CFT 複合柱の変形能に関する研究

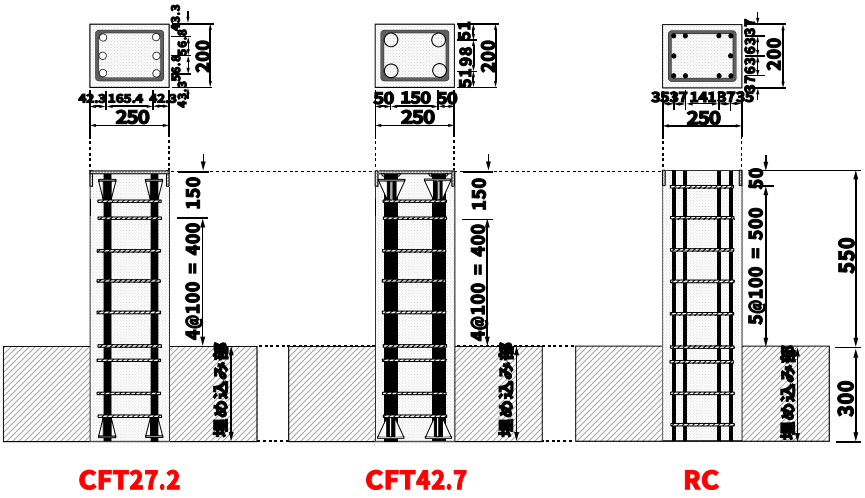
金沢大学大学院　学生員　○可児幸嗣
金沢大学工学部　正会員　前川幸次
石川工業専門高等学校　中村昭英

1．はじめに

コンクリート充填鋼管は，鋼管とコンクリートの合成効果による部材剛性の向上だけでなく，相互作用によって鋼管の局部座屈やコンクリートの圧潰が妨げられるため高強度･高靭性となりエネルギー吸収能も高くなる．鉄筋の代わりにコンクリート充填鋼管を用いた鋼管･コンクリート複合柱（以下，CFT 複合柱と呼ぶ）に一定軸力と水平力による交番曲げ載荷した場合の耐震性能は，RC 柱に比べて優れている [1)]．本研究では，径厚比の違い及びグリットブラスト加工の有無による CFT 複合柱の耐震性能の比較について報告する．

2．実験概要

(1)実験供試体　本実験では，図 1 に示すように，外径 27.2mm の鋼管 6 本を用いた CFT 複合柱 2 体と 42.7mm の鋼管 4 本を用いた CFT 複合柱 4 体，RC 柱 2 体の計 8 体を用いて実験を行った．全ての供試体は鋼材量をほぼ同じにし，それぞれの曲げ耐力が等しくなるように設計されている．



※ 主筋　〔CFT〕6 - φ27.2 × 2.3t × 850L (STK400), 4 - φ42.7 × 2.3t × 850L (STK400)
　　〔RC〕10 - D13 x 850L (SD295)
※ スターラップ 7 - D10 × 830L (SD295)

図 1　形状寸法

(2)実験方法　載荷装置を図 2 に示す．柱頂部に載荷治具をセットし，コンクリート圧縮強度の 5%の一定軸力を載荷した後，水平ジャッキにより単調載荷，あるいは降伏変位 δ_y を基準に変位を増加させ，各ステップで正負 3 サイクルの交番載荷を行った．なお，降伏変位 δ_y は，柱基部 4cm 上側で計測した引張側鋼材縁端の平均ひずみが降伏ひずみに達したときの載荷点変位を表す．表 1 に各供試体の載荷条件を示す．

表 1　実験条件および降伏変位

供試体（軸力比5%）		コンクリート 圧縮強度 f'_c [MPa]	コンクリート 弾性係数 [GPa]	鋼材 降伏強度 [MPa]	鋼材 降伏ひずみ [μ]	鋼材 引張強度 [MPa]	径厚比	載荷方法	グリットブラスト加工
CFT 複合柱	CFT27.2-1	31.9	26.5	475.0	2290	498.0	11.8	単調	-
	CFT27.2-2	31.1	28.8					交番	-
	CFT42.7-1	35.3	26.5	353.0	1760	441.0	18.6	単調	-
	CFT42.7-2	28.8	27.0					交番	-
	CFT42.7-3	26.9	25.7					単調	○
	CFT42.7-4	31.0	32.8					交番	○
RC柱	RC-1	33.5	20.7	393.5	1825	578.1		単調	
	RC-2	31.4	25.1					交番	

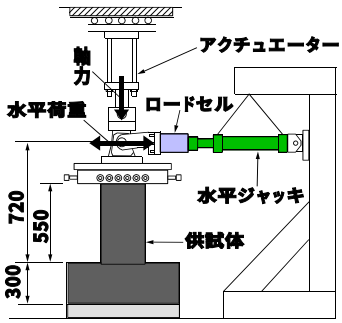


図 2　載荷装置

keywords:鋼管･コンクリート複合柱　径厚比　グリットブラスト加工
〒920-8667　金沢市小立野 2-40-20　金沢大学工学部土木建設工学科　tel:076-234-4601　fax:076-234-4632

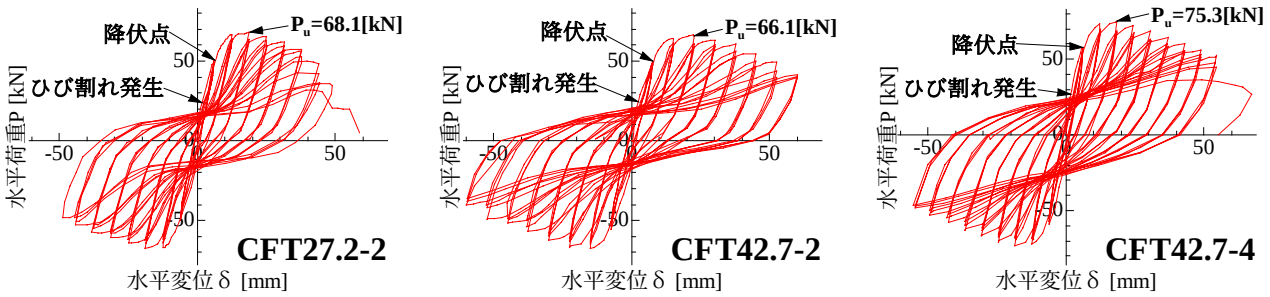


図 3　荷重－変位曲線（交番載荷）

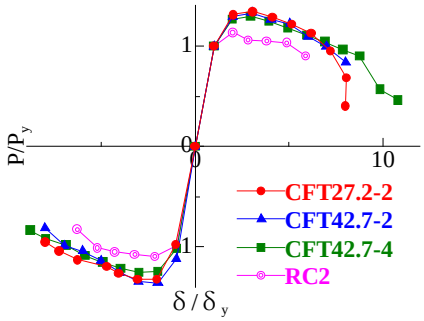


図 4　P_y，δ_yで無次元化した包絡線

3.　実験結果

過去の研究[1)]で CFT 複合柱が RC 柱に比べて耐震性能が優れていることを確認しているため，本研究では，紙面の都合上，CFT の径厚比の違い及びグリットブラスト加工による比較に重点を置くことにする．

(1)荷重－変位曲線　交番載荷による荷重変位曲線を図 3 に示す．CFT27.2－2 は，CFT42.7－2 に比較して最大荷重がほぼ等しいが変形量が小さい．グリットブラスト加工した CFT42.7－4 は若干最大荷重が大きい．

(2)包絡線　無次元化した荷重－変位曲線の包絡線を図 4 に示す．交番載荷を行った CFT27.2－2，CFT42.7－2，CFT42.7－4 は，ほぼ同じ履歴曲線を示した．

(3)終局変位・靭性　実験結果の一覧を表 2 に示す．荷重－変位包絡線において，最大荷重時変位δ_uを越えた後，降伏荷重を下回らない最大の変位を終局時変位δ_{max}とする．CFT 複合柱では引張による鋼管の破断により耐力が急激に低下した．CFT 複合柱において靭性率δ_{max}/δ_yを比較すると，鋼管をグリットブラスト加工し，付着力を与えた CFT42.7－3，CFT42.7－4 がグリットブラスト加工してない CFT 複合柱に比べて，変形能が高くなっている．

4.　結論

交番載荷を受ける CFT 複合柱は，耐荷力および変形能において径厚比の影響は少ない．鋼管とコンクリートの付着は，グリットブラスト程度の凹凸でもある程度効果がある．

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	靭性率	破壊モード
						正側載荷		負側載荷[2)]				
		P_c [kN]	δ_c [mm]	P_y [kN]	δ_y [mm]	P_u [kN]	δ_u [mm]	P_u' [kN]	δ_u' [mm]	δ_{max} [mm]	δ_{max}/δ_y	
CFT 複合柱	CFT27.2-1	24.5	2.2	53.5	7.2	69.7	16.0			69.5	9.70	引張側鋼管の破断による曲げ破壊
	CFT27.2-2	24.0	1.7	50.8	6.3	68.1	18.9	-67.3	-19.0	42.3	6.71	
	CFT42.7-1	33.4	2.8	54.0	6.8	69.0	15.4			92.0	13.46	
	CFT42.7-2	24.3	2.3	49.8	7.6	66.1	22.7	-67.7	-15.2	52.0	6.86	
	CFT42.7-3	26.0	1.6	56.4	5.5	75.1	19.1			84.2	15.31	
	CFT42.7-4	26.7	1.6	58.2	6.1	75.3	18.4	-72.9	-18.6	46.3	7.59	
RC柱	RC-1	39.4	2.6	56.4	4.2	69.7	16.1			90.2	21.73	圧縮側鉄筋の座屈による曲げ破壊
	RC-2	29.1	1.5	64.9	5.7	73.5	11.5	-71.1	-12.3	29.3	5.14	

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示す.

参考文献：1)前川幸次，他：水平交番載荷を受ける CFT 複合柱の実験的研究，構造工学論文集，Vol.48A，pp.1373-1379,2002 年 3 月