

盛土地盤中に施工した小土かぶりトンネルの挙動特性

清水・大本特定建設工事共同企業体

正会員 八木田茂生

清水・大本特定建設工事共同企業体

正会員 高杉 英則

清水建設(株)土木技術本部地下空間統括部

正会員 楠本 太

1. はじめに

盛土地盤中に、動態計測を行いながら、導坑先進ベンチカット工法で小土かぶりトンネルを掘削した。この計測結果から、小土かぶりトンネル変位量や先行挙動、地表への掘削影響などが判明し、盛土地盤における小土かぶりトンネルの挙動特性が明らかになったので報告する。

2. 工事概要と地質

徳島南環状道路法花トンネルは、第1種第3級の4車線双設の道路トンネルである。トンネル延長は627mで、この内の227mは小土かぶり盛土区間に位置し、導坑先進ベンチカット工法によるめがねトンネルを先行施工した下り線工事である(図-1)。

地質は、古生代～中生代の三波川帯に属し、泥質結晶片岩が主体に分布する。終点側坑口部のめがねトンネル区間では、約20年前の文化の森総合公園造成時盛土層と旧地形の崖錐堆積物が10～20mの層厚で分布する(図-2)。盛土と崖錐層の性状は、著しい差異はなく、N値が10～15程度のシルト混じり砂礫である。

3. 支保構造体仕様と施工方法

小土かぶり盛土区間の中央導坑と下り線側壁導坑および本坑のトンネル支保構造体仕様は、表-1に示す。導坑の施工は、機械方式の全断面掘削であり、同時に掘削完了した。本坑は、導坑コンクリート施工後に、上半先進ベンチカット工法で機械掘削する。地表への掘削影響抑制と確実な施工の要請から、鏡吹付けとともに長尺先受け工と長尺鏡補強工を採用する。1シフト長は11.0mである。

4. 計測工概要

小土かぶり盛土区間の地表には、駐車場や広場が配置され、県立図書館、21世紀館などの建物が近接し、これらを供用しながら施工するので動態計測を実施した。地表沈下とトンネル変位の測定は、トンネル軸方向10m間隔に計測断面を設け、三次元自動測量・計測システムで自動測定する。

5. 計測結果と考察

本坑掘削後のトンネル中心地表沈下およびトンネル天端沈下と上

キーワード：小土かぶり、盛土地盤、地表変位計測、地表沈下、トンネル挙動特性

連絡先：東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館、Tel. 03-5441-0566、Fax. 03-5441-0510

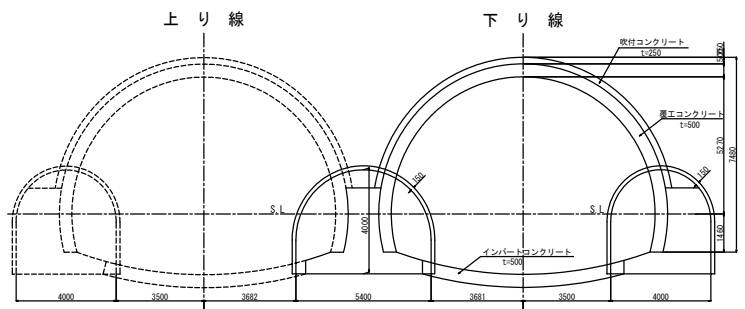


図-1 小土かぶり盛土区間のトンネル構造概要

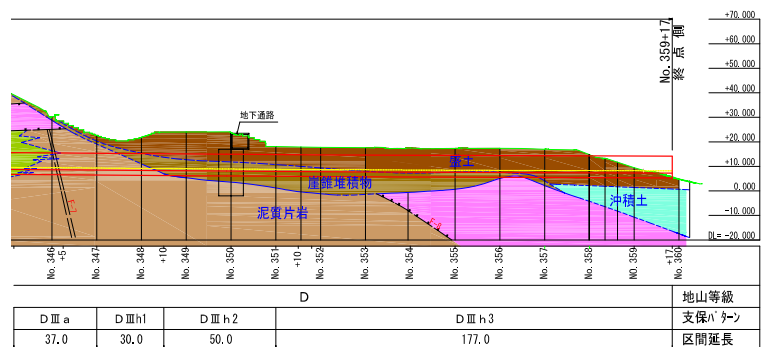


図-2 地質縦断図(終点側小土かぶり盛土区間)

表-1 トンネル支保構造体仕様

項目	中央・側壁導坑		本坑	
断面区分	D III h2	D III h3	D III h2	D III h3
区間延長	50m	177m	50m	177m
土被り厚	14m	7m	10m	3m
1掘進長	1.00m		1.00m	
吹付け厚	15cm (18N/mm ²)		25cm (18N/mm ²)	
鋼製支保工	H-150		H-200	
補助工法	・ 注式 FP (L=3m、シリカレンジン) ・ 長尺鏡ボルト (φ76, t=6, L=12.5m, モルタル系)		・ トレウ・イチューフ (φ139.8, t=11.1, L=14.0m, シリカレンジン) ・ 長尺鏡ボルト (φ76, t=6, L=14.5m, モルタル系)	
1シフト長	1.00m		11.00m	

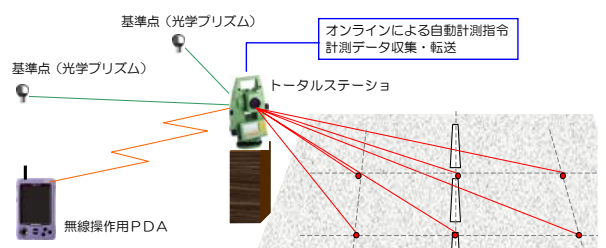


図-3 変位測定(三次元自動測量・計測システム)

半脚部内空変位は、図-4に示す。導坑掘削後の地表沈下 δ_o に対する本坑掘削後地表沈下 δ の導坑比率は、図-5に示し、本坑掘削時地表沈下増分 $\Delta\delta$ に対する切羽通過時 δ_f の先行沈下率は図-6に示す。また、本坑掘削時に地表に掘削影響が現われはじめる切羽前方水平距離 D_f と地表沈下が収束する切羽後方水平距離 D_b は図-7に示し、横断方向の地表沈下量は図-8に示す。これらから、以下のことがわかる。

(1) トンネル挙動特性

①トンネル中心地表では、最大-150mm沈下し、土かぶり3mの方が大きく沈下する。

②本坑天端沈下 V は-5~-14mm沈下する。上半脚部内空変位 H は、周辺地山物性分布の影響をうけ、-7~6mm変位するが、土かぶり10mでは、全測点で内空側に変位する。

③地表沈下量 δ に対する導坑掘削後沈下量 δ_o の導坑比率は、概ね60~80%であり、地表沈下におよぼす影響は導坑掘削の方が大きい。土かぶり3mでは、本坑掘削の方が地表沈下に大きく影響する区間がある。

④地表沈下の本坑掘削時増分 $\Delta\delta$ に対する本坑切羽通過時 δ_f の先行沈下率は、概ね5~40%であり、地表沈下への本坑掘削影響は切羽通過後に現われる。

(2) トンネル軸方向掘削影響

掘削影響は、切羽前方1m位置から現われはじめ、最大14m前方におよぶ。本坑切羽が13~37m進行すると、地表沈下への本坑掘削影響はなくなる。

(3) 横断方向掘削影響

地表沈下への本坑掘削影響は、トンネル中心で最大値を示し、これから離れるにしたがい小さくなる。掘削影響域は、本坑中心から水平距離で15~20mにおよぶが導坑時に比べて影響範囲はせまい。

6. まとめ

盛土地盤中の小土かぶりトンネルの挙動特性が明らかになった。今後は、この挙動特性を数値解析手法で同定、評価し、導坑時挙動¹⁾を含めて、小土かぶりトンネルの挙動特性としてまとめる予定である。

参考文献

1) 八木田茂生ほか、低土被り盛土地盤中に施工した小断面トンネルの挙動特性、第62回年次学術講演会、第Ⅲ部門、2007。

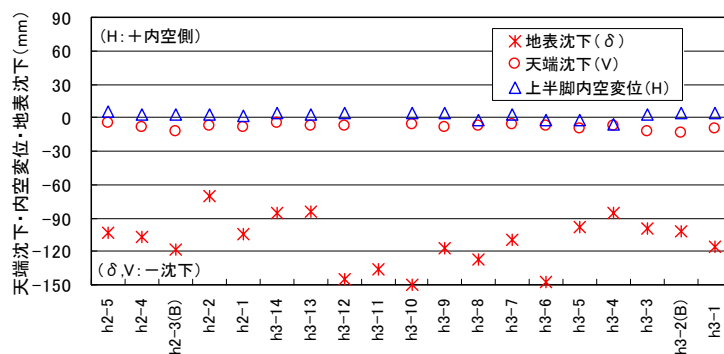


図-4 地表沈下とトンネル変位(本坑掘削後)

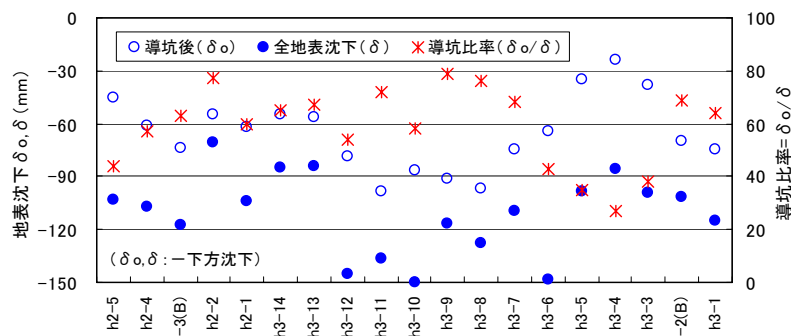


図-5 導坑後地表沈下 δ_o に対する本坑後地表沈下 δ 比率

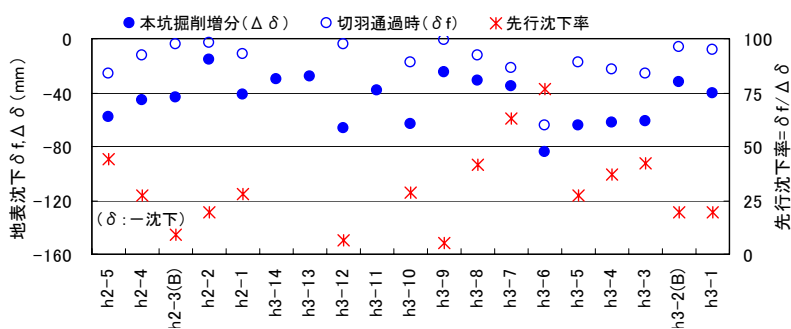


図-6 地表沈下増分 $\Delta\delta$ に対する切羽通過時 δ_f の先行沈下率

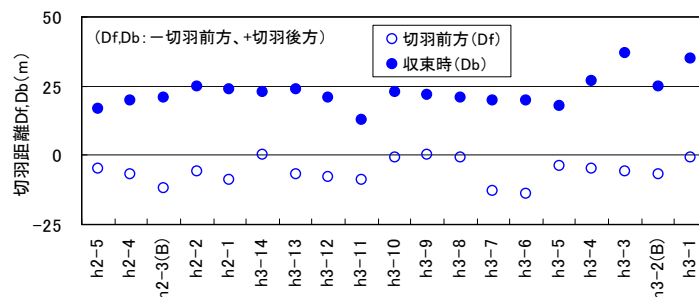


図-7 切羽前方水平距離 D_f と切羽後方水平距離 D_b

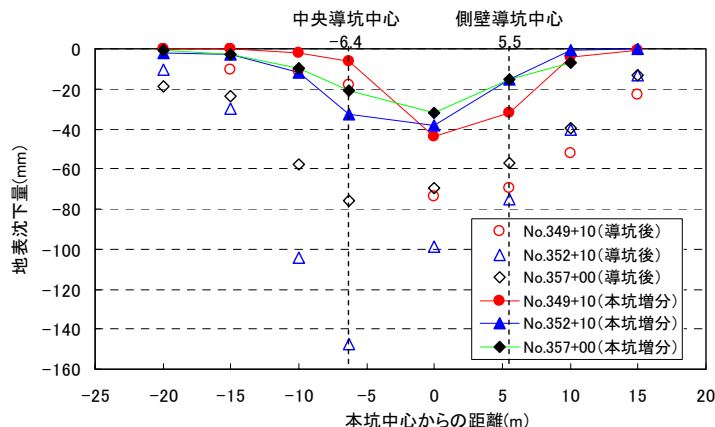


図-8 地表沈下量(横断方向)