

PS-SR 工法の適用地山および長尺コアボーリングへの適応性に関する検証

鉄建建設(株) 正会員 ○小山俊滉 舟橋孝仁 植村義幸 中原法久 宇田誠
 鉄建建設(株) 桑田充 吉田学 島根米三郎 由布壮一郎
 鉦研工業(株) 正会員 今村大介 藤井英彰 池田大季

1. はじめに

著者らはこれまでに、迅速かつ効率的なコア採取が可能で、作業の省力化に期待できるパーカッション・シングルリバース工法（以降 PS-SR 工法または本工法と呼ぶ）を開発した¹⁾。PS-SR 工法は、削孔は回転・打撃により行い、掘削コアを口元からの送水と地山湧水により孔底から口元までロッド内を自動的に輸送させることが可能なコアボーリング方法である(図-1)。これまでに、性能確認試験により本工法の現地適用の可能性について示した¹⁾が、実現場において多様な地質への対応、延長 100m 以上の長尺コアボーリングへの適応性については未確認であった。そこで、本検討では、施工中の山岳トンネルにおいて、地質が異なる 2 種類の地山に対し、それぞれ本工法を適用し、長尺コアボーリングの現地試験施工を実施した。

本稿では、本工法の適用地山の検討および長尺コアボーリングの適応性について、試験施工により得られた知見を報告する。

2. 現地試験施工概要

試験施工は、空洞の存在が懸念される石灰岩地山(中硬質)および亀裂質な安山岩地山(中硬質)のトンネルでそれぞれ実施した。本工法の主要なボーリングツールの設置状況を写真-1 に示す。ボーリング口元には長さ 4m の口元管を設置し、それにプリペンダーを固定した。削孔ロッド(外径 89mm 内径 64mm)は、1.5m/本ロッドを使用し、ロッド先端には外径 101mm、コア径 56mm のコアビットを装着した。コア採取方法は、既往の試験結果¹⁾を参考に、コア採取部において開口ロッドから排出されるコアおよびスライムを受け箱で採取する方法とした。なお、受け箱には網目 3mm のネットを設置し、スライムを含

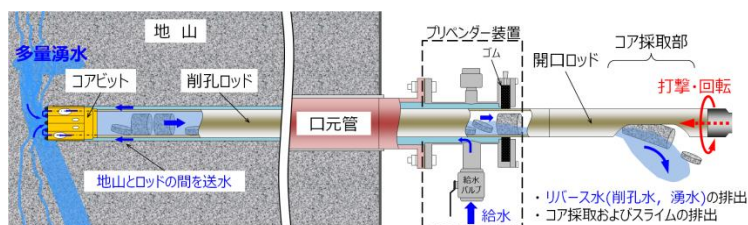


図-1 PS-SR 工法の概要図



写真-1 PS-SR 工法の主要ツール設置状況



写真-2 コア採取箇所

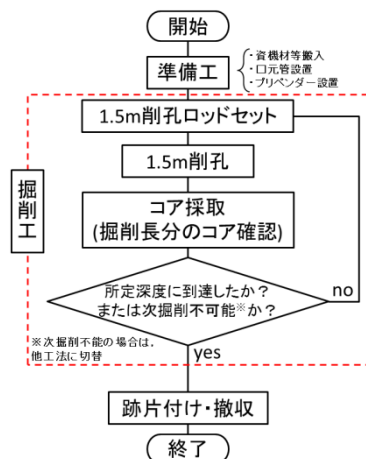


図-2 現地試験施工フロー

んだリバース水とコアの分離を試みた(写真-2)。削孔機は、PS-WL 工法で使用するものと同じロータリーパーカッションドリルを用いた。試験施工は図-2 に示すフローに従い実施した。また、施工期間は準備工からボーリング実施、跡片付けまでの作業を 4 方(2 日間)以内で実施するものとした。

キーワード 山岳トンネル、長尺コアボーリング、PS-SR 工法、現地試験施工、適用地山、効率化

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区神田三崎町 2-5-3 鉄建建設(株)土木本部 TEL:03-3221-2298

3. 試験施工結果

現地試験施工の結果概要を表-1、採取コアの一例を写真-3 および写真-4 に示す。

(1) 適用地山について

本工法による試験施工は、両試験施工ともに、口元から約 4m 位置より削孔を開始した。

石灰岩地山では、口元から約 16m に差し掛かった付近において、ロッド開口部から排出されるリバース水、コア、スライムが極端に減少した。このことは、ボーリング延長線上に石灰岩特有の空洞の存在が示唆され、空洞部に掘削先端が到達し、送水した水が空洞に逸水したためと考えられる。そして、地山や空洞部には地下水の貯留がなかったため、掘削先端に十分な水が供給されず、ほぼ無水状態で掘削したことにより削孔ロッド内でコア詰りが生じ掘進が困難となった。

一方、安山岩地山では、部分的に亀裂質な箇所も想定される地山であったが、一部で送水圧の上昇を確認（部分的な孔壁崩壊と想定）したものの、送水した水の逸水は起こらず所定延長の 120m まで掘削できた。また、掘削中には途中で地山湧水の有無を確認したが、ほとんど湧水のない地山であったため、本工法は送水のみ期待したコア輸送となった。これらのことから、対象とした地山の亀裂程度であれば、湧水がなくても本工法は問題なく適用できると考えられる。

(2) 長尺ボーリングへの適応性について

試験施工を実施した石灰岩地山では、前述の適用地山特有の問題により長尺ボーリングには至らなかった。一方、安山岩地山では、所定深度（口元から 120m）まで掘削でき、目標とした 4 方以内に余裕をもって完了できたことから、本工法は、切羽から実施する同程度の長尺コアボーリングと同等の適応性を有しているものと考えられる。コアの状態コア形状は、石灰岩地山では主にディスク状（一部に短柱状）、安山岩地山では主に岩片状、短柱～長柱状コアが採取できた（写真-3 および写真-4 参照）。本工法で採取したコアは、現場で実施されている PS-WL 工法よりも状態の良いコアが得られている。特に安山岩地山では、深度 120m まで状態の良いコアが採取できており、採取率も 100%近いものが得られた。また、柱状のコアを多く採取した区間やれき～岩片状のコアを多く採取した区間等、地山の亀裂状況を概ね推定することができ、切羽前方の地山情

表-1 試験施工結果概要

対象地山	石灰岩地山	安山岩地山
掘削延長	21m	120m
コア形状	れき～岩片状 短柱状	れき～岩片状 短柱～長柱状※最大長40cm
コア採取率	84%	100%
施工サイクル(1.5m当り)	平均15分	平均13分



写真-3 採取コアの一例（石灰岩地山）



写真-4 採取コアの一例（安山岩地山）

報取得に有用な試料が得られた。施工サイクルに関しては、削孔開始から終了まで、図-2 に示す掘削工の繰り返しのみであり、現地試験においてもボーリング作業の省力化に寄与できていることを確認した。

4. まとめ

現地試験施工で得られた知見を以下に示す。

- (1) 実現場および実際の地山においても、本工法は効率よく地山情報取得に資するコアの採取が可能で、作業の省力化に繋がる工法である。
- (2) 対象とする地山に湧水が少ない場合においても、亀裂開口性の地山でなければ本工法の適用は十分可能である。
- (3) 本工法は、施工中のトンネル現場で切羽から実施する 100m～150m 程度の長尺ボーリングとして十分な適用性を有する。
- (4) 送水した水が空洞や開口亀裂等への逸水が懸念される地山区間へは、本工法の適用が困難となる場合がある。

参考文献

1)舟橋他:ロータリーパーカッションによる逆循環式水平コアボーリングシステムの開発,土木学会第 72 回年次学術講演会, VI-072, pp143-144, 2018.