

ロータリーパーカッションドリルを使用した岩石試験試料採取

農林水産省東北農政局庄内あさひ農地保全事業所 寺田 剛 川名 久嘉
株式会社フジタ 正会員 ○村山 秀幸 上松瀬 義人 濱田 寛正
鉾研工業株式会社 正会員 今村 大介

1. はじめに

庄内あさひ地区(七五三掛地区)では、平成3年度より山形県が地すべり対策事業を実施してきたが、平成21年に大規模な地すべり災害発生を受け、農林水産省、国土交通省、山形県が連携し、ディープウエルや集水井等の大規模な緊急対策工事を実施した。同年7月頃には顕著な地すべり変動は収まったが、隣接する最大で斜面長1,050m、幅650m、深さ120mに及ぶ地すべりブロックの変動が継続していることが判明したため、農林水産省では山形県からの要請を受け、恒久的地下水排除対策として排水トンネルを施工し、坑内からの水抜きボーリング、地上からの落とし込みボーリング等を行うこととなった。本稿では、排水トンネル坑口からロータリーパーカッションワイヤーライン工法(以下、PS-WL工法と称す)による先進ボーリングを実施し、室内岩石試験に供することの出来る品質の高い試料を採取し岩石試験を実施した結果について報告する。

2. ロータリーパーカッションドリル(RPD)による地山試料採取

PS-WL工法は、掘進速度が速いことからトンネルの切羽前方調査や水抜きボーリングにおける適用が増えている。しかしながら、PS-WL工法は掘進に打撃を用いるため採取される試料は片状や礫状となりやすく、一般的な地質調査に用いられるロータリー式ボーリングと比べて試料の品質が劣るため、PS-WL工法によって採取された試料は室内岩石試験に供することは困難な場合が多かった。そこで、ロータリーパーカッションドリルに適用可能なロータリー型サンプラを試作し、PS-WL工法の一部区間において打撃を与えずに試料採取を可能とした。試作したサンプラは図-1に示すとおり、汎用のシングルコアチューブをロータリーパーカッションドリル用に逆ネジ(左回転)に改良したものである。

図-2に示すように、PS-WL工法で用いるビットはコア径45mmとなるものが標準であるが、ロータリー型サンプラのビットはコア径50mmとなるロータリー式ボーリングに用いるビットを採用した。このロータリー型サンプラを使用して打撃をせずに、回転とフィード圧だけを与えて掘進することにより、ロータリー式ボーリングと同様の方法による試料採取をおこなった。

PS-WL工法による調査ボーリングは排水トンネル坑口から延長52.5mに対して実施した。地質は中新統の火山礫凝灰岩で、周辺の既往調査ボーリングではロータリー式ボーリングにより棒状コアが採取されている。今回は、①13.50~14.10m、②27.00~27.80mの計1.4mについてロータリー型サンプラによる試料採取を実施し、図-3に示すとおり棒状のコア試料が採取できた。

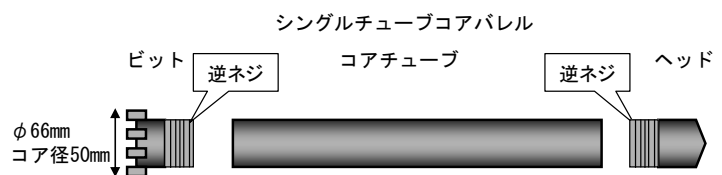
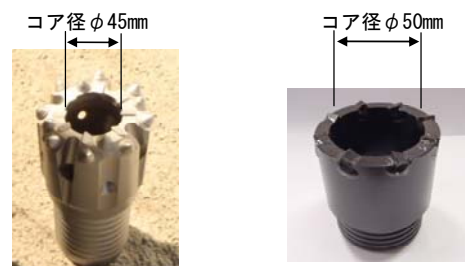


図-1 ロータリー型サンプラ



PS-WL工法用ビット

ロータリー型サンプラ用ビット

図-2 ロータリー型サンプラ用ビット

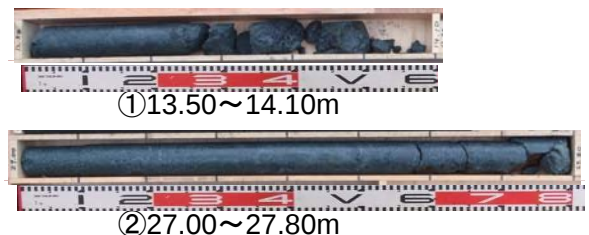


図-3 ロータリー型サンプラによる採取試料

キーワード トンネル、先進ボーリング、サンプリング、室内試験

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL:046-250-7095

3. 岩石試験結果と調査区間の地山強度の評価

ロータリー型サンプラーで採取した試料を用いた岩石試験結果を表-1に示す。図-4には当該地区の既往試験による超音波伝播速度(V_p)と一軸圧縮強度(q_u)の相関に、今回の試験結果をプロットしたグラフを示す。図より今回の試験結果は、既往試験結果と同様の傾向を示すことがわかり、当該地区の凝灰角礫岩および火山礫凝灰岩の試験値としては妥当な値であると評価できる。

PS-WL工法で調査した52.5mの区間について相対的な硬軟の目安を得る目的で、RPDによる連続打撃動的貫入試験¹⁾を実施した。本試験は、連続打撃貫入抵抗:P値(サンプラーを30cm貫入するのに要する打撃回数)により、地盤の硬軟を調査する方法である。図-5にPS-WL工法を実施した全区間におけるP値と岩石試験で得られた一軸圧縮強度を併記する。図より、ロータリー型サンプラーで採取した試料の一軸圧縮強度の実測値と、

P値のような相対強度を連続的に計測する調査手法を組み合わせることにより、調査区間全長の強度特性を連続的に評価することが可能となる。今回のケースではP値の傾向から、坑口から13mまで分布する強風化火山礫凝灰岩は相対的に強度が低い(P値=500~1,000程度)が、13m

以深は相対強度がほぼ一定の傾向(P値=1,000~1,500程度)を示すことがわかる。また、一軸圧縮強度の実測値より、13m以深の地山強度としては一軸圧縮強度14~20MN/m²程度の地山が連続すると推定できる。

4. 掘進時間(サイクルタイム)

今回の掘進対象深度はそれほど深くなかったことから、PS-WL工法のロッドを一度抜管してからロータリー型サンプラーを挿入して試料採取を実施した。ロータリー型サンプラー使用時の掘進時間は、ロッド抜管等の作業を含めて1箇所(掘進長平均0.7m)あたり約1.5時間程度であった。ロータリー型サンプラーによる試料採取2箇所を含めた52.5mの全体掘進に要した時間は合計14.0時間程度(2方)であった。よって、ロータリー型サンプラーによる掘進速度はロッド抜管等を含めて0.5m/h程度、ロータリー型サンプラーの作業時間を除いたPS-WL工法の掘進速度は4.6m/hと試算される。今後、掘進対象深度が深い場合には、サンプラーをワイヤーライン対応型としてロッド抜管作業を短縮するなどの改良により掘進速度の向上が期待できる。

5. おわりに

PS-WL工法による先進ボーリングの一部の区間にロータリー型サンプラーを試験的に適用し、ロータリー式ボーリングと同等の品質の試料採取が可能であることを確認した。本排水トンネルでは今後も切羽前方調査ボーリングをPS-WL工法で実施する計画であり、坑内作業におけるサイクルタイムの把握や、軟質部のコア採取率向上を目標としたサンプラーの改良などを行う計画である。また、今回は中新統の火山礫凝灰岩に適用したが、今後は硬質岩および破碎帯等の軟質な地質における試料採取方法についても検討を進めたい。

参考文献

- 1)中野・柴田・倉岡・今村・大野: RPDによる連続打撃動的貫入試験の水平ボーリングへの適用, 第45回地盤工学研究発表会講演集, pp.25~26, 2010.

表-1 岩石試験結果一覧表

試料名	R-1	R-3		
		1	2	3
採取深度(m)	13.50~14.10	27.00~27.80		
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	2.269	2.295	2.308	2.316
含水比 w_n (%)	11.0	10.4	10.6	10.5
超音波伝播速度(P波) V_p (km/s)	2.89	3.26	3.23	3.22
超音波伝播速度(S波) V_s (km/s)	1.08	1.37	1.37	1.35
一軸圧縮強度 q_u (MN/m ²)	14.46	16.91	20.39	22.53

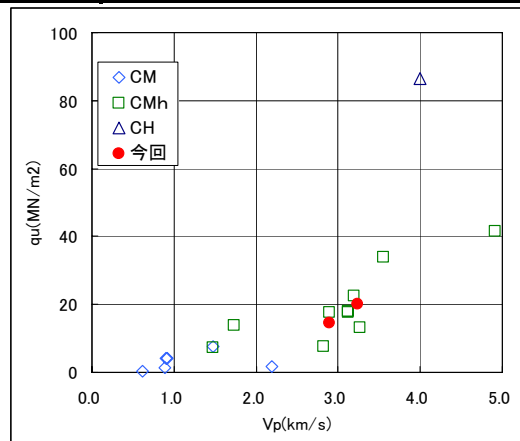


図-4 今回の試験結果と既往試験結果

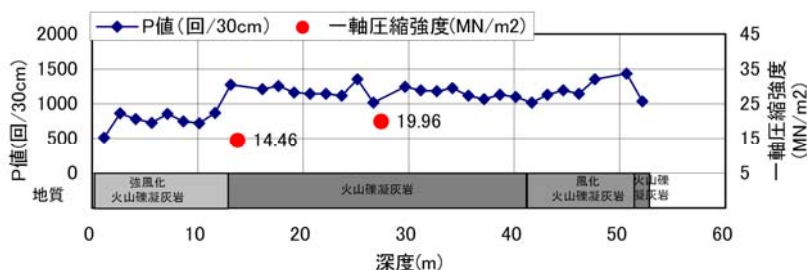


図-5 P値と一軸圧縮強度