

打設後に支持力を発揮する鋼矢板杭基礎工法の土槽模型試験

新日鐵住金(株) 正会員 ○中山裕章 田中隆太 戸田和秀
(公財) 鉄道総合技術研究所 西岡英俊 (株)大林組 平尾淳一

1. 目的 一般的に鋼矢板は土留め構造として、水平方向に作用する土圧抵抗部材として使用される。しかしながら地下鉄駅舎等で、仮設兼用部材として鋼矢板を擁壁に適用し、更には擁壁自体が駅舎等の上部構造物からの荷重の一部を支えることができれば、狭隘スペースでの施工が可能となりまた新設杭の施工費を抑制できることから建設コストを削減できる。鋼矢板擁壁をそのまま利用し鉛直荷重が作用する擁壁の一部を高支持力化するために、擁壁を形成する先行打設鋼矢板に対して別の鋼矢板を向かい合わせて打設し、打設後に閉塞断面を形成させる鋼矢板杭基礎工法を検討している(図1)。打設後に閉塞断面を形成させることで鋼矢板の高支持力化を狙った工法として、壁体方向に隣接する鋼矢板間で閉塞断面を形成する工法が提案されており、打設抵抗を抑制しつつ打設後に高い支持力を確保できることが示されている¹⁾。今回、新たな鋼矢板杭基礎工法の打設抵抗並びに打設後の支持力を調査するために土槽模型試験を実施した。

2. 試験条件 (1) 対象鋼矢板 U形鋼矢板 w を対象とし、実大 1/5 模型を用いた。プレスにて鋼矢板模型を作るため板厚は全断面一定とし、市中での入手のしやすさから 2.3mm(フランジ板厚 13.4×1/5=2.68mm)の板材を用いた。継手部に関しては、プレス加工性から頭部は設けず底部までをモデル化した。図2に模型断面図を示す。長さ 1m の試験体を製作した。

(2) 試験方法 円形土槽(外径 557mm×厚さ 15mm×高さ 1013mm)内に、先行・後行矢板の順に別々に同深度(700mm)まで静的に打設し、その後両矢板の頭部全断面に対して同時鉛直載荷を行った。向かい合わせる2枚の鋼矢板が継手部で接し隙間が生じない閉塞断面が形成される場合を基本とし(Case2)、施工誤差を想定し2枚の鋼矢板の継手離間量(δ)をパラメータとした。継手が離間する方向は、壁体方向には継手は重なり合うこと、また地盤中の鋼矢板下端では2枚の鋼矢板が互いに離れる方向に変形することが想定されるため、壁体直交方向を対象とした。試験における継手離間量に関しては、港湾工事出来高管理基準²⁾に規定されている矢板法線に対する出入りの許容範囲 $\pm 100\text{mm}$ を参考に、 w の実大有効高さ 180mm に対する比 100/180 0.56 を考慮し、有効高さに対する比として3水準設定(0.1, 0.3, 0.5)した。支持力比較のため、鋼矢板単体(Case1)及び継手部で2枚が溶接にて固定され打設初期から閉塞断面が形成されている場合(Case3)も実施した。試験地盤として鹿島珪砂5号(最大単位体積重量=15.807(kN/m³), 最小単位体積重量=14.298(kN/m³), 平均粒径 $D_{50}=0.35\text{mm}$)を使用し、硬めの地盤を作成し確実な地盤抵抗が発揮されるようにするため、空中落下法により相対密度 100%の地盤を作成した。

3. 試験結果 (1) 打設抵抗評価(図4) 後行矢板を打設した全てのケースで単体矢板のCase1より打設抵抗が3倍程度大きいものの、打設初期から閉塞断面を形成するCase3よりも打設抵抗が小さくなっている。

キーワード 鋼矢板, 杭基礎, 土槽模型試験

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

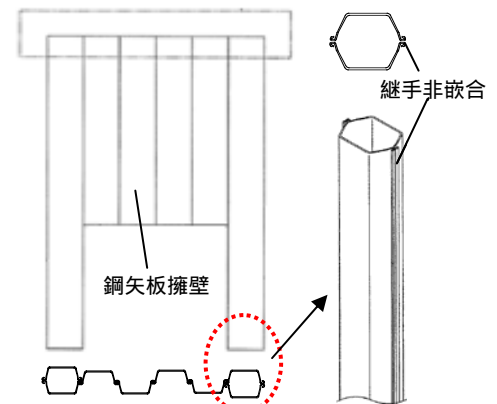


図1 鋼矢板擁壁の高支持力化

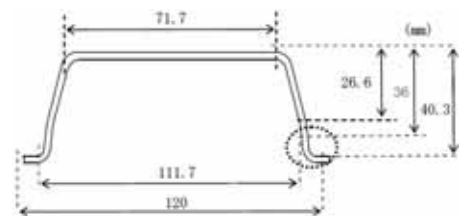


図2 鋼矢板模型

表1 試験パラメータ

No.	枚数	継手間距離			継手両サイド
		δ/h	$\delta(\text{mm})$	δ/D_{50}	
Case1	1	—	—	—	フリー
Case2	2	0.0	0.0	0.0	フリー
Case3	2	0.0	0.0	0.0	接続
Case4	2	0.1	3.6	10.3	フリー
Case5	2	0.3	10.8	30.9	フリー
Case6	2	0.5	18.0	51.4	フリー

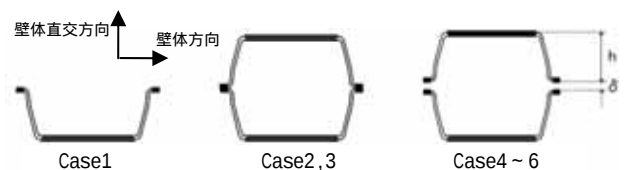


図3 試験パラメータ図

700mm 打設時で Case3 と比較すると、20～30%の打設抵抗となっている（表 2）。継手両サイドがフリーのケースにおいて、継手離間量が 0 の Case2 で最も打設抵抗が大きくなっているものの、継手離間量を変化させた Case4～6 においては一意的な傾向は見られない。

（2）支持力評価 先行矢板及び後行矢板打設後に、両者同時に載荷したときの打設抵抗を図 5 に示す。同時載荷開始時点の変位と載荷荷重の値を 0 としている。支持力評価基準変位を 10%Dp（Dp=88.7mm：模型，換算杭幅：Dp = √ 閉合断面積³⁾）とし併せて図中に示している。2 枚の鋼矢板を向かい合わせる形式において、いずれの場合も単独矢板（Case1）に比べて高い支持力が得られた。単独矢板の 2 倍上の支持力が得られており、閉塞断面内部で土圧が上昇していることが想定される。

打設初期から閉塞断面が形成されている場合（Case3）程の支持力は得られないものの、2 枚別々に打設して閉塞断面を形成させた場合（Case2，Case4～6）でも、基準変位において、Case3 の 50%以上の支持力を確保している。継手離間量が支持力に与える影響は殆ど見られなかった。地表面で継手離間量を設定しているものの、打設に伴う変形で矢板下端での離間量が必ずしも地表面と同じになっていない可能性がある。また、継手離間量に応じて後行矢板打設時の周辺地盤のせん断抵抗・主応力回転量が変化することで閉塞断面内土圧上昇量が異なり、矢板変形量の大きさに影響を及ぼしている可能性がある。打設深度が大きくなると、2 枚別々に打設したケースで支持力が Case3 よりも大きくなる傾向がある。これは矢板下端で 2 枚の矢板がラップ状に広がり、載荷方向に対する投影面積が増えることが原因と想定される。

（3）矢板軸方向変形状況 先行・後行矢板それぞれに対し、フランジ中央ラインにおいて下端から 400mm 範囲で試験後に残留する塑性変形分の材軸方向反りを計測した（図 6）。Case3 においては先行・後行側の区別はないが、土槽内で他のケースの先行・後行側に同じ位置に打設した矢板をそれぞれ先行・後行矢板として表記している。2 枚向かい合わせて打設する場合、後行矢板の方が反りが大きくなる。継手離間距離の差による反りへの一意的な傾向は見られないが、2 枚別々に打設した中で継手離間量が最も小さい Case2 の反りが最も大きく、より大きな内部閉塞土圧が発生していることが想定される。

4. まとめ 2 枚の鋼矢板を向かい合わせて別々に打設する鋼矢板杭形式において、載荷初期から閉塞断面を形成している先端開放杭形式に比べて打設抵抗を 20～30%に抑えられ、単独矢板に比べて高支持力化でき先端開放杭形式の 50%以上の支持力を確保できる、ことが分かった。今後は異なる地盤条件やパイプロ打設、また中間層や支持層への根入れ長の違いが支持力に与える影響等が課題となる。

参考文献 1)中山裕章他，2012，打設後に閉塞断面を形成する鋼矢板の鉛直載荷試験 第 47 回地盤工学研究発表会 2)国土交通省 1994，港湾工事共通仕様書 3)加藤篤史他，2010，静的鉛直載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

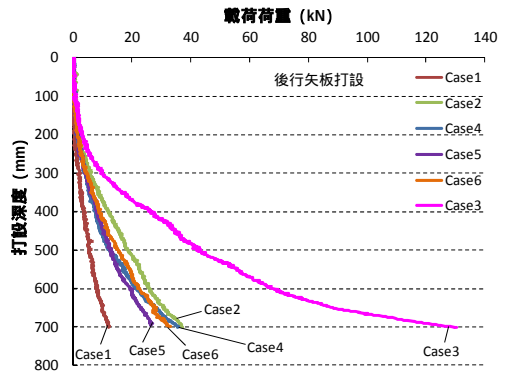


図 4 後行矢板打設時荷重

表 2 打設荷重比較

（後行矢板 700mm 載荷時）

700mm時載荷重(kN)	/Case3(%)
Case1	12.1
Case2	37.1
Case4	35.4
Case5	26.5
Case6	32.4
Case3	130.2

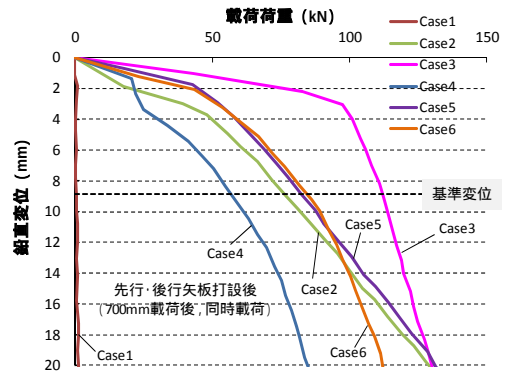


図 5 先行・後行矢板同時載荷（支持力評価）

表 3 支持力比較

（先行・後行矢板同時載荷）

基準変位時載荷重(kN)	/Case3(%)
Case1	0.7
Case2	71.7
Case4	56.9
Case5	82.4
Case6	84.7
Case3	111.9

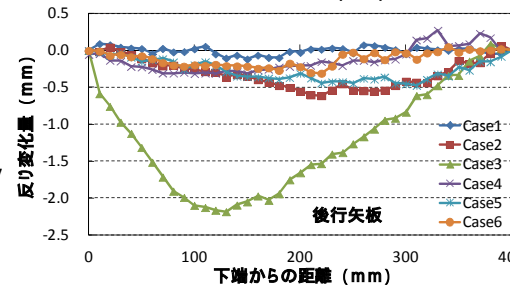
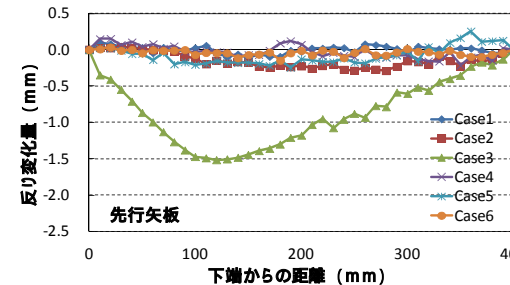


図 6 矢板軸方向変形状況