HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	非定常流量下における小規模河床形態の形成・消失と河床抵抗に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	平井, 康幸
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第6957号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58685
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yasuyuki_Hirai_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　氏名　平井 康幸

審査担当者　主　査　教　授　清水 康行
副　査　教　授　泉 典洋
副　査　教　授　山下 俊彦
副　査　准教授　木村 一郎

学位論文題名

非定常流量下における小規模河床形態の形成・消失と河床抵抗に関する研究
(Study on development and disappearance of micro-scale bed configurations and bed resistance under unsteady flow)

河川の河道は砂や礫から構成され, 流水と砂礫は互いに抵抗を受け合っている. この相互作用により河床には河床形態が形成され, このうち砂堆は水深に比例して波長, 波高が大きくなり河床抵抗への影響が大きい. 砂堆の遷移過程に関してこれまでに数多くの研究が行われてきたが, 流れと河床の条件によって様々な規模の河床波が形成され, その流水抵抗を正確に予測することは未だに容易ではない. とくに流量が大きく変化する非定常流量下では河床形態は複雑な挙動を示し、その変化が正確な流水抵抗の予測を困難にしていた.

また, 日本の河川整備計画の立案に際し, 洪水痕跡などから河道の抵抗を逆算し通常は一定値として扱われている. この値は実績洪水の最大流量付近におけるものであり, 流量規模, 洪水波形, 河道状況などが変化したとき同じ値になるとは限らないため, 河川管理や防災の観点から, 非定常流量である洪水期間中の河床抵抗と洪水位を正確に予測する技術の確立が課題となっている.

本研究は, 非定常流量波形を用いた移動床水理実験により, 小規模河床形態 (砂堆) による河床抵抗の発生と消失機構を検証し, 非定常流量過程で観測される河床遷移現象の支配要因の特定を試みた. また, 実河川の洪水中の河床抵抗を検証し, 河川計画及び河川管理への適用性について検討を行なったものである. 得られた主要な結論を以下に示す.

・準非定常流量波形による砂堆の形成・消失に関する実験的研究

流量変化に対する河床の応答遅れの影響を可能な限り排除した準非定常流量波形を用いて, 砂堆の発生, 遷移及び消失に関する移動床水理実験を実施し, 河床形態と河床抵抗の時間的変化について検証した. 小規模河床形態の遷移はわずかな水理条件の乱れによって発生する現象であり, エネルギー勾配 (水面勾配) が攪乱の支配要因であることを示した. 無次元河床掃流力～無次元有効河床掃流力による小規模河床形態の遷移区分は, 擬似的な等流状態を保った一連の非定常流量過程においても良好に一致することを示した. また, フルード数が小規模河床形態の遷移過程を説明するパラメータとして重要であり, 河床形態が二価性となる領域の存在を示した.

・非定常流量波形による砂堆の形成・消失に関する実験的研究

洪水継続時間や水面勾配の条件を変えた複数の非定常流量波形を用いて, 砂碓の発生, 遷移及び消失に関する移動床水理実験を実施し, 滑らかな非定常流量波形においても小規模河床形態の遷移現象はエネルギー勾配 (水面勾配) が支配要因であることを示した. 河床材料粒径が小さい場合は河床

形態の二価性の有無に関わらず, 遷移現象が明瞭に現れにくいことを示した. 非定常流量過程における履歴効果 (ヒステリシス) は河床形態が二価性となる領域が存在することで観測されるものであり, 洪水継続時間が長く攪乱が少ない場合は二価性が明瞭になり, 流量変化が急激で攪乱が大きい場合は二価性が観測されにくいことを示した.

・実河川における洪水期間中の河床抵抗の時間的変化の検証及び河川計画の課題に関する考察

昭和 56 年 8 月石狩川洪水時の下流部洪水観測 (同時水位観測) データ及び河床波観測データを用いて, 実河川の洪水中の河床抵抗の変化を移動床水理実験の結果と比較検討した. 石狩川では洪水中の小規模河床形態に水理実験のような明確な遷移現象は観測されず, 実河川では平坦床と砂堆が混在していること, 実河川の洪水では流量増加期に水面勾配が増加, 流量減少期に減少し, 洪水中の水面勾配が急激に変化する区間では洪水流量減少期に水面勾配が緩くなり河床波が形成されやすいことを示した. 河床波形状から理論的に推定した河床抵抗は水理観測データから算定した河床抵抗よりも大きく, 実河川においては河道全体にわたって明瞭な河床波が形成されていないことを示した. また, 現在の河道計画におけて河床抵抗 (粗度係数) を一定値として扱っていることの技術的課題について検討し, 実河川においては支川の流入や河道線形による水面勾配の時間変化が河床形態に影響し河川計画の立案に際してはその影響を考慮する必要があることを示した. また, 石狩川の改修前後の粗度係数の推定を行ない, 河道拡幅後には粗度係数が増加して洪水位に影響することを示した.

以上により, 本論文ではこれまで明確にされていなかった河床遷移現象の支配要因がエネルギー勾配 (水面勾配) 及び流速であることを示し, 河床抵抗と洪水位の予測技術の確立に向け寄与することが期待される. また, 現在の河川河道計画上の課題について示したことにより, 河川防災工学上へも寄与することが期待される.

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があるものと認める.