

固化改良体と矢板とを併用した複合基礎の水平抵抗に関する遠心模型実験

八戸工業大学
学生会員
不動テトラ(株)
正会員
八戸工業大学
正会員
八戸工業大学
フェロー会員

○佐藤崇・齊藤翔
深田久
金子賢治
熊谷浩二

1. はじめに

近年、既設構造物基礎の耐震補強の必要性が認識され、フーチングを矢板で囲み補強するシートパイル基礎工法¹⁾や、矢板と固化改良体を組み合わせた複合基礎²⁾が開発されている。矢板内部を固化改良する工法は、シートパイル基礎工法と比較して、より軟弱な地盤を対象として検討されているが、フーチング・矢板・固化改良体の複合基礎構造であるため、それぞれの役割・荷重分担割合等が明確にはなっていない。本研究では、矢板と固化改良を併用した工法における固化改良体の役割を把握するために、矢板内部の固化改良体を変えたいくつかのケースについて遠心模型水平載荷実験を行い、固化体特性の補強効果に与える影響について考察する。

2. 実験概要

本研究では、フーチングを矢板で囲んで内部を固化改良する補強工法に関して、100Gの遠心場において水平載荷試験を行う。実物の1/100を想定して、50mm×50mmの正方形断面のフーチングを用いた。矢板は厚さ0.5mmのリン青銅板を用いて作成した。固化改良体は普通ポルトランドセメントとケイ砂6号を混合して作成した。配合については、目標とする一軸圧縮強度を300kN/m²に設定し、セメント添加率を10%に設定した。また、コンクリートは普通コンクリートであり圧縮強度は、35.1MN/m²である。なお、これらの材料は実物に対して遠心模型実験の相似則を参考に選定した³⁾。基礎地盤およびフーチング周辺の地盤はケイ砂6号を用い、相対密度90%で30mmの基礎地盤を作成した後、相対密度60%の地盤を作成し、フーチングの根入れ深さは10mmとした。

フーチング上部から500Nの鉛直荷重を載荷し、地表面から42mmの部分に0.8mm/minの速度で強制変位を与えロードセルにより水平荷重を計測した。また、矢板にはひずみゲージを4枚設置しひずみを測定した。

本研究で行った実験ケースを表-1、図-1に示す。SNはフーチングのみの場合である。SEはフーチング直下から支持層まで固化改良したものである。SCはフーチング下部の地盤をコンクリートに置き換えた場合であり、フーチングとコンクリートは結合していない。SSは矢板のみの場合であり、矢板上部とフーチングはネジを用いて結合されている。SESは矢板内部の地盤をセメントを添加して固化改良した場合である。SCaSは矢板内部をコンクリートの格子状に組み、コンクリート内部を相対密度60%ケイ砂6号で満たしている。SCS

表-1 実験ケース

No.	基礎パターン
SN	直接基礎
SE	固化改良のみ
SC	コンクリートのみ
SS	矢板のみ
SES	固化改良+矢板
SCaS	外周部コンクリート+矢板
SCS	コンクリート+矢板

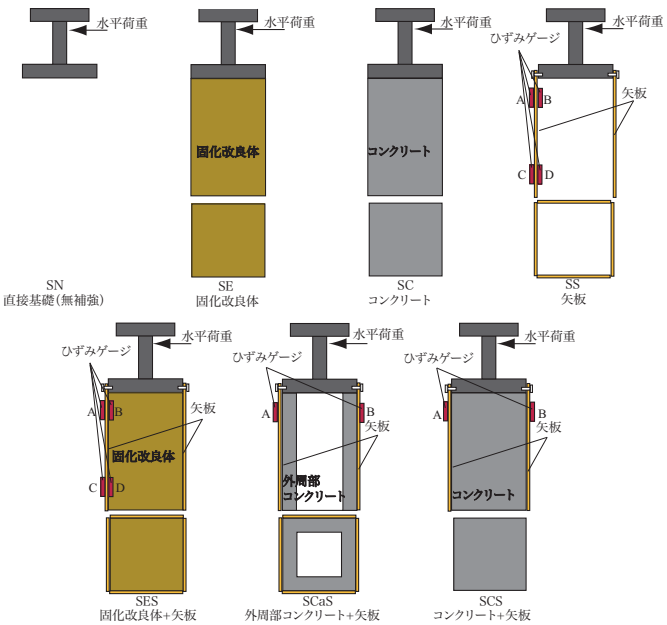


図-1 実験ケース

は矢板内部をコンクリートに置き換えており、矢板内部が最も硬い場合である。

3. 実験結果

図-2に実験により得られた水平変位と水平荷重の関係を示す。ここで、水平荷重と水平変位は実大スケールに換算して示している。ケース SN は、水平荷重が最大で5MN 程度である。SE は初期勾配は SN と比較して大きい。水平変位が0.2m を越えると固化改良体とフーチングの結合がはずれ勾配が緩やかになり最大で6MN 程度の水平荷重である。SC は初期勾配が大きく、最大値が6～6.5MN 程度である。フーチングの下部の剛性を大きくするだけでも若干の補強効果はあるが、これに対して SS の最大荷重は、10MN 以上となっており、矢板を設置することで水平抵抗力が1.5倍程度となっている。フーチング下部の地盤の周囲に矢板を設置することでフーチング直下の地盤の移動が拘束され水平抵抗力が向上すると考えられる。SES については、フーチング直下を矢板で囲んで内部を固化改良しているが、矢板のみの SS の場合とほぼ同様の水平変位水平荷重関係となった。SCaS は外周部コンクリートで、SES と比べフーチングの下を矢板で拘束し、矢板内部の剛性を高めることで、2倍程度の水平荷重が増加する。SCS の最大荷重は15MN 以上になり最も大きく、SN の2.5倍となり矢板内部の剛性を高くすることによって補強効果が向上する。これらの結果より、矢板内部の剛性を高めることで補強効果が大きくなる傾向が確認された。

図-3に実験により得られた回転角と水平荷重の関係を示す。SN の直接基礎の形式では荷重が増加するにつれて、フーチングの回転が増加している。それに

対して、SS の矢板を用いた型式だけでも、回転角は抑制されている。フーチング直下を固化改良した SE では改良体とフーチングの結合がはずれる4MN 以降回転角が増加するが、矢板と固化改良を併用した SES では、回転角が抑制される。SS と SES を比較して、水平荷重は変わらないものの、内部を固化改良した場合には回転が抑制されることがわかる。

図-4には矢板に設置したひずみゲージ1, 2により計測した矢板のひずみ(引張を正)と水平荷重の関係を示す。SS と比較して矢板内部を固化改良した SES では矢板のひずみが小さくなることが確認された。矢板を設置して矢板内部の地盤を拘束することに加えて、矢板内部を固化改良した場合には矢板内部の剛性が高まることで全体としての剛体的な挙動を示すものと考えられる。なお、矢板内部をコンクリートとした SCS は、矢板とコンクリートとの付着が弱く他のケースと異なる挙動を示している。

4. おわりに

本研究では、矢板と固化改良を併用した既設基礎の耐震補強工法を対象として遠心模型実験を行って水平力に対する抵抗性について検討した。その結果、矢板のみでも水平抵抗性は向上するが、内部を固化改良して剛性を高めることで複合基礎全体が剛体的な挙動を示し、水平抵抗特性が向上することが確認された。

参考文献

- 1) 西岡英俊：シートパイル基礎の開発とその地盤抵抗特性の解明，東京工業大学博士学位論文，2009。
- 2) 深田 久・出町真一・佐藤 崇・金子賢治：固化改良と矢板を用いた基礎型式の水平抵抗特性に対する遠心模型実験，第46回地盤工学研究発表会講演概要，583，CD-ROM，2011。
- 3) 岡村未対，竹村次郎，上野勝利：遠心模型の相似則，平成16年度地盤工学会「土と基礎」NO.10

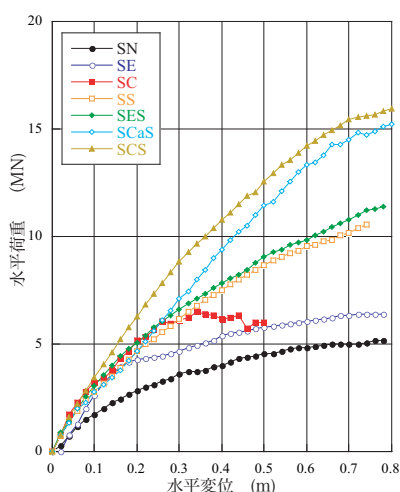


図-2 水平荷重と水平変位の関係

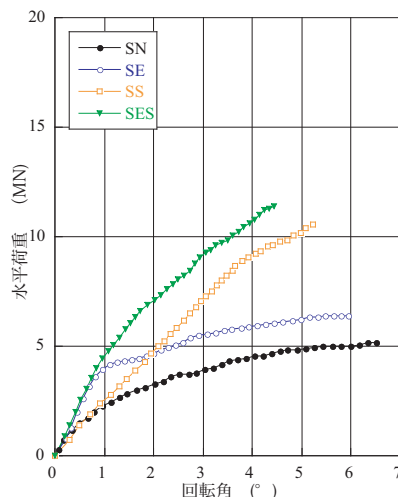


図-3 水平荷重と回転角の関係

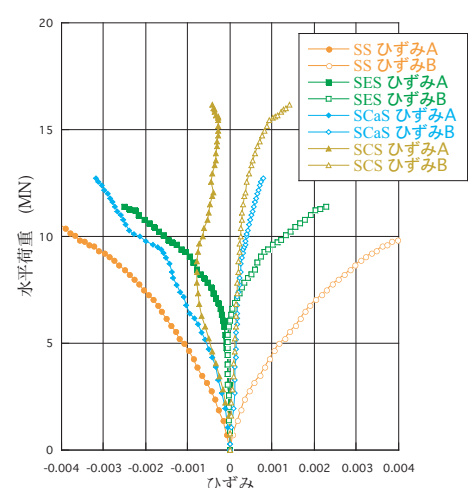


図-4 水平荷重とひずみの関係