

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、円形鋼製橋脚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じん性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。そこで本研究は耐力劣化のメカニズムに注目し、軸力や載荷方法が耐力劣化に及ぼす影響を考察するために実験を行った。ここでは主に実験結果について報告する。

2. 実験概要

本実験で使用した実験装置と供試体について説明する。載荷装置は横力を作用させる 50tf アクチュエータと、軸圧縮力を作用させる 50tf 油圧ジャッキで構成される。供試体を床面に水平となるように反力フレームに高力ボルトを用いて固定し、橋脚上端となる部分に先端ブラケットを介して横力と軸圧縮力を作用させた。鉛直方向に供試体が変位しても、常に水平方向の軸圧縮力が作用するように LM ガイドを油圧ジャッキと反力フレームの間に設置し、油圧ジャッキの中心と先端ブラケットの中心は常に一致するように工夫されている。

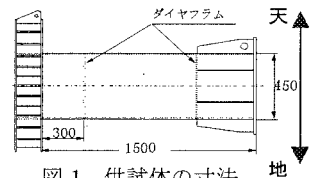


図1 供試体の寸法
(単位: mm)

表1 供試体の材料特性と実験方法

供試体 No.	供試体特性				実験方法	
	板厚 t (mm)	降伏応力 σ_y	ヤング率 $E \times 10^6$	ポアソン比	軸力比 (%)	載荷方法
C-1	0.58	2788	2.05	0.288	15	正負漸増3回繰返し
C-2	0.58	2788	2.05	0.288	15	正負漸増5回繰返し
C-3	0.58	2788	2.05	0.288	15	正負漸増7回繰返し
C-4	0.58	2788	2.05	0.288	15	4.5 δ_y 繰返し
C-5	0.57	2801	2.04	0.280	20	正負漸増3回繰返し
C-6	0.57	2801	2.04	0.280	0	正負漸増3回繰返し
C-7	0.57	2801	2.04	0.280	15	不規則
C-8	0.57	2801	2.04	0.280	15	単調載荷

σ_y , Eの単位は (kgf/cm²)

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、縦リブは無いものとした(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。歪みは図1の天部と地部の面に基部より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枚貼り、測定した。

本文中で用いる劣化量の説明を図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。

3. 実験結果

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) 座屈形状と位置

座屈形状はすべて Elephant Foot Bulge であった。座屈位置は多少の違いはあったが、基部より約10cmであった。つまり、座屈形状と座屈位置は、軸力と載荷方法にあまり影響を受けないことが分かる。

(2) 最高荷重について

最高荷重は図3に示す様にどれも約20tfで、軸力と載荷方法にあまり影響を受けないことが分かる。

(3) 最高荷重後の劣化特性について

●載荷方法の影響

図3のC-1,2,3について考察する。変位18mm(4 δ_y)付近の繰返しに注目すると、最高荷重直後の劣化量はどれも同じ程度である。しかし、C-3を見ると、繰返しを続けて耐力が小さくなるにつれ、劣化

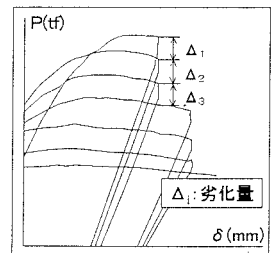


図2 劣化量の説明

Key Words : cylindrical shell, cyclic load, ductility, post-buckling

* 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

量も小さくなることが分かる。次に、変位 22mm ($5\delta_y$) 付近の繰返しに注目する。耐力が 15tf 程度残っている C-1 と 10tf 程度しか残っていない C-3 を比較すると、C-1 の劣化量の方が大きいことが分かる。

C-1, 4, 7 について考察する。最大耐力付近において 18mm ($4\delta_y$) で繰返した C-1 と 20mm ($4.5\delta_y$) で繰返した C-4 を比較すると、C-4 の劣化量の方が大きいことが分かる。つまり、ほぼ同じ耐力にあるにもかかわらず、変位振幅が大きいと劣化量も大きくなる。この事を確かめるため、C-7 では少しずつ変位振幅を大きくしていった。やはり、変位振幅を大きくすると劣化量が大きくなることが分かった。

●軸力の影響

軸力比 20% の C-5 と 0% の C-6 を比較すると、軸力が小さい C-6 の劣化量の方が小さいことが分かる。

(4) 軸方向変位について

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こっ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。

(5) 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、すべての供試体でも確認された。

4. まとめ

軸力と載荷方法は、最高荷重にはあまり影響しないが、耐力劣化には大きく影響するという既往の研究結果^{1)・2)}と一致した。

今後の課題としては、実験結果から耐力劣化のメカニズムを解明する事と、耐力劣化のパラメータを見つけ出し、それらの影響を定量的に評価する方法を発見することである。

5. 参考文献

- 1) 井浦・熊谷・小牧：横力と一定軸力を受ける円筒シェルの終局状態に関する研究、土木学会論文集 No.556、1997.1
- 2) 鈴木・宇佐美：繰返し荷重下における鋼製橋脚モデルの強度と変形能の推定式に関する研究、土木学会論文集 No.519、1995.7

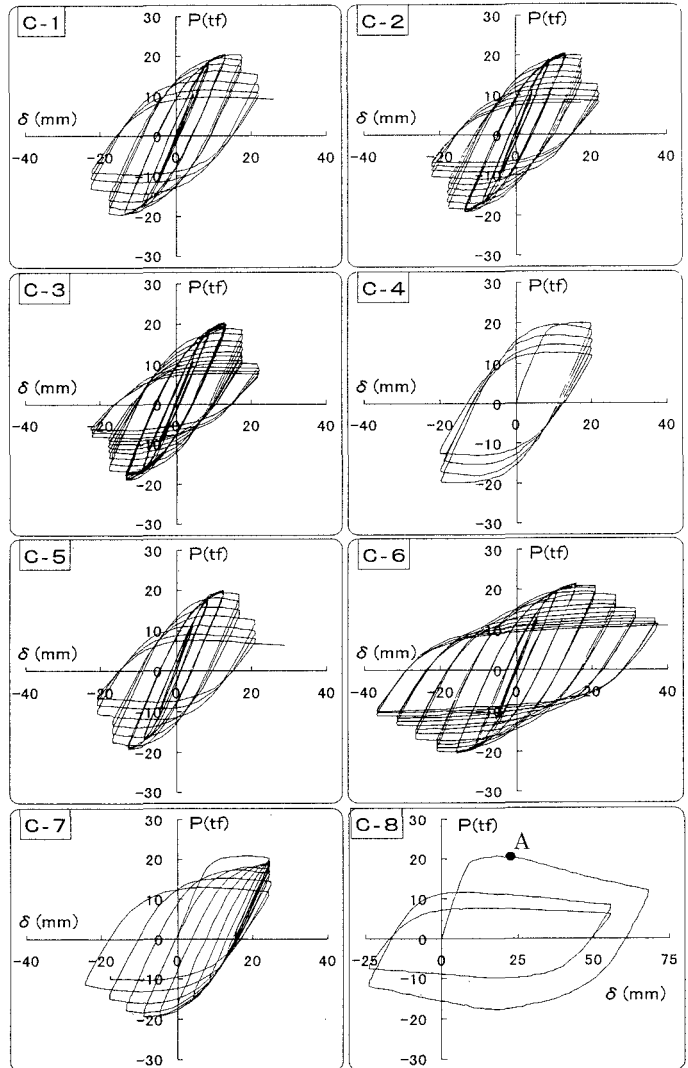


図3 実験結果 (横力と変位の関係)

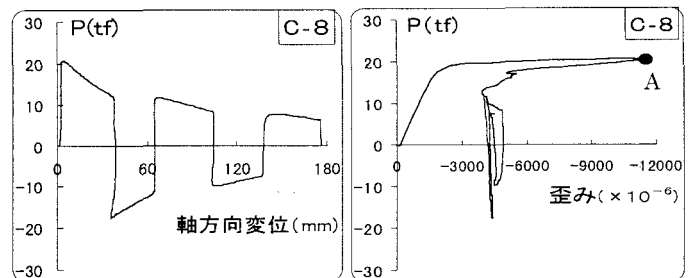


図4 実験結果 (横力と軸方向変位の関係) 図5 実験結果 (横力と歪みの関係)