

水力発電所における水槽、余水路、減勢工の形式選定基準(その4)

STANDARD FORM SELECTION OF HEADTANK, SPILLWAY,
AND ENERGY KILLER IN WATER POWER PLANT.

北電産業㈱	土木部	正員	○ 稲松 敏夫
北電産業㈱	土木部	正員	有賀 明
北電産業㈱	土木部	正員	宮本 富夫

1. まえがき

水力発電所に於て、発電所停止の場合、水槽より余水を溢流させ、余水路を通水して発電所下流へ導水する場合、発電所出力と同じエネルギーを減勢して下流に静水状態にして流す為に余水路末端に減勢池を設けるが、この減勢工設計の場合、模型実験等で形式を決定するのに、約6ヶ月、500万円程度の費用を要するので、発電所設計の場合に、他の構造物(ダム、トンネル、発電所等)は2ヶ月程度で決定するのに比較して全体の取りまとめのネックになっている。

今回の提案は、使用水量、発電所出力等により、小型(衝撃型)、中型(立坑型)、大型(跳水型)に形式を選定するための基準をつくり、2ヶ月程度で、模型実験を省略して、減勢工の設計が可能になる様に提案したのと、更に小型(衝撃型)、大型(跳水型)の夫々の使用水量、発電所出力等により、設計基準(構造物の標準設計図、設計流速等、構造物寸法)を提案した(水理講演会54年度、55年度、56年度)について今回は中型(立坑型)の設計基準を提案する。

(図-1参照)

2. 従前の余水路と最近の状況変化

従前は、図-2の様に自然落下式が多かったが、最近の環境問題等のため、大型(跳水型)については30年、小型(衝撃型)については10年位、中型(立坑型)については、7年位の実績があるが、最近は、用地問題等の為、中型及び小型が、多く採用される様になった。

3. 型式と適用例

減勢工の形式を次の三種類に大別し、その形式の基準について次の通りとする。

(1) A型(小型、衝撃型)

図-3の通り、減勢室に流入した高速射流が、垂直にたれ下った衝撃板に突当って、流れの方向を変え、大きな衝撃とともに渦を激しく起こし、それによって、エネルギーが減勢される。

(2) B型(中型、立坑型)

図-4の通り、余水管からの高速射流が、立坑に沿って直下の減勢室に落下し、そこで激しいローリングを起こすことによって、エネルギーが減勢される。

(3) C型(大型、跳水型)

図-5の通り、水槽からオーバー・フローした余水が、射流の状態で減勢池に流入し、そこで跳水を

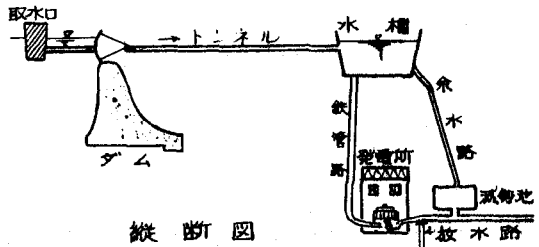
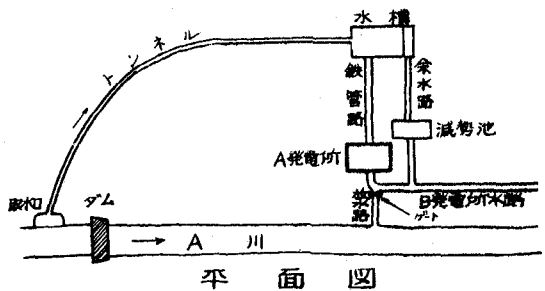


図-1 減勢池の位置

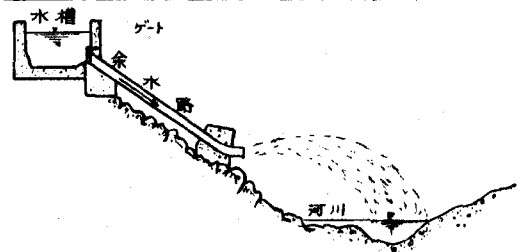


図-2 自然落下式

起こすことによって、エネルギーが減少される。

4. 型式選定基準

数多くの実施例及び、水理実験を解析した結果、三形式の減勢工の形式選定基準を図-6の様に定めた。

A型の適用範囲の上限における流量 Q と出力 P との関係は

$$Q + P = 25 \quad (\text{ただし } Q: \text{m}^3/\text{s}, P: \text{MW})$$

を満足し、なおかつ各々の上限を $15 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 20 MW とする。

B型の適用範囲は、流量 $46 \text{ m}^3/\text{s}$ を上限とするA型を除いた範囲

C型は流量 $46 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上を目安とする。

この基準をもとに立地条件を考慮に入れば、適用すべき型式は容易に求められる。

5. 衝撃型設計基準

図-7の如く、衝撃型については、土木学会、水理公式集 P310の $Q=11.3 \text{ m}^3/\text{s}$ を $Q=15.2 \text{ m}^3/\text{s}$ まで拡大して設計基準として使用する。

6. 跳水型設計基準

図-8の如く、跳水型については、減勢地の長さ l 、及び各部の寸法を設定した。

7. 立坑型設計基準

黒部川電力(株)北小谷発電所の設計に際し、立坑型を検討し、模型実験、実施設計の結果は次の通り

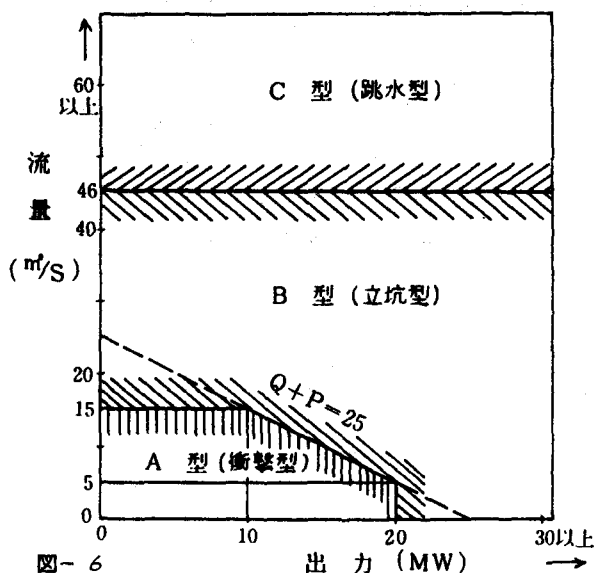


図-6

図-3 A型 (衝撃型減勢工)

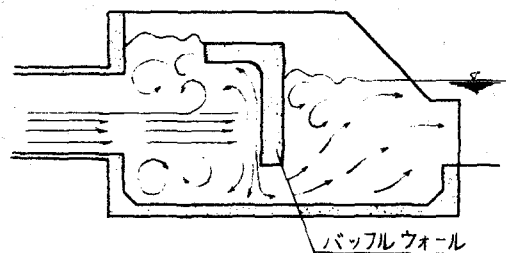


図-4 B型 (立坑型減勢工)

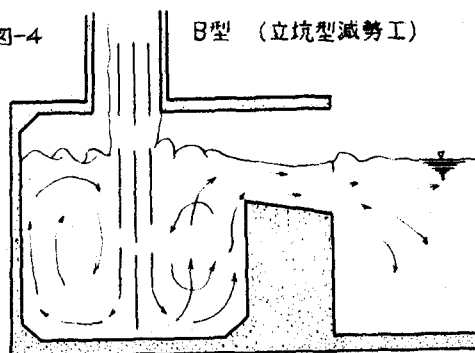
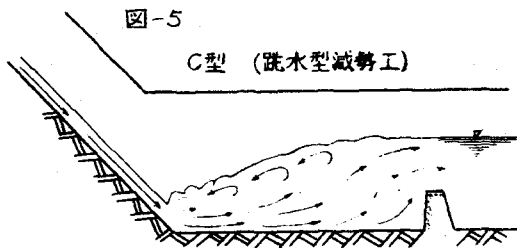


図-5

C型 (跳水型減勢工)

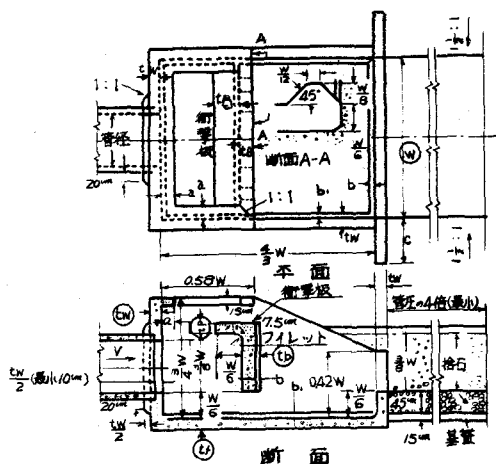


となった。(図-9参照)

富山県上市川第三発電所の設計に際し、地形の関係で立坑型を検討し、実施設計の結果、次の通りとなった。(図-10参照)

他の実施例を調査し、北小谷発電所、上市川第三発電所の実例とあわせ検討の結果、第2表の通りとなる。

第1表を参考にして、使用水量～寸法曲線及び出力～寸法曲線を作製した結果、図-11及び図-12の通りとなった。



各部コンクリート推奨厚(単位:cm)

Q (m³/s)	a	b	c	t _W	t _f	t _b	t _P
2.0	23	8	90	20	20	23	20
5.7	30	10	90	25	28	25	20
8.5	35	15	90	30	30	30	20
11.3	40	15	90	30	33	30	20
15.2				100	100	70	50

(伊賀橋和)

減勢池幅WとQの関係

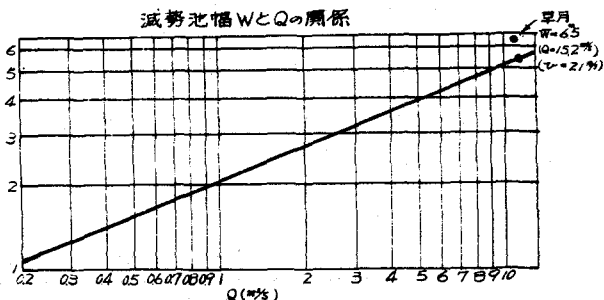


図-7 衝撃型減勢工の諸元

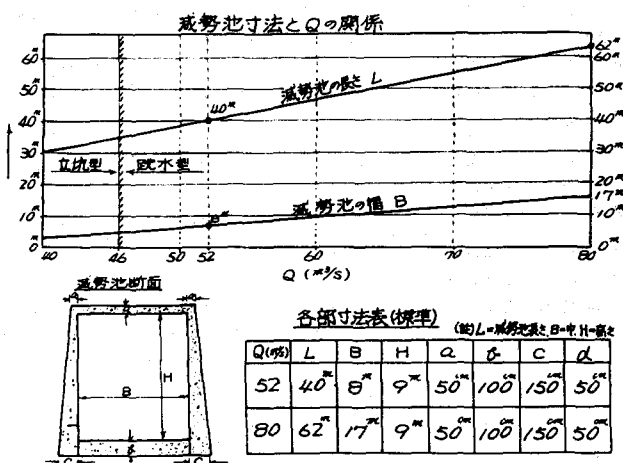


図-8 跳水型減勢工設計基準

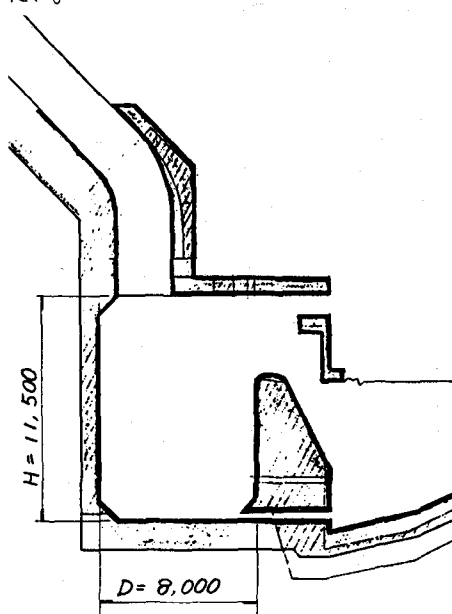
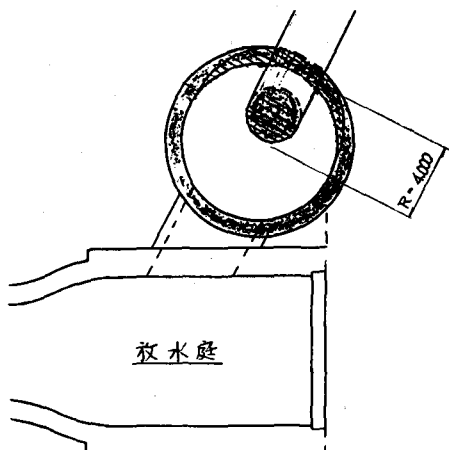


図-9 北小谷発電所減勢工設計図

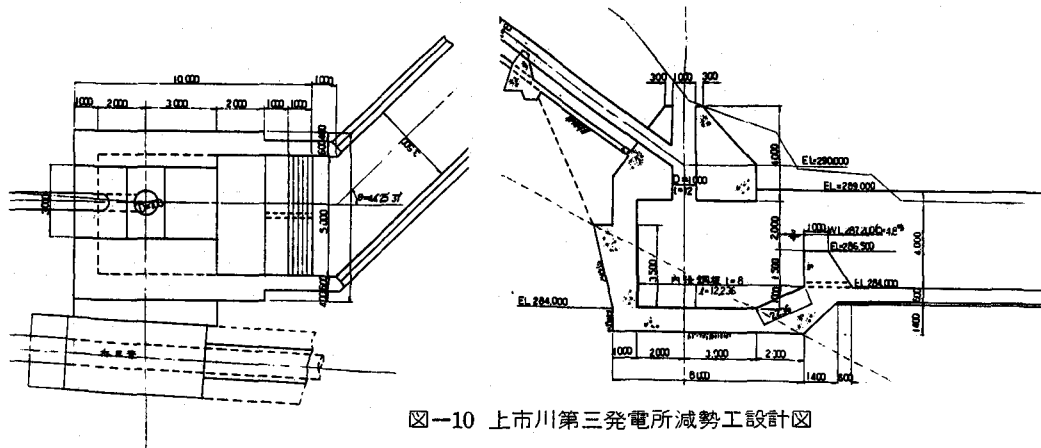


図-10 上市川第三発電所減勢工設計図

表-1 減勢工形式別の代表的適用例

形 式	発 電 所 名 (所 属)	最大流量	最大出力	落差
(A型) 衝撃型減勢工	● 大長谷第三 (富 山 県 営)	4.0m ³ /s	8.0MW	244.5m
	● 笹 倉 (黒部川電力、新潟県)	7.5	10.2	176.0
	● 柿ノ木 (山 梨 県 営)	8.5	17.8	246.6
	● 早 月 (早月川電力、富山県)	15.2	6.0	47.5
(B型) 立坑型減勢工	大日川第二 (石 川 県 営)	13.0	14.8	138.1
	小 平 (群 馬 県 営)	24.0	35.7	171.8
	● 北 小 谷 (黒部川電力、長野県)	35.0	10.5	35.5
	読 書 (関西電力、長野県)	45.9	42.1	112.2
(C型) 跳水等従来型減勢工	久々野 (中部電力、岐阜県)	34.6	38.4	127.5
	● 富 田 (北陸電力、福井県)	80.0	19.2	28.2
	● 神通川第三 (北陸電力、富山県)	52.3	7.1	16.0

注：●は筆者らが設計した分

表 - 2 立坑型減勢池一覧表

番号	発 電 所 名	所 属	P (KW)	Q (m ³ /S)	H (m)	寸法 (減勢室)	
						径	高さ
1	北 小 谷	黒 部 川 電 力	1 0 5 0 0	3 5	4 0	径 8 m	1 1.5 m
2	読 書	関 西 電 力	4 2 1 0 0	4 6	1 1 0	径 12 m	1 5 m
3	A 発 電 所	中 部 電 力	4 2 1 0 0	4 6		1 3.5 m	1 3.6 m
4	大 谷 第 二	東 北 電 力	1 4 6 0 0	8 3.5	2 2 7	3.4 m	1 2.5 m
5	大 日 川 第 二	石 川 県	9 0 0 0	1 2	8 9	φ 7 m	1 0 m
6	天 科	山 梨 県	1 3 3 0 0	7.6	2 0 8	φ 5.3 m	8 m
7	小 平	群 馬 県	3 5 7 0 0	2 4	1 1 2	7 m	1 0 m
8	曲 竹	東 北 電 力	2 5 0 0	4 5.5	6 7	4 m	7 m
9	上 市 川 第 三	富 山 県	4 7 0 0	4.8	1 2 0.6	5 m	4.5 m
10	寒 小 沢	東 北 電 力	1 0 5 0	2 3.3	6 0	4 m	7 m

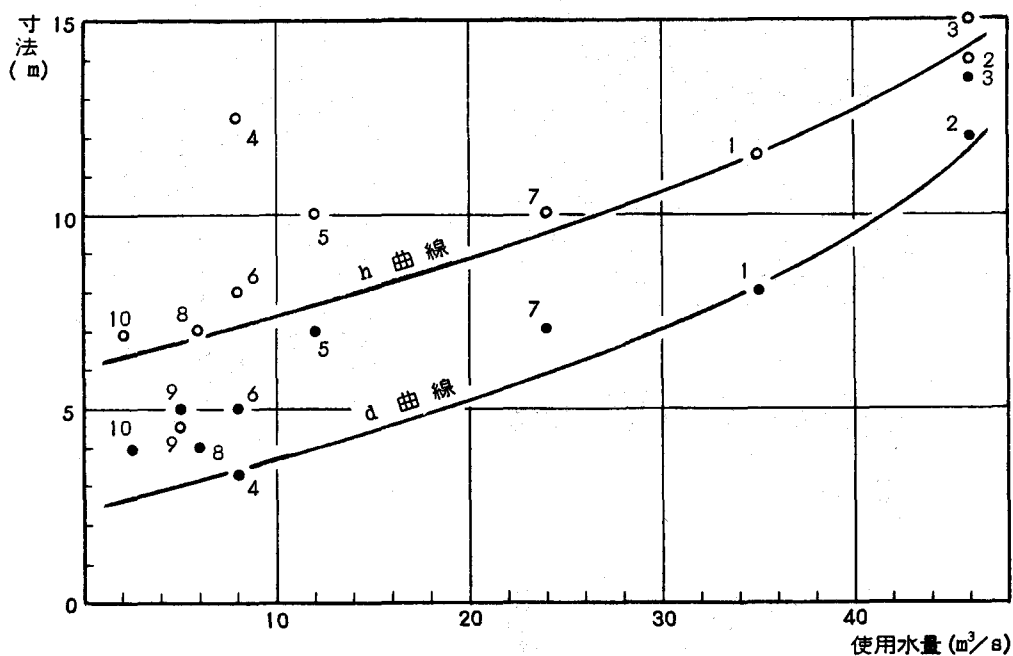


図 - 11 使用水量 ~ 寸法曲線

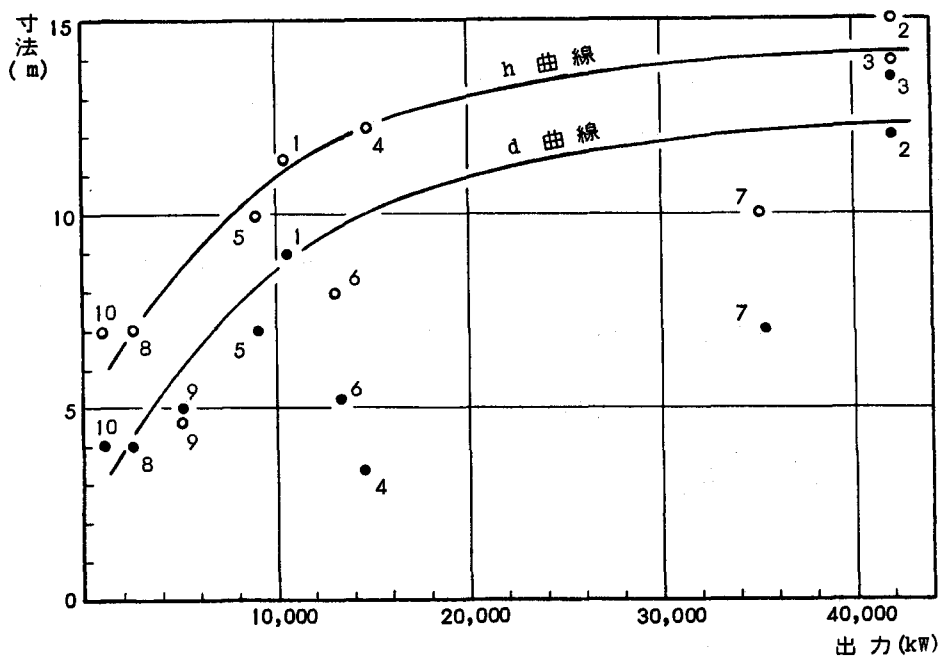
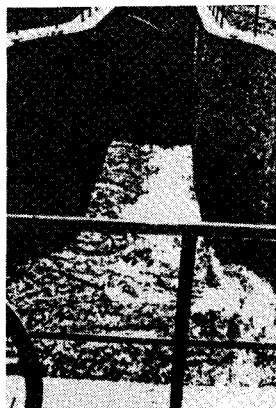


図 - 12 出力 ~ 寸法曲線



写真一 街壘型（笹倉第2発電所）



写真二 立坑型（天科発電所）



写真三 跳水型（富田発電所）

参考文献

- ① 電力土木 56162 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 54年9月
- ② 土木学会 水理講演会論文集 25回 水力発電所における水槽余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 56年2月
- ③ 土木学会 水理講演会論文集 26回 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 57年2月
- ④ 土木学会年次講演会概要集 34回 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 54年10月
- ⑤ 土木学会年次講演会概要集 35回 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 55年10月
- ⑥ 土木学会年次講演会概要集 36回 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 56年10月
- ⑦ 土木学会年次講演会概要集 37回 水力発電所における水槽，余水路，減勢工の形式選定基準 稲松敏夫他 57年10月
- ⑧ 水理公式集 昭和46年版
- ⑨ 電力中央研究所報告 読書発電所水槽，余水路，減勢工の水理設計の検討 福原華一 52年2月
- ⑩ 土木学会年次講演会概要集 35回 立坑型減勢工の実証試験結果について，東北電力 鈴木直幸他 55年9月
- ⑪ 土木学会年次講演会概要集 37回 立坑型余水路，減勢工に関する実験的研究（その1）中部電力 広田徹他 57年10月