

## 北陸自動車道交差部におけるトンネル施工について

佐藤工業・みらい建設工業・IMK JV 正○鈴木 仁志\*1, 正 吉野 隆之\*1  
馬庭 宏光\*1 安田 悟\*1

### 1. はじめに

北陸新幹線、加賀トンネル(中)他工事は、金沢・敦賀間の石川・福井県境付近において、加賀トンネル全長 5,460m のうち 2,350m を施工するものである。このうち、最小土被り 17.5m となる北陸自動車道交差部は、トンネル掘削における近接構造物への影響区分において、「直接影響領域(要対策範囲)」に該当する近接施工と判断された。本稿は、小土被りで北陸自動車道直下を通過するトンネル掘削の施工計画および施工結果について報告するものである。

### 2. 地質概要

北陸自動車道交差部付近の地質は、新第三紀中新世の花房凝灰岩層が錦城山砂岩層などと互層状を示しながら分布している。北陸自動車道の本線は盛土区間となっており、その厚さは 7m 程度となっている。さらにその下には、厚さ 4m 程度の沖積粘土層が堆積している。トンネル施工面には出現しないが、N 値が 0~4 と非常に軟弱であり、慎重な施工が求められた。北陸自動車道への影響区間長は 105m、土被りは図-1 に示すように 17.5m であるが、盛土厚を除けば約 10.5m となる。このような状況において、北陸自動車道直下を掘削するにあたり、高速道路路面の沈下・崩落対策および切羽安定対策が課題となった。

### 3. 対策の検討

#### 3.1 支保パターン・対策工の選定

当初の設計支保パターンは、IN-1P (鋼製支保工 H125、吹付けコンクリート厚 15cm) であったが、北陸自動車道の直下を掘削する社会的重要性を鑑み、発注者と協議した結果、支保パターンを IN-1P から Isp (鋼製支保工 H150、吹付けコンクリート厚 20cm) へとランクアップすることとした。地表面への影響を最小限に抑えるための補助工法として、先行変位を抑制する長尺フォアパイリングの採用と、下半掘削と同時期にインバート吹付けを実施し断面の早期閉合を図ることとした(図-2)。また、下半盤から上半盤へ登る斜路については、切土構造ではなく盛土構造とし、上半支保工脚部の不安定化を防ぐ方法とした。追加地質調査として、切羽前方 120m 程度の水平ボーリング(図-3)にて地山の状態を把握することに加え、TSP 探査および 30m おきの穿孔探査も並行して実施することとした。

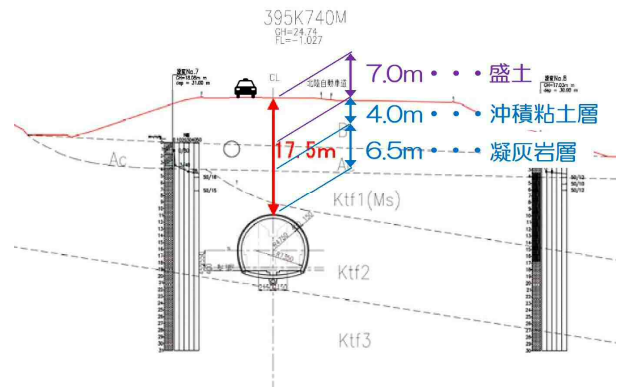


図-1 交差部断面図

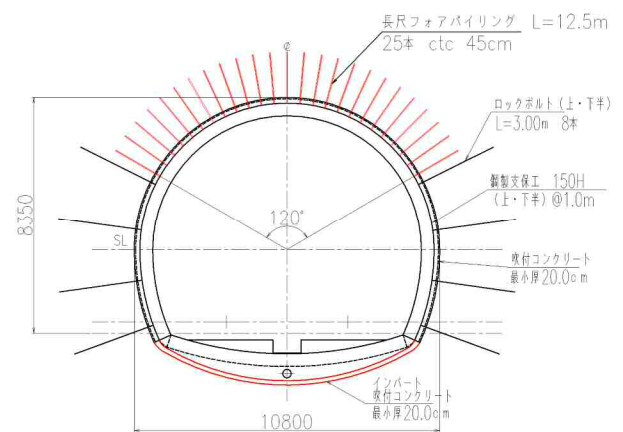


図-2 支保パターン図

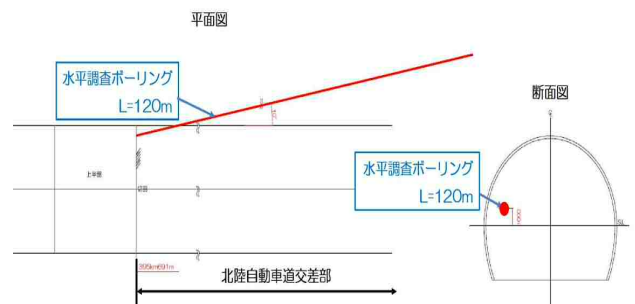


図-3 水平調査ボーリング計画図

キーワード：トンネル、近接施工、地表面沈下対策、計測櫓、ノンプリズム自動路面計測  
連絡先：\*1 〒922-0842 石川県加賀市熊坂町 300-1 TEL0761-76-9440 FAX76-9450

### 3.2 路面計測方法の選定

トンネル掘削に伴う地表面の沈下量を把握し、第三者の交通に対する安全を確認するため、計測櫓によるノンプリズム自動路面計測を採用した。計測断面は、影響範囲を包括するように5測線、横断方向に6点とし、上下線各々の路側帯およびセンターライン上に設定した(図-4)。計測機械は、自動追尾トータルステーションを使用した。

計測システムは、リアルタイムに自動計測を行い、収集したデータを無線LANで事務所に設置するパソコンへ送り、警報設備と連動させて管理値超過を知らせるものとした(図-5)。

計測櫓は主部材をH300とし、ノンプリズム計測の精度が保たれ、かつ、風荷重に耐えうる高さの構造とした。櫓の基礎は杭基礎とし、狭隘な環境条件でΦ500mmまで削孔可能な軽量やぐら式削孔機を使用し、自動車道の盛土法面に基礎杭を施工した。

### 3.3 管理基準値と対応

北陸自動車道路面の沈下に対する許容値は、発注者より指示された25mmとした。この許容値に基づき、注意レベル、管理基準値および各レベルにおける対応を定めた。

### 4. 施工結果

水平調査ボーリングにより採取されたコアから、凝灰岩を主体とした地層が確認された(図-6)。また、55~57m地点において約540ℓ/minの突発的な湧水に遭遇した。抜管後の湧水量は約270ℓ/minと半分に減少し、その後も減少傾向となった。この水抜き効果により、地下水位は相応に低下したものと考えられる。地山は一部風化して脆くなった箇所や粘土化した箇所があったが、問題なく施工を行うことができた。これは、支保パターンのランクアップおよび先行変位抑制の補助工法を実施したことにより、坑内の挙動が比較的安定していたためである。

路面計測の結果は、上半通過時に沈下量が増加し始め、管理レベルI(10mm)に達することが想定されたため、発注者と協議のうえ、吹付けコンクリートによる上半仮閉合( $t=15\text{cm}$ )を実施し、警戒体制の強化と緊急時対応の確認を行いながら施工を継続した。沈下量は、上半通過から下半通過までの間に管理レベルI(10mm)を超過して11mm程度となったが、下半通過後は収束傾向が見られ、路面の変状等もなく無事に通過することができた。路面の最大沈下量は11.9mmであった(図-7)。

### 5. おわりに

重要構造物直下のトンネル掘削は、万が一の場合の社会的影響が大きい。事後対策とならないよう地山の緩みを最小限に抑える必要がある。坑内での対策(補助工法および早期閉合)を的確に実施することが効果的である。

#### 参考文献

- 1) 山岳トンネル設計施工標準・同解説 鉄道建設・運輸施設整備支援機構
- 2) 構造物等に近接したトンネルの設計施工に関する調査研究(その2)報告書 社団法人日本トンネル技術協会

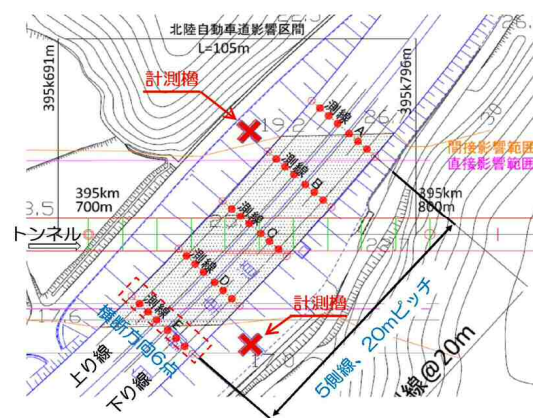


図-4 計測計画平面図



図-5 計測システム

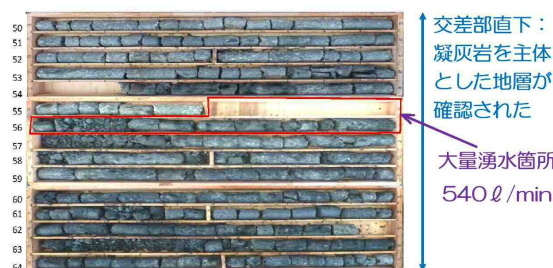


図-6 ボーリングコア

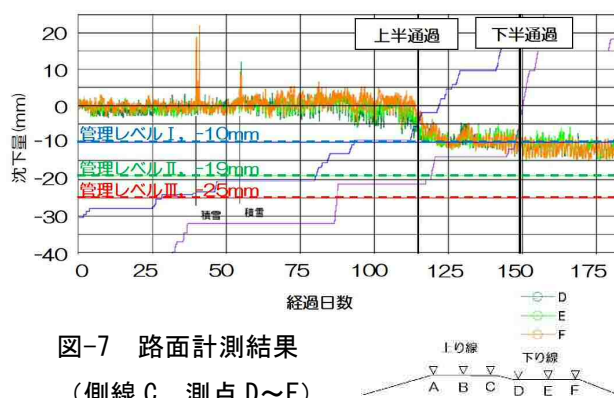


図-7 路面計測結果

(側線C、測点D~F)