

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20760336

研究課題名（和文）座標系非依存型解法に基づく蛇行発展の予測手法に関する研究

研究課題名（英文）Development of numerical model for meandering process with new boundary fitting method based on the Cartesian coordinate system

研究代表者

安田浩保（YASUDA Hiroyasu）

研究者番号：00399354

研究成果の概要（和文）：蛇行発展の予測を目的とした直交直線座標形を基本とした境界適合法の開発を行った。室内実験や自然河川における流況解析を行ったところ、従来手法と同等の精度での解析が可能であることが判明した。また、中規模河床波の発達においては流路の平面形状が極めて重要な役割を果たすことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：A new boundary fitting method which employs the Quad-tree grid system was developed for meandering processes in natural river. The boundary fitting method was apply to reproduce flow patterns in a flume and natural river, computation result agree with the observed result well. In another numerical experiments, the result shows that channel plane form affects to formation process of sandbars greatly.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
20年度	1,200,000	360,000	1,560,000
21年度	900,000	270,000	1,170,000
22年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：河川工学、水工学

科研費の分科・細目：水工学

キーワード：蛇行発展、河道変形、座標軸非依存型計算法

## 1. 研究開始当初の背景

河川は、その平面形状が蛇行変形するという本来の性質を有している。これまでに、

河川工学と河川地形学の両面から蛇行形状の発展機構の解明やその予測手法に関する研究が多数行われてきた。しかし、広く用

いられている一般座標系に基づく解析法では、主流方向と法線方向のそれぞれに対して平面 2 次元の独立した座標軸の定義が要求されるため、曲率が大きな湾曲部や蛇行変形の終局状態である河道短絡を取扱う際に主流の法線方向座標軸の重複が生じて計算の破綻を招く。座標軸に依存するこのような計算法は流路の大規模な蛇行変形の取り扱いに対して有効とは言い難い。

## 2. 研究の目的

現状では蛇行流路内の中規模河床波の発達を考慮したうえでの大規模な蛇行変形の取り扱いに適した解析法が見いだされていないとは言えない。蛇行流路の平面的な変化を座標軸に依存せずに取扱い可能な計算法の開発は同種の問題の抜本的な解決に大きく寄与すると考えられる。本研究では、座標軸に非依存型の解析法の開発、自然河川の蛇行部における変遷についての特性把握を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 座標軸に非依存型の解析法の開発

直交座標系を基本とする自由度の高い境界適合法の開発を行う。このような境界適合法としては、境界部のみを任意多角形で表現する方法と、四分木構造格子を導入した方法の二つが考えられる。ただし、いずれの境界適合法においても格子構成が煩雑となるため、計算法の開発と並行して、自動的な格子構成法の開発も行う。

### (2) 蛇行進展の把握

#### a) 自然河川

自然復元が行われている北海道東部の標津川において蛇行部の変形過程、および流況の計測を実施する。

#### b) 数値実験

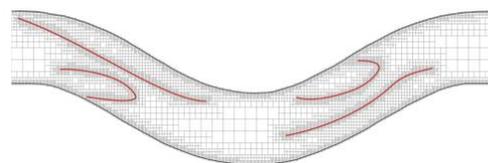
蛇行の発達起因と考えられている中規模河床波が流路の平面形状からどのような影響を受けているかは十分に理解されていない。これを解明するための数値実験を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 座標軸に非依存型の解析法の開発

#### a) 部分境界適合法の開発

座標軸非依存型の計算法のひとつとして、境界適合が必要な点についてのみ任意多角形を適用する部分境界適合法の開発を行った。この新しい境界適合法では、極めて高い境界適合の自由度を有する反面、格子構成が著しく煩雑という欠点を有している。この欠点の解消のために部分境界適合法のための自動格子構成法の開発を行った。技術的には自動格子構成法は確立されたものの、水理解析と同程度の計算負荷が発生することが判明した。



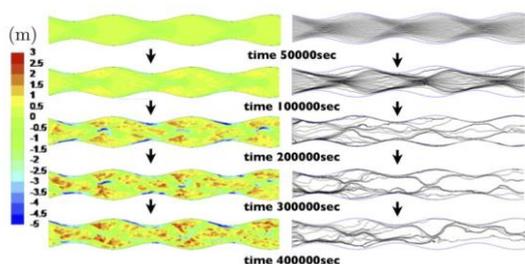
#### b) 四分木構造格子を導入した境界適合法 部分境界適合法は自由度の高い境界適合

が可能な一方で自動的な格子構成における計算負荷が高いことが判明した。このため、境界適合の自由度は同とかそれ以上でありながら、格子構成の負荷が小さい四分木構造格子を導入した境界適合法の開発を行った。このような格子構成を導入した水理解析手法の開発を行うとともに、極めて汎用性の高い自動格子構成法の開発にも成功した。室内実験や自然河川の流況解析にこの解析法を適用したところ、広く用いられている一般座標系と同等か場合によってはそれをしのぐ解析精度を有していることが明らかとなった。

## (2) 蛇行進展の把握

### a) 自然河川

観測対象とした標津川の蛇行復元区間では蛇行河道と直線河道の両方で構成されたD字型の平面形状をしている。この区間では、蛇行区間への流量確保のために越流堰が設置されており、これの堰高さが蛇行区間の自律的な維持や砂州の発達に支配的な影響を及ぼしていることが判明した。



### b) 数値実験

中規模河床波の発達においては河道の平面形状は中規模河床波に従属的と見なされていると言えよう。しかし、水理条件によっ

ては、河道の平面形状が中規模河床波の形成に逆に影響を及ぼす条件が存在することが考えられる。このことに着目した数値実験を行った。従来、長い通水時間を経ることで複列砂州は単列砂州に移行するものと考えられてきた。しかし、水路の平面形状を瓢箪型としたときにはこれに反して、複列砂州が安定に維持されることが明らかとなった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

(1) 安田浩保, 星野 剛, 四分木構造格子による局所的な高解像度格子を導入した浅水流方程式の数値解析法, 土木学会応用力学論文集, 第14巻, 2011.

(2) 高橋 玄, 安田浩保, 流路の平面形状が中規模河床波の形成過程に及ぼす影響, 土木学会 応用力学論文集, 第14巻, 2011.

(3) 永多朋紀, 安田 浩保, 渡邊康玄, 2Way河道の自律的な維持を可能にする分流堰高に関する検討, 土木学会河川技術に関する論文集, 第17巻, 2011.

(4) 永多朋紀, 安田浩保, 渡邊康玄, 2Way河道の自律的な維持を可能にする適切な流量配分比の推定手法の提案, 土木学会 河川技術に関する論文集, 第16巻, 2010.

(5) T. Nagata, H. Yasuda, Y. Watanabe, A Study on Flow Distribution for Maintaining

Two-way Channel in an Alluvial Plain, 6th International Symposium on Environmental Hydraulics, IAHR, 2010.

(6) 永多朋紀, 安田浩保, 渡邊康玄, 標津川の蛇行試験区間の河道変遷とその維持機構の物理的な解釈, 土木学会河川技術に関する論文集, 第15巻, pp.255-260, 2009.

[学会発表] (計7件)

(1) 安田 浩保, 星野 剛, 四分木構造格子を導入した浅水流方程式の数値解析法, 土木学会関東支部講演概要集, 2011.

(2) 星野 剛, 安田 浩保, 四分木構造格子による浅水流方程式の数値解析法, 土木学会関東支部新潟会学術講演会講演概要集, 2010.

(3) 星野 剛, 安田 浩保, 部分境界適合法による数値計算の計算点情報の自動生成法, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, 2010.

(4) 永多朋紀, 安田 浩保, 渡邊 康玄:標津川の蛇行試験区間の埋没可能性に関する検討, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, 2010.

(5) 永多朋紀, 安田 浩保, 渡邊 康玄:標津川の蛇行試験区間の河道変遷および分流堰の応答関係について, 土木学会北海道支部技術研究発表会論文報告集 (CD-ROM), 第65号, 2009.

(6) 永多朋紀, 安田 浩保, 渡邊 康玄:2Way河道蛇行部河床の洪水応答特性とその変遷

予測手法, 国土交通省北海道開発局技術研究発表会, 2009.

(7) 永多朋紀, 安田 浩保, 渡邊 康玄:標津川の蛇行試験区間の埋没可能性に関する検討, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, 2009.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

安田 浩保 (YASUDA Hiroyasu)

新潟大学 災害復興科学研究所 准教授

研究者番号: 00399354