

IST ダンパーを用いたロッキング基礎の振動実験

(株)大林組 技術研究所 正会員 ○田中 浩一

(株)大林組 技術研究所 正会員 松田 隆

1. はじめに

橋梁の大規模地震に対する耐震設計は、柱基部の塑性化を許容する設計が一般的である。従って、地震後には橋脚ひび割れ補修だけでなく、損傷の点検や修復作業など供用までの時間が必要となる。そこで著者らは、地震後のメンテナンスを最小とする技術として、フーチングの浮上りが伴うロッキング振動を可能とし、杭頭部にロッキング開始点の調節や減衰機能を有する IST ダンパーを設けた杭基礎構造を提案した¹⁾。

本構造の効果については数値実験により確認されている。ここでは、せん断土槽を用いた振動実験を行い、本構造の効果の再確認、ならびに任意の方向に対する効果の確認実験について報告する。

2. 実験概要

せん断土槽（ $B \times D \times H = 4.35\text{m} \times 2.85\text{m} \times 2.3\text{m}$ ）に単粒度碎石（4号）を0.5m敷き固め、その上に岐阜珪砂（7号）を厚さ0.3m毎に締固め（ $Dr = 90\%$ ）、これを1.5mとなるまで行い模型地盤とした。

装置を図-1に示す。橋脚ならびに基礎のモデル化は実物の橋脚²⁾の1/10とした。フーチング、柱は鋼製とした。模型における柱の剛性と上部工相当の錘は、模型の固有周期（0.16秒）が実物（0.5秒）の $1/\sqrt{10}$ となるように設定した。したがって上部工：橋脚：フーチングの重量比は模擬できていない。杭は鋼管の内部をモルタルで充填したCFTとした。ISTダンパーには $\phi 21.7$ を用いた。鋼管応力を高めポアソン比による押し引きのすべり応力格差を大きくするため、鋼管厚さは $t = 1.9\text{mm} \rightarrow 0.6\text{mm}$ としている。ISTダンパー全長の内、フーチングと杭への根入れ分、それぞれ30mm、計60mm区間は無収縮グラウトで充填した。

ロッキングによる免震効果、ならびに地震のような任意の方向に対する有効性に着目するため、パラメータは表-1に示す通り、ロッキングの有無、フーチングの角度である。

3. 実験結果

3.1 振動特性

本加振の前に10Gal程度のホワイトノイズ、スイープ波で加振し、振動特性を確認した。図-2は基礎の角度が0度の場合の柱天端加速度のフーリエ振幅を示す。卓越する振動数はロッキングの有無に関係がない。これはフーチングの向きを45度に傾けても同様であった。これは本構造はロッキング開始した後に低剛性化するためであり、浮上る前、すなわち常時の振動特性は通常の杭基礎と変わらない。

3.2 応答加速度

図-3、図-4には振動台の最大加速度と柱天端の応答加速度を示す。卓越振動数近傍のsin波で加振したこともあり、ロッキングが無い場合には振動

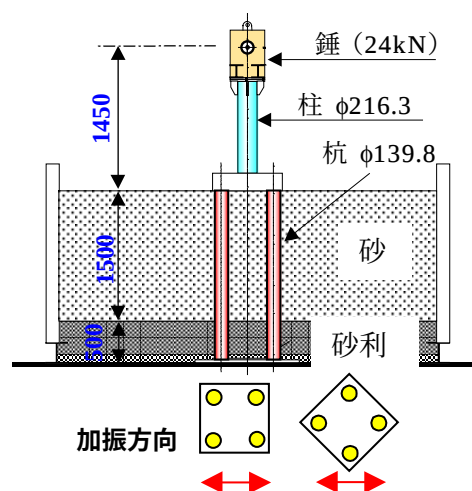


図-1 試験装置および試験体

表-1 パラメータ

ロッキング	フーチング 方向	テーブル加速度 (Gal)			
		sin波	sin波	地震波	地震波
		4Hz	3Hz	直下型	海洋型
あり	□	10～350	20～350	20～250	20～250
	◇	20～350	20～400	20～350	20～350
なし	□	20～150	20～300	40～250	40～200
	◇	20～100	20～300	40～350	40～350

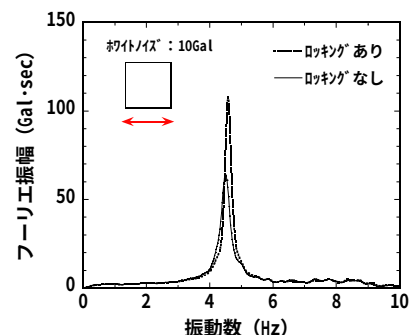


図-2 フーリエスペクトル

キーワード 杭基礎、免震、制振、ダンパー、逸散減衰、ロッキング

連絡先

〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 0424-95-1111

台加速度が大きくなると応答加速度は急激に大きくなる。一方、ロッキング基礎ではフーチングの向きに関らず応答加速度は抑制されている。

3.3 応答変位

本実験ではロッキングなしでは免震効果や履歴減衰がなく、逆にロッキングありでは主に免震効果があるため、ロッキング基礎の方が絶対変位および相対変位とも抑制されていた。また模擬地震波ではロッキングの有無による差異は絶対変位および相対変位ともほとんどな

かった。相対変位においてロッキング基礎の方が不利となったケースは sin 波 3Hz 加振であった（図-5：左）。ロッキング振動周期と共振しロッキングなしに比べ最大で約 3～4 倍となるが、絶対変位（図-5：右）では最大でも約 1.5 倍に留まり、振動台加速度が 300Gal 以上となると、絶対変位はロッキング基礎の方が小さい。

3.4 フーチングの衝突

フーチングが杭と衝突する際の加速度、速度を図-6、図-7 に示す。衝突時の加速度は 2000Gal 程度発生するが、時間は 20ms（0.02 秒）程度のパルス波である。衝突速度は実物相当に換算すると秒速約 40cm である。参考文献³⁾の衝突実験の中で、衝突速度が 100cm/秒程度なら躯体に問題が無いとしている。本実験結果の衝突速度の範囲では、本構造でも躯体の損傷は小さいと予想するが今後の課題としたい。

4. おわりに

- ・本構造は任意の方向に対しても免震効果を発揮する。
- ・ロッキング基礎での応答変位は必ずしも大きくない。特に絶対変位は弾性応答より小さくなる。
- ・フーチングの衝突に対して、更なる考察が必要である。

参考文献

- 1) 田中浩一ほか：IST ダンパーを用いたロッキング基礎の数値実験，土木学会地震工学論文集，Vol.27,論文 No.223,2003.
- 2) 石井浩子：パソコンプログラムによる設計計算例－杭基礎－，基礎工 Vol.25, No.7,pp.93-97,1997.
- 3) 岩下敬三ほか：地震時浮上がり許容構造物における杭頭結合，基礎工 Vol.29, No.12,pp.81-84,2001.

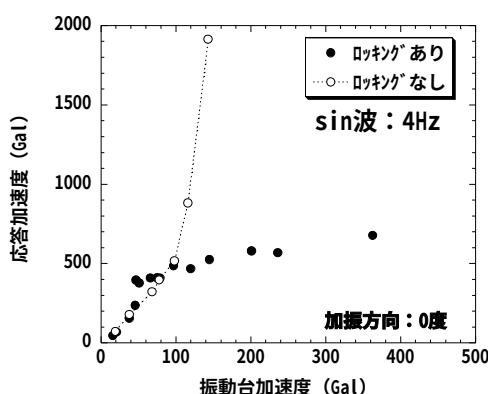


図-3 応答加速度（フーチング：0度）

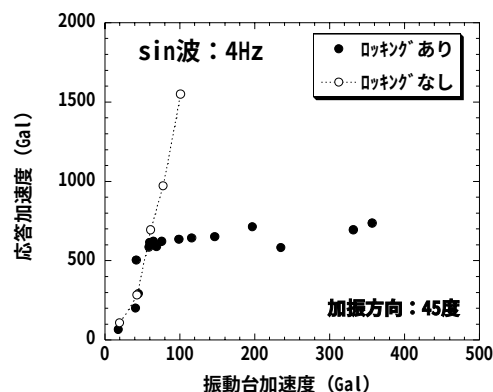


図-4 応答加速度（フーチング：45度）

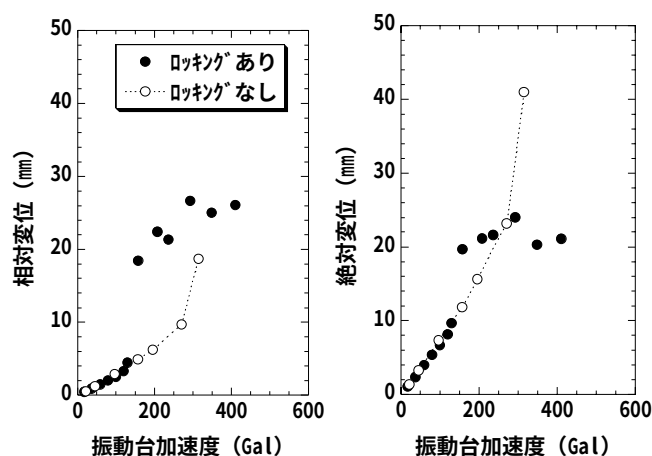


図-5 応答変位（フーチング：0度）
左：相対変位，右：絶対変位

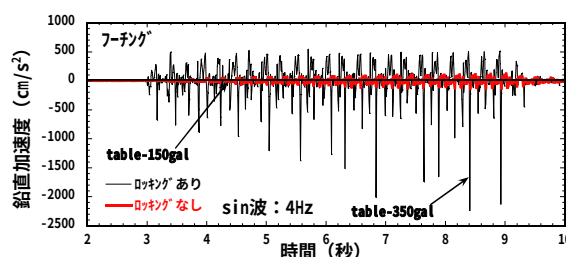


図-6 フーチング衝突時の加速度

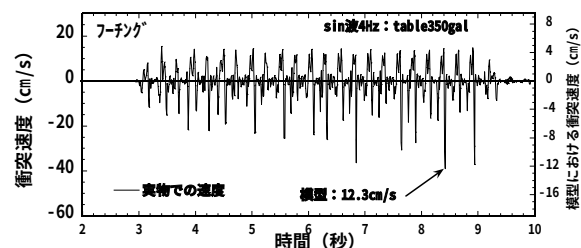


図-7 フーチング衝突時の速度