洪水時の大河津分水路第二床固の流況再現技術-水理模型実験と数値解析による検討

中央大学研究開発機構 正会員 〇竹村 吉晴 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 背景と目的

図-1 に示す大河津分水路は流下能力の不足等のため,河口域における河道拡幅と第二床固の新設(以下,新第二 床固)が計画されている.数値解析によって新第二床固の形状等の検討を行うため,現況の大河津分水路における 洪水流の再現性を水理模型実験および数値解析により検討を行う.

2. 水理模型実験と数値解析による大河津分水路における洪水流の再現性についての検討

大河津分水路では、図-1の■で示す観測所に加え■で示す地点において簡易水位計による水位観測が実施されている.平成23年7月洪水では、渡部観測所において既往最大となる約8300m³/sの流量が観測されており、この時の観測データを基に水理模型実験と数値解析による大河津分水路における洪水流の再現性について検証を行った.水理模型実験は図-1の青の実線で囲まれた範囲で行われ、縮尺は現地スケールの1/50である.数値解析は図-1の赤の実線で囲まれた範囲で行われ、縮尺は現地スケールの1/50である.数値解析は図-1の赤の実線で囲まれた範囲で行い、解析モデルは内田・福岡¹⁾の一般底面流速解法に竹村・福岡ら²⁾の格子非直行方向を考慮した運動量フラックスの計算法導入することで構築している.一般底面流速解法は、水深積分の連続式、運動方程式、渦度方程式と水表面流速の運動方程式、底面圧力の方程式、鉛直方向流速の時間変化量に関するポアソン方程式からなり、水深積分モデルの枠組みで三次元流れと圧力の非静水圧分布を計算可能である.地盤高データには水理模型実験,数値解析ともに平成23年8月に実施された横断測量とマルチレーザー測量の成果を用いている.解析では上流端に1.7km地点の観測水位時系列データ、下流端に新潟西港の観測水位時系列データを境界条件として与えている.図-2に増水期の各時間における観測水面形と解析水面形の比較、図-3に渡部観測所地点における観測流量ハイドログラフと解析流量ハイドログラフの比較をそれぞれ示す.水位の低い時間帯で5.7km地点の解析水位が観測水位に比べ低い傾向にあるが、解析は観測水面形の時間変化と観測流量ハイドログラフをほぼ説明できている.また、図-2、図-3の黒の点線は第二床固周辺の圧力分布に静水圧分布を仮定した場合の洪水ピーク時の

解析水面形と渡部観測所における解析流量ハイドログラフ を示している.静水圧分布を仮定した場合,静水圧分布を仮 定しない場合に比べて渡部観測所地点の解析水位は 1.5m 程 度高く,解析ピーク流量は 1000m³/s 程度小さくなる.水理模 型実験では,図-2 に示すように 8300m³/s 通水時の渡部観測 所地点の観測水位が実河川に比べ高くなっている.これは, 1/50 の水理模型実験では,現地の第二床固周辺の非静水圧分 布を十分再現できていないことも一因と考えられる.

3.水理模型実験と数値解析による第二床固下流区間の三次 元的な流れ構造の検討

第二床固下流区間の三次元的な流れ構造について検討を 行うため8300m³/sの定常流解析を実施した.2.で示したよう に,水理模型実験では第二床固上流の水位が実河川に比べて 高くなることから,ここでは第二床固の越流水深を水理模型 実験と合わせるために第二床固周辺では圧力を静水圧分布 と仮定して解析を行っている.図-4 は河道中心線上の流速の 鉛直方向分布について水理模型実験と数値解析を比較した ものである.水理模型実験では,バッフルピア上流で一度跳 水が生じ,水叩き末端で再び跳水が生じている.数値解析は 跳水の発生位置についてほぼ説明できている.また,数値解



グラフと解析流量ハイドログラフの比較



図-5 水表面流速の平面分布の比較

図-6 底面流速の平面分布の比較

析は第二床固下流で水表面付近の流速が大きくなること,副堰堤下流で波状跳水が生じることなど,水理模型実験の特徴を捉えることが出来ている.図-5は,水理模型実験と数値解析での水表面流速分布について比較している. 第二床固は上流に凸の形状をしていることから流れが河道中央に集中し,第二床固下流および副堰堤下流では左右 岸に平面渦が形成される.数値解析は副堰堤左岸の平面渦がやや小さく計算されているが,水理模型実験の結果を 良く再現している.図-6は,水理模型実験と数値解析での底面流速分布について比較している.模型実験では,第 二床固下流のブッロク投入箇所直下の広い範囲で逆流域が形成されている.これは,ブッロク投入箇所で流れが河 床から剥がれることで生じたと考えられるが,数値解析はこのような局所性の強い現象については十分再現出来て いない.しかしながら,第二床固下流に形成される平面渦の範囲が図-5に示した水表面付近に比べ底面付近で広く なっていること,副堰堤下流で水表面流速が全体的に右岸を向くのに対し底面流速は左岸を向くなどの特徴的な流 れを説明出来ている.

4. 結論と今後の課題

大河津分水路における平成23年7月洪水の再現計算から、大河津分水路の洪水流解析には、特に第二床固周辺の 圧力の非静水圧成分について考慮することが重要であることを示した.また、水理模型実験と数値解析の比較検討 から、第二床固下流区間における三次元的な流れ構造および数値解析モデルの妥当性について示した.

参考文献

1) 内田龍彦, 福岡捷二: 浅水流の仮定を用いない水深積分モデルによる底面流速の解析法,水工学論文集,第56巻, I_1225-1230,2012.2.

2) 竹村吉晴, 福岡捷二, 杉村貴志: 三川合流部における洪水流と河床変動解析 一格子非直交成分の運動量フラック スの導入, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.69, No.4, I_810, 2013.

キーワード 大河津分水路,水理模型実験,数値解析,床固,非静水圧分布連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 31214 号室