

巨大地震時の免震支承の変位抑制方法に関する検討

清水建設 正会員 ○滝本 和志
 清水建設 正会員 若原 敏裕
 東海ゴム工業 山田 博
 東海ゴム工業 岩本 朋久

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波や原子力発電所事故の発生により、橋梁を初めとするインフラ構造物には想定外のリスクに対しても被害の拡大を防ぐ機能の必要性が認識された。地震動による構造物の被害は軽微であったが、1995年の兵庫県南部地震以降、ほとんどの道路橋に採用されるようになってきているゴム支承の破断が初めて確認された。ゴム支承の採用はますます増えると考えられることから、設計で想定した以上の外力に対する安全対策が必要と考えられる。

本研究は、想定を超える地震動を受けた場合の免震支承の安全対策として、繊維部材による免震支承の変位抑制効果について、10径間連続免震橋を対象モデルとして、動的非線形応答解析により検討したものである。

2. 繊維部材を追加した免震支承の概要

図1に繊維部材を追加した免震支承¹⁾の構造を示す。一方向の振動に対する免震機能を有する装置で、高減衰ゴムを用いた免震支承の上下のプレートにループ状の繊維部材を左右同数組ずつ、前後に取り付けたものである。繊維部材は撓り線状の1本のアラミド繊維ストランドを所定の強度となるようループ状に必要量束ねたものである。上下プレートの相対変位がある設定値を超えたところから繊維部材に引張力が生じるよう中立位置では繊維部材にたるみを持たせてある。これは、小規模地震に対しては通常の免震支承として働き、レベル2地震のような大地震に対しては繊維部材が荷重を一部分担し、さらに大きな変位に対しては繊維部材が破断することでエネルギー吸収して減衰効果を発揮し、大地震時の安全性を高める構造である。繊維部材がすべて破断した場合は通常の免震支承として機能するが、繊維部材を取り替えることで元の性能に戻ることができる。

3. 10径間連続免震橋モデル

解析対象は、橋脚断面 2.3m×3.5m、高さ 7m の鉄筋コンクリート橋脚を有する支間長 35m、橋長 351.6m の 10 径間連続免震橋とした。解析対象モデルを図2に示す。上部構造は線形はり部材でモデル化した。免震支

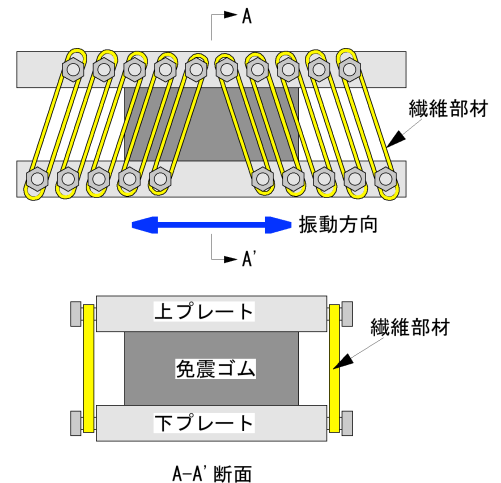


図1 繊維部材を追加した免震支承例

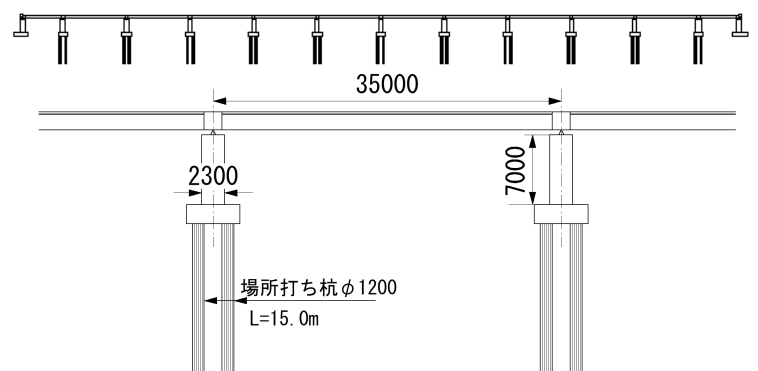


図2 解析対象モデル

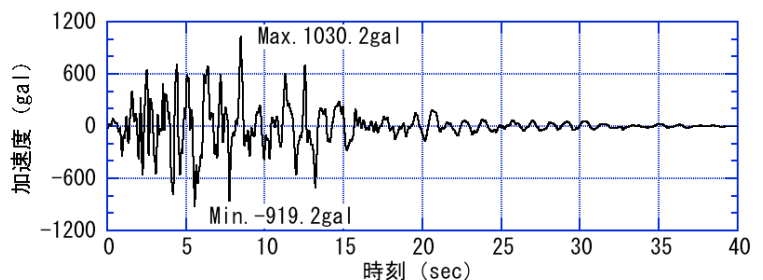


図3 入力地震動の時刻歴加速度波形

キーワード 免震支承, 繊維部材, 動的非線形応答解析, 変位抑制
 連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-6962

承は $P-\delta$ 関係をバイリニアでモデル化した。橋脚は塑性ヒンジ部中央に非線形回転ばねを設け、トリリニアでモデル化した。表 1 に免震支承の緒元を示す。レベル 2 地震動の許容変位は 250mm である。このモデル橋梁の橋軸方向に、想定を超える地震動として、レベル 2 タイプ II 地震動（最大加速度 687gal）の 1.5 倍の地震が発生したと仮定して、加速度を 1.5 倍した波を入力した。図 3 に入力地震動の時刻歴加速度波形を示す。繊維部材は 5 組とし、繊維部材の有無をパラメータとした。図 4 に繊維部材を追加した免震支承の履歴曲線を、図 5 に正方向で作用する繊維部材モデルを示す。レベル 1 地震動までは通常の免震支承として働くよう、繊維部材は 150mm 以上で荷重を分担し、破断が継続するように長さを 20mm ずつ変化させた。

4. 解析結果

図 6 に免震支承の履歴曲線の比較を示す。繊維部材なしの場合、正負ともにレベル 2 地震時の許容変位 250mm を超えたのに対して、繊維部材ありの場合は 250mm 以内に収まっており、繊維部材による変位抑制効果が見られる。図 7 に支承と繊維部材の荷重分担を示す。繊維部材は、3.5 秒から 7 秒までの 3.5 秒間のみ荷重を分担しているのがわかる。図 8 に橋脚塑性ヒンジ部の曲げモーメントと回転角の関係を示す。同様の挙動を示しており、今回の検討ケースでは繊維部材追加による橋脚への負担増加は見られない。

5. まとめ

本研究では、従来の免震支承に繊維部材を追加することで、想定を超える地震動を受けた場合の免震支承の変位抑制効果について、解析的に検討を行った。繊維部材の有無をパラメータとして非線形動的応答解析を実施した結果、繊維部材を追加することで、想定を超える地震動を受けた場合でも橋脚への負担を増やすことなく、免震支承の相対変位を許容変位内に抑えることができる可能性が示された。

参考文献

- 1) 滝本, 若原, 山田, 岩本: 繊維部材による免震支承の減衰性能向上に関する検討, 構造工学論文集 Vol. 58A, 2012. 4

表 1 免震支承の緒元

有効寸法 (mm)	1100×1100
ゴム材種	G12
ゴム厚さ (mm)	25
ゴム層数 (層)	4

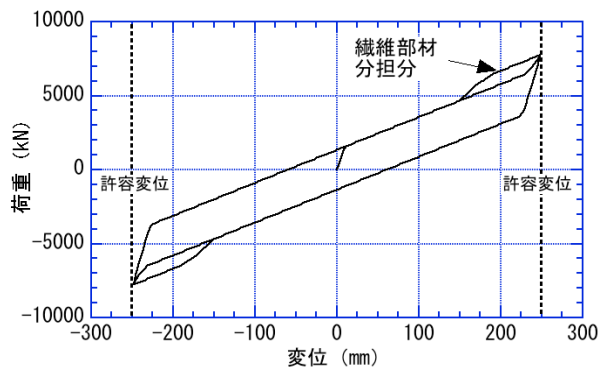


図 4 免震支承モデル

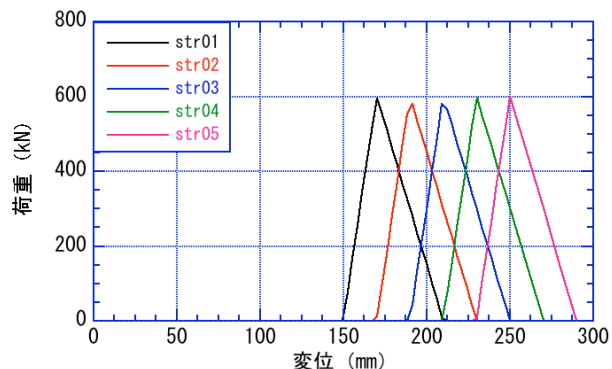


図 5 繊維部材モデル (正方向)

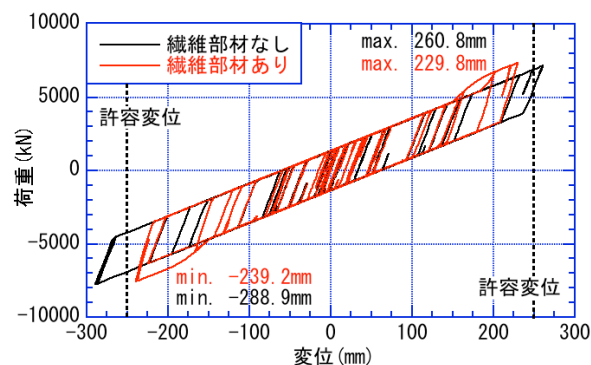


図 6 免震支承の履歴曲線比較

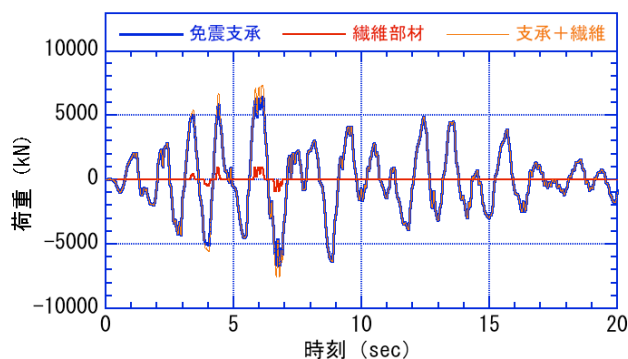


図 7 各部材の荷重分担

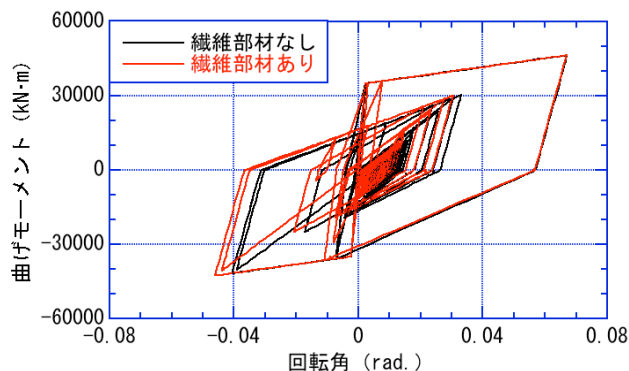


図 8 塑性ヒンジ部の曲げモーメント比較