

III-1

一級河川横過シールドの計画および施工結果

大阪ガス㈱ 正会員 松田 隆之 正会員 古川 洋之
 ㈱鴻池組 正会員 新子 博 正会員 橋本 通夫

1. まえがき

大阪ガス㈱では、高圧天然ガス輸送導管敷設のため、一級河川桂川および鴨川を、その合流点付近においてシールド工法により横過した。この河川横過シールド工事は、堤体や河床への影響を防止するため、計画時点で事前に対策工法を案出するとともに、工事の実施に当たっては計測管理を含めた綿密な施工管理のもと無事工事を完了した。本文は、この工事のうち、一級河川横過に関わる計画上の要点と施工管理を中心に報告するものである。

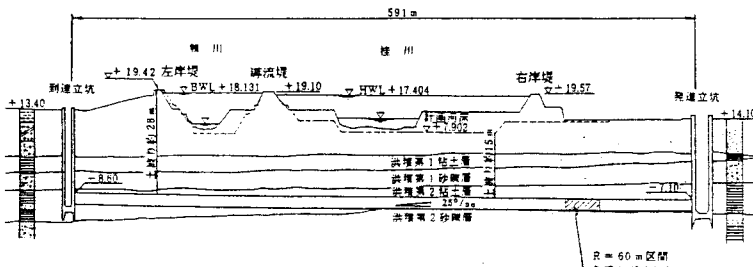
2. 工事の概要

工事名称： 近畿幹線第二西部ライン桂川・鴨川横過シールド工事
 工事場所： 京都市伏見区羽束師鴨川町 ～ 京都市伏見区下鳥羽円面田町
 工 期： 昭和61年12月 ～ 昭和63年12月
 トンネル縦断面図および工事主要諸元を図-1および表-1に示す。

表-1 工事主要諸元

トンネル工法		泥水加圧式シールド
トンネル延長	591 m	
トンネル深さ	OP-7.10 ～ OP-8.60 最大土被り 約 28 m	
トンネル勾配	— 2.5 %	
トンネル	内 径	φ 2,500 mm
	外 径	φ 2,850 mm
セグメント材質	鉄筋コンクリート	
立坑工法	ニューマチックケーソン	
立坑寸法	発 進	12.8 m × 10.6 m
	到 達	8.6 m × 9.1 m
立坑深さ	発 進	28.75 m
	到 達	29.25 m
ガス導管の配管	600A×650m, 300A×650m	

図-1 トンネル縦断面図



3. 計画上の要点

本工事の計画上の要点は、シールド施工中とトンネル完成後の河川への影響を防止することにあり、この観点に基づいて実施した検討内容とその結果決定した項目について表-2に示し、以下に要点を述べる。

まず、トンネル縦断は、全国的にも名高い酒造業地区に隣接しており、その地下水汲上げ施設が多いことから、地下水流の変動防止を第一のポイントとし、不透水性の洪積粘土層内掘進となるルートを選定した。次に、トンネルが堤体下部を貫通することによる洪水時の堤内地への地下水流出に対しては、裏込め注入を完全に行うことはもちろん、坑口外部の地盤改良および立

表-2 計画上の検討事項

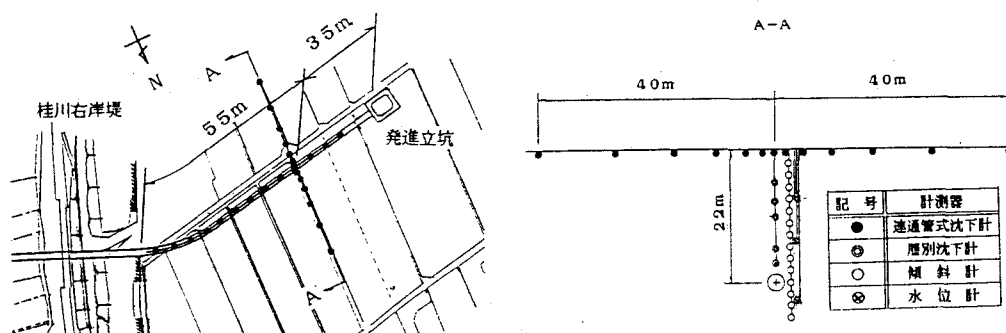
検討項目	検討内容	検討結果
トンネル土被り	トンネル掘進にともない、河床地盤内の地下水流が変動し、酒造業等の地下水汲上げ施設へ影響することが懸念され、地下水流予測を行った。	整備状態をなす洪積粘土層を掘進することに決定。
堤体への影響	河床変動にともない、トンネルが河床に露出し、トンネルに構造上の問題が発生することが懸念され、河床変動予測を行った。	8.0 m以上の土被りが必要との判断を得た。
堤体への影響	シールド掘進にともない、堤体の沈下や緩みを生じることが懸念され、地盤の変形予測を行った。	堤体への影響は殆どないと判断されたが工事中に十分な施工管理を行うことに決定。
洪水時対策	完成後において予想される洪水にともない、トンネルの外周および内部を通る堤内地への漏水が懸念され、流出予測を行った。	トンネル外周部を通る漏水は、立坑前面（トンネル接合部）に地盤改良を行い、防止することに決定。トンネル内部を通る漏水は、立坑下部の閉塞コンクリート打設により防止することに決定。
地震時対策	地震時におけるトンネルおよび立坑とトンネルの継手部での応力・変形が懸念され、耐震設計を実施した。	トンネル一般部は許容値に入るが、立坑とトンネルの継手部では許容値をオーバーするため、可換性継手を用いることに決定。
トンネル内部構造	ガス導管の維持管理面から空洞方式と中詰め方式の両者を比較検討した。	地震および温度変化により、ガス管に発生する応力の異なりにより、中詰め方式に決定。中詰め材料は、地震時に硬化化を生じない粒土分布の砂を選定。
その他	・シールド工法は、土圧バランスと泥水加圧の両工法を比較検討し、耐水圧性に優る泥水加圧式を採用。 ・カーブ掘進による堤体への影響を抑制するため、トンネルが堤体と直行する平面ルートを選定。 ・堤体部に近接して急曲線部があるため、余剰り量を低減する目的で、二階のアーティキュレート方式を採用。	

坑下部の閉塞コンクリート打設により対処することとした。また、施工中の堤体の沈下および緩みに対しては、検討の結果では大きな影響はないと判断されたが、安全を期するため、堤体部を掘進する前に計測区間を設置し、予備掘進管理を行った。これらについて、次に述べる。

4. 予備掘進管理の実施

堤体下部のN値10以上の洪積粘土層を泥水シールドが掘進する際の挙動を事前に予測し、掘進管理の方法や地盤改良の必要性等へのフィードバックをするため、シールド発進直後より事前計測を開始した。計測項目は図-2に示すように縦断方向の地表面沈下、横断方向の地表面沈下・側方変位および層別沈下・地下水位変動である。

図-2 事前計測の計器配置



さらに、計測に並行して、掘進管理方法の検討および地盤変形解析を行った。掘進条件の選定は、即時裏込め注入を前提として、掘進速度・泥水圧を変化させることにより行った。予備掘進管理の結果、掘進土層は比較的硬い洪積粘土層であり、掘進速度および泥水圧の変化が地盤変形に与える影響は、特になかった。地盤変形解析は、計画時において「バック・リマノなどの沈下量推定方法」で行っていたが、ここでは事前計測結果をもとに「逆解析による沈下量推定」を行った。沈下量の計画時推定値と逆解析による推定値の比較を表-3に示すが、計画時推定値に比べ相当沈下量が少なくなることが分かった。

表-3 各種地表面沈下量

	桂川右岸堤	導流堤	鴨川左岸堤
計画時推定値の平均	11 mm	10 mm	10 mm
逆解析による推定値	2 mm	2 mm	2 mm
最終の実測値	2 mm	3 mm	5 mm

これにより、粘性土が塑性変形を生じる

前、すなわち即時に裏込め注入を行うことが、地盤変形防止に効果のあることが判明した。

5. 堤体部の施工結果

予備掘進区間で決定した掘進管理方法を用いて堤体部を掘進した。各堤体には、横断方向の地表面沈下計および層別沈下計を設置し、掘進一箇月前から計測を実施した。その結果、沈下はほぼシールド通過後二週間以内に収束しており、最終の実測沈下量は、表-3に示すように逆解析による推定値とよく合致していた。

6. まとめ

一級河川横過シールド工事は、今後増加すると思われるが、本工事の場合多岐に渡る計画上の検討とその結果の施工への反映および堤体計測における事前計測の実施により、堤体部の地盤改良を行うこともなく安全に工事を完了した。このように、計画上の綿密な検討とその結果の施工への反映が非常に重要と考えられるので、同様な計画に対して本論文が参考になれば幸甚である。末尾ながら、計画時点から本工事に対して懇切な指導を頂いた「桂川横過計画の専門委員会」の方々に深くお礼を申し上げる次第である。