

(Ⅲ-16) 奥秩父粘板岩地山におけるNATM計測管理 — — 一般国道140号奥秩父トンネル

埼玉県秩父土木事務所 正会員 ○豊田一男・倉林進・吉沢文雄

1. はじめに

奥秩父トンネルは関東山地のほぼ中央部、秩父多摩国立公園内の荒川源流域の一面に位置する延長744mの道路トンネルである(図-1)。既設橋梁から山腹に取り付き、縦断勾配4.7%・急曲線でV字谷を成す急峻斜面中腹に抜けるという苛酷な線形をしており、施工は上半先進ショートベンチNATMで進められている。埼玉県では最初のNATMであり、昭和61年10月に着工し、62年11月に貫通した。

2. 地質

トンネルの地質は関東山地における四万十北帯を構成する中生代後期の粘板岩を主体としており、しゅう曲変形作用や広域的な弱変成作用を受け、地山は一般に破碎質である。層理面は走向がWNW-ESEでSWに30°~60°傾斜しており極めて層理が発達していることに加え、多系統の節理群が密に分布しており、それらの面に粘土を介在する場合が多かったために掘削時の切羽は極めて不安定となり、フォアパイルングや鏡面吹付コンクリートなどの補助工法を採用せざるを得なかった。また山梨側坑口部は崖錐の堆積した不安定斜面であったが、事前に地表より垂直縫地工法を施工することによって無事貫通をみることができた。

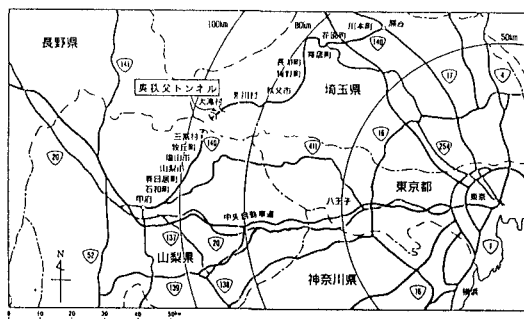


図-1 位置図

3. 計測管理と施工

3.1 施工管理の流れ

当工事における切羽観察・計測の流れは図-2に示した通りである。

3.2 坑内観察調査

施工に当たっては各切羽毎に切羽観察を行い、切羽のスケッチならびにデータシートへの地山の状態の記入を行いこれを各記載項目ごとに点数化して、切羽毎の地山評価総合点を求め、地山等級区分の判断資料とした。

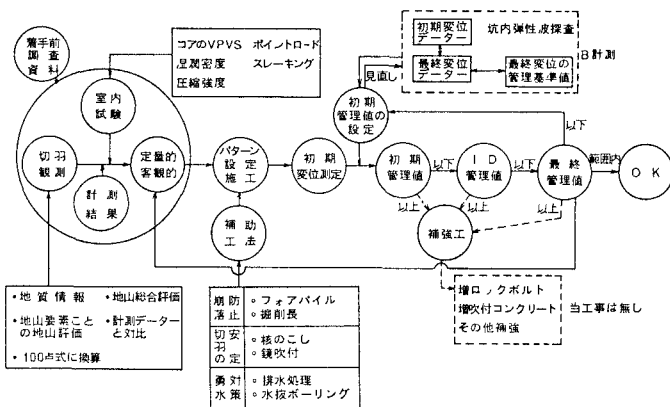


図-2 施工管理のフロー

表-1 各パターン毎の限界変位量

項目 パターン	天端沈下	内空変位
D	20 mm	40 mm
C	15 mm	30 mm
B	12 mm	24 mm

注) 左記の値を3等分し、管理レベル1として管理して行く。

3.3 計測

3.3.1 計測管理基準の設定

施工を開始するに当たって、事前調査の結果をもとに、限界歪法による限界変位量ならびに他トンネルにおける実績等を参照に各パターン毎の計測管理基準値ならびに管理レベルを設定した。(表-1)

3.3.2 計測結果

イ. 初期変位速度と最終変位量

初期変位速度と最終変位量は天端沈下については図-3に内空変位については図-4にそれぞれ示した通りである。両図中には機械掘削された軟岩地山での道路トンネル事例を比較のため併せ示した。天端沈下、内空変位共に初期変位速度とは相関があり、奥秩父トンネルの場合には両者ともに比較例としてあげたトンネルに対して初期変位速度が小さい所では最終変位量が大きく、初期変位速度が大きくなると最終変位量の増加傾向は小さいこと、すなわち奥秩父トンネルでは先行変位量がとりわけ大きいことが示されている。

ロ. 先行変位量（応力解放率）について

トンネル掘削による応力解放に伴って掘削断面にに応じた変形が発生するが、計測が開始される時点ではすでに切羽前方にまでこの影響が及んでおり、一般的にはショートベンチ工法の場合この先行変位量は上半の全変形量の35%程度といわれている。

奥秩父トンネルにおいて極めて切羽の自立性が悪く補助工法としてフォーパイルリングを施工した主としてDパターン区間と、それ以降の地山がやや良好になった区間に分けて、それぞれこの先行応力解放率がどの程度になっているかを検討するが、ここでは、上半・下半の断面積比（67：33）を用いて下半の内空変位量から上半における先行変位をふくめた全変位量を求め、これと上半内空変位の測定値との差が応力解放に伴う先行変位と考えた。

・フォーパイルリング施工区間

上半時平均内空変位 6.81mm

下半時平均内空変位 11.83mm

よって、

$$\text{上半時全変位量} = (67/33) \times 11.83 = 24.0\text{mm}$$

したがって先行力解放率は

$$(24.0 - 6.81) / 24.0 = 0.716 \text{ (71.0\%)}$$

・その他区間

上半時平均内空変位 8.36mm

下半時平均内空変位 5.62mm

よって

$$\text{上半時全変位量} = (67/33) \times 5.62 = 11.41\text{mm}$$

したがって先行応力解放率は

$$(11.41 - 8.36) / 11.41 = 0.267 \text{ (26.7\%)}$$

となり、図-5に示したように両者の間には顕著な差が認められる。計測変位量は計測開始位置の切羽からの距離によって大きく変化するものであり、ここに示した数値は相対的な意味合いしか持たないものと考えねばならないが、良好な地山と不良地山における相違は十分明瞭である。

参考文献 1) 吉川恵也他；トンネル掘削に伴う地殻表層の力学的挙動、月刊地球、vol. 6 No5、1984

2) 北陸自動車道上越～朝日間総合検討（昭和60年度）委員会報告書 高速道路技術センター（昭和61・3）

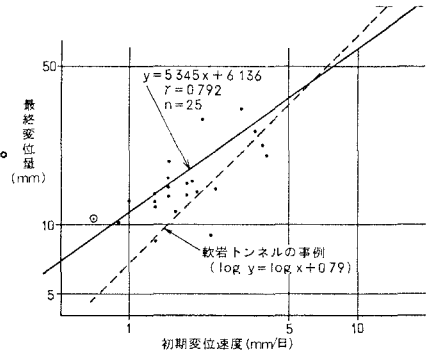


図-3 初期変位速度と最終変位量(天端沈下)

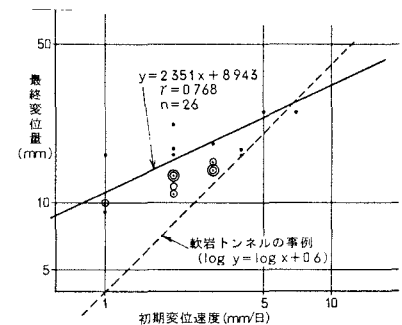
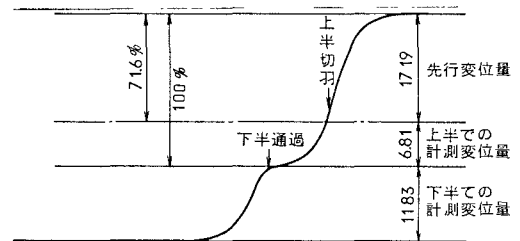


図-4 初期変位速度と最終変位量(内空変化)

イ) フォーパイルリング施工区間



ロ) その他区間

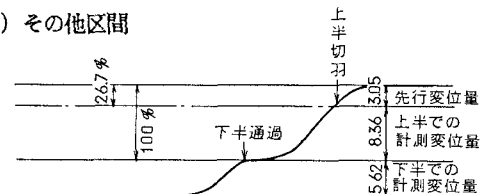


図-5 応力解放に伴う先行変位量