第 I 部門

任意方向荷重を受ける角形 CFT 部材の変形性状に関する実験的研究

大阪市立大学工学部	学生員(〇谷口勝基
大阪市立大学大学院工学研究科	学生員	小林靖典

- 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 角掛久雄
- 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 鬼頭宏明

1. はじめに

コンクリート充填鋼管(Concrete Filled steel Tubular:以下、CFTという)部材は土木構造物に多く採用されるよ うになってきていることからも研究は盛んに行われてきている. ただし, 断面の軸に対して直交方向(1 軸方向) に力を作用させたもの、つまり荷重載荷方向角 ø=0°がほとんどである.藤本ら¹⁾は、載荷方向角が部材断面の軸 に対して ø=22.5°, 45°とした 2 軸曲げせん断実験を行っているが、その結果として鋼管破断時期は 2 軸荷重下(ø =22.5°, 45°)の方が1軸荷重下(=0°)より早いが、せん断力に対する変形性能は、荷重方向角の影響を受けないと 報告されている.しかし、この実験の鋼管は幅厚比が建築規準での制限幅厚比以下で35,25と小さく、実際に土木 分野で用いられる CFT 部材の幅厚比は、より大きくなることが考えられる.よって、大幅厚比に対しても任意方向 角に荷重を作用させたときの検討が必要である.本研究では、小林ら²⁾において実施された大幅厚比角形 CFT 部材 の実験供試体を対象として、CFT部材の断面に対して任意方向に荷重を作用させた場合の変形性状を検討するため、 曲げせん断載荷実験を行うものである.

2. 実験概要

本実験に用いた供試体は、文献2)と同様とす るため外形は断面 200×200 mm, 長さ L=400 or 800 mm の角形 CFT 部材である. また実験変数 も, 鋼管板厚(幅厚比) t=3.2(62.5), 1.6(125) の2種類. せん断スパン比 S(L/2B)=1,2の2 種類(以下, せん断スパン比1をS1, せん断 スパン比2をS2と記す)は同様としている. 新たな変数としては荷重載荷角度 *ϕ*=45°, 22.5° の2種類である.なお、供試体一覧並びに各材 料定数および耐力などを表-1 に示す. なお,



図-1 載荷装置及び測定機器位置 (mm)

曲げ耐力は角度を考慮するためファイバーモデルを用いて算定している.載荷方式は逆対称4点曲げ載荷であり, 載荷治具をボルト接合した供試体は図-1のようにせん断力が一定となるように設置する.載荷方法は一方向単純漸 増載荷とし、供試体の最大荷重値を得るまで載荷を行った.また、図−1に示すように供試体全体の変形状況を検討 するため供試体支持点および載荷点に変位計を設置し、供試体各面にはひずみゲージを設置している.

			供試体	本諸元					鋼材		コンク	リート	曲げ	耐力	実験値	
供試体名	公称 板厚	実測 板厚	鋼管幅	幅厚比	供試体 長さ	せん断 スパン比	荷重載荷 角度	降伏 強度	引張 強度	弾性 係数	圧縮 強度	弾性 係数	<u>ファイバ</u> 降伏強度	ー モ デ ル 終 局 強 度	最大 荷重	
	t	t _s	В	B/t_s	L	L/2B	ϕ	σ_{sy}	σ_{sB}	E_s	σ_c	E _c	P_{FY}	P_{FU}	P max	
	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)		(°)	(MPa)	(MPa)	(GPa)	(Mpa)	(Gpa)	(kN)	(kN)	(kN)	
T32-S1-450	3.2	3.11	200	64	400	1.0	45.0	188.2	303.4	196.1	22.0	23.6	267.9	494.7	653.3	
T16-S1-450	1.6	1.59	200	126	400	1.0	45.0	162.1	300.8	193.6	24.2	24.8	128.6	263.5	419.5	
T16-S1-225	1.6	1.59	200	126	400	1.0	22.5	162.1	300.8	193.6	25.7	24.8	142.8	293.8	414.8	
T32-S2-450	3.2	3.11	200	64	800	2.0	45.0	188.2	303.4	196.1	25.2	24.5	161.0	301.1	453.0	
T16-S2-450	1.6	1.59	200	126	800	2.0	45.0	162.1	300.8	193.6	25.9	25.5	76.6	157.7	263.0	
T16-S2-225	1.6	1.59	200	126	800	2.0	22.5	162.1	300.8	193.6	26.3	26.4	85.4	176.0	257.8	

表-1 供試体概要及び設計耐力

Masaki IANIGUCHI, Yasunori KOBAYASHI, Hisao ISUI	INOKAKE and Hiroaki KITOH
--	---------------------------

3. 実験結果

(1)破壊性状

ここでは t = 1.6mm のみ示すこととし, 図-2 には T16-S1-450, T16-S1-225 および T16-S2-450 の 4 面の破壊状 況の写真を示す. T16-S1-450, T16-S1-225 については, 充 填コンクリートに載荷点(右下側)からほぼ 45°方向に斜 めひび割れが生じ,引張側(左下側)に曲げひび割れが共 に確認できた. このことは1軸方向($\phi=0^\circ$)においても 同様な傾向が見られた. また曲げ圧縮側では局部座屈が生 じていた. 最終的に鋼管には引張縁では破断が生じたが

(a) T16-S1-450 (b) T16-S1-225

(c)T16-S2-450 図-2 破壊状況

(T16-S1-450のみ示す)最大荷重との関連は見られなかった.1軸方向においては破断が生じるまで載荷していないこともあり、鋼管部に明確な類似性がみられなかった.次にT16-S2-450,T16-S2-225について見ると、充填コンクリートには共に曲げひび割れのみが生じた.鋼管についても共に、曲げ圧縮側では局部座屈が発生していた.S2においてはコンクリート、鋼管共に一軸方向でも同様な傾向が見られた.

(2)無次元化荷重 - 部材回転角 (*P*/*P_{FY}*-θ_{*RL*})

図-3 に t=1.6mm の供試体の $P/P_{FY}-\theta_{RL}$ グラフ を示す. ここで言う無次元化荷重 P/P_{FY} は, 実測 荷重 P をファイバーモデルによる算定降伏耐力 P_{FY} で除したもので,また部材回転角 θ_{RL} は供試 体 L 側変位 δ_L を部材長 L で除したものである. 併せて局部座屈発生点,最大荷重点及び破断発生 点を示す. なお, 1 軸方向載荷とも比較するこ



ととし、文献 2)の結果を T16-S1-000, T16-S2-000 として併せて示すこととする. せん断スパン比ごとで見ると, S1 である T16-S1-450 と T16-S1-225 では、座屈、破断時の部材回転角が近似している. 最大荷重値では T16-S1-450 が 幾分大きな値となっているが、最大荷重付近 (θ_{RL} =約 0.03) までの傾向は類似していると考えられる. S2 におい ては、1 軸方向とそれ以外で圧縮縁の形状が異なるが局部座屈発生時の部材回転角は近似する結果となった. しか し、最大荷重値はどちらのせん断スパン比も概ね近似しているが、発生時の回転角にばらつきが見られる結果とな った. ただし、 θ_{RL} =約 0.06 までは類似した傾向を示していると考えられる. 次に S1 と S2 を比較すると、局部座 屈については、全てにおいて θ_{RL} =0.01~0.02 程度の範囲内で生じているが、S2 の方が小さい回転角で発生してい る. 最大荷重は、明らかに S1 の方が小さい回転角で生じていた. この局部座屈と最大荷重の違いは S1 の供試体に はせん断変形の影響が見られることが原因だと考えられる.

4. 結論

以上,本研究により得られた結果をまとめると,以下の通りである.

- (1) 鋼管, コンクリートの破壊性状において, せん断スパン比 1 の鋼管を除いて荷重載荷角度の違いによる影響は あまり見られない結果となった.
- (2) 無次元化荷重-部材回転角曲線においてせん断スパン比1では θ_{RL} =約0.03, せん断スパン比2では θ_{RL} =約0.06 までの挙動特性は荷重載荷角度の影響が小さく類似する傾向を示した.
- (3) 局部座屈と最大荷重の発生に関してせん断スパン比1と2では、せん断変形の影響が原因とみられる違いが生じた.

参考文献:1)藤本利昭ら:高強度材料を用いたコンクリート充填角形鋼管短柱の二軸曲げ性状,日本建築学会構造 系論文集,No. 527, pp.175-180,2000 2)小林靖典ら:角形コンクリート充填鋼管部材の耐荷力特性におよぼす幅 厚比の影響,土木学会第60回年次学術講演会,CS2, pp.181-182,2005