

## 近年のダム建設におけるカーテングラウチングの合理化内容の分析

独立行政法人土木研究所 正会員 ○佐藤弘行  
(財)ダム技術センター 正会員 山口嘉一

## 1. はじめに

近年、流水型ダムの計画・建設が増加している。現行のダムのカーテングラウチングの計画設計においては、湛水に伴う浸透現象の非定常性を考慮せず、設計上安全側の対応として定常問題として扱っている。しかし、流水型ダムにおいては、常時満水位(NWL)が河床標高付近に存在し、NWLからサーチャージ水位(SWL)の間のアバットメント部の基礎地盤については洪水時に一時的に水浸するのみである。そのため、基礎岩盤の浸透の非定常性を考慮することで、カーテングラウチングの基礎浅部における改良目標値の緩和や深度(範囲)の短縮(縮小)などの合理化の可能性を積極的に検討し、ダムの安全性を確保した上でその建設コストの削減を図れる可能性がある。ただし、合理化検討に当たっては、合理化検討が可能となる地盤条件を明確にした上で、グラウチング処理部および未処理部の透水性のばらつきが集中的な浸透の発生を引き起こす可能性についても考慮する必要がある。

本論文では、グラウチングの合理化が実施され始めたグラウチング技術指針の改訂(平成15年)の約2年前から現在までに試験湛水を行った78ダムのカーテングラウチングに関する資料の収集を行い、カーテングラウチングの合理化内容について整理分析を行った。

## 2. カーテングラウチングの基礎的資料の整理

## 2.1 調査対象ダム

カーテングラウチングの合理化が実施され始めたグラウチング技術指針の改訂(平成15年)の約2年前から現在までに試験湛水を行った78ダムのカーテングラウチングについて、調査時および施工時の地質図・岩級区分図・ルジオンマップ、計画図、実績図、超過確率図などカーテングラウチングに関する資料、および試験湛水時の漏水量などについての資料を収集し、基礎的な整理を行った。対象ダムは78ダムである。なお、78ダムのうち4ダムはカーテングラウチングが施工されていない。

## 2.2 調査対象ダムの型式

調査対象78ダムのうち、重力式コンクリートダムが63基(80.8%)、ロックフィルダムが12基(15.4%)、アースフィルダムが2基(2.6%)、複合ダムが1基(1.3%)、となり、重力式コンクリートダムの割合が大きかった。

## 3. カーテングラウチングの合理化内容

調査対象ダムでは、その当時の基準に従い、ダムの形式、規模、基礎岩盤の性状に応じて基礎処理計画が立案されている。そして、基準の改訂に伴う新基準に適応する見直しや、新しい調査・施工情報に基づいたグラウチ

ングの合理化が行われている。基礎処理計画の見直しは、グラウチング技術指針改訂と連動して実施されていることが多かった。グラウチング技術指針は次の三段階に区分できる。

- ① S58.11 グ라우チング技術指針 同解説<sup>1)</sup>(以下、旧指針)
- ② H14.4 グ라우チング技術指針(案) 同解説<sup>2)</sup>
- ③ H15.4 グ라우チング技術指針 同解説<sup>3)</sup>(以下、新指針)

収集した資料から、調査対象ダムの基礎処理計画および施工仕様の変遷などの合理化内容を整理した結果、調査対象ダムのカーテングラウチングの合理化内容については、大きく計画変更と施工仕様変更の2つに分類することができた。カーテングラウチングが施工された74ダムのうち、カーテングラウチングの合理化が実施されたダムは66であった。66ダムのうち、計画変更の合理化が実施されたダムは64、仕様変更の合理化が実施されたダムは46であった。本論文では計画変更に関する合理化内容について記述する。

調査対象ダムにおいては、計画変更にかかる合理化内容として、以下の項目に関する合理化が実施されていた。

## ① 施工範囲の変更・緩和

深部の施工深度を緩和したり、施工ブロック毎に深度を変更している例が多い。リム部の施工範囲については、旧指針ではサーチャージ水位と地下水位、あるいは難透水性ゾーンの交点までが基本とされていたが、新指針では常時満水位+ $\alpha$ と地下水位、あるいは水理地質構造的な難透水性部までが基本、と変更・緩和されている。

## ② 改良目標値の変更・緩和

旧指針では基礎岩盤で一律の改良目標値が設定されていたが、新指針では深度ゾーン別に設定され、特に深部の改良目標値が変更・緩和されている例が多い。

## ③ 規定孔次数の変更・緩和

旧指針では3次孔規定孔のダムが多いが、新指針では2次孔規定孔の例が多い。また、浅部の規定孔は3次孔、深部の規定孔は2次孔と、施工深度により規定孔次数を変化・緩和させている例がある。

## ④ 追加孔基準の変更・緩和

旧指針では対象孔周りの全ての孔に追加孔を施工していたが、新指針では対象孔周りのうち隣接孔のルジオン値が大きい箇所から追加基準を満たすまでの孔だけ施工している例が多い。

## ⑤ その他

【キーワード】ダム、カーテングラウチング、合理化

【連絡先】〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 Tel.029-879-6781 Fax.029-879-6737

単列の孔配置から複列の孔配置に変更した例がある。

図-1 に計画変更が実施されたダム数を示す。1 ダムで複数の計画変更の合理化が実施された場合があるため、図-1 のダム数の合計はカーテングラウチングが施工されたダム数 74 よりも多くなっている。図-1 より、調査対象ダムにおいては、計画変更項目の①、②、③の合理化が実施されたダムが多くなっている。

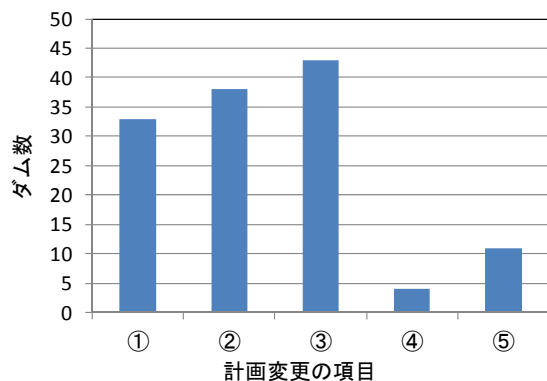


図-1 計画変更の各項目の合理化を実施したダム数  
(※①から⑤は本文中の計画変更の項目に対応)

#### 4. 試験湛水時に漏水量が比較的多かったダム

調査対象ダムのうち、試験湛水時に安全性上の大きな問題が発生したダムはなかったが、漏水量が比較的多かったことが確認できた 8 ダムを表-1 に示す。なお、8 ダムともに試験湛水は終了し、現在も通常通り運用されている。

A ダム：河床部ドレーン 1 孔から最大 37.6L/min の漏水があった。左岸部に追加コンソリデーショングラウチングを実施した。

B ダム：河床部ドレーン 1 孔からの漏水は最大 14L/min で多くはなかったが、クロスギャラリーにある基礎排水孔で最大 215L/min、堤体下流に設置されたドレーン孔で最大 432L/min となった。排水ボーリングにより下流地下水位を約 10m 低下させたところ、上記の各孔からの漏水量はほぼ半減した。

C ダム：右岸河床部ドレーン 1 孔から最大 49.9 L/min の漏水があった。

D ダム：右岸部ドレーン 1 孔から最大 23.8L/min の漏水があった。

E ダム：河床部ドレーン 1 孔から最大 49.9 L/min の漏水があった。

F ダム：右岸部のドレーン 1 孔から最大 39.6 L/min の漏水があった。

G ダム：河床部付近を中心に、ドレーン孔からの漏水量が 20L/min 超過する孔が 7 孔確認された。二次転流時から漏水の増加が確認され、基礎排水孔周辺の対策グラウチングを実施し、現在通廊からの追加カーテングラウチングを施工した。

表-1 試験湛水時に比較的多かったダム

| ダム名 | ダム型式 | 基礎岩盤の分類         |
|-----|------|-----------------|
| A   | G    | 白亜紀花崗閃緑岩        |
| B   | G    | 白亜紀花崗閃緑岩        |
| C   | G    | 白亜紀黒雲母花崗岩       |
| D   | G    | 第三紀花崗閃緑岩        |
| E   | G    | 白亜紀花崗岩          |
| F   | G    | 白亜紀流紋岩類、第四紀火山岩類 |
| G   | G    | 白亜紀花崗岩          |
| H   | G    | 白亜紀花崗岩          |

※型式の G は重力式コンクリートダム。

H ダム：二次転流において、最深河床部の基礎排水孔の漏水が増加し、10L/min 超過孔が 4 孔、最大 40L/min が確認された。

表-1 の 8 ダムのうち、7 ダムでは花崗岩系の岩盤を基礎としている。ページ数の都合により詳細は省略するが、これらのダムについて、漏水の要因となる可能性がある項目について、追加グラウチングのための調査資料などの整理分析を行ったところ、グラウチングにより透水性の改良が困難と考えられる浅部の微細な開口割れ目や、マサを挟在する高角度割れ目などが要因である可能性が高いことがわかった。

#### 5. まとめ

グラウチング技術指針の改訂（平成 15 年）の約 2 年前から現在までに試験湛水を行った 74 ダムのカーテングラウチングについての資料の収集を行い、カーテングラウチングの合理化内容について整理分析を行った。以下に結果をまとめる

(1) 平成 15 年のグラウチング技術指針の改訂後に試験湛水を実施したダムにおいては、大きく分けて計画変更と仕様変更によりカーテングラウチングの合理化が実施されている。計画変更においては、施工範囲や改良目標値あるいは規定孔次数の変更・緩和に関する合理化が多く、多くのダムで実施されていた。

(2) 試験湛水時に安全性上大きな問題が発生したダムはなかったが、漏水量が比較的多かったダムは 8 ダムと、調査対象ダムの約 1 割程度であった。8 ダムのうち 7 ダムは花崗岩系の岩盤を基礎としているダムであった。花崗岩系の岩盤を基礎とするダムのグラウチングにおいては、浅部の微細な開口割れ目や、マサを挟在する高角度割れ目などにより透水性の改良が困難な箇所が存在すると考えられるため、このようなダムにおけるカーテングラウチングの合理化においては注意を払う必要があると考えられる。

#### 参考文献

- (財) 国土開発技術センター発行、建設省河川局開発課監修：グラウチング技術指針・同解説、1983 年 11 月。
- 国土交通省河川局治水課：グラウチング技術指針（案）・同解説、2002 年 4 月。
- (財) 国土技術研究センター編集：グラウチング技術指針・同解説、大成出版社、2003 年 7 月。