

PS-WL 工法との比較による PS-SR 工法実用化のための検証

鉄建建設(株) 正会員 ○村岡亜美 中原法久 舟橋孝仁 須志田藤雄
 鉄建建設(株) 正会員 小山俊滉 小林悟 小林文和
 鉦研工業(株) 正会員 今村大介 藤井英彰

1. はじめに

筆者らはこれまでに、口元から送水する削孔水が地山に逸水しない条件にて、コアチューブの出し入れがなく、地山からの高圧多量湧水に対応できる先進調査ボーリング工法として、パーカッション・シングルリバース工法（以降、PS-SR 工法と呼ぶ）（図-1）を開発し、性能確認試験や長尺ボーリングの現地試験施工を行ってきた^{1),2)}。ただし、標準工法であるパーカッション・ワイヤーライン工法（以下、PS-WL 工法）との、長尺ボーリングでの性能比較はまだ行われていなかった。またロッドを前後させた際にコアの順番が入れ替わってしまう、コア回収部からの落下時にコアが衝撃を受ける、開口ロッドから水とともにコアが飛散し作業員が受傷する可能性がある、という課題も残っていた。

そこで本検証では、施工中の山岳トンネルにて、同地点の切羽右側で PS-WL 工法、左側で PS-SR 工法を実施し、採取されたコアの品質や 1m 当たりのコア採取サイクルタイムを比較した。かつ改良を加えたコア採取機構の性能も併せて確認した。

本稿では、本検証により得られた知見を報告する。

2. 実地検証概要

各工法の比較を表-1 に示す。検証では、PS-WL 工法、PS-SR 工法ともに、同区間内の新第三紀の凝灰角礫岩（軟岩相当）と安山岩（中硬岩相当）を掘削した。PS-SR 工法のコア採取機構には、コアの破損を防ぎ、かつ安全性を向上させるために、有孔半割管のコアスライダー（写真-1）と飛散防止カバー（写真-2）を新たに設置した。コアスライダーはコアが掘削順に排出されるよう、飛散防止カバーに固定してロッドの動きに追従するようにした。ビットは PS-WL 工法でコア径 $\phi 45\text{mm}$ 、PS-SR 工法でコア径 $\phi 56\text{mm}$ （標準ビット）または $\phi 45\text{mm}$ のものを用いた。PS-SR 工法の標準ビットは、内径 $\phi 63.5\text{mm}$ のロッドとコアの隙間を狭くし、コアがリバース水によって押し流され易くさせるため、PS-WL 工法よりも大きなコア径で開発したものである。今回 PS-SR 工法にてコア径 $\phi 45\text{mm}$ のビットを使用した理由については、実地検証結果にて述べる。なお本検証では、どちらの工法でも湧水量が 15l/min 程度と少量であった。

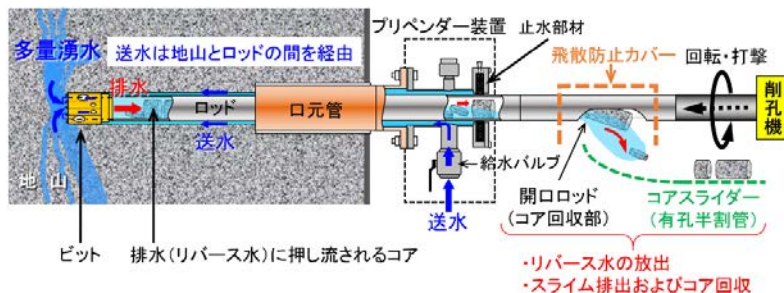


図-1 PS-SR 工法概要図

表-1 工法比較

工法	パーカッション・ シングルリバース工法 (PS-SR工法)	パーカッション・ ワイヤーライン工法 (PS-WL工法)
削孔機械	全油圧式 ロータリーパーカッションドリル	全油圧式 ロータリーパーカッションドリル
ビット外径	$\phi 101\text{mm}$	$\phi 101\text{mm}$
ビット内径 (コア径)	$\phi 56\text{mm}$, $\phi 45\text{mm}$	$\phi 45\text{mm}$
送水経路	ロッドと地山の間を經由	ロッド内を經由
排水経路	ロッド内を經由	ロッドと地山の間を經由
コア回収方法	リバース水によるロッド内押し出し	コアチューブ
高圧・多量湧水 の場合	掘削可能	掘削困難
削孔水の逸水が 激しい場合	掘削困難 (PS-WL工法へ移行可)	掘削可能

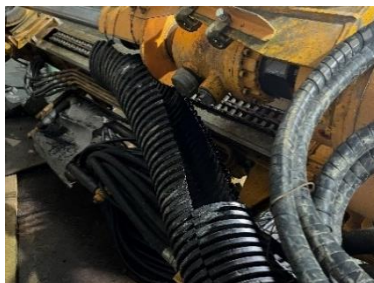


写真-1 コアスライダー



写真-2 飛散防止カバー

キーワード 先進調査ボーリング, 高圧多量湧水, PS-SR 工法, PS-WL 工法, コア採取機構, 省力化

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) TEL:03-3221-2298

3. 実地検証結果

(1) 採取コア比較

PS-SR 工法と PS-WL 工法の採取コア比較を図-2 に示す。コア採取率はどちらの工法もほぼ 100%であった。PS-SR 工法で採取した $\phi 56\text{mm}$ の凝灰角礫岩コアは、主として 5cm 前後の短柱状を示し、PS-WL 工法で採取されたコアよりもコア長が短くなった。そのため試験的に、凝灰角礫岩が出現すると予想した付近の深度から、ビットを $\phi 45\text{mm}$ のものに変更し掘削を行ったところ、安山岩、凝灰角礫岩どちらの区間においても PS-WL 工法と同等のコア長のコアが採取された。先進調査ボーリングでは一軸圧縮試験などの岩石試験の供試体を得る関係上、コア長の長いコアを得ることも重要である。ビットを変更したこ

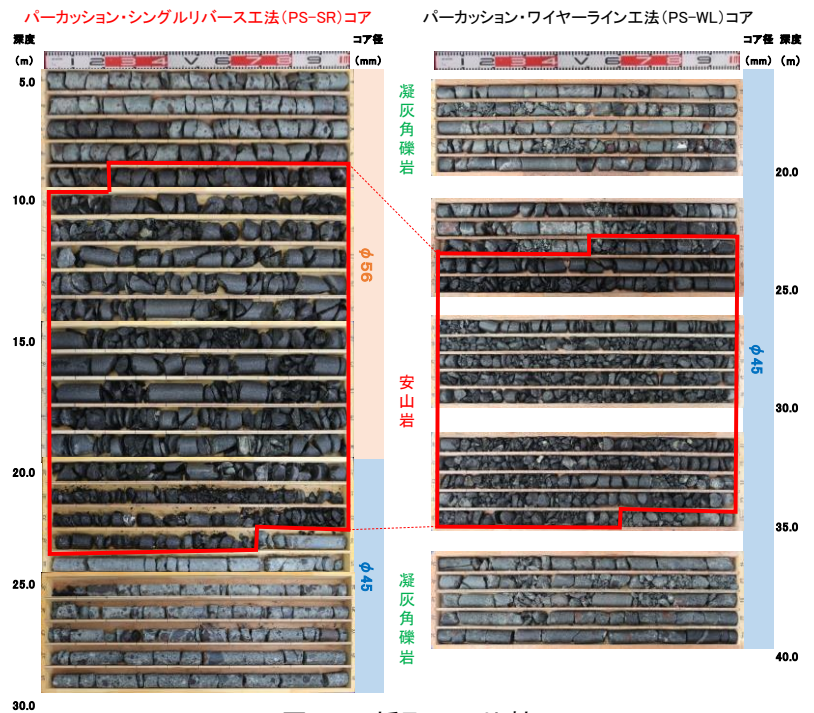


図-2 採取コア比較

とによって、軟岩相当の凝灰角礫岩では、コア径 $\phi 45\text{mm}$ のものを使用することで岩石試験の供試体に適したコア長の、状態の良いコアを採取可能であることが明らかになった。PS-SR 工法で採取した $\phi 56\text{mm}$ の安山岩コアはディスク状コアも少なく、PS-WL 工法で採取されたコアと同等以上の品質であった。

(2) コア採取サイクルタイム比較

地山状況がほぼ同じである深度 0~70m 区間における 1m 当たりのコア採取サイクルタイムの平均は、PS-WL 工法が 6.1min/m、PS-SR 工法が 4.8min/m であった。これにより、PS-SR 工法は PS-WL 工法よりもコア採取を効率良く行うことが可能で、作業の省力化に寄与することが明らかになった。

(3) コア採取機構

飛散防止カバーの設置によって、コア採取時に水およびコアが飛散することもなく、作業員の安全性を確保できることが確認できた。また有孔半割管を用いたコアスライダがロッドの動きに追従することで、コアは掘削順に排出され、コア回収部からの落下の衝撃も緩和され、状態の良いコアを採取することができた。

4. まとめ

現地実地検証で得られた知見を以下に示す。

- (1) 高压多量湧水がない安山岩（中硬岩相当）において、PS-SR 工法で採取されたコアの品質は良好であり、従来工法の PS-WL 工法で採取されたコアと遜色無い。同じく高压多量湧水がない凝灰角礫岩（軟岩相当）においては、コア径を $\phi 45\text{mm}$ に変更することによって、PS-WL 工法と同等の、岩石試験の供試体に用いることのできるコアを採取できることを確認した。
- (2) 口元から送水する削孔水が地山に逸水しない条件では、PS-SR 工法は PS-WL 工法よりコア採取を効率良く行うことができ、作業の省力化に寄与することを確認した。
- (3) PS-SR 工法のコア採取機構の改良を実施したことで、より安全に、かつ順番が入れ替わることなく品質の良いコアを採取することができた。

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 73 回年次学術講演会概要集，VI-072，pp143-144，2018。
- 2) 小山他：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，土木学会第 74 回年次学術講演会概要集，III-275，2019。