

小水力発電所の余水路減勢設備の水理特性と改良

中部電力(株)加茂電力センター土木課 高橋 猛・清水 睦
岐阜支店工務部土木課（正会員）土山 茂希

1. はじめに

対象とする発電所は最大使用水量 $4.063\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 300kW の流れ込み式発電所である（表－1 参照）。発電トリップ時には、最大使用水量 $4.063\text{m}^3/\text{s}$ の水が水槽余水路を通り河川敷の約 4m 上方から放出される構造である。このため、余水路から放出される流水の減勢を図る構造を検討・設置したのでここに報告する。

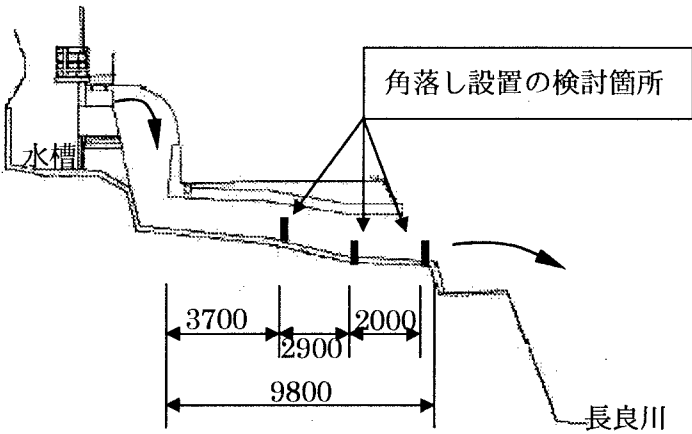
なお、余水路から放水される流水は、空気を混合した状態の高エネルギー流体であり、解析のモデル化も難しく、計器取付や流れの状態の計測も難しいため、現地の試行により検討した。

表－1 発電所概要

項 目	概 要
最大使用水量	4.063 m ³ /s
有 効 落 差	9.35 m
最 大 出 力	300 kW
水 路	亘長 1,535.5 m
水 車	立軸固定羽根プロペラ

2. 余水路の現状

余水路は、長さ 9.8m 、高さ $1.1\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 、幅 $1.2\text{m}\sim 1.5\text{m}$ の無圧暗渠である（図－1）。余水路出口は、放水口上流約 15m に位置しトリップ時には最大使用水量 $4.063\text{m}^3/\text{s}$ が放出される（写真－1）。



図－1 余水路縦断面図



写真－1 トリップ時

3. 減勢設備の選定

一般的な減勢工設備として、衝撃型減勢工・自由落下式減勢工・強制跳水型減勢工が考えられる。今回は経済性・効率性・作業性を検討した結果、強制跳水型減勢工を選択した。跳水型減勢工とは、下流水位が小さく自然には跳水が生じない場合に、流れの中に補助構造物を配置することによって強制的に跳水を発生させ、流れのエネルギーを減勢するものをいう。補助構造物には、シル、バップル・ピア、段上がり設備がある。当水力発電所においては余水路高さが低いこと、余水路長が短いことなどからシル型を採用し、高さの変更および施工が容易であることから角落し構造とした。

4. 角落し設置箇所の検討・結果

設置箇所は、減勢効果が期待できる勾配変化点とし、角落しの高さを $20\text{cm}\cdot 40\text{cm}\cdot 60\text{cm}$ の3通りとして、最適な高さを検討した。

まず最初に勾配変化点3箇所(TD 3.7m・6.6m・8.6m)に角落しを設置した場合の不等流計算を行った。しかし、高さが40cm・60cmの角落しを最上流の勾配変化点(TD 3.7m)に設置した場合、水位上昇が著しく圧力管路となるため、当該箇所への設置は行わず、下流側2箇所に角落しを設置することにした。高さの違いによる効果・影響を計算により確認した。結果を図-2と3に示す。

- (1) 角落し高さ20cmの場合：若干の流速低減効果が見られる程度
- (2) 角落し高さ40cmの場合：流速低減効果が大きく、また水路上部のクリアランスも確保されていることから、安定した放流が可能である。
- (3) 角落し高さ60cmの場合：最も流速は低下するが、上部との水面が近接するため満管流となり負圧の発生が懸念される。

以上の考察から下流側2箇所に高さ40cmの角落しを設置することに決定した。この場合の流速低減効果は、6m/sから2.4m/sであり、半分以上の流速に落とせる見通しを得た。

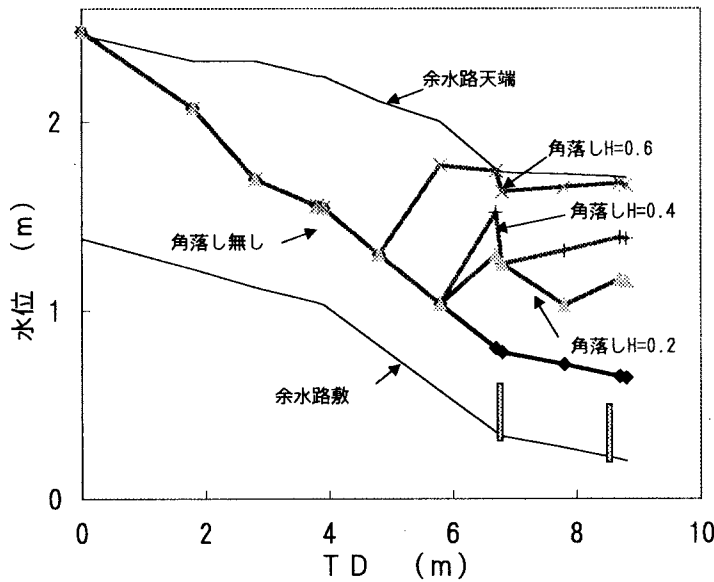


図-2 角落し設置後の予想水位(不等流計算結果)

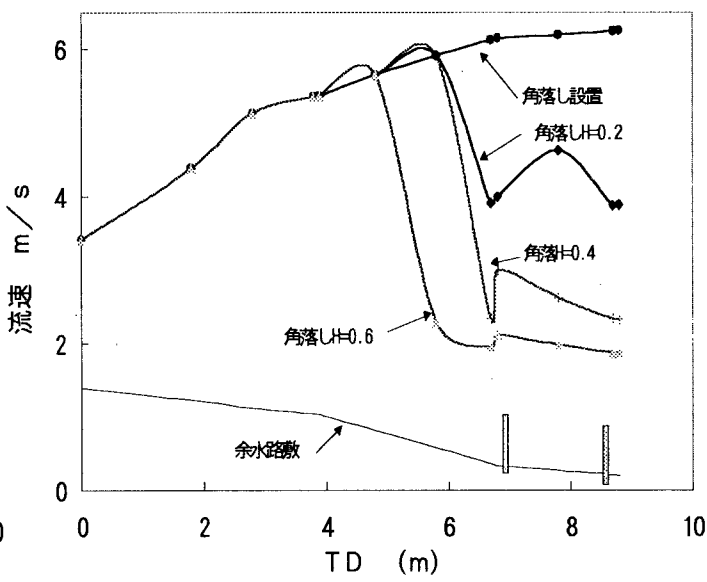


図-3 角落し設置後の流速(不等流計算結果)

5. まとめ

検討結果に基づいて高さ40cmの角落しを2箇所に設置し(写真-2)トリップ試験を行った。流水の状況を観察した結果、角落しの効果で余水路出口付近の水位が上昇するものの水路天端を打つことはなく計画通りの通水状態であることが確認できた(写真-3)。また余水路出口付近の流速低下も顕著に低減でき余水路出口の直下に入川している人々への影響を減ずることができた。

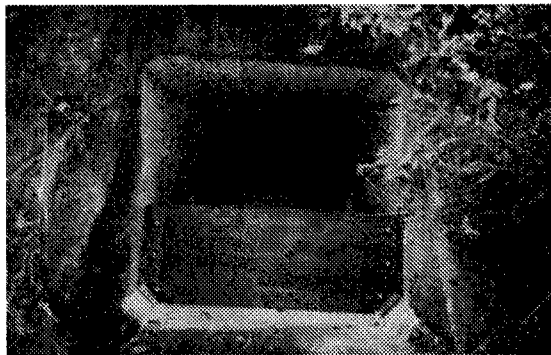


写真-2 角落し設置状況



写真-3 角落し設置試験