

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	小林 大祐
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
水路平面形状と透過性抵抗体が跳水・段波機構に与える影響とその数値解析法 (Experimental investigations and numerical models on the influence of channel planforms and permeable resistance on hydraulic jumps and bores)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	内田 龍彦	印
審査委員	教 授	大橋 晶良	印
審査委員	教 授	陸田 秀実	印
審査委員	准教授	日比野 忠史	印
審査委員	准教授	井上 卓也	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、水路平面形状と透過性抵抗体が跳水・段波機構に与える影響を、実験と数値計算を行うことで明らかにしている。</p> <p>第 1 章では、序論として以下の内容を記述している。東日本大震災で発生した津波は、河川を遡上しながら堤防を越流し、氾濫被害を拡大させた。河川遡上津波に対する適切な防災対策のために、これまで河川遡上津波を適切に再現できる数値計算手法の開発、検証がなされてきた。しかし、大きなエネルギー損失系である津波は局所的な水理条件によって形態が大きく変化するため、水路平面形状や樹木などの透過性抵抗体による河道抵抗と津波現象の相互作用は複雑である。このため、津波の河川遡上特性を明らかにするためには、複雑な現象の相互作用を現象ごとに分類し、段波の基本特性として解明することが求められる。各章において、段波と水路形状、段波と透過性抵抗体、跳水と水路形状といった 3 つの視点で跳水段波機構を明らかにする。</p> <p>第 2 章では、各章で使用した数値計算手法の基礎方程式と解法、境界条件について記述している。</p> <p>第 3 章では、直線・急拡・蛇行水路における跳水機構について、以下を示している。直線水路から急拡水路へと水路形状が変化すると、潜り噴流から波状跳水に移行する条件は、急拡部の高い水位が段落ち流れの突入角度の低下によって、跳水の移行限界が変化し波状跳水に移行しやすい結果うい示している。さらに、蛇行水路では潜り噴流に比べ波状跳水の方が、水表面付近に大きな主流速が集中するため、第一種二次流の原因である遠心力が増加し、外岸底面付近に流れが集中することを明らかにしている。</p> <p>第 4 章では、Froude 数(F)による段波形態と水路平面形状の影響について、以下を示している。碎波段波では、高 F 条件では水路蛇行によって縦断的に流体抵抗が増加する。これは、高 F 段波の 3 次元性の強い流速分布において、水路蛇行により主流方向の運動量が底面付近に輸送されるためである。一方、波状段波では、蛇行水路において、無次元幅が</p>			

大きいほど樹断方向の増幅特性が現れることを明らかにしている。そして波状跳水では外岸沿いの波高増幅がほとんどなく、伝播速度の空間分布をもつ蛇行水路における波状段波の特徴であることを明らかにしている。

第5章では、透過性抵抗体を有する水路における段波の伝播特性について、以下を示している。Fが大きい段波であるほど、反射波のエネルギーフラックスが増加し下流に伝わるエネルギーフラックスは小さくなるため、透過性抵抗体を通過した後の波高や波速は減衰することを示している。また、碎破段波であっても低F条件であれば、透過性抵抗体通過後にはソリトン分裂が発達した波状段波へと移行すること、さらに碎破段波から波状段波に移行する条件は、波形勾配の減少であり、跳水における突入角度と対応することを明らかにしている。

第6章では、段波と跳水形態の移行を表す条件や、水路形状による流れ構造への影響に関する跳水・段波機構を統一的な理解として、結論を示している。両者の違いは伝播特性の有無によって、水路の平面形状等の縦断方向変化の影響の違いに現れる。また、跳水・段波形態によって、水路平面形状や抵抗体による影響が異なるため、跳水・段波形態の移行について条件として整理し、解析法のベンチマークとすることが重要である。実際の河川遡上津波は縦断的にFが変化することで、段波形態が変化する。実河川における落差工下流の跳水では、時間的に下流水深や流量が変化することで、跳水形態が変化する。そのため、両者の予測計算には跳水・段波形態の時間的・空間的变化を再現できる実用的な解析法が求められる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。