

I-490 剛体基礎の非線形復元力特性

京都大学防災研究所 土岐憲三 佐藤忠信 清野純史 N.Kishi G.
 榊奥村組筑波研究所耐震研究課 正員 ○吉川正昭 荒野政信

1. まえがき

動的相互作用の評価は地盤と構造物のそれぞれの力学特性、接触面の幾何学的形状やその状態によって変動する。構造物近傍の地盤の顕著な非線形性のため、全体系の復元力特性のモデル化と大地震時の地震観測結果から、これを実証することが難しいなどの理由により、一般化した相互作用の効果を簡易な形で表現できないのが現状である。そこで、複雑な復元力特性を実験で求め、コンピュータに接続するため、加振機とコンピュータをオンラインで結び、地震応答解析の中に復元力特性を取り入れたハイブリッド実験手法を開発した。一方、動的相互作用により生じる付加質量と地下逸散減衰効果すなわち複素剛性はリアルタイムで生じるため、準静的な実験では求められない。予め、加振実験で複素剛性を求め、実部から虚部をHilbert 変換で求めるアルゴリズムを導入し、「HENESSI」¹⁾と名付けた。本研究では剛体基礎に「HENESSI」を用い、並進と動揺の復元力特性を求め、考察した。

2. 実験の方法

対象構造物として、直径 2 m、高さ75cmの根入れのない直接基礎と根入れのある直接基礎および根入れ長 3 mのケーソン基礎の3種類を取りあげる。並進と動揺のモードは連成するため、これらのモードを1台の加振機では分離することが難しい。加振機2台を用いたケーソンの「HENESSI」による実験状況を図-1に示す。3種類の基礎の並進と動揺の2自由度モデルを図-2に示す。3種類の基礎の卓越周期が異なるため、異なる卓越周期をもつ入力地震波（2.2Hzにピークを有する1952年7月のTAFTS69E、約5Hzにピークを有する1987年7月の茨城県南西地震）を入力加速度の大きさを微震時から強震時まで5段階に変えて行った。今回は入力加速度 180ガル時の応答結果のうち、復元力特性について述べる。

3. 実験結果

根入れのない直接基礎の並進と動揺モデルのばね取付位置で求めた水平反力と変位、抵抗モーメントと回転角の時刻歴応答波形を茨城とTAFTについて図-3(a)(b)に示す。これらの時刻歴応答波形を用いて、縦軸に水平反力又は抵抗モーメント、横軸に変位又は回転角の復元力特性曲線を図-4,5に示す。図-4は根入れのない直接基礎の両入力地震波による比較を示し、図-5は根入れのある直接基礎とケーソンの比較を示した。

4. 考察

図-3(a)(b)より、根入れのない直接基礎は水平反力、抵抗モーメントの応答波形が入力加速度の波形に対応

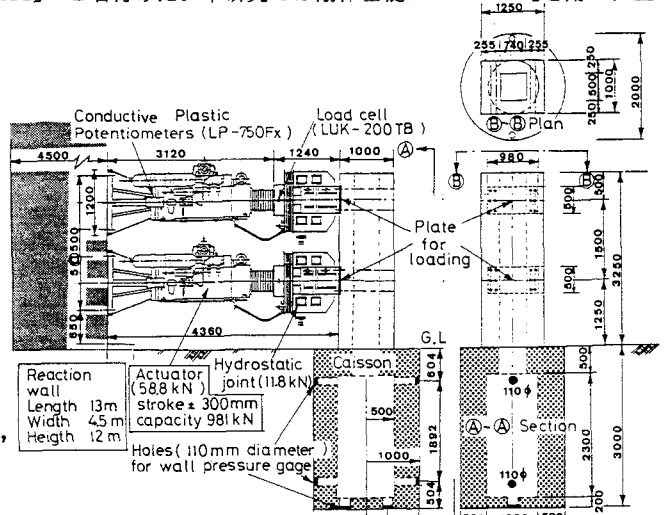


Fig.1 HENESSI for Caisson

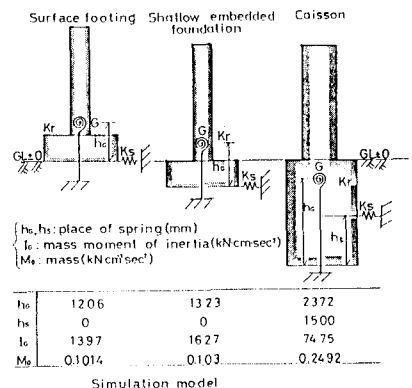


Fig.2 Sway and rockrig model

して振動するのに比べて、水平変位は最大加速度が入力されたあと中立軸がずれ、残留変形を生じる。この現象は図-4の並進の履歴ループが原点から移動していくのに対応する。また、TAFT 入力の応答値の方が茨城地震入力より大きくなる。そのため、

図-4に示した履歴ループの最大応答値が生じる付近の勾配から求めたばね定数 K_s , K_r は TAFT 入力の方が茨城地震入力より小さくなる。図-4, 5 を比較して、根入れの有無による直接基礎の並進と動揺の履歴ループの形状は類似することがわかる。並進と動揺の履歴の特徴として、動揺の履歴ループの形状が S 字型ループを描くのに対し、並進の形状はループを描く前に変位が中立軸からずれ、塑性変形が進行するため、S 字型の形状を示さない。また、残留変形を生じ、

中立軸が移動していく方向は、最初に生じた方向と一致している。抵抗する地盤の特性が加力方向に関して、対称でなくなり、降伏した側の力学的に弱い性質の方へ移動するためであると考えられる。次に、根入れのある直接基礎とケーソンの復元力特性を図-5 で比較すると、ケーソンの並進時の履歴ループの特徴は残留変形が小さくなり、S 字型を示し、動揺時、S 字型よりも紡錘型を示す。

5. まとめ

1. 直接基礎は動揺時の回転に比べ、並進時の変位が残留変形を生じる。
2. 動揺時の履歴ループが S 字型を描くのに対し、並進時は残留変形のため、ループを描かない。
3. ケーソンの履歴ループは並進時、S 字型、動揺時、紡錘型を示す。
4. 復元力特性曲線で求めた等価剛性は根入れのない直接基礎 ($K_s=260\text{kN/cm}$, $K_r=3\times 10^4\text{kN}\cdot\text{m/rad}$)、根入れのある直接基礎 ($K_s=330$, $K_r=3.7\times 10^4$)、ケーソン ($K_s=804$, $K_r=75\times 10^4$) と埋込が深い程、大きくなる。

参考文献

- 1) 土岐, 佐藤, 清野, Kishi, 吉川, 荒野; 非線形動的相互作用を考慮したハイブリット実験手法の開発, 地盤と土構造物の地震時の挙動に関するシンポジウム発表論文集, 1989, 1, 土質工学会, pp.231~238

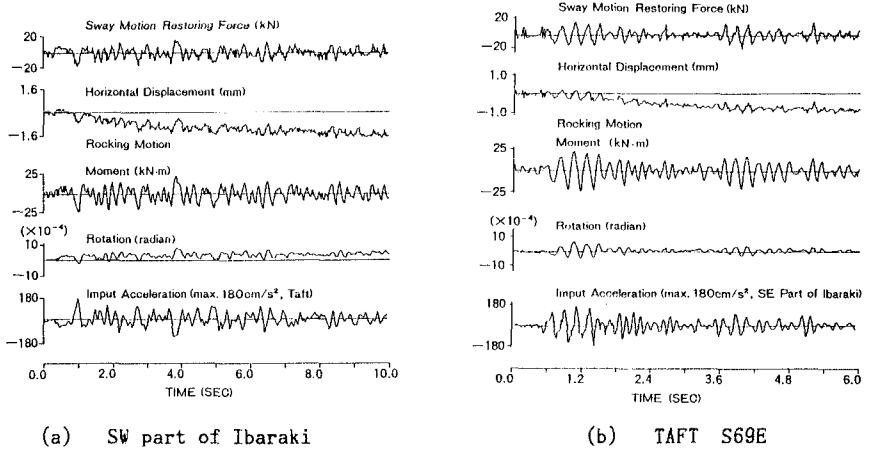


Fig.3 Time series wave form of Surface Footing

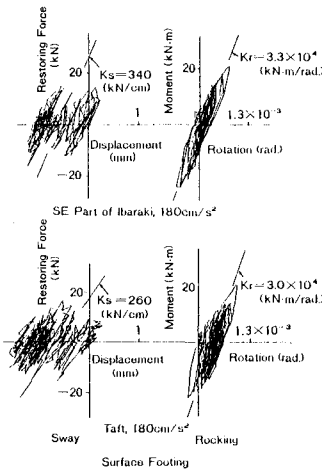


Fig.4 Restoring force characteristics

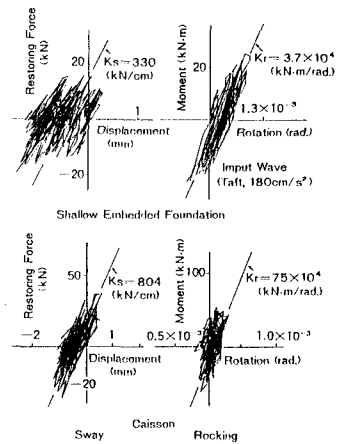


Fig.5 Restoring Force char. of S.E.F. and CA.