

II-241 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）

北電産業(株)	土木部	正員	○ 稲松 敏夫
北電産業(株)	土木部	正員	有賀 明
北電産業(株)	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、余水路を通路して発電所下流へ導水する場合、発電所出力と同じい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)につづいて今回は中型(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、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。

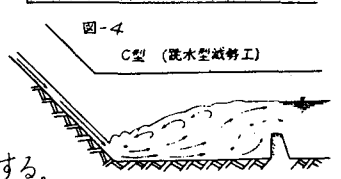
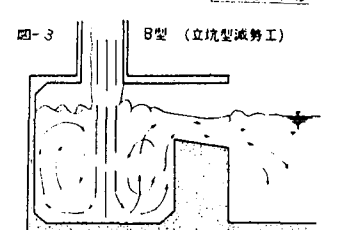
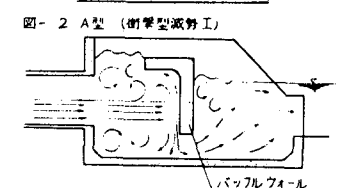
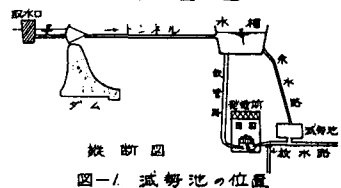
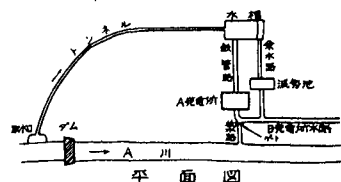
(イ) A型(小型、衝撃型) 図-2の通り、減勢室に流入した高速射流が、垂直にたれ下って衝撃板に突当って、流れの方向を変え、大きな衝撃とともに渦を激しく起こし、それによって、エネルギーが減勢される。

(ロ) B型(中型、立坑型) 図-3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。

(ハ) C型(大型、跳水型) 図-4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-5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 $P + Q = 25$ (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-6 参照)

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-7 参照)

跳水型については、減勢地の長さ、巾、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となった。(図-8 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事例とあわせ検討の結果、第2表の通りとなる。第2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-9 及び図-10 の通りとなった。

以上の結果を総合して、立坑型の設計基準として提案する。

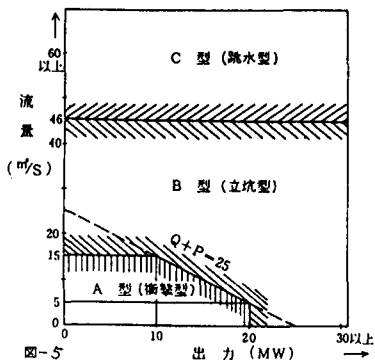


図-5

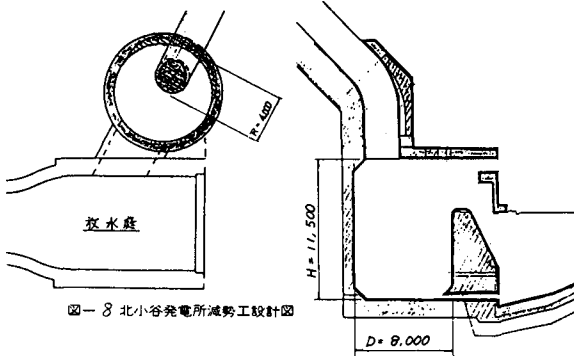


図-8 北小谷発電所減勢工設計図

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	所 量
(A型) 衝撃型減勢工	大谷第二 (富山県電)	4.0 m³/s	8.0 MW	244.5 m
	斑 倉 (新潟県電力、新潟県)	7.8	10.2	176.9
	小 平 (山形県電)	8.8	17.0	246.6
(B型) 立坑型減勢工	早 月 (早稲川電力、富山県)	15.2	6.0	47.5
	大日川第二 (石川県電)	13.0	14.8	138.1
	小 平 (新潟県電)	24.0	25.7	171.6
(C型) 跳水型減勢工	北 小 谷 (黒部川電力、長野県)	35.0	10.5	25.5
	神 通 川 第三 (北陸電力、富山県)	45.9	42.1	112.2
(C型) 跳水型減勢工	八 木 野 (中部電力、岐阜県)	34.6	38.4	127.8
	宮 田 (北陸電力、富山県)	80.0	19.2	28.2
	神通川第三 (北陸電力、富山県)	52.8	7.1	16.0

注：○は筆者らが設計した例

表-2 立坑型減勢池一覽表

番 号	発電所名	所 属	P (kW)	Q (m³/s)	H (m)	寸法 (減勢池) 径 × 高さ
1	北 小 谷	黒部川電力	10,500	35	4.0	径 8 m × 11.5 m
2	斑 倉	関西電力	4,210	4.6	11.0	径 12 m × 15 m
3	A 発電所	中部電力	4,210	4.6		13.5 m × 13.6 m
4	大谷第二	東北電力	14,600	8.35	227	3.4 m × 12.5 m
5	大日川第二	石川 県	9,000	12	89	φ 7 m × 10 m
6	天 科 山	梨 県	13,300	7.6	208	φ 5.5 m × 8 m
7	小 平	群馬 県	33,700	24	112	7 m × 10 m
8	曲 竹	東北電力	2,500	4.55	67	4 m × 7 m
9	上市川第三	富山 県	4,700	4.8	120.6	5 m × 4.5 m
10	寒 小 沢	東北電力	1,050	2.33	60	4 m × 7 m

断面

名称コンクリート構造物 (単位: m)

Q (m³/s)	a	b	c	tW	t1	t2	tP
2.0	23	9	90	20	20	23	20
5.7	30	10	90	23	23	25	20
8.3	35	13	90	30	30	30	20
11.3	40	15	90	30	33	30	20
13.2			100	100	70	50	

減勢工幅 W と Q の関係

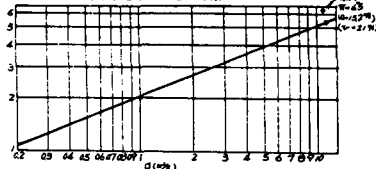


図-6 衝撃型減勢工の縮尺

減勢工寸法と Q の関係

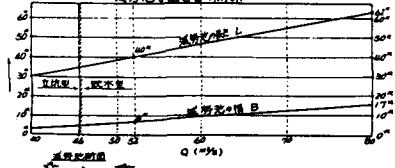


図-7 跳水型減勢工設計基準

寸法寸法表 (単位: m)

Q (m³/s)	L	B	H	a	c	d
32	40	8	9	50	100	150
80	62	17	9	50	100	150

図-7 跳水型減勢工設計基準

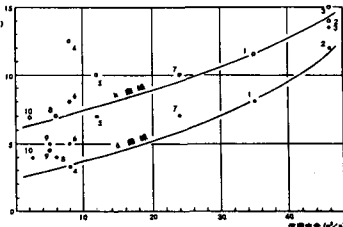


図-9 使用水量～寸法曲線

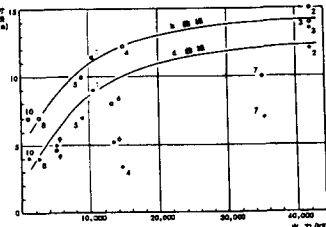


図-10 出力～寸法曲線