

I-7

セグメントリングの耐荷機構について

早稲田大学理工学部 正員 村上博智

早稲田大学大学院 学生員 小泉 淳

早稲田大学大学院 〇学生員 会田晩生

1. 序 土木学会と下水道協会の協力のもとで、1973年11月に制定されたシールド工事前標準セグメントでは、その耐荷機構が未だ明確でないで標準セグメントの現地盤への適用は責任技術者の判断にまかされている。参考の為に剛性様なリングを考えたいわゆる慣用計算法による断面力の算出がその解説で示されている。筆者らはセグメントリングを回転バネを持つ円弧部材で閉じられたリングにモデル化すると共にトンネル周辺の地盤を Winkler 地盤に評価して、リングの耐荷機構について研究を進めて来ている。

この報告は標準化されたセグメントリングを用いて、筆者らの方法による断面力及び変形について考察すると共に、慣用設計法の結果と比較検討したものである。

2. 構造系、荷重系のモデル化

- (i) トンネル横断面内では、曲げ剛性様なセグメントが曲げモーメントに対する回転バネによって継がれてセグメントリングが構成されていると考える。回転バネ常数はその実情に応じて下記のように $1.0 \sim 10^{11} \text{ kg-cm/rad}$ まで変化させる。
- (ii) 周辺地盤 セグメントリングとトンネル周辺の土との連成作用はトンネルの断面の半径方向及び接線方向に対して、半径方向変位が地盤へ向う区間のみ Winkler の仮定が成り立つものとする。
- (iii) その他 変形は弾性微小変形とし、セグメントは半剛性の節点で結ばれた骨組部材と考える。また回転バネ常数は継ぎ目に作用する正負の曲げモーメントに対して同一の値を持つと考える。

3. 解析方法

使用セグメント

セグメント番号 57 (タイプ5 k₂形セグメント)

外径 380 cm

図心軸半径 186.565 cm

セグメント幅 75 cm

断面二次モーメント 437.5 cm⁴

セグメント重量 1039 kg/リング

地盤条件 粘性土

土の単位体積重量 1.8 t/m³

上載荷重の影響 1.0 t/m²

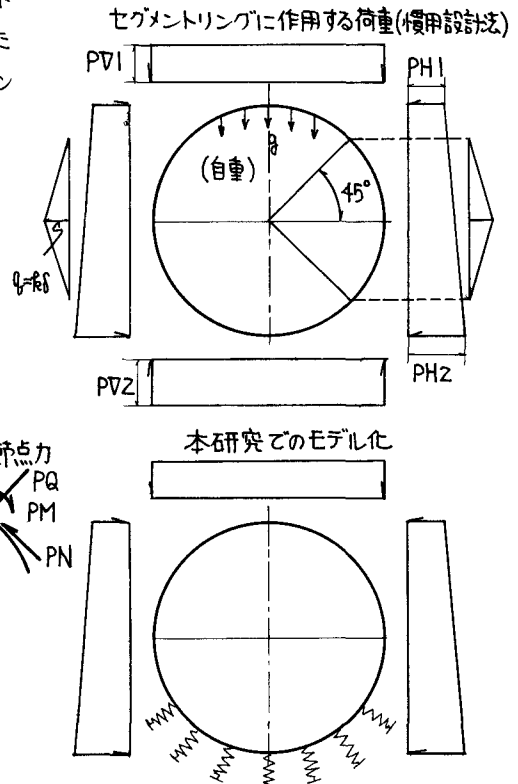
鉛直土圧 H/D₀ 3.0

(H:土柱の高さ D₀:セグメント外径)

側方土圧係数 0.7

地盤反力係数 0 0.25 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 kg/cm³

回転バネ常数 10⁰ 10³ 10⁵ 10⁶ 10⁷ 10⁹ 10¹¹ kg-cm/rad



荷重としては外荷重、抵抗土圧、及び自重を考え、セグメントの自重による変形はセグメントリングがシールドテールから離れた直後に生じ、その変形による抵抗土圧を期待するには無理があるので、抵抗土圧としては外荷重による変形に依ずるもののみを考える。このため下記のように2種の場合に分けて数値計算を行ない、合成することにより最終的に断面力、変位を求める。

CASE (I) 外荷重による断面力、変位の計算 任意節点の地盤反力係数 $k_u = k_u$ $k_v = k_v$

CASE (II) 自重による断面力、変位の計算 任意節点の地盤反力係数 $k_u = 0$ $k_v = 0$

解析にあたっては、鉛直方向に等分布荷重として作用する鉛直土圧、水平方向に等変分荷重として作用する側方土圧、及び自重を等価節点力（接線方向荷重、半径方向荷重、及びモーメント）に置換する。

回転バネは、そのバネ定数 k_θ を無限大にすることにより剛柱一樣リング状態を、又0に近付けることにより多ヒンジリング状態を表わす。半径方向バネ、接線方向バネは各節点のそれぞれの方向の変位が抵抗土圧を生じると考えられる領域にのみ考慮する。解析は半径方向及び接線方向バネのない状態より始め、それらのバネの存在する位置が確定するまで行なう。

本研究は上記の方法により以下の項目について解析を行なった。

1. 地盤反力係数の変化に伴う曲げモーメント分布及び変位分布
2. 回転バネ定数の変化に伴う曲げモーメント分布及び変位分布
3. 抵抗土圧の発生位置
4. 合理的設計への適用

詳細については当日発表する。尚、計算は東京大学大型計算機センターHITAC 8800 によった。

