

Abstract of Main Thesis

09.24.2010

Title of Thesis

直交関数展開に基づく流れの測定モデルの開発とその検証

Phonetically in Japanese Hiragana
Name of Applicant Applying for the Degree:

ぐえん どうい ていえん
NGUYEN DU Y THIEN

Abstract on the Content of the Applicant's Thesis

本研究では、複雑な乱流場を推測するための「測定モデル」を開発する。河川流の「nowcasting（短期予測）」はその応用例のひとつとして期待できる。nowcastingは最新の気象・海象の計測データを用いて、大気や海洋の現状を詳細に推定する技術である。河口部を対象とする同様のシステムが近年開発されつつあり、今後、河口および河川における細かな流れ場や水位変動、および浮遊砂、溶存酸素、バクテリア濃度などをリアルタイムに推定できるシステムの発展が期待される。

Nowcastingは「物理モデル」に基づいて、対象システムの変化を時間的に追跡する。そのために、入手される測定データと物理モデル中の変数との関係を表す「測定モデル」（あるいは「推定モデル」）が必要である。本研究で開発する測定モデルの対象は流れ場であり、proper orthogonal decomposition (POD)解析に基づいている。PODはフーリエ展開に似た直交関数展開であり、測定モデルは測定データによって流れ場のPOD級数を予測する。測定モデルを評価するためテストケースとして、逆流を含む複雑流れである開水路バックステップ流れを採用し、その水路実験および Large Eddy Simulation を行った。今回適用した測定モデルは Principal Component Regression (PCR)-POD および Kernel Ridge Regression (KRR)-POD であり、測定データとしては水路床上のせん断力分布および表面流速分布を用いている。実験ではステレオ可視化法の一つである StereoPIV を用いて、流速の三成分を 15Hz で測定した。また、水路床における速度勾配の二成分を同時に計るために新しい画像処理法を開発した。

まず、今回採用した (PCR)-POD および (KRR)-POD と、過去に提案された推定法である linear stochastic estimation, (LSE)-POD および quadratic stochastic estimation, (QSE)-POD との比較検討を行った。さらに、過去や未来の計測情報を活用する多時刻測定モデルを提案し、検証した。その結果、多時刻測定モデルは瞬間的なモデルと比べて、良好に推定できることがわかった。最後に、バックステップのシミュレーションデータから自由表面における流速分布を抽出し、上記の測定モデルに入力したところ、水面下の 3次元流速場が満足できる精度で推定できることがわかった。この表面流速データに基づく流れ場の推定法は、河川や河口部における nowcasting に活用できると思われる。