

山地における安定的河道での河床変動計算手法

国際航業株式会社 ○宮田直樹 久保毅

立命館大学理工学部 里深好文

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 神野忠広 長谷川達也 石田哲也

1. はじめに

山地溪流では、特に大きなイベントのない平年の降雨・流量の条件では、溪床部の河床変動はほとんど生じていない場合が多い。これは、河床部に存在する礫がアーマコートを形成し、その礫が比較的大きなものであるため容易に動かず、場合によってはステップ&プールが形成されているような状況（安定的河道）となっているためである。

このような溪流での土砂移動を河床変動計算で再現しようとした場合、河床礫が大きく移動してしまう計算結果となることが多い。本報は、このような実現象との不整合を解消するために、安定的河道の河床変動計算を実施する場合の計算手法（初期河床条件の設定手法等）について提案を行うものである。なお、本報では、信濃川上流域の支川流域をモデル流域として、各種試算を行った。モデル流域の概要は下表のとおりである。

表 1. 検討対象流域の概要

流域面積	平均河床勾配	平均川幅	検討対象期間(1年間)の河床変動実績
27.1km ²	1/12	10m	1m以内の侵食・堆積 (平年的な状況)

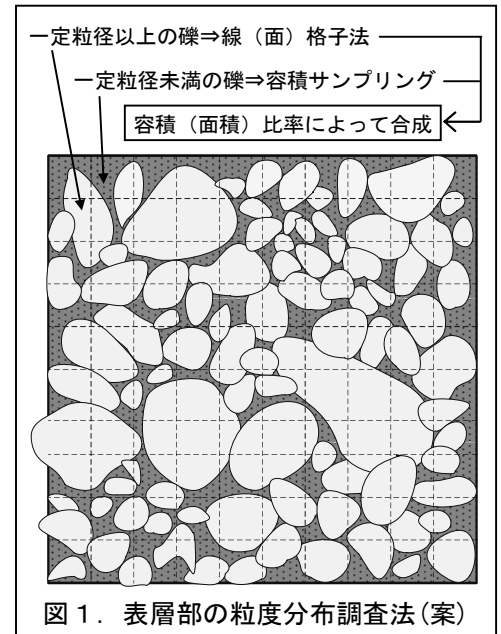


図 1. 表層部の粒度分布調査法(案)

2. 初期河床の粒度分布の取り扱い

山地溪流における主な粒度分布の調査手法としては、参考文献 2)～4) に示される手法が挙げられる。これらは、細粒分～巨石まで、幅広い粒度分布を把握することを考慮した手法であり、山地溪流において河床変動計算を実施する場合、これら手法で把握された適切な粒度分布を用いる必要がある。

また、山地溪流の溪床部はアーマコートが生じ、表層部とその下層部では粒度分布が大きく異なっているケースが多いが、前述の参考文献 2)～4) の手法は、表層（アーマコート）を取り除き、その下層にある河床堆積土砂の粒度分布を把握する手法である。

表層部は、混合粒径モデルによって河床変動計算を行う場合、「交換層」として取り扱われ、その粒度分布が計算結果に大きく影響する場合があるため、アーマコートを適切に評価できる手法が望ましい。その手法として、面格子法¹⁾や線格子法¹⁾などがある。これらの手法は数 cm 程度以上の粒度分布を調査するには効果的だが、アーマコートした河床においても、部分的に細粒分が露出している場合が多く、このような場合の粒径調査手法としては適切でない。

そこで、表層部の粒径調査手法として、図 1 に示した手法を考えた。これは、周辺の粒度分布を代表する区域を選定し、その区域を写真撮影し、一定粒径以下について容積サンプリング、一定粒径以上について面格子法あるいは線格子法の結果を用い、これらを容積比率によって合成するものである。「一定粒径」は、JIS A 1102 及び JIS A 1204 に示されているふるい分けの対象上限である 100mm 程度が適切である。

上記に基づき、粒度分布の設定条件を変えた下記 2 ケースについ

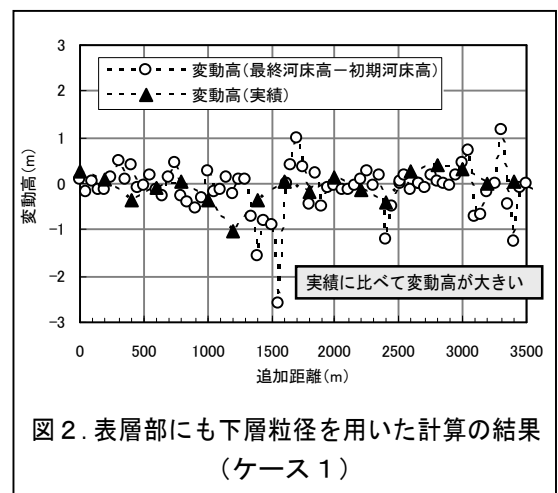


図 2. 表層部にも下層粒径を用いた計算の結果
(ケース 1)

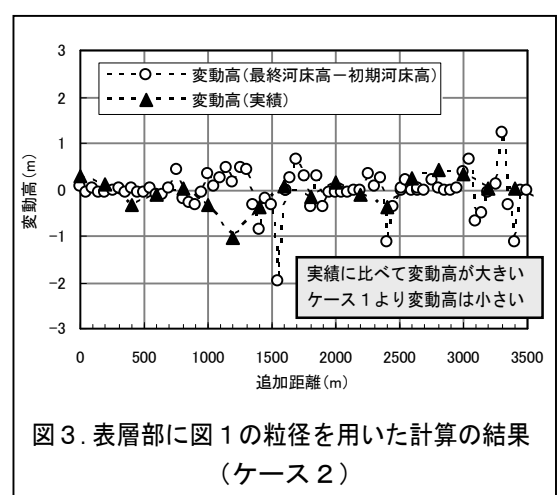


図 3. 表層部に図 1 の粒径を用いた計算の結果
(ケース 2)

て、モデル流域における河床変動計算を行った。

ケース 1：交換層についても、下層と同様の粒径を用いた計算
(参考文献 4 の手法を用いた調査結果)
ケース 2：交換層について、図 1 の粒径を用いた計算
※両ケースとも、計算区間において 2 地点の粒度分布を代表させた。
(0～1700m→100m 地点、1750～3500m→2900m 地点の粒度分布を適用)

計算結果を図 2 および図 3 に示した。同図より、モデル流域においては、実績では 1m 以内の侵食・堆積が見られる程度であるのに対して、両ケースとも計算では顕著な河床低下 (2m) が生じる結果となった。また、ケース 1 と大きな違いは出なかったが、アーマコートの表現により、ケース 2 の方が計算による変動高はやや小さく、実績に近い結果となった。

3. 安定的河道の粒度分布の初期条件設定手法

前項の試算結果では、交換層にアーマコートを表現した条件下 (ケース 2) においても、実績の河床変動よりも大きな変動が生じる結果となった。

そこで、ケース 3 として、平年的な降雨状況であった 1 年間の流量時系列を用いて、準備計算を行い、その計算結果である粒度分布を初期条件として河床変動計算を行った。(このとき、準備計算における初期河床の粒度分布は、ケース 2 で用いたものと同様とした。)

準備計算時の表層の粒度分布の変化を図 4 に、ケース 3 の計算結果を図 5 に示した。図 4 は、任意地点 (1400m 地点) における表層の粒度分布の変化を示したものであるが、初期状態に比べて粗粒化している状況が確認できる。さらに、図 5 より、準備計算により初期河床条件を設定した場合、計算による変動高は概ね 1m 以内におさまっており、ケース 1 およびケース 2 に比べて実績に近い結果となった。これは、準備計算により、局所的な勾配や川幅等が反映され、表層の粒度分布がより実態に近い状態で設定されたためと考えられる。

4. まとめ

本報は、アーマコートにより比較的安定した山地溪流において、土砂移動を河床変動計算により予測する際の留意点とその対処法について検討を行ったものである。検討では、表層部の粒度分布の適切な調査法を提案するとともに、実際の計算 (本計算) の前に準備計算を行い、その結果である河床の粒度分布を本計算の初期条件にすることで、実際の河床変動に近い結果が得られることを示した。

この手法によると、準備計算後の河床の粒度分布と、現地での調査結果による粒度分布とで差が生じるようになるため、今後は、現地調査により準備計算後の粒度分布と同じ性格の粒度分布を得られるような手法の開発が望まれる。また、ケース 3 の結果より、点情報として与えた粒度分布 (本検討では 2 地点の粒度分布を全区間に適用) が必ずしも計算区間を代表する粒度分布となっていないことが示唆された。そのため、今後は、点情報である粒度分布を計算区間に反映する方法等についてもさらなる検討が必要である。

なお、急勾配で巨礫によるステップ&プールが形成されているような領域で河床変動計算を行う場合、相対水深により局所的に水面勾配を調整する参考文献 5) の手法を取り入れることも解決策となる場合がある。

また、今回の内容に関連する課題としては、①適切で簡便な粒度分布調査手法の開発、②交換層厚さの設定法等が挙げられ、これらについても検討を進めていきたい。

【参考文献・資料】

- 1) 改定新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編, 292-293pp
- 2) 北陸地方整備局 地質調査共通仕様書 平成 20 年 4 月, 第 1203 条
- 3) 応用地学ノート 武田裕幸、今村遼平 編 共立出版株式会社, 1996
- 4) 「山地流域における土砂生産予測手法の研究」調査・解析の手引き(案)-調査・観測編- 平成 16 年 12 月, 51-55pp
- 5) 土砂流出現象と土砂害対策 高橋 保 近未来社, 2006 296-297pp
- 6) 平成 19 年度 梓川下流域土砂動態実態調査業務委託 報告書 (株)建設技術研究所 第 5 章

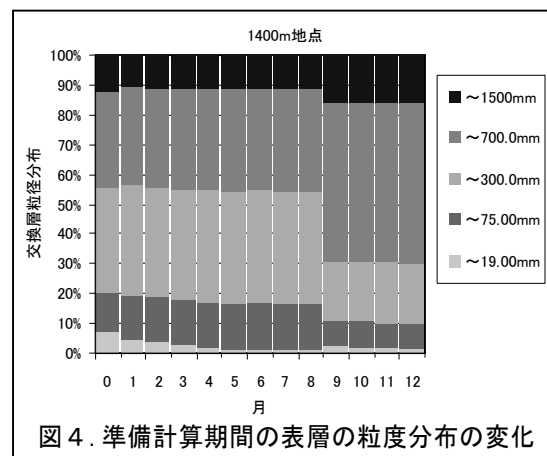


図 4. 準備計算期間の表層の粒度分布の変化

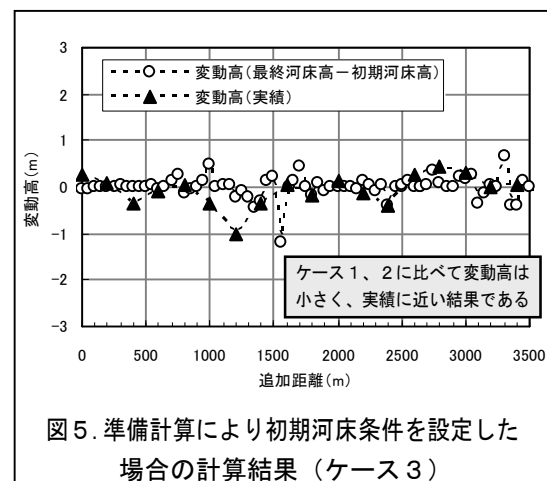


図 5. 準備計算により初期河床条件を設定した場合の計算結果 (ケース 3)