

山岳トンネル掘削に干渉する廃坑道対策

(株) 竹中土木 大阪本店 正会員○藤田豊彦 山下裕司
黒木祐志 山内佑太郎
(株) 竹中土木 技術・生産本部 正会員 市川晃央
国土交通省 奈良国道事務所 鴻野宏志
国土交通省 奈良国道事務所 大和高田出張所 増田寛四郎

1. はじめに

水泥トンネルは、奈良県の大和郡山市～五条市の間で建設中の大和御所道路に計画された延長1,172m、内空断面積77.3m²の山岳トンネルである。なお、本トンネルの到達坑口付近には、かつて銅鉾山が存在していたと言われており、その周辺には廃坑道の入口と思われる穴が多数点在する。従って、トンネル計画時から、新設トンネルと廃坑道が近接または交差する可能性が懸念されており、その場合、トンネル掘削時に対策が必要であると考えられていた。本論文では、水泥トンネルと廃坑道が近接する区間において実施した廃坑道対策について報告する。

2. 廃坑道の位置及び状態

新設トンネルと廃坑道の位置関係および廃坑道の状態を把握するために、事前に3Dレーザースキャナを用いて廃坑道調査を行った¹⁾。その結果、廃坑道は概ね直径2m程度であり、図2に示すように上部から下りてきた廃坑道が新設トンネルのインバートの位置で交差し、そこで崩壊して水が溜まっていること。更に、到達坑口付近から新設トンネルに沿って廃坑道が続いており、廃坑道入口から40m程度奥に進んだ地点で崩壊していることが確認された。廃坑道内部の状況を写真1に示す。



到達坑口付近



廃坑道交差部付近

写真1 廃坑道内部の状況



図1 水泥トンネル位置図

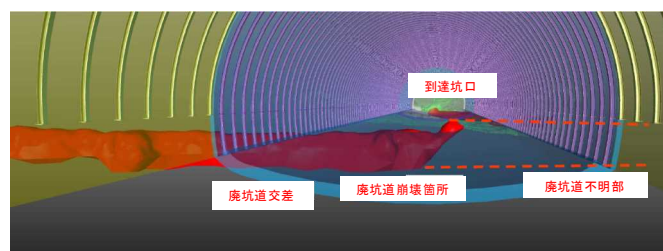
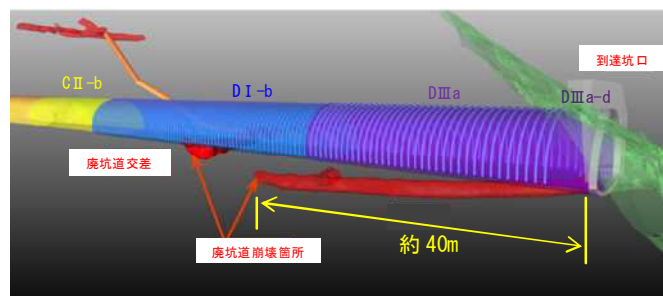
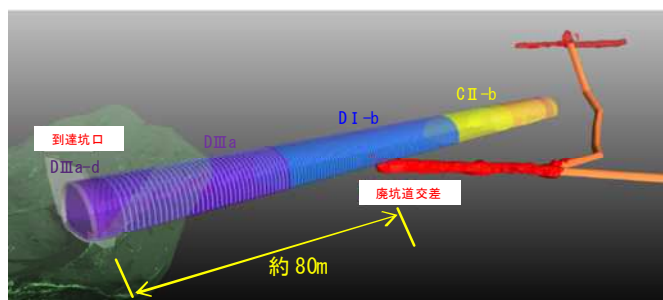


図2 新設トンネルと廃坑道の位置関係

キーワード 山岳トンネル, 廃坑道, 空洞充填

連絡先 〒541-0053 大阪市中央区本町 4-1-13 (株) 竹中土木大阪本店 TEL 06-6252-4564

3. 廃坑道対策の内容

前述の廃坑道調査の結果を踏まえ、トンネル掘削時の安全性確保や切羽停止による工程遅延の回避、およびトンネル供用後の変状防止を目的とし、廃坑道近接区間において廃坑道の先行充填対策を実施した。

なお、対策範囲は長期安定性を考慮して新設トンネルから1D²⁾ (D:掘削幅)の範囲とするとともに、対策範囲を状況が異なる4エリア(対策工A～D)に区分し(図3)、それぞれ解析等を含めて有効性を確認した上で表1のように充填材を使い分けた。また、対策工Dの範囲では到達坑口方向に向かって流水が確認されたため、新設トンネルへの水圧上昇防止を目的として廃坑道充填前に排水管を設置した。廃坑道の充填状況を写真2に示す。更に、

対策工B付近を掘削する際には、急激な変位等の不測の事態に備え、鋼製支保工同士を水平つなぎ材でつなぎ、支保工の補強を行った。

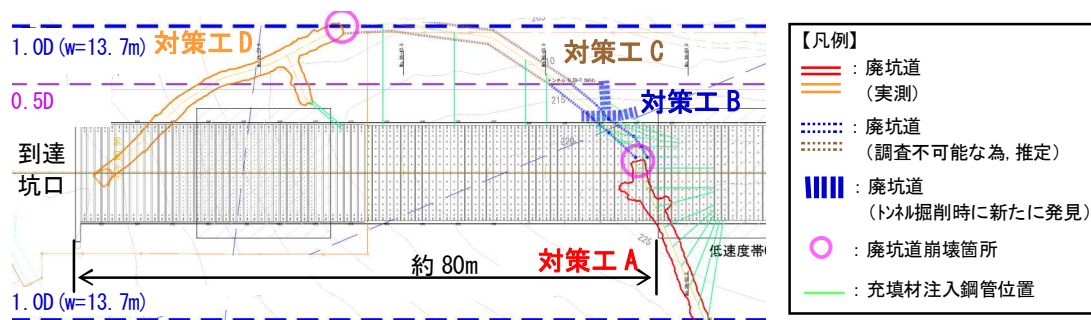


図3 対策工のエリア分け

表1 エリア毎の状況と充填材

	対策工A	対策工B	対策工C	対策工D
新設トンネルからの離れ	0～1D	0.5D以内	0.5D～1D	0～1D
廃坑道の状況	崩壊	無	有 (計画時は崩壊の可能性有)	無
	滞水	有	無	無

↓ 上記の条件より充填材を選定

充填材	可塑性 エモルタル	高発泡ウレタン (12倍発泡)	流動化処理土 (崩壊の場合は高発泡ウレタン)	流動化処理土
選定理由	・水中で固化する必要あり ・妻壁がなく、限定注入が必要	崩落により、細かい隙間への充填が必要	空洞であることが確認された為、最も安価な流動化処理土とした。	特に制約がなく、最も安価な為



対策工A 充填状況（切羽側）



対策工A 充填状況（廃坑道内部）



対策工D 排水管設置状況



対策工D 廃坑道入口隔壁設置状況

写真2 廃坑道の充填状況

4. 廃坑道対策後のトンネル掘削実績

上述の廃坑道対策を実施し切羽を進めた結果、

未確認の廃坑道から堆積物の流出があったものの、その他は大きな問題なく新設トンネルを貫通することができた。図4

に交差部付近におけるA計測の結果を示す。交差部付近において沈下量が管理レベルⅡを若干超えたものの、その後沈下の収束が確認できたため、本対策により安定性を確保できたものと判断される。

謝辞：本廃坑道対策に対し、ご指導ご助言を頂きました京都大学 大西有三名誉教授に対し、心より感謝いたします。

参考文献

- 加藤 翔ほか（2016）「大和御所道路水泥トンネルに近接する廃坑がトンネル施工に及ぼす影響と対策について」平成28年度近畿地方整備局研究発表会
- 公益財団法人鉄道総合技術研究所（1995）既設トンネル近接施工対策マニュアル

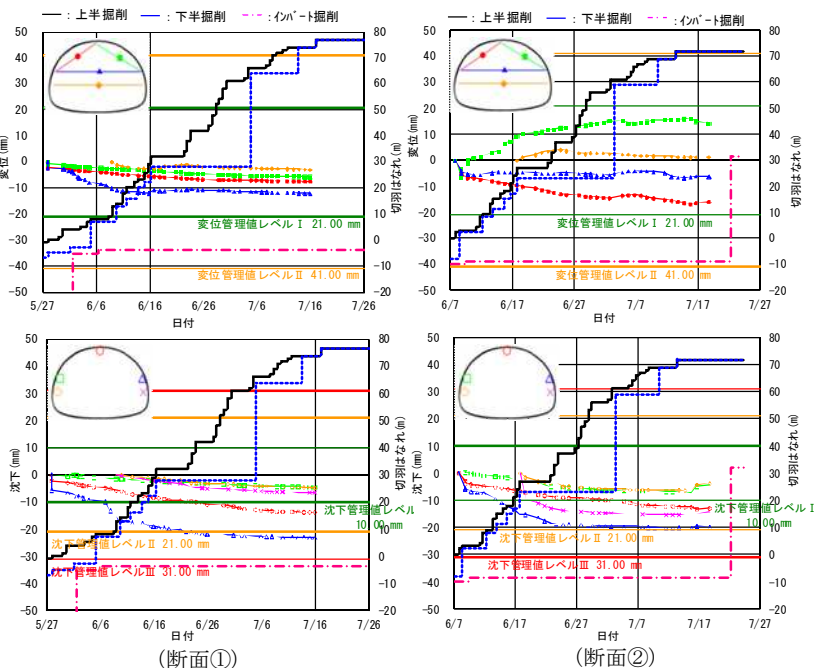


図4 交差部付近におけるA計測の結果