

矢板と固化改良を併用した基礎の耐震補強工法における固化体特性の影響

八戸工業大学 学生会員 ○出町真一・佐藤 崇
 八戸工業大学 正会員 金子賢治
 (株) 不動テトラ 正会員 深田 久
 八戸工業大学 フェロー会員 熊谷浩二

1. はじめに

構造物の老朽化が進んでいること等から、近年、既設構造物基礎の経済的な耐震補強手法が望まれている。このような背景の下、著者らは、基礎周辺を矢板で囲み矢板内部を固化改良した工法の開発を進めてきている¹⁾。本研究では、遠心载荷装置を用いた水平载荷模型実験を行い、地震時に想定される水平荷重に対する補強効果について検討する。特に、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。

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载荷試験を行う。実物の1/100を想定して作成した実験模型の概要を図-1に示す。基礎は50mm×50mmの正方形フーチングとし、鉄を用いて作成した。矢板は厚さ0.5mmのリン青銅板を用いて作成し、矢板を用いるケースでは正方形フーチングの四辺に固定した。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。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、それぞれ相対密度90%および60%になるように作成した。表-1にケイ砂6号の基本的性質を示す。

本研究で行った実験ケースを表-2に示す。ケース1はフーチングのみの場合である。ケース2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。ケース3は矢板のみの場合であり、矢板上部とフーチングはネジにより接続されている。このケースは、他のケースと比較して矢板内部の地盤が最も軟らかいケースである。ケース4は矢板を設置し、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。ケース5は矢板内部の地盤をケーソンを想定してその一部をコンクリートに置き換えた場合である。改良部分の中心付近の3cm四方を周辺地盤と同様のケイ砂6号とし、周囲をコンクリートとしている。ケース6は矢板を設置し内部の地盤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。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

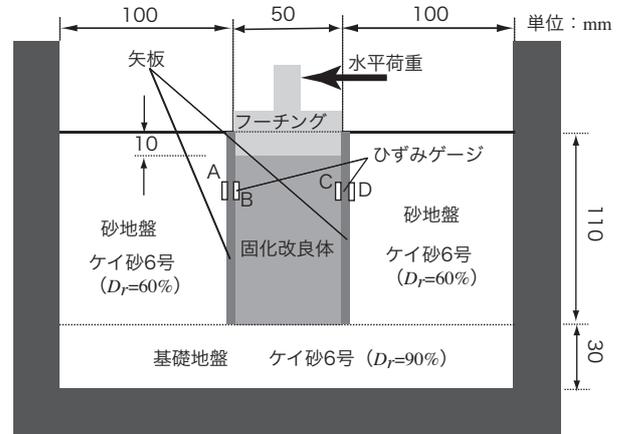


図-1 実験模型

表-1 ケイ砂6号の基本的性質

試料名	ケイ砂6号
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.634
均等係数	1.60
曲率係数	0.93
最小密度 (g/cm ³)	1.26
最大密度 (g/cm ³)	1.54

表-2 実験ケース

No.	基礎パターン
1	直接基礎
2	コンクリートのみ
3	矢板のみ
4	固化改良+矢板
5	外周部コンクリート+矢板
6	コンクリート+矢板

標とする一軸圧縮強度を300kN/m²に設定し、あらかじめ配合試験を行ってセメント添加率を10%に設定した。使用したコンクリートの圧縮強度は、35.1MN/m²である。

2. 実験の概要

実験模型は、まず、60mmの基礎地盤を相対密度90%となるように作成した後、相対密度60%の砂地盤を4層に分けて作成した。矢板のみを用いる場合には地盤を作成した後矢板を地盤中に差し込むことで設置した。また、固化改

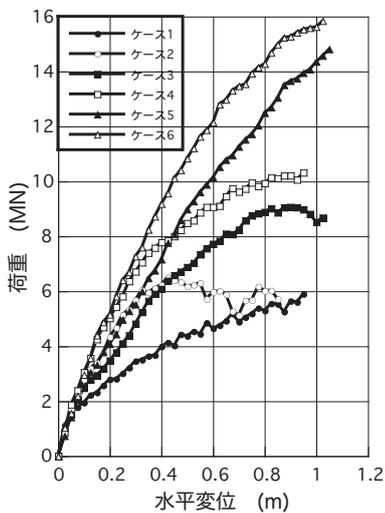


図-2 水平荷重と水平変位の関係

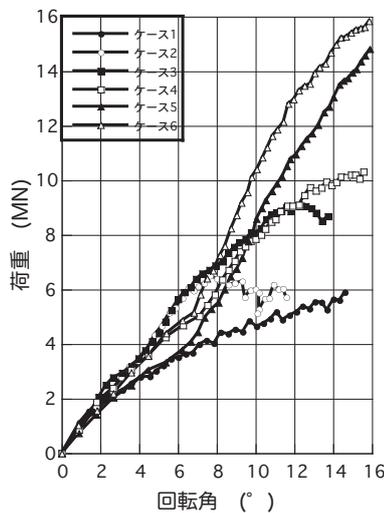


図-3 水平荷重と回転角の関係

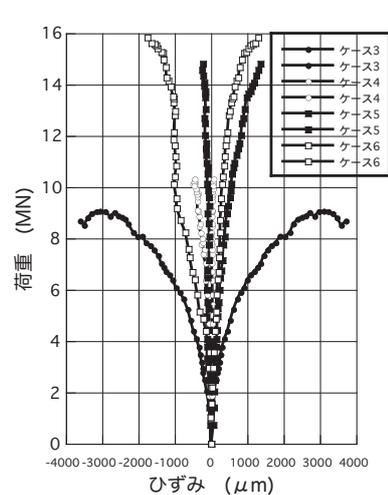


図-4 水平荷重とひずみの関係

良体を用いるケースにおいては、あらかじめ作成した改良体を基礎地盤上に設置した後、周辺地盤を所定の相対密度で作成した。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（実大スケールで5MN）の鉛直荷重を載荷し、フーチングの上部から10mmの部分に1.0mm/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、矢板を用いるケースにおいては、水平変位を与える方向の2枚の矢板両面にひずみゲージを設置し、矢板のひずみを計測した。

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1は無補強のケースであり、ケース2はコンクリートにフーチングを載せただけの状態で最大値が6~6.5MN程度であった。これに対して矢板をフーチング4面に設置したケース3の最大荷重は、9MN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。ケース6の最大荷重は15MN以上になり最も大きく、ケース1の2.5倍になった。ケース1の直接基礎に対して、フーチングの周囲に矢板を打設したことにより、最大荷重が増加して補強の効果が確認できた。また、矢板の内部を固化改良することにより最大荷重が増加することと、改良体をコンクリートとして矢板内部の強度を増加させることで、さらに最大荷重が増加することが確認された。

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。ケース1とケース2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単調に増加している。そ

れに対して、ケース3からケース6の矢板を用いた形式では、フーチングの回転角がある程度増加した段階で、荷重と回転角の勾配が変化している。この理由として、荷重により砂地盤と基礎地盤の荷重の分担割合が変化している等の可能性がある。この点については、今後の課題と考えられる。

図-4に矢板に設置したひずみゲージA、B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。同図より、ケース3と比較して矢板内部を固化改良したケース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水平抵抗力が向上するものと考えられる。ただし、ケース6ではケース4に比べて矢板のひずみが大きい。これは、矢板とコンクリートとを完全に接着していないので、一部でずれが発生している可能性があるためと考えられる。

4. 結論

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力の向上について検討した。その結果、矢板のみでもフーチングの水平抵抗力は向上することが分かった。また、矢板と固化改良を併用するとさらに効果が大きいことが分かり、改良体の強度が大きいほど水平抵抗特性が向上することが分かった。

参考文献

- 1) 深田久：軟弱地盤上の構造物に対する地盤と基礎の強化に関する研究，八戸工業大学博士学位論文，2006。