

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3）

東北電力株式会社 正会員 ○齋藤 隆矢
前田建設工業株式会社 正会員 木地 稔・佐藤 友哉

1. はじめに

能代火力発電所第3号機は2020年6月の運転開始に向け建設中である。冷却水を取水する第3号機循環水ポンプ室は、稼働中の既設1,2号機循環水ポンプ室に隣接しており、その構築にあたっては、稼働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の管理値が0.2 mm/mに設定されていることから、既設循環水ポンプ室の幅15.6mに対して不同変位量 $\pm 3.1\text{mm}$ を確保する必要がある。図-1に現場概要図を示す。本稿は、施工管理計画について報告を行った（その1）¹⁾と、底版改良および予測解析の中間報告を行った（その2）²⁾に続き、掘削から躯体構築完了までの予測解析の結果および対応について報告するものである。

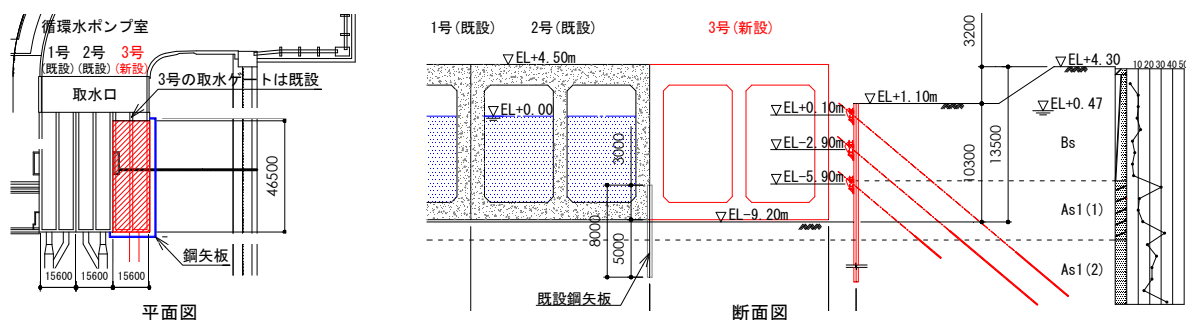


図-1 現場概要図

2. 逆解析による予測解析

既設循環水ポンプ室の不同変位量を $\pm 3.1\text{mm}$ 以内とするためには、施工期間中の不同変位量の変化に迅速に対応する必要がある。予測解析においても高い予測精度が必要であった。そのため、予測解析にあたっては掘削中の実測変位量を用いて逆解析を行い、適宜解析用物性値を見直すことで、その後の予測精度を向上させて施工計画にフィードバックすることとした。

図-2に逆解析による予測解析のフローを示す。まず、既設躯体変状に影響を与えた事象(1)盤下げ、(2)2号機定期点検(水抜き)、(3)現場揚水試験時の変位実測値に基づき、解析用物性値を見直した修正モデル(逆解析モデル1)による予測解析を実施した。その後、(c)2次掘削完了時および(d)3次掘削途中にそれぞれの段階の変位実測値に基づき予測解析を実施した。(逆解析モデル2, 3)

各段階の掘削深度を図-3に示す。また、表-1に2号躯体の変位実測値、当初モデルの予測結果、逆解析による予測解析結果を示す。なお、予測解析においては、2号機定期点検完了時にポンプの傾きを調整したため、その時点をも(a)初期状態として変位をゼロとしている。

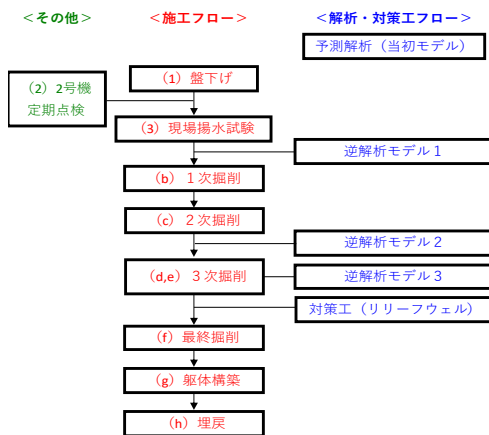


図-2 逆解析による予測解析フロー

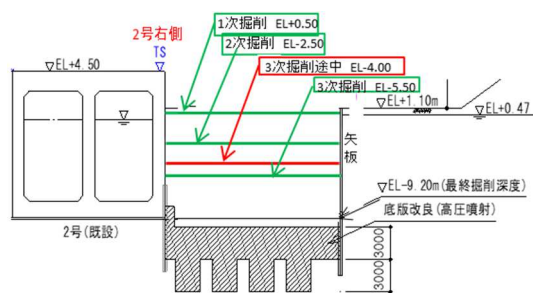


図-3 掘削深度図

(1) 逆解析モデル 1

現場揚水試験後に当初モデルから各種パラメータを調整してフィッティングを行い、再度予測解析した結果、逆解析モデル 1 では 3 次掘削完了時までは不同変位量が管理基準値以内に収まると予測された。

(2) 逆解析モデル 2

2 次掘削完了時の実測データから再度予測解析（逆解析モデル 2）を行った結果、3 次掘削完了時（EL-5.50m）には、掘削に伴う底盤

のリバウンドにより既設 2 号循環水ポンプ室の 3 号側が上昇し、管理基準値を超過すると予測されたため、3 次掘削途中（EL-4.0m）の実測データにより再度、予測解析（逆解析モデル 3）を実施することとした。

(3) 逆解析モデル 3

3 次掘削途中(EL-4.0m)に再度予測解析を行った結果、3 次掘削完了時の不同変位量は 4.3mm となり、管理基準値を超過することから、3 次掘削完了前に躯体を沈下させるリバウンド対策工を実施することとした。

表 1 実測値および予測解析結果

解析ステップ	解析値 (mm)														
	実測値 (mm)			当初モデル			逆解析値 (mm)								
							逆解析モデル1			逆解析モデル2			逆解析モデル3		
	現場用水試験後									2次掘削後			3次掘削途中		
2号左側	2号右側	不同変位量	2号左側	2号右側	不同変位量	2号左側	2号右側	不同変位量	2号左側	2号右側	不同変位量	2号左側	2号右側	不同変位量	
(1) 盤下げ完了時	1.5	3.0	1.5	0.3	3.1	2.8	1.5	3.0	1.5						
(2) 2号機定検(水抜き)	3.2	3.8	0.7	2.2	2.9	0.7	3.0	4.0	1.0	-				-	
(3) 現場揚水試験	0.3	0.4	0.1	0.2	1.1	0.9	0.4	0.7	0.3						
(a) 初期状態	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
(b) 1次掘削完了時	0.3	0.7	0.4	0.3	1.5	1.2	0.9	1.8	0.9	-					
(c) 2次掘削完了時	1.3	3.5	2.2	0.7	3.6	2.9	2.0	4.0	2.0						
(d) 3次掘削途中 (EL-4.0m)	1.2	4.0	2.8							1.0	3.7	2.7	1.2	4.0	2.8
(e) 3次掘削完了時	1.4	4.5	3.0	1.0	5.4	4.4	2.9	5.8	2.9	1.2	4.6	3.4	1.8	6.2	4.3
(f) 最終掘削完了時	4.8	10.6	5.8	1.1	6.3	5.2	3.3	6.7	3.4	1.7	6.7	5.0	2.1	7.1	5.0
(g) 躯体構築完了時	0.1	1.5	1.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	-0.5	-0.7	-0.1	-0.5	-0.4	0.2	0.7	0.5
(h) 埋戻完了時	0.4	0.8	0.4	0.6	-1.2	-1.8	-0.4	-0.7	-0.3	-0.2	-0.7	-0.5	-0.2	-0.6	-0.4

3. リバウンド対策工と管理方法の変更

リバウンド対策工は、ディープウェル (DW) を設置して、地下水位を低下させることで躯体を沈下させる方法とした。図-4 に示す位置に DW を設置して、既設 2 号循環水ポンプ室の 3 号側 (TS.3,6,9) の絶対変位量を 2mm 沈下させることを目標とし、表-2 のとおり水位低下量と沈下量の試算を行い、水位を確認しながら沈下量を測定した。その結果、目標水位まで水位を低下させることができたものの、2 号躯体は目標値まで沈下しなかったことから、別途対策を検討することとした。

リバウンド対策工を実施しても不同変位量を管理基準値内に収めることは困難であったことから、ポンプの傾きによる異常兆候を事前に把握するため、ポンプ本体の振動管理値 150 μ m-p (ポンプの安定運転に支障のない振動値) を管理指標に加え、日々観測を行いながら施工を継続することとした。結果、最終掘削時には一時的に不同変位量の管理値 ± 3.1 mm を上回ったものの、振動値は管理値以内であり、既設循環水ポンプの運転に影響を与えることなく施工を終えることができた。施工後の不同変位量は 0.4mm で、当初管理値 ± 3.1 mm 以内であった。

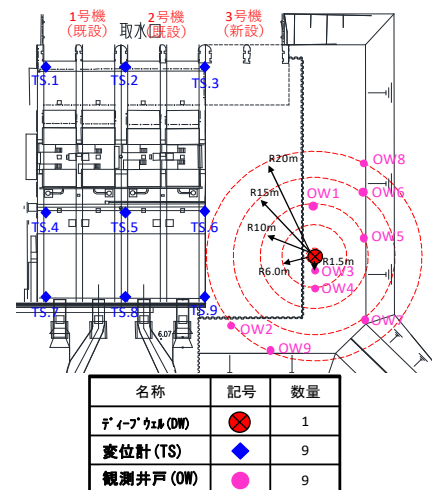


図-4 リバウンド対策工配置図

表-2 リバウンド対策工目標値

		目標値
DW孔内水位低下量	m	-1.07
水位低下量 (DWから1.5m:OW3)	m	-1.00
水位低下量 (DWから6m:OW4)	m	-0.78
水位低下量 (DWから10m:OW1, 5)	m	-0.59
水位低下量 (DWから15m:OW6, 7)	m	-0.35
水位低下量 (DWから20m:OW2, 8, 9)	m	-0.11
目標沈下量 (2号躯体3号側)	mm	2

4. おわりに

不同変位量を高い精度で予測し施工にフィードバックできたことで、掘削の継続、リバウンド対策工の実施時期および管理基準・監視方法の変更等、施工判断を迅速に行うことができた。また、既設循環水ポンプ室の不同変位量を施工各段階の実測値から予測解析したことで予測精度を向上することができた。

参考文献: 1) 上沢ら: 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), 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, 平成29年3月, 2) 森ら: 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2), 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, 平成29年3月