

繰り返し軸圧縮力を受ける鋼管短柱の耐力実験

豊田工業高等専門学校 正会員 〇忠 和男 桜井孝昌
名古屋工業大学 正会員 後藤芳顕 松浦 聖

1、はじめに 本実験では円筒鋼管が繰り返し軸圧縮を受ける場合、繰り返し载荷にともなう耐力の低下特性を特に幅厚比のパラメータに注目して実験的に検討した。

2、供試体 供試体は、市販の電縫鋼管であるSTK41を用いた。供試体の寸法及び鋼管から切り出した素材試験の引っ張り試験結果を表-1に示す。 D 、 t 、 A は鋼管の直径、板厚及び断面積を示し、 E 及び σ_y は引っ張り試験より求めたヤング係数及び降伏応力である。供試体の本数は、単調軸圧縮载荷用6本及び繰り返し軸圧縮载荷用7本の合計13本を使用した。

3、実験概要 実験装置は、図-1に示すように上部には球座付きの载荷盤、下部は微調整用の斜円盤を設けた500トン耐圧試験機を用いた。変位計は、図に示すように90度毎に1本計4本設置した。歪ゲージは、変位計と同様90度置きに一つの測点に直角方向に2枚ずつ上・中・下の3円周に計24枚接着した。

载荷方法は、繰り返しを行わない漸増軸圧縮载荷の単調载荷と、この結果から求めた载荷基準に従って繰り返し軸圧縮を行う繰り返し軸圧縮载荷の2通りを用いた。繰り返し载荷はECCSの基準を参考にした。つまり、文献¹⁾を参考にして、単調载荷(Mシリーズ)より载荷基準である制御変位基準の δe を求め、 $\delta e/4$ 、 $2\delta e/4$ 、 $3\delta e/4$ 、 δe 、を1サイクルずつ、続いて $2\delta e$ 、 $3\delta e$ 、 $4\delta e$ 、 $\dots$ 、 $n\delta e$ を3サイクルずつ繰り返すCシリーズと $2\delta e$ 、 $4\delta e$ 、 $6\delta e$ 、 $\dots$ 、 $(2n+2)\delta e$ を3サイクルずつ繰り返すDシリーズの2通りの繰り返し载荷方法をとった。なお、 δe は、図-2に示すように単調载荷の荷重-変位曲線において、初期接線勾配とこの接線の勾配の10分の1となる勾配を持つ接線との交点を基準に決定する。

4、実験結果及び考察 表-2に、最大荷重と径厚比の関係を示した。 σ_y は、鋼管の素材試験結果による降伏応力を示し、 σ_{max} は、鋼管の耐力実験における最大応力度を示し、 σ_f 及び δe は、文献¹⁾によるECCS提案の降伏荷重及び降伏変位に相当する量である。 D/t は、表-1

の値を用いた。それぞれのシリーズの後ろにつく番号は、表-1の供試体番号に対応している。M-1とM-3の最大荷重比 σ_{max}/σ_y の値は、それぞれ0.90(M-1)、0.93(M-3)と径厚比が大きいくほど最大荷重比が小さくなっている。繰り返し载荷の最大荷重比への影響に関しては、M-1、M-3に対して、0.83(C-1)、0.91(C-3)と径厚比が大きいくほど最大荷重比が単調载荷の場合に比較してさらに小さくなっている。

図-3及び図-4は、繰り返し载荷における荷重-変位履歴曲線である。縦軸に σ/σ_f 、横軸に

$D1/\delta e$ をとり示している。 $D1$ は変位計の番号を示している。図中の点線は、

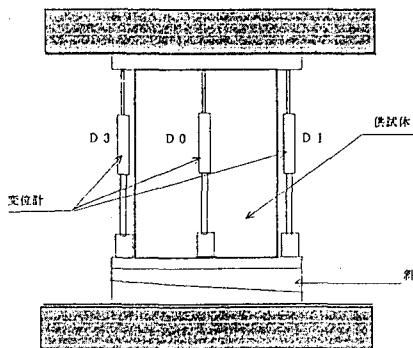


図-1 実験概略

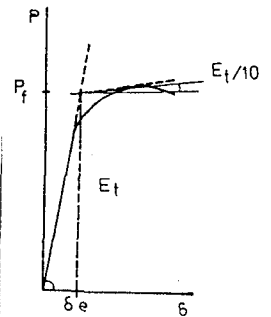
図-2 $\sigma_f \cdot \delta e$ の決定

表-1 供試体寸法及び材料特性

供試体 NO.	L mm	D mm	t mm	D/t	A cm ²	$E \times 10^6$ kg/cm ²	σ_y kg/cm ²
NO.1	800	318.5	5.8	54.9	57.0	1.90	4400
NO.2	800	318.5	6.7	47.5	65.6	2.16	3963
NO.3	800	318.5	7.6	41.9	74.2	2.01	5333
NO.4	800	355.6	6.1	58.3	67.0	2.05	5093
NO.5	800	355.6	7.5	47.4	82.0	2.04	4650
NO.6	800	355.6	9.1	39.1	99.1	2.00	3720

表-2 最大荷重と径厚比の関係

供試体 番号	D/t	σ_y kg/cm ²	σ_{max} kg/cm ²	σ_f kg/cm ²	δe mm	σ_{max}/σ_y
M-4	58.3	5093	4943	4530	4.51	
M-1	54.9	4400	3949	3418	3.21	0.97
M-2	47.5	3963	2991	2619	1.62	0.90
M-5	47.4	4650	4341	3901	2.05	0.75
M-3	41.9	5333	4968	4120	1.85	0.93
M-6	39.1	3720	3716	2928	1.67	0.93
						1.00
C-1	54.9	4400	3651			0.83
C-2	47.5	3963	3354			0.85
C-5	47.4	4650	4463			0.96
C-3	41.9	5333	4861			0.91
C-6	39.1	3720	3686			0.99
D-4	58.3	5093	3643			0.72
D-6	39.1	3720	3826			1.03

対応する単調載荷の結果を意味する。図-3から、C-1とM-1の荷重-変位履歴曲線の経路を比較すると、C-1が

$D/t/\delta e=1.0$ を越えたあたりからM-1の曲線よりも小さくなり繰り返しによる強度低下傾向が現れている。図-4では、C-6とM-6の荷重-変位履歴曲線の曲線の経路にほとんど差がないことから、この

程度の径厚比になると繰り返しによる強度低下の影響が小さい。図-3及び図-4の繰り返し回数に伴う繰り返しサイクル毎の最大荷重の低下傾向は、C-1では、 $1.0\delta e$ を越えると最大荷重は急激に低下し $4\delta e$ では $0.7\sigma_f$ に達するのに対して、C-6では、 $7.0\delta e$ を越えても最大荷重の低下は緩やかで $9.0\delta e$ で $1.0\sigma_f$ 程度となっている。また、ピーク最大荷重を越えてからの最大荷重の平均低下率は、C-1で17.5%、C-6で11.0%となり、径厚比の大きな方が耐荷力の低下が急激である。以上のことから、径厚比の小さな供試体ほど塑性域に達した後の繰り返し載荷に伴う耐荷力の低下が小さく靱性に富んでいる。

図-5は、繰り返し載荷実験結果の荷重-変位履歴曲線における初期勾配（剛性率 E_0 ）に対する各繰り返し毎の載荷・除荷曲線の勾配（剛性率 E ）の低下率を示したものである。剛性率の低下率は次のように定義した。

$$\text{剛性率の低下率} = (E_0 - E) / E_0 \times 100 (\%)$$

図-5から、径厚比の大きなD-4及びC-1では18%及び60%の低下が見られるのに対して、径厚比の小さなC-6等では剛性率の低下は数%に留まっている。

5、まとめ 1) 繰り返し載荷における最大荷重比と単調載荷における最大荷重比 (σ_{max}/σ_y) の差を比較すると径厚比54.9の場合では7%であるのに対し、径厚比が41.9に対しては、2%となり繰り返し載荷の場合は単調載荷の場合より耐荷力が低下し、径厚比が大きい場合は、その傾向が大きい。2) 荷重-変位履歴曲線の荷重-変位履歴経路から径厚比の小さい供試体 ($D/t=39.1$) は塑性域に達した後の繰り返し載荷にともなう耐荷力の低下が小さく靱性に富んでいる。3) 繰り返し載荷に伴う剛性率の低下傾向は径厚比が58.3及び54.9では60%、及び18%と大幅な低下が見られた。参考文献；1) ECCS: Study on Design of Building in Earthquake zones, ECCS, 1986

図-3 荷重-変位履歴曲線

供試体 C-1(D/t=54.91)

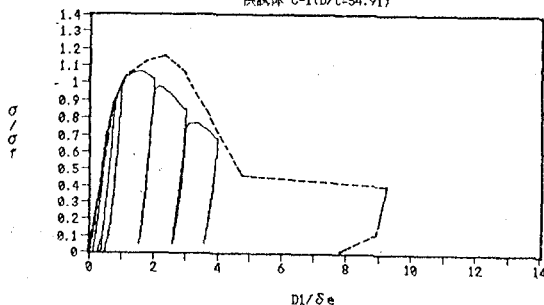


図-4 荷重-変位履歴曲線

供試体 C-6(D/t=39.07)

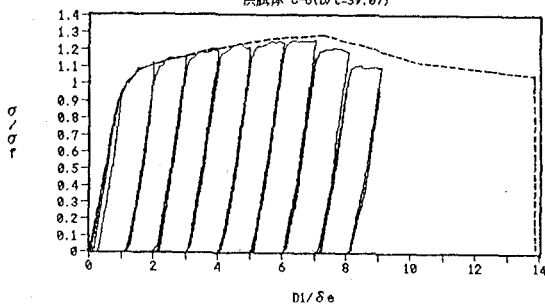


図-5 剛性率の低下傾向

