

I - B 262

ダンパー効果を持つ鋼製橋脚の検討

石川島播磨重工業(株) ○正会員 西土 隆幸
正会員 田中 健治

1. はじめに

コンクリート橋脚では、その自重のため地震時には根元部に大きな曲げモーメントを生じ、耐震設計時に新たな補強が必要となる場合もある。また、山間部などに建設される高橋脚橋梁では、免震支承を採用しても、その効果が十分発揮されない場合も考えられる¹⁾。そこで、骨組み形状からなる鋼製橋脚とすれば、自重を低減でき、地震時の橋脚根元部の曲げモーメントも小さくできる。さらに上下部を一体とし橋脚自身に減衰効果を持たせれば、経済的な橋梁を建設できる可能性がある。このような橋脚では立体的に水平材や斜材を配置するので、それらの部材に減衰効果を持たせると、あらゆる方向の地震にも抵抗できる。本文では、構造寸法を変えた各橋梁形式に対し、減衰効果を持つ橋脚がどの程度地震力を低減できるかを動的非線型解析により確認する。

2. 解析モデル

減衰効果を調べるために、図-1に示す各橋梁形式に対して、2次元動的非線型解析を行う。形式は、橋脚高が等しいSシリーズと端の橋脚高さが中間の橋脚高の約0.7倍となるDシリーズとし、1, 2, 3径間とする。例えば3S20は、3径間で全ての橋脚高さが20mの橋梁形式を意味する。1つの橋脚は4本の鋼管を水平材と斜材で結ぶ。水平材、斜材では、例えばチャンネル材の間に高減衰ゴムを挟み、粘性せん断抵抗により地震時のエネルギーを吸収させる。水平材、斜材に減衰効果を持たせる場合の等価減衰定数は0.3とする。これは、振幅や振動数に関係なくほぼ一定値が得られることによる²⁾。

各部材の断面性能を表-1に示す。円柱鋼管はコンクリート未充填とし、バイリニア型の非線型特性を持たせる。II地盤を想定し、タイプIIの地震波を入力する。各橋脚とも直接基礎とし、3方向のばねを与える。

3. 結果と考察

まず、減衰材をどこに配置すれば、最も効果的か検討する。その際、コストも評価項目の1つであることから、減衰材を水平材に配

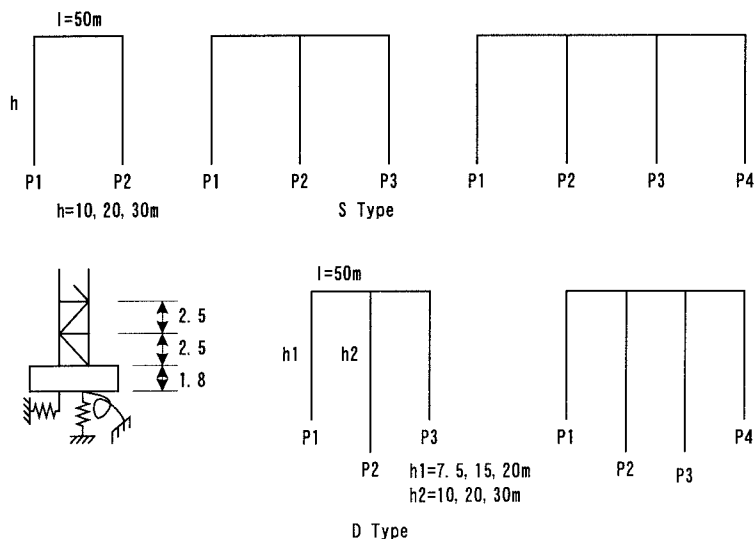


図-1 解析モデル

キーワード：減衰ダンパー、鋼製橋脚、動的非線型解析

連絡先：〒135-8322 東京都江東区毛利 1-19-10 TEL 03-3846-3153 FAX 03-3846-3345

置する場合、1個所あたり全橋脚工費の0.2%、斜材に配置する場合は、0.1%と仮定した。検討モデルは、1S30シリーズとする。減衰材の配置では、以下の4ケースを考える：①減衰材を使わない（C0）、②橋脚の上半分の斜材に減衰材を配置する（C1）、③橋脚の下半分の斜材に減衰材を配置する（C2）、④すべての斜材に減衰材を配置する（C3）、⑤すべての水平材と斜材に減衰材を配置する（C4）。

P1 橋脚の桁の変位と脚根元の曲げモーメントの減少率を表-2に示す。減衰効果が高いのは、当然 C4 となるが、C3 と C4 のコストの違いほど、その効果は顕著でない。したがって、以後 C3 の方法で減衰材を図-1の各モデルに配置した場合の減衰効果を、減衰材を使わないモデルと比較し調べる。

表-3～6は、着目橋脚の桁の変位と加速度、橋脚根元の曲げモーメントの低減率を示している。変位、加速度では、径間数や橋脚高に関係なく、ほぼ15%の低減率となる。曲げモーメントでは、2DシリーズのP2、1SシリーズのP1は変位、加速度の低減率と同程度の低下率であるが、その他の形式では、ほぼ5%の低減率になる。鋼管を使用する場合には、内部にコンクリート充填することにより曲げ耐力を向上できる。

表-1 材料特性

部材	A (m ²)	I I(m ⁴)	自重 (N/m)	Damping factors
桁	0.205	0.332	717	0.05
鋼管	0.1006	0.01256	79	0.05
水平材	0.05	0.00013	19.4	0.05
斜材	0.029	0	11.4	0.05
フーチング	1x104	1x104	17778	0.2
フーチング	K _v =0.5x10 ⁸ , K _h =2.0x10 ⁸ , K=8.0x10 ⁸ N/m			

表-2 減衰材の効果

モデル	変位	曲げ	コスト
C0	1.00	1.00	1.000
C1	0.94	0.95	1.006
C2	0.93	0.91	1.006
C3	0.88	0.86	1.012
C4	0.86	0.85	1.034

表-3 Sシリーズの低減率（P1）

モデル	項目	径間長(m) Side P1		
		10	20	30
1S	変位	0.86	0.83	0.88
	加速度	0.87	0.85	0.89
	曲げ	0.84	0.86	0.86
2S	変位	0.86	0.81	0.83
	加速度	0.88	0.84	0.84
	曲げ	0.96	0.88	0.91
3S	変位	0.86	0.78	0.85
	加速度	0.88	0.81	0.86
	曲げ	0.95	0.94	0.95

表-5 Dシリーズの低減率（P1）

モデル	項目	径間長(m) Side P1		
		10	20	30
2D	変位	0.86	0.84	0.83
	加速度	0.88	0.87	0.85
	曲げ	0.96	0.91	0.96
3D	変位	0.85	0.81	0.71
	加速度	0.87	0.83	0.85
	曲げ	0.95	0.94	0.95

表-4 Sシリーズの低減率（P2）

モデル	項目	径間長(m) Center P2		
		10	20	30
2S	変位	0.86	0.81	0.83
	加速度	0.87	0.84	0.84
	曲げ	0.96	0.96	0.97
3S	変位	0.86	0.78	0.70
	加速度	0.88	0.81	0.86
	曲げ	0.96	0.95	0.97

表-6 Dシリーズの低減率（P1）

モデル	項目	径間長(m) Center P2		
		10	20	30
2D	変位	0.86	0.84	0.83
	加速度	0.87	0.85	0.85
	曲げ	0.85	0.85	0.83
3D	変位	0.85	0.81	0.83
	加速度	0.86	0.83	0.85
	曲げ	0.92	0.86	0.83

4. おわりに

橋脚の斜材に減衰材を配置することにより、どのような構造条件でも安定した減衰効果が得られた。今後は、試設計や減衰材のディテールなどを検討し、実橋適用の可能性について検討を進めたい。

参考文献 1) 道路橋示方書 V 耐震編、1996。2) 中村、来田、真瀬：高減衰ゴムダンパーの動的加力実験と復元力特性モデルの構築、鋼構造論文集 No. 20, pp.27-34, 1998。