

15 福山川第3号砂防ダムの高機能化検討について

パシフィックコンサルタンツ(株) ○青柳 泰夫・平松 晋也
建設省湯沢砂防工事事務所 井良沢道也・佐藤 義晴
板鼻 昭夫

1. はじめに

近年、湯沢砂防工事事務所管内に設置された砂防ダムにおいては、満砂した土砂が流木等により閉塞した水抜き暗渠からその流木の腐朽により洪水時に突発的に流出する現象が生じ、下流河道へ思わぬ事故や災害を引き起こすといった事態が懸念されている。一方、砂防事業の進捗により、平年時にはダム地点より下流域へと供給される土砂量が減少し、その下流部において河床低下を引き起こすといった事態も懸念されている。このような傾向は、流域の荒廃（土砂生産）状況が鎮静化している流域（休眠性河川）においてより顕著に現れることとなる。

本検討では、このような問題に対処すべく湯沢砂防工事事務所管内の福山川左支熊取沢の上流部に位置する『福山川第3号砂防ダム（図-1参照）』を対象とし、砂防ダムの機能を実効に増加（洪水期には土砂を捕捉し、非洪水期には下流河道の河床低下を防止すべく洪水期に捕捉した土砂を排砂させる）させるべく水抜き暗渠部にゲートを設けた【高機能砂防ダム（ゲート付き砂防ダム）】の詳細検討を行ったのでここにその事例を報告する。

2. 流域の概要

福山川第3号砂防ダム計画地点は図-1に示すように信濃川水系魚野川流域内の熊取沢に位置し、ダム地点の流域面積は1.4km²を有する。対象区域周辺の地質は主に砂質シルト岩及び砂岩シルト岩が広く分布し、地形は比較的起伏量比が小さく緩斜面形状を呈するものの、計画ダム地点上流には地すべり地が存在するため、計画洪水時にはこの地すべり地からの土砂流出が懸念されている。また、植生は広葉樹のブナ・ミズナラが広く分布するが、流域の中流部から上流部にかけてスギの植林地がみられる。

このような、地形・地質・植生状況を反映し、河床内の堆積土砂は最大粒径37.5mm、60%粒径2.3mmと細かく流木の堆積も多く認められ、流木と土砂が混在した小規模な天然ダムの形成が認められた。

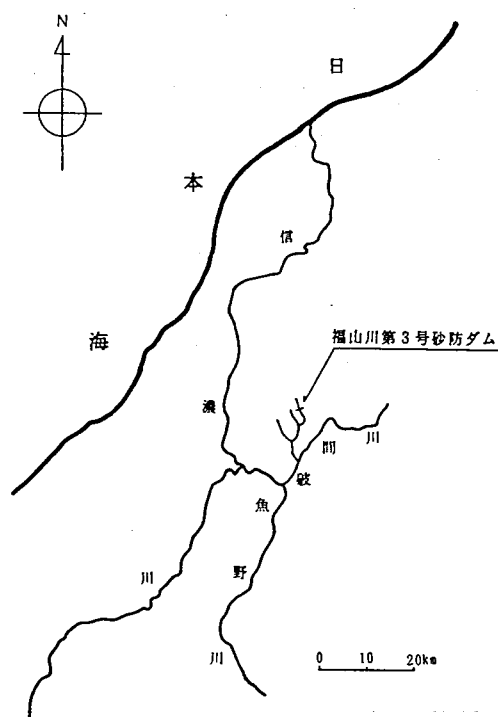


図-1 検討・対象地点

3. 高機能砂防ダムの設置趣意

福山川第3号砂防ダムの位置する福山川流域内には5基の砂防ダムが建設されているが、土砂整備率

は17.4%と低く、福山川第3号砂防ダムの完成後の土砂整備率も19.5%（クローズタイプの砂防ダムとした場合）と極めて低い。

このような流域に対して土砂の整備率を100%へと向上すべく従来のクローズタイプの砂防ダムを多数建設した場合多額の事業投資と施工期間を必要とするばかりか、本来ならば平常時の中小出水時に下流域へと供給されるべき土砂量がダムの貯砂容量としてカットされ、流域下流部において河床低下を引き起こすといったことも懸念される。

既往の調査・研究事例を勘案すると、このような状況に対処するための土砂調節手法としては、

- ・大暗渠やスリットを有する砂防ダムによる土砂調節：自然営力による調節
- ・ゲートを有する砂防ダム（高機能砂防ダム）による土砂調節：人為的に調節

が考えられる。

表-1は、ダムの種別による機能比較を行ったものである。

これらの施設は、非洪水期における無害な土砂はダム地点に堆砂させずにその下流部へと流下させ、多量の有害な土砂が流出する恐れのある洪水期にのみこれらの土砂を堆砂させる機能を有するため、河床低下の防止効果をも有することになる。

しかしながら、大暗渠やスリットを有する砂防ダムでは、出水の後半に大量の土砂が流出したり、推積した土砂や流木が突発的に流出するといった思わぬ災害を引き起こす場合も生じる恐れがある。

このような水抜き暗渠部やスリット部からの推積土砂の突発的な流出の危険性は、当該ダム計画地点である福山川第3号砂防ダム計画地点のような「流木の発生の可能性が高く、河床構成材料の平均粒径が小さい」地域ほど高くなるため、その機能を確実にかつ安全に発揮させようとする場合、スリット部や大暗渠部にその補助施設としてゲートを設けた『高機能砂防ダム（ゲートを有する砂防ダム）』が有利であると判断された。

表-1 ダムの種別による機能比較

	クローズタイプの砂防ダム	大暗渠並びにスリットを有する砂防ダム	高機能砂防ダム（ゲートを有する砂防ダム）
効果量	水通し天端 調節量 貯砂量 攔止量 □：効果量 攔止量＋調節量	水通し天端 調節量 攔止量 □：効果量 攔止量＋調節量（調節のゲートの調節量と貯砂量の一部）	水通し天端 ゲート 調節量 攔止量 □：効果量 攔止量＋調節量（調節のゲートの調節量と貯砂量の一部）
長所	・施設完成後ダムの機能は自然営力にまかせるため人為的な維持管理はほとんど不要である	・ダム本体に設けられた大暗渠やスリットにより、平常時は空容量を確保し、土砂流出時に出来るだけ多くの土砂を堆積させると共に、洪水時のピーク流出土砂の平滑化や平常時に下流河川へ土砂を供給することによって河床低下の著しい河川に対してはこれを防止する効果が期待できる ・施設完成後ダムの機能は自然営力にまかせるため、人為的な維持管理はほとんど不要である ・暗渠並びにスリットの数高より上部の堆積土砂（貯砂容量の一部を含む）をダムの効果量として期待できる 従って同規模の通常の砂防ダムによる効果量より、多くの効果量を期待することができる	・人為的にゲート操作を行うことによって流出土砂をコントロールするため、大暗渠やスリットを有する砂防ダムにおいて懸念される「出水後半における大量の土砂流出」を防止することができ、砂防施設による土砂調節機能が確実となる ・ゲート数高より上部の堆積土砂（貯砂容量の一部を含む）をダムの効果量として期待できる 従って、同規模の通常の砂防ダムによる効果量より多くの効果量を期待できる ・土砂生産が活発でダムサイトの限られた流域に対しては、高機能砂防ダムを建設することによって、整備率の向上に要する期間が通常の砂防ダムより短縮される ・ダム本体に設けられたゲートにより、平常時は空容量を確保し、土砂流出時にできるだけ多くの土砂を堆積させることができる また、平常時にはゲート開放によって下流河川へ土砂を供給するため、河床低下の著しい河川に対してはこれを防止する効果も期待できる ・特に休眠性の河川に対しては、平常時の流出土砂を下流域へと供給を促すため、河床低下の防止に期待できる
短所	・貯砂容量は平常時の流出土砂によって満砂するため除石しない場合はダムの効果量として期待できない ・土砂生産が活発で、ダムサイトの限られた流域に対して、通常の砂防ダムのみで整備率を向上させるためには、ハイダムを多数建設する必要があり、建設費がかかる また、整備率を100%とすべく施設を建設すると、施設完成までの年月が長期化する	・施設完成後はダムの機能は自然営力に任ざざるを得ないため、当該地点の河床勾配や、暗渠・スリット規模如何によっても、出水の後半に大量の土砂流出が生じたり、堆積した土砂が突発的に流出（上流部に堆積した流木の朽等が原因）するといった思わぬ災害を引き起こす場合も生じる	・人為的なゲート操作によりダムの機能を発揮させるため、施設完成後の維持管理が必要となる

4. ゲート諸元

4.1 ゲート形式及び規模

ゲート形式及びその規模は構造上の制約条件や維持管理上の問題点を整理し以下のように設定した。

ダム軸に対して横断方向のゲートの設置場所としては、掃流力を得やすく排砂効果が期待できること、ダムサイトでの川幅が狭小で限られたスペースの中で設置しなければならない（非越流部設置の場合現地盤の掘削が大となる）等の理由により図-2に示すように【越流部設置】とした。一方、縦断方向のゲートの設置場所としては、下流側設置の場合に必要な水圧等に耐え得るよう戸当り部へのアンカ設置が上流側設置ではその必要性がない、洪水時において土砂や流木による暗渠部の閉塞の心配がない、下流側設置に比してダムの堤体断面が節約できる等の理由により【堤体上流側】とした。

また、開口部の形式は、経済的に有利な引き上げ方式のスライドゲートを採用でき、堤体下部設置においても小規模のゲートの設置が可能である等の理由により【暗渠形式】とした。

ゲート部の暗渠規模としては、排砂効果を期待するならばできるだけ規模を大とすることが望ましいが、当該ダム高が9.0m、幅約30mより、設置可能なゲートの最大規模を勘案し暗渠部の高さを【1.5m】とし、一方、引き上げ方式とした場合のゲート開閉時の操作の安定性（暗渠高である1.5m以下で安定性は確保される）と暗渠部に土砂が堆積した場合に人為的な土砂の除去に可能な最小幅を勘案し暗渠幅としては【1.0m】とした。

暗渠部の水路勾配は排砂効果を期待できるよう現河床勾配である【 $I=1/44$ 】とした。

4.2 ゲート構造

既往の調査・研究成果並びに当該砂防ダム計画地点の諸状況を十分に考慮するとともに、ゲートの設置場所・開口部の形式並びに必要な開閉荷重が小さいことや土砂の噛み込みに対する維持管理の容易さ・経済性・構造上の制約条件（限られたスペースの中でゲートを設置する）等を勘案し、ゲート構造としてはゲートの開閉形式：【ローラーゲート】、ゲートの開閉方向：【引き上げ方式（スライド形式）】、ゲートの操作方法：【斜め引き上げ方式（ローラーゲート）：スピンドル】をそれぞれ選定した。

このようにして決定されたゲート部の設計にあたっては、ダム堰技術基準(案)を基本として、これに流下砂礫の衝撃力、摩耗等を考慮し行った。

4.3 暗渠部（水路部）

暗渠部（水路部）については河床粒径が小さいことと、管内の他流域における天端処理の実績を勘案し、グラノリチックコンクリート（上部）と富配合コンクリート（下部）を打設し、流下砂礫による摩耗に対処した。

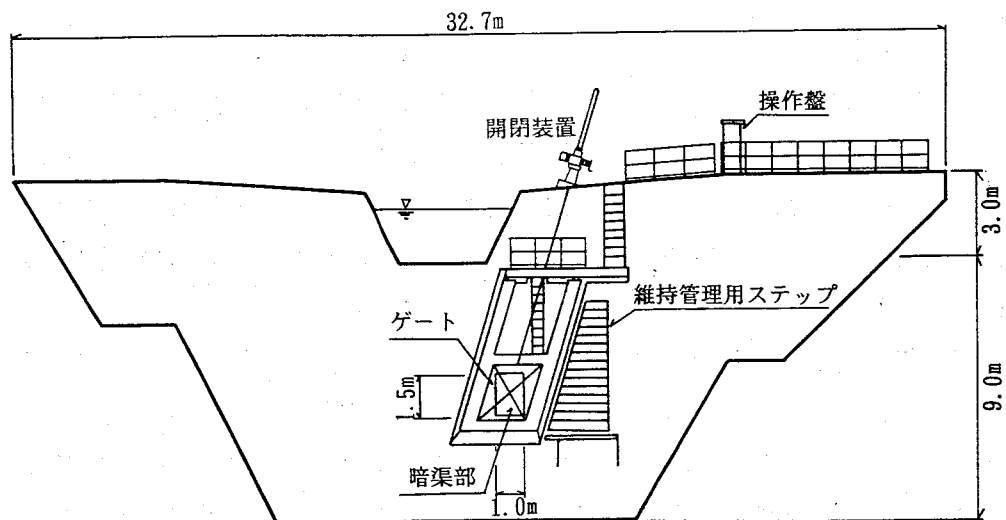
このようにして決定した福山川第3号砂防ダムの一般構造図は図-2のとおりであり、効果量並びにダム、ゲート諸元は表-2のとおりである。

表-2 福山川第3号砂防ダムの諸元

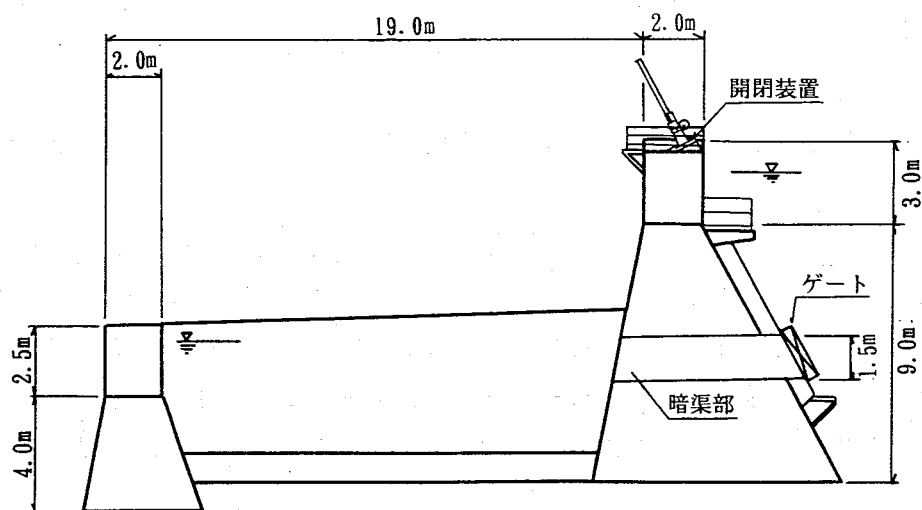
効果量	調節量(1) (m ³)	2,900
	調節量(2) (m ³)	28,600
	扞止量 (m ³)	6,900
	計	38,200
ダム諸元	ダム高 (m)	9.0
	ダム長 (m)	32.65
	暗渠規模	高さ1.5m × 幅1.0m
ゲート諸元	開閉方式	斜め引き上げ方式(スライドゲート)
	開閉形式	ローラーゲート
	操作方法	スピンドル

調節量(1):元河床勾配の1/2勾配と2/3勾配とで挟まれた土量
(=クロス・タイプ・のダムの調節量)

調節量(2):ゲート敷き高及び水通し天端を起点とし、それぞれ元河床勾配の1/2勾配で引いた勾配と現河床勾配とで挟まれた土量
(=ゲートによる効果量)



正面図



側面図

図-2 福山川第3号砂防ダム一般構造図

5. おわりに

高機能砂防ダムの設置趣意に従い、当該計画地点並びに当該ダムの規模に適切なゲート諸元を決定した。

今後は、ここで決定されたゲートの機能が安全かつ確実に発揮されるよう、ゲートの維持・管理を含めたゲート操作要領（案）を作成する必要がある。

また、当該設備の排砂効果は融雪出水に期待していることから、下流部の河川に配慮した効果的、合理的な排砂操作を実施するための融雪期の出水予測は必要不可欠であると考えられる。

従って熊取沢流域を対象とし、排砂ゲートの管理方策を支援する融雪出水予測システムの構築が望まれる。