

(1) はじめに

この解析は、既設トンネルへの影響をトンネル軸方向とトンネル断面方向の二方向について行った。

このトンネルは、泥水シールド工法にて施工されるもので、既設トンネルの 2m 下を交差する。また、既設トンネルのセンターより 13m の位置で、鋼矢板と切梁による発達立坑の掘削が行われる。トンネル周辺地盤は砂質土である。



（3）トンネル軸方向の解析

トンネル軸方向の解析は、既設シールドトンネルをセグメントとリング継手とで構成される等価な軸方向剛性を有する梁と置換えし、力学モデルを考える。

梁モデルの等価曲げ剛性は、リング間バネを考慮したセグメントの三次元解析モデルを用い、曲げモーメントと曲げ角との関係を求めることにより決定する。また、このモデルより曲げモーメントとボルトの軸力との関係を求める。

新設トンネルの掘削により生じる既設トンネルへの影響因子を、トンネル軸方向の二次元FEM解析にて荷重として求め、梁モデルに載荷する。

このように既設シールドトンネルを、分布荷重を受ける弾性床上の梁としてFRAME解析を行い、既設シールドトンネルに生じる応力と変位を求める。

求められた梁モデルに生じる曲げモーメントに着目し、リング継手ボルトの検討を行う。また、既設シールドトンネルの挙動についての検討を行う。

（4）トンネル断面方向の解析

トンネル断面方向の解析は、新設シールドトンネルの掘削と発進立坑の掘削に伴う影響を考える。この二つの要因により生じる新設トンネルへの影響因子を変位として求める。ひとつは、トンネル軸方向の二次元FEM解析にて求められる、新設トンネルの断面の変位。もうひとつは、弾塑性法（拡張法）により求められる、立坑掘削時の土留壁の変位である。

この二つの変位量をトンネル断面方向の二次元FEMモデルに強制変位として与え、トンネル断面の変形を求める。

新設シールドトンネルが求められた形状に変形したときに生じる断面力は、シールドトンネル及び立坑の掘削に伴う応力の増分であるので、FRAME解析にてこの変位量を強制変位として与え、セグメントの円環断面に生じる断面力を求める。

設計断面力とこの断面力を加えたものが、既設シールドトンネルに働くため、これを検討断面力としてセグメントの主桁の検討を行う。

（5）ま と め

今回のような施工事例は、稀ではないが、このようなシールドトンネルへの影響解析においては従来、トンネル断面方向の検討、すなわち作用土圧に対するセグメントの構造上の検討が殆どで、トンネル軸方向に対しては不明確に扱われてきた。本検討では、施工時の影響解析においても、三次元的な配慮が必要であると考え、トンネル軸方向、断面方向の二方向からの解析を、前述のような方法で考えた。

この検討では、トンネル軸方向の解析を土木研究所の川島氏の理論を参考に、セグメントの三次元モデルを用い、等価曲げ剛性を評価することにより行った。

トンネルをこの等価曲げ剛性をもつ弾性床上の梁として解析を行ったが、解析過程でトンネル下側に空隙ができることが分かり、梁モデルを次のように見直した。FEM解析にて求められたトンネルに働く荷重のうち、上向きに働く部分は弾性床上の梁と考え、下向きに働く部分は単純梁として考えた。

本検討事例では、トンネル軸方向、断面方向とも構造上問題となる影響は生じないという結論を得た。しかしながら、これら一連の解析モデルの妥当性については、実施工時の計測管理等により検証する必要性があると考えている。

＜参考文献＞

- 1) 川島一彦 : シールドトンネルの耐震に関する研究－（その1）～（その5）
- 2) 小泉 淳、村上博智、西野健三 : シールドトンネル軸方向特性のモデル化について
- 3) 村上博智 : セグメントの設計法に関する研究