

I - B 106

繰り返し荷重を受ける円形鋼管の劣化特性とひずみの挙動

東京電機大学 学生員 石澤俊希*

東京電機大学 正会員 井浦雅司*

1. はじめに

近年、繰り返し荷重を受ける円形鋼管に関する研究が盛んに行われており、最高荷重の評価法や塑性率などについてはある程度までは明らかになってきた。しかし、最高荷重後の耐力劣化のメカニズムについては若干の考察は行われているが、未だ明らかにされていない。

そこで本研究では、最高荷重後のメカニズムを解明する目的で実験を行った。そして、軸力や載荷方法が耐力劣化に及ぼす影響と、座屈部付近のひずみの挙動について考察した。

2. 実験概要

本実験で使用した供試体と実験方法について説明する。なお、実験装置については、文献 1) で詳しく説明しているので、参照されたい。

供試体は円形鋼製橋脚をモデルにしたものであり、数は 8 体、寸法はすべて同一で、ダイヤフラムは基部から 30cm の位置にあり、縦リブは添付していない(図 1)。材料特性については表 1 に示す。載荷点付近の局部座屈を防ぐため、三角形補剛材で上端部分を補剛した。

実験は、一定軸力を作用させ、横力を変位制御で載荷させて行った。ただし、載荷方法と軸力の影響を調べるため、表 1 に示す様な実験方法とした。C-1,2,3 は繰返し回数による影響を調べるために、載荷方法を変化させた。C-1,5,6 は軸力による影響を調べるために、軸力比を変化させた。C-4 は、最大耐力付近で変位振幅を大きくし、基準変位の大きさが耐力劣化に与える影響を調べるために行った。C-7 は、変位振幅が耐力劣化に与える影響を調べるために行った。C-8 は、単調載荷であるが、最大耐力を超えた時点から変位を任意に動かした。なお実験の際、横力・横変位のほかに軸方向変位と歪みを測定した。歪みの測定は、図 1 の天部と地部の表面に、基部より 3cm の部分から 12cm の部分まで 3cm ピッチで、二軸ゲージを合計 8 枚貼る事により行った。

本文中で用いる劣化量の定義を図 2 に示す。なお、縦軸と横軸はそれぞれ横力と横力載荷点の変位であり、履歴曲線の第一象限を示している。

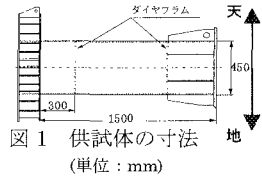
図 1 供試体の寸法
(単位: mm)

表 1 供試体の材料特性と実験方法

供試体 No.	材料特性				実験方法	
	板厚 t (mm)	降伏応力 σ_y	ヤング率 E	ポアソン比	軸力比 (%)	載荷方法
C-1	0.58	2.79	2046.5	0.288	15	正負漸増 3 回繰返し
C-2	0.58	2.79	2048.5	0.288	15	正負漸増 6 回繰返し
C-3	0.58	2.79	2048.5	0.288	15	正負漸増 7 回繰返し
C-4	0.58	2.79	2048.5	0.288	15	4.5 δ_y 繰返し
C-5	0.57	2.80	2035.3	0.280	20	正負漸増 3 回繰返し
C-6	0.57	2.80	2035.3	0.280	0	正負漸増 3 回繰返し
C-7	0.57	2.80	2035.3	0.280	15	不規則
C-8	0.57	2.80	2035.3	0.280	15	単調載荷

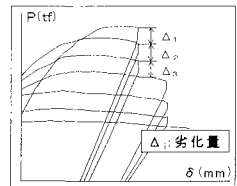
 σ_y , E の単位は (tf/cm²)

図 2 劣化量の説明

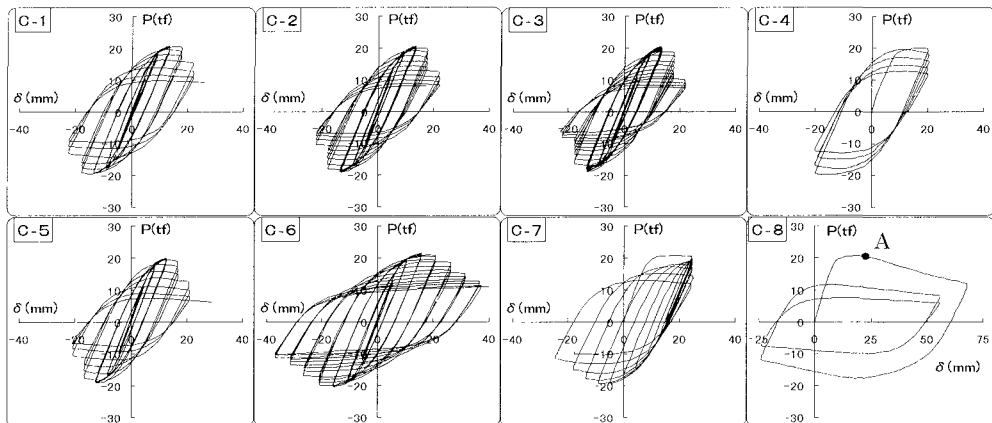


図 3 実験結果 (横力-変位 関係)

Key Words : 円筒シェル, 繰り返し荷重, 座屈後挙動

* 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設工学科 Tel 0492-96-2911

3. 実験結果と考察

横力と横力載荷点の変位をそれぞれ縦軸と横軸とした実験結果を図3に示す。

(1) 最高荷重後の劣化特性

図3において、C-1 と C-3 の $5\delta_y$ (22mm) の繰返しに注目すると、軸力と変位振幅が同じであるにもかかわらず、耐力がある時ほど、劣化量が大きくなることが分かる。

C-1 の $4\delta_y$ (18mm) の繰返しと C-4 の $4.5\delta_y$ (20mm) の繰返しに注目すると、軸力と耐力が同じであるにもかかわらず、変位振幅が大きい時ほど、劣化量が大きくなることが分かる。

次に、軸力比 20% の C-6 と、軸力比 0% の C-5 に注目すると、耐力と変位振幅が同じであるにもかかわらず、軸力が大きい時ほど、劣化量が大きくなることが分かる。

(2) 横力と軸方向変位の関係

縦軸を横力に、横軸を軸方向変位とした C-8 の実験結果を図4に示す。これより、各ループの最高荷重後に軸方向の変形が起きていることが分かる。この現象は、軸力比 0% の C-6 を除く他の供試体でも確認された。

(3) 歪みについて

縦軸を横力に、横軸を座屈発生点付近の表面縦歪みとした C-8 の実験結果を図5に示す。歪みが反転する点Aは図3 (C-8) における点Aに相当している。このような歪みの反転現象は、全ての供試体において最高荷重後、又はその直後において観察された。以下に、歪みの反転のメカニズムについて考察する。

図6は基部付近における供試体の挙動であるが、Iに示すように、座屈が発生する前は、圧縮縁では圧縮歪みが発生し、引張り縁では引張り歪みが発生する。しかし、座屈が発生すると図6-IIで示すように、座屈頂部で引張りが発生する。これが歪みの反転の原因となっている。

図6-IIに示す座屈発生個所に注目した挙動を図7に示す。図7-Iは座屈発生直後であり、座屈頂部付近の黒塗りの部分で歪みの反転が起こる。その後、除荷を行い変位が反対方向の頂点に達すると、IIに示したように、2つの状態が考えられる。aは座屈変形が無くなり元に戻った状態であり、頂部付近の歪みは引張り→圧縮→引張りへと変化していく。

bは座屈が残留した状態であり、歪みは引張り→圧縮へと変化するだけである。つまり、歪みは座屈変形が残留すると、圧縮縁の時には引張り歪みとなり、引張り縁の時には圧縮歪みとなる。次に、再び圧縮縁になった時は、IIIに示すように歪みの反転領域（黒塗りの部分）が増加すると考えられる。このことを説明するために座屈個所の拡大図を図8に示す。座屈が進行すると、aの部分は引張りであり、cの部分は圧縮となる。このとき、bの部分はaに近い方から引張りの影響を受け、歪みの反転領域が増加していくと考えられる。以上で述べた歪み反転個所の進展は、実験データからも確認できている。

4. まとめ

今回の研究により、軸力・変位振幅・耐力と劣化量の相互関係がある程度解明できた。また、歪みの挙動については、表面歪みだけしか測定できなかったが、歪みの反転現象が移動していくことが観察され、その理由についても考察を行った。今後の課題としては、横力-変位関係を最高荷重後まで再現できるような簡易なモデルを提案する事である。

【参考文献】

- 1) 石澤俊希、井浦雅司：繰返し荷重を受ける円形鋼管の劣化特性、第25回関東支部技術研究発表会講演概要集、p.102、1998.3。

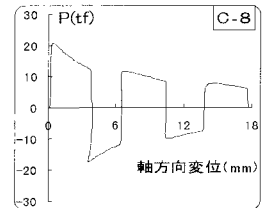


図4 横力と軸方向変位の関係

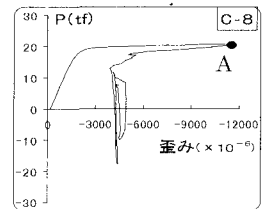


図5 横力と歪みの関係

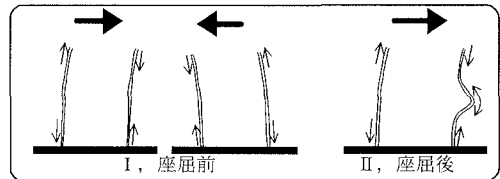


図6 基部付近の挙動（その1）

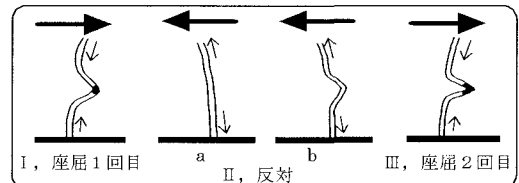


図7 基部付近の挙動（その2）

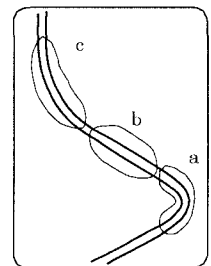


図8 座屈部の図