

名古屋大学 正員 橋本 亨士

名古屋大学 学生員 大島 浩

名古屋大学 学生員 田中 信夫

1. はじめに

フレート加ーダーのように主として曲げに抵抗するように使用される鉄の耐荷力は、フランジの中央比を適当に与えることにより、圧縮側フランジの局部座屈を防止すれば、通常、横座屈強度によって決定される。従来からこれに関する研究は数多く行なわれてきているが、実験的研究においては、境界条件や荷重条件を考慮させることが困難であるがために、あまりおこなわれていない。

今回は、I形はりの両端にモーメントが作用した場合の弾性域および弾塑性域における横座屈の実験を、鋼質高張力鋼 (HT-80) を用いて、理論値と比較検討してみた。

2. 理論解

曲げおよびねじれに対して単純支持されたはりに純曲げモーメントが作用するときの横座屈強度 M_{cr} は非弾性域においては次式によって与えられる。

$$M_{cr} = \frac{\pi \sqrt{B_y}}{L} \sqrt{\left(C_T - \int_A \sigma^2 dA \right) + \left(\frac{\pi}{L} \right)^2 C_w}$$

また、横曲げおよびねじれに対して固定支持のときは、座屈有効長は $L/2$ となるから座屈強度 M_{cr} は、

$$M_{cr} = \frac{\pi \sqrt{B_y}}{L} \sqrt{\left(C_T - \int_A \sigma^2 dA \right) + \left(\frac{2\pi}{L} \right)^2 C_w}$$

となる。上式は密接時に発生する残留応力を考慮したものであり、 B_y は y 軸回りの曲げ剛度、 C_T は純ねじれ剛度、 C_w は曲げねじれ剛度、 $\int_A \sigma^2 dA$ は断面のせん断中心回りの付加トルクに関連した項である。

3. 実験概要

実験に使用した鉄材の断面寸法および長さ、載荷装置の限界寸法や載荷能力なども考えあわせて、横座屈強度が非弾性域に発生するようにした。材質は HT-80 で、その機械性質は引張試験により求めた $E = 2.163 \times 10^6$ kg/cm²、 $\sigma_y = 78.4$ kg/cm² を使った。これは全部で 12 本からなり、断面寸法は表 1 に示す D, E, F の 3 種とし、それぞれの断面に対して、

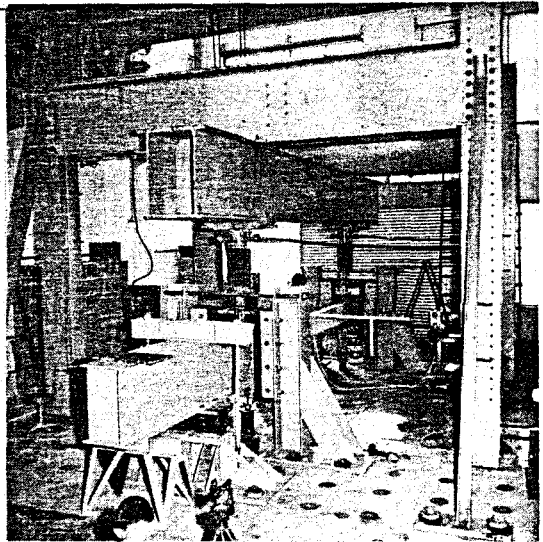


Photo Test-Setup

Table 1

TYPE	depth	width	web thickness	flange thickness
D	25.28	10.09	0.88	1.15
E	25.17	12.07	0.94	1.16
F	30.41	10.12	0.90	1.15

in cm

2.5 m, 3.0 m, 3.5 m のけたを1本づつ、また、D タイプに關しては溶接組立てによる残留応力の影響を考察するために、さらに各長さについて1本づつ焼鈍を行った。焼鈍条件は最高温度 555°C、継続時間は1時間である。

載荷装置は写真に示すように2本の剛な箱断面載荷けたの間に実験けたをボルトで剛接し、油圧30トンジャッキを基礎や載荷けたを介して、2点下向き載荷をおこなない。実験けたに等モーメントが作用するようにした。また載荷点に横変位の防止棒を設けた。したがって、実験けたでは横剛性に対する支持条件は固定支持となり、けたの座屈に対する有効長さは半分となる。

4. 測定および結果

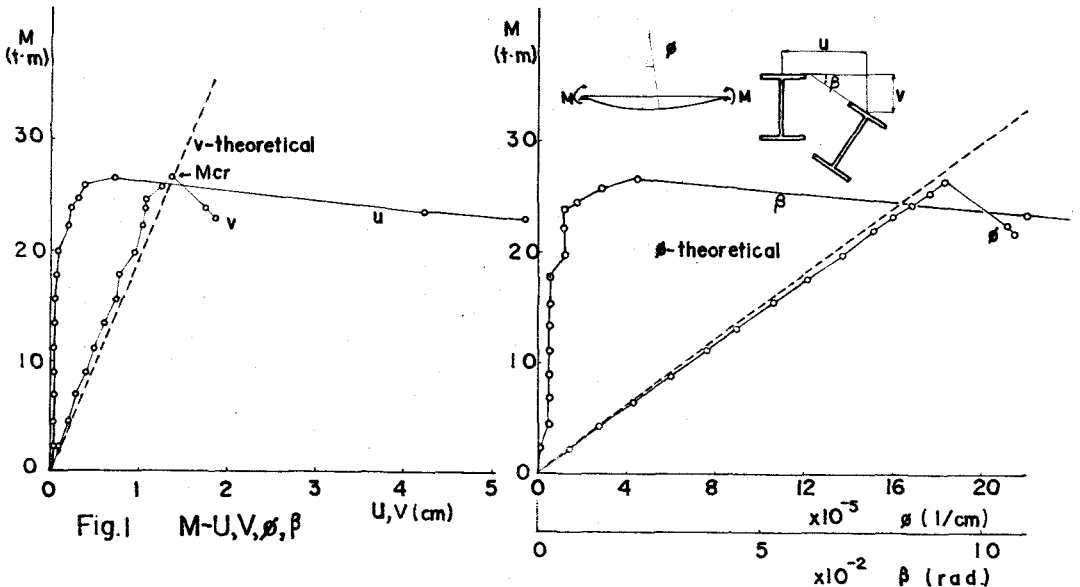
けたの垂直変位 (v)、水平変位 (u) および部材回転角 (β) は実験けたの中ば軸に平行に設けた2台のトランシットでスケールを用いて測定した。図-1 に曲げモーメントを縦軸にとって、スパン中央での u , v , β を示した。さらに横方向の変位の影響を知るために、下フランジに貼付した電気抵抗線ひずみ計によってひずみを測定した。実験したスパン中央のひずみより曲率 ρ を求め図-1 に付記した。これらの図から座屈強度 M_{cr} をつかむことができる。これらの図から推定した M_{cr} を M_y で無次元化して各タイプの L/r_y に対してプロットしたのが図-2 である。

部材回転角 (β) の測定はトランシットでは不正確なので上フランジにハンド・レベルを固定して測定した。その他、ダイヤルゲージ、塗装、写真を利用し実験進行の、そして資料整理の補助とした。

5. 考察

以上の実験結果から次のことが考えられる。

- 1) 図-1 の荷重-変形曲線からわかるように、HJ 80 のはりの横剛性座屈現象は明確につかむことができる。
- 2) 実験値は期待した値より一般に低い値を示している。この原因としては次の要があげられる



理論解のために用いた残留応力分布は、フランジ圧縮側最大残留応力を $0.3\sigma_y$ として求めたものであり、これは圧延物鋼の残留応力分布の標準型として用いられている。腐蝕の場合にはより大きな残留応力が発生しているものと考えられるので、それを考慮すると理論強度はさらに低下するものと思われる。

3) 図-3は横剛実験で得られた SM 50A, HT 80 の圧屈強度と曲げによる横剛側圧屈強度を圧縮側フランジを柱とみなし、フランジの水平方向の横剛側圧屈強度とみなしたときの強度曲線を示している。柱の圧屈では SM 50A の場合の無柱細長比 $\lambda_c = 90$ ($\sigma_c = 0.80\sigma_y$)⁽¹⁾, HT 80 では $\lambda_c = 65$ ($\sigma_c = 0.71\sigma_y$)⁽²⁾ により、遷移曲線を Johnson 双曲線とみなしたものである。この図から実験値は現行道路橋の曲げ圧縮応力度の基準となる 7113 柱の圧屈曲線と下まわっている。なお、SM 50A, HT 80 に対する曲げ圧縮許容応力度式を下の方に示している。

数値計算はすべて HITAC 5020 (東大計算センター) で行ない、実験は日本鉄道建設公団から名大土木科 (代表者菊池教授) への委託研究費の一部とあてた。

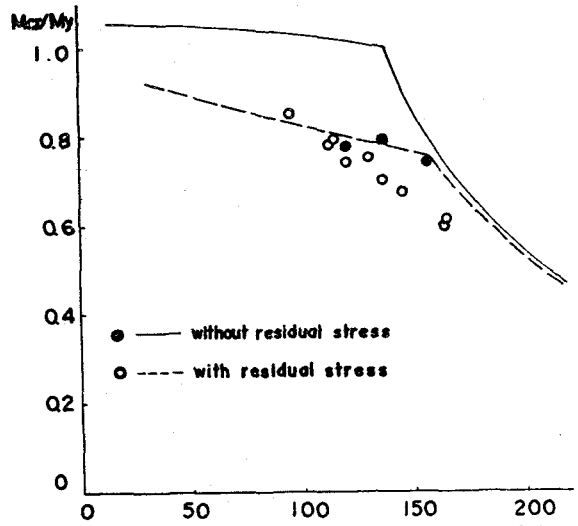


Fig.2 Lateral Buckling Strength L/r_y

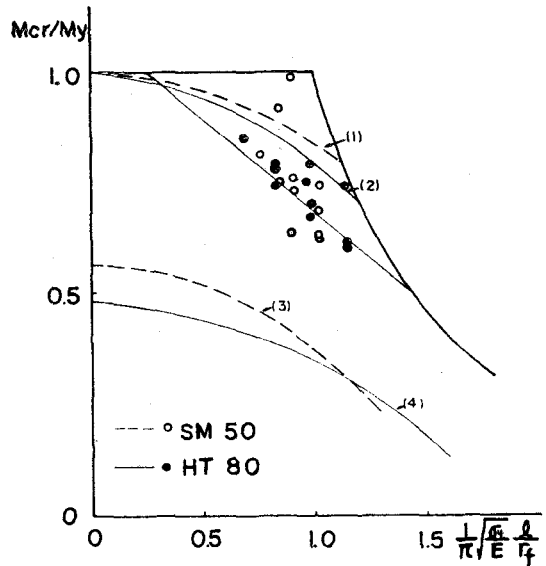


Fig.3 Summary of Test-Results

著者, 藤原: "工物断面ばりの横剛側圧屈強度" 工本学会年次学術講演会講演要旨 昭和42年