

摩擦型ダンパー (LED) を用いた機能分離型免震構造の地震時挙動

オイレス工業(株)	正会員	宇野 裕 恵
福岡北九州高速道路公社		吉崎 信之
オイレス工業(株)	正会員	牧口 豊
オイレス工業(株)		佐々木浩介
オイレス工業(株)	正会員	横川 英彰

1. はじめに

タイプBの支承を用いた曲線橋に対する橋軸直角方向の変位制限構造として、変位追従機能を有する摩擦型ダンパーを用いる場合の有用性について検討した。

2. 問題点

端橋脚に水平ばねが比較的小さいRB支承を用いて隣接する振動系との連成を抑制する連続橋では、全方向分散構造とすることは難しい。また、全ての支承を免震支承とした連続橋でも、全方向分散構造とすると橋軸直角方向地震時慣性力の分散が各橋脚位置で不均衡になりやすい。一方、曲線橋の桁端部に剛な変位制限構造を用いると、温度変化による桁の伸縮を拘束したり、地震時に各個撃破が発生しやすいことや、橋軸直角方向の上部構造慣性力が桁端部に集中することが懸念される。これを避けるために変位制限構造の遊間を広くすると地震時に衝撃力が大きくなることが懸念される。

3. 対処方法

以上の問題点を同時に解消するために、橋軸直角方向地震時に対する上部構造の変位抑制と均等化、上部構造慣性力の低減

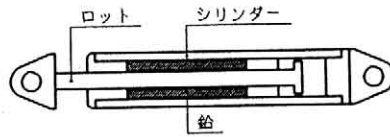


図-1 LEDの構造図

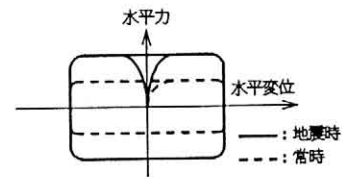


図-2 LEDの履歴特性

および下部構造の変位抑制を図ることを目的として、摩擦型のダンパーを橋軸直角方向に設置し、合わせて変位制限構造としての機能を期待した。ここでは、摩擦型のダンパーとして図-1のような鉛押し出しダンパー（以下、LEDと呼ぶ）を用いた。LEDの履歴特性は図-2のような摩擦型の履歴特性である。

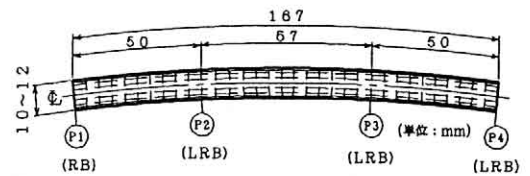


図-3 検討対象橋

4. 動的解析による検証

上記の機能分離型免震構造に対する地震時の挙動を把握するために、非線形時刻歴応答解析を行い、LEDの適切な設定条件を抽出することとした。対象橋は、図-3のような曲線半径650mの3径間連続鋼曲線橋である。下部構造は張出し式コンクリート橋脚で、片側の端橋脚上にRB、それ以外の橋脚上にLRBを用いている。LEDの設置は図-4のように想定した。解析モデルは図-5のようなばね-質点系の平面曲線モデルとし、地震波はII種地盤の標準3波とした。LEDの設置方向は道路中心線に対して法線方向として端橋脚のみと全ての橋脚に設置する2通りの系を想定し、LEDの容量による感度をみるために2000kNまでの値を逐次変化させて計算した。

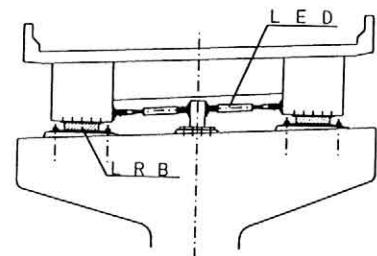


図-4 LEDの設置方法

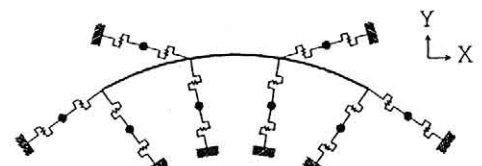


図-5 解析モデル

5. 解析結果

解析結果の一例を図-6～図-9に示す。図-6は、各下部構造位置での上部構造応答変位、図-7、図-8および図-9はそれぞれLEDの設定容量に対する支承部応答水平力、累積吸収エネルギーおよび橋脚応答塑性率を示したものである。

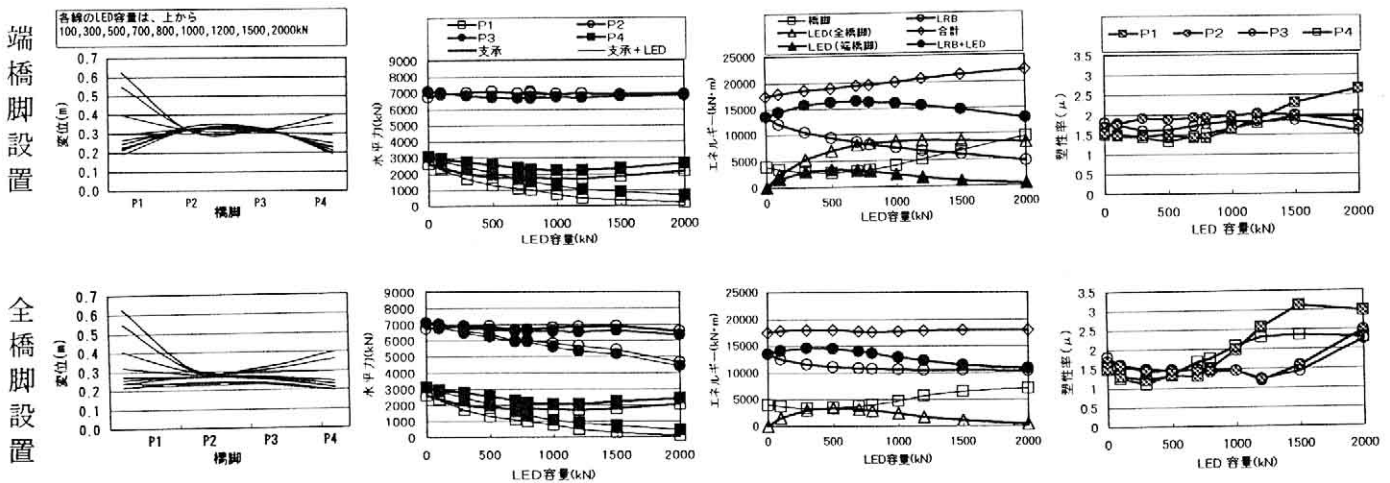


図-6 上部構造応答変位 図-7 支承部応答水平力 図-8 累積吸収エネルギー 図-9 橋脚応答塑性率

6. 解析結果に対する評価

図-6では、LEDを設置した橋脚上の上部構造応答変位はLEDの容量の増加にともない大きく減少している。反対に、LEDを設置していない橋脚上の上部構造応答変位はやや増加する傾向である。すなわち、端橋脚のみに設置した場合にはLEDの容量が500kN程度で、また全橋脚に設置した場合にはLEDの容量が500kN程度以上において、それぞれ上部構造応答変位が全橋脚上で均等化されていることがわかる。

図-7では、LEDを設置した橋脚上の支承応答水平力はLEDの容量の増加にともない減少するが、LEDを設置していない橋脚上の支承応答水平力には変化がない。これに対して各橋脚上の支承とLEDの応答作用力の合計には大きな変動がない。この挙動はゴム支承と摩擦型ダンパーを併用する橋の特徴と考えられ、LEDを設置した橋脚に上部構造慣性力が集中するのではなく、支承に作用していた力がLEDに移行していくことを示している。

図-8では、端橋脚のLEDの累積吸収エネルギーはLEDの容量が500kN程度、中間橋脚では2000kN程度で最も大きい。下部構造の累積吸収エネルギーはLEDの容量の増大とともに大きくなり、LEDの容量が500kN程度で最も小さい。この傾向は、図-9における橋脚の応答塑性率の進行状況と一致している。一方、LEDの容量を変化させてもLRBとLEDの合計累積吸収エネルギーには変動が小さいのは、LRBの変形が抑制されることでLRBの吸収エネルギーが小さくなるが、LEDの吸収エネルギーが増えていることによる。

7. まとめ

LEDを設置することでRB支承の橋軸直角方向地震時の挙動が改善されるのみならず、橋脚に負担をかけることなく上部構造全体の変位を抑制するとともに均等化でき、かつ支承に作用する力も低減できることがわかった。本橋ではLEDの設置位置を端橋脚のみに適切に設定することで橋軸直角方向の地震時挙動を大きく改善できることから、特に中間橋脚上に設置する必要はないと考える。しかし、対象とする橋の条件によってLEDの適切な容量が変化すると考えられるため、橋梁ごとの構造特性に応じて検討する必要がある。

なお、変位制限構造としてのLEDの機能は最大ストロークに達した時点で発揮するもので、LEDの耐力荷力が変位制限構造としての設計力に対して所用の安全率を有していることで適用できると考えている。