

曲げとねじりを受けるコンクリート充填円鋼管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 北田俊行 大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
 阪神高速道路公団 正 員 吉川 紀 ○鹿島建設 正 員 東田卓也

1. まえがき

標識柱にコンクリートを充填した合成鋼管を用いれば、従来のように鋼製柱を用いる場合より鋼管が小さくなり、スレンダーで景観上好ましい標識柱にできる。標識柱には、標識板に作用する風荷重により、曲げとねじりとは同時に作用する。しかし、曲げとねじりとは同時に作用する合成部材の耐荷力特性については、ほとんど明らかにされていないのが現状である。そこで、本研究においては、この種の合成部材の耐荷力特性を明らかにするために実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 実験供試体 実験供試体の断面形状を、図-1に示す。この図に示すように、実験供試体は、鋼製柱供試体4体、および合成柱供試体4体からなる。

(2) 載荷方法 図-2に示す載荷方法により、実験供試体の着目断面に、ねじりモーメント、曲げモーメント、および曲げとねじりモーメントを導入した。

3. 合成断面の限界状態

(1) 全塑性状態 曲げとねじりを受ける合成断面の全塑性状態は、次式によって算定する。

$$\left\{ \left(\frac{M_{p0}}{M_{p0}^*} \right)^2 + \left(\frac{T_{p0}}{T_{p0}^*} \right)^2 \right\}^{1/2} = 1 \quad \dots (1)$$

ここに、 M ：作用曲げモーメント、 T ：作用ねじりモーメント、 M_{p0} ：図-3に示す応力分布を仮定して求める全塑性曲げモーメント、 T_{p0} ：コンクリートのせん断強度を $f_o/2$ (f_o ：コンクリートの圧縮強度) として求める全塑性ねじりモーメント¹⁾である。

(2) 降伏状態 曲げとねじりを受ける合成断面の降伏状態は、次式によって算定する。

$$\left\{ \left(\frac{M_{y0}}{T_{y0}} \right)^2 + \left(\frac{T_{y0}}{T_{y0}} \right)^2 \right\}^{1/2} = 1 \quad \dots (2)$$

ここに、 M_{y0} ：図-4に示す応力分布を仮定して求める降伏曲げモーメント、 T_{y0} ：鋼管の降伏せん断応力により決定する合成断面の降伏ねじりモーメントである。

4. 実験結果

(1) 終局限界状態 実験により得られた終局断面力を、図-5の相関図にプロットする。同図より、実験供試体SC-MT2を除き、合成柱

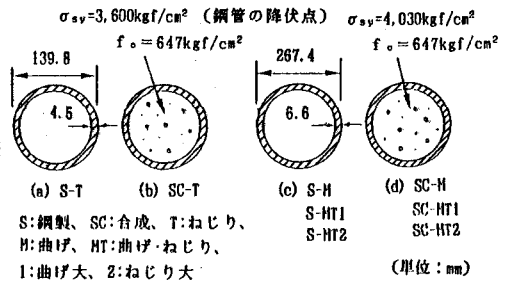


図-1 実験供試体の断面寸法

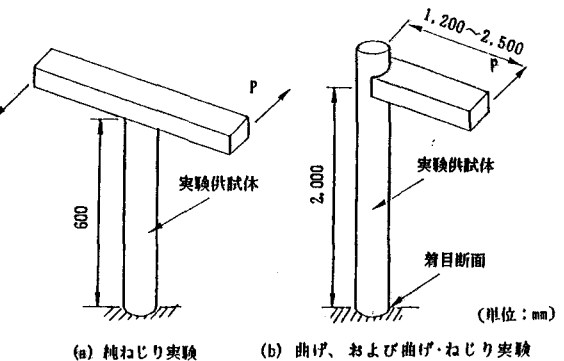


図-2 載荷方法

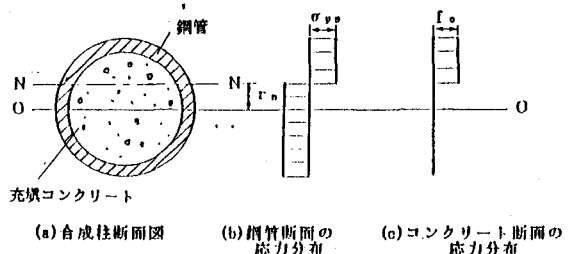


図-3 合成断面の全塑性状態における応力分布

供試体の実験結果は、曲げモーメントが卓越するにつれて、式(1)の全塑性相関曲線から外側へと離れていくことがわかる。実験供試体SC-MT2の結果が内側に位置しているのは、載荷装置の関係で同供試体では、終局荷重まで載荷できなかったためである。曲げが卓越する実験供試体の終局強度が全塑性強度を上回ったのは、充填コンクリートが鋼管により拘束されているために、引張側のコンクリートにひび割れが発生し膨張すると、圧縮側のコンクリートが3軸応力状態となり、見かけ上、圧縮強度が上昇するためである。鋼管に作用するフープ応力の実測値をもとに、次式によって、充填コンクリートの見かけ上の圧縮強度 σ_3 を求める。

$$\frac{\sigma_3}{f_c} = 1 + k \frac{\sigma_1}{f_c} \quad (\sigma_1: \text{側圧}) \quad \cdots (3)$$

この σ_3 を用いて、全塑性相関曲線を求めると、図-5に示すように、それと実験結果とがよく一致することがわかる。

(2) 降伏限界状態 作用断面力断ひずみとの関係図より、ひずみが急増し始める点を実験降伏限界状態と定義する。そして、この実験降伏限界状態における断面力を図-6にプロットする。この図より、合成柱供試体の実験降伏限界状態は、式(2)で与えられる合成断面としての理論降伏相関曲線よりは、コンクリートを無視した鋼断面の全塑性相関曲線を、0.95倍に縮尺した相関曲線に適合していることがわかる。

5. まとめ

1) 鋼管のフープ応力により上昇する充填コンクリートの見かけの圧縮強度、およびせん断強度を用いて、それぞれ M_{po} 、および T_{po} を計算すれば、曲げとねじりを受けける合成円形断面の終局限界状態は、式(1)によって評価することができる。

2) 合成断面の実験降伏限界状態は、鋼断面の全塑性相関曲線を縮尺した相関曲線で評価することができる。

参考文献 1) 北田俊行・中井 博・才村幸生・神崎昭雅: コンクリートを充填した鋼製箱形断面部材の終局ねじりモーメントに関する実験的研究, 土木学会論文集 (投稿中) 2) 松井千秋: 合成構造の試設計と問題点, II. 基本構造部材の力学的性質と問題点 (2), 講座第3回, コンクリート工学, Vol. 27, No12, pp80~90, 1989年12月

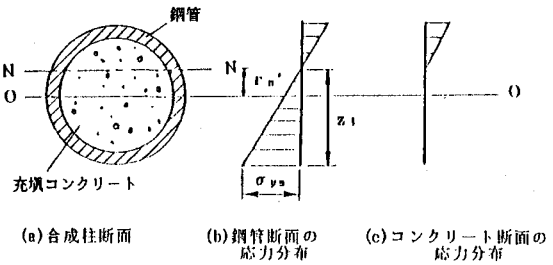


図-4 合成断面の降伏限界状態における応力分布

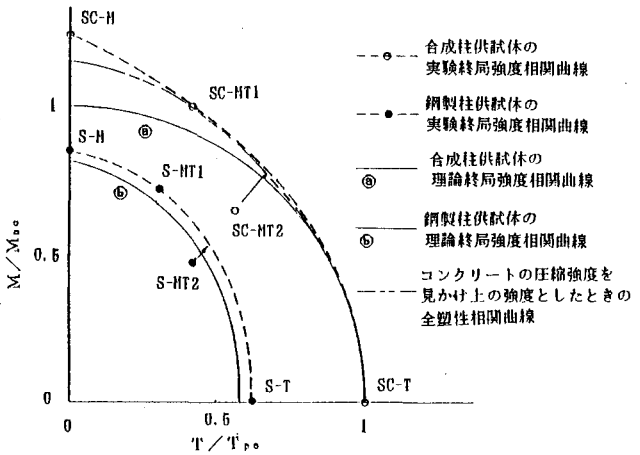


図-5 全塑性相関曲線

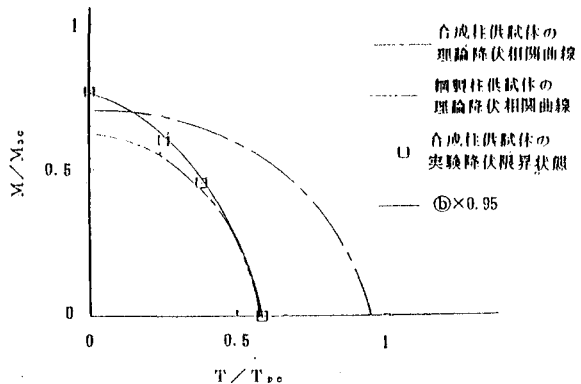


図-6 合成柱供試体の降伏限界状態