

斜面上の大口径深礎におけるずり出しトンネルの影響検討

リテックエンジニアリング (株) 正会員 ○山本 英雄
 鹿島建設 (株) 正会員 山崎 啓治
 中日本高速道路(株) 正会員 萩原 直樹
 中日本高速道路(株) 小谷内祐弥

1. はじめに

新東名高速道路 河内川橋工事では、ずり出しトンネルを用いてP3橋脚の大口径深礎基礎（以降、深礎）の掘削を行う¹⁾。深礎はずり出しトンネルが斜面背面に取り付き、支保工に欠損部を有する構造となる。ずり出しトンネルが深礎の設計へ与える影響について、3次元有限差分法解析を用いて検討したので報告する。

2. 深礎とずり出しトンネルの概要

河内川右岸の斜面上に位置する深礎（図-1）は、杭径16m、杭長下り線30m、上り線38mの柱状体深礎基礎である（図-2）。ずり出しトンネルは、内空幅7.3mの山岳工法トンネルである（図-3）。

斜面上の大口径深礎は、L2地震時の主に水平荷重に対し基礎前面の水平支持機構で抵抗するように設計され、水平土被りが小さい斜面谷側の支持機構が設計上の支配要因となるため、ずり出しトンネルは、深礎の斜面山側に取り付く計画となった。

3. 3次元解析によるずり出しトンネルの影響検討

3.1 検討概要

温度時とL2地震時の荷重状態におけるずり出しトンネルの有無について、3次元弾塑性解析を用いて基礎本体の変位量、深礎周辺地盤の緩み領域を算定、比較し、深礎に与える影響を明らかにする。解析ケースを表-1に示す。

3.2 解析手法

ずり出しトンネルと深礎の掘削・施工を模擬したステップ解析（表-2）を行い深礎と地盤の変位量、応力度を算定する。地山の初期応力を再現した後、ずり出しトンネルと深礎の掘削解放力、基礎本体自重、温度時とL2地震時の基礎設計用橋脚下端断面力（地山の慣性力は除く）を段階的に載荷する。

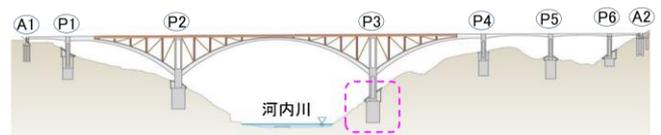


図-1 河内川橋(仮称)構造概要

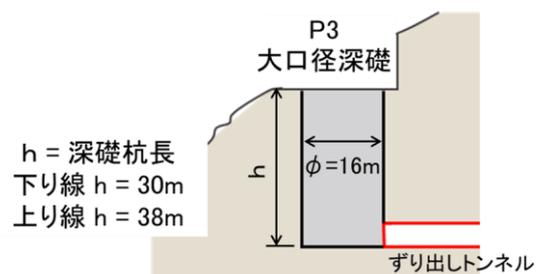


図-2 P3橋脚大口径深礎の概要

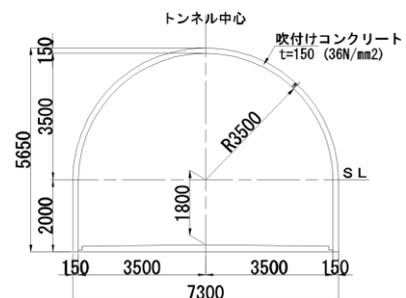


図-3 ずり出しトンネル一般図

表-1 解析ケース

解析ケース	荷重条件	ずり出しトンネル
case1-1	温度時	なし
case1-2		あり
case2-1	L2地震時	なし
case2-2		あり

表-2 解析ステップ

解析ステップ	計算内容
Step1	初期地盤応力再現
Step2	ずり出しトンネル掘削、支保工設置
Step3	深礎掘削、支保工設置
Step4	基礎本体構築、自重載荷
Step5	基礎設計用橋脚下断面力の載荷

キーワード 大口径深礎、ずり出しトンネル、3次元弾塑性解析

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂6-4-2 赤坂MSビル リテックエンジニアリング(株) 設計本部 TEL03-6229-6851

3軸主応力空間におけるDrucker-Pragerの降伏曲面を用いて、地盤の応力度から地盤の緩み度合いを表す局所安全率（F S 値）を算定する。

解析ソフトは、汎用有限差分法解析プログラム「FLAC3D ver5.0」（開発元 ITASCA社）を用いた。

3.3 3次元解析モデル

地盤をソリッド要素でモデル化し、礫岩と礫質土で構成される深礎周辺の現況地形を再現した（図-4）。礫岩（ACg）の土質は主にCL~CM級で、Mohr-Coulomb構成則の弾塑性材料とした。

基礎本体はソリッド要素でモデル化し、鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ の弾性材料とした。基礎本体と側面、周面、底面の地盤は、剝離と滑りを考慮したインターフェース要素で結合した。

深礎とずり出しトンネルの支保工は、シェル要素でモデル化し鋼材と吹付けコンクリートを合成した等価な剛性の板厚と密度を付与した（図-5）。

3.4 3次元解析結果

温度時では、case1-2基礎本体の水平変位、鉛直変位にcase1-1との差はない。case1-2深礎の地盤壁面に、case1-1とは異なる緩み領域が僅かに発生しているがF S 値は弾性範囲にある。

L2地震時では、case2-2基礎本体で水平方向へ最大8mm、鉛直方向へ最大10mmの変位が発生しているが、case2-1に比べ増加はしていない。上り線基礎本体の変位量を図-6に示す。case2-2深礎の地盤壁面に、case2-1とは異なる緩み領域が僅かに発生しているがF S 値は弾性範囲にある。上り線深礎地盤壁面のF S 値分布を図-7に示す。

基礎底面の鉛直地盤支持力に関して、case2-2L2地震時の鉛直地盤応力度をcase2-1と比較すると、目立った違いはない。上り線深礎底面の鉛直応力度分布を図-8に示す。

4. おわりに

斜面上の大口徑深礎におけるずり出しトンネルの影響について、3次元弾塑性解析を用いて検討した結果、トンネル掘削が基礎本体や周辺地盤に与える影響は僅かであることが明らかとなった。今後の合理的な設計手法への一助となることを期待したい。

参考文献

- 1) 萩原ら：新東名高速道路 河内川橋工事における合理化施工への取組み，第74回年次学術講演会，土木学会，2019.9.

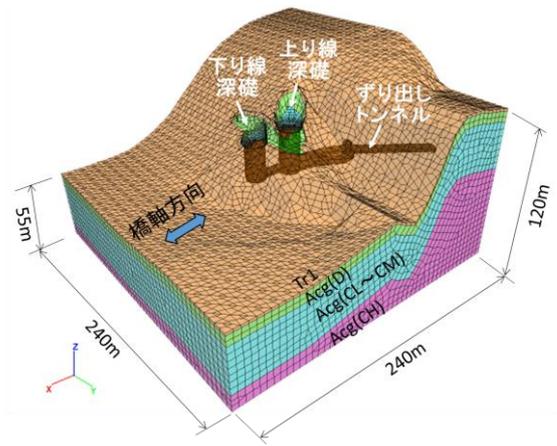


図-4 解析モデル（全体図）

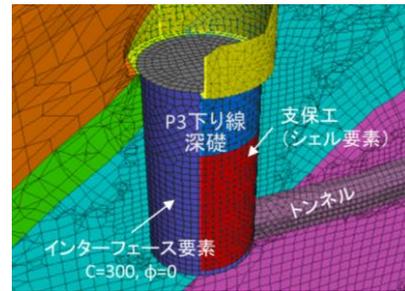


図-5 深礎本体のモデル化

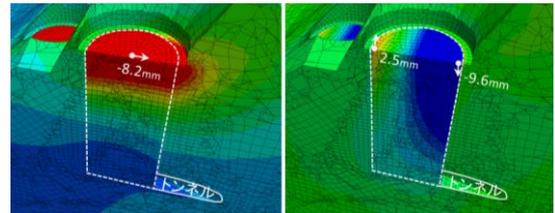


図-6 上り線深礎本体の水平変位量と鉛直変位量（case2-2 L2地震時）

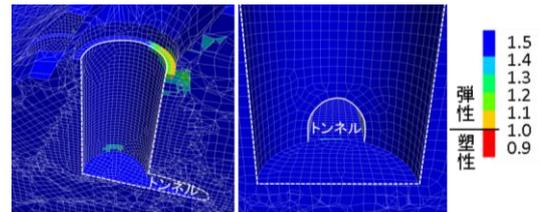


図-7 上り線深礎地盤面のF S 値分布によるずり出しトンネルの影響（case2-2 L2地震時）

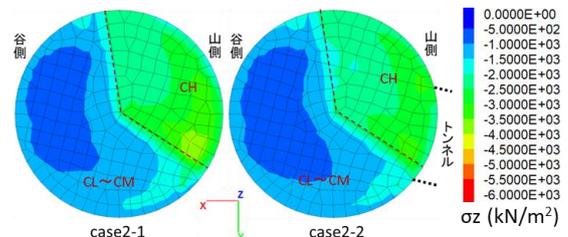


図-8 上り線深礎底面の鉛直応力度分布の比較（L2地震時時）