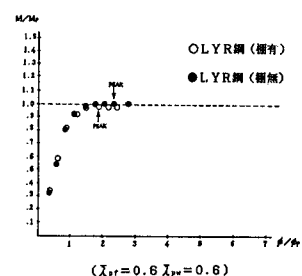


図-4 限界幅厚比

図-5 $M/M_p - \phi/\phi_p$ 関係図-6 $M/M_p - \phi/\phi_p$ 関係

5. 結論 降伏比が低く、ひずみ硬化開始ひずみの小さいLYR鋼が幅厚比に関して塑性限界が高いことを示した。現段階ではデータ数が少なくLYR鋼の機械的性質の統計的評価は困難であるが、製鋼各社の御協力により、本年度末を目標として統計的評価による機械的性質のまとめを予定している

《参考文献》

- 1) 加藤 勉: 建築用鋼材の降伏比について、鉄と鋼 (1988) 第6号