

国鉄 構造物設計事務所 (正) 長崎 光男

〃 〃 (正) 〇 土井 博己

〃 東京第一工務局 (正) 河田 博之

まえがき

東北新幹線(東京・盛岡間)上野地下駅の両側に、上野から東京に向けて(オ1上野トンネル)外径13^m02、上野から日暮里に向けて(オ2上野トンネル)外径12^m66の複線シールドトンネルを計画している。そこで今回、この超大断面シールドトンネルに採用することとしたセグメントを紹介し、その設計計算法、特に継手の設計法について報告する。

1. 地質概要

施工区間の地質の概要を図-1に示す。地表近くは表土が薄く堆積し、その下方に砂と洪積粘性土の互層、東京レキ層が続いている。シールドは中間の砂と粘性土の互層を掘削推進するが、一部東京レキ層も切羽にかかる。地下水はトンネル頂部砂層で最大17mの水頭を有するが、東京レキ層は漏水状態にある。

洪積粘性土については切羽の安定に特別な不安はないが、トンネル断面上半部にある砂層については粘着力のない均等砂であり、しかも、かなりの水頭を持つ地下水で満たされているので切羽の安定処理が必要となる。

2. セグメント本体の構造設計

セグメントは平板形鉄筋コンクリート製とし、図-3に示すように13分割とした。継手は、断面欠損が少なく鉄筋配置有効面積が大で、添接効果が十分期待できるピン-ボブ形式とした。なお今回は、リング端面に凹凸部を設け、より一層の添接効果を上げるよう配慮した。

セグメント本体の構造設計は、セグメントを平均剛性一様リングとし、曲げ剛性有効率($\gamma=0.2$)と曲げモーメント割増率($\xi=0.6$)を考慮した。設計に用いた荷重および断面力を図-4に示す。鉛直荷重としては、

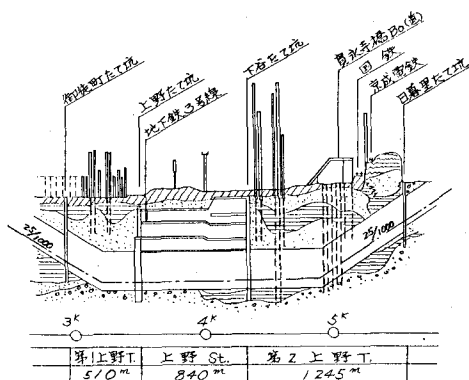


図-1 地質縦断面図

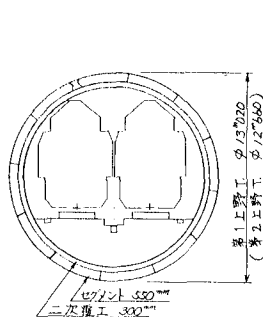


図-2 トンネル断面図

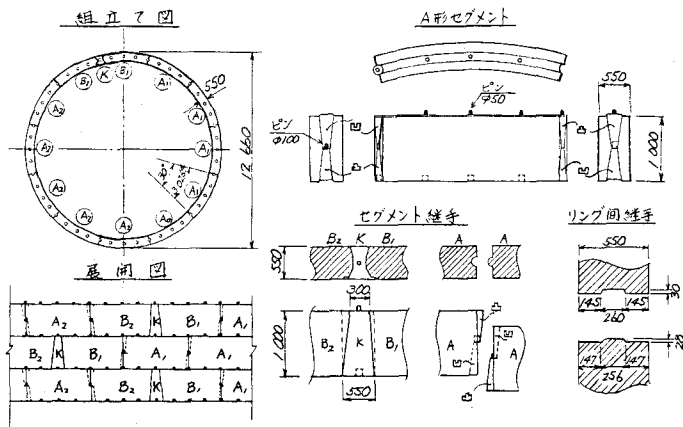


図-3 セグメント一環図

全土被り(20m)荷重のほか建物荷重を考慮し、側方土圧については地下水位をトンネル下部とし側方土圧係数 $\lambda = 0.5$ を用いた。地盤反力は、トンネル側方地山をN値30以上の砂が占めているが、自立性が悪いこと、急曲線施工部が多いことなどを考慮して地盤反力係数 $k_H = 2.5\%$ を用いた。

3. 継手の設計

継手の設計にあたっては図-5に示すような、セグメント継手を回転バネに、リング間継手をせん断バネに置換した複合リングにより立体骨組解析モデルにより検討した。このモデルは、セグメントリングの挙動を説明するには好都合のモデルではあるが、回転バネ、せん断バネの定数を求めることが難しい。そこで、

今回は $\eta = 0.2$ 、 $S = 0.6$ の平均剛

性一様リングから求めた断面力(図-4)および変位に近似するようトライアル計算によりバネ定数を求めた。その結果、回転バネは $k_\theta = 4000 \text{ t/rad}$ 、せん断バネは $k_n = k_t = 1500 \text{ t/m}$ となり、この時のセグメントリングの断面力は図-6に示すとおりである。

リング間に作用するせん断力はすべてコンクリートホゾ(凹凸部)にとらせるようホゾの必要断面を求めた。継手に作用するせん断力は、図-6から求める最大せん断力の生ずる点の前後 15° のせん断力を用い、所要のせん断補強筋を配置した。なお、今回は安全を考慮してリング間ピンを無視した設計となっているが、今後の実験および実測等から、コンクリートホゾとリング間ピンにそれぞれせん断力を分担させることも考えている。

セグメント継手については、図-4から求めるせん断力、コンクリート端面の圧縮応力、図-6から求める接線方向せん断力等について検討した。

また、リング間継手には鎖錠装置を設け、シールド推進時の目開きを防止するよう配慮した。セグメントの目開き防止は漏水防止のうえからも重要で、今回設計にあたり数タイプについて引抜き試験を実施した。

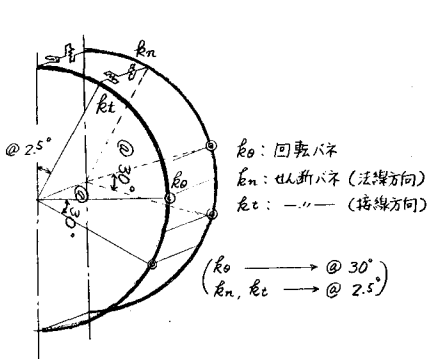


図-5 解析モデル

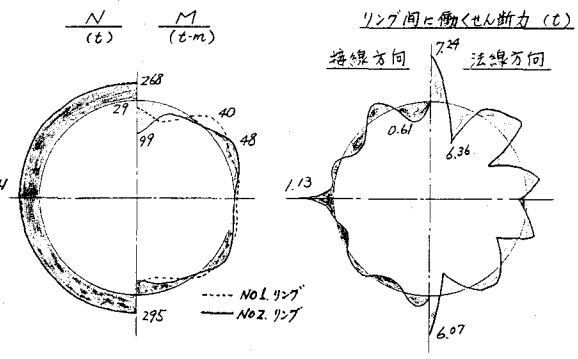


図-6 継手をバネに置換した場合の断面力

あとがき

リング間に凹凸部を有するセグメントはすでに西独等で施工されているが、国内で本格的に用いるのは初めてと思われる。今後各種試験や現地測定を実施し、セグメントリングの挙動および設計法について研究を進めたい。

- 【参考文献】
 1) 口鉄：シールドトンネルの設計施工指針(案) 52/12
 2) 河田他：セグメントリング各種設計法の比較(土研会 第33回年次学術講演会概要集 第3部 9410)