

鋼製ダンパー・ブレースを柱中央に定着した RC 橋脚構造の加振試験

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 小林 俊彦^{†1}， 正会員 松本 信之^{†1}
 （株）大林組 正会員 岡野 素之^{†2}，大野 了^{†2}，JIL-会員 大内 一^{†2}

1. はじめに

RC 橋脚内に鋼製ダンパー・ブレースを取付けた構造は，耐震性向上と大きなエネルギー吸収性が期待でき¹⁾，また，地震動による水平変位が抑制されることから列車走行性向上²⁾なども期待できる。ブレースを柱下端の基礎部に定着した構造(基本構造)の加振試験³⁾に続き，ブレースを柱中央に定着した構造の加振試験を行ったので，その結果について報告する。

2. 試験方法

2.1 試験体

試験体は，図 - 1 に示す RC 橋脚に鋼製のダンパーとブレースを取付けた試験体 (SCD) を用いた。試験体の大きさは，鉄道の桁式高架橋をモデルとし，実大 (高さ 8m 程度) の 1/2.5 とした。上載質量 (付加マス) は 2.1N/mm² の静的軸心力度が生じるように設定した。試験体に用いた材料特性を表 - 2 に示す。SCD 試験体は 降伏震度 0.2 のダンパーとブレースを加え，全体の降伏震度を 0.6 となるように設定した。

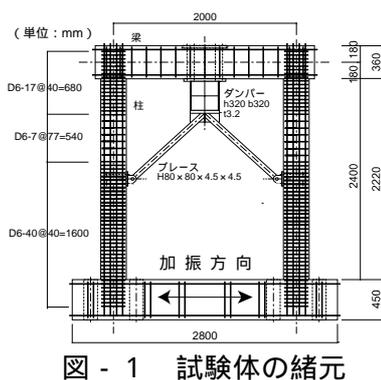


図 - 1 試験体の緒元

表 - 1 試験体の緒元

部材	項目	SCD 諸元
柱	$H \times B$	280mm x 280mm
	$A_s (p_t)$	D13-14 (0.94%)
	$A_w (p_w)$	D6 ct c40 (0.57%)
梁	$H \times B$	360mm x 800mm
	$A_s (p_t)$	D19-20 (1.12%)
	$A_w (p_t)$	D13 ct c160 (0.40%)
ブレース	$h \times b \times t_w \times t_f$	H80 x 80 x 4.5 x 4.5
ダンパー	$h \times b \times t_w \times t_b \times t_s \times p$	320 x 320 x 3.2 x 9 x 3.2 - 4

表 - 2 材料特性

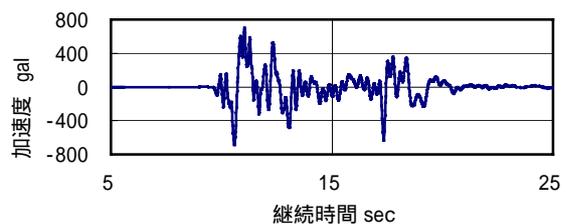
使用部位	材質	降伏点 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 × 10 ⁴ N/mm ²	
鉄筋	D6	348	473	1.95	
	D13	351	500	1.86	
	D16	381	561	1.90	
	D19	370	542	1.87	
	D22	406	608	1.95	
リソク材	ウエブ	LYP235	253	333	2.05
	フランジ	SMA490	396	574	2.06
ブレース	SMA490	394	508	1.96	
コンクリート		圧縮強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 × 10 ⁴ N/mm ²	
試験前		32.2	2.67	2.44	

2.2 加振方法

加振は振動台を用いて橋軸直角方向 (試験体の面内方向) の 1 方向のみに加振した。

加振のための入力地震波は 鉄道構造物等設計標準 (耐震設計) に示されているスペクトル適合波 (L1 地震動および L2 地震動スペクトル II) などを縮尺・伸張したものをを用いた。

測定は，RC 橋脚の加速度，RC 橋脚およびダンパー材各部の変位，鉄筋・ブレース・ダンパー材のひずみなどについて行った。

図 - 2 G4 地盤上の入力波の例
(L2 地震動スペクトル 適合波)

3. 試験結果

3.1 加振過程と変形状況

キーワード：耐震構造，鉄道 RC 高架橋，高減衰ダンパー，鋼製ブレース，列車走行性

連絡先 †1 〒185 - 8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7290 FAX 042-573-7320

†2 〒204 - 8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL 0424-95-0950 FAX 0424-95-0909

試験体は各種地震波の振幅を徐々に増加させながら加振を行った。また、ランダム加振などにより、その間の固有周期の推移についても測定した。

試験体 SCD は、G4 地盤上の L2 スペクトル 1 波 (L2Spec1G4 波 330gal) 入力時においてダンパーのウェブ 4 個所がせん断降伏した。次の L2Spec1G4 波 314gal 入力時にウェブの塑性座屈が始まり、L2Spec2G4 波 731gal において両方の柱の下端で主筋が降伏した。次の L2Spec2G4 波 946gal 入力時で全ウェブが座屈し、柱の上下端 4 箇所全ての主筋が降伏した。その後の kobe 波 1710gal 入力時に柱上下端でコンクリートが剥落し、主筋の座屈が観察された。この時の最大応答は 135mm で、部材角の 1/20 を超えていた。

3.2 荷重 変位関係

図 - 4 に梁中心位置で測定した応答加速度と上載質量の積から求めた水平力とその位置での水平変位との関係の例を示す。図 - 4(a)および(b)の最大入力加速度はそれぞれ 349gal, 314gal である。この時に RC 橋脚のみでは塑性化しているが、

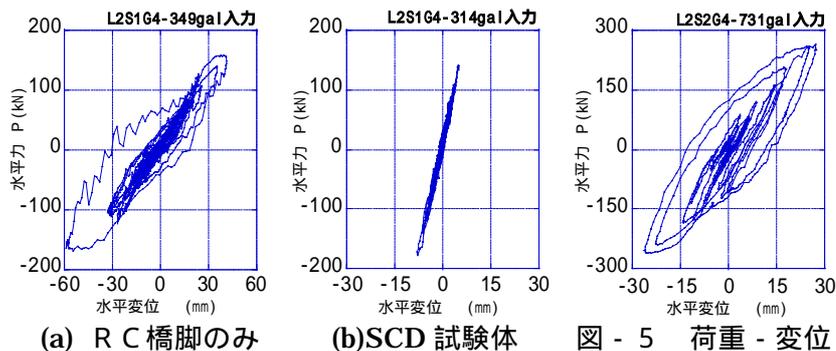


図 - 4 荷重 - 変位

SCD 試験体は概ね弾性域に留まっており、変位が抑制されていることが分かる。図 - 5 に SCD 試験体に対して L2Spec2G4 波 731gal で加振した時の荷重 - 変位関係を示す。柱は塑性化しているものの、変位は十分小さく、優れた制振効果が得られるとともに安定した減衰特性も得られている。

3.3 応答性状の比較

図 - 6 に RC 構造のみ、基本構造および SCD 試験体の最大入力加速度と最大応答変位との関係を示す。ダンパー・ブレースがある場合には、変位抑制効果が十分に発揮され、SCD も基本構造に比して遜色のないことが分かる。図 - 7 に最大入力加速度と最大応答加速度の関係を示す。RC 橋脚のみでは、応答倍率が 2 を上回る場合も見られ、耐力も小さいが、ダンパー・ブレースの付いた試験体では応答倍率は小さく、大きな入力地震動に対しても、振動抑制効果が十分に発揮されていることが分かる。

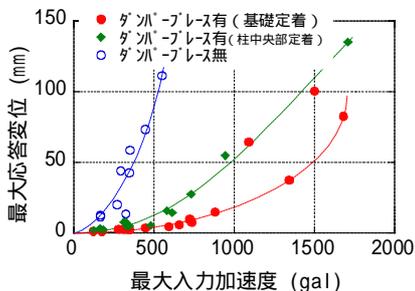


図 - 6 最大入力加速度と最大応答変位との関係

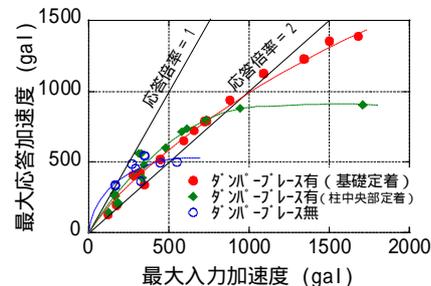


図 - 7 最大入力加速度と最大応答加速度との関係

4. まとめ

ダンパー・ブレースを柱中央に定着した RC 橋脚においても、大変位加振時にブレースを柱下端の基礎部に定着した構造に対して遜色のない優れた制振効果が発揮されていることが加振試験から得られた。

なお、本件は国土交通省の国庫補助金を受けて実施しました。

- 【参考文献】1)松本,岡野他:鋼製ダンパー・ブレースを有する RC 鉄道高架橋の耐震性能,構造工学論文集,Vol45A,1999.3
2)松本,曾我部他:鋼製ダンパー・ブレースを用いた鉄道高架橋の振動性状改善に関する研究,構造工学論文集,Vol46A,2000.3
3)小林,松本,岡野他:ダンパーブレース付き RC 橋脚構造の動的加振試験,土木学会第 55 回年次学術講演会,V 492,2001.9