

京都大学防災研究所 正 員 村本 嘉雄
 京都大学防災研究所 正 員 藤田裕一郎
 京都大学大学院 学生員○河内 友一

1. はじめに 本研究ではバングラデシュの三大河川の一つであるメグナ河をとりあげ、その水位観測資料からメグナ河下流部の洪水流の特性について考察する。また、メグナ橋周辺10km区間を対象として、有限要素法による2次元浅水流モデルを用いて、氾濫原の有無の条件下における洪水時の流況について検討するとともに、この区間の河床変動及び河岸侵食との関係について考察する。

2. メグナ河の洪水流の特性 メグナ河は流域面積約77,000km²、河道延長約880kmで、河道勾配(下流部)1/200,000の低平地河川である。1987年と1988年には同国全土に大きな被害を及ぼす大洪水が発生し、メグナ河でも1988年に既往最大を記録した。図1は、メグナ河上流の観測点Bhairab Bazarの1988年度における水位の経時変化(毎日6時～18時の3時間間隔)を示したものである。1～3月の低水期と6～10月の4カ月にわたる長い高水期が存在しており、低水期にはベンガル湾の潮汐の影響を受けている。図2は、Bhairab Bazarと約90km下流の観測点Saitnai間の水面勾配と水位の関係を示したものである。水位と水面勾配は正の相関関係にあり、高水期には複雑なループを描いている。これらの観測資料を以下の流況解析の条件に用いた。

3. 基礎式と解析手法 基礎式は平面二次元の浅水流方程式であり、底面摩擦項はManningの抵抗則で表した。解析手法には三角形要素の有限要素法を用い、三角形要素内の水理諸量は3節点値を用いた線形内挿によって近似した。方程式の空間的な離散化にはGalerkin法を適用し、時間微分を含む項は2段階陽的スキームを用いて離散化した。このとき、計算の安定性を高めるために水位計算ではスキームの半ステップ毎に後方項に質量集中行列を用い流速計算には時間ステップの前後項ともに質量集中行列を用いた。

4. メグナ橋付近の洪水流況解析 河道変動が激しく、河床断面の詳細な測量が行われているメグナ橋周辺約10kmの区間を解析対象とした。この河道区間はほぼ蛇行の一波長にあたり、それに対応した河床変動と河岸侵食が生じている。また、メグナ橋の直上流にあるフェリー突堤跡付近では局所洗掘が生じており、その流況を詳細に検討するためにその付近の要素分割は特に小さくした。まず氾濫原への流出はないものとした条件下でメグナ橋地点で6.3m、5.0m及び4.0mの3水位において計算を行い、つぎに水位を6.3mとして左右岸にそれぞれ幅500mの氾濫原がある場合の計算を行った。

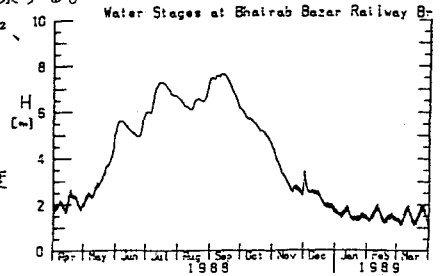


図1 水位の年間変化

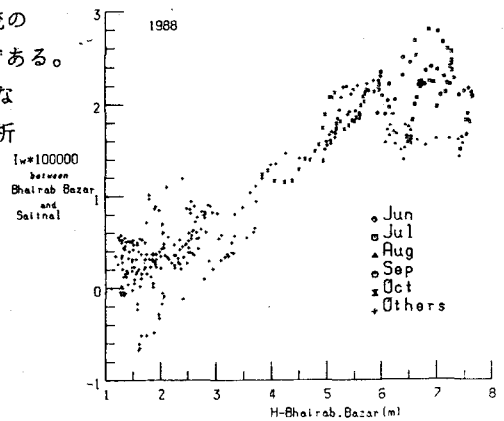


図2 水位と水面勾配の関係

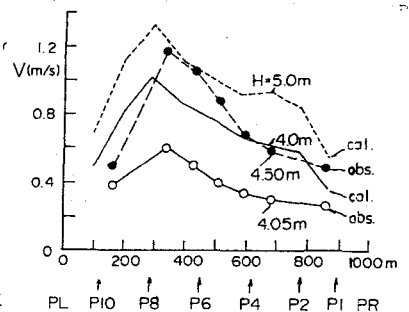
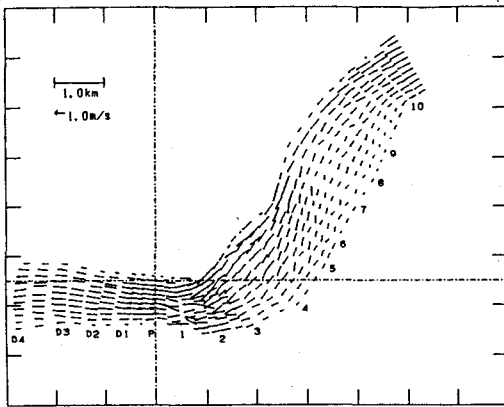
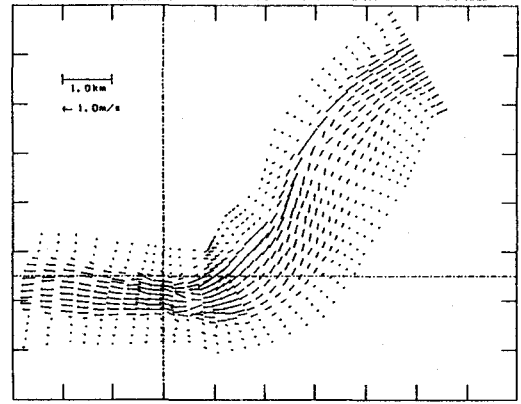


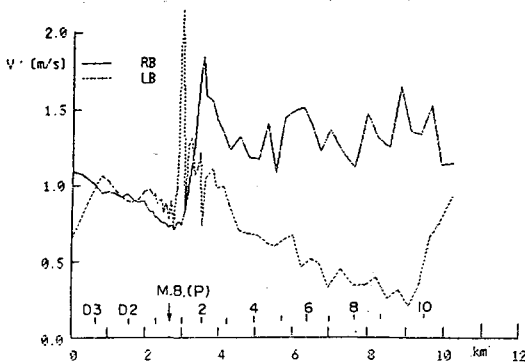
図3 流速の計算結果と実測値との比較



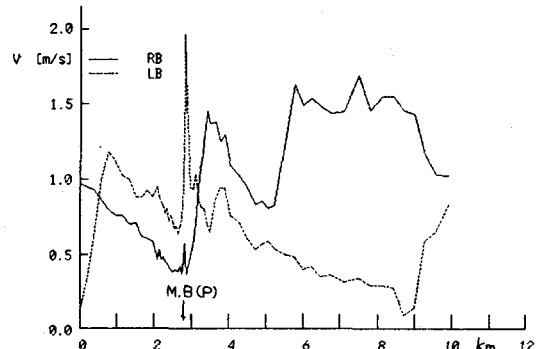
(a) 流速ベクトル



(a) 流速ベクトル



(b) 河岸近くの流速の流下方向変化



(b) 河岸近くの流速の流下方向変化

図4 氾濫源がない条件下での計算結果

図5 氾濫源がある条件下での計算結果

Manningの粗度係数は河道で0.02、氾濫原で0.04とした。図3は、メグナ橋地点における流速の横断分布の実測値と計算結果を示したものである。流速の計算結果は実測値に比較的良く一致しており、また、水位の流下方向変化の実測値と計算結果の比較を行ったところ、妥当な計算結果が得られていることが確認された。図4、図5はそれぞれ、水位が6.3mの条件で氾濫源がない場合とある場合の計算結果である。(a)は流速ベクトルの全体図で、(b)は河岸に近接する節点(LB:左岸, RB:右岸)の流速ベクトルの大きさの流下方向変化を示したものである。氾濫源のない場合では、上流で右岸側に集中した流れが平均的な水面勾配の方向に直進するような傾向が見られ、河床形状の影響は小さい。しかし、水位を5.0m、4.0mに低下させると河床形状に沿った流れが形成されて、蛇行流の性質を示すことが確認された。流速の流下方向変化では、流速が大きい箇所実際の河床洗掘及び河岸侵食が発生している箇所が対応している。とくにフェリー突堤付近で流速値の大きなピークが、その下流で低流速域が現れており、これはこの付近の局所洗掘の原因であると考えられる。なお、突堤のない場合についても計算を行い、このことを確認している。一方、氾濫源がある条件下の流速ベクトルを氾濫源がない場合のそれと比較すると、前者の方がやや蛇行流の性質が卓越しているようである。すなわち、氾濫源がある場合では4~5km付近の右岸側流速が1.5m/sから0.8m/sへと半分程度に低下している部分が現れている。左岸側は大きな変化は見られないが、突堤付近のピークはやや低下しており、氾濫時には突堤の影響が弱まることが予想される。

5. おわりに 今後は河床変動及び河岸侵食を含めた解析へと拡張するために、要素分割や計算の安定性・精度について再検討するとともに、三次元の流況解析や河岸侵食量の簡略式について検討を行っていく必要がある。