

曲げをうける鋼 I 形断面の降伏限界幅厚比に関する実験的研究

長野工業高等専門学校 正会員 ○永藤 壽宮

1. 目的

各種の鋼骨組構造物を対象とした統一的限界状態設計基準においては、塑性設計を可能とする厚肉断面部材から部材強度に対して、局部座屈強度が支配的となる薄肉断面部材までを含んだ部材強度の包括的評価法と断面強度の選択基準を定義する必要がある。

本研究では曲げを受ける鋼 I 形断面を対象として、断面強度と降伏限界幅厚比に関するフランジとウェブの相互作用の効果を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

(1) 供試体

プレートガーダーの曲げ耐荷力実験ではフランジの幅厚比パラメータがウェブのそれに比べて小さな断面に対象が限定されている。そこで本研究の目的であるフランジ幅厚比とウェブ幅厚比の任意の組み合わせについて、フランジとウェブの相互作用や応力再分配等の特性を調査し合理的な断面強度評価式を作成するために、代表的な設計基準による限界幅厚比パラメータをもとにフランジとウェブの幅厚比を組み合わせた供試体を設計した。また、供試体の一般形状を図-1に示す。供試体は実際の溶接サイズを守るように製作し、製作精度に関しても道路橋示方書の施工条件を満たすように設計した。テストパネルの両側の垂直補鋼材は道路橋示方書の必要鋼比を満たすように設計した。

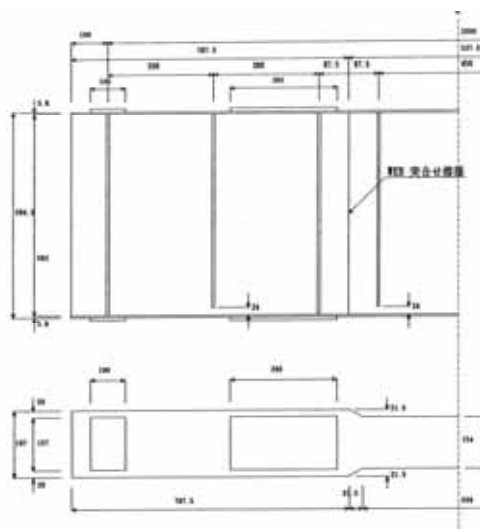


図-1 供試体の一般形状

(2) 荷重方法

供試体のスパン長ほすべて 2m とし两点単純支持で支え、スパン長の 3/10 点及び 7/10 点に 2 点集中荷重を荷重し、テストパネルを含む中央部分 45cm の区間を等曲げ状態とした。テストパネルの両側の隣接パネルの支点側垂直補鋼材の位置 2 箇所、横倒れ防止枠により面外変位を拘束した。荷重用装置は耐圧試験機 200t を用いた。実験状況を写真-1に示す。

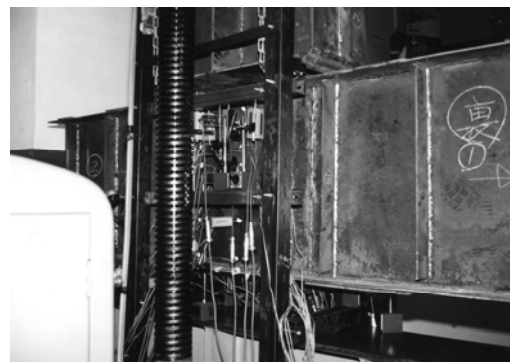


写真-1 供試体荷重実験状況

(3) 測定項目

変位：桁の鉛直変位はテストパネルの荷重点、中央点、1/4 点、3/4 点の位置に変位計を何れも下フランジ下面に取り付けて計測した。補助的に両側の支承の鉛直変位及びテストパネル中央の上フランジの面外変位も計測した。

ひずみ：テストパネルについて図-2に示す配置でひずみゲージを貼り付けて、計測した。

(4) 初期たわみと残留応力度

テストパネルのフランジ及びウェブについてメッシュ割りをを行い初期たわみを測定した。また残留応力度は、供試体のテストパネルの断面寸法を用いて切断法で行い、溶接後に鉄球を打ち込み距離をコンタクトゲージ(1/1000mm)で測定し算出した。解析結果よりフランジとウェブの溶接部では引っ張りを受けフランジ突出部では圧縮を受けており、上フランジ突出部及び下フランジ溶接部では早い荷重段階で降伏に達すると考えられる。

・キーワード 降伏限界, 弾塑性耐荷力実験, I 形断面

連絡先 〒381-8550 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL026-295-7098

(5) 材料試験

供試体のテストパネルに使用した公称板厚 4mm (SS400) について材料試験 (JIS5 号試験片) を行った。

3. 実験結果と考察

ウェブ幅厚比の低い供試体ではウェブの軸方向直ひずみ分布が上下対称になっているのに対して、ウェブ幅厚比が高い供試体ではウェブの圧縮側でひずみが拘束されている事が観察できる。これは、圧縮フランジの局部曲げによる局部座屈の変形によってウェブのひずみが制限されたと考えられ、ウェブ幅厚比が高いほどフランジの変形による影響を多く受けウェブのひずみが制限されるといえる

また同様に軸方向直ひずみ分布図を比較すると、上フランジとウェブの接合部においてフランジ幅厚比の低い供試体の方が直ひずみ大きい事が観察でき、フランジ幅厚比が高いほど、上フランジとウェブの接合部において変形能が大きくなると考えられる。

実験結果により、曲げを受ける I 形断面の降伏限界幅厚比は、ウェブとフランジの相互作用の影響を顕著に受けることが明らかになった。そこで実験値と、現行の代表的鋼構造設計基準における降伏限界幅厚比規定とを比較すると、図-2 に示すようになる。

ここで本研究での供試体を○でプロットしてみると、西村、大崎、長谷川らの研究の供試体●と合致する事が分かる。

実験により検証された降伏限界 (実線) にはば対応する限界幅厚比が規定されている基準は、DIN のみである。CSA 及び SIA は、ウェブの限界幅厚比を厳しく制限する代わりにフランジの幅厚比を大きくとっているが、AIJ は逆に、フランジの限界幅厚比を厳しく制限し、ウェブの幅厚比を大きくとっている。道路橋示万苦は、ウェブとフランジの両方とも中間的な幅厚比を採用している。

これに対して BS 及び AISC の限界幅厚比は、ウェブ

とフランジの両方に対して大きな幅厚比の採用を認めており、実験で示した降伏限界の外側になる板要素で構成された断面を使用する可能性がある事が予想される。

以上のことから BS 及び AISC を除いては、ウェブとフランジの相互拘束効果を考慮した降伏限界を導入することによって、基準によって個々に規定されている降伏限界に統一性を与えることが出来ることが解った。

参考文献

- ・西村宣男, 大崎史浮, 長谷川徹雄: 曲げ受ける鋼 I 形断面の局部座屈強度と限界幅厚比に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 37A, pp. 135-144, 1991.
- ・西村宣男, 吉田信博: 鋼 H 形断面柱部材の達成座屈強度特性と設計公式, 土木学会論文集, No. 398, pp. 311-318, 1988.
- ・前田幸雄, 大倉一郎: プレートガーダーウェブの初期たわみと疲労亀裂発生との相に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 319, pp. 1-11, 1982.
- ・土木学会: 座屈設計ガイドライン (福本壤土編) 第 3 章構造物の材料強度と初期不整, 技報堂, pp. 67-68, 1987.

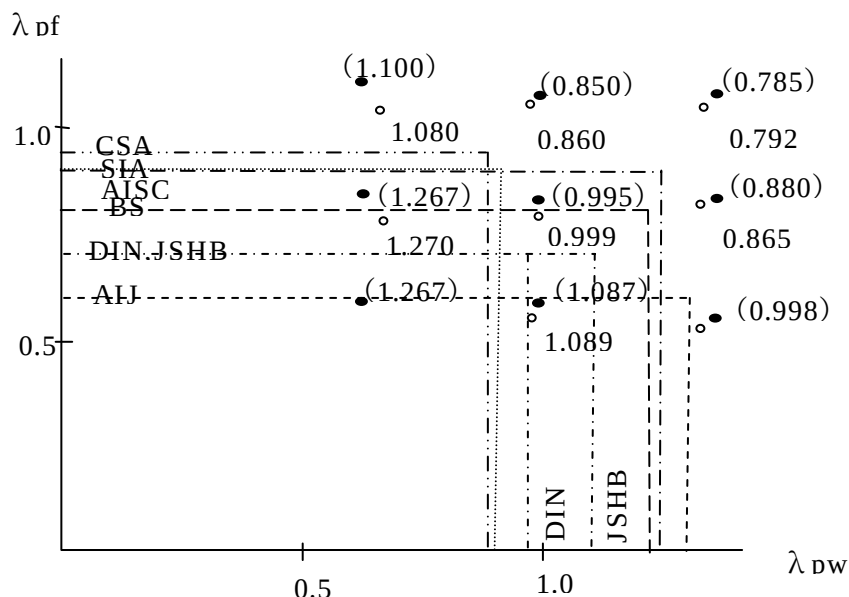


図-2 代表的設計基準の降伏限界との比較