

既設橋に予備せん断システムを適用した橋台の塑性化を考慮した地震時挙動の一考察

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

1. 目 的

両端に橋台を有する比較的橋長が短い2, 3径間の既設連続橋では、橋台に大きな慣性力を負担できない。また、橋脚に必要な許容塑性率を確保できないことがあり、さらに桁遊間が狭いために適正に免震化できない。このような場合には、橋台背面の支持力も考慮してプレストレスを与え^{1), 2)}、耐震性を向上することができる。この方法を予備せん断システムと呼び、非線形時刻歴応答解析により耐震性の改善効果を確認した。

2. 予備せん断システム

地震時水平力分散構造²⁾は、図-1(a)のように標準温度で支承を鉛直に設置するのが基本であるが、予備せん断システムは図-1(b)のように橋台のゴム支承に予備せん断を与えてプレストレスする耐震システムである。常時および地震時における橋台上の支承の変形状態を図-2に示す。

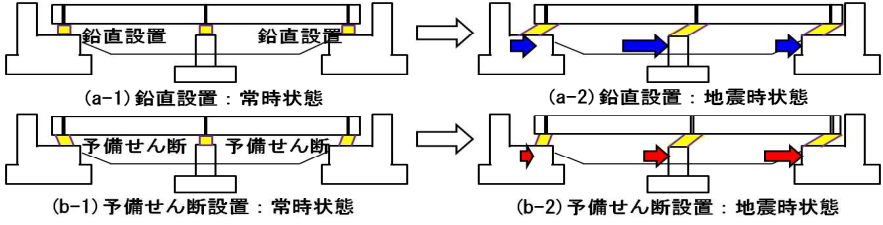


図-1 橋台に設置する予備せん断変形を与えたゴム支承の模式

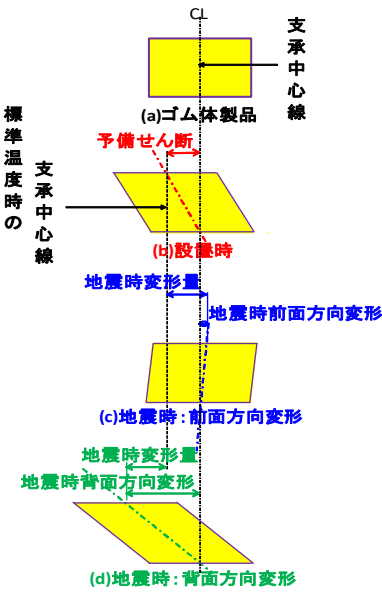


図-2 ゴム支承の変形状態

3. 予備せん断システムの検討条件

ゴム支承は□ 400,500,600mm, $\Sigma te=34mm$ のLRB³⁾、予備せん断を5,10,15mmとし、許容変位は85mmである。橋脚は固定とした。橋台の背面抵抗はN値0,5,10,20と想定した。地震波はレベル2タイプII²⁾の3波を履歴非対称のため正負方向に入力して大きい値を3波平均した。前面および背面方向に作用する荷重を表-1に示す。

表-1 前面・背面方向の荷重

		前面方向	背面方向
上部構造	鉛直荷重	○	○
	慣性力	○	○
下部構造	鉛直荷重	○	○
	慣性力	○	○
予備せん断水平力		○	○
上載土	鉛直荷重	○	○
	慣性力	○	—
土圧	鉛直荷重	○	—
	慣性力	○	—

4. 検討対象橋

検討対象橋は既設橋を参考に、図-3に示す支間32mの固定可動の鋼2径間連続非合成鉄桁(4本主桁)とした。死荷重反力は、橋台36,451kN、橋脚66,764kNである。現橋状態では橋台支承変位は326mm、橋脚の塑性率は17.8であり、許容変位85mm、許容塑性率2.66を大きく超過している。橋台基部の前面・背面方向の降伏モーメントはそれぞれ7,458kN・m、11,798kN・mである。地盤種別はII種地盤である。橋脚はバイリニアモデルとし、橋台堅壁は弾性、非線型弾性モデルおよび武田モデルの3通りとした。

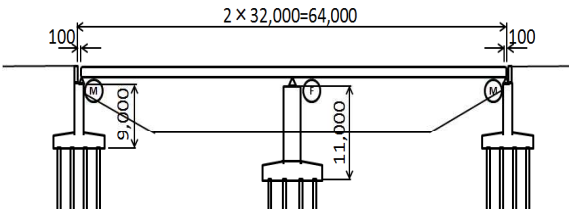


図-3 検討対象橋の模式一般図

5. 動的解析による予備せん断の検証

支承の減衰定数を3%、基礎ばねと背面土の減衰定数を10%とし、背面土を地盤反力係数を用いて圧縮側のみ有効なスリップモデルとしたばねで評価し、非線形時刻歴応答解析を行った。支承、橋脚および橋台堅壁の応答を図-4に示す。支承変位は支承寸法が大きくなれば小さくなり、□400では橋台背面方向に僅かに満足せず、N値や橋台堅壁の塑性化によっても少なからず変動する。橋脚塑性化はLRBの寸法に大きく

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 FAX06-6267-0857

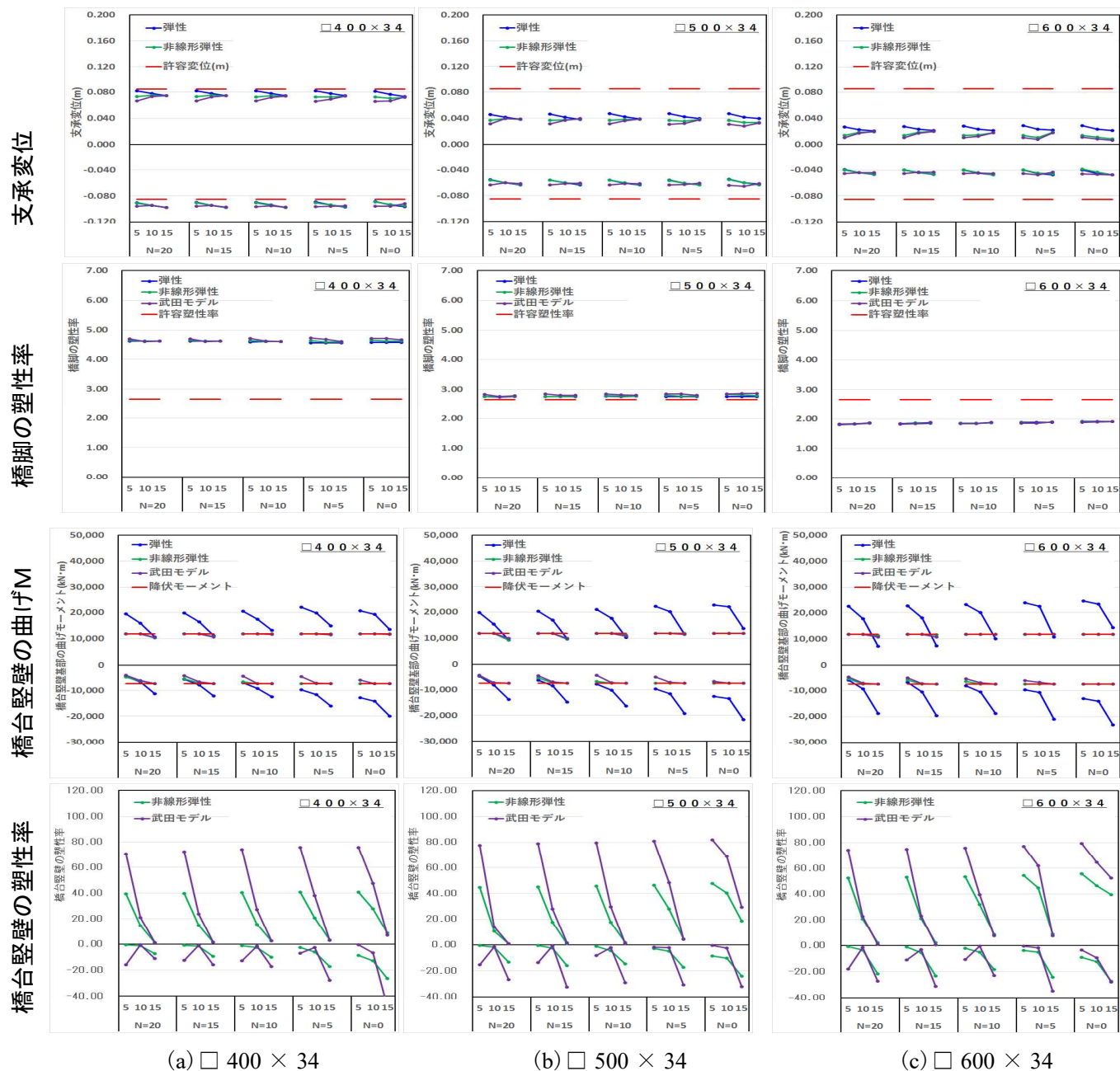


図-4 支弁，橋脚，橋台の応答（+：前面方向，－：背面方向）

依存し□500でほぼ満足するが、N値や橋台基部の塑性化による影響は極めて小さい。橋台堅壁の曲げモーメントは予備せん断により背面方向に増大し、N値の増大にしたがい小さくなるが、予備せん断5,10,15mmで前面方向、背面方向いずれかは降伏モーメントより大きい。橋台堅壁の塑性率は武田モデルより非線形弾性の方が小さい。この結果より、予備せん断が10～15mm(19～44%)の間に橋台堅壁の塑性率が前面と背面で均衡する予備せん断が存在する。

6. まとめ

本検討ではパラメータが荒いため、橋台堅壁の塑性化が前背面方向で均衡する予備せん断を得られていない。しかし、橋台堅壁の塑性化は好ましくないため、弾性挙動に留めることが望まれる。そのため、必要に応じて橋脚を耐震補強し、不足する耐震性を予備せん断で補完するのがよい。あるいは、橋脚の支承を免震支承に取替えることを併用し、慣性力を低減するのも有用である。なお、本橋の橋梁規模では橋台堅壁の塑性化は避けられないが、橋梁規模が小さければ予備せん断のみによる耐震補強も可能と思われる。

文献 1)宇野外：既設橋に予備せん断したゴム支承用いた耐震補強工法の提案,第71回年講,2016. 2)宇野外：既設橋に予備せん断システムを適用した地震時の応答,第72回年講,2017. 3)道路橋示方書V,2012. 4)道路橋支承便覧,2004