

VI-211 リングシールド工法の開発(その4)

- FEMによる周辺地盤への影響の検討 -

俣銭高組 正○鳥海寿美男 俣銭高組 正 井田隆久
 日本国土開発(株) 正 米山秀樹 不動建設(株) 正 奥 利明

1. はじめに

リングシールド工法は、トンネル掘削を行う場合にトンネル外殻部を先行掘削し、覆工した後、内部残置土を掘削してトンネルを完成する工法である。^{1), 2), 3)} この工法の場合、1次掘削面積が小さくなることから、従来一般的である全断面を同時に掘削する場合より周辺地山に与える影響が小さくなることが期待される。そこで、両ケースの場合の地山挙動を3次元FEM解析により比較検討する。

2. 解析条件

3車線道路トンネルを想定したモデルを、図-1に示す。土被りは $D=30.17\text{m}$ 、テールボイドを 17.0cm としている。トンネル形状はリング部と作業坑部から成る楕円で、リング部のセグメントの厚さは 1.0m 、作業坑部のセグメント厚は 0.5m である。掘削順序は、リング部と作業坑部より成るトンネル外殻部をリング状に先行掘削し、覆工を行った後、内部の地山を掘削する。従って、リングシールド機内部には切羽前面の地山とつながった形で地山が取り込まれているが、テールではシールド内外のテールボイドによって土は応力解放状態になる。解析では、この解放区間をテールから1エレメント分(1.5m)とした。それ以前のテールボイドには、裏込めをシールド内外に注入しており材令に応じた物性値を設定している。解析に使用した物性値を表-1に示す。解析は弾性解析とした。地盤は締まった～やや緩い砂地山を想定している。

シールドは、泥水式シールドを想定しており、切羽面での泥水圧として、 $P=0\text{tf/m}^2$ の場合とシールドの図心位置で土圧と等値な泥水圧 $P=33.1\text{tf/m}^2$ を作用させる場合を設定した。

表-1 解析条件

地 山	単位体積重量 γ_t (tf/m^3)	1.8
	せん断強さ ϕ (deg)	30
	C (tf/m^2)	0
	静止土圧係数 K_0	0.5
セグメント	弾性係数 E_s (tf/m^2)	1,800
	ポアソン比 ν_s	0.33
セグメント	弾性係数 E_c (tf/m^2)	2.1×10^7
	ポアソン比 ν_c	0.3

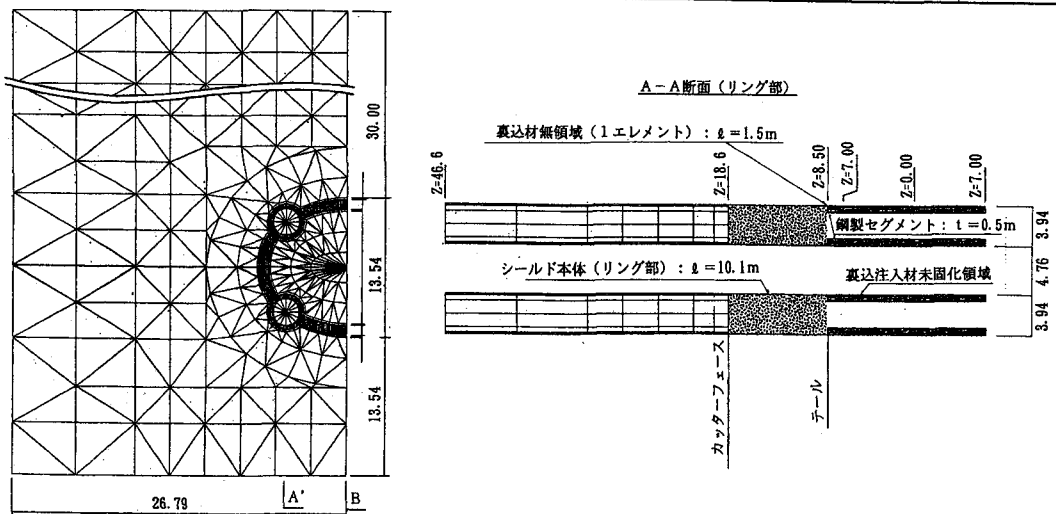


図-1 解析モデル図

3. 解析結果

切羽面の変形は、いずれもシールド内に引き込まれる形状となった。リング掘削の場合の変形図を図-2に示す。引き込み量の最大値 δ は、泥水圧0の場合のリングシールドで $\delta=4.11\text{cm}$ 、全断面掘削では $\delta=14.40\text{cm}$ であった。土圧と等値な泥水圧を作用させた場合ではリング $\delta=1.00\text{cm}$ 、全断面 $\delta=1.02\text{cm}$ で、ほぼ同じ値となった。

またテールボイドでの変形量 δ_t は、解放力が同じであることから、いずれも $\delta_t=1.00\text{cm}$ であった。この量はテールボイド量以下の変形量である。

リング掘削の場合と全断面掘削の場合の切羽前面での要素安全率1以下の要素の分布を図-3に示す。トンネル上方への緩みはリングの場合がやや小さい。また、リングの場合の縦断面での要素安全率の分布を図-4に示す。内部残置土部分の塑性域は小さく、地山がシールドマシンの内部荷重とはならないこともあることを示唆している。

4. まとめ

泥水管理が十分であれば、全断面とリングシールド工法では地山への影響に大差はないが、泥水圧0の場合では、切羽前面の変位は全断面がリングの3倍以上と大きな差がある。このことより、施工時の不確実性を考慮すれば、切羽の安定にはリングシールド工法に優位性があると認められる。

5. おわりに

今回の解析は、土盛り、地山物性とも1ケースであり、今後、パラメータのバリエーションを考慮して検討を進める予定である。なお、本研究は五洋建設㈱、住友建設㈱、鶴岡高組、東急建設㈱、日本国土開発㈱、不動建設㈱の6社の共同研究として、三菱重工業㈱、住友金属工業㈱の協力のもとに実施したものの一部である。また、本研究を進めるにあたっては早稲田大学小泉教授に貴重なご意見をいただいております、ここに深く感謝する次第である。

<参考文献> 1)毎田他：リングシールド工法の開発（その1）、土木学会第48回年講

2)鶴岡他：リングシールド工法の開発（その2）、土木学会第48回年講

3)金子他：リングシールド工法の開発（その3）、土木学会第48回年講

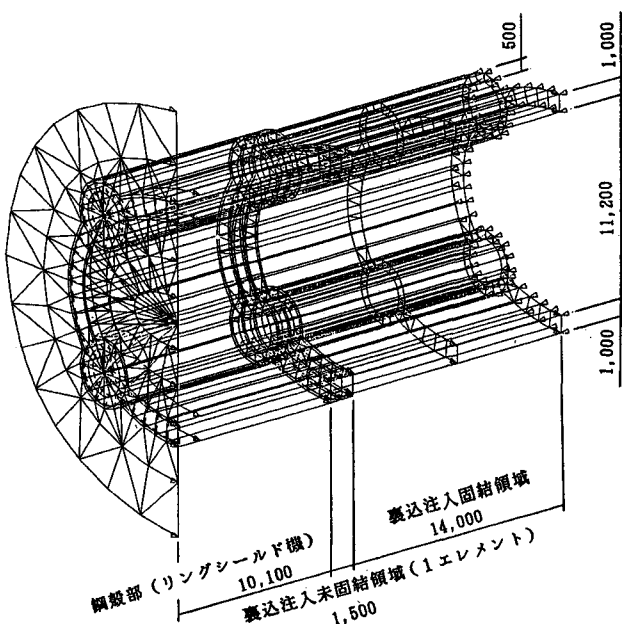


図-2 変形図（リング掘削、泥水圧 0）

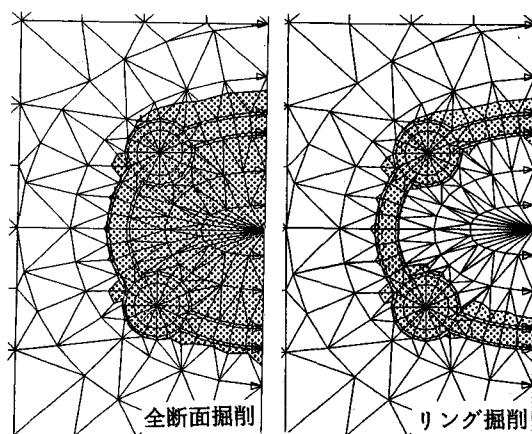


図-3 トンネル横断面の塑性域分布（切羽前面）

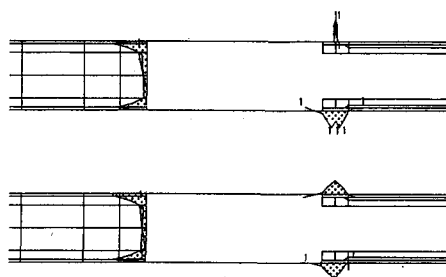


図-4 トンネル縦断面の塑性域分布