

# 洪水時における発電量増加のための導水路合流方式の開発

再生可能エネルギーの有効利用

## Development of Headrace Junction System for Power Generation Increase during Flooding Effective Use of Renewable Energy

(電力技術研究所 土木建築G 水理T)

(Hydraulic Team, Civil and Architectural Group, Electric Power Research and Development Center)

導水路合流部が複雑な合流形状となっている一部の水力発電所では、取水条件によっては、水路の流れが阻害されて上流から供給可能な水量の一部が未利用となっている。本研究では、導水路合流部での流れの阻害要因を分析することにより、導水路合流部の通水能力を向上する新たな合流方式を開発した。

Depending on conditions for taking water, a partial amount of water which can be supplied from the upper stream is unused at some hydroelectric power stations with complicated headrace junction system. This study analyzed factors of flow obstructions at headrace junction, then developed a new junction system that improves flow capacity at headrace junction.

### 1 研究の背景と目的

検討対象とした大井川水力発電所寸又川ダム導水路合流部の洪水時における発電用水の流れを第1図に示す。

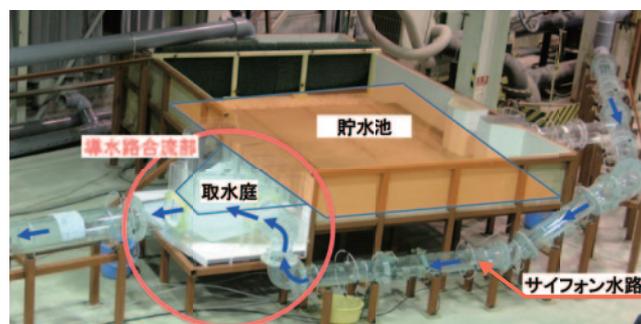
洪水時には、寸又川ダムでは水路への土砂流入を防止するため貯水池からの取水を停止し、大井川ダムから供給される土砂流入のない水のみをサイフォン水路を通じて発電所に導水している。しかし、サイフォン水路の通水能力は $43\text{m}^3/\text{s}$ であり、上流から供給可能な $60\text{m}^3/\text{s}$ を流すことができない。このような状態は年間平均約240時間に及んでいる。サイフォン水路の通水能力を向上できれば、洪水時の発電使用水量を増加して、発電量を増加することにより、貴重な再生可能エネルギーである水力の有効活用を図ることができる。

そこで本研究では、サイフォン水路の通水能力を向上することを目的として、導水路のエネルギー損失を低減する方法について水理模型実験により検討した。

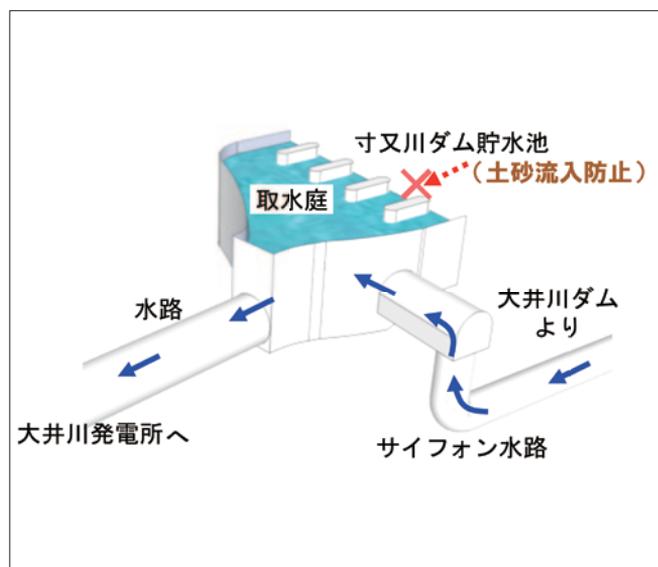
### 2 研究の概要

#### (1) 研究の方法

一般的に、水路の通水能力の検討は、水理公式を用いて評価している。しかし、ダム近傍の水路形状は複雑であり、水路形状の変化部において水の流れが大きく乱れ、水理公式では適切に評価できないため、水理模型実験により評価することとした。実験ではダム近傍の水路を縮尺 $1/26$ の模型で再現した。第2図に実験模型の全景を示す。



第2図 実験模型全景



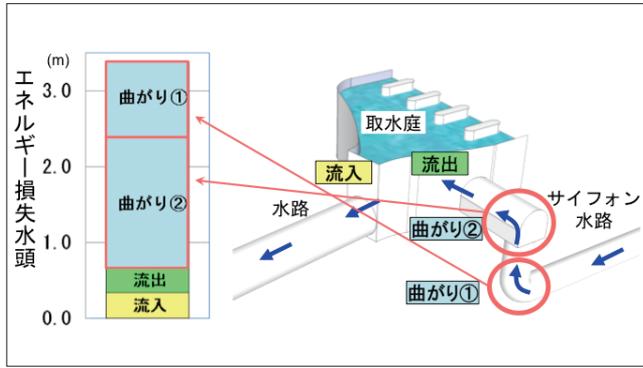
第1図 導水路合流部における洪水時の発電用水の流れ

#### (2) 現状再現実験によるエネルギー損失水頭の分析

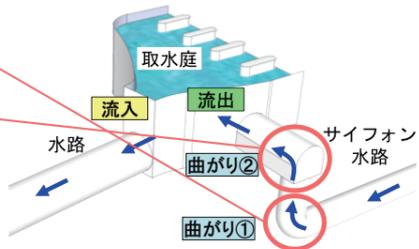
水路の通水能力は、その各部の形状(通水断面、曲がり、表面の粗さ等)に起因するエネルギー損失水頭(単位: m)で評価される。エネルギー損失水頭が大きいと流れにくく、小さいと流れやすい。

まず、現状のエネルギー損失水頭を分析するため、現状の水路を再現した模型による再現実験を行った。第3図に実験で得られた導水路合流部(サイフォン水路→取水庭→水路)のエネルギー損失水頭の内訳を示す。第4図はその内訳に対応した場所を示している。

再現実験の結果、導水路合流部において、 $3\text{m}$ 強の大きなエネルギー損失水頭が生じていることが明らかになった。とりわけ、サイフォン水路終端部の近接した



第3図 エネルギー損失水頭(現状)



第4図 エネルギー損失水頭発生箇所(現状)

2つの直角の曲がり①、②において、それぞれ1.0mと1.7mの大きなエネルギー損失水頭が生じていることがわかった。

この結果から、洪水時に使用可能な水量60m<sup>3</sup>/sを通水するためには、複数の曲がり等で構成される複雑な水路形状を有するこの導水路合流部を改良することが対策として最も重要であると判断した。

### (3) 通水能力を向上する導水路合流方式の開発

再現実験で得られた導水路合流部のエネルギー損失水頭の分析結果に基づき、施工性、経済性、保守性、工期および洪水時以外の通水能力に悪影響を与えないことを考慮し、以下の3つの改良要素に着目した。

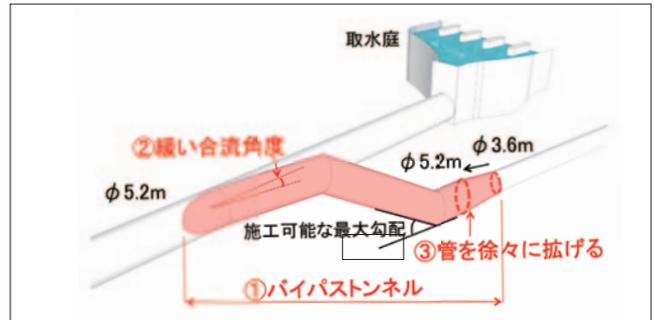
- ①エネルギー損失水頭の大きい複雑な曲がりを省略するため、サイフォン水路から取水庭への合流を省略し、下流にある水路へ直接合流するバイパストンネルとする。
- ②下流水路とバイパストンネルとの合流角度を、緩い角度とする。  
(施工可能な範囲の勾配とした上で、経済性を考慮し、なるべくトンネル延長が短くなる合流角度を選定する。)
- ③サイフォン水路の管径を上げて(管径拡幅)下流の水路と同じ大きさにしてから合流させる。  
(エネルギー損失水頭は流速の2乗に比例するため、管の大きさを上げて流速を小さくしエネルギー損失水頭を低減させる。なお、管を徐々に拡げる漸角により、エネルギー損失水頭をより少なくさせる。)

エネルギー損失水頭 $h$

$$h = f \cdot \frac{v^2}{2g}$$

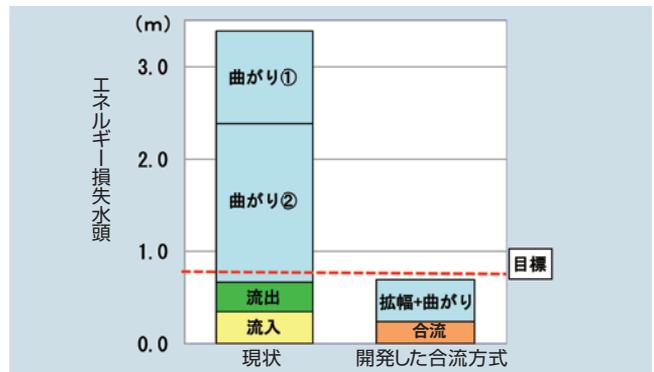
$f$ : 損失係数、 $v$ : 流速

これらの改良要素をパラメータとし、実験を行った結果、第5図に示す「バイパストンネル(合流角度緩和+管径拡幅)」という合流方式を開発した。



第5図 開発した合流方式  
「バイパストンネル(合流角度緩和+管径拡幅)」

この合流方式のエネルギー損失水頭を実験により確認した結果、第6図に示すように、大幅にエネルギー損失水頭が低減し、洪水時に60m<sup>3</sup>/sの水量を流すことができるエネルギー損失水頭の目標値を満足することができた。



第6図 エネルギー損失水頭の比較

## 3 成果

洪水時に上流から供給可能な水量の通水が難しかった導水路に対して、通水能力を大幅に向上させることが可能な「バイパストンネル(合流角度緩和+管径拡幅)」という合流方式を開発した。この開発により増加する水量は対象発電所で発電利用できるばかりでなく、その下流に直結している2発電所でも発電利用することが可能となる。これにより、次の効果が得られる。

- ①発電量の増加  
洪水時の出力増加 +2.5万kW  
発生電力量の増加 +530万kWh/年
- ②CO<sub>2</sub>排出量の削減  
2,500t/年 相当

## 4 今後の展開

開発した合流方式は、大井川水力発電所の導水路合流部への導入が決定し、現在工事を実施中である。



執筆者/山田浩司