

I-B 40 高橋脚桥梁の免震化適用の検討

八千代エンジニアリング	正会員	御園生	静栄
同 上	正会員	前原	康夫
同 上	正会員	太田	精一
同 上	非会員	渡辺	仁
同 上	非会員	藤田	義人

1. はじめに

高橋脚桥梁は地震力に対して橋脚の曲げ振動が支配的となり、実橋の振動実験では桥梁の減衰定数が1%程度と小さくなる場合がある。このような桥梁で高減衰化を計り免震化を行う事は、構造部材の断面縮小と変位の低減を可能とするのみならず、桥梁全体の耐震安全性の向上に有効と考えられる。本研究は、中央に高さ100mの橋脚を有する4径間連続PCラーメン橋の桁端にダンパーを設けて免震化を計る場合の適用性と最適なダンパーについて検討を行ったものである。対象とした地震は、道路橋示方書の震度法レベルの中規模地震（L1）および保有耐力照査レベルの大規模地震（L2）である。

2. 対象桥梁

対象桥梁は図-1に示す4径間連続のPCラーメン橋である。実桥梁の減衰定数実測値を参考とし減衰定数1%で動的解析による設計を試みたが、地震力が大きくなるとそれに応じて橋脚剛性が増加し常時の影響も大きくなるため、ラーメン橋としての設計が不可能であった。従って、免震化により減衰定数が5%になったとして動的解析により設計を行ったものが図-1の形状である。

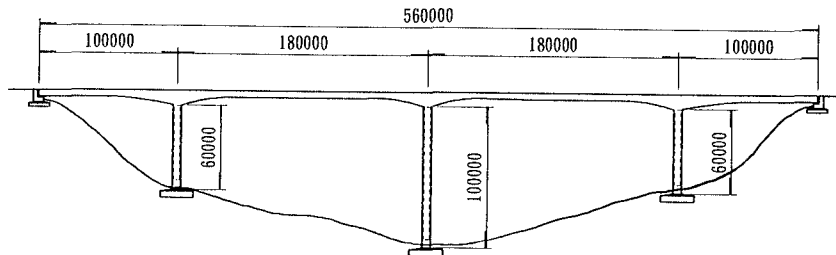


図-1 対象桥梁

3. 粘性ダンパーの減衰係数をパラメータとした解析

図-2～図-7は、粘性ダンパーの減衰係数（C）をパラメータとした応答解析結果である。L2レベルを想定した解析は、橋脚の曲げ剛性を非線形とした弾塑性地震応答解析を実施した。解析モデルは、L1レベルの解析では桥梁全体の多質点モデルとしたが、L2レベルの解析では1自由度系の概略モデルとした。L2レベルの概略モデルは橋脚の配筋を一定として、桥梁全体系に震度法の荷重分布で荷重を増加させた静的弾塑性解析を行い、1自由度のP- δ の関係を求めてモデル化した。ダンパーは両端に設定するが図中のCは、橋台1基の値である。また、図-7の下部工に作用する水平力は、橋台は1基当たりであり、橋脚は3基（P1～P3）全体分の1/2の値を示してある。

図-4をみると、P1橋脚はCの増加により曲げモーメントが減少するが、P2橋脚はCが80tf・sec/cm以上では増加に転じている。橋脚は、施工上の寸法値制限や最小鉄筋量などで決定することもあり、一定値以上の免震化は有効ではない。図-6の下部工に作用する水平力はCが増加すると、P1橋脚の作用力が減少して橋台に作用力が増加する。また、P2橋脚の作用力は、ほとんど減少せずCが大きくなると増加している。橋梁としての設計上最適な免震は、橋脚と橋台に作用する水平力のバランスにより決定する。

4. 最適なダンパー

震度法レベルの地震に対する粘性ダンパーの最適値は、橋脚の配筋や橋台に作用する水平力に着目すれば、 C が8～20tf・sec/cmの範囲内に最も経済的な最適減衰値がある。大規模地震で、橋脚を塑性化させないためには、震度法の最適ダンパーよりも大きな減衰係数35tf・sec/cmの粘性ダンパーが必要である。震度法レベルでは、免震化により上部工の加速度や橋脚の曲げモーメントを非免震の5～6割に低下させる事ができるが、L2レベルではダンパーを設ける事で橋脚の耐力以上の慣性力が生じ、剛性の大きい橋台に大きな慣性力が作用する。本橋梁は、免震化により減衰定数が5%程度になったとして動的解析により設計を行ったが、減衰定数を5%にするためには、ダンパーの減衰係数は4tf・sec/cmでよい。L2レベルの解析では、この減衰係数で橋台には約500tfの水平力が作用し、橋台の耐震性は問題がないが、橋脚は塑性化し塑性率は約2.5である。

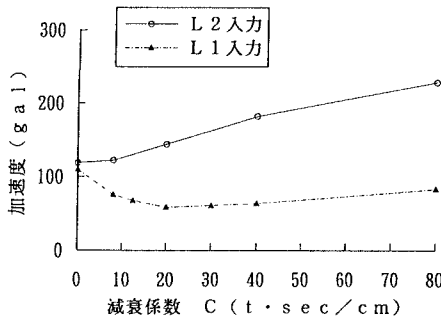


図-2 上部工の最大応答加速度

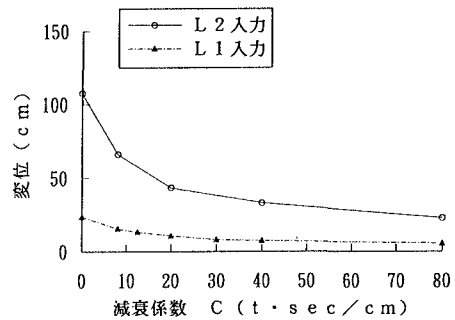


図-3 上部工の最大応答変位

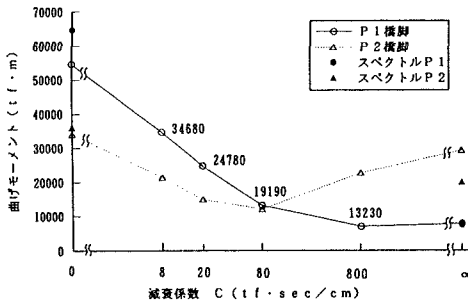


図-4 橋脚下端の曲げモーメント（L1）

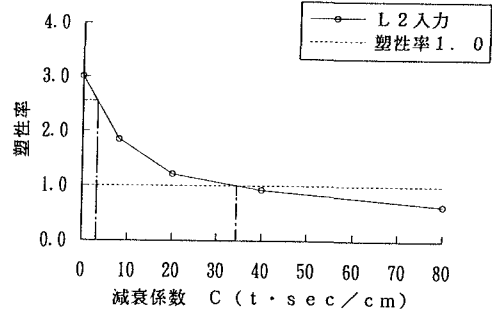


図-5 橋脚の塑性率（L2）

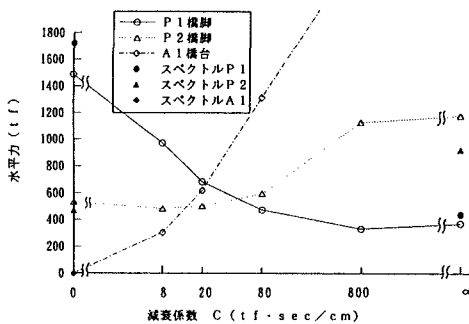


図-6 下部工に作用する水平力（L1）

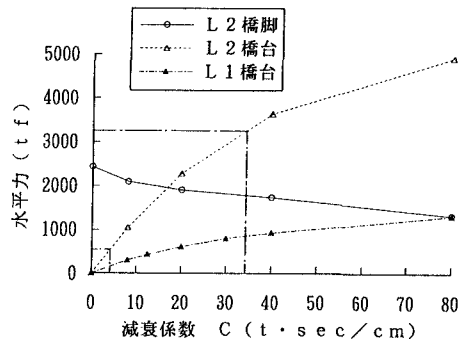


図-7 下部工に作用する水平力

5. むすび

本検討では、大規模地震に対して最適なダンパーを示すまでの結論が得られておらず、今後はさらに検討を行う必要がある。なお、本研究は、建設省土木研究所と（財）土木研究センターならびに民間19社との共同研究「高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発に関する研究」の一環として行ったものである。