

滑り系デバイスによる応答方向変換型免震基礎に関する実験的な検討

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 羅 休、川西智浩
 (株)複合技術研究所 正会員 太田剛弘

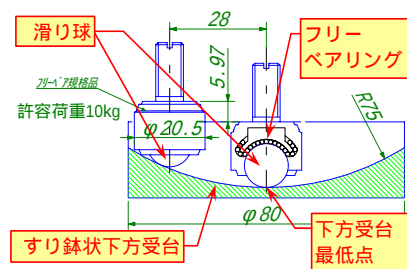
1. はじめに

既存の免震基礎(例えば、参考文献1)に示した杭頭半剛接合やピン接合)では構造物の応答を低減し構造物をスリム化する効果はあるものの構造物の動的変位が増大することから、地震時列車走行安全性に不利な影響を与える場合がある。著者らは、地震時列車走行安全性における不利な線路直角方向の変位の制御が可能で、しかも地震後の残留変位が少ない滑り系の免震デバイスを考案した。また、新しい免震デバイスの模型を試作して、静的繰返し載荷実験と振動台実験を行い、従来方式の杭頭剛接合の場合と比較して、免震効果と応答性状を把握した。

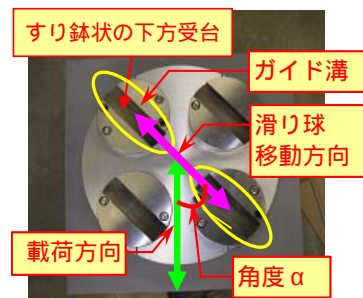
2. 免震デバイスの仕組みおよび実験条件

図1に示すように、新しい滑り系の免震基礎は、線路直角方向に対し角度 α を持つガイド溝と滑り球により、地震による列車走行安全上不利な線路直角方向の橋脚の応答変位を線路方向へ転換することができる。すり鉢状の下方受台によって、地震後の残留変位が小さくなることが特徴である。この図に示す地震動の方向は、列車走行安全にとって一番不利な線路直角方向を例としているため、その転換角度は α となっている。実際の地震動の入力方向はランダム的であり、線路方向となす角度が直角ではなく、斜めになる場合は線路方向への転換がさらに起こり易いため、実際の転換角度は α より大きいことが考えられる。つまり、転換角度が大きければ大きいほど、線路直角方向の変位が小さくなり列車走行上有利になることを示唆している。

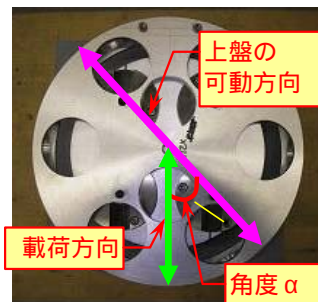
このような新しい滑り系免震デバイスの構造詳細を図2に示す。その特長は、地震後の残留変位を残さないためにすり鉢状の下方受台を採用し、地震の後に上部工の自重により滑り球が原点(下方受台の最低点)に戻る力が発揮し易いように配慮した(図2(a))。デバイスの下方受台と線路直角方向の加振に対する角度 α を持つガイド溝を図2(b)、上盤可動部分を図2(c)に示す。この上盤は、蓋の役割もあるが、ガイド溝との摩擦を低減するために、蓋の裏側に4点のフリーベアリング(滑り球)を設置した。フリーベアリングは規格品で直径20.5mmを使用した。すり鉢状の下方受台は水平直径



(a) すり鉢状の下方受台と滑り球



(b) 下方受台とガイド溝(杭頭側)



(c) 上盤可動部分(橋脚側)

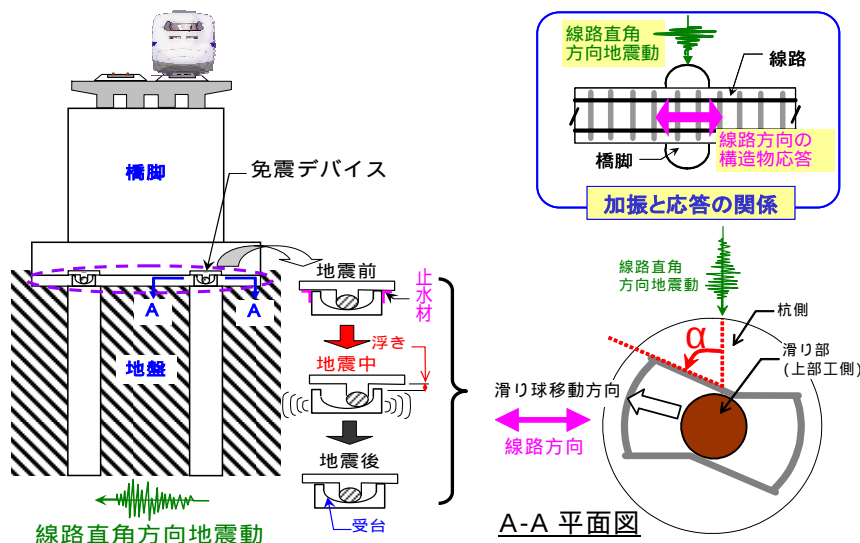


図1 新しい滑り系応答方向転換型免震基礎のイメージ

図2 滑り系免震デバイスの構造図

キーワード：列車走行安全性、免震基礎、応答変位方向、滑り系デバイス

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 Tel: 042-573-7394 Fax: 042-573-5326

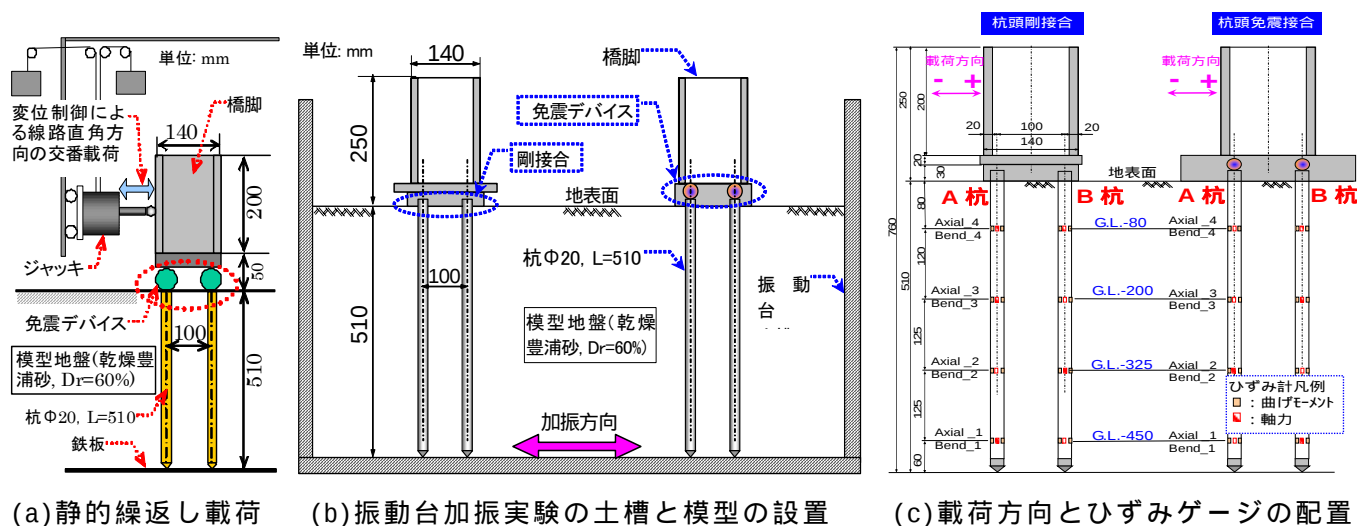


図3 静的繰返し载荷、振動台加振実験の概要、载荷方向およびひずみゲージの配置図

80mm、高さ 22mm とした。滑り曲線の鉛直面内半径は、フリーベアリングと残留変位が残らないようにする兼合いから R75 とした。ガイド溝の幅は、4 点の滑り球が何の支障も無く円滑に可動するように、滑り球の直径 20.5mm に対して 0.75mm のクリアランスをとり 22mm とした。なお、橋脚側の上盤可動部分の直径は 296mm、杭頭側の下盤の直径は 222mm とした。

静的繰返し载荷、振動台加振実験の概要および杭体ひずみゲージの配置状況を図 3 に示す。模型基礎は実物の 1/50 スケールとし、杭体は真鍮製の中空管 ($\phi 20\text{mm}$ 、肉厚 $t=1\text{mm}$) とした。静的実験では、群杭 (2×2) の杭頭に剛接合とデバイス接合 ($\alpha=0^\circ \sim 60^\circ$) を配置した。動的实验では、杭頭剛接合とデバイス ($\alpha=60^\circ$) 接合の模型基礎に対して、線路直角方向から周波数 2Hz~20Hz、振幅 200gal~1000gal の正弦波 10 波を入力した。

3. 実験結果および考察

静的载荷実験における载荷点の荷重-変位関係 (図 4(a)) および杭モーメントの深さ分布 (図 4(b)) から、剛接合による構造の全体剛性は、免震デバイスの場合より数倍も高く、それによる杭の負担がはるかに大きいことが分かった。免震デバイスの载荷方向に対する変位転換角度 α が大きくなるに

連れて、杭のモーメントが増えることが分かった。また、図 5 に示している動的实验の結果から、橋脚天端の水平変位が同等レベルで、免震デバイスの場合の杭モーメントは剛接合の場合よりも大きく低減することが分かった。

4. まとめ

今後は絶対変位や加振面外方向の変位に着目し、3 次元数値シミュレーションによる検討を行う予定である。

参考資料：

- 1) 羅休、宮本岳史、今村年成：地震時列車走行安全性に及ぼす免震基礎の影響に関する研究、第 12 回日本地震工学シンポジウム、CD-ROM、No.230、2006/11。

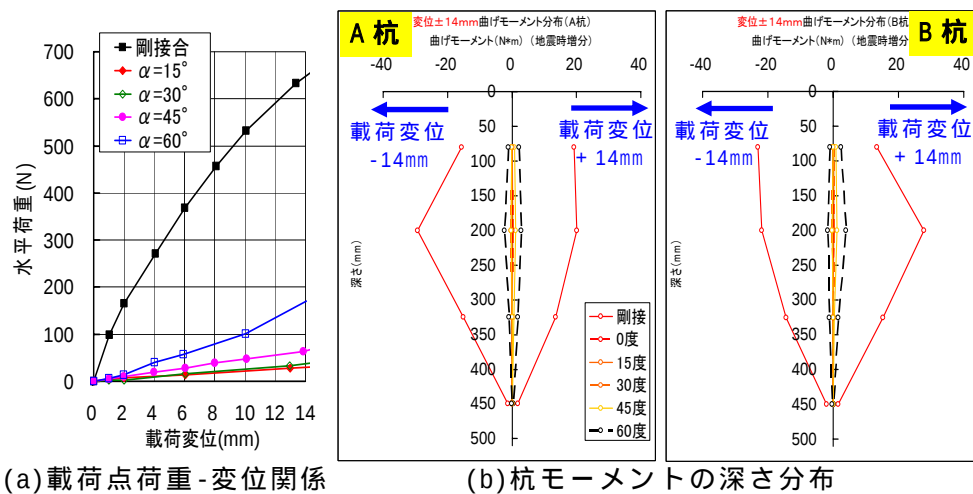


図4 免震デバイスまたは杭頭剛接合を用いた模型基礎の静的载荷実験結果

