

鋼管矢板井筒の施工時挙動に関する検討

清水建設株式会社 正会員 ○古宇田剛史
清水建設株式会社 正会員 新美 勝之
清水建設株式会社 正会員 高畑 研
清水建設株式会社 正会員 内海 崇晴

1. はじめに

鹿野川ダムトンネル洪水吐新設工事（以下、当工事）は、既存ダムの洪水調整機能の増強を目的として、ダム湖内の呑口立坑とダム右岸側の水路トンネルにより、ダム湖と下流側をバイパスする工事である。当工事において、ダム湖内で鋼管矢板井筒を立坑として利用し、地中の一部の鋼管矢板を切り開いてトンネルと接合する構造が用いられている。地中の鋼管矢板を切り開く際に井筒が変形することにより、ダム湖からの出水が懸念されるため、施工時の井筒の挙動を正確に把握しておくことが重要である。当工事では、施工時の挙動を把握し、計測計画を策定するために、事前に3次元FEM解析を行い、計測管理値を設定した。

既報¹⁾において、3次元FEM解析結果から策定した施工時の計測計画および計測結果について報告した。本報では、3次元FEM解析の結果と施工時に得られた計測結果を比較、検討する。

2. 3次元FEM解析による施工時挙動の事前検討

鋼管矢板井筒の施工時挙動を把握し、計測管理値を設定するために、掘削やリング支保工の設置や鋼管矢板の切り開きなどの施工過程を考慮したステップ解析を実施した。本検討では、表1に示す鋼管矢板井筒および周辺地盤を対象とし、対称性を考慮して、2分の1モデルを用いる(図1)。

表 1 対象とする鋼管矢板井筒の構成

項目		値
井筒	半径 [m]	9.461
	本数 [本]	34
鋼管矢板	外径 [mm]	1,500
	段数 [段]	9
リング支保工	厚さ [m]	1.5

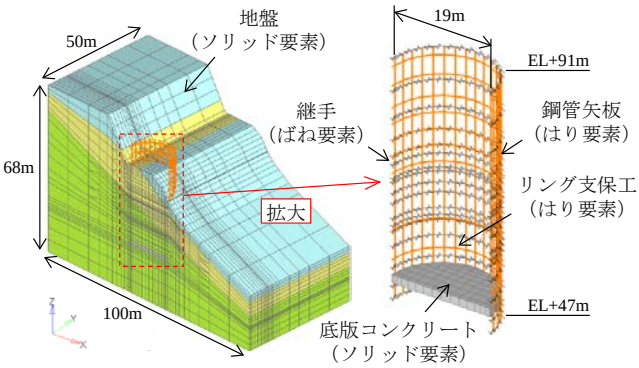


図 1 解析モデル

表 2 解析ステップと施工ステップの比較

解析 ステップ	施工ステップ	ダム湖水位		掘削底面地盤高	
		解析条件	施工時	解析条件	施工時
STEP1～4	鋼管矢板建込～4次掘削	EL+86m	-	EL+80m	-
STEP5	4段目支保工設置, 5次掘削	EL+86m	EL+78m	EL+75m	EL+75m
STEP6	5段目支保工設置, 6次掘削	EL+86m	EL+79m	EL+72m	EL+72m
STEP7	6段目支保工設置, 7次掘削	EL+86m	EL+82m	EL+69m	EL+68m
STEP8	7段目支保工設置, 8次掘削	EL+86m	EL+80m	EL+57.5m	EL+57.5m
STEP9	8段目支保工設置, 9次掘削	EL+86m	EL+76m	EL+52.7m	EL+52.5m
STEP10	9段目支保工設置, 床付掘削	EL+86m	EL+80m	EL+50m	EL+50m
STEP11	底版コンクリート打設	EL+89m	EL+77m	EL+50m	EL+50m
STEP12	鋼管矢板上半切断	EL+86m	EL+75m	EL+50m	EL+50m
STEP13	8段目支保工撤去	EL+86m	EL+75m	EL+50m	EL+50m
STEP14	鋼管矢板下半切断	EL+86m	EL+73m	EL+50m	EL+50m
STEP15	9段目支保工撤去	EL+86m	EL+76m	EL+50m	EL+50m
STEP16	鋼管矢板底版撤去	EL+86m	EL+76m	EL+50m	EL+50m

キーワード ダムトンネル洪水吐, 鋼管矢板立坑, 3次元FEM解析, 施工ステップ解析, 計測管理
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 TEL: 03-3561-3895 E-mail: t.kouta@shimz.co.jp

鋼管矢板およびリング支保工ははり要素、継手は井筒接線方向および法線方向のばね要素、床版コンクリートおよび地盤はソリッド要素でモデル化し、継手ばねのばね定数は、鋼管矢板の板厚や中詰めの種類に応じて設定する²⁾。解析ステップと施工ステップの対応を表2に示す。施工時の実際の水位は、解析時に設定した水位の条件とは異なっており、施工過程を通じて、10m弱低かった。

3. 3次元FEM解析結果と施工時計測結果の比較

鋼管矢板の変形について、図2に示す2本の鋼管矢板を対象に施工時に傾斜計で計測した変位と事前検討結果を比較して図3に示す。ここでは、計測開始時からの井筒半径方向の増分変位を示し、井筒内側への変位を正とする。以下に、比較結果をまとめる。

(1) 変位量

どちらの鋼管矢板も、事前検討結果と計測結果で変形モードは似かよっていると考えられるが、事前検討結果の方が変位は大きい。

(2) 支保工撤去の影響

事前検討結果では、どちらの鋼管矢板でも、支保工を撤去すると撤去部の変位が大きく発生する。計測結果では、支保工撤去の影響は比較的少ない。

(3) 鋼管矢板切り開きの影響

No.9については、事前検討結果では、鋼管矢板の切り開きによる影響が小さく、計測結果では、下半の切り開きによる影響が大きい。No.18については、事前検討結果では、上半切り開きにより井筒外側に倒れるような変形になり、計測結果では、全体の変形量が小さく、鋼管矢板切り開きによる影響も小さい。

上述のような事前検討結果と計測結果の違いは、事前検討で設定した条件が、実際とは異なっていたことが原因として考えられる。具体的には、以下の4点である。①ダム湖水位が低かったことにより作用荷重が小さかった。②底版コンクリート打設後に上半切り開き部直下まで埋戻し、その後の施工ステップに応じて都度掘削していったことにより地盤の剛性も変形の抑制に寄与した。③各支保工撤去後に鋼管矢板切り開き時の止水を目的として鋼管矢板背面にミルク注入を行い、地盤の剛性が高まった。④流入水路部の鋼管矢板が井筒と接合されていることにより井筒内側への変形が抑制された。

4. おわりに

本報では、鋼管矢板井筒の施工時挙動について、3次元FEM解析による事前検討結果と施工時の計測結果を比較して検討した。鋼管矢板の井筒半径方向の変形は、変形モードは似かよっているものの、変位量は事前検討結果に比べて、計測結果が小さくなる結果となった。施工時の条件を忠実に解析条件に反映させることで、本検討で用いた手法により施工時の挙動を概ね把握することができると考えられる。今後、施工時と条件を合わせて、事前検討の妥当性を確認したい。

参考文献 1) 谷岡敏幸, 朝山順一, 高畑研, 芳岡良一: ダム湖内に構築した鋼管矢板立坑内掘削時の計測管理と止水対策について, 土木学会第71回年次学術講演会梗概集, 2016.9(投稿中) 2) 古宇田剛史, 新美勝之, 内海崇晴: 鋼管矢板の中詰めの影響を考慮した井筒の立体骨組解析, 土木学会第69回年次学術講演会概要集, 2014.9

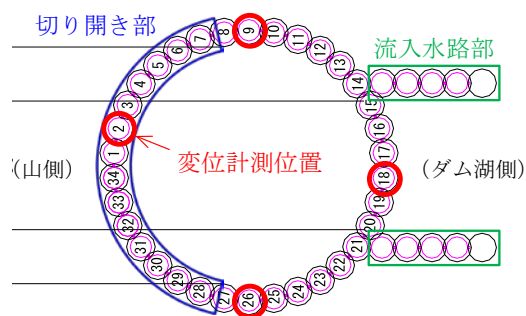
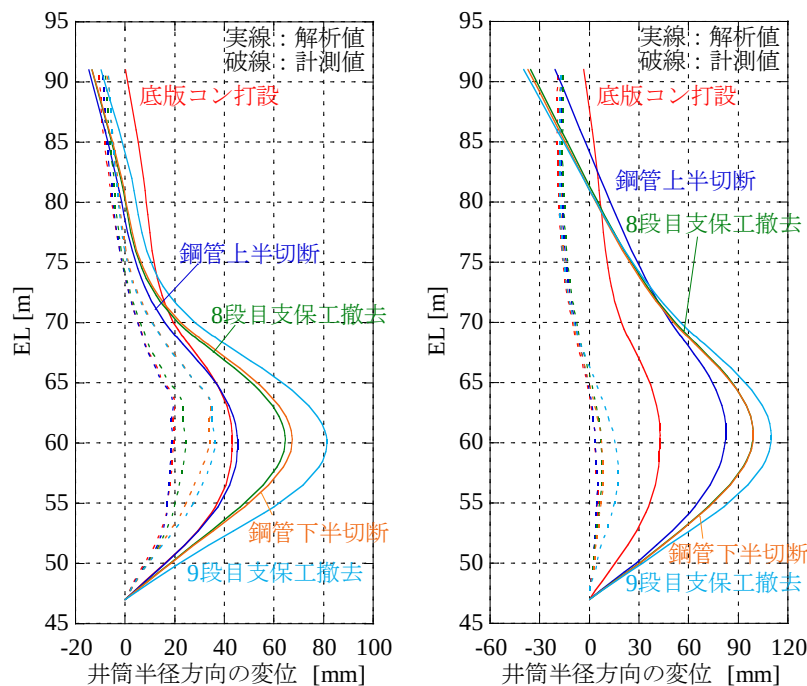


図2 変位計測位置



(1) No.9

(2) No.18

図3 鋼管矢板の井筒半径方向変位