

# 牧尾ダム建設における大型機械施工について

○日野 直陽<sup>1</sup>・寺島 均<sup>2</sup>・村崎 雅之<sup>3</sup>

## 概要：

牧尾ダム本体工事は、昭和33年11月に掘削を開始し、昭和36年3月の盛立完了まで約2年5ヶ月という当時では短期間で堤体積261万m<sup>3</sup>を完成させている。この短期間で完成できた大きな要因として、外国から輸入した大型機械による施工が挙げられる。大型機械施工の導入は、外国の新しい高性能の機械を用いることによって、建設に要する期間と費用を節約するとともに、今後、日本の技術進歩にも寄与すると判断されたからである。

牧尾ダム建設に大きく貢献した大型機械施工について、その成果とその後の発展を検証した。

キーワード：ロックフィルダム、輸入大型機械、世界銀行融資、外国技術支援

## 1. 牧尾ダムの概要

牧尾ダム計画は、岐阜県から愛知県の尾張東部平野及びこれに続く知多半島一帯に農業用水、水道用水、工業用水を供給する愛知用水の水源施設として計画され、加えて発電所を新築し、既設発電所とあわせて出力の補強を企てるものであり、建設に当たっては、国際復興開発銀行（現世界銀行 以下「世界銀行」という。）の融資、外国からの技術支援を受けて建設されたものである。

牧尾ダムは、愛知用水事業により長野県木曾群王滝村及び木曾町三岳に建設されたもので、昭和36年に完成したロックフィルダムである。牧尾ダム建設当時、我が国のロックフィルダムは、石淵ダムや野反ダムなど堤高50m程度の規模が最大で、堤高100mを超える大規模ロックフィルダムは、牧尾ダムと同時期に建設した御母衣ダムが国内初である。

牧尾ダムの設計及び技術指導は、米国のP. C. I.（パシフィック・コンサルタンツ社）によって行われ、また世界銀行の指導も受けている。更にはロックフィルダムの設計施工及び大型機械化施工を効率的に行うため、従来から用水の計画にあたっており、かつ計画の内容を熟知していたE. F. A.（エリックフロア社）と技術支援協定を結んで施工を行った。（E. F. A.の社長フロアは、設計及び技術指導にあっていたP. C. I.の社長でもあった。）

このように、牧尾ダムは調査、設計から施工に至るまで、外国の技術援助を受けて建設されたもので、国内ロックフィルダムの技術向上に寄与したダムである。

牧尾ダムの概要は、以下のとおり。

（写真-1～2、図-1～2）

河川名	木曾川水系王滝川
位置	長野県木曾郡王滝村、木曾町三岳
流域面積	304km <sup>2</sup>
湛水面積	2.47km <sup>2</sup>
満水位	EL. 880.0m
最低水位	EL. 832.0m
総貯水量	75,000,000m <sup>3</sup>
有効貯水量	68,000,000m <sup>3</sup>
ダムの型式	中心コア型ロックフィルダム
堤頂標高	EL. 885.0m
堤高	105m
堤頂長	264m
堤体積	2,615,000m <sup>3</sup>

## 2. 牧尾ダムの施工

### 2.1 施工計画の概要

基礎掘削、材料採取、盛土を主として、施工計画の概要を記述する。

1. 愛知用水総合管理所 中流管理室
2. 愛知用水総合管理所 設備課長
3. 愛知用水総合管理所 設備課



写真-1 建設前の牧尾ダム



写真-2 完成した牧尾ダム

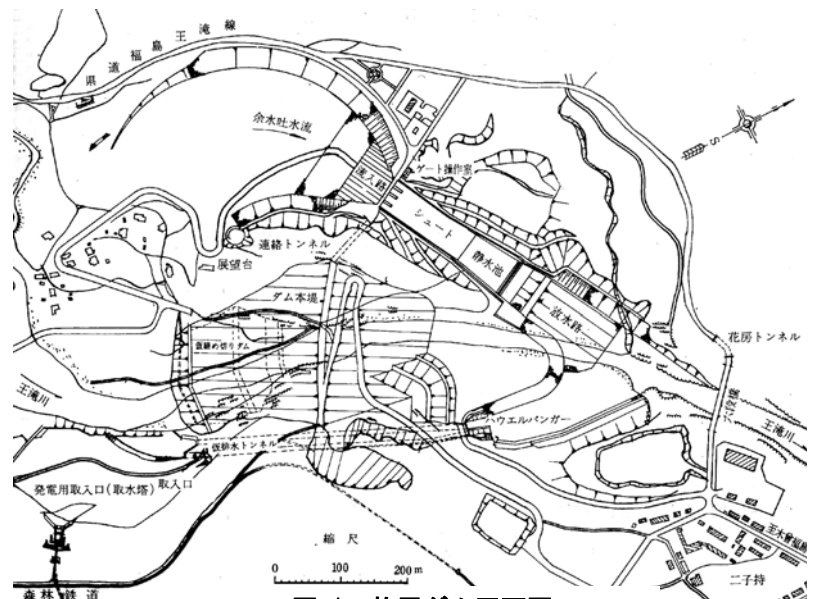


図-1 牧尾ダム平面図

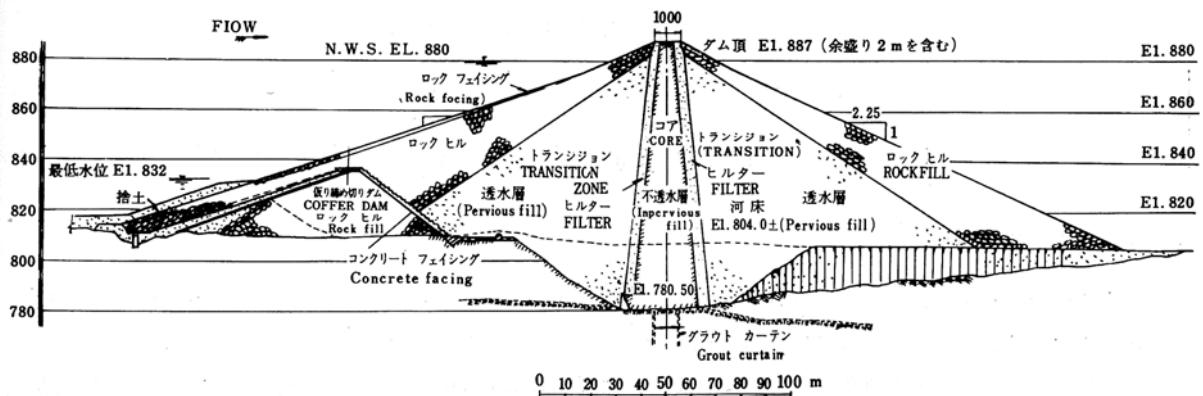


図-2 牧尾ダム断面図

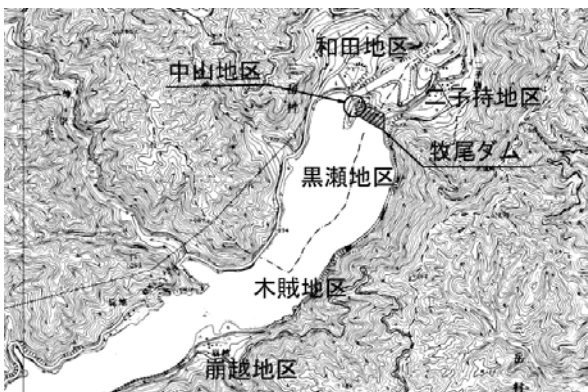


図-3 牧尾ダム位置図

### 2.1.1 堤体基礎掘削

ダム掘削地点は、右岸 EL830.0mに県道が走るため、この切替後でないと右岸の掘削にとりかかれない状況であった。従って、工事は次のような工程で掘削された。

#### ① 左岸掘削

左岸は、土砂 86,200m<sup>3</sup>、岩 11,000m<sup>3</sup>、計 97,200m<sup>3</sup>

の掘削量があり、EL835.0m盤に進入路を設け、EL835.0m以上の土・岩はこの盤に落として運搬捨土し、EL835.0m以下の土・岩については、河床に落とし河床掘削土石とともに運搬捨土した。

#### ② 河床掘削

河床は、土砂 94,000m<sup>3</sup>、岩 20,500m<sup>3</sup>、計 114,500m<sup>3</sup>の掘削量があり、この掘削の大部分はコア・トレンチの掘削で、現河床地盤 EL804.0mより、最終掘削地盤 EL785.0mまで約 20mの盤下げを行わなければならなかった。そのため、堤体下流より進入路を設け、掘削土の運搬捨土を行った。

#### ③ 右岸掘削

右岸は、土砂 82,000m<sup>3</sup>、岩 8,700m<sup>3</sup>、計 90,700m<sup>3</sup>の掘削量があり、県道の切替えを行ったのち、掘削にとりかかった。EL830.0m盤の県道より上部は、この盤に落とし堤体上下流へ捨土した。EL830.0m盤以下は河床に落

とし河床掘削土砂とともに捨土した。

## 2.1.2 材料採取

### ① 二子持地区

コア材料は、全体で 190,000m<sup>3</sup>を必要とし、これを二子山地区に求めた。この地区は、含水比が 20~25%と、最適含水率比 12~17%に比べ、かなり高い状態であった。そのため、地山では、レーキ・ブルドーザにより深さ 20~30cm までかき回し、乾燥させる作業を 1 日 2 回程度行い、6~8 時間の乾燥の後、スクレーパで乾燥した表面をとることとし 8~10cm の採取厚とした。

### ② 木賊地区

フィルター材料の約 111,000m<sup>3</sup>、トランジション材料の余水吐不足分約 344,000m<sup>3</sup>、計約 445,000m<sup>3</sup>の採取地として堤体上流約 800~1,200m 上流の木賊（とくさ）地区を採取場所とした。この地区は、王滝川の砂れき堆積層で、表土 1m を除去すれば、築堤材料として良質なものが採取された。ただし、過大粒径の砂利が多く、フィルター材料（最大粒径 200 mm 以下）として直接利用できないため、黒瀬団地にふるい分けプラントを設け、ここでふるい分けしたものを使用することで、施工効率化を図った。

### ③ 余水吐、中山地区

ロック、トランジション材料のほとんどは、この地区より採取するものとした。余水吐の掘削量は、約 1,740,000m<sup>3</sup>であるが、この地点はコンクリート構造物打設のため、昭和 35 年 8 月までにほとんどを掘削しておく必要があった。しかし、築堤工程の遅れに伴い、本来であれば築堤現場に直送される計画であったが、やむを得ず堤外にストックする措置をとった。

## 2.1.3 盛立

### ① コア

コアの盛立（盛立量 194,000m<sup>3</sup>）は、（施工日数が少なく）管理が重要なため現場の施工面積、施工機械の能力、並びに他のゾーン盛立標高とのバランスを各月毎に細かく算出し、施工している。

施工は、一層 20cm の層にまき出し、タンピング・ローラにより 6 回転圧して 15cm に仕上げる方法がとられた。このため、施工面積を 2 分し、一方をまき出している間に他方を転圧して、施工機械の運転を円滑に進めるようにした。

### ② フィルター

フィルターの盛立（盛立量 114,000m<sup>3</sup>）は、コアと平行して立ち上げるため、施工日数、施工スピードとも、コアと同じとした。

### ③ ロック・トランジション

ロック・トランジションの盛立（盛立量ロック:956,000 m<sup>3</sup>, トランジション 1,075,000m<sup>3</sup>）も、コア・フィルターと同標高で盛立てることが望ましいが、材料搬出条件やコア・フィルター盛立工程などを勘案すると、どうしても夏期はコアが先行し、冬期にはロック・トランジションが先行する形となり同標高の盛立は不可能であった。そのため、標高差 3 割勾配以下を保つように施工された。

## 2.2 逼迫した工期

牧尾ダム建設は、施工中の仮排水トンネル付近からの火山性ガスの噴出、2 度に渡る仮締切りダムの流出、更に右岸地すべりの発生など、様々な要因によって工期が逼迫し、当初計画では昭和 35 年 12 月に盛立を完成させる予定であったが、約 3 ヶ月遅れの昭和 36 年 3 月に盛立を完成させている。

### 2.2.1 仮排水トンネル施工における火山性ガス噴出

仮排水トンネルの工事は、昭和 32 年 11 月 15 日に着工し、昭和 33 年 5 月末に通水する計画であった。しかし、掘削の進行とともに多量の火山性有毒ガスが噴出し、工事を一時中断することとなった。工事では、コンクリートをガス溜まりに流し込み、噴出を抑え込んだり、ガスマスクをつけるなどして施工したが、当初計画より約 2 ヶ月遅れて 7 月 20 日に完成するに至った。

### 2.2.2 仮締切りダムの流出

仮締切りダムの工事は、昭和 33 年 7 月 20 日に一部を除いて完成し、7 月 23 日に荒締切りを実施したが、翌々 25 日に豪雨があり（最大 1,343m<sup>3</sup>/s）、完成間もない仮締切りダムを流出した。（仮排水トンネルは、10 年確率洪水の最大値をとり、1,000m<sup>3</sup>/s で計画されていた）

直ちに復旧工事に取り掛かり、8 月 19 日に完成したが、一週間後の 8 月 25 日・26 日に再び豪雨（最大 1,370m<sup>3</sup>/s）が襲い、再び仮締切りダムが流出する事態に陥った。最終的には仮排水トンネルの計画流量を 1,500m<sup>3</sup>/s に変更するなどして、非洪水期での復旧工事を行っている。

### 2.2.3 ダムサイト右岸の地すべり

昭和 34 年 2 月 15 日、牧尾ダム（センター）軸より下流 60m の右岸付替道路上に長さ約 2m のヘアクラックが見つかった。翌々日にはこのクラックの長さが 26m に達し、近郊に位置する林鉄トンネル内にも数カ所クラックが発生していることが確認された。右岸付替道路上のクラックは、その後、1 日に 7~15cm で成長し、20 日には一時付替県道土留石積及びコンクリートウォールが長さ 35m に渡って崩れ落ち、その後収束に向かった。

この地すべりの影響で、右岸 EL. 850m 以上の掘削は、盛立と平行施工することとし、河床工事（ボーリング、グラウト、現河床までのコア盛立）と下位標高の盛立を

先行施工した。そのため、EL. 850.0以上の掘削は昭和35年4月まで続いた。

### 2.3 牧尾ダム完成

牧尾ダムは、上記のとおり色々な条件をクリアしつつ、昭和36年3月に完成した。その成功にあるのは、大型機械を導入することにより短期間施工を実施できたものであり、以降、牧尾ダムに全力を尽くした大型機械について述べる。

## 3. 牧尾ダム建設における施工機械

### 3.1 世界銀行融資による大型機械の輸入

愛知用水事業の計画当時、戦後復興で日本の経済力は未だ弱く、また技術水準も高くなかった。このような現状で、愛知用水事業は計画的に推進できないことから、海外資本・技術に依存する必要があった。そのため、愛知用水事業を進めるために、農林省はP.C.I.の調査計画及び予備設計、またE.F.A.の技術援助を基に計画書を作成し、世界銀行と繰り返し交渉を行った。P.C.I.の予備設計では、大型機械を輸入する計画が盛り込まれていた。

大型機械は、世界銀行からの融資金を基に購入する計画であったため、機械の種類・台数・購入期間・購入方式などを借款契約までに決める必要があった。これらの決定にあたっては、関係官庁のほか、技術援助に関する協定を締結していたE.F.A.社の関与するところが大きかったと記録されている。

表-1 愛知用水事業 輸入大型機械一覧

機 械 名	規 格	台数	製 造 者
クレーンブーム		2	"
ドラグラインバケット		1	"
クラムシェルバケット		1	"
ダンプホーラ	MODEL-C 20t	16	ルターナー・ウエストイングハウス
クローラタイプトラクタ	HD-21 20t	24	アリスチャーマー
アングルドーザー		9	"
レーキドーザー		4	"
ブッシャーブロック		7	"
リッパ		3	"
キャリオールスクレーパ	12c. y. 13.8m3 (山積)	6	ルターナー・ウエストイングハウス
モータスクレーパ	12c. y. 12.25m3 (山積)	20	ユークリットグレートブリテン
自走式タイヤローラ	25t	1	シヨベルサブライ
クラウドポンプ	FGAG 21g/m	3	ガードナー・テンパー
サンプポンプ	88水頭高	6	
エアモータ	3.3HP	6	

度重なる検討の結果、世界銀行との借款契約は昭和32年8月9日に調印されることとなり、愛知用水事業で購

入する輸入大型機械は、表-1のとおり決定された。購入した重機は、総額13.1億円、そのうち輸入機械は10.6億円、国産機械は2.5億円であった。

世界銀行との借款契約の際、愛知用水事業についても次の条件が加えられ、事業の進捗に大きく影響を与えた。

- ① 5ヶ年で事業を完成させること。
- ② 所要の円資金の調達確保には、日本政府がこれを保証すること。
- ③ 新しい海外技術を導入するため、コンサルタントエンジニアを雇用すること。
- ④ 事業による経済効果の完全な発揚のため、畑地かんがいおよび営農のコンサルタントを招へいすること。

### 3.2 牧尾ダム建設の施工機械

牧尾ダム建設に使用した施工機械を表-2に示す。

表-2 牧尾ダムで使用した施工機械

機 械 名	型 式 と 仕 様	台 数			使 用 区 分
		公団	業者	計	
パワースヨベル	1055A 2.3m3 輸入	3		3	ロック、トラッキング積込用
	U12 1.2m3 国産	2	6	8	トラッキング、フィルター積込用
	50K 1.5m3 国産		1	1	"
	35K 1.2m3 国産		2	2	"
	22K 0.6m3 国産		5	5	"
ダンプトラック	HD-150 15t 国産		2	2	材料運搬、捨土用
	ZG-11 12t 国産		2	2	"
	ZG-12 12t 国産	4	9	13	"
	ZG-13 12t 国産		4	4	"
ダンプホーラ	Model-C 20t 輸入	16		16	材料運搬、捨土用
ブルドーザ	HD21 20t 輸入	15		15	削土、敷均し、ローレン引用
	D-120 20t 国産		4	4	"
	D-80 15t 国産	1		1	"
トラクタシヨベル	HD-15G 2.3m3 輸入		1	1	骨材積込用
モータスクレーパ	B10-FDT 9m3 輸入	7		7	コブ運搬、まき出し用
モータグレーダ	LG-II 12ft 国産	1		1	道路整地用
トラッククレーン	F-06 20t 国産	1		1	荷役用
タイヤローラ		輸入	1	1	コブ、フィルター締固め用
タンピングローラ		国産	1	1	コブ締固め用

### 3.3 昭和24～32年のロックフィルダム施工機械

昭和24～32年のロックフィルダムに使用した施工機械を表-3に示す。

国内初のロックフィルダムとされる石淵ダムの施工機械は、小型の電気シヨベルやブルドーザ、運搬では機関車を用いているが、台数は少なく、機械能力も小さい。施工は主に人力作業であり機械化には至っていないことが解る。野反ダムでは、運搬に12t・10tダンプトラックが用いられ、ダム地点にはケーブルクレーンが設けられている。この当時も施工機械の台数は少なく、主に人力作業であったと考えられる。その後の岩洞ダムでは、パワースヨベル、ブルドーザ、モータスクレーパ、ダンプトラックなど、様々な施工機械を使用しており、この頃からロックフィルダムの機械化施工が始まっている。

御母衣ダムは、当時国内最大規模のロックフィルダムとして建設され、牧尾ダムと同様に世界銀行融資を受けているほか、国内初の政府発行債権により資金を調達し、ダム建設を行っている。施工機械は、海外から輸入した大型機械を活用し、効率的な施工を行い、大規模ロックフィルダムであったにも関わらず、岩洞ダムより短期間で完成させている。

牧尾ダムは、御母衣ダムに継ぐ堤体積であり、前項に述べたとおり、輸入大型機械を用いて短期間に完成させている。この時代から、重力式コンクリートダムに適する場所が少なくなり、代わってロックフィルダムが増え始めており、ロックフィルダム堤体積に比例し、大型機械による施工が増大している。

表-3 ロックフィルダム施工機械

ダム名	着工年月	完成年月	堤高(m)	堤体積(千m <sup>3</sup> )	施工機械(掘削、運搬機械)
石淵ダム	24-4	28-6	53	442.5	(原石山) 電気ショベル 120K×1台、50K×3台 (ダム) 電気ショベル 0.75m <sup>3</sup> ×1台 ブルドーザ 15t×1台 スティフレッグクレーン 5t×2台 (運搬) ディーゼル機関車 7t×9台 バッテリー機関車 6t×4台 土運車 9m <sup>3</sup> ×2台、4.5m <sup>3</sup> ×85台
野反ダム	28-5	30-9	44	189.0	(原石山) ブルドーザ D8×1台、D4×1台 パワーショベル 2.3m <sup>3</sup> ×2台、1.2m <sup>3</sup> ×1台、0.6m <sup>3</sup> ×1台 (ダム) キャタピラークレーン 2台 ケーブルクレーン 3t×1式 簡易ケーブルクレーン 1式 (運搬) ダンプトラック 12t×2台、10t×8台
岩洞ダム	31-9	35-9	40	850.0	(原石山) パワーショベル 1.2m <sup>3</sup> ×4台 ブルドーザ BF×4台 (砂れき場) パワーショベル U06×3台 湿地ブルドーザ 7t×1台 (土取場) モータスクレーパ Let18t、9t×5台 ブルドーザ NTK12×2台、BF×4台 (ダム) ブルドーザ 18t×2台、10t×4台 トラクタショベル BS×1台 (運搬) ダンプトラック 15t×3台、12t×9台、5t×6台 ダンブター 4台
御母衣ダム	32-6	35-10	131	8,095.0	(原石山) パワーショベル電気 150B4.5m <sup>3</sup> ×3台 ブルドーザ D8×2台、D-120×1台 (粘土山) パワーショベル 111M3m <sup>3</sup> ×1台、93M2m <sup>3</sup> ×1台、54B2m <sup>3</sup> ×1台 (フィルタ材採取場) パワーショベル 51B1.5m <sup>3</sup> ×1台、54B×1台、B323-2.3m <sup>3</sup> ×1台 ブルドーザ D120×1台 (ストックパイル) パワーショベル 150B×1台、54B×1台 ブルドーザ D8×4台、D9×2台 (篩い分けプラント) パワーショベル 51B×1台、35K×1台 (運搬) ダンプトラック 60TD22t×40台、86FD15t×30台、Z612×20台 ターナロッカ E-18×6台 (ダム) ブルドーザ D9×6台、D8×4台、D120×2台 (その他) パワーショベル UL12×2台、UL06×3台 ブルドーザ D120×5台

※堤高は、河川地盤からの高さ

### 3.4 牧尾ダム建設当時の国産建設機械

牧尾ダム建設当時の国産建設機械を表-4に示す。牧尾ダムの施工機械(表-2)と比較し、ブルドーザ、キャリオールスクレーパについては、輸入機械の能力が若干大

きい。一方で、ダンプホーラ(ダンプトラックと比較)及びモータスクレーパは、輸入機械の機械能力が国産機械を大きく上回っていることが解る。3.1に記述したとおり、5カ年での施工、新技術の導入を図るためには、機械能力の小さい国産建設機械のみで施工すれば、工期短縮が見込まれず、工期に遅延が生じることが想定され、大型機械による施工が必要と判断された。

表-4 国産建設機械一覧

機 械 名 称	規 格	製 造 メ ー カ ー
パワーショベル	U-23 2.3m <sup>3</sup>	日立製作所
ダンプトラック	HD-150 14.7t	小松製作所
ブルドーザ	D120-4 20t	小松製作所
キャリオールスクレーパ	RS-9 11.5m <sup>3</sup> (山積み)	小松製作所
モータスクレーパ	WTS 6.0m <sup>3</sup> (山積み)	三菱日本

※昭和35年代における最大規格

## 4. 輸入大型機械の仕様

### 4.1 パワーショベル

牧尾ダムに使用されたパワーショベルは、米国 Hargi-shfiger 社製モデル1055型(写真-3)である。本機は、通常土掘削作業に対し、3 1/2yd<sup>3</sup>ないし4yd<sup>3</sup>として使用されていたショベルであるが、主として発破による大塊の岩積込みに使用するため、ショベルディップを3yd<sup>3</sup>として耐久性の強化を図っている。

主要諸元、性能の概要を以下に示す。

- ・ディップ容量 3yd<sup>3</sup>(2.3m<sup>3</sup>)(※1)
- ・ブーム長さ 8m
- ・作業時全重量 78m-ton
- ・エンジン カミンズ NHRIS-600 馬力/rpm 250HP(※2)/1,600rpm
- ・シリンダ容量 743im<sup>3</sup>(12.1L)
- ・旋回機構 マグネトルク式
- ・クローラ ブルドーザと共通 (アリスバルマー製品)
- ・機体構造 高張力鋼の溶接構造

※1 馬力出力単位の[HP]は英国単位であり、SI単位(kw)に変換すると次のとおり。1HP=0.7457kw

※2 「yd<sup>3</sup>」は、ヤード単位の容積を示すものであり、m<sup>3</sup>に変化すると、次のとおり。1m<sup>3</sup>≒1.3yd<sup>3</sup>



写真-3 1055型クレーン

#### 4.2 ダンプホーラ

3yd<sup>3</sup>ショベルと組んで使用されるもので、米国ルターナーウェスチングハウス社製モデルC型（写真-4）である。ダンプホーラは、現在のアーティキュレートダンプに似た構造で（当時、アーティキュレートダンプは製造されていない）、運転席部分とベッセル部分が左右に曲がり、回転半径を小さくできるとともに、前後の車両を上下に折ることもできるため、凹凸の多い場所においても容易に走行できる。また、運転席にハンドルが無く、ボタンで回転操作することも特徴である。

主要諸元、性能の概要を以下に示す。

- ・積載重量 20 トン
- ・空車重量 19.5 トン
- ・平積積載容量 11.2m<sup>3</sup>
- ・エンジン カミンズ製 HBIS-600 型  
馬力/rpm 200HP/1,800rpm
- ・旋回半径（ボデー下降時） 4.35m
- ・旋回半径（ボデー上昇時） 3.14m
- ・タイヤ 24.00-25 24P 4本

現地状況により、勾配は急で屈曲半径の小さい運搬路を走行せざるを得ないため、ダンプトラック式とするかプライムバーけん引のリヤダンプホーラにするか検討されている。当時の文献には、ロックフィルダムでは通常ダンプトラックを使用すると記載があったが、米国のロックフィルダム建設ではリヤダンプホーラ式が使用されていたため、両機の価格を比べて仕様を決定した。この機械は、先に電源開発株式会社で輸入され、秋葉ダムの建設に使用されたが、プライムバーとダンプホーラとの接合部位のトラブルがあったため、十分活用されなかった経緯が当時あった。そのため、米国における故障状況などを十分調査し、故障はあまりないとのコンサルタントの意見もあって、採用に踏み切ったものである。



写真-4 22t ダンプホーラ

#### 4.3 ブルドーザ

ブルドーザは、米国アリスチャーマー社 HD-21 型（写真-5）を輸入している。

主要諸元、性能の概要を以下に示す。

- ・全長 5.00m
- ・全幅 2.78m
- ・エンジン アリスチャーマー HDF-844 型  
馬力/rpm 256HP/1,825rpm
- ・排気量 13.38L
- ・トルクコンバータ ツインディスク 1,000 型
- ・重量 20 トン(トラック単位)

本機は、キャタピラーD8型、インターナショナルTD-24型が既に輸入されているのに対し、当時の公団において初めて輸入されたものである。



写真-5 HD-21 ブルドーザー

#### 4.4 モータスクレーパー

モータスクレーパーは、平積み 12yd<sup>3</sup>の容量のもので、ブリティッシュ・ユークリッド 10FDT 型（写真-6）を使用している。本機は、4輪プライムバーによりスクレーパーをけん引する方式のもので、この容量のものは日本に初めて輸入されたものである。本機は、米国ユークリッド社の図面、技術によって英国で作られたものであり、その性能、耐久性等については米国ユークリッド社

製品とほぼ同等とされている。

主要諸元、性能の概要を以下に示す。

- ・全長 12.31m
- ・全重量（空車時） 20.7ト
- ・エンジン カミズ製 NH-600(米国製)  
馬力/rpm 210HP/2,100rpm
- ・クラッチ 18" (インチ)径 単板式
- ・ミッション 前進5速、後進1速
- ・スクレーパ Roll out 方式  
ボール容量 12yd<sup>3</sup>(平積)



写真-6 B10-FDT モータースクレーパー

## 5. 輸入大型機械の輸送

輸入大型機械は、名古屋港又は横浜港で陸揚げされ、搬送可能な重量に分解された後、トラックや鉄道によって輸送された。輸送は、道路の拡張工事、橋の補強工事、更には王滝川を自走して渡る作業など、非常に難航したとされている。輸送図を図-4に示す。

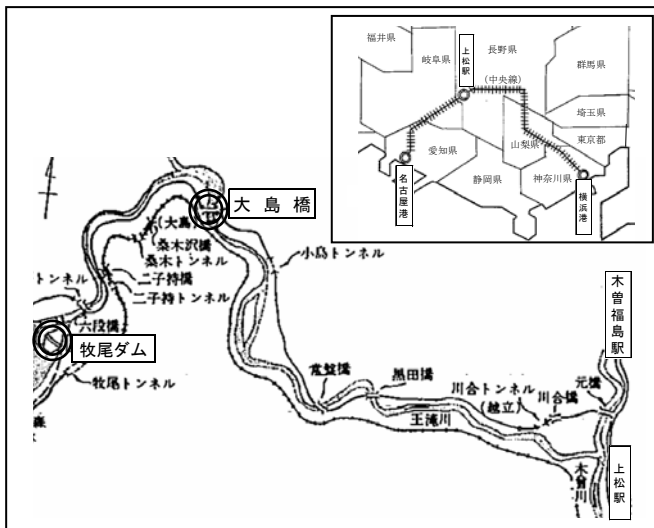


図-4 輸送図

### 5.1 パワーショベル

パワーショベルは、名古屋港に陸揚げし、これを鉄道により輸送している。ダム地点は、木曽福島駅が近いが、駅構内設備が重量品扱いに不相当であったため、上松駅

で降ろしている。上松駅からは、トラックでダム地点まで輸送されたが、県道改修が遅れていたため、途中の荷重能力の不足する木橋の補強、路片の改修、道路の拡張などを行い搬入を行った。搬入に要したトラックは延べ48台、トレーラーは3台である。

### 5.2 ブルドーザ

これも名古屋港に陸揚げした後、中央線にて上松駅まで運び、現地まで約26kmは自走で運んだ。最初の6台は、大島橋改修前のため、王滝川の水位が下がった時（最深部で約1.2m）に自走して川を渡らなければならなかった。

### 5.3 ダンプホーラ

これは、横浜港で陸揚げしたが、分解しても日本国有鉄道第1種積載限界を超過するため、自走で搬入するしかなかった。そのため、途中の道路調査を行い、塩尻経由であれば運行できると判断された。途中、橋の補強、道路側溝の破損などの補償のため約1週間を要して木曽福島町に到達した。そこから現地までの搬入は、前記ブルドーザと同じく大島橋渡橋不能のため、王滝川を渡った（写真-7）が、クローラ型と異なり、非常に苦慮したとされる。



写真-7 王滝川を渡河するダンプ・ホーラ

### 5.4 モータースクレーパ

これも横浜港で陸揚げし、プライムバーとスクレーパを切り離せば、日本国有鉄道1種積載限界内に収まるため、鉄道で上松駅まで運び組立を行った後、自走して現地に搬入した。7台のうち2台は、工事前に入ったため、大島橋渡橋不能と、王滝川渡河もプライムバーの前輪が小さいため不可と判断されたため、プライムバーは自走して渡橋し、スクレーパは橋の対岸にウインチ車を設置し、これにより引き寄せて橋を渡った。

## 6. 大型重機による高速施工

牧尾ダム建設当時から現代までのロックフィルダムにおける大型機械、本体工事期間及び月最大盛立量を表-5に示す。

牧尾ダムや御母衣ダムは、大規模ロックフィルダム施工に大型機械を導入し、合理化施工（工期短縮、費用削減）を実施したもので、現在のロックフィルダム施工の先駆けをとったダムである。この時代のダム建設は、外国製の大型機械を導入することにより、効率的に短期間で施工することが可能と証明させた。そのため、牧尾ダム建設の大型機械による合理化施工は、後に建設される岩屋ダム、寺内ダムなどのロックフィルダム施工の先駆けとして、大きな役割を果たしたと言える。

また、原石山等の材料採取地は、ほぼダムサイト廻りで確保されたため、専用の運搬道路の建設が必要無い場合のダム施工の見本となりえるものであったが、それ以降のダムにおいては、良質な原料を確保するためにダムサイトより離れた場所が材料採取地になる場合が多く、その場合は専用の運搬道路を設けた施工となり、主流となっている。

一方、大型機械の操作は、国産機械の基礎知識を含め、外国人の技術指導により操作技術の向上が図られたのもこの時代である。見慣れない機械は、当初は手間取りながらも施工を無事終わらすことが出来たのは、日本人の努力の賜であると考えられる。

表-5 大型機械及び本体内工事期間の事例（水資源機構）

ダム名	竣工年度	堤体積 (千m <sup>3</sup> )	使用機械 (最大規格のみ抜粋)		本体掘削～盛立期間及び月当り最大土量
牧尾ダム	1961 (S36)	2.615	表-2参照		S33.11～S36.3 (2年5ヶ月) 約76,000m <sup>3</sup> /月
岩屋ダム	1976 (S51)	5.780	パワーショベル ホイールローダ ドーザショベル ダンプトラック ブルドーザ	61-B 2.3m <sup>3</sup> CAT-992 7.6m <sup>3</sup> D-155-S 4.5m <sup>3</sup> 45t D-355-A 48t	S48.3～S50.11 (2年9ヶ月) 約620,000m <sup>3</sup> /月
寺内ダム	1978 (S53)	3.000	パワーショベル バックホー トラクタショベル ホイールローダ ダンプトラック ブルドーザ 被けん引式スクレーパー モータスクレーパー	U112 1.2m <sup>3</sup> MS60 0.6m <sup>3</sup> 983 3.9m <sup>3</sup> 992 7.7m <sup>3</sup> 769B 32t D9G 40t 22SA 16.3m <sup>3</sup> MS631C 23m <sup>3</sup>	S49.5～S52.2 (2年10ヶ月) 約200,000m <sup>3</sup> /月
阿木川ダム	1990 (H2)	4.900	パワーショベル トラクタショベル ダンプトラック ブルドーザ	245F/S 3.8m <sup>3</sup> 992C 10.3m <sup>3</sup> 773B 45.4t D375R 61t	S58.5～S62.2 (3年10ヶ月) 約480,000m <sup>3</sup> /月
奈良俣ダム	1990 (H2)	13.100	バックホー トラクタショベル ホイールローダ ローティングショベル ダンプトラック ブルドーザ	2m <sup>3</sup> 1.6m <sup>3</sup> 10.3m <sup>3</sup> 10m <sup>3</sup> 77t 88t	S57.5～62.11 (5年7ヶ月) 約720,000m <sup>3</sup> /月
味噌川ダム	1996 (H8)	8.900	バックホー トラクタショベル ダンプトラック ブルドーザ	245 2.5m <sup>3</sup> WA-800 10.3m <sup>3</sup> 777 77t D11N 95t	S57.3～H5.6 (10年3ヶ月) 約400,000m <sup>3</sup> /月
徳山ダム	2008 (H20)	13.700	バックホー ホイールローダ ダンプトラック ブルドーザ	2.4m <sup>3</sup> 12.3m <sup>3</sup> 90t 95t	H12.6～H17.11 (5年6ヶ月) 約840,000m <sup>3</sup> /月

## 7. おわりに

愛知用水は来年9月30日に通水50周年を迎える。これを機に牧尾ダムの大型機械施工について検証を行った。

牧尾ダムの大型機械施工は、世界銀行融資の手続きや大型機械の輸送・組立、慣れない輸入機械の操作、昼夜を問わない突貫工事、更には冬期施工など数々の苦労があったが、その結果、ダム建設の工期短縮に寄与するに至った。

また、大型機械施工は牧尾ダム建設以外でも、以下について貢献したと考えられる。

- ① 国内技術者の大型機械操作技術の向上  
(牧尾ダムでは、外国技術者から技術指導を受けたが、機械操作は全て国内技術者が行った。)
- ② 国内建設機械大型化の推進

現在、愛知用水は農業用水、水道用水及び工業用水を365日24時間送り届けている。その背景には、先人技術者の努力と苦労があったことを忘れてはならない、また今後も安全、安心、安く水を送り届けることが必要であるとする。

### 《参考文献》

- 1) 愛知用水史 P183～354, P479～490 (愛知用水公団、愛知県)
- 2) 愛知用水技術誌 ダム編 P1～283 (愛知用水公団)
- 3) フィルダムの調査・設計から施工まで P1～10 (土質工学会)
- 4) 建設の機械化「愛知用水施工の建設機械について」 (日本建設機械化協会)
- 5) 建設の機械化「アースダムおよびロックフィルダム用建設機械の変遷」 (日本建設機械化協会)
- 6) 土木建築標準歩掛表 P191～203 ((株)白桃書房)
- 7) 建設機械概要 P29～71 ((株)技報堂)
- 8) ダム年鑑2009 P212～216, P256 ((財)日本ダム協会)
- 9) 木曾谷の歴史 P223 ((株)林土連研究社)
- 10) 岩屋ダム工事誌 P47～48, P373～540
- 11) 寺内ダム工事誌 P178～179, P192～193
- 12) 阿木川ダム工事誌 P234～235, P376～377
- 13) 奈良俣ダム工事誌 P321～429
- 14) 味噌川ダム工事誌 P4-6, P4-17～18