㈱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/mm²程度、土 留め壁から離れた Hs2 では-30N/mm²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/mm²) 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 GRASP3D²⁾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



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=7 mm)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。

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 V _L 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				
	ho d=1.55g/cm ³				

いずみず 大手方回)

素_1 宝騇冬姓





土留め壁

(土槽幅:200)

800

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

<u>変</u>位(mm) υ 0 -5 <u>ئ</u>--10 -10 GL Ê 15 Ê-15 ■-Dd1(実験値) 10 10 民 1. 账 -20 20 -25 25 ★ Dd1 (既報1)実験値 セネ 壁滑面) -30 50 100 150 200 図-10 控え壁変位(遠心実験)

写真-2 ひずみ計設置

