

III-643

3 円形MFシールドトンネルにおける仮設柱撤去の影響に関する研究

東京理科大学

学生会員 馬場 幸彦・正会員 松本 嘉司

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 小山 幸則・清水 満・岡野 法之

1. はじめに

3 円形MFシールドトンネルは、ルーフシールド工法等と異なり、密閉式で行われるため利点が多く、近年、注目を浴びている。しかし、完成時に関する解析はいくつか行われている¹⁾が施工時に関する解析は行われていない。

3 円形シールド工法によりトンネルを建設する場合、セグメント覆工1リング毎に2本の柱を建て込み、トンネル完成後に本設柱を残して他の仮設柱は撤去されることになる。この場合、全ての仮設柱を同時に撤去することは不可能であるため、仮設柱の撤去はある順序に従って行われることになる。このとき、トンネル覆工体は撤去とともに変形し、周辺地盤をも変形させることになるので、地盤と覆工の間にはこの変形に伴う力のやり取りが生じるばかりではなく、地盤中の応力の再配分が生じて覆工に作用してくる土圧の大きさも変化することになる。これらの相互作用を考慮すると、仮設柱の撤去については覆工体にとって力学的に最適なパターンがあると考えられる。今回は、ある撤去パターン2ケースについて、3次元FEM解析を用いて検討を行った。

2. 解析概要

(1) 解析モデル：モデル化した範囲は、幅40m、縦30m、奥行き30mの地盤とし（図-1）、5スパンをモデル化し、本設柱の軸方向の間隔は5m、その間に仮設柱を1m間隔で4本配置した（図-2）。地盤にはソリッド要素、セグメントにはシェル要素、柱にはビーム要素を用いた。セグメントと地盤は連続しているものとして、すべりや離間が生じないと仮定する。

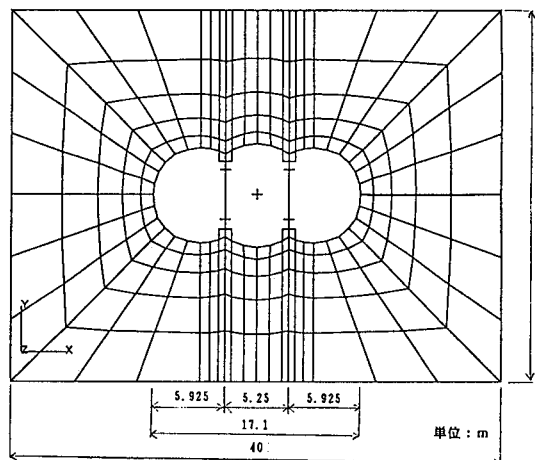


図-1 FEMモデル断面図

(2) 解析ケース：解析は、トンネルが地盤に埋まり、進行方向の手前2スパンの仮設柱を撤去した状態を初期状態（STEP 1）とし、弾性体として線形解析を行った。STEP 2は、手前から3番目のスパンの手前4本の仮設柱を撤去した状態（Aパターン）と進行方向の向かって右側の4本の仮設柱を撤去した状態（Bパターン）とし、STEP 3は、3番目のスパンの仮設柱8本すべて撤去した状態として解析を行った。今回解析を行った断面は、進行方向の手前から3番目のスパンの中央部をA断面、4番目のスパンをB断面として検討を行った。解析条件を表-1に示す。

3. 解析結果

(1) 撤去過程時の本設柱の軸力

撤去過程時の本設柱の軸力は、Aパターン（図-3）では、本設柱1と3は、STEP 1～3まで線形的に増加しているが、本設柱2と4は、STEP 3で大きく増加している。これは、STEP 2では本設柱2

表-1 解析条件

項目	解析条件
上載荷重	72 tf/m ² の等分布荷重 (土被り40mと仮定)
鋼材の単位体積重量	7.85 tf/m ³
鋼材の弾性係数	E = 2.1 × 10 ⁷ tf/m ²
鋼材のポアソン比	ν = 0.33
地盤の単位体積重量	1.8 tf/m ³
地盤の弾性係数	E = 20000 tf/m ²
地盤のポアソン比	ν = 0.33

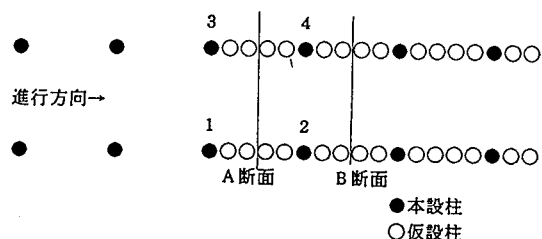


図-2 柱の配置図

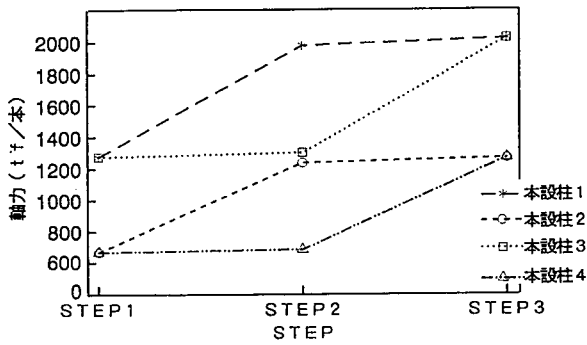


図-3 撤去過程時の本設柱の軸力（Aパターン）

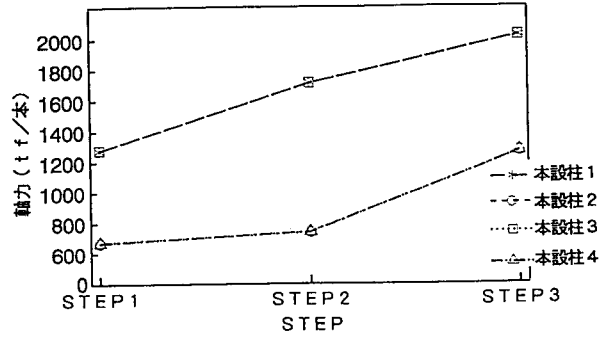


図-4 撤去過程時の本設柱の軸力（Bパターン）

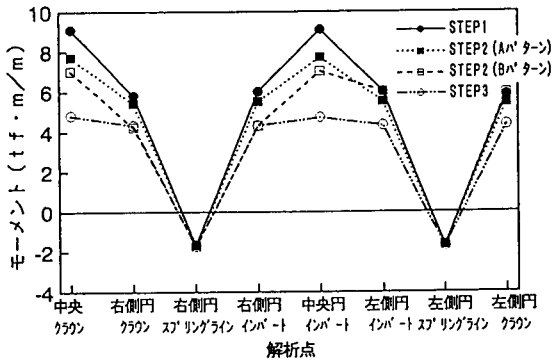


図-5 A断面の円周方向曲げモーメント

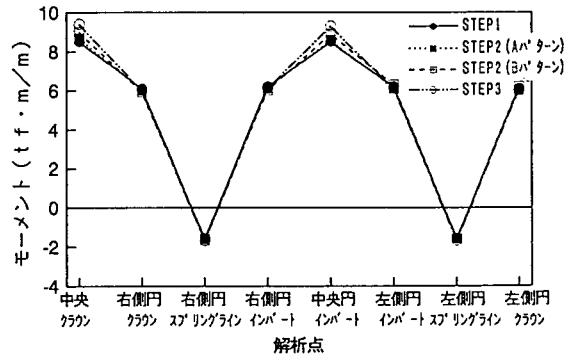


図-6 B断面の円周方向曲げモーメント

4の前後に、仮設柱が、まだ残っている影響が小さいためだと考えられる。

Bパターン（図-4）では、撤去した仮設柱と同じ列にある本設柱の軸力は増加しているが、反対側の列にある本設柱の軸力はあまり変化していない。これは、柱どうしの距離の影響（同じ列にある柱との距離は1m、反対側の列にある柱との距離は5.25m）である。

（2）撤去過程時の円周方向曲げモーメント

A断面の円周方向曲げモーメント（図-5）は、Aパターンでは、中央円と側円のクラウン部とインバート部で、それぞれ減少している。Bパターンでは、中央円と撤去した仮設柱の側の側円のクラウン部とインバート部でそれぞれ減少している。これは、仮設柱の撤去により、トンネルの上下方向の剛性が小さくなり、その結果、トンネルに作用する土圧が減少すると共に、トンネル側方の地盤の受ける土圧が増加するためと考えられる。

B断面の円周方向曲げモーメント（図-6）は、Aパターンでは、中央円のクラウン部とインバート部で大きくなっている。これは、仮設柱が撤去されたスパン（A断面）でトンネル断面の剛性が低くなるために土圧をあまり支えず、その一部を仮設柱の残っているスパンの中央円で支えるためだと考えられる。また、Bパターンでも中央円のクラウン部とインバート部のモーメントが大きくなっている。これは、Aパターンと同じように仮設柱の残っているスパンの中央円で土圧を支えるためだと考えられる。

4. まとめ

本研究により、MFシールドトンネルの設計においては、トンネル完成時だけでなく、仮設柱撤去過程時の検討が必要であることがわかった。また、今後はさらに多くの撤去パターン、STEPについて検討を行い、最適な撤去パターンを確立していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 松本嘉司、小山幸則、松本吉雄、岡野法之、菊入 崇：「多円形シールド駅部トンネルの設計法に関する研究」、トンネル工学研究発表会論文・報告集、第1巻、pp.125～130、1991年12月