



# 大規模ダム建設工事におけるコンクリート運搬設備の概要

—国内で初めて採用したレール走行式循環バケットの紹介—

黒川文貴

RCD工法等の合理化施工法による大規模ダムの建設においては、コンクリート製造、運搬、打設までの一連の効率化が強く望まれている。滝沢ダムでは、コンクリート製造設備で練混ぜられたコンクリートをレール走行式循環バケットで運搬し、13.5t吊り両端固定式ケーブルクレーン3基にコンクリートを供給してコンクリート打設を行っている。このように、ケーブルクレーン3基にコンクリートを供給するための設備としてレール走行式循環バケット（循環バケット）を採用したのは国内で初めてであり、その採用にあたっての検討事項、技術的事項および制御方法等について報告するものである。

キーワード：ダム、コンクリート運搬設備、バケット、レール走行式循環バケット、効率化、自動制御

## 1. はじめに

滝沢ダムは、荒川水系左支川中津川の埼玉県秩父郡大滝村に建設中の多目的ダムで、堤高140m、堤頂長424m、堤体積約180万 $m^3$ の重力式コンクリートダムである。

堤体の打設工法は、RCD工法とELCM（拡張レヤー工法）工法を採用しており、平成14年2月中旬で約76万 $m^3$ のコンクリート打設を終え、ダム完成に向けて、鋭意進捗を図っているところである。図-1に滝沢ダムの標準断面図を示す。

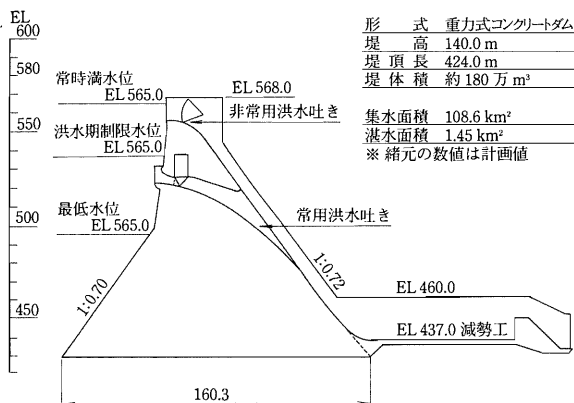


図-1 標準断面図

## 2. コンクリート製造・運搬・打設設備の概要

RCD工法におけるコンクリート製造・運搬・打設

設備は、各ダムの特性に応じて多種多様な組合せが用いられている。滝沢ダムでは、コンクリート製造・運搬・打設設備をダムサイト左岸天端に配置し、13.5t吊り両端固定式ケーブルクレーン3基によりコンクリート打設を行うもので、これに効率良くコンクリートを供給する設備としてレール走行式循環バケットを採用した。図-2に施工機械設備の位置図を示す。

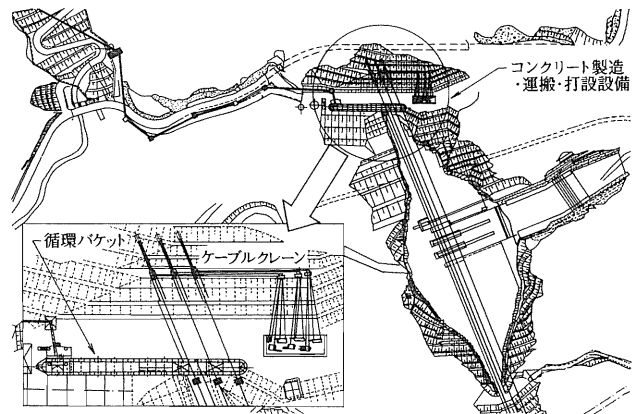


図-2 位置図

## 3. 配置計画の特徴

滝沢ダムのコンクリート製造設備は、強制2軸式コンクリートミキサを2台配置しており、その容量は1台当り4.5 $m^3$ で、コンクリート製造能力270 $m^3/h$ を有している。また、コンクリート打設設備には、13.5t吊り両端固定式ケーブルクレーン（バケット容量

4.5 m<sup>3</sup>) 3基を各々10 m 間隔でダム軸に並列して配置しており、堤体上に設置するグラントホッパへコンクリートを運搬している。このような組合せは過去に例のない配置計画であり、複数のケーブルクレーンにコンクリートを効率良く供給できるコンクリート運搬設備が必要になった。図-3にコンクリート製造・運搬・打設設備の概要を示す。

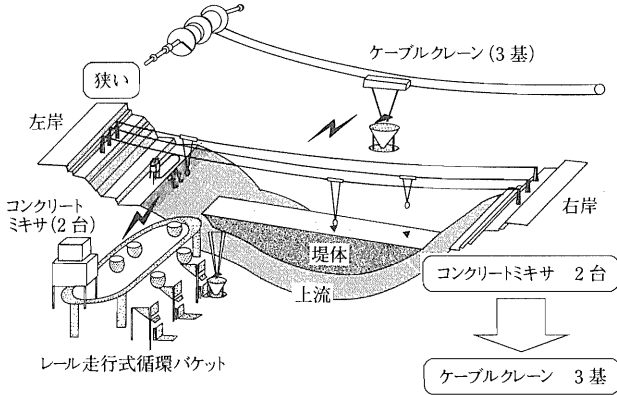


図-3 コンクリート製造・運搬・打設設備

また、コンクリート製造・運搬・打設設備の配置計画は、ダムサイト近傍の地形の影響を受けやすい特徴を有している。設備の配置が計画される滝沢ダムの左岸天端は、急峻な地形が連なり、大規模な敷地造成により面積を広く確保することは不経済であった。このため、従来のトランスファーカのように、走行レールに広い敷地面積を必要とする設備を配置することは不可能となった。

#### 4. レール走行式循環バケットの採用

滝沢ダムの特有の地形的条件や、設備配置計画を整理し、コンクリート運搬設備の検討を行った結果、下記に示す理由によりレール走行式循環バケット(写真-1)を選定した。

##### (1) 運搬能力

循環式を採用することにより、2台のコンクリートミキサから3基のケーブルクレーンに対し、効率的なコンクリート供給が可能であり、コンクリート製造設備の能力270 m<sup>3</sup>/hを発揮させることできる。

##### (2) 敷地面積

循環バケットがレールに懸垂して走行するため曲線部の回転半径を小さく取れ、設備の敷地面積を縮小でき、狭い左岸天端内に設置可能である。

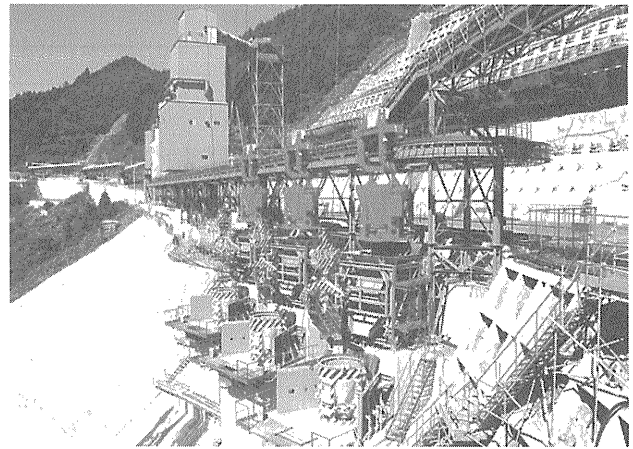


写真-1 レール走行式循環バケット

##### (3) 自動化

省力化を目的とし、コンクリートを効率良く運搬するために、設備の自動化が容易であり、3基のケーブルクレーンの運行に対して柔軟な対応が可能である。

以上(1)~(3)の特徴を持ち、滝沢ダムに適した設備としてレール走行式循環バケットを採用し、3系列のケーブルクレーンへのコンクリート供給を実現した。

#### 5. 構造と制御

レール走行式循環バケットは、「循環バケット」、「走行レール架台」、「操作制御設備」の3つの装置から構成される。循環バケットは走行レール架台を懸垂走行しながら、待機場所からコンクリート製造設備を通り、サービスホッパを介して、再び待機場所へ戻る循環式システムである。図-4にレール走行式循環バケット概要図、表-1に主要仕様一覧表を示す。また、循環バケットとケーブルクレーンのバケットの間には、サービスホッパを設けている。これはケーブルクレーンとの干渉・受渡しをなくすためであり、循環バケットとケーブルクレーンが独立して運行することが可能である。

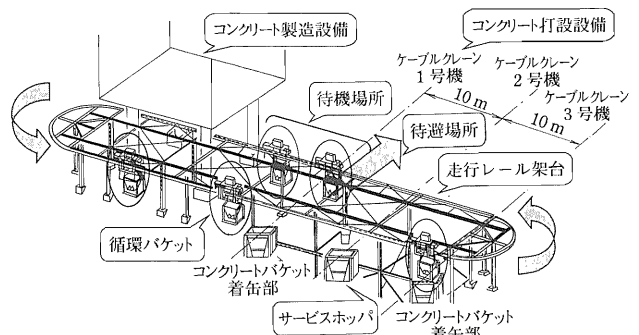


図-4 レール走行式循環バケット概要図

表-1 主要仕様一覧表

項目	仕様
数量	5台
形式	懸垂走行型
駆動方式	歯車減速機付き電動機
有効容量	4.5 m <sup>3</sup> (1バケット有効容量)
サイクルタイム	1サイクル300秒
走行速度	直線 75 m/min, 曲線 30 m/min
コンクリート放出ゲート	両側底開方式 (電動シリンダ開閉)
制御方式	インバータ制御方式
電源	AC 400 V, 50 Hz, 3相3線式
給電・信号伝送	絶縁トロリ式
待避装置	走行レール一体待避型

(1) 循環バケット

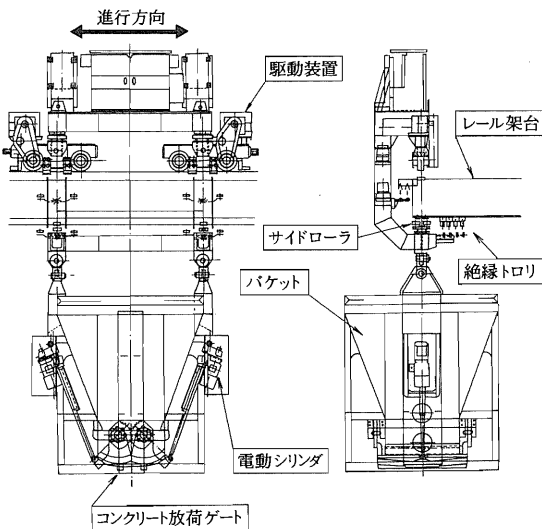


図-5 循環バケット

循環バケットは、図-5に示すとおり走行レール架上を前進、停止、後進するための「駆動装置」と、コンクリートを受取り、放出するための「バケット」で構成される。

駆動装置は、バケットがレールに懸垂して走行するため、曲線走行時の安定性が技術的な課題となった。これを解決するために模型実験によりバケットの挙動およびレール間抵抗等を確認し、安定して走行できる速度を決定した。駆動装置は前進、後進を行うため1バケットに対し前後2台設置しており、急発進・急停止時のコンクリートへの影響および設備の安全性を考慮して、循環バケットの走行速度を可変速とするため、インバータ制御を採用した。また、バケットにはコンクリートを放出させるための両開式ゲートを設け、その開閉装置には、設備の省スペース化を図るため、電動シリンダ式を採用した。

(2) 走行レール架台

走行レール架台本体は、楕円形に配置され、その走

行路延長は約 220 m、幅約 8 m、長さ約 100 m、高さ約 5 m である。走行レールには循環バケットを走行レール本線から山側へ待避させる待避装置を設置しており、図-6に示すとおり駆動装置もしくはバケットに故障が発生した場合、走行レール架台の一部を移動させ、循環バケットが懸垂したまま待避できる構造とした。

また、走行レール架台柱脚部において、図-7に示すとおりレール等の変形による左右岸方向、上下流方向および鉛直方向の変異に対し、柔軟に対応できる構

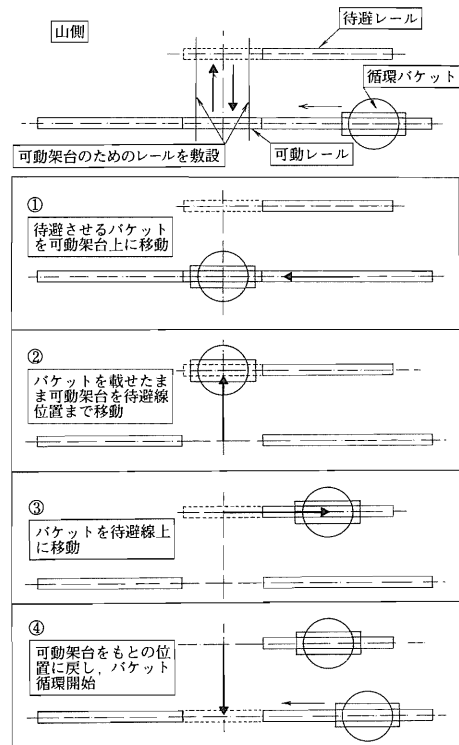


図-6 待避方法

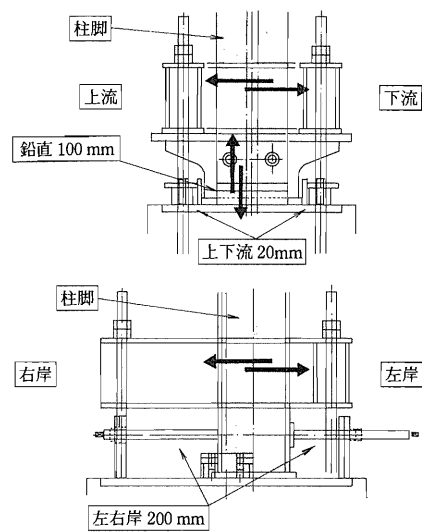


図-7 柱脚部詳細図

造とした。

### (3) 操作制御設備

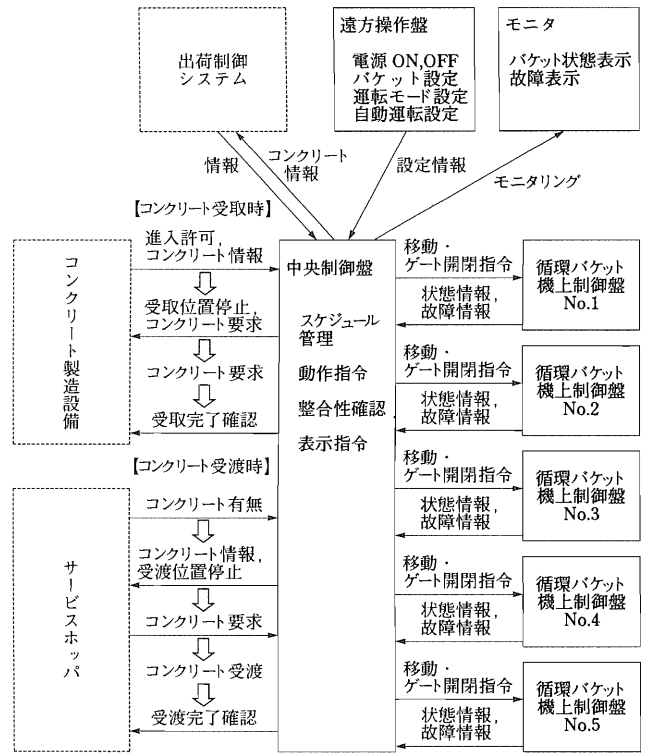
コンクリート運搬システムは、図—8 に示すとおり、出荷制御システムにより、コンクリートミキサ、循環バケット、サービスホップ、ケーブルクレーン、グラウンドホップの運行状況を総合的に把握し、コンクリート製造、運搬、打設までの工程を自動化により行っている。循環バケットは、この出荷制御システムの情報をもとに、最も効率的にコンクリート打設が行えるサービスホップへコンクリートを運搬する。

#### (a) 構成

操作制御設備は、図—9 に示すとおり循環バケットの運行におけるスケジュール管理、動作指令、コンクリート受取り・受渡し時におけるコンクリート製造設備、サービスホップとの整合性の確認、各種状態表示指令などを行う「中央制御盤」、中央制御盤の動作指令により、循環バケットの前進、後進、停止、コンクリート放出ゲートの開閉およびバケット運行状態の情報提供などを行う駆動装置上の「機上制御盤」、電源のON、OFF、運転モード切換え、行先指定等、各種の設定を行う「遠方操作盤」で構成され、中央制御盤にて各装置の信号を統括管理するシステムとなっている。

#### (b) 自動化

循環バケットは運搬能力  $270 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $4.5 \text{ m}^3 \times 60 \text{ 回}/\text{h}$ ) を満足するために、1分間隔でコンクリートを運搬する。ケーブルクレーンのサイクルタイムを180s



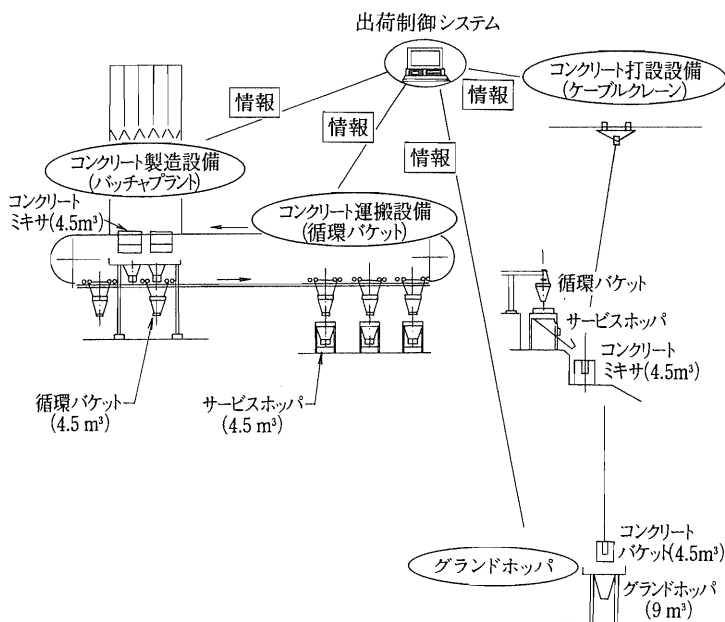
図—9 操作制御構成図

( $4.5 \text{ m}^3 \times 3 \text{ 基} \times 20 \text{ 回}/\text{h}$ ) とした場合、循環バケットが待機場所からコンクリート製造設備を通り、サービスホップを介して再び待機場所へ戻るまでのサイクルタイムをシミュレートすると、図—10 のようになる。このため、1台あたりのサイクルタイムを300秒とし、計5台の循環バケットを設けている。このように循環バケットは、連続的にコンクリートを運搬するため、5台のバケットを同時に制御し、かつ、コンクリート配合の切換えによる瞬時的な運搬状況の変化に対応するため、コンクリートの受取りから受渡しまでの全ての工程を自動運転により行うものとし、効率化を図った。

#### (c) 運転方法

設備の運転方法には単独手動運転、遠方手動運転、自動運転を設けている。単独手動および遠方手動運転は機側または遠方で、循環バケットの前進、停止、後進、コンクリート放出ゲート開閉を手動で行うもので、主に初期調整時や循環バケット待避時、異常復旧時の操作を主目的としている。

自動運転は、出荷制御システムの情報により、スケジュールした作業内容に従って、効率的にコンクリートを供給する方法である。この運転はケーブルクレーンの運行状況にあわせ、最も効率的にコンクリート打設が行えるサービスホ



図—8 コンクリート運搬システム

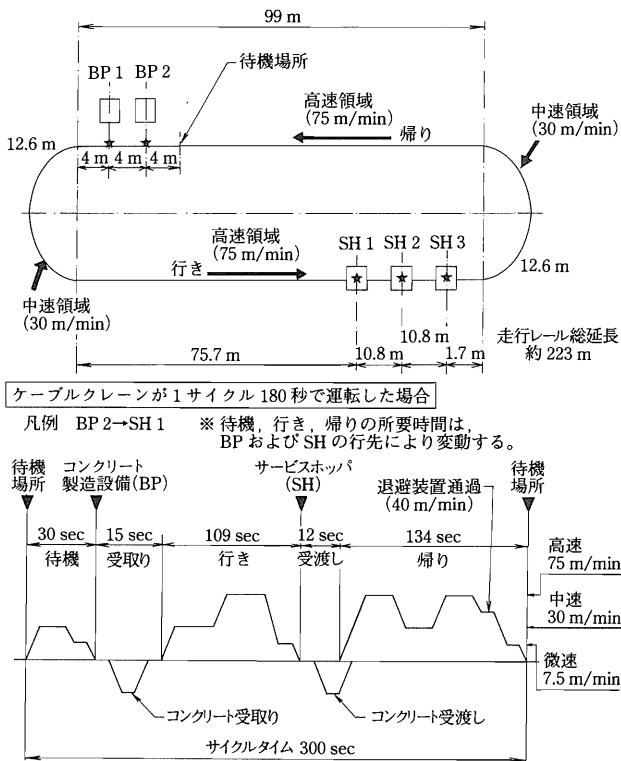


図-10 循環バケットサイクルタイム

パへ、コンクリートを運搬するものであり、連続的なコンクリートの供給が可能である。また、出荷制御システムによるコンクリート運搬システムの運用が行えない場合に、空であるサービスホップを独自に識別し、自動でコンクリートを供給する先詰め制御機能を有している。図-11に自動運転時の自動運転ブロック図を示す。

また、自動運転には、図-12に示すとおり非常循

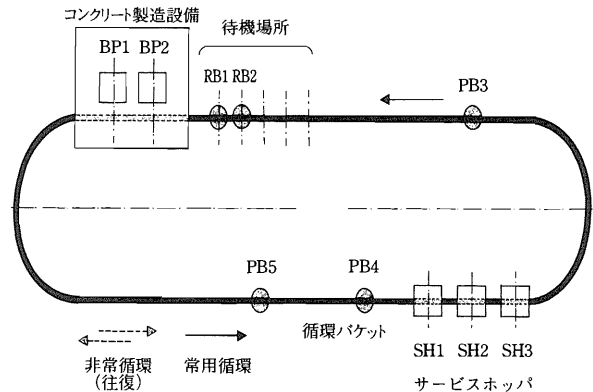


図-12 自動運転概要図

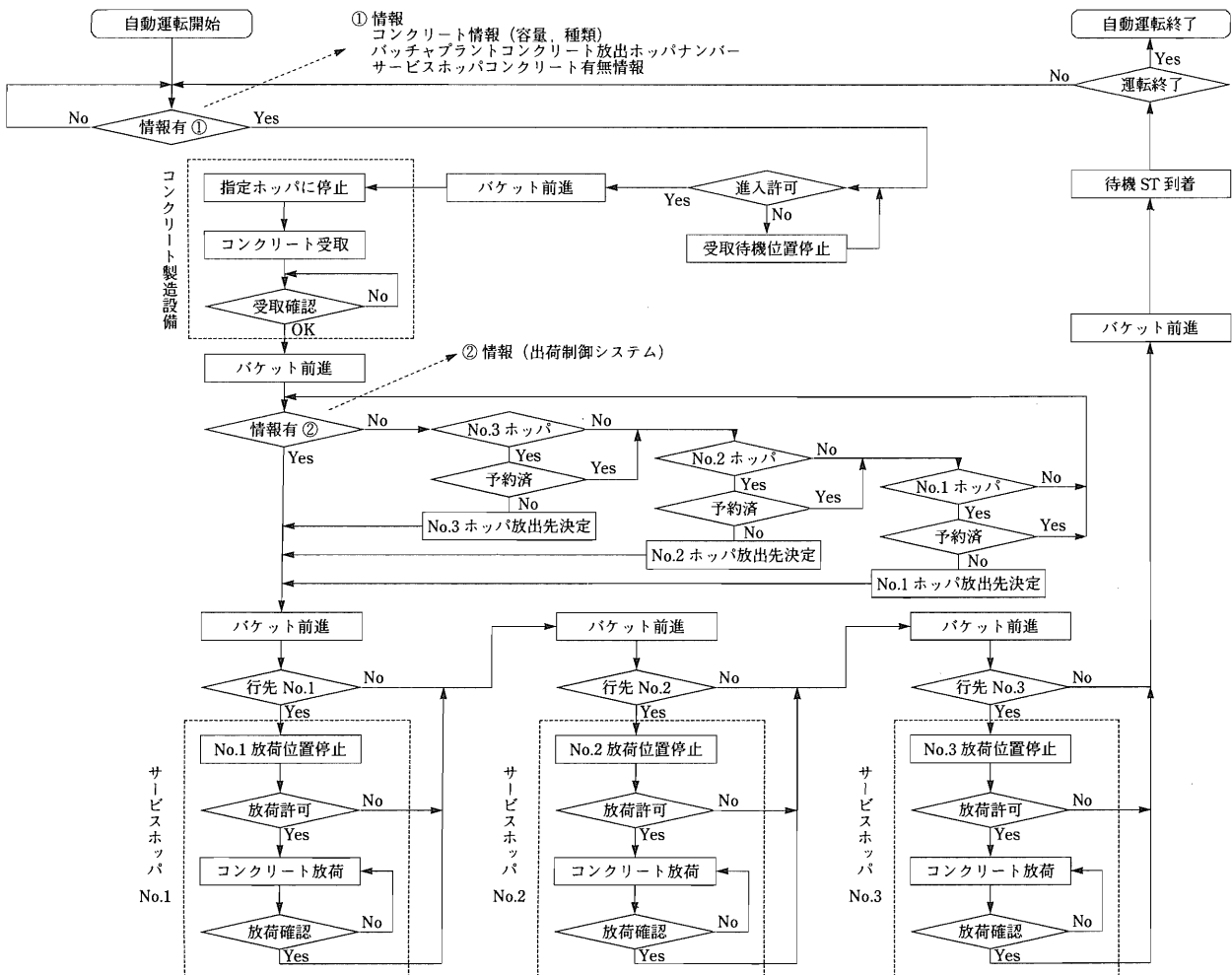


図-11 自動運転ブロック図

環モードを設けており、万が一、循環運行が不可能な事態が生じた場合、コンクリート製造設備、サービスホッパ間において、循環バケット2台により往復運行することが可能であり、故障時における打設中断の抑制に努めている。

## 5. 課題

コンクリート運搬設備として、国内で初めてレール走行式循環バケットを採用し、1年半を経過する。ダム完成までに循環バケット1台当たり約80,000回（運搬回数）、走行距離にして約18,000km稼働する予定であるが、現在までに、約34,000回（走行距離約7,600km）程度運転しており、大きな故障もなく、ほぼ順調に稼働しており初期の目的を達成している。今後はダム完成に向けて設備を維持していく必要があり、設備の耐久性および通信機器、操作制御設備の信頼性についての確認を行う予定である。

## 6. おわりに

ケーブルクレーン等の複数台の設備へ供給するコンクリート運搬設備として、この方式は効率的であり、また、設備の敷地面積を広く確保できないダムに適している。

今後は、滝沢ダムのように、現場条件が厳しく、特に広く設備の敷地面積をとれないダムには有効な方式と考えられ、検討の余地があると思われる。

JCMA

### 【筆者紹介】

黒川 文貴（くろかわ ふみたか）  
水資源開発公団  
荒川ダム総合事業所  
機械課  
機械第一係



# 建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」（環境庁告示）が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

### ■掲載内容：

- 総論（建設工事と公害、現行法令、調査・予測と対策の基本、現地調査）
- 各論（土木、コンクリート工、シールド・推進工、運搬工、塗装工、地盤処理工、岩石掘削工、鋼構造物工、仮設工、基礎工、構造物とりこわし工、定置機械（空気圧縮機、動発電機）、土留工、トンネル工）
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説、環境騒音の表示・測定方法（JIS Z 8731）、振動レベル測定方法（JIS Z 8735）

■体 裁：B5判、340頁、表紙上製

■定 価：会 員 5,880円（本体5,600円） 送料 600円

非会員 6,300円（本体6,000円） 送料 600円

・「会員」 本協会の本部、支部全員及び官公庁、学校等公的機関

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289