

既設橋に予備せん断したゴム支承を用いた耐震補強工法の提案

オイレス工業(株) 正会員 ○宇野裕恵 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 広瀬 剛
正会員 五十嵐隆之 (同)防災構造工学研究所 フェロー会員 川神雅秀

1. 目的

これまで橋脚の補強を極力行わずに、橋台の拘束効果に期待する耐震補強工法¹⁾が提案されている。本論文では橋台の背面方向の抵抗力に着目し、予備せん断したゴム支承を橋台に取り付け、橋台に慣性力の多くを負担させて、橋脚の補強を極力行うことなく耐震性²⁾を満足する方法を提案する。

2. ゴム支承を予備せん断して橋台背面方向に与えるプレストレスの効果

橋台部に図-1(a)のようにゴム支承を取り付けると、地震時に橋台の前面方向の安定が問題になる。そこで、図-1(b)のように橋台背面方向に予備せん断して取付けると、常時状態の桁変位を拘束することなく、地震時に橋台が背面方向に大きな力を負担でき、橋脚に作用する慣性力を低減することができる。常時および地震時における橋台上の支承変形状態を図-2に示す。検討対象のゴム支承³⁾は、分散ゴム支承(RB)と免震支承(LRB)とする。

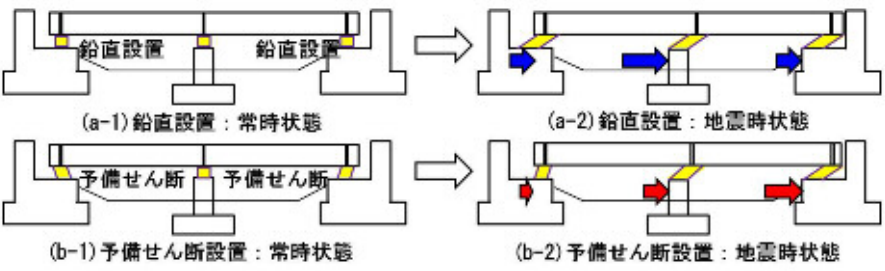


図-1 橋台に設置する予備せん断変形を与えたゴム支承の模式

3. 予備せん断によるゴム支承の設定条件

表-1 ゴム支承の設定条件

ゴム支承は表-1のように、せん断弾性係数 G12、常時許容せん断ひずみ 70%、LRB 鉛面積比率 12%、LRB 減衰性能は非考慮(非免震)と考慮(免震)の 2 ケースとした。橋脚に期待する挙動は、橋脚を弾性および塑性率 1.5 と 2.0 の塑性化の 3 ケースとする。ゴム支承は図-3のような 1 基/主桁または 2 基/主桁として機能一体型あるいは機能分離型のいずれかで橋台に設置する。

ゴム支承	記号	総ゴム層厚 (mm)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	常時許容せん断ひずみ (%)	鉛面積比率 (%)	減衰性能	橋脚塑性率
RB	橋脚弾性 ($\mu=1.0$)	150,100.50	1.2	70	—	—	1.0
	橋脚塑性 ($\mu=1.5$)	150,100.50	1.2	70	—	—	1.5
	橋脚塑性 ($\mu=2.0$)	150,100.50	1.2	70	—	—	2.0
LRB	橋脚弾性 ($\mu=1.0$)	150,100.50	1.2	70	12	非考慮	1.0
	橋脚塑性 ($\mu=1.5$)	150,100.50	1.2	70	12	非考慮	1.5
	橋脚塑性 ($\mu=2.0$)	150,100.50	1.2	70	12	非考慮	2.0
	橋脚弾性 (支承減衰考慮)	150,100.50	1.2	70	12	考慮	1.0

4. 検討対象橋

対象橋はⅡ種地盤に位置する図-4に示す支間 32m の 1 点固定鋼 2 径間連続非合成鈑桁(4 本主桁)である。死荷重反力は、橋台で 3,717tf、橋脚で 6,808tf である。

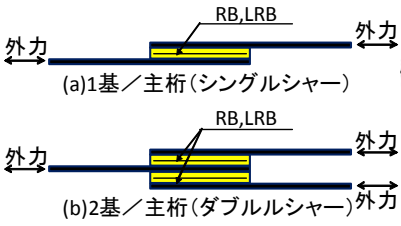


図-3 ゴム支承の構成例

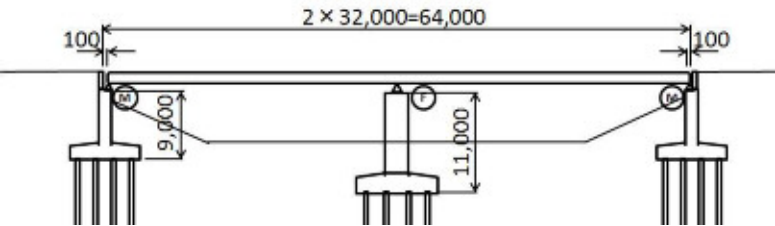


図-4 検討対象橋の模式一般図

キーワード ゴム支承, LRB, 耐震補強, 予備せん断, 橋台, レベル 2 地震動

連絡先 〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町4丁目6番7号 本町スクエアビル TEL06-6267-0855

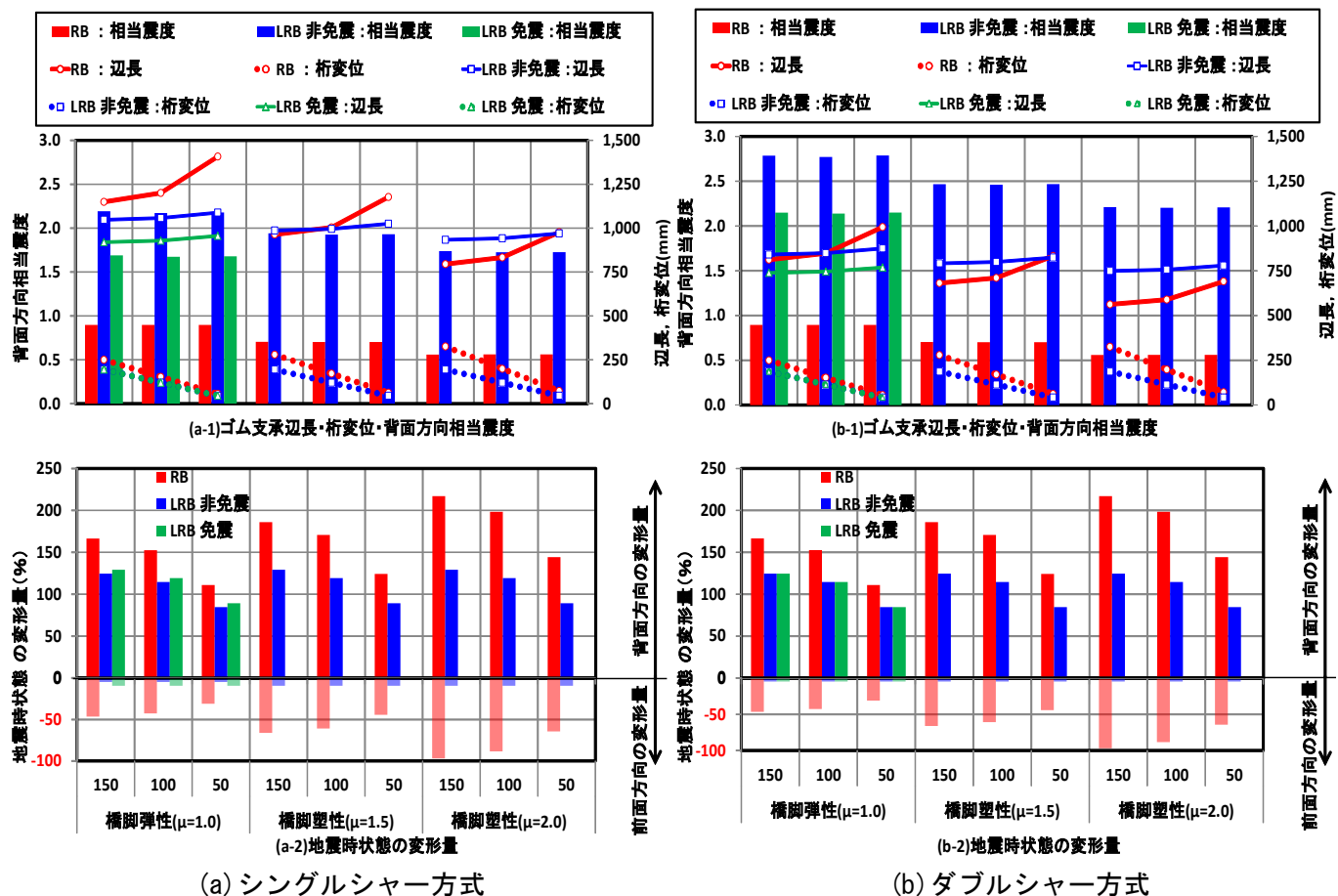


図-5 予備せん断の変形量，辺長，桁変位，橋台の背面方向相当震度

5. ゴム支承設定と地震時挙動の試算

橋脚の降伏荷重は $0.5 \times$ 死荷重反力と仮定し，温度変化による桁伸縮を 15mm 考慮して常時せん断ひずみを 70% ³⁾ に設定した．LRB の履歴はせん断ひずみ 250%での値を用いた．入力 II 種地盤の最大加速度 1,750gal とし，橋台の前面方向の水平力がレベル 1 地震動相当の慣性力である $0.25 \times$ 死荷重反力となるように予備せん断を与え，ゴム支承の必要な平面形状を静的計算により設定した．RB および LRB に対してシングルシャー方式およびダブルシャー方式を用いて計算したゴム支承の辺長と桁変位，橋台の背面方向に作用する上部構造慣性力の相当震度および背面方向と前面方向の地震時変形量をそれぞれ図-5に示す．

同結果より，対象橋の現有桁遊間が 100mm であることを考慮すると，総ゴム層厚は 50mm 程度，大きくても 100mm 程度以下がよいと考えられる．LRB は RB と異なり，低ひずみ領域でも大きな抵抗力を発現することにより，LRB の平面寸法は RB より小さくでき，橋脚の塑性化を考慮すると慣性力が低減され，平面寸法はさらに小さくできる．同様に LRB の減衰機能を考慮すると慣性力が低減されるので平面寸法は小さくなり，例えば総ゴム層厚 100mm とする場合の平面寸法は，シングルシャーで $928 \times 928\text{mm}$ ，ダブルシャーで $745 \times 745\text{mm}$ と小さくなる．また，LRB の免震機能と橋脚の塑性化による慣性力の低減を同時に考慮すれば，LRB のゴムの平面寸法はさらに小さくすることが期待できる．なお，橋台の背面方向の慣性力は LRB では大きくなるので，橋台に期待できる背面方向の抵抗力を検討する必要がある．

6. まとめ

橋台の背面方向に大きな抵抗力を期待できれば，実用的な平面寸法のゴム支承を用いて予備せん断して橋全体の耐震性を満足させやすくなる．さらに，ゴム支承や橋脚に期待する設定条件を適宜組み合わせれば，平面寸法はさらに小さくできることが期待できる．今後，橋台の背面方向に期待できる抵抗力を検討する．

参考文献 1) 海洋架橋調査会：既設橋梁の耐震補強工法事例集，2005 2) 日本道路協会：道路橋示方書耐震編，2012 3) 日本道路協会：道路橋支承便覧，2004