

II-255 入射波にตอบสนองして分岐取水管路内ピットに発生する水面変動予測について

東京電力㈱ 正員 土 宏之

大成建設㈱ 正員 石野和男

大成建設㈱ 正員 饒江俊仁

1. はじめに

沿岸に設置される発電所の取水口には、波が入射することがある。取水口に波が入射すると、取水管路内のマンホール、ポンプピット等の自由水面では、波にตอบสนองして水面変動が発生する。水面変動が大きくなると、マンホールから水があふれたり、ポンプの取水能力に異常をきたすことがある。

一系統の取水管路に、一カ所の自由水面がある場合の入射波による水面変動については、千秋ら¹⁾によって報告されている。しかし、取水管路が途中で分岐したり、複数の自由水面がある場合の、入射波による水面変動を取扱った報告は見当たらない。

本書では、水面変動の基礎式を提案し、それをRunge-Kutta-Gill法で数値計算した計算値と、水理模型を用いて求めた実験値とを比較し、提案した計算手法の妥当性を示す。

2. 計算手法について

図-1に示す分岐取水管路内の流体に、連続の式と、運動方程式を定義する。

(i) 連続の式

$$A_1 \cdot \frac{dZ_1}{dt} = -a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 \dots (1)$$

$$A_3 \cdot \frac{dZ_3}{dt} = -a_3 \cdot v_3 \dots (3)$$

$$A_2 \cdot \frac{dZ_2}{dt} = -a_2 \cdot v_2 + a_3 \cdot v_3 + a_4 \cdot v_4 \dots (2)$$

$$A_4 \cdot \frac{dZ_4}{dt} = -a_4 \cdot v_4 \dots (4)$$

ここで、(2) 式の右辺第3項が分岐を表す。

(ii) 運動方程式

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{Z_1 - p_0 / w - c_1 \cdot |v_1| \cdot v_1}{L_1 / g} \dots (5) \quad \frac{dv_3}{dt} = \frac{Z_3 - Z_2 - c_3 \cdot |v_3| \cdot v_3}{L_3 / g} \dots (7)$$

$$\frac{dv_2}{dt} = \frac{Z_2 - Z_1 - c_2 \cdot |v_2| \cdot v_2}{L_2 / g} \dots (6) \quad \frac{dv_4}{dt} = \frac{Z_4 - Z_2 - c_4 \cdot |v_4| \cdot v_4}{L_4 / g} \dots (8)$$

ここに、

A_i ; i 番目のピットの断面積 a_i ; i 番目の取水管路の断面積 c_i ; i 番目の取水管路の総損失係数
 Z_i ; i 番目のピットの水位 L_i ; i 番目の取水管路の長さ v_i ; i 番目の取水管路の平均流速

なお、

$$c_i = \frac{\sum \zeta_i}{2g} + \frac{n_i^2 \cdot L_i}{R_i^{4/3}} \quad \sum \zeta_i : i \text{ 番目の取水管路の局所損失係数} \quad g : \text{重力加速度}$$

$$n_i : i \text{ 番目の取水管路の粗度係数} \quad R_i : i \text{ 番目の取水管路の径深}$$

(iii) 境界条件

(5) 式中の $[p_0]$; 取水池岸壁での取水管中心の水圧を重複波の腹の位置の圧力式(9) 式で定義する。

$$\frac{p_0}{w} = H_0 \cdot \frac{\cosh k \cdot (h - Z_0)}{\cosh k \cdot h} \cdot \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t \dots (9)$$

w ; 水の単位体積重量 H_0 ; 入射波波高 Z_0 ; 取水池岸壁での取水管中心の深さ
 k ; 波数 T ; 入射波周期 h ; 取水池岸壁での水深

3. 水理模型実験について

実験は、長さ42m、幅0.8m、高さ1.6mの二次元水槽の中に、図-1に示す諸元の模型を設置して、行なった。入射波は、規則波 $T=0.75\text{sec} \sim 4.0\text{sec}$ の14波をフラップ式造波機を用いて発生させた。入射波及び各自由水面の水面変動は、容量式波高計により測定し、ミニコンによりデータ整理を行なった。

4. 計算値と実験値の比較について

図-2に pit-2の、図-3に pit-4の水面変動値の、計算値と実験値の比較図を示す。

図-2、3から、計算値と実験値は、概ね一致し、計算手法の妥当性が示された。

なお、図-2から、pit-2（分岐点ビット）では、取水池とpit-2の固有周期 $T=2\pi\sqrt{A_2 \cdot L/g \cdot a_2}=2.9\text{sec}$ 付近で、入射波高の5倍近い水面変動値が発生することが判る（ $L=L_1+L_2$ ）。以上、取水管路内に自由水面の設置を計画する場合には、設置場所の卓越波の周期と、本計算手法で求められる応答曲線とを照らし合せ、自由水面の位置、断面積を検討する必要があることが示された。

最後に、本研究を行なうに当たり、御助言をいただいた財電力中央研究所土木研究所の関係者の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 千秋、藤本、島田；水路を遡上する波の減勢工に関する二、三の考察，電中研報告No69008，S.44年

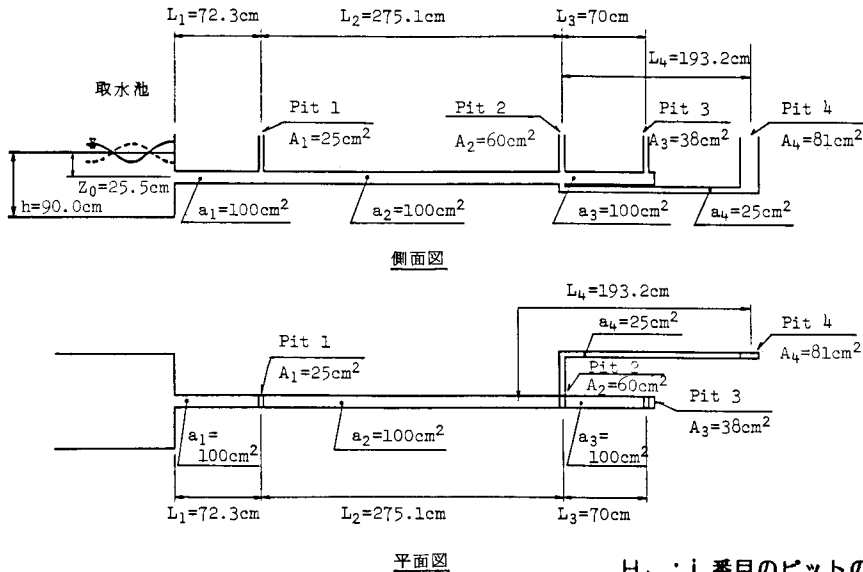


図-1 分岐取水管路モデル

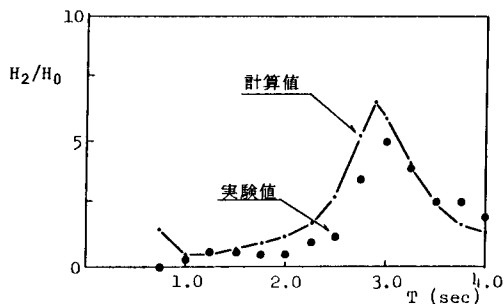


図-2 pit-2 における水面変動値と入射波高の比

H_i ; i 番目のビットの水面変動値
 H_0 ; 入射波高

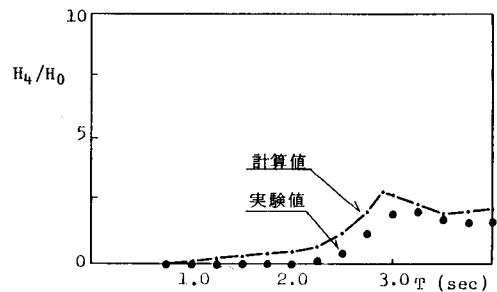


図-3 pit-4 における水面変動と入射波高の比