

VI-115 無粉じんトンネル覆工法CLiPセントルシステムの開発

三井建設株式会社技術研究所	正会員	三原 準一	魚住 雅孝
三井建設株式会社技術開発推進部		中井 栄	酒入 修
佐賀工業株式会社		佐賀 美夫	
電気化学工業株式会社		五味 秀明	

1. はじめに

NATMで用いられている吹付けコンクリート工法の、作業環境を悪化させている粉じんを、全く発生させない工法として、CLiPシステムを開発してきたが、このシステムの適応性を高めるため、折たたみ式スチールフォームを用いた、CLiPセントルシステム(CLiP: Clean Lining by Pumping)を開発し、実大規模の模擬トンネルで、プロトタイプの実機による実証実験を実施した。本報告では、このうちの、システム開発の過程について述べる。

2. システムの概要

本システムは、折たたみ式セントルを用い、型枠と地山で囲まれた空間に、急硬性流動化コンクリートをポンプ圧送により打設するものである。打設完了後十数分で脱型を行い、設計断面と一致した平滑な仕上がり面を有する、覆工を形成する工法である。図-1にCLiPセントルマシン図を示す。

今回開発した実機は、日本道路公団標準断面級の上半半断面に適用できるように製作した。

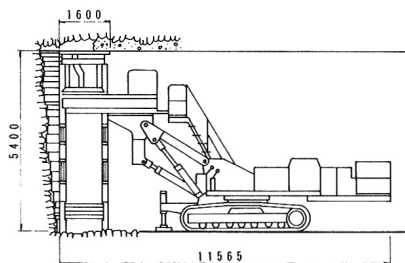


図-1 CLiPセントルマシン図

3. システムの機能

(1) ベースマシン

ベースマシンの走行方式は、レール式、キャタピラ式、タイヤ式があるが、上半と下半の斜路部および路盤の不陸などの走行性能および現システムの重量を考慮し、キャタピラ式を採用した。

(2) セントル

型枠は、急硬性コンクリートを用いることから、打設圧力が通常より減少することを考慮して設計した。

また、他の施工機械とのすれ違いが可能となるように、型枠は5分割の折たたみ式とし、油圧ジャッキにより開閉する機構とした。移動、待避時は、折りたたんだ状態にしておき、覆工時は切羽の所定の位置に移動後、型枠を払ってセットする(写真-1、写真-2)。

左右の脚部は、フレーム部材のみが型枠スキンプレート内側に沿って、円周方向にスライドする伸縮式とした。セット時は、フレーム部材にメタルフォームを取り付ける構造とした。

(3) 打設口

打設口は、コンクリートの材料分離を考慮して数箇所設ける事を検討した。本システムでは急硬材を打設

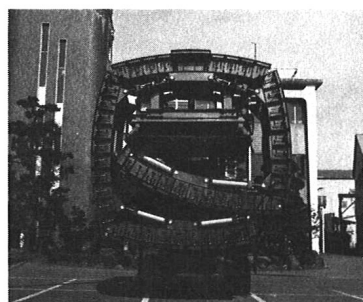


写真-1 型枠をたたんだ状態



写真-2 型枠セット状態

管先端で添加するため、打設を連続的に行う必要があるが、数箇所同時に連続して打設するためには、コンクリートを均等に分配することが必要となる。しかし、数箇所打設口に均等に分配しようとすると、システムが複雑になる。そこで、材料分離に関する事前試験を実施して、分離の無いことを確認し、天端1箇所から打設することにした。

また、実際の打設では、地山の余掘りの状態により、コンクリート打設高さが左右で違う場合を考慮して、打設方向を変えられるように、天端打設管を左右に15°ずつ揺動できる装置を取り付けた。

（４）つま止め

つま止め方法は、方式およびつま止め材料の点に関し、各種実験を行いながら、多くの種類について検討を重ねた。特に、コンクリートに急硬材が添加されると一時的に流動性が高くなり、スランプ値が24cm程度になるため、つま止めからの漏れ出し防止性能の非常に高性能なものが要求された。

つま止め方法には、従来から行われている①円周方向つま止め方式と、新たに②切羽方向つま止め方式が考えられた。今回は、型枠スキンプレートに沿った内側に、スライド板を設け、その先端に気泡性弾性体を取り付ける方式を採用した。この方式は、今後の機械化による省力化の可能性の高い方式であると考えられた（図-2）。

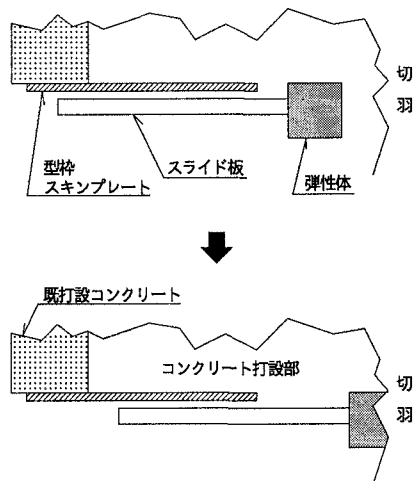


図-2 切羽妻止め方式概念図

（５）材料の特性

本システムの材料の性能は、地山と密着した覆工コンクリートが打設後10数分で構築できる事が要求されるため、流動性と急硬性が必要となる。

この性能に合った急硬材、デンカナトミックタイプM₂を新たに開発した。この急硬材はセメント系で、M₁に比べて凝結開始が遅いタイプである。セッターで凝結開始時間を調節すると、添加してから5分後に凝結が開始し、凝結開始後10分程度で脱型可能強度が得られる（図-3）。

この急硬材は粉体で供給されるため、使用時に水と混合して懸濁液にして用いる。

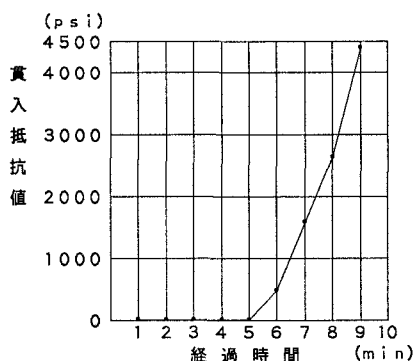


図-3 コンクリートの凝結性能

4. おわりに

従来のトンネルの二次覆工に用いられているスチールフォームを、一次覆工に利用する方法は、比較的容易に考えることができたが、実際に仕様を決め、設計、製作まで進めるに当たっては、非常に多くの要素について検討する必要があった。このうち、トンネル坑内の作業環境や、地山掘削面の凹凸の程度、非常に流動性の高い材料を漏らさない高性能なつま止めなどが、非常に重要な検討要素であった。

以上述べてきたように、各種の試験検討を基に実機を製作したが、事前試験等では確認し得ない項目も少なくない。今後は、実大規模の模擬トンネルでの実証実験、実トンネルでの試験施工を通じて、さらに改良改善を進め、実用性の高い機械にしてゆくつもりである。

【参考文献】

- 1) 三原準一他：CLIPシステムによる新しい一次覆工法の開発（その1）、土木学会第44回年次学術講演会、Ⅲ-69
- 2) 湯浅康尊他：CLIPシステムによる新しい一次覆工法の開発（その2）、土木学会第44回年次学術講演会、Ⅲ-70