

III-13 供用開始後の鉄道用シールドセグメントの応力測定

JR東日本東京工事事務所 会員○新堀 敏彦

〃

会員 清水 満

1. はじめに

シールドトンネルなどの土中のトンネル挙動については、現場計測による長期間の観測が困難な場合も多く、覆工構造ほどには研究が進んでいない状況にある。このような状況において、今回の測定はすでに供用を開始している2つのトンネルを対象として実態の把握を目的とした荷重・応力の調査を行ったものである。1つは施工から約10年を経過した東北新幹線第2上野トンネルであり、施工当時においては最大級の円形断面であった。他の1つは、多円形断面シールドの先駆けとなった京葉線新東京トンネル京橋工区（以下、京橋トンネルと称する）であり施工開始から約3年を経過している。

2. トンネルの概要

第2上野トンネルおよび京橋トンネルでの施工期間中に実施した計測内容の内、今回実施した測定は計測可能である表-1に示すものを対象とした。

(1) 第2上野トンネル

第2上野トンネルは、1981年2月に掘削が開始され1985年3月に供用が開始されている。施工にはオープン式の圧気シールドを採用しており、地盤は洪積層の東京礫層・東京砂層および粘性土層となっている。

トンネル構造は図-1に示す円形複線断面（新幹線用）であり、セグメントはピース間がピン継手系、リング間がピンボゾ継手系のRCセグメントとなっている。現在、1日の列車通過は約200回である。

(2) 京橋トンネル

京橋トンネルは、1988年1月に掘進が開始され1990年3月に供用が開始されている。施工には泥水式シールドを採用しており、地盤はN値が50以上の洪積砂層となっている。トンネル構造は図-2に示す単線2円を部分重ねた多円形断面であり、セグメントはボルト継手系RC構造を採用している。現在、1日の列車通過は約360回である。

3. 測定結果

(1) 第2上野トンネル

本トンネルは、1981年～1986年まで各種の計測を行っており、今回は計測開始から3680日後の計測となる。計測開始から本年までの土圧計測値の変化（図-3）を見てみると、施工期間中は断気後一時低下したものの、二次覆工後はふたたび上昇しておりこの傾向は今回の測定まで継続している。施工期間中の最終値から今回測定値までの上昇は平均で 3.8 tf/m^2 であり同期間中の間隙水圧は 2.1 tf/m^2 の増加であった。

次に土圧計測値の分布変化とトンネル設計荷重をみると、

表-1 測定内容

第2上野トンネル		
計測機器	検出機構	
土圧計	12点（2リング分）	差動トランス
水圧計	6点（1リング分）	ひずみゲージ
鉄筋計	178点（7リング分）	ひずみゲージ
京橋トンネル		
計測機器	検出機構	
土圧計	10点（1リング分）	ひずみゲージ
水圧計	6点（1リング分）	ひずみゲージ
鉄筋計	48点（2リング分）	ひずみゲージ

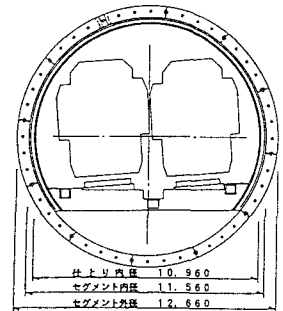


図-1 トンネル構造（第2上野）

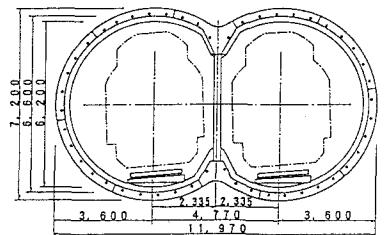


図-2 トンネル構造（京橋）

2つの計測リングで730日後で平均 4.5 tf/m^2 あった計測値の差は3680日後では 3.0 tf/m^2 にまで縮小され、均一化の傾向が見られる。この値は設計荷重の約45%程度となっている。同様に鉄筋応力度から算出した曲げモーメントを見ると土圧計と同じ様な分布の対称化傾向がみられ、設計値による曲げモーメントと比較して約50%となっている。（図-4）

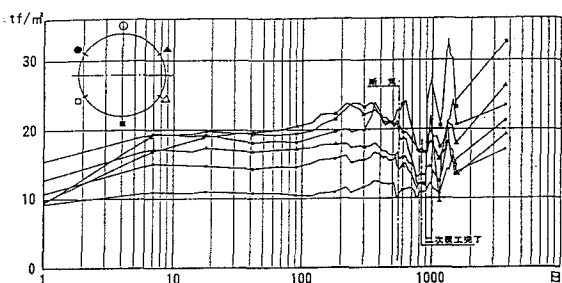


図-3 土圧変化

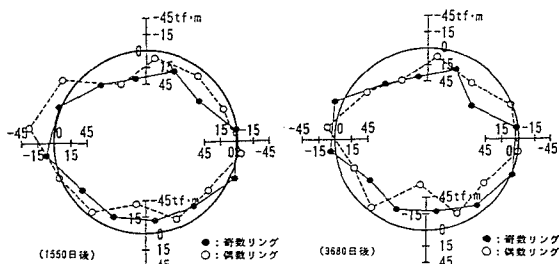


図-4 曲げモーメント

(2) 京橋トンネル

本トンネルは、1986年～1990年まで各種の計測を行っており、今回は計測開始から960日後の計測となる。計測開始から本年までの土圧計測値の変化（図-5）を見てみると、施工期間中の最終計測と今回の計測の間ではあまり大きな変化はなく、荷重は安定期にあるものと考えられる。

次に土圧計測値を見ると380日後の時点では偏圧が作用している傾向が見られ、960日後では荷重は均一化している。計測値は設計荷重の約44%程度となっているが、上野トンネルの荷重が増加している事より本トンネルにおいても今後、荷重が増加する可能性は十分考えられる。同様に鉄筋応力度から算定した曲げモーメントを見ると、全体の分布形状には偏圧による極端な影響は見られない。（図-6）

今回確認された偏圧の場合、設計段階でも応力状態に顕著な傾向はなく、現場計測時の精度では確認できないほどのものであったためと考えられる。

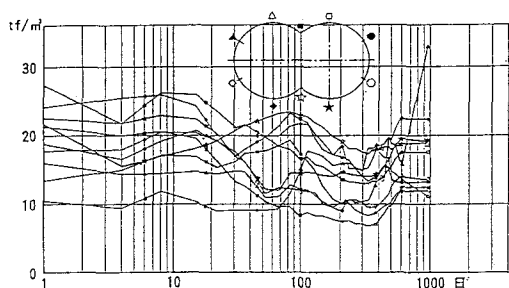


図-5 土圧変化

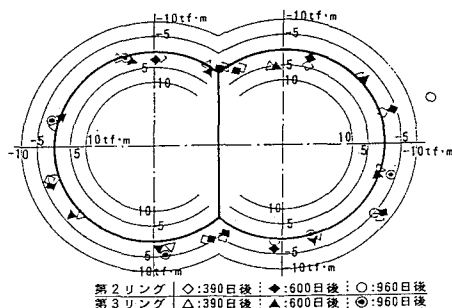


図-6 曲げモーメント

4. まとめ

今回、施工後約10年及び3年を経過し、供用されている2つの鉄道用シールドトンネルの追跡調査としてセグメントの応力測定を実施した。その結果、第2上野トンネルでは現在も緩やかではあるが地山荷重の増加傾向があるとともに均一化が見られ、京橋トンネルでは地山荷重の均一化が確認された。これらの荷重計測結果と応力状態から両トンネルは全体として安定化する状態にあると考えられる。また、今回の測定は、非常に長期間の測定例の一つであり今後のシールドトンネルの安全検討における長期地山荷重及び施工時荷重を考える上での資料として行きたい。