

III-236

逆解析によるトンネル施工管理の一試み

三井建設機技術研究所	山地	宏志	
日本道路公団	羽根田	汎美	城間 博通
三井建設機技術研究所	平井	正雄	中田 雅夫

1. はじめに：逆解析はトンネルの施工管理を行う上で有力な手段と思われるが、その能力を十分に発揮するためには理論の確立だけでなく運用方法や得られた解の解釈についてもついても検討をすすめる必要がある。ここでは、実測データをもとに逆解析より得られた地山の弾性係数や初期応力がどの様に地山の状況と結び付いているかを検討してみた。

2. 北陸自動車道筒石トンネルの概要：本トンネルは名立～能生間のトンネル群の一つをなすものであり新潟県西部の西頸城山地北端付近に位置する。この地区は、「北部フォッサマグナ地域」と称され、下部に厚いグリーンタフを有する新第三紀層が分布し、また東に名立向斜軸が西に背斜軸の走る褶曲性の高い地質状況となっている。図1に地質縦断面図を示す。この間の地質は川詰層の砂岩、泥岩、その互層及びびれき混じり泥岩である。

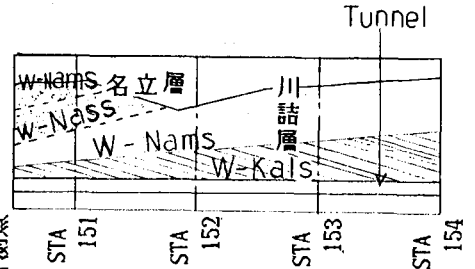


図1 地質縦断面図

3. 検討手法：逆解析は櫻井らの提案する直接逆定式化法を用いた。この手法で与えられる逆解析の結果は σ_0/E で示される初期応力パラメータであり、荷重と剛性の比の形をしているためこれを分離することが難しい。そこで、今回は地山を四辺形有限要素で吹付けコンクリートを梁要素で表現し、次式によって吹付けコンクリートと地山の弾性係数の比 R を種々に変化させ計測変位と解析変位が最も良い近似を示す比を求めた（以下、最適弾性係数比と呼ぶ）。

$$\sigma_{x0} \{f_x\} + \sigma_{y0} \{f_y\} + \tau_{xy0} \{f_{xy}\} = E_r \left([K_r] + R [K_l] \right)$$

E_r ：地山の弾性係数， E_l ：吹付けコンクリートの弾性係数， $R = E_l / E_r$

次いで吹付けコンクリートの弾性係数を仮定し最適弾性係数比から地山の弾性係数を求め、さらにこの地山の弾性係数と初期応力パラメータから計測開始後に解放された初期応力成分を求めた。このようにして求めた弾性係数と初期応力の妥当性を検討するため、これらの値と各計測断面ごとの地山状況との相関を求めた。

一般に地山の弾性係数は亀裂や風化の度合いに影響されると考えられるので地山の程度を示す指標として $R.Q.D.$ と切羽観察記録を点数化した値を用い、これらと得られた弾性係数との相関を検討した。一方、初期応力については鉛直成分が土被り高さに関係すると考えられるので、これを岩盤の単位体積重量で除し仮想の土被り高さを求め真の土被り高さと比較した。解析には STA.150+80-STA.154+20 の区間で計測された天端沈下及び内空変位を用いた。図2にこの間での計測値を示す。

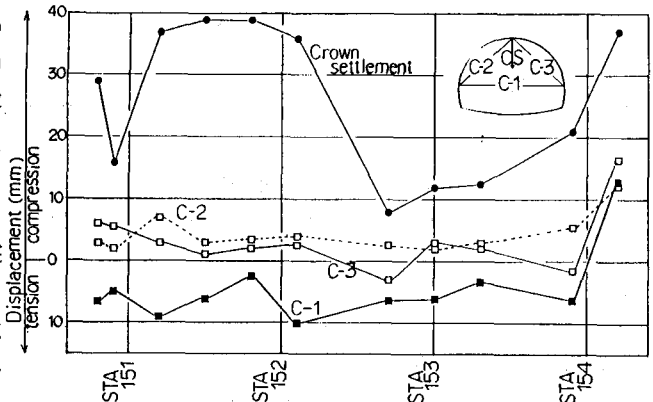
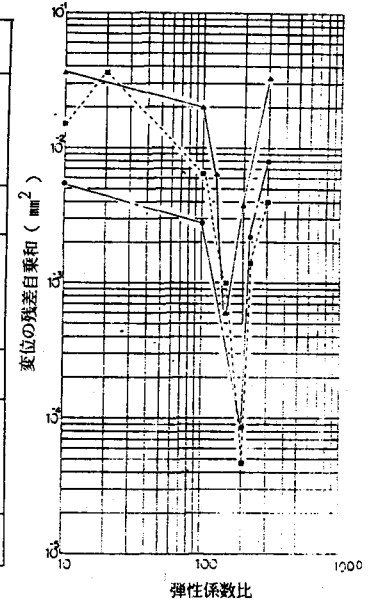
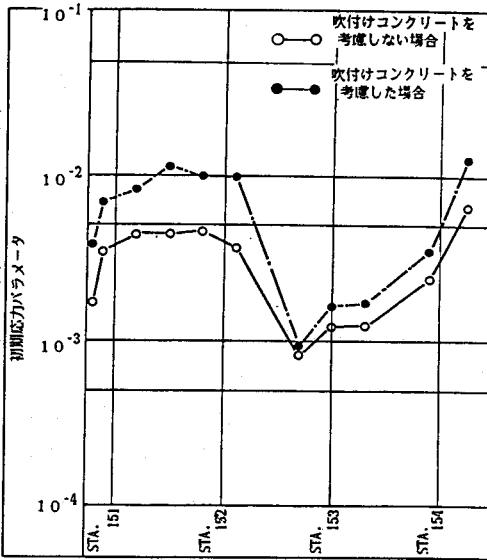


図2 計測断面と計測変位

4. 結果と考察： これらの計測データの逆解析から得られた初期応力パラメータの変動を図3に示す。図中の実線は吹付けコンクリートを考慮しない場合の、鎖線は考慮した場合の値を示す。また図4は弾性係数比による変位の近似状況の一例を示す。図の様に吹付けコンクリートを考慮することで近似度は大幅に向上することが多いが初期応力パラメータはあまり変動しない。図5は上述の方法で求めた地山の弾性係数とR.



Q, D. 及び地山評価点とを示す 図3 初期応力パラメータの変動

図4 弾性係数比による近似度の向上

図のように逆解析の結果得られた弾性係数は地山の状況と比較的良好な相関を示すようである。次いで仮想の土被り高さと真の土被り高さを比較したものが図6である。図のように仮想の土被り高さは真の土被り高さと良く一致している。尚、この土被り高さと仮想の土被り高さとの差は計測開始前に解放された初期応力分を示すものと思われる。

5. おわりに：ここで述べた方法は簡便な方法であるにも係わらず比較的良好に地山の物性値を推定しているものと思われる。

参考文献 櫻井他：”トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法”，土木学会論文報告集第337号

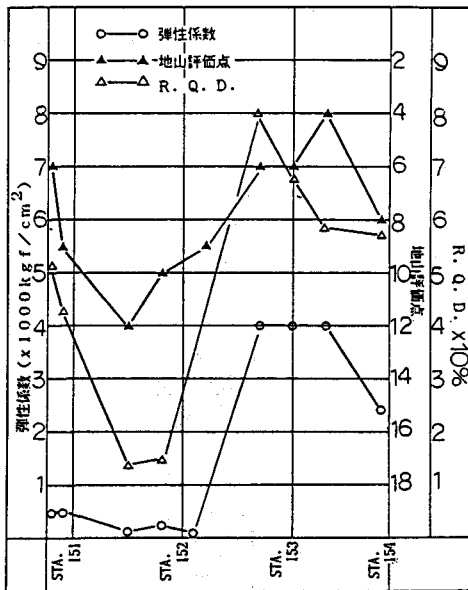


図5 地山状況と弾性係数の比較

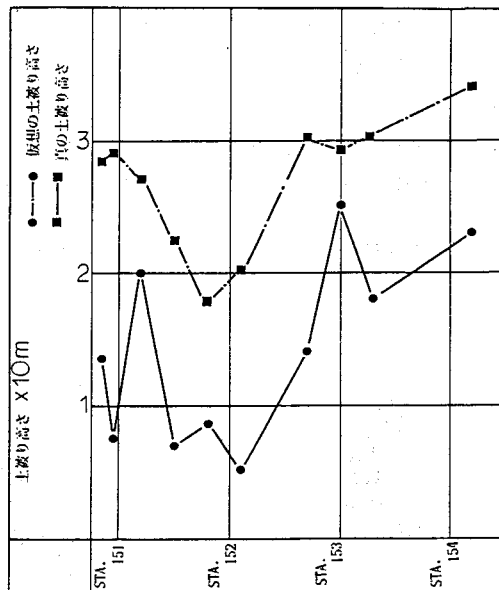


図6 仮想の土被り高さと