

II-496

河口部を対象とした大規模潮汐発生装置と制御方法

日本テトラポッド(株) 応用水理研究所 正員 松本 朗
 日本テトラポッド(株) 応用水理研究所 岩倉 重行
 日本テトラポッド(株) 応用水理研究所 正員 浅川 勉
 運輸省 港湾技術研究所 海域環境研究室長 正員 村上 和男

1. はじめに

東南アジアでは、大河川の河口部に位置し、海側に長い進入航路を有する港は数多い。河川からの流出土砂により非常に遠浅の海底地形を有するが、浚渫された進入航路は常に埋没問題に直面している。このような問題は日本では事例が少ないので、塩水使用による密度流実験が実施された。本実験は、河川流出と海域部流況等の現地条件の再現を図るため実験装置は大規模となり、かつ精度の高い制御方法を必要とした。開かれた海側境界を有する大規模な塩水使用による密度流実験は日本での実施例が少ないので、ここに装置の概要と制御システムについて報告し、今後の参考に供するものである。なお、本実験はインドネシア政府の要請により、国際協力事業団の開発調査事業の一環として実施したものである。

2. 実験装置の概要

実験の縮尺および実験設備に要求された諸元を表-1に示す。模型は 50×40 mの水槽に河口部と海域部が再現され、河川は水槽の外に配置された。実験装置は、図-1に示すように開かれた海側境界にゲート式水位調節装置と塩水供給吐出管10基と、大容量の塩水製作装置を有しているのが特色である。

(1) 塩水製作装置：図-2に示すように高濃度塩水製作装置と塩水調整水槽からなる。高濃度塩水は袋入り原塩を用い、プロペラ式攪拌器により混合し製作した。この方式で20%程度の高濃度塩水の製作が可能であったが塩分調整の精度上13~14%濃度で実験に用いた。最初に平面水槽に塩水を満たすのに約30 tの原塩を必要とし、塩水の入れ替えを含め総量約200 tを使用した。塩分調整水槽は、高濃度塩水と淡水によりポンプ式回流攪拌装置を用いて3%濃度塩水を作るもので、実験中は下げ潮時に回収する濃度の低下した塩水に高濃度塩水を加え調整を行う。次の上げ潮まで約7分間の短時間で回収および調整を必要としたが、問題なく作動させることができた。

(2) 潮汐発生装置：10基のゲート式水位調節装置と塩水供給吐出管によって潮汐を発生させる。10基のゲートはそれぞれ任意の振幅・位相の制御が可能である。塩水供給吐出管自体も回流ポンプにより供給と返水が可能であり、ゲートと吐出管の組合せによって潮汐潮流の制御を行った。ゲートは1基当り幅5 m、高さ0.55 mであり、図-3に示すようにサーボモーターとボールネジを用いて昇降させた。塩水供給吐出管システムは図-4に示すように2基のポンプを用い、2系統に分割して制御した。

(3) 河川水供給装置：ポンプおよびバルブによる制御と三角堰による制御を併用した。

3. 装置の制御

本装置の制御には、パソコン用のA/D、D/A、D I/Oが利用でき、かつ複数のプログラムを同時に走らせることができるため、EWS(アポロ・ドメイン)を用いた。装置全体が多数のバルブ、ポンプ、ゲート等で構成されているが、1台で図-5のようなプログラム構成が可能となった。バルブ制御用の1~4およびゲート制御用の1~10は同一のプログラムに別々の制御カーブを与えたものである。装置キャリブレーションカーブは、制御バルブとゲートの校正カーブをファイル化し、物理量(m^3/min または cm)と電圧の対応として作成される。後述する制御カーブ(物理量と時刻の関係)はキャリブレーションカーブファイルにより時間と電圧の関係に変換される。制御バルブは、開度に対応した電圧を発生するポテンシオメーターにより、設定した開度とその時の流量検定曲線により制御する。バルブの機械的なあそびのため開方向と閉方向では同一の開度でも流量が異なることがあるので開方向と閉方向のデータをファイル化した。図-6に実験中の一潮汐間の装置の運転状況を示す。各ゲートと流量制御バルブは任意波形制御が可能であ

る。実験ではケース当り15～20潮汐を繰返したが再現は非常に良く、システム稼動状況は良好であった。

4. まとめ

図-7に海域中央部での水位記録を示す。点線が目標値、実線が実験値である。目標値は日周潮と半日周潮の卓越成分の和K1+M2潮を採用したが、実験上十分な精度で再現ができた。このように、開かれた海側に多数のゲート式水位調整装置を配置し、個々に任意の振幅・位相を制御する方式は事例も少なく装置の設計時に多くの不安を抱えていたが、途中2,3の改善を行ったものの、精度良く稼動させることができた。また、多量の塩水製作および供給システムについての知識も得られた。

表-1 模型縮尺

項 目	現 地 量	縮 尺	模 型 量
水平方向長さ		Lr	1/1,000
鉛直方向長さ		Hr	1/100
潮汐の振幅	1.0～1.5 m	Hr	1.0～1.5 cm
潮汐の周期	24 hour	$T_r = L_r / H_r^{1/2}$	14 min 24 sec
潮流の速度	1.0 m/sec	$U_r = L_r / T_r$	10.0 cm/sec
河川流量	5,000 m ³ /sec	$Q_r = L_r^2 \times H_r / T_r$	5.0 l/sec

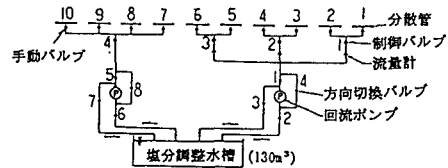


図-4 塩水供給ポンプシステム

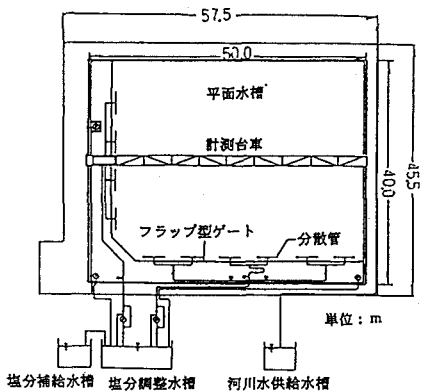


図-1 装置全体配置図

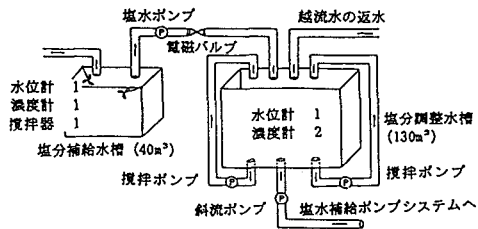


図-2 塩水製作水槽

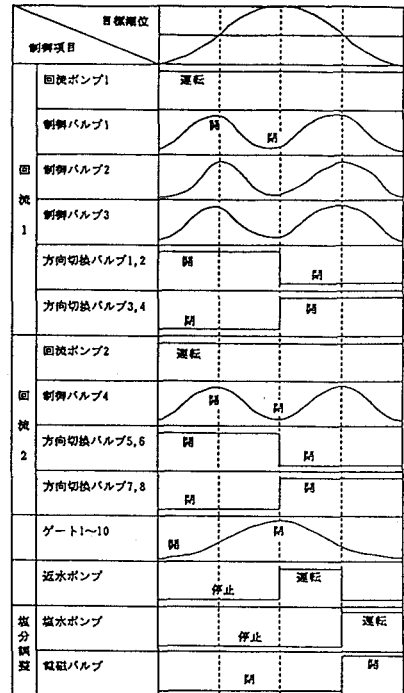


図-6 実験制御ダイヤグラム

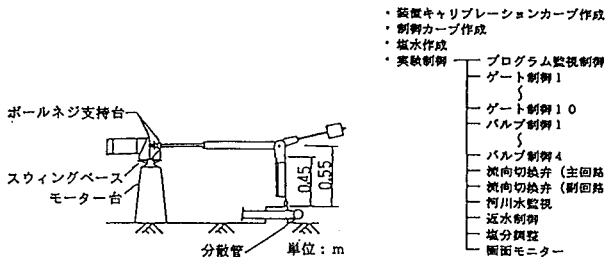


図-3 ゲート式水位調整装置

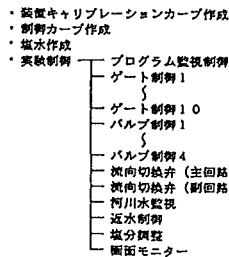


図-5 プログラム構成

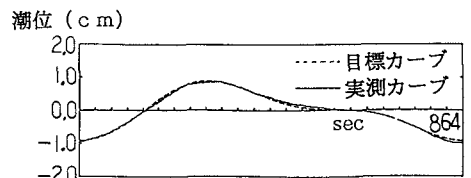


図-7 潮位検定結果