

片福連絡線大川シールド工事

Construction of Ohkawa Shield Tunnel in Katafuku Line

大貫 富夫 (おおぬき とみお)

日本鉄道建設公団大阪支社工事第二部 部長

木村 宏 (きむら こう)

日本鉄道建設公団大阪支社工事第二部工事第四課 補佐

高田 正治 (たかだ まさじ)

日本鉄道建設公団大阪支社工事第二部工事第四課 課長

月成 勝也 (つきなり かつや)

日本鉄道建設公団大阪支社中之島鉄道建設所 所長

1. はじめに

片福連絡線は、JR 学研都市線京橋駅と JR 宝塚線尼崎駅を結ぶ 12.3km の新線鉄道で、京都府南部や兵庫県の大プロジェクトを大阪都心に直結するほか、都市部の再開発や既設線の混雑緩和に資するために大阪都心部を東西に横切って建設される。

大川シールド工事は、この路線の最も起点部にあるシールド工事であり、本文では、施工における土質と掘進管理の関係について報告する。

2. 大川シールド工事の概要

大川シールドは、片町駅と南森町を結ぶ工事延長 1 040m、セグメント外径 7.00m の単線並列トンネルである。シールドは、片町駅西端部の立坑を発進基地として、桜之宮公園から大川（旧淀川）を斜めに

横過し、大阪造幣局の敷地下、国道 1 号直下を進む。途中、東天満交差点付近で大阪市営地下鉄谷町線の下を横断し、以後、この地下鉄と並進しながら南森町駅に到達する(図-1)。線形は、最小曲線半径 285 m、最急勾配が 32.9‰である。

また、一次覆工は一部铸铁製セグメント（桁高 25 cm）を用いるほかは、鉄筋コンクリートセグメント（桁高 30 cm）を用いており、二次覆工は施工しない。なお、駅名はいずれも仮称である。

施工に際しての主な課題は、次のとおりである。

① 大川横過

護岸として用いられている鋼矢板の根入れ部付近の近接施工。特に、左岸では、鋼矢板の支障する部分を事前に引き抜いた後シールドが通過する。

② 中間換気所立坑と共同溝立坑の近接施工

共同溝立坑とシールドの最小離隔が 35 cm、下り

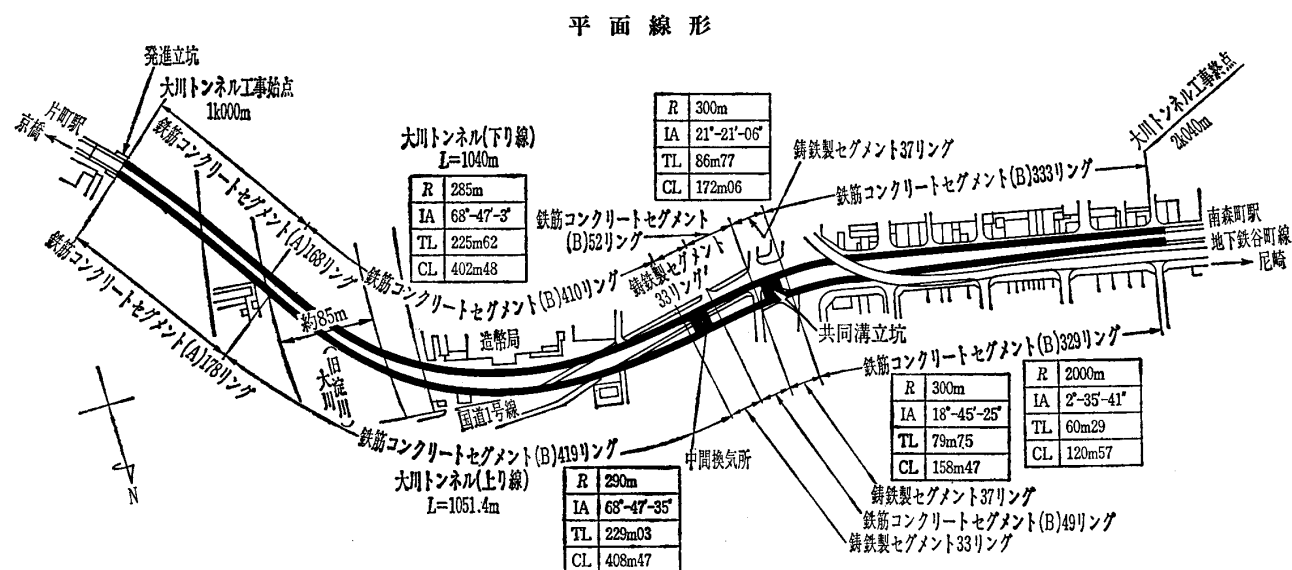


図-1 大川シールド路線平面図

工事報告

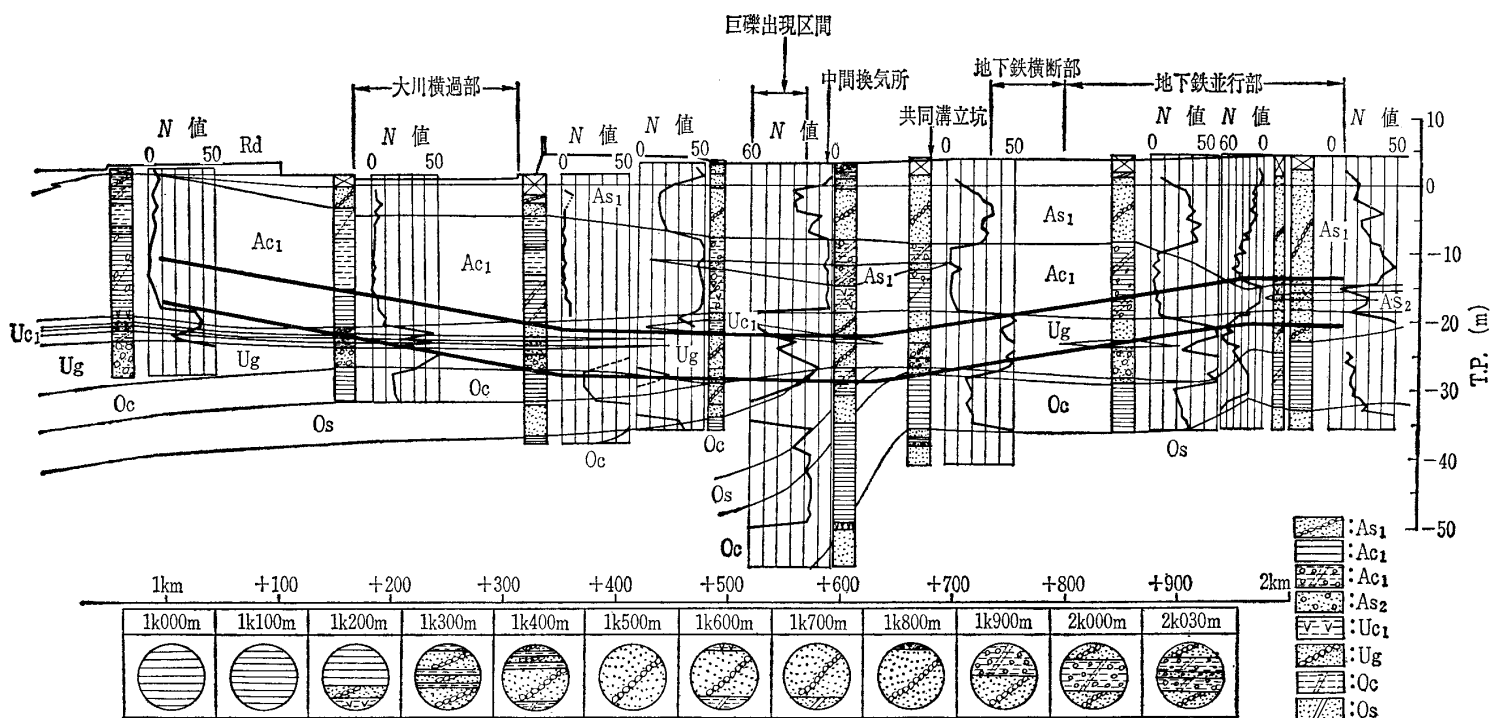


図-2 大川シールド地質縦断面図

線通過後に両立坑の RC 連壁が施工される。

③ 地下鉄谷町線との交差・近接施工

交差部では、離隔約11mで地下鉄の下を通過し、並行区間では、上下の離隔が5.6~11m、水平の離隔が最小1.6mである。

シールドの掘進は、まず、下り線を発進し、南森町駅（仮称）に到達したのち、上り線を掘進する。

3. 地 質

シールドが通過する区域は、大阪城北側に広がる大阪低地と東側に広がる河内低地の境界付近で、すぐ南に上町台地を控えた位置にある。

起点から600m地点までは、河内低地の延長と見られる軟弱な沖積粘土が厚く堆積するほぼ水平な堆積環境である。600mから700m地点は、大阪層群が急激に地表近くまで隆起している。ここから終点側では、この隆起した大阪層群が削りとられたのち堆積した洪積砂礫層や沖積粘土層と、その上に沖積砂層が堆積している。

シールドは、図-2の地質縦断面図に示すとおり、起点部から大川シールド付近までは、東大阪粘土と呼ばれる自然含水比が液性限界に近い軟弱な沖積粘土中をとおり、大川付近から、径2~30mm ぐらいの礫を含む洪積砂礫層あるいは沖積粘土層の互層中

を通過する。そして、起点から600~700m付近で、一部隆起した大阪層群がインバート部出現する。さらに、終端部付近では、掘削面に洪積砂礫層、沖積粘土層、沖積砂層の三つの層が出現してくる。なお、下り線掘削時には、洪積砂礫層の基底部付近で長径30cm程度の扁平な礫が出現した。

4. 泥水シールド工法の選定

大川シールドにおいては、主として、①河川横断トンネルで、 2kgf/cm^2 の水頭を持つ豊富な地下水を含んだ洪積砂礫層を掘進すること、②到達部付近が洪積砂礫層、沖積粘土層、沖積砂層など複雑な地層構成となっていること、③地下鉄谷町線の横断および近接施工があり、十分な掘進管理が必要なこと等の施工条件および掘進管理の容易さを考慮し、泥水シールド工法を採用した。

5. シールド機械の仕様

以上述べてきた施工条件に対応するシールド機の概要を図-3に、主な仕様とその選定理由を以下に示す。

5.1 カッター支持方式

カッター支持方式としては、粘性土のチャンパー内への付着に対して有利な中間支持方式を採用して

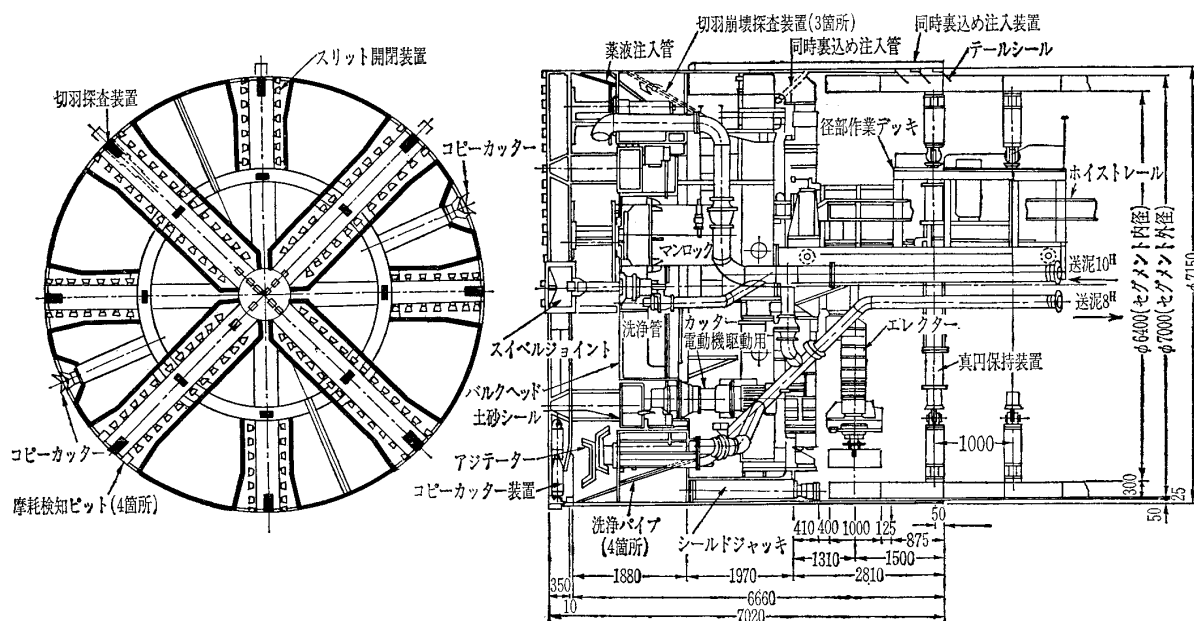


図-3 シールド機概要図

いる。これは、7 m程度のシールド機の一般的な支持方式である。

5.2 面盤開口率

面盤開口率は掘削土のチャンバー内への円滑な流入とともに切羽の安定にとって重要な要素であり、土質との関係で最も考慮すべき仕様の一つである。

本機では、スポーク形状（8本）を考慮し、発進部の粘性土および到達部の粘性土の付着とこれによる閉塞防止を主眼とし、開口率を23%とした。

5.3 スリット開閉装置

掘進停止中あるいは砂層、砂礫層掘進中の切羽崩壊に備えて、スリット全面に開閉装置を装着した。

5.4 カッタービット

長距離掘進用として開発中の耐摩耗性に優れた材質の改良ビットを試験的に18個装着している。

5.5 同時裏込め注入装置

発進部の軟弱粘土部や近接施工区間での地盤沈下を防止するため、テールボイドに対しテール通過と同時に裏込め注入材を充填できるよう、シールド機上部に2箇所の同時裏込め注入装置を装備している。

6. 掘進管理

6.1 切羽安定制御

切羽の安定は、泥水管理、掘進速度の調整、送排泥水量、掘削乾砂量の管理によって行っている。

泥水管理は、泥水の配合と泥水圧について行い、

表-1 掘削泥水配合

清 水	粉末粘土	CMC	比 重	粘 性	汙水量
1 000kg	430kg	1. 5kg	1. 20	27. 4sec	16. 8cc

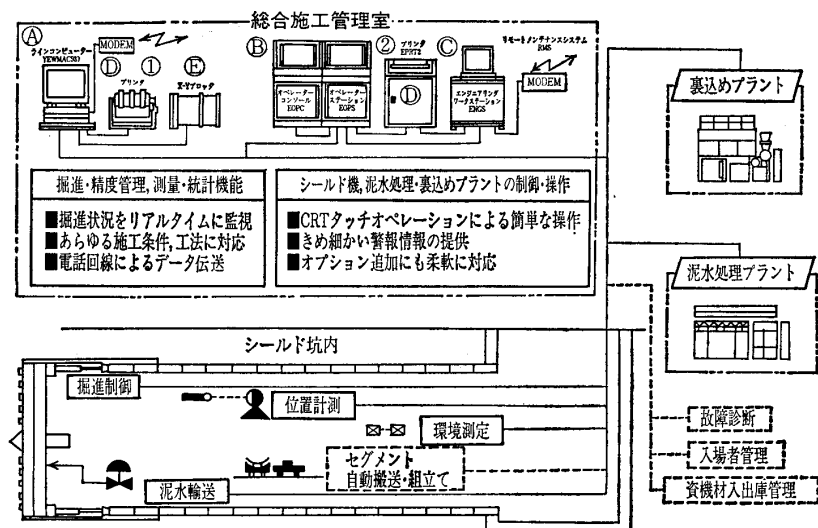
砂礫と砂質土に対応する配合をサンプリングした土質試料に対する試験結果から、表-1に示すように設定した。また、泥水圧は、砂質土区間では地下水圧+0.2kgf/cm²、粘性土区間では土水圧一体とした圧力+0.2kgf/cm²に設定した。ここで、0.2kgf/cm²は、圧力変動に対応するための設定値である。

掘進速度は、これまでの施工実績をもとに、軟弱粘土区間では可能な限り乱さず掘削し、かつ掘削土の排出ができるように設定し、砂質土や砂礫層の区間では切込み深さを小さくして崩壊を防ぐよう設定した。その値は、軟弱粘土区間で35～45mm/min、砂質土区間で25～35mm/minである。

切羽安定の監視のためには、掘削偏差流量（排泥流量－（送泥流量＋掘削土量））を指標とし、掘進速度の増減を考慮し、この値が0～-0.5m³となるように管理している。

掘削乾砂量は掘削による土砂の取込み過ぎを監視するもので、事前のボーリングデータから得られた地質情報をもとに、掘削される土砂の理論乾燥体積を算定し、実際に掘削された土砂の乾燥体積と比較して異常の有無を判断する。この理論掘削乾砂量は、前リングまでの統計値に対して±5%を限度に管理

工事報告



図一4 総合施工管理システム構成図

表—2 裏込め注入材配合（1 m³ 当たり）
（粘性土用）

セメント	ベントナイト	安定液	清 水	凝 結 材
273kg	73kg	2.7kg	790 l	91 l

(砂, 砂礫用)

セメント	ベントナイト	安定液	清 水	凝 結 材
288kg	81kg	2.9kg	770 l	91 l

している。

6.2 シールド機の方角制御

シールド機の方角制御は、①機械の位置・蛇行状態の測量、②測量データの演算処理、③方向修正量の算出、④推進ジャッキパターンの選定、⑤推進状態の監視計測の手順で実施している。

6.3 同時裏込め注入管理

裏込め注入材は、2液型可塑状系を使用し、その配合は表-2に示すとおりである。

注入の管理は注入圧と注入量の両方について行い、注入圧はセグメント強度以下で間隙水压の2～3倍以内、かつ、切羽泥水压以上との条件を考慮し、吐出口で切羽泥水压+0.2kgf/cm²程度とした。また、注入量は、地質条件により注入材の地山への浸透、加圧による圧入、脱水圧密等が変化することを考慮して設定し、テールボイドに対する注入量の割合は、

粘性土区間ではおおむね120～130
%, 砂質, 砂礫土区間では150～
155%程度としている。

6.4 施工管理システム¹⁾

ここでは、今回新たに開発したシールド総合施工管理システムを採用している。このシステムは、「掘進管理」「自動測量」「自動方向制御」「流体輸送計装」などの各システムを高速ネットワークで結び、信号・情報を一元化し、地上に設置した総合施工管理室で統合し、シールド機器を遠隔集中操作するものである。そのシステム構

成を図-4に示すが、これにより高精度の掘進が可能となり、安定した掘進が確保できるとともに、集中操作による省力化が実現された。

6.5 管理の実績

推進管理の実績の詳細は、誌面の関係上、別の機会に譲るものの、下り線1040mの掘進を完了した段階では、発進部の軟弱粘土区間、大川横断部、地下鉄交差部、地下鉄並行区間のいずれについても、良好な成績を収めている。

7. おわりに

大川シールドの上り線は平成4年12月に発進し、本格掘進のための段取換えを行っている。これから近接施工を始めとする重要区間の施工に取り掛かるところであり、これまでの施工実績を十分活用し安全な施工を行いたいと考えている。

おわりに、このシールド工事に際し数々のご示唆
とご指導を賜った片福連絡線技術委員会の諸先生
方を始めとする関係の皆様方に厚くお礼申し上げま
す。

参考文献

- 1) 高田正治・石村勝宏：片福連絡線大川シールド工事におけるシールド総合管理システム，土木施工，34巻1号，pp.33～39，1993.

(原稿受理 1993. 2. 4)