

(VI-14) 軟弱粘性土を貫く、都市NATMの計測

鹿島建設(株) 正会員 ○小倉 拓也
鹿島建設(株) 平野 昇

1. はじめに

当工事はプラント施設から既設の立坑まで配管を収容するカルバート工事であり、延長 108m の内、87m を山岳トンネル工法 (NATM) で施工している。施工場所は新宿で、当トンネルの特徴は次に示すとおりである。(図-1参照) ①貫く地山の大部分が軟弱粘性土 (Lc層) である。②一般に土盛りが約 7.0m と浅い。③トンネル中央部付近には建屋、トンネル上部および沿道には埋設物等の近接構造物がある。④トンネル上部は工事車輛のアクセス道路となっている。

このように、当トンネルは典型的な都市トンネルであり、このトンネルをNATMで施工するにあたり、近接構造物への影響、工事の安全性および経済性への確保として計測管理を行っているので、その一部を報告する。

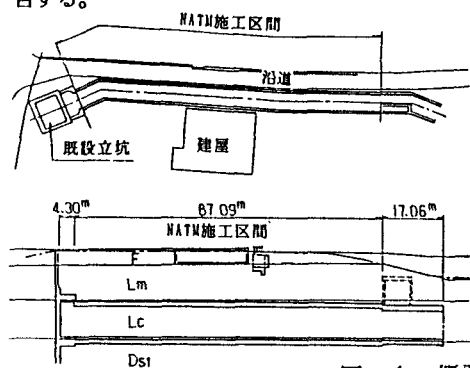


図-1 概要図

2. 地質

本トンネルの地質は、図-1に示す様に地表から表土 (F)、ローム層 (Lm)、凝灰質粘土 (Lc) 砂層 (Ds1) より成り、上面標高に差異はなく、層厚も一様である。それぞれの性状を表-1に示す。トンネルを貫く地山は大部分が凝灰質粘土 (Lc) であり、掘削底面に砂層 (Ds1) が露出する。この凝灰質粘土 (Lc) は N 値 1~3 程度で含水量が多く塑性化しやすい。上層のローム層 (Lm) は平均的な関東ローム層としての性状を持ち合わせており、自立性が高い。なお、地下水位高は砂層 (Ds1) 上面にあることが観測されている。

3. 基本設計

近接構造物および路面の変状を最低限に抑える為には、地山を緩ませず、変形させないようにすることが必要である。そこで、施工方法は上下併進ショートベンチ工法とし、上半掘削後早期に仮閉合を行うこととした。また、上半仮閉合時の支保工脚部には沈下を防止する目的で地盤改良を先行施工した。トンネル中央付近にある建屋についてはフーチング下を地盤改良した。切羽前方の変位に対してはフォアパイルによる先受工を行うことで対処することにした。支保工パターンはフレーム解析およびFEM解析を行い、図-2のように定めた。

4. 計測

4.1 計測計画

計測計画は図-3に示すとおりである。計測Aについては、トンネル延長に対し、10~20mピッチで

表-1 土質試験結果

土質区分	1m割 (YAL)	Lc割 (Lc)	Ds1割 (Ts)
砂層 (Ds1)	0	8~22	71~98
シルト層 (Sl)	20~32	31~41	2~17
粘土層 (Cl)	82~84	48~54	2~12
コンクリート層 (C)	128~142	92~110	—
特性	80~95	48~70	—
含水比 (W)	113.9	88.7	28.8
液性限界 (LL)	~118.6	~108.2	~32.8
塑性指数 (PI)	1.286	1.419	1.862
三軸圧縮試験 (C)	~1.286	~1.419	~1.862
圧力 (P)	0.55	0.24	0.6
内部摩擦角 (φ)	~0.78	~0.47	~0.67
内部摩擦角 (φ)	11.0	0.3	88.6
圧縮力 (P)	~12.2	~0.4	~42.6
圧縮力 (P)	—	3.18	—
圧縮力 (P)	—	~3.80	—

支保工 H-150
(ピッチ80cm)

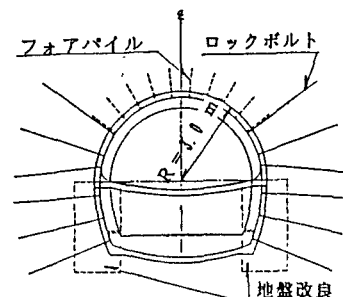


図-2 支保工パターン図

6断面を計画した。また6断面のうち1断面を主計測断面とし、計測Bの項目についても実施した。

4. 2 計測結果

(1) 切羽通過に伴う地山の挙動

計測断面Ⅰの計器配置を図-4に示す。

また図-5は、各測点での経時変位曲線であり、上から地表面沈下、地中沈下、坑内天端沈下および内空変位を表わす。地表面および地中における各測点は、上半切羽通過後より沈下現象を示し、下半切羽通過後安定する傾向を示す。最大沈下量(測点1)は約10mmである。坑内の天端は、上半切羽の進行に伴い、地中同様沈下現象を示すが、最大沈下量は地中の約1/3となる。これは図-6に示すように応力解放された上半切羽面へ、凝灰質粘土が側方流動したものと推測される。なお内空変位は、上半切羽通過後地山側へ若干広がる傾向を示した。これは上半閉合時において、上載荷重が卓越しているものと考えられ、押し広げられた変位は、下半切羽通過後除々に戻る傾向を示す。天端沈下、内空変位とも管理基準値以内で収束した。

(2) 鋼製支保工の応力

計測断面Ⅱの計器配置を図-7に示す。

また図-8は、鋼製支保工の曲げ圧縮応力分布である。測定断面での土被りは一様である為、鋼製支保工の応力分布は、左右対称となることが考えられる。しかし図-8は、偏圧を受けた応力分布となっている。これは左上方が工事車輛のアクセス道路となっており、工事車輛通過に伴う影響が明確に現れたものと考えられる。応力は200~400kg/cm²内で収束しており、管理基準値を満たしている。

(3) 近接構造物の沈下測定

トンネル中央部に近接する建屋は、フーチング下を地盤改良したことにより、沈下はほとんど認められなかった。

5. あとがき

本トンネルは事前の設計段階において、地山の挙動を十分予測し、なおかつ計測管理および慎重な施工を行ったことにより、周辺地盤および近接構造物に悪影響を及ぼすことなく、無事貫通することができた。

(単位)										備 考
計 測 位 置	4545	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	4545	
計 坑内観望調査										管理基準値 10mm
測 内空変位測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10mm
A 天端沈下測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1050 kg/cm ²
鋼製支保工応力測定										
計 地中沈下測定										
測 ロックボルト										
B フェアバイル										
観測物の挙動測定										

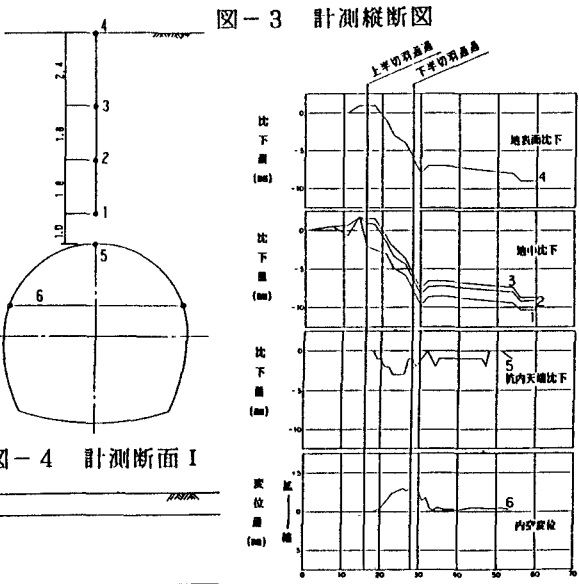


図-4 計測断面Ⅰ

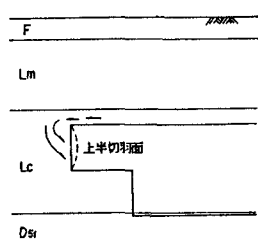


図-6 地山の動き

図-5 各測点の経時変位曲線

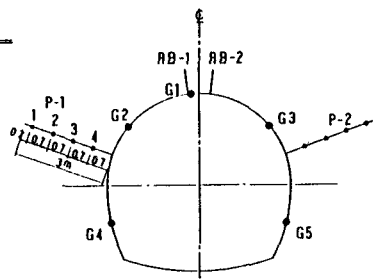


図-7 計測断面Ⅱ

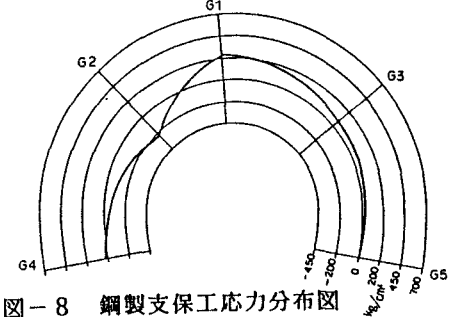


図-8 鋼製支保工応力分布図