

大成建設(株) 正員 ○ 亀 村 勝 美
" 正員 泉 博 允
" 正員 領 家 邦 泰

1. はじめに

地盤の掘削等による変形挙動を把握することは、工事そのものの安全性や施工の合理性を高める為ばかりではなく、環境保全の意味からも重要なことである。そしてその為には、①地盤の工学的性質を求める為の実験、②数値計算による挙動解析、③現場に於ける精密な測定との3つの事項が綿密な関連のもとに行なわれる必要がある。ここでは、既設トンネルに対して非常に接近したトンネルの施工に於いて計測された結果について行なった非線形性を考慮した地盤の解析について述べる。

2. 測定概要

トンネルは全長127.5mの2車線トンネルで、図-1に示すように土被りは最小で約3m、最大で約12mである。地山の地質は、上層からローム層Ⅰ（スコリア混り）、ローム層Ⅱ（浮石混り）、ローム層Ⅲ（スコリア及び浮石混り）及び砂層（スコリア混り凝灰質砂）である。既設トンネルと新設トンネルとの距離は中心間で14m、側壁背面間で3.5mと非常に接近している。計測は次の6項目について実施された。

- ①既設トンネルアーチコンクリート表面ひずみ（カールソン型ひずみ計）
- ②既設トンネルアーチコンクリートと側壁との継目部開閉（継目計）
- ③既設トンネルアーチコンクリート相対変位（ポテンションメータ型変位計）
- ④地山の変位（ポテンションメータ型変位計＋傾斜計）
- ⑤横断、縦断方向地表面変位（レベル、トランシット）
- ⑥既設トンネルライニングクラック調査

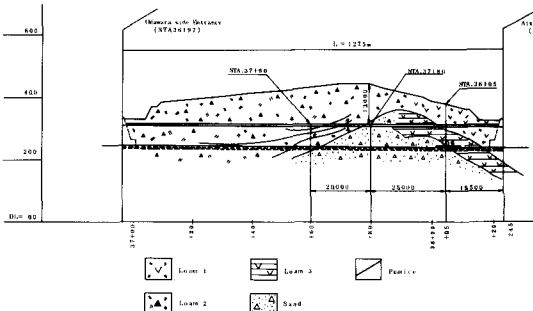


図-1 トンネル縦断図

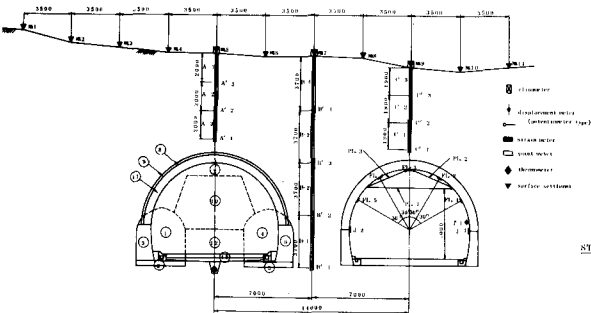


図-2 測定計器配置図

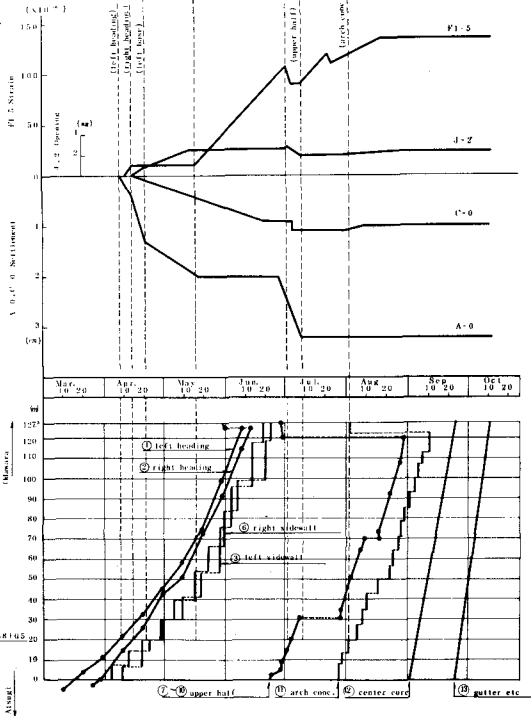


図-3 測定結果及び工程

計器の配置は図-2に示す通りである。トンネルは「側壁導坑先進上部半断面掘削工法」により施工された。図-3は測定結果の例で、既設トンネルライニングのひずみ計FL-5、継目計J-2、新設トンネル直上の地表面沈下A-O、既設トンネル直上の地表面沈下C-Oについて、その変化の概略を工程とともに示したものである。図から分かるように各施工段階に於ける各部の動きは非常に複雑であり、掘削の影響を弾性的なものだけで説明することは困難である。

3. 挙動解析

新設トンネル掘削に伴う地山及び既設トンネルの挙動解析を有限要素法により行なった。解析に当って計測断面を2次元平面ひずみ問題として、図-4に示すようにモデル化した。解析に用いた地盤の定数は、トンネル掘削に先立って両坑口付近から採取した試料に対して行なわれた土質試験、トンネル掘進途中に追加実施した土質試験及び現位置クリープ試験(図-5)の結果等を参考にして決定した。解析結果の例を図6~8に示す。図-6は計測断面を両側壁導坑が通過した時(図-3のc)、図-7は新設トンネル直上の地表面沈下A-Oが止まった時(図-3のd)、又図-8は、ほとんどの計器に変化が見られなくなった時の各々、地山変位の実測値と計算値を示したものである。図-6の計算値は弾性解析によるもので、掘削初期の地山変形と良く一致している。しかし弾性解析では、図-7、8に示されたような時間経過に伴う変形の増加や、両トンネルにはさまれた部分へ向うような変形などを評価することが出来ない。これに対して地盤の粘性挙動を考慮した解析の結果は、図-7、8に示す様に実測値と比較的良好に一致しており、非線形性を考慮した解析が有効であることが示された。このように地山全体の変形については、その時間依存性を含めて良い解析結果が得られたが、既設トンネルライニングの応力分布状態や、図-3に見られるようなひずみ計FL-5と継目計J-2の動きの相互作用などについては、連続体解析だけではうまく説明することが出来ず、これらを計算上どのように評価するかは今後の課題である。

4. まとめ

地盤の非線形性を考慮した解析により、土質試験や現場での測定の結果について検討を加えることは、地盤の変形挙動を把握する上に必要なことであり、今後ともここに示したようなデータの蓄積を行ない、数値解析に於ける構造や施工段階のモデル化、定数の設定などに残された問題を順次解明して行く必要があると思われる。

〔参考文献〕「既設トンネルに近接するアーストンネルの挙動と施工」 土と基礎、25-2、1977

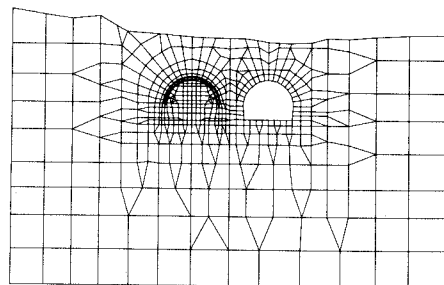


図-4 有限要素分割図

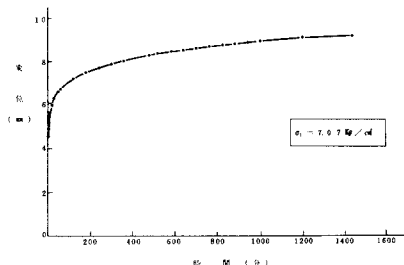


図-5 現位置クリープ試験結果

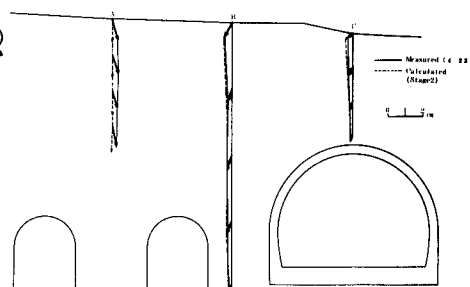


図-6 導坑通過時地中変位図

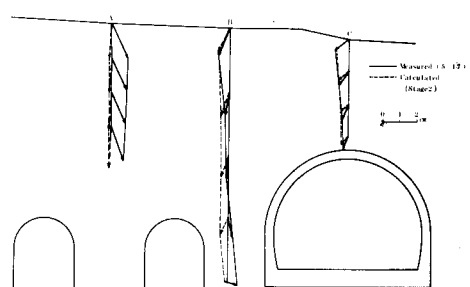


図-7 導坑通過後地中変位図

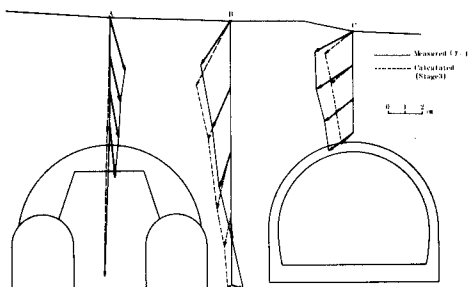


図-8 上半掘削後地中変位図