

III-395 粘性減衰装置を用いた杭の制震基礎工法に関する研究

住友建設(株)技術研究所 正会員 三上 博
 同上 正会員 上原 精治

1. はじめに

筆者らは、杭基礎構造物に粘性減衰装置を用いた制震基礎工法について、現在研究を行っている。その概略構造は図-1に示す様なものであり、フーチングと地中部の杭の相対変位を利用したものである。これまでに、バネ質点系の解析モデルを用いた地震応答解析、小型の模型を用いた振動実験等から、その効果については概略ながら確認している。本発表では、せん断土槽を用いた模型振動実験結果の概要を示し、さらにその結果の内、制震装置部分の各部の変位、反力等に注目して、これらの相互の関係から、制震効果発生メカニズムや、装置の付加による杭体応力への影響等について検討を行った。

2. 模型振動実験結果の概要

本実験は、21,000ton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、1/30サイズの縮小模型でモデル化したものである。杭基礎模型(図-2参照)は、真ちゅう板でモデル化した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。これを幅80cm、高さ66.7cm、長さ120cmの高分子材料による模擬地盤に埋め込み、正弦波により加振した。実験の詳細については、参考文献1)を参照されたい。

図-3は、実験結果のうち、表層地盤が非常に軟弱な場合を想定したケースのフーチングの応答を示したもので、正弦波(10gal一定)の振動台入力に対するフーチングの加速度応答倍率を示している。同図では、制震装置の有無による応答の違いを比較している。応答倍率には、いくつかのピークが見られるが、 $f=3.0\text{Hz}$ 付近に見られるピークは、地盤全体の一次固有振動数に対応しており、 $f=5.0\text{Hz}$ 付近が表層地盤の固有振動数に対応している。制震装置の有無により応答値を比較すると、特に基礎系の固有振動数に近い $f=5.6\text{Hz}$ 付近の応答が著しく減じられていることがわかる。すなわち、制震効果は、基礎地盤間の相対振動に対して非常に大きな減衰を与えていることが伺える。

3. 制震装置各部の挙動

図-4は、基礎系の固有振動数付近($f=5.6\text{Hz}$)の正弦波入力時点での、制震装置を付加した基礎の各部の時刻歴応答を示したものである。ここで比較を行っているものは、制震装置斜材(立体トラス形成)の軸力(ひずみゲージで測定)、制震装置内側プレートと外殻(フーチング)の相対変位(非接触型変位計で測定)、フーチングの加速度の各波形である。斜材の軸力測定結果にはノイズが含まれており、きれいな正弦

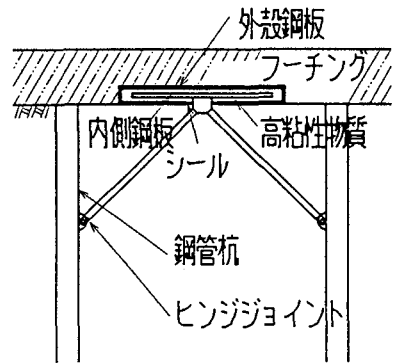


図-1 制震装置の概要

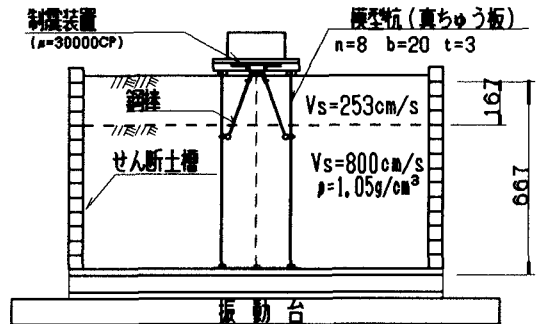


図-2 実験装置の概要

波にはなっていないが、そのピークを見ると、制震装置内側プレートと外殻の相対変位波形に比べて約90度の位相差が生じていることがわかる。すなわち相対変位が最大時に斜材軸力は、ほぼゼロになり、逆に相対変位がほぼゼロの時に斜材軸力は最大となっている。この結果から、以下の二つの事項が推察される。その第一は、粘性減衰装置による抵抗力は、内側プレートと外殻(フーチング)の相対速度にほぼ比例すること。その第二は、粘性減衰装置による反力の変動は、杭基礎の地盤に対する相対変位振動と90度位相がずれるため、その結果制震装置を付加することによって杭の最大曲げ応力を増加させる可能性は少ないことが挙げられる。図-5は、各入力周波数時における制震装置内側プレートと外殻(フーチング)の最大相対速度と斜材に生じた最大軸力を示したものである。主要な振動数領域では両者は、かなり良い比例関係にあることがわかる。この結果から、粘性減衰装置による抵抗力は、内側プレートと外殻の相対速度に比例するものとして取り扱うことが可能であろう。

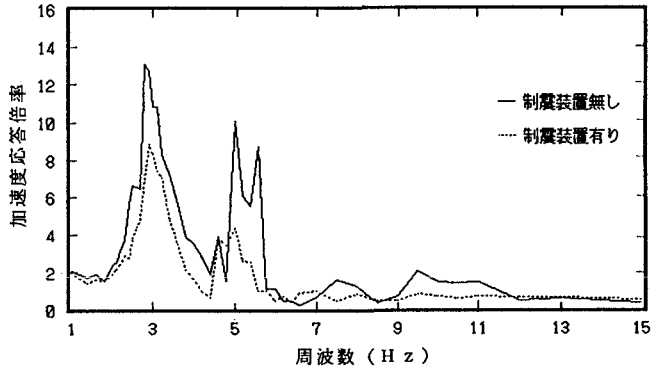


図-3 フーチングの加速度応答倍率
(表層軟弱地盤)

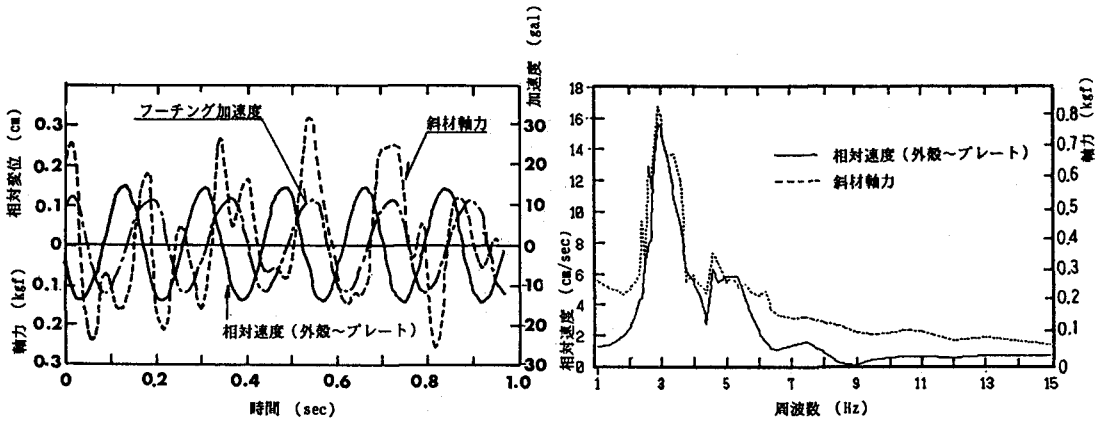


図-4 制震装置各部の時刻歴応答

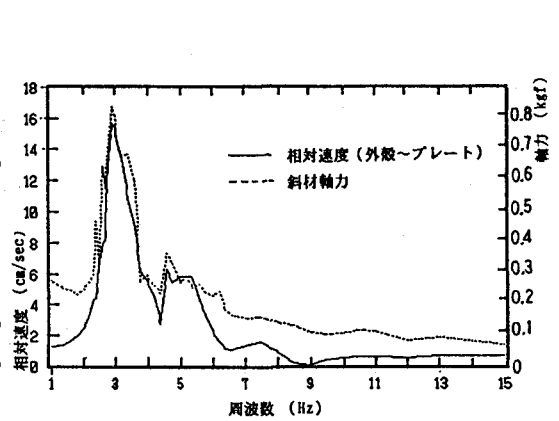


図-5 制震装置の周波数応答

3. まとめ

制震基礎工法に関する模型振動実験から以下のような知見を得た。

- (1) 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) 粘性減衰装置を用いた制震構造は、杭基礎と地盤間の相対振動の低減に対して特に効果的である。
- (3) 制震装置による抵抗力は、内側プレートと外殻の相対速度にほぼ比例する。

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構法に関する研究、第26回土質工学研究発表会1991.7(投稿中)