

VI-13

発電所取水口工事における大規模土留工の設計・施工

東北電力株式会社 正会員 ○ 和田 宙 司

1. はじめに

東北電力(株)東通原子力発電所1号機は出力110万kWのBWR型原子力発電所であり平成10年12月に着工した。復水器冷却水の取水設備は非常用の冷却水もあわせて取水することから、設計用限界地震(S2)に対してもその機能が維持できるよう耐震設計を行ない岩盤上に直接建設する計画としている。しかし、地質調査の結果により取水口直下の一部に風化岩が分布することが明らかになったため、これを掘削除去しコンクリートに置き換えたものである。以下に、風化岩の掘削除去にあたり構築した高さ27mの土圧を受ける大規模土留工の設計・施工および計測管理について報告する。

2. 土留工の設計

取水口設置位置の平面図を図-1に断面図を図-2に示す。取水口設置位置の地質は大別して上から安山岩溶岩、風化岩(Ⅱ)、風化岩(Ⅰ)、新鮮な火山砕屑岩である。除去対象岩盤は風化岩(Ⅱ)であるが、掘止めの判断にあたっては掘削底盤において平板荷重試験により所定の支持力を確認することとしたため、確実に支持力が期待できる火山砕屑岩まで掘削する可能性を考慮して土留工を構築することとした。土留工は鋼管矢板を壁体としこれを5段のアンカーで支保する構造とした。アンカー削孔時に地山側の鋼管矢板が切断できないことから、アンカー位置はあらかじめ開口を設け鋼板により補強した。アンカーはVSLアンカーとし一部にKTBアンカー(除去式)を用いている。土留工の仕様を表-1に示す。

土留工の高さは14.5mであるが土留工背後には高さ12.5mの斜面が存在し実質的には高さ27m分の土圧を受ける大規模土留めと考えられるため、土留工の設計は土留壁の変形・発生応力度、アンカー反力、地盤条件等を忠実に再現できる弾塑性法とし、各掘削・アンカー緊張段階の計11ステップで解析を行なった。解析結果を図-3に示す。設計は近隣構造物等による制約がないことから土留壁の変位をある程度許容しアンカー規模の縮小を図っており、アンカー支保が効果的に作用するように初期導入力の算定を行なっている。最大変位量は最終ステップにおける土留壁中腹で約75mmである。

3. 土留工の施工

鋼管矢板の建込みはプレボーリング工法により行な

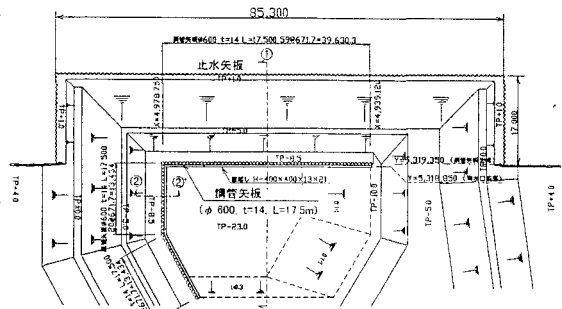


図-1 取水口設置位置平面図

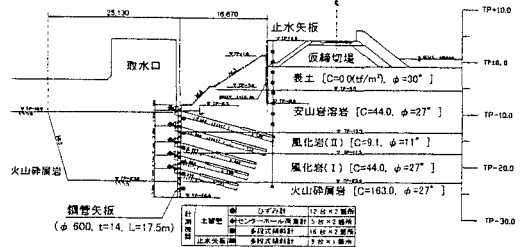


図-2 取水口設置位置断面図(①-①')

表-1 土留工の仕様

土留壁	鋼管矢板(SKY400)φ 600, t=14mm, L=17.5m, 100 本			
アンカー	位置	種別	自由長(m)	定着長(m)
	1 段目	VSL: φ 12.7×12	13.0	6.5
	2 段目	VSL: φ 12.7×12	11.0	7.0
	3 段目	VSL: φ 15.2×10	8.0	8.0
	4 段目	VSL: φ 15.2×10	6.0	8.5
	5 段目	VSL: φ 15.2×10	5.0	7.5

※図数字はステップ解析番号。①-⑪は掘削、⑫-⑮アンカー緊張を示す。

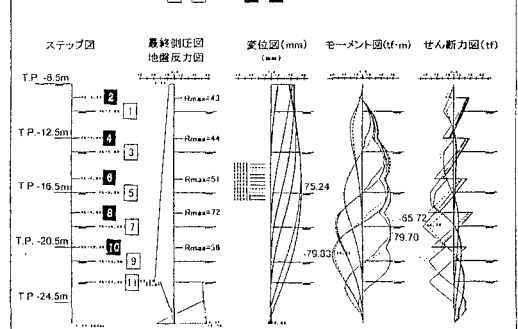


図-3 土留壁解析結果

った。上層に分布する堅固な安山岩溶岩についてはダウンザホールハンマで削孔し、それ以降をドーナツオーガで削孔した。鋼管矢板を建て込むとその隣接孔が削孔できなくなるため、5本程度を1サイクルとして削孔・建て込みを行なった。このため削孔から鋼管矢板建て込みまでに時間差が生じることから孔壁安定・杭周固定液であるセメントベントナイト液には遅延型の減水剤を添加している。

4. 土留工の計測管理

土留工背面には海域が存在することから万一の崩壊による大量の海水流入が甚大な労働災害と建設工事工程の著しい遅延を引き起こすこととなるため、掘削に伴う土留工の挙動を把握する目的で計測管理を実施した(図-1における①-①'、②-②'断面の2箇所)。

(1) 計測管理項目：①土留工の健全性を確保する項目として鋼管矢板の応力度及びアンカー張力を測定した。解析上発生する最大応力度を1次管理値として、使用材料の許容応力度を2次管理値として設定した。②解析の妥当性確認のため土留壁の変位を計測した。土留壁の変位が各ステップにおける解析結果と大きな差を生じた場合には、逆解析により適切な地盤定数を設定し土留工の健全性を保つようにアンカーの初期導入力を再算出する。管理値は設定していない。③掘削工事全体としての安全性を確認するために土留工背面に設置されている止水矢板(仮締切)付近で計測を行なった。計測は土留壁の変位量から想定される止水矢板の水平変位の確認と、掘削に伴う応力開放等による背面地山全体のすべりの発生を考慮した止水矢板下端付近での変位速度とした。

(2) 計測結果：①-①'断面における計測結果を図-4に示す。土留壁の変位は掘削に伴い大きくなりアンカーの緊張により少し地山側へ押し戻されていることがわかる。掘削中に止水矢板の変位の増加が認められた。図-4.2は各深度の傾斜量を示すが T.P.-12m(止水矢板下端付近)のみで傾斜が増加している。この段階での掘削深度は約 T.P.-15m であることから低角度の平面滑りが発生した可能性もあるが、土留工側の計測データではこれに追従するような変化が認められず背面斜面の目視点検でも異常が確認されなかったことから計測結果に注意しつつ施工を継続した。傾斜の増加は掘削終了(12/11)にともない収束している。これ以外については土留壁応力度・アンカー張力ともに1次管理値を下回っており土留工の安全性が問題となる事象は発生しないことが確認できた。

5. おわりに

平板載荷試験の結果、当初想定レベルである T.P.-17m 付近で掘削を終了できた。取水口の構築は付帯工事を残し既に終了している。今回の計測結果はステップ解析結果に対してかなり小さな値を示した。これは海域に接していることを考慮して土留工の設計条件を安全側に設定したことによるが、今回得た計測結果を生かして、今後のより適切な設計と効果的な計測計画に反映していくものである。

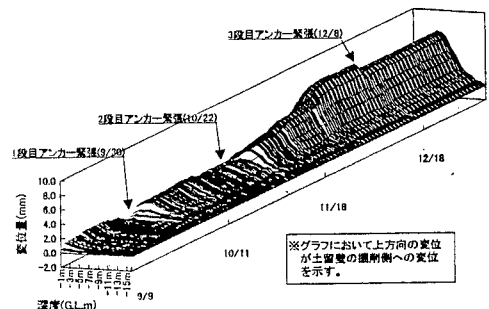


図-4.1 土留壁変位の経時変(東側)

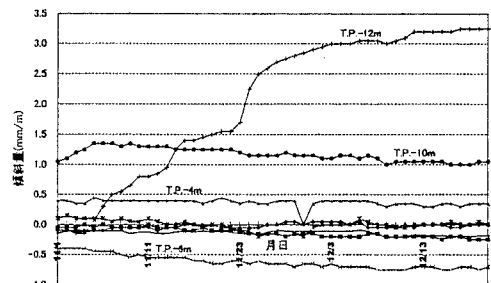


図-4.2 止水矢板の各深度の傾斜(11/1～12/20)

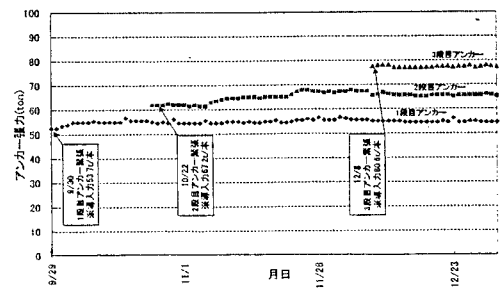


図-4.3 アンカー張力の経時変化(東側)