

鉄道総合技術研究所 正会員 村田清満
 鉄道総合技術研究所 正会員 穴見源八
 鉄道総合技術研究所 正会員 川井 治
 新日本製鐵 正会員 寺田昌弘

1 まえがき

SRC橋脚柱の地震時の安全性を検討するために、これまでに主として建築の分野で実構造物を反映した模型試験体による交番載荷試験が多くなされてきた。土木の分野においても、SRC橋脚柱の土木構造物への適用が増加するにつれ、実構造物を模した試験体による実験的研究が行われるようになってきている。しかし、変形性能の評価に着目した研究は未だ少ない。一方、鉄道において採用されている既設SRC橋脚柱の載荷条件および部材諸元は、建築構造物のものとは異なっている。そこで、鉄道で施工されているSRC橋脚柱の諸元を考慮した模型試験体を用いて、軸力を一定とした水平交番載荷試験を行い、変形性能およびその影響因子を確認した。

2 実験概要

(1) 試験体諸元

表1 試験体諸元

試験体は、一辺が42cmのコンクリート(呼び強度240kgf/cm²)の正方形断面にH形鋼、主鉄筋、帯鉄筋を配したSRC橋脚柱の縮小模型である。試験体の諸元を表1に示す。

今回の試験ではせん断補強鉄筋比、鋼材比、軸力比、引張鉄筋比、鉄骨鉄筋比の5つの部材諸元を試験パラメータとした。

(2) 載荷方法

載荷方法は、まず試験体に所定の軸力を導入した後、その軸力を一定に保持した状態で、柱頭部の所定の載荷点に正負の繰返し水平荷重を準静的に載荷する水平交番載荷である。橋脚柱模型試験体下端、すなわち、柱本体とフーチング部の接続位置の引張鉄筋または鉄骨の引張側フランジが最初に降伏ひずみに達する時の載荷点での水平変位量 δy （以下、降伏変位という）を求め、この δy を片振幅として水平交番載荷を行い、以降、降伏変位 δy の整数倍の変位を片振幅とした両振りの水平交番載荷を $\pm 2\delta y$ 、 $\pm 3\delta y$ 、 $\pm 4\delta y$ ……というように漸次振幅を増加させながら変位制御で行った。なお、各振幅における繰返し載荷回数は3回とした。

名称	試験体断面			試験条件		試験パラメータ				
	鉄骨 (SS 400)	引張筋 (SD 295)	スチーパ (SD 295)	軸力 (tf)	せん断 スラッシュ比	σ_o (kg/cm ²)	Ps (%)	Pt (%)	Pw (%)	As/Ar
A-1	250x250x10x10	6-D13	ビッチ	52.9	3.0	30	5.0	0.49	0.0	4.8
A-2	250x250x10x10	6-D13	D10-226	52.9	3.0	30	5.0	0.49	0.15	4.8
A-3	250x250x10x10	6-D13	D10-113	52.9	3.0	30	5.0	0.49	0.30	4.8
B-1	(RC)	6-D25	D16-120	52.9	3.0	30	3.4	1.96	0.79	0.0
C-1	250x126x 6x 6	6-D13	D10-226	52.9	3.0	30	2.5	0.49	0.15	1.9
D-1	250x250x10x10	6-D13	D10-226	8.8	3.0	5	5.0	0.49	0.15	4.8
D-2	250x250x10x10	6-D13	D10-226	105.8	3.0	60	5.0	0.49	0.15	4.8
E-1	250x250x10x10	6-D10	D10-226	52.9	3.0	30	4.6	0.28	0.15	8.5
E-2	250x250x10x10	3-D29 2-D25	D10-226	52.9	3.0	30	7.4	1.89	0.15	1.2
F-1	250x126x 6x 6	3-D29 2-D25	D10-226	52.9	3.0	30	5.0	1.89	0.15	0.5
F-2	250x126x 6x 6	3-D29 2-D25	D10-226	105.8	3.0	60	5.0	1.89	0.15	0.5

σ_o : 軸方向力による圧縮応力度(kgf/cm²)、Ps : 鋼材比(= (As + Ar)/A)(%)

As : 鉄骨断面積(cm²)、Ar : 軸方向鉄筋断面積(cm²)、A : 柱断面積(cm²)

Pt : 引張鉄筋比(%), Pw : せん断補強鉄筋比(%), As/Ar : 鉄骨鉄筋比

3 実験結果及び考察

(1) ひび割れ発生状況

試験体は、曲げ破壊が先行するように設計されている。図1は降伏時のひび割れ発生状況の代表例を示している。図中、F-1試験体は、A-2試験体から鉄骨量が少なく、かわりに引張鉄筋量を増やした部材構成になっている。

一般に、各試験体は水平載荷荷重が10tf前後で橋脚柱下端部付近からひび割れが発生し、変位の増加につれてひび割れが柱頭頂部に向かって斜めひび割れへと伸展した。 $2\delta y \sim 3\delta y$ での最大荷重作用時には、柱下端部の圧縮部コンクリートが圧壊した。さらに変位を増加させてゆくと、柱下端部のコンクリートが帯鉄筋位置まで剥離し、露出した軸方向鉄筋と鉄骨フランジが座屈した状態で載荷荷重が降伏荷重を下回り最終破壊に至った。

今回の試験は、せん断スパン比が3.0と小さく、程度の差はあるもののせん断破壊と曲げ破壊が混じり合っており、特にE-2、F-1、およびF-2の各試験体については、計算上のせん断耐力と曲げ耐力が比較的近似していたこともあり、降伏変位時からせん断ひび割れの発生が観察された。

(2) 荷重－変位曲線

図2に各試験体の荷重－変位曲線の包絡線の代表例を示す。せん断補強鉄筋量を変化させたAシリーズでは、帯鉄筋のないA-1試験体の変形性能が他の2体に比して劣っている。帯鉄筋が横方向からコンクリートを拘束し、その圧縮特性をダクタイルにする役割を果たしていると考えられる。基本形としたA-2試験体と断面構成が同じで、軸方向力を変化させたDシリーズでは軸方向力が大なるほど変形性能が顕著に低下した。すなわち、部材の圧縮域での破壊および損傷の進行度合いが変形性能を大きく左右することを示唆している。引張鉄筋比を変化させたEシリーズでは、引張鉄筋量による変形性能に顕著な差異は認められなかった。A-2試験体の鉄骨鉄筋比を変化させたFシリーズでは、作用軸方向力大きい場合、鉄骨鉄筋比を小さくすると部材の変形能力は小さくなり終局時の耐力低下が急激になる傾向にある。なおA-2試験体の鋼材比を変化させたC-1試験体とA-2試験体で、変形性能の差は認められなかった。

4 おわりに

SRC橋脚柱の変形性能に影響すると考えられる、軸力比、鋼材比、引張鉄筋比、せん断補強鉄筋比、および鉄骨鉄筋比を試験パラメータに選び、水平交番載荷試験を実施した。その結果、軸力比とせん断補強鉄筋比の影響が特に顕著であることが確認された。

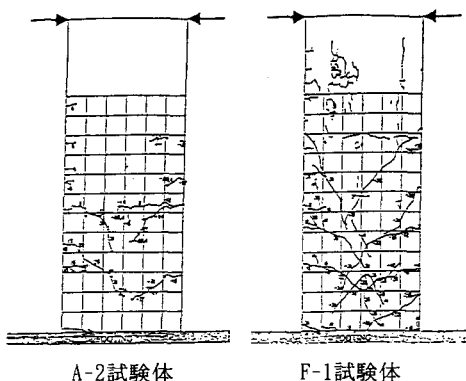
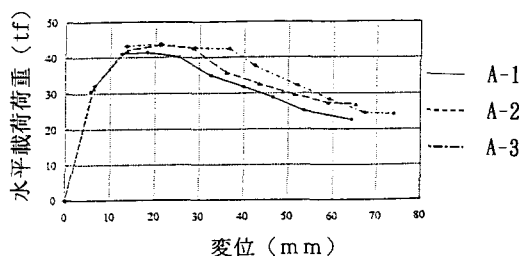
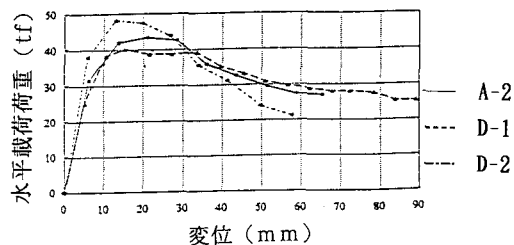


図1 代表的なひび割れ状況図（降伏時）



（帯鉄筋の影響）



（軸力の影響）

図2 荷重－変位包絡線の比較