

I-44

繰り返し荷重による鋼圧縮部材の
強度劣化に関する実験的研究川崎製鉄 正員 水本 貴士
愛知工業大学 正員 青木 徹彦名古屋大学 正員 宇佐美 勉
名古屋大学 正員 伊藤 義人

1. 緒言 現在市街地などで鋼製の橋脚構造物が多数みられるようになってきたが、地震荷重に対するこれらの挙動を調べるための系統的な実験はほとんどなされていない。この実験では、補剛および無補剛箱形断面柱に上部構造物の重量を想定した一定鉛直荷重と、地震力を想定した繰り返し水平荷重を載荷して、その挙動を調べ、幅厚比、補剛材剛比、軸力の3つのパラメータが繰り返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度劣化にどのような影響を及ぼすのかを実験により明らかにする。

2. 供試体 本

表-1 供試体の寸法

実験ではSS41材
(実測降伏応力
3160Kgf/cm²)を
使用した表-1
および図-1に
示す計25体の供
試体を用いた。
箱形断面の耐荷
力に影響を及ぼ
す要因として、
軸力と幅厚比パ
ラメータ¹⁾、補
剛材剛比を考慮

Specimen	L mm	Ld mm	B mm	D mm	t mm	bsf mm	bsw mm	ts mm	γ/γ_{req}	A mm ²	Kh/r	h mm	Rf	Rw	P/ Py
U5-0C	854	234	134	85	4.34	----	----	----	----	1900	39.5	750	0.560	0.422	0.0
U5-2M	855	234	136	85	4.34	----	----	----	----	1910	39.5	752	0.567	0.422	0.2
U5-2C	855	234	134	84	4.34	----	----	----	----	1890	39.7	752	0.556	0.421	0.2
U7-0C	1153	329	181	120	4.34	----	----	----	----	2810	39.8	1050	0.780	0.588	0.0
U7-1C	1153	328	181	120	4.34	----	----	----	----	2600	39.8	1050	0.778	0.587	0.1
U7-2M	1153	328	181	119	4.34	----	----	----	----	2800	39.9	1050	0.778	0.585	0.2
U7-2C	1154	328	181	120	4.34	----	----	----	----	2600	39.8	1051	0.778	0.588	0.2
U7-2CC	1153	328	182	119	4.34	----	----	----	----	2610	39.9	1050	0.784	0.585	0.2
U9-1C	1355	423	228	156	4.34	----	----	----	----	3330	36.7	1251	1.002	0.761	0.1
S3-0C(1)	1157	210	227	137	4.34	25.0	25.0	4.25	0.953	3790	36.0	1053	0.332	0.335	0.0
S3-2C(1)	1156	210	228	137	4.34	25.0	25.0	4.25	0.950	3800	35.9	1053	0.334	0.335	0.2
S3-2C(3)	1156	209	228	142	4.34	38.0	38.0	4.25	2.923	4160	35.8	1053	0.332	0.347	0.2
S3-4C(3)	1154	211	227	137	4.34	38.0	38.0	4.25	2.920	4130	36.9	1051	0.332	0.335	0.4
S5-0C(1)	1754	349	368	229	4.34	32.0	25.0	4.25	1.280	5940	33.5	1851	0.556	0.554	0.0
S5-1C(1)	1754	351	367	231	4.34	32.0	25.0	4.25	1.282	5950	33.4	1851	0.555	0.557	0.1
S5-2C(1)	1753	352	368	230	4.34	32.0	25.0	4.25	1.281	5950	33.4	1850	0.555	0.556	0.2
S5-2CC(1)	1754	351	367	230	4.34	32.0	25.0	4.25	1.284	5940	33.4	1851	0.553	0.556	0.2
S5-1C(3)	1753	351	367	231	4.34	44.0	44.0	4.25	3.068	6310	34.0	1850	0.554	0.557	0.1
S5-2C(3)	1753	350	367	231	4.34	44.0	44.0	4.25	3.067	6310	34.0	1850	0.555	0.557	0.2
S5-1C(5)	1753	351	367	230	4.34	54.0	51.0	4.25	5.317	6540	34.4	1850	0.554	0.556	0.1
S5-2C(5)	1753	351	367	230	4.34	54.0	51.0	4.25	5.316	6540	34.4	1850	0.554	0.556	0.2
S6-1C(1)	2155	423	438	278	4.34	32.0	32.0	4.25	1.110	7030	34.5	2051	0.667	0.668	0.1
S6-2C(1)	2153	422	438	272	4.34	32.0	32.0	4.25	1.109	6980	35.1	2050	0.667	0.655	0.2
S6-1C(3)	2155	424	438	277	4.34	50.0	44.0	4.25	3.806	7430	35.1	2052	0.666	0.666	0.1
S6-2C(5)	2153	423	438	278	4.34	57.0	33.0	4.25	5.428	7460	34.8	2050	0.666	0.670	0.2

Notes. A:断面積, K:有効座屈係数(K=2.0), γ/γ_{req} :補剛材の剛比/補剛材の必要剛比, h:供試体高さ
Rf:フランジの幅厚比パラメータ, Rw:ウェブの幅厚比パラメータ, P:軸力, Py:降伏軸力

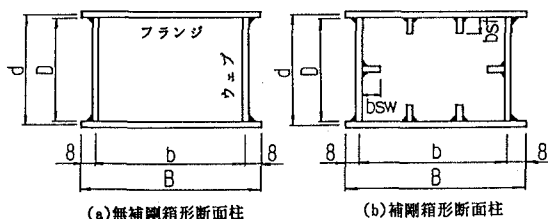
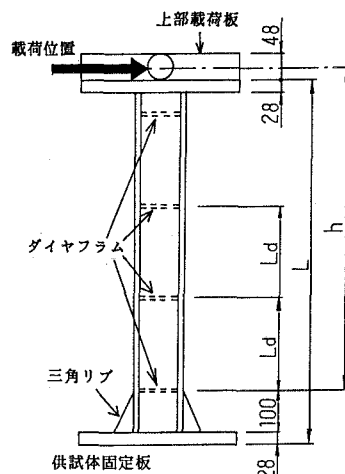


図-1 供試体の形状

3. 実験概要

供試体下部を床
に固定して片持
柱とし、軸方向
の鉛直荷重およ
び水平荷重を図

2に示す装置で載荷した。H形鋼で供試体を囲むようにラーメンを組み載荷装置を設置した。供試体の水平方向の変位や鉛直方向の変形を拘束することなく水平方向荷重を載荷するために、水平荷重載荷用ロードセル⑤と供試体の接続部はローラベアリングとピンを用いて自由に回転することができる。また鉛直荷重が常に鉛直下向きに、かつ供試体の中心にかかるように軸力載荷用ロードセル⑩の先端は球面をしている。また鉛直荷重載荷装置全体はリニヤガイド⑨およびフラッ



トベアリング④を介して載荷ばりに吊り下げられていて、供試体の水平変位に追従して自由に動くことができる。ECCS²⁾のRecommendationに従い、繰返し載荷実験は、各変位段階($2\delta_y$, $3\delta_y$, $4\delta_y$...)において3回ずつ繰返し荷重を載荷し、供試体上端部の水平変位を測定した。ここに δ_y はECCSの方法によって求められた降伏荷重である。鉛直荷重は供試体によって全断面降伏軸力の0%, 10%, 20%, あるいは40%を実験中一定に保ちながら加えた。

4. 実験結果 実験結果を、軸力を加えないときの水平方向の降伏荷重 $H_{y0} = M_y/h$ と、 H_{y0} を載荷した時の供試

体天端の変位 $\delta_{y0} = h^3/3EI$ によって無次元化して表す。ここに h は図-1に示す供試体の高さである。荷重-変位履歴曲線の例を図-3に示す。これらの供試体は断面形状がほぼ同じで、軸力比のみが異なる場合である。

図から分かるように、最高荷重はあまり変わらないものの、軸力が存在するものはサイクル毎の強度の劣化が著しく、大きな塑性変形能力を期待することができない。軸力が構造物の強度の劣化状況を左右する大きなパラメータであることがわかる。図-4, 5は、荷重-変位履歴曲線の各サイクルでのピーク値の包絡線を示したものであり、図-4は幅厚比の影響、図-5は補剛材剛比の影響を示す。

幅厚比が強度劣化に及ぼす影響が非常に大きいことが分かる。一方、剛比の影響については、 γ/γ_{req} を1から3にすることにより強度劣化は小さくなるが、3から5にしても余り変化がないことがわかる。なお、図中の・印は、文献³⁾の方法で求められた設計用強度 H_y の値である。

5. あとがき 繰返し荷重下での鋼製橋脚モデルの実験結果の内、荷重サイクルによる強度劣化について述べた。その他の結果については別報および講演当日に述べる。

参考文献 1) 福本 啓士：座屈設計ガイドライン，土木学会，1987。 2) ECCS：Study on Design of Building in Earthquake Zones, ECCS, 1986。 3) 宇佐美 勉：構造工学論文集，Vol. 36A, 1990。

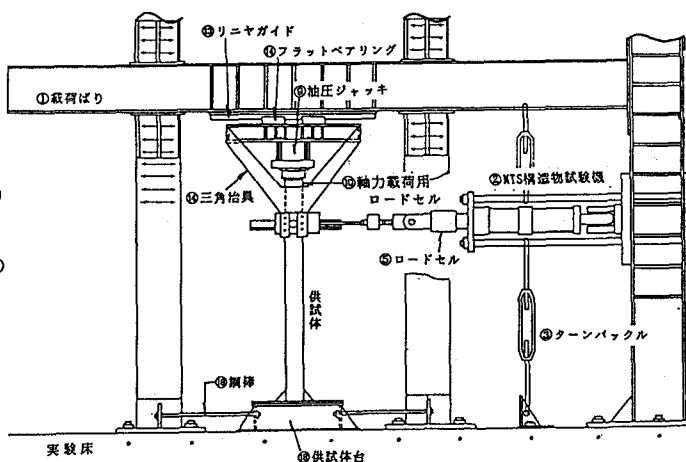


図-2 実験装置の概略図

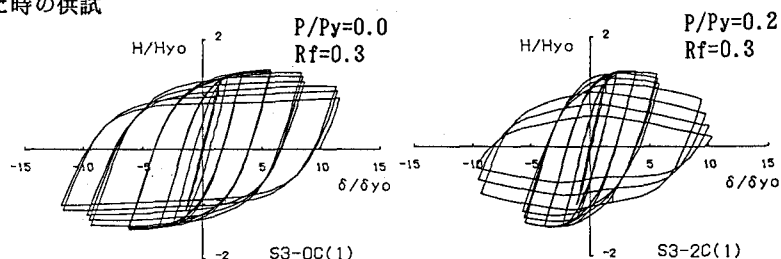


図-3 荷重-変位履歴曲線

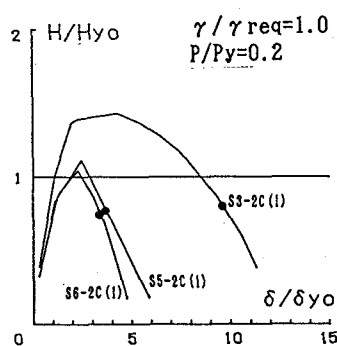


図-4 幅厚比の影響

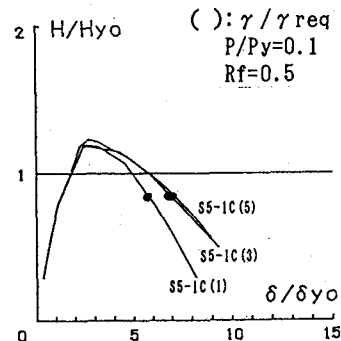


図-5 剛比の影響