

## VI-4 サイフォン型余水吐の模型実験

東日本旅客鉄道株式会社信濃川工事事務所 正会員 松橋憲男  
 峰村政士  
 正会員 浅見郁樹

### 1. まえがき

JR東日本信濃川発電所では、信濃川から最大 167 m<sup>3</sup>/sの水を取水し24.3万kw（約12億kwh/年）の発電を行っているが、今後の輸送サービスの向上等による電力需要の増加等に対処するため、さらに、20万kw（約4億kwh/年）を発電する信濃川水力発電再開発を進めている。

本報告は、この一環として建設される新山本調整池に設けられるサイフォン型余水吐に関する模型実験について述べるものである。

### 2. 余水吐の概要（図-1）

余水吐は経済性を考慮してサイフォン型式を採用した。

本調整池の利用水位はEL143.8m～156.8m（NWL）であることから、余水吐サイフォンに必要な機能は次のとおりである。

- (1) NWL+0.5m=157.3m 以下の水位で作動すること〔作動水位〕
- (2) 余水吐機能が不要の場合、NWLで停止すること〔停止水位〕
- (3) 放流量は、HWL において110 m<sup>3</sup>/s以上であること〔放流能力〕

### 3. 実験の概要

#### 3.1 実験の目的

サイフォン型余水吐の実施例が少ないため、所定の機能を発揮するか否かを検討した。

#### 3.2 実験方法

サイフォンの水理現象は重力に支配されるため、フルードの相似則に従って模型実験を行った。使用した模型は、①サイフォン1条の抽出模型（縮尺1/12）〔A、Bタイプ〕（図-2）②サイフォンからオリフィスまでの流入部の全体模型（縮尺1/20）の2形式とし、①によりサイフォンの基本機能と形状を、②により流入部全体の機能を検討した。

### 4. 実験結果および考察

#### 4.1 サイフォンの基本形状および作動水位

サイフォンの作動水位を表-1に示す。作動水位の条件に対して、Aは条件を満足しないが、Bは満足できるものであった。また、作動過程は図-3、4に示すとおりであった。

サイフォンを作動させるためには水脈により断面をシールし、サイフォン内の空気を排出する必要があるが、このためには、Bタイプのように出口部が水封される構造とすることが有効である。

#### 4.2 サイフォンブレーカーの設置高さおよび停止水位

サイフォンの停止水位はブレーカーの設置高さによって決まる。実験的には、A、Bタイプともブレーカーの高さより約0.06m低い水位で停止したが、実際上は問題ないと判断される。したがって、ブレーカー高はNWLに一致させて

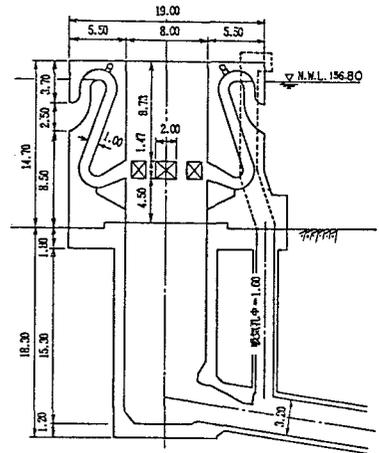


図-1 サイフォン概要図

表-1 サイフォンの作動水位

タイプ	A	B
作動水位	NWL+0.7m	NWL+0.1m

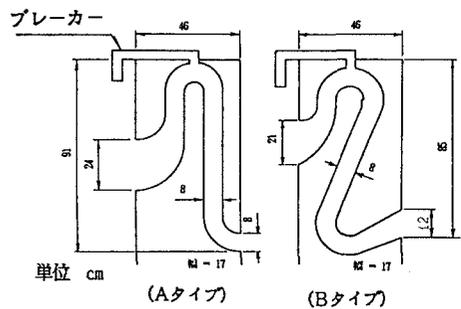


図-2 サイフォン1条模型 (1/12)

よいと考えられる。

4.3 放流能力および流量係数  
放流能力は図-5に示すとおりであり計画値を十分満足している。また、実験より求めた流量係数は $C=0.8$ となった。

なお、流量係数は出口部の被り水深が大きいほど増加する傾向にある。

4.4 全体模型実験（図-6）

ブレーカーおよびクレストの微妙な設置誤差によって1、2条のサイフォンが作動しないまま取り残され、放流能力が不足する場合があった。そこで、各ブレーカーを連通管により連結した結果、各サイフォンは完全に同調し良好な結果をえられた。この時の作動水位は  $NWL+0.25m$ であったが、これは縮尺による水の粘性および表面張力の影響と思われる。したがって、サイフォン1条の抽出実験結果をふまえて、設計上の作動水位は  $NWL+0.20m$ とした。

4.5 計算シミュレーション

計算シミュレーションによるサイフォンとオリフィスの放流特性を図-7、8に示す。立坑内水位はサイフォン作動と同時に急激に高まり、 $EL152.8m$ で安定する。また、池水位はサイフォンが作動するまで上昇するが、作動と同時にストップし、 $EL156.9m$ で安定する。一方、流量はサイフォン作動直後に一時的に  $170.5m^3/s$ となるが、立坑内水位上昇によってオリフィス流量とバランスし  $110m^3/s$ で安定する。

したがって、余水吐の放流能力はオリフィスによって支配されるが、計画流量  $110m^3/s$ は確保される。

5. まとめ

- (1) サイフンの基本形状をBタイプとすれば、作動水位、停止水位及び放流能力は全て計画値を満足する。
- (2) サイフンの設計作動水位は  $NWL+0.2m$ とすればよい。
- (3) 連通管により各サイフォンを同時作動させることができる。

最後に、本実験に際し御指導、御協力を頂いた信濃川工事事務所水力発電技術委員会の先生方はじめ関係各位に深く感謝する次第である。

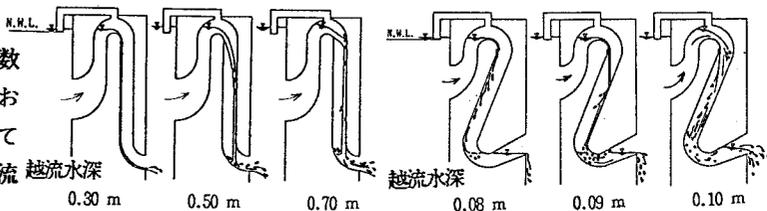


図-3 サイフォン作動過程 (Aタイプ) 図-4 サイフォン作動過程 (Bタイプ)

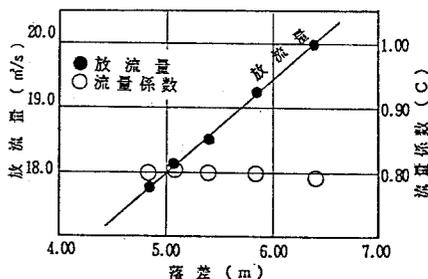


図-5 サイフォン放流量 (Bタイプ)

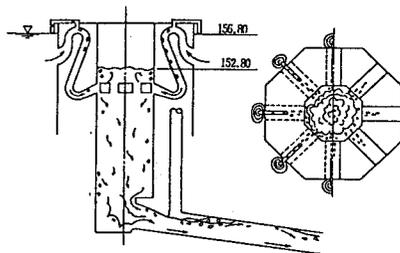


図-6 全体流況図

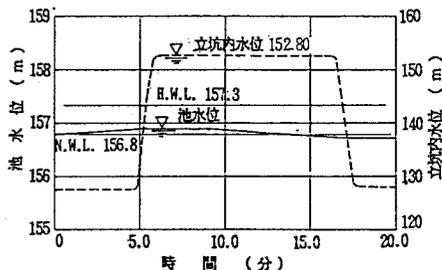


図-7 放流特性図 (水位変化)

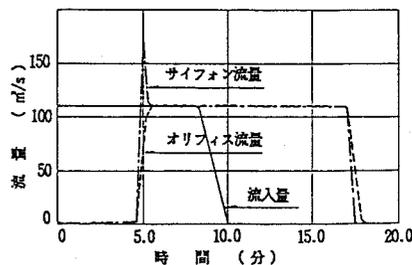


図-8 放流特性図 (流量変化)