

繰り返し荷重を受ける鋼管・コンクリート複合柱の履歴挙動に関する研究

日本道路公団 正会員 藤野友裕
金沢大学工学部 正会員 前川幸次

1. はじめに

土木構造物（ここでは橋梁に着目）の耐震性能は、主に下部構造である橋脚の変形能、エネルギー吸収能、終局時保持耐力、最大耐力などの観点から評価することができる。本研究の対象とする鋼管・コンクリート複合構造は、鉄筋の代わりにコンクリート充填鋼管（Concrete-Filled-Steel-Tube =CFST）を用いており、RC 構造に比べて高いエネルギー吸収能が期待される¹⁾。ここでは CFST 複合柱と RC 柱について行った一定軸力と水平力による繰り返し曲げ載荷実験について報告する。

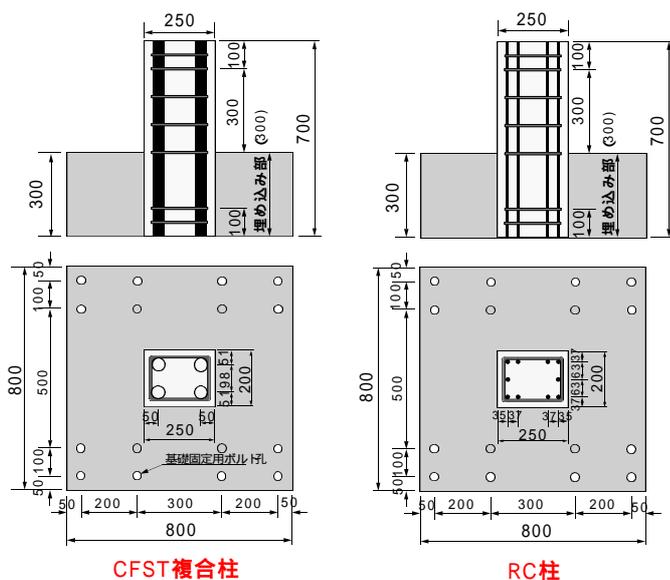
2. 実験概要

(1) 実験供試体

本実験では、CFST 複合柱、RC 柱ともに 1 体ずつ実験を行なった。実験に使用した供試体の形状寸法を図-1 に示す。

(2) 実験方法

載荷装置を図-2 に示す。柱頂部に軸力比 0.05 の一定軸力を載荷した後、図-3 に示している載荷ステップのように y の 2 倍、3 倍、4 倍、……と変位制御で繰り返した。なお、引張側鋼材縁端のひずみが降伏ひずみに達したときの変位を降伏変位 y とした。実験条件および降伏変位を表-1 に示す。



主筋【CFST】4 - 42.7 x 24t x 700L (STK400) , 【RC】10 - D13 x 700L (SD295)
スターラップ 7 - D10 x 830L (SD295)
鋼管の表面はグリッドプラスト(SP-10)で加工し、両端にアンカー筋を巻きつけてある。
引張鉄筋比【CFST】1.52% , 【RC】1.58%

図-1 形状寸法配筋図

表-1 実験条件および降伏変位

供試体	断面積 $A=b \cdot d$ [cm ²]	コンクリート 圧縮強度 f_c [kgf/cm ²]	軸圧縮力 N [tf]	軸圧縮応力 N [kgf/cm ²]	軸力比 N/f_c	降伏変位 y [mm]
CFST複合柱	500	187.0	4.68	9.35	0.05	3.30
RC柱	500	260.9	6.52	13.05	0.05	4.22

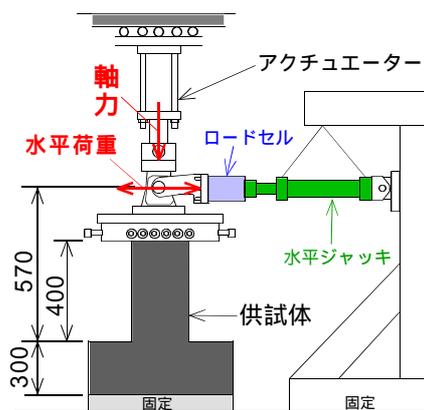


図-2 載荷装置

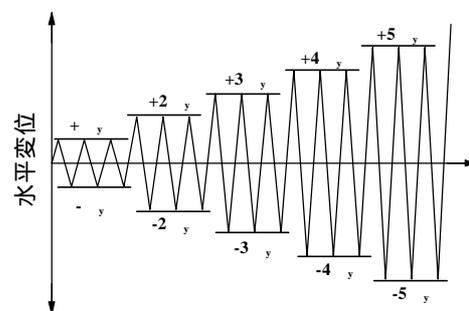


図-3 載荷ステップ

キーワード：繰り返し荷重，コンクリート充填鋼管，複合柱，変形能

連絡先：〒920-8667 金沢市小立野 2 丁目 40-20 金沢大学工学部 TEL 076-234-4602 (直通, Fax 兼用)

3. 実験結果

(1) 荷重 - 変位関係 荷重 - 変位曲線を図-4 に示す . CFST 複合柱は , 最大荷重に達した後も著しい荷重低下は起こらず , 負曲げの 11 y 時に生じた鋼管の局部座屈の部位が正曲げによる引張りで破断することで急激に荷重が低下し , 終局点に至った . 一方 RC 柱は , 負曲げの 7 y 時に圧縮側鉄筋が座屈し , 次の正曲げ時には鉄筋がせん断変形を起こして急激な荷重低下を生じ , 終局点に至った .

(2) 包絡線 荷重 - 変位曲線の無次元化した包絡線を図-5 に示す . $P/P_y = p/y = 1.0$ までは両供試体ともほぼ同じ包絡線であるが , 最大荷重 P_u/P_y および終局時変位 p_{max}/y はともに CFST 複合柱の方が大きい値になっている .

(3) 諸荷重・諸変位 実験結果の一覧を表-2 に示す . 表中の終局時変位 p_{max} は , 荷重 - 変位包絡線において最大荷重時変位 p_u を超えた後 , 降伏荷重 P_y を下回らない最大の変位と定義した . 両供試体の最大荷重 P_u はほとんど差がないのに対して終局時変位 p_{max} は RC 柱に比べて CFST 複合柱の方が大きくなった . また , 終局時変位 p_{max} を降伏変位 p_y で無次元化して得られる靱性率による変形能の比較でも CFST 複合柱の方が大きくなった .

4. 結論

CFST 複合柱は , 鋼管とコンクリートの間で滑りを起こさない程度に定着することができれば , RC 柱に比べて変形能が優れていることがわかった . 定着が不十分な場合については , 別途検討しているが , 紙面の都合上割愛した .

供試体は日本ゼニスパイプ(株)の支援によるものであり , 謝意を表します .

参考文献

- 1) 前川幸次ら : 鋼管・コンクリート複合はりの静的および衝撃荷重実験 , 構造工学論文集 Vol.43A , pp.1481-1488 , 1997 年 3 月

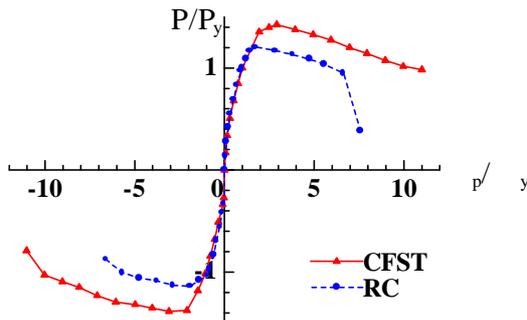


図-5 P_y , y で無次元化した包絡線

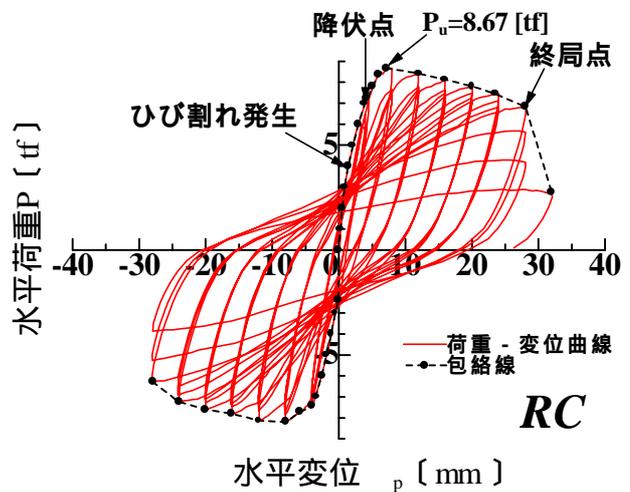
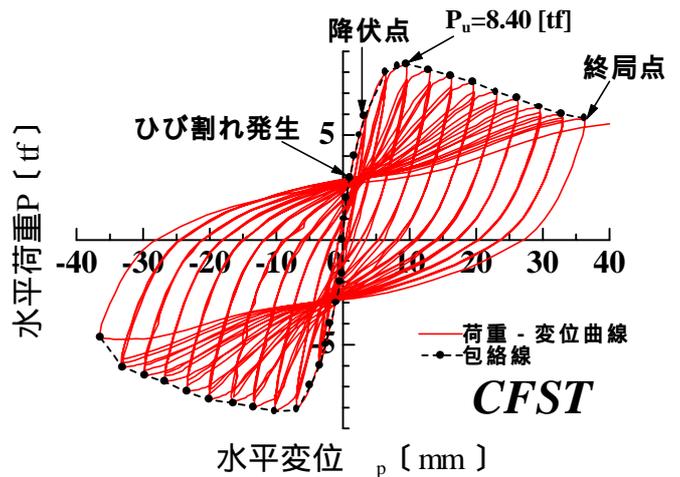


図-4 P - 曲線

表-2 実験結果一覧

供試体	ひび割れ発生時		降伏時		最大荷重時 ¹⁾				終局時 p_{max} [mm]	靱性率 p_{max}/y	破壊モード ³⁾
	P_c [tf]	p_c [mm]	P_y [tf]	p_y [mm]	正側荷重		負側荷重 ²⁾				
					P_u [tf]	p_u [mm]	P_u' [tf]	p_u' [mm]			
CFST複合柱	2.98	1.00	5.90	3.30	8.40	9.60	-8.17	-10.20	34.60	10.5	曲げせん断破壊
RC柱	3.99	1.42	7.19	4.22	8.67	7.28	-8.20	-8.04	25.37	6.0	曲げせん断破壊

1) 荷重方向は便宜上 , 最初に荷重した方向を正側荷重 , その逆方向を負側荷重とする .

2) P_u' , p_u' の値が負であるのは , 負側荷重であることを表す .

3) 破壊モードは主にひび割れの状況から判断 .