

Ⅲ－5

土工開削に伴う既設トンネルへの影響予測について

ジェイアール東日本コンサルタンツ㈱ 東北支店

正会員 ○佐藤 信一

同 佐々木光春

同 鶴原 隆久

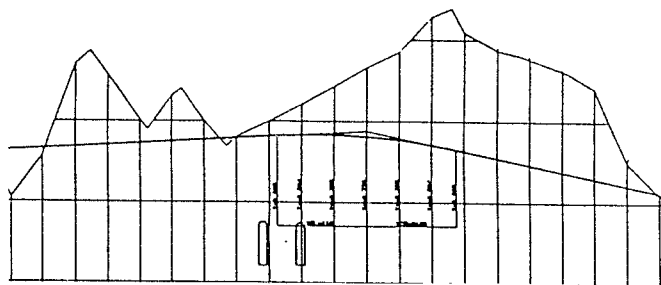
はじめに

県の道路計画に伴うＪＲ鉄道トンネルとの交差方式が数案検討された。中でもトンネル上方を開削する土工案が、トンネルの安全性が確保できるとすれば、経済性の面から最も望ましいとされた。

本調査はこの土工案について、既設トンネルの上方を開削した際の応力解放に伴うトンネルへの影響を予測し、土工案実施の可能性についての判断資料を得るために行われたものである。

1. 現況および土工開削計画

現況および土工開削計画は図－１に示すとおりである。



図－１ 現況および土工開削計画

なお、トンネルが２箇所存在するが、これは昭和 40 年頃の旧国鉄の電化計画により新設された単線電化断面トンネル（右側）と廃止となった旧トンネル（左側）を示している。

土工開削計画は一部に盛土部分もあるが、図に示すとおり右側トンネル側方を大きく開削しようとするものである。また、現況のトンネル土被りは左側で約 10 m、右側で約 17 m であり、トンネル内空断面は幅約 4.8 m、高さ約 6.0 m である。

2. 検討・解析方法

検討・解析方法は、２次元ひずみ状態を仮定した有限要素法による線形弾性解析とした。また、現況と計画道路勾配により、開削部と盛土部があるため下記の３状態の解析を行った。

- ①「初期応力解析」…………… 現況の応力状態の解析
- ②「開削土工解析」…………… 開削のみによる応力解析
- ③「盛土土工解析」…………… 開削＋盛土の最終形状の応力解析

また、解析上の前提条件として種々の仮定を行ったが、その主な仮定を以下に示す。

- ① トンネルの覆工材料は経年劣化していない。
- ② トンネルと地山は密着し、連続体として挙動する。
- ③ 現トンネルには有害なひび割れ・変状等は発生していない。
- ④ 初期応力解析では覆工コンクリートを考慮しない（無応力状態とする）。
- ⑤ 地山は均一とし、割れ目などの不連続面は無いものとする。
- ⑥ トンネル断面は２つとも同じ断面、同じコンクリート造りとする。
- ⑦ 平面交差線形は斜角となるが、トンネルは直交断面で解析を行う。

なお、解析に先立ち現地の測量、ボーリング調査および岩石試験等が行われており、これらを考慮した

解析上の地質物性値を表－１に示す。

表－１ 解析上の物性値

位 置	物 性 名	物 性 値	単 位
地 山 および 盛 土	静弾性係数	$E = 2,680$	kgf/cm^2
	静ポアソン比	$\nu = 0.37$	—
	単位体積重量	$\gamma = 1.671$	kgf/cm^3
	粘 着 力	$C = 4.80$	kgf/cm^2
	内部摩擦角	$\phi = 21.5$	度
覆 工 コンクリート	設計基準強度	$\sigma_{ck} = 180$	kgf/cm^2
	静弾性係数	$E = 200,000$	kgf/cm^2
	静ポアソン比	$\nu = 0.17$	—

３．解析結果

解析結果を、地山の安定性、地山の変形、覆工コンクリートの変動応力の項目について下記に述べる。

① 地山の安定性

初期状態の地山の局所最小安全率は 1.39、開削・盛土後の局所最小安全率は 1.29 と若干の安全率の低下が見られるが、安全率 3 以下の分布領域には大きな違いは見られず、力学的にトンネル地山の安定性は確保されるものと推定される。

② 地山の変形

右側トンネルの相対変形が約 1.4cm と左側よりも大きい傾向を示す。これは右側の地山の開削土量が相対的に大きいことに起因すると考えられる。

③ 覆工コンクリートの変動応力

初期状態を無応力とした場合の覆工コンクリートに発生する変動応力は、開削・盛土時の状態において表－２に示すとおりである。

表－２ 覆工コンクリートに発生する変動応力（単位： kgf/cm^2 ）

位 置	最大主応力（引張）		最小主応力（圧縮）	
	掘 削 時	盛 土 時	掘 削 時	盛 土 時
左側(廃止) トンネル	9.84 (右肩部)	10.08 (右肩部)	-2.38 (右肩壁部)	-2.48 (右肩壁部)
右側(活線) トンネル	16.08 (左肩部)	16.56 (左肩部)	-2.68 (右肩部)	-3.63 (右肩部)

４．まとめ

有限要素法による解析結果より地山の安定性については、ほぼ確保出来る見通しであるが、地山の相対変形は平面交差部において約 1.4cm とやや大きく、鉄道保守の面から不可能ではないが、望ましくはない。

また、覆工コンクリートに発生する変動応力も圧縮応力より引張応力が大きいなど望ましくない傾向にある。

参 考

（財）鉄道総合技術研究所の「既設トンネル近接施工対策マニュアル」には覆工の増加応力の許容値の目安として、健全なトンネルで増加引張応力で 10kgf/cm^2 、増加圧縮応力で 50kgf/cm^2 程度とされている。

今回の土工開削に伴う既設トンネルへの影響予測については、覆工コンクリートの発生応力が大きいこともあるが、前述のような解析上の前提条件に基づいている。従って、現況トンネルの健全度の状態を充分に把握する必要がある。