

VI-91

鉄道トンネルに近接して交差するトンネルの計画について

J R 東日本 東北工事事務所 正会員○岩田 道敏
 _____ " _____ 正会員 佐々木 弘
 _____ " _____ 鈴木 兼美

1. はじめに

当工事事務所では、JRトンネル直下に水路トンネルを新設する計画を進めている。これまでに FEM解析等を行い、水路トンネル掘削によるJRトンネルへの影響について検討¹⁾を行ってきた。その結果、JRトンネル覆工コンクリートに最大 22kgf/cm^2 の引張応力と 1.2mm 程度の沈下が発生し、その影響範囲はJRトンネル方向に片側 8m 程度までおよぶという予測が得られた。そこで、これらの結果を踏まえ水路トンネル掘削に際しての施工法について検討を行ったので以下に報告する。

2. 計画概要

本計画では、JRトンネルの直下を水路トンネルが離隔約 1.8m 、交角約 63° で交差することとなる。交差部付近の地質は、主に安山岩と流紋岩質凝灰岩質から構成されており、一軸圧縮強度は安山岩で $800\sim 1200\text{kgf/cm}^2$ 、流紋岩質凝灰岩で 400kgf/cm^2 程度と比較的良好である。交差部付近の平面図を図-1に示す。また、JRトンネルは昭和42年に貫通した複線交流電化トンネルで、在来工法により施工された。トンネル延長 1510m 、巻厚 50cm で、インバートコンクリートは施工されていない。

3. 具体的な施工方法について

(1) JRトンネル補強工について

JRトンネルの補強については、FEM解析より予想される引コンクリートの張応力を覆工コンクリートの補強により防ぐ設計とすると、一般的には内巻きコンクリート、補強セトル、補強改築等の大がかりな対策となる。しかし、本現場の条件を考えると、これらの対策は困難であると考えられた。そこで、対策の基本方針としては、JRトンネル内の作業を最低限とし、水路トンネル掘削によるJRトンネルへの影響を極力抑えることを主眼においた。

JRトンネルの具体的な補強工としては、FEM解析から得られた影響範囲をカバーできるように、交差位置から前後 15m 計 30m を補強区間とし、この区間に対し地山と覆工コンクリートとの一体化を図るためトンネル背面に裏込め注入を行うとともに、図-2に示す位置にロックボルトを施工することとした。ロックボルトは長さ 3m の全面接着型とし、積極的にアンカー効果を期待するとともに、施工管理の目的も兼ねフルスリブを 9t 導入することとした。

水路トンネル掘削に伴う影響範囲内に列車荷重を作用させないことと、掘削に伴う落盤等の異常時に列車運行に重大な危険性を生じさせないことを主な目的として、水路トンネル施工前に工事桁を架設することとした。設計に際しては、工事桁の設計条件が厳しいため、路盤状態に応じて常時と異常時に区分し

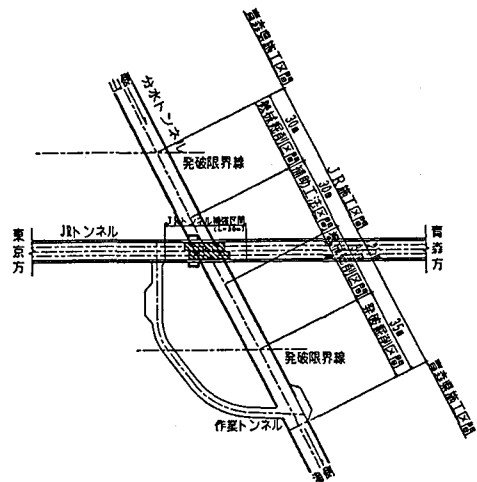


図-1 交差部平面

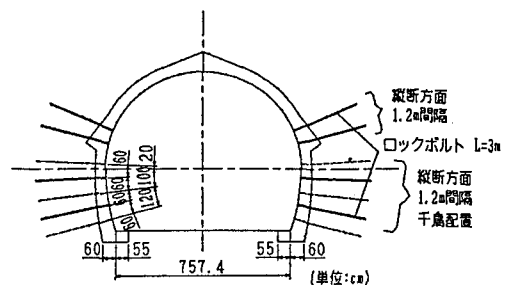


図-2 ロックボルト施工位置

(2) 工事桁について

水路トンネル施工中、水路トンネル掘削に伴う影響範囲内に列車荷重を作用させないことと、掘削に伴う落盤等の異常時に列車運行に重大な危険性を生じさせないことを主な目的として、水路トンネル施工前に工事桁を架設することとした。設計に際しては、工事桁の設計条件が厳しいため、路盤状態に応じて常時と異常時に区分し

設計を行うこととした。設計の考え方を以下に示す。

1) 常時と異常時の区分

- 常時・・・水路トンネル掘削中で、路盤の沈下、落盤等もなく安全に施工されている時であり、列車は45km/hの徐行運転を行っている。
- 異常時・・・水路トンネル掘削中に路盤の沈下が著しく進行したり、落盤等が発生した時で、列車の運行中止もあり得るが、最徐行（10～30km/h程度）で運行可能と判断される時。

2) スパン（図-3参照）

- 常時・・・水路トンネル幅をスパンとして前後に弾性支承を設ける。
- 異常時・・・水路トンネル影響範囲外に主支承を設ける。

3) たわみ制限の考え方

たわみ制限については、『仮設構造物の設計』（昭和62年4月）²⁾に基づき、常時と異常時別に許容値を定めた。

- 常時・・・工事桁の弾性支承を考慮して、死+列車荷重に対して、乗り心地に関する許容値である $l/600$ 以下となるように設計する。
- 異常時・・・想定される最も危険な状態を対象とし、弾性支承部を考慮せず、輪重減少に対する安全性から決定される許容値である $l/350$ 以下となるように設計する。

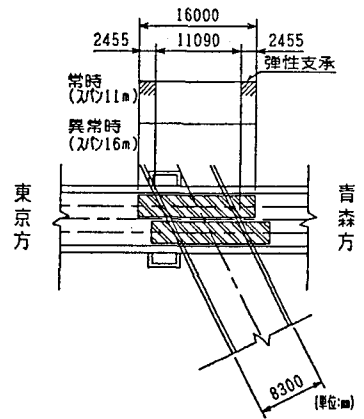


図-3 工事桁スパン概要

(3) 水路トンネル掘削工法

水路トンネル掘削に際しては、JRトンネルに悪影響を与えないことが必要条件となる。そこで、発破振動により悪影響を与えない様に、JRトンネルから片側 45m 区間を無発破区間とし、その区間については掘削速度、施工性、周囲の地盤に与える影響等を考慮し、自由断面掘削機（ロードヘッダ）を使用することとした。

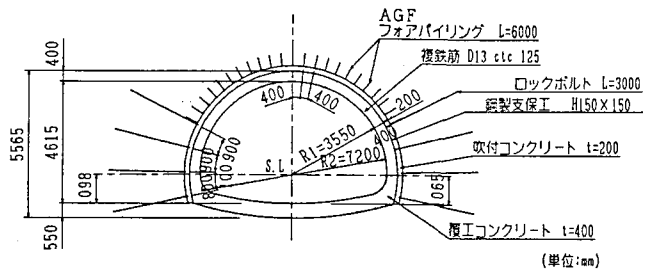


図-4 水路トンネル補強工概念

また、JRトンネル直下の交差部分施工に際しては、JRトンネルの沈下抑制および両トンネル間の地山の崩落を防止する目的から、AGFファイバリング工法を補助工法として採用することとした。AGFファイバリング工法は図-4に示す様に $\phi=10\text{cm}$ 、 $l=6\text{m}$ のパイプを1断面に23本配置し、2mのラップ長を取り千鳥で配置することとした。

支保については、無発破区間においてはH150×150を1.2m間隔で、補助工法区間においては1.0m間隔で建て込むこととした。また、吹付コンクリートは一次吹付5cm、二次吹付15cmとし、ロックボルトは $l=3\text{m}$ とした。

(4) 作業トンネル掘削工法

作業トンネル掘削に際しても、水路トンネル掘削と同様にJRトンネルに悪影響を与えないことが必要条件となり、JRトンネルから片側 45m 区間を無発破区間とし、その区間については、機械掘削を行うこととした。使用する機械は作業トンネルの断面が小さく、自由断面掘削機（ロードヘッダ）による掘削が不可能であるので、掘削速度は多少遅いものの、周囲の地盤に与える影響が小さいスリットカット工法を採用することとした。

また、作業トンネルとJRトンネルの接合部については、JRトンネル内からの事前補強工と作業トンネル側からの補助工法により施工することとした。

4. まとめ

以上の検討結果を踏まえ、今年度からの実施工に向けて細部の検討を行っていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 岩田、佐々木、斎藤：鉄道トンネルに近接して交差するトンネルの設計・施工法について、平成5年度土木学会東北支部技術発表会、1994.3
- 2) 仮設構造物の設計、昭和62年4月、東日本旅客鉄道株式会社