

堆積層群でのトンネル坑口付近の変形について

宮崎大学工学部 正会員 ○瀬崎 満弘
(株)佐藤組 竹内 一博

1. まえがき

トンネルの坑口は、明かり部と地下との接点である。坑口は自然斜面あるいは地山を掘削して作った斜面に設けられるが、トンネル坑口付けの切土やトンネル掘削により、斜面の安定を崩すことがあるので、地すべり、斜面崩壊・落石、土石流およびなだれ等の災害を受けやすい。また、坑口付近のトンネルの設計、施工にあたっては、切羽、天端の崩壊、偏土圧、地耐力不足あるいは地表面沈下等の問題があり、慎重な配慮が必要である。ここでは、宮浦トンネルの坑口付近で遭遇したトンネル全体が沈下するような現象を解明するためにに行った計測結果とその対策工について述べる。

2. 宮浦トンネルの地形と地質の概要

宮浦トンネルは、建設省宮崎工事事務所が国道220号の改良として、日南市宮浦地内に施工した延長306mの国道規格第3種2級の道路トンネルである。この宮浦トンネルは、宮崎県南部の日南海岸沿いにあり、日南市中心部から北へ約10km離れた小目井地区に位置する。日南海岸は、北は青島から南は都井岬まで延長約50kmに及んでおり、このトンネルはほぼ中間地点に位置している。宮崎市と日南市の間には南那珂山地と呼ばれる標高500～750mの頂部をもつ山体が南北に連なり、東海岸線で日向灘に没している。南那珂山地の東斜面には、日向灘に流れ込む中小河川が発達し、山地を開折し、東西への稜線を発達させている。したがって海岸線では稜線が海に没する岬と河川が注ぐ入江とが交互に続く変化に富む地形が展開されている。宮浦トンネルはこれら稜線の一つを南北に貫くトンネルで、トンネル付近の稜線の幅は300m、頂部の標高は約100mで、岬をなす東側では岩石海岸が連続している。終点側斜面は急斜面をなし、起点側坑口は緩い斜面をなし、全体的に見れば馬蹄形を呈しており、地すべり地形と判断された。

宮崎県地質図によれば、この地域は宮崎層群分布域である。表-1に当地域の地層層序を示す。宮浦トンネルの施工位置では、表に示す宮崎層群に属する泥岩、砂岩泥岩互層が基盤を構成する。起点側では泥岩及び砂岩泥岩互層が、終点側では砂岩泥岩互層が分布している。この基盤岩を覆い低地部では沖積層が分布し、山腹斜面には崩積土層が分布する。

表-1 地層層序

地質時代	地質名	記号	記 事
新第四紀	新 堆 積 層	dt	砂岩層を主体とし所々φ300mm程度の硬質砂岩を混入。マトリックス部粘土分少ない。層厚は10m程度と厚い。
	新 堆 積 層	dt ₁	泥岩層を主体としφ500mm程度の硬質砂岩を混入。全体的にはもう軟質で粘土分の混入多い。
	新 堆 積 層	F	硬砂層しく隙間じり粘土状。岩盤すべりの場合すべり面になり得る。
	新 堆 積 層	M ₁	片状～短棒状コア主体一部亀裂面は粘土化、礫化する。
第三紀	中 新 世	M ₂	新鮮岩で棒状コア主体不動岩層。
	古 新 世	M ₃	

3. 計測結果と対策工

図-1に、坑口より25mの地点での内空変位と天端沈下の計測結果を示す。また、図-2に切羽で観測された地質の展開図と支保パターンを示している。図-1からわかるように、測線Aの変位が12cmに達し、測線Cでも4cmの変位が観測された。紙面の都合で、ここには示さないが、坑口より30mの地点でも同様な結果が得られた。起点側坑口部は、粘土質の崩積土が厚

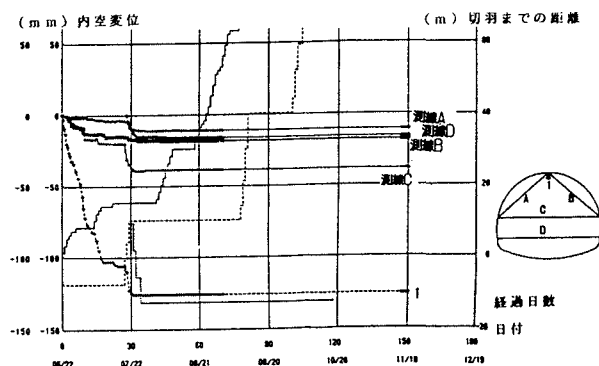
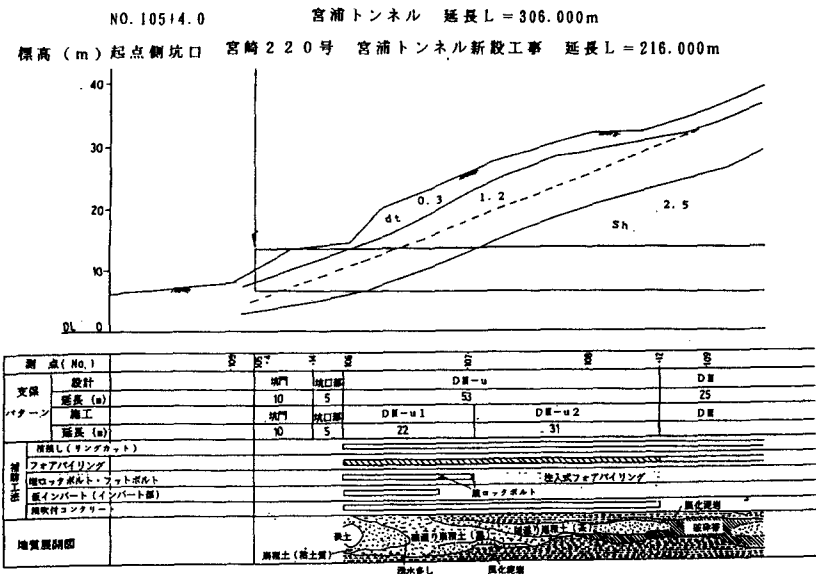


図-1 内空変位と天端沈下の計測結果

く分布し、観測結果から判断されるようにトンネル自体の沈下が激しく、トンネル自体の安定が懸念されたため、トンネルの安定確保のための有効な対策工、合理的な支保構成を探るための計測工Bを実施した。表一2に上半通過時と最終的に収束した時点での結果を示す。図一3に内空変位の3測線の計測結果に基づいて上半掘削時のライニングの変形状況を見たものである。

地形（山側から海側への緩傾斜）に起因した偏圧と考えられる変形状況を示している。また、上半脚部付近は泥岩、泥岩・砂岩互層が分布していたが粘土化し、地耐力はさほど期待できなかった。計測工B等の観察結果より、対策工として、地耐力不足については脚部より斜めボルトを施工し、鋼製支保工同志を連結した。全体的な変形に対してはインパートを施工することで対処した。最終的な計測結果から判断すると適切な処置だと考えられた。



図一2 坑口付近の地質と支保パターン

表一2 計測工Bの結果

計測項目	物理量	測点	上半時	最終時
天 地 比 下	天 地 比 下 差 (mm)	1	-18	-12
		A	-17.3	-15.1
		B	9.4	-4.5
		C	-17.5	-15.2
		D	-	-1.4
内 空 変 位	内 空 変 位 (mm)	2	3.5	3.0
		3	3.5	4.1
		4	-	0.2
		5	-	0.1
		6	0.17	0.10
地 中 変 位	地 中 相 対 変 位 (mm)	7	0.01	0.14
		8	-	0.01
		9	-	0.01
		10	-	0.01
		11	-	0.01
ロ ッ ク ボ ル ト 軸 力	ロ ッ ク ボ ル ト 軸 力 (tf)	12	0.4	0.1
		13	0.1	0.1
		14	-	0.1
		15	-	0.1
		16	-	0.1
一 次 掘 削 方 向	吹 付 コ ン ク リ ー ト 厚 力 (kgf/cm ²)	17	13.7	13.7
		18	4.7	5.3
		19	4.4	4.4
		20	-	-
		21	-	-

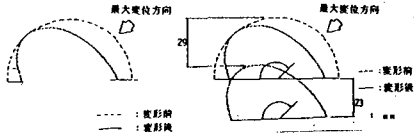
※1 地 中 相 対 変 位：設計時の断面厚を基準としたときの断面変位。
 ※2 地 中 区 間 ひずみ：区間変位/区間長として求めた区間ひずみ。
 ※3 ロックボルト軸力：測定区間の最大値を示す。

4. むすび

ロックボルトの軸力および地中変位等から判断すると、ゆるみ域は拡大していないと考えられる。また、土被りも小さいことから、宮崎層群の泥岩に特徴づけられるように、脚部付近の泥岩が掘削後の暴露によって、膨潤化し地耐力を保持できなかったものと考えられる。今後の課題として、掘削後風化が進む前になるべく早く切羽を閉合する事が重要であろう。

< 参考文献 >

宮崎220号宮浦トンネル新設工事 報告書
 (株) 佐 藤 組



図一3 上半掘削時のライニングの変形状況