

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

1. はじめに

コンクリート充填鋼管柱が優れた力学的特性を有するということは周知の事実である。本研究は、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を6体作成し、一定軸力下における静的正負繰り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

試験体の諸元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、想定した直径 4.5 m の橋脚の 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、外側鋼板厚が 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 体を作製した。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固定し、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 回の正負漸増繰り返し載荷を行った。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て、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。これは、せん断の影響を受ける範囲に

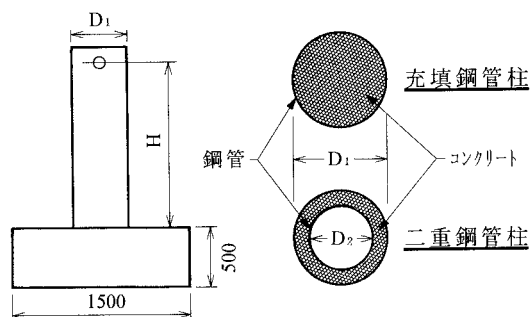


図-1 試験体の形状

表-1 試験体の緒元

試験体	高さ H	外径 D ₁	内径 D ₂	鋼板厚 (mm)		コンクリート f _c ' (kgf/cm ²)
				t ₁	t 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

t₁: 外鋼板厚、t₂: 内鋼板厚

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 (kgf/cm ²)	ヤング係数
SPCC-S	2.3	2038	3158	2090000
SPCC-S	2.0	1584	3175	2090000
SPCC-S	1.6	1612	3100	2090000

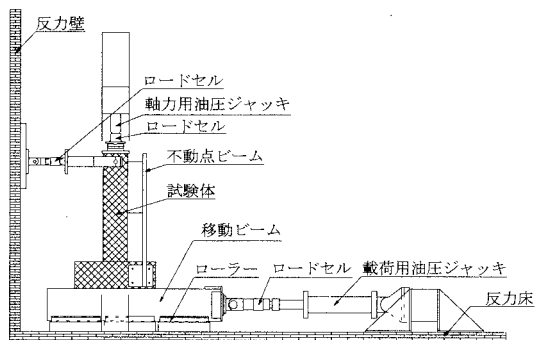


図-2 載荷装置の概要

において、骨材のかみ合いを含めたコンクリートのせん断力負担分が影響したものと思える。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-5) の最大荷重が厚い試験体 (UNIT-4) 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断面の塑性回転能力の向上が計られたこと、および、コンクリートのより効果的な拘束が実現できたものと起因すると思われる。

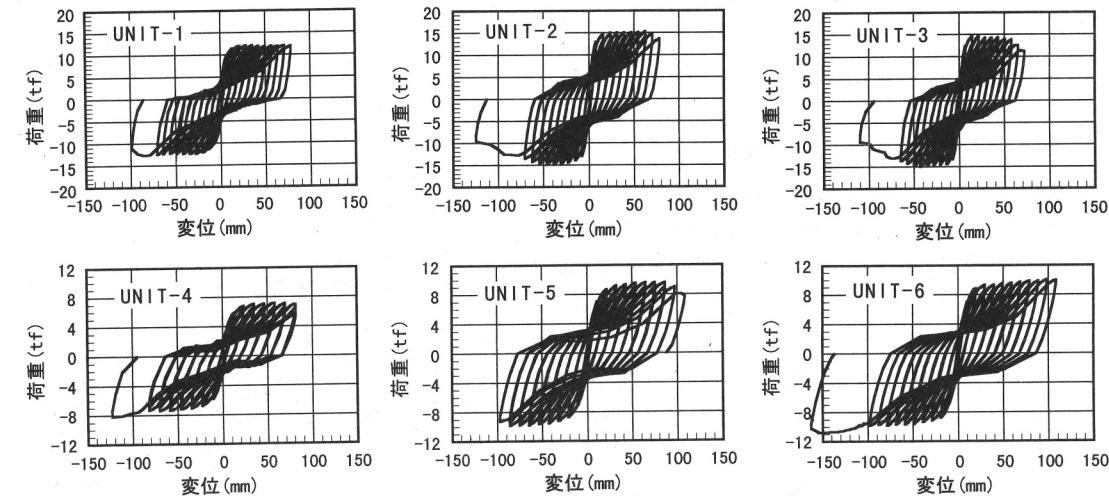


図-3 荷重－変位関係

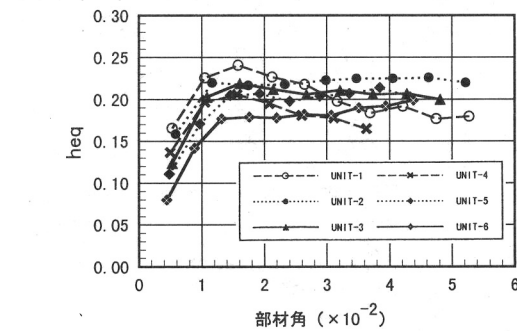


図-4 等価粘性減衰定数と部材角

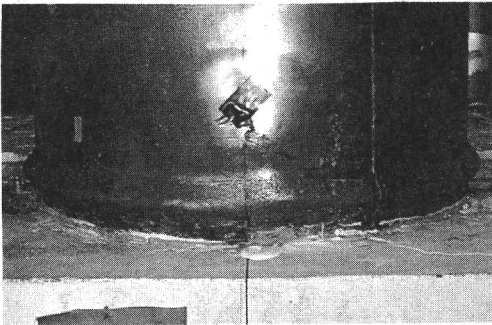


写真-1 柱脚部近傍の座屈状況 (UNIT-5)

図-4に各試験体の、それぞれの変位における1回目の履歴ループから求めた等価粘性減衰定数 heq と部材角 R との関係を示す。同図より、 $3\delta_y$ 以前における heq の値は充填鋼管柱の方が総じて大きい。しかし、 $3\delta_y$ 以降において充填鋼管柱の値が減少傾向を示すものの、二重鋼管柱はほぼ一定の値を示している。このように、断面形状によって、履歴ループの性状に明確な差異が認められた。写真-1に柱脚近傍の鋼板座屈状況 (UNIT-4) を示す。全試験体ともほぼ同様な座屈状況を呈した。

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。
 - 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。
 - 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。