

大規模天然ダムの長大斜仮排水路の水制 (TAO 工法) について

大成建設(株) 正会員○天野 健次
大成建設(株) 正会員 織田 幸伸

大成建設(株) 正会員 達富 賢二
大成建設(株) 正会員 大塚 康之

1. 目的

土砂崩壊による河道閉塞により発生した天然ダムは、悪天候時における越流等により土石流災害の発生が懸念される。二次災害を防ぎ、その下流域の住民に対する安全性を確保するため、早期に安定した排水可能な水路を造成することが必要となる。

平成23年9月3日に上陸した台風12号により発生した天然ダムは、ダム高がほぼ100mで、その下流面は勾配が約50%の急斜面の形状を有した(写真-1)。また、陸路の無い場所での発生であり、出水期までに完成する必要があるなど、運搬可能な能力の機械の中で工期短縮を図れるような排水路の設計・および施工方法を立案し、その造成を行う必要が生じた。本稿では、斜仮排水路について述べるものである。



写真-1 天然ダム（栗平地区；奈良県十津川村）

2. 斜仮排水路の工事概要

以下に示す制約条件を満足する施工方法を決定した。

■基盤造成

運搬の制約を解決するため、現地発生土砂を有効利用したセメント改良土を採用した。目標強度レベルは、土砂の性状より0.15～9.0N/mm²（過去の実績）でかなりのばらつきがあるが、水平部におけるFEM解析の結果より0.5N/mm²とした(図-1, 2)。

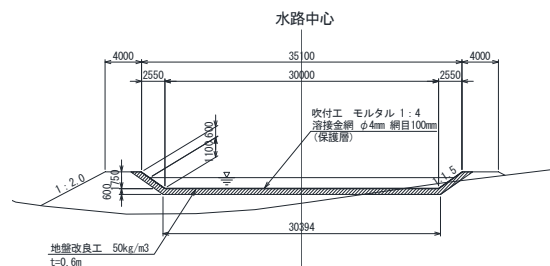


図-1 斜仮排水路断面図

■表面処理

水流による洗掘防止は、工期短縮を図るため型枠コンクリートではなく、吹付モルタルを施工する。しかし、当該部は長大斜面(斜長約130m)であるため、排水流速が早くなり構造物安定性に問題が生じる可能性があった。よって、水路の粗度付の方法として考えられている、イボ型粗度の形状をお椀状に工夫した構造を採用した。

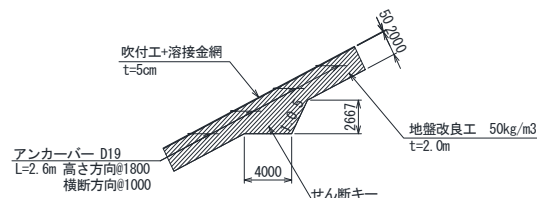
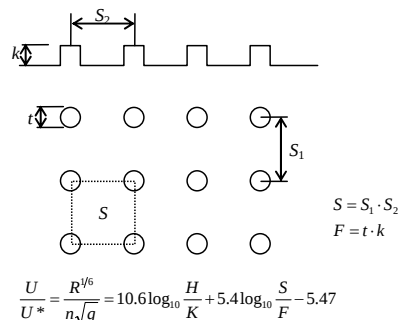


図-2 斜仮排水路縦断面図

3. 水路粗度率向上のための施工方法 (TAO 工法)

水路粗度向上のための技術としては、カゴマット工法、布製型枠工(ファブリホーム等)、モルタル吹付工、地盤改良+モルタル吹付工などの工法が考えられる。その中で、緊急工事で資材運搬経路が確保されていないことや、工程的な面、経済性の面から判断して、地盤改良+モルタル吹付工を選定した。

しかし、カゴマットや布製型枠(それぞれ粗度係数0.032, 0.025)に対し、モルタル吹付は粗度が小さく(粗度係数0.019)、流速が大きくなることで、吹付工の損傷や斜路下流端での衝撃圧の発生などが懸念された。そこで、イボ型粗度(図-3、参考文献-1, 2)による、人工粗度を設置した。流木等の衝突を考慮して粗度の形状はお椀状とし、その設置にはアンカーの定着部を利用した(図-4 参照)。



H:水深, K:イボ型粗度の高さ, S:1つのイボ型粗度が受け持つ面積, F:1つのイボ型粗度の流れに対する投影面積, U*:摩擦速度, U:平均流速, n:粗度係数, R:径深

図-3 イボ粗度の考え方 (参考文献-1)

キーワード 天然ダム, 長大斜仮排水路, 粗度係数, 吹付工法, TAO 工法

連絡先 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場1-14-10 大成建設(株)関西支店 TEL 06-6265-4604

なおこのアンカーは、モルタル吹付工自体の流出（剥離）防止を目的としたものでもある。したがって、アンカーバーによりイボ型粗度の定着を確保すると同時に、イボ型粗度がアンカーバー定着部の保護の役割を果たしている。イボ型粗度の形状は、粗度係数がカゴマットと同等の0.032となるように、図-3を参考に決定した。

写真-2～4にTAO工法の施工状況を示す。人工粗度は、その形状の均一性を確保するため、特殊なお椀状の鉄筋籠を製作し、その内部に吹付けを実施して構築した。



写真-2 お椀形状出来形管理



写真-3 吹付け状況

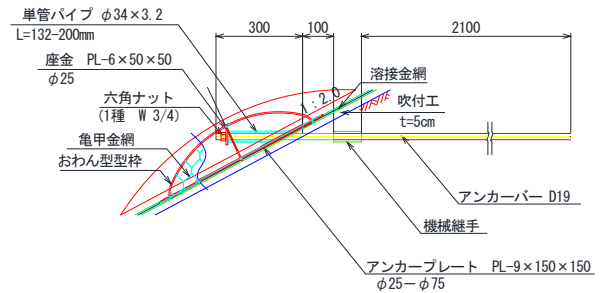


図-4 アンカー定着部形状 (TAO 工法)

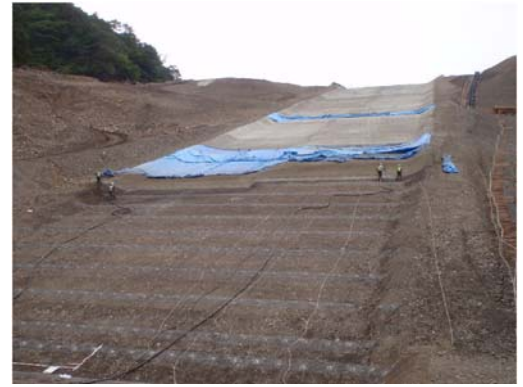


写真-4 斜仮排水路施工全景

4. 対策工の効果と検証

平成24年6月19日の台風4号による降雨により、施工済の斜仮排水路に土砂ダムからの水が流下した。写真-5に示す通り、水流TAO工法により減衰されている様子が判断できる。

今回のように緊急対策工事としての斜仮排水路の造成は、本設水路の完了までの数年の使用に耐えることが可能であり、しかも短期間に大流量を流すことが可能な水路の設置方法として、最適と考える（セメント改良土＋モルタル吹付けの水路）。

セメントと現地発生土砂が主材料である地盤改良と吹付工は、仮設構造物の施工においてローコストで、しかも任意の構造形状の水路を早期に設けることが可能である。また、モルタルであるため粗度係数は低くなり流速を抑えることが難しいという欠点を持っているが、当現場では、水路表面にお椀上の突起物を設けることにより解決することができたと考える。

5. おわりに

長大斜仮排水路は、3度の台風にも耐えることができたが、天然ダム満水位の状態で迎えた昨年の台風17号により流出した。その原因は、想定以上の強度の降雨があったことと、本水路流末部が崩壊土砂上に造成されているため、洗掘崩壊したと推測されている。ただし、天然ダム湖面まで水路崩壊が到達せず、その機能を十分発揮したため、下流域への土砂流失は最小限に抑えることができたと考える。

今後は、以前の急斜面構造から変化し、比較的緩斜面構造となったため、斜仮排水路の復旧ではなく、天然ダム内の水位を下げ、バイパス排水路を作成し、最下流部に堰を造成するなど、減災化に努めて次期出水期に備える。その後、落差工など本設対策工の施工を適時進める所存である。

最後に、本論文の作成にあたり技術的な支援を頂いた、国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- ・参考文献-1；須賀堯三（1990）：水理模型実験，山海堂，PP. 84-85
- ・参考文献-2；足立昭平（1962）：人工粗度の実験的研究，京大防災研究所年報第5号A，PP. 252-259



写真-5 流下状況 (台風4号)