

VI-80

スライド式圧着覆工工法の開発(SPL工法)－圧着覆工機械－

フジタ工業（株）技術研究所 正員○古賀重利 正員 細川芳夫
末木英雄 正員 鎌田正孝

1. はじめに

トンネルの一次覆工工事におけるNATMの吹付けコンクリート工法は、吹付け材料をドライミックスまたはウェットミックスしてホース内を圧さく空気によって圧送し、ノズル付近で圧力水または急結剤を加え、地山に向かって吹付けて覆工する。しかし、吹付けた材料は、地山との反発によってはね返りが発生して材料のロスが生じると共に、粉塵が発生して作業環境が悪化し苦渋作業となる。

この報告は、これらの材料のはね返りによるロスをなくすと共に、粉塵の発生しない良好な作業環境のもとで、経済的にトンネルの覆工を可能にすることを目的として『スライド式圧着覆工工法(SPL工法)』を開発した結果の一部について述べる。

2. SPL工法の概要

SPL(Sliding Press Lining) 工法は、生コン車より供給されたコンクリートをコンクリートポンプによって圧送し、ノズル先端付近で圧着硬化剤を混合して圧着型枠内に流し込み、岩盤面に圧着して打設コンクリートの硬化を待ち、その硬化速度に合わせて圧着型枠を移動しながら連続的にトンネルの一次覆工を行なうものである。

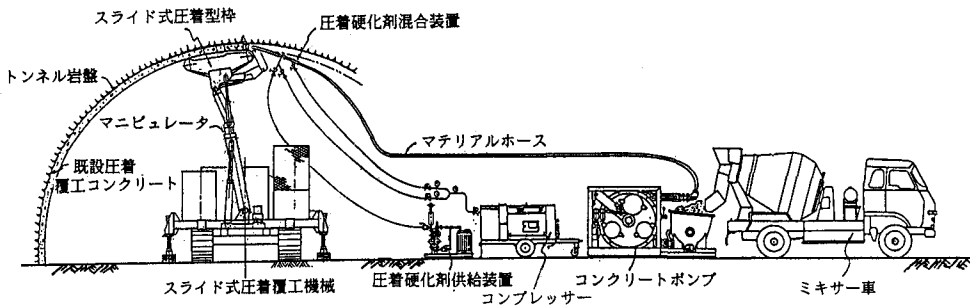


図-1 スライド式圧着覆工工法の機械装置

この機械装置は、図-1に示すように、スライド式圧着覆工機械、コンクリートポンプ、コンプレッサー、圧着硬化剤供給装置、圧着硬化剤混合装置、マテリアルホースおよびノズルから構成されている。

スライド式圧着覆工機械には、覆工幅1.0m長さ1.2mのエンドレスベルト型枠、伸縮自在側枠、妻枠が装備されており、これらはSLセンターを軸として遠心方向に直動するマニピュレータによって保持されている。

また、マニピュレータは、パソコン制御によって設計断面に沿って自動的に作動する。

スライド型枠内部は、3分割されており、その最前部がコンクリートを圧着する部分であり、後部の2分割部は型枠のスライド時に反力を受ける機構となっている（図-2）。

全装置は、トラックまたはクローラにマウントして機動性を持たせており、トンネルの上半、下半断面の覆工に対して容易に移動することができる。

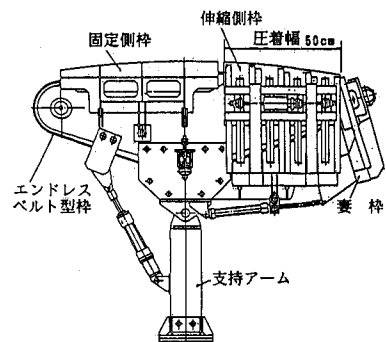


図-2 スライド式圧着覆工型枠装置

3. SPL 工法の特徴

この工法にてトンネル覆工した場合の特徴を述べると、次のようである。

- ①コンクリートの打設は、型枠内に流し込むことから、材料のはね返りや粉塵が発生しない。
- ②打設コンクリートを地山に圧着することから、覆工コンクリートの品質が向上すると共に、岩盤との付着力を確保することができる。
- ③伸縮自在側枠の使用により、支保の有無に関係なく覆工が可能である。
- ④また、掘削岩盤の凹凸約20~50cm に対して自在に対応し、コンクリートの流出を防止できる。
- ⑤トンネルの覆工を自動化、ロボット化することにより、省力作業となると共に、コンクリートの剥落などによる危険作業や苦渋作業から脱皮できる。

4. 圧着覆工実験結果

(1) 圧着コンクリートの材料特性

圧着覆工に使用するコンクリートの配合特性は、次の条件を満足することを前提とする。

- ①コンクリートは、流動性および急結性とし、脱枠のハンドリング時間を2~5分とする。
- ②若材令での脱枠に対して、岩盤より剥離しない付着力が得られること。
- ③コンクリートの圧送に対するポンパビリティーが得られること。

これらの条件を満足するコンクリートの配合は、各種の実験を実施した結果 $C=380\text{kgf/m}^3$, $W/C=47\%$, $S/a=52\%$, $MS=15\text{mm}$, スランプ $15\pm 2.5\text{cm}$, 圧着硬化剤C×6%であった。なお、圧着コンクリートの材料特性の詳細については、別途発表「圧着覆工工法の材料特性」にて報告するので、ここでは省略する。

(2) 模擬岩盤トンネル、地山トンネルにおける実験結果

○模擬岩盤トンネルにおける覆工実験

本実験は、半径4.1mの上半断面模擬トンネルを技研構内に構築し、覆工厚さ20cm, 覆工幅1.0mを2スパン行なった。

その結果、覆工のサイクルタイムは、1覆工ステップ（幅1m, 長さ0.4m）当たり5~8分を要し、上半断面1スパン当たり3時間であった。なお、材料のはね返りや粉塵は、発生せず容易に覆工が可能となった。

○地山トンネルにおける覆工実験

本実験は、半径3.0mの上半断面地山トンネル（花崗岩）において、設計覆工厚さ5cm、覆工幅1.0mを1スパン行なった。

その結果、発破掘削による20~45cmの岩盤凹凸（余掘り）に対して、伸縮側枠が自在に対応したことから側枠からのコンクリートの流出はなく、また材料のはね返りも生じなかった。

なお、粉塵濃度は、ズリ出し後の残留粉塵の影響もあつて、 0.5mgf/m^3 の値が計測された。

覆工のサイクルタイムは、上半断面1スパンに対して2時間半（機械の設置時間は含まず）であった。

5. おわりに

以上、スライド式圧着覆工工法の開発について述べたが、従来のNATMの吹付けコンクリート工法に比較すると、材料のはね返りや粉塵の発生がなく経済的で良好な作業環境のもとでトンネルの覆工を可能にすることが確認できた。

しかし、覆工速度が遅く、今後、更に実験を重ねて効率的で実用的な圧着覆工工法として改善を加えて行くつもりである。

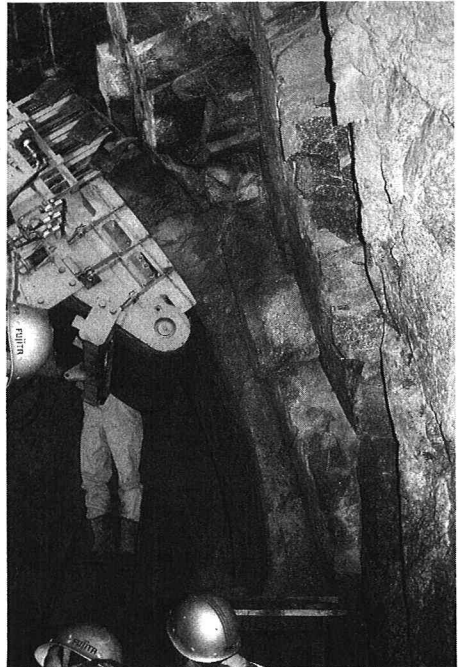


写真-1 地山トンネル覆工実験状況