

## 2. テルハ型クレーンによるダム コンクリート運搬・打設設備の開発

（株間組：舘岡 潤仁、藤田 司、  
間・前田・奥村特定建設工事共同企業体：\*寺田 幸男

### 1. はじめに

長井ダムのコンクリート主運搬設備は発注者（国土交通省東北地方整備局）より、特記仕様書にて2基で390m<sup>3</sup>/hの最大運搬能力を持つ鉛直昇降型クレーンを使用するように規定されていた。これに対応して港湾の荷役機械として使用されているテルハクレーンをベースに、ダムの打ち上がり高さに合わせクレーン本体をリフトアップさせるクライミング装置を有した「自昇式テルハクレーン」を開発した。さらに、トランスファークと連動した自動運転機能を設備し省力化・安全性を向上させ、現在2系統の設備が稼働している。その設備概要、開発内容等について報告するものである。

### 2. 長井ダムの工事概要

長井ダムは、最上川水系の長井市を流れる置賜野川に建設される、重力式コンクリートダムであり、洪水調節、河川環境の保全、灌漑用水及び水道用水の供給、発電を目的とした、多目的ダムである。

ダムの規模は堤高125.5m、堤頂長381m、堤体積120万m<sup>3</sup>でありRCD工法によるコンクリート打設を行っている。

今回、長井ダムでは、ダム直上流の河床部に基礎掘削ズリを流用盛土したヤード造成を行い、骨材製造からコンクリート製造・運搬設備までの一連の設備を集中配置し、テルハ型クレーンを用いて堤体にコンクリートを運搬する方法を採用している。テルハ型クレーンの採用はダムでは初めてである。

2000年4月に本体工事に着手し、2002年10月に本体コンクリート打設を開始した。現在まで打設は順調に進捗しており、2007年に打設を完了する予定である。表-1及び図-1に長井ダムの概要とダム越流部及びダム下流面を示す。

### 3. 自昇式テルハクレーンの開発目的

重力式コンクリートダムのコンクリート運搬設備としては、ケーブルクレーン、インクライン、タワークレーン、ベルトコンベヤなどが使用されてきた。

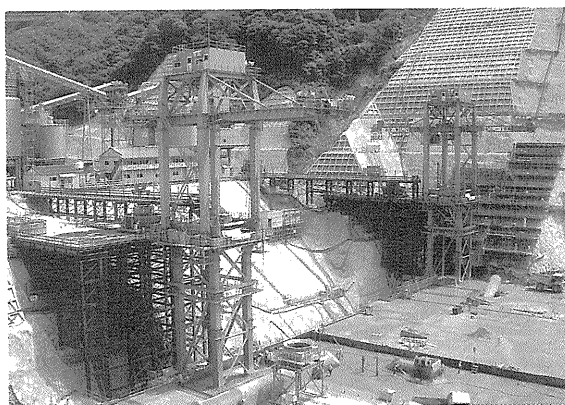


写真-1 テルハクレーンとコンクリート製造運搬設備

表-1 長井ダムの概要

工事名	長井ダム本体建設第1工事
発注者	国土交通省長井ダム工事事務所
所在地	山形県長井市平野・寺泉地内
総貯水量	5,100万m <sup>3</sup>
型式	重力式コンクリートダム
形状	堤高:125.5m 堤頂長:381m 堤体積:120万m <sup>3</sup>
施工	間・前田・奥村特定建設工事共同企業体

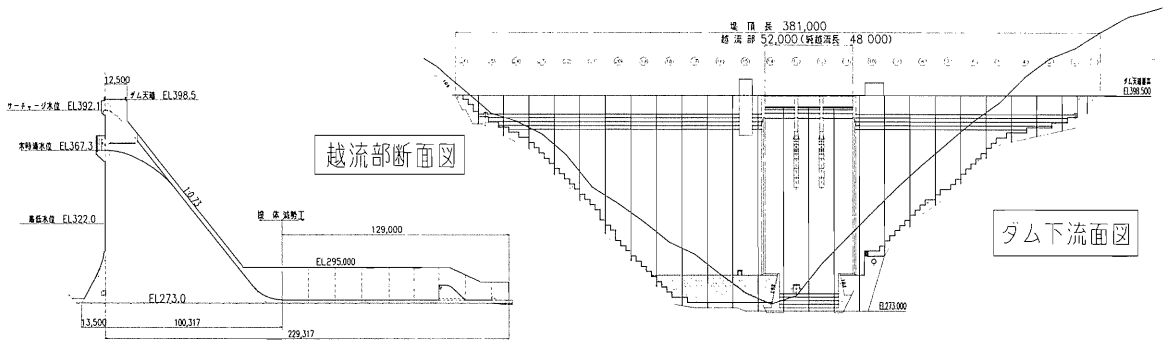


図-1 ダム越流部及び下流面図

こうした仮設備配置にあたって最近では、環境への配慮からコンクリート運搬設備は、法面掘削などによる自然環境の改変を極力少なくする機種が求められている。

長井ダムにおいても骨材生産、貯蔵、引出及びコンクリート生産設備をダム上流の河床ヤードに集中配置するなど、ダムサイト周囲の掘削量を極力少なくし、自然環境の保全に配慮した仮設備配置となっている。(写真-1)

こうした設備配置からコンクリート運搬設備は、ダム上流に設置し、ダム施工高さに合わせ鉛直昇降させるクレーンが指定された

(表-2、図-2)。

開発にあたっては以下の項目に留意した。

- ① 港湾、地下 LNG タンクで実績のあるテルハクレーンをベースにクライミング機能を開発する。
- ② 指定能力を確保するため 9m<sup>3</sup>コンクリートバケットを使用し、吊り上げ能力を 32t とする。
- ③ ダム用クレーンとして、荷となるコンクリート 9m<sup>3</sup> を短時間に放出するため、その繰り返しの衝撃に耐えられる構造とする。
- ④ コンクリートを運搬する

表-2 自昇式テルハクレーンの仕様

吊上荷重	32.0 t
定格荷重	29.5 t
アウトリーチ	上下流とも中心から 15m コンクリートバケット 9m <sup>3</sup> 装着
揚程	揚程 100m
巻上速度	70m/min、空荷時 130m/min
横行速度	100m/min、空荷時 150m/min
クライミング	6m/30分
本体重量	本体重量 220t 中間マスト 4t/m
使用電源	三相 400V 回生機能付きインバータ方式

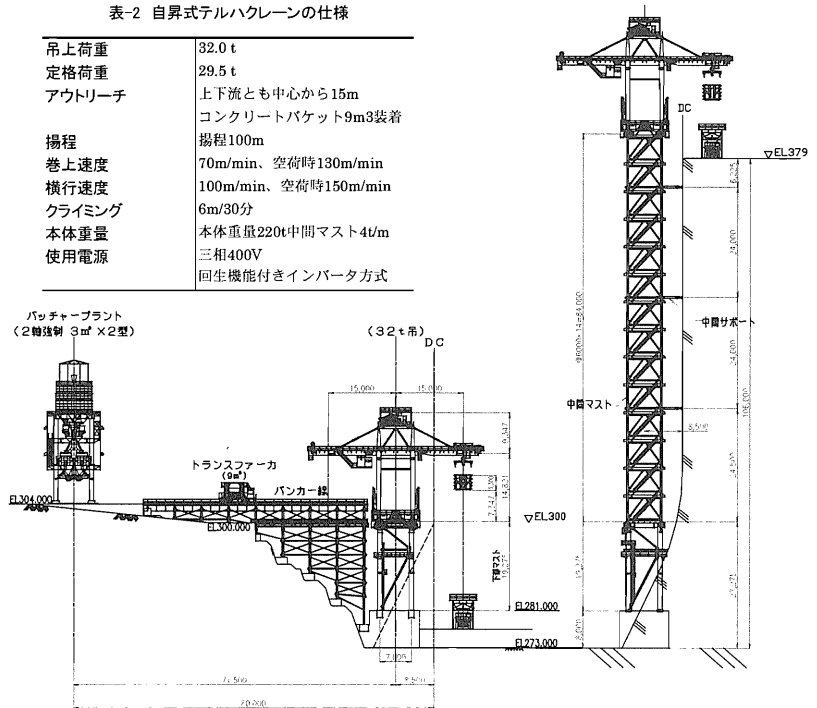


図-2 コンクリート製造・運搬設備

トランスファーカと自昇式テルハクレーンを連動させた自動運転を行うことにより、サイクルタイムの均一化を図り、長時間の運転から発生するミスをなくし、打設能力を向上させる。

- ⑤ 安全性の向上及び自動化によりシステムが複雑化してきているが、トラブルが発生したとき、迅速に対応できるシステムとする。

上記を目標に開発を行った。

#### 4. 自昇式テルハクレーンの構造と動作

自昇式テルハクレーンはダム直上流部に2基配置している。構造は、マストと横行ガーダで構成されており、横行ガーダは上下流方向に各 15m 張り出している。その動作は、巻上げウィンチにより油圧蓄圧型コンクリートバケットを吊り上げ、横行ガーダ上のトロリにより横移動し、堤体内にコンクリートを運搬するしくみである。

巻き上げウィンチは、密閉型減速機に接続された450kW 交流電動機をインバータ制御により4段階(2~130m/min)に速度制御を行う。また、横行トロリはダブルレール式にて22kW 2基の交流電動機をインバータ制御で4段階(6~150m/min)に速度制御する。ウィンチ及びトロリいずれにも位置検出用エンコーダを接続し、フック位置の表示を行うと共に、横行及び巻上下の設定範囲外での自動停止を行う。

クライミング用のマスト(□7,550mm、高さ6,000mm)は現場で組立てる。そのマストをテルハ自体により既設マストの上部に吊り込み、継ぎ足し、油圧式のクライミング装置により自昇する。最終的には6m マストを14柱、計84m 継ぎ足し全高127mとなる。

また、クライミング装置をマスト側に装着することによりクレーン本体の軽量化を図っている。

解体時は堤体側のガーダを取り外し、クライミングと逆の動作で下降可能としている(図-3)。

クレーン全般の構造としては、豪雪地での越冬を考慮して、積雪量を3mに設定するとともに、クライミング中に震度6の地震が発生しても、十分耐えられ構造とした。

#### 5. 自昇式テルハクレーンの運搬能力

自昇式テルハクレーンの運搬能力は巻上げ・下げ、横

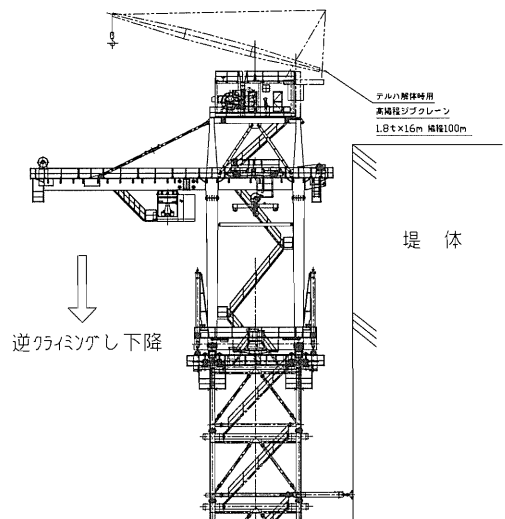


図-3 テルハ解体状況

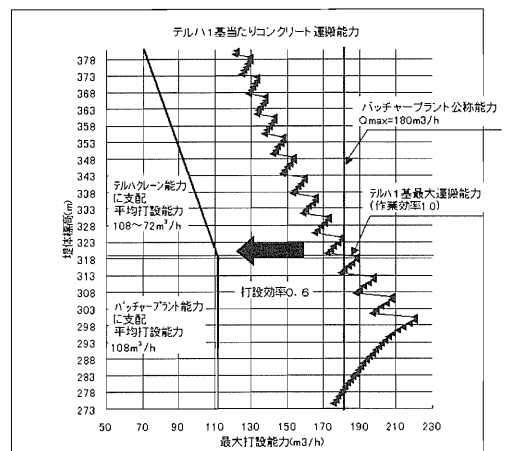


図-4 テルハ コンクリート運搬能力

行上下流及びコンクリート放出時間から求めたサイクルタイムより算出される。

図-4 で示すように、バンカ線高さ EL300 において1基当たり最大能力 220m<sup>3</sup>/h となる。その後テルハクライミングにより、バンカ線からの巻き上げ時間が多くなり運搬量は減少する。

## 6. 開発内容

### (1) クライミング装置の概要

ダム用タワークレーンの1回のクライミングは3mであり、本体部を油圧シリンダで押し上げる方式である。しかし、当テルハクレーンのマスト高さは6mと長く、押し上げ式の油圧シリンダではロッドの座屈が考えられ、そのために油圧シリンダが大きくなり、クライミング装置が巨大化してしまう。

この解決のために4本のシリンダによる引き上げ式とした。これにより、クライミングシリンダを細くし、装置の軽量化が行えた。

クライミング装置は、テルハクレーン本体の重量220t 及び、上下流方向に伸びた40mのガーダの水平度を保ちながらクライミングさせる機能を有する。

### (2) クライミング機能

クライミング装置は図-5 に示すように上部フレームと下部フレームからなる。

#### (a) 上部フレーム

上部フレームはマスト上部に設置し、クレーン本体と接合されている。フレームの四隅にストローク長6mのクライミングシリンダ4本を配置し、各シリンダを制御する油圧ユニットを搭載する。

クライミングシリンダはロッド長を0.2mmまで検出する高性能なりニアセンサを内蔵し、4本のクライミングシリンダのストロークを計測する。

クライミング中は各シリンダのストローク長、油圧及び、角度センサーによるクレーン本体傾斜角度を常に検出しフィードバック制御を行い、4本のシリンダストロークを同期させる。

#### (b) 下部フレーム

下部フレームはクレーン本体基底部にあり、テルハ本体荷重を支えるかんぬきを設備する。

かんぬきはテルハの脚部4箇所に対してそれをまたぐように左右に2本、計8本配置し、油圧シリンダにより出し入れする。

クライミング時はクライミングシリンダとかんぬきは、お互いインターロックを取りながら連動し作動する。

### (3) クライミング手順

クライミング方法は図-6 の手順により行われる。

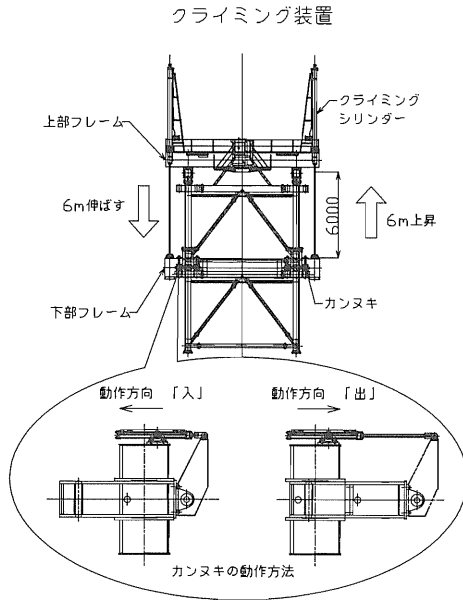


図-5 クライミング装置機能

① 構台上でテルハマストを組み立てる。

② 上部フレームを外し、堤体に仮置きする。

③ マストを吊上げ、クレーン中心に置きマストを継ぎ足す。

④ 上部フレームを、継ぎ足したマスト上に吊り上げ固定する。

⑤ 油圧シリンダを 6m 伸長し、下部フレームに固定する。

⑥ 油圧シリンダを縮め、本体が 2cm 上昇したら下部フレームのかんぬきをを外し、クライミングを行う。6m のクライミングを 30 分で行う。

⑦ 6m クライミング終了後、かんぬきを入れ、クレーンを固定する

写真-2 にクライミング状況を示す。

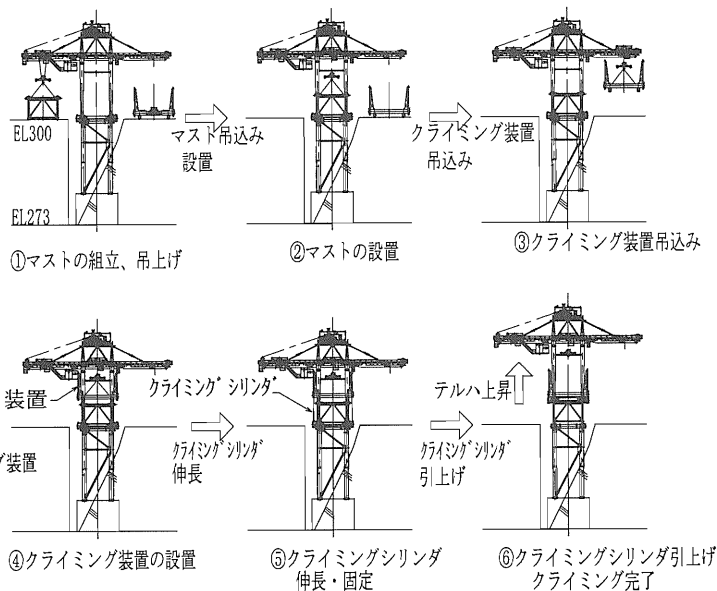


図-6 クライミング手順



写真-2 シリンダを伸張した状態

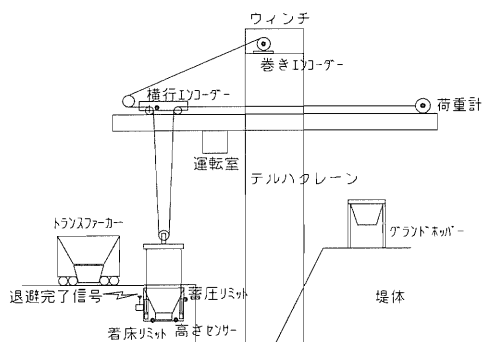


図-7 自動運転概要図

## 7. コンクリート自動運搬システム

従来よりバッチャープラントからコンクリートを受け取り、クレーンまで運搬する、バンカ線自動運転システムは、数多くのダム現場で採用され実用化されてきている。

長井ダムにおいても、国内最大級となる 9m<sup>3</sup>トランスファーカ 2 台の自動運転を実施している。

さらに、テルハクレーンの運転をトランスファーカと連動させ自動運転とすることで、サイクルタイムの均一化、オペレータの負担軽減を行い、テルハクレーンの最大能力を引き出すこととした。写真-3 に自動運転状況を示す。

自動運転方式はクレーンオペレータの運転を記憶する、ティーチング方式とし、雑運搬などでは速やかに

手動に切り替えるシステムとした。

図-7 に各種センサーの位置、図-8 に自動運転のフローを示す。

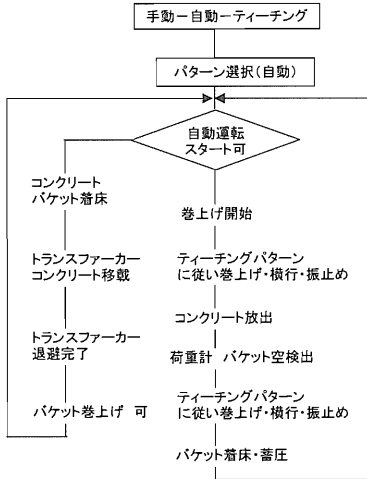


図-8 自動運転フロー

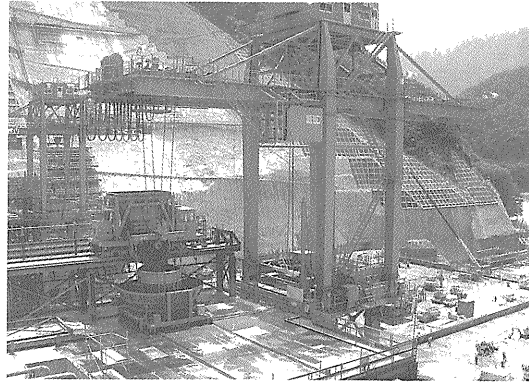


写真-3 自動運転によるコンクリート運搬状況

## 8. リモートメンテナンス機能

上記の様に多くの機器の自動化が進められると、制御システムの故障時には専門の技術者が必要となり、復旧に時間がかかることが予想された。

当長井ダムでは事務所及び現場内に LAN を敷設し業務の効率化を図っている。

テルハクレーンの運転制御において、シーケンサを上位のコンピュータにより制御を行い、現場内 LAN に接続している (図-9)。

この機能を利用し、現場内の LAN をインターネットに接続し、外部の専門の技術者が現場まで来なくとも故障原因を突き止めることができ、トラブルを短時間に解決することが出来るようになった。

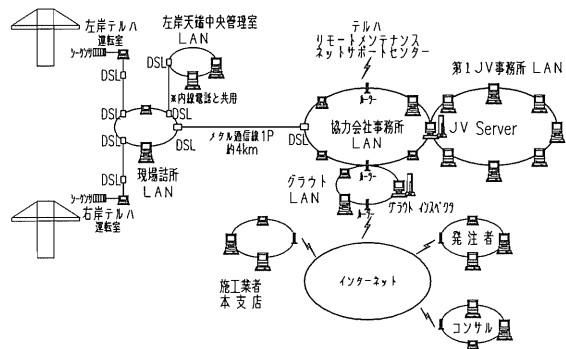


図-9 現場内 LAN 構成図

## 8. おわりに

国内初となる自昇式テルハクレーンによる、大容量コンクリート打設システムは、順調に稼働し RCD 工法による高速施工を日々行っており、当初の開発目標をクリアし成果を上げている。

また、仮設用地確保のための自然改変を極力少なくすることができる、上流ヤードへの設備集中配置方式では、今回開発した自昇式テルハ技術が有効と考える。

最後に、この設備導入に向けて多大な指導をいただいた工事事務所、メーカー、協力会社等の関係各位に深く感謝致します。