

31. 骨材プラント自動化システム (CAP)

(顧問組：*麻生 公裕，玉置 高志
橋本 和己)

1. はじめに

骨材製造は、コンクリートダム工事の重要な部分であり、堤体工事費の37%をしめている。

そのため、プラント機械においては、各機械の能力や耐久性の向上がすすみ、運転でもシーケンス制御を導入するなど効率化が進められた。

しかし、ダム工事では、岩質や使用量が変動するために機械の調整が頻繁なこと、よりシビアな品質の安定的供給が求められること、故障時の影響が大きいため点検整備に万全を期すべきことなどから、依然人力に頼る運転が多い。

このため、粉塵・騒音・振動のなかでの作業や、重機や回転機械と共存した作業が行われている。

今後は、熟練作業員の不足が進む一方で作業時間短縮などの要請が高まるため、さらなる効率化あるいは新しい運転手法の確立が必要となる。

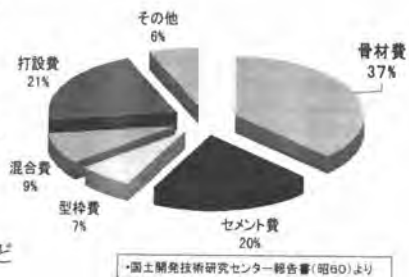


図-1. 堤体工事費に占める骨材費

そこで、コンピュータ等を利用して人を支援することを目標に、骨材プラント自動化システムを開発し施工に供するに至ったので、滋賀県姉川ダムの例を中心に報告する。



写真-1. 姉川ダムの骨材プラント (洗浄設備及び二、三次破碎設備)

2. 工事概要

姉川ダムは堤体積30万m³の重力式コンクリートダムで、打設はELCM（拡張レアー）工法により行う。

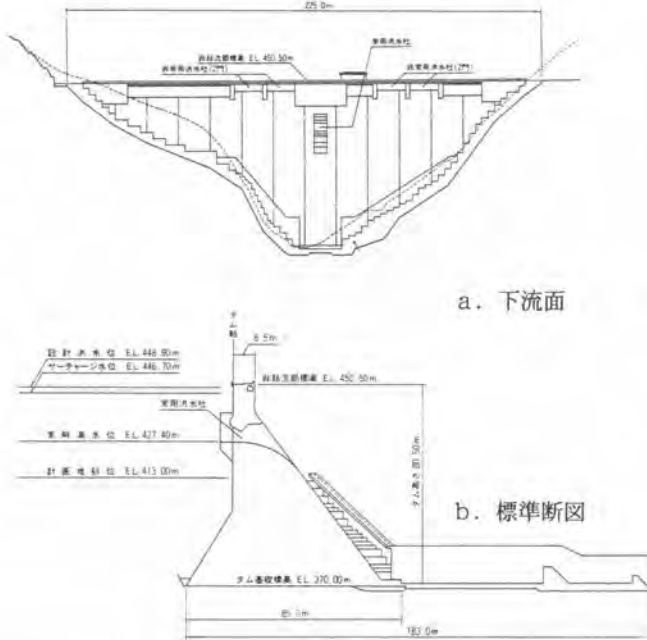


図-3. ダム図面、



図-2. 姉川ダム位置図

3. 骨材プラント自動化システム（CAP：Computer-Aided-Aggregate-Plant）の内容

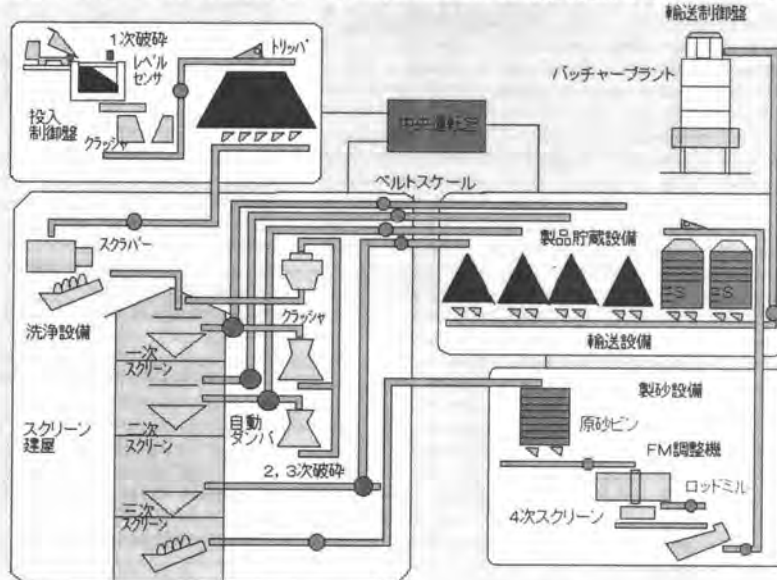


図-4. 骨材プラントフローと自動化部分

(1) 一次破碎設備

従来、人力作業があったため、原石投入にもなう振動フィーダの損傷、破碎機での詰まりによる運転停止、重機との接触事故などの問題があった。

そこで、以下の自動化を行った。

- ・各機械の負荷電流の監視 (写真-3)
- ・原石ピンのレベルを検出し、ダンプの投入誘導、振動フィーダの制御を行う。 (写真-4)
- ・ベルトスケールによる引出し量測定

ダンプトラックの検出は、近接センサーで行い、投入回数をカウントする。破碎機での詰まりは、レベルセンサーと負荷電流により監視する。

以上により、中央運転室からの監視で、一次破碎は点検整備要員のみとすることができた。

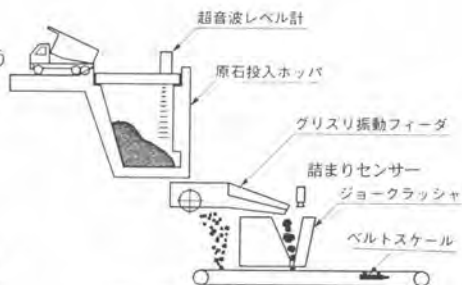


図-5. 一次破碎の自動化



写真-2. グリズリホッパーへの原石投入

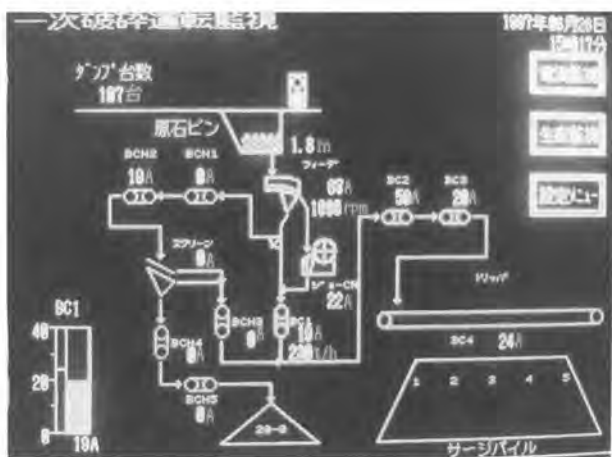


写真-3. 一次破碎運転監視状況

- 台 : ダンプ投入台数の表示
- m : 貯鉱量のレベル表示
- A : アンペア (各機械の負荷電流)
- rpm : 振動フィーダの振動数
- t/h : 運搬量
- グラフ : ベルトコンベア no.1 の負荷電流を表示中



写真-4. 運転状況の推移表示状況

- 右 : 引出し量を入力。ベルトスケールの測定値をもとに振動フィーダを調整し、目標値に近づける。
- 左 : 原石ピンのレベル設定。
- 現在 1.0m 以下で引出し停止
- 3.2m 以上でダンプ投入停止

(2) 二、三次破碎設備

二、三次破碎設備は、一次破碎した原石をさらにコーンクラッシャーで破碎し、必要な製品の粒度 (G1:150~80,G2:80~40,G3:40~20,G4:20~5,S:5mm以下) に分別する設備である。

通常、製品割合の設定は、ダンパーとよぶ装置で7枚程度の羽根のを開閉して行う。

しかし骨材がプラント内を循環するため、所定の割合に落ち着くまで時間遅れがあり、操作には経験が必要である。さらに運転が始まった後は、骨材流のためその変更は困難である。

自動化においては、2枚の横板の組合せとし、コンピュータに連動した電動シリンダーでスライドした (写真-5)。各製品の目標値を設定すると、ベルトスケールによる原石引出量、製品量の測定をもとにコンピュータが開度を変更する機構である。



自動ダンパーによる生産量の制御状況を図-6に示す。

写真-5. 自動ダンパー

設定した% (○) に対して、ダンパー開度 (▲) が変化し、生産量 (●) を調整している。変更後目標値に落ち着くまでの時間遅れはおおよそ10分、一定時間運転後の製品量の設定値と実測値との差は10%以下であった。

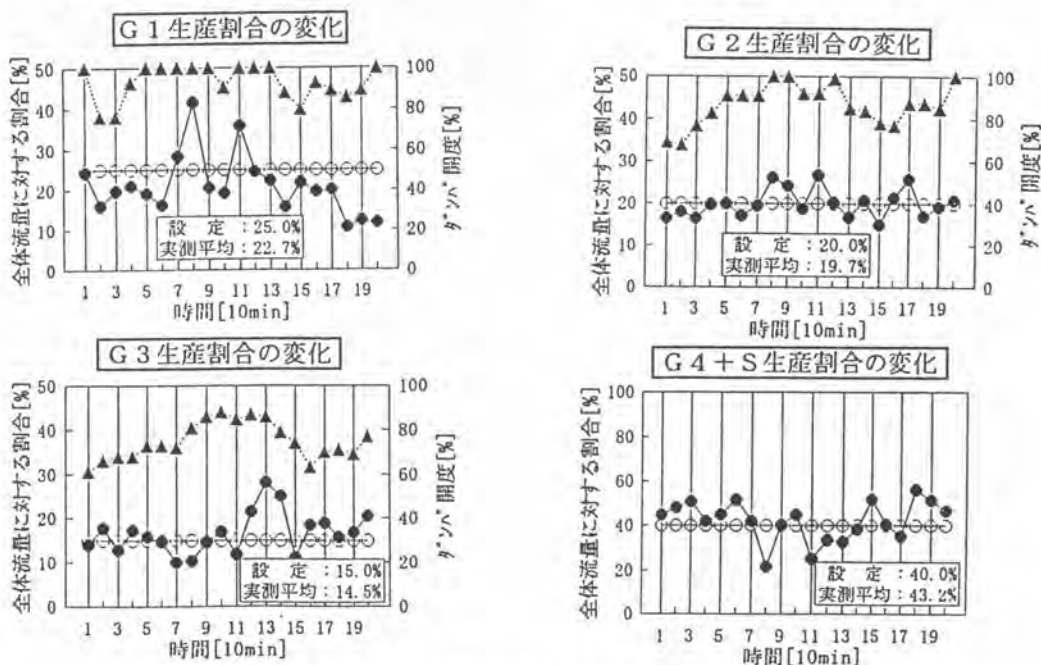


図-6. ダンパーによる生産量の設定と自動運転結果

(3) 製砂設備

砂の品質はコンクリートの性状に与える影響が大きいため、所定の粒度や粒度分布が規定されている。

これらの測定には、砂をサンプリング後、乾燥・分級・測定が必要で、時間がかかり、1時間で数十トンの生産には、連続的な測定方法が望ましい。そこで図-5のFM測定システムを導入した。ロッドミルからの製砂を4次スクリーンにかけ、2.5mm以上の割合から粒度（FM値）を算出するものである。



写真-6. FM測定システムの外観

(4) 中央監視設備

従来はグラフィックパネルと制御盤により、1次破碎、二・三次破碎設備、製砂設備ごとに順起動あるいは順停止を行い、異常時には過負荷リレー等で該当設備が全停止していた。姉川ダムでは、コンピュータに骨材運搬量、負荷電流、貯蔵レベル、設定値、運転時間等の数値を伝送し、以上の判断に基づいて警報、停止を出すようにしている。モニターを切替えて必要事項を確認するなど、運転状況の把握が確実になり、故障対応も迅速になった。

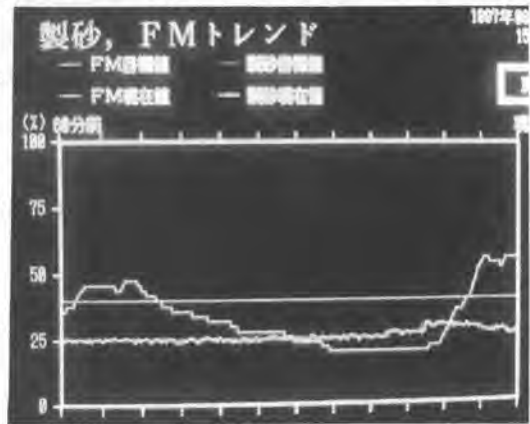


写真-7. 製砂のFM制御画面

4. 自動化の効果

自動化の効果をまとめると以下のとおりである。

表-1. 自動化の効果

	作業環境	安全性	品質	コスト
1次破碎設備	粉塵振動下の作業がなくなる	重機械との接触がなくなる		運転要員の省力化
2, 3次破碎設備		運転中の機械操作がなくなる		生産量の調整が容易 ロス率の把握が正確 生産計画の立案が容易
製砂設備	繰返し作業が軽減される		粒度が安定する	ロス率の把握が正確 運転要員の省力化
中央監視設備	書類作成が自動的に行え、管理業務を省力化できる	点検移動の軽減がはかれる		生産管理が正確になる 早めの故障対応ができる 実績の設計計画へのフィードバックが容易

5. 今後への課題

(1) 点検整備の省力化

機械の点検・清掃、修理は人力によるので、その作業を軽減する技術、例えば飛石・堆積防止、故障検出センサー開発などが望まれる。

(2) 測定技術の導入

原石・粗骨材についての粒度、貯蔵ビンでの含水率などが安定した品質のコンクリート製造に重要であるため、これらをプラント内で連続的に計れる技術が望まれる。

(3) 他設備との連携

骨材プラントの運転は、濁水処理設備やバッチャープラント、電力設備などと密に関連しているので、コンクリートダム工事の中で総合的なコストダウンを図るように、連携システムとする必要がある。



写真-8. 中央運転室・制御盤

(4) 将来設計へのフィードバック

従来は、打設工程から設計を行い、決定した仕様・能力の機械を調達し、運転に当たってはそれぞれの機能を100%発揮させるのが、骨材製造の眼目であった。

- ・原石の有効利用（廃棄岩の低減）
- ・機械の有効活用
- ・立地の制約

などの課題に対処するには、岩質変動への対応がより柔軟に行える体制、あるいは設計と比べて多少大きめでも手持ちの機械を組合わせて使いこなす技術が期待される。そこで、定量的なデータと運転ノウハウを運転支援のみでなく、合理的な設備設計のための基礎資料として活用する必要がある。

6. おわりに

骨材プラントは、その機械の構成、運転方法からダム工事の中では最も工場生産に近い設備であり、製造業での実績と比較すると、まだ自動化の余地が大きいと考えられる。

工事における種々の特性、全般との関わりを考慮しながら、生産性の向上と環境の改善を目標に、骨材プラントの改善・展開に取り組んでゆきたい。