# 控え壁の挙動に着目した鋼矢板方式斜め土留めの検証

㈱大林組 正会員 ○照井太一 フェロー 杉江茂彦 正会員 高橋真一 正会員 嶋田洋一

## 1. はじめに

斜め土留め工法は、土留め壁を傾斜させることに よる土圧低減効果を利用した自立形式の土留め工法 である。本工法のうち、土留め壁の背面側に土留め 壁の傾斜に合わせて控え壁を設置する斜め控え壁式 鋼矢板方式は、控え壁周面と地盤のせん断抵抗によ り土留め壁の変位を抑制するものである(図-1)。

某火力発電所の取水口建設工事に本方式による斜 め土留めを適用した(図-2)。その土留め壁の現場計 測と逆解析の結果については既報1)の通りであるが、 本稿では、控え壁の挙動について、計測値ならびに FEM 解析と遠心模型実験による検証と考察を行う。

## 2. 設計法および控え壁の計測結果

斜め土留め工法の土留めの設計は、はりバネモデ ルによる弾塑性法で行う。土留め壁の変位抑制に寄 与する控え壁の効果は、主働崩壊線の外側の領域に 弾性バネを設けることで考慮した(図-3)。

控え壁は8枚の鋼矢板を連結し、土留め延長方向 に 3m 間隔で配置した。計測は、図-2 に示す各位置に 多段式傾斜計とひずみ計(水平方向)を設置して行 った。

最終掘削時 (GL-13.25m) の計測結果を図-4、図-5 示す。 土留め壁の変位 Dd1 は GL-4.5m における 94 mm を最大として掘削側にはらみだす変形モードであり、 また控え壁の変位 Hd1 もほぼ同じであることから、 これらが一体で挙動しているのが分かる。控え壁の 応力は、土留め壁に近い Hs1 では-60 N/mm<sup>2</sup>程度、土 留め壁から離れた Hs2 では-30N/mm<sup>2</sup>程度で控え壁全 体にわたり圧縮が生じている。なお、Hs1ではGL-8.5m において応力値が突出 (-267N/mm<sup>2</sup>) している。

#### 3. FEM 解析による検証

土留めの有限要素モデルを図-6、図-7に示す。 土留め壁は鋼矢板 (VL型) と曲げ剛性が等価な SHELL 要素で模擬した。控え壁については鋼矢板(IV型) の連結形状と剛性を SHELL 要素で模擬した。解析コ ードには3次元地盤解析ソフトGRASP3D<sup>2)</sup>を用いた。 解析では、土留め壁に強制変位として Dd1 を入力 した。その結果、控え壁のHs1、Hs2の測点において 計測値と同様に圧縮応力が控え壁全長にわたって算 定された(図-5)。なお、弱軸方向に引張を受ける鋼 矢板のウェブについて、ひずみ計を設置した外側で

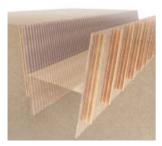


図-1 斜め控え壁式イメージ



図-2 土留め概要図

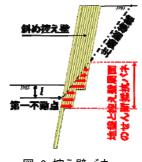


図-3 控え壁バネ

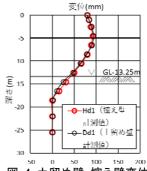
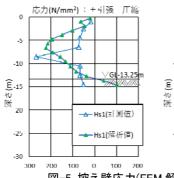
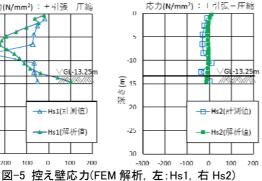
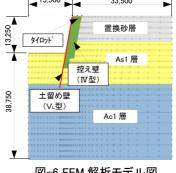


図-4 土留め壁・控え壁変位







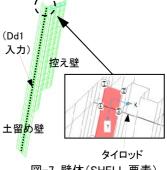


図-6 FEM 解析モデル図

図-7 壁体(SHELL 要素)

キーワード 斜め土留め工法,斜め控え壁,計測管理,FEM解析,遠心模型実験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL 03-5769-1322 では圧縮が生じることを別途実施した弾性フレーム解析で確認している(図-8)。これより、控え壁は土留め壁の変位と地盤のせん断抵抗により、弱軸方向に引っ張られて伸長するものと考えられる。なお、計測値 Hs1 で見られる応力値の突出は、解析値では示されなかった。

## 4. 遠心模型実験による検証

遠心模型実験の条件を表-1に示す。土留め模型は、土留め壁(鋼矢板  $V_L$ 型)を模擬したアルミ板(t=7mm)に控え壁(鋼矢板IV型)の形状に合わせて作製した硬質プラスチック(t=5mm)を取付けた。これを土槽内に設置した後、空中落下法により砂を投入して地盤を作製した(写真-1)。模型の縮尺は 1/69.4とし、遠心加速度 69.4G を載荷して実験を行った。計測項目は、控え壁のひずみ、土留め壁の水平変位とし、ひずみ計(水平方向。写真-2)とレーザー変位計を図-9に示すように設置した。

土留め壁の変位について、実験で得られた変位量は計測値に比較的近いが、変形モードは計測値が掘削側にはらみ出しているのに対し、実験値は直線的となった(図-10)。図-11に控え壁の水平方向力を示す。実験値はひずみからの算定値、計測値は図-8の解析による Hs1 の応力値からの逆算値である。実験値は計測値よりも大きく、掘削床付付近を最大(146kN/m)として控え壁全長にわたり引張力が発生している。

表-1 実験条件

<b>衣 → 突厥木口</b>		
模型縮尺	1/69.4	
土留め壁傾斜	10 度	
掘削深さ	19.1 cm	(13.25m 相当)
土留め壁長さ	36.0 cm	(25.0m 相当)
土留め壁材料	アルミ板 t=7 mm	(鋼矢板 VL型相当)
控え壁長さ	26.7 cm, 21.6 cm	(18.5m, 15.0m 相当)
控え壁間隔	4.3 cm	(3.0m 相当)
控え壁材料	硬質プラスチック t=5 mm	(鋼矢板IV型相当)
	(粗面)	
地盤	豊浦標準砂	
	$\rho_{a}=1.55 \text{g/cm}^{-3}$	

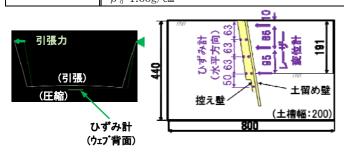


図-8 鋼矢板の応力状態

図-9 土槽および計測器配置概要

### 5. おわりに

鋼矢板方式斜め土留めの控え壁のせん断抵抗効果 について、現場計測、FEM 解析および遠心模型実験の 結果から以下の事項が分かった。

- ・設計では、控え壁のせん断抵抗を土留め背面の主 働崩壊線より外側の範囲のみ考慮していたが、内 側(浅い地盤)においても発揮される。
- ・弱軸方向の引張に対する鋼矢板ジョイント部の室 内引張試験を別途実施しているが、鋼矢板の発生 応力値から推定すると、引張によってジョイント の嵌合が外れるレベルではない。
- ・FEM 解析および遠心模型実験では、控え壁の応力は深さ方向に変化しながら連続して発生していることから、現場計測に見られる局所的に突出した応力値は計器の不具合等による異常値と考える。

以上より、控え壁によるせん断抵抗効果と、弱軸 方向引張力に対する鋼矢板ジョイントの安全性を確 認できた。今後も本工法の普及に努める所存である。

#### 参考文献

- 1) 大城他:斜め控え壁を用いた鋼矢板斜め土留めの適 用事例と逆解析検証,土木学会第71回年次学術講 演会,Ⅲ-182 2016.9
- 2) 杉江茂彦: 3 次元地盤地下水連成解析プログラム GRASP3D の解析理論と力学挙動解析への応力, 大林組研究所報, No51, pp. 15-22, 1995



写真-1 実験装置搭載後の模型地盤



写真-2 ひずみ計設置

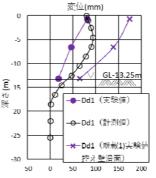


図-10 控え壁変位(遠心実験)

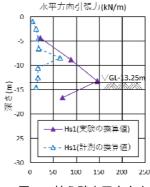


図-11 控え壁水平方向力