

## E・11 鹿ノ子ダム管理用水力発電設備設置事業計画について

網走開発建設部 ○長 平 英 雄  
水 野 秀 行  
高 瀬 貞 雄  
高 野 友 明

### ま え が き

鹿ノ子ダムは、昭和47年度に実施計画調査に着手して以来、各種の調査、調整を行ない、昭和50年度に建設事業に着手し、昭和58年度試験たん水を実施し事業完了を予定しているダムである。

昭和48年及び昭和54年2度にわたる石油危機以来、水力発電は再生可能なクリーンエネルギーであり、長期的に発電原価が安定していること等から、その価値が再評価され、代替エネルギー開発促進の一環として積極的に開発を進めることが国家的課題となっております。

この経過において、昭和56年度に建設省所管のダムにおいてダム管理の合理化及びダムの包蔵する水力エネルギーの適正利用を図ることを目的とした「ダム管理用水力発電設備設置事業」が創設された。

すでに事業が進行していた鹿ノ子ダムに大規模な発電計画をすすめるには、堤体構造から不可能な状態であったが、利水放流管を若干改造することにより、ダムによる落差と常時下流に放流される河川維持用水及び余剰水を利用して、ダム管理に必要な電力を生み出すことは可能であることがわかり、経済性を認めたとえ、本事業を採択するに至った。

本報告は、この事業計画の概要について紹介するものである。

### 1-1 ダムの概要

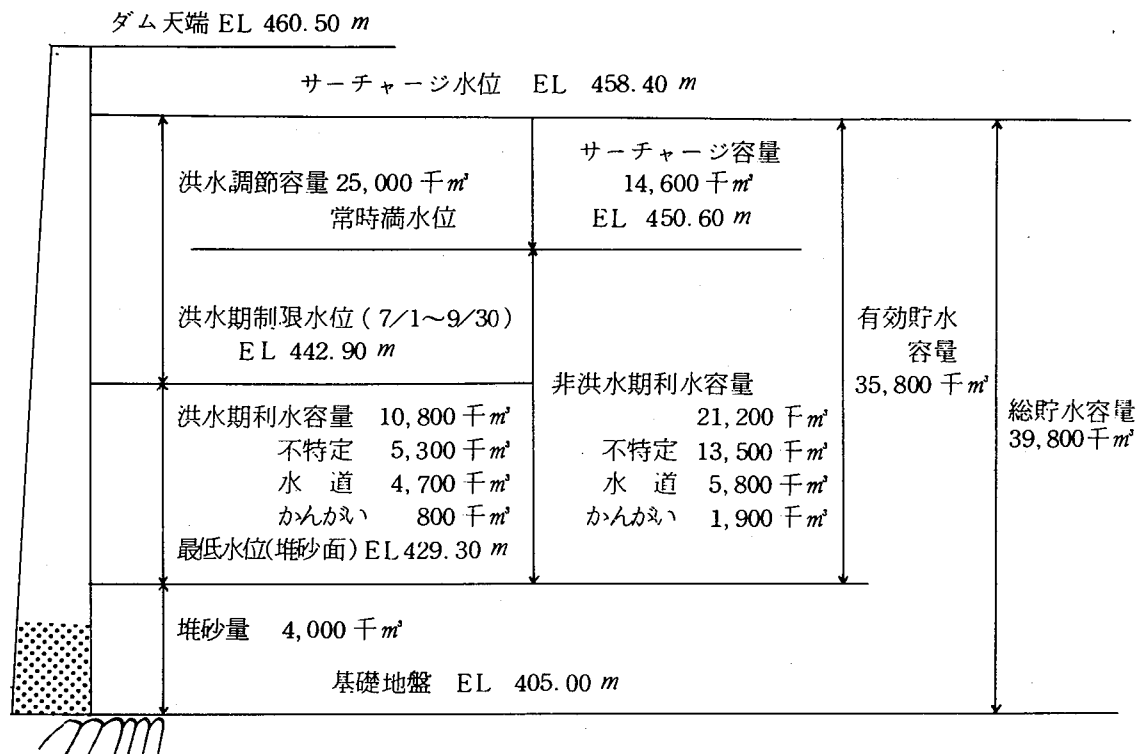
鹿ノ子ダムは、常呂川水系内に建設される初めての多目的ダムであり、常呂川流域総合開発の一環として計画されたものである。ダムは、地形、地質的に検討のうえ、高さ55.5mの重力式コンクリートダムとして建設中である。

1) ダムサイト	北海道常呂郡置戸町字常元
2) 水 没 地	北海道常呂郡置戸町字常元
3) 着 手	実施計画調査 昭和47年度 事業着工 昭和50年度
4) ダム諸元	型 式 重力式コンクリートダム 提 高 55.5 m 提 長 222 m 提 巾 8.0 m 提 積 204,600 m <sup>3</sup>

(ながひら ひでお)(みずの ひでゆき)(たかせ さだお)(たかの ともあき)

5) 貯水池諸元	流域面積	124.0 km <sup>2</sup>
	湛水面積	2.1 km <sup>2</sup>
	総貯水容量	39,800 千m <sup>3</sup>
	有効貯水容量	35,800 千m <sup>3</sup>

6) 貯水池容量配分



7) 放流設備

低水放流用

取水ゲート	直線3段式ローラーゲート
制水ゲート	スルースゲート
利水ゲート	ジェットフローゲート (φ 900 mm 2条)
最大取水量	12.0 m <sup>3</sup> /s
標高	415.50 m

主放流用

コンジットゲート	高圧ラジアルゲート 1門 (幅 1.6 m、高さ 1.8 m)
コスターゲート	高圧ローラーゲート
最大放流量	40.0 m <sup>3</sup> /s
標高	423.98 m

非常放流用

クレストゲート	鋼製ローラーゲート 2門 (幅 8.0 m、高さ 8.1 m)
最大放流量	710.0 m <sup>3</sup> /s
クレスト敷高	450.60 m

### 1-2 鹿ノ子ダム負荷電気設備

負荷電気設備	数量	単位容量 (kW)	容量 (kW)	備考	
ゲート設備	クレストゲート	2	5.5	11.0	
	コンジットゲート	1	3.7	3.7	
	コスターゲート	1	2.2	2.2	
	取水ゲート	2	5.5	11.0	
	制水ゲート	1	1.5	1.5	
	利水ゲート	2	2.2	4.4	
	セクト式ヒーター	1 式		91.9	利水ゲート 79.2 コンジット 12.7
	コンプレッサー	〃		15.0	
小計			140.7		
付属設備	エレベーター	1	7.5	7.5	
	排水設備	2	1.5	3.0	
	インクライン設備	1 式		25.8	巻上機、天井クレーン
	I T V 装置	〃		7.0	カメラ4台、モニター2台
	発電所	〃		42.5	
付属設備	電源室	1 式		13.0	
	照明設備	〃		17.1	堤頂照明 監査廊、ゲート室外
	その他	〃		18.7	水位計、温度計、ブラムライン
	小計			134.6	
管理所	無停電源装置	1 式		25.0	
	暖房設備	〃		90.0	
	空調設備	〃		51.8	
	その他	〃		27.9	給水、車庫、照明
	小計			194.7	
合計			470.0		
契約電力			220.0	高圧(甲)	

### 1-3 鹿ノ子ダム電気設備の概要

鹿ノ子ダムにおける電源は次の3系統ある。

1) 商用電源

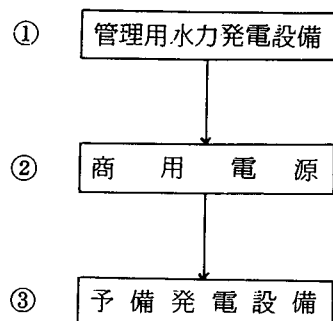
北海道電力から、電圧 6.6 KV、3 相 3 線架空配線路によって供給を受ける。

2) 予備発電機

これは、商用電源停止時に自動起動し、停電復起後自動停止する水冷 4 サイクルディーゼルエンジンである。

### 3) 管理用水力発電設備

ダム操作規則上から必要な放流水と落差を利用して発電し、ダム管理に必要な電気を供給する。  
以上の使用優先順位については、次の通りである。



## 2. ダム管理用水力発電設備設置事業の概要

ダム計画にあたっては、当該ダム計画地点の地形、地質等を総合的に検討した上で、当該地点を最も有効に活用できるよう計画することが必要である。

このため、建設省所管ダムについては、治水目的に加え、水力発電、かんがい、発電、水道、工業用水道等の参加可能なものについては、相互に調整をとり、多目的なダムを計画することとしている。

水力発電のダムへの参加は、参加検討時における経済性の観点より決定され、経済性のない場合、参加は見送られる。しかしダムは大規模な構造物であるため建設には長期間を要し、発電不参加ダムにおいても建設期間中に石油価格の上昇等により発電参加が可能になる場合や、電気事業用としての経済性は低くとも、自家消費量の大きな場合には自家発電として経済性が評価できる場合が生ずる。

また過去に発電が参加しないこととして建設したダムにおいても、利水放流施設等を若干改造することにより、従来のダム機能に変更を与えずに、小規模水力ではあるが発電可能なダムも多い。

二度にわたる石油危機を経て、石油代替エネルギー開発が国家的課題となっているため、建設省河川局ではダム事業への水力発電の参加の促進等の施策とあわせて、このような発電不参加ダムの包蔵するエネルギーの適正利用を図るため昭和56年度予算において「ダムエネルギー適正利用化事業」の制度創設要求を行っていたところであるが、その事業の一部として「ダム管理用水力発電設備設置事業」が認められることとなった。

本事業は、建設省所管の建設中のダム（直轄、補助）及び管理中（直轄）ダムで水力発電の不参加が決定しているが、自家用としての経済性が認められるものについて、ダム事業者がダム管理用の水力発電設備を設置するものである。

ダム管理用発電設備については、経済性及びエネルギー資源開発上の観点より、当該ダム地点における水力開発上の適正規模とし、一般電気事業と連系発電を行うこととしている。

発電した電気はダム管理用に使用しダム管理費用の節減を図るとともに、隣接流域からのポンプ導水用の電源に使用する等水資源開発に利用し、さらに余剰電力は一般電気事業に売電することとしている。売電収入はダムの管理費用に充当し、ダム管理の合理化を図ることとしている。

### 3. 計 画

表3-1 水力発電設備の概要

#### 3-1 発電計画の概要

鹿ノ子ダムは、下流へ維持用水、かんがい用水、水道用水を補給するために直線3段式ローラーゲート構造の取水ゲート（前面に純間隔41%の固定スクリーン）より取水し、利水放流管（ $\phi 1,300$  %）と2条の分岐管（ $\phi 900$  %）により、ダム下流面に導き、ジェットフローゲートにより最大  $12.0 \text{ m}^3/\text{s}$  放流可能な低水放流設備がある。

発電方式	ダ ム
水 車	横軸単輪クロスフロー水車
発 電 機	3相交流同期発電機
有 効 落 差	29.26 m（最大使用水量時）
使 用 水 量	最大 $3.50 \text{ m}^3/\text{s}$ 最小 $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$
最 大 出 力	720 kW
年間発生電力量	4,475 MWH

工事の進捗から、利水放流管は堤体内に埋設完了されていたため分岐管1条より、枝管（ $\phi 800$  %）を設置して利水操作室隣に発電所を設置し、放水路は副ダム下流に導き、管理用水力発電設備を計画した。

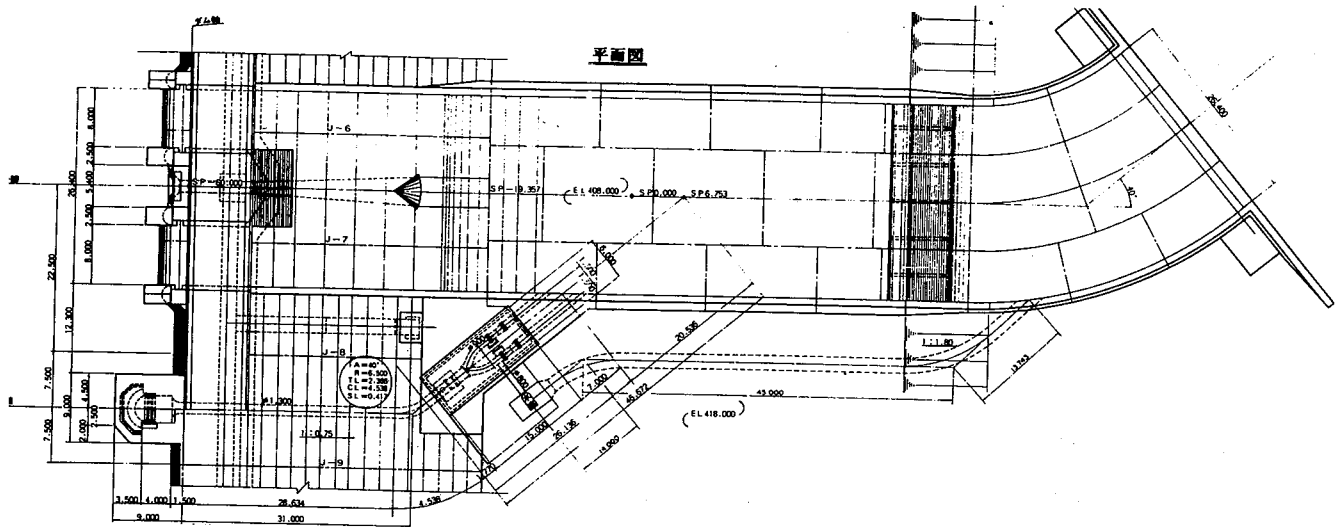


図3-1 平面図

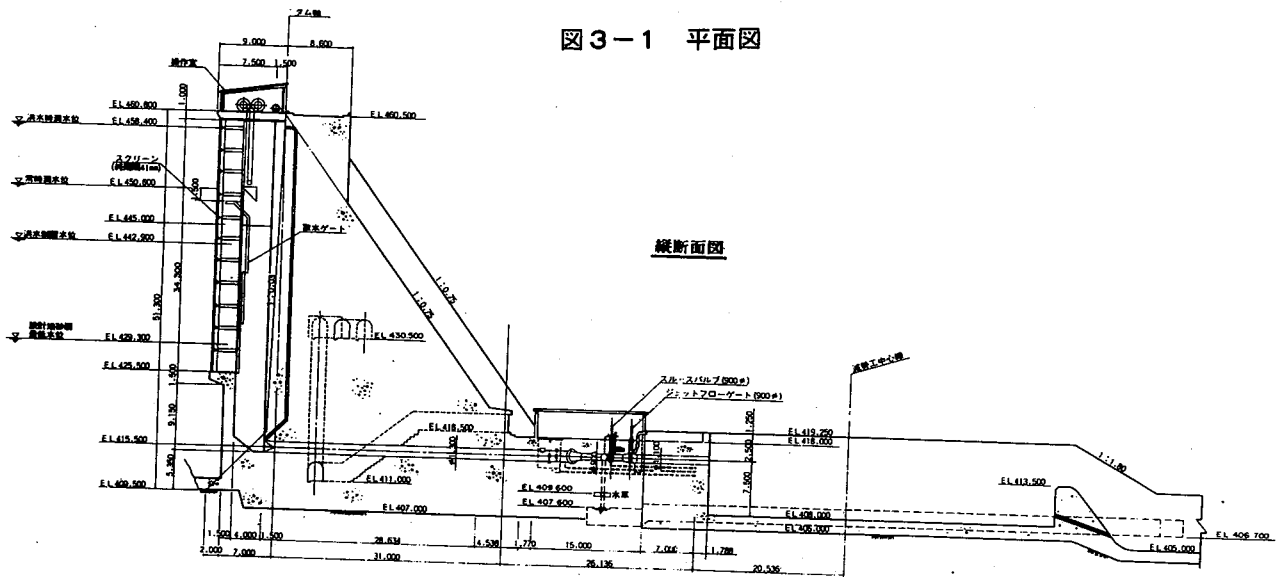


図3-2 縦断面図

### 3-2 基準水位及び使用水量

基準水位は、年間平均水位及び各水位の頻度分布から EL 442.90 (制限水位) とした。

使用水量については、過去10年間の流量資料により、規模検討比較を行ない最大使用水量を 3.50  $m^3/s$  と決めた。

### 3-3 貯水池の使用計画及び放流水の運用方法

ダム下流 1 市 5 町に維持用水、かんがい用水及び水道用水に対して補給するほかに、ダム直下の維持流量として年間常時 0.60  $m^3/s$  を放流する。

発電は、確保水位方式として、不特定、利水のための確保水位と上限水位 (常時満水位及び制限水位) との範囲内で有効に利用する。

放流水の運用は、低水放流設備として、1~3号の利水ゲートにより最大 12.00  $m^3/s$  を放流する設備があり、12.00  $m^3/s$  の放流は、3号利水ゲート (発電用) で取水し、残りを1、2号利水ゲートより放流する。12.00  $m^3/s$  以上の放流は3号利水ゲートにより発電可能量を取水し、残りをコンジットゲートより放流する。

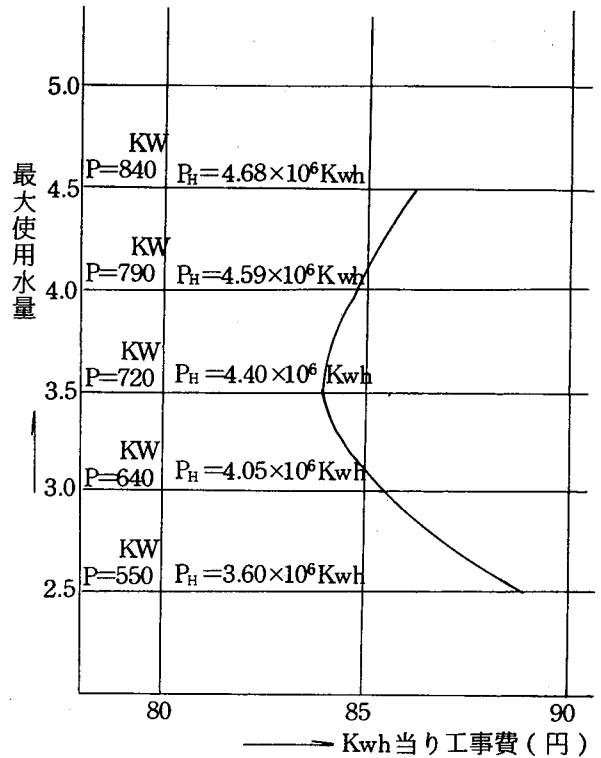


図 3-3 規模検討比較図

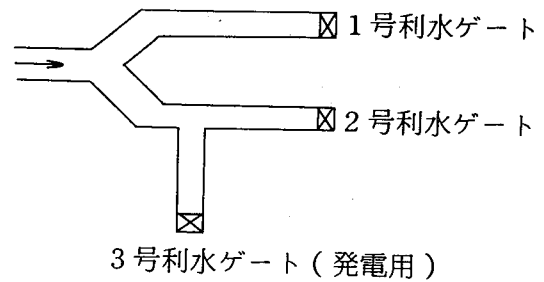


図 3-4 低水放流設備

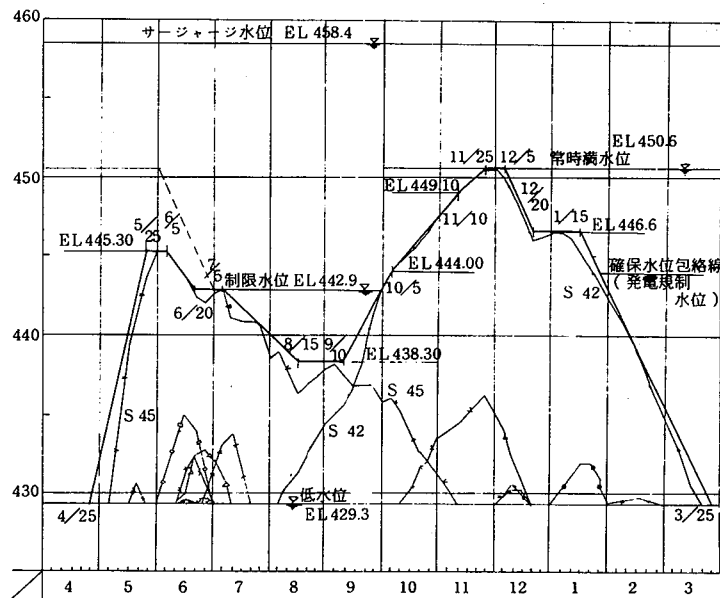


図 3-5 貯水池使用計画図

### 3-4 水車型式及び発電機

鹿ノ子ダムは、落差（20～40 m）、使用水量（0.60～3.5 m<sup>3</sup>/s）と変落差、変流量であるためこれに適した水車を選定する必要がある。

水車選定表及び下記の理由によりクロスフロー水車とする。

- (1) 小流量運転の範囲が広く、ガイドベーンを2分割するなどして比較的高い効率で運転できる。
- (2) 構造が簡単で保守が容易である。
- (3) 経済的な建設費である。

発電機は、常時は商用電源と並列運転を行うが、送電線の短絡事故等においても単独運転可能な同期発電機とする。

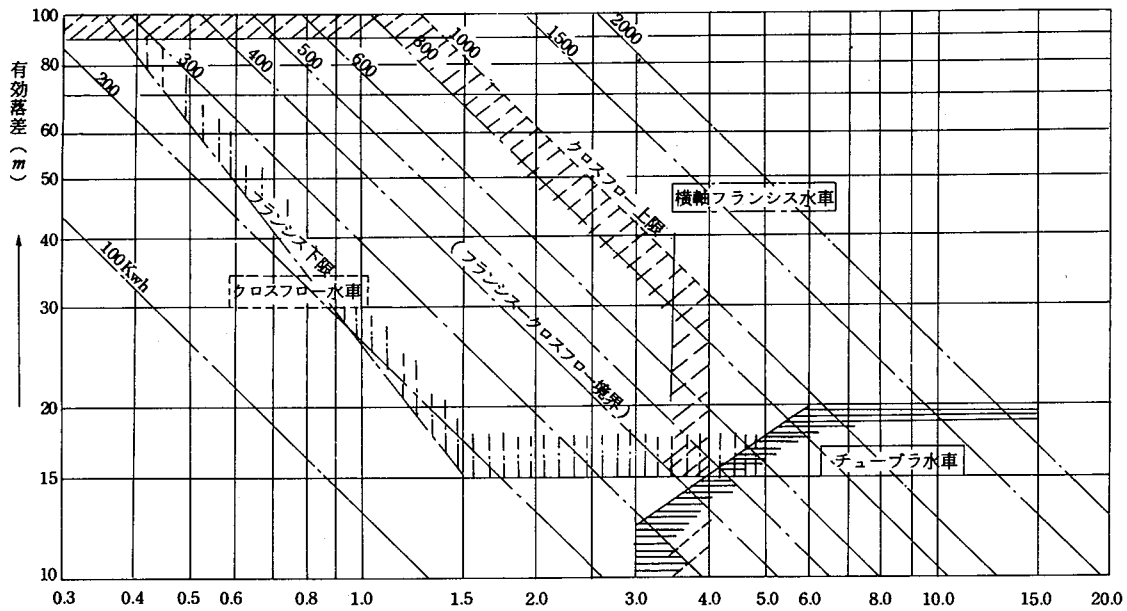


図3-6 水車の選定表 —————→ 使用流量 (m<sup>3</sup>/s)

### 3-5 発電所の運転及び保護方式

ダム管理所に設置する水力発電設備用監視卓より、1人による遠方常時監視制御方式とするが、選択切替スイッチにより、発電所においても1人による監視制御方式とする。

機器に対する保護としては、故障の種類により、警報、急停止、非常停止、などの操作が行われるが、すべて非常停止とする。

### 3-6 流量制御

鹿ノ子ダム水力発電設備は、ゲート制御装置より、目標放流量の指令をうけて、自動的に制御する流量制御装置を設置する。

目標放流量の指令が、水車吞込可能量以内であれば、超音波流量計を監視しながら流量制御装置により流量調整する。

目標放流量の指令が、水車吞込量以上であれば、出力上限の信号を送り、残りの放流量はダム制御装置により行う。

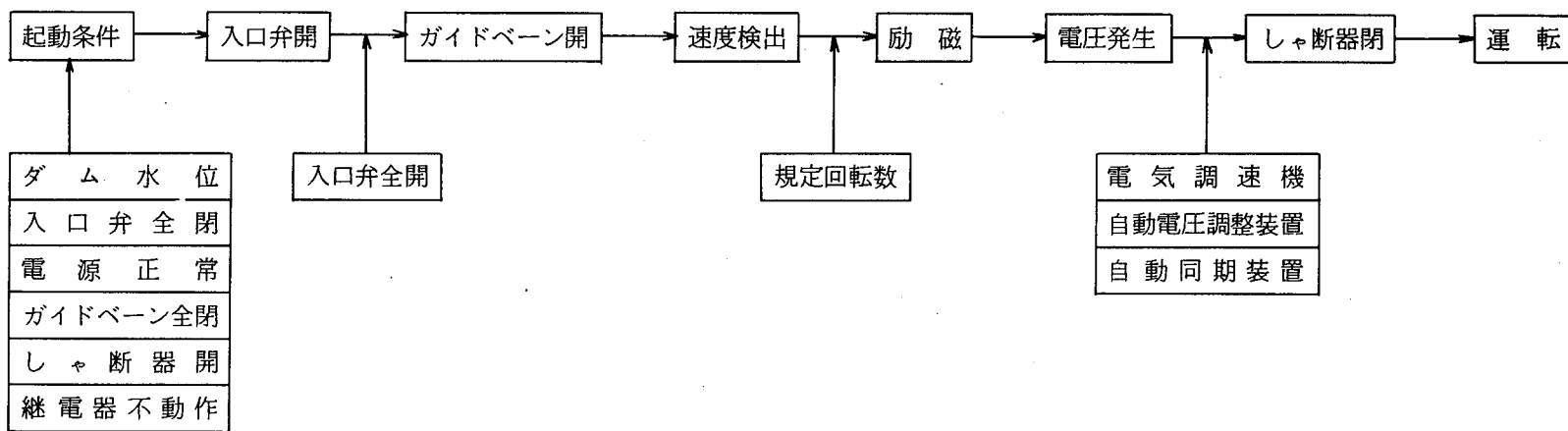


図3-7 運転フロー図

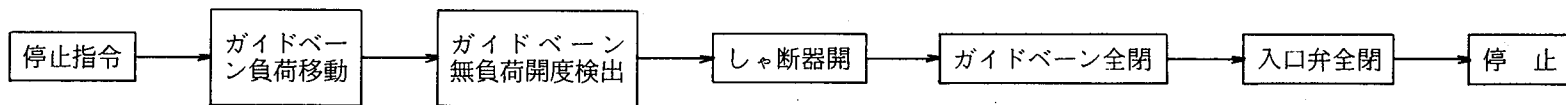


図3-8 停止フロー図

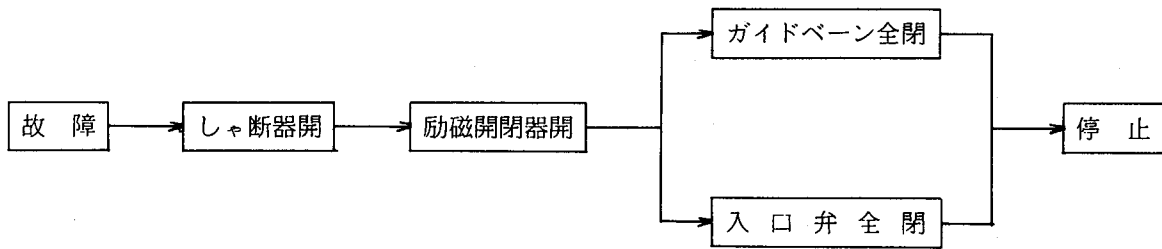


図3-9 非常停止フロー図



### 3-7 余剰電力量

発生した電力は、ダム管理用電源として使用するもので、年間4,475 MWHがみこまれ、管理用に使用される電力量は推定で512 MWHが必要とされ、残りの3,963 MWHが電力会社に売電し、その収入は、ダム管理費に充当され、ダム管理の合理化、並びに潜在エネルギーの開発を図る。

### 4. 鹿ノ子ダム管理用水力発電設備設置事業の経済効果

(1) 本事業の経済効果計算は次の通りである。

$$\text{妥当投資額 (B)} = 583,691 \text{ 千円}$$

$$\text{総事業費 (C)} = 455,700 \text{ 千円}$$

$$\therefore \text{(B)} - \text{(C)} = 127,991 \text{ 千円}$$

$$\text{(B)} \div \text{(C)} = 1.28$$

(2) 妥当投資額の算出(昭和58年2月現在)

①	減価償却及び国費償還	総事業費(455,700千円) × (1-0.1) / 20年 =	20,507 千円
②	人件費	委託契約をする場合に計上	— 千円
③	修繕費	最大出力(720KW) × 1,182円 × 2.7 =	2,298 千円
④	利子	総事業費(455,700千円) × 12.33% × 0.052 =	2,922 千円
⑤	国庫資産等所在市町村交付金	総事業費(455,700千円) × 9.6% × 0.007 =	306 千円
⑥	その他諸費	総事業費(455,700千円) × 0.003 =	1,367 千円
⑦	水利使用料		— 千円
⑧	発電コスト	$\frac{\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④} + \text{⑤} + \text{⑥} + \text{⑦}}{\text{年間発生電力量}}$	6.12円/KWH
⑨	売電収入	{年間発生電力量(4,475 MWH) - 管理所消費電力量(512 MWH)} × ⑧ =	24,254 千円
⑩	買電料金節減額	基本料金…契約電力(220KW) × 12ヶ月 × 1/2 × 1,640円/KW × 1.05 = 電力量料金…管理所消費電力量(512,000 KWH) × 18.8円/KWH × 1.05 =	12,380 千円
⑪	ダム管理費節減額		— 千円
⑫	年効用	⑨ + ⑩ + ⑪ =	36,634 千円
⑬	年経費	② + ③ + ⑥ + ⑦ =	3,665 千円
⑭	妥当投資額(B)	$\frac{\text{⑫} - \text{⑬}}{\alpha \times (1 + 0.4 \times i \times \text{工期})}$	583,691 千円

総事業費 455,700 冊 (工期 2 年)

年間発生電力量 4,475 MWH

管理所推定消費電力量 512 MWH

最大出力 720 KW

費用分担率	アロケ率	国庫負担	地元負担	利子率
河川(特かん含む)	90.4%	$90.4 \times \frac{11}{12} = 82,867$	$90.4 \times \frac{1}{12} = 7,533$	0.045
水道	9.6%	$9.6 \times \frac{1}{2} = 4,800$	$9.6 \times \frac{1}{2} = 4,800$	0.070
計	100%	87.67%	12.33%	

総合利子率(i) = 治水アロケ率 × 0.045 + 水道アロケ率 × 0.070 + 特かんアロケ率 × 0.055  
+ 工水アロケ率 × 0.065

$$= 0.904 \times 0.045 + 0.096 \times 0.070 = 0.0474$$

総合固定資産税率等(r) = (水道アロケ率 + 工水アロケ率) × 0.014

$$= 0.096 \times 0.014 = 0.001344$$

i より A 表の値、B 表の値 = A 表 = 5.3463 B 表 = 0.7060

総合資本還元率(α) = (A 表の値 / 100 + r × (B 表の値))

$$= 5.3463 / 100 + 0.001344 \times 0.706$$

$$= 0.054412$$

ダムエネルギー適正利用化事業の余剰電力の取扱いに関する覚書及び確認書による。

(建設省河川局開発課と電気事業連合会 昭和 57 年 2 月 12 日)

減価償却費

耐用年数 20 年 残存価額率 10%

支払利息

償還 20 年 年利 8.0% の均等化利率 5.2%

国有資産等所在市町村交付金

均等化交付金率 0.7%

その他経費

発電事業費の 0.3%

表4-1 A表・B表

A 表

i	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.045	5.1482	5.1564	5.1646	5.1728	5.1810	5.1892	5.1975	5.2057	5.2139	5.2222
0.046	5.2304	5.2387	5.2469	5.2552	5.2634	5.2717	5.2800	5.2882	5.2965	5.3048
0.047	5.3131	5.3214	5.3297	5.3380	5.3463	5.3546	5.3629	5.3712	5.3795	5.3878
0.048	5.3962	5.4045	5.4128	5.4212	5.4295	5.4379	5.4462	5.4546	5.4629	5.4713
0.049	5.4797	5.4880	5.4964	5.5048	5.5132	5.5216	5.5300	5.5383	5.5467	5.5551
0.050	5.5636	5.5720	5.5804	5.5888	5.5972	5.6057	5.6141	5.6225	5.6310	5.6394
0.051	5.6478	5.6563	5.6648	5.6732	5.6817	5.6901	5.6986	5.7071	5.7156	5.7240
0.052	5.7325	5.7410	5.7495	5.7580	5.7665	5.7750	5.7835	5.7920	5.8005	5.8091
0.053	5.8176	5.8261	5.8346	5.8432	5.8517	5.8603	5.8688	5.8773	5.8859	5.8945
0.054	5.9030	5.9116	5.9201	5.9287	5.9373	5.9459	5.9545	5.9630	5.9716	5.9802
0.055	5.9888	5.9974	6.0060	6.0146	6.0232	6.0318	6.0405	6.0491	6.0577	6.0663

B 表

i	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.045	0.6996	0.6999	0.7001	0.7004	0.7007	0.7009	0.7012	0.7015	0.7017	0.7020
0.046	0.7023	0.7025	0.7028	0.7031	0.7033	0.7036	0.7039	0.7041	0.7044	0.7046
0.047	0.7049	0.7052	0.7054	0.7057	0.7060	0.7062	0.7065	0.7068	0.7070	0.7073
0.048	0.7075	0.7078	0.7081	0.7083	0.7086	0.7088	0.7091	0.7094	0.7096	0.7099
0.049	0.7101	0.7104	0.7107	0.7109	0.7112	0.7114	0.7117	0.7119	0.7122	0.7125
0.050	0.7127	0.7130	0.7132	0.7135	0.7137	0.7140	0.7142	0.7145	0.7148	0.7150
0.051	0.7153	0.7155	0.7158	0.7160	0.7163	0.7165	0.7168	0.7170	0.7173	0.7175
0.052	0.7178	0.7180	0.7183	0.7185	0.7188	0.7190	0.7193	0.7195	0.7198	0.7200
0.053	0.7203	0.7205	0.7208	0.7210	0.7213	0.7215	0.7218	0.7220	0.7223	0.7225
0.054	0.7228	0.7230	0.7233	0.7235	0.7238	0.7240	0.7243	0.7245	0.7247	0.7250
0.055	0.7252	0.7255	0.7257	0.7260	0.7262	0.7265	0.7267	0.7269	0.7272	0.7274

表4-2 標準修繕費

最大出力 1KW当年額

MW	金額	MW	金額	MW	金額
2	1,182円	16	585	30	427
3	971	17	567	31	421
4	913	18	550	32	415
5	866	19	532	33	410
6	831	20	515	34	404
7	796	21	503	35	398
8	760	22	491	36	392
9	743	23	480	37	386
10	720	24	472	38	383
11	694	25	462	39	379
12	670	26	456	40	377
13	647	27	447	41	373
14	626	28	439	42	371
15	603	29	433	43	369

(注 昭和55年度よりこの表の値を2.7倍して使用することとなっている。)



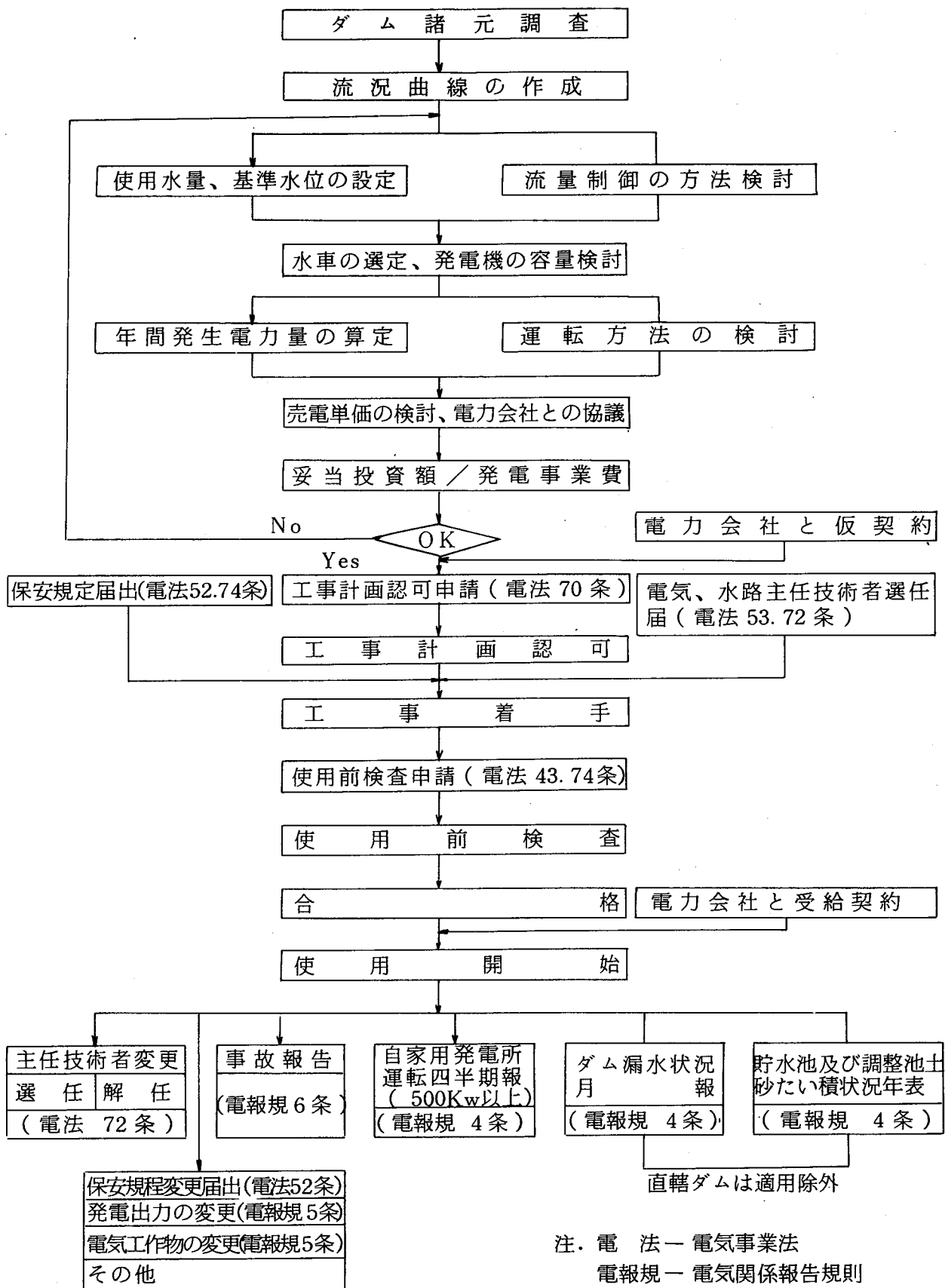


図5-1 鹿ノ子ダム管理用水力発電設備事業計画フロー図

## 6. 本設備計画における問題点

鹿ノ子ダム管理用水力発電設備設置計画の一端について紹介したが昭和58年度完成を目途とし、鋭意実施中ではありますが、現時点においての問題点は次のようになる。

- (1) 概設の利水放流管より、発電用として枝管を設置したが、工事の進捗、超音波流量計、スペース等を考慮してT分岐としたため、水理的な不安がある。これは水力発電設備の完了後、放流試験を行ない検討する考えである。
- (2) 本設備は、電気事業法における自家用電気工作物となり、設備の工事、維持及び運用について保安規程を定めなければならない、詳しく検討していく必要がある。
- (3) 水力発電所には、電気事業法により、ダム水路主任技術者を選任することが義務づけられている。  
しかし、北海道開発局にはこの免状を交付されている者が希少であり、免状を交付されるためには学歴及び発電ダムの実務経験が必要である。

## あ と が き

以上、鹿ノ子ダム管理用水力発電設備設置事業計画について、一部をとりまとめたものであるが、今後関係機関と協議、検討し、昭和58年度には事業を完成する予定である。

本報告により、後発のダム等において発電計画を行なう場合の参考になれば幸である。

## 参 考 文 献

- |  |  |
|--|--|
| ※建設省河川局開発課<br>(昭和55年9月)                | ダムエネルギー適正利用化事業について<br>(ダムエネルギー開発機能確保事業)<br>(ダム管理用水力発電設備設置事業) |
| ※建設省河川局開発課<br>(昭和56年9月)                | 水力エネルギーの適正利用とダム管理用水力発電設備設置事業の拡充について                          |
| ※建設省河開第13号<br>(昭和57年2月12日)             | 「ダムエネルギー適正利用化事業の余剰電力に関する覚書」及び確認書                             |
| ※水資源開発公団<br>社団法人 建設電気技術協会<br>(昭和57年3月) | ダム管理用水力発電設備調査報告書   |
| ※東京通商産業局公益事業部編<br>文一総合出版               | 解説 自家用電気工作物必携、法規・手続篇   |
| ※通商産業省、資源エネルギー庁<br>公益事業部水力課編           | 発電用水力設備の技術基準と官庁手続き<br>(電気事業法関係附属法令の解説)                       |
| ※野村ダム                                  | 小水力発電設備検討計画について  |