

ウォータージェット切削時の切削殻回収システムの開発

西松建設(株)技術研究所 正会員 ○伊藤 翔平

西松建設(株)土木技術部 正会員 鈴木 健

中日本高速道路(株)金沢支社敦賀保全・サービスセンター 正会員 鈴木 俊雄

1. はじめに

高速道路の構造物は、2030 年には開通から 30 年以上経過の道路が約 8 割になると言われ、高速道路の本体構造物の大規模更新修繕工事を進められている。山岳トンネル覆工コンクリートの補修補強対策の一つとして「覆工再生工」^②が検討されている。覆工再生工とは、供用中のトンネル内で先行補強工を施工後、老朽化した既設覆工を部分的に切削し（図-1）、防水工を施工後、その内側に新しい覆工コンクリートを構築するものである。既設覆工の切削方法は、機械切削が考えられるが、設備が大きくなるため、狭小な作業空間での施工性の低下や既設覆工への影響が懸念される。

そこで、狭小区間での施工性かつ既設覆工への影響抑制を考慮して、ウォータージェット切削（以下、WJ 切削と称す）の適用を検討した。WJ 切削の施工性を上げるためには、切削殻の集積および搬出時間の短縮が必要であると考えた。本稿では、WJ 切削の高速施工化を目的に開発した「切削殻回収システム」の概要と実証実験結果について報告する。

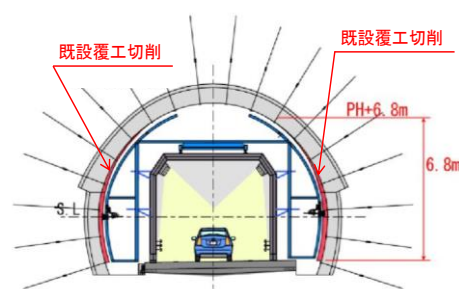


図-1 覆工再生工(既設覆工切削時)

2. 切削殻回収システム

既設覆工アーチ部に WJ 切削を適用した場合、覆工再生工では、防護工と既設覆工間の狭小な空間に切削殻が堆積することから、この集積および場外搬出に時間を要することが大きな課題と考えた。そこで、切削殻の効率的な集積・搬出のために、本システムを開発した。本システムは①切削殻回収ホッパー、②吸引搬出装置、③切削殻と濁水の連続分離装置で構成する。

① 切削殻回収ホッパー

切削範囲最下段に回収ホッパーを配置し、切削によって落下した切削殻を連続的に回収する装置である（図-2）。防護工と既設覆工間(幅 1.7m 以下)に配置できるように幅 590mm×高さ 400mm×長さ 3600mm（重量約 0.1t）とし、作業員で簡単に運搬、設置できるようにホッパー脚部に車輪を設ける構造とした。また、波板を追加設置して切削殻の集積率の向上を図った。

② 吸引搬出装置

切削殻の場外搬出は、WJ 切削と同時にできるよう吸引搬出することとした。回収ホッパーに堆積した切削殻を、40ℓ/min の高圧水と最大吸引量 18m³/min の真空ポンプにてホッパーに接続した配管から吸引輸送してトンネル外に搬出する。吸引だけでは配管内

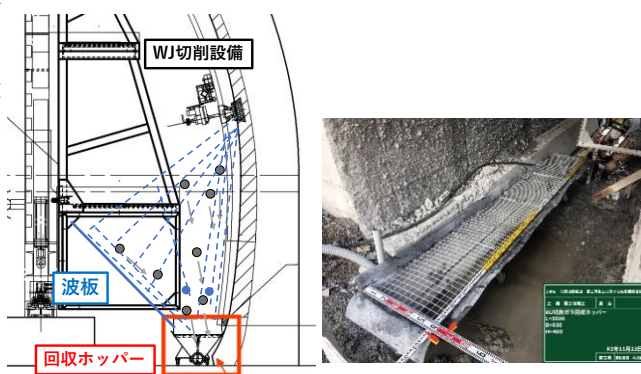


図-2 切削殻回収ホッパー

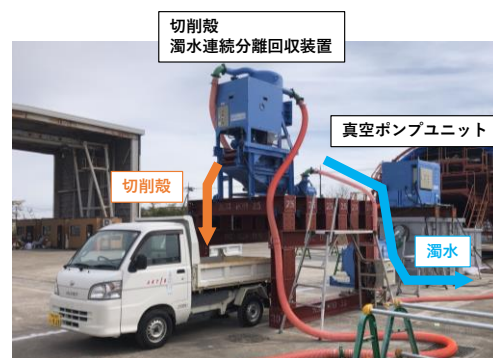


図-3 切削殻・濁水連続分離回収装置

キーワード 覆工再生工 覆工切削工 ウォータージェット切削 切削殻回収

連絡先 〒160-0004 東京都港区虎ノ門二丁目二番一号 西松建設(株) 技術研究所 TEL 03-3502-0247

で切削殻が閉塞するリスクがあると考え、高圧水を併用し、流体状態で吸引・搬出させた。切削殻の寸法は、試験施工等の実績から概ね 20mm 未満であることから、配管径は 4B (φ 100mm) を採用した。

③ 切削殻・濁水の連続分離装置

吸引回収した切削殻は、切削殻と濁水の分離処理を効率的でかつ設備がコンパクトな処理が可能となるよう、濁水処理設備手前で切削殻と濁水処理を連続的に分離する装置を開発した (図-3)。本装置において、切削殻の回収には振動ふるいとスクリーンを用いた。また、回収した切削殻は車線規制下での作業を想定して、軽ダンプトラックの荷台に直接集積できるよう工夫した。これら一連の設備幅は全て 2.5m 未満とし、トンネル外の車線規制範囲内に配置して供用下での施工が可能となる。

3. 実証実験結果

実証実験は、実大規模 (2 車線断面) の模擬トンネル (無筋、最大粗骨材寸法 40mm) 延長 10.5m とその内部に防護工を配置した断面方向幅 1.7m 未満の状態を実施した (図-4)。「切削殻回収システム」の検証は、この状態で覆工コンクリートを WJ 切削し、切削殻の回収状況、使用機械の占有面積、標準工法との作業時間の比較等を確認した。確認結果は以下の通りである。

(1) 切削殻の回収状況

切削殻の回収は、ホッパー外側に配置した波板によって、そのほとんどを回収でき、ホッパー外への飛散はほとんどなかった。回収ホッパーの移動・運搬は、車輪によって作業員 2 名で容易に運搬、段取り替えできることを確認した。波板材は、当初は軽量のポリカーボネート材を使用した。切削殻の落下により損傷したため、鋼板に変更した。

吸引搬出装置については、吸引用配管の閉塞もなく連続的に切削殻の回収ができた。また連続分離装置による

切削水と切削殻の分離も問題なくできた。切削殻回収システムで回収した切削殻を計量した結果、切削殻は実切削量の 65% 程度であり、残りの 35% は濁水として濁水処理設備まで搬送されたものと考察した。

(2) 使用機械の占有面積

切削殻回収システム (場外設備) は、濁水処理設備含めて横断方向幅 2.5m 内に設置できる設備とし、設備縦列に配置できることを確認した (図-5)。実験システムの占有面積は 150m² であった (給水設備含む)。

(3) 作業時間

「切削殻回収システム」を使用した切削殻回収により、バックホウを使用した切削殻回収搬出時間に比べて 175 分短縮できることを確認した。また、防護工と既設覆工間の狭小な空間での重機作業が省略できることから、安全性の向上にも効果があることを確認できた。

4. おわりに

覆工再生工における既設覆工切削に関して、WJ 切削の高速施工を目的に「ウォータージェット切削殻回収システム」を開発した。本システムは、実大の実証実験により、狭小な作業空間において WJ 切削と同時に切削殻を効率的に回収することができ、作業時間を短縮することが可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構：パンフレット「高速道路機構の概要 2021」
- 2) 中日本高速道路株式会社金沢支社：供用下における矢板工法トンネル覆工再生工に関する手引き (案)，2020 年 1 月



図-4 模擬トンネル全景

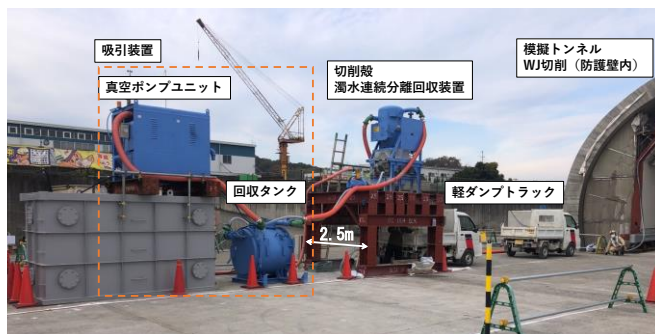


図-5 切削殻回収システム (場外設備)