

都市 NATM における計測結果

福岡市交通局 清松和麻 猪口光行
西松・松村・梅林建設共同企業体 上林武司
中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 栗山廣志

1. はじめに

都市 NATM は山間部での NATM 施工と異なり、周辺重要構造物との近接施工が予想されるため、変位抑制の必要性、周辺環境の保全がより重要となる。また掘削に伴う地山挙動についても、土被りが浅く地山アーチの形成が困難であるなど、一般的な NATM とは異なるといえる。

しかし都市 NATM の設計については、標準的な NATM を応用したものであり、基準となる指針についても明確な記述が少なく、今後の設計・施工に向けて、計測結果などの実績を活用することが重要である。

福岡市では一部の高速鉄道(地下鉄)建設に NATM を採用しており、今回大規模な計測を実施する機会を得たため、計測結果からトンネル掘削時の地山実挙動とトンネル支保との関連性を検証した。

2. 施工条件

今回報告する計測結果は、「福岡市高速鉄道 3 号線薬院西工区」における一般部トンネルで行った NATM 計測である。本トンネルは土被りが 1D 程度と浅く、古第三紀層内を掘削するが地山強度比は 1 程度と小さく脆弱な地山である。トンネル直上は交通量の多い市道になっており、道路の両側には高層ビルが点在する典型的な都市 NATM である。

3. 計測内容

一般的な NATM 計測では、トンネル壁面の变形(計測 A)とトンネル支保の応力(計測 B)が実施されているが、今回はこれらに加えて、トンネル掘削前からの地山挙動を地上から設置した計測器で捉える計測 C を行った。

4. 計測結果
計測 C により幾つかの特徴的な地山挙動が確認された。

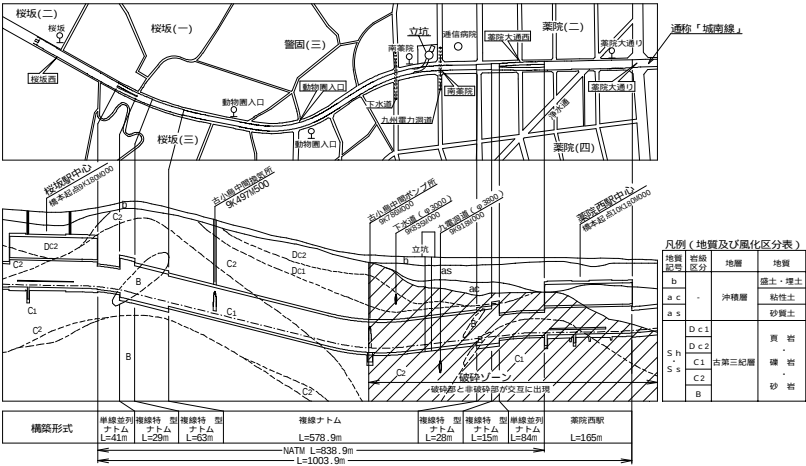


図.1 トンネル平面・断面

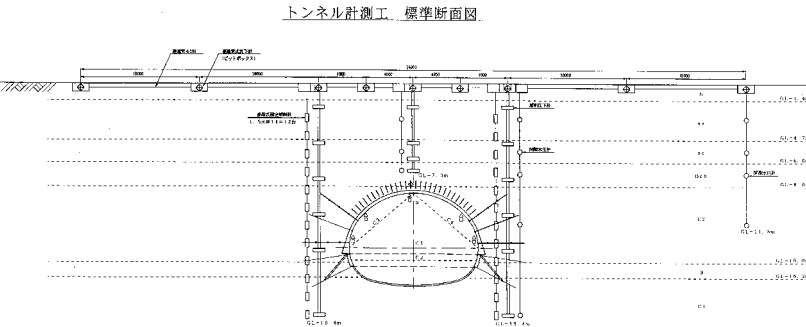


図.2 計測器設置断面

表.1 計測項目

測定項目	計測器種別	凡例	計測点数
計測内容変位	水平方向	三次元座標測定器	C1、C2
	対角方向	"	C3、C4
工天盤沈下	"	S	2測線
A地表面沈下測定	オートレベル	"	1測線
計鋼アーチ支保工応力	歪みゲージ	△	5ヶ所
測吹付コンクリート応力	コンクリート有効応力計	□	1点×5ヶ所=5点
工ロックボルト軸力	ロックボルト軸力計	→	4ヶ所
BAGF鋼管応力	AGF鋼管応力計	→	3点×4ヶ所=12点
計地表面鉛直変位	連通式沈下計	Φ	1ヶ所
測地中鉛直変位	層別沈下計	⊥	9点×1ヶ所=9点
工地中水平変位	多段式固定傾斜計	0	1点×9ヶ所=9点
C地中間水圧	間水水圧計	o	6点×2ヶ所+4点×1ヶ所=16点
			12点×2ヶ所=24点
			3点×1ヶ所+5点×1ヶ所+4点×1ヶ所=12点

表.1 に計測内容および計測項目を示す。

・ 共下がり

地表面の沈下量とトンネルの天端沈下量が等しい
「共下がり」の現象が計測された。

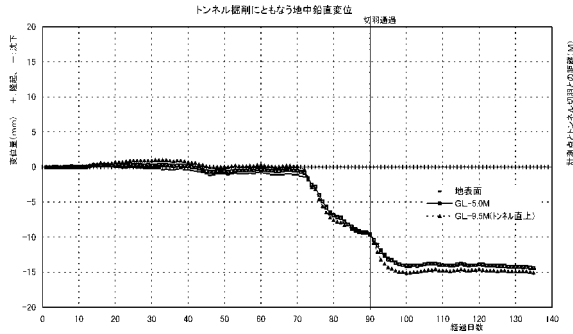


図.3 共下がり状況

・ 地山の変位伝達状況

共下がりの現象は、地表面とトンネル近傍の地山が連動して沈下するのではなく、トンネル近傍の変位が暫時的に地表面に伝達していくことが確認された。

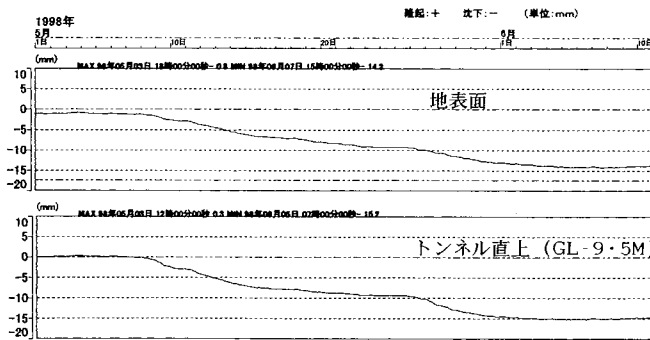


図.4 地山変形状況

・ トンネル支保応力と変形

トンネル支保の応力増加は変位変形の進行と関連性があり、応力増加時にはトンネル内空の変形は進行せず、内空の変形時には応力の増加は小さくなった。

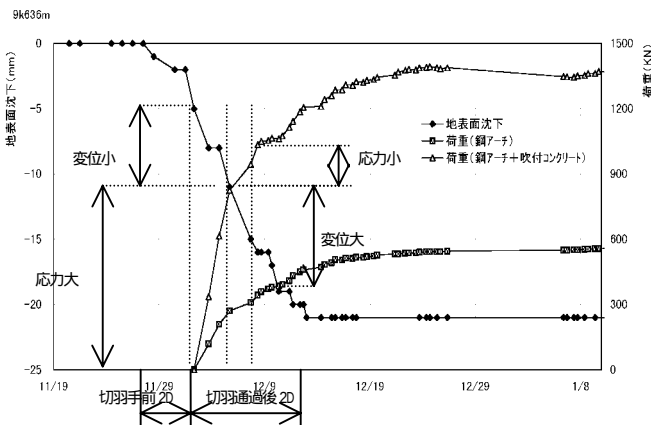


図.5 支保応力と変形

・ 補助工法の効果

本工事では、注入式フォアポーリング、薬液注入工

法、注入式長尺鋼管フォアパイリングの3種類の補助工法を採用した。

このうち注入式長尺鋼管フォアパイリングの効果が最も大きく、通常掘削時の 50%程度に変位を抑制していた。

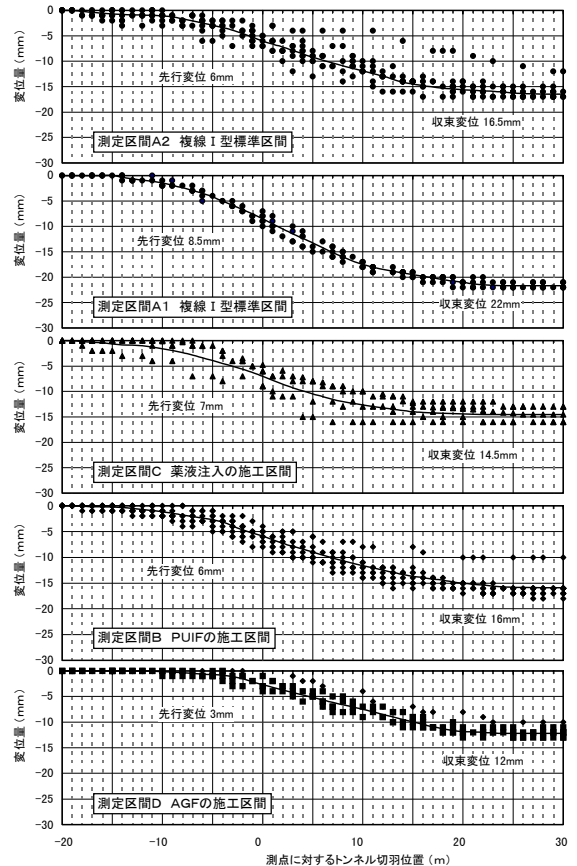


図.5 地表面沈下 (工法別)

5. 結論

都市 NATM においてはトンネル近傍 (壁面) の変位が地表面に伝達しやすく、従来から言われている先受け、トンネル支保の剛性補強が変位抑制に有効であることが確認された。

6. おわりに

現在の一般的な都市 NATM 施工では補助工法の併用が標準となっているが、トンネル支保および補助工法それぞれの効果を把握することが、今後の合理的な設計・施工につながると考えられる。またトンネル支保には、地山支持効果を早期に発揮する工夫が必要と考えられ、ロックボルトについては全面摩擦型定着なども考慮すべきと考えられる。

都市 NATM の施工は今後増大すると考えられ、各トンネルで得られた情報を公表し、技術レベルの向上に役立てたいと考える次第である。