

主論文審査の要旨

河川の治水安全度を評価する上で、その基本は流れの抵抗則の確立であり、粗度係数の予測精度の向上が重要となる。実河川における流れの抵抗特性は、多種多様な河床波、河床材料、河道形状、河道内の植生群落、更には河川構造物により複雑な相互作用系によって総合的に規定される。そのため、現状では経験的に得られた見かけの粗度係数によって判断され、既知の境界条件から数理的、演繹的に粗度係数を算定することは困難な状況にある。基礎的知見である開水路流れにおける完全粗面乱流の抵抗則は、河床粗度の形状、配列および大きさ、更には流れの条件に依存しており、従来多くの研究によって重要な知見が積み上げられてきた。しかし、最も基本的である単純化された人工粗度モデルとして二次元粗度と三次元粗度に関して抵抗則や流れの内部構造から比較した研究事例は極めて少なく、不明な点が多い。

本研究では、相対粗度が大きく最密充填された球状粗度上の流れを面計測が可能な粒子画像流速測定法を用いて計測し、粗度近傍に安定した規則性の高い上昇流および下降流の存在することを見出している。その結果、Roughness sublayer 内の流れにおいては、平均流および乱れの水平面内における一様性が大きく崩れ、粗度要素の影響が強いことを指摘した。特に、粗度近傍には安定した上昇流および下降流が形成され、主流速と強い相関があり、この相関は粗面乱流の抵抗則、物質輸送および運動量輸送に影響することを指摘した。また、二次元粗度と三次元粗度における完全粗面乱流を比較するために、同一の代表径を有する球状粗度および円柱粗度が規則的に路床に最密充填配列された完全粗面乱流において抵抗特性、粗度近傍の乱流構造および運動量輸送について検討した。その結果、流れの抵抗では円柱粗度に較べて球状粗度の方が明瞭に大きくなることが示された。

さらに、二次元粗度と三次元粗度における流れの抵抗および乱流構造についてより厳密に比較するために粗度として角柱粗度を選びPIVを用いて流れの抵抗および運動量輸送について有用な知見が提供されている。

第1章の序論では、既存の研究との関係を明確にし、本研究の目的および構成を述べている。

第2章では、Raupach等によって定義された粗度の影響が強いRoughness Sublayer内の流れにおいては、平均流および乱れ特性量の一様性が大きく崩れ、粗度要素の影響が強い領域での流れの三次元構造を明らかにした。

第3章では、球状粗度における粗面乱流の抵抗則について考察すると共に、平均流および乱れ特性に与える相対粗度の影響を詳細に検討し、粗面乱流の基本特性を明らかにした。

第4章では、二次元粗度と三次元粗度における完全粗面乱流を比較するために、同一の代表径を有する球状粗度および円柱粗度が規則的に路床に最密充填配列された完全粗面乱流において抵抗特性、粗度近傍の乱流構造および運動量輸送について検討した。その結果、流れの抵抗では円柱粗度に較べて球状粗度の方が明瞭に大きくなることが示された。

第5章では、二次元粗度および三次元粗度における抵抗特性および流れ構造についてより厳密に比較するために粗度として角柱粗度を用いて流れの抵抗およびPIVを用いて運動量輸送について詳述し、粗面乱流の基本特性が明らかにされている。

第6章では、結論として本研究で得られた結果をまとめている。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は、学位論文提出者に対して当該論文の内容及び関連分野全般について試問を行った。その結果、論文提出者は、当該分野及び周辺分野について十分な知識と理解力を有していると判断した。さらに、外国語（英語）による論文作成能力ならびに口頭発表能力もあることを認め、研究者として十分な研究遂行能力を有すると認めた。

また、論文提出者は査読付き論文として①水工学論文集、第54巻 pp. 979-984, 2010.2, ②Proceedings of the 6th International Symposium on Environmental Hydraulics, Athens, Greece, Environmental Hydraulics Vol. 1, pp. 99-104, 2010.6, ③34th IAHR World Congress: Balance and Uncertainty: Water in a Changing World., Brisbane, Australia, pp. 2915-2922, 2011.5, ④CD-ROM Proceedings of 3rd International Symposium on Shallow Flows, Paper No. 4, IAHR, The University of Iowa, Iowa USA, 4-6 June, 2012, ⑤土木学会論文集B1(水工学) Vol. 69, No. 4, 2013.2(掲載決定)に計5編が掲載済みである。上記内容は、環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座の学位審査基準を満足している。

以上の結果に基づき、最終試験は合格と判定した。

主査	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	教授	大本	照憲
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	北園	芳人
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	教授	川越	保徳
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	教授	滝川	清