

I-109 曲げとねじりとを受ける鋼箱桁の終局強度相関曲線に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正員 中井 博 大阪市立大学工学部 正員 北田俊行
 ○株栗本鉄工所 正員 村山泰男

1. まえがき

曲線箱桁橋は、曲げとねじりとの組合せ荷重を受ける構造である。ところが、曲げとねじりとを受ける薄肉箱断面部材で、局部座屈が先行する場合の終局強度については、現在のところまだ明確にされていない。この種の組合せ荷重を受ける鋼部材の終局強度は、目下、多数の研究者によって論議されている。しかし、曲げとねじりとを同時に受ける、鋼箱桁の終局強度についても、今後、数多くの実験や解析を行なって明らかにする必要がある。これまで筆者らは、実験的に無補剛の薄肉箱形断面梁の曲げとねじりとを受けた場合の終局強度特性を調べ、終局強度相関曲線を導いた^{1), 2)}。今回の研究では、曲線箱桁橋を対象に、曲げとねじりとを受け、補剛材を有する薄肉非対称箱形断面梁の終局強度特性を実験によって明らかにし、終局強度相関曲線について検討を行ったのでここに報告する。

2. 実験概要

実験装置は、曲げモーメント、およびねじりモーメントが任意な組合せで同時に載荷できるように設計した。実験供試体には、図-1に示す寸法を有し、圧縮フランジに応力勾配が生じるような断面を採用した。圧縮補剛板、および腹板は、現行の道路橋示方書³⁾の規定を満足するように設計した。ちなみに、圧縮補剛板の幅厚比バラメータ R_R は、0.798である。実験では、4体の供試体を用意し、それぞれ、表-1に示す載荷方法で、曲げとねじりとの比を一定に保ちながら崩壊実験を行った。

3. 実験結果と考察

崩壊実験に先立ち、低荷重レベルで数回の弾性実験を行った。本研究で試作した実験装置の機能・精度を確認し、また供試体に所定の応力状態が実現されているかを十分に検討した上で、崩壊実験に移った。崩壊実験においては、崩壊に至るまでの挙動を詳しく観察した。

図-2(a)～(c)には、供試体M1、T2、およびMT4のモーメント-ひずみ曲線の一例を示す。

これらのモーメント-ひずみ曲線とモーメント-変位曲線、および各供試体の崩壊状態から考察すると、つぎのようなことがいえる。

- (1) 純曲げ載荷：圧縮フランジの局部座屈後、両フランジとも降伏状態に達し、腹板断面が全塑性状態に達する途中段階で圧縮フランジに補剛板としての座屈が生じ、崩壊に至った。
- (2) 純ねじり載荷：純せん断に対するパネルが最も大きい左側腹板でせん断座屈が生じ始め、その後に、右側腹板、および補剛材の少ない上フランジでもせん断座屈して崩壊に至った。
- (3) 曲げとねじりを同時に載荷：下フランジにおいて、補剛材を含む補剛板の曲げ座屈とねじりによるせん断座屈とが連成した座屈現象により、崩壊に至った。

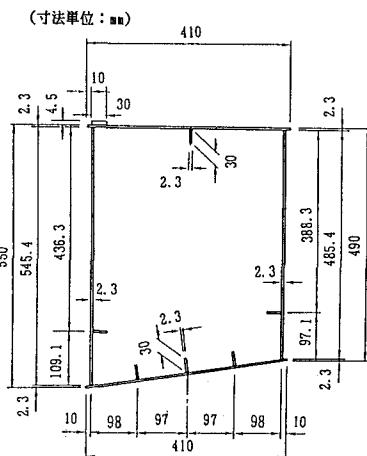
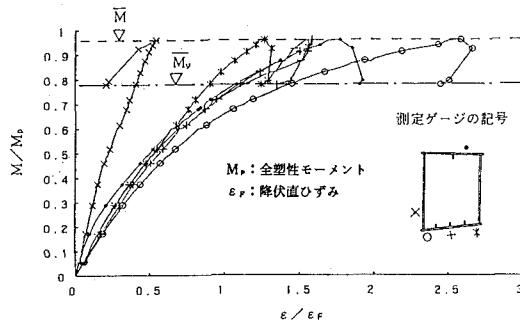


図-1 供試体断面寸法

表-1 載荷方法

供試体 No.	載荷荷重
M 1	純曲げ M
T 2	純ねじり T
MT 3	(ねじりモーメント T / 曲げモーメント M) = 0.866
MT 4	(ねじりモーメント T / 曲げモーメント M) = 0.288



(a) 供試体M1

実験によって得られた各実験供試体の終局強度を、表-2に示す。

4. 終局強度相関曲線の推定

表-2の曲げとねじりに関する終局強度の相関関係をプロットしたものを、図-3に示す。

腹板の崩壊が先行した純ねじりの耐荷力と、圧縮補剛板の座屈により崩壊に至った他の荷重の耐荷力とにあは、当然、差異が生じている。そこで、図-3より、圧縮フランジの崩壊に着目した3つの供試体では、文献1)で提案された梢円形の相関曲線にのるものと仮定し、種々な検討の結果、次式を導いた。

$$\left(\frac{M_u}{\alpha_0 M_p}\right)^2 + \left(\frac{T_u}{\beta_0 T_p}\right)^2 = 1 \quad (1)$$

$$\text{ここに, } \alpha_0 = 0.958, \beta_0 = 0.916 \quad (2)$$

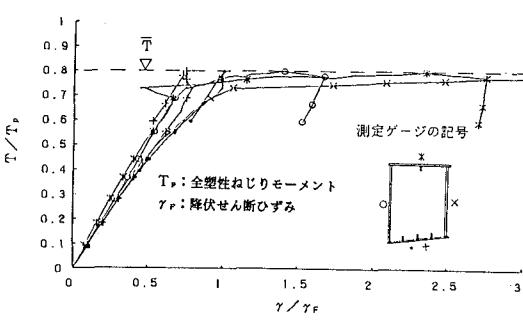
また、今回の実験結果より、式(1)の適用限界は、 $T/T_p = 0.752$ となる。すなわち、 T/T_p が0.752よりも小さい場合、式(1)は、有効である。しかし、 T/T_p が0.752を超えると、腹板のせん断崩壊が先行するために、式(1)は適用できなくなる。

5. あとがき

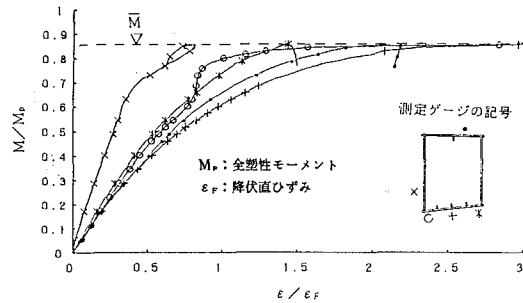
本文では、実験結果からのみ終局強度相関曲線について考察した。今後、さらに解析的な立場より、曲線箱柵の終局強度について検討を試みる。なお、実験には、当時学生の下田健司君(現 大阪市)の協力を得たことを付記する。

【参考文献】

- 中井 博・村山泰男・北田俊行・高田佳彦：曲げとねじりとを受ける薄肉箱形断面梁の極限強度に関する実験的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.36A，1990年3月
- 中井 博・北田俊行・國廣昌史・中村清孝・岸田和人：組合せ断面力を受ける薄肉箱形短柱の局部座屈を考慮した終局強度相関曲面に関する実験的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.36A，1990年3月
- 日本道路協会：道路橋示方書・同解説II. 鋼橋編，丸善，1990年2月



(b) 供試体T2



(c) 供試体MT4

図-2 モーメント-ひずみ曲線

表-2 終局強度の実験結果

供試体 No.	M_u (tf·m)	T_u (tf·m)	$\frac{M_u}{M_p}$	$\frac{T_u}{T_p}$	I_u
M1	25.53	0	0.958	0	0.958
T2	0	12.03	0	0.796	0.796
MT3	13.60	11.36	0.553	0.752	0.933
MT4	21.06	6.19	0.856	0.409	0.949

$$I_u = \sqrt{\left(\frac{M_u}{M_p}\right)^2 + \left(\frac{T_u}{T_p}\right)^2}$$

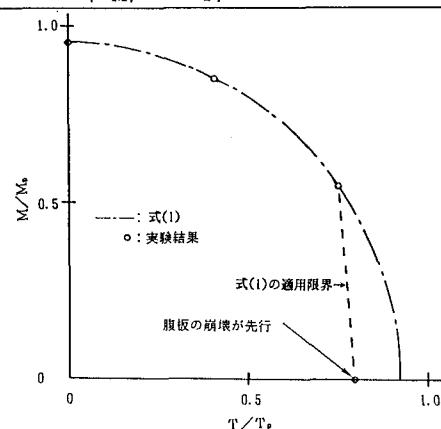


図-3 曲げとねじりの終局強度相関曲線