

V-13 コンクリートダムのタワークレーン打設について

大成建設株式会社 札幌支店

松下 芳彰

上田 勝幸, 吉田 孝一, 立田 勇一

まえがき

定山溪ダムは、北海道開発局が豊平川総合開発の一環として、石狩川水系豊平川の支流小樽内川に建設を進めている道内最大規模の重力式コンクリートダムである。

当ダムでは、コンクリート打設設備として道内で初めて定置式ジブクライミングクレーンを利用した。

本文は、その計画及び実績についての概要を述べたものである。

1. 工事概要

定山溪ダムは、表-1に示すように堤頂長410.0m、堤高117.5m、堤体積118.5万 m^3 の多目的ダムである。ダムサイトは札幌より28km、定山溪市街より2kmの地点の札幌市南区定山溪8区地先に位置し、付近が支笏洞爺国立公園地域になっている。

当ダム堤体建設工事は、北海道開発局石狩川開発建設部により大成・地崎・佐藤共同企業体に第一期工事から第七期工事（昭和55年9月28日～昭和65年2月20日）迄が既に発注されており、現在も建設途中にある。

当ダムの目的は、以下に述べる3項目にある。

第一は洪水調節であり洪水調節容量19,000,000 m^3 をもつ、第二は上水道用水給水であり札幌市に対し1日最大375,000 m^3 の水を確保する、そして、第三は発電であり最大出力7,000kwの発電を可能にする。

2. コンクリート打設設備の比較選定

当ダムのダムサイトは支笏洞爺国立公園内に位置し、その貯水池が全て国有林野で各種の保安林指定がなされており、また、道々小樽定山溪線が堤頂部に付替えられる。それ故、仮設備計画において、付近の環境保全、修景緑化には十分な配慮が必要となる。

当ダムは、コンクリート量が100万 m^3 を越えるが、冬期の打設休止を考え、実質打設工期を5年間25ヶ月程度に設定すると、打設設備は20tあるいは13.5t能力のクレーンが複数台必要となり、この規模に見合う機械としてはケーブルクレーンと走行式ジブクレーンが一般的であった。が、当時、建築用タワークレーンを大巾に改造し、本格的なダム用打設設備として開発された定置式ジブクライミングクレーンが出現していた。

これら3種のクレーンについて、自然環境保護の立場から地山掘削を少なくし、工事跡地の修景緑化に留意しながら、ダム工事全体の中で利害特質を総合的に検討する必要があった。この中で、ケーブルクレーンについては、兩岸が急峻な山腹のため、移動走行路やクレーン基礎工事用道路を設ける場合の地山掘削が大量となり、自然環境保全上、不都合を生ずることから、比較検討対象外とした。

それ故、走行式ジブクレーン方式と定置式ジブクレーン方式の比較検討を行った。

それによると、走行式ジブクレーン方式は、

- ・ 堤頂幅とクレーン最大半径の関係で、走行用運搬線が上下流2列、更にダム高との関係で上段1列必要となり、プラント等も移設しなければならない。

- ・ クレーンは、運搬線を走行するので、トレッスルの部材寸法が大きくなり、大半が埋設となる。

それに対し、定置式ジブクライミングクレーン方式は、

- ・ 機械の使用実績が浅く、その信頼性、操作性及び能力に不安がある。

- ・ 堤頂長の関係でクレーン3基が必要となり、経費増大となるが、3基同時打設を行うことはなく、休止クレーンで雑作業を行えば効率的な施工ができる。

以上の観点をベースに検討した結果、定置式ジブクライミングクレーン方式の方が現場条件に合致しており、問題点は機械仕様、配置計画、クレーン基礎等の検討で解決出来るものと判断し、定山溪ダム用打設設備として定置式ジブクライミングクレーンを採用した。

河 川 名	石狩川水系小樽内川
ダ ム 地 点	札幌市南区定山溪8区地先
流 域 面 積	104.0 km^2
ダ ム	
型 式	重力式コンクリートダム
堤 高	117.5m
堤 頂 長	410.0m
堤 体 積	1 185 000 m^3
堤 頂 標 高	EL=392.5m
貯 水 池	
湛 水 面 積	2.3 km^2
総 貯 水 容 量	82 300 000 m^3
有効貯水容量	78 600 000 m^3
洪水時満水位	EL=390.5m
常時満水位	EL=381.6m
最低水位	EL=325.4m
洪水調節容量	19 000 000 m^3
利 水 容 量	59 600 000 m^3
放 流 設 備	
中 高	
クレストゲート	7.00×7.00～2門
コンジットゲート	2.40×2.40～1門
利 水	
上 水 道 取 水 量	375 000 m^3/H (4.338 m^3/s)
(1日最大)	

表-1 ダム及び貯水池諸元

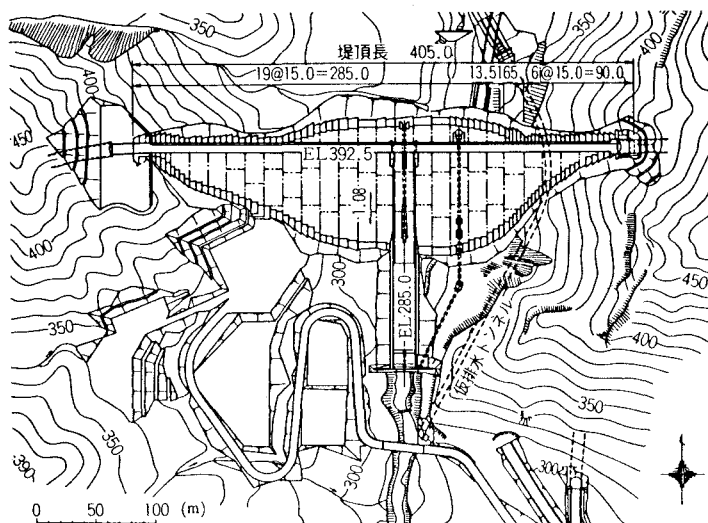


図-1 ダム平面図

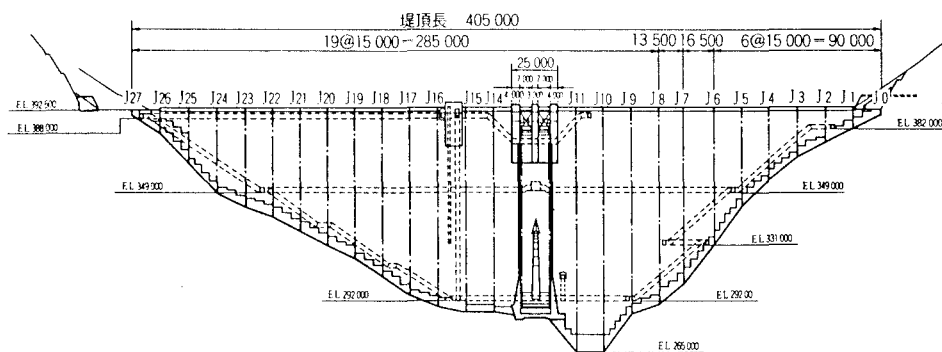


図-2 ダム下流面図

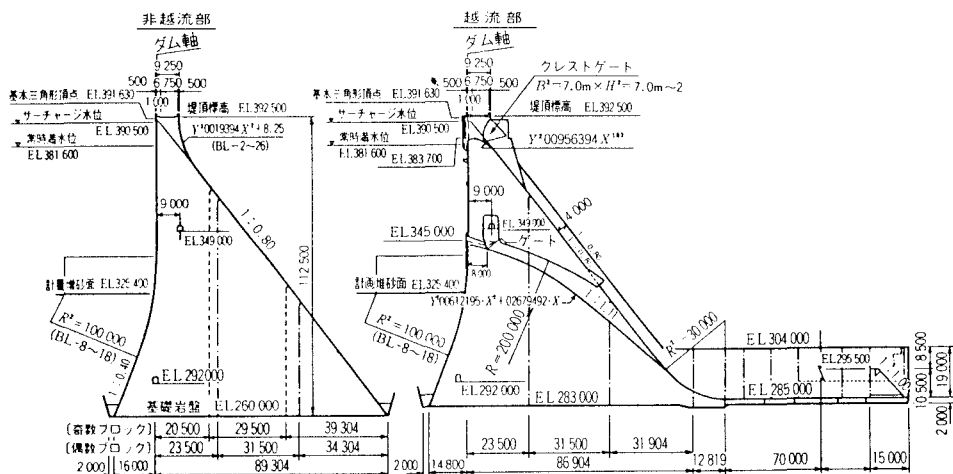


図-3 ダム標準断面図

3. 定置式ジブクライミングクレーンの仕様及び特長

(1) 仕様

定置式ジブクライミングクレーン（以下J.C.C.と称する。）の概要図を図-4に、主要機能を表-2に示す。
本J.C.C.の設計には、吊荷重・自重・風速（作業時；16m/s、休止時；5.5m/s）及び地震慣性力（地震係数：0.20）等の荷重条件が考慮されている。

(2) 特長

本J.C.C.の各ブロックは、高頻度でかつ連続的なコンクリート打設作業に主眼が置かれて各々構成されている。主な特長を以下に述べる。

- a) 巻上・起伏・旋回の各動作をスムーズにコントロールするためにサイリスターレオナード制御を採用し、更に機械操作性、打設作業性を安全確実なものにするために各種制御装置も採用している。
- b) 数名による昼夜2交替制連続運転を考慮して運転室のスペースを広げると共に、同室内の設備も充実させ、居住性及び視界を確保している。また、旋回フレームに運転室・機械室・電気室が積み込まれているため、保守点検が容易である。
- c) ダム建設現場の地形を考慮し、輸送・据付・解体・移設が容易のように全体を小ブロックに細分化し、各部はユニット化され、互換性の高いものになっている。また、他のダム建設現場に移設した場合、補修部品の交換のみで使用可能であり、残存価値が極めて高い。
- d) コンクリート打設面の上昇に際し、クライミング機構を用いて自力でマスト延長を行ないながら、クレーン全体を上昇せしめ、作業半径の確保が可能である。

4. 打設設備の配置計画

(1) J.C.C.の配置計画

13.5t×7.5.0m J.C.C.にてコンクリート打設を行なう場合カバーエリアの関係より、3基のクレーンが必要となり、その設置場所を据付用トラッククレーン搬入可能な工事用道路の近辺ブロックの位置に選定し、ダム軸方向7.14.21ブロックとした。一方、ダム軸からクレーン中心位置迄の距離は、ダム頂部打設を行なう場合の必要最小限揚程を確保し、かつダム頂部のほとんどの打設をカバーするためにダム軸から下流側へ4.0mとした。クレーン配置平面図を図-5に示す。

(2) コンクリート運搬線の配置計画

クレーン解体は付替えられる幹線道路の一般開放を優先するためダム頂部からは不可能であり、トレスルガーダーより送り出したステージ上で15.0t級トラッククレーンで実施するものとする。クレーン位置から2.5～3.0m程度以内に運搬線を配置せねばならない。また、運搬線配置計画は打設サイクルタイムに大きく影響する事がJ.C.C.打設の特徴であり、その距離は一般的にクレーン位置より1.5～3.0m程度が望ましいとされている。

以上の条件に加え、更にトレスルガーダー下方クリアランス及びトレスル埋殺し量を小さくし、右岸バッチャープラントへの工事用道路勾配も緩くし、かつ土工量軽減のために可能な限り、運搬線を堤体下流に配置せねばならない。検討の結果、運搬線はダム軸より7.0m下流側のE.L.=325.00mの位置にダム軸と平行に配置した。クレーン計画概要図を図-6に示す。

5. J.C.C.の打設計画

(1) 打設条件

- ・ 上下流方向では下流ブロックを、ダム軸方向では奇数ブロックを先行打設とし、隣接ブロックの高低差はそれぞれ4リフト、8リフトとする。
- ・ コンクリート高さは1リフト1.5mとし、ハーフリフトは0.75mとする。
- ・ 打設はレアー打設とし、1リフト4層打ちとする。
- ・ 期間は毎年4月15日より10月末までとする。
- ・ 最大打設量は月50,000m³、日2,000m³とする。

(2) 打設方法

3基のクレーンを配置しているが、2組の打設班と1組の型枠班とが各クレーンに順次張付くことにより、常時、クレーン及びコンクリートプラントが連続稼働できる。

当ダムは、各クレーンの打設量が全工期にわたって均等化するように打設テリトリーを明確にしているが、重層部がダム軸方向へ3ブロックにまたがり融通性を有する。よって単体での打設能力は他の打設機械より劣る面もあるが、各作業班でのクレーン稼働率が高くなる。

(3) 打設能力

打設能力は、13.5t J.C.C.と軌条台車方式の組合せにより算出する。

ダム平面上に、各クレーンテリトリーの代表的な十数ポイントを抽出し、各ポイントにおける各年度別の平均打設高さをもとにサイクルタイムを算出する。これにより年度別の各クレーンテリトリーの平均サイクルタイムを算出し、それに対応するコンクリート打設量を荷重平均してダム全体の平均サイクルタイムを算出する。

この場合、クレーン能力に支配される所要時間の他に地切り、位置決め、微動等の所要時間も重要となる。

当ダムでは他のダムの実例を参考に定数値を定めた。

以上の計算よりダム全体の平均サイクルタイムは3分26秒となり、更に作業効率を0.70とすると、ダム全体の平均打設能力は55.0m³/hrとなる。

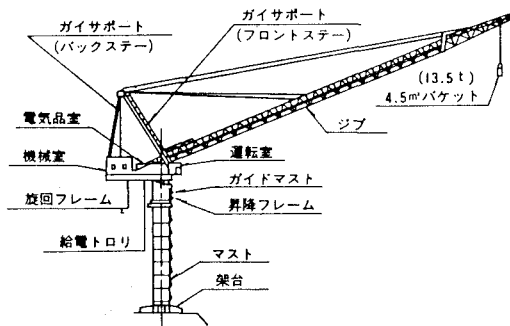


図-4 クレーン概要図

巻上げ能力	13.5 t
旋回半径	最大75m 最小0 m
揚程	135m
施回フレーム下面高さ	33.9m
後部旋回半径	10.03m(マストたわみ含まず)
マスト形状	φ3.0m×13.0m~10本

表-2 J.C.C.主要機能及び寸法

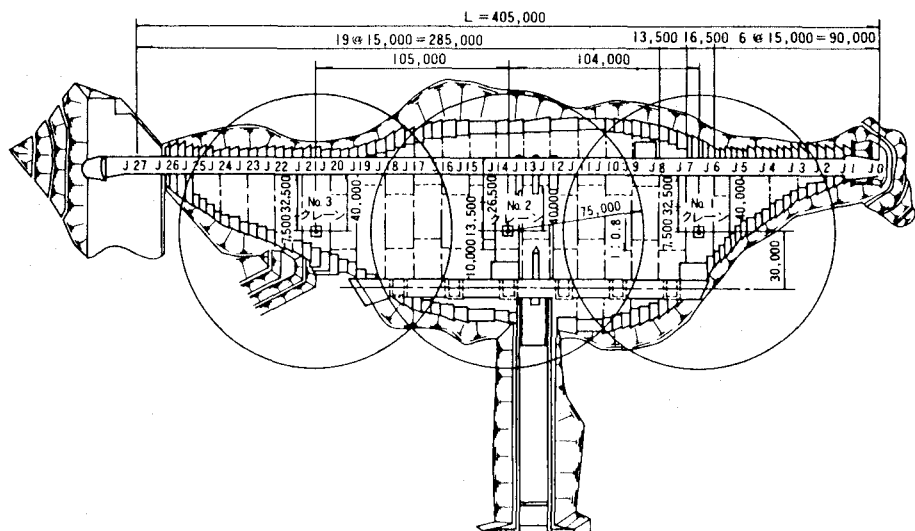
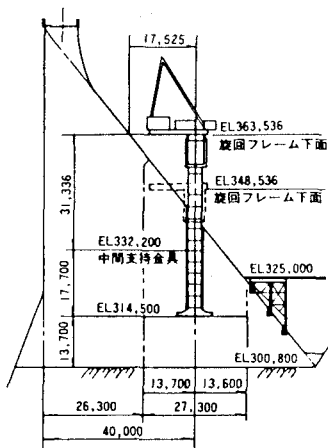
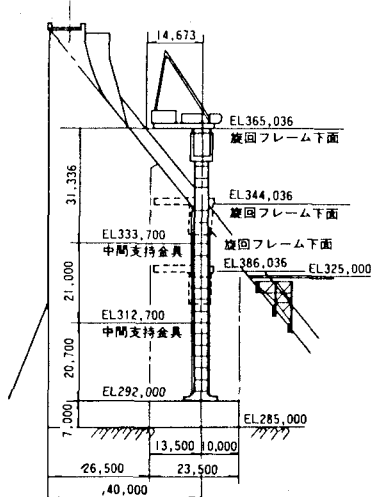


図-5 J.C.C.配置平面図

No.1 クレーン
7-BL



No.2 クレーン
14-BL



No.3 クレーン
21-BL

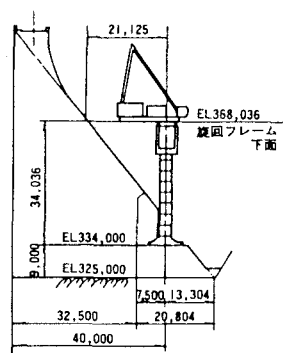


図-6 クレーン計画概要図

表-3
J.C.C.打設実績
(年度別, 単位: m^3)

	No.1 クレーン	No.2 クレーン	No.3 クレーン	計
昭和56年度	0	0	4,423	4,423
昭和57年度	19,414	42,160	22,957	84,531
昭和58年度	53,808	93,243	11,301	158,352
昭和59年度	97,494	132,560	70,559	300,613
昭和60年度	98,354	103,377	51,569	253,300
昭和61年度	75,979	91,592	53,339	220,910
昭和62年度	17,267	45,808	12,693	75,768
合 計	362,316	508,740	226,841	1,097,897

	呼 称	No.1 クレーン	No.2 クレーン	No.3 クレーン
打 設 期 間		4/16~10/24	4/16~10/24	4/19~10/26
打 設 月 数	月	6.5	6.5	6.5
打 設 日 数	日	152	145	129
打 設 リフト数	リフト	225	260	187
打 設 量	m^3	97,494	132,560	70,559
日平均打設量	$m^3/日$	641.4	914.2	547.0
日平均リフト数	リフト/日	1.5	1.8	1.4
リフト平均打設量	$m^3/リフト$	433.3	509.8	377.3
打 設 能 力	m^3/hr	59.0	59.7	49.5
打 設 速 度	日/リフト	10.8	8.4	13.2
打 設 割 合	%	32.4	44.1	23.5

表-4
J.C.C.打設実績
(昭和59年度)

6. J.C.C.の打設実績

昭和56年の打設開始から昭和62年までの打設実績を表-3に示す。以下、年間30万 m^3 を打設した昭和59年の実績について述べる。図-7にクレーン稼働実績、表-4にクレーン打設実績を示す。

(1) 稼働実績

NO. 2クレーンは総稼働時間に対する純打設時間の占める割合が他2基と比べ高い数値となっている。これは、前年度でNO. 2エリアの着岩部打設を終了しており、仕上掘削のズリ搬出時間が無くなったこと、他2基がNO. 2エリア内の型枠作業に従事させたこと等が要因と言える。

NO. 1, NO. 3のエリアは着岩部打設があり、またNO. 2が主体となるため、作業時間が拘束され、待機時間が多くなった。

(2) 打設実績

クレーン別の打設能力は、表-4に示す通りで、平均打設能力は56.7 m^3/hr であった。これは、ダム全体の計画打設能力の55.0 m^3/hr に達成したが、NO. 1, NO. 2とNO. 3との間で約10 m^3/hr の差がある。この要因には次のことが考えられる。

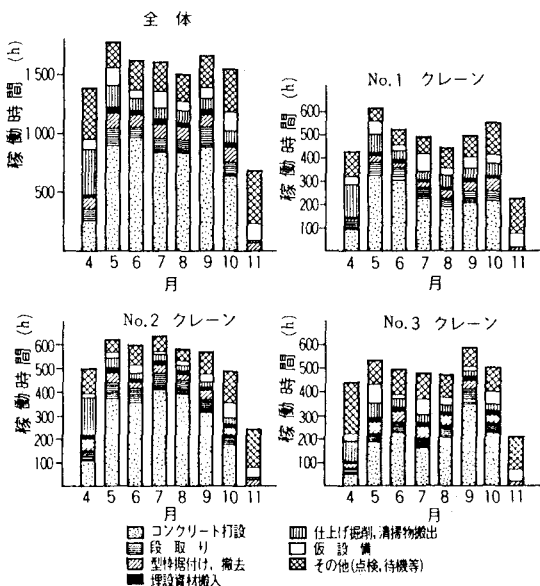


図-7 クレーン稼働実績図(昭和59年度)

NO. 1, NO. 2 のエリアでは、コンクリート運搬線との高低差が少なく、複雑な構造物も少ないが、NO. 3 エリアでは、着岩ブロックがあり、運搬線との高低差が大きく、旋回角度も 180° を超える。これらの要因でサイクルタイムに差が生じたと考えられ、NO. 2 の打設量は全体の 44% 余りを占め、日当り 914 m^3 となった。

7 考察

J.C.C.による打設実績結果を基に、その施工性における利点・欠点を以下に考察する。

(1) 利点

- a) 運転席が前方に設置されているため、オペレーターが作業を直接目視可能であり、またクレーン操作も容易であるので作業安全性に優れている。一方、各打設ブロック立上りの関係によっては、オペレーターが直接目視不可能な場所が生ずる場合もあるが、その際には、無線機を媒体としてオペレーターと信号手との連携を図り、作業の円滑化が可能である。
- b) バケットの位置決めは、比較的容易であり、コンクリート放出時のバウンディングに関しては、 50 cm 程度とケーブルクレーンに比べて僅かなものである。
- c) 並列運転で打設作業と型枠据付等の雑運搬作業を同時に行うことが可能であり、作業性に優れている。
- d) コンクリート打設時に型枠を破損する事が極めて少なく、型枠材の維持管理費が安価である。
- e) クレーンの故障が極めて少ない。

(2) 欠点

- a) クレーンは一点を中心とする円運動をするため、クレーンサービスエリア外が多く生じがちである。
- b) 3基のクレーンが直列配置されているため、中央クレーンは両側のクレーンに挟まれて影響を受け易く、一方、両側のクレーンは旋回方向に制約を受け、各々サイクルタイムの低下につながる事がある。
- c) クレーン使用台数に関しては、一般ダムの場合、主及び、補助クレーンの2基程度であるので、当ダムの場合、綿密なクレーンの運行管理が必要である。
- d) 左右岸方向への材料吊り移動の手間が煩雑である。

8 あとがき

定山溪ダムにおけるJ.C.C.を用いたコンクリート打設量は、昭和56年から昭和62年迄の7年間で、約 110 万 m^3 に至り、堤体コンクリート打設工事は締めて進捗率 99.5% に達している。

J.C.C.の使用は、ダムの規模・地形・周辺環境等に応じて、その有利性を異にするが、定山溪ダムにおいては計画時の問題点を見事に克服し、当初の目的を十分に達成ならしめたものと考えられる。

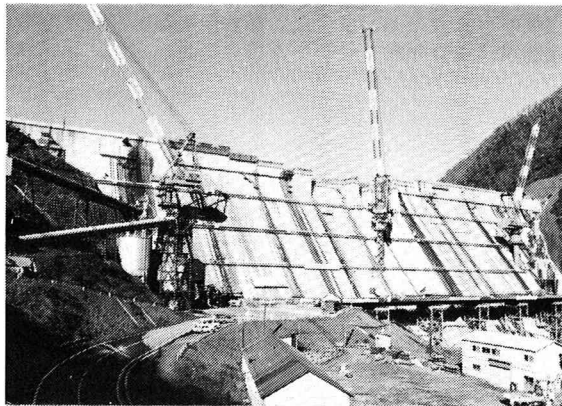


写真-1 堤体下流面全景（昭和62年10月撮影）