

## VI-5

## 五十沢第一発電所 水圧管路河床横断部の施工について

東北電力（株） 五十沢第二発電所建設所 正会員 ○小野 雅毅  
東北電力（株） 五十沢第二発電所建設所 草 剛

## 1. はじめに

平成元年9月21日より、建設省の補償工事として移設を進めていた五十沢第一発電所は、平成3年12月12日をもって移設工事を完了した。当発電所の移設工事に際しては、水圧管路の一部が河床下部の浅い部分を通過することから、ヒューム管使用による推進工法によりトンネルを貫通させ、その内部に水圧鉄管を据付けることにした。また、河床横断部は、相当量の湧水を伴った切羽の崩落が予想されたため、補助工法として薬液注入による地盤改良工事を先行実施した。

## 2. 施工方法の選定

河床横断部の施工方法については、①オープン工法（鋼矢板、アースアンカー等を用いて半川掘削を行い、鉄管の布設を行う方法）、②トンネル工法（掘削と支保工建込みとを繰り返す在来工法）、③推進工法の3工法について検討を行い、安全性（降雨による急激な出水時の現場対応、地山崩落の危険性）、環境問題（土砂掘削による河川汚濁）、河川からの湧水処理対策、工程確保問題等を勘案した結果、推進工法を採用することとした。

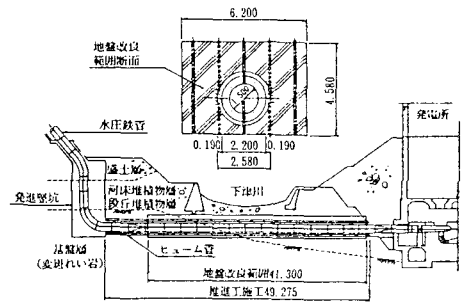


図-1 水圧管路縦断面図

推進工法は、地山中に推進管（ヒューム管）をジャッキ等で押し込んで築造する工法で、ジャッキ能力、ジャッキ反力等の制約から延長の短いトンネルに限定される。この工法は、トンネル構造物が掘削と同時に出来上がるため落盤等の危険性が無いこと等により、鉄道下や河川下の工事等に適用されている。しかし、この工法を採用するに当たっても、転石が非常に多く透水性のよい河床に対しての良好な止水対策と地山の強度確保、また周辺環境に対する公害防止には十分留意する必要がある。

## 3. 推進工法の概要

発進堅抗は、下津川の右岸側、管路の上流側に設けた。断面は推進用ジャッキ設置スペース、トンネルズリの搬出、推進管の搬入等の推進掘削のための必要面積と、トンネル完成後の鉄管の据付時に溶接、圧入に必要な作業エリアの確保を考慮して内径6.000mの円形断面とした。

河川横断部は土被りが浅く礫層もあるため地山の状態に応じて一掘進長を0.6～1.0mとした。特に河床部分については土被りが非常に浅く（3～5m）崩落の可能性があるため掘削長、薬量等には細心の注意を払い一掘進長を0.6m程度として掘削を行った。管外径断面の掘削、ズリ出しが完了した後、油圧ジャッキにより掘削長分だけ圧入した。ジャッキのストローク長（0.8m）以上は、ジャッキと管との間に、厚さ0.4mのストラットと呼ばれるスベアーを挿入して推進管全長（2.43m）を圧入した。

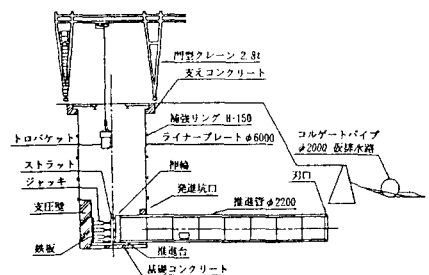


図-2 推進工法概要図

推進工法に使用するヒューム管の選定にあたっては、水圧鉄管（ $\phi=1.600\text{m}\sim 1.500\text{m}$ ）の布設作業性、切羽における人力掘削の施工性・安全性、地山支持力・推進力に対する強度等から必要最小断面となる内径2.200mのものを採用した。

#### 4. 地盤改良工事の概要

推進管の河川横断面部は、ボーリング結果から想定した岩盤線とは異なり、抗口から約1m進んだ付近から相当量の湧水を伴う堆積物層が現れ、切羽も崩落する状態であった。このため、推進掘削の補助工法として、止水と地盤強度の発現を目的とした地盤改良工事を行った。

##### (1) 地盤改良材の選定

止水性および強度確保の面からは、従来よりセメント懸濁型の薬液注入剤が有効であり多く用いられているが、ゲル化反応により強アルカリ性(pH=11)を示し、飲料水、魚類、農業用水等と与える影響が大きい。また、希釈水(河川水)が豊富に存在する場合、ゲル化が遅れ所定の範囲内で凝集しないうちに、遊離アルカリおよびセメント分が逸脱する恐れもある。そこで、今回は、シリカゾル系の懸濁型薬液注入剤を採用することにした。これは、水ガラスからアルカリ分を完全に除去しているためpHに問題がなく、また、希釈水が存在しても早期ゲル化によりセメント分を確実に凝集させることができるため、拡散することなく安定した強度の発現が期待できる特徴がある。

##### (2) 施工概要

薬液の注入は、二重管ロッドを用いて、プラントよりA液(水ガラスからアルカリ性分を取り除いた酸性シリカゾル)、B液(セメント懸濁液)を別系統でロッドの先端まで圧送し、グラウトモニターで混合する2ショット方式で注入した。注入範囲は、管径から左右に約2m、上に2m、下に50cmの範囲になるよう注入孔の位置を設定した。平面的には1.5mの千鳥で5列、全数158孔で注入孔を配置した。注入速度は、注入範囲外への逸走や、現場付近の土被りも浅いことから地盤変異の原因ともなることから16ℓ/分とした。ロッドは1ステップ50cmで引き上げ、各ステップ300ℓの限定注入を行った。ゲルタイムは、気温や水温に多少左右されるので、現場で試験配合を行い10秒以下となるよう調整した。また、薬液注入剤のみでゲル化させたホモゲル強度で25kg/cm<sup>2</sup>前後の強度発現が見られた。

#### 5. 推進工事の施工実績

計画段階で掘削日進0.8mを目標にしていたが、工事開始直後に堆積物層が現れるとともに湧水による切羽の崩落が発生し、その対策に時間を費やしたため目標を大きく下回った。しかしながら、地盤改良工事を行った後は、切羽も安定し、湧水量も減少し崩落の心配もなくなったため、実績掘削日進としては、約0.9mと順調に工事を進めることができ、推進工事全体の工程としては約12日遅れの結果となった。また、補助工事として行った地盤改良工事も、地山強度の増加と止水の目的を達成することができ、さらに河川水への影響も全く見られず期待通りの効果を得ることができた。

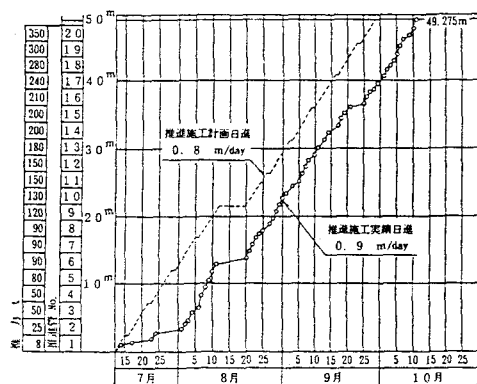


図-3 施工実績図

なお、推進管の直進性に関する施工誤差は、推進管20管の終端部において、推進方向に向かって上下方向で上方に50mm、左右方向で左方に95mmとなり、設計許容値の100mm以内に納めることができ、鉄管の据付にも支障をきたすことはなかった。

#### 6. あとがき

工事期間中台風による出水があり、地盤改良工事に河川の切り換えを行うための土堰堤が決壊するという事態が発生した。このことから、他の工法ではかなりのトラブルが発生したと考えられ、安全性や工期確保の面からも推進工法が最善であったと考えられる。

尚、当施工に当り、終始御指導を賜りました関係各位の方々に厚く御礼申し上げます。