

I-21 おじり拘束のあるはりの横座屈強度

金沢大学 工学 西田 進

金沢大学 正 吉田 博

§1 まえがき

最近、高張力鋼を用いた、スレンダーな横断歩道橋、長径間プレート・ガーダー等が多く架設されている。これらは中員に比して、スパン長の大きい桁橋で横桁や対傾構、横構が用いられるが、橋全体の横座屈が問題となる。これらの桁橋は、スパン中間におじりに対する拘束バネを有する桁の組合せと考えられる。スパン中間におじれに対する拘束バネを有するはりの横座屈強度を知る事により、横桁、対傾構、横構の経済的間隔、部材断面の検討に役立つと思われる。

§2 横倒れ座屈実験

(a) 断面 実験に用いるはりの断面としては $200 \times 200 \times 8 \times 1/2$ の H 型鋼をガス切断により $200 \times 60 \times 8 \times 1/2$ の断面とし、スパン 3.25 m の 2 点曲げ試験用はり I 本、スパン 6.50 m の座屈実験用のはり 4 本を製作した。これらのはりより、上下フランジから各 2 枚、ウェブより 2 枚の引張試験片を製作し、引張試験を行った。その結果 $E = 2.13 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、降伏応力 $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.288$ を得た。

(b) 曲げ試験 予備実験としてスパン 3.25 m の同断面はりに両支点より $1/4 \text{ L}$ の点に 2 点集中荷重を作用させて、曲げ試験を行った。その結果を図-2 に示す。計算値より、たわみが大きく出るのは、ガス切断による残留応力の影響であると思われる。

(c) 座屈実験 座屈実験は図-5 に示すようにまず、Lower Beam を単純はりとして両端のローラ支承上に設置し、その上フランジ上で両支点より $1/4 \text{ L}$ の点に中間支承としてローラを置き、その上に Upper Beam をのせた。荷重は Upper Beam の両端に作用させることにより、Upper Beam、および Lower Beam に 2 点集中荷重を作用させることになり、またはりが横変位しても荷重の方向は変らない。また両端では、おじりに対して単純支持になるようにはりの側面にローラをつけ、両側から版でおさえた。最初の 1 組はスパン中間で無拘束の場合を、次に両支展より $1/4 \text{ L}$ の点でおじり留の棒を取りつけ、完全におじりを拘束した。図-3 は荷重と鉛直変位の関係を、図-4 は荷重と横変位の関係を図示した。

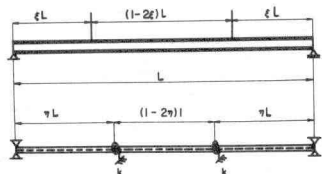
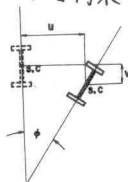
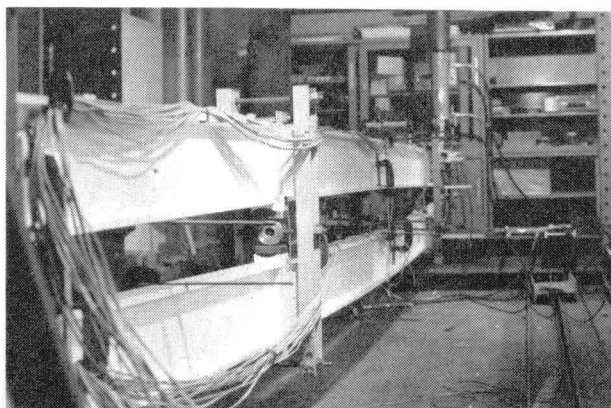


Fig. 1



§3 理論計算

両端単純支持で両端でねじりおよび横変位に対して単純支持であるはりに対し、座標軸を図-1のように仮定する。荷重、ねじり拘束バネは両支点よりそれぞれ、 $l/2$, $l/2$ の点に作用するものとする。ただし、 l はスパン長である。ねじり拘束バネ定数を k とすると、はりが横倒れ座屈する際、たかえんひすみエネルギー、およびバネがたかえんエネルギーは

$$U = \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ EI_z \left(\frac{d^4 u}{dz^4} \right)^2 + EI_z \left(\frac{d^4 v}{dz^4} \right)^2 + GK \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2 \right\} dz + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n k \varphi_i^2 \quad (1)$$

となる。ここに EI_z ははりの断面の z 軸まわりの曲げ剛度、 GK は St. Venant のねじれ剛度、 EI_θ ははり断面の曲げねじれ剛度、 u は横変位、 φ ははりのねじれ角、 φ_i はねじり拘束バネのある点でのはりのねじれ角である。外力 P はせん断中心より上 $h/2$ の点に作用するものとする、外力 P なる仕事量は

$$T = - \int_0^l 2H_z \frac{d^4 u}{dz^4} \varphi dz + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n P a_i \varphi_i^2 \quad (2)$$

である。ここに H_z は z 点でのはりの z 軸まわりの曲げモーメント、 φ_i は荷重点でのはりのねじれ角である。全エネルギーは $W = U - T$ となり境界条件を満足する横変位 u 、およびねじれ角 φ を式(3)のように仮定し、Rayleigh-Ritz の方法を用いると座屈荷重を計算する事が出来る。

$$\begin{aligned} u &= \sum_{i=1}^n A_i \sin \frac{i\pi}{2} z \\ \varphi &= \sum_{i=1}^n B_i \sin \frac{i\pi}{2} z \end{aligned} \quad (3)$$

§4 考察

理論計算値、および死荷重を考慮したものが図-4に示してある。これより実験の値は小さいが、これは残留応力の影響と考えられる。スパン中間にねじり拘束のある場合は座屈荷重は急激に大きくなり塑性域に入って座屈し、ねじり拘束が座屈に対して大きな影響を持つことがわかる。ねじり拘束を有するはりの弾塑性座屈強度を知るため、さらに実験および計算を進めている。

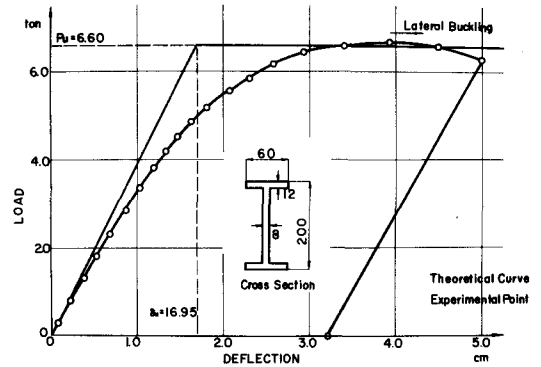


Fig. 2 LOAD DEFLECTION CURVE FOR BENDING TEST

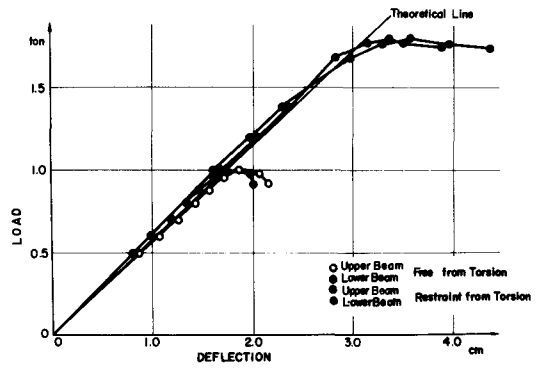


Fig. 3 LOAD-VERTICAL DEFLECTION

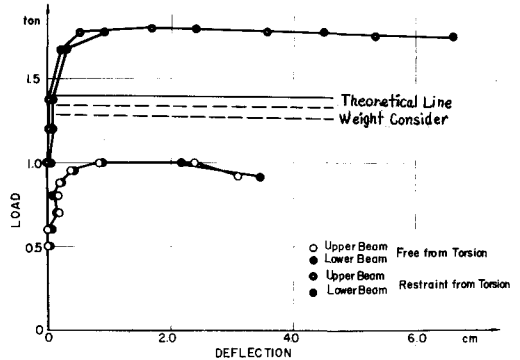


Fig. 4 LOAD-HORIZONTAL DEFLECTION CURVE

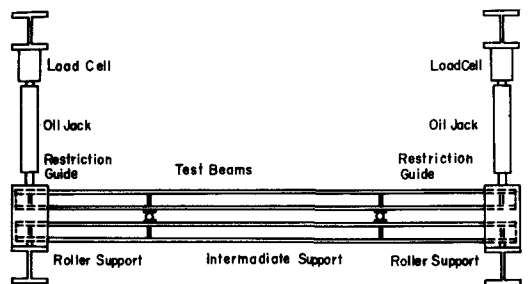


Fig. 5