

第1部門

角形コンクリート充填鋼管部材の変形形状におよぼす幅厚比の影響

大阪市立大学工学部

学生員○小林靖典

大阪市立大学大学院工学研究科 学生員 宇渡康正

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

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 小林治俊

1. はじめに

コンクリート充填鋼管 (CFT) 構造は耐荷力・靱性に優れており、土木・建築構造物に広く用いられてきており、それに伴い研究も活発に行われている。ただし、幅厚比および径厚比が小さなものを対象とした研究が多い。それは 10～20cm 程度の既製の鋼管を利用して供試体を作成しているため、または、鋼製橋脚にコンクリートを充填するという形式で供試体を作成しているというのが大半を占めているためである。土木構造物は建築構造物に比べて相対的に軸力比が小さくなり、断面寸法が大きくなることを考えれば、より幅厚比や径厚比が大きな CFT 部材を利用することがより経済的かつ合理的であると考えられる。そのため、著者らの一部は[1,2]は建築基準[3]における幅厚比もしくは径厚比の制限値より大きなものを対象として実験を行っている。しかし、文献[1]では制限幅厚比 (72:SS400 相当) を大きく越える 200 以上の幅厚比の角形 CFT 部材に対してのみ実験を行っており、制限幅厚比以下の幅厚比との供試体の耐荷力特性および変形状態に関する検討がなされていない。そこで、本研究では幅厚比に着目して曲げモーメントとせん断力が同時に作用するように逆対称 4 点曲げ載荷実験を行い変形状態の検討を行った。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体は断面 $200 \times 200 \text{ mm}$ 、長さ 400 or 800mm の角形 CFT 部材である。鋼管内部にはリブなど一切配置しない基本形状としている。また端部での局部座屈防止のために鋼管端部を増厚し、左右加圧板は溶接により供試体と一体化させた。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、ひずみゲージは供試体中央、中央から左右へ $L/4$ ($L: 400 \text{ or } 800 \text{ mm}$) 離れた計 3 本のライン上に設置している。実験変数は幅厚比を対象としていることからせん断スパン比 (a/d) が 1 および 2 の場合についてそれぞれ制限幅厚比以下の $62.5 (t=3.2)$ と制限幅厚比以上の $125 (t=1.6)$ と $200 (t=1.0)$ の 3 種類の幅厚比に関して実験を行なった。なお、供試体一覧、最大荷重、曲げ、せん断耐力値および材料特性を表-1 に示す。ただし、

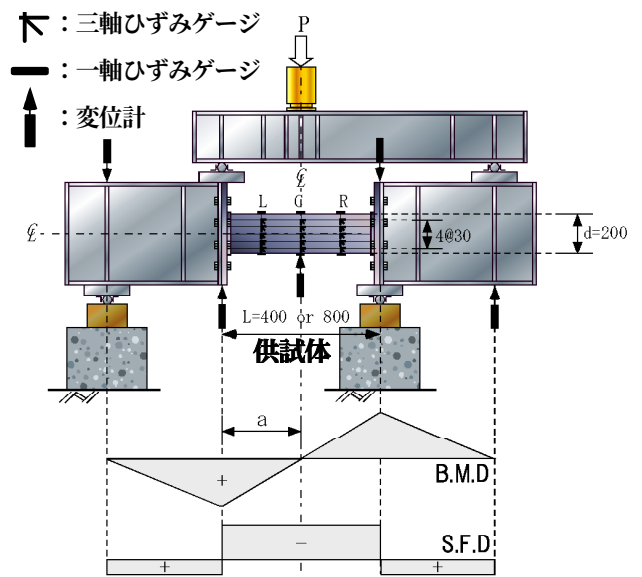


図-1 実験概要(単位: mm)

表-1 供試体一覧、最大荷重、耐力値および材料定数

供試体名	せん断スパン比 (a/d)	幅厚比 (d/t) (板厚: mm)	最大荷重 P_{max} (kN)	耐力値		鋼材				コンクリート			
				曲げ P_m (kN)	せん断 P_s (kN)	降伏強度 (MPa)	破断強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	ポアソン比	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	ポアソン比
t1.0-s1	1	200(1.0)	308.8	233.4	209.2	209.8	320.7	195.1	0.33	18.9	2.12	22.6	0.18
t1.6-s1	1	125(1.6)	450.5	378.2	315.4	215.9	335.3	199.5	0.33	25.4		25.4	0.19
t3.2-s1	1	62.5(3.2)	661.8	567.3	476.2	181.6	307.4	195.1	0.35	25.8			
t1.0-s2	2	200(1.0)	190.0	144.8	172.8	209.8	320.7	195.1	0.33	25.7			
t1.6-s2	2	125(1.6)	302.3	228.7	259.1	215.9	335.3	199.5	0.33	26.2			
t3.2-s2	2	62.5(3.2)	500.5	343.0	436.3	181.6	307.4	195.1	0.35	26.4		25.3	0.19

表中の曲げ耐力値 P_m は文献[3]によって算出し、せん断耐力値 P_s は鋼部分は鋼構造物設計指針に基づき、コンクリート部はコンクリート標準示方書のディープビームに基づいて算定した耐力値との累加強度である。

3. 実験結果

図-2, 3 に実験後の充填コンクリート状況を示す。算定上せん断耐力の方が小さなせん断スパン比 1 においては図-2 より幅厚比の違いによらず中央付近に大きな斜めひび割れが生じていた。また、幅厚比 62.5 の場合は供試体両端付近の引張側に曲げせん断ひび割れが生じていた。ただし、幅厚比 200 の供試体において、ひび割れが一切生じていなかった。また、図示していないが、鋼管ウェブにおいては算定したせん断耐力付近の荷重荷重時は触診において鋼管の浮き上がりが確認できたが、最大荷重付近の荷重荷重時は浮き上がりが無くなっており、ウェブ、フランジともに座屈は一切生じなかった。それに対して、算定上曲げ耐力の方が小さなせん断スパン比 2 の場合は、図-3 に示したように供試体両端付近にのみひび割れが生じている。具体的には、端部付近に大きな曲げひび割れが生じていることは幅厚比にかかわらず共通しているが、幅厚比が小さくなるほど曲げせん断ひび割れが多くなる傾向が見られる。鋼管部においてウェブの挙動は、せん断スパン比 1 の場合と同様な傾向が見られた。しかし、フランジは異なった傾向を示し、圧縮側端部付近に局部座屈が発生した。鋼管部においては幅厚比による明確な違いは確認できなかった。

次に実験時荷重を算定耐力（せん断スパン比 1 の場合はせん断耐力、2 の場合は曲げ耐力）により無次元化した荷重値と供試体両端の部材回転角の関係を図-4 に示した。図よりせん断スパン比 1 の場合は幅厚比 62.5 と 125 で初期勾配が類似している。しかし、幅厚比 125 の場合は耐力比 0.75 程度で部材としての降伏が生じる結果となり最大耐力発生時の回転角も最も大きな値となった。ただし、最大荷重は耐力比 1.4~1.5 と近似しており、最大荷重発生時の回転角が 0.025 以上と、どの供試体も非常に大きな変形性能を有している。せん断スパン比 2 において初期勾配は幅厚比が小さくなるほど小さな勾配となっている。しかし、降伏点は幅厚比が小さくなるほど耐力比が大きくなっていると思われ、最大荷重時の回転角も同様な傾向を示している。ただし、最大荷重時の耐力比は幅厚比の違いにより大きな差異は見られなかった。

4. まとめ

以上より、本実験においては幅厚比の違いによって大きく異なる性状を示したのは以下の通りである。

- 1) 充填コンクリート部においては幅厚比が小さくなるほどひび割れが多く生じる傾向が見られた。
- 2) 曲げが卓越する場合は幅厚比が小さくなるに従い、最大荷重時の変形量が大きくなった。

参考文献 [1] 角掛, 脇坂, 園田, 小林: 大幅厚比を有する角形コンクリート充填鋼管部材のせん断耐荷力に関する基礎的研究, 応用力学論文集, 土木学会, Vol.5, pp.377-384, 2002; [2] 鬼頭, 小藪, 佐原, 園田: 大径厚比コンクリート充填円形鋼管短柱の圧縮特性, 土木学会論文集, No. 759, pp. 25-36, 2004; [3] 建築学会: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説, p.80, 2001

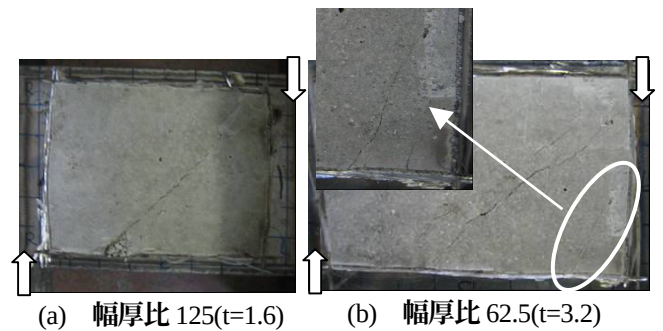


図-2 実験後の充填コンクリート状況
(せん断スパン比 1)

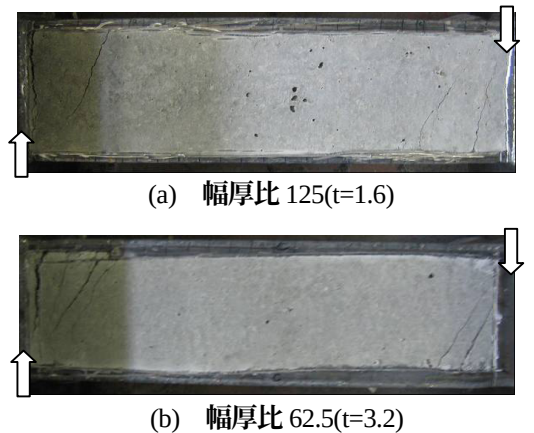


図-3 実験後の充填コンクリート状況
(せん断スパン比 2)

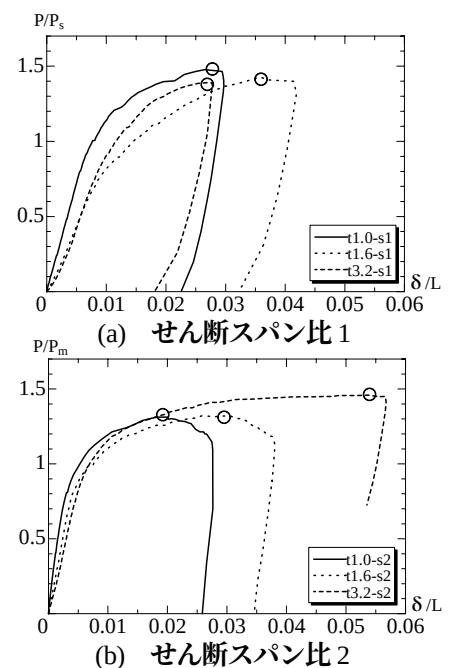


図-4 無次元化荷重と回転角