

## 山岳トンネル掘削に伴う初期変位と最終変位に関する一考察

戸田建設株式会社 正会員 ○吉野 尚人  
 戸田建設株式会社 正会員 蟹井 猛宏

## 1. はじめに

山岳トンネルでは、A計測（トンネル断面の内空変位や天端沈下の計測等）を行い、計測結果と基準値とを比較することで地山の状態を評価し、その結果を施工に反映させている。そのため、それらの最終変位量を予測しながら施工することとなる。本論文では、初期変位と最終変位の関係について分析し、そこから得られる知見について考察を行う。

## 2. 山岳トンネルの掘削に伴う変位予測について

トンネルの最終変位予測に関する研究は、多くの研究者によってなされている<sup>例えば1) 2) 3)</sup>。これらの研究では、最終変位の予測において初期変位速度を用いるか切羽からある一定の距離での変位量を用いるかの違いがある。このうち、中田ら<sup>3)</sup>は、初期変位速度およびトンネル切羽がトンネル直径と同じ距離離れた位置での変位（以下、1D変位）と最終変位の関係について、データ数が比較的多いb岩種（古生層、中世層）、c岩種（火山岩、脈岩、深成岩）、d岩種（第三紀層、下部洪積層）を使用して統計分析を行っており、b岩種およびc岩種ではどちらでもよいが、d岩種では1D変位を用いる方が最終変位との相関がよいとの結論を導いている。本論文では中田の方法に従い、1D変位と最終変位の関係について分析を行うことにした。

## 3. 山岳トンネルの掘削に伴う変位データ

分析に使用した変位データとして、比較的変位が大きい新第三紀堆積岩（d岩種）と変位の小さい火山岩（c岩種）での内空変位を用意した。それぞれのデータの諸元を表-1にまとめて示す。

表-1 使用したデータの諸元

トンネル名	主要地質	地形概要	データ数
αトンネル（d岩種）	新第三紀層（砂岩・泥岩）	河川沿いの段丘地形、偏圧あり	31
βトンネル（c岩種）	火山岩（流紋岩）	山岳地形、偏圧なし	11

図-1には経過時間（日数）と変位関係図の1例を示す。変位の種類については図-3参照のこと。図-1より、時間経過とともに変位が大きくなっており、ある時間からは変位が収束している傾向にあることがわかる。すなわち、変位の初期的な変化から最終変位が概ね予測できることが推定できる。逆にこのような傾向を示さないデータでは最終変位を予測できないと思われる。次に、図-2に切羽離れと変位の関係図の1例を示す。同図より、切羽からある程度離れた箇所でも切羽がとどまっても変位が継続していることがわかる。一般に、変位には掘削による弾性的な変位とクリープによる変位があるが、本論文では、これらの変位をまとめて評価することで初期変位と最終変位の関係を簡易に評価することとした。

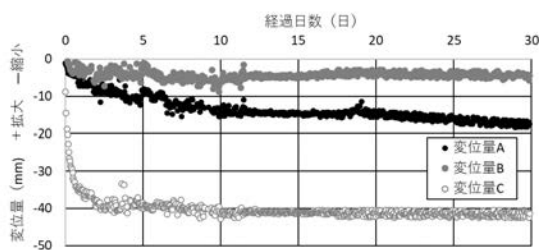


図-1 経過日数と変位量

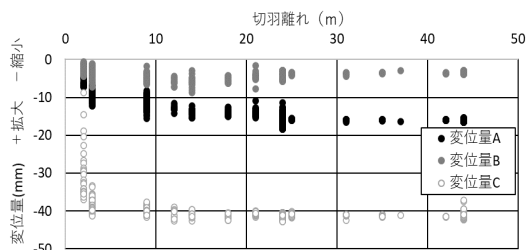


図-2 経過日数と変位量

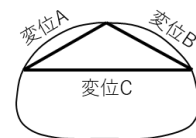


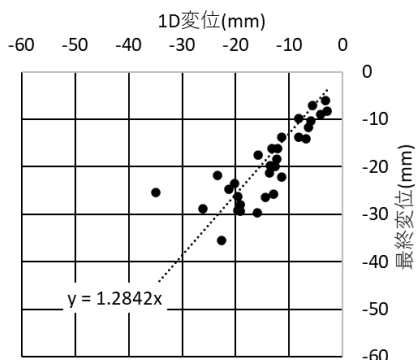
図-3 変位の種類

キーワード 山岳トンネル, A計測, 内空変位, 最終変位予測

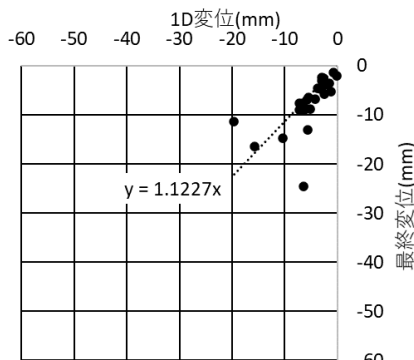
連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社土木技術部 TEL050-3818-4987

#### 4. 1D変位と最終変位の関係に関する考察

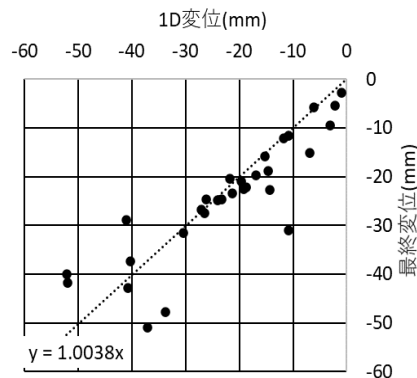
1D変位と最終変位の関係について分析した。なお、ここでの1D変位とは、1D以内のデータをもとに切羽離れと変位の一次近似式を求め、1Dでの値を外挿で求めた値である。また、最終変位は最大変位量と同じとした。 $\alpha$ トンネル（新第三紀層）の分析結果を図—4～図—6、 $\beta$ トンネル（火山岩）の分析結果を図—7～図—9にそれぞれ示す。また、それぞれの分析結果を以下にまとめて示す。



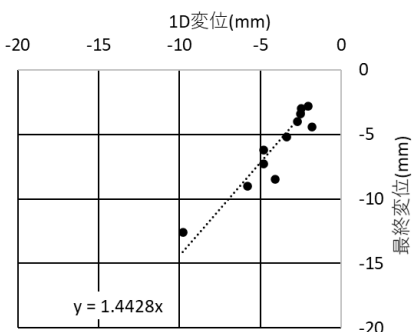
図—4  $\alpha$ トンネル変位 A



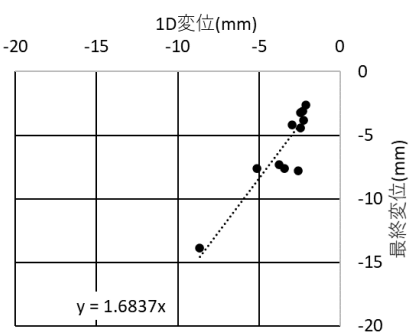
図—5  $\alpha$ トンネル変位 B



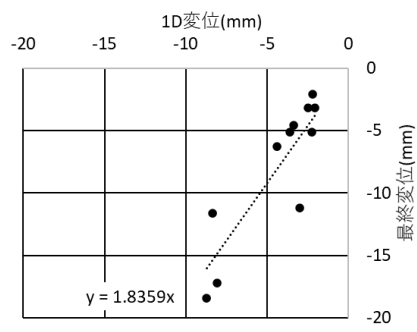
図—6  $\alpha$ トンネル変位 C



図—7  $\beta$ トンネル変位 A



図—8  $\beta$ トンネル変位 B



図—9  $\beta$ トンネル変位 C

##### ・ $\alpha$ トンネル（新第三紀層）

1D変位は、変位 A が 0～35mm、変位 B は 0～20mm、変位 C は 0～50mm であり、最終変位は 1D 変位の 1～1.3 倍となっており、初期的な変位が大きい傾向にある。また、変位 A と変位 B が最終で 1.2 倍程度になっているのに対して、変位 C は初期値と最終値がほぼ同じとなっている。初期に、水平方向の変位が大きくあらわれ、その後に上からの変位が加わったと推定できる。さらに、変位 A が変位 B よりも大きくなる傾向にあり、地形的に右からの偏圧を受ける傾向と整合する。

##### ・ $\beta$ トンネル（火山岩）

変位 A、変位 B、変位 C ともに 1D 変位は 0～10mm 程度であり、最終変位はその 1.4～1.8 倍となっていた。 $\alpha$ トンネルに比べて変位量そのものが小さい傾向にある。火山岩であり変形性が小さいためと思われる。

#### 5. おわりに

山岳トンネルの掘削に伴う初期変位と最終変位の関係について分析し、考察を行った。その結果、簡易な方法で初期変位から最終変位を予測可能であることを確認した。今後は、他のデータでの分析も行いながら現場施工に使用して安全・効率的な施工に貢献したいと考えている。

##### ・参考文献

- 1) 朝倉俊弘：NATMにおける現場計測と設計への反映，第38回建設新報・土木セミナーテキスト，1981.3.
- 2) 近藤達敏，NATM工法によりトンネル掘削における変位予測，応用地質調査事務所年報，No.1，pp229-236，1979.
- 3) 中田雅博，鈴木昌次，古川浩平，中川浩二，NATM蓄積データに基づく施工時の地山挙動に関する研究，土木学会論文集，No.567/VI-35，pp127-140，1997.6.