

ゴム支承 (LRB) の経年劣化と残存性能に関する解析的検討

京都大学工学研究科 学生会員 ○東出 知大 京都大学工学研究科 正会員 五十嵐 晃
 埼玉大学理工学研究科 正会員 党 紀 阪神高速道路(株) 正会員 足立 幸郎
 阪神高速道路(株) 正会員 林 訓裕 阪神高速道路(株) 正会員 甲元 克明

1. はじめに

ゴム支承の経年劣化による損傷の支承性能への影響の評価および今後の維持管理手法の確立を目的として、実橋から取出した鉛プラグ入り積層ゴム支承 (LRB) のせん断载荷試験を行い、等価剛性および等価減衰等の特性値が得られている。それらの値の新規製作同等品との相違が、経年劣化の評価の基本となる。試験結果から得られたパラメータに基づき、L2 地震動入力に対する動的応答の観点から見た経年劣化支承の基礎的な残存性能の評価を試みる。

2. 解析モデル

载荷試験の対象となった LRB が設置されていた 11 径間連結鉄桁橋において、下部構造および上部構造の変形を無視して剛体と仮定することで得られる単純化された 1 自由度系モデル (図 1) を用いて地震応答を算出することとした。ゴム支承は 1 支承線あたり 5 基用いられ、桁端橋脚に 5 基、中間橋脚に 10 基設置されており、ゴム支承の死荷重条件での面圧 (2.6MPa)、支承断面積(350mm×550mm)の設計値を基に、上部構造質量 $m=5390t$ の質点を LRB が支持する 1 自由度系モデルとした。

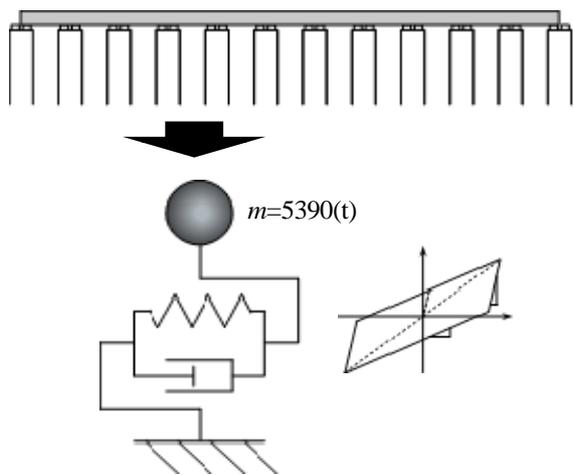


図 1 モデル化

支承部の履歴復元力特性は、バイリニアモデルにより表現した。バイリニアモデルの特性パラメータの設定に用いた、L2 性能試験 (±250%相当の水平変位を、1 セットにつき 5 サイクル载荷) により得られた履歴復元力曲線を図 2 に示す。L2 試験 (1 セット目) における等価剛性は、取出し支承 (劣化支承) では 2.78(kN/mm)、新品支承 (リファレンス支承) では 2.35(kN/mm)であり、等価減衰定数はそれぞれ 0.0692, 0.138 であった。バイリニアモデルにおける非線形パラメータである初期剛性 k_1 、2 次剛性 k_2 、切片荷重 Q_d は、KH 法¹⁾による L2 実験で得られた履歴復元力曲線への最適化フィッティング計算により同定した。得られたパラメータを表 1 に示す。

道路橋示方書におけるレベル 2 タイプ II 地震動の標準加速度波形 (I 種地盤～III種地盤) 計 9 波を入力として、非線形時刻歴動的応答解析を行った。

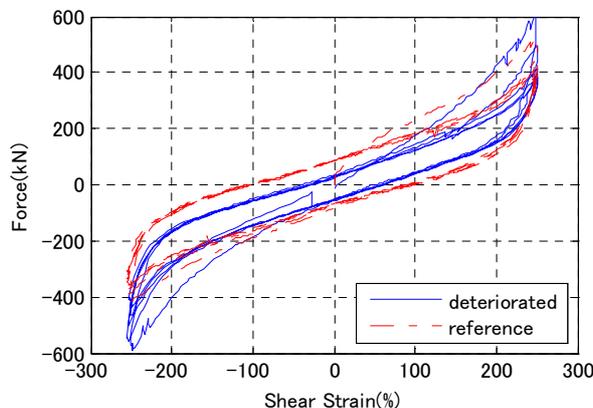


図 2 L2 試験履歴曲線

表 1 支承履歴特性

パラメータ	取出し支承	新品支承
初期剛性 k_1 (kN/mm)	10.2	12.8
二次剛性 k_2 (kN/mm)	2.00	1.50
切片荷重 Q_d (kN)	73.4	93.6

キーワード 鉛プラグ入り積層ゴム支承, 等価剛性, 等価減衰, レベル 2 地震時性能
 連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科社会基盤工学専攻 TEL075-383-3245

3. 解析結果

9波の入力地震動のうち、II種地盤の地震波(T2-II-3)に対する応答変位時刻歴および復元力履歴の結果を劣化支承, リファレンス支承で比較したものを図3, 図4に示す。切片荷重, 二次剛性の違いによって履歴ループの形状に変化が見られるが, 最大応答変位としては, 新品支承に比べ12%程度の増加となっている。

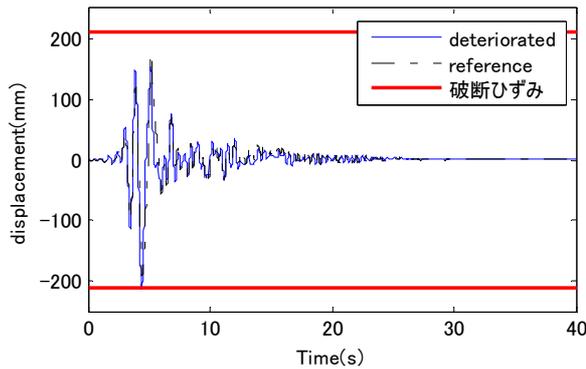


図3 応答変位時刻歴の比較

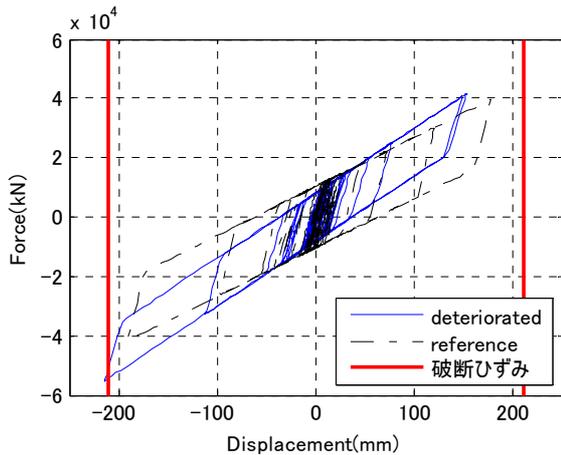


図4 履歴曲線の比較

全ての入力に対して, 劣化支承の場合とリファレンス支承の場合についての最大応答せん断ひずみの値の対応関係をまとめたものを図5に示す。縦軸は劣化支承, 横軸がリファレンス支承の値である。劣化支承の最大せん断ひずみはリファレンス支承よりやや大きく, 平均的に約1.16倍となった。図3, 4に示した応答結果では, 劣化支承の応答値は, 終局性能試験による破断ひずみを上回る値となっている。

地震時の下部構造への最大水平荷重への影響に対応する, 絶対応答加速度を比較したものを図6に示す。リファレンス支承と比べて絶対応答加速度は

平均で1.28倍増加した。

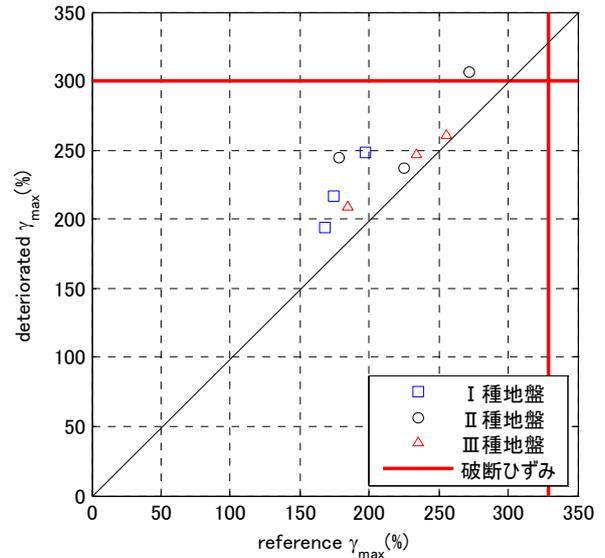


図5 最大応答せん断ひずみの比較

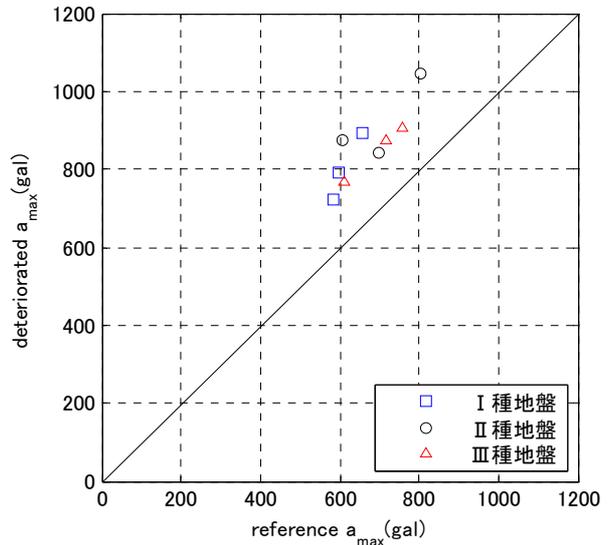


図6 最大応答絶対加速度の比較

4. まとめ

経年劣化の影響を受けた取出しゴム支承(LRB)の等価減衰定数は半分程度に低下し剛性がやや増加したが, 単純化された1自由度系とバイリニアモデルを用いた非線形時刻歴応答解析によるLRBの最大せん断ひずみは, 平均1.16倍程度の増加との結果となった。最大せん断ひずみが破断ひずみを超えるケースもあり, 今後より詳細な検討を行っていく予定である。

参考文献

1) 黒田英夫: Visual Basicによる工学計算プログラム, CQ出版社, pp.69-74, 2001.