

## 学位論文題名

## 沖積地河川の河道維持に関する研究

## 学位論文内容の要旨

治水計画は、洪水氾濫防止を第一目的として計画が進められてきており、堤防や護岸といった河川構造物が整備されつつある。これにより、近年において中小の出水では氾濫が発生しなくなってきたおり、洪水に対して安全な生活や生産活動の場が増加し流域社会の発展を見た。このことは、生活や生産活動の場が急速に河川に近づき、いったん氾濫すれば従来にも増した被害が発生することを意味している。したがって、治水計画の社会に対する重要性は増加しており、治水計画に対してよりの確な判断が要求されてきている。また、氾濫の代償として、洪水流の持つエネルギーを河道内に納めることにより、河川構造物の損壊が発生しており、次の出水に備えて維持補修が必要となっている。このため、治水事業において河道維持の占める割合が増加し、河道維持費も大きくなっている。

一方、近年河川環境問題が大きな社会問題となっており、従来の河川構造物に依存した治水からより自然を残した治水計画の立案が望まれつつある。

以上より、必要最低限の投資で最大の治水効果が得られるような計画立案手法の確立が急務となっている。

本論文は、上述の治水事業に課せられている諸問題の解決のため、北海道一級河川のデータを基に河岸浸食・河床洗掘等河道災害に直接結びつく要因の検討を行い、河道災害発生防止を考慮した河道維持計画立案の手法について述べている。また、全8章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の目的、既往の研究および論文の構成と手法を述べている。

第2章は、河道災害に直接結びつく河岸浸食についてその発生箇所と流れの因果関係について検討を行ない、従来主に偏倚流速と関係付けられていた河岸浸食は、偏倚流速以外に流れの河岸近傍流速、流速の縦断方向変動成分(河床洗掘)との関係が強いことを河川データを用いて初めて指摘した。また、この結果河岸浸食の規模および発生位置を、線形偏倚流速解および2次元浅水流モデルの流速解を用いてある程度把握できる事を示した。さらに、昭和63年に発生した留萌川の洪水時における河岸浸食を事例として、河岸浸食に対する河道内の流れと氾濫流との関係について言及している。すなわち、氾濫流を伴う河岸浸食は、氾濫流と河道の流れが同一方向の場合発生し、氾濫流と河道流が直角に近い角度で交差する箇所では発生していないことを指摘している。

第3章は、河岸の被災すなわち河岸浸食が河岸近傍の河床洗掘と密接に関係

している事を河川データを用いて示し、護岸等河川構造物の根入れ深さを決定する河床洗掘についてその水理要因が、流れの変動と河道の平面形及び砂州であることを指摘している。また、この結果を利用し、従来経験で決定されていた根入れ深さを、物理的に意味がありしかも誰もが簡単に算出可能な簡易算定手法を提案している。すなわち、洪水時の流況と河床形状および河床洗掘深との関係から、河床洗掘深と密接に関係している主要因を河床波と河道平面形状あることが示された。また、北海道内一級河川のデータを用い、河床洗掘深は、河道曲率による洗掘と河床に発生する砂礫堆の波高との線形和でほぼ表現できることを示した。河床洗掘深の簡易算定法は、従来より数種提案されているが、物理的意味を持つ算定法は、本研究が初めてである。さらに、河川データから、河道の蛇行と砂州の共鳴現象によると思われる現象が存在していることを示した。河川において共鳴現象の存在を指摘したものは、本研究が初めてである。

第4章は、河道維持に直接関係する交互砂州について、浮遊砂の卓越する場合の発生領域について検討を行っている。浮遊砂は、それほど卓越しない場合交互砂州の発生に対して抑制する方向に働き、卓越する場合増幅する方向に働くことを示している。また、浮遊砂を考慮した交互砂州の発生領域図の提案を行っている。

第5章は、常流・射流が混在する場合の不等流計算および河床変動計算を行う手法を提案している。従来、急流河川等の常流・射流の混在する流れにおいて不等流計算を行う場合、流れの特性によって計算の向きを変化させる必要があり、非常に煩雑なものとなっていた。Two-Step Lax-Wendroff法を用いることにより、流れの状態によって計算の方向を変える必要の無い方法を提案し、水路実験結果との比較を行いその有効性を示している。常射流混在流れの河床変動計算を扱った研究は本研究が初めてである。

第6章は、樹木群が流れにどのような影響を与えるかを把握するための樹木群を含む流れの平面流況計算手法の開発を行った。樹木群内部の水深方向流速分布を等流を仮定し摂動法を用いて解析し、水深方向に一様化する現象を説明し、実験値との比較を行い解析結果の妥当性を示している。また、この結果を2次元浅水流モデルに組み込み樹木群を含む平面2次元流況計算を開発している。樹木群を含んだ平面2次元流況計算手法は本研究で、初めて可能となった。

第7章は、河道維持上最も重要である洪水時の河床の変化の状況を観測する手法およびその結果について述べている。すなわち、札内川および豊平発光ダイオードを利用した砂面計を設置し、河床の連続的な変化を観測した結果、洪水初期において河床が急激に洗掘され洪水後期に埋め戻されることを確認した。床止め近傍の洪水中の河床変化を観測した事例は本研究のみである。

第8章は、各章の主たる結果をとりまとめたものであり、本研究の結論である。

以上本研究は、主に北海道の一級河川データを用いて沖積地河道に発生する河道災害の原因となる河床洗掘と河岸浸食に着目し、その発生要因について検討を行うとともに、河道維持を考える上で必要となる現象を再現する手法について論じたものである。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 藤 田 睦 博  
副 査 教 授 板 倉 忠 興  
副 査 教 授 佐 伯 浩  
副 査 助 教 授 吉 田 静 男

## 学位論文題名

### 沖積地河川の河道維持に関する研究

我国の治水計画は、洪水氾濫防止を主目的とする堤防・護岸の構築を基本として進められてきた。この結果、近年では中小出水による氾濫が激減し、洪水に対して安全な生活・生産の場が増加し流域社会の発展がもたらされた。しかし、生活・生産の場が急速に河川に近づいた結果、いったん氾濫が起これば従来にも増して被害の増大する可能性が顕著になってきた。しかも、洪水の大きなエネルギーを河道内に閉じこめたことにより、河道内災害が頻発する傾向にある。この結果、治水事業において河道維持費の占める割合が増加している。

本論文は、現在治水上重要課題となっている河道災害—とくに河岸浸食と河床洗掘—の軽減を目的としたもので、その発生要因の解析と予測の手法について述べている。本論文は、全8章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の目的、既往の研究および論文の構成と手法を述べている。

第2章は、河岸浸食についてその発生箇所と流れの因果関係の検討を行ない、従来主に偏倚流速と関係つけられていた河岸浸食は、偏倚流速以外にも流れの河岸近傍流速、流速の縦断方向変化率との関係が強いことを実河川のデータを用いて初めて指摘した。さらに、河岸浸食の規模および発生位置が、線形偏倚流速解および2次元浅水流モデルの流速解によって推定できることを示している。

第3章は、河床洗掘について述べている。河床洗掘深が河道湾曲による洗掘と河床に発生する交互砂州の波高との線形和で表現できることを明らかにしている。これらの結果を用いて、従来経験的に決定されていた河川構造物の根入れ深さに関して、これを合理的に求めることのできる算定式を提案している。さらに、実河川のデータから、河道の蛇行と砂州の共鳴現象によると思われる現象が存在していることを示した。実河川において共鳴現象の存在を指摘したのは本研究が初めてである。

第4章は、河道維持に直接関係する交互砂州について論じている。特に、浮遊砂の卓越する中下流部の砂州の発生領域について検討を行っている。浮遊砂がそれほど卓越しない場合には交互砂州の発生を助長し、卓越する場合にはその発生を抑制することを理論的に明らかにしている。また、浮遊砂を考慮した交互砂州の発生領域図の提案をしている。

第5章は、河川上流部で問題となる常流・射流が混在する場合の不等流計算法および河

床変動計算法について論じている。従来、急流河川等の常流・射流の混在する流れにおいて不等流計算を行う場合、流れの特性によって計算の向きを変化させる必要があり非常に煩雑なものとなっていた。流れの状態によって計算の方向を変える必要の無い方法を提案し、水路実験結果との比較を行いその有効性を示している。本手法は、現在、一般化しているが、河床変動を含む常射流混在流れの計算法としては著者のものが最も早い。

第6章は、河道内の樹木群が流れに及ぼす影響について論じている。近年、河川環境が重要視され、この一環として樹木群を含む流れの平面流況計算法の開発を行っている。本章では、まず樹木群内部の水深方向流速分布を摂動法を用いて解析し、水深方向に流速が一様化する現象を説明するとともに実験値との比較を行い解析結果の妥当性を示している。次に、この結果を2次元浅水流モデルに組み込み、樹木群を含む平面2次元流況の計算法を開発している。樹木群を含んだ平面2次元流況計算法は、本研究で初めて可能となった。

第7章は、河道維持上最も重要である洪水時の河床の変化の状況を観測する手法について述べている。札内川および豊平川に発光ダイオードを利用した砂面計を設置して河床の連続的な変化を観測し、洪水初期において河床が急激に洗掘され洪水後期に埋め戻されることを確認した。床止め近傍の洪水中の河床変化を観測した事例は本研究が初めてである。

第8章は、各章の主たる結果をとりまとめたものである。

これを要するに、著者は河道災害について総合的検討を行い、多くの新知見を得るとともに、実務上有用な多くの情報を提供したもので、防災工学および河川工学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。