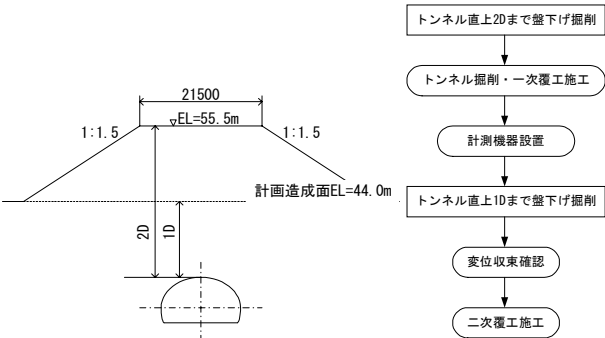


地表面掘削が施工中のトンネルに与える影響に関する予測と実際

○（株）大本組 技術本部 技術開発部 正会員 鈴木昌次
国土交通省 中国地方整備局 山口工事事務所 大久保雅憲
（株）大本組 愛宕山トンネル作業所 正会員 丸山 功
パシフィックコンサルタンツ（株） 大阪本社 プロジェクト部 正会員 浜手慎也
山口大学 工学部 社会建設工学科 正会員 中川浩二

1. はじめに

愛宕山トンネルは、主としてCM～CH級に分類される広島型花崗岩地山を貫く延長668m、断面積77.6m²の道路トンネルである。トンネル工事着手時には既に地表部での宅地造成工事が進められており、両工事の同時進行となった。このため、トンネル掘削への影響範囲と考えられる土被り2D位置まで盤下げ掘削を先行し、トンネルでの一次支保施工後にトンネル直上15.4m高さまでの盤下げ掘削を再開する計画とした。図－1に施工概要を示す。トンネル施工においては盤下げ掘削によるトンネルへの影響を事前検討するとともに、計測によってトンネル構造の安定性、健全性の確認に努めた。本文では、盤下げ掘削によるトンネルの事前挙動予測と施工時B計測の比較検討を試みた。



図－1 施工概要

2. 上部切土による影響予測

影響予測は2次元FEM弾性線形解析を用いた。表－1に地山物性値を示す。切土時の地山変形係数は徐荷時変形係数を考慮して載荷時の5倍とした¹⁾。トンネル掘削時の緩み範囲は周辺3mとし、開削トンネル

表－1 地山物性値

		単位体積重量(t/m ³)	ポアソン比	変形係数(N/mm ²)
上部層 DH～CL	載荷時	2.35	0.4	140
	徐荷時			700
	緩み域			175
下部層 CM	載荷時	2.4	0.3	650
	徐荷時			3250
	緩み域			812.5

での側方地盤バネの低減率²⁾

を参考に地山変形係数の0.25倍とした。表－2に解析結果を示す。表中の括弧内は盤下げ掘削による増分、*はNo.27+55での計測値である。表より、盤下げ掘削によって

表－2 予測解析結果

解析断面 No.27+60	変位(mm)			吹付けコン クリート応力 (N/mm ²)	鋼アーチ支保工			ロックボルト 軸力 (kN)
	造成 面	直上 地中	天端 沈下		応力 (N/mm ²)	軸力 (kN)	曲げ (kNm)	
								＋：圧縮
一次覆工 完了時	-7.8	-10.2	-15.6 *-4.2	4.8	141.1	527.2	0.3	39.2 -4.9
盤下げ完 了時	-2.8 (5.0)	-6.2 (4.0)	-12.0 (3.6)	3.6 (1.2)	101.8 (39.3)	380.2 (147.)	1.8 (-1.5)	+40.2(-1.0) -6.9(2.0)

トンネルは上方に引張られる挙動を示す。また、吹付けコンクリート、鋼アーチ支保工応力は減少し、ロックボルト軸力は微増することが予測された。しかし、いずれも許容応力未満であり、盤下げ掘削によってトンネル構造の安定を損なう可能性は低いと判断された。

3. トンネルでの地山挙動計測

盤下げ掘削区間の計測は表－3の3断面他1断面において実施した。以下では、代表的な計測結果として表－3に示す近接断面での結果を示す。なお、全ての計測位置での支保パターンはCⅡである。同区間では15日

キーワード：盤下げ掘削、山岳トンネル、予測解析、計測

連絡先（岡山市内山下 1-1-13 （株）大本組 技術本部 TEL086-227-5156 FAX：086-227-5176

間に渡り12.5mの盤下げ掘削がなされた。この結果、盤下げ掘削による影響は非常に小さく、盤下げ完了直後にほとんどの計測項目で収束し、2週間程度で全ての計測を終了した。

図-2にNo.27+61での鋼アーチ支保工応力分布、図-3に同吹付けコンクリート応力分布を示す。鋼アーチ支保工軸力は圧縮側を示していたが盤下げ開始後に微少ながら減少する傾向を示した。吹付けコンクリート応力は圧縮側に微増する傾向を示した。その他の計測項目には盤下げ開始以降に変化が見られなかった。

以上のように、盤下げ掘削によるトンネル構造への明確な影響はB計測結果からは確認できなかった。また、予測解析との比較においては、一次覆工完了時の部材応力は鋼アーチ支保工応力を高めに予測したことを除くとほぼ妥当であったと考えられるが、盤下げ掘削の影響に関しては、盤下げ掘削時の変形係数が実際には仮定値よりかなり大きいことが考えられる。なお、表-3に示すように本計測では、吹付けコンクリートと鋼アーチ支保工については約1m間隔での連続計測を行っている。部材応力の比較を図-4に示す。図より、吹付けコンクリートは計測断面ごとにばらつきを見せるが、鋼アーチ支保工ではほぼ同様の分布を示す。この理由については今後の考察課題であるが、吹付けコンクリートでは吹付け厚さの若干の相違も一因と思われる。

表-3 計測内容

	吹付けコンクリート応力	鋼アーチ支保工応力	ロックボルト軸力	地中変位
No.27+58.6	○	○		
No.27+59.8	○	○		
No.27+61.0	○	○	○	○

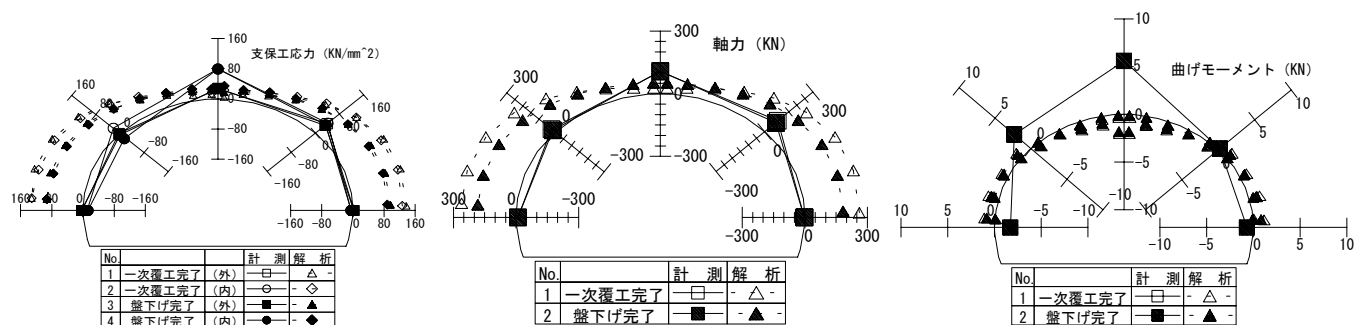


図-2 鋼アーチ支保工応力分布図

4. おわりに

本文では、トンネル掘削中に実施された地表部での盤下げ掘削の影響に関する事前予測と計測結果について報告した。盤下げ掘削によるトンネルへの顕著な影響は見られなかった。また、盤下げ掘削によって発生した計測値の微少な変化も2週間以内で収束した。予測解析との比較においては、絶対値は微少であるものの予測と同様の挙動を示した。末尾ながら、事前検討から施工に渡ってご協力を頂いた山口県住宅供給公社、清水・戸田・洋林・井森・勝井JV愛宕山地域開発事業造成工事建設所に厚く御礼を申し上げる。参考文献：1) 幸左他：既設トンネル近傍の切土に伴う計測工、第27回土質工学研究発表会、1992.6、2) トンネル標準示方書（開削工法編）

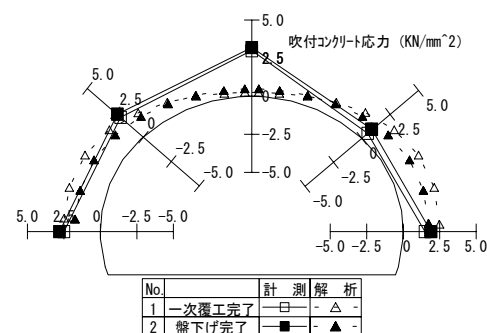


図-3 吹付け応力分布図

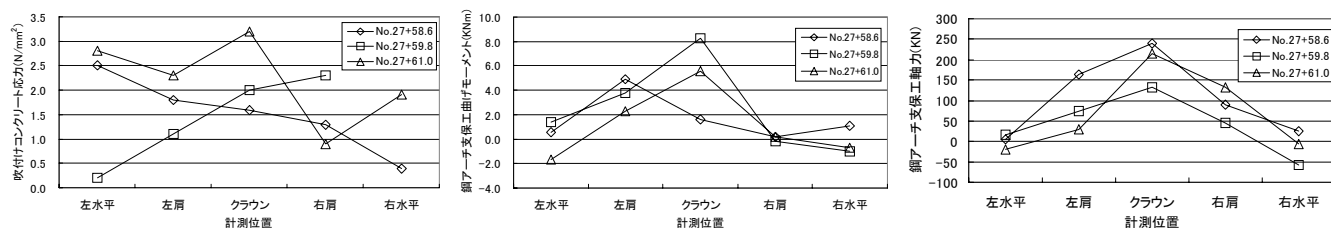


図-4 連続断面での部材応力の比較