

山岳トンネルにおけるズリ運搬方式の一事例

国土交通省北海道開発局函館開発建設部函館道路事務所
大林・宮坂・松本特定建設工事共同企業体

正会員 佐々木博一, 正会員 山田 遼
非会員 成田 正憲, 正会員 ○高橋 佳孝
非会員 佐藤 聖司

1. はじめに

函館江差自動車道渡島トンネル北斗工区工事では、ズリ運搬方式に連続ベルトコンベア（以下、連続 BC）を採用した。しかし、設備配置や施工条件により切羽からクラッシャーまでの距離が長くなるとともに、脆弱地質の出現や、大量湧水の発生により、一般的に行われるホイールローダによるクラッシャーへ運搬が困難であった。本稿ではこの問題を解決するため実施した工夫事例を報告する。

2. 工事概要（表1、図1）

函館江差自動車道は、北海道縦貫自動車道、函館新道等と一体となって高速ネットワークを形成する一般国道の自動車専用道路である。現在、北斗茂辺地 IC（北斗市）～木古内 IC（仮称）（木古内町）までの延長 16.0 km の茂辺地木古内道路で事業が行われている。渡島トンネルは茂辺地木古内道路事業区間のうち、全長 2,518m のトンネルであり、北斗工区工事は、北斗市側 1,431m を建設する工事である。

主な地質は低強度の泥岩・砂岩などの堆積岩で、トンネル中央部では玄武岩が貫入する。当初、北斗工区の地質は、掘削総延長に対し砂岩 51%、玄武岩 49% の出現比率を想定していたが、実際の出現比率は砂岩 95%、玄武岩 5% であった。この結果、トンネル中央部では地山強度比が低下し、実施支保パターンで D パターン（上半先進ショートベンチカット工法）の占める割合が大幅に増加した。また、玄武岩区間前後で大量の湧水が発生し、最大湧水量は 140m³/h に達した。

表1 現場概要

工事名称	函館江差自動車道 北斗市 渡島トンネル北斗工区工事
発注者	国土交通省 北海道開発局 函館開発建設部
施工場所	北海道北斗市
工期	平成26年10月30日～平成29年11月30日
工事内容	山岳トンネル
主要工種	機械掘削・発破掘削
数量	施工延長 L=1,431m 内空断面(標準)68.5m ² (非常駐)82.7m ²



図1 現場位置

キーワード 山岳トンネル, ズリ運搬, 連続ベルトコンベア
連絡先 〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西4丁目 TEL 011-210-7232

3. 課題

上半先進ショートベンチカット工法における各種仮設備配置を総合的に検討した結果、図2に示す配置となった。切羽からクラッシャーまでの距離は最短で80m程度になるとともに、路盤の泥濘化が顕著であったことから、2.3m³級ホイールローダでのズリ運搬は機械への負荷が過大となり、掘削工程への影響や当該作業の安全性が懸念された。

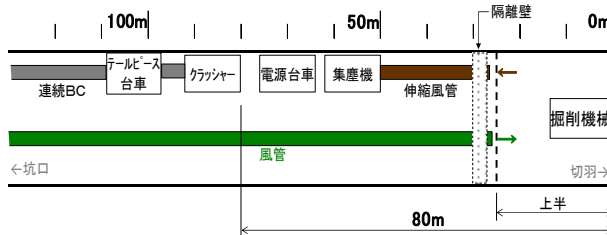


図2 仮設備配置（計画）

4. ズリ運搬方式の検討

切羽からクラッシャーまでのズリ運搬方法を、次の代替案①～③について検討した。

- ① 2.3m³級ホイールローダベースマシン大型化
- ② 5.0m³級ホイールローダ+クラッシャー積込用バックホウ
- ③ 2.3m³級ホイールローダ+10t ダンプトラック+クラッシャー積込用バックホウ

各案の切羽-クラッシャー間距離（以下、距離）とズリ処理能力（以下、能力）の検討結果を図3に示す。

①と②の距離-能力関係は反比例するが、③は距離に関わらず能力は一定となった。距離が110mの場合、①の能力は50m³/hr、②と③は110m³/hrと①を上回ることから、②と③の連続 BC 延伸作業量の比較検討を行った。検討結果を表2に示す。延伸作業量は②に比べ③は約1/3程度で済むことから、案③を採用することとした。

5. 施工実績

図4に実施配置図を示す。路盤の泥濘化が顕著であったことからインバートを先行施工した結果、距離は180～275mとなった。

クラッシャー積込用バックホウには0.8m³級バック

表 2 延伸作業量の比較

番号	項目	備考	案②	案③	単位
(a)	初期設置位置	連続BC設置時	350		m
(b)	進捗		3		m/方
(c)	最短距離		100	120	m
(d)	許容距離		110	270	m
(e)	1回延伸距離	(d)-(c)	10	150	m
(f)	最終設置位置	1,425m-(e)	1,315	1,155	m
(g)	総延伸距離	(f)-(a)	965	805	m
(h)	必要延伸回数	(g)÷(e)	97	6	回
(i)	延伸頻度	(e)÷(b)	4	50	方/回
(j)		25日÷(i)	6	1	回/月
(k)	ベルト加硫回数	(g)÷150m	7	6	回
(l)	延伸作業量		0.25	1	方/回
(m)	加硫作業量		0.5		方/回
	総作業量	(h)×(l)+(k)×(m)	27.8	9	方

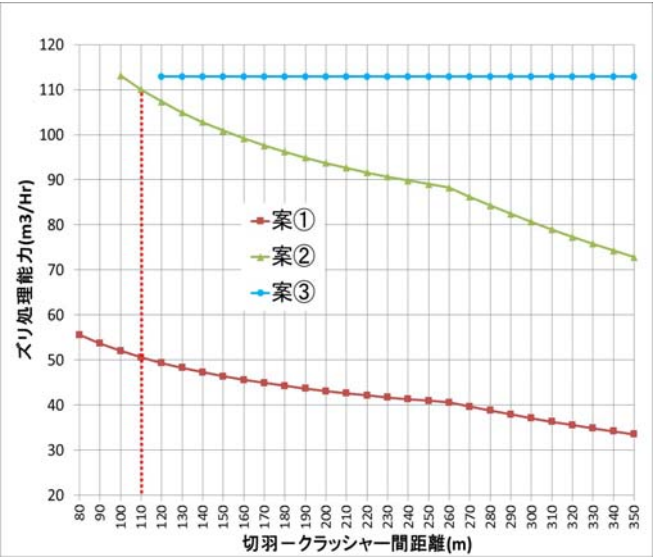


図 3 距離と能力の関係

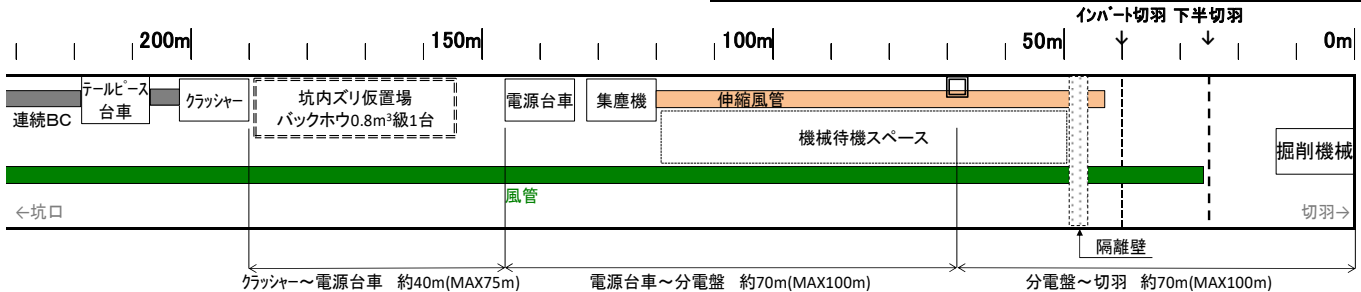


図 4 仮設備配置（実施）

ホウを採用したが、掘削作業以外の時間でも積込むことができたため、ズリ処理が滞留することはなかった。

坑内ズリ仮置場には支保部材の保護とズリ仮置量を増やすために可搬式の簡易土留を設けた（写真 1）。

機械・発破掘削での実施サイクルを図 5 に示す。機械掘削の場合は支保工施工時、発破掘削の場合は支保工・発破削孔作業時にクラッシャーへのズリ投入が行えたことから、切羽からクラッシャーまでが長距離であっても安定したサイクルを確保することができた。

6. まとめ

当現場の地質は事前に想定していた状況とは大きく異なり、工程や工法の見直しが頻繁に必要となった。それに伴いズリ処理においては各種設備配置変更など、多大な労力と工程ロスが生じる恐れがあった。経済的ロスは多少発生するが、事前に最も厳しい条件で検討



写真 1 可搬式簡易土留

することにより安定した掘削サイクルが得られ、工程を確保することができた。

ただし、本トンネルは掘削幅が 12.1m と広く、10t ダンプトラックの坑内転回および坑内ズリ仮置が可能であったため、このような取組みが実施できた。前述の坑内転回・仮置ができない環境下では、機械選定や坑内ズリ仮置方法を別途検討する必要がある。

謝辞

最後に、施工に携わった全ての方に感謝致します。今回の事例が、今後同様の建設工事の参考になれば幸いです。

機械掘削	時間	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
	掘削									
	スリ処理					クラッシャー投入 適宜				
	吹付									
	RB									

発破掘削	時間	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
	発破作業	削孔		装薬	発破					削孔
	スリ処理							クラッシャー投入 適宜		
	吹付									
	RB									

図 5 実施サイクル