

木曾川水系中津川における昭和32年災害の再現性検証について

八千代エンジニアリング株式会社 ○小室 知栄・宮田直樹・西尾陽介・佐藤敏明

1. はじめに

砂防事業を地域の理解を得ながら進めていくためには、その効果をわかりやすく説明していくことが重要である。木曾川水系における土砂・洪水氾濫対策の検討では、従前の土砂収支に基づく整備率（量的指標）に代わり、河床変動計算を用いた施設効果の評価手法への転換が進められている。一方、河床変動計算による砂防施設の整備効果は視覚的に捉え難いため、視覚的に表現する手法も求められると考えられる。筆者らは、この評価手法の妥当性を確認するため、甚大な土砂災害が発生した木曾川水系中津川流域の昭和32年6月災害を対象シナリオとして再現計算を実施し、被災写真および記録との照合により計算モデルの再現性を検証した。また、二次元氾濫計算結果をCIMモデルに投影し3次元モデルに可視化し、当時の被災状況写真との視覚的な比較検証を実施した。

2. 昭和32年災害の概要と再現計算の条件設定

2.1 災害状況

中津川流域では、昭和32年6月27日に九州を北上した台風5号から延びる梅雨前線による集中豪雨で、土石流や山崩れが発生し、甚大な被害がもたらされた（図-2）。特に、下流に位置する尾嶋地区において、上流から大量の土砂が流下堆積したことにより中津川本川が氾濫し、扇頂部付近の堤防の決壊や中津川本川に架かる梶島橋の半壊、本州製紙（現王子エフテック中津工場）の貯木場が浸水するなど、甚大な被害を受けた。本州製紙は梶島橋右岸側の扇状地形の土地に立地しており、昭和32年災害ではその扇頂部において氾濫が発生し被災している。また中津川中流域に位置する川上地区でも出水により宮前橋が流出する被害を受けた。

2.2 検討条件

2.2.1 地形モデル

地形モデルは、昭和32年6月災害当時の既設砂防堰堤を縦断形状に反映するものとした。既存施設は計算区間に位置する中津川第1砂防堰堤および中津川第2砂防堰堤を計算モデルに反映した（図-1）。

2.2.2 流量

ハイドログラフは、中津川に位置する雨量観測所3地点（恵那山、川上、中津川）の昭和32年6月出水時の実績雨量を採用し（表-1）、テーゼン法に基づいて算出した流域平均雨量を用いて、流出解析（貯留関数法）を行い設定した。

2.2.3 実績供給土砂量

昭和32年6月災害の崩壊生産土砂量および溪床生産土砂量を推定し、既存施設の効果を評価した上で単元流域の流砂能力見合いで供給土砂量を設定した（表-2）。崩壊生産土砂量は、崩壊深を2mと仮定し、昭和22年～昭和33年の空中写真判読結果に基づく崩壊地面積に崩壊深を乗じて算出し、溪床生産土砂量は、計画基本土砂量に対する崩壊生産土砂量の比率を現行計画生産

土砂量の河道堆積土砂量に乗じて算出した。実績生産土砂量は約146万m³、供給土砂量約99万m³となった。ただし、中津川下流域および四ツ目川流域の災害実績のデータが存在しないため、実際の総流出土砂量は、算定した土砂量を上回っていたものと推察される。

2.2.4 粒度分布

当時の粒度分布データは存在しないため、中津川流域で近年（令和2年）に調査した結果を適用した。

2.3 災害シナリオの検証材料

計算モデルの妥当性を検証するため、検証材料として昭和32年6月災害時の被災写真から河床上昇および溢水が確認された以下の4地点を選定した。河床変動状況は被災写真と現在の状況（現地調査により河床と背後地盤の比高を計測）を比較し、災害当時の河床上昇高（最終堆積深）を推定した（図-3）。①宮前橋（8.8k付近）の河床上昇：当時の地盤高

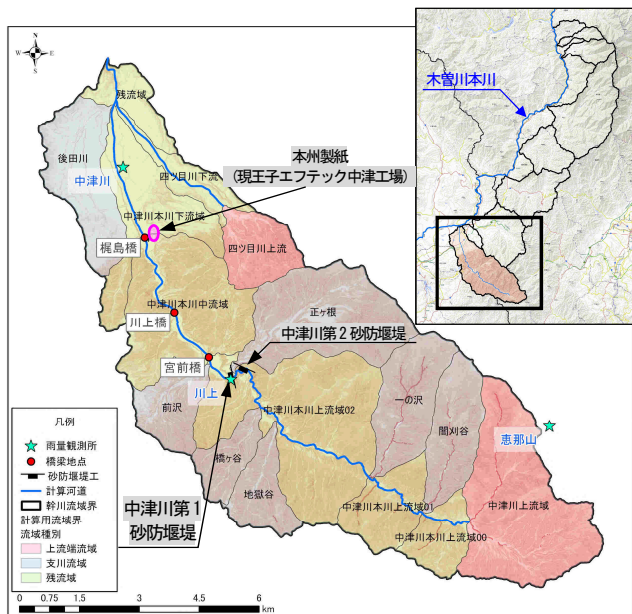


図-1 計算区間および流域分割（中津川流域）

表-1 昭和32年6月災害 実績降雨

観測所名	所管	昭和32年(1957)6月災害 実績降雨		
		最大時間雨量 (mm/h)	最大24時間雨量 (mm/24h)	総雨量 (mm) (S32.6/26 ~6/30)
恵那山	気象庁	48.0	280.3	360
川上	気象庁	30.0	201.0	276
中津川	気象庁	30.5	198.9	260

表-2 実績に基づく供給土砂量

単元流域名	昭和32年災害 実績シナリオ			
	崩壊生産土砂量 ① (m)	溪床生産土砂量 ② (m)	実績生産土砂量 ③=①+② (m)	供給土砂量 (流砂能力見合い) (m)
01.中津川上流	182,284	43,458	225,742	225,742
02.上流残流域00	25,652	6,728	32,380	32,380
03.間刈沢	36,866	11,909	48,775	48,775
04.上流残流域01	36,677	9,619	46,296	46,296
05.一の沢	50,321	18,734	69,056	69,056
06.地獄谷	34,532	20,163	54,695	54,695
07.橋ヶ谷	15,380	16,208	31,588	31,588
08.正ヶ根谷	537,082	193,000	730,082	256,903
09.前沢	14,284	24,534	38,818	38,818
10.上流残流域02	51,608	36,244	87,852	87,852
11.中流残流域	22,900	71,267	94,167	94,167
12.下流残流域	-	-	-	-
13.後田川	-	-	-	-
14.四ツ目上流	-	-	-	-
15.四ツ目川	-	-	-	-
16.残流域	-	-	-	-
合計	1,007,586	451,865	1,459,451	986,272

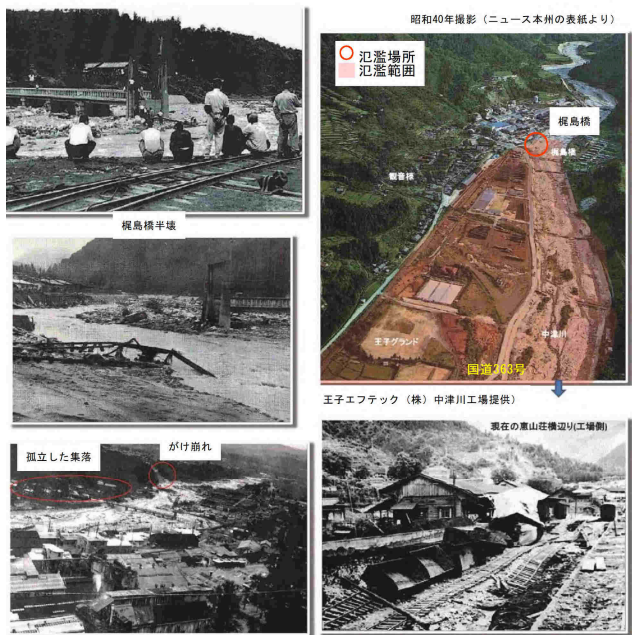


図-2 昭和32年6月27日の中津川氾濫時の様子¹⁾

に対し2.5~3.0m程度上昇と推定、②川上橋 (7.2k付近) の河床上昇：当時の地盤高に対し2.5~3.3m程度上昇と推定、③梶島橋 (4.9k付近) の河床上昇：当時の橋桁高さ (4.5m) 程度まで上昇と推定、④梶島橋 (4.9k付近) の溢水。



図-3 再現シナリオ検証に使用する災害時状況

3. 災害時河床変動の再現性検証

3.1 供給土砂量の不確実性を考慮した感度分析

前述のとおり、実績生産土砂量から設定した供給土砂量は流域の一部でデータが不足しており、再現シナリオとして用いるためには妥当性を検証する必要がある。このため、供給土砂量を変化させた感度分析を行った。

3.1.1 検討条件 (土砂量)

セディグラフは、計画基本土砂量を対象として給砂地点の能力見合いの給砂量を全量給砂するケース (Case1: 供給土砂量約417万 m^3) と全量を定率で低減するケースの計6ケースを設定し、感度分析を行った (表-3)。

表-3 感度分析の供給土砂量

検討ケース (感度分析)	供給土砂量 (流砂能力見合い) (m^3)
Case1: 全量投入 (0%低減)	4,167,000
Case2: 30%低減	2,893,000
Case3: 50%低減	2,039,000
Case4: 70%低減	1,185,000
Case5: 80%低減	769,000
Case6: 90%低減	384,000

3.1.2 感度分析の検証

設定した感度分析の6ケースを対象として被災写真から推定した河床変動状況との整合性をもとに、河床変動計算により最も妥当性が高い供給土砂量を検討した。各ケースの計算結果を比較した結果 (表-4)、全ケースにおいて梶島橋 (④) で溢水が生じる結果となった。河床変動状況は、Case2 (30%低減: 供給土砂量約290万 m^3) では宮前橋 (①) で約4.4m、川上橋 (②) で約3.3mの河床上昇が確認され、被災写真から推定される昭和32年6月災害の実態と概ね一致した。また、Case4 (70%低減: 118万 m^3) においても、川上橋 (②) で約2.6m、梶島橋 (③) で約4.6mの上昇が見られ、当時の被災状況が良好に再現された。

一方、実績に基づく供給土砂量は約99万 m^3 であり、設定した6ケースの中では、Case4が最も実績値に近い。以上の感度分析に基づき、実績の供給土砂量が不足している中津川下流域および四ツ目川流域については、最も再現性の高かったCase4の結果で補完することとした。これにより、全体の供給土砂量を約111万 m^3 とした条件を再現シナリオとして設定した。

表-4 河床変動計算結果の検証 (感度分析)

検証地点	最終堆積深 (m)				判定
	①宮前橋	②川上橋	③梶島橋	④梶島橋	
被災写真より推定した最終堆積深	3.8~4.7	2.5~3.3	3.6~4.5		
Case1: 0%低減	5.44	3.87	5.14	溢水あり	△
Case2: 30%低減	4.39	3.34	4.96	溢水あり	○
Case3: 50%低減	3.32	2.98	4.82	溢水あり	△
Case4: 70%低減	1.91	2.55	4.59	溢水あり	○
Case5: 80%低減	1.23	2.34	4.50	溢水あり	△
Case6: 90%低減	0.82	2.12	4.39	溢水あり	△

※評価記号: ○ (概ね再現性が得られている)、△ (再現性が劣る)

3.2 河床変動の再現性検証

設定した再現シナリオに基づき、河床変動計算を実施した (図-4)。再現性の評価にあたっては、実績の堆積深に対して、計算結果の誤差が±10cm以内であれば再現性が得られていると定義した。検証の結果 (表-5)、梶島橋 (④) 地点での溢水の発生が再現されたほか、宮前橋 (①) で約4m、川上橋で約2.6m (②)、梶島橋で約4.6m (③) の河床上昇が確認された。これらは、昭和32年6月災害の実態と概ね一致しており、感度分析を実施した6ケースと比較しても最も高い再現性が得られた。

表-5 河床変動計算結果の検証

検証地点	最終堆積深 (m)			判定
	①宮前橋	②川上橋	③梶島橋	
被災写真より推定した最終堆積深	3.8~4.7	2.5~3.3	3.6~4.5	
再現シナリオ (計算結果)	4.04	2.61	4.59	溢水あり ◎

※評価記号: ◎ (再現性が高い)

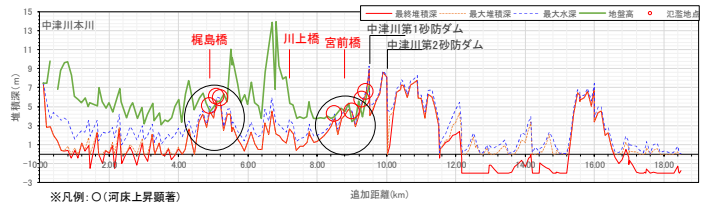


図-4 実績シナリオの一次元河床変動計算結果

4. CIMを活用した土砂・洪水氾濫実績の視覚化

再現シナリオでの河床変動計算結果に基づき、中津川流域における昭和32年6月災害の二次元氾濫計算 (10mメッシュ) を行い、最大流動深をCIM上に重ねて視覚化した。当時の被災写真と計算による土砂・洪水氾濫範囲を比較した結果、浸水範囲が概ね一致することから、計算モデルの妥当性が確認された (図-5)。また、3次元モデル化により任意の視点場からの俯瞰が可能となり、河道から王子エフテック中津工場の貯木場へ土砂が流入する越流経路を視覚的に特定できた。今後は関係機関の協議や地域住民への説明において、砂防施設の整備効果を分かりやすく提示できるツールとしてCIMを活用することで、合意形成の迅速化に寄与できると考えられる。

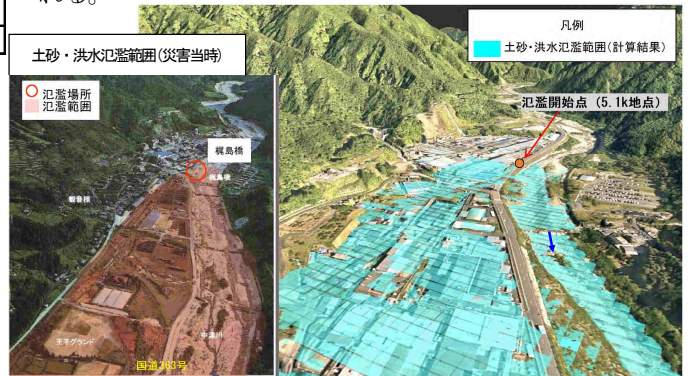


図-5 二次元氾濫計算結果のCIMモデル (実績シナリオ)

5. おわりに

本検討では、土砂生産実績を踏まえた複数の土砂流出シナリオを設定し、河床変動計算による比較検証を行った。その結果、昭和32年6月災害における土砂動態および氾濫状況を良好に再現できることを示した。併せて、CIMの活用により過去の災害状況を視覚的に再現・検証できることを示した。今後は、砂防施設の整備効果の評価においても、河床変動計算とCIMによる可視化を組み合わせることで、対外的な事業説明や合意形成をより効率的に進める手法としての活用が期待される。

参考文献: 1)中津南地区尾鳩地域の防災, 中津川市尾鳩地域防災を考える会、2)中津川と四ツ目川沿いの土砂災害を考えよう!, 2013年3月, 中津川地区防災を考える会