

## III-8

## 東北新幹線上野第1トンネルにおける現場計測結果（その1）

—— シールドトンネルに作用する地山荷重 ——

J R 東日本 東京工事事務所 西澤 政晃  
 同 金子 静夫  
 同 斉藤 敏勝  
 日本シールドエンジニアリング 加藤 教吉

## 1. はじめに

J R 東日本では、土中のシールドトンネルの挙動を把握し合理的なセグメントの設計手法を目的として、現場において計測を実施してきた<sup>1)</sup>。ここに報告する東北新幹線第1上野トンネルはその結果を設計に反映させて構築したものである。そのため、本現場では設計の妥当性およびトンネルの安全性を確認することを目的として地山荷重およびセグメント応力の計測を実施している。

ここでは、そのうち地山荷重の計測について報告するものである。

## 2. トンネルの概要

## (1) 工事の概要

本シールドトンネルは、図-1に示す新幹線複線断面トンネルを圧気併用オープンシールド工法により構築したものである。施工位置の地盤構成は、図-2に示すようにトンネル断面は洪積の粘性土層が主体となっている。施工は昭和62年7月から始まり、途中既に報告されている事故<sup>2)</sup>を経て平成3年6月に開業に至っている。坑内気圧は当初 1.0kgf/cm<sup>2</sup>程度に設定されていたが、事故対策完了後は 0.7kgf/cm<sup>2</sup>以下に設定されている。

## (2) 覆工設計の概要（図-3、4）

本トンネルは、上野地下駅をはさんで隣接する第2上野トンネルとはほぼ同じ条件により施工されている。そのため、覆工の設計は第2上野トンネルの計測結果<sup>3)</sup>が反映されたものとなっている。その概要は以下に記述するものである。

①掘削期間中の地山荷重は算定される荷重強度の40%とし、この荷重に対しては一次覆工により分担する。

②二次覆工施工後は覆工全体に全荷重が作用する。

③覆工全体の剛性は一次覆工と二次覆工の合成効果の向上を期待するため、内面を凸凹加工したセグメントを使用する。

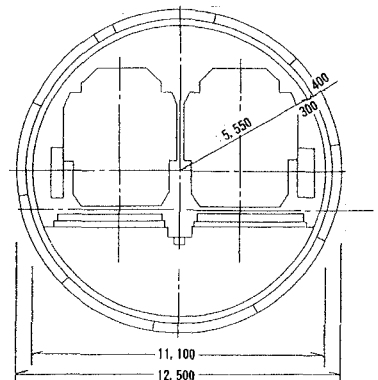


図-1 トンネル断面

## (3) 計測の概要

計測は昭和62年9月から平成元年12月まで実施している。計測の内容は、表-1に示すとおりである。

表-1 計測内容

| 計測項目 | 計測機器    | 数量         |
|------|---------|------------|
| 地山荷重 | 土圧計     | 10点(1ツグ 分) |
|      | 水圧計     | 6点(1ツグ 分)  |
| 覆工応力 | 一次覆工鉄筋計 | 60点(2ツグ 分) |
|      | 二次覆工鉄筋計 | 14点(2ツグ 分) |

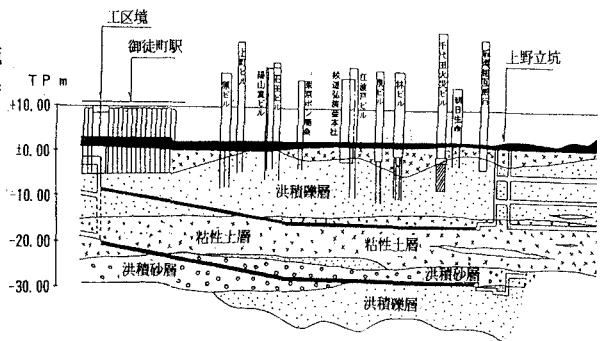


図-2 地質概要

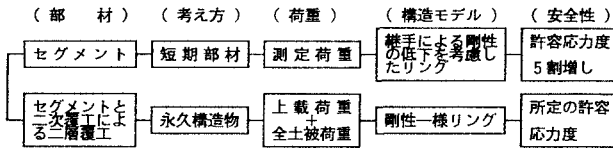


図-3 設計の考え方

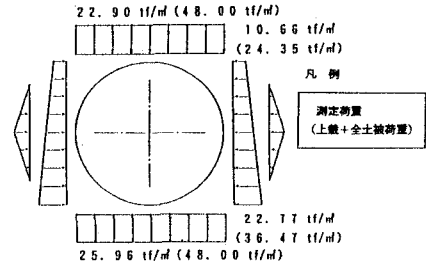


図-4 設計荷重

### 3. 計測結果

図-5に1987年8月25日から1990年9月22日までの約1,120日間の土圧計の測定値を示す。計測開始から200日後までの土圧は大きな幅をもって変動した後、600日後までは比較的安定した状態が続いている。それ以後は上昇傾向にある。200日、600日および1,125日後の上下・左右の土圧計測の平均値は表-2に示すとおりである。表中には同様の地盤に施工された第2上野トンネルの土圧計測値も併記した。

本トンネルの設計荷重は一次覆工状態ではゆるみ土圧相当の荷重となる上下方向に 20.0tf/m<sup>2</sup>、左右方向(スプリングライン)に 16.4tf/m<sup>2</sup>を、完成後では全土圧荷重および建物荷重を考慮して上下方向に48.0tf/m<sup>2</sup>、左右方向に 30.4tf/m<sup>2</sup>を想定しており、計測した荷重はそれらを下回ったものとなっている。上部の荷重の平均値は100日後で1.34kgf/m<sup>2</sup>、最終値は1.53kgf/m<sup>2</sup>であり、それぞれ設計値の46%および53%となっている。

計測期間中の地山間隙水圧の計測結果は比較的安定しており、変動幅は 2.5tf/m<sup>2</sup>程度であった。また、測定最終を見てみると、上部3点の平均値と下部3点の平均値の離れは約12mに対して水圧計の値の差は、1.14kgf/m<sup>2</sup>(水頭差11.4m)であることからほぼ静水圧であることがわかる。

なお、2つのトンネルは断面規模・土質構成および土被り等の施工条件がほぼ同じことから計測期間の前半においては土圧強度に大きな違いは生じていない。しかし、施工終了に近い1,125日では本トンネルの計測結果に著しい土圧増加が生じている。これに対して第2上野トンネルでの目立った荷重増加は1,200日経過以降で発生しており、3,680日後の測定では上下方向 18.9tf/m<sup>2</sup>、左右方向 20.1tf/m<sup>2</sup>までの上昇を確認している。

表-2 土圧の計測結果

|               | 200日後                  | 600日後                  | 1,125日後                |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 上下平均値<br>(下段) | 13.9 tf/m <sup>2</sup> | 12.7 tf/m <sup>2</sup> | 16.6 tf/m <sup>2</sup> |
| (第2上野144)     | 14.7 tf/m <sup>2</sup> | 14.6 tf/m <sup>2</sup> | 14.1 tf/m <sup>2</sup> |
| 左右平均値<br>(下段) | 14.6 tf/m <sup>2</sup> | 14.5 tf/m <sup>2</sup> | 19.3 tf/m <sup>2</sup> |
| (第2上野144)     | 13.2 tf/m <sup>2</sup> | 12.0 tf/m <sup>2</sup> | 10.6 tf/m <sup>2</sup> |

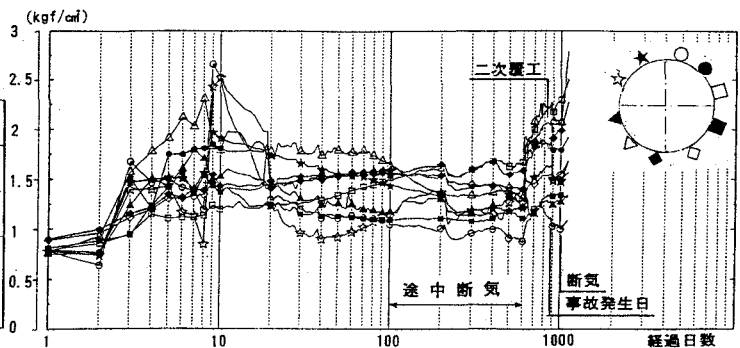


図-5 土圧の経時変化

### 【参考文献】

- 1) 清水、新堀ら：供用開始後の鉄道シールドトンネルにおけるセグメント測定, 第27回土質工学研究発表会
- 2) 土井博巳：御徒町トンネル陥没事故と対策, トンネルと地下 Vol.23 No.6, 1992
- 3) 藤森伸一：東北新幹線土野第1トンネルにおける二次覆工の本体利用について, 昭和58年度東一工[地下構造分科会]