

Ⅵ-5 泥流層におけるダム止水連壁の施工について

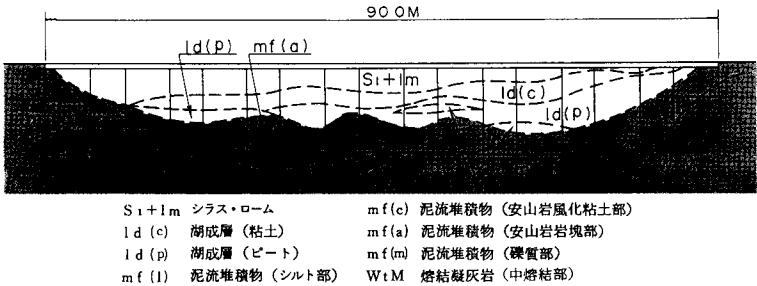
鹿島建設 株式会社 東北支店 正会員 佐々木 好  
鹿島建設 株式会社 東北支店 正会員 ○ 青野 豊彦

1 はじめに

砂礫層及び岩盤層におけるダム遮水壁としては、従来イコス工法を主体に施工されてきた。山瀬ダムにおいては、地中連続壁根入れ層である泥流堆積物中に高強度の転石が数多く存在するため、この転石を確実にしかも精度よく処理するためオールケーシング全周回転型岩盤掘削機（CD掘削機）を使用し、良好な結果を得たので、その概要を報告するものである。

2 地質概要

山瀬ダムは、秋田県の北部に位置し、米代川水系岩瀬川に建設される多目的ロックフィルダムである。ダムサイトの地質は、主に新第三紀中新世の凝灰岩類と第四紀更新世の田代岳火山噴出物よりなり、左岸は凝灰角礫岩、河床部は安山岩（貫入岩）、右岸は火山凝灰岩類・熔結凝灰岩を基盤岩とし、その上部に厚い泥流堆積物が分布している。また、泥流堆積物は堤体右岸掘削時及び堤体右岸上流壁坑掘削時に、最大粒径2m程度の安山岩巨礫を含み、その上位に粘土・シルス・ローム層が分布することが確認されていた。



(図-1 参照)

図-1 地質図

3 施工概要

(1) 工法の選定

地中連続壁施工に先立ち、ボーリング調査を行った結果、湖成層下層の泥流堆積物中に転石の存在が確認された。このためバケット式掘削機のみによる転石の掘削は不可能であり、その処理方法について検討の結果、オールケーシング全周回転型岩盤掘削機による掘削工法を採用することとした（表-1参照）。また、同掘削機は自走式及び定置式の2タイプがあるが、直線かつ同一平面上の移動となるため定置式を採用し、H形鋼をレールとし、その上に移動架台を設け、油圧ジャッキで移動する方式とした。

(2) 施工方法

転石の存在が確認されたが、賦存状態については調査ボーリングだけでは不明な点が多く、削孔ピッチについては、全区間をすべて施工基面よりピッチ0.9m～1.0mで削孔除去するものと考えた。また、転石の発生頻度が多く、形状が大きい場合については、その間を柱列削孔することとした。削孔パターンについてはバケット式掘削のエレメント割をベースにして、先行エレメント部の削孔を行い、先行エレメントのコンク

表-1 転石処理機械選定比較表

| 掘削方法                  | 掘削機                                                                                                         | 施工の特徴・良否                                                                                                                      | 判定 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 正循環ロータリー掘削          | 掘削方式<br>高圧注水により、ビットと回転しているロータリーを回転させる。<br>ずり出し<br>高圧注水による正循環式。                                              | ・水圧機<br>・トラクタが小さい。<br>・岩盤掘削は不適。                                                                                               | ×  |
| 2 逆循環ロータリー掘削          | 掘削方式<br>高圧注水により、スイベルまたはケーシングを介して、ビットを回転させる。<br>ずり出し<br>エアリフトまたはポンプサクションによる逆循環式。<br>掘削方式<br>トラクタの重量をビットにかける。 | ・掘削速度が速い。(5～10m/時)<br>・掘削には不適。(粘土下層の地層をめぐらす)<br>・全長100m以上必要。<br>・ドリルスタックの現場合わせとなり全損。<br>・ロータリーヘッドの費用が高額。<br>・工費が長く、コストアップとなる。 | ×  |
| 3 ロッドレスベースサーキュレーション掘削 | 掘削方式<br>高圧注水を駆動力として、水中電動機の駆動による多軸掘削機。<br>ずり出し<br>エアリフトまたはポンプサクションによる逆循環式。<br>掘削方式<br>トラクタの重量をビットにかける。       | ・砂礫層は掘削可、転石は掘削できない。                                                                                                           | ×  |
| 4 ロックオーガー掘削           | 掘削方式<br>高圧注水により、ビットを回転させる。<br>ずり出し<br>高圧注水により、ビットを回転させる。<br>掘削方式<br>高圧注水により、ビットを回転させる。                      | ・掘削可能な岩盤は、Softest of 程度<br>(100kg/㎡程度で岩盤が崩壊した例あり)<br>・ビットの損耗が激しく、掘削時間を要する。<br>・転石部のスクリューヘッドが過熱する。<br>(温度が上がる)                 | ×  |
| 5 高圧打撃式掘削             | 掘削方式<br>高圧注水により、ビットの上のハンマーを動作させ、ビットを打撃させる。<br>ずり出し<br>高圧注水により、ビットを回転させる。                                    | ・孔壁の保持ができない。<br>・エアが漏れる場合は、ずり出しできない。                                                                                          | ×  |
| 6 直立式掘削               | 掘削方式<br>高圧注水により、重錘を吊り上げ、孔底まで自由落下させる。<br>ずり出し<br>エアリフトによる逆循環式。                                               | ・転石に当たると孔が大きく崩れる。また掘削速度が遅く、時間を要する。<br>・転石下の地層をみだす。                                                                            | △  |
| 7 オールケーシング掘削機(CD掘削機)  | 掘削方式<br>高圧注水により、オールケーシング掘削機によるケーシングの圧入及び回転。<br>ずり出し<br>ハンダグリップにより掘削。                                        | ・転石岩盤に適用。<br>・施工精度がよく、確実に転石を処理できる。                                                                                            | ○  |

リート打設後、後行エレメントの削孔を行うパターンとした。  
各エレメントの削孔本数は先行エレメントN=7本、後行エレメントN=4本(端部N=5本)として行った。

- (3) 埋 戻 し  
掘削による削孔部分の崩落防止及び隣接孔施工時の掘削精度確保のため、転石を除いた現地発生土で埋戻しを行った。
- (4) 掘削深度及び掘削精度

バケット式掘削機による掘削を考慮し、設計深度+30cmを目標とした。また掘削精度は鉄筋籠建込み等を考慮し 1/300 以上と設定した。

#### 4. 施 工 結 果

- (1) 地質別の削孔能力  
地質別のケーシング削孔能力について表-2に示す。  
なお、削孔時排出した転石を調べた結果、玄武岩質安山岩と変質安山岩の2種類の転石に大別され、前者は  $qu = 1700 \sim 2000 \text{ kgf/cm}^2$ 、後者は  $qu = 160 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2$  であった。

- (2) 削孔精度  
1/300 以上の目標に対し、左右岸方向 1/520、上下流方向 1/760の精度(平均)であり、目標を十分に達成した。

- (3) チゼルの使用  
大きな転石にあたった場合、ハンマ－グラブによる転石の排出が不可能となるため、チゼルによる転石の破碎を併用して行った。
- (4) 砕岩プレートの使用

全周回転型岩盤掘削機による掘削は円形状であるため部分的に転石が残留する部分(デルタ)が生ずる。このためデルタ部分が残った場合で、バケット式掘削機による掘削が不可能となるか、壁面が曲がる場合に砕岩プレートを使用した。施工はH形鋼をクレーンにて吊り下げ溝壁部に建込み、これをガイドに砕岩プレートを建込み、H形鋼に沿わせて、上下動させてデルタ部分の転石を破碎した。

#### 5. お わ り に

オールケーシング全周回転型岩盤掘削機を使用し、転石除去後バケット式掘削を行う方法で所定深さまで確実に掘削することができた。今後ダム河床部、岩盤部における止水壁の施工、転石が多数存在する部分での地中連続壁の施工等の基礎資料となれば幸いである。

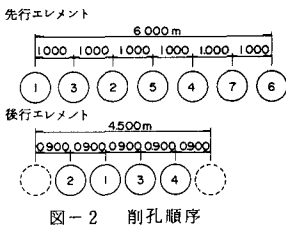


図-2 削孔順序

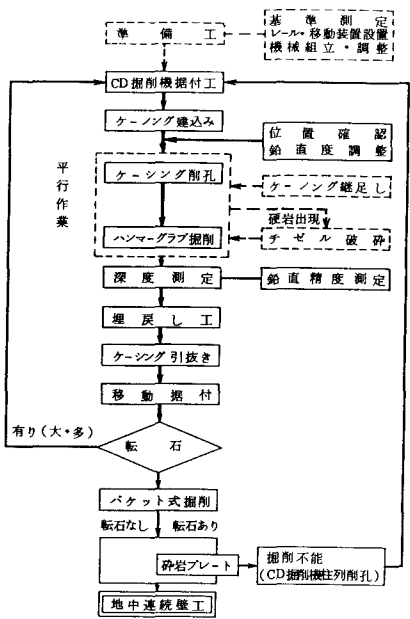


図-3 施工フロー

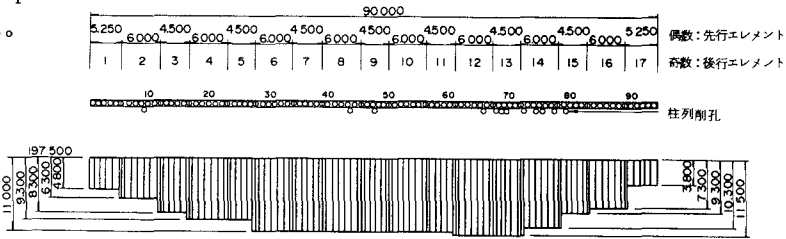


図-4 削孔割付図

表-2 地質別ケーシング削孔能力

| 地 質                | 圧入力<br>(t) | 回転トルク<br>(t・m) | 掘削速度<br>(m/h) | 備 考                                                          |
|--------------------|------------|----------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| 土 砂                | 7～10       | 4～5            | 20～25         | シラス、ローム<br>湖成層(ビート、粘土)                                       |
| m f 層              | 15～17      | 6～8            | 9～13          | N = 10～15                                                    |
| 固 結 m f 層          | 17         | 10～12          | 3～5           | N ≥ 50                                                       |
| 軟 岩 層<br>( 変質安山岩 ) | 17         | 12～14          | 1.8～2.7       | $qu = 160 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2$<br>( 157～196 MPa )      |
| 硬 岩<br>( 玄武岩質安山岩 ) | 17         | 16～20          | 0.05～0.10     | $qu = 1700 \sim 2000 \text{ kgf/cm}^2$<br>( 1667～196.1 MPa ) |