

VI-62

ダム工事に伴う崩壊性地山掘削と法面保護工の施工

フジタ工業㈱ 正会員 大内 定道 桑本 卓 藤本 直昭

1. はじめに

最近のダム建設工事においては、ダム建設適地の減少に伴い、大規模掘削や崩壊性地山処理等の問題が多く、多くのダムで見られる。砺波山田川ダムにおいても、右岸部のオープンクラックを有する崩壊性地山に対して、高低差 160m におよぶ長大法面が計画され、この掘削および法面保護を安全かつ合理的に施工することが、ダム工事全体の成否を左右する第一歩と考えられた。

2. 工事概要

砺波山田川ダムは、富山県西部に位置する一級河川小矢部川水系山田川に建設中の堤高59m、堤体積13.7万 m^3 の重力式コンクリートダムである。ダムサイトの地質は、中新世の凝灰角礫岩、安山岩を主体とし、一部にヒン岩の貫入が見られる。特に堤体掘削の大部分を占める右岸中腹より上部の凝灰角礫岩は、全体として地表面より50mの深さまでオープンクラックを多く含むゆるんだ地山となっている。さらに、右岸頂部には27.5万Vの高圧鉄塔があるため、これの移設問題や全体掘削量も含めた掘削線の総合的検討がなされ、図-1の通りゆるみゾーンを半分残し、ロックアンカーと吹付法砕工で安定を計る工法が採用された。これらの工事内容は、ロックアンカー(平均長35.5m) 402本、吹付法砕工(断面 700×700 、芯々 $4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$) 6000 m^2 の組合せで、高低差 100mの範囲に渡っている。又、地山の安定を図るため、掘削に際しては、1小段10mを単位として掘削後、ただちに法面保護工を完成させ次段へ下がるのが義務づけられている。このため、この工程が全体工程の中でクリティカルパスとなっており、10ヶ月が与えられている。

図-1 法面保護工断面図

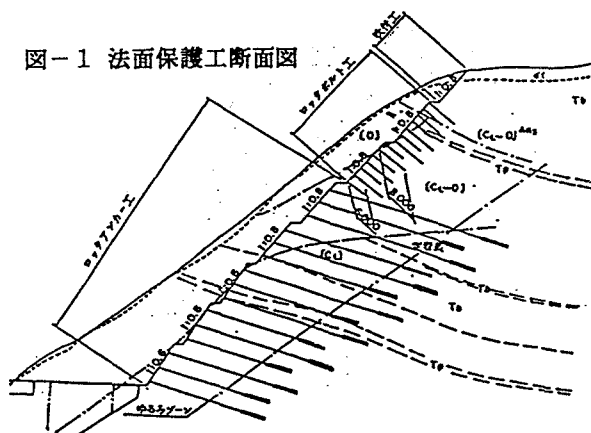
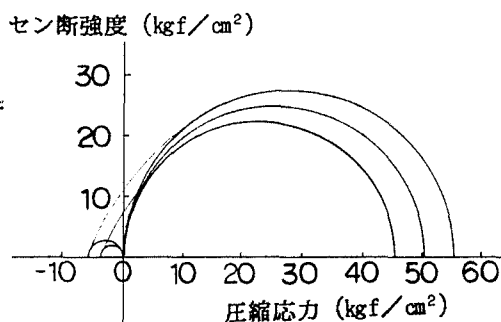


図-2 岩石試験によるせん断強度算定



3. 施工上の問題点と解決策

工事を施工するに当たり、設計条件の確認・工程の確保・安全性の確認等解決しなければならない問題点が数多く存在した。これらの中で特に大きな問題は以下の2項目であった。

- (1) ロックアンカー定着部強度の確認と施工へのフィードバック
- (2) 地山掘削と法面保護工の調整による工程確保と施工途中の安全確保

これらの問題点について、以下の通り検討し対策を求めた。

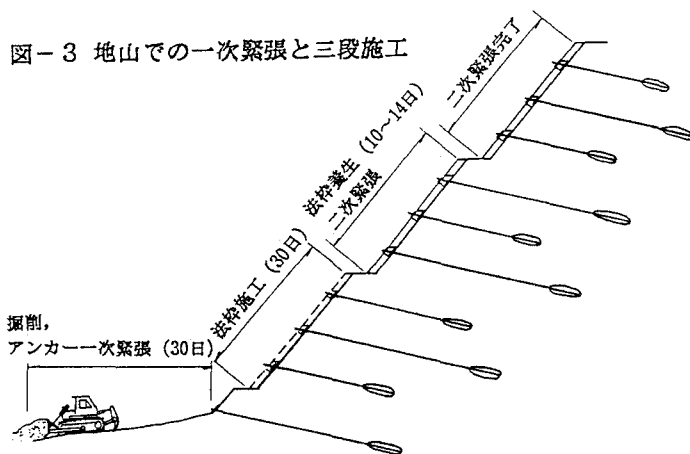
（1）岩石試験による定着部強度の推定と定着部の変更

本工事のロックアンカー定着部の設計では、周辺摩擦抵抗値として軟岩中位の 12.5 kgf/cm^2 を採用している。しかし、凝灰角礫岩は局部的に軽石質凝灰岩等の弱層をレンズ状にはさむため、この部分の強度を求める必要があった。一般に、周辺摩擦抵抗値を求めるためには、引抜き試験を実施する必要があるが、費用や工期面で多くのものが必要であり、数多く実施することはできない。このため、岩のせん断強度に着目し、図-2の通り簡便な岩石試験によりせん断強度を求め、周辺摩擦抵抗力を推定する方法を採用した。この結果、弱層と考えられた部分のせん断強度は、 $\tau_{\min}=8 \text{ kgf/cm}^2 \sim \tau_{\max}=12 \text{ kgf/cm}^2$ と、設計周辺摩擦抵抗値を下回る結果となった。このため、同様の岩盤を対象に引抜き試験を2本実施し周辺摩擦抵抗値を求めた結果、それぞれ $\tau=6.7 \text{ kgf/cm}^2$, 7.7 kgf/cm^2 といずれも設計値を下回ったため、定着部の一部分でも弱層に入る恐れのあるアンカーについては、定着部を深くし弱層をさける方法と、設計値を 6.7 kgf/cm^2 として定着長の変更を行う方法の2案を経済比較により選定し、設計条件を確保した。

（2）地山での一次緊張工法の採用による安全確保と工程の短縮

地山崩壊防止のため掘削10m毎に法面保護工を完成させる方法では、10m当り1.5～2.0ヶ月必要であり、求められている10ヶ月の工程確保は困難である。又、この間の機械や作業員の休止ロスも大きい。これらの問題点を解決するため、図-3に示すような3段施工を考えた。すなわち、掘削後直ちにアンカーを地山で一次緊張しながら掘削を継続する。法枠組立～吹付～養生～二次緊張はこれに引続き行い、掘削を含め30mを3ヶ月で施工することにより、10ヶ月の工程を確保する。又、崩壊防止については、施工途中の安全率 1.1以上を確保するための一次緊張を

導入することとし、安定計算より求めた。求められた値は設計導入力の10%程度であったが、本緊張時の初期緊張荷重等を考慮し、15%とした。さらに、施工途中の安全を監視するため、アンカー荷重計（14ヶ所）、伸縮計（3測線）、孔内傾斜計（3ヶ所×20点）等を設置し、データを電話回線で事務所のパソコンへ導き、掘削、アンカー一次緊張（30日）、常時観測・警報発令のできるシステムを開発し、採用した。



4. おわりに

自動計測と組合せた地山での一次緊張工法の採用により、オープクラックを有する崩壊性の地山掘削において、機械休止ロスを無くするとともに安全施工で工程を確保することができた。2年以上に渡る計測においても、小動物によるケーブル破損等により誤警報が数回発生した以外は異常は無く、計測データも孔内傾斜計で $\pm 10 \text{ mm}$ 、荷重計で $\pm 5 \text{ t}$ 程度と安全な値を示している。又、周辺摩擦抵抗値を岩石試験により推定する方法は簡便で早く結果が得られるため、引抜き試験の対象地質を把握したり概略の値を求めるのに有効な方法であると考えられる。