

既設橋に予備せん断システムを適用した橋台背面土の地震時効果

オイレス工業(株)

正会員○五十嵐隆之

(株)イチイコンサルタント

正会員 宇野裕恵

(株)アーク情報システム

正会員 内藤伸幸

(同)防災構造工学研究所

フェロー会員 川神雅秀

1. 目 的

両端に橋台を有する既設橋の耐震性向上策として、予備せん断システム^{1),2),3),4)}は有効であることが明らかとなっている。このシステムによる耐震性向上には、予備せん断量の調整に加え橋台背面土の抵抗が、大きく影響する。本論文では橋台背面土の效果に着目し、地震時の效果を示す。

2. 予備せん断システム

予備せん断システムとは、標準温度時に支承を鉛直設置する図-1(a)に対し、橋台のゴム支承に予備せん断を与えて図-1(b)のようにせん断変形させてプレストレスを与える耐震システムである。

3. 検討対象橋

検討対象橋は、図-2に示す支間 32m の鋼 2 径間連続非合成钣桁であり、死荷重反力は橋台 36,451kN、橋脚 66,764kN である。現橋状態では橋台の支承最大変位は 326mm、橋脚の最大塑性率は 17.8 と、許容変位 85mm、許容塑性率 2.66 を大きく超過し、耐震補強を必要とする。地盤種別はⅡ種地盤である。

4. 予備せん断システムの検討条件

両橋台のゴム支承は□ 400, 500, 600mm, $\Sigma te=34mm$ の LRB^{5),6)}、予備せん断を 5, 10, 15mm とし、橋脚は固定とした。橋台背面土の N 値は 0, 10, 20, 30, 40, 50 を想定した。

5. 動的解析による橋台背面土抵抗の地震時効果の検証

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、橋脚および橋台堅壁基部を武田モデル、橋台背面土を圧縮側のみ機能するスリップモデルとして、レベル 2 地震動の非線形時刻歴応答解析を行った。支承の最大変位、橋脚基部の最大塑性率および橋台堅壁基部の最大塑性率をそれぞれ図-3、図-4および図-5に示す。支承および橋脚は、支承形状寸法を□ 500 程度以上にすれば容易に満足できる。橋台堅壁基部の最大塑性率は大きくなるが、予備せん断量および橋台背面土の抵抗により制御できる。橋台背面土の内部摩擦角は $\phi=30^\circ$ と $\phi=15+\sqrt{15N}$ 式(1)の 2 通りとした。同図より予備せん断 10～15mm 程度で N 値を大きくすると最大塑性率は大きく抑制されている。図-6の N 値 20 での橋台背面土の抵抗力の分布から、橋台堅壁天端から 2～3 m あたりが大きく抵抗している。応答は予備せん断により橋台前面方向にシフトし、図-5から 10～15mm の間に橋台前背面方向に均衡する予備せん断量が存在する。N 値 50 の内部摩擦角式(1)を用いたケースを対象に、予備せん断量 0.025mm ピッチの応答を図-7に示す。橋台堅壁基部の最大塑性率は予備せん断量が大きくなるにしたがい橋台前面方向に顕著に低減し、背面方向には増加するものの顕著ではない。これより、曲げモーメントと併せて 13.25mm 程度が前面方向と背面方向共にバランスがとれた弾性挙動となっている。一方、橋脚の塑性率および支承の最大変位には、予備せん断量の影響はほとんどない。

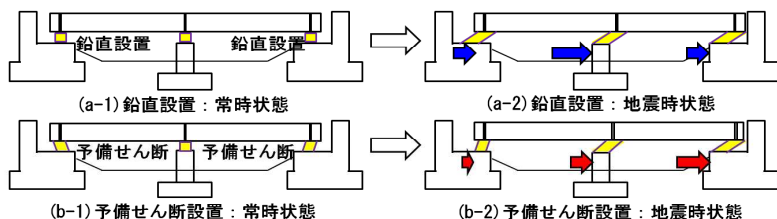


図-1 橋台に設置する予備せん断変形を与えたゴム支承の模式

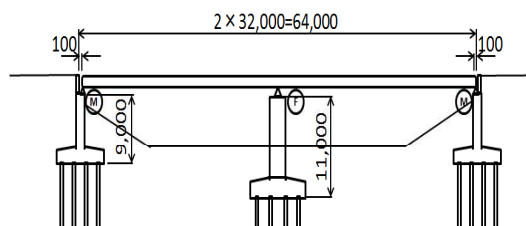


図-2 検討対象橋の模式一般図

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 〒108-0075 東京都港区港南一丁目2番70号 品川シーズンテラス TEL03-5781-0320 FAX03-5781-0318

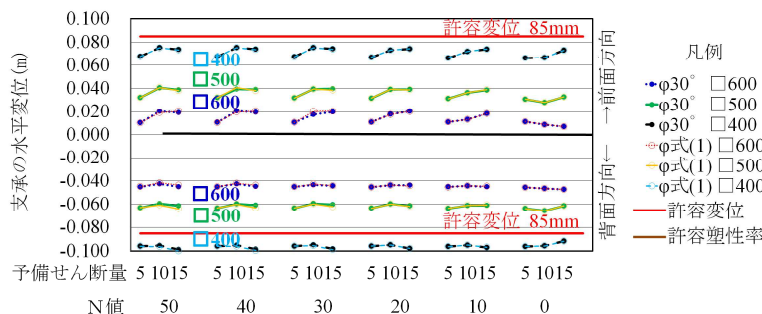


図-3 支承の最大変位

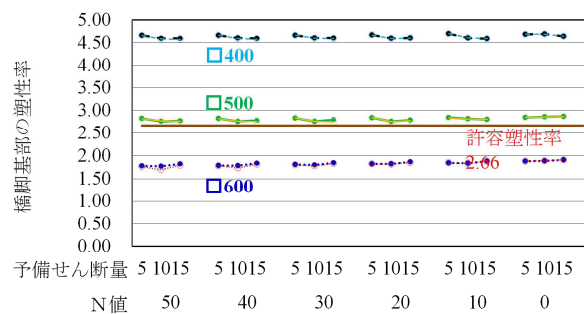


図-4 橋脚の最大塑性率

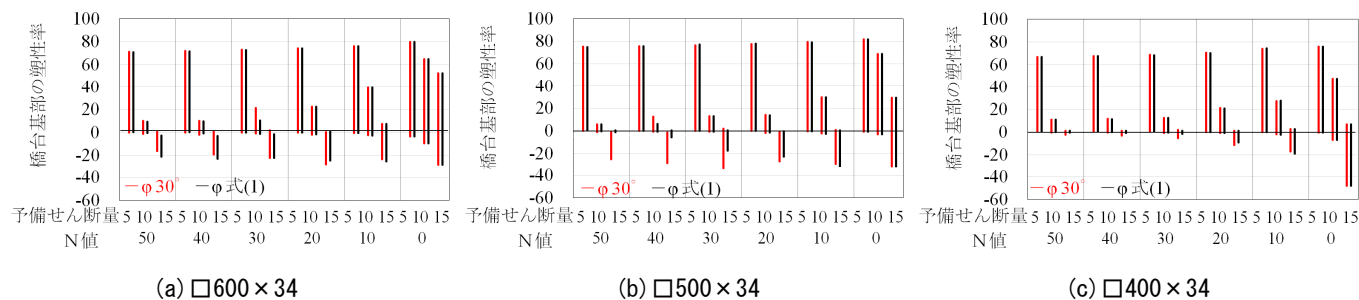
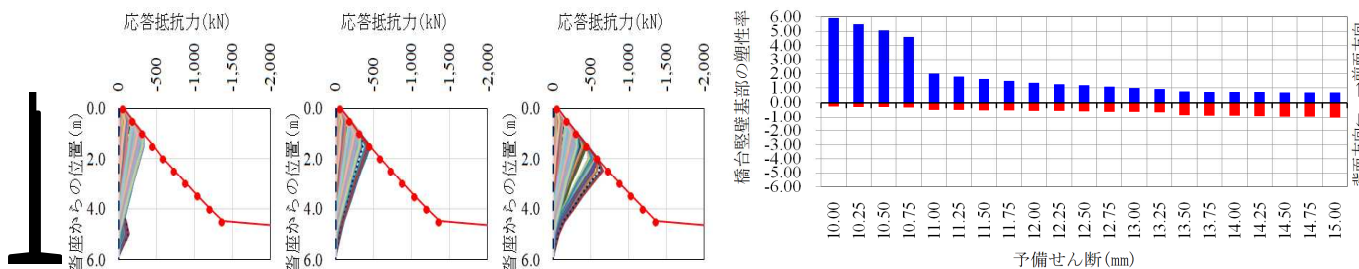


図-5 橋台堅壁の最大塑性率（+前面側，-背面側）



(a) 予備せん断5mm (b) 予備せん断量10mm (c) 予備せん断量15mm

図-6 橋台背面土のばね反力分布（内部摩擦角式(1)，N値20）

6. まとめ

本橋の橋梁規模では、橋台背面土の N 値を既設状態で想定しうる 10, 15 程度とした場合、予備せん断システムのみで耐震性を満足させることができなかった。しかし、橋台背面土の改良も併せれば、橋台堅壁基部を塑性化させることなく所用の耐震性を期待できる。あるいは、橋台や橋脚の簡易な補強を併用することも考えられる。本システムのように橋台にゴム支承を設置するのは比較的施工が容易であり、橋梁規模の大きくない既設橋に対して有効な耐震補強になると考えられる。

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) 宇野外: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,第 73 回年講,2018. 4) 宇野外:既設橋に予備せん断システムを適用した耐震補強効果に関するケーススタディ,第 38 回地震工学発表会, 2018. 5) 道路橋示方書 V, 2012. 6) 道路橋支承便覧, 2004.

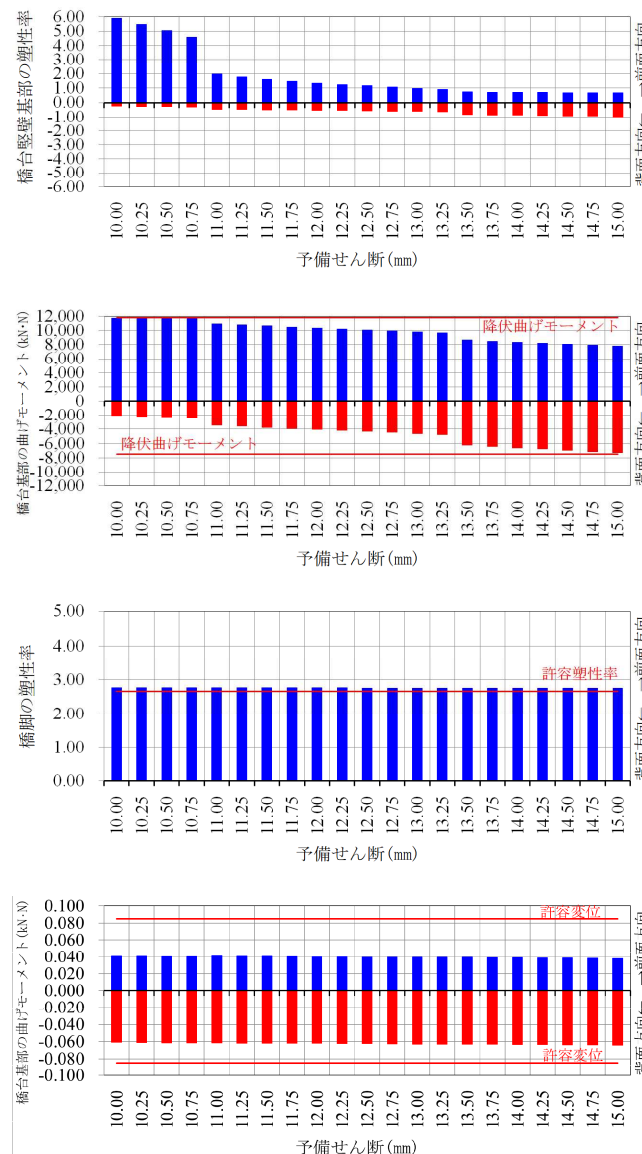


図-7 橋台堅壁基部の最大塑性率推移（内部摩擦角式，N値50）