

III-427 粘性減衰装置を用いた制震基礎工法に関する研究 (その2)

住友建設(株)技術研究所 正会員 上原 精 治

正会員 三 上 博

山口 隆 史

1. はじめに

筆者等は、杭基礎構造物に制震装置(粘性減衰装置)を取り付けた制震基礎工法の効果について、現在研究開発を行っている。その構造は、基本的にはフーチング内に設置した制震装置本体と地中部の杭と装置をつなぐ斜材からなっており、地中部杭体とフーチングの相対変位を利用して制震効果を発生させるものである¹⁾²⁾。これまでに、バネ-質点系による応答解析、ならびに高分子材料による模擬地盤を用いた模型振動実験を行ってきた。その結果、制震効果およびメカニズムの確認、装置の付加による杭体応への影響などについて検証した。この中で、地表層が軟弱な場合あるいは液状化が発生するような場合に、その効果が顕著であることが確認されている。今回せん断土槽を用いて、液状化地盤を対象にした模型振動実験を行ない、いくつかの知見が得られたものを発表する。

2. 試験概要

本実験は、21,000 ton級の石油タンク基礎に本工法による粘性減衰装置を取り付けた構造物を対象モデルとしており、昨年度用いた1/30サイズの縮小模型でモデル化したものを用いている。杭基礎模型は真鍮板でモデル化した8本杭モデルであり、シリコンオイルを用いた粘性減衰装置を取り付けている。これを、振動台に設置した、せん断土槽中の幅80cm、高さ66.7cm、長さ120cmの模型砂地盤中に埋め込み加振した。実験装置の詳細については参考文献1), 2)を参照されたい。

砂地盤に用いた材料は、岐阜産の珪質砂 ($G_s=2.670$, $D_{50}=0.285$, $U_c=1.80$) であり、下層地盤は厚さ50cmで、 $D_r=80\%$ になる様に加振により締め固めた。また、表層地盤は厚さ16.7cmで、 $D_r=50\%$ になる様に水中落下法で緩結めとした。振動台に入力した地震波は、EL-CENTRO-NS等4地震波の変位波形を時間軸で1/30に縮尺したものをを用いた。計測項目は図-1中に示すように、加速度計、杭体および斜材のひずみ、間隙水圧、制震装置相対変位である。

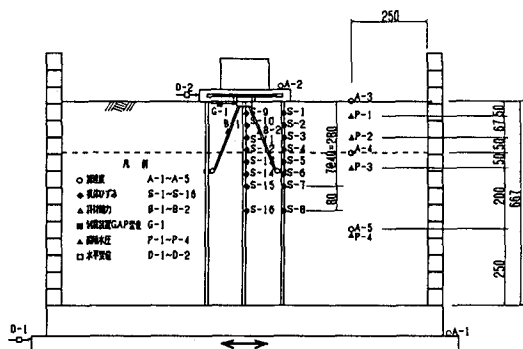


図-1 計測位置図

3. 試験結果

図-2は、振動台およびフーチングの変位、過剰間隙水圧の経時変化を示したものである。P-1, P-2は表層地盤内にあり、加振直後から液状化を引き起こしている。

図-3は、加振中のフーチング変位を制震装置の有無により比較したものである。概ね、変位は装置のない場合に比べて1/2に低減され、その効果が著しく現れている。また、図-4および図-5は、それぞれフーチング応答加速度のフーリエスペクトル、周波数伝達関数を求めたものである。装置を取り付けた場合には、ピーク値が小さくなると共に、短周期側にピークが移動している。これは、表層地盤が液状化することにより、杭-地盤間バネが著しく低下し、元来ほとんど寄与していなかった粘性減衰装置のバネ効果がフーチングの固有振動数を見かけ上増加させた事と考えられる。

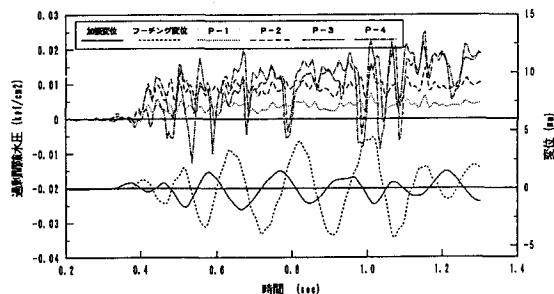


図-2 過剰間隙水圧と変位の関係

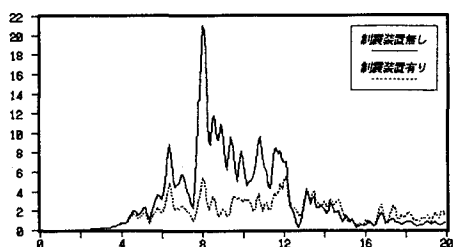


図-4 フーリエスペクトル

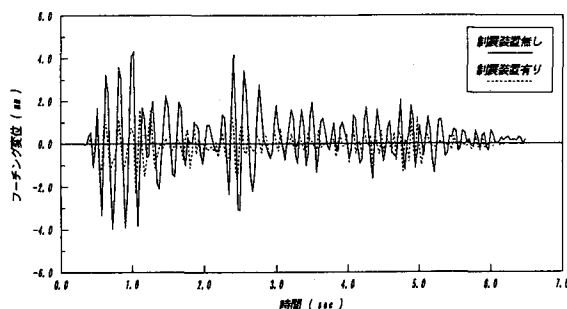


図-3 フーチング変位の比較

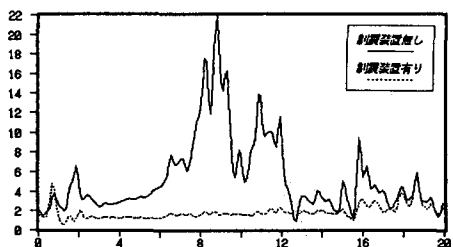


図-5 フーチングの周波数伝達関数

図-6は、斜材軸力とプレート相対変位の関係を示したものである。制震装置の加振方向に前後する相対した斜材の軸力はほぼ正負に交番し、杭中間部とフーチング（制震装置）を連結する立体トラスの役目を担っていることが確認される。前報²⁾での模擬地盤に於ける正弦波での実験から、プレートの相対変位と斜材に発生する軸力はほぼ90度の位相差が確認され、制震装置によって励起される反力は杭体の曲げモーメントを増加させることは殆ど無いことを確認している。今回の実地震波による液化化地盤に於いても同様な位相ずれが見られ、さらに斜材発生軸力の絶対値は、前後のプレートの相対変位量にほぼ比例していることが確認され、制震装置のメカニズムを示唆している。

4. まとめ

制震基礎工法に於ける砂地盤模型での実地震波による模型振動実験から以下のような知見を得た。

- (1) 液化化地盤での杭基礎に粘性減衰装置を付加した制震基礎は、地震応答の低減効果を有する。
- (2) 液化化した場合には、制震装置のバネ効果が寄与して高い振動数に於いてピークが現れる。
- (3) 制震装置による斜材発生軸力は、プレートの相対変位量とほぼ90度の位相差を持ち、杭体の曲げモーメントの増加に寄与しない。また、その値は前後の相対変位量に比例している。

最後に当たり、今回の実験に於いてご指導を頂き、さらに実験用の岐阜砂を御貸し頂いた埼玉大学渡邊啓行教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) 上原, 三上: 粘性減衰装置を用いた杭基礎の制震工法に関する研究, 第26回土質工学研究発表会 1991. 7
- 2) 上原, 三上: 粘性減衰装置を用いた杭の制震基礎工法に関する研究, 土木学会第46回年次学術講演会 1991. 9