

日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員 ○ 村田 一夫
日本鉄道建設公団 盛岡支社 榎本 信夫

1 はじめに

市街地にトンネルの掘削を行う際に、施工サイドとして考慮することは、既設構造物に対し、トンネル掘削施工による沈下、変位の影響情報をいかに早く、かつ適切にとらえ対応するかということである。地表面沈下は地中各層の地盤変位、間隙水の減少としてとらえられるが、実際、今まで軸方向の地盤地中変位を細かくとらえるということは困難であり、FEM解析等においても沈下の性状の把握は十分なものとはいえなかった。地層の変化を、間隔を密に、かつ高い精度で測定し、地表面の沈下が地中の地中のどのような動きによって生じているか、またそれがどのように変化するかを予測し、対応することは長年の課題であった。今回、仙台地下鉄工事 北四番丁トンネルに地表面沈下測定のため採用した、スライディングマイクロメーターは、地盤地中変位の計測において有効であり、適切であったので、測定について紹介、報告する。

2 トンネルの設計 計画

北四番丁トンネルは 仙台市高速鉄道南北線のうち、北仙台駅と北四番丁駅を結ぶ長さ1018M2の単線 並列のトンネルである。トンネルの土壌りは 10M2～18M6で変化している。トンネルルートは市街地の住居構造物、道路路面下に設計 計画されている。トンネルの標準断面(図-1)は掘削断面積が36㎡6、覆工断面積が36㎡4の卵型をしている。計画地区は市街地で軟弱地盤であるので、通常、施工方法としては、シールド工法が考えられるが、最近発展のいちじるしい/A/T/M工法を採用し、安全性と経済性を追求した。

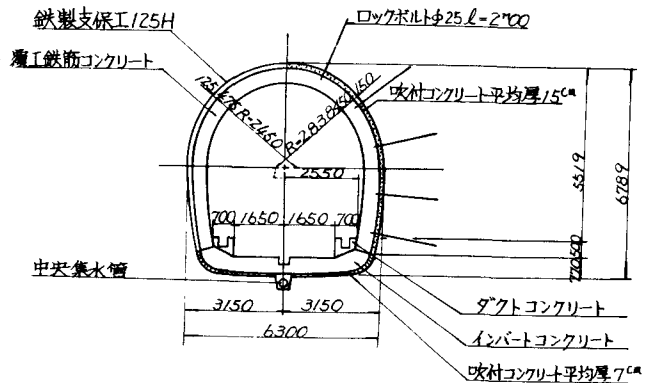


図-1 標準断面図

3 地質

トンネル計画付近の地質は新第三紀鮮新世の軽石質砂岩、凝灰質シルト岩及び凝灰岩 シルト岩を互層とする竜の口層、同じく鮮新世でシルト岩、凝灰質礫混り砂岩の向山層である。トンネル断面はこの二つの層中に掘削されている。さらに上部は第四紀の洪積世の段丘堆積物と沖積層がゆるやかな傾斜で堆積している。トンネル施工のうえでは岩質は軟弱であり、トンネル付近での土質性状は一軸圧縮強度、5～50 kg/cm²、透水係数/0.4 cm/sec オーダー、変形係数、600～3200 kg/cm²であり、粒度もバインダー分が多く、全体として変形を受け易い性状を示していると考えられる。

4. 計測方法

今回 地盤地中変位測定した、スライディングマイクロメーター(図-2)は1980年にスイスより日本に導入されたものである。スライディング

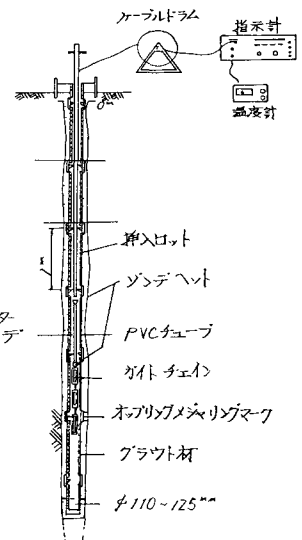


図-2 測定機器の構成

ミフロメーターはボーリング孔を掘削し、その孔内にメジャーリングマークをセットしたPVCケーシングをグラウトにより地山と固着させたあと、外力とバランスをさせるため、ケーシング内に注水する。設置後、地山の軸方向の変化により、メジャーリングマークの位置が軸方向に変化するので、ミフロメーターゾンデを用いて隣り合うメジャーリングマーク間の長さの変化を孔底から孔口まで逐次測定する。これより各区間毎の変位とこれらを累積して得られる累積の変化を求める。計測部分のメジャーリングマークとミフロゾンデのヘッドの関係は図-3に示す通りであり、円錐形をなすメジャーリングマークと球形をなすヘッドを利用することにより、測定の精度を高め経時的な繰返しにより、誤差を少なくするようになっている。軸方向変位の測定は基準長1mに対し±5mmの範囲で測定でき、1mmの精度で計測できるようなっている。測定位置断面は図-4に示すよう地下測定機器の管理上、トンネル側壁より3.4m離し設置した。

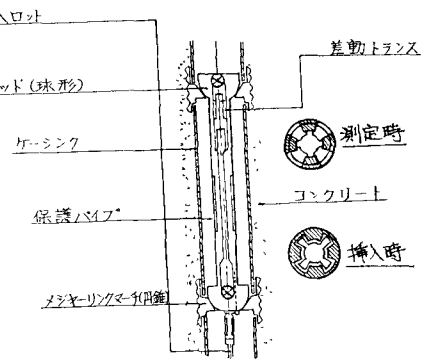


図-3 計測部の構成

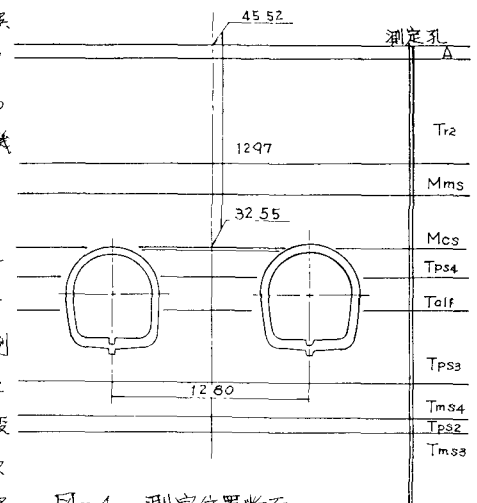


図-4 測定位置断面

5 測定結果

測定孔での測定回数はトンネル切羽が測定位置の-15m～+15mの間は1日1回とし、その他の区間では測定回数を変化させながら-80m～+80mまでを測定した。図-5に測定例として-28m～+23m区間において計測したものを示す。この測定結果をみると、区間変位量ではスプリングライン付近の変位が大きく、断面上部では、断面直径範囲に圧縮変位が表れているが、さらに上にいくと、伸長に変位している。一方断面下部では、断面上部と比べ変位量は小さいが、断面直径範囲内で圧縮変位は収束している。累計変位量で示すとトンネルスプリングライン付近で変位は最大になり、上部にいくに従い、伸長の影響を受け地表面地下変位量は減少している。各深度での変位の進行を時系列で対比させると変位速度の変化により各地層の地下の性状と地下の予測がある程度成立ち、変化への対応が容易と有ることがわかった。現在、トンネル施工後の変位も順調であり、NATM工法で施工の結果、全体の変位も、他の工法に比べて少なく、NATM工法の優越性も同時に確認できたことを報告する。

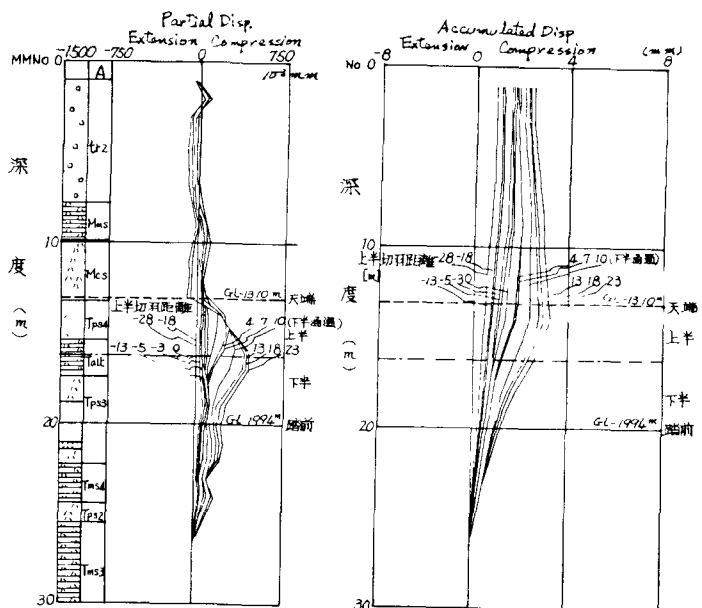


図-5 変位測定図