

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

八戸工業大学 非会員 ○齊藤翔・佐藤崇
不動産テトラ(株) 正会員 深田久
八戸工業大学 正会員 金子賢治
八戸工業大学 フェロー会員 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てはいるものの、従来工法では大規模な工事となり莫大なコストも必要とするため耐震補強が進んでいないのが現状である。したがって、経済的かつ合理的な耐震補強手法の開発が望まれている。既設構造物基礎の合理的な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。

本研究ではフーチング直下を固化改良または矢板内部を固化改良することで耐震補強を行う工法に着目する。矢板内部を固化改良するために全体の構造としてより剛体に近い挙動をすると考えられる。本文では、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を行う。特に、固化改良体の根入れ深さや、矢板を併用した際に固化改良した時との違いについて比較検討を行う。

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。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の正方形フーチングであり、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フーチングの四辺とネジにより固定した。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²⁾。支持層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の支持層を作成した後、相対密度60%の地盤を110mm作成し、フーチングの根入れ深さは10mmとした。矢板は支持層に到達するように設置した。

本研究で行った実験ケースを、表-1に示す。SN-01はフーチングのみの場合である。SE-01はフーチング直下から支持層までの軟弱地盤層をセメントを添加して固化改良したものであり、SE-20は固化改良領域を50mmの深さとしたものである。SS-01は矢板のみを用いた場合であり、矢板上部とフーチングはネジにより結合している。SES-01はSS-01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。SES-20はSES-01の矢板の根入れ深さおよび改良領域を50mmにしたものである。固化改良体は普通ポルトランドセメントとケイ砂6号を所定の配合で混合して作成した。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。

フーチング上部から500Nの鉛直荷重を载荷し、フーチングの上部から30mmの部分に0.8mm/minの速度

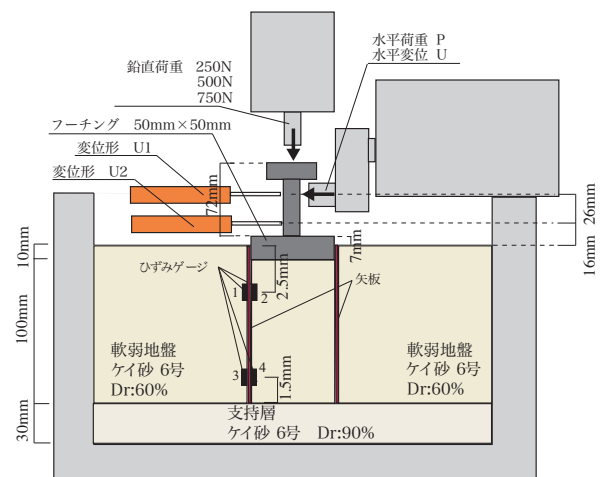


図-1 実験模型

表-1 実験ケース

No.	基礎パターン	改良領域
SN-01	直接基礎	なし
SE-01	固化改良体のみ	100mm
SE-20	固化改良体のみ	50mm
SS-01	矢板のみ	100mm
SES-01	固化改良体+矢板	100mm
SES-20	固化改良体+矢板	50mm

Key Words: 固化改良体 矢板 遠心模型実験

(〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1)

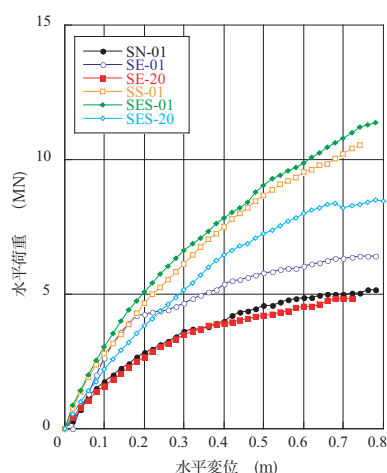


図-2 水平荷重と水平変位の関係

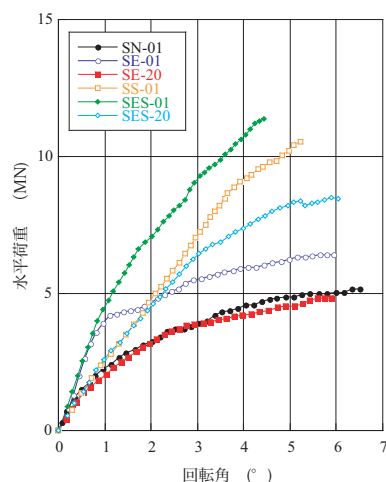


図-3 水平荷重と回転角の関係

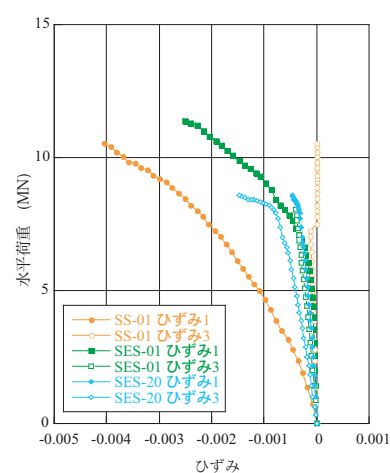


図-4 水平荷重とひずみの関係

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、図-1 に示すようにフーチング上部に取り付けた載荷板の2箇所の変位を変位計により測定し、フーチングの水平変位と回転を算出した。矢板にはひずみゲージを4枚設置し、ひずみを測定した。

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。SN-01 は無補強のケースであり、水平抵抗はフーチング底面と砂地盤との摩擦力が支配的であると考えられる。これに対して、SE-01 はフーチング直下が固化改良されていて、载荷初期にはフーチングと固化改良体の結合により SE-01 と比較して水平抵抗が大きく現れる。水平変位 0.2m 付近から急激に変位が増加しているが、ここでフーチングと改良体の結合がはずれ、摩擦力が支配的になったためと考えられる。SE-20 は固化改良領域を半分にしているが、補強効果はほとんど無く無補強とほぼ変わらない結果となった。SS-01 は最大で 11MN 程度であり、矢板のみによっても補強効果が大きく発揮されることがわかる。また、SES-01 のように矢板と固化改良体を併用しても、水平荷重が SS-01 と同程度であり、それほど水平荷重水平変位関係はの変化は無いという結果になった。SES-20 のように補強領域を半分にすると、最大水平荷重が 8.5MN となり、SES-01 と比較して補強効果は半減している。

図-3 は実験で得られた2つの変位計による変位を用いて水平変位と回転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。SE-20 は固化改良しているが無補強と変わらなく固化改良のみであればフーチングの回転を抑制する効果はほとんど無いといえる。

SS-01 と SES-01 は水平荷重の変化はそれほど見受けられなかったが、回転角では、SES-01 の方が回転が抑制されていることがわかる。また、SE-01 と SE-20 や SES-01 と SES-20 など、改良領域を半分にしたケースにおいては回転量が増大し補強効果が減少する。

図-4 に矢板に設置したひずみゲージ 1, 3 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。矢板のみの SS-01 の場合に最もひずみが発生し、矢板が分担する荷重が大きいことがわかる。SES-01 は、水平荷重が 7MN 付近からひずみが増加し、固化改良体のせん断破壊により、固化改良体から矢板に荷重分担が変化したと考えられる。SS-01 に比べて矢板のひずみが小さく固化改良体が荷重を分担する割合が大きいと思われる。SES-20 は水平荷重 7MN 付近からひずみが増加するが比較的ひずみは小さく、剛体的に回転することがわかる。また、矢板の上から 1/4 付近に設置した部分でのひずみが下部に設置した部分でのひずみに比べて大きい。

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性は向上し、矢板と固化改良を併用することで回転が減少する。しかし、矢板や固化改良体の根入れ深さを半分にすると、2割程度の補強効果が減少する結果となった。また、矢板と固化改良体の荷重分担、補強に関わる役割がわかった。

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) 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