

氏 名	なが た のぶ ひさ 長 田 信 寿
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3403 号
学位授与の日付	平 成 11 年 1 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	流路変動過程の数値解析法とその応用に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 村 本 嘉 雄 教授 高 橋 保 教授 井 上 和 也

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、流路の変動過程を再現するための数値解析モデルを開発し、各種流路条件の実験結果、および実河川の観測結果に適用することによってモデルの妥当性を示すとともに、解析結果の分析から流路の変動機構について考察したものであって、6章より構成されている。

第1章の序論では、洪水時における河岸侵食の危険度予測の重要性と自然環境の保全を指向する近年の河道整備の両面から本研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の内容を要約している。

第2章では、流路の変動過程をモデル化する際に重要な河岸侵食現象に関する従来の知見を整理したのち、任意の平面形状を有する流路の変動過程を解析するための数値モデルを構築し、蛇行流路の発達・減衰に関する実験結果に適用してモデルの再現性と流路変動のメカニズムについて考察している。この数値モデルの特徴は、流れと側岸の侵食を同時に計算できる移動一般座標系を用いている点にあって、基礎式として平面2次元非定常流と流砂の非平衡性を考慮した河床変動の関係式を用い、河岸の崩落・堆積・流送のサイクルを取扱える河岸侵食モデルを導入している。このモデルを用いて初期平面形状がsine-generated curveからなる蛇行流路の変形過程の追跡計算を行い、実験で得られた蛇行の発達、減衰過程を再現できることを示している。また、河床洗掘および河岸侵食に対する偏倚流速、流線曲率、および掃流力の分布の影響について検討し、河床の深掘れは流線曲率と掃流力の主流方向勾配に、河岸侵食は掃流力の大きさとその勾配に関係することを指摘している。

第3章では、流路変動を支配する交互砂州の挙動に注目し、河道条件の相違が砂州の形状および移動特性に与える影響、ならびに側岸侵食に伴う蛇行流路の形成過程について考察している。河道条件の影響としては、湾曲部とその下流部での砂州の挙動、側岸構造物による砂州の変動、および土砂供給量の減少による砂州の消長を取り上げ、それぞれの条件について数値解析モデルによる現象再現性を確認している。また、湾曲部や大規模構造物の影響による河床変動と砂州の分裂、およびその影響の緩和過程、供給土砂量の減少による砂州の伸長や砂州波高の減衰機構などについて解析結果から考察している。一方、交互砂州による蛇行流路の形成過程については、砂州の発達と移動速度の減少に伴って蛇行流路が発生、発達する過程を再現するとともに、砂州の形状特性や流速・流砂量分布などの時間的変化について考察している。

第4章では、粘着性材料からなる側岸の侵食現象について、基礎実験から粘性土の侵食特性と剥離・流送過程を考察するとともに、側岸の侵食過程を解析するモデルを提案している。粘性土の侵食実験では、侵食形状や侵食速度に対する土質条件(粒度構成、試料の練り返し、圧密等)および水理条件の影響を検討し、2次流の影響によって側岸の中央部に最大侵食箇所が現れること、侵食速度に対して土の圧密特性と流れのせん断応力分布が重要であることなどを指摘している。つぎに、以上の事実を踏まえ、2次流を再現できる乱流モデルとして代数応力モデル、粘性土の凝集体としての離脱・流送過程の解析に確率モデルを用いて側岸の侵食過程の数値解析を行い、側岸がオーバーハングするまでの過程を再現できることを示している。

第5章では、実河川における河岸侵食の観測と解析から侵食過程の要因を明らかにするとともに、大河川における長期的な河道変動過程を解析するためのモデルの構築と検証を行っている。まず、長良川での河岸侵食の計測と流況解析の結果から、河岸近傍の流速は断面平均流速の時間変化とは対応せず、砂州の影響が顕著となる水位において最大となるので、平面流況の時間変化を解析する必要があること、また河岸近傍の河床低下量の計算と河岸形状の相似性を仮定して侵食過程を解析できることを指摘している。ついで、以上の点を考慮し、さらに流れおよび河道の長期的変化の簡易計算手順を構築して、それをバングラデシュのメグナ川における河道変動に適用し、現地の河岸侵食および洗掘状況を説明できることを示すとともに、計算結果から河道変動を支配する流れの機構について考察している。

第6章では、以上の各章で得られた主要な結果、ならびに本研究で開発された数値解析モデルの特徴と適用上の課題を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、流路の変動過程を予測するための数値解析モデルを構築し広範な実験・観測結果に対する適用性を示すとともに、解析結果から流路変動の機構を考察したものであって、得られた主な成果は以下のようである。

1. 任意の平面形状を持つ流路変動を解析するために、平面2次元非定常流と流砂の非平衡性を考慮した河床変動の基礎式を移動一般座標系で表し、それと河岸の侵食・崩落・堆積のサイクルモデルを結合して定式化し、蛇行流路の発達・減衰過程の実験結果に対するモデルの適用性を示した。

2. 流路変動を支配する交互砂州に対する河道条件の影響として、湾曲部と側岸構造物の下流における砂州の挙動、および供給土砂量の減少による砂州の消長を取り上げ、それらの実験・観測結果について数値解析モデルによる現象再現性を示すとともに、解析結果から河床変動の緩和過程、砂州の伸長・分裂や波高の減衰機構などを説明した。また、直線流路における砂州の発生・発達から蛇行流路の形成に至る過程を数値モデルで再現し、流速・流砂量などの水理量の変化を明らかにした。

3. 粘性土からなる側岸の侵食過程について、基礎実験から侵食形状や侵食速度に対する土質および水理条件の影響と粘性土塊の剥離・流送機構を明らかにするとともに、その侵食過程を乱れの代数応力モデル、および粘性土凝集体の離脱・流送の確率モデルを導入した数値モデルによって計算し、側岸がオーバーハングするまでの過程を再現できることを示した。

4. 河岸侵食の現地計測と流況解析から、河岸近傍の流速評価の重要性と河岸形状の相似性を指摘し、それによって大河川の長期的な河道変動を計算できる数値解析モデルを構築した。また、このモデルの観測結果への適用性を示し、河岸侵食と河床洗掘の位相差の支配要因を明らかにした。

以上要するに、本論文は、流路の変動過程を予測するための数値解析モデルを開発し、その広範な応用性を示すとともに流路変動機構の知見を深めたものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成10年12月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。