

重力式ダムにおける付加体堆積物地盤の処理

西松建設(株) 西日本支社 正会員 ○中尾 光宏

1. はじめに

河内川ダムは、福井県三方上中郡若狭町に建設されている多目的ダムである。堤体型式は重力式コンクリートダム、諸元は堤頂長 202.3m、堤高 77.5m、堤体積 25.8 万 m^3 、総貯水量 800 万 m^3 である。図-1 に平面図を示す。

重力式ダム基礎地盤の処理では、基礎掘削により地山の脆弱部や高透水ゾーンを除去し、グラウチングにより止水性や安全性を高めるのが一般的である。当ダムにおいても、事前調査から得られた地質、透水性、地下水位等に関する情報に基づき、基礎掘削線やグラウチング改良範囲を決定していた。しかし、付加体堆積物からなるダムサイトの地質は想定以上に複雑な構造をなしており、工事着手後に設計・施工計画の見直しを随時行いながらの施工となった。

本稿では、当ダムでの基礎の処理について報告する。

2. ダムサイトの地質

河内川ダムは地体構造区分の丹波帯に位置する。丹波帯は付加体堆積物を主体とした地質構造帯であり、中生代ジュラ紀の砂岩・泥岩などの陸源性堆積岩類と、それよりも生成年代の古い緑色岩、チャート、石灰岩、玄武岩などの海洋性起源の岩石類から構成されている。付加体とは、海洋プレートが大陸プレート下に沈み込む際に、海底に堆積した珪質層を巻き込んで形成された地質である。

ダムサイト周辺の地質は泥質岩(粘板岩・頁岩)を主体とし、この他チャート、石灰岩の岩帯を含んでいる。基質である泥質岩は中生代ジュラ紀に、それに取り込まれている緑色岩類、チャート、石灰岩はより古い三疊紀から石炭紀に生成したものである。ダム周辺では下流下りの地質分布をなし、生成年代の新しいものが古いものの下位に位置する。ダム敷に卓越する緑色岩層の下に、上流に分布する粘板岩層が潜り込んでいる。

3. 設計段階の見直し

河内川ダムの当初基礎掘削計画は、基礎地盤のせん断強度確保と高透水路除去を条件としていた。しかし、環境負荷やコストの低減を図るため、高透水路はグラウチング処理により掘削量を減ずることとした。

また新たなグラウチング計画は、施工の効率化やコスト削減を目的に透水性の改良目標値を緩和した。さらに、当初ダム敷全域としていたコンソリデーショングラウチング(以下、コンソリ)改良範囲を上流部および下流部の一部脆弱部に縮小し、深度も浅くすることとした。

当初ダム高程度の深さとしていたカーテングラウチング(以下、カーテン)の改良範囲はダム高の半分程度に縮小し、低透水と見込まれる範囲は施工範囲から除外した。グラウチング計画の概要を図-2 に示す。

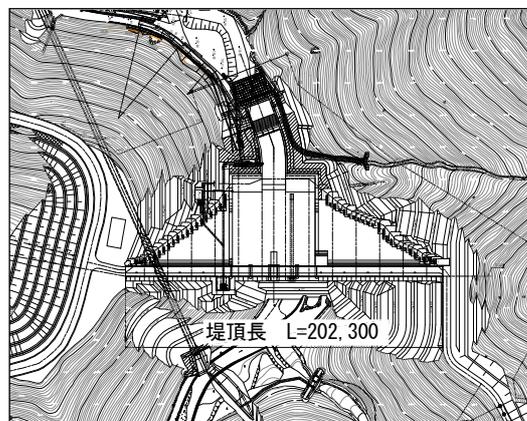


図-1 河内川ダム平面図

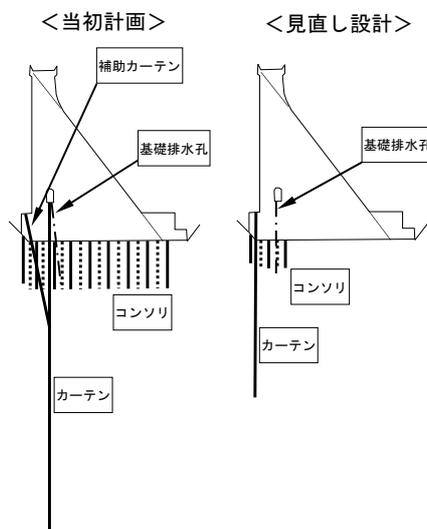


図-2 グ라우チング計画概略図

キーワード ダム, 基礎, 付加体堆積物, グ라우チング

連絡先 〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1-23-1 (虎ノ門ヒルズ森タワー10F) 西松建設(株) TEL 03-3502-0232

4. 施工段階の対応

施工段階に移ってからは、調査・設計段階では想定困難であった複雑な地質構造に起因した事象に直面した。調査時には全く認識されていなかったもの、懸念はしていたが詳細未確認であったもの等が顕在化し、それぞれ対応を検討しながら施工を進めた。確認された事象別の状況と対応を表-1に示す。

表-1 事象別対応一覧

※【 】内は当初の設計及び計画

No.	事象	対応	効果
1	・左岸傾斜部上下流に連続する大規模低角度破砕帯(F-a)を確認【調査時未確認】	・削孔径拡大(φ66→86mm)でコア採取率を上げ分布状況確認 ・破砕帯周辺の掘削勾配を立て露出面積を最小化 ・グラウテング孔を破砕帯を貫くまで延伸・孔間隔の縮小(図-3)	・堤体安定への影響低減 ・基礎地盤の均一化 ・破砕帯周辺の透水性改良
2	・左岸地山(リム)部に高透水ゾーン(数百Lu)を確認 ・破砕帯(F-a)を挟む二段水位の形成により下部の地下水位が低いことを確認【調査時未確認】	・コア観察で地山深部の風化、劣化状況を確認 ・孔内圧力センサーで地下水位、透水性を高精度に確認 ・改良深度・範囲やグラウテング配孔を見直しながら施工(図-4)	・左岸地山(リム)部の漏水リスク低減
3	・ダム敷上下流方向に連続する高角度破砕帯を複数確認【左右岸方向と想定】	・破砕帯両側から貫く斜孔でのグラウテングで10Lu程度まで改良	・破砕帯周辺の漏水リスク低減
4	・左右岸下流堤趾部に石灰岩・方解石の岩脈が露呈 ・一部は溶食し流入粘土が充填した空隙を確認【ダム敷に分布しないと想定】	・露呈した石灰岩脈は丁寧に除去 ・コア採取で岩脈分布を確認し、グラウテングで空隙充填	・基礎地盤脆弱部の補強 ・溶食空隙からの漏水リスク低減
5	・河床部で広い範囲に亀裂の発達したC _M 級岩盤の分布を確認【C _M 級岩盤が支配的と想定】	・ダム敷全域に弱部補強グラウテングで10Lu程度まで改良	・堤体安定への影響低減 ・基礎地盤の均一化 ・浸透水抑制により揚圧力低減
6	・左岸部に流入粘土の介在する開口割れ目ゾーンの分布を確認【分布範囲未確認】	・削孔径拡大(φ66→86mm)でコア採取率を上げ分布状況確認 ・Lu値での透水性管理、低限界圧力部への追加孔施工で補強	・堤体安定への影響低減 ・基礎地盤の均一化
7	・破砕帯や亀裂帯が多く複雑に分布 ・流入粘土や砂状物質の介在で一般的なセメントミルク改良は困難【一般的なグラウテングで改良可能】	・注入の圧力(0.3→0.4Mpa)、材料(高炉セメント→超微粒子セメント)、開始配合濃度(1:10→1:12)、配合切替基準等の施工仕様を変更し、注入効果を確認しながら施工 ・河床浅部カーテンの改良目標値緩和(2Lu→3Lu) ・グラウトライン複列化で改良幅を増厚(1列→2列)	・貯水池からの漏水リスク低減 ・揚圧力の低減

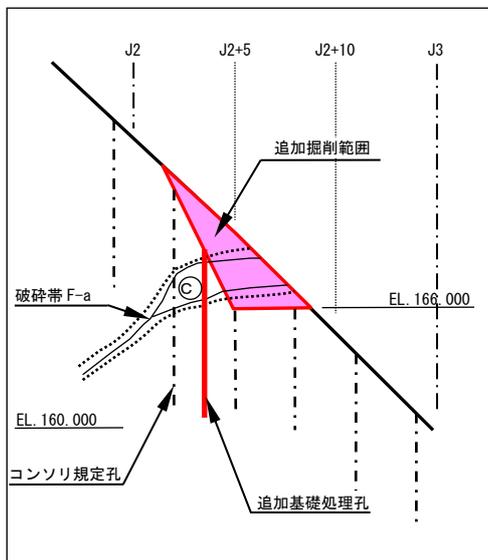


図-3 大規模低角度破砕帯処理概要図

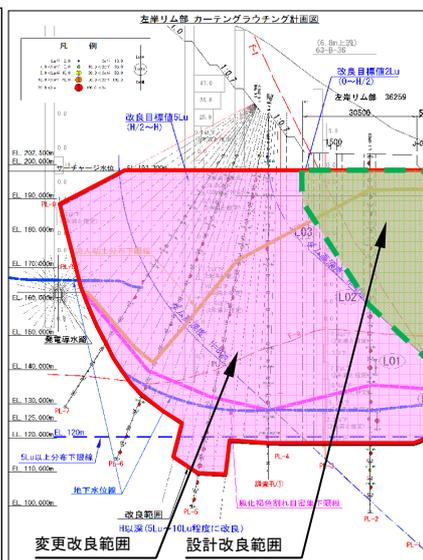


図-4 高透水性・低地下水位ゾーン処理概要図



写真-1 試験湛水状況

5. おわりに

河内川ダムの基礎地盤は、地質構成が複雑であったため、設計時の限られた調査では正確な把握が困難であった。施工では懸念事項を念頭に置きながら情報収集に努め、随時施工に反映させながら所定の品質を満足させることができた。今後は、現在実施中の試験湛水の結果を検証し、本稿で述べた対応を再評価したい。

最後になりましたが、工事にあたり多大なご指導・ご協力をいただいた関係各位に対し、厚く感謝の意を表します。