

III-373

トンネルの収束変位量予測の一事例

日本道路公団 正会員 田仲博幸
鹿島建設（株） 正会員 西嶋 治
鹿島建設（株） 正会員 高橋祐治
鹿島建設（株） 今村 宏

1. はじめに

NATMトンネルにおいて、計測初期段階の測定値を用いてトンネルの最終収束変位量を予測することができれば、必要な対策を早期に実施することが可能である。

本報告は、最大変位速度から最終収束変位量を予測する手法を北陸自動車道頭山トンネル一期線に適用し、掘削断面積の違いおよび岩の種類の違いが結果に及ぼす影響を検討するとともに、当トンネル双設線における最終収束変位量の予測式を提案するものである。

2. 工事概要

表-1に工事概要を、図-1にトンネル縦断面図を示す。本報告では、このうち西工区を対象としている。

本トンネルは、フォッサマグナの西縁、糸魚川ー静岡構造線の中に位置するため、地質は新第3紀系が主体であるが、飛騨変成帯、美濃ー丹波帯の境界にもあたり、非常に複雑である。西工区の坑口から約200m間は、粘土化が著しい凝灰質砂岩、泥岩等の地滑り土塊であり、それ以降は砂質凝灰岩、泥岩を主体とした中新生・火打山層となる。

トンネル工法は、機械掘削タイヤ工法による上半断面先進NATM（ベンチ長30～80m程度）を基本としているが一部、流紋岩部では発破工法を採用している。支保パターンは、日本道路公団の標準支保パターンC_Ⅱ、D_I、D_Ⅱを採用している。

計測は、A計測（内空変位測定、天端沈下測定）を31断面、B計測（地中変位測定、ロックボルト軸力測定、覆工応力測定）を10断面で行っている。

3. 収束変位量の予測手法

計測された最大変位速度と収束変位量の関係を線形回帰式を用いて表わす。

$$\delta_{\infty} = a + b \delta_{\max} \cdots \cdots (1)$$

ここに δ_{∞} : 予測収束変位量
 $\delta_{\max}$: 実測最大変位速度
a, b : 定数

本手法によると、計測開始直後（1日後）に最終収束変位量を予測することが可能である。ただし、線形回帰式を求めるのに統計解析を行うので、予測開始前に当該トンネルにおける最大変位速度と収束変位量

表-1 工事概要（一期線）

工 事 名：北陸自動車道頭山トンネル工事	
工事場所：新潟県西頸城郡青海町大字田海	
工 期：昭和60年 9月～63年 3月	
工事内容：・トンネル延長 1665m	
西工区	777m
東工区	888m
・トンネル断面積	
（高速道路用2車線トンネル）	
標準断面部	85m ²
拡幅断面部	113m ²
・主要工事数量（西工区）	
トンネル掘削	69,758m ³
吹付けコンクリート	16,384m ³
鋼製支保工	859基
コンクリート	10,941m ³

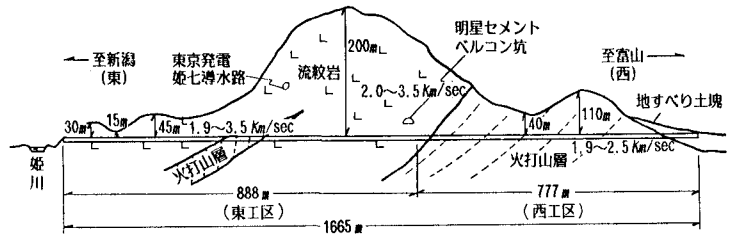


図-1 トンネル縦断面図

のデータが少なくとも20～30個必要である。

4. 検討結果

当トンネル一期線で集められた最大変位速度と最終収束変位量とから、(1) 式の定数 a 、 b を最小二乗法で求めた。この際、図-2に示す①～④の4ケースに分けて線形回帰式を求めることにより、掘削断面積、岩の種類が結果に及ぼす影響を把握した。その結果、以下のことが考察される。

- (1) いずれのケースも、最大変位速度と最終収束変位量との関係は、相関係数が0.9程度と相関性が高く、線形回帰式の使用は妥当なものと考えられる。
- (2) ①、②を比較すると、回帰式に及ぼす掘削断面積の影響は小さいものと考えられ、回帰式を求める際、掘削断面積による区分を行う必要はないと考えられる。したがって、凝灰岩については標準断面と拡幅断面を合わせた③の回帰式を採用する。
- (3) ③、④を比較すると、岩の種類が回帰式に及ぼす影響は有意なものと考えられる。これは、泥岩の変位がクリープの挙動が強いためと考えられる。したがって回帰式を求める際、岩の種類（泥岩と凝灰岩）による区分を行う必要があると考えられる。

今回の検討結果から、双設トンネルの最終収束変位量 δ_{∞} は、最大変位速度 $\dot{\delta}_{\max}$ を用いて、岩の種類ごとに、
凝灰岩部 $\delta_{\infty} = 3.69 \dot{\delta}_{\max} + 6.53$ (図-2③) …(2)
泥岩部 $\delta_{\infty} = 5.64 \dot{\delta}_{\max} + 4.90$ (図-2④) …(3)
で予測することができる。

さらに、(2)または(3)式で予測した変位量を用いて逆解析²⁾を行えば、計測開始直後(1日後)に、最終収束状態でのゆるみ領域を推定することが可能である。

5. おわりに

最大変位速度を用いて最終収束変位量を予測する式は岩の種類で層別する必要があることがわかり、双設トンネルでの予測式を提案した。今後は、他トンネル、他の岩種についても検討していきたい。

<参考文献>

- 1) 土肥, 高橋, 中島: 「トンネルの施工管理 (その1) - 最終変位の予測 -」, 第18回岩盤力学に関するシンポジウム, pp.26～30, 1986.
- 2) 例えば, 桜井, 武内: 「トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法」, 土木学会論文報告集, 第337号, pp.137～145, 1983.

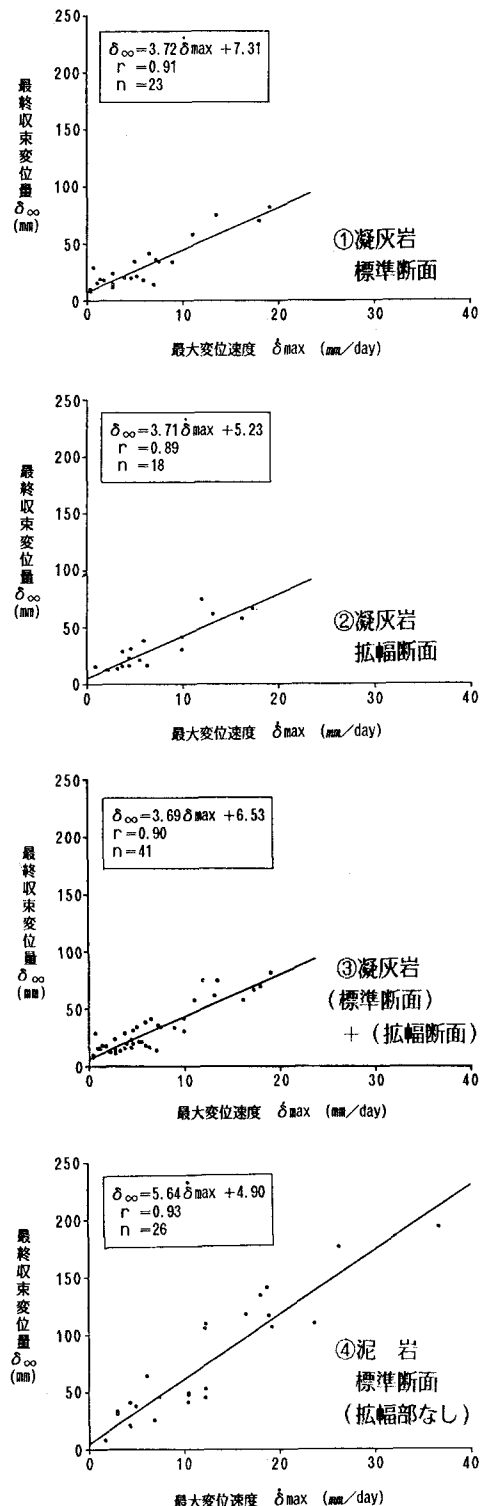


図-2 最大変位速度と最終収束変位量との関係