

鋼矢板による直接基礎補強工法の検討

新日本製鐵 正会員 ○中山裕章 加藤篤史 原田典佳 永津亮祐

1. 目的

直接基礎を補強する工法として、基礎周辺を鋼矢板で取り囲み基礎本体とを結合させることで直接基礎の支持力を上昇させる工法が提案されている¹⁾。提案工法は、比較的良好な地盤を対象とし、同じ長さの鋼矢板を基礎全周に配置している。一方で基礎底面が軟弱な場合には、鋼矢板先端に閉塞断面を有し確実な支持力を確保できる先端加工鋼矢板を支持層内に打設する工法が提案されている²⁾。この際、全ての鋼矢板を支持層に打設するのでなく、一部の先端加工鋼矢板のみ支持層に打設し残りは長さの短い通常鋼矢板を用いたり、基礎全周ではなく土圧の主要方向に直交する面のみに鋼矢板壁を設置したりすることで支持力を確保できれば、鋼矢板総重量を減らせ経済的な補強工法を実現できる。そこでこれらの効果を検証するために、土槽模型試験を実施した。

2. 試験条件

土槽（幅 1.5m×奥行き 0.8m×高さ 1.2m）内に実大 1/20 モデルを設定した（図 1）。実大では支持層上端深度 20m、鋼矢板下端深度 21m 相当を想定している。鋼矢板壁は載荷方向に直交する 2 面にのみ設置し、長さの異なる 2 種類の鋼矢板を用い長尺鋼矢板のみ支持層へ打ち込んだ。試験パラメータとしては、先端加工した鋼矢板を支持層へ根入れした場合の効果を検証するために長尺鋼矢板の支持層内での先端加工の有無、また短尺鋼矢板の長さの影響を調査するために、短尺鋼矢板の長さを $1/\beta \sim 3/\beta$ （ β ：矢板と地盤の剛性比から求まる特性値³⁾）及び長尺鋼矢板長さと同じケースの 4 段階に設定した。全ての鋼矢板天端を直接基礎とボルトで剛結した。模型設定にあたっては、1G 場の試験を対象とした文献⁴⁾を参考に表 1 の相似則を適用した。鋼矢板模型には継手は設けず 1 枚の鉄板（材質 SS400）を用い、短尺鋼矢板部分に対しては、各試験ケースの設定条件に応じて所定長さのスリットを設けた。実大ハット形鋼矢板 10H と同等の曲げ剛性となるよう、相似則を考慮し鉄板の板厚を 3.28mm（但し入手の関係上実際の試験においては 3mm）とした。鋼矢板先端を加工したケースにおいては、模型下端にフラットバーを取り付けた（図 2）。フラットバーの大きさは、先端加工鋼矢板のフランジとウェブで囲まれる面積相当分（10H を 2 枚張り合わせ）の抵抗を確保するため、相似則を考慮し模型先端の板厚を 12.5mm（実際は 12mm）とした。またフラットバーの深度方向の長さは、 $3D$ （ $=3 \times 12.5 = 37.5\text{mm}$ ， D ：鋼矢板有効高さ）とした。

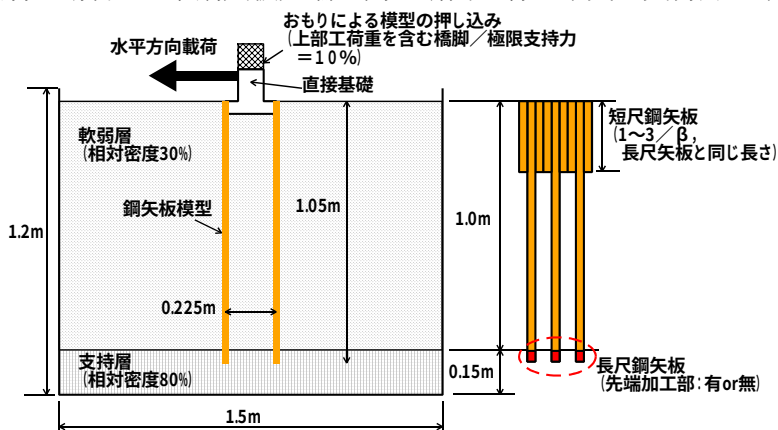


図1 土槽試験概略図

表1 土槽試験相似則

物理量	模型/実大
長さ	$1/\lambda$
地盤変位	$1/\lambda^{1.5}$
地盤ひずみ	$1/\lambda^{0.5}$
有効応力	$1/\lambda$
時間	$1/\lambda^{0.75}$
加速度	1
密度	1
曲げ剛性 (EI)	$1/\lambda^{3.5}$

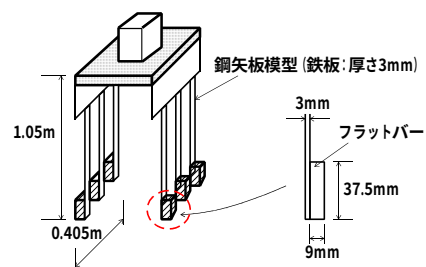


図2 鋼矢板模型

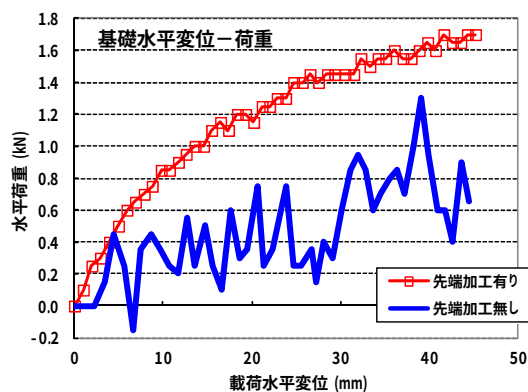


図3 先端抵抗有無の違いによる水平荷重比較

キーワード 鋼矢板, 直接基礎, 土槽模型試験

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 新日本製鐵(株)技術開発本部鉄鋼研究所 TEL0439-80-2196

試験地盤として乾燥状態の豊浦標準砂を使用し、空中落下法により軟弱層となる上層の相対密度を 30%、支持層となる下層の相対密度を 80%とした 2 層地盤を作成した。直接基礎への鉛直荷重が極限支持力の 10%となるよう上載荷重を調整した状態で、直接基礎への水平方向への载荷を実施した。

3. 試験結果

(1) 先端抵抗有無の違い 短尺鋼矢板を設けず全鋼矢板を支持層に打込み、支持層内での先端加工有無の違いによる基礎の水平耐力を比較した(図 3)。先端加工を施すことで基礎の水平抵抗挙動が安定し、先端加工が無い場合よりも 2 倍程度大きな耐力が得られた。また周辺地盤への影響を調査するために、地盤の動きに追従できるりん青銅(厚さ 0.1mm)を鋼矢板模型近傍に設置し(図 4)、载荷最終時点のひずみから地盤変位を算出した。図 5 に示すように、先端加工が無いときに比べ先端加工を施すことで周辺地盤変位も抑制できることが分かった。

(2) 短尺鋼矢板の長さの違い 短尺鋼矢板の長さを $1/\beta$ から $3/\beta$ まで変化させたとき、及び長尺鋼矢板と同じ長さに設定したときの変位-荷重関係を図 6 に、载荷方向前面側の矢板に発生した载荷最終時点の曲げひずみを図 7 に示す。長尺鋼矢板においては全てのケースで先端加工を施しており、長尺鋼矢板と同じ長さにしたケースでは全ての矢板で先端加工を有している。短尺鋼矢板の長さを長くする程耐力が上昇し、鋼矢板に発生する曲げひずみが低減している。短尺鋼矢板の長さが $3/\beta$ のとき、基礎の水平抵抗や鋼矢板に発生する曲げひずみは、全ての矢板を支持層まで打設した場合と同程度となる。

4. まとめ

以上より、長尺鋼矢板への先端加工の有無の違いや、短尺鋼矢板の長さによる直接基礎の補強効果に関して以下のことが分かった。

- ① 直接基礎が軟弱地盤に設置されても、支持層まで鋼矢板を打ち込みその下端で支持力が発揮されれば、基礎の水平変位や周辺地盤の変位を効果的に抑制することが出来る。
- ② 短尺鋼矢板の長さとして $3/\beta$ を確保すれば、直接基礎に生じる水平変位の抑制効果は、全矢板を支持層に打設した時と同等となる。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所, 2006, 鉄道構造物に適用するシートパイル基礎の設計・施工マニュアル(第 2 版)
- 2) 加藤篤史他, 2010, 静的鉛直载荷試験データに基づく鋼矢板の鉛直支持力性状評価, 第 55 回地盤工学シンポジウム
- 3) 社団法人日本道路協会, 2002, 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編
- 4) 柴田徹, 太田秀樹, 1980, 土質模型実験における相似則, 土と基礎, Vol.28, No.5, pp9-14

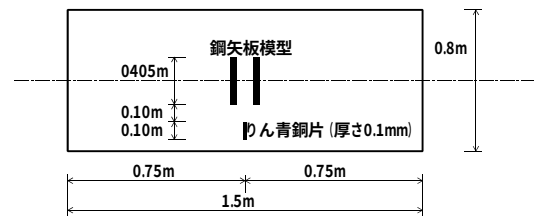


図 4 りん青銅の設置(土槽平面図)

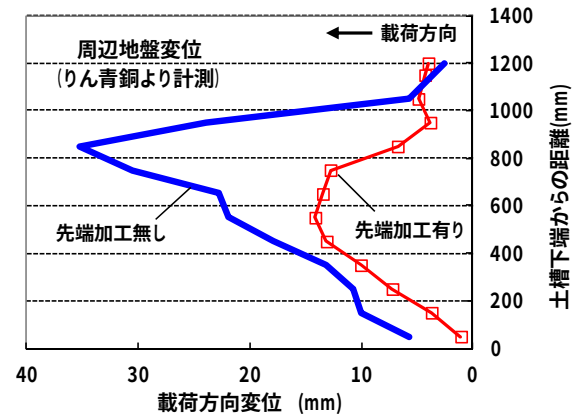


図 5 先端抵抗有無の違いによる周辺地盤変位比較

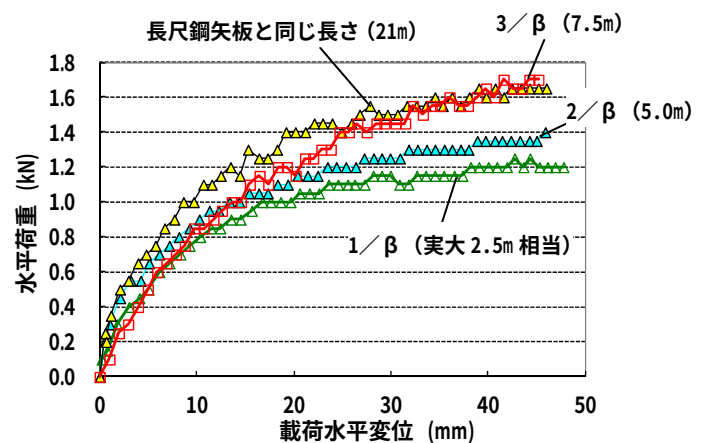


図 6 短尺鋼矢板長さの違いによる水平荷重比較

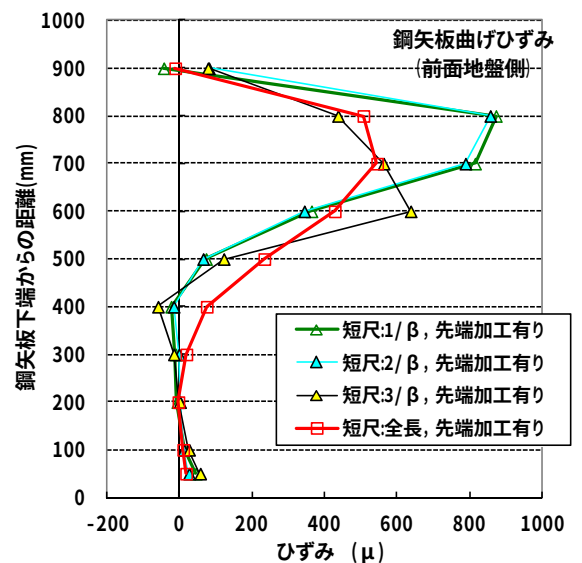


図 7 短尺鋼矢板長さの違いによる鋼矢板曲げひずみ比較