

淀川の水位変化による城北ワンド群内の流動に関する数値計算と観測

大阪工業大学工学部 正会員 ○ 綾 史郎 日建技術コンサルタント正会員 大水 菜津子
神戸大学都市安全研究センター 正会員 藤田 一郎 京都大学防災研究所 正会員 武藤 裕則

1. はじめに 淀川下流域城北ワンド群の生態学的質の劣化を回復する手段の一つとして淀川大堰の堰操作による人工的な水位変動が考えられている。筆者らはこのような流れを解析する数値モデルを作製し、計算結果と観測結果の比較によりモデルの信頼性を検証するとともに、ワンド内の流動のパターンを明らかにした^{1), 2), 3)}。本研究では淀川水位の上昇や下降の時間の違いが城北ワンド群内の流れに与える影響に関する数値実験結果と、ワンド群内に発生した流れに関する LSPIV による観測結果について報告する。

2 数値実験 2.1 数値モデル 各ワンドを一樣水深、一定面積の貯水池としてモデル化し、図-1 を参照すれば、ワンドの水の連続方程式は次のように書かれる。

$$\frac{d}{dt}(AH) = \sum_{i=1}^n Q_{yi} + \sum Q_{sy} + \sum Q_w + \sum Q_{sw} \quad (1)$$

ここに、 A : ワンドの面積、 H : ワンドの水位、 t : 時間、 $Q_y \cdot Q_{sy} \cdot Q_w \cdot Q_{sw}$ はワンドへの流出入流量である。表面流形式の流れについてはワンド間を仕切る水制工の天端の低い部分を堰としてモデル化し、本間公式⁴⁾を用い、ワンド間の水位差に応じて完全越流、潜り越流としてモデル化した。

2.2 水位変動の概要 図-2 は淀川水位の変動パターンであり、水位を上昇、下降時ともに O.P.+2.5m~3.3m の間で変動させ、上昇時は T1 を 0, 8.0, 24.0 時間とし、下降時は T2 を 1.5, 3.0, 6.0, 12.0, 24.0 時間とした。なお、淀川水位の下降速度は 1 時間に最大 0.6m 程度であるが、上昇速度は淀川の流量に依存する。

2.3 計算結果と考察 城北ワンド群を 17 のワンドに仕切る水制工の堰敷高が異なる(O.P.+2.13~3.06m)ため、ワンド群内の流れは淀川水位と水制工堰天端高の関係によって決定されるが、そのパターンは水位の上昇/下降速度にはほとんど関係せず、下降時について例示すれば、図-3 のようである。

図-4 に下降時に各ワンド間で生じる最大流速を示した(淀川からワンド内へ、上流側から下流側ワンドへの流れを正)。水位変動時間が長くなるにつれ、ワンド間に生じる最大流速は小さくなる。大きな最大流速が発生するのは No.34-No.33、No.38-No.37 および No.36-No.35 ワンド間であり、No.37-No.36、No.32-No.31、No.31-No.30 ワンド間では最大流速が小さい。これはワンドを仕切る水制工上の越流部の敷高と越流幅に依存することが推測された。

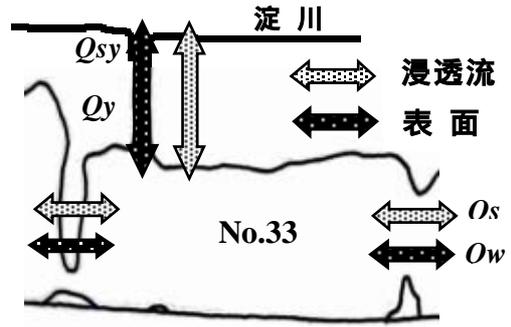


図-1 ワンドにおける流出入流量

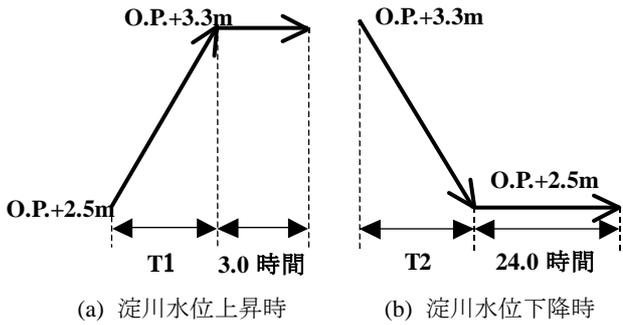


図-2 水位変動パターン

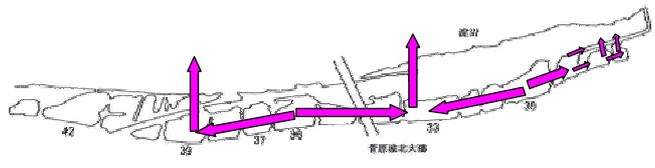


図-3 淀川水位下降時における城北ワンド群の流れ

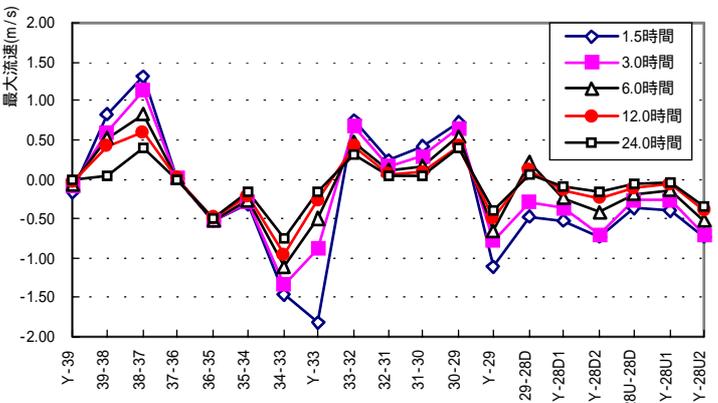


図-4 下降時間(T2)別最大流速

キーワード 淀川、城北ワンド群、水位変動、流動、数値解析

連絡先 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 TEL 06-6954-4184

3. LSPIVを用いたワンド間の流れの観測

3.1 観測概要 ワンド内にはっきりとした流れが観測されるのはワンド間を仕切る水制工の近傍のみであり、ワンド中央ではほとんど流れは観られない。ワンド内での流れ場の広がり確かめるため、水制工の近傍にトレーサー（ノボンフォーム）を散布して可視化し、菅原城北大橋上からビデオ撮影し、LSPIVにより流れ場の観測を行った。本川水位低下実験は2002年6月3日、12日に行われ、その際のワンド No. 34-33 間の流れについて報告する。当日ワンド水位の観測は行わなかったが、淀川本川毛馬の観測水位を与えて前述のモデルを用いて計算された淀川とワンドの水位変化を見ると、6月3日はOP+2.90mから2.85mへ13時間で水位が5cm程度緩やかに低下した時の観測である。この時、ワンド間では6~9cm/sの流れが計算された。6月12日には淀川水位OP+2.90mと3日より5cm程度高い水位で低下操作が行われたが、観測時の水位低下速度は3日の1/2程度の極めて緩やかなものであり、計算流速は1~5cm/sであった。

3.2 結果と考察

用いたビデオ画像の原画像（6月3日）を図-5に示すが、水表面の白いものがトレーサーである。この画像を無歪画像に変換した後、LSPIVにより求められた流速ベクトル図を図-6、7に示した。図-7は6月12日の観測により得られたものである。表-1には、LSPIV法、電磁流速計、前述の水位変動数値解析により得られたワンド No.34-33 間の流速を比較して示した。時間的な水位変化の速さがもっと大きく、もっと大きな流速が観測されるものと想定して、観測計画を立てたが、3.1で述べたように水位低下速度が小さかったため、小さな流速しか観測されなかった。すなわち、LSPIV、電磁流速計いずれによる流速も10cm/s程度の微小な流速であり、正確な計測の困難な大きさであるが、数値計算結果も10cm/s程度であり、大きな違いは無いとできる。6月3日のケースでは、ワンドを仕切る水制工上の切り欠きの堰に向かってNo.33ワンドから縮流し、34ワンドでまた広がって行くのが分かる。これらの観測結果より生じる流れ領域は幅約3mの水制工を挟み、上流側で水制工から4m程度上流、下流側で3m程度、ほぼ切り欠き幅程度の狭い範囲であることが分かった。

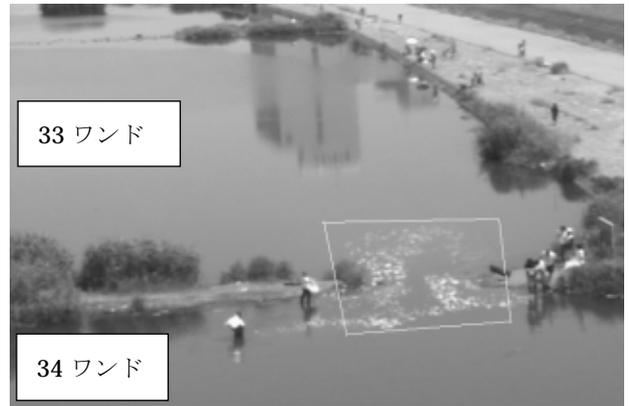


図-5 菅原城北大橋からの観測風景（6月3日）

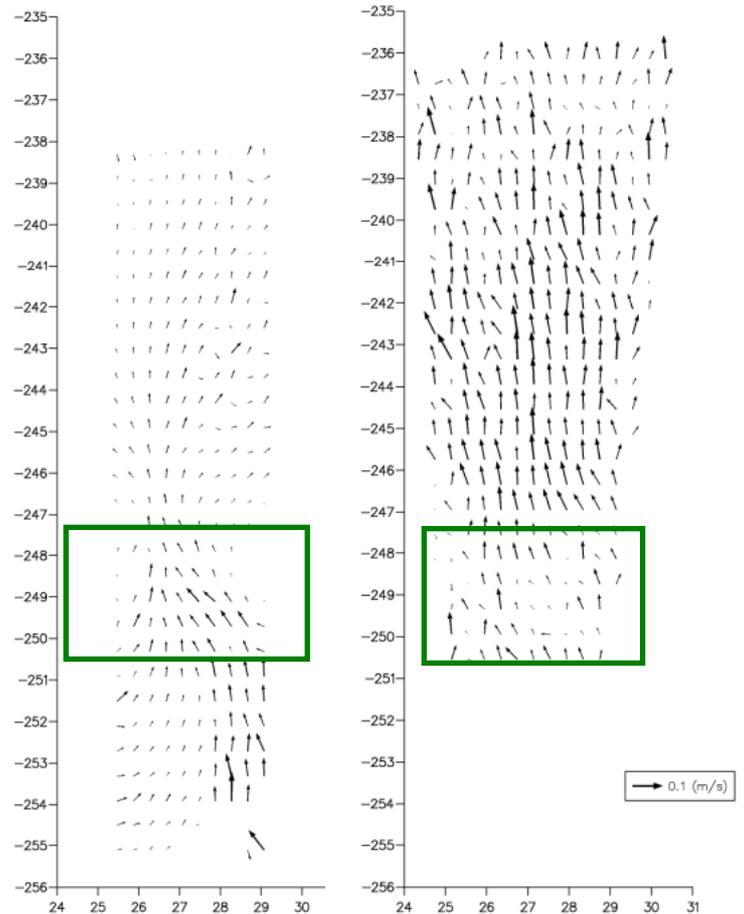


図-5 流速分布（6月3日）

図-6 流速分布（6月12日）

表-1 ワンド34-33間の流速

観測法	観測日	
	6月3日	6月12日
電磁流速計	0.11	—
LSPIV法(最大)	0.08	0.06
数値解析	0.09	0.05

5. 結論 城北ワンド群内に発生する流れについて明らかにするとともに、水位変動時間の違いによる流速の大きさについて数値解析より調べた。さらに、LSPIV観測などにより生じる流れの大きさと範囲について検証を行い、城北ワンド群内の流れの特性を調べた。

参考文献 1)大水他：河川技術に関する論文集 vol.7, pp.345-350, 2001, 2)大水他：平成14年度関西支部年次学術講演会 II-63, 2002, 2)大水他：第57回年次学術講演会講演概要集, 部門II, 2002, 3)土木学会編：水理公式集平成11年改訂版