

## アーチ開削工法を用いた活線拡幅道路トンネル (その3 情報化施工)

(株)竹中土木 正会員○福本忠浩 平井 卓

福岡県田川土木事務所 上野 弘

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 日根幸雄 出本剛史

### 1. はじめに

真木トンネルにおいては、トンネル拡幅工事に我が国でも施工例の少ない、アーチ開削工法が採用された。この工法は、隣接する煉瓦造のJRトンネルへの影響が少なく、土被りが浅く未固結な地山に対し経済的に道路幅を拡幅する工法として選択された。ただし、本工法の施工実績は少なく、拡幅掘削時に地山全体がどのような挙動をするかは未知な点も多く、また、JRトンネルへの影響を事前に精度良く把握する必要があるため、FEM解析を用いた情報化施工を実施した。

### 2. 情報化施工の概要

#### (1) 管理値

図-1 に真木トンネルの断面図を示す。JRトンネルと既設トンネルの離隔はトンネル中心間で 19.2m と近接しており拡幅トンネルは、JRの「制限範囲」<sup>1)</sup>に相当する。JRトンネルにおける許容変位が 4mm であることから、図-1A-A 断面の最大水平変位 4mm を限界変位とし、3mm を管理値として 3mm を越えた場合は対策を考えることとした。一方、トンネル右上方には幼稚園などの建物があり、建築基礎構造設計指針<sup>2)</sup>における相対沈下量の下限值 10mm を限界沈下量 7mm を管理値とし、B-B 断面での沈下が 7mm を越えた場合には対策を考えることとした。

#### (2) 情報化施工フロー

図-2 に情報化施工のフローを示す。施工段階毎に、側方変位や沈下計測値をフィードバックして地盤定数や解析モデルを見直し、次工程の変位を予測するものとした。

### 3. 各施工ステップに対するフィードバック解析

#### (1) 事前予測解析の概要

拡幅部周辺の地山は、既存トンネル施工による影響を受けていると考えられることから、既存トンネルの状態をできるだけ正確に把握するためレーダ探査による覆工測定やオーバーコアリングによる作用応力測定を実施した。この結果、既存トンネルの覆工厚が約 30cm であること、覆工の作用土圧はほぼ 0 であることなどが分かっ

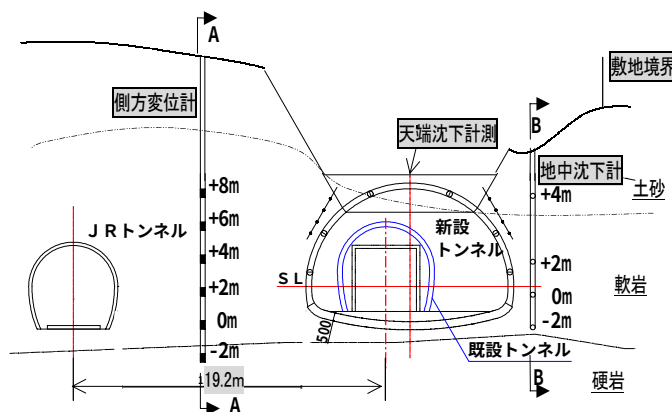


図-1 断面図

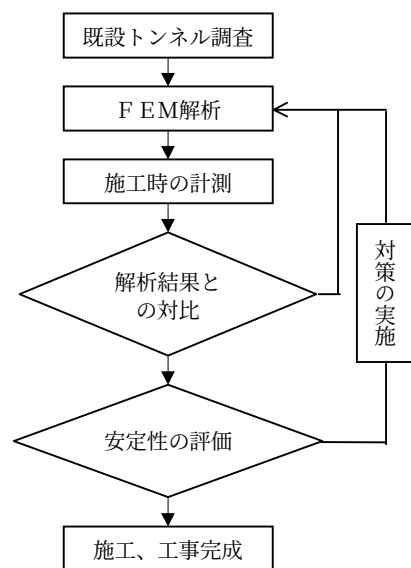


図-2 情報化施工のながれ

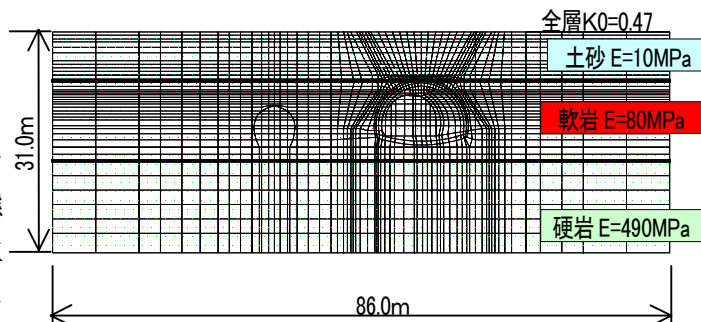


図-3 初期解析モデル

キーワード 活線拡幅トンネル、アーチ開削工法、情報化施工

連絡先 東京都中央区銀座 8-21-1 TEL03-3542-6321 FAX03-3248-6545

た。これらの情報をもとに図-3 に示す解析モデルを作成し事前予測解析(CASE-1)を実施した。

図-4 に解析により得られる拡幅トンネルの上半掘削時の A-A 断面の水平変位の深度分布を、図-5 に B-B 断面およびアーチスラブ中央の各施工段階での解析結果の予測沈下量を示す。図-6 にはアーチスラブ構築時からインバート施工終了時に至る変位ベクトルを示した。CASE-1 の結果より、上半掘削時では水平変位、沈下量ともに管理基準値以内であると予測できた。しかし、下半掘削段階では沈下量は計測点+4m において最終沈下量が 6mm と大きくなることが予測できた。

## (2) 上半掘削時のフィードバック解析

図-4 の○は上半掘削時の水平変位の実測値であるが、事前解析結果と最大値はほぼ一致している。一方、図-5 に示す上半掘削時の最大沈下の実測値は計測点+4m で 1.2mm となり、事前解析結果が実測に比べて過大となっていることが分かる。解析においては、変形係数、 $K_0$  が変形に影響の大きい定数であるが、クラックの影響やひずみレベルのバラツキが大きい軟岩部の  $E$  を一定比率  $\alpha$  により  $E = \alpha E_0$  とし、近接施工の影響を受け変化していると考えられる  $K_0$  をパラメータとして上半掘削時の変位と沈下の解析値と実測値の誤差が最小となる  $\alpha$  と  $K_0$  の予測を行った。これらの解析のケースと定数を表-1 に示す。またこれらの解析結果を図-4 図-5 に示す。最終的に CASE4 に示す  $\alpha = 1.3$  と  $K_0 = 0.65$  の場合に解析と実測の最大変位がほぼ一致した。そこでこのケースに対し下半掘削以後の変位予測を行った結果、最大水平変位 2.5mm 最大沈下 2.0mm となりいずれも管理値以内となるので対策工なしに施工を継続した。最終的に最大沈下量変位量ともに精度良く予測できておりフィードバック解析により安全かつ経済的な施工ができた。

## 4. まとめ

開削アーチ工法といった今回のような工法においても、FEM を用いた情報化施工が有効であることが明らかになった。また、解析に先だって既設トンネルの覆工厚や覆工初期応力を計測したことが、精度良い解析を可能にしたものと考えられる。

### 参考文献

- 1) 「既設トンネル近接施工マニュアル」  
(財) 鉄道総合技術研究所
- 2) 「建築基礎構造設計指針」  
日本建築学会

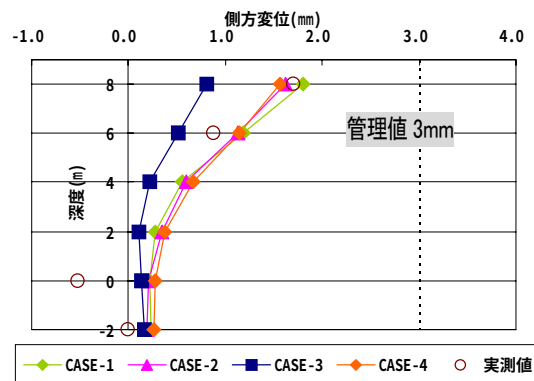


図-4 側方変位の鉛直分布(上半掘削時)

表-1  $\alpha$  と  $K_0$  の値

| 解析ケース  | $\alpha$ ( $E/E_0$ ) | $K_0$ |
|--------|----------------------|-------|
| CASE-1 | 1                    | 0.47  |
| CASE-2 | 1.2                  | 0.47  |
| CASE-3 | 1.3                  | 0.47  |
| CASE-4 | 1.3                  | 0.65  |

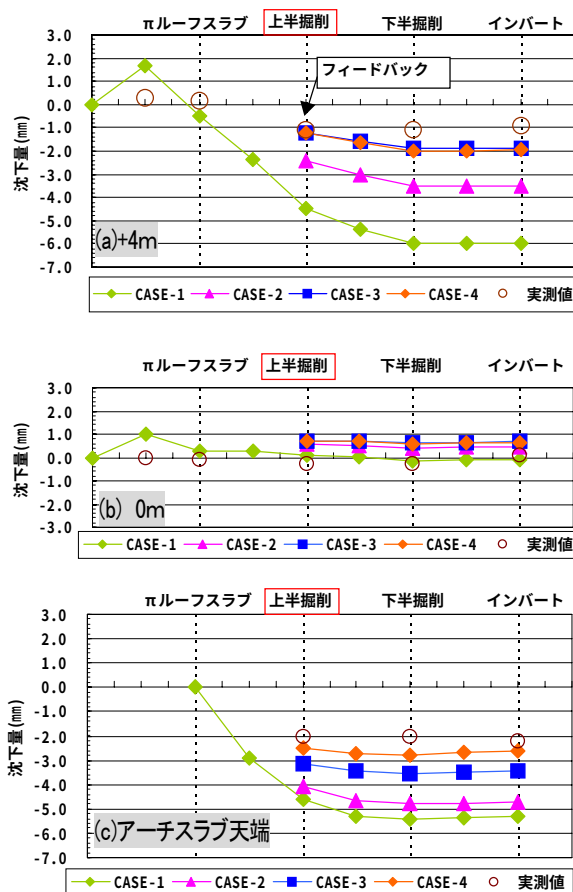


図-5 地中沈下およびスラブ沈下

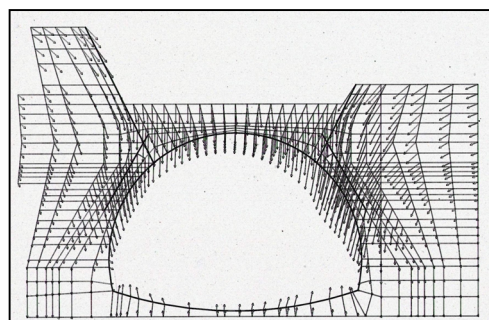


図-6 変位ベクトル