

制震ダンパーを用いた橋の耐震性向上とコスト縮減

日本道路公団 正会員 ○広瀬 剛
 （財）高速道路技術センター 正会員 福永靖雄
 オイレス工業（株） 正会員 宇野裕恵
 オイレス工業（株） 正会員 横川英彰

1. 目的

橋に制震ダンパーを設置することにより、減衰の付与と応答の低減による耐震性の向上と同時に、各構造の縮小化による建設コストの縮減を図った。本検討では、図-1のような両端に橋台を有する1連の橋梁の両橋台にダンパーを橋軸方向に設置する制震構造（桁端ダンパーという）を対象とした。

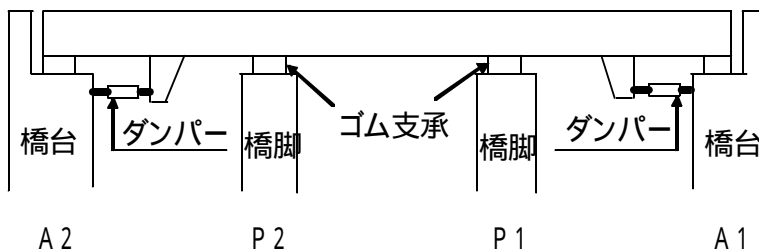


図-1 桁端ダンパーシステムの模式

2. 桁端ダンパーに期待する効果

桁端ダンパーを設置すると、その抵抗力に相当する上部構造慣性力が橋台に直接作用¹⁾するため、支承部および橋脚に作用する慣性力が低減され、応答変位が小さくなり、耐震性が向上する。この結果、支承の縮小化、橋脚のスリム化、伸縮装置の縮小化のほか、落橋防止構造を省略することも可能となる。ただし、橋台が増大するため橋全体としてはトレードオフの関係があり、その差分がコスト縮減効果として現れる。

3. 落橋防止構造の省略

桁端ダンパーが落橋防止構造の設計力を満足してれば兼用することとする。また、支承の変位が大きく抑制されれば、『橋軸方向の変位が生じにくい橋』となり、落橋防止構造を省略することも可能であるとする。ここで、『橋軸方向の変位が生じにくい橋』とはレベル2地震動においてレベル1地震動の支承の許容ひずみ(150%)相当以下の応答変位となる橋とし、支承部に大きな余剰耐力を有することとダンパーに極限までの余剰耐力により落橋しにくい橋と考える。

4. 適用するダンパー

本検討に用いたダンパーは図-2に示す摩擦履歴型のダンパーであり、速度依存性や温度依存性が小さいので、ダンパーの挙動は地震波の特性に影響を受けにくく、また温度変化による性能変動の影響を考慮する必要はない。ダンパーの構造は図-3のようであり、シリンダー内に充填されたピンガム流体が摺動時には擬塑性挙動を呈する。

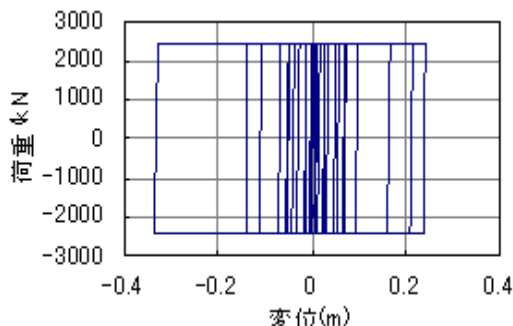


図-2 検討対象のダンパーの履歴



図-3 ダンパーの構造概要

キーワード 制震，耐震，落橋防止構造，コスト縮減，ダンパー

連絡先 〒105-8584 東京都港区浜松町一丁目30番5号 オイレス工業（株）TEL03-3578-7921

5. 検討対象橋梁

桁端ダンパーの効果を具体的に検証するために、種地盤に位置する橋台で挟まれた橋長 167m、橋脚高 16m の鋼 3 径間連続 2 主桁桁橋を対象とした。本橋はゴム支承を用いた地震時水平力分散構造で設計されており、橋軸直角方向には固定支持としている。

6. 桁端ダンパーの検討

(1) 支承の設定

桁端ダンパーシステムでは支承の応答変位は大きく抑制されるので支承自体で耐震性を満足させる必要がないため、ゴム支承を常時状態で設定した。

(2) ダンパーの設定

ダンパーの抵抗力を変化させ、種地盤の標準 3 波を用いて橋軸方向に対する非線形時刻歴応答解析を行った。図-3 にダンパー抵抗力と支承のせん断ひずみの関係を示す。これより、落橋防止構造の設計力を満足し、かつ支承のせん断ひずみが 250%となるダンパー抵抗力として 7,900 kN、せん断ひずみが 150%となるダンパー抵抗力として 11,700 kNとなる。

支承部の最大応答変位および下部構造の最大応答水平力をそれぞれ図-5 および図-6 に示す。これから、桁端ダンパーにより支承のせん断ひずみが大きく抑制されること、橋脚に作用する慣性力が大きく抑制されることがわかる。ただし、橋台に作用する慣性力は大きくなる。

7. コスト縮減効果

7,900 kN のダンパー抵抗力を設定した場合のコスト縮減効果を図-7 に示す。橋脚と橋台のコストおよび支承とダンパーのコストがそれぞれトレードオフの関係になるが、落橋防止構造を不要とすることなどにより、コスト縮減効果が見られた。

8. まとめ

桁端ダンパーシステムによりコスト縮減効果のほか、減衰の付与、応答変位の抑制、桁遊間量の縮小などにより大きな耐震性の向上が得られた。さらに、伸縮装置を小規模にできることから、維持管理のみならず、走行性に与える影響や振動・騒音への影響が抑制される二次的効果を併せて期待できる。

参考文献

1) 吉崎, 村山, 宇野, 牧口, 横川, 右近: 3次元大型振動台試験によるダンパーを併用した免震支承の動的挙動の確認, 橋梁と基礎, vol.37, No.10, 2003-10.

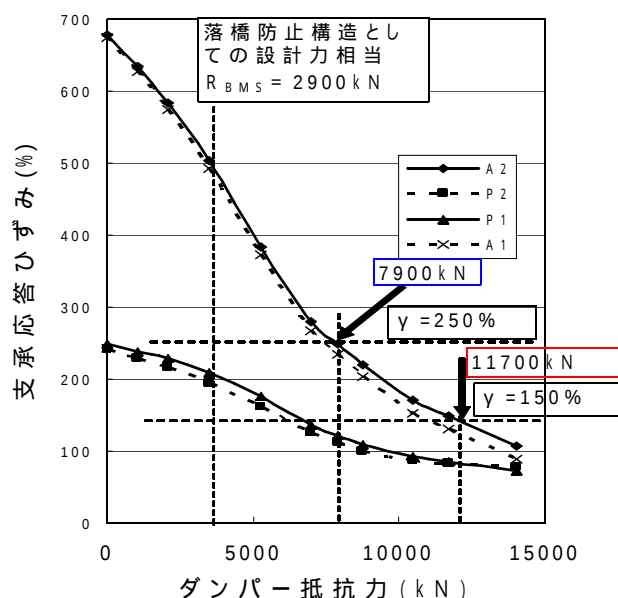


図-4 ダンパー抵抗力と支承応答ひずみ

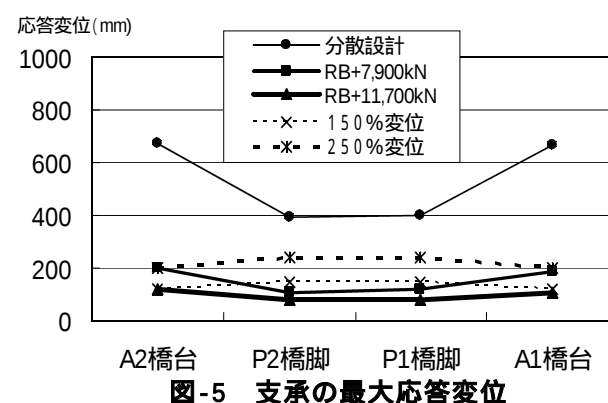


図-5 支承の最大応答変位

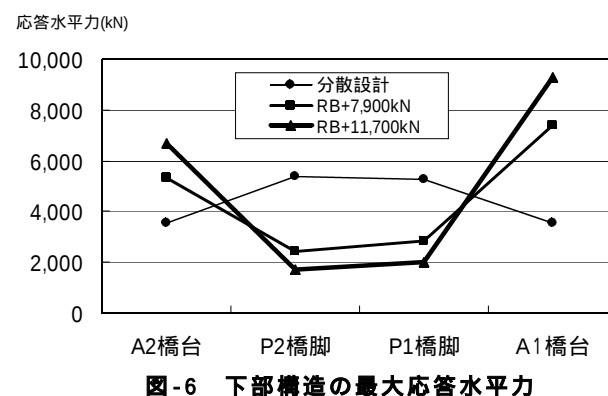


図-6 下部構造の最大応答水平力

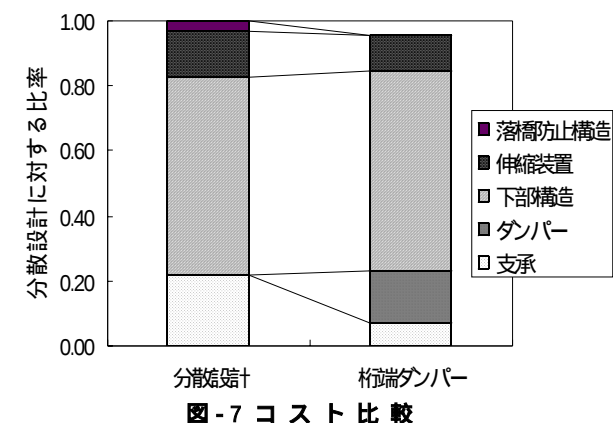


図-7 コスト比較