

小断面トンネルにおける生産性向上への取り組み

(株)大林組 正会員 ○東 憲太朗 樋場 光司

1. はじめに

佐久間道路第1トンネルは、全長 3,435m（避難坑並設）の自動車専用道路のトンネルで、現在整備中の「三遠南信自動車道」の一部となる。本工事は、静岡県と愛知県の県境を跨ぐ延長 3,435mの内、静岡県側から本坑 L=1,555m、避難坑 L=1,575mを施工する。

本報文では、小断面トンネルに分類される避難坑掘削（掘削断面積 16m²）において、ズリ処理作業の機械選定とその工夫により生産性向上を実現した事例について報告する。（図-1）

2. 現状と課題の整理

小断面トンネルにおける掘削サイクルタイムを向上させるために、サイクルの中で大きな割合を占め、様々な機械の組合せが可能なズリ処理工に着目した。

ズリの運搬方式は、シャトルカー等を用いたレール方式もしくは、シャフローダーと重ダンプの組合せによるタイヤ方式が一般的である。しかし、前者の方法では、安全性及び坑口ヤード確保の問題が、後者の方法では、シャフローダーの移動回数、移動距離によって大幅に時間がかかるリスクが懸念された。本検討では、現場条件からレール方式は適応不可と考え、タイヤ方式に絞り検討した。

3. ズリ処理方法の検討と採用

（1）検討ケースの整理

今回の検討では、タイヤ方式のうち以下の2ケースについて検討した。

【ケース①】シャフローダー+重ダンプ

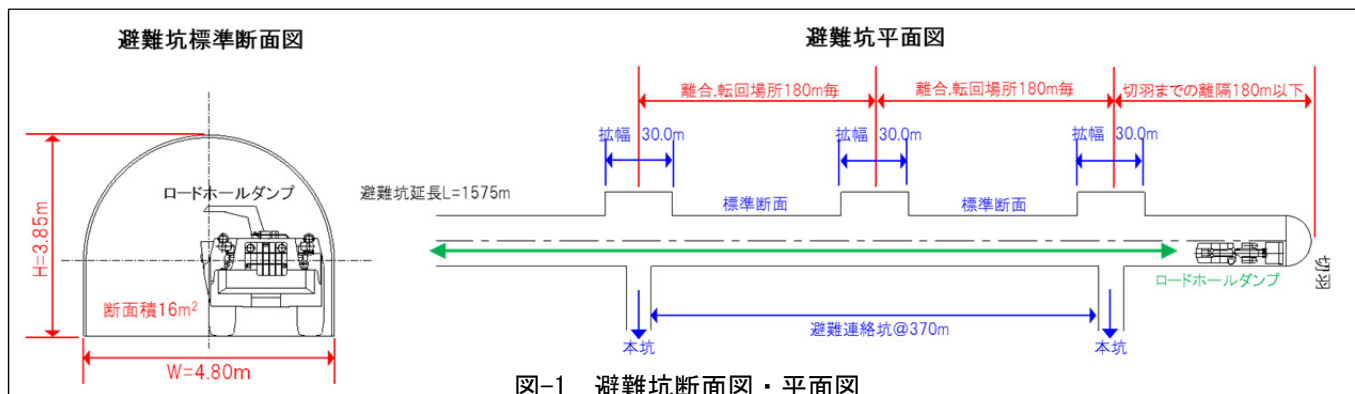


図-1 避難坑断面図・平面図

【ケース②】ロードホールダンプ

ロードホールダンプは、延長の短いトンネルで実績が多い、ズリの積込と運搬を兼用できる機動性に優れた機械である。図-2 に、避難坑のCIIパターン1サイクルにおける、坑口から切羽までの距離とズリ処理時間の試算結果を示す。

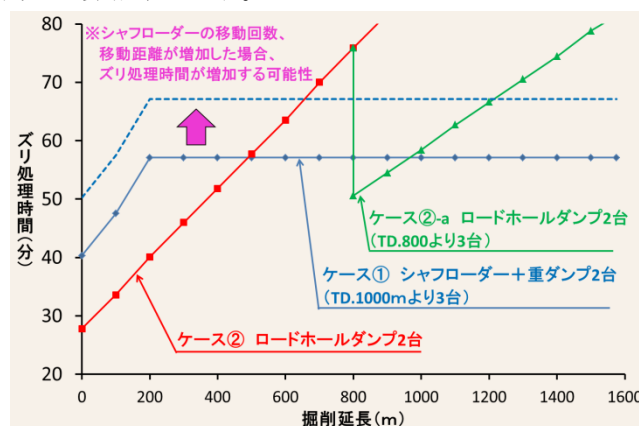


図-2 掘削延長とズリ処理時間の関係

図-2 より、掘削延長が 400～500mまでの区間ではロードホールダンプ（ケース②）の方がズリ処理時間は短くなるが、以降は掘削延長の増加に伴って遅延していくことがわかる。そこで掘削延長に応じてロードホールダンプの台数を増やしていく方法（ケース②-a）を追加して検討した。

（2）ズリ処理方法の決定

検討結果より、どちらのケースを採用しても、平均ズリ処理時間はほぼ同じとなった。しかし、標準断面での機械入替えが困難なことから、拡幅断面（@180m）まで機械を移動させる必要があるシャフローダー

Key word :小断面トンネル、生産性向上、ロードホールダンプ、ズリ処理工

(株)大林組 名古屋支店 愛知県名古屋市東区東桜 1-10-19

は走行速度が 1.0km/h と非常に遅く、1 サイクル中にこそく作業等で複数回入替えが必要となった場合、大幅なサイクル低下のリスクが考えられた。

一方、ロードホールダンプは機動性に富む機械であるため、入替えに時間を要さないと共に、積み込みと並行してこそく作業が可能である。以上より、ロードホールダンプをズリ処理機械として採用し、避難坑掘削におけるズリ処理時間の短縮によるサイクルタイム改善を図ることとした。

4. 施工中に実施した改善策

(1) 施工中に発生した問題

地質について破碎された泥質片岩層を主体とする区間が多く出現したこと、およびロードホールダンプの重量の大きさから、走行に伴って路盤が著しく損傷し、掘削延長が 600m を超えた時点で、サイクルタイムはもとより、機械の稼働率や安全性が著しく低下した。このため、全線をロードホールダンプで走行する方法は、更なる問題の拡大が懸念され、期待した効果は望めないと判断した。

(2) ズリ処理方法の改善 (ケース③)

路盤への負担を軽減するため、運搬のみを 4 t ダンプに切替え、ロードホールダンプの機動性と積み込み能力を活用する方法について検討した。ロードホールダンプによる積み込みは 1 度で 4 t ダンプを満載にすることが出来るため、掘削延長に合わせて 4 t ダンプ台数を増加させることにより、積み込み待ちを回避することが出来る。そのため掘削延長に関わらず一定のズリ処理時間となる。試算の結果、平均ズリ処理時間は、ケース②-a と同程度であった。さらに、ロードホールダンプの走行距離を転回場所および離合箇所までの最大 180m 程度に短縮することにより路盤の負担を軽減することが出来る。上記方法では、問題となっていたサイクルタイム、機械稼働率および安全性の低下を防ぐ



写真-1 ロードホールダンプによるズリ積み

ことが可能である。また、4 t ダンプは汎用性・修理コスト・調達が容易である事も利点である。TD. 700m 地点からロードホールダンプで掘削ズリを積み込み、4 t ダンプで運搬する方法に変更した (写真-1)。

5. 結果と技術的評価

掘削延長とズリ処理時間の関係について、試算値と実績値の比較を図-3 に示す。

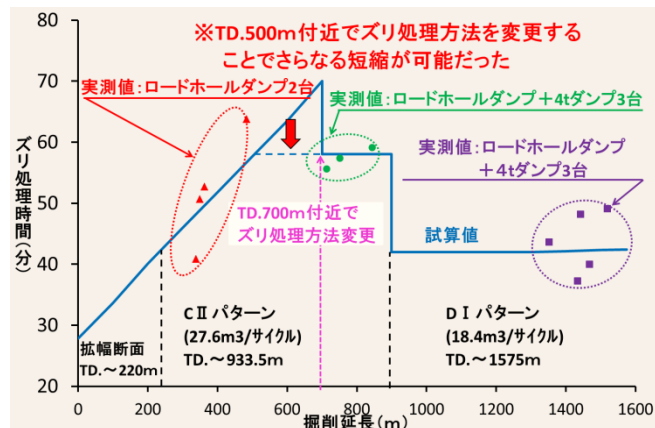


図-3 掘削延長とズリ処理時間の関係 (実績)

若干のばらつきはあるものの、試算値と実績値は概ね一致する結果となった。比較の結果、ズリ処理時間がケース②>ケース③となる TD. 500m 付近でズリ処理方法を変更することにより、さらなる工程短縮が図れたと考えられる。避難坑の掘削実績は、平均で CII パターンが 180.1 m/月、DII パターンが 122.4 m/月となり、シャフローダーを使用してズリ処理を行った他工事の掘削実績と比べて、約 1.5 倍の工事進捗を得られる結果となった。これは、ズリ処理機械として機動性に富むロードホールダンプを採用し、機械入替時間を短縮すると共に、施工途中に現場条件に合わせ改善を実施し、ロードホールダンプの長距離運搬での問題点を解決出来たことで実現した。

6. おわりに

トンネル工事において、掘削断面積や延長などの施工条件により、掘削方法や使用機械の選定が形式化している傾向があり、飛躍的な施工性の向上は見込めないのが実情である。本件は、従来工法に囚われずに施工検討を行い、長距離トンネル掘削のズリ処理機械として一般的には適用されないロードホールダンプを採用した。また、机上の検討結果に固執することなく、現場の実情に合わせた改善に積極的に取り組み、結果としてサイクルタイムを改善させ、生産性向上を実現することが出来た。同様工事において、施工性向上策の一例として有用であると考ええる。