

複雑な分布をした火砕流堆積物地盤におけるカーテングラウチングの施工実績

大成建設(株) 正会員 ○西 智宏
 大成建設(株) 正会員 前川 英範
 大分県 森下 雅広

1. はじめに

玉来ダムは、一級河川大野川水系玉来川に治水専用の流水型ダムとして大分県が建設する堤高 52.0m、堤頂長 145.0m、堤体積約 13.7 万 m³ の重力式コンクリートダムであり、2022 年 9 月に試験湛水を開始し、2023 年 1 月より運用を開始している。

本報は、玉来ダムにおいて複雑な分布をした火砕流堆積物地盤におけるカーテングラウチングの施工実績について述べるものである。

2. ダムサイトの地質

玉来ダム周辺の地質は、新生代第四紀更新世に阿蘇火山や、くじゅう火山等から噴出した複数の火山碎屑物が層状に分布している。

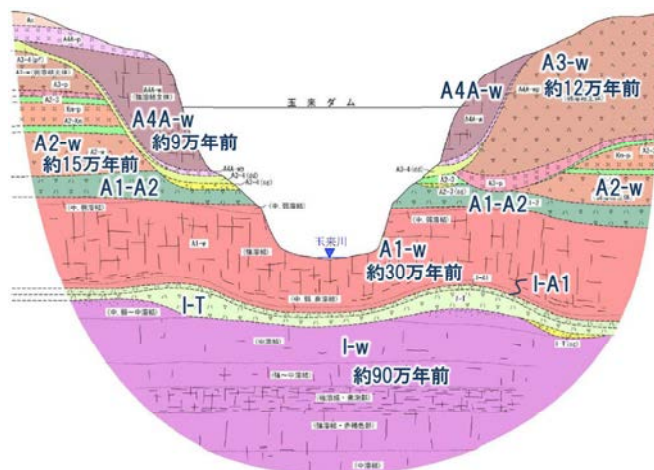


図-1 ダムサイトの地質分布図

ダムサイトの地質は図-1に示すように、阿蘇山の1回目の大規模な火砕流噴出(約30万年前)の際に堆積したAso-1火砕流(A1-w)を基礎岩盤とし、その下位に今市火砕流(I-w)が分布している。A1-wの上位には、Aso-2火砕流(A2-w)、Aso-3火砕流(A3-w)、Aso-4火砕流(A4A-w)が分布している。各火砕流間には、降下火砕物(火山灰、軽石等)や岩屑流堆積物および旧河床砂礫からなる挟み層が分布しており、非常に複雑な地質分布をしている。

3. カーテングラウチングの計画概要

火砕流堆積物は、その溶結の程度によって岩盤の強度や透水性が異なり、A2-wとA3-wは低透水性であるため、カーテングラウチングの対象地盤は高透水性の岩盤であるA1-wおよびA4A-wである。A4A-wは左岸天端付近での部分的なグラウチングになるため、本報はA1-wにおけるカーテングラウチングについて述べる。

A1-wの上部に分布する挟み層(A1-2)や、下部に分布する挟み層(I-A1、I-T)は、軟質かつ低透水性であり、広範囲に分布している。そこで本カーテングラウチングは、「A1-wの上下の挟み層を自然の遮水層として活用しつつ、高透水のA1-wのみグラウチングにより遮水性改良を行う」という施工面で非常に難易度の高い計画である。

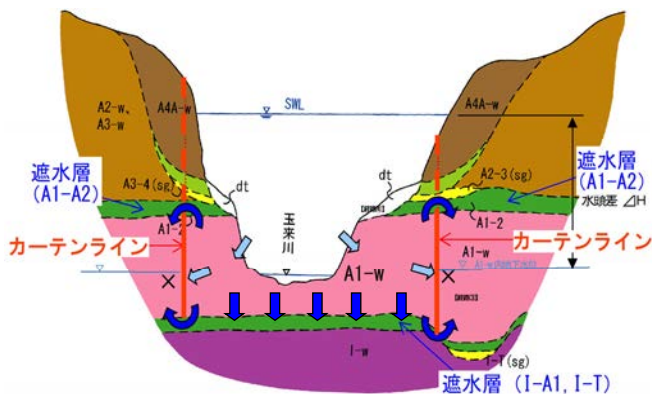


図-2 遮水計画概念図

図-2に遮水計画概念図を示す。A1-w上下の挟み層は浸透破壊抵抗性が小さいため、カーテングラウチングにより改良されたA1-w上下端において発生する浸透流に対して、十分に安全性を確保する必要がある。そこで、図-3に示すように、列間隔 1.0mの完全複列配置とし、改良幅は浸透破壊抵抗性の照査結果より 2.0m(改良目標値 5Lu 程度)の厚みを持たせ、浸透破壊を防止する計画である。

キーワード 火砕流堆積物、カーテングラウチング、試験施工

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社土木本部土木技術部ダム技術室 TEL 03-3348-5282

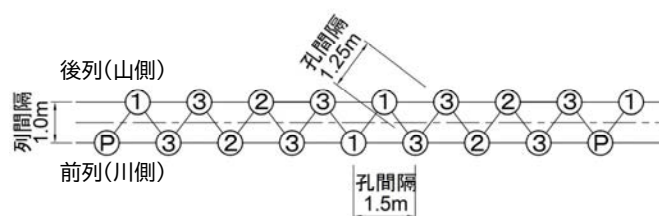


図-3 カーテングラウチング標準孔配置図

また、A 1-wの強溶結部に発達している高角度の冷却節理を効率よく捕捉するため、前・後列は差し向かいに角度（5度）をつけた孔配置とした。

なお、A 1-wはダムサイトのみならず、貯水池にも連続して分布しているが、玉来ダムでは流水型ダムであることや、堤体基礎地盤の浸透破壊抵抗性に対する照査結果、ダム直下流に対する社会的影響の防止、などを考慮し、堤体から上流へ300mの範囲を貯水池カーテングラウチングの範囲としている。

3. 試験施工の実施

施工面で非常に難易度の高いカーテングラウチングとなるため、本施工前に左岸上流のカーテンライン付近のヤードにおいて、試験施工を2年かけて実施し、以下の事項を確認し、本施工の仕様を決定した。

① 上下位挟み層の分布位置および改良対象範囲を、正確かつ効率的に把握するための手法の確立

→先行調査ボーリングによる地質情報の事前把握

② 2.0mの厚みを確保した改良体を形成するための孔配置および注入仕様の確認

→現状の孔配置と注入仕様で2.0mの改良幅を形成できることを確認

③ 上下位挟み層を乱すことなく、A 1-wのみを改良できる地層境界部における注入仕様の確立

→挟み層との境界部の注入ステージを「ステージ長2.0m」「注入圧力を口元+0.1MPa」の仕様に変更

4. カーテングラウチングの実績

A 1-wの上下位に分布する挟み層の位置を正確に把握するため、カーテングラウチングの施工に先立ち、先行調査ボーリングを実施した。先行調査ボーリングは図-4に示すように、カーテングラウチング前列のパイロット孔（@12m）および1次孔から川側に0.5m離れた位置で実施した。仕様はφ66（コアあり）のパイロット孔仕様とし、ボアホールカメラによる孔内観測も行うことで、上下位挟み層の位置と性状把握を詳細に行うことができた。なお先行調査ボ

ーリングを実施するため、当初設計のパイロット孔は、仕様を変更し1次孔として取り扱った。

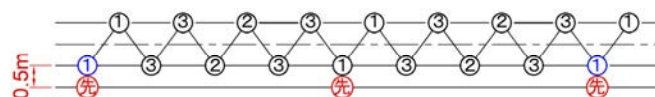


図-4 先行調査孔配置図

先行調査ボーリング施工時には、A 1-wの強溶結部で確認された開口節理に起因する100Lu以上の高透水性岩盤の存在や、削孔水が岩盤内に逸水して孔口まで上昇しない事象が確認された。その場合、グラウチングに先立ってモルタル注入を行い、グラウト材の逸散を防いだ。また得られた正確な地質情報に基づき、ステージ割や圧力・配合の施工仕様を事前に決定することができた。このように先行調査ボーリングは、「カーテングラウチングが効率的かつ効果的に進捗するための事前処置的な役割」も有している。

カーテングラウチングは、試験施工で決定された仕様を元に2020年3月に施工を開始した。施工中に「A 1-wが露出した斜面部でのリーク」や「高透水性を示し、規定量中断を繰り返す箇所」などが確認されたが、施工実績を踏まえ、A 1-w露出部のコンクリート置き換え処置や、注入仕様の見直し、追加のモルタル注入孔の施工などを行いながら対応した。

施工時には、発注者・設計者・施工者で共有クラウドを構築し、リアルタイムで三者が情報共有できるようにした。それにより課題に対して速やかに対処することができ、2022年8月にカーテングラウチングを完了させた。施工実績は、ボーリング62,700m、グラウチング27,120時間、総セメント量は2,450tであった（先行調査ボーリング含む）。

5. おわりに

本工事では、複雑な分布をした火砕流堆積物地盤において、改良対象地盤のA 1-wを「軟質かつ低透水性の上下位挟み層を痛めることなく遮水性改良する」という難易度の高いカーテングラウチングを、大きな問題を発生させることなく完了することができた。それは試験施工によりその効果と現実性を検証し、施工中も三者が情報共有をリアルタイムに行ったことが要因として挙げられる。

今回の取り組みが、今後同様の地盤性状を有するカーテングラウチングの展開に繋がる一例を示したと考える。