

曲げとねじりとを受ける鋼箱桁の終局強度に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
○銕栗本鉄工所 正 員 村山泰男

大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
大阪市 下田健司

1. まえがき

わが国の設計法は、現在、許容応力度設計法から限界状態設計法へ改訂すべく鋭意検討がなされている。限界状態設計法では、構造物の終局強度を知ることが一つの重要な課題で、各種の組合せ荷重を受ける鋼部材の終局強度が、目下、多数の研究者たちによって論議されている。曲げとねじりとを受ける鋼部材の場合、局部屈曲が起こらない断面では、曲げとねじりとの全塑性相関曲線を用いて終局強度が求められるとの提案が定説化されつつある。しかし、薄肉箱桁断面で、局部屈曲が先行する場合を含めた終局強度については、現在のところまだ明確にされておらず、数多くの実験や解析を行って、あらゆる場合に対応しておく必要があるように思われる。これまでの実験的研究では、無補剛の薄肉箱桁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、終局強度相関曲線が導かれてきた¹⁾。そこで、今回の研究では、曲線箱桁橋を対象に、補剛材を有する薄肉箱桁断面梁の曲げとねじりに対する終局強度特性を明らかにし、終局強度相関曲線を導くことを目的として一連の実験を実施した。

2. 実験概要

図-1には、本実験で用いた薄肉箱形断面梁の崩壊実験装置図を示す。この装置は、曲げモーメント、および、ねじりモーメントの任意な組合せ荷重を同時に載荷できるように設計されている。

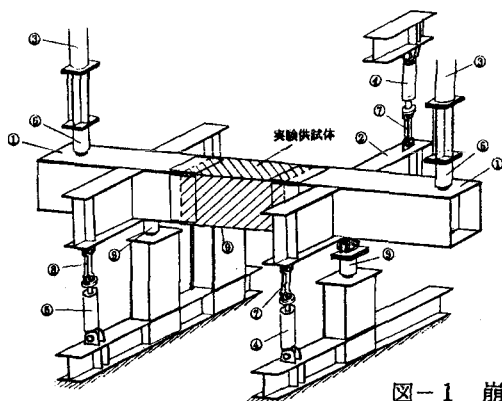


图-1 崩塌实验装置图

図-2には、実験供試体の断面寸法を示す。供試体の断面は、圧縮フランジに応力勾配が生じるように設計した。圧縮補剛板としての各種パラメータは、現行の道路橋示方書²⁾に従って種々の照査を行ってある。また、圧縮補剛板の幅厚比パラメータ R_R は、0.798である。実験では、4体の供試体を用意し、それぞれの載荷方法を表-1に示すように決定した。

3. 実験結果

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性能・構成を確認し、供試体に所定の応力状態が再現されているかを十分検討した上で、崩壊実験を行った。

崩壊実験においては、崩壊に至る挙動を観察した。また、実験に

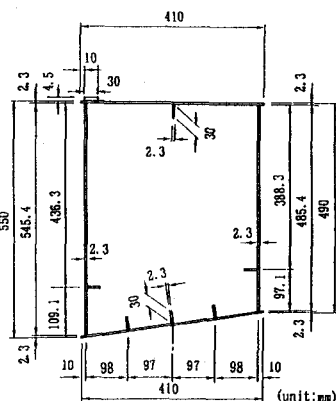


图-2 断面寸法图

よって得られたモーメント－ひずみ曲線、およびモーメント－変位曲線から、各供試体の崩壊状況について考察すると、次のようなことがいえる。

(1) 純曲げ荷重の場合、圧縮フランジの板パネルの局部座屈後、両フランジとも降伏状態となり、腹板断面全体が塑性域となる途中段階で補剛板としての座屈が生じ、崩壊に至った。

(2) 純ねじり荷重の場合、純せん断に対するパネルが最も大きい腹板でせん断座屈し、その直後に、補剛材の少ない上フランジでもせん断座屈し、崩壊に至った。

(3) 曲げとねじりを同時載荷した場合、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。

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。また、これらの終局強度の相関関係図を、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)で提案された楕円形の相関曲線にのものと仮定し、種々な検討の結果、次式を導いた。

$$\left(\frac{M_u}{\alpha_o M_p}\right)^2 + \left(\frac{T_u}{\beta_o T_p}\right)^2 = 1, \quad \alpha_o = 0.958, \quad \beta_o = 0.916 \quad (1)$$

ここで、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、腹板の崩壊が先行するため、式(1)は適用できなくなる。

4. まとめ

本研究で明らかになったことをまとめると、以下のとおりである。

- (1) 幅厚比パラメータ $R_k (=0.798)$ を有する圧縮フランジから構成される本実験供試体は、崩壊実験の結果、部分パネルの局部座屈が卓越し、その後に終局状態に至った。
- (2) 圧縮補剛板に着目した終局強度相関式として、式(1)が得られた。このように、補剛材つき薄肉箱形断面の終局強度相関式が、文献1)と同様に、楕円形の相関曲線で近似できることを明らかにした。
- (3) 幅厚比パラメータ $R_k (=0.798)$ 程度の圧縮フランジからなる薄肉箱形断面が、曲げとねじりを受けて終局状態にいたる場合、局部座屈が卓越して起こると考えられる。すなわち、曲げ座屈、せん断座屈、および、それらの連成した局部座屈の終局強度に与える影響を、十分に考慮する必要がある。
- (4) 様々な補剛材を有する薄肉箱形断面梁の終局強度の一般式については、さらに実験、および解析を行い、検討する必要がある。

【参考文献】

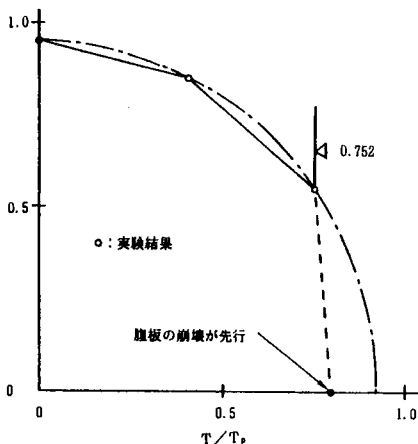
- 1) 中井 博・村山泰男・北田俊行・高田佳彦：曲げとねじりを受ける薄肉箱形断面梁の極限強度に関する実験的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol. 36A，1990年3月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ．鋼橋編，丸善，1979年2月
- 3) 中井 博・北田俊行・國廣昌史・中村清孝・岸田和人：組合せ断面力を受ける薄肉箱形短柱の局部座屈を考慮した終局強度相関曲面に関する実験的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol. 36A，1990年3月

表－1 載荷方法

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

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
M 1 T 2	23.53 0	0 12.03	0.958 0	0 0.796	0.958 0.796
MT 3	13.60	11.36	0.553	0.752	0.933
MT 4	21.06	6.19	0.856	0.409	0.949



図－3 終局強度の相関曲線