

繰り返し水平力を受けるコンクリート充填鋼管柱の挙動

広島大学 正会員 藤井 堅
川田工業(株) 正会員 田坂 裕一
広島大学 学生会員 ○ 臺 博幸

1. はじめに

コンクリート充填鋼管柱は圧縮強度、靱性などの面で特に優れており、大きく分けてボンド型とアンボンド型の2種類に分類される。ボンド型充填鋼管柱はコンクリートと鋼管の両方で軸力を受け持つが、アンボンド型では軸力をコンクリートのみに受け持たせ、鋼管にはコンクリートを拘束する効果だけを期待している。本研究では、これらコンクリート充填鋼管柱の長柱領域における変形能を調べるとともに、アンボンド型充填鋼管柱について、水平力の伝達機構の違いが柱の変形能におよぼす影響を実験的に調査した。

2. 実験概要

供試体を図-1に示す。鋼管はSTK41で直径114.3ミリ、板厚3.6ミリを使用した。片端には反力床に固定するためのプレートと、補強スティフナーを溶接した。全供試体3体のうち2体はアンボンド型であり、内面に水溶性アスファルトを塗布してコンクリートと鋼管の付着を低減している。

図-2は実験装置である。鉛直荷重、水平荷重はともに、油圧制御式ジャッキで載荷した。図-3に載荷治具の拡大図を示す。図中(A)は、水平力がコンクリート部分から柱に伝達される形式であり(以降供試体UCと呼ぶ)、一方(B)では、軸力はコンクリートと鋼管部分両方へ伝えられ、水平力は治具の側面から鋼管に入力される(BS)。(C)は、水平力はBSタイプと同じ伝達形式であるが、軸力はコンクリートのみに作用させている(US)。

供試体の特性は表-1に示す。

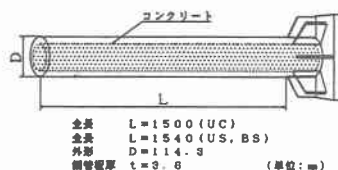


図-1 供試体

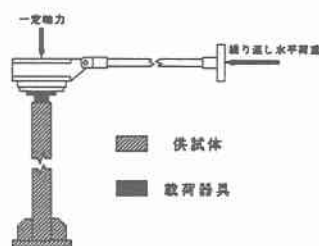


図-2 載荷装置

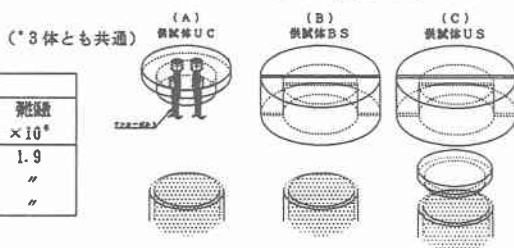


図-3 載荷治具

表-1 材料特性

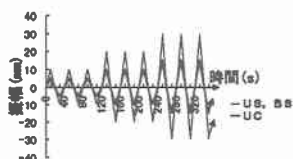
コンクリート*					
基準寸法 (mm)	水セメント比 (%)	骨材率 (%)	*アソシ (%)	弾性係数 $\times 10^4$	破壊応力 kg/cm^2
10	45	40	0.19	3.12	469

鋼管						
	板厚(実測) (mm)	直径(実測) (mm)	保強度 kg/cm	引張強度 kg/cm^2	*アソシ (%)	弾性係数 $\times 10^4$
BS	3.26	114.3	2965	3954	0.277	1.9
UC	3.36	114.3	"	"	"	"
US	3.28	114.3	"	"	"	"

3. 実験結果

実験では軸力を一定の5トンに保ち、繰り返し水平力を載荷した。水平載荷はアクチュエーターの変位を制御し、図-4のように同振幅で3回ずつ振りながら、1センチ刻みで振幅を増加させる方法をとった。(ただし、供試体UCのみは試験的に5ミリ刻みで増加させた。)

図-5～図-7は柱頭部から10センチ部分の水平変位を横軸に、縦軸にはそのときの水平荷重をプロットして示した履歴曲線である。



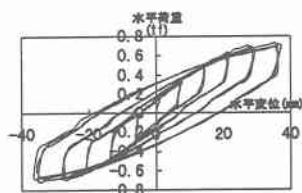


図-5 履歴曲線 (BS)

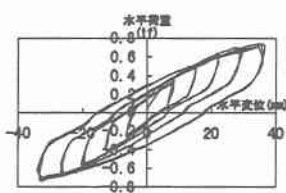


図-6 履歴曲線 (US)

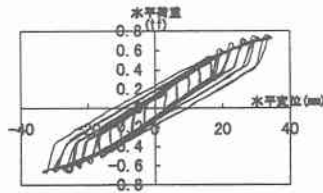


図-7 履歴曲線 (UC)

供試体USとBSからは、ほぼ同じ履歴曲線が得られたが、UCは他の2体に比べると若干細長いループを描いている。

図-8は各履歴曲線の始点付近を拡大し比較したものである。この時点では3体間で顕著な差はみられず、初期剛性に関しては差がほとんどないといえる。

図-9～図-11に柱基部の水平載荷方向鋼管表面から得られた鋼管の応力-ひずみ関係の履歴を示した：

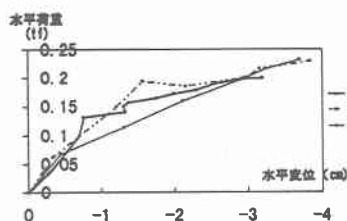


図-8 履歴曲線拡大

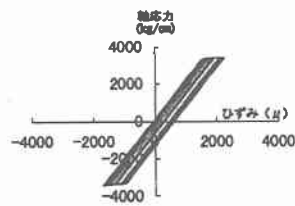
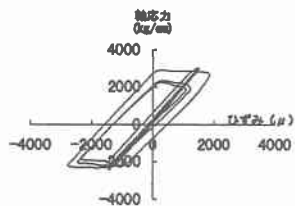
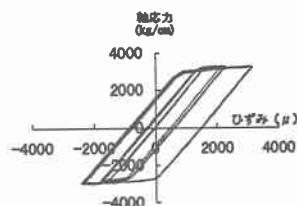


図-9 柱基部応力-ひずみ履歴 (BS) 図-10 柱基部応力-ひずみ履歴 (US) 図-11 柱基部応力-ひずみ履歴 (UC)

BSは鋼管が塑性域に達すると急激にひずみが増加し、その後は極めて安定なループを描いている。USは初期ではほぼ完全な弾性挙動を示しているが、最後はわずか3回でループが崩れている。UCは鋼管が降伏するのが比較的早い、降伏後の挙動は非常に安定しているのが特徴的である。

柱の靱性を評価する際に用いられる指標として、エネルギー吸収量がある。これは、荷重-変位履歴曲線の面積が、吸収したエネルギー量であるとするもので、大きい場合は靱性に富んでいると評価されている。この評価法に準じて1つのループごとに計算した結果が図-12に示すグラフである。BSとUSはほぼ同じ線上にあるが、UCは多少小さめの値を示しているのがわかる。

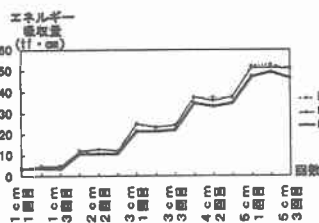


図-12 エネルギー吸収量の比較

4. 結論

本実験では3体とも安定したヒステリシスがえられ、初期剛性に若干差がみられるものの、長柱領域においてもアンボンド型がボンド型と同等の靱性を備えていることが示された。また、アンボンド型では水平力伝達機構の違いによる影響が、エネルギー吸収量や荷重-変位履歴に顕著に現れているのが特徴的であった。図-3(A)タイプのような荷重伝達機構を持つ柱は、履歴曲線が細長い形状になり、1ループの吸収エネルギー量は低めの値となるため、靱性が若干劣っているといえる。また柱基部では、鋼管表面の応力-ひずみ関係にも影響が現れていた。アンボンド型充填鋼管柱の橋脚への適用を考えると、荷重伝達機構が柱の特性によぼす影響の解明も今後の重要な課題であると思われる。

参考文献 1)佐藤, 下村, 田中, 斉藤:「アンボンド型充填コンクリート橋脚の中心圧縮実験」, 第8回コンクリート工学会学術大会論文集, 1986

2)高井, 崎野, 藤原:「水平加力時の応力を受ける角形鋼管にコンクリートを充填したはりおよび柱に関する研究(その3)」, 日本建築学会大会学術講演要録, 1972