技術ノート

遊砂地計画の検討における数値計算の活用について

天野 祐一朗（あまの ゆういちろう）
（一財）砂防・地すべり技術センター
砂防部 技師

1. はじめに

宮城県丸森町に位置する一級河川阿武隈川水系内川流域では、令和元年東日本台風により、土砂・洪水氾濫が発生し、甚大な被害が生じました。内川流域ではこの災害を契機に宮城南部復興事務所が設置され、国直轄による災害対応を実施しており、直轄特定緊急砂防事業において三基の遊砂地工（内川遊砂地、五福谷川遊砂地、新川遊砂地）が計画されています（**図-1**）。

一般的に遊砂地工は、計画規模の土砂流入時に確実に施設効果が発揮されるよう、平時の維持管理が不可欠です。内川流域に計画されている遊砂地工では、これまでの技術検討会を受けて、維持管理や河川環境を考慮し、低水路を設置する等の工夫がなされており、その上で維持管理計画を検討することとなりました。そこで、高確率規模時の出水（以降、「平常時の出水」という。）の後に計画規模相当の出水が発生しても遊砂地周辺や下流河川区間において土砂・洪水氾濫が発生しない遊砂地内の土砂堆砂状態を、数値計算を用いて検討し、除石管理基準を提案しました。

本稿ではその検討事例を紹介します。

2. 除石管理基準の検討手順

本検討では、以下の手順で各遊砂地の除石管理基準を設定しました。次節からこの手順に沿って検討した事例を紹介します。

①平常時の遊砂地への流入土砂量を設定する。
②平常時の出水における遊砂地周辺の土砂堆積状況を二次元河床変動計算で確認する。

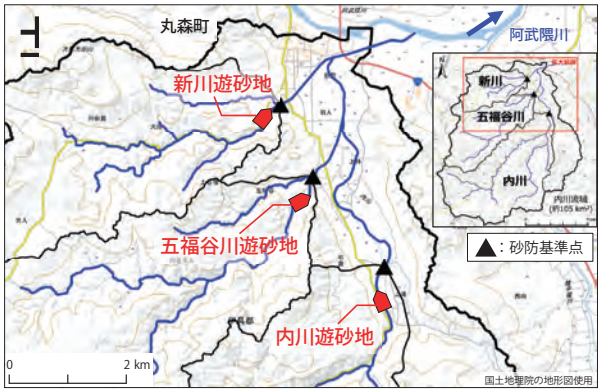

図-1　遊砂地の計画位置図

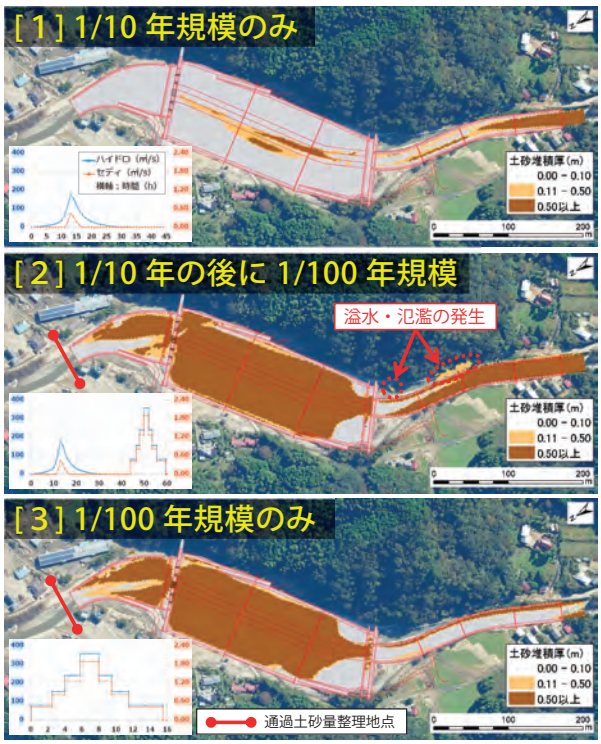

図-2　二次元河床変動計算結果（五福谷川遊砂地の例）

③②の状態で計画確率規模（1/100年規模）の出水が発生した場合の影響を二次元河床変動計算及び一次元河床変動計算で確認する。
④計画規模の出水時に影響がない遊砂地の堆砂条件を除石管理基準として設定する。

3. 平常時の遊砂地への流入土砂量の設定

1/2、1/3、1/5、1/10、1/20、1/30年規模のハイドログラフを作成し、単断面の流砂量計算（ATM式）によって、各確率規模の出水時の流砂量を算出しました。なお、粒度分布は、五福谷川遊砂地施工地点における令和2年度の河床材料調査結果を用いました。

4. 平常時の出水における土砂堆積形状の確認

3. で算出したハイドログラフを用い、二次元河床変動計算で平常時の出水による遊砂地の土砂堆積状況を検討しました（**図-2**［1］）。平常時の出水によって、各遊砂地の低水路で部分的に埋塞が確認されたことから、低水路機能の維持を図るため、ある程度の土砂堆積が低水

路内に確認された段階で除石を行う必要があると考えます。

5. 計画規模出水時の施設効果の検討

平常時の出水後の土砂が堆積している状態で、計画規模（1/100年規模）の出水が発生した場合の影響を検討しました。

五福谷川遊砂地の事例では、1/10年規模の出水後に1/100年規模の出水が発生すると遊砂地上流の渓流保全工区間で溢水が発生することが確認されました（**図-2**[2]）。なお1/100年規模のみの検討では溢水が発生しないことが確認されています（**図-2**[3]）。新川遊砂地においても、五福谷川遊砂地と同様の現象が確認されました。

また、遊砂地下流の河川区間への土砂流出の影響評価は、遊砂地下流への流出土砂量を時系列に整理し（例えば**図-2**に赤線で示した地点で流出土砂量を集計）、一次元河床変動計算で検討しました。その結果、内川遊砂地のみ1/2年規模の出水後の1/100年規模の出水により、下流の河川区間内で水位が堤防高を超え、土砂・洪水氾濫が発生する可能性があることが確認されました。

6. 除石管理基準の設定

（1）五福谷川遊砂地・新川遊砂地

五福谷川遊砂地及び新川遊砂地では、5. に示した通り、1/10年規模の出水後に計画規模の出水が発生した場合、渓流保全工区間から溢水する可能性があるため、1/10年規模の出水後に、速やかに除石を行う必要があると考えられます。

（2）内川遊砂地

内川遊砂地では、下流域の河川区間において、**表-1**に示すとおり、1/2年規模以上の出水後に1/100年規模の出水が発生した場合、評価区間の4.3km地点において越流が確認されました（**図-3**）。このことは、内川遊砂地は毎年除石管理を行う必要があることを示唆していますが、除石に係る費用等を勘案すると、現実的な計画とは言えません。**表-1**及び**図-4**に示すとおり、1/10年規模未満の越流氾濫箇所は4.3km地点の1断面のみであり、堤内地盤高との比高や氾濫域が水田として利用されていることを踏まえると、被害は小規模なものに留まると考えられます。しかし、1/10年規模より大きな出水後の検討では、4.2kmと4.3km地点の2断面で越流が発生しており、被害が甚大になることが考えられます。このことから、今回の検討では1/10年規模の出水後に除石を行うことを提案しました。

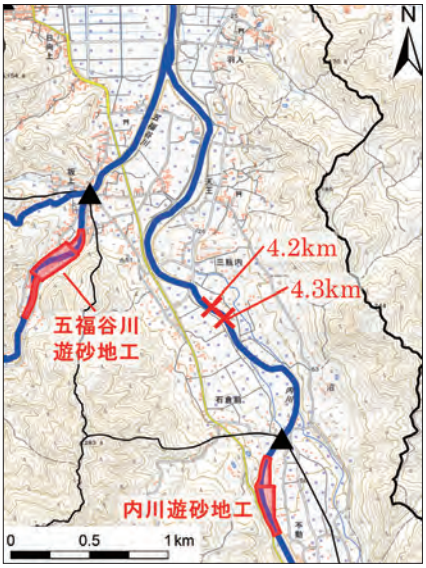

図-3　内川の4.2km、4.3km地点の位置図

距離標（KP.km）		4.2km	4.3km	備考
堤防高（m）		5.513	5.349	
堤防天端高との水深の差（m）	1/100のみ	−0.109	−0.007	
	1/2＋1/100	−0.086	+0.009	
	1/3＋1/100	−0.069	+0.039	
	1/5＋1/100	−0.036	+0.099	
	1/10＋1/100	−0.009	+0.146	図−4参照
	1/20＋1/100	+0.044	+0.224	

※マイナス値：越流無し、プラス値：越流有り

4.2kmと4.3kmの2地点で越流

4.3km地点のみ越流

表-1　内川の4.2、4.3km地点の計算水深と堤防高の比較

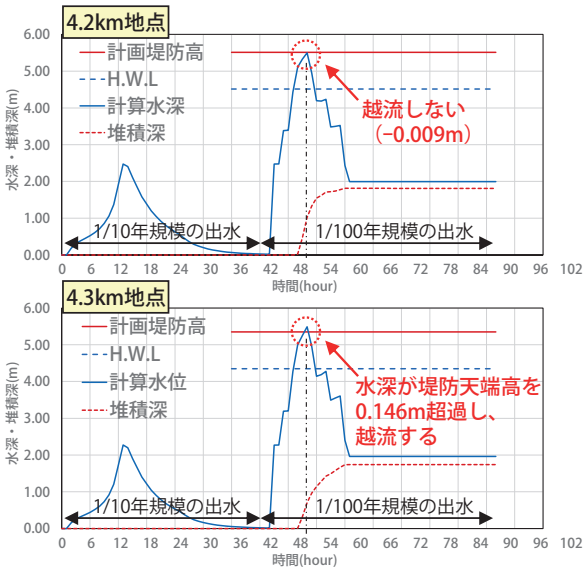

図-4　1/10年規模＋1/100年確率規模における一次元河床変動計算の時系列整理結果

（3）除石管理基準の設定

３基の遊砂地において、発生形態は異なりますが、1/10年規模の出水後の堆砂状態で、土砂・洪水氾濫が発生する可能性があることが数値計算により明らかになりました。このことから、遊砂地内の堆積土砂量をモニタリングし、1/10年規模の出水後と同等量の土砂堆積量になると推定される段階で除石を実施することを提案

図-5　1/10年規模の出水後の堆砂状況

しました。提案した除石管理基準を**表-2**に、各遊砂地の1/10年規模の出水後の堆砂状況を**図-5**に示します。

なお今回提案した除籍管理基準は、最新のモニタリング結果を踏まえた見直しを継続して実施しています。

7. おわりに

本報告では、数値計算を用いて計画規模の出水以前の遊砂地内の土砂堆積状況が計画規模の出水時に与える影響を検討することで、除石管理基準を設定する手法を提案しました。しかし、数値計算による遊砂地の堆積状況は、粒度分布や流出波形等の条件により、大きく変化すると考えられます。前項でも記したとおり、本報告で提案した除石管理基準はあくまでひとつの案であり、今後のモニタリングを踏まえ、現地の状況に合わせて随時見直しを図ることが重要であると考えています。また、遊砂地工本体ではなく、上流の渓流保全工区間を除石する等、ライフサイクルコスト（運用面）も考慮した実現性のある除石管理計画を検討していく必要があると考えます。

最後に本稿を執筆するにあたり、国土交通省東北地方整備局宮城南部復興事務所には、事業に関する貴重なデータを使用させていただきましたので、ここに記して御礼を申し上げます。

参考文献

1）「河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）」（平成28年3月、国土交通省）

2）花田ら（2022）：河床変動計算を用いた遊砂地工の効果評価，令和4年度砂防学会研究発表会概要集，pp.287-288

表-2　遊砂地の除石管理基準

	新川遊砂地	五福谷川遊砂地	内川遊砂地
1次基準 （低水路の土砂堆積）	低水路の機能維持を図るため、低水路の機能が阻害されていることが確認された段階で除石を行う。 概ね低水路の1/3以上の区間に土砂が堆積している状態。		
2次基準 （遊砂地内の土砂堆積）	一定規模の土砂流入により渓流保全工や遊砂地内に2,500m³程度の土砂堆積が確認される段階で緊急除石を行う。 概ね1/10年規模の出水後の状態に相当する。	一定規模の土砂流入により渓流保全工や遊砂地内に6,000m³程度の土砂堆積が確認される段階で緊急除石を行う。 概ね1/10年規模の出水後の状態に相当する。	一定規模の土砂流入により遊砂地内に15,000m³程度の土砂堆積が確認される段階で緊急除石を行う。 概ね1/10年規模の出水後の状態に相当する。