

4車線化工事に伴う供用中路線のトンネル坑口改築

田中直樹・山下裕司・西森嘉昭

阪和自動車道（海南IC～有田IC）4車線化工事は、完成2車線で整備された高速道路を4車線にする工事である。4車線化工事における既設道路の改築において、従来、対面通行で利用されていた既設道路を片側2車線とし、本線の制限速度を60キロから80キロに向上させることに伴い、下津ICの合流車線を延長する必要がある。同ICは前後がトンネル間に挟まれた狭隘な箇所になり、既設道路の1車線通行を最低限確保するため、車線への防護工を行った上で、トンネル覆工を撤去して新たな坑門を構築する工事を行った。

本稿は、供用中の道路における防護工の計画・設置、覆工コンクリート切断・撤去等の施工方法について述べるものである。

キーワード：トンネル、高速道路、覆工撤去、活線施工、安全対策

1. はじめに

阪和自動車道（海南IC～有田IC）は、昭和59年3月に完成2車線として開通した。当該区間の交通量は年々著しく増加しており、渋滞が顕著に発生していることから、早期から4車線化が望まれていた区間である。

当該区間の4車線化工事は、将来の4車線化が考慮されていない完成2車線で整備された高速道路を4車

線に改築する工事であり、従来、対面通行で利用されていた既設道路（Ⅰ期線）の東側に並行して白浜方面の2車線道路（Ⅱ期線）を建設、平成22年7月に供用を開始した。その後、Ⅰ期線の2車線化工事を行い、平成23年5月21日に4車線化工事が完成した。



図一1 全体位置図



写真一1 着手前（対面通行）



写真一2 4線化開通後

I期線の2車線化工事において、従来、対面通行で利用されていたI期線本線の制限速度を60 km/hから80 km/hに引き上げることに伴い、下津ICの合流車線を延長する必要がある。同ICはトンネルとトンネルの間に挟まれた狭隘な箇所在り、I期線の1車線通行を確保するため、車線への防護工を行った上で、トンネル覆工を撤去して新たな坑門を構築する工事を行った。

本稿は、供用中の道路における防護工の計画・設置、土砂掘削、及び覆工コンクリート切断撤去等の施工方法について述べるものである。

2. 施工上の課題

活線施工を行うための防護工として、鋼製門型プロテクター（以下「プロテクター」という）を40 mにわたって設置することとしたが、夜間通行止めの期間及び作業時間が限られており、他工事との関係により計4夜間でプロテクターを設置する必要がある。

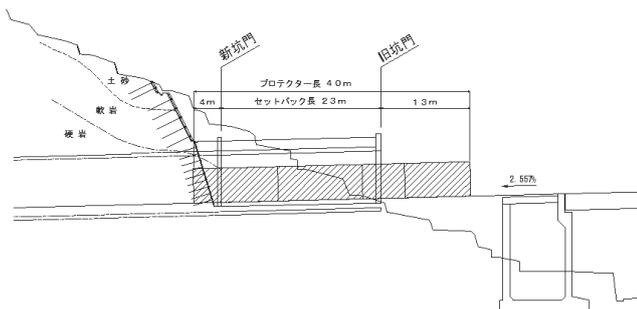


図-2 トンネル坑口部縦断面図

3. プロテクター計画と施工

(1) プロテクター計画の概要

プロテクターの構造については、夜間通行止め期間における時間的制約から施工性を重視し、山留め材による門型枠を50 cmピッチに配列し、その間は鉄板をボルトで固定する構造とした。また、運搬については、台車の水平保持が容易で微移動の可能な多軸式特殊台車を使用することとし、1ブロックを最大12 mとして、1日1ブロックを運搬し4日間で据え付ける計画とした。

(2) プロテクター設計に考慮する荷重

プロテクターは高速道路を通行する一般車の視線誘導と目隠しの役割を果たすとともに、不測の事態に備えて、以下に述べる荷重に対して安全を満たす設計とした。

①内側からの高速通行車両の衝突荷重

- ②掘削中の重機・土砂・覆工の全鉛直荷重
- ③覆工コンクリートブロックの落下衝撃荷重
- ④覆工コンクリート撤去途中の切断ブロックがもたれかかる水平偏荷重
- ⑤新坑門構築時の型枠支保工としてのコンクリート打設荷重
- ⑥作業構台としての資機材および移動式ミニクレーンの作業荷重

(3) コンクリート落下衝撃荷重

設計荷重の中でも特に考慮すべきである落下衝撃荷重については、切断コンクリート片75 kN（幅75 cm、高さ80 cm、長さ5.0 m）が2.0 mの高さから落下したとして、Hertzの衝突理論を適用して導いた式を用いて算定した。

落下衝撃荷重 P_{max} は2,232 kNとなり、これが天端に敷き詰めた鉄板（幅6.0 m×幅1.5 m×厚み25 mm）を介して門型枠に分散されるとして1枠あたりの荷重を算定し、平面骨組解析により断面力を算出し各部材の応力照査を行った。

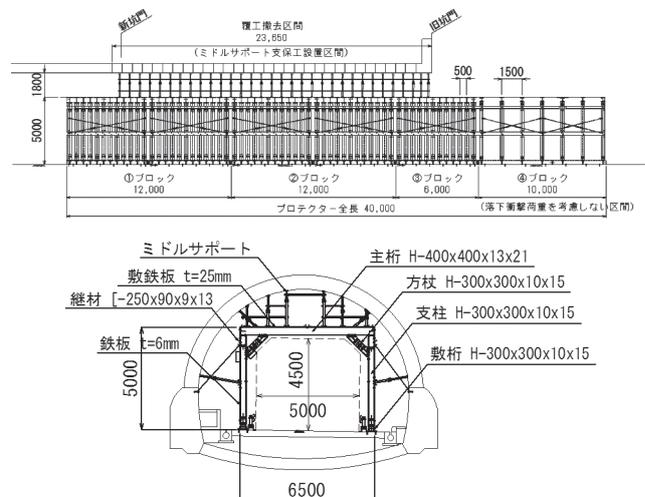


図-3 プロテクター構造図

(4) 試験施工

運搬据付けに対しては、懸念事項を洗い出し、作業遅延のリスクを排除するために、計画サイクル通りに施工できるかどうか実機試験を行った。

試験では、据付や接続作業の施工性を確認するとともに、各作業時間を把握するために、地組ヤード内で実物を使って確認した。

また、夜間通行止め初日を利用して、地組ヤードからランプ部へ実際に移動することで、架台の安全性や高さ調整、多軸式特殊台車の有効ストローク長や勾配や不陸への対応についても確認した。

(5) 1 夜間の施工サイクルの実績

夜間通行止め開始から終了までの1夜間の施工サイクルの実績は図-4に示すとおりであり、予定どおり計4夜間の通行止めでプロテクターの運搬据付けを完了することができた。

内容	時間	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
管理者確認			▼通行止開始									▼作業終了	▼開放
交通規制材移設			■	■	■	■							
プロテクター運搬					■	■	■						
プロテクター据付							■	■					
接続、脚部アンカー								■	■	■			
照明ダクト取付								■	■	■	■		
交通規制材復旧											■	■	
後片付け													■

図-4 一夜間の施工サイクル



写真-3 多軸台車運搬・据付け状況

4. 掘削施工

万が一、掘削中に覆工コンクリートが崩壊し、土砂とともに重機がプロテクター上に落下するという最悪のケースを想定し、プロテクターが損傷することのないよう、ミドルサポート支柱（許容荷重 70 kN/本）を全面的に配置して仮受けを行った。

また、掘削方法については高さ約 3 m を掘削してモルタル吹付、ロックボルト打設を繰り返す逆巻き施工とし、図-5に示す計測工を併用して慎重に掘削を進めた。



写真-4 ミドルサポート設置状況



写真-5 掘削状況

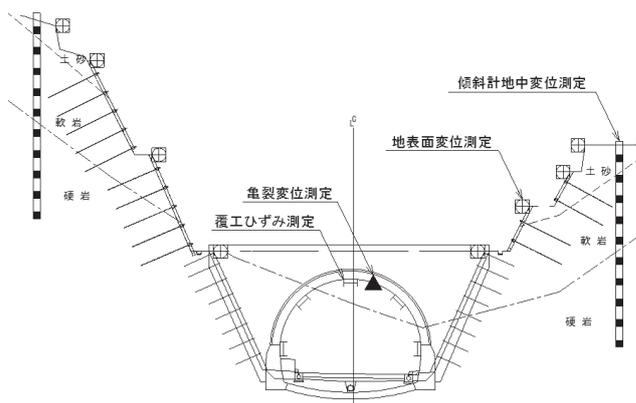


図-5 計測工断面図

5. 覆工コンクリート切断撤去

(1) 既設トンネルの構造

藤白トンネル南坑口部は側壁先進導坑 + 上半縫地矢板工法で施工されており、坑口から約 8 m は明巻き区間、4 m は坑口付け区間、残り 10 m は掘削区間で、鋼製支保工のスペック及びピッチは図-6に示すとおりで、撤去するコンクリートの厚みは合計で 725 mm ~ 800 mm 程度であった。

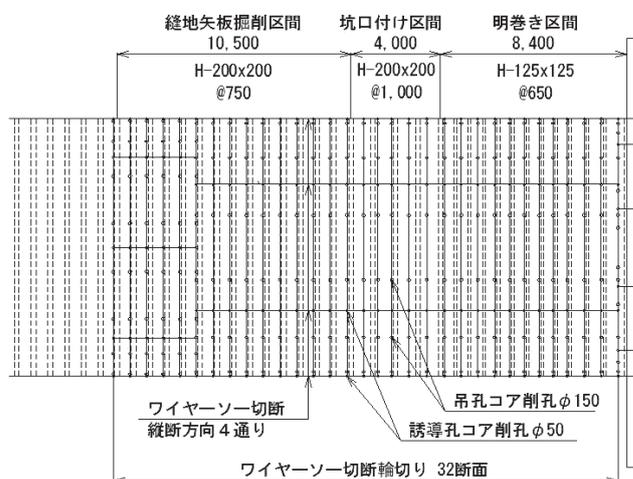


図-6 既設トンネルの鋼製支保工図

(2) 切断撤去手順

切断撤去工は以下の手順で行った。

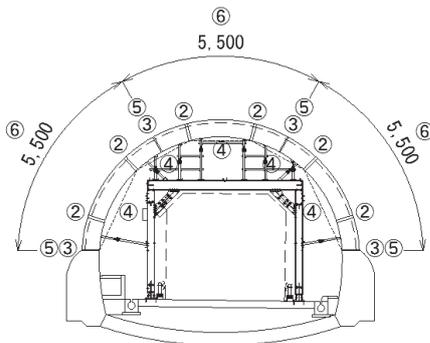
①準備工（足場、水養生、泥水処理設備）（写真—6）



写真—6 足場設置状況

- ②φ 150 mm 吊り孔コア削孔（6本／断面）
- ③φ 50 mm 誘導孔コア削孔（4本／断面）
- ④鋼製支保工ピッチに合わせて32断面に、ワイヤーソーにて輪切り（図—7、写真—7）
- ⑤左右60度・両脚部の4ラインを縦断方向に切断
- ⑥100tクローラクレーンにて吊り出し
- ⑦10tダンプで現場搬出、産業廃棄物処理場へ
- ⑧⑤～⑦を繰り返し（写真—8～10）

ワイヤーソーによる輪切り作業は、アーチ内側のワイヤーが直線的にはらみ出すため、プロテクターに接触しないように、分割数を細かくし、5分割で切断した（図—8）。



図—7 覆工切断概要図



写真—7 輪切り状況



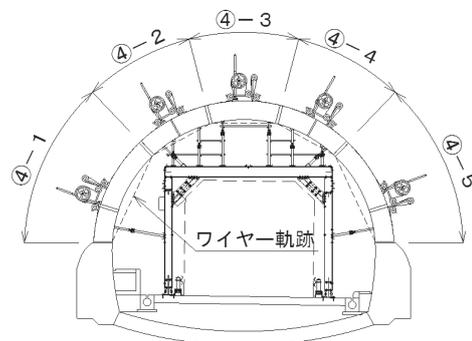
写真—8 縦切り状況



写真—9 吊り出し状況



写真—10 積み搬出状況



図—8 輪切り切断分割図

クローラクレーンによる切断ブロックの吊り出しは、プロテクターへの落下衝撃荷重で設定した通り、2m以上吊り上げないように、水平レーザーと監視員により施工管理を徹底した。

(3) 泥水処理

工程的な制約から、ワイヤーソー4～5台で昼夜連続作業となったため、1日約40t以上の切断水を使用するために大量の泥水が発生した。この泥水が漏水し、供用路線内に落下しないように、プロテクターの目地は全てシール処理し、シート、水槽、樋で何重にも養生を施し、側部に設けたピットに集水して回収するように努めた。

また、回収した泥水はポンプ圧送し、フィルタープレスを通して脱水ケーキと分離し、清浄化された水をまた切断水として循環利用した。



写真-11 泥水処理設備

6. おわりに

本工事は、供用中の高速道路上において、1車線通行を確保しながら、既設トンネルの覆工を撤去し、新たに坑門を構築するという全国でも例を見ない活線施工の工事であった。

既設トンネルは約30年前にしゅん功していることから、実際に掘り出してみないとわからない部分も

多々あり、不測の事態に柔軟に対応できる計画としておくとともに、事前の試験施工により工程遅延のリスク低減を図ることが重要なポイントであった。また、常にお客さまの視線にさらされている現場であることから、視線誘導や目隠しなど、通行されるお客さまへの配慮と徹底した安全管理の結果、全期間にわたって無事故・無災害で完工し、平成23年5月21日の4車線化完成を迎えることができた。

最後に、ご指導いただいた関係機関の皆様に厚くお礼申し上げますとともに、本稿が、供用中路線における活線施工の一助になれば幸いである。

JCMA

【筆者紹介】

田中 直樹 (たなか なおき)
 ㈱竹中土木
 阪和自動車道藤白トンネル覆工撤去工事
 現場代理人



山下 裕司 (やました ゆうじ)
 ㈱竹中土木
 阪和自動車道藤白トンネル覆工撤去工事
 工事担当課長



西森 嘉昭 (にしもり よしあき)
 ㈱竹中土木
 阪和自動車道藤白トンネル覆工撤去工事
 工事担当

