

大規模地下掘削工事に伴う近接トンネルの挙動

繁縄 章吾* 筑紫 義明*
 Shogo Shigenawa Yoshiaki Chikushi
 竹林 茂治* 石井 敬明**
 Shigeharu Takebayashi Takaaki Ishii

1. はじめに

シンガポールのブギスジャンクション再開発工事は、ミドルロード、ビクトリアストリート、ローチャロード、ノースブリッジロードに囲まれる東西300m、南北90mの旧日本人街跡地において、15階建オフィスビル、大型デパート店舗、映画館、15階建ホテルを建設するものである。

図-1に示すように、当工区の北に位置するビクトリアストリート直下には、当社の設計施工によるシンガポール地下鉄（MRT）のトンネルと駅舎部があり、スーパーマーケットと駐車場となる地下部の掘削・構築における地下鉄トンネルの変位を15mm内に抑える施工管理が要求された。

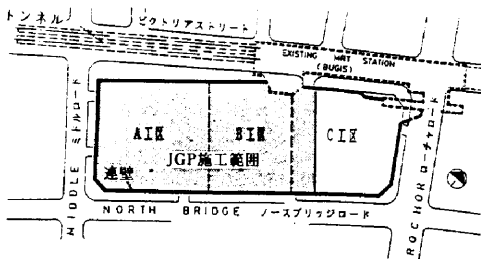


図-1 施工位置図

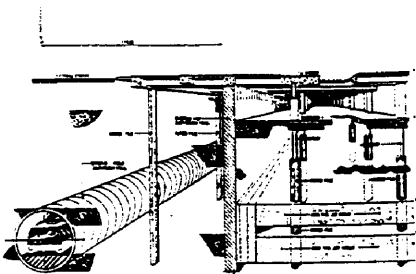


図-2 施工概念図

* 香港(支)ブギス・シティ(出)
** 香港(支)シンガポール(営)

地質は軟弱海成粘性土がシルト質砂またシルト粘土を介在して分布している。土留壁は、壁厚が北側1m・南側0.8m、平均打設長が50mの連続地中壁である。掘削による土留壁の変形を抑えるため、高压ジェットグラウト（JGP）による先行地中梁を地下2階スラブ下面である地表下12～16mに造成し、地下構築は逆打工法を採用した（図-2参照）。

2. 計測計画

MRT側から、トンネル内の内空変位を24時間体制で計測し、計測結果から掘削の影響を評価し報告するよう義務づけられた。したがって、掘削による影響を把握するため表-1に示す各種の計測を行った。

表-1 計測項目

計測項目	使用機器	計測事項
山留壁計測	・傾斜計	山留壁の変形状況
周辺地盤の管理	・地中傾斜計 ・間隙水圧計 ・地下水位計	・周辺地盤の変化 ・周辺地盤の水位変化
坑内内空変位	・TM3000V自動計測システム	・天端沈下 ・軌道部沈下

計測平面位置を図-3に、トンネル坑内の計測断面を図-4に示す。

トンネル計測システムとして、ライカ社のTM3000V自動計測システムを導入し、1日に2am・6am・10am・2pm・6pm・10pmの6回の計測を行った。

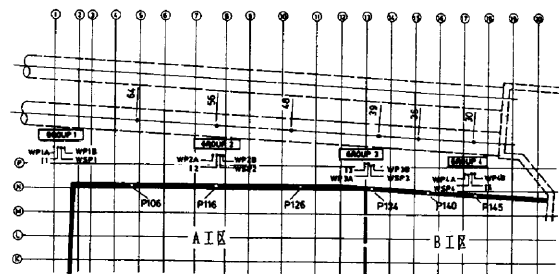


図-3 計測位置平面図

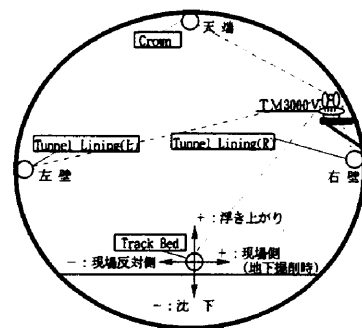


図-4 トンネル坑内計測断面図

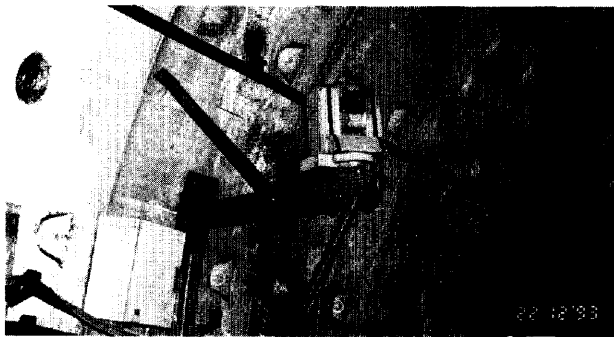


写真-1 TM3000V設置状況

TM3000Vは、駅舎部から約28mのトンネル内の掘削側である右壁に設置した(写真-1参照)

また、測点プリズムは、軌道上86箇所、天端・右壁・左壁それぞれ82箇所の計332箇所に設置した。

計測のシステムは、TM3000Vからレーザを測点に設置したプリズムに照射し、その反射光を内蔵のスキャナーで受信し、電気信号に変換後、外部に接続した解析用コンピュータに送信し、水平変位と鉛直変位を算出するもので、計算結果はグラフ化してアウトプットできる。

3. 計測結果

(1) 連壁の変形およびトンネル内変位

連壁の変形およびトンネル内変位の実測結果として履歴変化を図-5に示す。

掘削前にトンネルに変位が発生したのは、JGPによる連壁の変形が原因である。

地下鉄トンネルの変位に連壁の変位が直接影響を与えるため、企業先の設計コンサルタントであるBMPがシンガポール大学のリー教授に委託し、掘削に伴う連壁の変位とその影響によるトンネルの変位解析を行っていた。連壁変位、トンネル変位量の実測値(各施工段階での最大値)と予測値とを表-2に示す。

地下1階(B1)施工時に、A工区では、連壁がほぼ予測値の変形を示したが、トンネルの変位は予測値の約30%と小さかった。B工区では、連壁の変形が予測値より小さくA工区とほぼ同じ値であり、トンネルの変位も同程度であった。

地下2階(B2)施工時には、B工区での連壁の変位は予測値と一致し、トンネルの変位もほぼ一致した。A工区では、連壁の変形が約70%でB工区とほぼ同じ値であったが、トンネルの変位はやや大きくなった。

トンネルの変位の累計は、管理基準15mmに対して、A工区で約半分の7.1mm、B工区は約20%の5.7mmと安全上の問題のない変位であった。

(2) 地下水位

間隙水圧、地下水圧の変化は、急激な低下はなく低下量は2m程度であることから、地下水位の変動に伴う周辺地盤への影響は小さかったと考えられる。

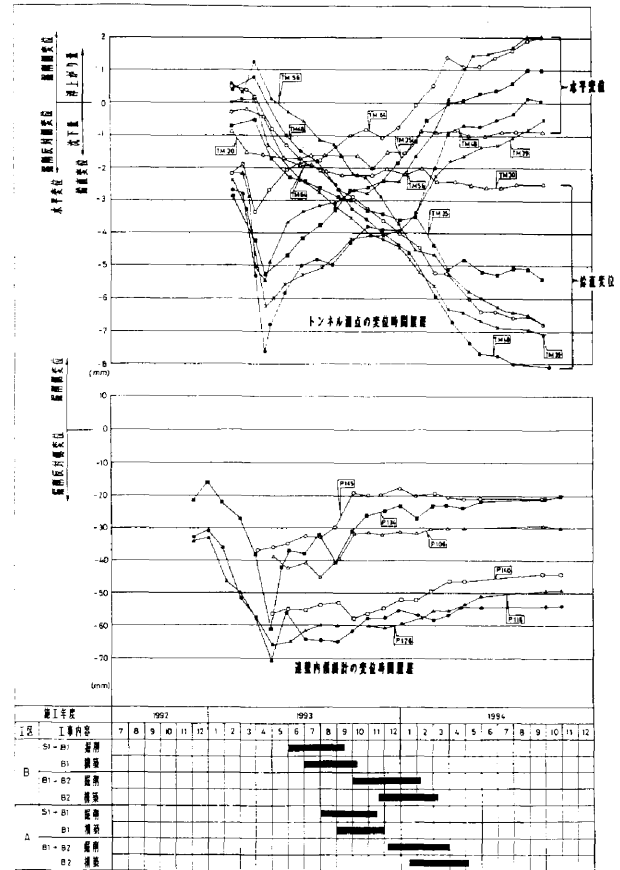


図-5 実測値の時間履歴図

表-2 予測値と実測値の比較

S1からB1 掘削および構築				
I. 区	連 壁		ト ン ネル	
	予測値	実測値	予測値	実測値
B	25	16	12	2.8
A	15	13	8	2.5
B1からB2 掘削および構築				
I. 区	連 壁		ト ン ネル	
	予測値	実測値	予測値	実測値
B	8	8	3	2.8
A	11	7.5	7	4.7
S1からB2 掘削および構築				
I. 区	連 壁		ト ン ネル	
	予測値	実測値	予測値	実測値
B	33	20.5	15	5.7
A	28	15.0	15	7.1

4. 謝辞

BMPの顧問であったにもかかわらず、直接施工上の貴重なご助言を頂いたシンガポール大学のリー名誉教授と関係者各位に感謝の意を表します。