

氏 名	鈴 木 幸 一
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1014 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	橋脚周辺の局所河床変動に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 中川博次 教授 村本嘉雄 教授 岩佐義朗

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、橋脚周辺における局所洗掘の予測と洗掘軽減法の改良を目的として、局所流と局所洗掘との関係を理論的かつ実験的に研究するとともに、洗掘軽減法の水理学的検討を試みたもので、6章よりなっている。

第1章では緒論として、水中構造物の多様化および河川災害の発生に関連して、構造物周辺における局所河床変動の解明が必要であることを強調し、従来の研究が必ずしも十分でないことを述べるとともに、本研究の内容および方針の概要を説明している。

第2章では、局所洗掘機構の解明に必要な橋脚周辺での局所流の挙動とそれが河床に及ぼす掃流力を評価するための理論的・実験的考察を行っている。すなわち、円柱橋脚を対象とした実験事実にもとづいて、その周辺の流れの場を橋脚にごく近い剝離渦領域とその外側の主流が緩やかに湾曲する二次流領域に分け、前者については、接近流の渦度が橋脚の存在によってその周りに集中するという考えにもとづき、後者については、主流からの摂動流を考えた渦度成分の変化にもとづいて主流・二次流の速度分布を解析し、これらから導かれた橋脚周辺での底面せん断応力の分布特性が実験結果とほぼ一致することを見出している。

第3章では、前章で明らかにされた橋脚周辺での局所流の特性と局所洗掘機構とを結合する現象的モデルを展開し、洗掘過程の定式化を行うとともに、局所洗掘に関する基礎的・系統の実験によってその特性を明らかにし、それにもとづく新しい平衡洗掘深の推定法を提案している。すなわち、河床全体の砂が移動する場合の動的洗掘と洗掘孔に給砂がない場合の静的洗掘では、洗掘形態が著しく相違し、前者では洗掘深は主に橋脚径および砂粒径に支配され、後者ではさらに流速が支配要素として加わることを見出している。また、橋脚前面における渦流の作用に着目し、砂の移動確率と洗掘孔内での砂層の運動を連続的に考慮して洗掘過程を解析した結果、洗掘初期には洗掘深は時間の1乗に比例し、一定時間経過後は1/2乗に比例する特性を示し、実験値との一致も良好であることを確かめている。

第4章では、時間的・空間的に複雑な変化を示す実物での局所河床変動を予測する上で有力な方法の一つである水理模型実験の相似律について考察を行い、綿密な室内実験および現地調査によってその適用性を検討している。まず、流水および流砂の基礎方程式から相似条件を導き、これを局所洗掘現象に拡張して粘性の影響を無視しうる縮尺の限界および粒径を歪ませた場合の洗掘深の縮尺について論じている。つぎにこの一般的考察をふまえて、現在計画中の本四連絡明石大橋の角形断面橋脚を対象として幾何縮尺、水理量、粒径歪み度を広範囲に変えた洗掘実験を行い、洗掘形状と洗掘過程の相似性を確かめた上で、相似条件に含まれる普遍定数を決定し、原型における洗掘深の時間変化を予測している。さらに、大戸川および明石海峡において現地洗掘調査を実施し、室内実験結果との比較考察によって小規模実験によっても原型の洗掘現象を十分再現できることを明らかにしている。

第5章では、従来経験的に扱われてきた橋脚周辺の河床保護工の洗掘軽減効果を水理学的に検討している。まず、洗掘の防止・軽減には、実用上捨石や床固めなど河床の抵抗力の増大をはかる方法がより有効であることを述べ、捨石工の効果を知らるために混合砂河床における円柱周辺部の洗掘特性および砂の粒度変化特性を解析し、実験とのよい一致が見られることを示している。その結果、混合砂では均一砂に比して最終洗掘深が著しく減少し、洗掘孔の粗粒化によって捨石の効果が期待でき、またその効果を定量的に把握できることを明らかにしている。つぎに床固めの合理的な形状・配置に関する実験を行い、効果的な床固めの外径と配置に関する最適条件を求め、床固め設計の指針を与えている。

第6章では、得られた成果を要約して結論としている。

論文審査の結果の要旨

河川や海洋に大規模な水中構造物を建設する場合には、流水による局所洗掘に対する基礎の安定性が十分検討されなければならない。橋脚基礎の洗掘問題に関しては、古くから多くの研究が行われてきたが、流水、流砂および河床形状の間の非定常な相互作用を伴う複雑な現象であるため、経験的にまたごく巨視的にしか洗掘特性が把握されておらず、洗掘防止・軽減法の効果についても合理的な評価を与えるまでには至っていない。

本論文は、現象論的モデルを媒介として砂礫床上における橋脚周辺の洗掘過程を解析し、洗掘特性の予測法を提案するとともに、詳細な室内実験および野外測定によって模型実験の有用性を明らかにし、さらに洗掘軽減法の効果について水理学的検討を加えたものであって、得られた成果の主なものは次のとおりである。

(1) 円柱橋脚周辺の流れの場を剝離渦領域とその外側の二次流領域に分け、それぞれの渦度の変化を考慮した理論解析を行い、流速や底面せん断応力の分布特性が実験値と良好な一致を示すことを確かめ局所洗掘を支配する掃流力の評価を行った。

(2) 河床全体の砂が移動する場合の動的洗掘と橋脚周辺の砂移動のみが見られる静的洗掘では、洗掘特性が著しく異なり、前者での平衡洗掘深は主に橋脚径と砂粒径に支配され、後者ではさらに流速が支配要素として加わることを詳細な実験によって見出している。また、それにもとづいて従来の洗掘深の推定式の適用範囲を明らかにするとともに、静的・動的洗掘に対する平衡洗掘深の推定法を提案した。

(3) 円柱橋脚前面における渦の作用および洗掘孔内の砂粒の運動に着目して洗掘過程を定式化し、解析を行った結果、静的洗掘での洗掘深は初期には時間の1乗、一定時間経過後は $1/2$ 乗に比例して増加することを示し、実験結果と良好に一致することを明らかにして、洗掘機構のモデル化に有益な示唆を与えている。

(4) 実物での複雑な局所河床変動特性を予測する上で有効な手法の一つである模型実験の相似律を検討し、系統的に縮率を変化させた洗掘実験によってその適用性を確かめるとともに、現地観測を行い、室内実験との比較考察によって小規模模型によっても原型の洗掘深の時間変化を予測できることを明らかにした。

(5) 混合砂礫床上の局所洗掘に伴う粗粒化機構に関する解析的・実験的検討を行い、混合砂では均一砂に比べ平衡洗掘深が極度に減少することを示し、また洗掘軽減法としての捨石工の効果を定量的に評価できることを明らかにした。さらに床固め工の機能を実験的に考察し、効果的な床固めの寸法とその配置に関する最適な条件を求め、床固め工設計の指針を示した。

以上要するに、本論文は橋脚周辺部における局所洗掘特性の予測法を提案するとともに、洗掘の防止軽減法に関する多くの有益な知見を得たものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。