

摩擦接合杭が構造物に及ぼす加振方向の影響に関する実験的検討

JR 東日本	正会員	○野本 将太	JR 東日本	正会員	池本 宏文
JR 東日本	正会員	滝沢 聡	日本大学	正会員	阿部 慶太

1. 目的

筆者らは、摩擦材による増し杭の接合方法(以下、摩擦接合杭)を検討してきた¹⁾。摩擦接合杭は、フーチングに摩擦接合面を設け、そこに圧縮力を導入する構造である。地震時に摩擦接合面が滑動することにより、減衰効果を期待する。上部工にブレースダンパーやマスダンパーといった機構を設ける場合があるが、軟弱地盤など下部工の挙動が支配的になる場合には、摩擦接合杭が効果を発揮する。摩擦接合杭は、鉄道車両への脱線への影響を軽減するため、摩擦接合面を橋軸直角方向に滑動するように設定している。既往の実験²⁾においては、加振方向を橋軸直角方向に限定しており一定の効果を確認していたが、摩擦接合杭の構造が橋軸方向に対する影響については未検証であった。

そこで本報告では、摩擦接合杭が橋軸方向の挙動を把握するために、1/20 の縮尺模型を用いた 1G 場での振動台実験を実施した。

2. 実験方法

模型の概要を、図-1 に示す。実験方法は、既往の論文¹⁾に記載の方法とした。鉄道の設計標準²⁾における G4 地盤（固有周期 0.5~0.75 sec，普通～軟弱地盤）上に構築された杭基礎橋脚を想定した。杭長 24m，杭径 1.2m，高さ 12m 程度の構造物である。軟弱な地盤を模擬するため、東北珪砂 6 号を相対密度 $D_r = 80 \%$ となるよう空中落下法によりせん断土槽内に構築した。

模型の諸元は、相似則を考慮して決定した。模型杭は、相似則を適用して実構造物と曲げ剛性 $\beta L = 3.4$ (β : 杭の特性値(1/m), L : 杭の有効根入れ深さ(m)) 程度が概ね一致するように、角型アルミニウム管 (50mm×50mm, $t = 2\text{mm}$) を用いた。杭先端はユニバーサルジョイントを用いたヒンジ構造とした。増し杭として摩擦接合した杭は、既往の実験¹⁾にて効果の高い斜杭 (5°) とした。

試験ケースを、表-1 に示す。既往の実験¹⁾では、模型の設置方向は、加振方向に対して橋軸直角方向となるように設定していた。加振に対して、摩擦接合面が水平

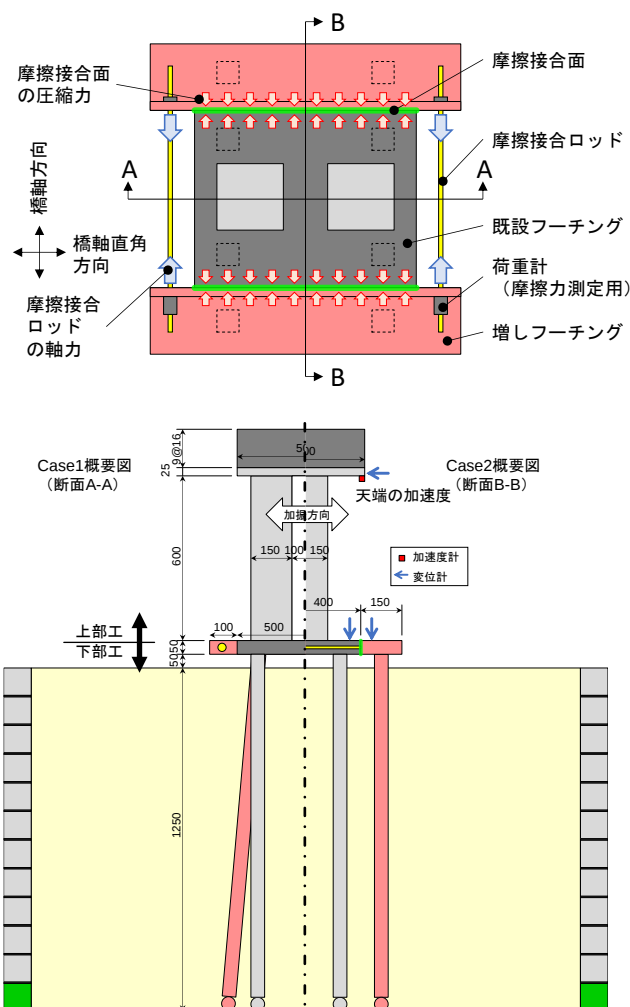


図-1 実験模型概要図

表-1 試験ケース一覧

	増し杭	導入摩擦力	加振方向
Case1	斜杭 (5°)	0.4kN	橋軸直角
Case2	斜杭 (5°)	0.4kN	橋軸方向

方向に滑動する挙動となる．本報告においては，実験や
 模型諸元をすべて既往の実験¹⁾に合わせて，模型の設置
 方向のみを 90 度変更し，橋軸方向への加振となるよう
 に設置した．この場合，摩擦接合面は，上下方向に滑動
 する設定である．

入力波形には、鉄道の設計標準²⁾における L2 地震動のスペクトル II (G2 地盤: 1028.6gal) を、相似則に伴い時間圧縮した波形を用いた。

キーワード 杭基礎，基礎補強，摩擦接合，振動台実験
連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8 J

〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8 JR 目黒 MARC ビル 4 階 TEL 03-6878-0017

3. 実験結果

3.1. 天端の応答時刻歴

図-2 に、天端の水平応答加速度時刻歴を示す。応答加速度の最大値や、位相は概ね同じとなった。最大加速度となる $0.7 \sim 0.8 \text{ sec}$ より後の時刻において、Case2 の橋軸方向の方が小さい加速度を示している。これは、橋軸方向、橋軸直角方向において上部工断面の剛性が異なっており、橋軸方向の断面剛性が小さいためである。

図-3 に、天端の水平応答変位時刻歴を示す。変位の時刻歴においては、変位の最大レベルや位相がほぼ一致した。高架橋天端の応答変位については、加振方向による影響は少ないといえる。

3.2. 摩擦接合面の滑動量

図-4 に Case1 (橋軸直角)、図-5 に Case2 (橋軸方向) における、加振時の摩擦接合面の滑動量の時刻歴を示す。図中には、滑動方向の模式図を合わせて示した。

図-4 の橋軸直角方向の加振においては、図-2 に示す 0.5 sec 付近からの加振に応じて、摩擦接合面に滑動が生じている。2 面ある摩擦接合面の滑動は、同位相となった。既往の実験¹⁾では、この滑動により、上部工の加速度応答の抑制を確認している。

図-5 の橋軸方向の加振においても、 0.5 sec の加振初期から摩擦接合面が鉛直方向に滑動している。2 面ある左右の摩擦接合面において、逆位相となっている。これは、高架橋全体がロッキングした際に、押込み側の摩擦接合面が上側に、引抜き側の摩擦接合面が下側に滑動したと考えられる。

摩擦接合杭の構造は、加振方向によって摩擦接合面の滑動が異なる挙動を示すものの、構造物天端の応答加速度・変位に与える影響は少ない。また、Case1 の応答加速度は、摩擦接合杭における加速度抑制効果を示した結果であり、Case2 においても同様の結果となった。加振方向により摩擦接合面の滑動方向が異なる場合においても、応答加速度の抑制効果が示唆された。

4. まとめ

本報告では、摩擦接合杭の加振方向の違いによる影響を検証するため、1/20 模型の 1G 場における加振実験を行った。加振方向により摩擦接合面は異なる滑動挙動をするが、構造物天端の応答加速度・変位に与える影響は少なく、応答加速度の抑制効果が示唆された。今後、加速度抑制効果の検証を深度化する予定である。

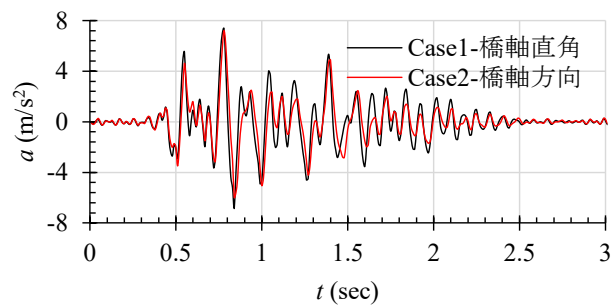


図-2 天端の水平応答加速度時刻歴

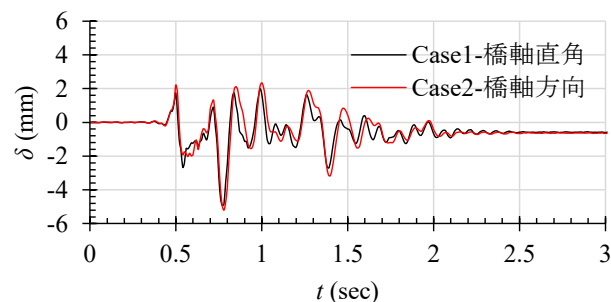


図-3 天端の水平応答変位時刻歴

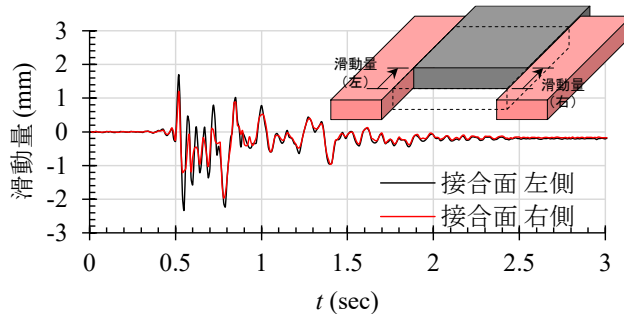


図-4 Case1 (橋軸直角加振) における摩擦接合面の水平方向の滑動量の時刻歴

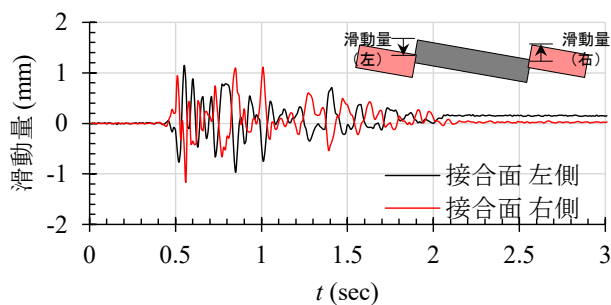


図-5 Case2 (橋軸方向加振) における摩擦接合面の鉛直方向の滑動量の時刻歴

参考文献

- 1) 野本ら：既設高架橋と摩擦接合した増し杭補強に関する実験的検討，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，2020，76 巻，4 号，p. I_495-I_506.
- 2) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善，2012.9