

ダムコンクリート運搬用自昇式テルハクレーンの開発

高橋 博・館岡 潤仁・寺田 幸男

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390 m³/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、トランスファーカ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。本報文ではその設備概要、開発内容等について以下に報告する。

キーワード：ダム施工、コンクリート運搬設備、テルハクレーン、クライミング、クレーン自動運転

1. はじめに

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、灌漑用水及び発電と水道用水の供給、発電を目的とした、多目的ダムである。

ダムの規模は堤高125.5 m、堤頂長381 m、堤体積120万 m³でありRCD工法によるコンクリート打設

を行っている。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。今年（2003年）9月には定礎式を予定している。

表—1及び図—1に長井ダムの概要と標準断面を示す。

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 ³
形式	重力式コンクリートダム
形状	堤高：125.5 m 堤頂長：381 m 堤体積：120万 m ³
施工	間・前田・奥村特定建設工事共同企業体

2. 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。

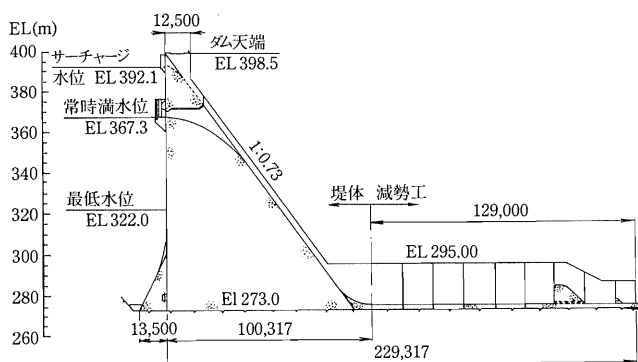
こうした仮設備配置にあたって最近では、環境への配慮からコンクリート運搬設備は、法面掘削などによる自然環境の改変を極力少なくする機種が求められている。

長井ダムにおいても骨材生産、貯蔵、引出し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9 m³コンクリートバケットを使用し、吊上げ能力を32 tとする。



図—1 標準断面図

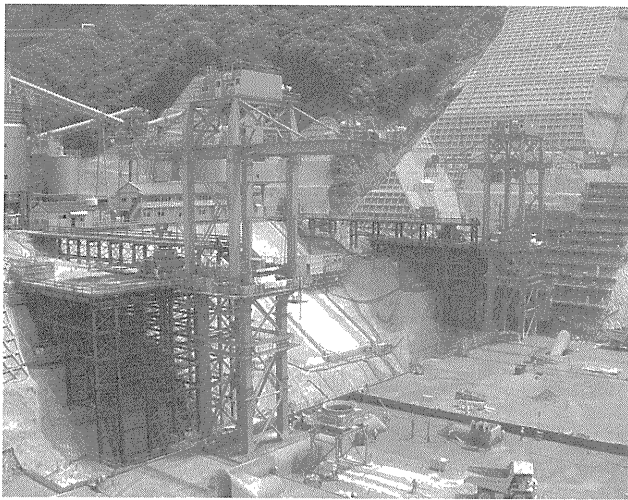


写真-1 テルハクレーンとコンクリート製造運搬設備

- ③ ダム用クレーンとして、荷となるコンクリート 9 m³ を短時間に放出するため、その繰返しの影響に耐えられる構造とする。
- ④ コンクリートを運搬する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。

3. 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、マストと横行ガードで構成されており、横行ガードは上下流方向に各15m張出している。その動作は、巻上げウインチにより油圧型コンクリートバケットを吊上げ、横行ガード上のトロリーにより横移動し、堤体内にコンクリートを運搬するしくみである。

クライミング用のマストは現場で組立てる。そのマストをテルハ自体により既設マストの上部に吊込み、継足し、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ドを取外し、クライミングと

表-2 自昇式テルハクレーンの仕様

吊上げ荷重	32.0t
定格荷重	29.5t
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 ³ 装着
揚程	揚程100m
巻上げ速度	70 m/min, 空荷時 130 m/min
横行速度	100 m/min, 空荷時 150 m/min
クライミング	6 m/30 min
本体重量	本体重量 220 t, 中間マスト 4 t/m
使用電源	3相 400 V 回生機能付きインバータ方式

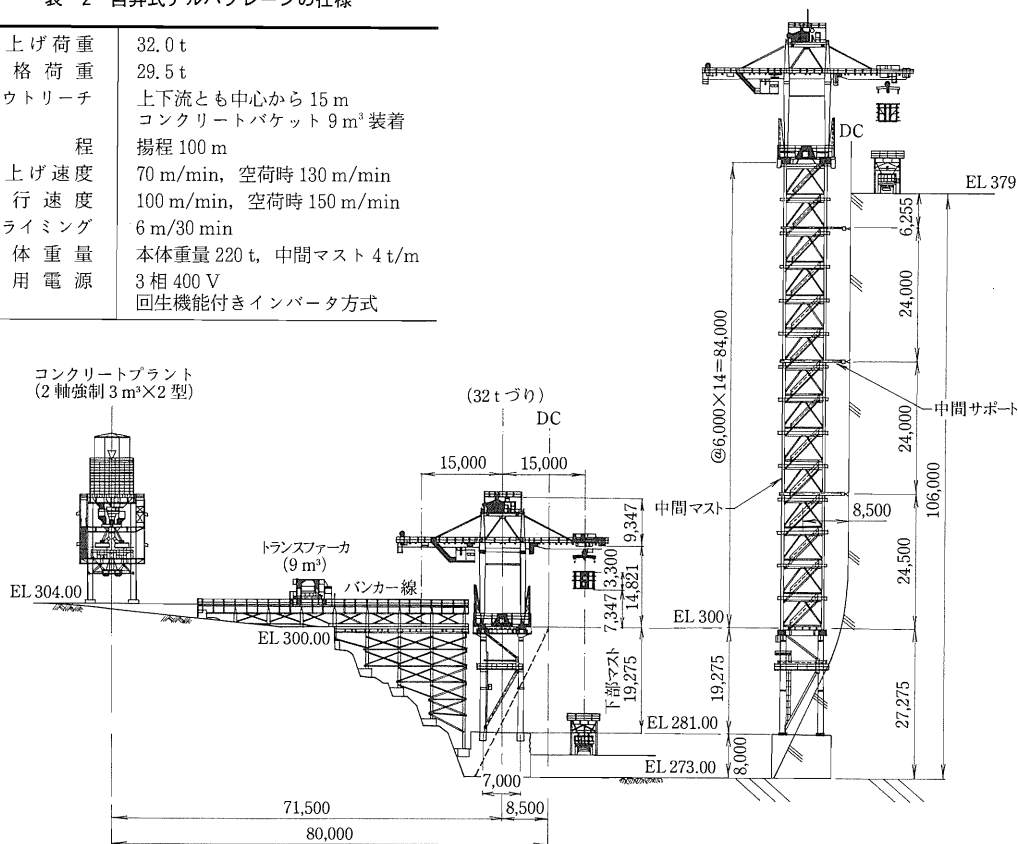


図-2 コンクリート製造・運搬設備

逆の動作で下降可能としている。

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、十分耐えられる構造とした。

4. 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・巻下げ、横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-3で示すように、バンカ線高さ EL 300 において1基当たり最大能力 220 m³/h となる。その後テルハクライミングにより、バンカ線からの巻上げ時間が多くなり運搬量は減少する。

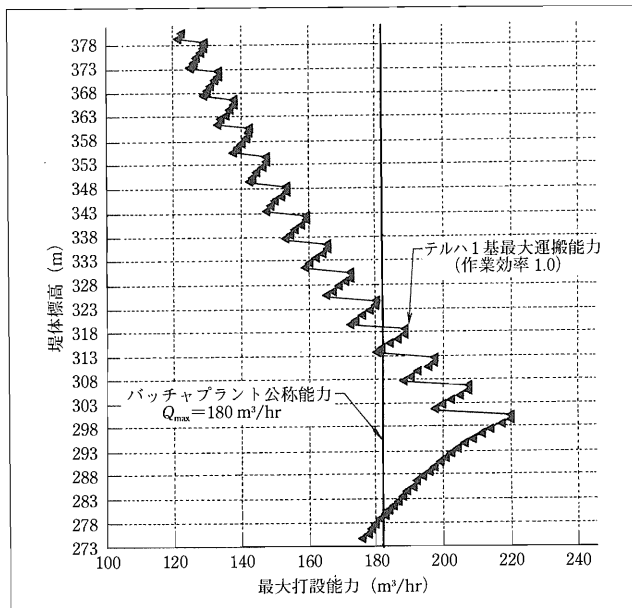


図-3 コンクリート運搬能力 (テルハクレーン1基当たり)

5. 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太くなり、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のガータ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-4に示すように上部フレームと下部フレームからなる。

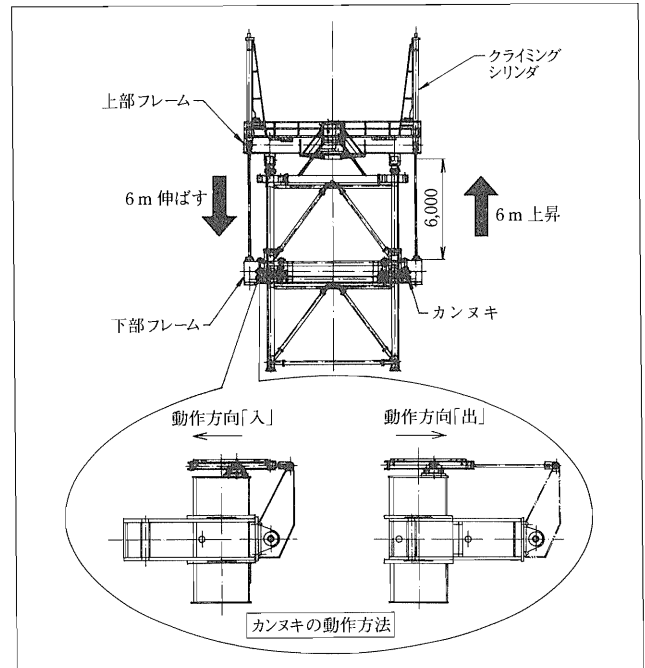


図-4 クライミング装置機能

(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

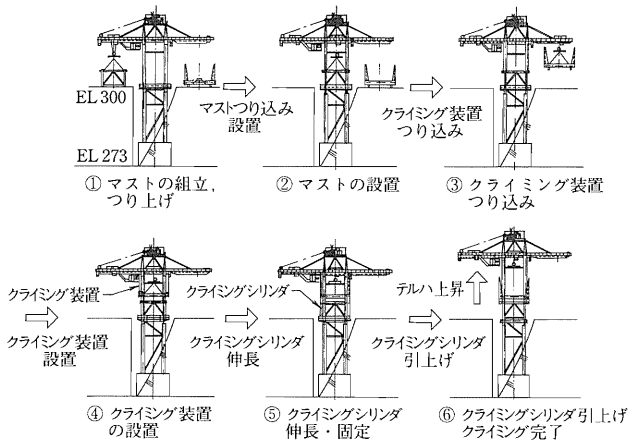
下部フレームはクレーン本体基底部にあり、テルハ本体荷重を支えるかんぬきを設備する。

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、お互いに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

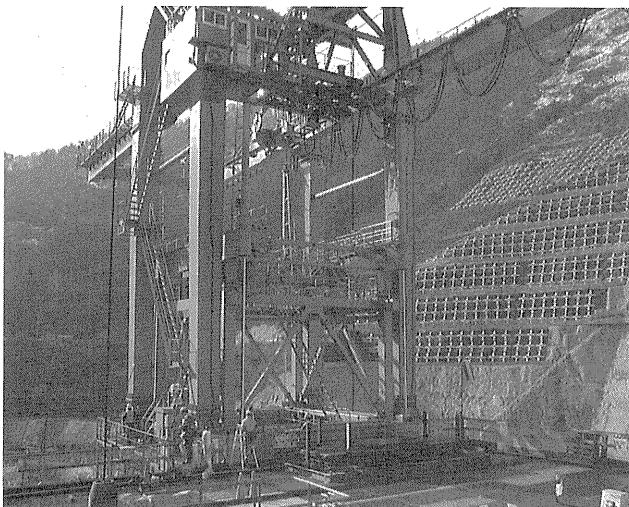
クライミング方法は図—5の手順により行われる。



図—5 クライミング手順

- ① 構台上でテルハマスト（7.5 m角、高さ6 m）を組立てる。
- 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足す。
- ④ 上部フレームを、継足したマスト上に吊上げ固定する。
- ⑤ 油圧シリンダを6 m 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2 cm 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。6 mのクライミングを30分で行う。
- ⑦ 6 m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、写真—3にクライミング状況を示す。



写真—2 シリンダを伸張した状態



写真—3 クライミング終了

6. コンクリート自動運搬システム

従来よりコンクリートプラントからコンクリートを受取り、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。

当長井ダムにおいても、国内最大級となる9 m³ 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出すこととした。写真—4に自動運転状況を示す。



写真—4 自動運転によるコンクリート運搬状況

自動運転方式はクレーンオペレータにより運転を記憶させる、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替えるシステムとした。

図—6に各種センサの位置、図—7に自動運転のフローを示す。

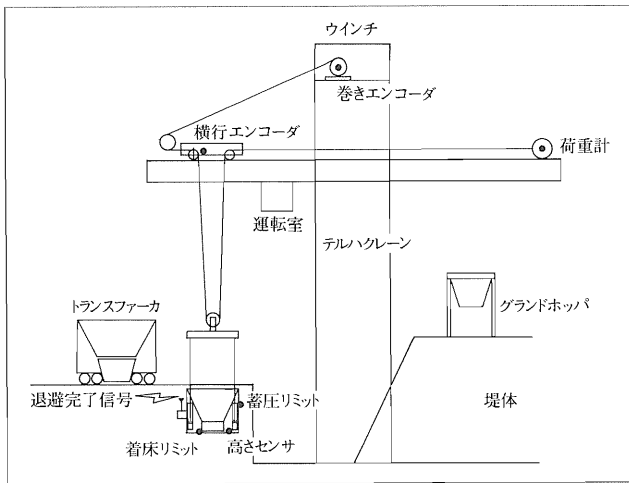


図-6 自動運転概要図

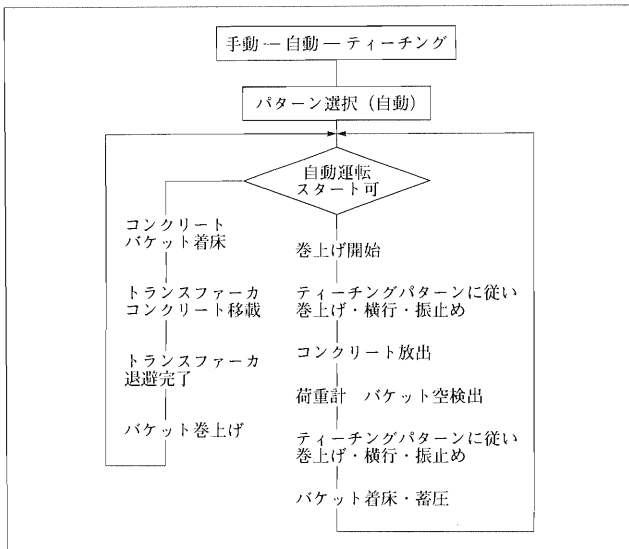


図-7 自動運転フロー

7. リモートメンテナンス機能

上記のよう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は、シーケンサを上位のコンピュータにより制御を行っており、現場内 LAN に接続することにより、運転状況を外部のコンピュータで監視することを可能とした (図-8)。

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トラブル発生時には、現場まで来なくても、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。

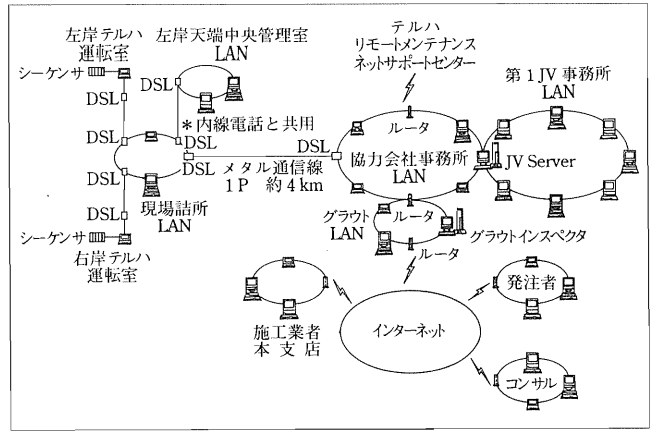


図-8 現場内 LAN 構成図

現在は、メーカーが 24 時間対応のリモートメンテナンスを実施している。

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。当現場においては現場内 LAN を導入し、機器制御・情報の共有化を進め、コンピュータによる制御・運転管理を行っている。現在、さらに各設備相互の有機的関連を強め、ダム建設現場の生産性の向上に努めている。

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。

JCMA



〔筆者紹介〕
高橋 博 (たかはし ひろし)
株式会社間組
土木事業本部
ダム統括部
部長



館岡 潤仁 (たておか じゅんじ)
株式会社間組
土木事業本部
機電部
部長



寺田 幸男 (てらだ ゆきお)
株式会社間組
東北支店
長井ダム出張所
機電課
課長