

鋼管・コンクリート複合柱の交番載荷実験

金沢大学大学院 坂井知朗
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．

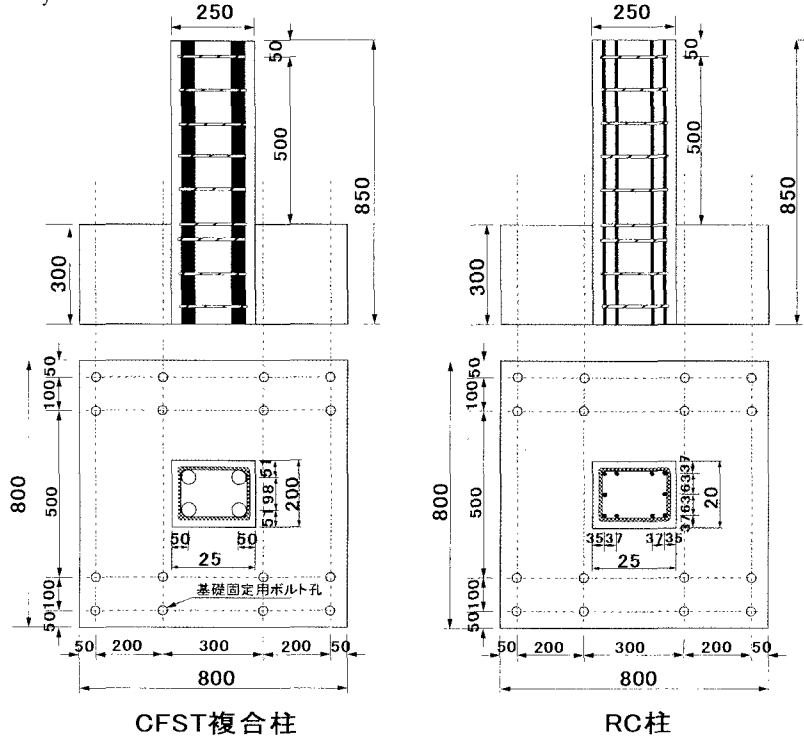
2. 実験概要

(1) 実験供試体

本実験では，CFST 複合柱，RC 柱ともに 2 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．さらに，CFST 供試体の基礎内における鋼管定着部分を図 2 に示す．

(2) 実験方法

載荷装置を図 3 に示す．柱頂部に軸力比 0.05 及び 0.1 の一定軸力を載荷した後，それぞれ繰返し載荷を行なった．繰返し載荷の方法は δ_y につき 3 ステップずつ繰返し， δ_y の 2 倍，3 倍，4 倍，…と変位制御で繰返した．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 δ_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-φ42.7×2.3t×850L (STK400)，【RC】10-D13×850L (SD295)
※ スターラップ 9-D10×830L (SD295)
※ 鋼管の表面はグリッドブラスト (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=bd[cm ²]	コンクリート 圧縮強度 f _c [Mpa]	軸圧縮力 N[kN]	軸圧縮 応力 σ _N [Mpa]	軸力比 σ _N /f _c	降伏変位 δ _y [mm]
CFST 複合柱	CFST1	500	35.6	89.0	1.78	0.05	5.9
	CFST2	500	35.6	178.0	3.56	0.1	5.5
RC柱	RC1	500	31.4	78.5	1.57	0.05	5.7
	RC2	500	35.0	175.0	3.50	0.1	7.2

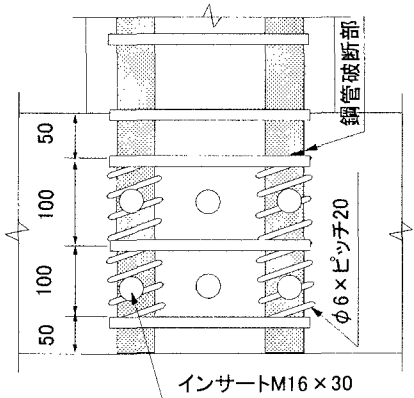


図 2 鋼管定着部詳細図

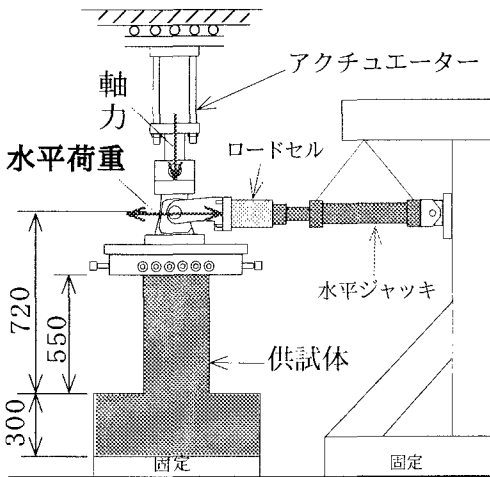


図 3 載荷装置

3. 実験結果

(1) 荷重－変位関係 CFST1 及び RC1 の荷重－変位曲線を図 4 に示す。RC1 は変位が $6\delta_y$ に達する途中で終局状態に達した。一方 CFST1 は変位が $4\delta_y$ までは RC1 よりも若干大きな荷重を示したが、 $5\delta_y$ に達する途中で引張側鋼管が基礎上面から下方 5cm のアンカー筋溶接部付近(図 2 参照)で破断したために荷重が急激に低下した。なお、アンカー筋は基礎コンクリート上面から下方 5cm～25cm の間にピッチ 2cm で $\phi 6\text{mm}$ の鉄筋がらせん状に溶接されている。

(2) 包絡線 全供試体の包絡線を図 5 に示す。CFST1 及び RC1 に関しては $2\delta_y$ まではほぼ同じ荷重－変位関係を示したが、それ以降は CFST1 の方が若干高い荷重を示し、 $4\delta_y$ の後鋼管の破断によって急激に荷重が低下した。また、CFST2 及び RC2 に関しても、やはり CFST2 が $6\delta_y$ に達した後、引張側の鋼管が破断して荷重が著しく低下した。

(3) 諸荷重・諸変位 実験結果の一覧を表 2 に示す。ここで、終局時変位 $\delta_{\max}$ は、荷重－変位包絡線において、最大荷重時変位 δ_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。

4. 結論

本研究では、CFST 複合柱において、鋼管とコンクリートを定着させる目的で取り付け付けたアンカー筋の溶接部分で引張側鋼管が破断したため、荷重が急激に低下し、CFST 複合柱の期待した変形能を確認できなかった。鋼管の定着方法を改良した供試体における実験を行なう予定である。

最後に、供試体の製作に当たって協力頂いた日本ゼニスパイプ(株)に感謝します。

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載荷実験，構造工学論文集 Vol.43A, pp.1481-1488, 1997 年 3 月

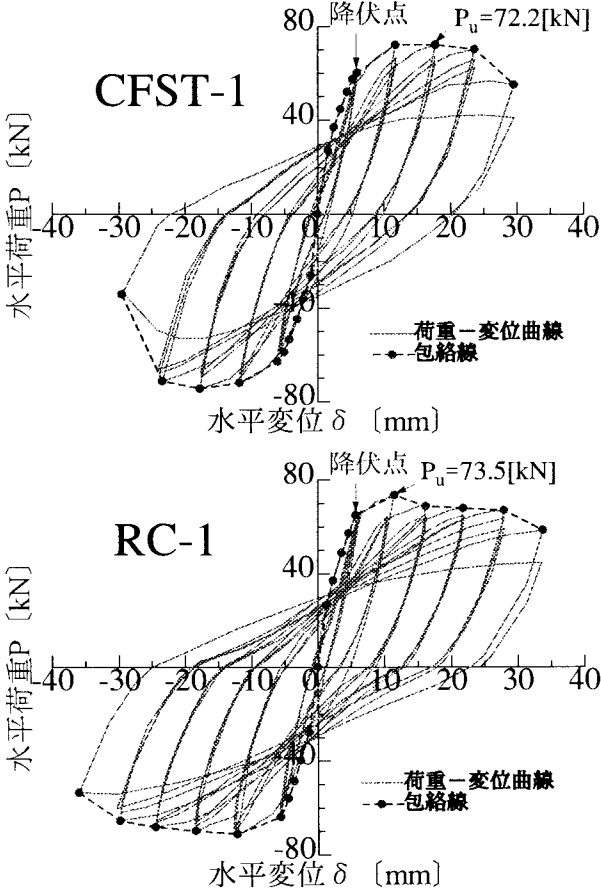


図 4 P－δ 曲線

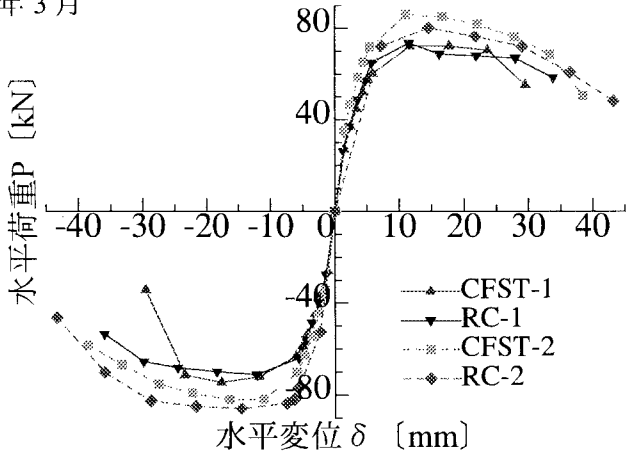


図 5 包絡線

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	靱性率	破壊モード ³⁾
		P _c [kN]	δ _c [mm]	P _y [kN]	δ _y [mm]	正側載荷		負側載荷 ²⁾		δ _{max} [mm]	δ _{max} /δ _y	
						P _u [kN]	δ _u [mm]	P _u ' [kN]	δ _u ' [mm]			
CFST 複合柱	CFST1	27.1	1.5	60.1	5.9	72.2	17.7	-74.5	-17.8	27.5	4.66	曲げ破壊
	CFST2	41.0	1.9	71.6	5.5	86.0	11.1	-82.1	-16.5	31.1	5.65	曲げ破壊
RC柱	RC1	29.1	1.5	64.9	5.7	73.5	11.5	-71.1	-12.3	29.3	5.14	曲げ破壊
	RC2			72.1	7.2	80.1	14.5	-85.8	-14.6	29.0	4.03	曲げ破壊

1) 載荷方向は便宜上、最初に載荷した方向を正側載荷、その逆方向を負側載荷とする。
2) P_u, δ_u の値が負であるのは、負側載荷であることを表す。
3) 破壊モードは主にひび割れの状況から判断。