

3 NATMの補助工法の技術開発

1) 薬液注入工法

地盤が未固結合水地山の場合のNATMにおいては、トンネル周辺に止水領域、強度増加領域を形成して地下水流の浸透抑制と切羽の安定を確保しなければなりません。このような条件下における止水領域、強度増加領域を薬液注入工法により形成する場合、既存の技術では次のような問題点が考えられます。

問題点

- ①大深度の高被圧地下水の作用により薬液の浸透性が悪くなる。
- ②作業坑など狭い空間での注入作業となるため作業効率が下がる。

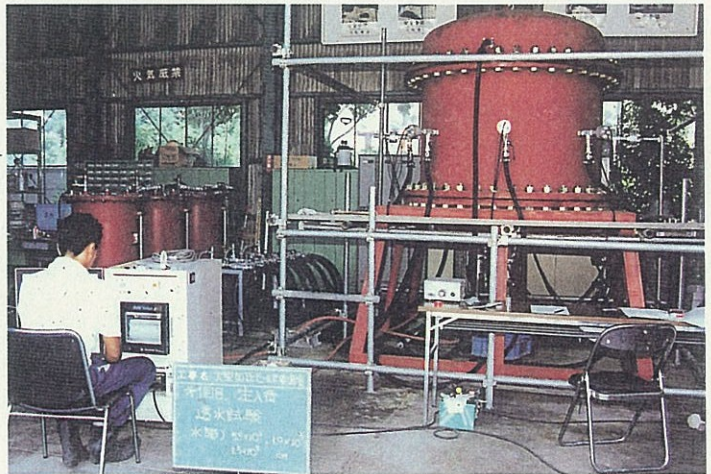
これらの問題点を克服するため、新しい概念に基づく、次の要件を満たす薬液注入工法の開発が必要となりました。

技術開発上の要件

- ①信頼性の高い注入工法
- ②効率よく、経済的な注入工法

(研究活動)

新しい薬液注入工法の開発のために大型加圧モード(直径1.5m、高さ1.0m)による室内実験を実施し、技術開発を行います。大型加圧モードは大深度含水地盤を室内に再現するため任意の外部拘束圧、間隙水圧を設定できるものとし、高間隙水圧下においても、間隙水圧を制御することにより、周辺地盤に影響を与えることなく、効率的で確実な注入工法を開発することを目的としています。



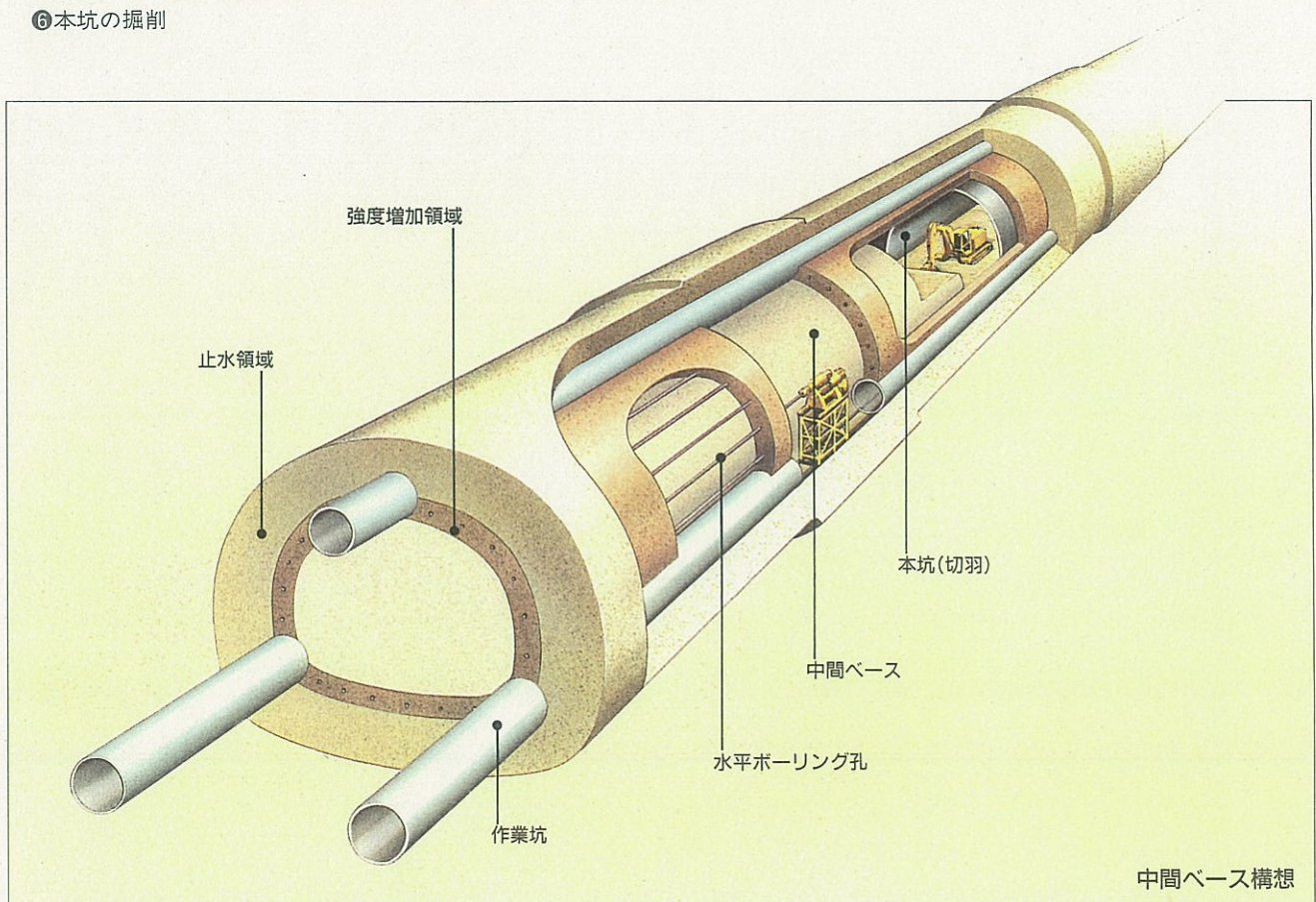
2) 中間ベース構想

本坑トンネル周辺に止水領域および強度増加領域からなる地盤改良領域を形成する方法として、作業坑から薬液注入工法や凍結工法を適用する方法が考えられますが、この方法のみでは穿孔長が長くなり工期・工費に問題を残します。

そこで、迅速かつ経済的に地盤改良領域を形成する方法として、下図に示すような中間ベース構想を考案しました。中間ベースは、長さ10m、幅3m程度の半ドーナツ状の空間から構成し、100m~200m間隔で設置されます。この中間ベースから長孔水平ボーリングを穿孔し、薬液注入工法あるいは凍結工法を実施することにより、地盤改良領域を合理的に形成することが可能になります。

中間ベース構想の施工手順は以下のとおりです。

- ① 作業坑の構築
- ② 作業坑からの中間ベース付近の地盤改良
(併行して、作業坑からの薬液注入工法により止水領域を形成する)
- ③ 中間ベースの構築
- ④ 中間ベースからの水平ボーリングの穿孔
- ⑤ 中間ベースからの薬液注入工法あるいは凍結工法による強度増加領域の形成
- ⑥ 本坑の掘削



3)長尺プレライニング工法

LAP工法
(Long Arch Pre-Lining工法)

LAP工法の効果

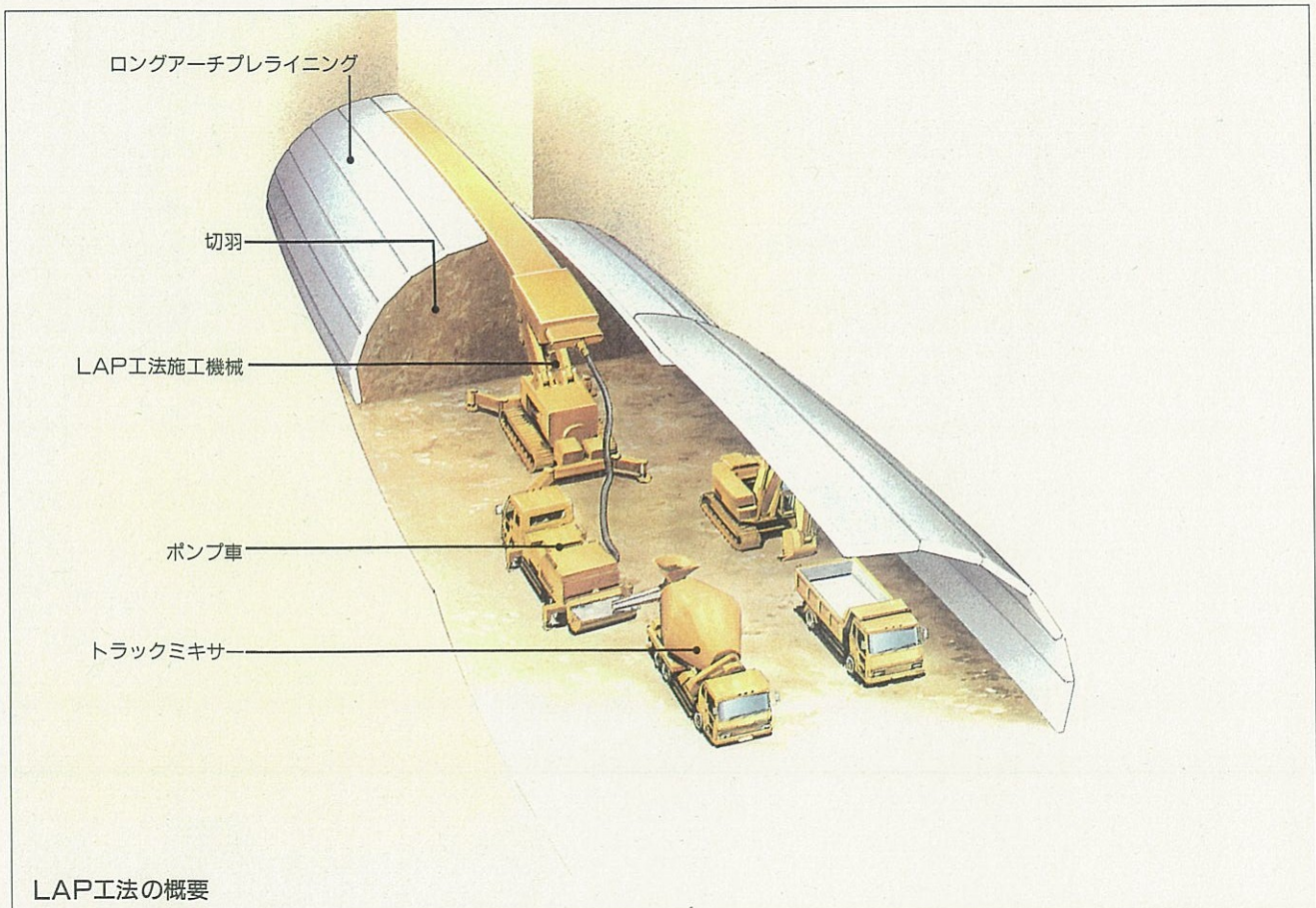
本工法は、掘削に先立って切羽前方地山内に長尺シェル状のプレライニングを構築することで、以下の効果を発揮します。

- ①掘削時の切羽の安定性、および施工環境の安全性を向上させます。
- ②掘削前に生じる先行変位、掘削後本覆工が施工される間に生じる変位を減少させ、地表沈下を防止します。

プレライニングの施工方法

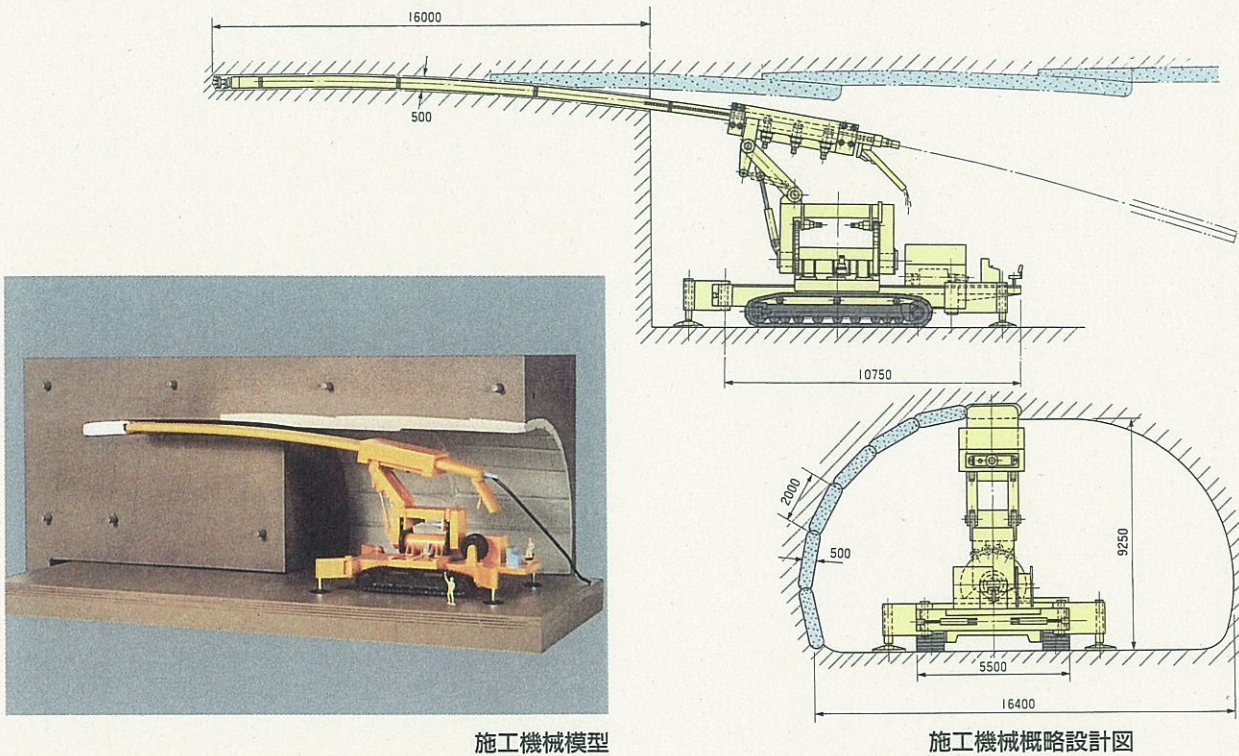
プレライニング施工は以下の順で進められます。

- ①先端部にカッターを持つ施工機械を押し込みながら、切羽前方地山に厚さ50cm、幅2m、長さ16mの円弧形状の空間を切削します。
- ②切削後、先端部を引き抜きながら切削空間内にモルタルを充填することで、1エレメントのプレライニングを形成します。
- ③エレメントを掘削外周面上に連続配置することにより、トンネル横断方向でシェル構造のプレライニングを構築します。
- ④新設プレライニングは既設プレライニングと接続され、トンネル縦断方向に連続した構造となります。



施工機械

LAPI法で使用する施工機械の概略設計を行い、模型を作成しました。



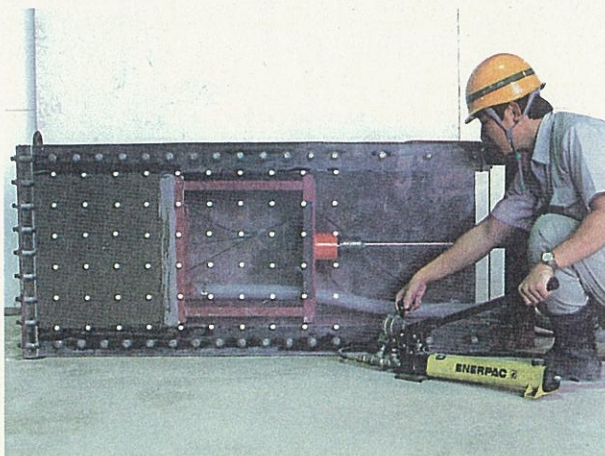
施工機械模型

施工機械概略設計図

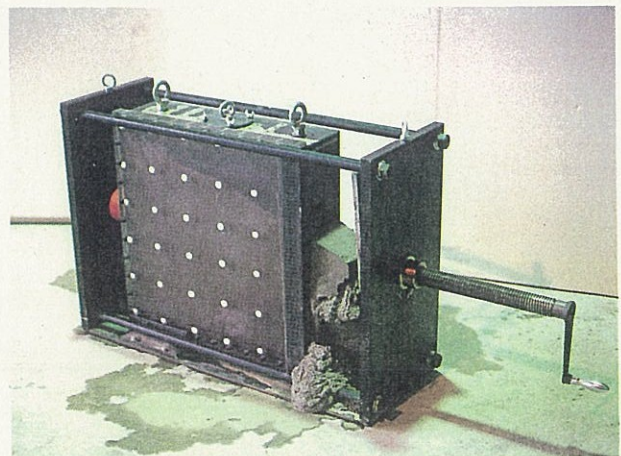
施工性に関する実験

密実なモルタルの充填性を確保するために充填性実験を、また、充填完了後にモルタルが流失するのを防止する方法を確立するために流失防止実験を行いました。

その結果、充填性のよいモルタルの基本配合、および充填性の管理方法や効果的な流失防止方法を確立することができました。



充填性実験



流失防止実験