

氏名	澤井健二
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第538号
学位授与の日付	昭和53年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科土木工学専攻
学位論文題目	粘着性流路床の変動機構に関する土砂水理学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 芦田和男 教授 村本嘉雄 教授 中川博次

論文内容の要旨

本論文は、粘着性流路床の変動機構について、土砂水理学的な観点から研究した結果をまとめたものであって、緒論、5章および結論からなっている。緒論では本研究の目的について述べている。第1章では、次章以下の展開の基礎として、最も単純な流れである2次元等流下での粘着性流路床の侵食機構に着目し、粘土分を含有する砂れき床の侵食速度、侵食形態および流砂量について、モデル化を行い、理論的考察を展開している。これらの結果は砂とベントナイトの混合河床の侵食実験により実証されている。

第2章は、粘着性流路の横断面形状とその変動に関する理論的・実験的研究をまとめたものである。まず、流路変動の解析を行う基礎として、任意横断面内の掃流力分布算定モデルを提案している。すなわち、等流における流路横断面内の掃流力分布は、等流速線にたてた直截線にはさまれる部分の面積をその潤辺長で微分することによって得られるが、その直截線を壁面にたてた法線で近似することによって、新しい掃流力分布算定式を導いている。この式には、壁面の曲率が含まれており、上に凸の部分では掃流力が集中し、凹の部分では分散することが定量的に表されている。ついで、このモデルに基づいて、底面凹凸の発達・減衰と平衡断面の形成過程に関する理論を展開している。さらに、これらの理論結果は実験により検討され、細部にわたってはさらに検討を要する点も残されているが、基本的には妥当であることが実証されている。

第3章では、急勾配粘着性流路の3次元の変動過程に着目し、おもに実験的な考察を行っている。まず、複雑な流路形状とその上の流れの形状を能率的に測定するために、新しい方式のポイントゲージを開発し、3次元の変動過程の追跡を容易にした。

急勾配粘着性流路においては、条件によって著しい階段状の縦断形状や穿入蛇行が発達することが明らかにされている。一方、線形安定解析を行い、縦断方向の攪乱が発達することを導いて、階段状縦断形状の形成についての理論的説明を与えている。また、実験の結果に基づいて、流路形状に関するいく

つかの関係式が求められているが、十分な解析は今後に残されている。

第4章では、裸地斜面など、面的な広がりを持つ場における、流路網の形成過程について、実験的ならびに理論的考察を行っている。すなわち、上流端からの給水による実験によって、Sheet flow がいったん多数のリルに分裂して網状流を形成したのち、それらの間に淘汰がおり、流路本数は時間経過ならびに流下距離に伴って減少すること、その流路間隔を支配するものは、蛇行振幅に代表される個々の流路の変動特性であることが明らかにされている。また、水みち面積率に着目して実験結果が整理されており、それが把握できれば、流出土砂量が水理学的に算定できることが示されている。

水みち面積率は個々の流路幅とそれらの間隔との比として求まるが、流路網の形成がきわめて不規則な状態であることから、確率的シミュレーションを行っている。このシミュレーションは、単なる流路網のパターンの模擬にとどまらず、水理学的な観点からその形状過程を模擬したものであり、流路配列のほか、流路形状、流出土砂量などの時間的、空間的変化が同時に追跡できるものである。

第5章では、本研究の実際問題への適用例として、斜面侵食による土砂流出を取り上げ、現地調査の結果から、斜面上の流路の配列や流路の形状に関して、前章までの屋内実験との類似性を確認した上で、降雨資料に基づく斜面侵食量の予測法について言及している。

結論では、本論の研究成果の要約を行っている。

論文審査の結果の要旨

流水と土砂との介在した現象を取り扱う土砂水理学の分野では、従来主として非粘着性の砂れき床を対象とした研究が行われているが、自然界の斜面には通常いくつかの粘着性材料が含まれており、斜面侵食や土砂の生産流出過程を考察する上では、粘着性流路床を対象とした研究がきわめて重要である。本論文は、こうした背景に立って、粘着性流路床の変動機構を土砂水理学的に究明した結果をまとめたものであって、主な成果は次の通りである。

1) 粘着性流路床の侵食形態、侵食速度および流砂量に関して、詳細な実験と理論的考察を行い、砂れき床の場合といちじるしく異なる特性があることを明らかにするとともに、その解析法を提案した。すなわち、砂れき床の変動解析においては、流砂量を掃流力に対応させ、その流下方向の変化率として侵食速度が求められているのに対して、粘着性流路床では、粘土の侵食速度が掃流力に対応し、流路床の侵食は砂れき周囲の粘土のはく離とそれに続く砂れきの移動過程とからなるという考え方に基づいて解析し、その侵食特性の説明に成功した。

2) 流路横断面の変形過程を追跡する上で基礎となる等流下での任意横断面内の掃流力分布について考察を加え、流路境界面の曲率を導入した新しい算定式を導き、凸部における掃流力の集中と凹部における遮蔽効果の定量的な評価を可能にした。

3) 上記の掃流力分布の算定式と粘着流路床の侵食特性とを用いて、底面凹凸の発達・減衰の条件や変形速度、任意横断面の変形過程と平衡横断面形状の形成などについて解析的な検討を加え、多くの知見を得た。とくに、応面凹凸のうち、波長 L と平均水深 H との比 L/H が5より大きいものは発達して流れを分裂させることを明らかにしたことは、リルの形成を理論的に説明したものと注目される。

4) 急勾配粘着性流路の縦断および平面形状に関して、三次元的な位置測定を能率的に行いうる計器を開発して詳細な実験を行い、条件によって著しい階段状の縦断形状や穿入蛇行が発達することを明らかにした。また、卓越蛇行波長と階段状縦断形状の形成条件に関しては線形安定解析の手法によって、理論的説明を与えた。

5) 面的な広がりを持つ場における流路網の形成過程に関して実験的な検討を加え、Sheet flow からリルへの分裂とリルの淘汰・集中過程ならびに、それらの時間的・空間的変動特性を明らかにした。ついで、こうした流路網の形成はきわめて不規則な現象であることから、確率的シミュレーションの手法を用いて考察を行っている。従来のシミュレーションの多くは流路網のパターンの模擬にとどまっているのに対して、著者のものは、水理学的な観点から流路網の時間的、空間的変化の追跡を可能にしたところに特徴があって、流路配列、流路形状、流出土砂量など種々の側面において実際現象と比較的よい対応が得られている。

6) 本研究の実際問題への適用例として、宅造地裸地斜面からの土砂流出の問題を取り上げ、現地斜面上に形成されている流路の配列や流路形状に関して実験結果との類似性を確認するとともに降雨資料に基づく斜面侵食量の予測法について考察した。

以上要するに本論文は、粘着性流路床の変動機構を土砂水理学的に論じ、数多くの知見を与えたものであって、学術上、実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。