

白子川地下調節池工事（その5）への合成セグメントの適応について

(1)設計概要

東京都第四建設事務所 工事第二課

太田 誠

東京都第四建設事務所 工事第二課

立澤 延泰

大成建設(株)土木設計部

正会員

服部 佳文

大成建設(株)土木設計部

正会員

○織田 隆志

1. 白子川地下調節池工事（その5）の概要

白子川地下調節池は、白子川における1時間50mmの降雨に対応する基幹的な施設であり、延長約3.2km、内径10m、貯留容量212,000m³のトンネル式の地下調節池である。

本工事は、練馬区大泉町二丁目地内に存する東京外環道路大泉ジャンクション内に既に設置されている発進立坑（内径21.0m、深さ47.3m）を起点とした延長3.2kmのシールドトンネルの構築と、その終点となる石神井川と都道環状八号線の交差部付近、同区高松三丁目に到達立坑（内径19.5m、深さ46.5m）の構築を行う工事である。

2. 地質概要

土質縦断面図を図-1に示す。シールド掘削対象地盤は、全線にわたり江戸川層であり、粘性土、砂質土、砂礫土の互層となっている。土質について粘性土は非常に硬く、砂質土および砂礫土は非常によく締まっている。江戸川層第1粘性土層は硬質固結シルトで、N値は11～50以上である。また、江戸川層第1砂質土層は均一な細砂で、N値は16～50以上である。江戸川層第1砂礫層は、礫径は2～50mmだが所々100mm程度の玉石が混じり、N値は50以上である。江戸川層第2粘性土層は、砂質固結シルトでN値は50以上と堅固である。

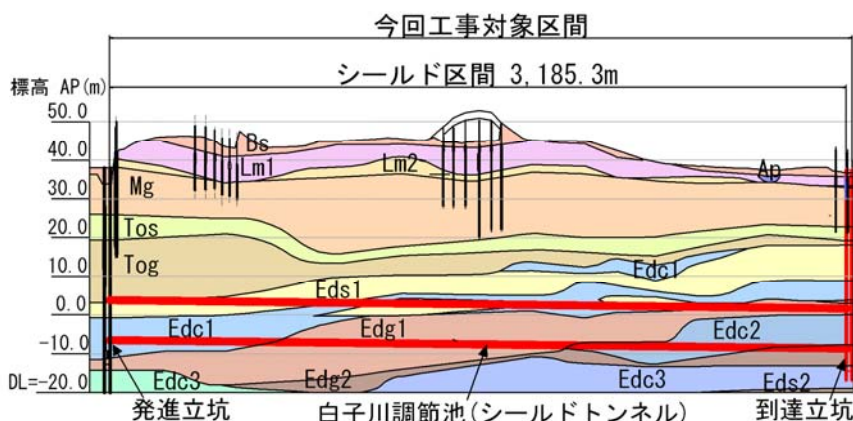


図-1 土質縦断面図

時代	地層区分	地層名	記号
完新世	二次堆積土層	埋土層	Bs
	腐植土層	腐植土層	Ap
	関東ローム層	ローム層	Lm1
更新世		凝灰質粘土層	Lm2
	武蔵野レキ層	砂レキ層	Mg
	東京層	砂質土層	Tos
	東京レキ層	砂レキ層	Tog
	江戸川層	第1粘性土層	Edc1
		第1砂質土層	Eds1
		第1砂レキ層	Edg1
		第2粘性土層	Edc2
		第2砂質土層	Eds2
		第3粘性土層	Edc3
		第2砂レキ層	Edg2

3. 覆工構造

本工事に用いるセグメントは、地下調節池トンネルのため内水圧に対応する必要がある。このため、高い耐荷性、粗度係数を抑えるための内面平滑性、シーリング材の膨張圧による割れ欠けを防止するため継手面にコンクリートが露出しない構造とする必要がある。これらの条件を満足する覆工構造として、嵌合方式コンクリート一体型鋼製セグメントを採用した（図-2、表-1参照）。

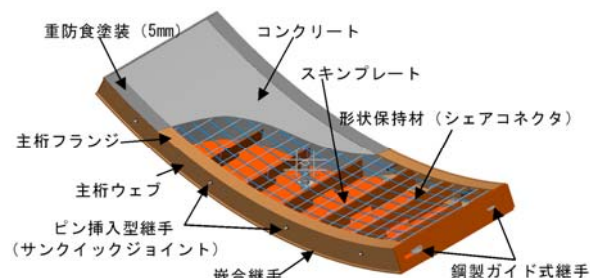


図-2 嵌合方式コンクリート一体型

鋼製セグメント概要図

キーワード 地下調節池、内水圧、合成セグメント、嵌合、内面平滑性、軸引張ばね

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木設計部 TEL 03-5381-5417

本セグメントの止水性は、内水圧および外水圧に対して、内外2条のシール材を配置することにより確保することとした。また、耐久性は、地山側は鋼材（スキンプレート）に1mmの腐食代を考慮することとし、内面側は鋼材（内フランジ）に1mmの腐食代を考慮し、さらに重防食塗装(5mm)を行うこととした。

4. 覆工設計条件

(1) 解析モデル

本セグメントの設計に用いる解析モデルは、2リング梁-ばねモデルとした。

継手のモデル化は以下のように設定した。セグメント継手は鋼製ガイド式継手を採用しており、そのモデル化は、内水圧により軸引張力が作用する場合、回転ばねに加えて軸引張ばねも考慮した。リング継手は嵌合継手とピン挿入型継手を採用している。セグメント設計においては、各々の継手の分担率が明確でないため、嵌合継手のみ、ピン挿入型継手のみをモデル化した各々のケースで構造成立することを確認した（図-3 参照）。

(2) 設計断面の設定

セグメント設計断面は、地下水位の分布、シールドトンネル通過層の土層構成に加えて、本調節池完成後に構築される可能性のある開削トンネル施工の影響を考慮して選定した。

(3) 荷重条件

本セグメントの設計に考慮する荷重は、土圧、外水圧、内水圧、自重および地盤反力とし、荷重の組合せは、空水時、平常時内水位および異常時内水位について、土圧の大小や外水圧の高低を考慮して決定した（表-2、図-4 参照）。

さらに本工事においては、将来、本トンネル上部に開削トンネルが施工される可能性も考慮し、以下の3つの荷重状態を検討した。

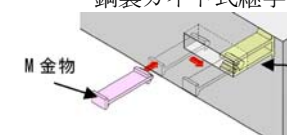
- ①白子川地下調節池完成時
- ②開削トンネル施工時
- ③開削トンネル完成時

上記3つの荷重状態のうち、②開削トンネル施工時（内水圧作用時）の荷重図を図-5 に示す。このように、外水圧に比較して内水圧が極めて大きく軸引張力が卓越するため、特にセグメント継手に厳しい荷重条件となった。

5. 覆工設計結果

覆工設計においては、次編以降に示す覆工構造的な性能確認試験（実物大継手曲げ試験、実構造系載荷実験）を実施し、内水圧に対応できることを検証した上で、上記条件に基づく構造設計により安全性を確認した。

表-1 覆工仕様

	一般部 (R=300m 以上)		急曲線部 (R=130m,140m)
	10,000mm		
内径			
外径	10,600mm		
幅	1,800mm		1,200mm
桁高	300mm		
セグメント分割	7 分割 (K 縮小)		
継手形式	セグメント 継手	鋼製ガイド式継手 	
	リング 継手	嵌合継手 	ピン挿入型継手 

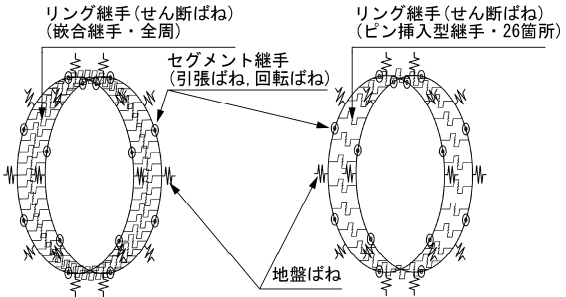


図-3 解析モデル概要図

表-2 荷重組合せ

荷重 ケース	管内の 状態	土 圧		外水圧		内水圧		自重	地盤 反力
		大	小	高	低	平常	異常		
Case 1	空水時	○		○				○	○
Case 2		○			○			○	○
Case 3	平常時	○		○	○	○		○	○
Case 4	内水位		○		○	○		○	○
Case 5	異常時	○		○	○		○	○	○
Case 6	内水位		○		○	○		○	○

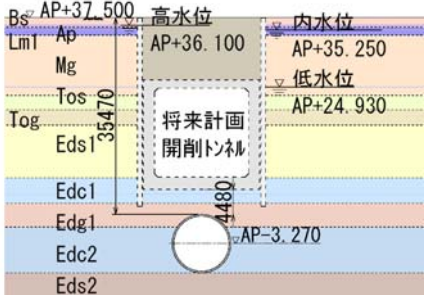


図-4 設計断面図例

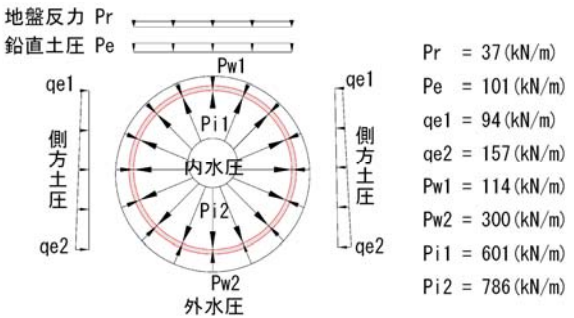


図-5 荷重図（開削トンネル施工時の例）