

I-17

繰り返し軸圧縮力を受けるコンクリート充填鋼管の耐荷力実験

豊田工業高等専門学校 正会員 ○ 忠 和男
 豊田工業高等専門学校 正会員 桜井孝昌
 名古屋工業大学 正会員 後藤芳顯
 国土館大学 正会員 松浦 聖

1、はじめに

都市高速道路の鋼製橋脚等の構成部材として多用される鋼管部材が、地震力のような繰り返し荷重を受けた時の変形挙動についてはまだ十分に把握されていない。今後、鋼管部材の耐震設計を考える上で、繰り返し荷重を受けたときの変形挙動を解明することは重要なことである。

本研究では、地震力をモデル化した繰り返し軸圧縮を鋼管短柱に載荷し、繰り返しに伴う各制御量毎の最大荷重の低下傾向と、コンクリート充填による補剛効果に着目して実験を行った。なお、本研究では、載荷基準として地震荷重をモデル化したECCSの提案する方法を参考にした。

2、実験概要

使用した供試体は、外径60mm、長さ150mmの電縫鋼管で、その形状・寸法・鋼管特性は、図-1及び表-1に示すとおりである。充填したコンクリートの圧縮強度は、299.9Kgf/cm²であった。供試体本数は、中空鋼管の単調軸圧縮(S60M)、中空鋼管の繰り返し軸圧縮(S60C)、コンクリート充填鋼管の単調軸圧縮(CS60M)、及びコンクリート充填鋼管の繰り返し軸圧縮(CS60C)の4体である。

実験は、単調軸圧縮実験を行い、この結果を元に繰り返し軸圧縮の制御変位量を決定する。(図-2参照)繰り返し軸圧縮における基準変位制御量 U_y は、表-1に示すとおりである。繰り返し軸圧縮の制御方法は、1 U_y 返は

1/4 U_y ずつ制御量を増やし、2 U_y 、3 U_y 、4 U_y ・・・については各制御変位毎3サイクルずつ反復繰り返し軸圧縮する方法を取った。(文献¹⁾参照)

3、実験結果

図-3は、縦軸に荷重(ton)、横軸に変位量(mm)を示した荷重-変位曲線である。この図から、コンクリート充填とすることにより最大荷重はおおよそ2倍程度になり耐荷力の増加が認められた。さらに、コンクリート充填では、塑性域に達した

表-1 供試体の諸元

幾何学特性	項 目	TYPE 60
	鋼 種	STK 41
幾何学特性	供試体長 L mm	150
	半径 r (内径) mm	28.7
	板厚 t mm	1.50
	r/t	20.1
	断面積 A mm ²	277.6
力学特性	ヤング係数 E×10 ⁴ kgf/mm ²	2.30
	(Gpa)	(225.4)
	降伏応力 σ_y kgf/mm ²	29.44
	(Mpa)	(288.5)
	引張強度 kgf/mm ²	39.97
	(Mpa)	(391.7)
	降伏歪 $\epsilon_y \times 10^{-6}$	1280
	ポアソン比 ν	0.3
	降伏荷重 P_y ton (鋼)	8.172
	(コ)	16.5
	降伏変位 U_y mm (鋼)	0.4
	(コ)	1.2

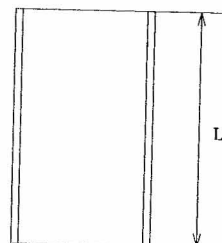


図-1 供試体形状

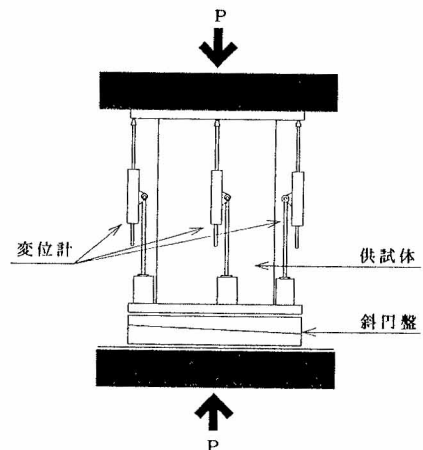


図-2 実験装置

後も荷重低下が緩やかでまだ十分な耐力が期待できる。

図-4は、図-3と同じものであるが、縦軸を素材試験の結果から求めた表-1に示すそれぞれの降伏荷重 P_y で割って無次元化し、横軸はそれぞれの降伏変位 U_y で割って無次元化した荷重-変位曲線である。この図から、 P_{max}/P_y の値は両者ほぼ1.0であるが、最大荷重到達後の変形能においては中空の鋼管では $8U_y$ 迄に急激に低下するのに対して、コンクリート充填では荷重低下も見られず十分な耐力が期待できる。

図-5は、単調載荷と繰り返し載荷の4種類の供試体の荷重-変位曲線を重ね合わせたものである。この図から中空鋼管では最大荷重到達後の低下傾向（図中◎印はS60Cの包絡線上）が単調軸圧縮に比較して繰り返し軸圧縮の方が急激に低下していることが分かる。それに比べ、コンクリート充填鋼管では単調載荷と繰り返し載荷の包絡線を比較してもほとんど差がない。したがって、中空鋼管では繰り返しの影響により急激な荷重の低下が見られるが、コンクリート充填では、その補剛効果が現れ局部座屈発生後の耐力も十分期待できる。

表-2は、繰り返しによる荷重低下の傾向を、変位制御量 $1U_y$ を基準とし、ひとつ前の制御変位量における P_{max}/P_y からどれ程荷重が低下したかを表したものである。表中、 U_m/U_y は P_{max}/P_y に対応する変位を意味し、数値の-は荷重の増加を意味する。この表から、S60Mでは $5U_y$ で-1.01%の低下率を示すのに対して、S60Cでは $5U_y$ で13.04%と低下率が大きく繰り返しによる影響であるといえる。それに比べて、コンクリート充填では、単調軸圧縮、繰り返し軸圧縮いずれも $7U_y$ 付近の低下率は1%程度であり、繰り返しによる影響は見られない。

4、まとめ

コンクリート充填により、繰り返し軸圧縮による繰り返しに伴う荷重低下の影響が少なく、コンクリート充填による十分な補剛効果が確認できた。4種類の供試体のいずれも局部座屈の形状は、一般的な”ちょうちん座屈”の形状を呈していた。

5、参考文献

ECCS: "Recommended Testing Procedure for . . . under Cyclic Loads", No. 45, 1986

表-2 繰り返しに伴う荷重低下の傾向

TYPE	Pmax/Py	Um/Uy	低下率 $\kappa=((P_n-1-P_n)/P_n-1) \times 100(\%)$							
			1Uy	2Uy	Uy	4Uy	5Uy	6Uy	7Uy	8Uy
S60M	1.0	4.8	1.0	-52.46	-4.30	-2.06	-1.01	3.0	8.25	7.87
CS60M	1.03	4.5	1.0	-17.95	-8.70	-2.0	-0.98	0.97	0.98	-----
S60C	0.99	4.0	1.0	-34.78	6.45	-11.49	13.04	-----	-----	-----
CS60C	1.04	4.0	1.0	-23.68	-8.51	-1.96	0.0	1.92	0.98	0.99

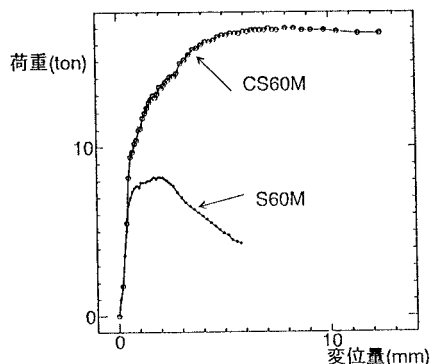


図-3 荷重-変位曲線

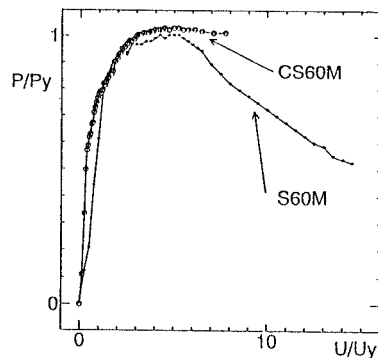


図-4 荷重-変位曲線

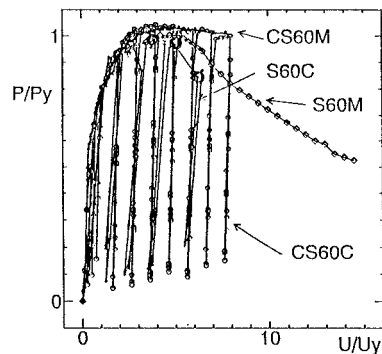


図-5 荷重-変位曲線