

25. トンネルの二次覆工コンクリート打設工法

建設ファスナー(株) 田知本 典

1. まえがき

トンネルの二次覆工コンクリートはトンネルの機能を維持する重要な人工的構造物であり、丈夫で長持ちする。つまり、維持費がかからぬトンネルをつくるためには、水密性の高い二次覆工コンクリートを一次覆工面と密着して打設することが要求される。

ここで紹介する“ピストン工法”は、上記要求を容易に、確実に満足させる新しい二次覆工コンクリート打設方法である。

2. ピストン工法のあらまし

ピストン工法は、覆工型枠天端部に設けたピストン式可動型枠を動かしてアーチ天井部のコンクリートをゆさぶりながらコンクリートを打設するものである。

その結果、アーチ天井部のコンクリートは支保工周辺部へ充分に填充される。その際、ピストン型枠の下降速度をコンクリートポンプからの送入力に見合った速度（あらかじめ絞り弁で調整）にすると、コンクリートポンプはピストン型枠が下降してできるコンクリート溜めの中にコンクリートを打設することになり、つまりアーチ天井部のコンクリート量をふやさないのので、コンクリートポンプは送入力が必要としないこ

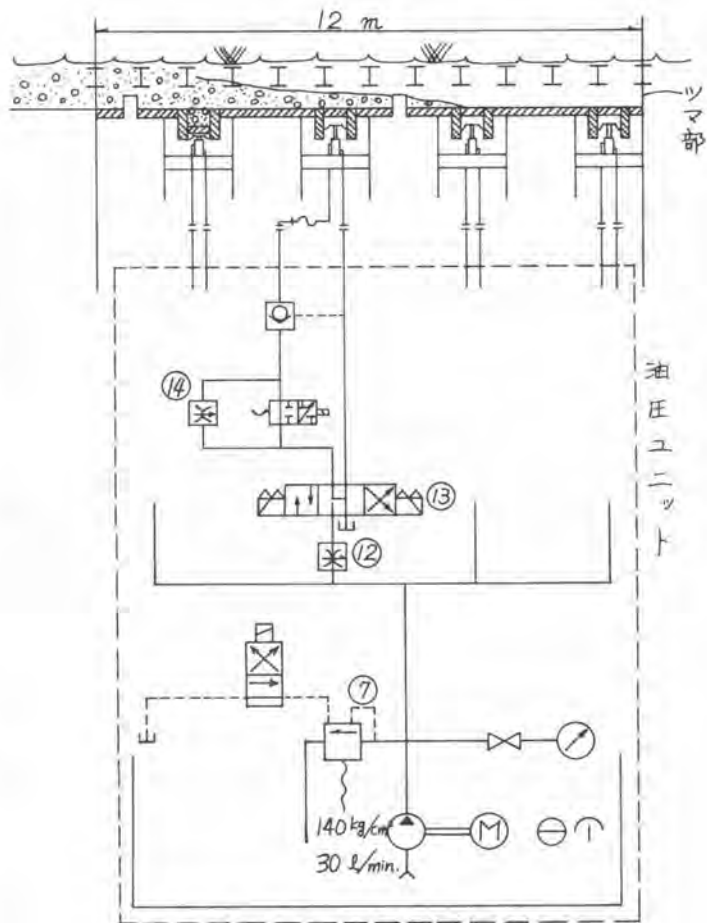


図-1 ピストン型枠の配置と油圧回路図

とになる。また、ピストン型枠の上昇速度を上記下降速度の5倍（あらかじめ主絞り弁で調整）にすると、ピストン型枠の上昇によってコンクリートポンプ送込量の5倍量が型枠上に強制的に吐出され、コンクリートポンプはその強制的流れの中にコンクリートを打設するので、上記下降の場合と同様、送込圧力を必要としないことになる。

従って、上記要領でピストン型枠を上下動させながらコンクリートを打設すれば、コンクリートポンプは、型枠に有害な送込圧力を発生させないで打設を続けることができる。

コンクリートがアーチ天井部のすみずみにまで填充される最終段階になると、ツマ根のわずかな隙間からコンクリートの立上り状況が目視できるので、打設終了時期が容易に確認できる。

3. ピストン装置の説明

図-1はピストン型枠の配置と油圧回路図である。ピストン型枠の上下動は切換弁③によって行なう。ピストン型枠が下降してできるシリンダー内容積とコンクリートポンプの吐出量が見合うよう絞り弁④によって下降速度を、上昇速度が下降速度の5倍になるよう絞り弁②によって上昇速度を調整する。ピストン工法施工中における油圧の調整、つまり、ピストン型枠速度の調整はレリーフバルブ⑦で行なう。

4. 実験結果

実験箇所は北陸自動車道小河トンネル上り線である。仕上がり内径5100R、地質区分Ⅳ、支保工タイプD、支保工はH-200、ピッチ75cm、巻厚は70cm。実験施工の中で代表的な例を紹介する。

4-1 図-2及び図-3の例1参照

①吐出口A周辺にたまっていたコンクリートは、次々と吐出されるコンクリートに押流され、先ずコンクリートのたまっていない型枠面に沿って流れ出す。ある程度型枠面を埋めると再び吐出口周辺にたまり出し、上述の流れを繰り返す。天井部コンクリート全体としては吐出口からツマ側へ押流されるが、コンクリートの上面は決して平坦ではなく、型枠面の形状に相似するも凸凹状態である。（図-2の①参照）

②コンクリートを吐出しながらP₁を低速で下降し高速で上昇させた。自然流下状態だったコンクリートはバランスをくずし、恰も洪水のようになって、レベルの低い肩部に流れ、コンクリート上面は平坦化した。

③上記の要領でP₁、P₂のピストン運転を続ける、コンクリートはP₁、P₂の上方に盛上がった。

④検測ピンAがコンクリートに埋まり、支保工も見えなくなったので、コンクリート吐出口をBに移した。

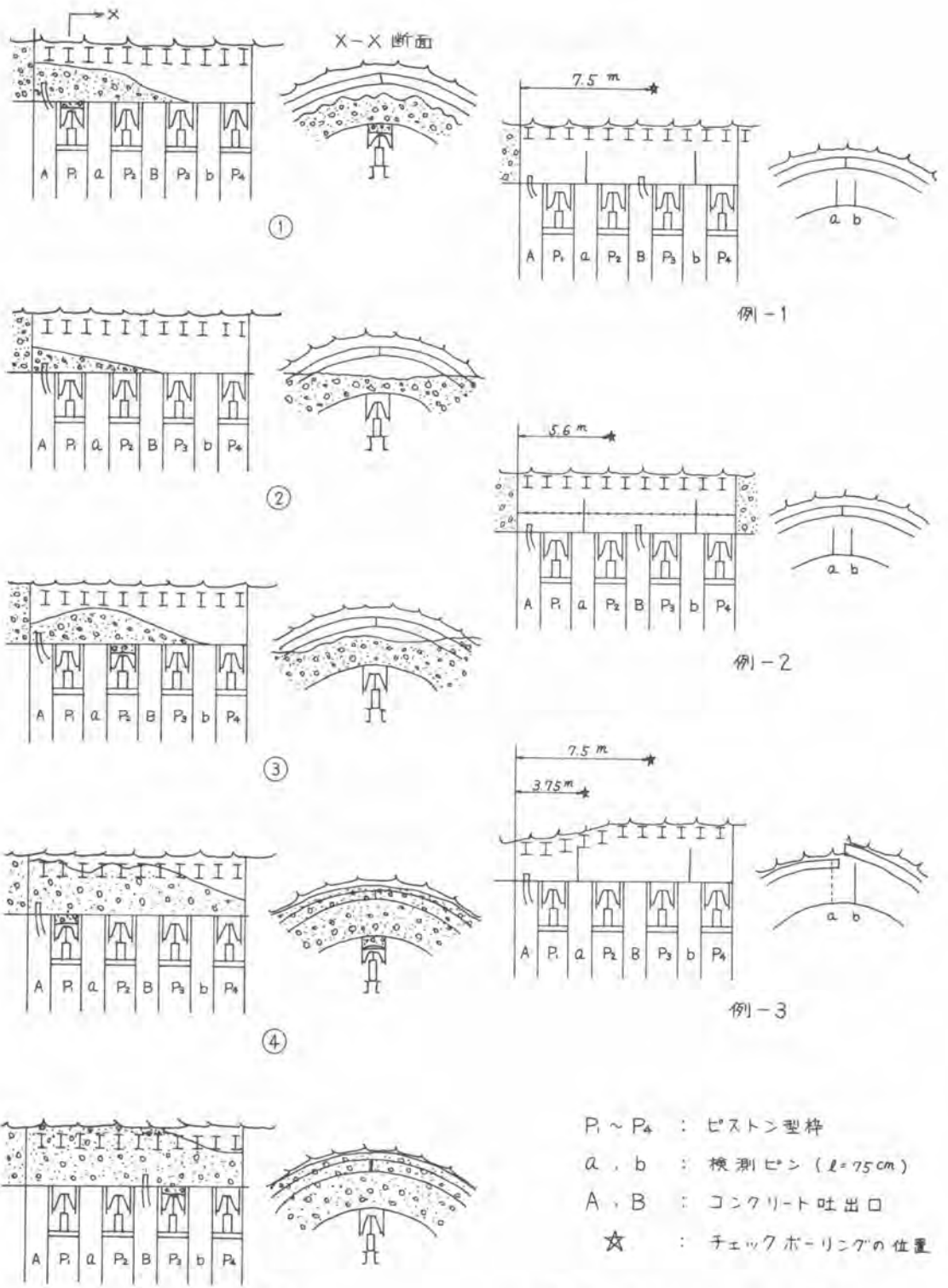


図-2 ピストン工法による填充状況

図-3 実験施工区間の巻厚状況

⑤図-2の④の状態をP₃を運転すると再び洪水現象が生じ、コンクリート全体が平坦化し、検測ピシムが見え出した。そこでP₃周辺を支保工がかくれるまでコンクリートを盛上げた後、再びP₂を運転した。P₂の運転でツマ上部からコンクリートが漏出したので打設を終了。ピストン運転圧力は終始50kg/cm²だった。チェックボーリング；巻厚108cm、コンクリート106cm。

4-2. 鉄筋コンクリート区間(図-3, 例2参照)

この区間は両側が既に在来工法で打設済みの箇所、つまり、ツマ部分がなく、盲打ちを行なった。P₁~P₄を交互に50kg/cm²で運転、上昇速度がダウンし始めたので充分に填充されたと判断し打設を終了。チェックボーリング；巻厚110cm、コンクリート110cm。

4-3. 支保工沈下区間(図-3, 例3参照)

支保工が沈下し検測ピシムが入らなかった。P₁、P₂は70kg/cm²で運転、コンクリートがツマ部まで流れてきたので、P₂を2回運転して終了。P₃は使用せず。チェックボーリング；3.75m地点、矢板まで74cm、コンクリート74cm、チェックボーリング7.5m地点、支保工下端まで75cm、コンクリート75cm。

5. 考察

- 1)ピストン工法を用いて二次覆工コンクリートを打設すると、アーチ天井部の背面に空隙を残さぬよう打設し、かつ、コンクリートの填充経過及び填充の終了が容易に確認できることがわかった。
- 2)コンクリートポンプは、ピストン型枠の上下動によって強制的にやり動かされたコンクリートの流れの中に打設するので、型枠に有害な動圧を発生させないことが立証された。
- 3)本実験に用いられたコンクリートスランプは約18cm前後の軟らかいものであったので、天井部コンクリート全体が平坦化し、全体的嵩上げ填充の状況を呈した。NATM現場においてW/C 55%、スランプ10~12cm程度のコンクリートを打設した場合は、コンクリートが流れにくいので、コンクリート前面が急崖状をなして打設口周辺からツマ側に向けて、ゆっくりと移動して行くのが目視された。

6. おわりに

漏水や変状の少ないメンテナンスフリーのトンネルをつくるためには、二次覆工コンクリートの施工の仕方が大きなウェイトを占めるといわれてきた。水密性の高い二次覆工コンクリートを一次覆工面に密着して打設することを容易で確実にしたピストン工法が、在来工法、NATMのいずれの施工においてもメンテナンスフリーのトンネルをつくることに役立てば幸いである。

7. 参考文献：阿久津、衣笠、覆工コンクリート打設の新らしい試み「トンネルと地F」1979-5