

I-A 435 曲げと軸力を受ける角形コンクリート充填鋼管柱の耐力及び変形性能

鉄道総合技術研究所 正会員 村田 清満
 鉄道総合技術研究所 正会員 安原 真人
 新日本製鐵（株） 正会員○木下 雅敬

1. まえがき

近年、コンクリートを円形あるいは角形の鋼管に充填し、構造的に一体化したコンクリート充填鋼管柱が建築・土木の両分野で採用されるケースが増加している。これまで、鉄道においては、駅の柱構造物に見られるように円形柱を採用した例が多く見られる。これは、見通し・旅客流動の観点から円形柱が採用されたものと考えられるが、現在では、駅及び橋脚に円形柱と同様に角形鋼管を用いることも珍しくない。角形充填鋼管柱については、すでに道路の分野で、耐力特性を検証するための試験が行われており、耐力力の算定も設計規準に盛り込まれている[1]。しかしながら、耐震性の観点から変形性能に焦点をあてた試験研究は未だ少ない。今回、角形充填鋼管柱の耐力力及び変形能力を検討するための基礎資料を得ることを目的に交番載荷試験を行ったので報告する。

2. 実験概要

（1）供試体

今回の試験では、過去に筆者等が実施した円形充填鋼管柱の実験[2]と比較する意味で、その円形充填鋼管柱断面（ $\phi 360\text{mm}$ ）とその外形が囲む断面積がほぼ等しい1辺が 320mm の正方形断面とし、その内部にコンクリートを充填した柱の縮小模型である。試験体諸元を表1に、試験体概略形状を図1に示す。今回の試験では、巾厚比、軸力比を試験パラメーターとしているが、巾厚比及び軸力比についても、円形の実験における径厚比及び軸力比と同程度に設定している。

（2）載荷方法

載荷方法は、まず試験体に所定の軸力を導入した後、その軸力を一定に保持した状態で、柱頭部の所定の載荷点に正負の繰返し水平荷重を準静的に与える水平交番載荷である。柱模型試験体下端、すなわち、柱基部の引張側または圧縮側の鋼管の軸歪みが降伏歪みに達する時の載荷点での水平変位量 δy （以下、降伏変位という）を求め、この δy を片振幅とし

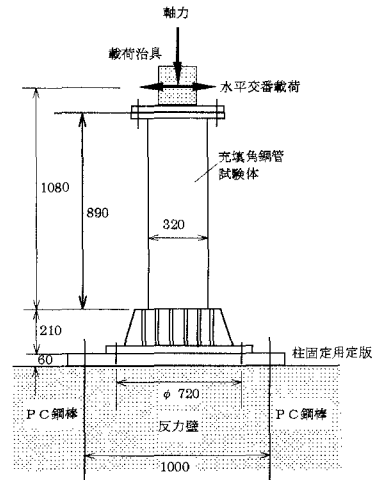


図1 試験体形状

表1 実験ケースの供試体諸元

試験体 No	鋼管巾・ D(mm)	板厚 t(mm)	巾厚比 D/t	軸力比 P/Pp	コンクリート強度 f _{cy} (試験当日)	鋼材降伏点 kg/mm ²	作用軸力 P tonf
RA-1	320	3.02	106	0.2	245kg/cm ²	42.6	73.2
RA-2	320	4.04	79	0.2	261kg/cm ²	43.1	86.3
RA-3	320	5.99	53	0.2	245kg/cm ²	43.7	103.3
RA-4	320	8.00	40	0.2	244kg/cm ²	40.1	115.1
RB-1	320	5.83	53	0.0	265kg/cm ²	38.7	0
RB-2	320	5.99	53	0.27	271kg/cm ²	43.7	145.1

て水平交番載荷を行い、以降、降伏変位 δy の整数倍の変位を片振幅とした両振りの水平交番載荷を $\pm 2 \delta y$ 、 $\pm 3 \delta y$ 、 $\pm 4 \delta y$ ……というように漸次振幅を増加させながら変位制御で行った。尚、各振幅における繰返し載荷回数は3回とした。

3. 実験結果及び考察

(1) 破壊性状

一般的に、 $2\delta y$ 時の載荷にて柱基部に圧縮鋼板に局部座屈の発生が認められ、 $2\sim 3\delta y$ にて水平載荷荷重が最大となっている。軸力の無いRB-1を除いてその後の載荷サイクルにて荷重は急速に低下している。最終的には $4\sim 6\delta y$ の載荷にて、サイクルの最大荷重が降伏荷重を下回った。尚、板厚の薄いRA-1、RA-2及び軸力の無いRB-1では、鋼管隅角部に低サイクル疲労によるものと思われる亀裂の発生が認められている。

(2) 最大荷重

表2には、実験により得られた最大荷重と、歪みの適合が保持されると仮定した所謂RC方式 $\square$ による計算耐力を比較したものを示す。このとき、圧縮鋼板の強度は文献[1]に示される局部座屈強度を取り、局部座屈の影響を考慮した。表より、軸力比が0.2としたRA-1～RA-4では、計算値と実験値は非常に良く適合しているが、軸力比を変化させたRB-1及びRB-2では軸力が小さい場合は実験値は計算値を上回るが、軸力の大きい場合には計算値を下回ることがわかる。すなわち、通常のRC方式では、軸力による耐力への負の影響を考慮出来ないことになり、今後の検討を要するものと考えられる。

(3) 変形性能

各実験により得られた荷重～変位関係の包絡線を、図2には巾厚比をパラメータとした実験について、図3には軸力をパラメータとした実験の比較したものを示す。図2では、各試験体で耐力が大きく異なるため、荷重を(2)の計算耐力にて無次元化して比較している。図より、明かに巾厚比の大きなものほど、また軸力比の大きなものほど変形能力に劣ることがわかる。

また、実験により得られた部材じん性率は、 $4\sim 7$ 程度であり、文献[2]の実験により得られた円形充填鋼管の部材じん性率が $6\sim 11$ 程度であったことと比較すると、角形充填鋼管の変形能力は円形に比して劣るといえる。これらはおそらく円形と角形の形状の差による局部座屈抵抗の違いによるものと考えられる。

<参考文献>

- [1] 阪神高速道路公団「合成柱（充填方式）を有する鋼製橋脚の設計・施工指針（案）」1988.3
- [2] 村田、渡辺他、曲げと軸力を受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形特性、土木学会第50回年次学術講演会、I-111,pp.222-223,1995.7

表2 最大荷重の予測値と実験値

試験体名	(A)最大荷重 (実験値)	(B) 耐力 (局部座屈考慮)	(A)/(B)
RA-1	21.8 tonf	21.7 tonf	1.00
RA-2	27.2 tonf	28.1 tonf	0.97
RA-3	39.8 tonf	40.0 tonf	0.99
RA-4	49.8 tonf	48.4 tonf	1.03
RB-1	39.4 tonf	32.8 tonf	1.20
RB-2	37.6 tonf	43.1 tonf	0.87

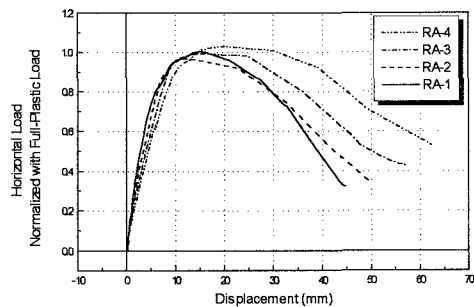


図2 包絡線の比較（巾厚比について）

* 荷重は全塑性モーメントで無次元化

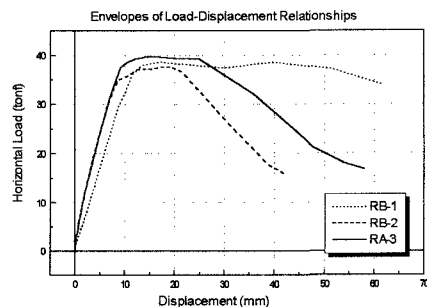


図3 包絡線の比較（軸力比について）