

VI-90 トンネル拡幅掘削に伴う地山挙動について

小田急建設㈱	正会員	小林孝行
中央技術研究所	正会員	岩淵常太郎
小田急建設㈱	正会員	和田光弘
同上		村田賢司

1. はじめに

活線状況下における鉄道トンネル拡幅工において最も重要な事は、トンネル拡幅施工が既設トンネルに及ぼす影響を的確に判断し、設計及び補助工法を選定する事により、施工法を計画する事である。しかし、トンネル拡幅掘削が、既設トンネルにどのような影響を及ぼすのかを知る事例は少なく、また、経験的な知見を収集する事も困難である。ここでは、地形や工事条件からこのトンネル拡幅掘削が、切羽前方の既設トンネルに及ぼす影響を予測する必要があると考え、拡幅掘削に伴う既設トンネル壁面およびその周辺地山の挙動を有限要素法にて三次元的に解析した。また施工時、計測管理を行う事により工事を完工した。

本文では、トンネル拡幅工事にともなう既設トンネルへの影響に付いて、計測結果と三次元挙動解析結果から紹介する。

2. 工事概要

本工事は、観光地への旅客の増加にともなう山岳鉄道の輸送力増強事業により計画されたトンネル拡幅工事である。工事の施工断面図を図-1に示す。この工事は、トンネル延長194mの内、坑口より25m区間を内空断面 20m^2 の既設単線トンネルから 50m^2 の複線トンネルに拡幅する工事である。

地層は、凝灰角礫岩層で、火山の一次堆積層である。この層は、スコリア質の火山灰によるマトリックス部と粗粒の火山砕(φ32mm以上)による礫よりなる。このマトリックス部の固結力は非常に弱く、力学的試験資料の採取が出来ないほどであった。このため、本解析に使用した地山物性値は、N値、平板載荷試験、弾性波探査により総合的に判断した。

施工に際しては、列車を運行させながらの工事の為、既設トンネルに防護セントルを構築した。トンネル拡幅掘削は、上部半断面先進工法により行った。トンネル拡幅掘削時、既設トンネル脚部への応力集中および盤膨れ、拡幅掘削終点断面およびそれより先の既設トンネルに及ぼす影響など技術的問題点が懸念された。これらの影響を把握するため、三次元逐次弾性解析を実施した。図-2に示す解析モデルを用いて、既設トンネルおよび周辺地山の挙動予測を行うとともに計測値との比較検討を行った。計測位置および項目を図-3に示す。既設トンネルに関しては、安全性の確認のため応力測定を行った。

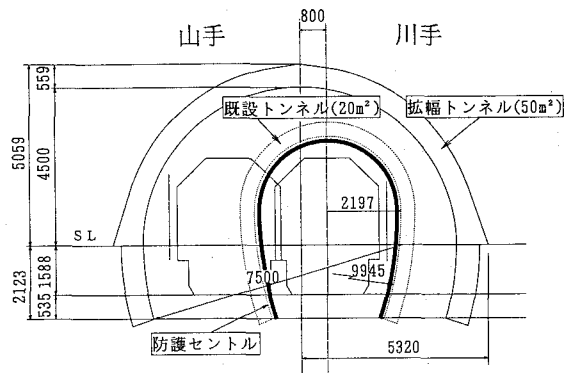


図-1 施工断面図

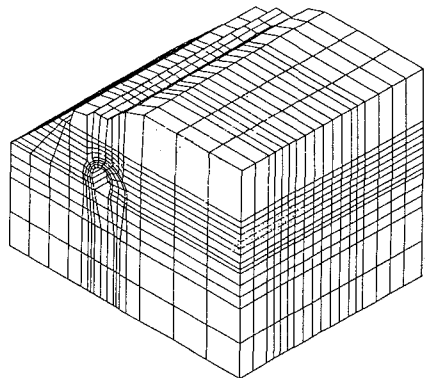


図-2 解析モデル

3. 計測・解析結果

図-4は、拡幅終点断面より前方の既設トンネルに及ぼす鉛直方向応力の解析結果を示している。応力は、終点部より遠ざかるにつれて減少していき、約10m程度で初期地圧と等しくなり平衡状態になる。また、図-5は、トンネル拡幅掘削進行にともなう、既設トンネル内空変位の解析値を示している。切羽到達より10m程度前方から掘削の影響を受け始めている。これらの解析結果より、このトンネルの拡幅掘削にともなう切羽前方への影響範囲は、10m程度であると想像できる。

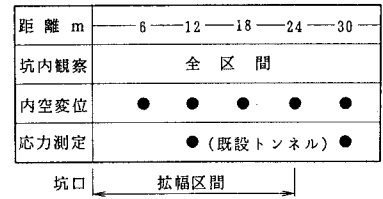


図-3 計測工配置図

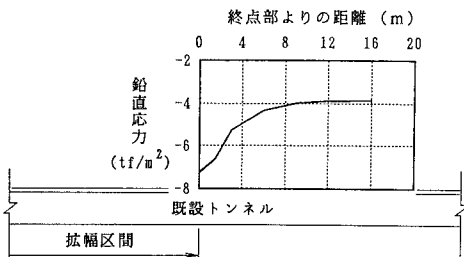


図-4 鉛直方向応力変化

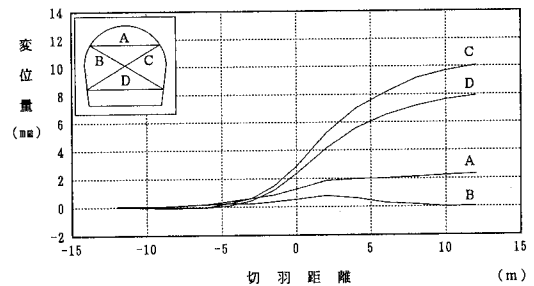


図-5 既設トンネル内空変位（解析値）

図-6は、図-5に示す断面での既設トンネル内空変位の実測値を示している。実測値は、切羽到達より7m程度前方から変化を示す。また、既設トンネルの内空変位は、トンネル拡幅掘削に伴う応力の開放により広がる傾向を示す。トンネル掘削が切羽前方に及ぼす影響および到達時の変位において、解析値は、実測値と良い対応を示していると判断できる。しかし、切羽通過後の変位では、解析値はC・D測線において実測値よりかなり大きな変位を示す。これは、本解析が除荷時の地盤の力学特性を考慮していないため、トンネル掘削にともなう応力開放の影響を顕著に受け、鉛直方向変位が卓越して生じたための結果でないかと思われる。同様な事が、図-7に示す新設トンネルにおける解析結果に付いても言える。また、解析値においては、切羽到達以前に応力開放にともなうリバウンドの影響を受け、一度隆起する現象がみられる。

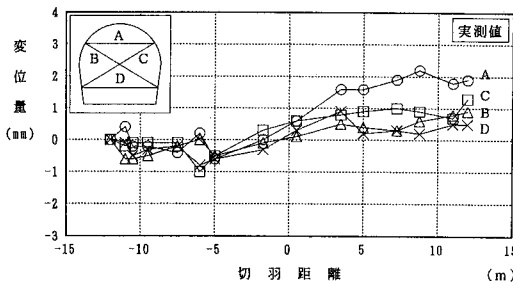


図-6 既設トンネル内空変位（実測値）

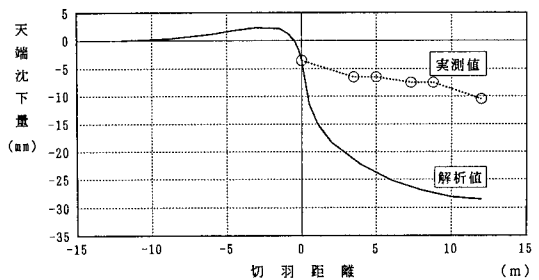


図-7 拡幅トンネル天端沈下

4. おわりに

トンネル拡幅掘削が既設トンネルに及ぼすであろう影響の予測を三次元逐次弾性解析にて行った。トンネル掘削が切羽前方に及ぼす影響に付いては、ほぼ実測値と良い対応を示した。今後、実測値との比較を精度良く行う為、地山応力に付いて精度良く分析し、リバウンドの影響等を考慮に入れた三次元解析のモデル化に付いて一般的知見を整理して行きたい。

（参考文献）

- 1) 日本地方地質誌：伊豆半島・箱根火山、朝倉書店
- 2) 和田光弘・他：共用線トンネルを単線から複線へ拡幅、トンネルと地下、p15-p21. 2. 1994