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_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　平井 康幸

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)

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履歴効果 (ヒステリシス) の支配要因の特定を試みるとともに, 実河川の洪水中の河床抵抗を検証し, 実際の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. 論文は全 6 章からなる.

第 1 章は序論であり, 本研究の背景と目的を示し, 小規模河床形態に関する既往の研究をレビューするとともに, 本論文の構成について述べた.

第 2 章では, 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するため, 定常流量の時間を長く取った階段状の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行ない, 河床抵抗の変化と履歴効果 (ヒステリシス) 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. 岸・黒木により示され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, 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し河床形態が二価性となる領域の存在を示した. 無次元河床掃流力と同形式の式であるフルード数は河床の遷移現象と良好に一致し, 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ることを示した. 平坦床見合いフルード数が安定して 0.9 付近を超える場合は河床の二価性を示す領域が存在することを示した.

第 3 章では, 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による砂碓の発生, 遷移及び消失に関する移動床水理実験を行ない, 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) が大きな支配要因であることを示した. 河床材料粒径を小さいものに変更した非定常流量波形による同様の移動床水理実験を行ない河床抵抗の変化について検証し, 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.

第 4 章では, 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) データを用いて, 実河川の洪水中の河床抵抗の変化を第 2 章及び第 3 章の移動床水理実験の結果と比較検討した. 洪水中の河床抵抗の評価から石狩川では洪水中の小規模河床形態に二価性は観測されず, 実河川における平坦床と砂堆の混在が示唆された. 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河口部付近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. また, 現在の河道計画における河床抵抗の扱い (粗度係数) の技術的課題について検討し, 石狩大橋においては, 過去の洪水により河床に小規模河床形態が形成さ

れており, 流量及び河床掃流力の増加とともにフラッシュされ, ピーク流量付近で平坦床側に遷移することを示した. 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慎重な技術的検討が必要であることを示した.

第 5 章では, 昭和 56 年 8 月石狩川洪水時の下流部河床波観測データを用いて, 実河川の洪水中の小規模河床形態による河床抵抗を波形勾配から理論的に推定し, 水理観測データから得られる結果と比較検証した. 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可能性を示した. また, 波形勾配から河床抵抗を理論的に算定する手法には適用限界があり, 実河川規模では適合性が低くなる可能性を示した. また, 石狩川の河床材料粒径の変化による河床抵抗の予測検討を行ない, 現在の河道は幅が広がり河床材料が細粒化しているため, 昭和 56 年 8 月規模の洪水が発生した際は河床掃流力が不足し洪水中の河床が平坦床側に遷移せず危険な状態になる可能性について示した.

第 6 章では、本論文で得られた成果をまとめ, 結論としている.