

低品質骨材の ダムコンクリートへの適用性

日向 正

1. はじめに

近年、ダム建設においては公共事業費の削減や自然保護・保全に対する意識が高まり、これまで以上のコスト縮減や、環境に配慮した技術開発が望まれています。さらに、ダムサイト近傍で良質な原石山を確保することが困難となり、従来では廃棄していた低品質骨材の有効利用や、河床砂礫や掘削ズリなどの現地発生材を有効利用するCSG (Cemented Sand and Gravel)工法といった、材料の合理化や有効利用を積極的に図ることが必要となっています。これらの工法をダム建設に採用した場合、廃棄岩が縮減され、原石山の省略もしくは大幅な規模の縮小、また骨材製造設備などの省略や簡略化が可能になると考えられ、建設コストの縮減、環境保全が期待できます。

このような背景より、社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所ではダム関係のあらゆる調査・試験・研究に対応できるよう、試験用骨材製造設備、乾式製砂設備、ダム関係試験設備等の諸設備を保有し、低品質骨材の有効利用に関する研究、新技術・新工法の検討、ダムコンクリート配合の検討等を行っています。

本報文は、これまで実施した低品質骨材のダムコンクリートへの有効利用の検討、骨材破碎仕様の検討及びCSGに関する研究成果の事例を紹介致します。

2. 低品質骨材のダムコンクリートへの有効利用検討

(1) 当研究所保有の試験用骨材製造設備

低品質骨材の検討においては、適切な品質をもつ骨材を製造するために、骨材製造プラントにおける破碎等の製造仕様を検討することが重要です。このような試験検討には、小規模な試験用プラントよりも、現場で使用できるような実機プラントのほうが、より実状に近い状態で骨材の品質を評価することができます。

当研究所では、実際のダム現場において使用された骨

材製造プラントを設置しており、試験研究機関において、このような実物大の骨材製造プラント(写真-1)を有する機関は他にありません。

この設備より得られる試験結果は現場での実際の骨材製造に対する適合性が高く、骨材製造設備計画はもとより、ダム施工計画においても有効に活用できるものです。



写真-1 所内の骨材製造プラント(実機)

(2) 検討事例

Aダムにおいては、予定している原石山(花崗岩、閃緑岩)における骨材の歩留まり率は、高標高部での岩石風化が深いために、約35%であることが判明しました。これに対し、歩留まり向上の可能性を探るため、実物大の骨材製造プラントを用いて低品質骨材(中風化岩)のダムコンクリートへの有効利用の検討を行いました。試験として以下を実施しました。

- ・中風化岩の製砂試験(乾式・湿式)
- ・新鮮岩の破碎試験
- ・骨材試験
- ・コンクリート試験
- ・外部コンクリートの凍結融解試験

検討の結果、中風化岩の製砂方法の違いによる細骨材物性、コンクリート性状の違いは見られず、中風化岩からの細骨材を使用したRCD用コンクリートおよび外部コンクリートは、ダムコンクリートとしての所要の品質を十分確保できることがわかりました。さらに、中風化岩を細骨材の原料として使用する場合には、原石山の歩留まり率は、35%から50%と大きく向上することがわかりました(図-1)。

この検討結果からわかるように、低品質骨材のダムコンクリートへの有効利用の検討には実物大の骨材製造プラントは大変有効です。

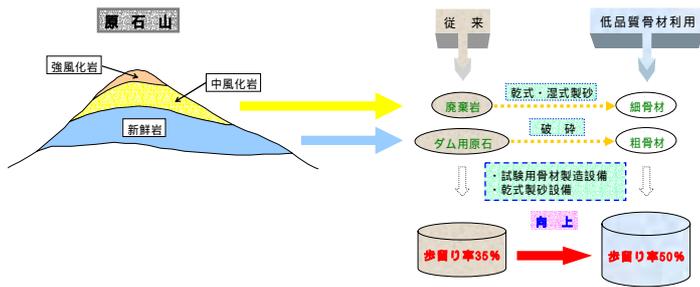


図 - 1 低品質骨材の有効利用検討フロー



写真 - 2 ハイメッシュセパレータ

3. ダムの原石特性に適した骨材破碎仕様の検討

ダムコンクリート用骨材の品質は、密度・吸水率に代表される改善しにくい品質と、粒度・粒形といった改善可能な品質に大別できます。コンクリートになった場合密度・吸水率だけでなく、この粒度・粒形という品質の影響も無視できません。すなわち、粒度・粒形を改善することでコンクリートの高品質化を図ることができ、ひいては材料物性的に低品質である骨材の有効利用の可能性も向上させることが期待できます。

Bダムでは、この改善できる骨材品質である 骨材粒形、細骨材微粒分量に着目して、ダムの原石特性に適した骨材破碎仕様について以下の検討を行いました。

(a) 粗骨材の形状改善のための機械導入の可能性検討

インパクトクラッシャの導入

縦型回転式破碎機の導入

ジャイレトリークラッシャの導入

(b) 細骨材特性改善のための機械導入の可能性検討

湿式：ロッドミル+クラッシュファイア

(基本製砂仕様)

湿式：ロッドミル+ハイメッシュセパレータ

湿式：ロッドミル+ベルト式分級機

湿式：縦型回転式製砂機+クラッシュファイア

乾式：インパクト製砂機+乾式分級機

乾式：ローラミル型製砂機+乾式分級機

乾式：縦型回転式製砂機+乾式分級機

アンケート調査及び破碎試験による検討の結果、ダム骨材製造仕様として、粗骨材製造においては、コンクリート品質への影響が大きな 20~5mm 骨材の粒形改善効果が大きく、導入設備規模の面からも有効な二次、三次破碎産物を粒形改善する縦型回転式破碎機を選定し、また、細骨材製造の仕様は、微粒分量の回収効果が十分認められ、設備コストの面から有利と考えられたハイメッシュセパレータを選定しました(写真-2)。

4. 現地発生材を用いたCSGに関する試験・研究

(1) CSGの概要

CSGとは、Cemented Sand and Gravelの略で、河床砂礫や掘削ズリなど、ダムサイトの近くで容易に入手できる現地発生材にセメントと水を添加し簡易な混合により製造される材料です(図-2)。CSG工法とは、このCSGを敷き均し転圧することによってダム堤体などを構築する工法です。

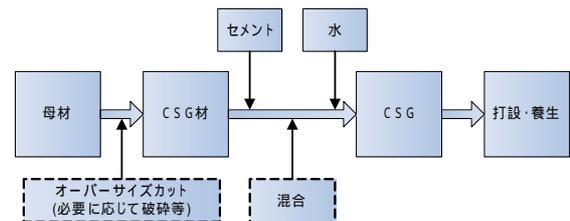


図 - 2 CSGの製造工程

(2) 段階加水(減水混合)の必要性とその効果

CSGの混合方式は、工法の開発主旨からできるだけ簡易な設備で混合される事が求められたため、多種の混合機が開発・考案されました(写真-3)。ところが、微粒分が適量含まれるCSG材では問題なく混合することが可能でしたが、微粒分が多量に含まれるCSG材(掘削ズリ)を使用した場合、CSGが混合機に付着し、十分に混合できないという問題が発生しました。



写真 - 3 CSGの混合機の一例と混合機へのCSG付着状況

このようなCSG材に対処する混合方法である減水混合(混合時の水量を減じて、打設までに残りの水量を添加する方法)の効果、大型供試体試験、標準供試体作製装置を用いた室内試験で検証しました。

この大型供試体試験は、大粒径の粗骨材を含んだまま(フルミックス)の状態の試料を使用し、現場施工で用いる振動ローラとほぼ同等な締固め性能を有する加振機で振動締固めを実施することにより、より現実に近いCSGの評価ができるものです。また、標準供試体作製装置は、40mmウエツクリングの試料を使用して、CSG供試体作製にはCSGの締固めエネルギーを正確に制御できることから、この装置で作製された供試体は、手動の振動タンパに比べて人為的なバラツキが少なく、CSGの性状を精度良く評価できるものです。

室内試験の結果、適切な減水混合を行うことで混合しやすく(ミキサ内部でのCSG付着の減少)なり、硬化後の供試体密度、圧縮強度は一括加水の場合と遜色のないことより、減水混合は微粒分の多いCSG材の混合方法として有効な方法であることを確認することができました(図-3、図-4)。

5. おわりに

現代の社会情勢の背景から、建設業全般においてコストの縮減や環境への負荷の低減は重要な検討課題と言えます。このような課題に対して、ダム施工においても、設計や施工または材料について、あらゆる面から合理化が検討されております。

平成14年6月に、沖縄総合事務局奥首ダム(ダム高39m)が台形CSGダム第1号として、国土交通大臣により承認され、国内では台形CSGダムの実現に向けた取り組みが活発になっており、試験施工などを通じて官民一体となった技術開発が盛んに行われております。

今後ますます注目される低品質骨材の有効利用やCSGについて、当研究所においてもこれまでの実績を基に、様々な角度からの検証によるさらなる研究を行い、より合理的な設計・施工方法や、より自然環境への負荷の低減に貢献できるように微力ながら取り組んでいきますので、今後ともご支援のほど宜しくお願い致します。

[著者紹介]

日向 正(ひなた ただし)

社団法人日本建設機械化協会

施工技術総合研究所 研究第一部

専門課長

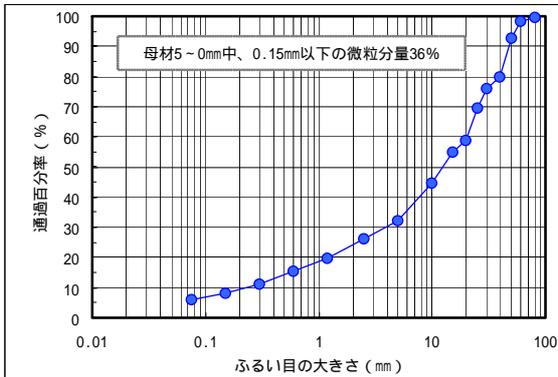


図-3 現地発生材(掘削ズリ)の粒度分布

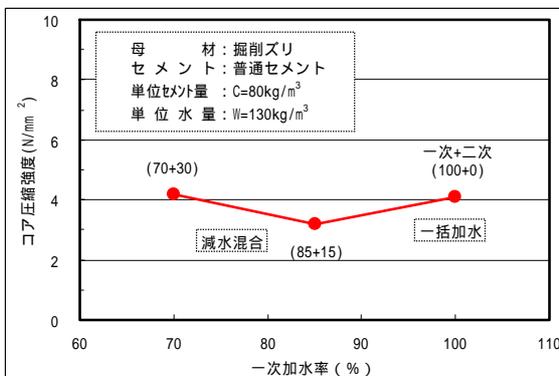


図-4 減水混合とコア圧縮強度