

大阪市立大学

正員 中井 博

阪神高速道路公団

〇吉川 紀

同上

・ 富田 稯

東京エンジニアリング(株)

・ 由井洋三

1、まえがき 都市圏の高速道路網計画における橋脚の設計条件は、近年、その立地条件である地形、空間利用等の制約が厳しく、さらに、我国特有の風や地震等の自然条件も加わるなど益々過酷となる傾向にある。そこで、筆者らは、引張りに対して強靱な鋼管に圧縮に対して有利なコンクリートを充てんした柱(以後、合成柱と略称)を橋脚に採用すべく研究を行ってきた。すなわち、合成柱の力学的利点は、極めて靱性に富み、耐震性に有利であること、鋼製柱の弱点である局部座屈の発生をコンクリートにより阻止し、コンクリートの脆性崩壊、剥落を鋼管により防止することで耐荷力及び剛度が増加し、鋼重及びたわみの減少が可能なることである。ここでは、柱部材の基礎実験として行なった軸力と曲げを受ける合成柱の静的挙動について報告する。

2、載荷実験 実験に用いた供試体の形状、寸法、材料強度等を表-1に示す。供試体は、円形断面、正方形断面の2断面形状で、各々につき鋼管のみ(S)、コンクリート充てん-スタッドなし(C)、コンクリート充てん-スタッド有り(D)の合計6体とした。なお、本供試体は、 $R/t=31\sim36$ となり、局部座屈と全体座屈の混在する柱である。円形供試体は、 $\phi 200\text{mm}$ 、正方形供試体は、 $178\times 178\text{mm}$ 、板厚及び材質は、いずれも、 3.2mm 、SM50材である。スタッドジヤールは、 $\phi 3.0\text{mm}$ 、長さ 20mm 、ピッチ 45mm で配置した。

実験装置を図-1に示す。荷重は、軸方向偏心荷重を油圧ジャッキを用いて載荷した。軸力による応力度と曲

表-1 供試体一覽表

げによる応力度の比は、阪神高速道路公団が56年度に実施した「鋼製橋脚の実績調査」に基づいて設定し、

弾性実験 $\sigma_n/\sigma_m = 0.7/0.3, 0.2/0.8$ の2種類

破壊実験 $\sigma_n/\sigma_m = 0.2/0.8$ の1種類とした。

測定は、鋼管のひずみ及び変位について行ない、鋼管のひずみは、軸方向、円周方向の2方向をひずみゲージで計測した。変位は、変位計を用いて軸直角方向を計測した。

3、実験結果と考察 破壊実験($\sigma_n/\sigma_m = 0.2/0.8$)の実験結果と理論値との比較を表-2に示す。理論値は、有限変形を考慮した弾塑性解析のみでできるC.D.C法(柱たわみ曲線法)で解析した。ここで用いた仮定は、①平面保持が成立すること。②コンクリートの引張強度は、無視すること。③コンクリートの応力-ひずみ曲線は、 $0.8\sigma_{ck}$ に達した後、単調減少する次式を用いる。

$$\frac{\sigma_c}{0.8\sigma_{ck}} = \frac{2\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_m}\right)}{1 + \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_m}\right)^2} \quad \text{ここで:} \quad \epsilon_m = 0.00243$$

供試体略号	鋼管形状	寸法 (mm)	鋼管降伏点 (kg/cm ²)	充てんコンクリート	コンクリート強度 (kg/cm ²)	スタッドジヤール
○-S	円形	$\phi 200 (t=3.2)$	3670	無	—	—
○-C	"	"	"	有	380	無
○-D	"	"	"	"	"	有
□-S	正方形	$178\times 178 (t=3.2)$	"	無	—	—
□-C	"	"	"	有	380	無
□-D	"	"	"	"	"	有

鋼管のヤング係数 $E_s = 1.92 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

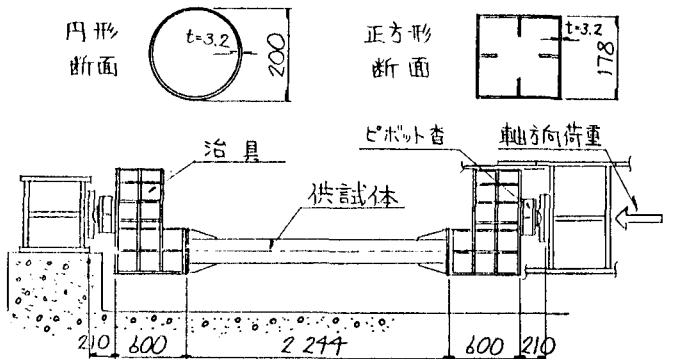


図-1 実験装置図

④材料強度には、材料試験による値を用いる。

さらに、許容軸力は、鋼管部のひずみが990
 μ ($=\sigma_a/E_s$, S M50の許容応力度 $\sigma_a = 1900 \text{ kg/cm}^2$ に相当) に達した時の値である。

図-2に荷重比-タワミ曲線を、図-3に荷重比-ひずみ比曲線を示す。

合成柱の最大耐荷力は、荷重状態が σ_m : $\sigma_m = 0.2 : 0.8$ と曲げ応力度の比率が高い場合でも、鋼管柱のみの場合に較べて1.3~1.4倍の耐荷力を有していると思われる。

鋼管柱は、鋼材の降伏点応力度以下のひずみ ($\epsilon_c/\epsilon_y = 1.0$ 以下) で局部座屈が発生し、荷重比-ひずみ比曲線が直線性を失うのに対して、合成柱では降伏点ひずみ ($\epsilon_c/\epsilon_y = 1.0$) 付近まで急激なひずみの増加は見られない。これは、充てんコンクリートにより鋼板の座屈が外側にしか発生し得ないので局部座屈の発生が生じにくくなったためと考えられる。

荷重比-ひずみ比曲線が、降伏点ひずみ付近まで、ほぼ直線性を保っており、巨視的には、鋼管と充てんコンクリート間のひずみの適合条件が満足されていると考えられる。

最大耐荷力は、スタッドジベルの有無にほとんど関係しない結果を得た。これは、部材両端部が拘束されているため充てんコンクリートの抜け出しが防止されているためと考えられる。

4. 結論

- 1) 合成柱は、曲げ応力度の占める比率が高い場合でも鋼管柱に比べ、1.3~1.4倍の耐荷力を有し、スタッドジベルの有無にあまり関係しない。また、鋼管と充てんコンクリート間のひずみの適合条件は満足されていると考えられる。
- 2) 鋼管柱の靱性は、一般に小さいが、合成柱の靱性は高く、地震力を受ける橋脚等に適した構造である。
- 3) C D C法による解析値は、実験値と良く一致した。
- 4) タワミより逆算した鋼とコンクリートの弾性係数比は、12~16程度である。

5. 参考文献 1) 袴田・吉川・石崎・田中、「合成柱を有する柱基部の載荷実験」第37回土木学会年次講演会、1982、10月
- 2) 吉川・富田・瀬川・木島、「合成柱を有する柱基部のくり返し載荷実験について」第29回構造工学シンポジウム、1983、2月
- 3) 河井、吉川、石崎、「合成柱を有する鋼製橋脚の諸問題」橋梁と基礎、1983年2、3月号
- 4) 中井・酒造・河井・吉川、「鋼製ラーメン橋脚の実績調査(上),(下)」橋梁と基礎、1982年、6、7月号

表-2 実験値と理論値

供試体略号	最大耐荷力			許容軸力		
	実験値①	理論値②	①/②	実験値①	理論値②	①/②
○-S	13.6	12.8	1.06	6.3	5.8	1.09
○-C	19.0	18.8	1.01	9.9	8.9	1.11
○-D	19.0	18.8	1.01	9.5	8.9	1.07
□-S	18.4	17.6	1.05	9.1	8.3	1.10
□-C	23.5	23.4	1.00	13.2	12.6	1.05
□-D	24.0	23.4	1.03	12.3	12.6	0.98

注) 理論値には、溶接残留応力を考慮した。

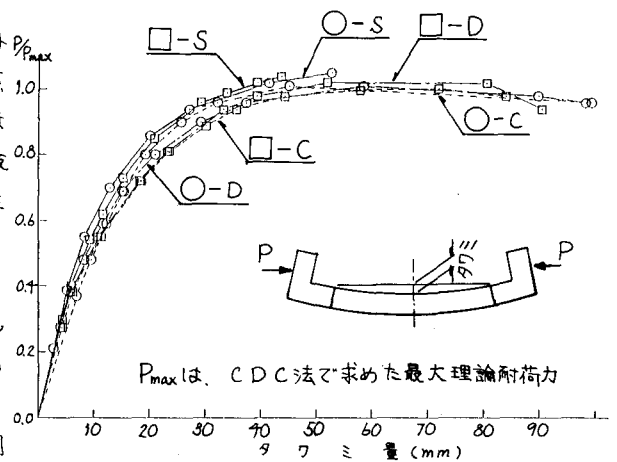


図-2 荷重比-タワミ曲線

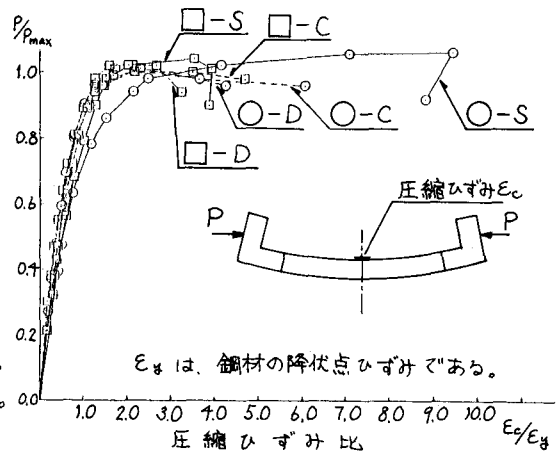


図-3 荷重比-圧縮ひずみ比曲線