

III-324 プレイニング工法によるトンネル地山の拘束効果について

(株)フジタ 波田光敬 田口善文 香川和夫
日本鉄道建設公団 佐藤正人 三浦一之

1. はじめに

都市NATMトンネルでは、切羽の安定および地表沈下を抑制する掘削工法が求められている。一般にNATMにおける主要な構成部分である吹付けコンクリートの役割の一つとして、地山に拘束圧を与えて三軸応力状態を形成する効果が知られている¹⁾。さらに足立らの実験²⁾により乾燥砂から成る地山であっても、薄肉覆工が既に地山内にあれば地山の安定性が確保できることが指摘されている。

土被りの浅い成田層において実施された切羽前方に薄くモルタルのアーチシェル構造体を構築する新しい先受工法³⁾は、このような吹付けコンクリートの役割を一步進めたものと考えられる。本文は、この工法により計測された実測値と上半掘削時の三次元FEM弾性解析結果を比較し、プレイニングによるトンネル地山の拘束効果について検討したものである。

2. 解析概要と結果

施工されたトンネルは、掘削径約10m($=D$)で土被りは1.0D以下である。地山はほぼ成層構造をなし、トンネル上部にはN値10以下のロームおよび粘土層が分布し天端部および下半部にN値30程度の洪積砂層が現れる。解析は、計測断面を挟んでトンネル軸方向にそれぞれ30mの区間について行ない、この工法の施工手順をシミュレートするため全体で17ステップからなる逐次掘削解析⁴⁾とした。

図-1は天端沈下・地表沈下およびクラウンより2m上部の沈下と切羽進行の関係について、実測値(図中の各プロット)と解析値(それぞれ一点鎖線・実線および破線)を比較したものである。なお、解析による天端沈下だけは、切羽通過時を起点として算出したものである。また、実測値のクラウン上部沈下は天端より1m上部に設置した水平傾斜計によるものである。図-2は切羽が2.0D以上通過したときの吹付けコンクリート応力を比較したものである。なお解析(破線)は片側半断面のものを左右対象として図示している。以上の図から、解析結果は実測値とよい対応関係になっていることがわかる。

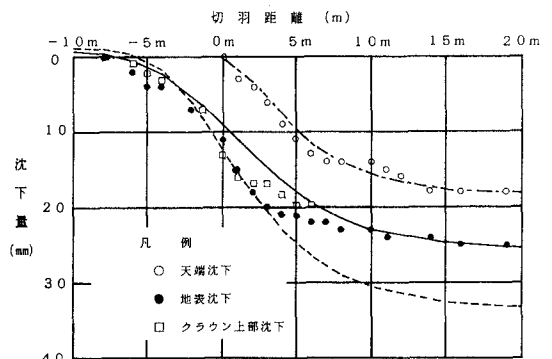


図-1 切羽進行に伴う天端・地表及びクラウン上部の各沈下量の比較

3. プレイニングの有無に関する解析結果

図-3は地表沈下と切羽進行の関係について、プレイニングの有る場合(実線)と無い場合(破線、ただし吹付けコンクリートおよび支保工は有る場合と同一解析条件)について比較したものであり、プレイニングが有ると、切羽が2.0D程度通過したときの地表沈下は、無い場合の約半分となることわかる。図-4は切羽が2.0D以上通過したときの沈下コンターを両者で比較したものであり、プレイニン

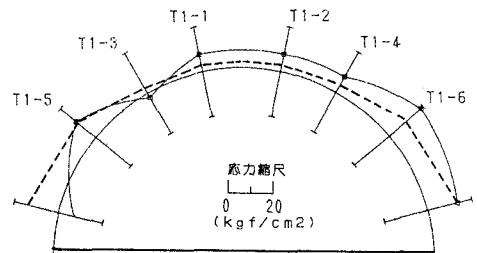


図-2 吹付けコンクリート応力分布の比較

グが有るとトンネル上部の地山は一体となり、沈下は少ないことがわかる。一方、無い場合には地山内沈下も大きく、さらに天端と地表との相対変位も大きくなる。図-5は同様に地山内の最小主応力 σ_3 の分布を比較したものであり、プレライニングを包む形で $\sigma_3=0.5\sim 0.75\text{kgf/cm}^2$ の帯（斜線部）ができるが、無い場合にはこの帯がSLより約45°のところまで切れていることがわかる。即ちプレライニングが有ると地山は拘束され、トンネル上部の地山がアーチ状に一体化すると考えられる。このため、地山はあたかも弾性体として挙動することになり、FEMの弾性解析結果と実測値がよい対応関係になっているものと考えられる。

最後に、この新しい工法についてご指導頂いた京都大学教授足立紀尚氏をはじめとして多数の方々のご助言を頂きました。ここに深く感謝する次第である。

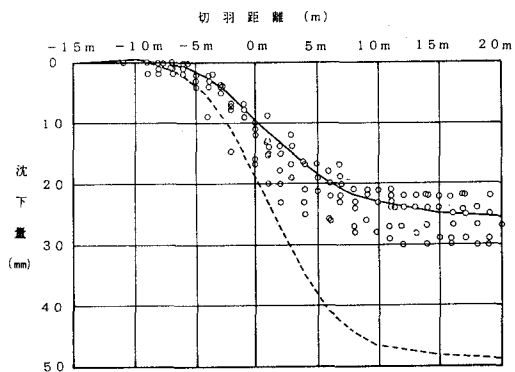
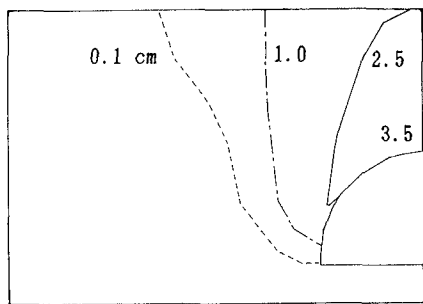
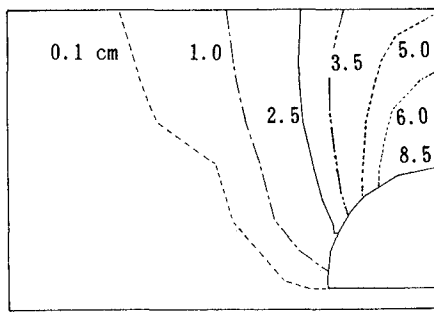


図-3 解析によるプレライニングの有無による地表沈下の比較（○：実測値）

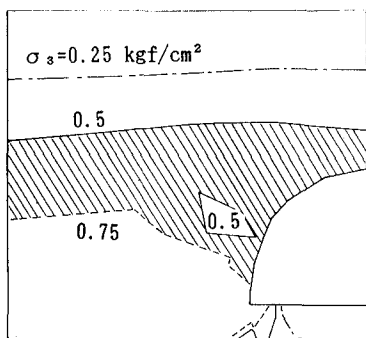


(a) プレライニング有り

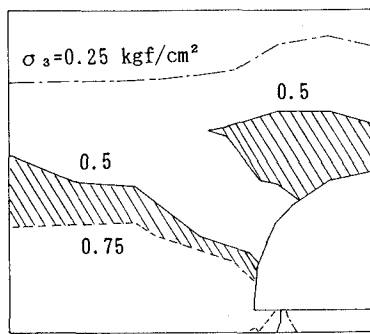


(b) プレライニング無し

図-4 解析によるプレライニングの有無による地山内沈下分布の比較



(a) プレライニング有り



(b) プレライニング無し

図-5 解析によるプレライニングの有無による地山内 σ_3 分布の比較

参考文献 1) 土質工学会編：NATM工法の調査・設計から施工まで、pp.131~133、1986 2) 足立他：薄肉柔支保構造（吹付けコンクリート、ロックボルト）の支保機構に関する実験的研究、土木学会論文報告集、第358号、pp.47~52、1985、3) 沼沢他：フライング(PASS工法)により施工した都市NATMの挙動計測、トンネル工学研究発表会論文・報告集pp.23~28、1991、4) 剣持他：フライング工法によるトンネルの三次元FEM解析、第27回土質工学研究発表会投稿中、1992