

風化花崗岩における泥水シールド工法の泥水管理（その1）

前田建設工業（株） 正会員 ○一原 正道 正会員 森 芳樹
 前田・東洋特定JV 日野 浩
 エーケーケミカル（株） 正会員 小林 一男

1. はじめに

花崗岩は、主に石英、斜長石、正長石、黒雲母、白雲母、角せん石、及び少量の磁鉄鉱からできており（表-1 参照）、完晶質な鉱物による等粒状組織を示し、粒子と粒子が相互にしっかりと縫合した間隙のないよく締まった状態にある。一方、風化花崗岩は花崗岩に比して著しく性状が変化し、岩石としての固結力を失い、最終的には土に還元される。

泥水シールドにおける泥水の主目的は①切羽の安定、②土砂流体輸送であり、そのために必要な条件は①泥膜の形成、②分離しないことである。風化花崗岩層を掘進対象地盤とする泥水シールドにおいて安全に施工するためには、基本泥水（切羽保持に有効な粒径 $74\mu\text{m}$ 以下の泥水）の特徴を把握した品質管理が非常に重要になる。

筆者らは、福岡 202 号外環状共同溝第 2 工区 B シールド工事において、風化花崗岩を掘進するための泥水配合試験及び泥水の物性試験を行い、各泥水の性能確認と適切な配合を選定し、また、掘削対象地盤に対し泥水の透過浸透性能を確認したのでここに報告する。

2. 現場の概要

福岡 202 号外環状共同溝第 2 工区 B シールド工事は、道路の保全及びライフラインの信頼性確保を目的として、水道・電力・電話の 3 企業の公益施設を一体的に収容し、地上部に位置する国道 202 号外環状道路及び福岡高速 5 号線と一体的・効率的に整備を進めている事業である。以下に、工事概要を記す。

工事名：福岡 202 号外環状共同溝第 2 工区 B シールド工事

発注者：国土交通省 九州地方整備局

セグメント外径： $\phi 5,550\text{mm}$

施工期間：平成 15 年 2 月～平成 17 年 9 月

施工延長：1,091m

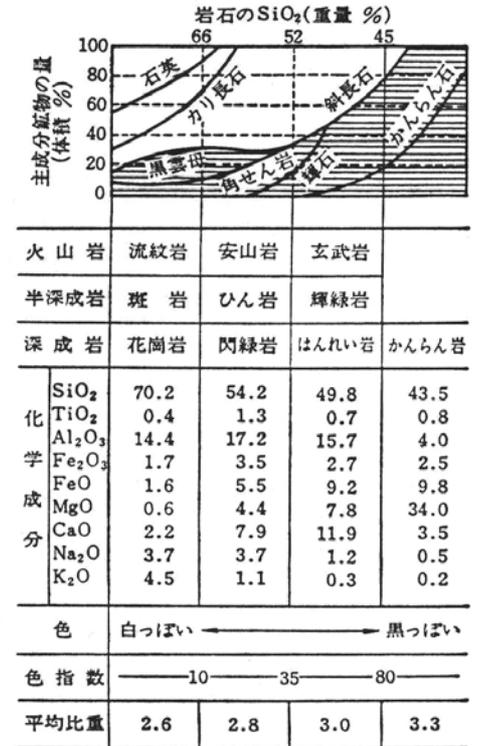


表-1 花崗岩の鉱物・化学組成¹⁾

凡例			
地質時代	地層名	記号	記号
中生代	風化花崗岩	WG(DL)	風化が著しく土砂状を呈す。局所的に粘土鉱物を含む。層厚1m~10mであり、N値は50未満である。
		WG(CM)	風化により土砂状を呈す。局所的に固結しているが指圧にて容易に崩れる。層厚は7m~25m以上と厚く分布する。N値は50≦N<300を示す。
		WG(DH)	No.396より始点側で層厚2m程度。No.425より終点側において層厚11m程度である。N値は300以上であり、岩組織は明確である。コアは指圧にて容易に崩れる。
	花崗岩	Gr(DL)	No.417より始点側およびNo.4孔付近で確認されている。層厚は11m~15mと厚く分布する。コアは岩片状主体であり、指圧では容易に崩れない。
		Gr(CM)	No.411より始点側において層厚8.5mで確認された。5cm~数十cmの短柱~柱状コアであり、コア表面は粗面状を呈す。
		Gr(DH)	本調査ではNo.400付近において確認され、層厚2m以上である。コアは数十cmの長柱状を呈し、ハンマーの打撃により金属屑を発生する。

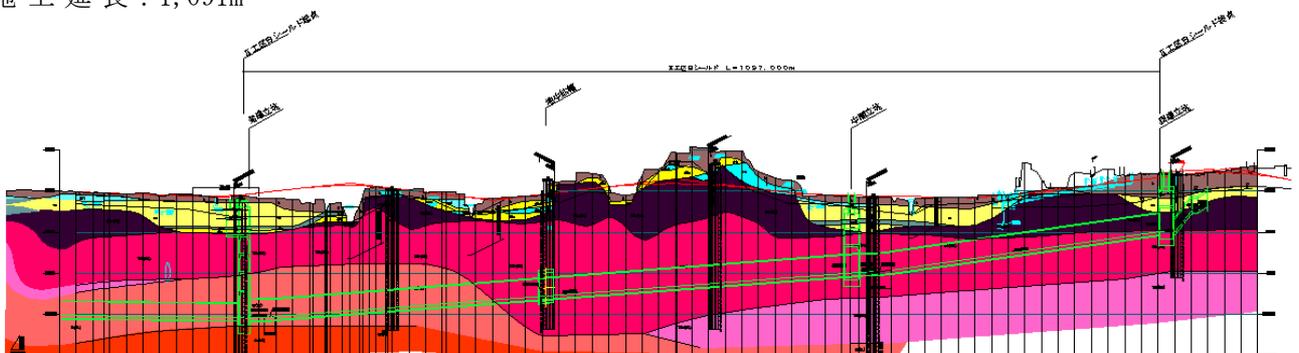


図-1 土質縦断面図

キーワード シールドトンネル、泥水式シールド工法、風化花崗岩、粒土分析試験、蛍光X線試験

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 前田建設工業（株） 土木本部土木技術部 TEL03-5276-9472

〒101-0032 東京都千代田区神田岩本町 1-5-13 エーケーケミカル（株） TEL03-3862-6440

3. 泥水性能試験

(1) 試験目的

シールド掘進前に掘削対象地山の泥水性状を把握し、泥水性能の確認と適切な配合を計画する。

(2) 試験結果

試験結果の概要を表-2に示す。

表-2 基本泥水性能試験結果

	試料名	ファンネル粘性 (秒)	比重 (g/cm ³)	イーロードバリュー (lb/100ft ²)	ろ水量 (ml)	備考
標準		23以上	1.2以上	2以上	50以下	
試料1	基本泥水	21.7	1.20	0.0	136.8	分離傾向あり
試料2	ベントナイト泥水	24.4	1.20	1.5	31.6	
試料3	高分子泥水	32.0	1.20	7.5	29.8	
試料4	高濃度泥水	32.1	1.20	8.0	14.8	
試料5	見かけの泥水	24.7	1.25	8.5	105.0	

見かけの泥水は、比重・粘性等の基本性能を有しているように見えるが、基本泥水は基本性能を有していない事が分かった。これらを改善するためには、ベントナイト等を添加する必要がある。

4. 粒土分析試験

(1) 試験目的

粒度分布から泥水の基本性能を予測する。

(2) 試験体条件

立坑から採取した風化花崗岩から作成した基本泥水

(3) 試験装置

レーザー解析粒度分布計 LA-920（ホリバ製作所）

(4) 試験結果

地山細粒分は15%であり作泥を不要とする粒度分布を示しているが、基本泥水中の粒度分布ではコロイド分が少なくシルト分に偏っている。そのため、泥水品質としては分離傾向があるほか粘性が低く、ろ水量が多いことから安定性が低いと考えられる。

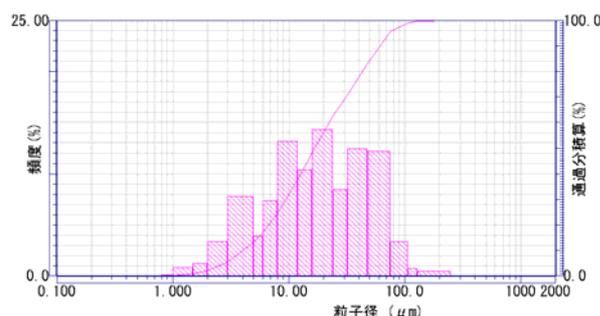


図-2 基本泥水中固形分粒子径分布曲線

5. 蛍光X線試験

(1) 試験目的

風化花崗岩の化学組成から泥水品質の特性を推定する。

(2) 試験体条件

立坑から採取した花崗岩から作成した基本泥水

(3) 試験装置

エネルギー分散型蛍光X線試験装置 EDX-700（島津製作所）

(4) 試験結果

一般的な花崗岩に比べてSiの割合が少なく、Al、Feの割合が多い化学組成となっている。今回分析した花崗岩は、Siが少ないため、火成岩としての安定性が低く風化し易い花崗岩であると考えられる。また、Feが多いので磁鉄鉱系花崗岩と考えられ、分散イオン化傾向にあり泥水が分離しやすいと考えられる。

表-3 化学組成一覧表

	分析数値	一般的花崗岩
Si	43.2%	70.2%
Al	23.0%	14.4%
Fe	15.8%	1.7%
k	8.0%	4.5%
Ca	5.3%	2.2%
Ti	2.2%	0.4%

6. まとめ

風化花崗岩における泥水シールドの掘進管理は、泥水性状の正確な把握が重要である。花崗岩は、粒度、化学組成及び風化の度合いにより基本泥水の性状が大きく異なるため、見かけの泥水性状ではなく $\phi 74\mu\text{m}$ 以下の基本泥水性状の把握が必要不可欠な施工管理である。また、化学組成的にはFeが多く含まれており、ベントナイト等の作泥材が劣化し易いため泥水性状の把握を継続的に実施する必要がある。その後実際のシールド掘進による基本泥水について泥水性能試験を行った結果、事前検討とは異なり基本性能を有する泥水性状であることが分かった。なお、泥水の浸透特性については次編に述べる。

参考文献

- 1) 風化花崗岩とまき土の工学的性質とその応用（地盤工学会編）