

導坑の早期閉合による本坑挙動の違いについて

五洋建設 正会員 ○大森 禎敏, 正会員 翟 思敏, Abeyawardena Devini

東京都立大学 正会員 砂金 伸治

西日本高速道路 四国支社 旧大洲工事事務所 和田 吉憲, 中島 健二

1. はじめに

導坑先進工法を適用する場合, 本坑切詰め掘削時の変位や変形を小さくする”いなし効果”を期待することがある. しかしながら, いなし効果が発現する導坑の設計条件などの検証は十分に進められていない. 本稿では, 導坑先進工法を適用した四国横断自動車道歯長山トンネル¹⁾で得られた計測結果をもとに導坑での早期閉合が及ぼす本坑挙動への影響を検証し, 報告するものである.

2. 導坑区間の概要と計測結果

四国横断自動車道 歯長山トンネルは, 愛媛県宇和町～宇和島市に計画された延長 2,053m の二車線道路トンネルである. 計画域に分布する地質は, 中生代四万十帯の砂岩・泥岩互層と中～古生代秩父帯のチャート, 緑色岩などである. 導坑先進工法は四万十帯と秩父帯の境界である仏像構造線, 明浜トラストの区間 170m で計画された. 図-1 に導坑適用区間の支保パターン図を示す. 導坑の掘削断面積は約 20m²で, 地山状況によっては吹付けコンクリートとインバート鋼製支保工で早期閉合した. 本坑の掘削断面積は約 105m²で, 早期閉合を適用した. 導坑, 本坑とも発破掘削を適用しており, 導坑先進工法を適用した区間の平均土被りは約 175m である. 図-2 の(a), (b)は導坑先進工法適用区間における本坑の内空変位量と天端沈下量を導坑での早期閉合の有無によって整理した箱ひげ図である. これらの図から中央値を見ると, 導坑掘削で早期閉合を適用した場合の内空変位量と天端沈下量は, 早期閉合を適用しない場合よりも大きくなる傾向があると考えられた. すなわち導坑での早期閉合が本坑切詰め掘削後の挙動に影響を与える一方で, 地山の物性等によるばらつきの影響の程度を把握する必要があると考えられた.

3. 数値解析を用いた検証

前章の結果を検討するために, 本トンネルで得られた計測結果を数値解析で検証した. 検証に用いた解析モデルを図-3 に, 入力物性値を表-1 に示す. 数値解析に使用したコードは FLAC3D である.

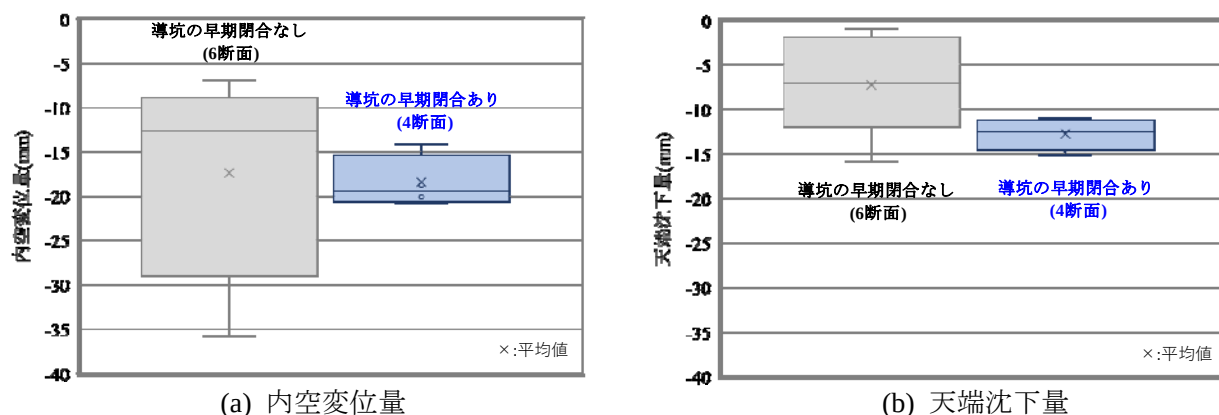


図-2 導坑先進区間の本坑の内空変位量と天端沈下量

キーワード 導坑, 導坑先進工法, いなし効果

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設(株) 土木部門土木本部土木技術部 TEL 03-3817-7531

(1) 解析モデルと入力物性値

解析モデルは、トンネル全断面を再現した 3 次元モデルとした。土被りは 180m とし、トンネル側方領域および下方領域は、トンネル数値解析マニュアル²⁾を参考にそれぞれ約 53m (約 4.0D)、約 40m (約 3.0D) とした。ここで、D は本トンネルの掘削径である。入力物性値は、パラメーター解析を実施して早期閉合を適用しない導坑掘削で得られた導坑の内空変位量および天端沈下量を再現できるものとした。なお、本検証においてロックボルトは本地山での支保効果が小さかったと判断しモデル化しないものとした。

(2) 検証結果

本検証で得られた内空変位量と天端沈下量を図-4 の(a), (b)に示す。図-4 は実際の計測値と同様に本坑切詰め掘削時点初期値としたものである。数値解析を用いた検証の結果、天端沈下量については若干ではあるが計測結果と同様の傾向が見られたものの、内空変位量、天端沈下量ともに有意な違いは見られなかった。この理由としては、パラメーター解析で想定された地山物性値が道路トンネルでの地山等級で CII～CI 相当であるために、変位量や変形量が比較的小さく、その差が発現しにくいことなどによるものではないかと考えている。

表-1 入力物性値

入力物性値	弾塑性地山	支保部材	
		吹付け コンクリート	鋼アーチ 支保工
要素	solid	合成shell	
弾性係数 E (kN/m ²)	6.0×10^6	4.0×10^6	2.1×10^8
単位体積重量 γ (kN/m ³)	22	-	-
ポアソン比 ν	0.42	0.17	0.32
粘着力 c (kN/m ²)	6.0×10^3	-	-
内部摩擦角 ϕ (deg.)	45	-	-
備考	-	-	本坑：H-200 導坑：H-100

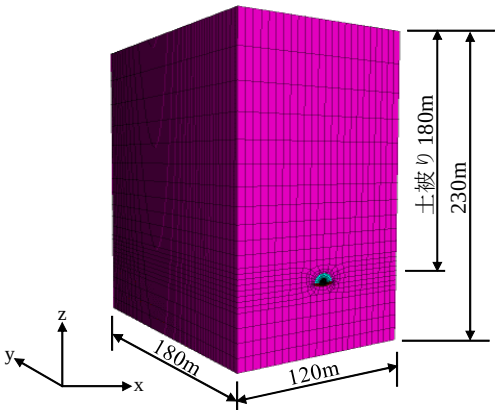


図-3 数値解析モデル

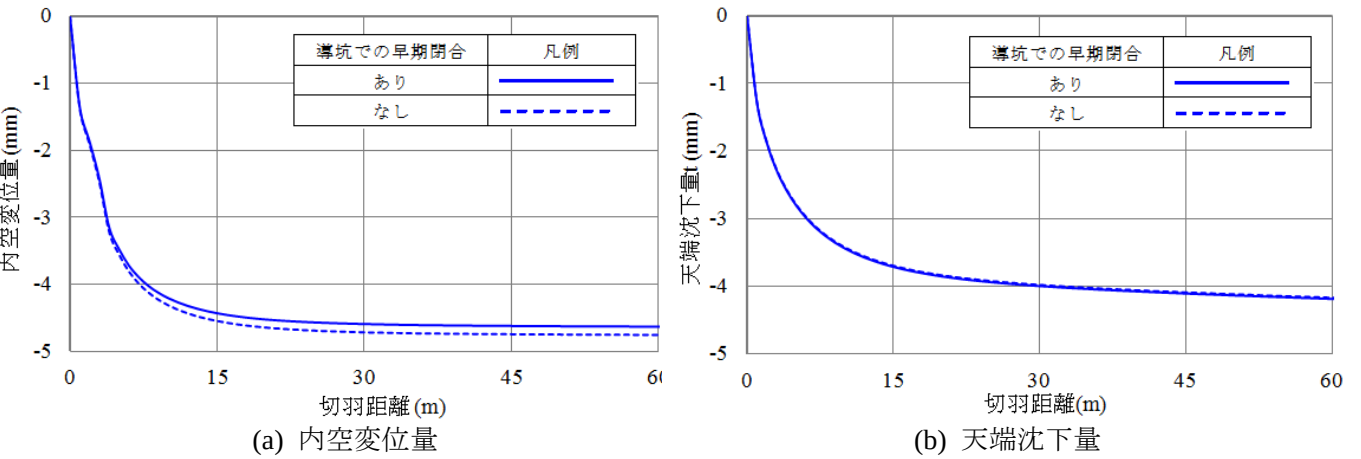


図-4 本坑切詰め掘削時点からの内空変位量と天端沈下量

4. 結論

計測結果で導坑における早期閉合の有無によって本坑切詰め掘削後の挙動に違いがあるように考えられたが、数値解析を用いた検証では地山が不良ではない場合には有意な違いが発現しないことを確認した。今後は、地山物性値や土かぶり、導坑もしくは本坑の掘進速度の違いなどに着目して導坑における早期閉合が与える本坑挙動への影響を検証する予定である。

参考文献

1) 前田良文ら：名水百選など周辺水環境に配慮し中央導坑方式を採用，トンネルと地下，468号 Vol.40 No.8，pp.17-25，2009。
2) 日本道路公団試験研究所：トンネル数値解析マニュアル（都市部トンネル解析留意事項編），p.11，2004。