

矢板と固化改良を併用した既設直接基礎の耐震補強工法の粘性土地盤への適応性

八戸工業大学 非会員 ○松橋宏樹
 八戸工業大学 学生会員 野添重晃
 八戸工業大学 正会員 金子賢治・熊谷浩二
 不動テトラ(株) 正会員 深田久

1. はじめに

旧設計基準で施工された既設構造物の基礎は現在の基準に照らし合わせると耐震性能が不足している場合が多い。また、長年供用している構造物の基礎については、劣化により耐震性が低下している場合もある。このような耐震性が不足している既設基礎の耐震補強について、経済的かつ合理的な手法の開発が望まれている。既設構造物基礎の耐震補強工法として多種の工法が提案されており、現在では直接基礎を矢板で囲み補強するシートパイル基礎工法が開発されている¹⁾。しかし、地盤条件によっては効果を発揮しない等の課題がある。著者らの研究グループでは、シートパイル基礎工法の対象よりも軟弱な地盤を対象として、矢板と併用して矢板内部の地盤をセメント等で固化改良する工法について、これまで砂質土を用いた実験的検討を行ってきた。その結果、砂質土の場合には固化改良の効果がそれ程発揮されないこと等がわかった^{2),3)}。本研究では直接基礎直下を矢板と固化改良を併用した耐震補強を行う工法を粘性土地盤を対象に実験的に検討する。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。

2. 実験概要

本研究では、地盤材料に粘性土である八戸地域のロームを用い、直接基礎を矢板で囲んで内部を固化改良する既設基礎の耐震補強工法に関して、100Gの遠心場において水平载荷試験を行う。使用したロームの基本的性質を表-1に示す。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。基礎は断面が50mm×50mm、高さ17mmの正方形直接基礎であり、矢板は厚さ0.5mmのリン青銅板を用いて作成した。矢板を用いる実験ケースの場合には正方形直接基礎の载荷方向前面と後面の二辺とネジにより固定した。支持層はケイ砂4号を用い、相対密度90%で30mm敷いて作成した。その上に八戸ロームを含水比50%に調整したものを170mmの高さで敷き詰め、遠心载荷装置により100G場で15時間圧密を行う。なお、圧密終了後のロームの含水比は35.8%であり、圧密沈下量は約20mmであった。圧密終了後1G場に戻して水平地盤を整形し、根入れ深

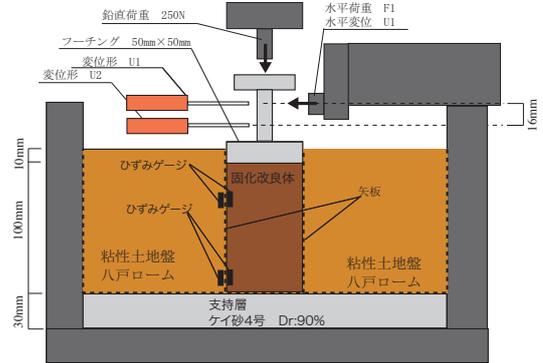


図-1 実験模型

表-1 実験に使用したロームの基本的性質

項目	試料1	試料2
土粒子密度 ρ_s	2.687	2.657
液生限界 w_L (%)	62.5	63.7
塑性限界 w_P (%)	38.7	42.7
塑性指数 I_P	23.8	21.0
礫分含有率 (%)	0	1
砂分含有率 (%)	16	18
シルト分含有率 (%)	28	32
粘土分含有率 (%)	56	49
最大粒径 (mm)	4.75	4.75

さを10mmとして直接基礎を設置した。矢板は支持層に到達するように圧密後に地表面から打ち込んで設置した。固化改良を使用する場合は、圧密後にD50mm×W53mm×H110mmの穴を掘り、事前にセメントと八戸ロームを混合し養生した固化改良体を設置した。

本研究では3ケースの実験を行うこととし、ケース0は直接基礎のみの場合である。ケース1は矢板のみを用いた場合であり、シートパイル基礎工法を模擬したものである。ケース2はケース1と同様に矢板を設置し、内部の地盤を固化改良した場合である。固化改良体は普通ポルトランドセメントと八戸ロームを所定の配合で混合して作成した。配合については、あらかじめ実施した配合試験結果をもとに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12.5%、養生期間2日に設定した。直接基礎上部から250Nの鉛直荷重を载荷し、直接基礎の上部から30mmの部分に0.8mm/minの速度で水平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、図-1に示すように直接基礎上部に取り付けた载荷板の2箇所の変位を変位計により測定し、直接基礎の水平変位と回転を算出した。ひ

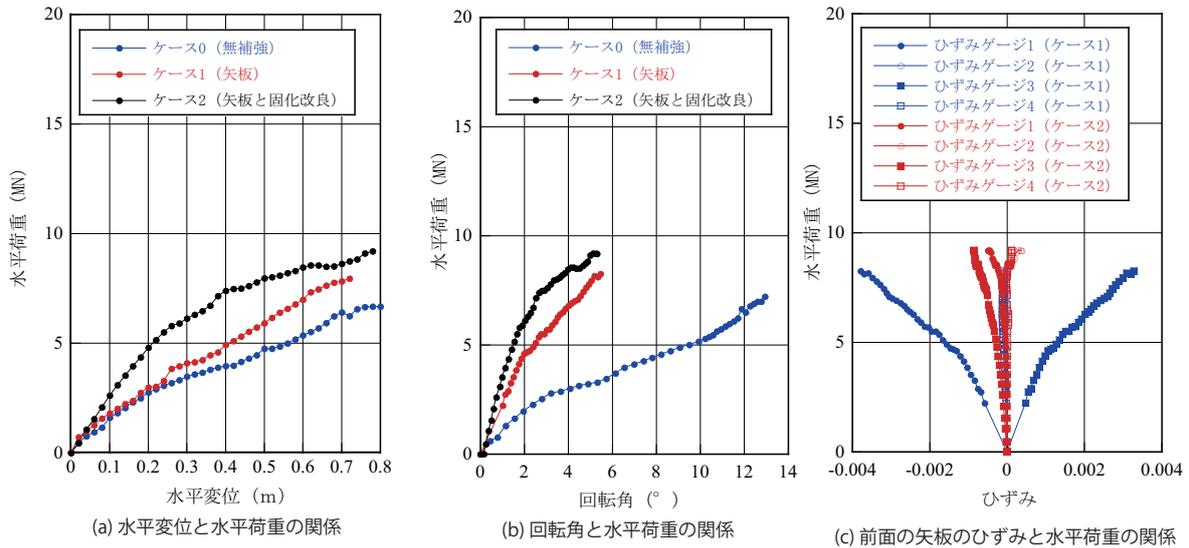


図-2 実験結果

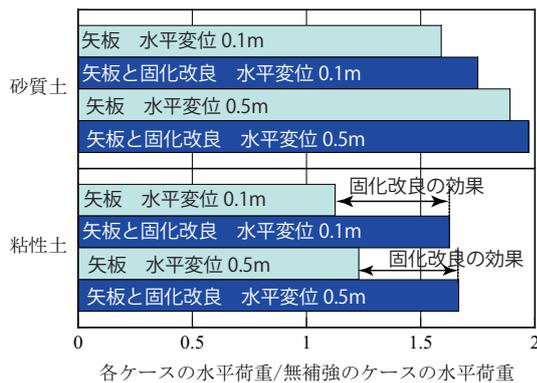


図-3 砂質土と粘性土での改良効果の比較

ずみゲージを4枚設置し矢板のひずみを測定した。

3. 実験結果

図-2に実験結果を実スケールに換算して示す。図-2(a)は水平変位と水平荷重の関係であるが、無補強のケース0と比較して矢板を設置したケース1で若干水平荷重が増加するが、初期の剛性はほとんど変わらない。これに対してケース2の矢板を設置し内部を固化改良した場合には、初期剛性も大きく水平荷重も大きくなる。例えば、载荷の初期段階である水平変位0.1m(基礎の幅の2%)での水平荷重を比較するとケース0が1.6MNに対して、ケース1約1.8MN、ケース2約2.6MNとなり、固化改良した効果が非常に大きく現れている。また、水平変位0.5m(基礎の幅の10%)での水平荷重で比較するとケース0が約4.8MNに対し、ケース1約5.9MN、ケース2約8.0MNとなり、矢板内部の地盤を固化改良した効果が大きいことがわかる。図-2(b)は実験で得られた2つの変位計による変位を用いて基礎の水平変位成分と回転成分とに分解することで算出した回転角と水平荷重の関係を示す。矢板を設置することで基礎の回転は大幅に低減するが、固化改良と併用することでさらに低減できることがわかる。図-2(c)に矢板に設置

したひずみゲージ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。ケース1の場合には矢板のひずみが特に上部で大きく、矢板が大きく曲がっていることがわかる。これに対して内部を固化改良したケース2においては、ほとんどひずみが現れていない。矢板内部の地盤を固化改良することで、矢板で囲まれた基礎直下の部分が剛体的な挙動を示す。それにより、水平荷重に対する抵抗性が向上するものと考えられる。

図-3に各ケースの補強効果を表すために、水平変位0.1mおよび0.5mの時のケース0の水平荷重で割った各ケースの水平荷重を示す。同時に、砂質土で行った実験の結果³⁾も示している。砂質土の場合には、矢板を設置することによる補強効果が大きく、固化改良を併用する効果は小さい。一方、本研究で行った粘性土(ローム)の場合には、矢板を設置しただけでは効果は小さく固化改良を併用することで効果が非常に大きくなることがわかった。

4. おわりに

本研究では、矢板と固化改良を併用した粘性土地盤に対しての、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の向上について検討した。その結果、砂質土地盤に比べて粘性土地盤においては矢板の補強効果は小さく、内部の地盤を固化改良する効果が非常に大きいことがわかった。このことは、既設基礎の耐震補強工法を地盤条件等によって使い分けるために重要である。

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) 齊藤・佐藤・深田・金子・熊谷：固化改良体に支持された基礎の水平抵抗に関する遠心模型実験，H23年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，III-24，CD-ROM，2012。
- 3) 佐藤・齊藤・深田・金子・熊谷：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，H23年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，III-25，CD-ROM，2012。