

33. ダム用コンクリートバケットの無線開閉装置について

(株)大林組 *中 川 武 志・古 川 博 司

1. まえがき

コンクリートダムを施工するための設備は、骨材生産設備、コンクリート製造設備およびコンクリート運搬設備に大別され、これらの各設備は独立したものではなく、相互に関連しそれぞれの能力のバランスが保たれていることが不可欠である。これらの機械設備が能力的にも安全性においてもバランスがとれていないと、全体システムとしての効率化が期待できず、ダムコンクリート工事に要求される『順調かつ経済的な施工』の条件を満たすことはできない。

昨今の機械電気技術の進歩によって、各種プラント、クレーン設備等はその性能においても、運転特性においても、また安全性においても進歩発展を遂げてきており、工事を取りまく諸条件を十分に把握し、これを反映させた仮設備計画を立て、保守管理を十分に行えばほとんど問題はないと思われる。しかし、最終段階のコンクリートバケットの操作については、ほとんど改良も加えられず問題点もかなりかかえた状況にあった。

最近、コンクリートダムの合理化施工が注目を集め、コンクリートポンプやベルトコンベヤによる打設の研究や、RCD (Roller Compacted Dam) 工法による施工も実施される一方、従来の打設方法において省力化を図る試みがなされ、バンカー線におけるコンクリート運搬の自動化の事例が報告されている。今回の報告は、後者の部類に属し、コンクリートバケットの開閉を引紐方法から無線操縦装置を採用し、安全性、作業能率の向上、工事費の低減を図ったものであり、その開発の概要を報告するものである。

2. 開発の経緯

従来、ダムコンクリート打設では、ケーブルクレーンまたはジブクレーンにて打設場所まで運搬したコンクリートバケットを、作業員がバケットの開閉機構であるエアシリンダー操作バルブの引紐を手動操作することで、コンクリートの放出を実施している。この方法は、コンクリート打設時に作業員がバケットの下に近づくため作業安全上の問題が提起されていた。従来方式での問題点をまとめると、下記の通りである。

- ① バケットの開閉が作業員による直接操作であり、その安全確保のため、バケットの位置決めや振れ止めにくレーン制御の慎重さと精度が要求され時間を要す。
- ② バケット開閉操作時に飛散するコンクリートによる作



写真-1 コンクリート打設状況

業員への危険度が高い。

- ③ コンクリート放出と同時に荷が軽くなるためバケットがジャンピングし、作業員への危険性が高い（ケーブルクレーンでは、この現象が特に顕著である）。
- ④ コンクリート放出時のジョギングモーションは作業員に対して危険であり、またコンクリート放出量の調節が困難で狭い部や特定場所へのコンクリート打設に問題がある。

今回の開発の目的は以上の問題点を考慮し、最も広く採用されているクレーンとコンクリートバケットの組合せの内、特にコンクリートバケットに注目して、その安全性の向上を主眼に施工性の向上をも図ろうとしたものである。

3. コンクリートバケット無線開閉制御装置の概要

本装置は、2で挙げた従来の問題点に関して、

- ① コンクリートバケットに遠方からの無線制御による開閉装置を取り付けることで作業員の安全を高める。
- ② バケット開閉のエアシリンダーを空気および電気回路によって制御し、作業の安全および、コンクリート放出量の調節を可能な機構とする。

とし、具体的には、コンクリートバケットを開閉する一対のエアシリンダーの空気制御回路と、無線制御のための電気回路とに大別される。

表-1は、今回追加装備した機器一覧表を、図-1は、開閉装置全体図を示したものでバケット本体下方の移動蓋を自在に開閉する。

空気制御回路については、図-2に示す。同図において、それぞれのエアシリンダーは絞り弁を介してマスターバルブに接続される。このマスターバルブは電磁弁（無線制御によって駆動）によりチェック弁を介して矢印方向に駆動する。また、三方切替弁を手動側に切り換えた場合は従来通り手動弁を作用させることで手動で開閉することも可能である。

つぎに、無線制御による電磁弁の作動についてその電気回路図を図-3に示す。

同図(a)は、コンクリートバケット部に装備した電気回路であり、送信機Cからの電波を受け

表-1 装備品内訳（バケット1台につき）

品名	形状	数量	使用場所
無線受信機	朝日音響RC-413	1式	バケット収納BOX内
無線発信機	〃	1〃	作業員携帯、アンテナ付
リレーBOX	Ry4.5.6 T1	1〃	バケット収納BOX内
バッテリー	GS PE15.12	1ヶ	〃
電磁弁	CKD3/8"DC12V	1〃	バケット
三方切替弁	3/8"	1〃	〃
ダブルチェック弁	〃	1〃	〃
充電器	DC12V用	1式	事務所

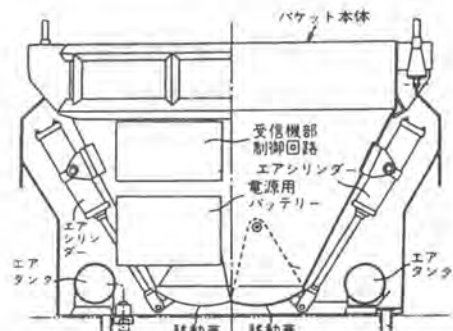


図-1 コンクリートバケットの全体図

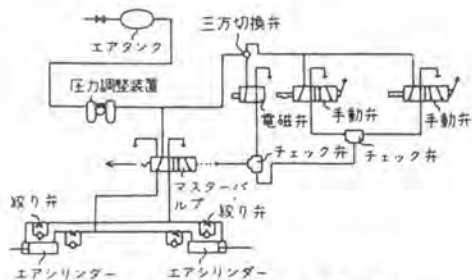


図-2 エアシリンダーの空気制御回路

る受信機部と制御回路部とに分類できる。受信機部（A）の各スイッチ（SW1～SW3）は、同図（b）に示す送信機C側のON・OFF・開の押し鉤スイッチに対応して作動する。なお、送信機Cは発信回路が内臓されており、コンクリート打設時は作業者が携帯する。

制御回路Bの作動順序はおおむね次のようになる。

- ① 送信機CのONスイッチが押されると制御回路のランプが点灯し、作業者にコンクリートの排出がこれからなされることを警告する。
- ② 送信機の開スイッチが押されると、電磁弁が駆動してコンクリートが排出される。（コンクリートの排出は、送信機のONおよび開スイッチが同時に押された場合のみ作動する）。
- ③ 送信機のOFFスイッチを押すと、バケットが閉止される。
- ④ 送信機のOFFスイッチのほかタイマーTが装備され、所定時間（10秒）が経過するとこのタイマーが作動して、コンクリート排出中においてもバケットは閉止される。

また、コンクリート排出中、送信機の開スイッチを開放すると、バケットを閉じて排出を中断できるので、コンクリート排出量の調整が可能となる。この場合先のタイマーは、排出・中断を何度繰り返しても始動から設定時間経過後に確実に作動させることが可能である。

無線操縦装置に使用する電波は、三つの電波が一つに変調された多重変調波で、一般に使用されている電波・船舶無線・あるいは自然界に発生する雷等の電波との混信による誤動作を防止するものとした。

第1波 基本搬送周波数 70～92 MHz

第2波 副搬送周波数 55～97.5 KHz

第3波 トーン周波数 850～1200 Hz

電波の流れは、下記概略図に示すように、アンテナによって受信された電波が、受信機チューナーおよび2重のフィルターを通過することにより適正な電波のみ解説され各動作素子を作動させることになる。

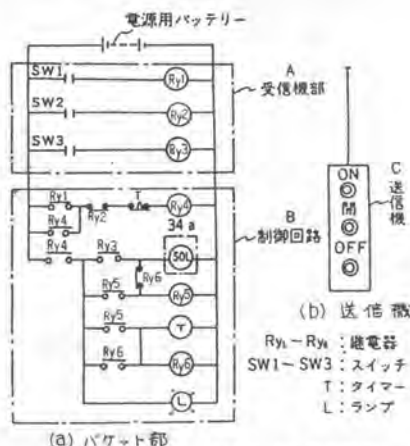


図-3 電磁弁の制御をする電気回路



図-4 使用電波の流れ

4. 現場への適用

本装置の現場への適用として、温海川ダムと沼尾川ダムについてその概要を述べる。

(1) 温海川ダム

温海川ダムは、堤高60m、堤長167m、提体積135000m³の重力式コンクリートダムで、コンクリート打設は走行ジブクレーン(9.5t×45m)、リフトダンプ式トランスファーカ(3m³)エア式コンクリートバケット(3m³)を使用している。コンクリート運搬から打設に至る一連の作業の安全および省力化を図ったものであり、この打設システムの特長は次の通りである。

- ① コンクリートプラントから台車上のバケットまではリフトダンプ式トランスファーカで運搬される。(写真-2参照)
- ② バケット受台車はジブクレーンと連結棒で固定され走行ジブクレーンの移動と連動する。
- ③ バケット開閉用の空気はコンクリートバケットが受台車に納まった時点で自動供給される。
- ④ 打設箇所でのバケット開閉は、先に述べた無線制御にて行う。



写真-2 コンクリート受入状況

この結果、バケット受台車とジブクレーンが一定間隔を保持するため、バケットの台車上への設置が簡単で、かつブーム角度を一定にして打設できるためサイクルタイムの短縮が図れたこと、またバンカー線上での玉掛やエア供給等の作業を省力化することができた。

(2) 沼尾川ダム

沼尾川ダムは、堤高28m、堤長92m、提体積37000m³の砂防堰堤で、複線式ケーブルクレーン(4.5t)とエア式コンクリートバケット(1.5m³)にて打設を行なっている。複線式ケーブルクレーンのため、打設箇所が上流側・下流側に片寄った場合など、巻き上げワイヤー張力の不均衡によってコンクリート放出後のバケットの振れ(上下および上下流方向)が大で、主に作業の安全性向上の目的でバケットの無線開閉制御装置を採用した。本装置の採用によって、上流型枠際での打設や間詰等の狭あい部の打設における作業員の安全が改善され、また作業員のコンクリートバケットへの接近・待避等の時間短縮、打設量の調節が可能であり特に型枠際などの打設が容易になったことなどによって作業効率も改善でき、打設時間を約15%程度短縮することとなった。

なお、温海川ダム、沼尾川ダムとも現在施工中で、前者ではその提体積の90%、後者ではダム本体の約70%が完了しているが、現在までバケット開閉の誤操作は全く発生していない。

5. あとがき

以上、無線制御開閉制御によるコンクリートバケットの開発について述べたが、ダム工事における安全性の向上、省力化を進めていく上で、全体打設システムの自動化等の開発に今後とも取り組んでいきたい。