

I-A9 軸圧縮力と横力を同時に受ける円形断面橋脚柱の実験的研究

東京電機大学 学生員 小牧 理
 三菱重工業（株） 正員 熊谷洋司
 東京電機大学 正員 井浦雅司

1. はじめに

近年、鋼製橋脚柱の研究が盛んに行われており、エネルギー吸収能や靱性などについて注目されている。箱形補剛断面橋脚柱の研究もいくつか報告されており^{1) 2)}、縦補剛材の有効性が報告されている。しかし、円形補剛断面橋脚柱の研究は少なく^{3) 4)}、断面が塑性域に入ってからどのような挙動を示すかは未だ明らかにされていない。そこで本研究においては補剛材を有する円形断面橋脚モデルを用い、破壊モード、剛性低下、エネルギー吸収能、靱性などに注目し、実験を実施した。ここでは主に実験結果について報告する。

2. 実験方法

表-1 供試体寸法

本実験で使用した実験装置と供試体を図-1に示す。載荷装置は横力に相当する力を作用させる50tfアクチュエーターと軸圧縮力に相当する力を作用させる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。

供試体は鋼製円形橋脚をモデルにしたものであり、鋼種はSS400、外径、高さは同一で、母材板厚、縦方向補剛材の数と高さ、基部から下側のダイヤフラムまでの長さが異なる合計30体を製作した（表-1）。なお載荷点付近の局部座屈を防ぐため、三角形補剛材により上端部分を補剛した。

軸方向圧縮力(N_i)は全断面降伏荷重の15%とした。軸圧縮力の偏心を防ぐため、供試体上面(天)と下面(地)に歪みゲージを貼付し、それぞれの歪みをチェックした。供試体外縁部が降伏する変位を δy とし、ループごとに δy ずつ変位が増加するように横力を操作した。横力は変位制御として正負交番載荷試験を行い、歪みと供試体上端における天の変位を測定した。なお変位測定にはボルトの伸縮に伴う回転変位を最初から取り除くために、供試体基部から直接測定出来るように工夫した。

供試体NO	公称板厚 t (mm)	リブ数 (本)	リブ高さ hf (cm)	ダイヤフラムの 位置 (cm)	破壊 モード
1	4.5	3	5.2	30	EFB
2	4.5		3.5		EFB
3	4.5		2.6		EFB
4	6		5.2		EFB
5	6		3.5		EFB
6	6		2.6		EFB
7	3.2		5.2		ED
8	3.2		3.5		EFB
9	3.2		2.6		ED
10-1	4.5	0	—	30	EFB
10-2	4.5		—		EFB
11-1	6		—		EFB
11-2	6		—		EFB
12-1	3.2		—		ED
12-2	3.2		—		ED
13	4.5	4	5.2	30	EFB
14	4.5		3.5		EFB
15	4.5		2.6		EFB
16	6		5.2		EFB
17	6		3.5		EFB
18	6		2.6		EFB
19	3.2		5.2		DP
20	3.2		3.5		DP
21	3.2		2.6		DP
22	4.5	3	5.2	20	EFB
23	4.5		5.2	40	EFB
24	4.5		5.2	50	EFB
25	6	4	5.2	20	EFB
26	4.5		5.2	40	EFB
27	3.2		5.2	50	DP

(注：母材と縦補剛材板厚は同一)

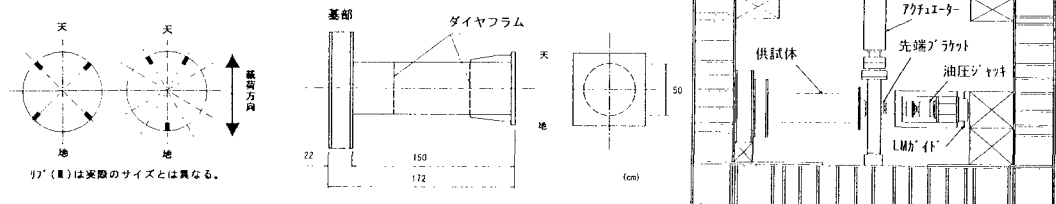


図-1 実験装置と供試体

3. 実験結果

3.1 破壊モード

今回の実験では、周囲が一様に膨らむ Elephant Foot Bulge(以下 EFB)、全周にわたってダイヤモンド型の座屈モードが発生する Diamond Pattern(以下 DP)、一部が DP で他の部分は EFB というように混合して発生するモード(以下 ED)の3つが見られた。(表-1と図-2を参考)

破壊モードは、 $t=6\text{mm}$ と $t=4.5\text{mm}$ の供試体($R/t \approx 58, 45$)では EFB が発生し、 $t=3.2\text{mm}$ の供試体($R/t \approx 82$)では1つは EFB、それ以外は DP 又は、ED が発生した。それぞれの、 δ_y と降伏荷重(P_y)で無次元化した履歴載荷曲線(図-3)、無次元化した包絡線(図-4)、座屈部付近の3ループ目の変位-歪み曲線(図-5)を示す。図-5において凡例の値と座屈部の値は基部からの距離を示している。図-3、図-4から EFB に対して ED で破壊した場合、最大耐力($P_{\max}$)時の変位が小さく靱性が低いことがわかる。図-5より3ループ目の歪みが EFB は顕著な差が無いのに対し、ED では座屈部と他の部分の差が大きい。これは EFB の座屈モードが穏やかに進むのに対し、ED の方は、変形の進みが速い事を示している。

3.2 縦補剛材と耐力劣化の関係

縦補剛材の耐力劣化への影響を調べるため包絡線を比較した(図-6)。この図より縦補剛材が有る場合の耐力向上が確認される。また $t=6\text{mm}$ の場合には縦補剛材数が4本より3本の方が $P_{\max}$ が高い傾向が見られたが、 $t=4.5\text{mm}$ 、 3.2mm の場合は4本の方が高い傾向にあった。ダイヤフラムの位置の違いによる変化は見られなかった。

4. まとめ

円形補剛断面橋脚柱の弾塑性性状を明らかにするため実験を行ない、破壊モード、縦補剛材と耐力劣化との関係を示した。剛性、エネルギー吸収能、靱性等については文献(5)において報告している。

参考文献

- 宇佐美ら：繰り返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.37A、1991
- 川島ら：鋼製橋脚のじん性に及ぼす垂直補剛材の板厚の影響、土木技術資料 34-6、1992
- 太田ら：円形断面橋脚柱の強度・変形性能に関する実験的研究、第48回年次講演会、1993
- 水谷ら：パイプ断面鋼圧縮部材の繰り返し断塑性挙動に関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.42A、1996
- 井浦ら：軸圧縮力と横力を同時に受ける円形断面橋脚柱に関する一考察、第51回年次講演会、1996

