

地域の不安解消と合意形成に向けて ～水理模型実験を活用した施設整備効果 の可視化～

中村 大晏¹・中嶋 邦博²・松本 直樹²

¹湯沢砂防事務所 調査課 (〒949-6102 新潟県南魚沼郡湯沢町大字神立23)

²湯沢砂防事務所 (〒949-6102 新潟県南魚沼郡湯沢町大字神立23)

信濃川水系清津川小出地区では、令和元年10月の台風第19号による出水により護岸が被災した。平成26年度から地区の住民と意見交換し検討してきた「清津峡溪流保全工計画」に関して、当出水後に改めて地域住民と意見交換した結果を踏まえ、計画施設の整備効果を検証するとともに、地域の不安解消と合意形成に向けて水理模型実験を実施し、整備効果の可視化を図ることとした。本稿では、実験結果から得られた適切な施設配置・設計の考え方や地元住民向け模型実験見学会及び地元説明会について報告する。

キーワード 砂防施設配置計画検討、水理模型実験、地域住民見学会、合意形成、施設整備効果の可視化

1. はじめに

清津川は一級河川信濃川の支川であり、流域面積309km²、流路延長44km²、平均河床勾配約1/32の急流河川である。その源は新潟県・群馬県の2,000m級の山々（佐武流山、上ノ間山、稲包山、三国山）に発し、北流して支川を集め、十日町市（旧中里村）で信濃川に合流する。（図-1）清津川流域は、昭和56年8月に既往最大日雨量214mmを観測し、流域内各所で土砂崩落が発生し、土砂が多量に生産された。近年では、平成25年9月の台風第18号や令和元年10月の台風第19号の豪雨により多量の土砂が新たに生産され、流域内に堆積している。このため、流域内に堆積した土砂を安全に下流に流下させることを目的に清津川の下流地域に当たる十日町市小出地区などにおいて溪流保全工を計画してきた。本論文では、施設配置計画や諸元設定に資する情報の取得、計画施設の整備効果の可視化のために水理模型実験を行うと共に、地元住民向けの見学会及び説明会の開催について報告する。

2. 清津峡溪流保全工計画について

清津峡溪流保全工計画は、平成26年度から地区の住民と意見交換会を実施し、川づくりに関する要望や整備イメージに関する意見を集約している。意見交換会での意見を踏まえて平成28年度～令和3年度に報告会を実施し、整備方針、事業計画、設計について説明している。令和3年の報告会では、計画施設として日本三大溪谷の



図1 清津川流域 事業対象箇所位置図

清津峡トンネルへのアクセス路である県道清津公園線の万年橋の上下流に延長900mの溪流保全工及び約300m上流に透過型砂防堰堤(高さ10m)を提案した（図2）。住民からは、「令和元年台風第19号と同規模の出水が発生した場合、計画施設で解消されるのか」「計画にある緩傾斜護岸箇所で越水するのではないのか」といった不安の声や、「砂防堰堤の計画地上流に土砂が堆積し、清津峡等へ影響するのではないのか」といった懸念する声が挙がった。そのため、計画施設の整備効果を検証すると共に、地域の不安解消と合意形成に向けて水理模型実験を行うこととした。

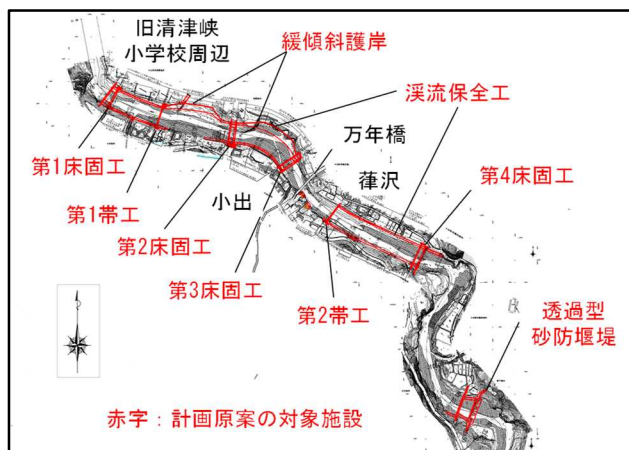


図2 計画原案の施設配置計画（平面図）

3. 実験条件

(1) 模型製作条件

清津峡溪流保全工計画での洪水状況等を確認するため、次の条件で模型を製作した。

- ①模型縮尺：1/80
- ②模型製作範囲：角間地区～清津峡小出温泉までの河道延長約2,750m
- ③河床状況：最新のLP及びDM等データを反映させた。

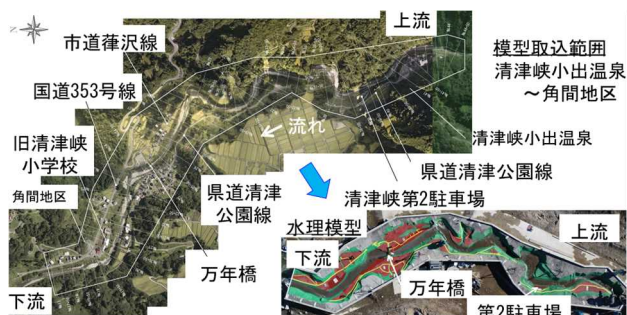


図3 模型取り込み範囲と製作した水理模型

(2) 洪水波形

実験に使用する洪水波形は、計画洪水波形、令和元年10月出水想定2種類とした。水理模型実験で使用した洪水波形を図4に示す。

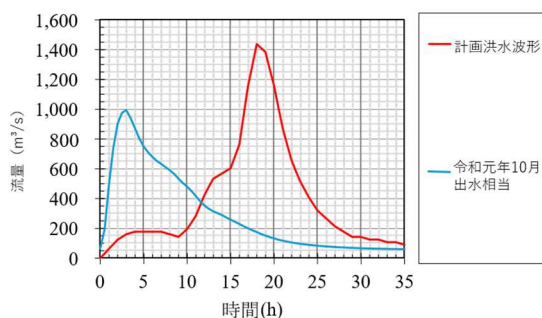


図4 実験で用いた洪水波形

(3) 実験砂及び供給土砂量

実験砂は模型の縮尺条件下で流下する土砂の再現性に留意し、現地調査で計測した粒度分布を基本として模型縮尺1/80に縮小した土砂を使用した。模型上の最小粒径は0.1mmとし、掃流現象を対象として実験を行った。

また、供給土砂量は、対象とする流量や河床勾配から算出される流砂量と、それに加え河床からの生産土砂量を控除した流砂量の2パターン設定した。

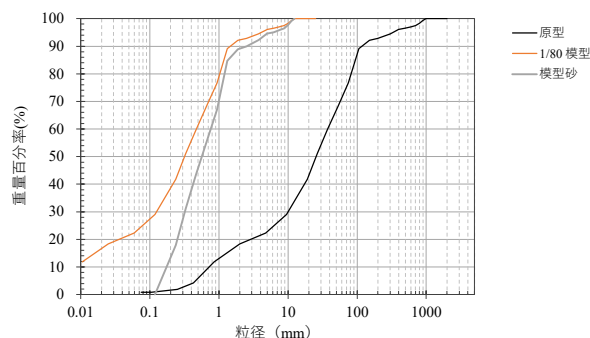


図5 粒度分布

(4) 実験ケース

実験ケースは、現況及び施設配置を含めたケースとし、学識者からの助言も参考に設定した。（表1）

表1 実験ケース

Case	対象流量	施設配置	実験内容
1	令和元年10月出水	現況	現況河道での課題等を確認
2	計画洪水波形		
3	令和元年10月出水	計画原案の堰堤と溪流保全工の組み合わせ	計画原案の効果検証
4	計画洪水波形		
5	令和元年10月出水	計画原案からの見直し後の施設配置	最終案の効果検証
6	計画洪水波形		

4. 実験結果解析

(1) 現況の実験：Case1, Case2

現況河道での課題を確認するため、現況河道での実験を行った。計画洪水波形では4箇所（第2駐車場、葎沢地区、小出地区、旧清津峡小学校）で氾濫が確認された（図6）。令和元年10月出水を想定とした実験では2箇所（葎沢地区、小出地区）で氾濫が確認された。

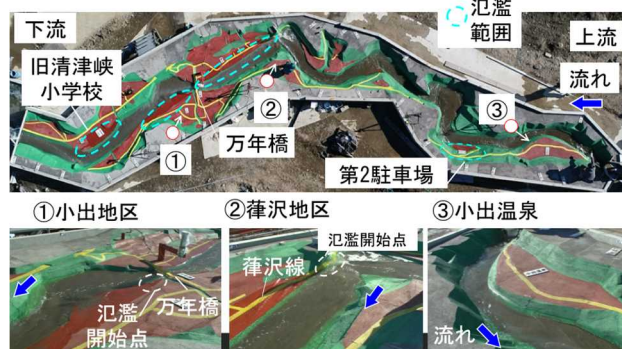


図6 現況実験の流況（計画洪水波形）

(2) 計画原案の実験：Case3, Case4

過年度に計画された施設（透過型砂防堰堤，溪流保全工）を配置した実験を行った。計画施設を配置したため、現況河道と比較して、氾濫範囲は大幅に減少したが、計画洪水波形において4箇所(小出地区，葎沢地区，第2駐車場，旧清津峡小学校)で氾濫が確認された（図7）。

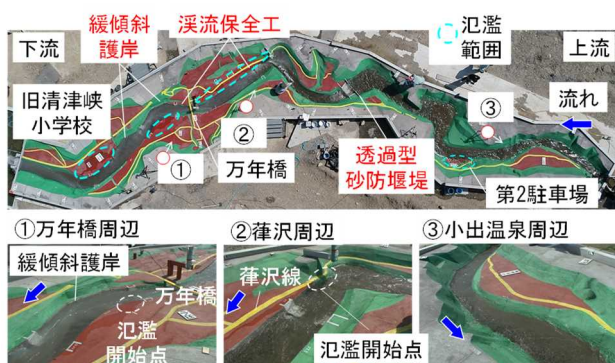


図7 計画施設を配置した実験の流況（計画洪水波形）

(3) 氾濫の原因分析

氾濫発生 の主な原因を以下に示す。

① 溪流保全工区間の河床上昇

図8に計画施設を配置した場合の実験前後の河床の差分図を示す。溪流保全工区間では実験後の河床位が上昇していることがわかる。これにより、河道の通水断面積が減少し、氾濫が発生したものと考えられる。万年橋下流側は、緩傾斜護岸が配置されており、河道平面形状が拡幅するため、土砂が堆積しやすい状況であった。

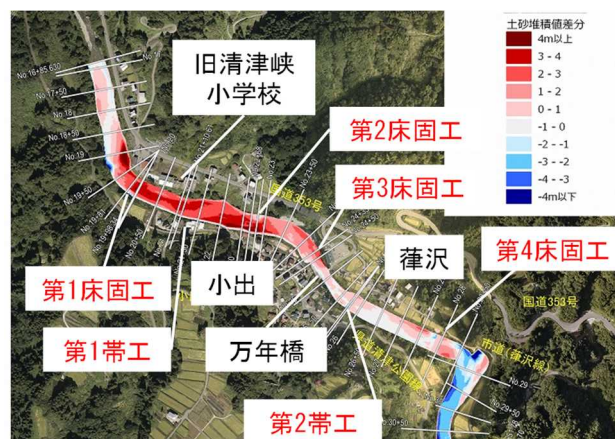


図8 溪流保全工周辺の実験前後の河床差分図（計画洪水波形）

② 流れの向き

葎沢地区の上流側は、直角に曲がる河道平面形状を呈している。そのため、葎沢地区の上流部は、水衝部に該当し、流水が市道葎沢線を乗り越えることにより氾濫する。また、万年橋下流左岸側の箇所においても、上記と同様に流水の乗り越えにより氾濫する。

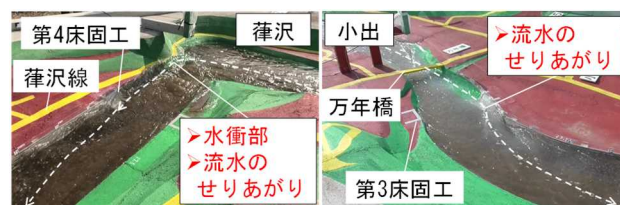


図9 流れの向き（左：葎沢，右：小出）

5. 砂防施設配置計画検討

(1) 砂防施設配置計画の見直し

計画原案の水理模型実験の結果を踏まえ、溪流保全工の施設配置や河道平面形状の見直し、越水防止対策として道路高の嵩上げ等の検討を行った。計画原案からの変更点を表2および図10に示す。葎沢地区の市道嵩上げ高やパラペットの高さは実験結果を基に設定した。

表2 計画原案からの変更点

場所	対策方針	対策（案）
葎沢	越水防止	変更点① ➤ 市道葎沢線嵩上げ ➤ パラペット設置 ※市道嵩上げ(最大1.8m), パラペット設置(0.3m)
小出	流水のせりあがり を防止	変更点② ➤ 小出地区左岸側の護 岸平面形状を変更

	溪流保全工内の土砂堆積を防止	変更点④ - 緩傾斜護岸の法勾配を1:0.5に変更 - 小出地区右岸側の護岸平面形状を変更
角間 (旧清津峡小学校周辺)	流水のせりあがりを防止	変更点③ 第2床固工を上流側に移動
	溪流保全工内の土砂堆積を防止	変更点④ - 緩傾斜護岸の法勾配を1:0.5に変更 - 角間地区右岸側の護岸平面形状を変更

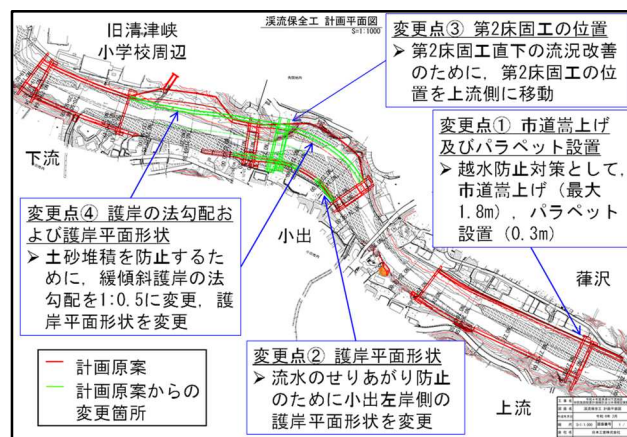


図10 計画原案からの変更点

(2) 砂防施設配置計画の見直し後の実験：Case5, Case6)
流況

計画原案から施設配置計画を変更した場合の実験を行った。計画原案および令和元年10月出水ともに、第2駐車場は氾濫するものの、集落周辺（篠沢地区、小出地区、旧清津峡小学校周辺）の氾濫が解消された。（図11）

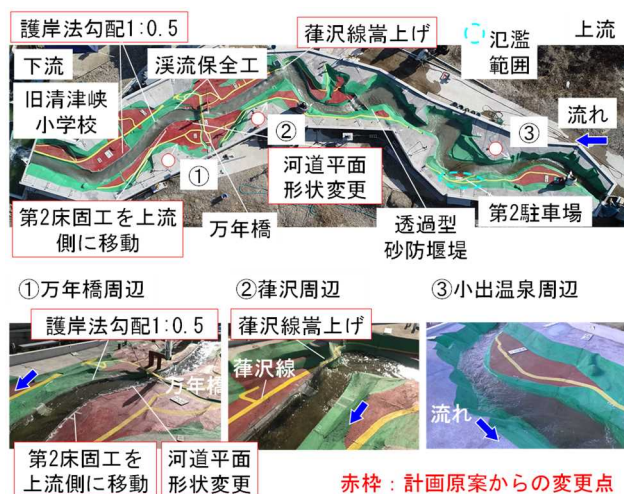


図11 施設配置計画変更後の流況（計画洪水波形）

2) 施設効果

① 透過型砂防堰堤

図12に透過型砂防堰堤上流側の堆積土砂量の時系列変化を示す。ピーク時（18時間後）に8万 m^3 程度の土砂が堰堤上流で捕捉され、減水期に徐々に土砂が排砂されていることを確認した。



図12 透過型砂防堰堤上流側の時系列的な堆積土砂量（計画洪水波形）

② 溪流保全工

図13に通水前後の溪流保全工区間の河床変動量の比較を示す。施設配置計画の見直し後のケース(case6)では現況や計画原案のケースよりも河床上昇が抑制されている。集落周辺の氾濫リスク（河床上昇）を抑えつつ、沿岸侵食や乱流防止が可能である。

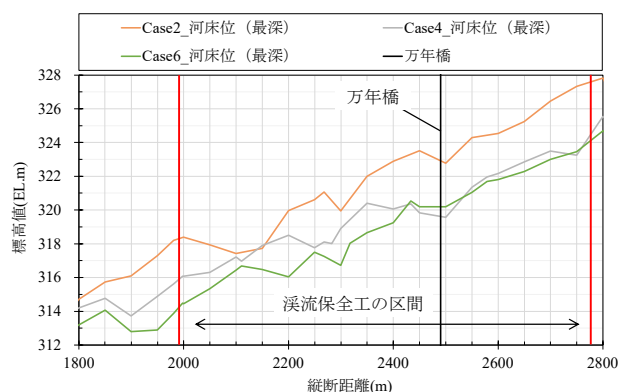


図13 実験前後の河床変動量の比較

6. 水理模型実験地元見学会及び地元説明会

(1) 水理模型実験を活用した地元見学会

令和5年12月に模型実験場にて地元見学会を実施（地元住民10名が参加）し、計画洪水時や令和元年10月出水時における溪流保全工や透過型砂防堰堤の施設効果を確認した。出席した地元の住民の皆さんの感想として「砂防堰堤が下流に対し効果があることがわかった」「堰堤の効果によって洪水による事故がなくなれば安心して眠れる状態になる」などの意見をいただいた。

表3 地元見学会の内容

場所	見学内容
会議室	概要説明 現況河道の実験結果をビデオで確認
実験場	計画案（溪流保全工のみ：護岸法勾配1:0.5）の実験を行い，施設効果を確認
	計画施設（堰堤および溪流保全工：護岸法勾配1:0.5）の実験を行い，施設効果を確認 意見交換会



図14 水理模型を活用した地元見学会の実施

(2) 水理模型実験地元説明会

令和6年7月に地元説明会を実施し，地区の住民39名が参加した．説明会は模型実験動画により計画洪水時における現況河道，当初計画施設配置時，修正計画施設時の3段階における流況を確認した．出席した地元の住民の皆さんからは「早期完成を望む，地元としては協力していきたい」などの発言があった．説明会後の地区総会では早期着工の要望書が可決された．



図15 地元説明会の実施状況

7. おわりに

清津峡溪流保全工計画については，住民の不安の声や清津峡等への影響の懸念の声に対して，計画洪水時，令和元年出水時における現況河道，計画施設配置時における，砂防施設の効果について，水理模型実験の地元見学会及び地元説明会を実施し，確認することにより，地域の不安解消及び合意形成を図ることができた．近年の気候変動等によりいつ想定を超える豪雨が発生してもおかしくない状況の中で，地域の安心・安全に寄与していくため，地域との合意形成を図り，清津峡溪流保全工整備を進めていく．