

未固結砂礫土層における上下線近接トンネルの施工について

○大成建設(株) 正会員 勝田つかさ
 大成建設(株) 正会員 大島 基義
 大成建設(株) 正会員 川田 淳

1. はじめに

神峰山トンネルは、愛知県名古屋市～兵庫県神戸市を結ぶ新名神高速道路のうち、高槻IC～茨木北ICの間に位置する延長約300mのトンネルである。地下水を有する未固結砂礫土層の中を土被り2D(約27m)以下の低土被りで、上下線中心間隔が21～25mと近接している厳しい条件で施工を行った。本文は、この条件を克服するための計画及び施工実績について述べるものである。



写真-1 終点側坑口全景

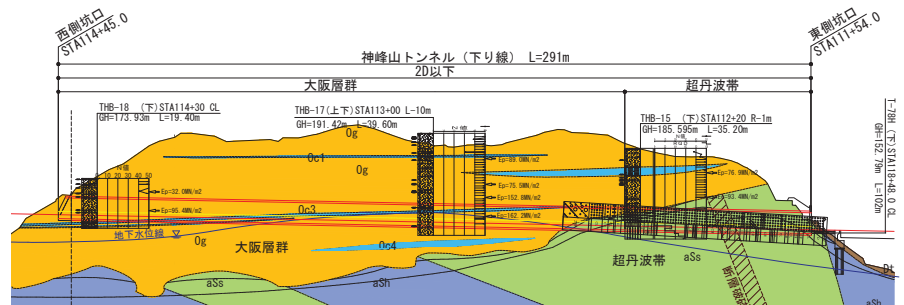


図-1 地質縦断面図(下り線)

2. トンネル概要

地山は超丹波帯堆積岩類の砂岩・砂岩頁岩互層を基盤とし、大阪層群の未固結砂礫土層が被覆しており、トンネル延長の約2/3が大阪層群、1/3が超丹波帯となっている。

大阪層群の区間は土被りが小さい未固結地山で、グラウンドアーチの形成が期待できないことから、注入式長尺鋼管先受工により先行地山の補強を行うとともに、吹付コンクリートによるインバート早期閉合を実施した。その他の支保構造は図-2に示す通りである。

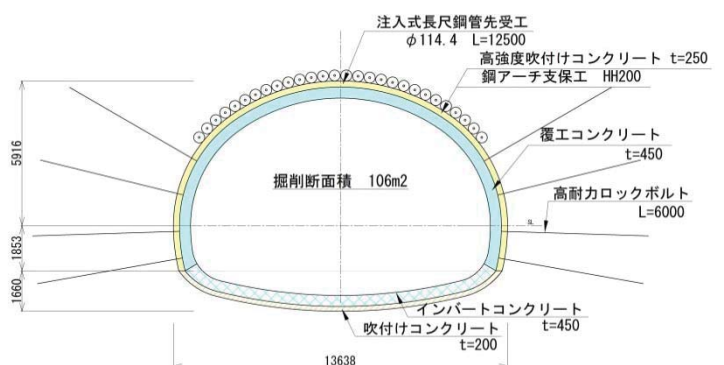


図-2 支保パターン図

3. 予測解析

上下線近接に対する対策として、3次元逐次掘削解析により切羽前方への影響範囲の予測や、ベンチ長の評価を行った。先進坑(下り線)掘削完了後に後進坑(上り線)の掘削を開始する場合と、先進坑切羽の後方10mで後進坑の掘削を開始する場合を比較した。その結果、トンネル変位、支保部材応力、切羽前方および周辺の塑性化領域に大きな差はみられなかった。しかし、上下線切羽を近づけた場合、切羽近傍での吹付強度発現が十分でなく、上下線間の地山が負担する応力が大きくなることや、変位増加等の不足の事態が生じた場合に両方の切羽で対策が必要になることから、先進坑と後進坑のそれぞれの影響範囲が重ならない切羽距離(4D≒50m)を確保することとした。また、ベンチ長の検討として、上半先進、ミニベンチ、全断面掘削を比較した結果、変位および鋼アーチ支保工応力は全断面掘削の場合が最も小さくなった。しかし、切羽前方塑性化領域は、図-3に示す通り、全断面掘削の場合が最も広くなり、切羽安定性が低下することが判明した。

キーワード 上下線近接 低土被り 未固結地山

連絡先 大阪府中央区南船場1-14-10 大成建設株式会社 TEL: 06-6265-4604 FAX: 06-6265-4607

一方、2次元 FEM 解析により、吹付インバートによる早期閉合の効果を検討したところ、ベンチ長を小さくして早期閉合を実施した場合、天端沈下量が上下線とも 30 mm 程度小さくなるという結果を得た。そこで、鏡吹付を行うことで切羽の安定性を確保しながら、ミニベンチでの掘削を行い、吹付インバートによる早期閉合を実施することとした。

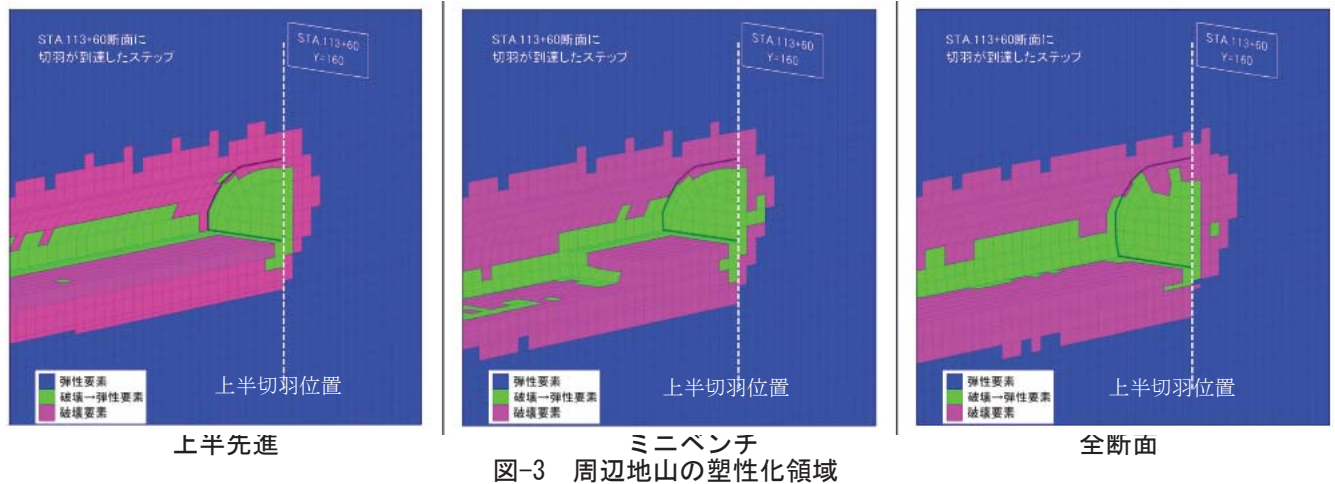


図-3 周辺地山の塑性化領域

4. 掘削方法と計測結果

2次元 FEM 解析により支保仕様の妥当性確認と掘削時の管理基準値を設定し、支保工及び補助工法の妥当性を検証しながら掘削を進めた。掘削はミニベンチカット工法で行い、吹付インバートによる閉合を行った。また、上り線の掘削が下り線に与える影響を確認するために、下り線の切羽が 60m に達した時点で上り線の掘削を開始し、上り線切羽が下り線の B 計測断面を通過するまで上下線切羽間隔を確保して試験掘削を進めた。

計測は 10m 毎の A 計測と、坑口から約 25m 地点、50m 地点での B 計測（吹付コンクリート応力、鋼アーチ支保工応力、ロックボルト軸力、坑内地中変位）を行った。試験掘削時の下り線の計測結果を図-4 に示す。上り線の掘削による下り線への影響は予測解析よりも小さく、変状なく掘削できた。ただし、上り線側のスプリングライン付近においては、若干応力の増加傾向がみられた。

試験掘削結果より、上記の支保構造で、吹付インバート閉合、上下線切羽間隔を 50m 確保して本掘削を行い、上下線ともに掘削は完了した。計測の結果、全線において、試験掘削区間と同様の傾向が得られた。吹付インバート閉合により変位は早期に収束しており、注入式長尺鋼管先受工により天端沈下も抑えられた。上下線全線において管理基準値以内の変位・応力であり、解析結果よりも小さい値であった。

5. おわりに

本トンネルは、低土被りの未固結地山を上下線近接で掘削を行ったが、予測解析に基づいた掘削方法の選定、上下線切羽の離隔確保と吹付閉合の実施によって、内空変位、沈下量、支保に作用する応力は予測の範囲内に収まり、トンネル構造の安定を確保して掘削することができた。

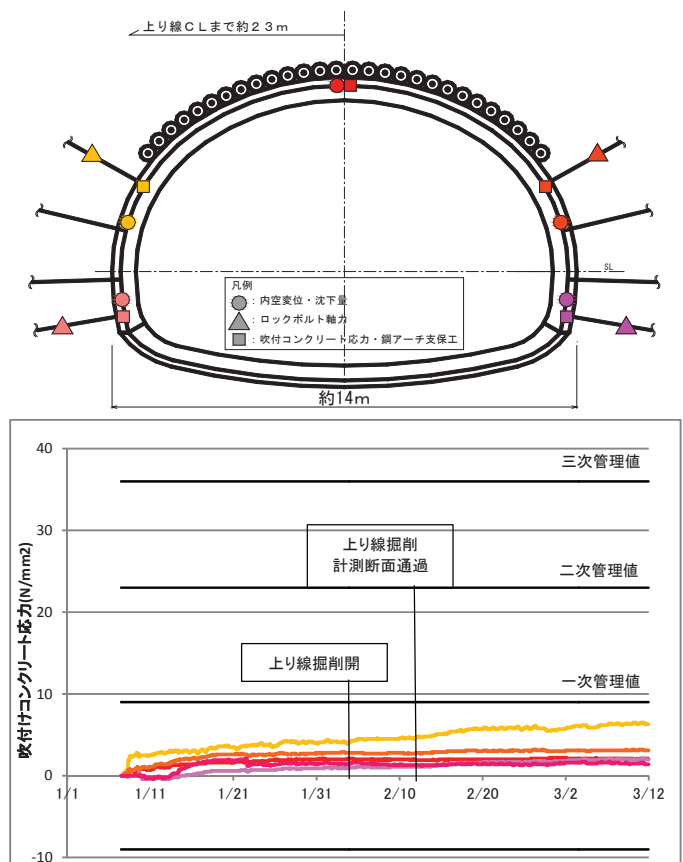


図-4 試験掘削時 計測結果（下り線 TD=25m 地点）