

CS-179

中空式二重鋼管合成柱の変形性能

近畿大学理工学部 正会員 柳下 文夫 近畿大学理工学部 正会員 谷平 勉
日本国土開発㈱ 正会員 杉本 雅人 大阪市立大学工学部 正会員 園田恵一郎

1. はじめに

近年、特に山岳地域を縦断する高速道路網の整備において、高橋脚橋梁の建設に対するニーズが高まる傾向にある。また、高橋脚の設計に関しては、「地震時に作用する慣性力を如何に軽減できるか」ということが重要な要求項目の一つとなっている。そこで本研究は、自重の軽減と耐震性に着目し、同心円上に配置された二つの鋼管の間にコンクリートを充填した“鉄筋を使用しない中空式二重鋼管合成柱”のモデル化した試験体に対する静的正負繰返し載荷実験を行い、その力学的特性について検討した。

2. 実験概要

試験体の断面形状および使用材料の性質を図-1、表-1、表-2にそれぞれ示す。試験体は、試設計橋脚の 1/10 モデルとし、断面形状として完全充填タイプと二重鋼管タイプ、外側鋼管厚が 2.0mm と 2.3mm、せん断スパン比が 3 および 5 のそれぞれ 2 種類、合計 6 体を製作した。なお、二重鋼管柱の柱脚近傍においては内部鋼管の座屈を防ぐため、外側鋼管直径分 (1 D) の高さまでコンクリートを中詰めした。また、鋼管とコンクリートとの付着を確保するための措置は何ら講じていない。載荷方法の概要を図-2に示す。加力は、柱上端部をピン接合にて反力壁に支持させ、一定軸力 (10kgf/cm²) の下で、試験体下部に設置したスライディングビームを直接水平滑動させることにより行った。加力スケジュールは、引張側鋼板が降伏ひずみに達した時点を“降伏変位：1 δ_y”とし、その整数倍にて各ピーク 3 回の正負漸増繰返し載荷を行った。計測項目は、軸力、載荷点 (上下) の水平荷重、柱頂部および 1/2 点における水平変位、柱両サイド (圧縮および引張最縁) 全長 5 区間の平均ひずみ量、柱脚近傍において 3 軸ひずみゲージを用いて計測した鋼板ひずみ、柱脚部の抜け出し量等々である。

3. 実験結果と考察

実験により得られた各試験体の荷重-変位関係を図-3に示す。最大荷重については、せん断スパン比 3 および 5 の試験体とも、二重鋼管柱の方が内側に配した鋼管の面積割合に応じ充填鋼管柱に比べて大きな値を示している。塑性域における耐力低下については、せん断スパン比 3 のものについて、充填鋼管柱に比して二重鋼管柱の方が僅かに大きくなっている。一方、せん断スパン比 5 の試験体については、二重鋼管柱および充填鋼管柱と

キーワード：二重鋼管、合成柱、高橋脚、変形性能、座屈

〒 577-8502 東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学理工学部土木工学科 TEL:06-721-2332 FAX:0729-95-5192

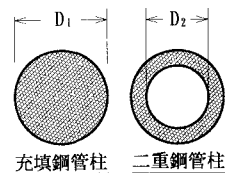


図-1 試験体断面形状

表-1 試験体の諸元

試験体		高さ H	外径 D ₁	内径 D ₂	鋼板厚 t ₁ , t ₂		コンクリート f _c (kgf/cm ²)
UNIT-1	○ SSP-3-2.3	1350	450	-	2.3	-	216
UNIT-2	◎ SSP-3-2.3	1350	450	300	2.3	1.6	221
UNIT-3	◎ SSP-3-2.0	1350	450	300	2.0	1.6	219
UNIT-4	○ SSP-5-2.3	2250	450	-	2.3	-	224
UNIT-5	◎ SSP-5-2.3	2250	450	300	2.3	1.6	245
UNIT-6	◎ SSP-5-2.0	2250	450	300	2.0	1.6	232

せん断スパン比：H/D₁、t₁：外鋼管厚、t₂：内鋼管厚

表-2 使用材料の機械的性質

規格	鋼板厚 (mm)	降伏強度	破断強度	ヤング係数
		(kgf/cm ²)		
SPCC-S	2.3	2038	3158	2090000
SPCC-S	2.0	1584	3175	2090000
SPCC-S	1.6	1612	3100	2090000

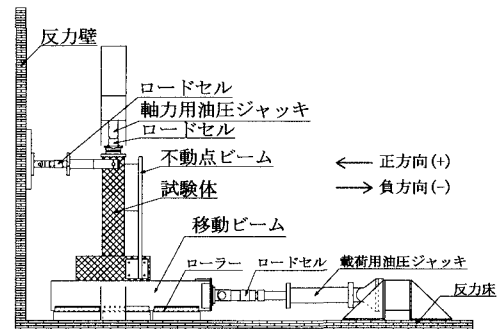


図-2 載荷装置の概要

も $8\delta_y$ の時点まで耐力低下の傾向は見られなかった。二重鋼管柱2体の比較において、鋼板厚の薄い試験体 (UNIT-6) の最大荷重が厚い試験体 (UNIT-5) の最大荷重を上回った。このことは、鋼板幅厚比を低く抑えることによるヒンジ領域の拡大とコンクリートのより効果的な拘束の実現が総じて断面回転性能の向上に繋がったものと思われる。

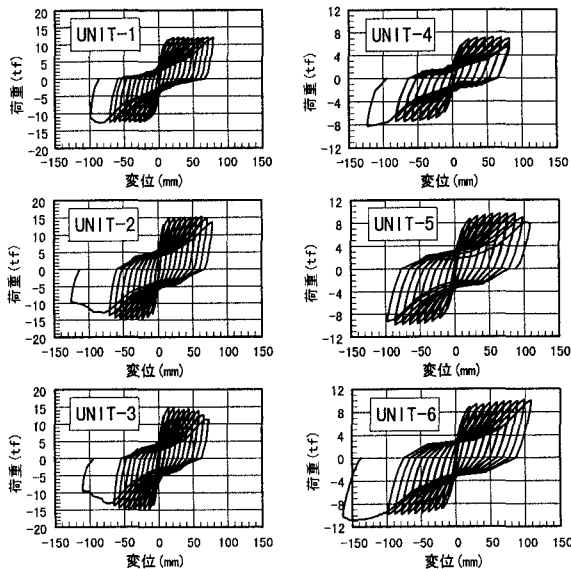


図-3 荷重－変位関係

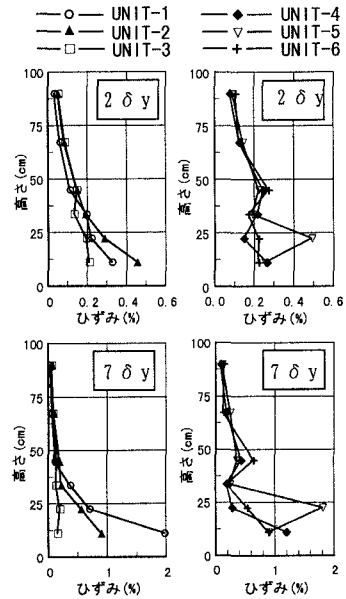


図-4 鋼管のひずみ分布

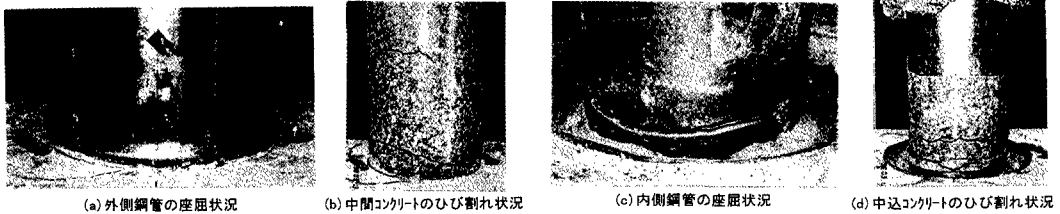


写真-1 破壊状況の一例 (UNIT-6)

図-4に各試験体の、 $2\delta_y$ および $7\delta_y$ 時の鋼板ひずみの分布を示す。同図より、せん断スパン比3のものについては、提灯座屈上面近傍で大きなひずみを示すものの、ほぼモーメント勾配に沿ってひずみが大きくなる傾向が見られた。しかし、せん断スパン比5のものについて、 $2\delta_y$ 時において柱脚1Dの範囲でほぼ一定のひずみを示し、 $7\delta_y$ 時には2つのピークを示す特徴的な分布形態を示した。

写真-1に UNIT-6 における柱脚近傍の鋼管座屈状況および内部コンクリートの破壊状況を示す。外側鋼管は柱脚下部で提灯状に座屈し、中間コンクリートは曲げひび割れが、柱脚最下部、約 $1/6 D$ 、約 $1 D$ の3カ所で貫通している。しかし、圧壊は軽微であった。内側鋼管は柱付け根位置で内側に座屈し、中込めコンクリートには中間コンクリートとほぼ同様な位置でひび割れが見られた。コンクリートの破壊は内外とも軽微であった。

4. まとめ

実験で得られた知見をまとめると次のようになる。

- (1) 充填鋼管柱および二重鋼管柱とも高じん性域において安定した力学的挙動を示した。特に、二重鋼管柱については自重を軽減できる構造形式であるため、同構造の高橋脚への適用の可能性が見い出された。
- (2) 鋼板幅厚比を低く抑えることにより、「ヒンジ領域の拡大と断面の塑性回転能力の向上が計られる」「コンクリートのより効果的な拘束が実現できる」ということが分かった。