

27. T・B・M(リーミング時)における インバート併進の設備と実績

(新愛本発電所導水路工事の例)

㈱間組 高津 莊太

1. まえがき

関西電力新愛本水力発電所の導水路トンネル工事(全長10.8Km)のうち、4号トンネルの下口3,380mにTBM工法(パイロットリーミング方式)を導入、施工した。本稿では、この工事の際に急速施工を目的として導入した、リーミング掘削時におけるインバートコンクリート併進という新しい試みについて報告する。

2. 地質・施工概要

当トンネル(4号トンネル下口)の地質は、アグマタイト質閃緑岩～片麻状閃緑岩を主体とし、一部に晶質石灰岩や花崗岩が存在する。岩盤弾性波速度は、2.7～5.6 km/sec、コアの一軸圧縮強度600～2,000 kg/cm²である。パイロット機の本格掘削は昭和57年8月より開始したが、TD700～1,200mの断層破砕帯に遭遇し計画進捗より4～5ヶ月遅れた。しかし、地山の好転により平均月進420m³を得るようになり、パイロット機到達時には約2ヶ月の遅れまで挽回した。その後パイロット機及び仮設備の撤去を行ない昭和59年1月にリーミング機を発進させた。リーミング機は破砕帯で多少の遅れはあったが計画通り、順調に進み、昭和59年11月に貫通した。リーミング坑の事前の支保工として、パイロット坑において、長さ4mのFRP製ロックボルトを打込み予備支保工とし、リーミング機の安定した掘進が可能となった。

3. リーミング掘削設備

リーミング掘削については、パイロット掘削時に予備支保工が施工されていること、地質については十分把握されている等の事前対策はあったが、工程遅延を取り戻す事、施工品質を保つ事等、今後解決しなければならない問題として次項が検討された。

(A) 掘削とインバートコンクリートの併進方法

(B) 曲線部の連続掘削

(C) 掘削後の早期支保

(D) 集中通信管理

上記の問題点の中で特に(A)項「掘削とインバートコンクリートの併進方法」の解決が最大の焦点となった。その理由としては従来行われてきた掘削とアーチコンクリートを併進させる方法では、アーチコンクリートが完了しなければインバートコンクリートの施工ができず、T・B・Mの急速施工のメリットが十分生かされないからであった。そこで、礫搬出に支障を与えず掘削、インバートコンクリート及びアーチコンクリートを同時に施工する方法として図-1に示す全長150mのトレコンベヤーを考案



写真-1 リーミング機

し、3～4ヶ月の工期短縮を図った。このトレンコンベヤーは、本来の目的である礫搬出と同時に、岩盤清掃、鉄筋組立、インバートコンクリート打設、養生、レール布設等各作業を行えるようにしたものである。その方法として、インバートセメントルをトレンコンベヤーの下で移動できるようにトレンコンベヤーの脚の巾を拡げる必要があり、円形断面で脚の走行位置をレール盤より400mm高く持ち上げる対策として、図-1のb-b'断面及び写真-2に示すようにブラケットを側壁に取り付け、スキッドが直接ブラケット上を走行する構造にした。また、レール布設区間や礫積区間ではc-c'断面に示すようにインバートコンクリート肩に特殊レールを布設し、複線が確保できる構造にした。その他自走ユニット及び岩盤清掃用バキュームポンプを搭載した動力台車、倉庫及び休憩室の休憩台車、排水ビット及びスライド機構を設けた設備台車等の台車群以上3タイプの脚部構造とした。また、礫搬送部については各ベルトフレームをピンジョイントにし、フレーム毎に自動調芯ローラを設けたユニバーサルコンベヤーとしたため、R=500mのカーブにおいても150mのトレンコンベヤーは直線

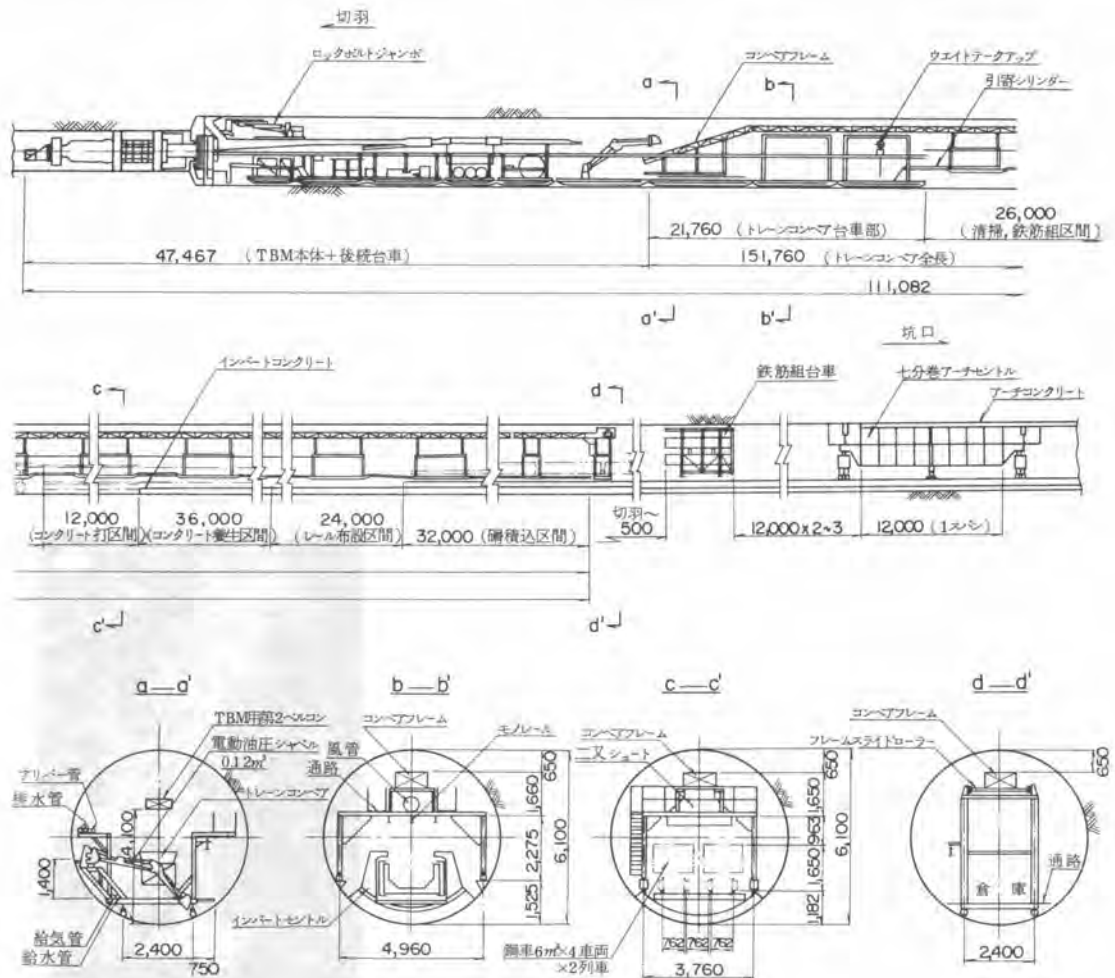


図-1 リーミング坑施工縦断面

と同様に礫搬出をスムーズに行えた。その他にこのトレンコンベヤーの設備として、材料運搬設備、高圧ケーブル盛替用ローラ、安全通路、給気、給排水管、集中通信回路等を設けた。

4. インバートコンクリート及びアーチコンクリート

延長3,380mの長大トンネルの掘削と覆工を工期1年で完了するという急速施工を目標としたので前述したように掘削、インバートコンクリート、アーチコンクリートが独立してしかも併行に施工できるシステムとした。



写真-2 インバートセントルとトレンコンベヤー

インバートコンクリートはスパン $\ell=24m$ のニードルビームで打設長12mのセントルが使用され、1日2回24m打設する。もしこの工程通りでない場合はリーミング掘削に支障を来すため、脱型時間を6時間とし、初期強度を得るため、保温養生をほどこした。また、冬期間は養生温度を高めるためボイラーを設け、混練水を40℃まで上昇させ、脱型時間を守る管理を行った。その結果、掘削進行に遅延することなく、最大408^m/月を記録した。

アーチコンクリートにおいても計画工程400^m/月としたため、スパン $\ell=12m$ のスライドセントルと $\ell=6m$ の鉄筋台車を2基づつ用意し、トレンコンベヤー後方400mと800mにセットし、1日2回交互に打設した。しかも、この間、礫出は連続的に行なわれるため、セントルは移動時のみ等三線の外線を使用するがその他の作業では常に複線が確保できるよう脚が拡げられる構造とした。また、常にT・B・Mとアーチセントルは作業連絡がとられており、中央無線室の指示に従って、作業が行なわれた。このことによって掘削に何ら支障を来すことなく、掘削併進時、平均約394^m/月を記録し、ほとんど当初目的を達成できた。

5. 施工実績

リーミング掘削は平均日進12.9^m/日、最大日進33.6^m/日、最大月進414^m/月を記録し、3,100mを10ヶ月で完了した。掘削実績を図-2に示す。

6. まとめ

φ6.1mの大断面、500mの破砕帯を含め、 $\ell=3,380m$ の長大トンネルを無事パイロットリーミング方式によるTBM施工ができたことから、次に示すTBMのメリットを実証した。

1. 円形掘削による地山の安定。
2. 400^m/月以上の急速施工が可能である。
3. 発破工法に比較して少ないゆりみ範囲
4. 余掘の減少
5. 軟弱地質に対するパイロット・リーミング方式の適応性

また、本工事で新たに開発され、TBM施工に有効であった技術を整理すると

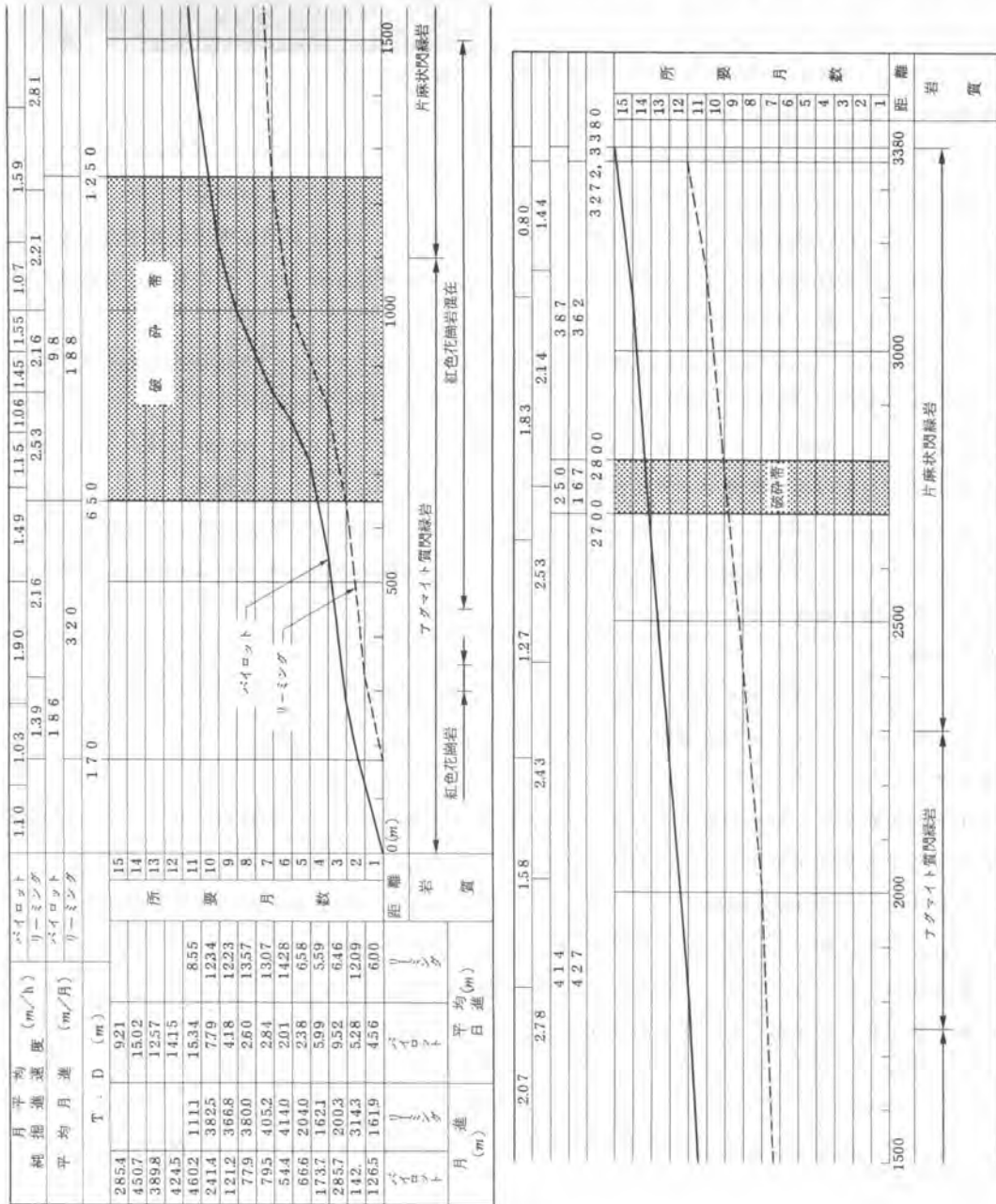
1. ファイバーコンクリート 小空間で施工可能。
2. ユニバーサルコンベヤー R=300mを曲る事ができるベルトコンベヤー。
3. インバート併進トレンコンベヤー 掘削とインバートコンクリートを併進可能にした。

以上のようになる。

今後、TBM施工が見直され、その機会が多くなると推察されるが、TBMの耐久性、カッターの寿命、新しい掘削方法等改良しなくてはならない点が多く、その解決に努力しなければならないと考える次第である。

参考文献

- 1) 「新愛本発電所導水路工事におけるTBM掘削計画」*建設の機械化* 巻387号1982年5月
- 2) 「新愛本水力発電所長大導水路トンネルの急速施工」*土木学会論文集* 巻355号1985年3月



図一2 バイロットリリーミング坑掘削実績工程図