

清水建設(株) 正会員 ○ 蔵 田 忠 広
清水建設(株) 正会員 高 崎 英 邦

1. はじめに

トンネル掘削には、全断面掘削、ショートベンチカット工法など有り、NATMの場合大断面掘削では、一般にショートベンチカット工法で行うことが多い。トンネル掘削時の地山挙動は、上半部掘削時が一般に一番大きいが、地山状況が脆弱な場合に下半部掘削時にどの程度上半部に影響を与えるかは興味深いところである。

今回、強い変成作用を受けている神居古潭変成帯に位置する一般国道274号稲里トンネル新設その2工事において、NATMによる試験工事が実施され各種の計測結果を得ている。この内、本報告は、これらの結果を用いて下半部掘削に対する上半部の地山挙動についての現象を述べたものである。

2. 地質とトンネルの概要

図-1に試験工事区間での地質縦断図を示した。図から分るように変成岩が主であり、一部に蛇紋岩が現出している。

岩石試験結果一覧を表-2に示す。この結果からトンネルの大部分を占める黒色片岩は、一軸圧縮強度が 10 kgf/cm^2 以下で、また、浸水崩壊度試験から水に対する抵抗力も極端に弱い。岩盤状態は、強い動力作用を受けた結果、各所に断層や破碎帯が認められ、また、網状に片理が発達し劣化が進んでいる脆弱な性状を示す。

トンネル掘削は、ショートベンチカット工法で、掘削断面積は、上半部 40 m^2 、下半・インバート部 41 m^2 である。図-1に示すように本坑断面において計測断面をN1～N6断面設け、この内N3、N5断面が主計測断面である。なお、トンネルの施工は、上半に続いて下半、インバート部同時に掘削し断面閉合を行っている。

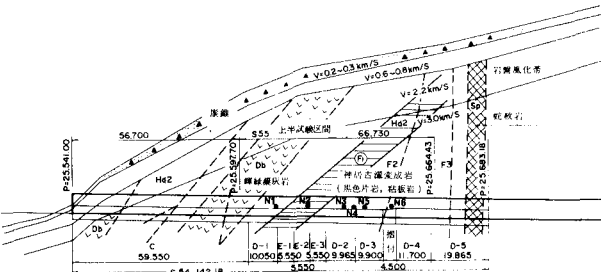


図-1 試験工事区間と地質縦断図

表-2 岩石試験結果

試験項目	黒色片岩		蛇紋岩
	片状部	破碎粘土部	変状部
単位体積重量 (t/m^3)	2.7	2.8	2.7
一軸圧縮強度 (kg/cm^2)	8.4	3.8	2.5
浸水膨張試験 (%)	4.4	2.9	3.5
断 層 度 (%)	4.0	3.6	3.5
浸水崩壊度	C~D	D	D
超音波伝播速度 (km/s)	2.8	2.0	1.4
C E C 試験 (ml/100g)	4.9	6.6	7.7
X線分析 石英	○	○	
◎ 雲母	○	○	
○ 中 方解石	△	△	△
△ 少 滑 石			○
△ 緑泥石	○	○	△
△ 蛇紋石			△

表-1 トンネル諸元

断面諸元	本坑断面
断 面 積 m^2	81
内 空 半 径 m	4.52
吹付コンクリート厚 m	0.25
ロックボルト	本坑本 30
長さm	5
インバート部	3.5
鋼製支保工	MU-29

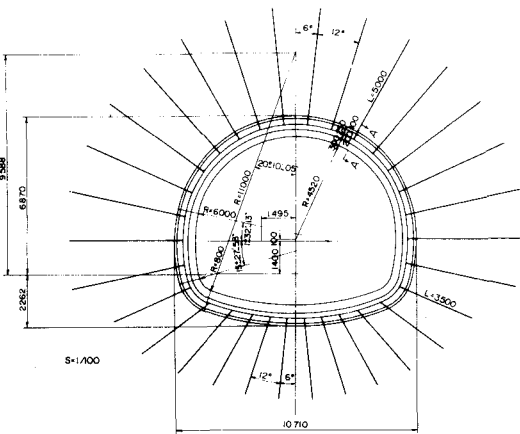


図-2 本坑断面

注) 表中値は平均値

3. 下半掘削に伴う上半への影響

各計測結果について調査すると、下半、インバート部掘削の影響は、主に内空変位、天端変位について現らわれている。

下半、インバート部掘削での上半部への影響について上半部内空変位量を表-3に、また、表-4には、天端変位について示した。これらの表から次のようなことが言える。

- 内空変位については、測線3（水平測線）が20～30mmであり、他の測線に比べ顕著に下半、インバート部掘削の影響を受けている。
- 下半、インバート部掘削後の下半内空変位の各測線ともに最大でも10mm程度となっており変形としては比較的小さいものとなっている。また、ロックボルト軸力、岩盤内変位についても微小であった。
- 全変形量に対し下半、インバート部掘削による影響は、上半部全変位量の30%であり、上半掘削時に地山挙動の大半が発生していることが言える。

上記に示すように、下半、インバート掘削の影響が比較的小さかった原因は、1進行0.9mで下半、インバート掘削後早期に閉合を行っており、チューブ効果がかかなり発揮されていることが考えられる。一方、下半、インバート掘削後の下半部地山挙動について見るために、図-3に岩盤内ヒズミ分布図を示した。この結果から分かるように、上半部に比べ下半部掘削による岩盤内ヒズミ値の発生は微小であり、下半部の地山挙動も小さいことが言える。

4. ま と め

下半掘削に伴う上半への影響について、計測結果を基に検討を進めて来た。これらの現象から当地山においては、次のようなことが言える。

- 内空変位において、下半、インバート部掘削による顕著な挙動は、上半下部の水平測線に現われる。このことから、このような地山条件ではとくに水平測線での計測管理が施工管理上とくに重要であることが言える。
- 下半、インバート部掘削をショートステップで同時に施工し早期に閉合を行なったことから閉合効果が発揮され、上半部への影響も小さく、また、下半部の地山挙動も小さかったものと考えられる。

なお、地山状況が脆弱な場合、下半掘削による上半部への影響もさることながら断面閉合時期、距離について検討することも重要である。

おわりに、本報告に際しては、北海道開発局土木試験所地質研究室、同室 蘭開発建設部穂別道路改良事業所からの多大な御指導を賜った。これら関係諸氏に謝意を表します。

表-3 上半部への影響（内空変位）

断 面	測 線	下半・インバート部掘削による内空変位量（mm）	内空変位最終量（mm）
N 1	1	1.7	23.4
	2	0.7	-0.13
	3	2.6	29.2
N 2	1	3.8	77.7
	2	1.8	94.3
	3	17.0	59.3
N 3	1	10.1	36.9
	2	-1.0	20.7
	3	21.0	96.6
N 5	1	4.7	70.7
	2	5.7	21.6
	3	23.1	67.1
N 6		9.2	22.6
		3.4	26.0
		19.0	71.5

表-4 上半部への影響（天端変位）

断 面	下半・インバート部掘削による天端変位量（mm）	最終天端変位量（mm）
N 1	6	3.1
N 2	1	16.8
N 3	11	16.5
N 5	6	14.0
N 6	15	5.3

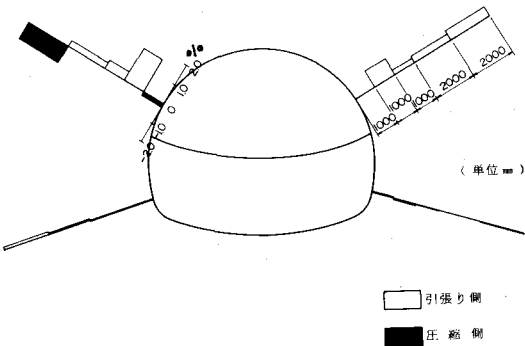


図-3 岩盤内ヒズミ分布（N5断面）