

# 数値解析を用いた既設・未設遊水地の機能評価

九州工業大学大学院 学生会員 ○田島 瑞規  
九州工業大学大学院 正会員 重枝 未玲

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山 壽一郎  
九州工業大学大学院 学生会員 門田 竜祐

## 1. はじめに

本研究は、未設を含む遊水地の洪水調節効果・機能評価の検討手段の開発を目的としたものである。数値解析によって、これらの評価・検討が一定精度で可能なことを模型実験結果との比較検討より明らかにする。

## 2. 実験と解析の概要

実験装置は、河道部・堤防部・越流堤部・遊水地部から構成されている(図-1)。越流堤下流の河道部右岸側に不透水制を設けない場合をCASE A, 設けた場合をCASE Bとした。

実験は、上記のCASEで非定常および準定常実験を行った。いずれも越流堤から越流しない程度の基底流量を通水させた後に流入流量を変化させた。非定常実験では、図-2に示した波形1と2の流入流量ハイドログラフ $Q_0(t)$ を河道部上流端に与え、準定常実験では、準定常化した流入流量ハイドログラフ $Q_0$ を与えた。

測定項目は、河道部水位ハイドログラフ $H(t)$ と越流流量ハイドログラフ $Q_c(t)$ である。 $H(t)$ は、図-1中に●で示した河道部上流端から7m, 14mの地点で容量式波高計を用いて計測した。 $Q_c(t)$ は、非定常実験では遊水地の水位の単位時間あたりの増加量から、準定常実験では遊水地からの排水量を量水柵で計測し求めた。河道への流入流量 $Q_0(t)$ あるいは $Q_0$ は電磁流量計で設定した。

解析は、有限体積法・非構造格子・FDSに基づく高精度平面2次元不定流モデルを用いて洪水流と氾濫流を包括的に解析する方法<sup>1)</sup>(以下「本解析法」という)を用い、次の2通りの方法で越流流量 $Q_c(t)$ を評価した。①河道と遊水地の流れを包括的にダイナミック解析する方法(以下「DYN解析」という)、②任意の遊水地を想定し、そこへ流入した流量より遊水地内の水位 $H_i(t)$ を計算し、境界条件としてフィードバックする方法(以下「H-V解析」という)。また河道部下流端の境界条件は、次の2通りに設定した。①河道部下流端に設けられた刃形堰の地点で得られた $H(t)$ (以下「境界条件 I」という)、②刃形堰の公式を用いて $H\sim q$ (単位幅流量)の関係を与える条件(以下「境界条件 II」という)。なお、流入条件を準定常状態とした場合は、「境界条件 IS」のように、Sをつけて区別する。

## 3. 洪水調節機能の評価検討

本解析法では、越流流量 $Q_c$ は越流堤裏法肩(図-1中の赤線)での水深 $h$ と流速 $v$ から単位幅越流流量 $q_c(=h v)$ を求め、これを越流堤幅 $L$ で積分することで算定される。以下では、再現解析と予測解析に分け、実験結果に基づき、「DYN解析」と「H-V解析」による再現結果と予測結果の検討・評価を行う。なお、各諸量に付した添字DYNとH-Vは、それぞれ「DYN解析」、「H-V解析」の結果であることを示している。

### (1) 「境界条件 I」を用いた再現解析

図-3と図-4は、それぞれ「境界条件 I」を用いた解析から得られた越流堤上下流の $H(t)$ と $Q_c(t)$ の再現結果と実験結果を比較したものである。いずれのCASEについても越流堤上下流の $H(t)$ 、 $Q_c(t)$ は良好に再現されており、波形、解析法による違いは認められない。CASE Aでは、越流堤上下流の水位はあまり変化しておらず、CASE Bでは、水制により越流堤上流側での水位が全体的に上昇し、 $Q_c(t)$ も増加する様子などが見て取れる。以上より、越流堤下流側における任意の断面の $H(t)$ を与えるだけで(境界条件 I)、局所的な構造物の影響も含

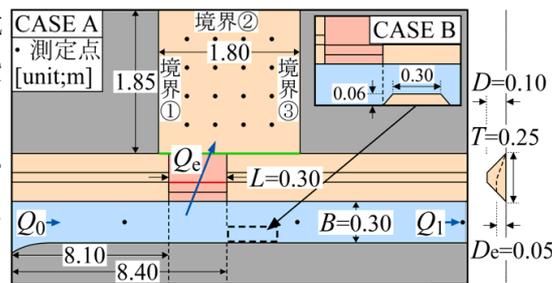


図-1 実験装置と重要な諸量

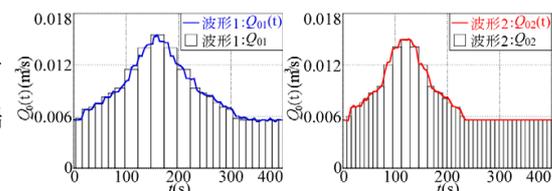


図-2 流入流量ハイドログラフ

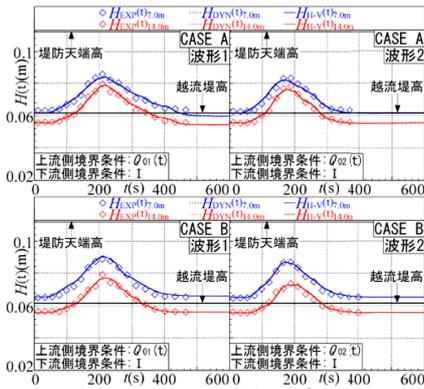


図-3 水位ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

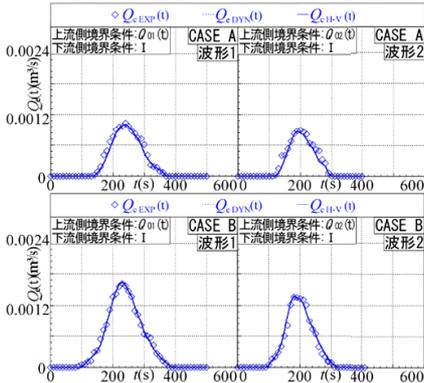


図-4 越流流量ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

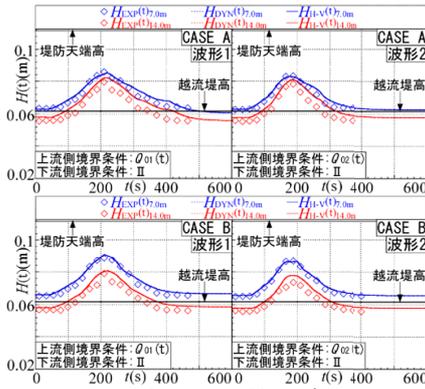


図-5 水位ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

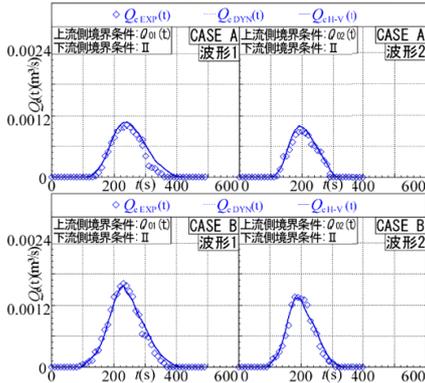


図-6 越流流量ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

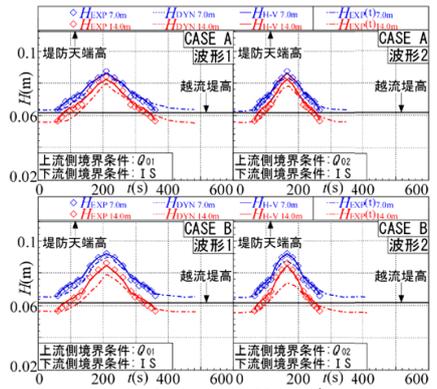


図-7 水位ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

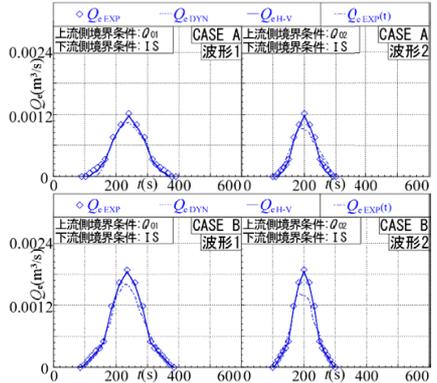


図-8 越流流量ハイドログラフ

(上段：水制無，下段：水制有)

めて、越流堤上下流の $H(t)$ と $Q_e(t)$ を良好に再現できることがわかる。

## (2) 「境界条件 II」を用いた予測解析

図-5と図-6は、それぞれ「境界条件 II」を用いた解析から得られた越流堤上下流の $H(t)$ と $Q_e(t)$ の予測結果と実験結果を比較したものである。CASE Aについては、越流堤上流側の $H(t)$ の予測精度は「境界条件 I」と大きく変わらないものの、下流側の $H(t)$ 、 $Q_e(t)$ のピーク流量、下降期の $Q_e(t)$ についてやや実験結果とのずれが見られる。しかし、CASE Bの越流堤下流側の $H(t)$ と $Q_e(t)$ には、CASE Aほどの顕著な差異は生じていない。また、波形、解析法による違いも認められない。「境界条件 II」を用いた解析結果と実験結果の $H(t)$ と $Q_e(t)$ の誤差は、ピーク値で、 $H(t)$ は越流堤上流側ではほぼ無視できる程度で、下流側では波形1に対して約3%、波形2に対して約3%であった。また $Q_e(t)$ は波形1に対して約4%、波形2に対して約13%であった。

## (3) 「境界条件 IS」を用いた再現と「境界条件 IIS」を用いた予測解析

図-7と図-8は、「境界条件 IS」を用いた解析から得られた越流堤上下流の $H$ と $Q_e$ の再現結果と実験結果を比較したものである。図中に示した一点鎖線は、実験より得られた非定常の $H_{EXP}(t)$ と $Q_{e,EXP}(t)$ である。これから確認できるように、波形、解析法による違いはほとんど認められず、準定常状態の $H$ と $Q_e$ を良好に再現できることがわかる。なお、「境界条件 IIS」を用いた予測結果も「境界条件 IS」を用いた再現結果とほぼ同様であった。図-2に示した $Q_0$ を与えて得られた実験結果 $H_{EXP}$ は、 $Q_0(t)$ を与えたときの $H_{EXP}(t)$ より全体的に大きくなり、ピーク値で見ると、 $Q_{e,EXP}$ は波形1に対して約19%、波形2に対して約38%のように相当異なっている。これは、本実験のように $Q_0(t)$ の波形が比較的シャープな場合には、流入流量ハイドログラフを準定常化した模型実験では、妥当な越流流量が得られない可能性があることを示唆している。

## 4. まとめ

既設遊水地の洪水調節効果、未設遊水地の機能の評価・検討手段の確立を目的として、使用目的に応じた解析法と境界条件を提示するとともに、それらの再現精度と予測精度について検討・評価した。

参考文献：1) 例えば、秋山壽一郎，重枝未玲：河道・氾濫原包括解析による氾濫流量の評価と市街地破堤氾濫解析，土木学会論文集B，Vol.63，No.3，pp.224-237，2007。