

余水路減勢工の小型化に関する実験的研究

電源開発(株) 技術開発センター 茅ヶ崎研究所

正会員

喜多村雄一

〃

〃

〃

正会員

○加藤 孝弘

1. 研究目的

当社（電源開発(株)）が所有する茅登第二発電所は、昭和 33 年に建設された水路式発電所である。余水放水口の標高は、河川水位よりも高く、また減勢工が設置されていないため、余水放流では、流水が河川対岸方向へ大きく飛散する。近年は、釣りなどを目的とした河川立入り者も多いため、このような減勢機能を持たない余水路では安全性の面から改善の必要性が高まりつつある。本研究は本余水路を対象として、放流流況の改善とともに、経済性の面から余水路構造の小型化を目的として水理模型実験による検討を行ったものである。

2. 余水放流に伴う現状課題

余水路は、水槽余水吐、水圧鉄管に併設された余水鉄管（ $\phi 2.20\text{m}$ ）および水平部のコンクリート蓋から構成される総延長 245.2m、落差約 88m の設備である。写真 1 および図 1 に示すように、余水は、水平部コンクリート蓋末端から貯水池に空中放水され、放流量が $33\text{m}^3/\text{s}$ （最大使用水量）の場合、放流水速度は約 35m/s 、放流水の飛散は、対岸約 80m の位置にまで達している。



写真 1 余水放流状況

3. 余水路減勢工改良案の概要

3.1 基本設計条件

本余水路改良は、既設設備の運用、敷地や隣接構造物などの現場条件および経済性の面から、改造範囲を最小限に留める必要がある。このため、余水路改良範囲は、余水鉄管よりも下流側のコンクリート蓋部においてのみ実施することを条件とした。

3.2 水理的設計条件

余水路改良は、余水路に減勢機構を設けることが前提となるが、適切な水理設計・検討を事前に行う必要がある。すなわち、減勢効果を最大化し、放流水の河川流況への影響度合いを極力小さくすることが重要である。このため、余水放流後の河川流速の目標値は、 $1\sim 2\text{m/s}$ と設定した。この設定は、「建設省水文研究会」による“可搬式流速計での流速観測で徒歩観測可能な流速値”を参考とした。

3.3 減勢工型式

減勢工型式は、従来から多くの種類が提案されている。一般に、減勢方法の違いによって種類を大別すると、表 1 のように分類できる。対象流量から判断すると、本余水路に適用可能な減勢工型式は「立坑型」および「跳水型」となるが、3.1 基本設計条件で示した現場条件（敷地・既設構造物）、工期（発電停止期間）および経済性により、跳水型を採用することとした（図 1）。

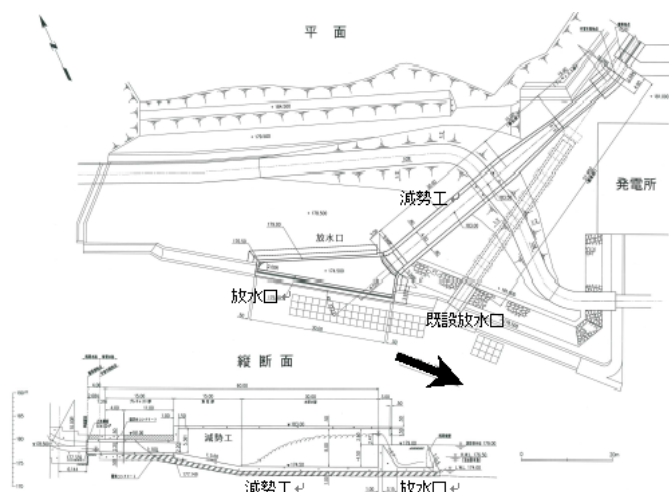


図 1 余水路改良案概要図

表 1 減勢工型式分類

減勢工型式	減勢方法	対象流量
衝撃型	衝撃板による減勢	小 ($15\text{m}^3/\text{s}$ 以下)
立坑型	立坑減勢室内での流水ローリングによる減勢	中 ($15\sim 46\text{m}^3/\text{s}$)
跳水等従来型	跳水現象を利用した減勢	大 ($35\text{m}^3/\text{s}$ 以上)

キーワード 余水吐、余水路、減勢工、放水口、水理模型実験

連絡先 〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎1-9-88 電源開発(株) 茅ヶ崎研究所 環境科学研究室 TEL0467-87-1211

4. 水理模型実験による改良余水路減勢工の水理的検討

4.1 改良原案に対する確認実験

余水路改良原案に対する水理現象確認および検討を行うため、余水吐、余水鉄管、減勢工、放水口および河川などを縮尺 1/30 で模型化した。なお、相似則はフルード則を適用した。改良原案の減勢工および放水口諸元を表 2 に示す。

表 2 減勢工・放水口諸元（設計原案）

減勢工 (跳水型)	幅 4.0m, 有効高 8.0m, 水叩長 30.0m 堰高 4.5m
放水口 (漸拡形状)	幅 30.0m

原案に対し実験を行った結果、以下に示す課題があると判断した。写真 2 に実験状況を示す。

- ・減勢工内水位の設計天端スラブを超過（図 2 参照）
- ・跳水始端の減勢工斜面上から付替水路接続部への遡上による付替水路内圧力上昇の懸念（図 2 ㊦）
- ・減勢工越流堰直下の放水口における余水の拡散と河川流入流速の低減不足

4.2 変更案実験

減勢工および放水口の方式・形状について、各パラメータの組合せにより 30 ケースを検討した。減勢工は、水位変動の安定を目的として、減勢工幅などの変更を試みたが、一般的に構造物の大きさが相当量増大する。よって、減勢工方式の変更はせず、必要最低限の改良とし、余水の減勢は、放水口での二次減勢と併せて検討することとした。以下に、減勢工の変更点を示す。

- ・減勢工底部スラブの低下（-1.5m）
- ・越流堰の構造簡素化（台形堰→直立堰）
- ・付替水路矩形暗渠の円管への変更と減勢工への下方接続

この結果、図 2 に示すように減勢工水位変動が改善された。尚、放水口部の変更は以下のとおり。

- ・減勢工直下に直立壁を設置
- ・横越流堰型の放水口への形状変更

図 3 に減勢工変更後形状を示す。

5. まとめ

本研究では、比較的流量が大きく、かつ施工範囲に制約がある余水路減勢工の小型化について水理的検討を実施した。検討結果のまとめは、以下に示すとおりである。

- ・跳水型減勢工と横越流堰型の放水口により、余水減勢と構造小型化の両立を図ることが出来た。
- ・横越流堰型の放水口幅は、原案放水口 30m に対し 15m まで縮小可能である。また、その時の余水流入による河川最大流速は約 2m/s であり、目標値を満足する結果が得られた。

参考文献

喜多村雄一，千葉美徳，加藤孝弘 芽登第二発電所水槽余水路改造に関する水理的検討 電力土木 No.305, 2003.5, p.43-47



写真 2 減勢工部実験状況

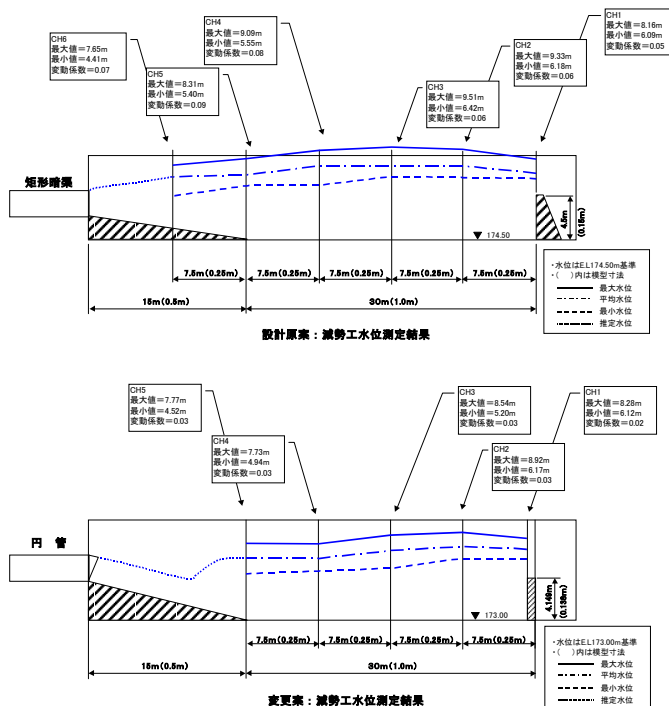


図 2 減勢工水位変動測定結果

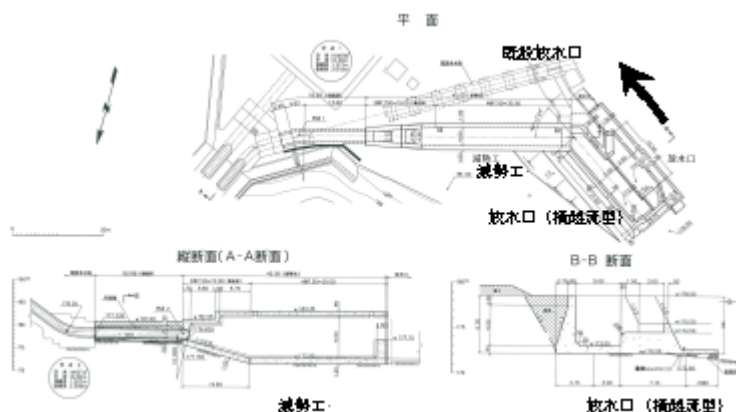


図 3 余水路変更後概要図