

変質した花崗岩地山における切羽安定性評価についての検討

株式会社 ダイアコンサルタント 正会員○伊熊俊幸 久保内明彦
飛島建設・鉄建建設共同企業体 松原利之
JH 名古屋建設局 清見工事事務所 佐野信夫

1. はじめに

東海北陸自動車道飛騨トンネルの白川方坑口部周辺（図 - 1 参照）には熱水変質作用を受けた花崗岩が分布し、部分的に細粒土化（土砂状～粘土状化）した箇所が認められる。TBM工法により避難坑を先進させ掘削しているが、数箇所まで切羽が崩落した。掘削を継続するにあたり崩落原因および未掘削部における切羽安定性について検討することとなり、トンネル坑内で採取した砂質土についての土質試験（粒土分析、含水比試験、スランブコーンによるコンシステンシー試験等）、理化学試験（X線解析分析等）を実施した。

種々検討の結果、切羽の安定性評価については、含水比および細粒分含有率が指標となり得ることが判明したので報告する。

2. 調査方法および調査結果

調査は図 - 2 に示すフローチャートに従って実施した。避難坑および本坑における試料採取位置、坑内地質分布状況を図 - 3 に示した。また、切羽で採取した試料（砂質土）について物理試験を行った結果を表 - 1 として取り纏めた。

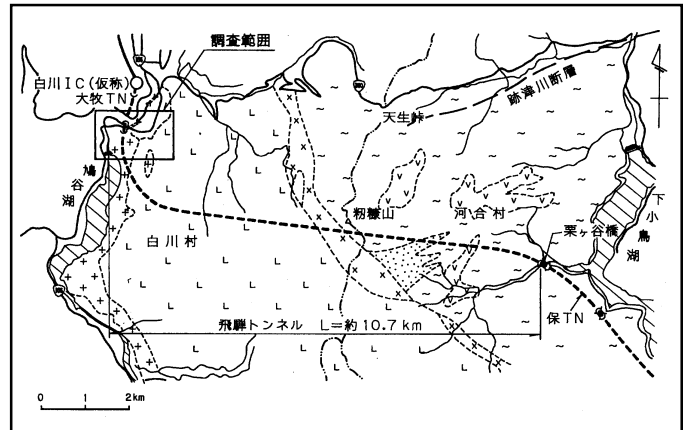


図 - 1 調査位置図

凡 例	
▽▽▽	横峰火山岩類
×××	花崗斑岩類
+++	白川花崗岩類
	濃飛流紋岩類
.....	手取層群
~~~~~	船津花崗岩類・飛騨変成岩類

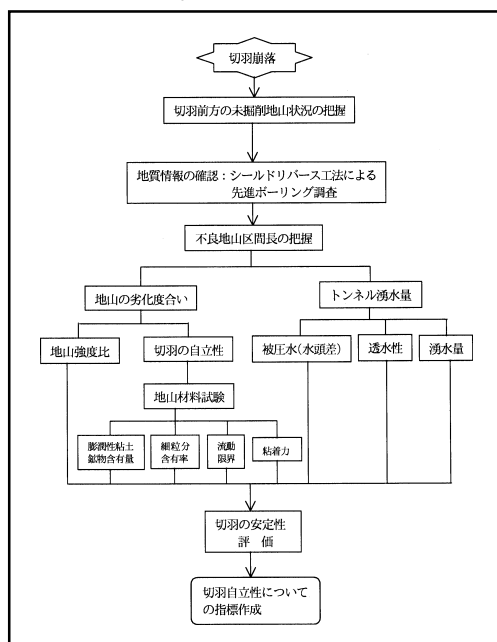


図 - 2 調査のフローチャート

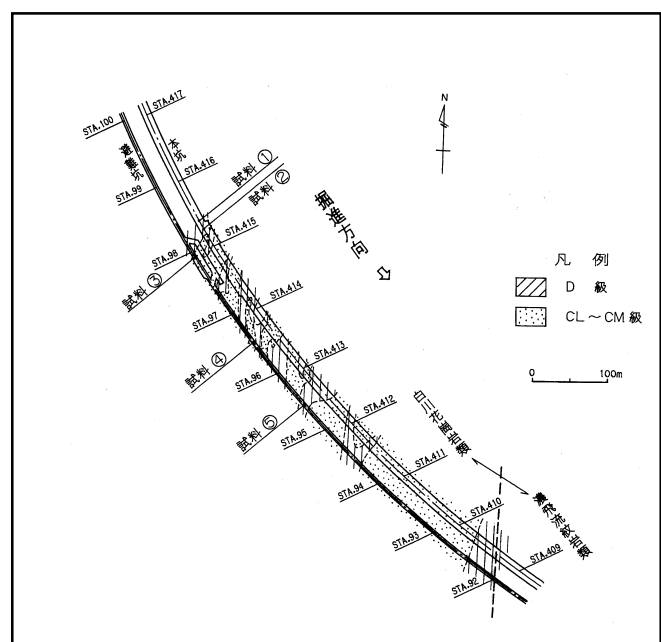


図 - 3 トンネル坑内における試料採取位置および地質分布状況

キーワード / 熱水変質作用，切羽の安定性，コンシステンシー，細粒分含有率，流動限界  
連絡先（名古屋市熱田区金山町 1-6-12 Tel:052-681-6711 Fax:052-681-6710）

表 - 1 切羽採取試料についての物理試験結果

試料番号	試料採取位置	土質分類	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	含水比 $W_n(\%)$	均等係数 $U_c$	曲率係数 $U_c'$	細粒分含有率 (%)	備 考	
								崩落	自立
試料①	本 坑STA. 415+40	GFS	2.630	1.4	222.57	1.90	15.3		○
試料②	本 坑STA. 415+26	GS-F	2.632	1.7	87.54	1.19	10.0	○	
試料③	避難坑STA. 97+90	SFG	2.643	8.7	90.58	1.87	16.1	崩落箇所近傍	
試料④	避難坑STA. 96+53.8	GS-F	2.639	3.6	313.74	2.94	14.8		○
試料⑤	避難坑STA. 95+41.5	GS-F	2.652	0.6	24.01	2.02	5.4	○	

GS-F：細粒分混り砂質礫 GFS：細粒分質砂質礫 SFG：細粒分質礫質砂

### 3．切羽安定性についての評価

表 - 1 の物理試験結果に基づいて切羽安定性についての評価を行った。

図 - 4 は採取した試料について「まさ土」の試料調整（地盤工学会、1990）を施した後の粒径加積曲線である。切羽が崩落した箇所で採取した試料と試料 について、細粒分含有率が 10%以下で、均等係数は非崩落箇所の試料に比べ低い値（90 以下）を示している。

今回検討対象とした花崗岩の細粒土の基本物性は a) 風化度、b) 母岩の鉱物組成、c) 細粒分含有率、d) 粒度組成に支配されていることから、その質的变化や粒度を総合的に表す指標としてはコンシステンシー特性が有効であると考えられ、その試験法としてスランプ試験による流動限界値 ( $w_{fl}$ ) を用いて検討した。 $w_{fl}$  は細粒土の含水比を変化させた時の自重による変形抵抗を測定するもので、変形抵抗が急減する値をもって流動化が始まる含水比（液性限界に相当）とみなした。

切羽が崩落した箇所における  $w_{fl}$  は 9%前後であるのに対し、切羽自立箇所での値は 15%前後を示しており、明らかに差異が認められる（図 - 5 参照）。

中山ほか（1999）により示された流動限界値と細粒分含有率との関係図に今回の試験結果を記入したものを図 - 6 としてまとめたが、流動限界値と細粒分含有率との間には正の相関が認められる。

今回のような砂質土の場合、細粒分含有率が増加すると流動化しにくくなると考えられており、試験結果からも細粒分含有率が多い試料ほど切羽の安定性が増加している。

これらを総合的に考え併せると、岩盤の風化や変質に伴い花崗岩を構成する粒子の細粒化・粘土化が進み、その結果、高塑性の細粒分が増加すると流動限界も増し、切羽がより安定化すると考えられる。

なお、図 - 5 では数%以下の低含水比の領域においてもスランプ高さが大きな値を示しているが、これはいわゆる乾燥流砂現象に相当すると考えられる。

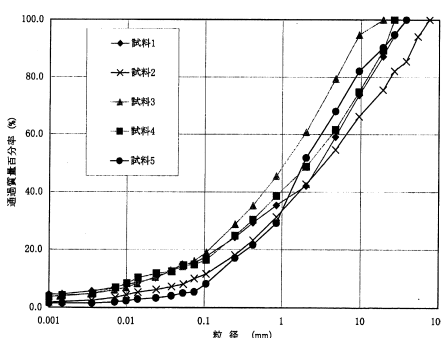


図 - 4 粒径加積曲線

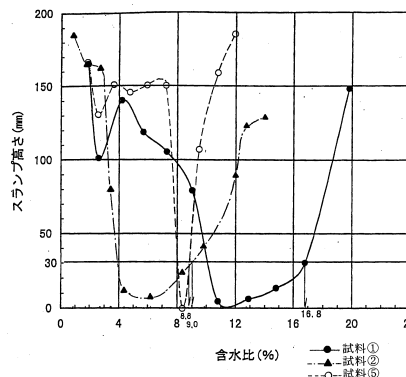


図 - 5 流動曲線

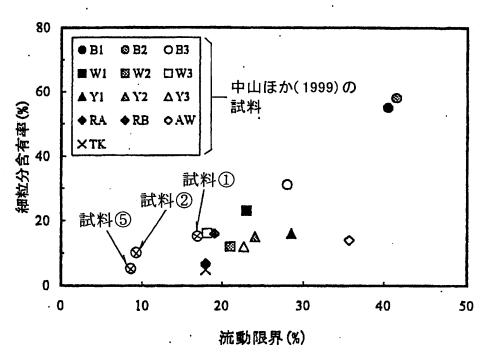


図 - 6 流動限界と細粒分含有率

### 4．おわりに

細粒分含有率、流動限界、均等係数が切羽の自立性に対する指標となり得るが、細粒分については、含有率に加え、それらの性状（高塑性，低塑性）が自立性に関係すると考えられるため、今後、細粒分に対して X 線解析分析のデータをさらに蓄積し、切羽の安定性評価について検討を重ねて行く予定である。