

I-A 8

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

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

1. はじめに

地震時における円形断面橋脚柱の基本的な性状を知る目的で正負交番荷重実験を行い、文献（1）において実験結果を報告した。ここでは他の機関で既に行われている実験結果も考慮して、剛性低下、エネルギー吸収能、靱性、破壊モードを調べており、これらを支配するパラメータを探すことを最終の目的としている。

2. 剛性の低下

1 ループ目の剛性を基準として、荷重-変位履歴曲線における各ループごとの無次元化された剛性を図-1に示す。ここでいう剛性は、横力が0の時の荷重-変位履歴曲線の接線の傾きである。この図は径厚比が同じで縦補剛材数異なる場合の剛性低下の比較である。これより補剛材を有する方が剛性低下が小さいという事がわかるが、補剛材本数が3本と4本による剛性低下の違いは少なかった。

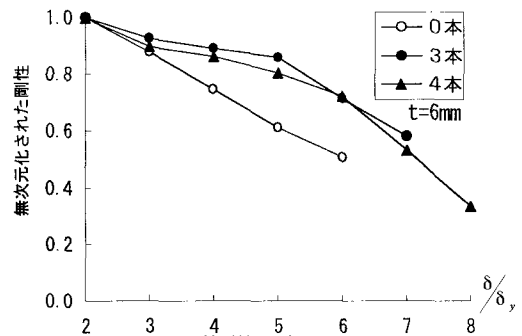


図-1 補剛材と剛性低下の関係

3. エネルギー吸収能

エネルギー吸収能を比較するため、変位とエネルギー吸収量の関係を図-2に、変位と履歴減衰定数との関係を図-3に示す。これらの図より、補剛材を有する方がエネルギー吸収量が大きく、履歴減衰定数も低い事が分かる。また補剛材本数が多い方が、エネルギー吸収量は大きく、履歴減衰定数は小さくなる事が分かる。

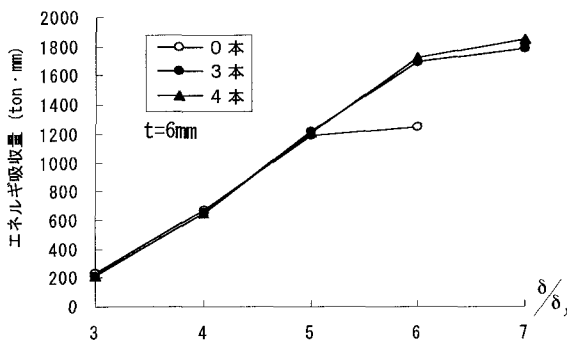


図-2 変位とエネルギー吸収量の関係

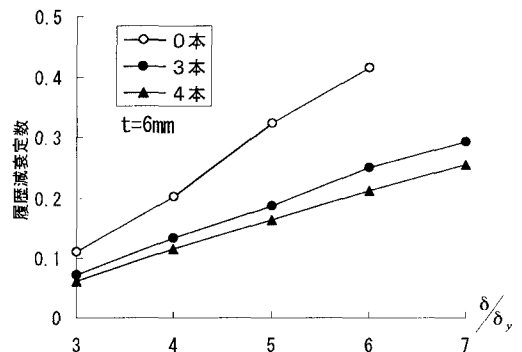


図-3 変位と履歴減衰定数の関係

4. 靱性率

補剛材数と靱性率 (μ) の関係を表-1に示す。ここで用いた靱性率は荷重-変位履歴載荷曲線の包絡線で最大耐力 (P_{max}) を超えた後、降伏荷重 (P_y) まで耐力が下がった時の変位 (δ') の降伏変位 (δ_y) に対する割合であり $\mu = \delta'/\delta_y$ と与えられる。この表より縦補剛材は靱性の確保に効果的であることが分かる。

次に径厚比パラメータ R_t と靱性率の関係を図-4に示す。この図を見る限りでは、文献（2）の結果と同じような傾向が見られるが、値のばらつきが大きい傾向にある。これは今回の実験結果が補剛材を有する断面の実験結果であるためであり、当然のことではあるが補剛材の効果を考慮した新たなパラメータで整理する必要があるものと思われる。

表-1 補剛材と靱性率の関係

リブの高さ	t=3.2mm		t=6mm	
	靱性率	リブ無しとの比	靱性率	リブ無しとの比
リブ無し	2.55	—	4.64	—
低(3本)	2.92	1.15	6.63	1.43
低(4本)	2.65	1.04	6.07	1.31
中(3本)	2.89	1.13	6.32	1.36
中(4本)	2.77	1.08	6.44	1.39
高(3本)	2.68	1.05	7.05	1.52
高(4本)	2.87	1.12	6.43	1.39

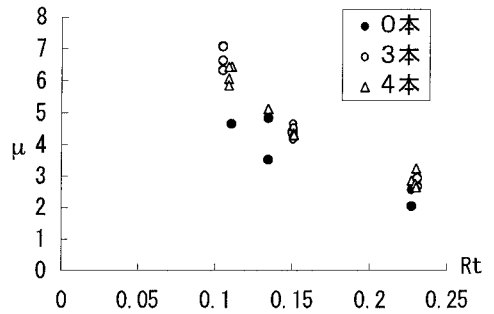


図-4 径厚比パラメータと靱性率の関係

5. 破壊モード

破壊モードがEFB (Elephant Foot Bulge) の場合は耐力劣化が緩やかであるのに対し、DP (Diamond Pattern) 又はED (EFBとDPの混合モード) の場合、 P_{max} 後の耐力劣化が急激である。従来より、径厚比をパラメータとして破壊モードが整理されており^{2) 3)}、DPは弾性範囲内において発生している⁴⁾。ところが今回の実験結果においては、従来DPで破壊するとされていた径厚比の範囲においてもEFBで破壊しており、さらにDPが弾塑性座屈モードで見られた¹⁾。また建設省土木研究所（以下、土研）において行われた実験では、径厚比は同じだが補剛材が有る場合と補剛材が無い場合で、破壊モードが異なったという結果も報告されている。これら実験結果は、径厚比のみをパラメータとして破壊モードを分類することはできず、新たなパラメータを見つけ出す必要があることを示している。

次に破壊モードと P_{max}/P_y の関係を調べるために、本実験結果と土研の結果を形状係数(f)を用いて整理し、表-2にそれらの一部を示す。ここでは軸圧縮力を無視して全断面塑性モーメントを求め、さらにP-Δ効果による付加曲げモーメントの影響は無視している。この表から、EFBは P_{max}/P_y がfよりかなり大きい範囲で生ずるのに対し、DP、EDは P_{max}/P_y がfとほぼ等しいか、それ以下の範囲で生じていることがわかる。

表-2 破壊モードと形状係数の関係

供試体NO	外径 d (cm)	ハブ厚 t (mm)	リブ数 (本)	形状係数 f	P_{max}/P_y	$P_{max}/P_y \cdot f$	R/t	mode
1	51.0	4.36	3	1.300	1.616	1.243	58.4	EFB
4	51.4	5.79	3	1.304	1.903	1.459	44.4	EFB
11-2	51.3	5.76	0	1.288	1.563	1.214	44.6	EFB
16	51.3	5.76	4	1.318	1.811	1.374	44.6	EFB
土研NO.6	90.0	16	0	1.297	1.826	1.408	28.1	EFB
土研NO.8	90.0	9	0	1.287	1.452	1.129	50.0	EFB
土研B2	90.0	9	8	1.345	1.723	1.281	50.0	EFB
7	50.7	3.08	3	1.298	1.273	0.981	82.4	ED
12-1	50.7	3.08	0	1.282	1.330	1.038	82.4	ED
19	50.7	3.09	4	1.312	1.378	1.050	82.0	DP
土研B4	90.0	9	4	1.370	1.444	1.055	50.0	DP

6. まとめ

円形補剛断面橋脚柱の実験結果¹⁾を用いて、既存の研究と比較した。それにより、エネルギー吸収能や靱性率を高めるにあたり補剛材は有効に働くこと、さらに径厚比のみで破壊モードを分類することは出来ず、EFB、DP、EDの発生条件を求めるにはより詳しい検討を要することが示された。

参考文献

- 1) 小牧ら：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、第51回年次講演会、1996
- 2) 水谷ら：パイプ断面鋼圧縮部材の繰返し弾塑性挙動に関する実験的研究、構造工学学会 Vol. 42A、1996
- 3) 宇佐美ら：鋼管短柱の圧縮および曲げ耐力実験、土木学会論文集第416号 / I-13、1990
- 4) 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