

III-70 CLiPシステムによる新しいトンネル一次覆工法の開発（その2）

三井建設(株)土木技術部 正会員 湯浅康尊 岩井亮
三井建設(株)東京土木支店 正会員 土屋義郎 田部井初廣

1. はじめに

導坑断面の模擬トンネルにおける実証実験により、CLiPシステムの施工性の確認ができた。そこで次の段階として、実トンネルでの、施工管理方法の確立、施工サイクルおよびこれまでの実験で確認できなかった課題の調査、問題点の抽出を目的に実証工事を実施したので、以下に報告する。

2. 実証工事概要

当工事は、建設省東北地方建設局発注の「月山ダム関連トンネル工事」の一部区間を施工するものである。施工は、切羽での実施が工程上困難であったため、切羽の後方約50mの位置で行った。

①工事期間：昭和63年5月1日～5月31日

②場所：山形県東田川郡朝日村

③延長：坑口より480m付近の10m間

④地質：安山岩溶岩 岩区分B種

3. 施工概要

掘削は、発破工法によって行われた。支保工形式は、B種の標準形式の吹付けコンクリート($t=5\text{cm}$)施工後の状態に、鋼製支保工(H-100：支保工間隔 1.0m)を建込み、CLiPシステム($t=10\text{cm}$)を施工するものとした。

コンクリートの配合を表-1に示す。急結剤は、セメント量の10%を使用し、さらに凝結調節材（セツ）は、コンクリートの練り上がり温度に応じて、急結剤量の1～3%使用した。

CLiPシステムのライニングマシンは、レール走行方式のベースマシンにアーチ走行レールを取り付け、バルト型棒が坑壁円周方向に移動できるようにした。

施工概要図を図-2に示す。施工時の操作および仕上がり状況は、高所作業車により行った。ライニングマシンの坑口側には、急結剤プラント台車、コンクリートポンプ台車、トラックミキサを順番に並べて施工した。ライニングマシンを写真-1に示す。

急結剤プラントでは、粉末の急結剤を水と混合して懸濁液にし、さらにコンクリートポンプの打設量に応じた急結剤の吐出量調節を行う。

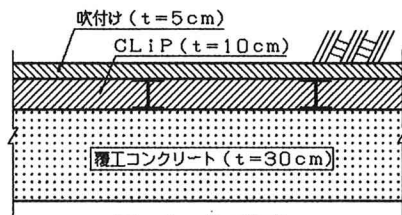


図-1 施工厚さ

表-1 コンクリート配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラブ の範囲 (cm)	水セメン ト比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位セメ ント量 C (kg)
15	15±2.5	56	60	360

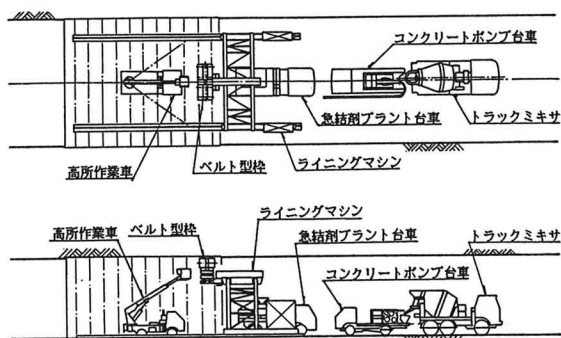


図-2 施工概要図

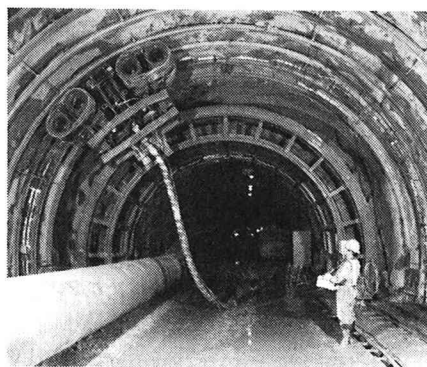


写真-1 ライニングマシン

4. 実証工事結果と考察

(1) 施工管理

ベルト型枠の移動速度は、コンクリートの凝結始発時間とコンクリートの打上り速度によって決定される。事前の管理目標値は、コンクリートポンプの打設量を $5\sim6\text{m}^3/\text{h}$ 、コンクリートの凝結始発時間を 1~2 分、平均打設厚を 25cm と設定し、型枠の移動速度の管理目標値を 25cm/min 以下とした。

実際の施工では、覆工厚が 10~45cm、平均 26cm であったためコンクリートの打上り速度が一定でなく、連続的な型枠の移動は困難な箇所があった。このため、覆工厚の大きな箇所では、コンクリートポンプと急結剤供給ポンプの吐出量を変化させる方法と、断続的な移動方法により対処した。

覆工の閉合は天端付近で行ったが、打設作業の終了は、充填性を考慮して、切羽側の妻止め上部からのオーバーフローにより管理した。

妻止め方法は、覆工厚に応じた金具を 40cm ピッチで鋼製支保工に取り付けたが、懸濁液タイプの急結剤が添加されたコンクリートは非常に流動性が高く、1cm 以上の隙間が生じないようにする必要があった。このため、妻止め設置作業に時間がかかった。

(2) コンクリート

打設された覆工の出来形は、鋼製支保工内面と同一面で平滑な仕上がりとなった(写真-2)。一部ベルト型枠の移動速度とベルトの回転速度が同調しなかった箇所では、ベルトとコンクリートのずれによりクラックが生じた。実証工事終了後、側壁、肩部、天端部からコア採取を行い、コンクリートの圧縮強度試験を行った。圧縮強度(材令28日)を表-2 に示す。また、コアの状態から、コンクリートの充填性、岩盤との密着性の良いことが確認できた。

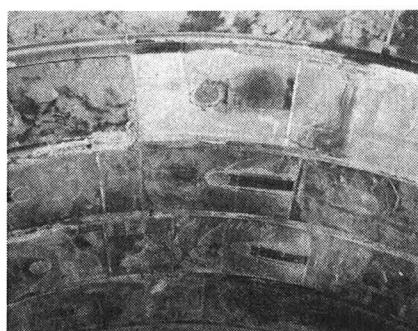


写真-2 覆工仕上がり状況

(3) 施工サイクル

実証工事における作業サイクルの一例(打設数量 4.3m^3)を表-3 に示す。ただし、妻止め作業の時間は含まれていない。このときの打設量は $4.1\text{m}^3/\text{h}$ であった。吹付け工法の作業サイクル例(吹付け数量 6.0m^3)と比較すると4割程度時間が長くなっている。熟練度が上がると、時間の差は縮まると考えられるが、妻止め作業による時間の増加を考慮する必要がある。

表-2 圧縮強度(材令28日)

(kgf/cm ²)			
側壁	肩部	天端部	プレーン コンクリート
258	220	245	283

表-3 作業サイクル (単位:分)

工法 \ 作業	準備	打設	片付け	合計
CLIPシステム	75	90	40	205
吹付け工法	60	70	20	150

5. 今後の検討課題

施工管理に関しては、コンクリートの打設位置を自動検知してベルト型枠が自動的に移動するシステムの開発と、これと連動して、コンクリートと急結剤の吐出量を自動的に変化させることができるシステムなどが、実用化に際して必要になる。また、妻止めに関しては、密閉度が高く設置の容易な方式に改良する必要がある。

6. おわりに

本システムでは、圧縮空気を使用しないため、密実なコンクリートを打設できる。この特性を利用し、将来的にはトンネル本設構造物へ適用範囲を広げられるように、他の打設方式も含めた研究・開発を進めてゆきたい。

【参考文献】

- 1) 定塚正行 : 山岳トンネルの新技术(15), トンネルと地下, 1988年 6月
- 2) 酒入修ほか: 覆工用急結性流動化コンクリートの研究, 土木学会第43回年次学術講演会, V-156