

# 定置型ジブクレーンによるダムコンクリートの打設

Dam Concreting by Jib Crane at Aha Dam

野崎 泰之\*  
Yasuyuki Nozaki

能見 正信\*\*  
Masanobu Nohmi

## 要 約

ダムのコンクリート打設には、一般にケーブルクレーンが使用されているが、安波ダムにおいては当社ではじめての定置型ジブクレーンを使用した。

そこで、本稿ではジブクレーンの構造・仕様及びその施工実績について報告する。

また、安波ダムが存する沖縄県は、気候的に亜熱帯地域に属するため、特に、暑中のコンクリート打設に対して、種々の対策を講じたので、これらについても併せて報告する。

## 目 次

- § 1. 安波ダムの概要
- § 2. 打設設備
- § 3. コンクリート打設
- § 4. ジブクレーンの調査
- § 5. おわりに

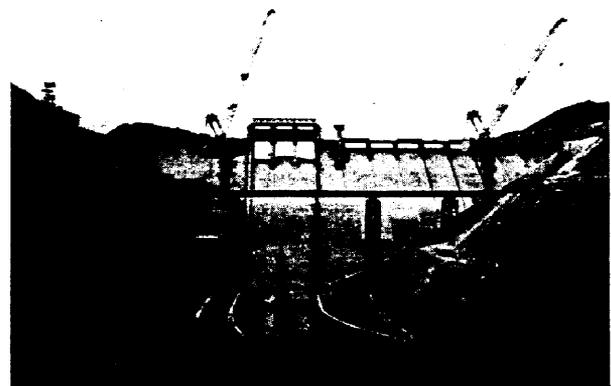
## § 1. 安波ダムの概要

### 1-1 工事概要

安波ダムは、沖縄北部河川総合開発事業の一環として、二級河川安波川に建設される多目的ダムで、洪水調節、水道用水・工業用水の供給及び流水の正常な機能の維持と増進を図るものである。

安波川は、沖縄本島最高の与那覇岳(標高 498m)にその源を発し、南東に流下して太平洋に注いでいる。流域面積は25.1km<sup>2</sup>、流路延長は13.5kmで平均河床勾配が約 1/40 と流路の短い急流河川である。

ダムは重力式コンクリートダムで、復帰前の昭和45年度に琉球政府により調査が開始され、昭和52年3月転流工進入路工事から西松建設・竹中土木・国場組共同企業体として建設工事に着手した。昭和53年4月より基礎掘削を始め、昭和54年10月コンクリートの打設を開始し、昭和57年3月湛水開始にこぎつけた。その後、工事前仮設備撤去、河道整備、周辺環境整備の作業を終え、昭和57年度に完成予定である。



(S. 57. 5. 撮影)

Photo1 下流側から全景を望む  
Aha dam downstream view

### 1-2 地質概要<sup>1)</sup>

ダムサイトの地質は、三疊系～白亜系の国頭累帯<sup>くにかみ</sup>に属する下位層の名護層群(黒色片岩・千枚岩互層、粘板岩、千枚岩、輝緑凝灰岩)と上位層の嘉陽層群(砂岩・粘板岩互層、砂岩)とからなる基盤岩と、第四紀の国頭礫層、段丘堆積物、海浜堆積物、崖錐堆積物及び表土の被覆層とから構成されている。

基盤岩の地層は安波川とはほぼ直交し(NE～SW 走向)、上流(NW)傾斜の単斜構造を形成しているが、下部層の名護層群は微褶曲をくり返し複雑な構造となっている。また、地層は下部の黒色片岩から上部の砂岩まで漸次泥質から砂質へ変化している。

これら基盤岩類は、河床部ではきわめて新鮮であるが、高標高部(尾根部では厚さ20～30m)は全盤に強い風化作用を受けていて、ラテライト化している。

\*九州(支)安波ダム(出)所長  
\*\*技術研究部原子力室 係長

Table1 安波ダム諸元  
Aha dam details

位 置	沖縄県国頭郡国頭村字安波地先		
発 注 者	沖縄総合事務局	工 期	昭和51年度～昭和57年度
貯 水 地		ダ ム	
集 水 面 積	22.5km <sup>2</sup>	型 式	重力式コンクリートダム
湛 水 面 積	0.83km <sup>2</sup>	堤 頂 高	E.L. 113.5m
サーチャージ水位	E.L. 110.0m	堤 高	86.0m
常 時 満 水 位	E.L. 103.5m	堤 頂 長	245.0m
最 低 水 位	E.L. 65.0m	堤 頂 幅	6.0m
総 貯 水 容 量	18,600,000m <sup>3</sup>	堤 体 積	414,000m <sup>3</sup>
有 効 貯 水 容 量	17,400,000m <sup>3</sup>	堤体法	下 流 面
洪水調節容量	4,800,000m <sup>3</sup>		勾 配
不 特 定 容 量	200,000m <sup>3</sup>	計 画 高 水 流 量	700m <sup>3</sup> /s
水 道 容 量	9,130,000m <sup>3</sup>	計 画 放 流 量	300m <sup>3</sup> /s
工 業 用 水 道 容 量	3,270,000m <sup>3</sup>	調 節 流 量	400m <sup>3</sup> /s
堆 砂 容 量	1,200,000m <sup>3</sup>	地 質	粘板岩・千枚岩

この区域に発達している断層は、NE～SW 走行、NW 傾斜の走向断層とこれに直交する NW～SE 方向の断層が卓越している。

1-3 ダム構造の特徴

安波ダムの構造図を Fig.1～Fig.6 に示す。

ダムサイトの基礎岩盤は強い風化作用を受けているため、河床部 150～170tf/m<sup>2</sup> (1.47～1.67MN/m<sup>2</sup>)、左右岸部 80～100tf/m<sup>2</sup> (0.78～0.98MN/m<sup>2</sup>) と岩盤強度が小さく、また、断層も多数分布しているため、ダム形状は上流に大きいフィレットをもつ底敷の広い構造となっている。

また、当ダムは流域が非常に狭いうえ短時間に多量の雨が降ることが多いことから、常用洪水吐の他にサーチャージ水位を越流頂とする自由越流部を左岸側に設けている。

以上の点が当ダムの構造上の大きな特徴といえる。

§ 2. 打設設備

2-1 クレーンの選定

安波ダムのコンクリート打設設備は、コンクリート量 (約41万m<sup>3</sup>) 及び打設工期 (約30ヶ月程度) から判断すると、13.5t (4.5m<sup>3</sup>) の容量をもつ打設設備が必要となる<sup>2)</sup>。

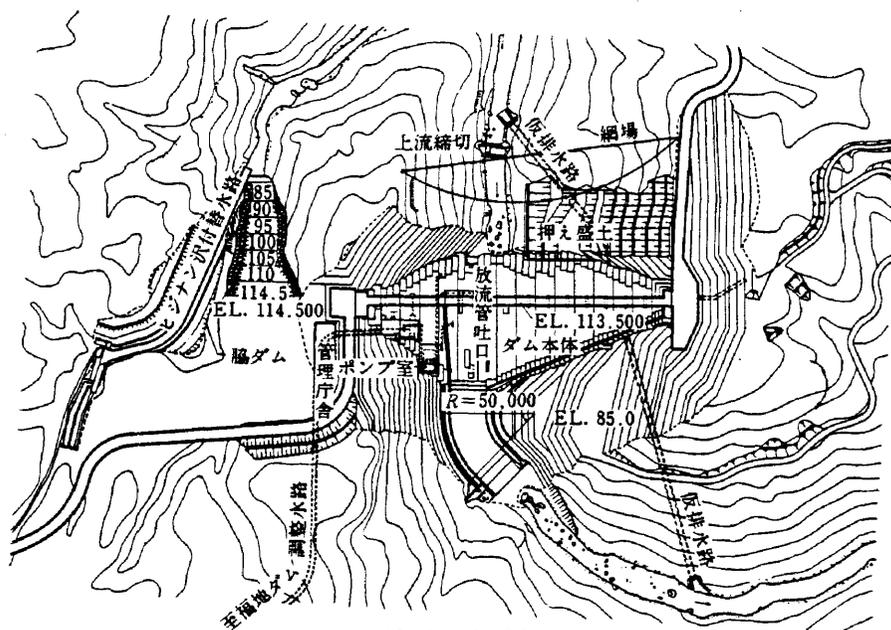


Fig.1 安波ダム平面図  
General plan of Aha dam

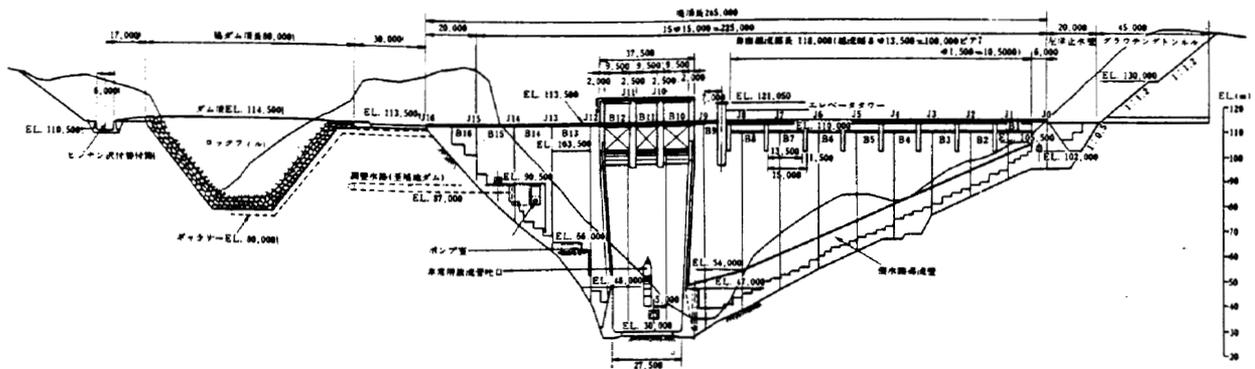


Fig.2 安波ダム下流面図  
Downstream view

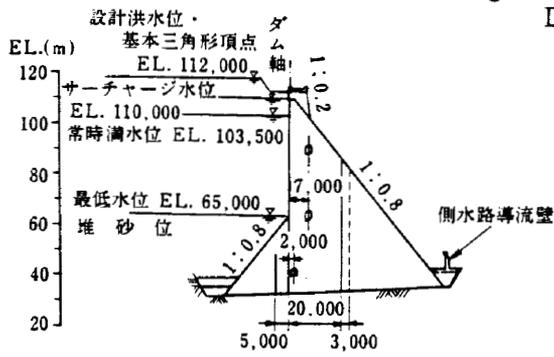


Fig.3 自由越流部標準断面図  
Typical cross section of freely overflowing parts

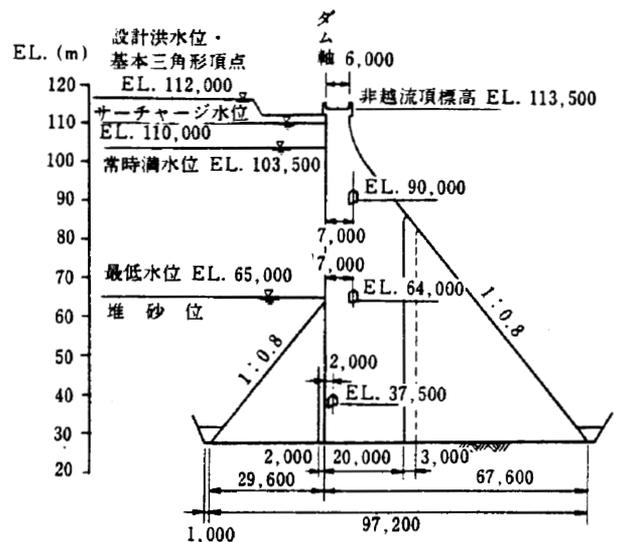


Fig.4 非越流部標準断面図  
Typical bulkhead cross section

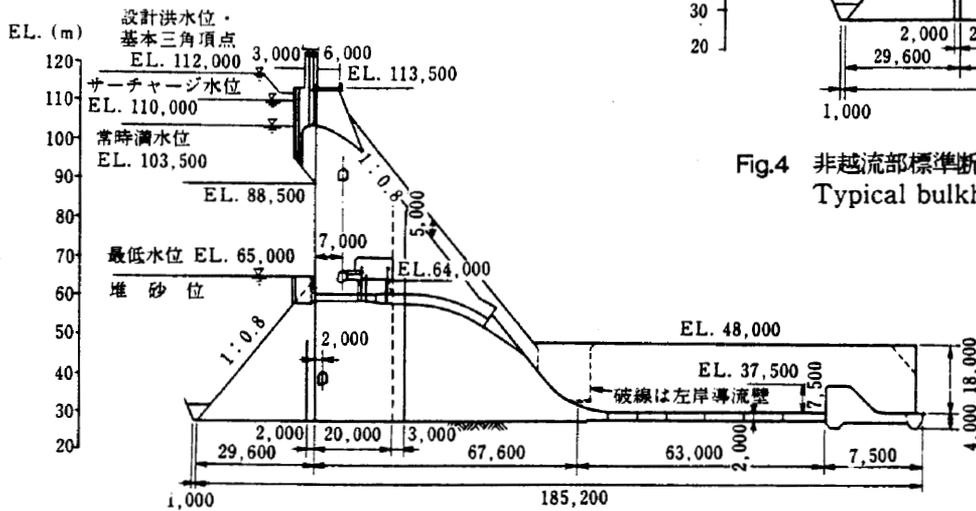


Fig.5 越流部標準断面図  
Typical cross section of overflowing parts

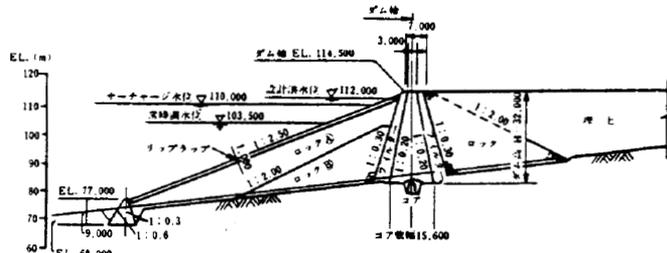


Fig.6 脇ダム標準断面図  
Typical cross section of subdam

Table2 ケーブルクレーンとジブクレーンの比較  
Comparison about execution between cable crane and jib crane

項 目	ケーブルクレーン(C.C.)	定置型ジブクレーン(J.C.)
1. 設備配置	<p>a. 地形・地質条件によっては大規模土工を伴ったり、設備に困難な地点もある。</p> <p>b. バンカー線がダム軸に直角で、かつ、小規模でよい。</p>	<p>a. ダムを作れる地質では問題なく設備可能である。</p> <p>b. J.C.を2基以上設備する場合、バンカー線がダム軸に平行となりかなり大規模になる。</p>
2. 設備時期	<p>a. 堰堤掘削と別系統でC.C.基礎の掘削ができるケースもあるが、それが不可能な場合には、掘削工程が(C.C.基礎掘削) + (堰堤掘削)となり、若干工程が長くなる。</p> <p>b. 基礎掘削の終盤には雑作業での使用が可能となり、オペレーターの訓練及び試運転に役立つ。</p>	<p>a. J.C.及びバンカー線の基礎施工は大旨堰堤掘削中に可能であるが、機器据付は掘削完了時より多少長く要する傾向がある。</p> <p>b. オペレーターの訓練時間がとれず、いきなりコンクリート打設に流れこむことになる。</p>
3. 運転技術	<p>a. 一般的に横行距離が長くなるので横行速度を大きく設計されている。高速移動のバケットを静止させる技術を要求され、かなりの高練度が必要である。練度が高くなればそれ相応のサイクルのスピードアップが図れる。</p> <p>b. 運転室が最後まで一定個所であるため、勤の養成は楽である。</p>	<p>a. トラッククレーンの運転と類似しており、さほどの練度は必要としないが、円運動であるため基本的に遠心力方向のブレを止めることは不可能であり、練度に関係なく高速旋回は避けた運転をすべきである。</p> <p>b. J.C.が2基ある場合、交互に使用するので勤が一定しないきらいがある。</p>
4. バンカー線上でのバケットの吊替	<p>a. 大部分のダムではバンカー線をC.C.と直交配置にするので、運搬台車の停止位置の決定が非常に容易である。</p> <p>b. バケット発進の場合スムーズに台車静止のまま発進できる。</p>	<p>a. バケットが斜め方向より円運動で入ってくるので台車の位置が決めにくい。</p> <p>b. バケット吊上げ時ジブのたわみが台車上に影響してくるのでバケット発進時台車をその分だけ小移動する必要がある。</p>
5. コンクリート放出	<p>a. コンクリート放出後、上方に4~6m程度バウディングするので、巻きワイヤーをタイミングよく送り出す必要がある。熟練を要するが練度により可能である。前後左右のぶれは少ない。</p>	<p>a. コンクリート放出時ジブのたわみにより平面ぶれを生じるので型枠面との位置関係を考慮して放出位置を決める必要がある。</p>
6. 設備撤去	<p>a. バンカー線が打設ブロック上にある場合・バンカー線のE.L.以上のコンクリートは、バンカー線撤去後でなければ打設できず、その後の打設は時間を要する。</p> <p>b. C.C.は全打設後の撤去で問題ない。</p>	<p>a. バンカー線は、全打設後の撤去で問題ない。</p> <p>b. J.C.が堤体内にある場合はJ.C.撤去跡のコンクリート打設方法が大変面倒である。</p>
7. 雑作業	<p>a. 主クレーン、補助クレーンの併設の場合打設優先で主クレーン占有空間が決まる・補助クレーンは主クレーンの上流又は下流側でのみ使用可能となり、また、主クレーンとの接触を避けるために大変な注意が必要である。</p>	<p>a. J.C.が2基ある場合、左右岸に分離されるので、C.C.より接触事故の心配は少ないと思える。</p>

従来工法ではケーブルクレーンの使用が一般的であるが、この場合、走行路になる左岸尾根部の基礎地盤となる地山が強度不足であり、地山の安定性に問題が生じた。

そこで考えられたのが定置型ジブクライミングクレーンである。このクレーンは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もので、今までにコンクリート打設用としての使用実績がほとんどなく（同時期に北陸電力の小口川ダムにて施工中）、機械の信頼性、操作性及び能力などに不安があった。

しかしながら、この問題は、機械の仕様、配置などを適切に行い、実際に運転の経験を積めば解決できるものと判断され、安波ダム用打設設備として定置型ジブクライミングクレーン（以下ジブクレーンと略す）が採用された。

ここで、参考までにケーブルクレーンとジブクレーンについて、地形・地質、作業性、安全性等より比較検討したので、これを Table 2 に示す。

2-2 ジブクレーンの構造及び仕様

ジブクレーンは吊上荷重；13.5t（バケット容量4.5m<sup>3</sup>）、作業半径；最大75mで自立昇降式であり、その構造は Fig.7 に示すような各部分より構成されている。また、その仕様は Table 3 のとおりである。

2-3 ジブクレーンの配置

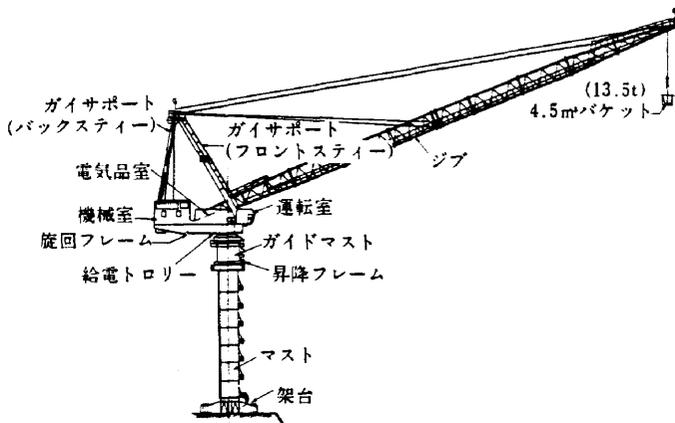


Fig.7 ジブクレーン概要図 Jib Crane

ジブクレーンは下記の4項目を基本方針として、ダム下流側の4ブロック（4BL）及び13BLの位置に2基設置された。

- ①クレーン荷重による堤体及び基礎岩盤への影響をできるだけ小さくすること。
- ②クレーン2基により堤体全域がカバーできること。
- ③クレーンの撤去が可能であること。
- ④他の関連仮設備に支障を生じない位置であること。

2-4 関連仮設備の配置

(1)バンカー線及びバッチャープラント

ジブクレーンの場合、バンカー線はその位置・高さに

Table3 機械の仕様 Specifications of jib crane

主要項目	形式	定置型ジブクライミングクレーン		寸法	重量	備考
	用途	コンクリート打設及び雑運搬				
吊上荷重	13.5t(バケット容量4.5m <sup>3</sup> )	最大75m	最小0m	全幅 10m	145t	
	作業半径					
揚程	135m			全長 18.4m		
マスト自立高	32m(中間サポートを使用することにより高くできる)			全高 6m		
風速	作業時16m/sec 休業時80m/sec			昇降装置	101t	
受電圧	AC440V 3W3φ 60Hz			ジブ	51t	
動力回路	AC440V 3W3φ60Hz及びDC 440V			マスト		
操作回路	AC220V 3W1φ 60Hz			直径 3m		
照明回路	AC220V・100V 3W1φ 60Hz			長さ 27(45)m	111(175)t	( )内は2号機
警報回路	AC100V 3W1φ 60Hz			架台・基礎	47t	
				中間支持金物	0(15)t	2号機のみ取付
				バラスト	81t	コンクリート製
				合計	536(615)t	( )内は2号機

作業速度	モーション	作業速度	電動機		制御方法	減速方法	備考	
			台数	出力型式				
主巻	巻上	実バケット吊上時	1台	110kW	直 流 (分巻)	サイリスターレオナード	歯 車	
		空バケット吊上時						75m/min
	巻下	実バケット吊下時						50m/min
		空バケット吊下時						100m/min
起伏		23m/min	1台	110kW	直 流 (分巻)	サイリスターレオナード	歯 車	作業半径方向の平均
旋回		0.6~0.28rpm	1台	37kW	直 流 (分巻)	サイリスターレオナード	歯 車	周速一定 130m/min
昇降		0.3m/min	1台	30kW	籠形誘導モータ	直 入 起 動	油 圧	ジャッキシリンダー速度

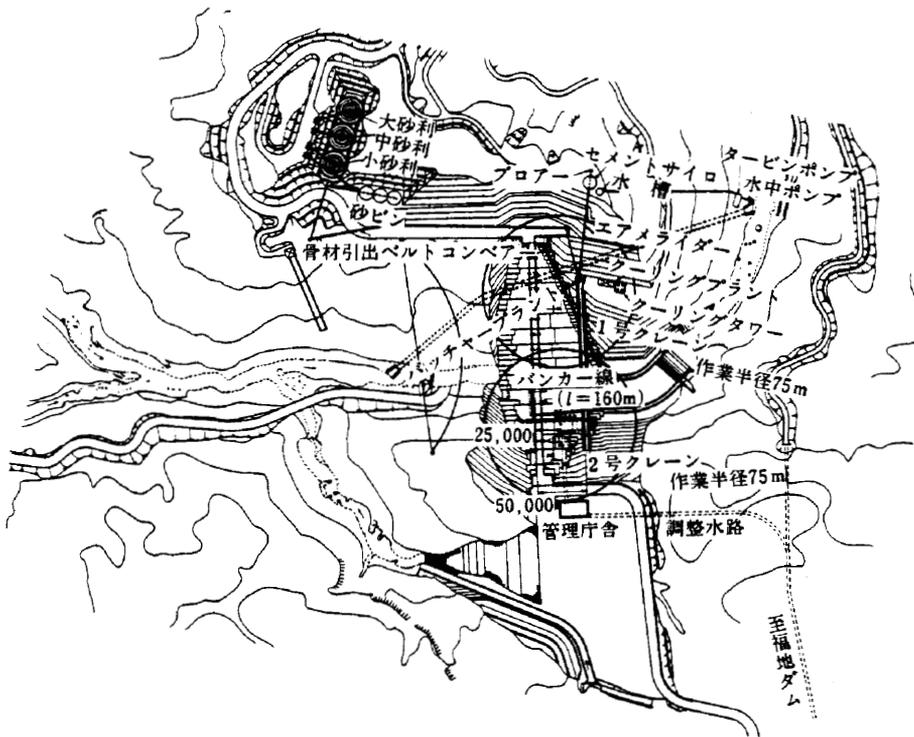


Fig.8 仮設備平面図  
Temporary equipments plan at Aha dam

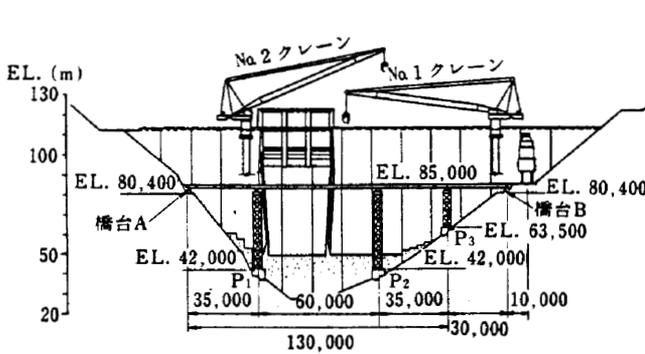


Fig.9 打設設備縦断面図  
Equipments for concreting

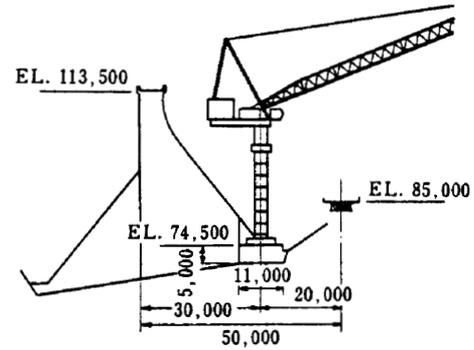


Fig.10 No.1クレーン横断面図  
No.1 jib crane

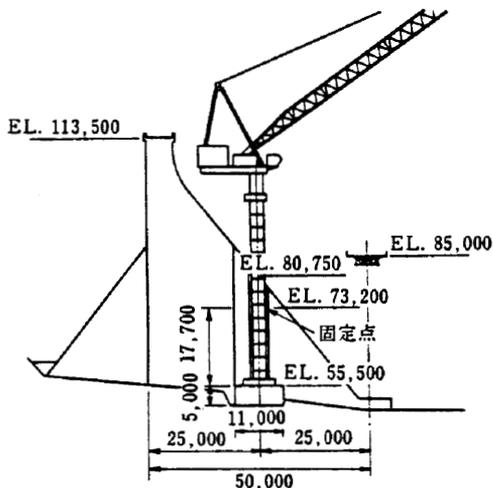


Fig.11 No.2クレーン横断面図  
No.2 jib crane

よってはコンクリート打設のサイクルタイムに大きく影響するので、打設工程に最も有利な位置に設置する必要がある。

すなわち、バンカー線はジブクレーン中心から離れるほどジブの起伏を必要とする打設範囲が増大し、その作業速度が他の巻上・巻下・旋回等と比べると遅いのでサイクルタイムは増加するし、また、バンカー線より下部の打設は、巻上と巻下の速度の差及び障害物などの関係で、バンカー線上部の打設に比較して極めて有利である。

従って、バンカー線はジブクレーンに近く、高い標高(ダム高の70%程度の高さ)に位置するのが好ましい。

以上のことから、周辺の地形・地質、ジブクレーンの位置、連絡道路、仮設備全体配置などを考慮し、ダム軸

下流 50m の位置でダム軸に平行、高さ EL85m にバンカー線を設置した。また、バッチャープラント (56S×3) はバンカー線の延長上左岸 EL85m 盤に設置した。

(2)コンクリート運搬設備

コンクリートの運搬は自走式コンクリート運搬台車により行い、その台車は4.5m<sup>3</sup>積バケットを2基搭載できるものとした。

(3)セメント関係設備

セメントサイロは4~5日分のストック分をみて1,000tサイロ(9.0φm×19m)とし、左岸尾根部 EL140m 盤に設置した。また、セメントサイロからバッチャープラントまでのセメント供給設備としては、30t/hのエアースライダーを使用した。

(4)骨材関係設備

骨材はダムサイトなど約25km離れた原石山にて製品とした後、ダンプトラックによりダムサイトの貯蔵設備まで運搬した。そこで、骨材貯蔵設備は原石山の地理的条件を考慮して、粗骨材及び細骨材を5~8日分貯蔵できる容量の設備を左岸上流に設置した。

骨材貯蔵設備からバッチャープラントまではベルトコ

ンベア (ℓ=500m) を使用し、その能力はバッチャープラントの能力、ジブクレーンの最大打設能力などを考慮して、時間最大設置 90m<sup>3</sup>/h として計画し配置した。

§ 3. コンクリート打設

3-1 コンクリート材料及び配合

ダムコンクリートは、耐久性及び水密性が大きく、所要の強度や重量をもち、発熱量が小さく、品質のバラツキが少ないなどの条件をそなえたものでなければならない。

安波ダムにおいては地理的な条件から年間平均気温が高く、特に、暑中のコンクリート打設温度が上昇するため、発熱量を小さくすることに重点をおく必要があった。

そこで、セメントはその水和熱による温度上昇をできるだけ小さくするために中庸熱ポルトランドセメントを、また、混和剤は単位水量を少なくし、初期の水和熱の発生をおさえる遅延型の減水剤を使用した。

骨材は最大寸法150mmの砕石砕砂を用い、岩質は石灰岩で材質は良好であった。

コンクリートの配合はA~Dの4種類に区分され、その標準示方配合を Table 5 に示す。

Table4 ダムサイトの気温及び水温  
Atmospheric and water temperature at Aha dam site

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
平均気温	14.8	16.4	17.1	21.1	23.1	25.6	27.0	27.4	25.8	24.1	20.2	16.7	21.6
平均水温	16.4	16.4	17.0	19.5	21.6	22.9	26.5	26.9	25.0	23.5	20.5	17.4	21.1

Table5 標準示方配合  
Standard concrete mix proportions

区 分	粗骨材 最大寸法(mm)	スラン プの範 囲(cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 (w/c) (%)	細骨材 率 (S/A) (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							使用箇所
						水 (W)	セメン ト(C)	細骨材 (S)	粗 骨 材 (G)			混和剤 (g)	
									150mm ~70mm	70mm ~30mm	30mm ~5mm		
A	150	3±1	3±1	62	25	93	150	555	590	506	590	375	内部コン クリート
B	150	3±1	3±1	45.7	25	96	210	539	576	493	576	525	外部コン クリート、 水叩き、 副ダム
C	70	6±1	3.5±1	48	31	120	250	635	—	645	789	625	堤体内配 筋部、ク レスト、 ナップ
D	30	6±1	4±1	53	36	138	260	713	—	—	1,289	650	ピアー、 導流壁
M	5	—	—	50	100	280	560	1,433	—	—	—	—	敷モルタル

### 3-2 コンクリート打設方法

ダム本体は、堤長 245m を 16ブロックに、横断方向に上流から A・B・C に 3ブロックに分割して、1リフト高さ 1.5m (最大積重リフト 58リフト、総ブロック数 1,055ブロック) で河床部よりコンクリート打設を行った。

左岸側の 1~8BL を 4BL に設置した No.1 ジブクレーンで、また、右岸側の 9~16BL を 13BL の No.2 ジブクレーンを用いて直接打設した。



(S. 55. 11. 撮影)

Photo2 右岸上流側から全景を望む  
Upstream view from right bank

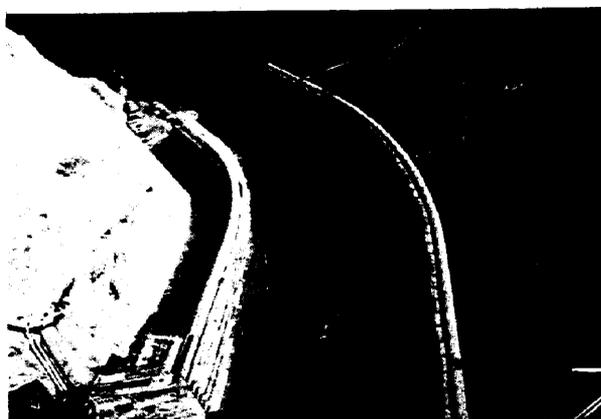
また、減勢工は幅約 40m を 4ブロックに、上下流方向に 8ブロックに分割して、1リフト高さ約 1.5m (最大積重リフト 15リフト、総ブロック数 284ブロック) で本体打設と並行して打設した。

減勢工は No.2 ジブクレーンの作業半径内のブロックについては、本体と同様にジブクレーンにて直接打設したが、作業半径外のブロックは以下に述べる方法で打設した。

作業半径内のエプロン部を最初に No.2 ジブクレーンにて打設完了してから、その底版上にコンクリートホッパー (5 m<sup>3</sup>用) を設け、このホッパーでジブクレーンで吊込んだコンクリートを一時仮受けした。エプロン部打設においては、このコンクリートを 4.5m<sup>3</sup>バケットに入れ、トレーラーで打設地点まで運搬し、36t トラッククレーンで所定の位置まで吊込んで打設した。ガイドウォール部は断面が小さいので 1.5m<sup>3</sup>バケットを使用し、コンクリート運搬台車にて運搬し、20t トラッククレーンで吊込んで打設した。

### 3-3 リフトスケジュールの作成

本体コンクリートの打設工程の検討には、工事にかかる諸条件を想定してリフトスケジュールを作るのが最も



(S. 56. 2. 撮影)

Photo3 バンカー線から減勢工を望む  
Energy dissipator

精度が高いので、当ダムにおいてもリフトスケジュールを作成した。

ジブクレーンによるコンクリート打設は使用実績がほとんどなく、当社でもはじめての経験であったので、本社土木設計部の協力をえて、ジブクレーンのサイクルタイム及びリフトスケジュールを電子計算機を用いた一貫プログラムにより算出した。ここではこれらの算出詳細は省略するが、インプット条件は以下に示すとおりである。

#### サイクルタイム算定条件

ブロック数、リフト数、1リフト高、クレーンの位置と作業速度 (巻上・巻下・起伏・旋回)、バンカー線の位置と標高、コンクリート供給能力、バケット容量、固定時間 (バケット付替・コンクリート放出・位置決め)、障害物データなど

#### リフトスケジュール算定条件

ブロック数、リフト数、1リフト高、最大・最小リフト差、各ブロックのコンクリート量、稼働日数及び時間、待時間区分、打設能力 (前記のサイクルタイム)、打設パターン (歯型、V型など)、ハーフリフトの有無、洪水吐の有無など

電子計算機の算出結果によると、安波ダムの所要打設工期は 27ヶ月とアウトプットされた。

### 3-4 コンクリート打設結果

安波ダムのコンクリートは、昭和 54 年 10 月 29 日打設開始してから、昭和 57 年 1 月 25 日打設完了 (ジブクレーン基礎部はクレーン撤去後の打設となるため一部のコンクリート打設を残す) まで、約 27ヶ月を要した。

その打設結果は Table 6 に示すとおりで、打設作業日数は 643 日 (月平均 24 日) で、計画どおりに順調に進んだと考える。

Tale6 コンクリート打設集計表  
Total amount of concreting

年 月	作業日数			本体コンクリート		減勢工コンクリート		単位打設量*		
	暦日	打設	休止	月 計	累 計	月 計	累 計	本 体	減勢工	
	日	日	日	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h					
54. 10	3	2	1	450	450	0	0	44	—	
	11	30	21	9	5 930	6 380	800	800	47	45
	12	31	25	6	11 700	18 080	1 030	1 830	60	49
55. 1	31	21	10	13 440	31 520	1 580	3 410	61	40	
	2	29	25	4	19 200	50 720	1 550	4 960	63	35
	3	31	28	3	18 180	68 900	2 740	7 700	66	39
	4	30	27	3	22 680	91 580	630	8 330	69	35
	5	31	28	3	23 380	114 960	720	9 050	70	31
	6	30	28	2	19 720	134 680	1 190	10 240	67	25
	7	31	29	2	19 030	153 710	2 010	12 250	67	24
	8	31	19	12	12 490	166 200	1 830	14 080	64	24
	9	30	27	3	20 710	186 910	1 410	15 490	69	24
	10	31	26	5	20 570	207 480	1 060	16 550	69	20
	11	30	25	5	20 960	228 440	800	17 350	70	14
	12	31	25	6	16 460	244 900	1 040	18 390	62	14
56. 1	31	23	8	19 440	264 340	620	19 010	67	12	
	2	28	26	2	20 450	284 790	790	19 800	65	24
	3	31	27	4	21 520	306 310	50	19 850	65	22
	4	30	24	6	15 040	321 350	0	19 850	62	—
	5	31	24	7	15 310	336 660	0	19 850	60	—
	6	30	26	4	13 380	350 040	0	19 850	55	—
	7	31	29	2	11 930	361 970	0	19 850	50	—
	8	31	20	11	7 230	369 200	200	20 050	51	20
	9	30	25	5	7 370	376 570	600	20 650	51	30
	10	31	21	10	6 130	382 700	0	20 650	47	—
	11	30	17	13	4 440	387 140	0	20 650	48	—
	12	31	15	16	2 800	389 940	0	20 650	47	—
57. 1	25	10	15	810	390 750	0	20 650	40	—	
									—	
計	日	日	日	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	
	820	643	177	390 750		20 650		平均63	平均26	

(注) 単位打設量\*とは、実稼働1時間あたりのコンクリート打設量を示し、バッチャープラントの印字記録の時間より求めたものである。

また、実稼働1時間あたりのコンクリート打設量（以下単位打設量と略す）を、バッチャープラントの印字記録から以下の条件で整理すると、本体部平均63m<sup>3</sup>/h、減勢工部平均26m<sup>3</sup>/hとなった。

- ①単位打設量＝コンクリート生産量／実稼働時間  
実稼働時間＝作業時間－休止時間
- ②作業時間；第1バッチから最終バッチまでのコンクリートの練り時間
- ③休止時間；バッチ間の時間が30分以上あいてい

る場合を休止時間とみなす。休止時間には、食事休憩、雑作業、機器の故障、ミスバッチの処理などが含まれる。

上記の結果には打設開始前の段取時間（水切り、打設面清掃など）及び最後の敷均し・締固め時間が含まれていないので、これらを考慮すると、実際の現場での単位打設量は、2～3m<sup>3</sup>/h割り引いた本体部60m<sup>3</sup>/h、減勢工部24m<sup>3</sup>/h程度と考えるべきであろう。

次に、ブロック別・標高別単位打設量を本体Bプロッ

Table7 ブロック別・標高別単位打設量(本体Bブロック)  
Concreting volume per hour for each block and lift

(単位: m<sup>3</sup>/h)

B.L. E.L.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
113.5																
102.0	(40) 37	(46) 31	(47) 31	(51) 35	(55) 34	(58) 37	(58) 34	(58) 38	(58) 37	(58) 28	(57) 30	(53) 30	(49) 56	(54) 57	(51) 55	(44) 55
94.5	(42) 51	(46) 53	(49) 55	(53) 56	(58) 60	(62) 74	(63) 71	(63) 69	(63) 62	(63) 59	(61) 62	(54) 61	(49) 61	(56) 66	(53) 59	(45) 43
87.0	(43) 43	(48) 51	(49) 56	(51) 63	(58) 69	(66) 76	(68) 75	(68) 73	(68) 66	(68) 66	(64) 66	(53) 62	(49) 63	(56) 63	(58) 59	
79.5		(48) 42	(49) 51	(51) 65	(58) 64	(67) 77	(72) 79	(71) 72	(72) 74	(71) 82	(66) 68	(54) 71	(49) 63	(57) 61	(58) 47	
72.0			(48) 46	(50) 59	(57) 62	(66) 74	(70) 80	(69) 77	(71) 75	(69) 83	(65) 75	(54) 66	(49) 58	(56) 62		
64.5				(50) 44	(57) 60	(62) 66	(67) 70	(66) 72	(67) 81	(66) 77	(61) 69	(54) 71	(49) 57	(55) 47		
57.0					(57) 44	(60) 62	(62) 68	(63) 67	(65) 79	(64) 72	(59) 66	(53) 65	(49) 53			
49.5						(58) 48	(60) 64	(60) 64	(61) 71	(60) 68	(57) 68	(53) 63	(49) 42			
42.0							(55) 50	(53) 59	(54) 67	(55) 70	(54) 65	(51) 48				
34.5								(50) 45	(50) 59	(52) 59	(50) 60					
27.0									(48) 52	(49) 52	(47) 51					

注: ( )内の値は、計画 (電子計算機による算定) を示す。

クについてまとめたものを Table 7 に示す。この結果を分析すると、次のようなことがいえる。

- ①河床部を除いた岩着部の単位打設量は、どのブロックも計画を下廻っている。これは、岩着部はハーフリフト打設であり、打設量が少なくかつ打設ブロックの面積が狭いので、バケットの位置決めと締固め作業に手間どったのが原因となっている。
- ②1~12BLの EL102m 以上のブロックの単位打設量は、計画をかなり下廻っている。これは、打設ブロックの面積がだんだん狭くなりかつ高さが高くなってきたので、スライド型枠と打上がり速度との関係及び安全上から作業速度を落とすよう指示した結果となっている。
- ③前記①②以外のブロックでは、計画よりかなり上廻っており、順調に進んだ結果といえる。
- ④ダム軸方向のブロック別でみると、ジブクレーンのサイクルタイムが巻上・巻下の動作で決まる中央部の5~12BLの方が、旋回・起伏で決まる他のブロックより作業能率はよくなっている。これは、作業速度の差及び高速旋回をさけた運転によるものである。
- ⑤標高別でみると、バンカー線の標高 EL85m よりやや下部に最大値があるように、バンカー線の上

部より下部打設の方が有利となっている。これは、巻上と巻下の速度の差によるものといえる。

ここで、同規模のケーブルクレーンを用いたダムで、当社施工の早出川ダムと比較してみよう。

早出川ダムはコンクリート量約35万m<sup>3</sup>、平均単位打設量 63m<sup>3</sup>/h、最大単位打設量 85m<sup>3</sup>/h、打設月数約30ヶ月の実績であった。

安波ダムの単位打設量は早出川ダムの結果とほとんど遜色もなく、また、当初の計画の本体部 56m<sup>3</sup>/h、減勢工部 22m<sup>3</sup>/hを上廻ったことを考えると満足のできる結果だと判断する。

### 3-5 暑中コンクリート対策

安波ダムは Table 4 からわかるように、月平均気温 25℃以上が6~9月までの4ヶ月間と、気温の高い時期が相当長い期間続くので、コンクリートの製造及び施工において暑中コンクリートとして特に十分な注意と処理をする必要があった。

暑中コンクリートの問題点としては、スランプや空気量の減少、凝結時間の短縮、強度の低下、ひびわれの増加などがあり、その対策として次のようなことが考えられる。

- ①練り混ぜたコンクリートの温度ができるだけ低くなるように材料の管理に注意する。
- ②強度低下をカバーできる配合とする。

- ③減水性の大きい良質な AE 減水剤を使用する。
- ④打込み直後のコンクリートが日照や風の影響を著しく受けないように初期養生法を考慮する。
- ⑤夜間打設とし、直射日光を避ける。

上記の対策を考慮して、安波ダムにおいては具体的に以下の対策を講じた。

- ①骨材運搬用トラックにはシートをかぶせ、骨材に直射日光が当たらないようにする。
- ②骨材貯蔵所に日よけを設け、冷却水 (10℃) を散水する。
- ③ベルトコンベアに日よけを設ける。
- ④練り混ぜ水に冷却水 (10℃) を用いる。
- ⑤堤外管は冷却水の温度上昇を防ぐため、発砲スチロールで保護する。
- ⑥型枠外面には太陽の輻射熱により異常に温度が上昇しないように塗装を施す。
- ⑦型枠に有孔パイプを取り付けて通水し、ブロック側面を常時湿潤状態に保つ。
- ⑧コンクリート打設後直ちにコンクリート上面をシートで覆い、直射日光が当たらないようにする。
- ⑨養生は原則として湛水養生とする。
- ⑩できる限り昼間の打設を避け、夜間打設とする。

## § 4. ジブクレーンの調査

定置式ジブクレーンによるコンクリート打設の既存資料がほとんどないため、企業先の沖縄開発庁において、ジブクレーンの操作性、作業能力、サイクルタイム等の解明のために以下の調査が行われた。

### (1)ジブクレーン変位量の測定

ジブクレーンの作業動作によって生じる変位量を次の4項目について測定した。

- ①コンクリート放出時のバケットバウンディング量。
- ②コンクリート放出時のバケットジブ方向移動量。
- ③コンクリート放出時のクレーン変位量。
- ④位置決め時のバケット横振れ量。

### (2)モーション記録計による記録採取

ジブクレーンに取り付けてあるモーション記録計 (ビジグラフ) を用いて、本体総ブロック数の10%にあたる約100ブロック分の記録がとられた。この記録よりサイクルタイムの計測がなされる。

### (3)現場における直接計測

ジブクレーンサイクルタイムの直接計測及びビジグラフでは記録不可能なバッチャープラント・コンクリート運搬台車の運転状況、打設ブロックの詳細、埋設物の有無、ロスタイムの要因等の事項について調査

された。

これらの調査結果については、現在、解析中であり今後の報告を期待したい。

## § 5. おわりに

安波ダムのコンクリート打設も無事におわり、わずかの周辺整備工事を残すのみとなった。

定置型ジブクレーンの特徴として、

- ①地形・地質の制約をあまりうけない。
- ②ダム以外の工事への転用が可能である。
- ③運転室から作業現場が見渡せるので、運転操作が容易である。

などがあげられ、今後も本クレーンのダム工事での使用が予想される。

そこで、ジブクレーンを計画するにあたっての注意点を以下に述べる。

- ①サイクルタイムを良くするためにバンカー線を適切な位置及び高さに配置する。
- ②クレーンは撤去可能な位置に設置する。
- ③クレーンの能率アップをはかる。
- ④先行するブロックがバケットの径路に障害を及ぼさないようなリフトスケジュールを考える。

最後に、本工事の施工にあたり、ご指導・ご協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表し、報告をおわる。

## 参考文献

- 1) 三浦・山里・高木：“定置型ジブクライミングクレーンの計画と施工について”第12回ダム技術講演討論会テキスト1980, 3.
- 2) 多目的ダムの建設 (第4巻) 建設省河川局