

連続コンベヤを採用した山岳トンネルにおけるズリ出し時間の短縮

中日本高速道路株式会社

株式会社大林組 大阪機械工場 施工技術第一課

株式会社大林組 大阪機械工場 施工技術第一課

株式会社大林組 名古屋支店 新名神野登JV工事事務所

正会員 伊原 泰之

正会員○木村 博考

川原 清一

正会員 勇崎 俊宏

1. はじめに

野登トンネル西工事は、新名神高速道路のうち鈴鹿市・亀山市に位置する。当工事ではCO₂削減および坑内作業の安全性向上を目的として連続コンベヤを採用したが、坑口部の引き渡し期限より、延長約 2.4km にわたるトンネル掘削工事に対して急速施工をも求められた。本稿では掘削サイクル短縮策の一つとして、連続コンベヤシステムの能力向上によるズリ出し時間の短縮について報告する。

2. 施工上の課題

当工事で使用した連続コンベヤシステムの全体図を図-1 に示す。連続コンベヤシステムの導入現場において、仮設備の能力面でズリ出し時間を決定する要素は、①ホイールローダの積み込み・運搬能力、②自走式クラッシャの岩塊破碎処理能力および③連続コンベヤの運搬能力である。また、設備の運用面として④連続コンベヤシステム全体の段取り替え・故障等トラブルにより、ズリ出し作業ができないダウンタイムを低減することも重要な要素となる。ズリ出し時間の短縮にあたり、以上①～④の改善が課題となった。

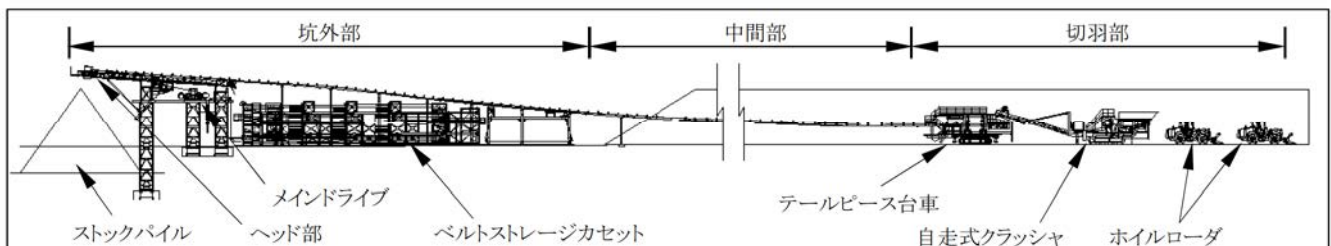


図-1. 連続コンベヤシステム全体図

3. 課題への対策

(1) ホイールローダによる積み込み・運搬の効率化

当現場では国内最大級となる処理能力 500t/h 級の自走式クラッシャを採用した。クラッシャの投入待ち時間を短縮するため、図-2 に示すように 3.1m³ 級ホイールローダ×2 台(投入重量実績平均 3.2 t/台)で

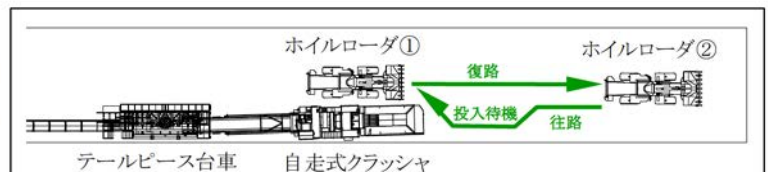


図-2. ホイールローダ 2 台による交互運搬

の交互運搬・投入を行うことにより、クラッシャのもつ岩塊破碎処理能力を最大限利用した。また、ホイールローダの交互運搬による副次的な効果として、オペレータの作業負担が軽減し、ホイールローダの損耗・故障が低減した。

(2) 自走式クラッシャに備わる破碎能力の有効利用

山岳トンネル工事のズリ出しで一般的に使用される 300t/h 級自走式クラッシャには 42 インチ型のクラッシャが搭載される。今回採用した 500t/h 級自走式クラッシャには 48 インチ型が搭載されており、岩塊破碎能力は約 9%高い(表-1 参照)。

また図-3 に示すとおり 500t/h 級クラッシャは投入可能寸法が大きいので、切羽におけるズリの小割作業量が減少し、ホイールローダの積み込み待機時間が少なくなる。さらにクラッシャ破碎室での閉塞リスクも低減されることから、クラッシャが連続稼働し、安定的に岩塊破碎処理能力を発揮した。

表-1. 自走式クラッシャ
処理能力の比較表

破碎 不要分	処理能力 [t/h]	
	300t/h級 (従来)	500t/h級 (今回)
20 % 時	275	300
30 % 時	314	343
40 % 時	366	400
50 % 時	440	480

メーカー技術資料より
OSS(図-3参照) 140mm、最大塊200mm程度

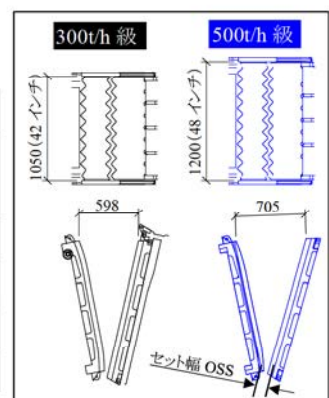


図-3. ジョーククラッシャの寸法比較

キーワード 山岳トンネル、連続コンベヤ、サイクルタイム短縮、ICT、モニタリングシステム

連絡先 〒573-1153 大阪府枚方市招堤大谷 1-1-1 TEL072-856-9011

(3) 連続コンベヤの運搬能力向上

一般的なベルト幅 610mm の連続コンベヤと比較して、当工事で採用したベルト幅 800mm の連続コンベヤは積載断面積が約 2 倍、運搬物の最大寸法は 270mm となる(図-4)。当工事では破碎不要分がズリ発生量の 90%以上を占める地質もあり、グリズリフィーダから瞬間的に大量のズリが積載される状態(図-5)が発生したものの、連続コンベヤの搬送断面に余裕があり、安定的なズリ運搬が可能であった。

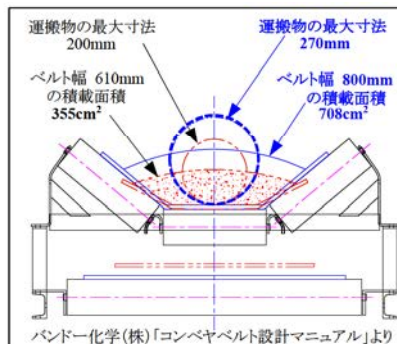


図-4. 積載断面の比較

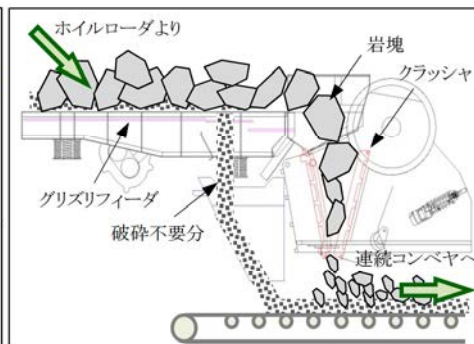


図-5. クラッシュャにおけるズリの流れ

(4) 連続コンベヤモニタリングシステムの採用

上記(1)～(3)に示すように、連続コンベヤシステム全般にわたる能力増強によりズリ出し時間の短縮を図っているが、連続コンベヤの難点として機械設備がトンネル延長全線にわたるため、いったん機械・電氣的なトラブルが発生すると、状況把握や原因究明が困難で、復旧に時間を要することが挙げられる。



図-6. 連続コンベヤモニタリングシステム表示画面および監視カメラ画像

そこで当現場では「連続コンベヤモニタリングシステム」を開発し(図-6 参照)、連続コンベヤシステム全体の運転状況・計測データの一括管理、制御システム遠隔モニタリングおよび各種データ記録により、システムのダウンタイムを低減し、メンテナンスを省力化した。

4. 施工結果

延長約 2.4km にわたる2車線道路断面山岳トンネル工事の急速施工において、連続コンベヤを含むズリ出し設備全般にわたり上記(1)～(4)の対策を実施し、ズリ出し時間の短縮を図った。図-7 に示すとおり、トンネル延長が 2,000m を超えてもズリ出し時間は 50 分弱と安定したズリ出し時間を達成している。またズリ搬送重量実績として最大 440t/h、平均でも 342t/h を記録しており、自走式クラッシュャの岩塊破碎能力ならびに連続コンベヤの運搬能力を平均約 70%引き出すことができた。

連続コンベヤを採用した上り線工事においては平均月進 137m/月を記録し、平成 27 年 10 月に掘削を完了した。当工事の連続コンベヤシステムは CO₂ 削減、坑内作業の安全性向上とともに、急速施工に十分対応する能力を発揮した。

5. まとめ

本報告では連続コンベヤを採用した山岳トンネル工事における掘削サイクル短縮策とその施工結果を報告した。

今後の長大トンネルに向け、設備能力の増強や ICT の活用により、トンネル施工のさらなる生産性向上につながる成果となった。

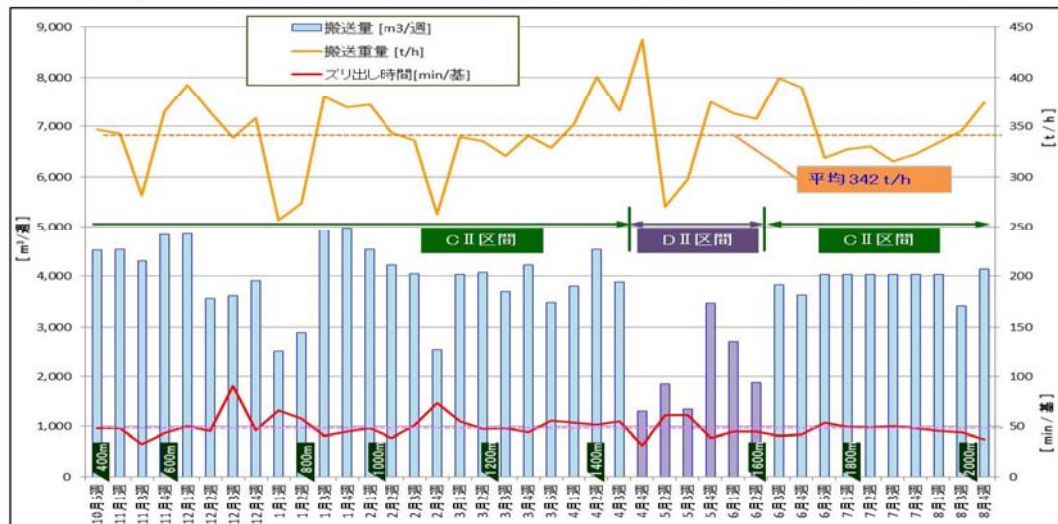


図-7. 連続コンベヤシステム運搬実績データ