

矢板と固化改良を併用した既設直接基礎の耐震補強における改良範囲の影響

八戸工業大学 学生会員 ○藤原 史人・野添 重晃
八戸工業大学 正会員 橋詰 豊・金子 賢治

1. はじめに

既設直接基礎の耐震性は旧設計基準で設計されているため、現在の耐震基準と照らし合わせると性能が不足している場合が多い。また、基礎構造物の経年劣化により耐震性が低下しているものもある。耐震性が不足している既設基礎の耐震補強については、既存の構造物を供用しながら施工するなどの点から新設の場合に比べて一般に難しく手法が限定される。このような既設基礎の耐震補強工法として、シートパイル基礎工法¹⁾の適用が考えられる。この工法は、既設基礎の周囲にシートパイルを打ち込み増コンクリートにより基礎と連結することで耐震性を向上させる工法であるが、周辺地盤が軟弱な粘性土の場合には効果が低く対象とされない場合が多い。そこで著者らの研究グループでは、シートパイル工法が対象とする地盤よりも軟弱な地盤を対象に、矢板と固化改良体を併用した工法について実験的研究を行ってきた^{2),3)}。本研究では粘性土地盤に対して遠心载荷装置を用いた水平载荷試験を行って、本工法の効果の程度の確認と固化改良の補強範囲が補強効果に与える影響について検討する。

2. 実験の概要

本研究では、地盤材料として高館ロームを用いて、直接基礎を矢板で囲んで内部を固化改良する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。使用した高館ロームの基本的性質を表-1 に示す。既設構造物の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の正方形直接基礎を作成し、矢板は厚さ0.5mmのリン青銅板を使用した。矢板を使用す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剛結した。層厚30mmの支持層にはケイ砂4号を使用して、相対密度90%となるように作成した。含水比55%程度に調整した高館ロームを支持層の上に140mmの高さで敷き詰め、飽和粘性土地盤を作成するために水位が初期の地盤面より5mm程度となるように水で満たすこととし、水中で圧密する。予備実験の結果から、遠心载荷装置により100G場で上からの片面排水で圧密を行うと10時間程度で圧密沈下量がほぼ一定となることを確認し、圧密時間は12時間とした。な

お、圧密終了後のロームの含水比は35%、一軸圧縮強さ約140kN/m²であり、圧密沈下量は約30mmとなった。圧密終了後1G場に戻して地表面を整形し、根入れ深さを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×W50mmの穴を改良深さまで掘り、事前に高館ロームに重量比10%のセメントとを混合し2日間養生した固化改良体を設置した。

本研究の実験ケースを図-2 に示す。ケースAは矢板のみの場合であり、ケースBはケースAと同様に矢板を設置し矢板内部の地盤を固化改良する場合である。ケースCは基礎直下の地盤をケースBの半分までの深さを固化改良する場合であり、基礎底面から支持層までの半分の領域を改良している。直接基礎上部から250N(実荷重2.5MN)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

表-1 八戸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

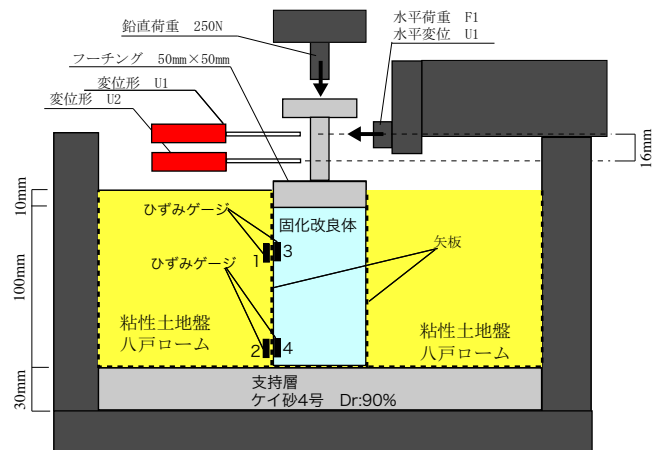


図-1 実験模型の概要図

Key Words: 矢板, 固化改良, 既設基礎, 耐震補強

(〒 031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1)

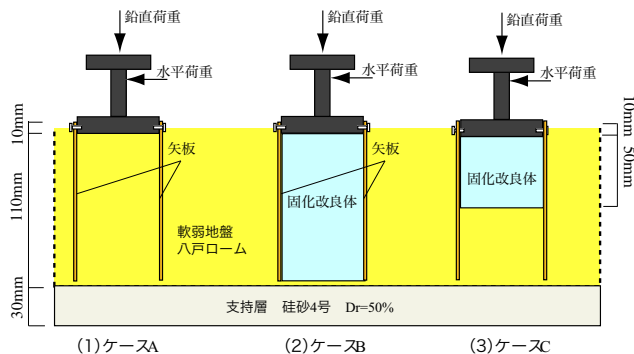


図-2 実験ケース

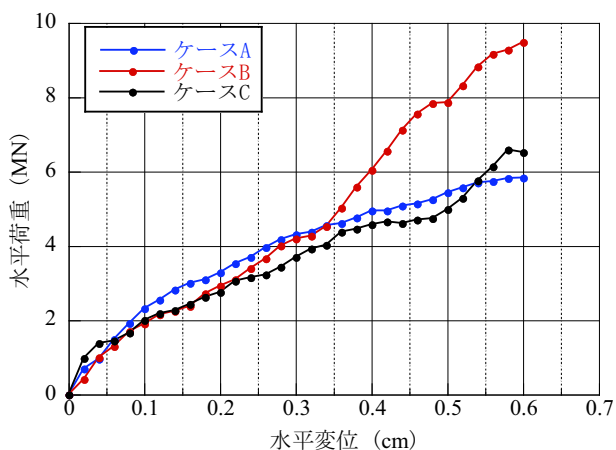


図-3 水平荷重と水平変位の関係

水平荷重を計測した。直接基礎上部に取り付けた載荷板に取り付けた変位計により水平変位を測定した。また、図-1に示すように矢板の上下表裏2カ所、計4枚のひずみゲージを張り矢板のひずみを計測した。

3. 実験結果

まず、図-3に水平荷重と水平変位の関係を示す。どのケースも载荷初期段階の水平変位0.3mm程度までは同様の挙動を示す。水平変位0.3m以降は、矢板のみを設置したケースAの場合には水平荷重がそれ程大きくならずピークに達する。一方で、内部を固化改良したケースBは、水平荷重が再度大幅に増加する。水平変位が0.6mの部分では固化改良したケースBが矢板のみで補強した場合と比較して1.5倍以上の水平抵抗を示している。これは、砂地盤を用いて実験を行った結果²⁾と比較しても補強効果が大きく現れている。矢板内部を半分の領域で固化改良したケースCの場合には、ケースAと比較してそれ程大きな差は見られない。上部の地盤のみを固化改良しただけでは、矢板のみの補強と同等程度の効果しかないことがわかった。

図-4に矢板に設置したひずみゲージにより計測したひずみ(引張を正)と水平荷重の関係を示す。ケースAでは矢板の上部のひずみ(ひずみゲージ1, 3)が大きくなっており、矢板の上の方が曲がっていることがわかる。下側に設置したひずみ(ひずみゲージ2, 4)は非常に小さく、支持

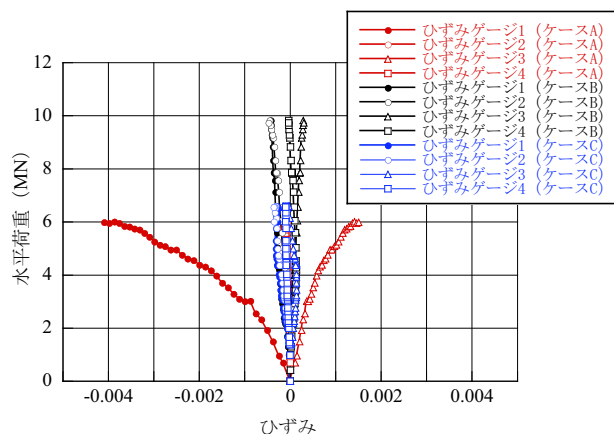


図-4 水平荷重と矢板のひずみの関係

層付近では矢板の変形はほとんど見られない。ケースBは、矢板内部を固化改良している効果が現れていて、どちらの場所でも矢板の変形はほとんど見られない。矢板およびその内部が剛体的な挙動を示し、直接基礎と剛結されていることで、基礎地盤まで根入れしたような効果が現れているものと考えられる。そのため、水平荷重に対する抵抗性が非常に大きくなると考えられる。ケースCにおいても矢板の変形はほとんど見られない。固化改良体とその下部にある地盤との境界付近で矢板の変形が生じていることが考えられ、剛体的に大きく回転している可能性がある。今後、この部分にひずみゲージを設置したり、回転量を測定して検討する必要がある。以上の結果から、飽和粘性土地盤に対しては、矢板内部を固化改良することで水平支持力が大きく向上するが、改良範囲を小さくすると効果がほとんど無いことがわかった。

4. おわりに

本研究では、軟弱な粘性土地盤上に設置された既設直接基礎の矢板と固化改良を併用した耐震補強手法における補強範囲の影響を遠心模型水平载荷試験を行って検討した。その結果、飽和粘性土に対しては矢板内部の全域を固化改良することで大きな効果を発揮した。しかし、矢板内部の半分の領域を固化改良したケースについては、ほとんど水平抵抗が向上しなかった。今後の課題として改良領域による補強効果の違いが発現する理由を検討することや改良領域を変更した他のいくつかのパターンで実験を行って検討することなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 西岡英俊：シートパイル基礎の開発とそ地盤抵抗特性の解明、東京工業大学博士学位論文、2008。
- 2) 齊藤ほか：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) 佐藤ほか：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。