

試験施工を踏まえたトンネル天井板撤去工事の施工

株式会社熊谷組 正会員 ○岩脇 菜摘 株式会社熊谷組 非会員 鈴木 重人
名古屋高速道路公社 正会員 杉浦 裕幸 名古屋高速道路公社 正会員 末次 宏基

1. はじめに

東山トンネルは、名古屋高速2号東山線にある道路トンネルであり、換気方式は横流式を採用している。この横流式は、平成24年に天井板落下事故があった笹子トンネルと同様の換気方式であり、構造も類似した吊り天井板を有していた。東山トンネルは、笹子トンネル天井板落下事故を受け、緊急点検及び点検・保守を強化し安全管理を徹底してきたが、「コンクリートのあと施工アンカー工法」¹⁾において新たな知見が示されたことにより、東山トンネルの天井板を撤去することとなった。本稿では、天井板撤去の試験施工と本施工について報告する。

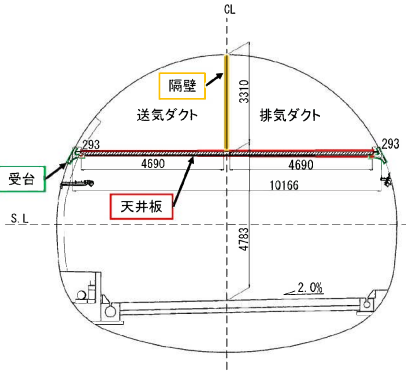


図1 東山トンネル内部構造

2. 試験施工を踏まえた施工計画

(1)東山トンネルの構造

図1に東山トンネルの構造を示す。ダクト内部は、隔壁によって区切られており、送気ダクト・排気ダクトに分けられる。天井板は隔壁下端の金具と、トンネル覆工側の受台により送気側、排気側に分かれて支持されている。天井板はすべて厚みが100mm、幅が1.0mあり、長さは平均的なもので4.7m(重量1.2t/枚)、最も長いもので8.2m(重量2.0t/枚)である。天井板設置延長は、上り線2.6km、下り線2.1kmの計4.7kmあり、天井板総枚数は8,750枚、総重量は10,213tである。



写真1 模擬トンネル試験ヤード

(2)模擬トンネル

写真1に模擬トンネルの写真を示す。手前に幅広の天井板の中で最も枚数が多い8.1m、奥に平均的な天井板である4.7mの試験ヤードを整備した。バックホウでの天井板撤去の方法は、アイアンフォークを取り付けたバックホウを使用する。アイアンフォークに専用の治具を取り付け、天井板を水平につかみ、受台および隔壁の支持金具を避けながら降下し、フォークリフトに天井板を受け渡す。使用機械は天井板の長さ及び重量から、7m以上の天井板には20t級(0.7m³級)ショートブームのバックホウ、7m未満の天井板は14t級(0.4m³級)バックホウでの撤去とした。

表1 オペレーター習熟訓練結果

オペレーター	before	after	改善時間	改善度
A	5分10秒	2分50秒	2分20秒	45%
B	3分20秒	1分20秒	2分0秒	60%
C	2分30秒	1分30秒	1分0秒	40%
D	4分30秒	2分30秒	2分0秒	44%
E	4分30秒	3分0秒	1分30秒	33%
F	3分30秒	2分30秒	1分0秒	29%
平均値	3分55秒	2分17秒	1分38秒	42%

*計測時間：天井板をつかみにBH始動開始ー天井板をBHがフォークリフトに荷渡し完了
*天井板4.7m、14t級BH(ノーマル)改良型治具使用

(3)模擬トンネルによる習熟訓練について

施工計画工程では、天井板の撤去にバックホウ1台当たり昼夜(2方)で80枚(12.5分/枚)とし、本施工の際効率よく施工できるよう、天井板撤去に従事するオペレーター全員に対し、模擬トンネルで習熟訓練を行った。表1にオペレーターの習熟訓練結果を示す。訓練を行うことで全員に習熟度の向上が見られ、天井板をつかんでからフォークリフトに受け渡すまで、平均2.3分/枚という効果が得られた。撤去サイクルを算出するため、この試験結果に作業効率1.5を考慮すると3.5分となり、ここに鉄筋切断時間6分及び重機の移動時間2.5分を含めキーワード トンネル、天井板、通行止め、試験施工、

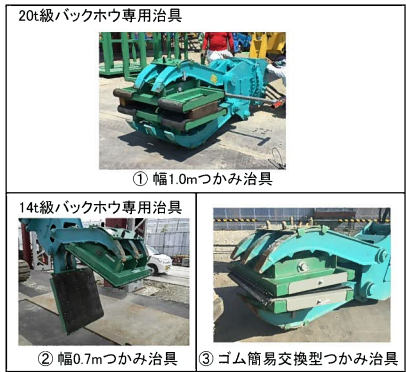


図2 天井板撤去用治具

連絡先 〒460-8402 愛知県名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル8階 (株)熊谷組名古屋支店 TEL:052-238-3490

ると1枚当たりの撤去時間は12.0分/枚となる。その結果から得られる一日当たりの天井板撤去枚数は、84枚/日となり当初施工計画予定の80枚/日を満たす値となった。この結果から、施工計画通りに進めることを決定した。

(4)各天井板に対応した治具の製作

天井板をつかむ際、アイアンフォークだけでは天井板を破損させる可能性があるため、図2のつかみ治具を製作した。アイアンフォークに、天井板を均等な力をつかむための鋼板を取り付け、鋼板に滑り止め用のゴムを取り付けた。図2-①のつかみ治具は、7m以上の天井板を撤去するために製作した治具である。つかみ治具の幅を1.0mとし、7t級フォークリフトに受け渡しが可能となる幅で製作した。

図2-②のつかみ治具は、7m以下の天井板を撤去するために製作した治具である。つかみ治具の幅は0.7mとし、4t級フォークリフトに受け渡しが可能となる幅で製作した。天井板撤去作業の繰り返しにより、滑り止め用のゴムが摩耗し、剥がれ落ちてしまうため、簡易にゴムを交換できるようあらかじめゴムを貼り付けたプレートを製作した。鋼板からプレートを取り外し、プレートごと交換することで、簡単にゴム交換できるよう改良した(図2-③)

3. 通行止め期間(2/3～2/27)における本施工

2月の本施工は、東山トンネル上下線共全面通行止め、上下線合わせて11班、昼夜2交代の施工体制とした。本施工における天井板撤去のサイクルを図3に示す。撤去した天井板は、フォークリフトでトンネル内の仮置き場へ運搬し、トラックに積込みを行い、処理場へ運搬というサイクルで行った。表2に天井板の計画撤去枚数と本施工撤去枚数を示す。天井板撤去開始時は、天井板間の間詰モルタル研りに想定以上の時間がかかったことや、撤去時に細心の注意を要するトンネル内設備が存在し、その養生を含め想定以上にロスが生じた。また、トンネル坑内での一連作業を統率するため、サイクルタイムをあらかじめ設定し、搬出車両の通行時間帯を設定したが、一つの班の作業の進行に乱れが生じると搬出作業時間の乱れにつながり、混乱が生じた。しかし、撤去作業が進むにつれて、作業環境への慣れや習熟訓練での成果が発揮され、計画工程を上回る速度で撤去が完了した。

4. おわりに

今回の施工は短期間での施工ということもあり、模擬トンネルを使用し様々な取り組みを行った。天井板撤去および隔壁・受台撤去まで、15日間で完了した。その後、トンネル設備の総合試験を行い、平成31年2月27日24時に無事東山トンネルを開通することができた。2月は繁忙期ということもあり、人員の確保が困難ではあったが、工事を無事終えることができたというのは大きな成果であると考えている。

謝辞：本論文の作成にあたり当工事関係者には、多大なるご協力をいただきました。この場をお借りして感謝の意を表すると共に厚くお礼申し上げます。

【参考文献】土木学会：「コンクリートのあと施工アンカー工法」,2014.3



図3 天井板撤去作業サイクル

表2 計画と本施工の撤去枚数

	天井板種類	計画撤去枚数	実施撤去枚数
上り線	標準	80	108
下り線	標準	80	110

*バックホウ1台、昼夜(2方)あたり