

共同溝トンネル工事の高速施工実績

紀伊 吉隆¹・酒井 学²

^{1,2} 鹿島建設株式会社 関西支店 土木部 (〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見2-2-22 (マルイトOBPビル))

国土交通省近畿地方整備局より出件された大阪北共同溝寝屋川門真地区工事は、高度技術提案Ⅱ型総合評価落札方式にて出件され受注した。その技術提案の要求事項として様々な項目があったが、その項目の中で「施工日数の短縮（共同溝（シールド工）の工期短縮）」に対し、大幅な短縮を提案した。

本報告は、実施工において「品質確保と高速施工（生産性向上）」をテーマに、様々な創意工夫を実施して履行した実績について報告するものである。

キーワード 技術提案，工期短縮，品質確保，高速施工，創意工夫

1. 工事概要

(1) 全体事業概要

大阪北共同溝工事は、京都と大阪を結ぶ延長約28.3kmの道路事業の一環として、第二京阪道路副道下に沿線住宅のライフラインであるNTTや関西電力の電線、大阪ガスのガス管を収納する幹線共同溝をシールドトンネルや立坑・分岐シャフト立坑にて築造する工事である。

(2) 工事概要

工 事 名：大阪北共同溝寝屋川門真地区工事
 発 注 者：国土交通省近畿地方整備局
 施 工 者：鹿島建設株式会社
 工事場所：寝屋川市高宮地先～門真市樟島地先
 工 期：2009(H.21).2.28～2012(H.24).2.28
 主要工種：

寝屋川シールド 内径φ3,250mm×L2,658m

泥水式（マシン外径φ3,660mm）

門 真シールド 内径φ3,900mm×L3,029m

泥水式（マシン外径φ4,310mm）

発進立坑 1箇所

（ニューマチックケーソン工法）

中間立坑 1箇所（開削立坑）

到達立坑 1箇所（開削立坑）

分岐シャフト立坑 5箇所

（RCセグメント圧入ケーソン工法）

(3) 共同溝線形

平面線形は、第二京阪道路副道に沿ったトンネル線形であり、曲率半径200mを最小とし、300m・600mを組み合わせた線形である。また、第二京阪道路の橋脚杭との離隔を1m以上確保している。

縦断線形は、硬質安定地盤へトンネルを構築することを大前提とし、洪積砂礫層・洪積粘性土層で土被りは15～25mである。また、トンネルの維持管理面から縦断勾配は0.2%を最小としている。

路線にある河川（讃良川・寝屋川）とは1.5D以上、また埋設管路（地下河川構造物）とは1D以上の離隔を確保した線形である。

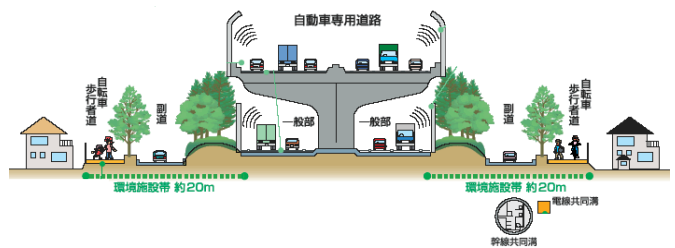


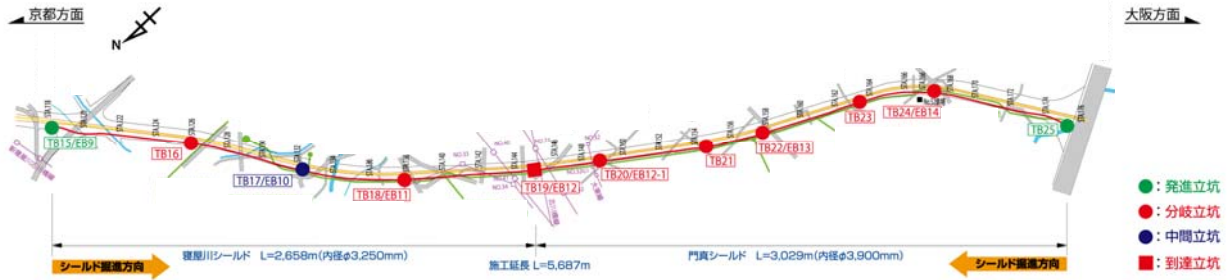
図-1 第二京阪道路と幹線共同溝

(4) 地盤特性

大阪平野東部の河内平野と呼ばれる低地に地形区分され、標高3～5m前後の平坦地である。全線を通じ、上側には沖積砂層・粘性土層（N値＝0～2）が分布し、その下側には上部洪積層が厚く広がる。上部洪積層にはMa12と呼ばれる海成粘土層が存在するが、N値は10前後と比較的硬質である。

図-2 に、路線平面図と地質縦断図を示す。

路線平面図



地質縦断面図

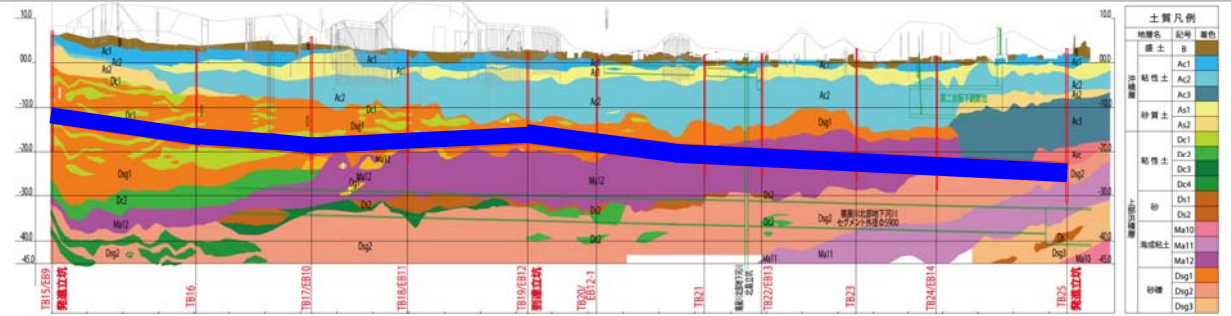


図-2 路線平面図・地質縦断面図

(5) 共同溝標準断面図

図-3 に、共同溝の標準断面図を示す。

トンネル構築完了後、インバートコンクリートや添加金物が設置される。以後、参画企業者により電気・通信・電話線が敷設され、共同溝として供される。

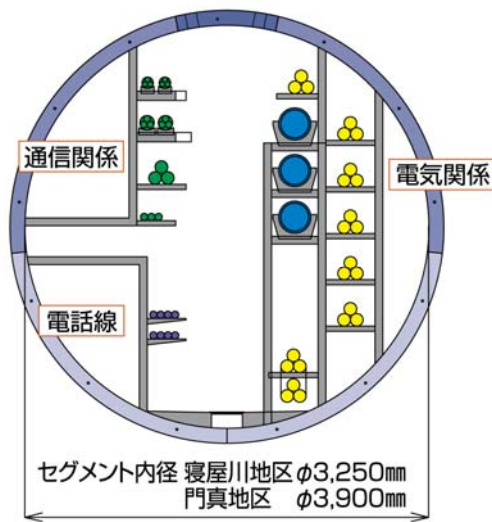


図-3 共同溝標準断面図

(6) セグメント仕様

厚み：145mm
分割数：5分割
幅：1,400mm
継手：ワンパス方式



図-4 セグメントピース図

2. 高速施工の実現

(1) 技術提案内容

シールド工（掘削機の製作～一次覆工完了）の工期短縮に対し、12.4ヶ月を提案した。その詳細については、シールドマシン仕様・セグメント組立・作業効率（掘進稼働率）等により、その工期を履行するものとした。

具体的には、一次覆工における日進量・月進量は、今までの実績を遥かに超える 600m/月以上の高速掘進である。

(2) 創意工夫

以下に挙げる実施項目は、技術提案した項目を除き実施した事項である。その内容は、詳細施工計画策定時やシールド掘進初期段階において生じた事象に対し取り組んだものである。

a) RCセグメント防護措置

セグメント組立時間短縮の観点から、分割数を6分割から5分割としたことで、トンネル内での取り回しのクリアランスが少なくなる。そのため、セグメントピースコーナー部接触による割れ欠け防止を目的とし、防護カバーを設置した。

この対策により、品質確保と取り回し時間の短縮も図れ、掘進サイクルの向上に繋がった。



写真-1 R Cセグメント搬送状況

b) 吊金物の軽量化

高速施工を実現するには、R Cセグメントの搬送～組立作業を繰り返すこととなる。一般的に、通常作業の2倍に近い作業量となるが、セグメント分割数低減・セグメント幅の幅広化により、その作業は低減されるものの、1.5倍程度の作業となる。そのため、作業員の労働負荷低減を目的に、セグメント搬送・組立に必要な吊金物の軽量化を行った。

具体的には、強度確保を前提に鋼鉄製のものからアルミ製(ジュラルミン製)にすることにより、7.0kgから2.5kgへの軽量化を実現した。

このことにより、繰り返し作業による疲労軽減・安全性向上・組立時間の短縮に繋がった。

実績について図-6に示す。

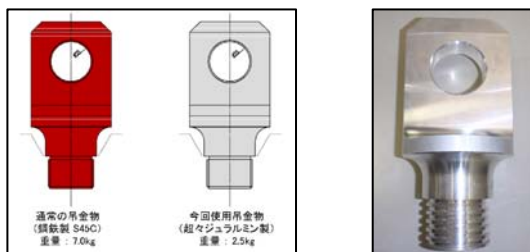


図-5 R Cセグメント吊金物図

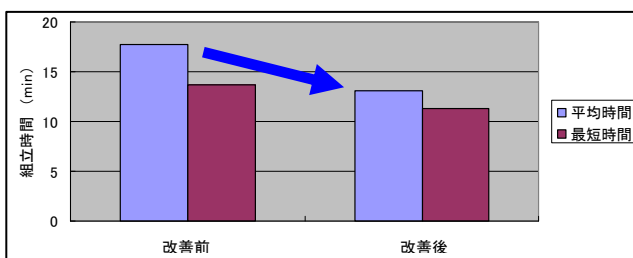


図-6 R Cセグメント組立時間推移グラフ



写真-2 吊金物取付状況

c) 円形移動装置の開発・実用化

門真シールドは寝屋川シールドと比べ、施工延長が約600m長く、立坑深度も30mと深い。この前提条件を受けて、通常は、図-8のようにトラバーサ方式+資材搬送設備2編成にする。しかし、搬送サイクルの効率や安全上の観点から見ると、一考の余地があると考えられる。

このことから、以下のコンセプトにより新型装置の開発を試みた。

- ・各台車を切り離さない (安全・サイクル)
- ・円形立坑内に収まる (物理的構造)
- ・軌道装置に該当しない (法規制)

この3点を満足することで、安全性が向上し、セグメント積込時間短縮の効果が期待出来る。

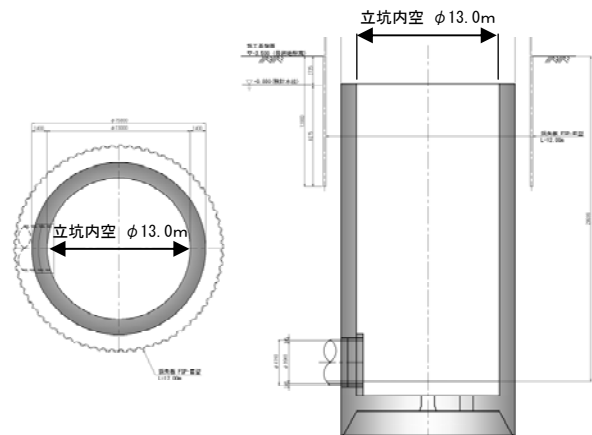


図-7 発進立坑構造図

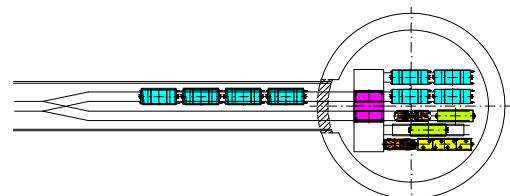


図-8 従来 (トラバーサ) 方式概略図

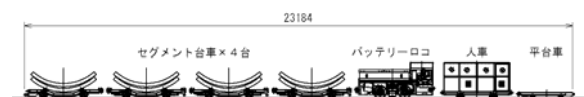


図-9 資材運搬台車編成図

この開発コンセプトを受けて、「円形移動装置」の開発を行い、実際に門真シールドに適用した。

その結果、従来のトラバーサ方式と比べ、安全性が格段に向上したことに加え、積込時間も半減し10分程度で実施することが可能となり、門真シールド掘進完了まで切羽部でのセグメント供給待ちちは生じず、長距離高速施工に十分に寄与する装置であることが確認出来た。

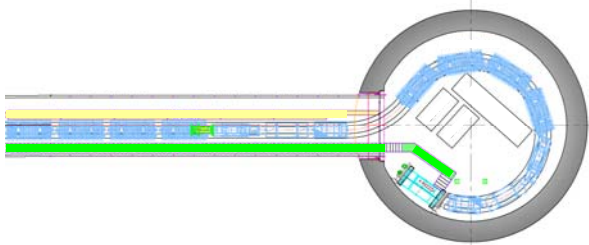


図-10 円形移動装置概略図

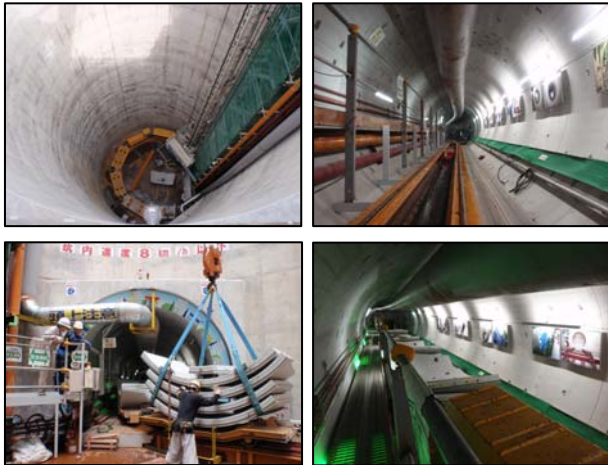


写真-3 円形移動装置使用状況

d) 見学者対応

掘進作業において、サイクルに影響を与えるものとして見学者対応が挙げられる。これは、見学者の安全を考慮することから一時作業を中断するためである。

当工事では、最終800名程度の見学者を招いたが、一部（国交省主催による一般公募見学会）を除き、すべて掘進作業を実施しながらの開催であった。

これは、安全性の確保を大前提として、見学者ルートを設定すると共に、見学者にシールド工事の臨場感を体験頂けるように工夫を凝らした結果である。

以下に具体事例を挙げる。

- ・施工サイクル連のビデオ撮影・上映
- ・見学者ルートの整備（エレベータ等）
- ・シールド坑内展示ブースの設営
- ・工事状況写真パネルの設営
- ・中央管理室等のリアルタイム映像

これらの実施により、掘進作業を中断することな

く、かつ見学者には地下構造物の壮大感やシールド工事現場の臨場感を体感頂いた。



写真-4 現場見学状況

e) その他実施事項

先のa)～d)に挙げた事項以外にも様々な対策を実施している。その内容について、以下に列記する。

これらの実施事項が功を奏し、全体工程にも大きく寄与する結果となった。

- ・マシン排泥管内異物回収蓋設置
- ・振動篩網への高粘性粘土付着防止措置
- ・坑内インバートシート養生
- ・その他



写真-5 異物回収状況および回収蓋設置状況



写真-6 高粘性粘土付着防止措置実施状況

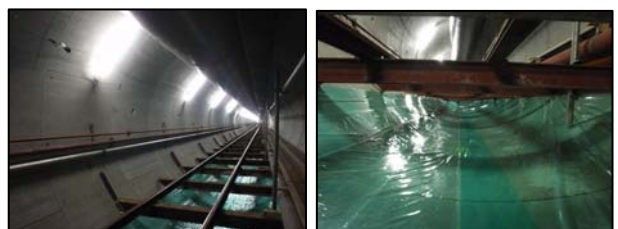


写真-7 インバートシート養生状況

3. 高速施工実績

(1) 寝屋川シールド

当シールドは、第二京阪道路開通間際であったが、作業ヤード確保が出来たことから、門真シールドに先立って掘進を開始した。途中、隣接工区の到達作業により、一時掘進作業の中断があった。また、地中障害物（第二京阪道路により用地を空け渡したプラントタンク基礎杭の残骸）により掘進が一時停滞したが、中間立坑スルー掘進を含め順調に掘進を続け、無事到達した。

(2) 門真シールド

当シールドは、本工事での発進立坑築造完了後、関連工事との工程調整により、発進時期が遅れた。また、寝屋川シールドと同じく地中障害物（第二京阪道路により用地を空け渡した関西電力鉄塔杭の残骸）と、高粘着な海成粘土により掘進が一時停滞したが、寝屋川シールドで実施した工夫を引き継いで掘進を進め、無事到達した。

(3) 実 績

高速施工の実現は、先に記した創意工夫により、掘進施工サイクルの短縮が図れた結果である。

掘進施工サイクルとしては、掘進速度・セグメント組立時間の各々の作業短縮、また、全体工程としては、掘進稼働率を上げ、日々コンスタントに高速施工を継続させることが必要である。

これら各項目について、創意工夫の効果が十分に表れた。両シールドの実績を表-1 に示す。

表-1 掘進実績一覧表

	寝屋川シールド	門真シールド
最大掘進速度	68mm/min	65mm/min
最小组立時間	10.1min/リング	11.2min/リング
掘進稼働率	0.974	0.902
最大日進量	32.2m/日	36.4m/日
最大月進量	708.3m/月	804.9m/月

4. まとめ

本シールド工事は、発注者の要求事項である工期短縮に対して、十分な実績を残し竣工した。これは、数々の創意工夫により実現出来たものであるが、これらの実施事項は、計画時や掘進初期段階に様々な検討を行い、改善・改良活動を繰り返した結果である。

これらを掘進実績として数値化してみると、今回の高速施工を改めて実感する。最後に、実際、作業に従事して頂いた作業員に感謝する。

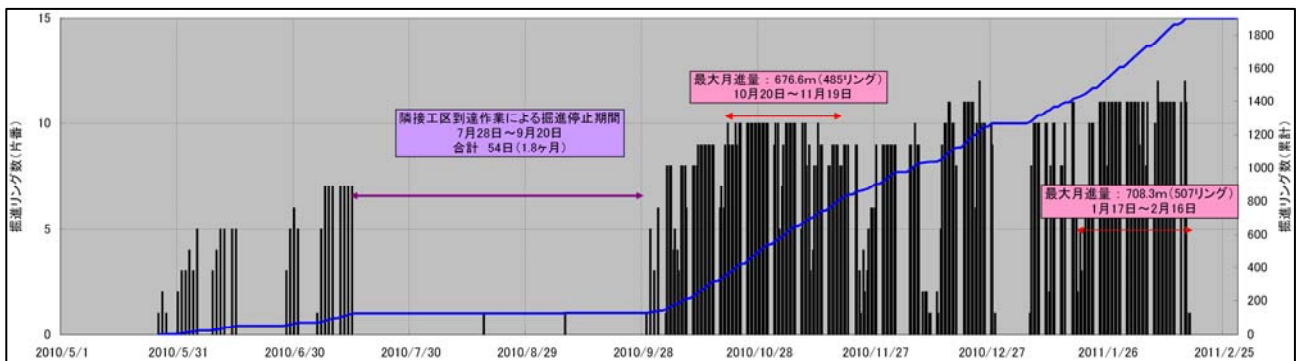


図-11 寝屋川シールド掘進実績

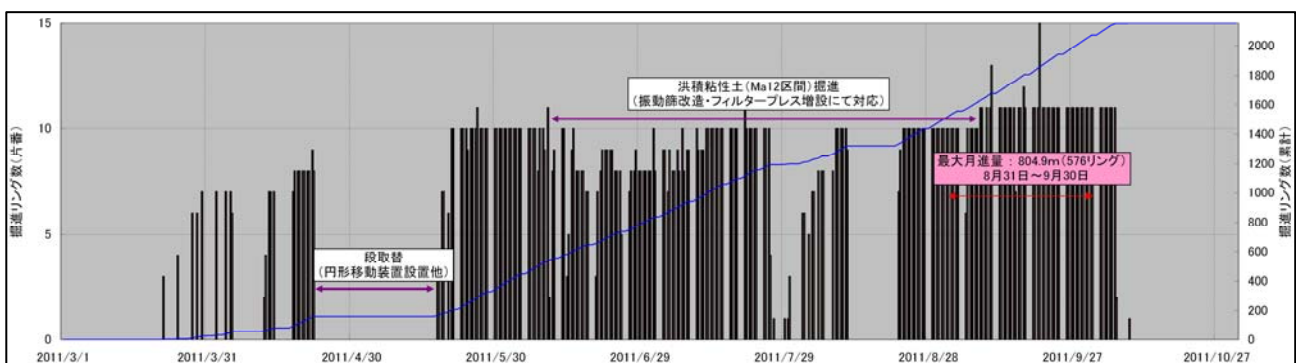


図-12 門真シールド掘進実績