

低土被り盛土地盤中に施工した小断面トンネルの力学特性

国土交通省徳島河川国道事務所

正会員 齋藤 勝

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

土被り厚が3mの盛土地盤中に4車線めがねトンネルを計画し、計測工A、Bを行いながら、導坑先進ベンチカット工法の中央導坑と側壁導坑を全断面機械掘削した。その計測結果から、低土被り盛土地盤に掘削した小断面トンネル支保構造体の力学的安定性が断面形状とトンネル周辺地山挙動との関係で明らかになった。

2. 工事概要と地質

徳島南環状道路法花トンネル工事は、文化の森総合公園の直下を通過する4車線の双設道路トンネルである。トンネル延長は637mで、この内の227mは低土被り盛土区間であり、導坑先進ベンチカット工法によるめがねトンネルである(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年前に造成した盛土層と旧地形の崖錐堆積物が10～20mの層厚で分布する¹⁾。盛土と崖錐層の性状に差異はなく、N値が10～15程度のシルト混じり砂礫である。

3. トンネル支保構造概要

低土被り盛土区間の中央導坑と下り線側壁導坑のトンネル構造仕様は、表-1に示す。この導坑掘削は、機械方式の全断面掘削とし、中央導坑と側壁導坑は同時施工、同等の切羽進行で、ほぼ同時に到達した。

4. 計測工概要

低土被り盛土区間の地表には、駐車場や広場が配置され、これらを供用しながらの施工であるので、計測工B断面を設け、情報化施工を行った(図-2)。これの計測項目は表-2に示し、計器配置と計器仕様は図-3、表-3に示す。

5. 計測結果と考察

計測データは、導坑掘削が完了してから約20日が経過した2006年1月13日時点のものである。中央導坑と側壁導坑の吹付けコンクリート軸応力は、これから推定した土圧(=吹付けコンクリート軸力/ト

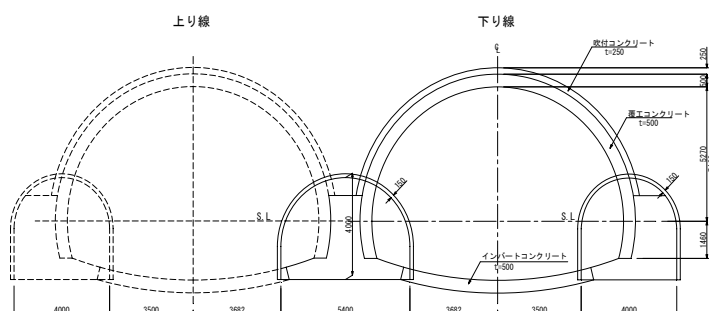


図-1 低土被り盛土区間のトンネル構造概要

表-1 導坑支保構造仕様

項目		中央導坑		側壁導坑	
断面区分		DⅢh2	DⅢh3	DⅢh2	DⅢh3
土被り厚(m)	本坑	10	3	10	3
	導坑	14	7	14	7
吹付けコンクリート厚さ(cm)		15			
鋼製支保工		H-150(建込間隔1.0m)			
補助工法(天端・アーチ部)		注入式FP、L=3m、シリカゼン			

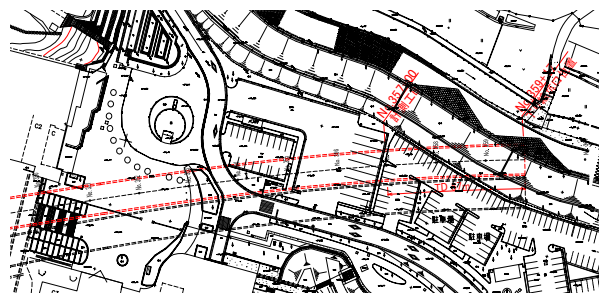


図-2 計測工B配置位置(No.357+00)

表-2 計測工B(DⅢh3、No.357+00)

計測項目	目的
・鋼製支保工応力測定	土被り厚は3m程度。 底盤部は盛土地盤である。
・吹付けコンクリート応力測定	
・センターピラ応力測定	支保性能の検証。
・センターピラ傾斜測定	
・導坑コンクリート応力測定	盛土地山の挙動特性把握。
・地中沈下測定	

表-3 計器仕様

計測計器	仕様
地中沈下計(1～6測点)	測定範囲 : 150mm
	分解能 : 0.025mm
鋼製支保工応力測定用ひずみゲージ	測定範囲 : 30000×10^{-6}
	最小読取 : 1×10^{-6}
コンクリート有効応力計	測定範囲 : 20N/mm^2
	最小読取 : 0.1N/mm^2

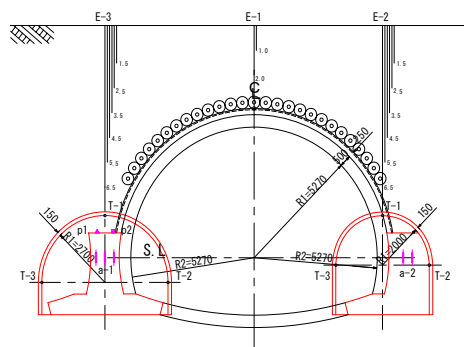


図-3 計測工B計器配置概要

キーワード：低土被り、盛土地盤、力学特性、導坑先進工法、吹付けコンクリート軸応力

連絡先：清水建設株式会社土木技術本部地下空間統括部 Tel.03-5441-0566、Fax.03-5441-0510

ン補半径)とともに、図-4 に示す。鋼製支保工 1 基当たりの軸力とトンネル 1m 当たりの吹付けコンクリート軸力は、全軸力に対する吹付けコンクリート比率とともに、図-5 に示す。また、地表面沈下を補正した導坑中心の地中沈下測定値は、図-6 に示す。これらから、以下のことがわかる。

(1) 導坑の力学特性

①吹付けコンクリート(SC)軸応力の最大値は、中央導坑で 1.6N/mm^2 、側壁導坑で 1.7N/mm^2 の圧縮であり、圧縮強度 18N/mm^2 の約 1/10 以下で安定する。

②鋼製支保工 (SR) 軸力の最大値は、中央導坑で 235kN、側壁導坑で 207kN の圧縮となり、同等レベルの支保効果を発現し、力学的に安定する。

③吹付けコンクリート軸力から推定した導坑作用土圧の最大値は、中央導坑で 89kN/m^2 、側壁導坑で 126kN/m^2 となり、盛土の単位体積重量を 18kN/m^3 とすると中央導坑で 2~5m、側壁導坑で 1~7m 相当の土被り圧が作用していると推測される。

④中央と側壁導坑ともに、右肩部のデータは左側に比べて低く、不連続に分布し、坑口法面の傾斜地形の影響を大きく受け、扁土圧が作用する。

⑤扁平構造の中央導坑では、鋼製支保工軸力は、導坑中心軸に対して左右対称になっており、天端部は左右両肩部の約 80% 以下である。吹付けコンクリートは、扁地圧を受ける。

⑥断面形状が縦長の側壁導坑は、扁平な中央導坑に比べて、支保部材力は滑らかに分布し、発生応力レベルは低い。鋼製支保工は天端から両肩部にかけて、また左右 SL 付近の吹付けコンクリートは、高い圧縮を受ける。また、高い扁地圧を受ける。

(2) 盛土地盤の挙動特性

導坑天端上部の盛土地盤内地中沈下は、中央導坑切羽が計測断面位置を通過し約 13m 進むと、全ての深度で 10~15mm 程度、等沈下する。導坑切羽がさらに 25m 進み、切羽底盤部には D 級岩が出現するが、全ての深度で、約 50mm 大きく沈下する。また、導坑天端直上の 2m 間は、圧縮される。この奥への切羽進行による地表面沈下の増分は小さい。

6. まとめ

断面形状が異なる導坑の低土被り盛土地盤中での全断面掘削により、小断面トンネルの力学的安定性と盛土地山の挙動特性が明らかになった。今後は、数値解析手法による同定解析を実施し、この成果を、本坑支保構造の力学的安定性評価と挙動予測に反映させる予定である。

参考文献

- 1) 齋藤 勝他、低土被り盛土地盤中の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 年 9 月。

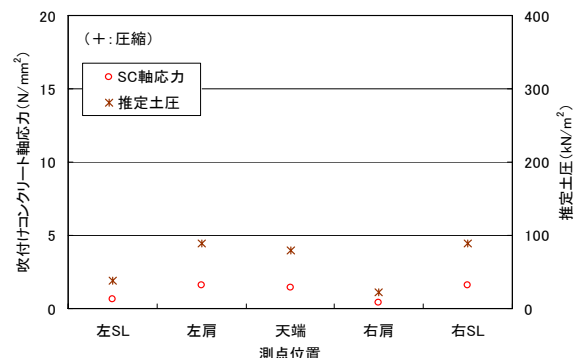


図-4(1) 吹付けコンクリート軸応力と推定土圧(中央)

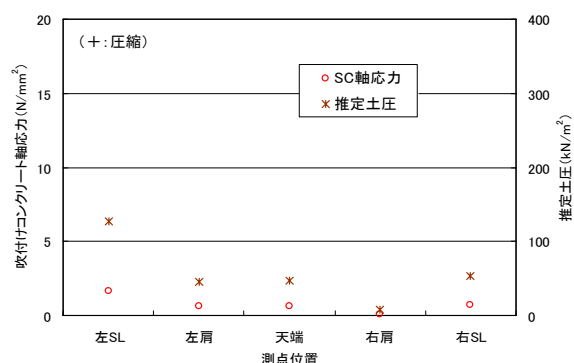


図-4(2) 吹付けコンクリート軸応力と推定土圧(側壁)

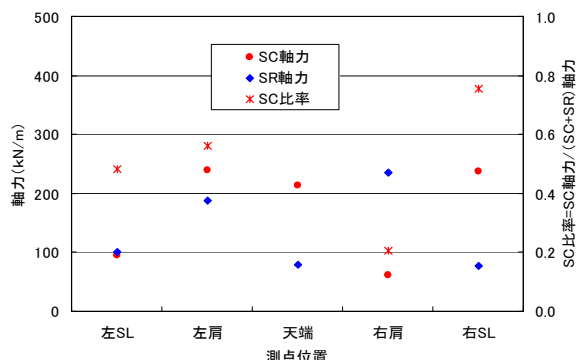


図-5.2(1) 支保部材軸力と吹付けコンクリート分担比(中央)

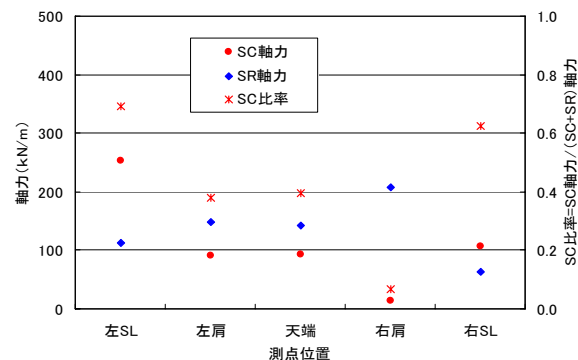


図-5.2(2) 支保部材軸力と吹付けコンクリート分担比(側壁)

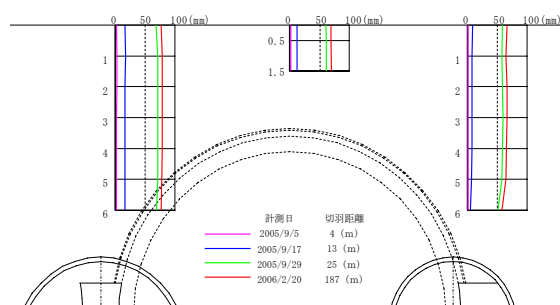


図-6 地中沈下(No.357+00、地表面沈下量補正)