

III-451

T E L S工法に関する研究（その2）

— 覆工の設計法について —

東京電力㈱ 正会員 日向泰山

㈱ 大林組 正会員 水谷 隆

㈱ 奥村組 正会員 岡田 章

1. まえがき

東京電力・大林組・奥村組の3社は、現場打ちのコンクリートでライニングを行なう工法の一つであるT E L S工法（Toden Extruded Lining System by Tunnelling Method）の共同開発を行なってきた。

本報告では、設計の基本的な考え方を述べるとともにそれを決めるに当たって行なった検討の一部について述べる。

2. 設計の基本的な考え方

①覆工の設計は従来通り許容応力度設計法で行ない、軸直交方向断面を基本とする。

なお、特殊な条件（不同沈下の恐れのある特殊な地盤での施工および近接施工、耐震上問題のある地盤等）下では、その施工条件に適したモデルを用いて、軸方向断面に関しても設計検討を行なうこととする。

②覆工断面解析の基本構造モデルは、現場打ちコンクリートライニングの特徴から図-1に示すようにトンネル覆工は剛性一様リング、地盤はバネ要素のモデルとする。

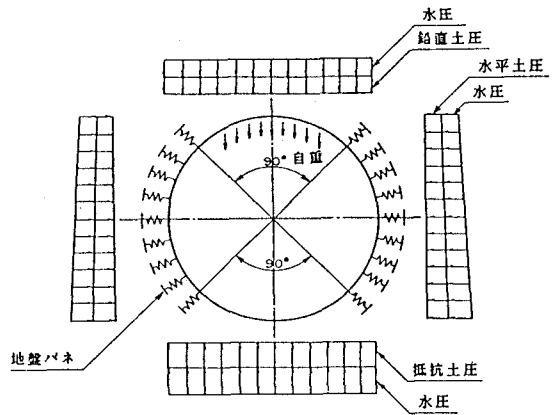


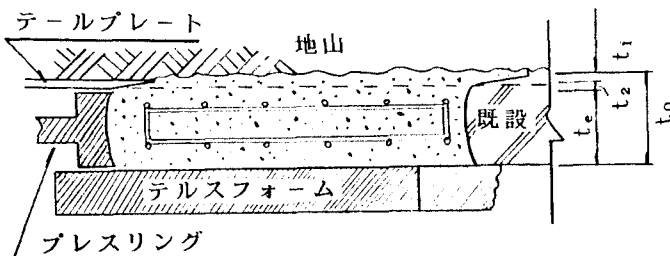
図-1 基本構造モデル（長期・初期）

③設計時点の考え方は覆工コンクリートを

若材令時期（打設後2日程度）に脱型することを考慮し、覆工コンクリートの圧縮強度が小さい「初期」と材令28日の「長期」に区分し、断面力の算定を行なうこととする。なお、ここでの安全率の考え方は型枠脱型時点での「初期」では計算上の荷重が全部作用することはないと考えられること、また材料実験からブレスコンクリートは若材令強度の上昇率が大いことから「初期」は「2」とし、「長期」は「3」としている。

④打継ぎ部の構造は、施工能率の向上を考慮して軸方向鉄筋を設置しないものとする。なお、打継ぎ部の構造は、せん断抵抗力を向上させるためナックル形状（T E L S工法に関する研究（その3）参照）とする。

⑤設計有効厚は、テールプレート厚・施工余裕を考慮して図-2のように定める。



設計有効厚：

$$t_e = t_0 - (t_1 + t_2)$$

ここに

 t_e ：設計有効厚 t_0 ：覆工厚 t_1 ：テールプレート厚 t_2 ：施工余裕

図-2 設計有効厚の考え方

3. 覆工設計法検討

(1) 打継ぎ部構造

打継ぎ部の軸方向鉄筋の必要性について、不均一荷重（通常の荷重の2倍）が作用した場合の打継ぎ部軸方向鉄筋の有無による覆工の発生断面力の差異を明らかにすることによって検討を行なった。解析モデルは覆工を平板要素で表した3次元弾性モデル（図-3参照）とした。解析の簡便性を考慮し、打継ぎ部軸方向鉄筋がない場合（CASE1）は打継ぎ部で覆工が軸方向に完全に縁切りになっており覆工体が各々独立に挙動する状態とし、ある場合（CASE2）は覆工が一体として挙動する状態としモデル化した。モーメント分布を図-4に示す。以下のような検討結果を得た。

一般的には不均一荷重として通常の設計荷重の2倍が作用することは稀であり、リング構造であることから、覆工体が各々独立に挙動する場合（CASE1）の断面力は覆工が一体として挙動する場合（CASE2）に対してその増加分の絶対値も小さい。従って、本検討で設定したほどの極端な不均一荷重が発生しない一般部では打継ぎ部の軸方向鉄筋がなくても覆工構造上問題はないと考えた。

(2) 地盤バネ

地盤バネの設置範囲については、施工手順を追ったFEM解析（土被り高さや覆工径をパラメータ）から求めた覆工の変形モードから覆工が地盤を圧縮する部分を地盤バネの設置範囲と考えると土被り高さや覆工径によって大きく変わらないことが分かった。また、骨組み解析（バネ配置60～100°をパラメータ）を行なった結果、モーメントおよび軸力がバネ配置の影響を大きく受けないことが分かった。これは覆工の剛性が地盤バネの強さに比べ大きいためであると考えられ、地盤バネ定数が非常に大きい場合は別途検討する必要があると思われるが、今回は地盤バネの設置範囲をスプリングライン部90°とした。

地盤バネ定数の設定法については、FEM解析および骨組み解析よりN値と地盤バネ定数の関係を検証した結果、「トンネル標準示方書（シールド編）・同解説」（土木学会）に示されているN値と地盤バネ定数の関係を使うこととした。

5. あとがき

以上、T E L S工法の覆工設計法の基本的な考え方について述べた。実施工により本設計法の妥当性を検証する計画である。おわりに本工法の研究開発に当り多大な御指導を頂いた山本稔教授（新潟大学）ならびに岡村甫教授（東京大学）に深く感謝の意を表する次第である。

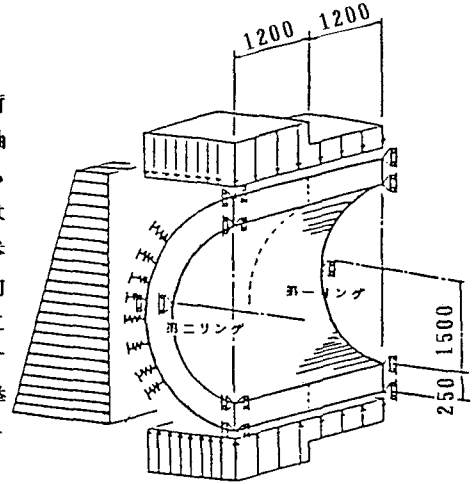


図-3 3次元FEM解析モデル概要図

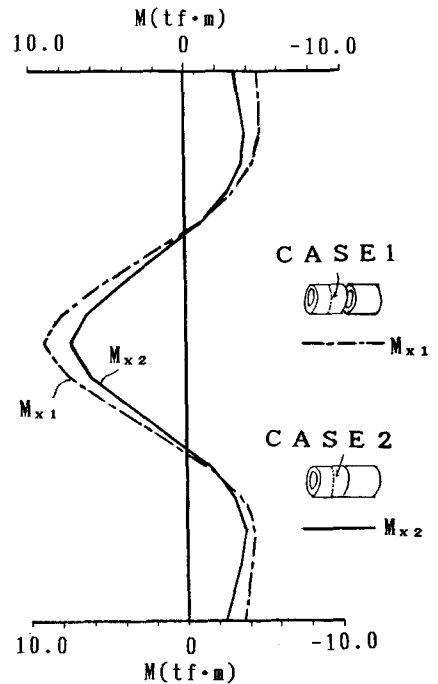


図-4 モーメント分布図

図-4 モーメント分布図
図-4に示されているN値と地盤バネ定数の関係を使うこととした。