

能代火力3号機における既設構造物の変状管理を目的とした情報化施工（その1）
 ～ FEM弾性解析および浸透流解析を用いた施工管理計画の立案～

東北電力株式会社 正会員 ○上沢 成也・岩舘 礼
 東北電力株式会社 法人会員 森 吉之
 前田建設工業株式会社 正会員 清水 大輔・佐藤 友哉・山内 崇寛

1. はじめに

能代火力発電所3号機は出力60万kWの石炭火力として平成32年度の運転開始に向け建設中である。冷却水を取水する3号機循環水ポンプ室は、稼働中の1,2号機循環水ポンプ室に隣接して設置することとしており、その構築にあたっては、供用中である既設循環水ポンプに影響がないようポンプの傾きが0.2mm/mに制限されている。そのため、既設循環水ポンプ室の幅15.6mに対して不同変位量±3.1mmを確保する必要がある。

本稿は、上記の不同沈下量をクリアするために実施した地下水低下による沈下量および掘削によるリバウンド量を2次元FEM浸透流解析およびFEM弾性解析を用いて予測した結果と、基礎底版改良体の構築による不同変位対策、情報化施工による施工管理計画について報告するものである。

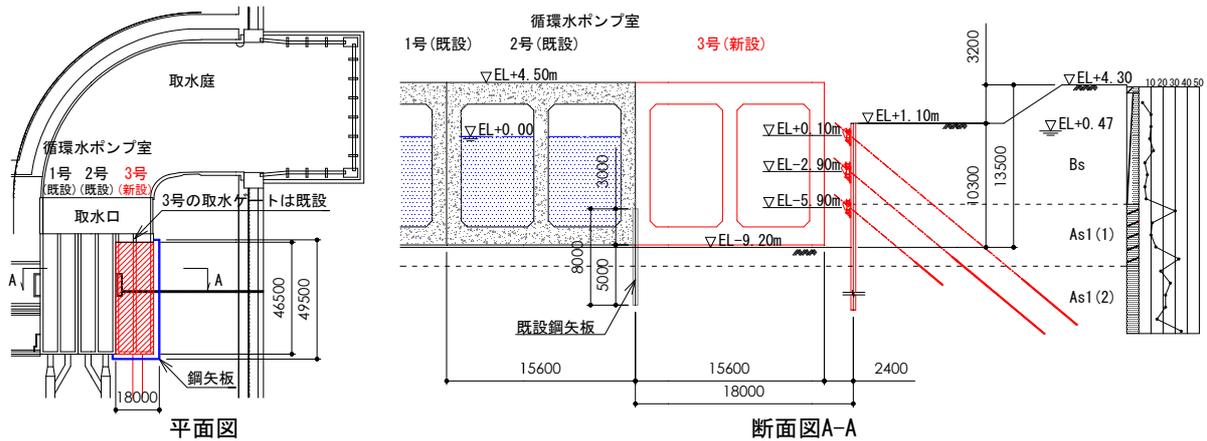


図1 現場概要図

2. 地下水位低下による地盤沈下の影響検討

地下水低下に伴う地盤沈下による既設構造物への影響を検討するため、2次元FEM浸透流解析による築堤解析により、無対策(CASE1)および底版改良(高圧噴射、CASE2)の地下水位低下量の検討を行った。CASE1は鋼矢板背面の地下水位をウェルポイント等で低下させて掘削する場合、CASE2は掘削底面下を高圧噴射により底版改良(設計値：透水係数 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)を行った後、掘削する場合を想定している。図2にCASE1およびCASE2の最終掘削時における水頭コンター図を、表1に2号機底版下面両端の地下水位低下量および不同変位量を示す。

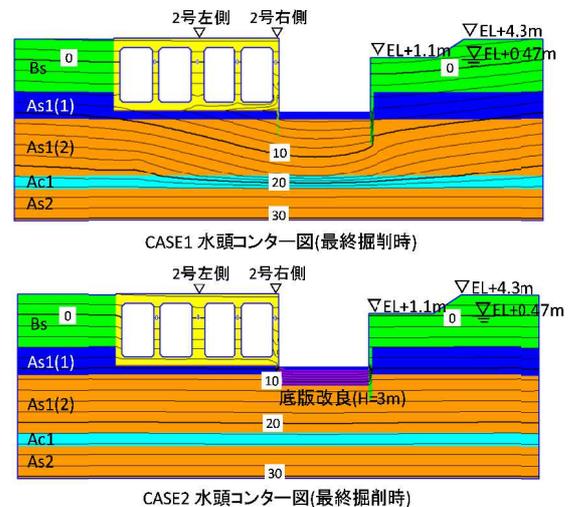


図2 水頭コンター図(CASE1,2)

その結果、無対策では2号機底版下面で地下水位が最大 8.11m 低下し、沈下量が最大 63.5mm、不同変位量 26.0mm(沈下)となり、管理基準値±3.1mm を大幅に超過する結果となった。一方で底版改良(高圧噴射)を行うことで、地下水位低下が大幅に軽減し、不同変位量 1.0mm(沈下)という結果となった。よって、本工事では底版改良(高圧噴射)による地下水低下対策を行うこととした。

3. リバウンドによる地盤隆起の影響検討

地下水位低下による地盤沈下の他に、掘削リバウンドに伴う地盤隆起による既設構造物への影響を検討するため、2次元 FEM 弾性解析による築堤解析を行った。

リバウンド量を適正に評価するには、地盤の変形係数の設定に留意する必要がある。鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル²⁾では、リバウンド量を求める際の地盤の変形係数は、N 値から推定する場合 $E_0=2500N$ の 2~4 倍としているため、本検討においては平均値の 3 倍を採用し検討を行った。

図 3 に解析モデルと変位図(最終掘削時)を示すとともに、各解析 STEP での 2号機頂版上面の両端でのリバウンド量および不同変位量を表 2 に示す。

結果として、不同変位量は最終掘削時が最大で 8.0mm となり、管理基準値±3.1mm を超過する結果となった。よって、本工事においては、リリースウェルを設置し、底版改良(高圧噴射)下面の地下水を必要最低限揚水することにより既設構造物下の被圧を減少させ、強制的に沈下させることで隆起量を制御する対策を実施することとした。

4. 情報化施工による施工管理計画の立案

地盤沈下および隆起の影響検討を 2次元 FEM 浸透流解析および FEM 弾性解析にて実施したが、解析で求められた予測値はあくまで計画段階のものであり、今回のような非常に厳しい変位制限条件での施工では、確実な底版改良の品質確保および予測解析の精度向上が不可欠である。そこで本工事については、盤下げ時点での現場揚水試験にて地下水位を変動させることにより底版改良体の透水性を確認するとともに、動態観測による計測結果を逆解析でフィッティングすることで予測精度を向上させた解析モデルを用い、施工管理計画にフィードバックする情報化施工を立案した。

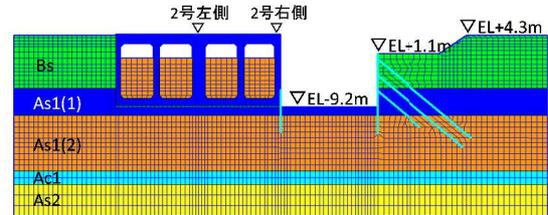
続報その 2 では、施工管理計画に基づき実施した現場揚水試験による底版改良の品質確認結果および逆解析による予測解析結果について報告する。

参考文献

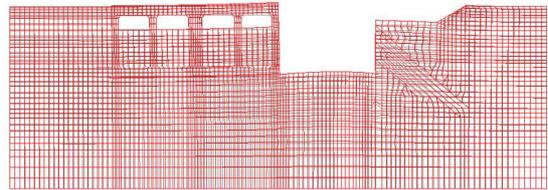
- 1)道路土工軟弱地盤対策工指針，(公社)日本道路協会，p125，平成 28 年 8 月
- 2)鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル，(財法)鉄道総合技術研究所，pp429-436，平成 13 年 3 月

表 1 地下水位低下量と不同変位量(2号)

解析CASE (最終掘削時)	地下水位 低下量(m)		沈下量(mm)		不同 変位量 (mm) +: 上向き
	2号 左側	2号 右側	2号 左側	2号 右側	
CASE1 無対策	-4.15	-8.11	-37.5	-63.5	-26.0
CASE2 底版改良 (高圧噴射)	-0.13	-0.22	-1.4	-2.4	-1.0



解析モデル(最終掘削時)



変位図(最終掘削時)

図 3 解析モデルと変位図

表 2 リバウンド量と不同変位量(2号)

解析STEP	リバウンド量(mm)		不同変位量 (mm) +: 上向き
	2号左側	2号右側	
1. 初期状態	0.0	0.0	0.0
2. 盤下げ時	0.3	3.1	2.8
3. 1次掘削時	0.6	4.6	4.0
4. 2次掘削時	1.0	6.7	5.7
5. 3次掘削時	1.3	8.5	7.2
6. 最終掘削時	1.4	9.4	8.0
7. 躯体構築時	0.1	3.2	3.1
8. 埋戻し時	0.9	1.9	1.0