

## 4. 日吉ダムの骨材製造設備

水資源開発公団：清永 勇治・\*中村 淳一

### 1. はじめに

日吉ダムは、淀川水系水資源開発の一環として桂川に建設される多目的ダムである。

桂川は、淀川三大支川の一つでありダムの下流には、保津川下りで有名な保津峡・渡月橋で有名な嵐山等の名勝地がある。

日吉ダムでは、RCD工法を採用しているが、施工計画の特徴の一つとして、2種類の原石（砂岩および頁岩）を使い分け、コンクリート用骨材としている。

本稿では、こうした特徴を踏まえ、日吉ダムで採用した一次破碎にジャイレトリークラッシャ、二次破碎にインパクトクラッシャ、製砂設備にオートフォールミル等について概要を紹介するものである。

### 2. 日吉ダムの概要

#### (1)ダムの諸元

形 式 : 重力式コンクリートダム  
堤 高 : 約 70m  
堤 頂 表 : 約 440m  
堤 体 積 : 約 700,000 m<sup>3</sup>  
総 貯 水 容 量 : 約 66,000,000 m<sup>3</sup>  
有 効 貯 水 容 量 : 約 58,000,000 m<sup>3</sup>

ダムの位置  
(京都府船井郡日吉町字中)



### 3. 骨材の特徴

日吉ダムの骨材については、原石山の地質構造上および骨材の有効利用の観点から各種試験を実施し、その結果材料として2種類（砂岩および頁岩）の原石を使用することとした。

この内、特に頁岩は、従来利用されなかった骨材であるが、材料の合理化の一環として使用が決定されたものである。

(1)骨材Ⅰ（砂岩CM級以上）： 細骨材および外部コンクリート用粗骨材

(2)骨材Ⅱ（頁岩CM級以上）： 内部コンクリート用粗骨材

4. 骨材製造設備の計画条件とフローの決定

設備計画上の条件は次のとおりである。

(1) 2種類の原石を使用し、それぞれ粗骨材の最大粒径は、80mmとし、分級数は3とする。

(2) 設備能力は、一次破碎投入量で約550t/hである。

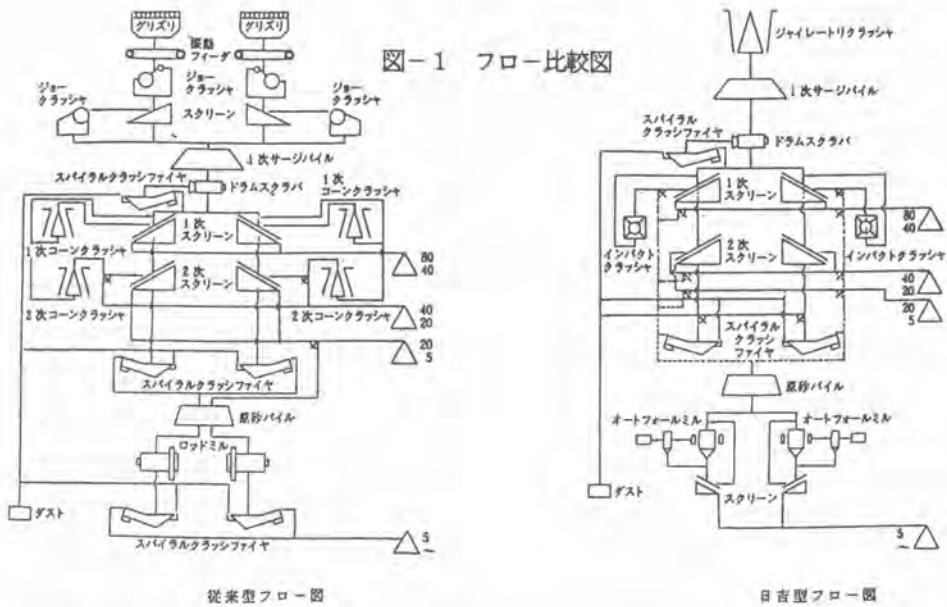
(3) 頁岩は、葉片状になり易い傾向があるため、偏平・偏表の改善が期待できる破碎機構を取り入れる。

(4) RCD用コンクリートの配合に対応できる微粒分を細骨材製造の過程で生産する。

上述の条件を踏まえ、設備フローの簡素化および骨材粒径の改善等を図るべく、以下に示す日吉型フローを採用した。

骨材製造設備の選定経緯（表-1）

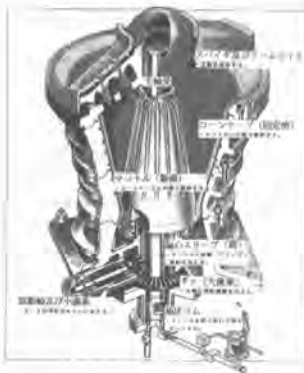
対象・設備	審 目 点	対 応 策	結 果	
1次大石破碎機選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フローの簡素化</li> <li>・粗骨材が2種類</li> <li>・G<sub>max</sub> 80mm</li> <li>・セット寸法が小さくなる</li> <li>→ 処理能力も小さくなる</li> <li>・破碎機構を変える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 粒径比が大きいこと</li> <li>→ 処理能力が大きいこと</li> <li>→ セット寸法が小さくても処理能力が大きいこと</li> <li>→ 粒形改善を図う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機種（ジョークラッシャー）を変更する</li> <li>↓</li> <li>「ジャイレートクラッシャーとする」</li> <li>「計画上骨材1の粗骨材は1次だけで生産が可能となり、余剰分を直送製砂できれば大幅な簡素化が可能となる」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジョークラッシャー4台がジャイレートクラッシャー1台となりフィーダ等も省略された。</li> <li>・粒形がやや良くなる</li> </ul>
2・3次大石破碎機選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フローの簡素化</li> <li>・破碎機構を変える</li> <li>・粗骨材が2種類</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 処理能力が大きいこと</li> <li>→ 粒形改善を図う</li> <li>→ 計画上骨材1の粗骨材を1次で生産できるので2・3次破碎は、骨材1だけが対象となり、ロッドミルに供給するための破碎は、不要となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機種（コークラッシャー）を変更する</li> <li>↓</li> <li>「インバクトクラッシャーとする」</li> <li>「能力的には3次破碎が不要となる」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークラッシャー4台がインバクトクラッシャー2台となる（3次破碎不要）</li> <li>・粒形がやや良くなる</li> </ul>
製砂機選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大塊から一挙に製砂が可能なこと</li> <li>・大量の処理が可能なこと</li> <li>・製砂時に微粒分調整及び回収が容易なこと</li> <li>・粒形改善を図う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ フローの簡素化</li> <li>→ 供給原料のG<sub>max</sub>を25mm以下にする必要がなければ2・3次破碎は不要となる</li> <li>→ 乾式による製砂及び分級</li> <li>→ 粉砕機構を変える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機種（ロッドミル）を変更する</li> <li>↓</li> <li>「オートフォールミルとする」</li> <li>「粗骨材については骨材1のみから製造するため1次破碎の余剰分を直送投入できるので大幅なフローの簡素化ができる」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・G<sub>max</sub> 300mmまで供給可能</li> <li>・乾式なので製砂と同時に任意の微粒分回収が可能であるので粗骨材中の微粒分の配合が任意に変更される</li> <li>・2次・3次破碎不要</li> <li>・高水処理及び排水設備の負荷も軽減される</li> </ul>



日吉型フローは、他業種では汎用されている破碎機をオリジナルに組み合わせた新方式を採用している。

### 5. 破碎機械の概要

#### (1) 一次破碎設備 (ジャイレートリクラッシャー)



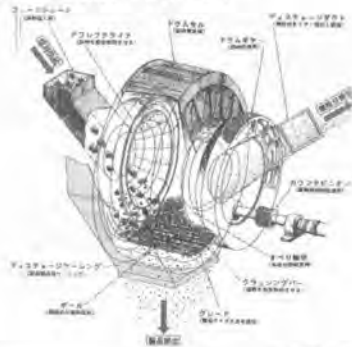
項目	単位	諸元
供給口寸法	mm	950×2380
最大供給寸法	mm	650×900×1300
電動機出力	kW	250
横軸回転数	rpm	545
標準破碎能力/OSS	t/h/mm	900/115

#### (2) 二次・三次破碎設備 (インパクトクラッシャー)

項目	単位	諸元
供給口寸法	mm	775×1525
最大供給寸法	mm	110×150×220
電動機出力	kW	130
ロータ回転数	rpm	255～510
標準破碎能力	t/h	125

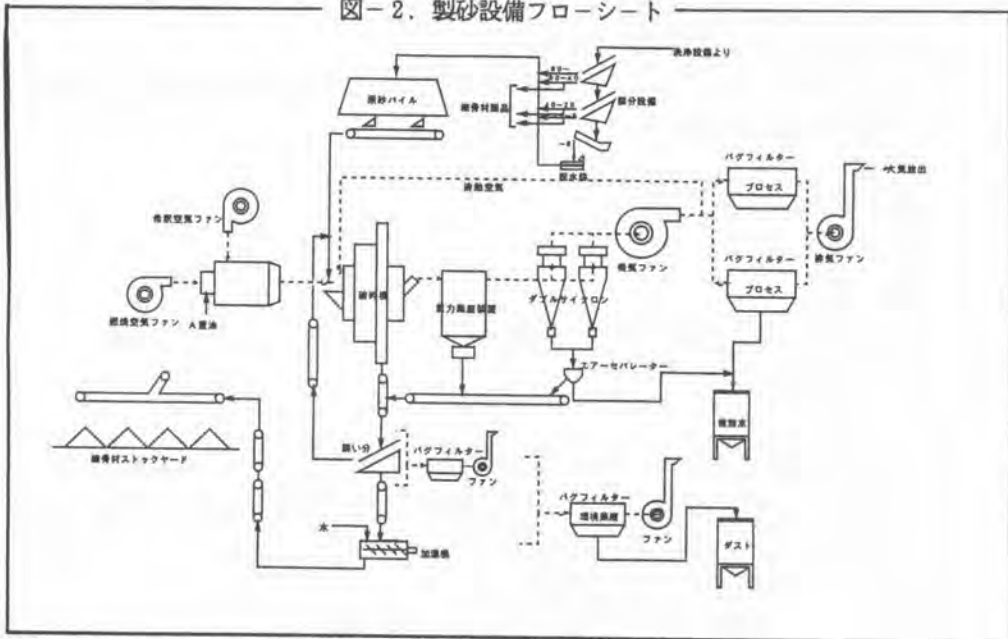


(3)製砂設備(オートフォールミル)



項目	単位	諸元
供給口寸法	mm	1000×1500
最大供給寸法	mm	300 × 200 × 300
電動機出力	kW	700
セル回転数	rpm	12.4
標準破碎能力	t/h	70

図-2. 製砂設備フローシート



製砂設備は原砂供給設備・オートフォールミル・熱風発生装置・微粒分吸引装置・微粒分回収装置加湿器等から構成される。

オートフォールミルは、回転する円盤内で次のような各段階での主として原石と原石との接触によって破碎される。(自生破碎)

- ・供給口から供給された原石が、先に入っている原石上への落下
- ・クラッシングバーによりかき上げられる原石と滑り落ちようとする原石のせめぎ合い
- ・各粒径のバランスの崩れる高さからの底部原石上への落下
- ・投入ボールによる押さえ込み作用

## 6. 破碎機械の運転状況報告

### (1) ジャイレトリークラッシャ

原石運搬の45t重ダンプトラックとジャイレトリークラッシャの組合せによって一次破碎のシステムが非常に簡単となり、品質・能力的には、当初計画どおりの効果を発揮している。また、マントル・コンケーブの破碎面の摩耗についても局部的な進行のなく問題はない。

### (2) インパクトクラッシャ

本機は主に骨材Ⅱ（頁岩）の再破碎用として使用しており運転管理上、順調に稼働している。

### (3) オートフォールミル

本機はダムの分野で新規に採用された機種であり、砂岩の大塊を一気に乾燥粉碎し、製粒された細骨材と微粒分が同時に製造できる特徴を有している。

細骨材の品質および能力確保に影響するのは、原砂の粒度・硬度は勿論であるが、本機の特徴上、次の因子が製砂の重要なポイントとなる。

- ① 原砂の水分率
- ② ミルレベル (KW)
- ③ ボール量
- ④ エアセパレータ回転数・スクリーングランパ
- ⑤ ミル回転数・グレート寸法

特に①は本機が乾式分級であることから計画値（4%）以下にすることが重要である。

水分率が高いと、原砂の乾燥不足になり、空気分級がうまくいかず、微粒分が粗粉に付着したり、微粒子同士のひっつき等により吸引能力が低下するとともに過破碎状態になり、能力低下や製品に含まれる微粒分が増加する現象となる。

また、②および③は現場における運転特性確立のため有効性のあるものであり、現在も一定期間ごとに変化させ、最適値の確認をしているところである。

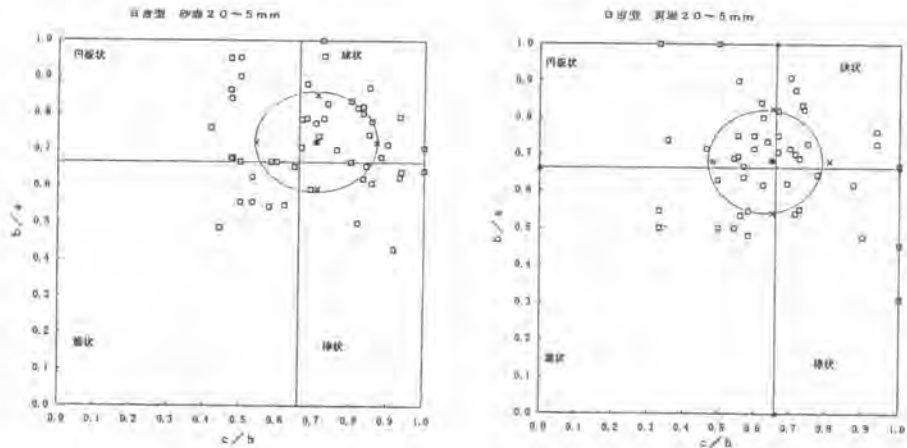
## 7. 日吉型破碎設備の評価

### (1)骨材粒径について

実稼働時における製品骨材の形状係数結果によると、ほぼ球状に近い形状が製造されていることが確認されている。

粗骨材分数の形状係数（小砂利の場合）

a : 長径    b : 中間径    c : 短径    c/b : 扁平度    b/a : 偏表度



### (2)粉体の評価

日吉ダムの製砂設備は、オートフォールミル（乾式周辺排出型自主粉碎ミル）を採用しており従来は骨材製造の洗浄過程でスラッジとして廃棄していた骨材微粒分を製砂過程で空気分級により、乾燥状態の2種類（粗微粒分と細微粒分）の採取を可能とした。

そしてこの微粒分を使用したRCDコンクリートの配合試験により最適単位水量 $83\text{kg}/\text{m}^3$ における最適微粒分置換量 $100\text{kg}/\text{m}^3$ （細骨材と微粒分の置換）を決定している。

このように日吉ダムではコンクリートの質の向上、資源の有効利用及び骨材製造費の削減を図っている。

## 8. おわりに

日吉ダムは、平成6年10月から本体コンクリート打設を開始し、平成7年7月現在、約240千 $\text{m}^3$ の打設を行い、平成8年度完成を目指して鋭意施工中である。

骨材製造設備は、日吉ダムの独特な骨材使用計画に基づき、フローの合理化を図るべく設備導入した。

今後は、コンクリート材料としての骨材の検証、日吉型フロー導入時の考えの実証等を含め多面的な検討をさらに進めていきたい。