

由良川水系弘法川流域における 浸水対策（排水機場・調節池）の取組について ～由良川堤防腹付け盛土の浸透流対策～

鹿屋 遼悟¹

¹京都府 中丹西土木事務所 河川砂防課 (〒620-0055京都府福知山市篠尾新町1-91)

2014年8月豪雨対策では、国土交通省、京都府及び福知山市により由良川流域（福知山市域）における総合的な治水対策協議会を立ち上げ、3者連携して取組んできた。そのうち、京都府では弘法川の氾濫による被害軽減を図るための河川改修並びに由良川本川の樋門が閉鎖することにより生じる内水被害の軽減を図るため新荒河排水機場及び調節池を弘法川下流に新設した。

本稿では、京都府が実施した浸水対策の取組を紹介し、調節池における由良川堤防腹付け盛土の浸透流対策について報告する。

キーワード 防災，排水機場，浸透流解析

1. はじめに

由良川水系弘法川は京都府福知山市街地を流れる流路延長7.3km、流域面積15.1km²の河川である。福知山市街地は山地と由良川本川の間挟まれた低平地に位置しており、由良川本川の堤防高（TP+21～24m）に比べ、堤内地盤高（TP+15～16m）が低いといえる。（図-1）また、由良川の上流部は急勾配で流れが速く、中流部は緩勾配で流れが遅く、下流部は山間地となり川幅が狭く、河床勾配が非常に緩くなることから、中下流部では水害が発生しやすい地形である。（図-2）



図-2 由良川の縦断面図¹⁾

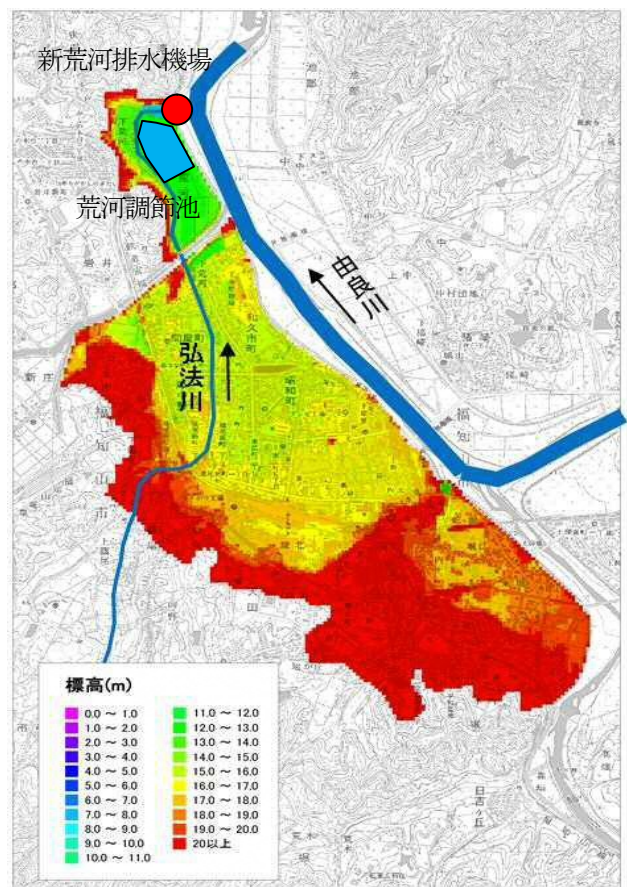


図-1 福知山市域の弘法川・由良川

その一例として、2014年8月豪雨では、福知山市街地を中心に集中的な降雨があり、福知山観測所において観測以来最大の335mm/2日を記録した。局地的、集中的で激甚な豪雨により、床上浸水2,029棟、床上浸水が2,471棟の合計4,500棟となる甚大な浸水被害が発生した。(図-3)



図-3 2014年8月豪雨被災状況

2. 弘法川河川整備計画について

弘法川河川整備計画は、下流の整備済み区間の流下能力及び他の府管理河川の計画規模と整合を図り、概ね10年に1回程度で発生する降雨規模の洪水を安全に流下させることを目的とし、河川改修(河道拡幅、河床掘削、護岸整備及び橋梁改築等)を行うものである。(図-4)

本府による河川改修と国土交通省及び福知山市による対策(以下、「総合的な治水対策」)により、2014年8月豪雨と同程度の降水に対して床上浸水を概ね解消することが可能である。

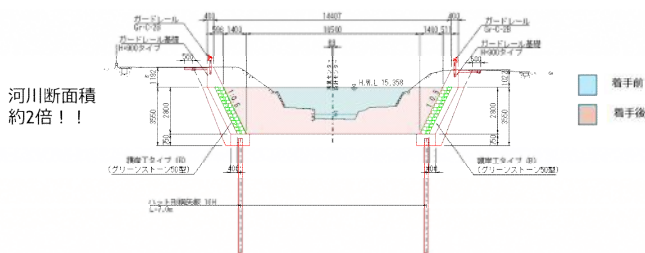


図-4 弘法川河川改修

3. 新荒河排水機場について

弘法川と由良川の合流点には国土交通省が管理する荒河排水機場及び総合的な治水対策で京都府が新設した新荒河排水機場がある。新荒河排水機場の役割は、洪水時、弘法川水位より由良川水位が上昇した場合、逆流防止のため弘法川の樋門を閉門し、ポンプ運転を開始することである。ポンプで吸い上げた水は吐出水槽へと流れ、吐出水槽と由良川の水位差によって由良川へと排水される。新荒河排水機場のポンプは5.5m³/sの機械が2台あり、合計11m³/sの排水能力を持つ。(図-5)



図-5 新荒河排水機場 航空写真

4. 荒河調節池について

新荒河排水機場に併設された荒河調節池はポンプの排水能力を上回る豪雨があった場合や由良川水位が高く、排水することができない場合に一時的に水を貯め、弘法川の氾濫を防ぐ役割がある。調節池に貯めた水は、弘法川水位が低下すればフラップゲート付の排水口から徐々に排水される。調節池の底高を越流堤に向かって低くすることで集中的に貯めることができ、排水しやすくなっている。荒河調節池は面積約12万m²、容量31万m³の調節池である。(図-6)



図-6 荒河調節池 航空写真

4. 荒河調節池腹付け盛土の浸透流対策について

(1) 荒河調節池の法面崩壊について

荒河調節池の法面ではパイピング、すべり破壊が発生している。パイピングにより土砂の流出が続き、水みちが拡大すると、堤防が落ち込み、最終的に崩壊に至る。また、透水性が低い層だと降雨浸透により堤体内水位が上昇しやすくなるため、すべり破壊が発生するとされている。写真右は荒河調節池において、すべり破壊で法面が崩壊したため大型土のうで応急復旧をした写真である。(図-7)



図-7 パイピング(写真左), すべり破壊(写真右)

(2) 浸透に対する安全性照査について

腹付け後の堤防形状において、浸透流解析及び安定計算等を実施し、腹付け盛土の浸透に対する安全性照査を行った。浸透に対する安全性を満足しない区間において、浸透対策工の検討を行い、施設配置及び施設規模を決定したうえで比較検討を実施し、最適案を選定した。現地の被害発生状況や浸透流解析に基づき現況再現解析を行った結果、L34.2kはパイピング及びすべり破壊の不安定要因が確認され、L34.4kはパイピングの不安定要因が確認された。(図-8)

L34.2kでは、堤防基部付近の粘性土層により降雨浸透が排水されず、堤体内水位が上昇しやすいため、パイピングが発生したものと推定される。また、降雨浸透により堤体内水位が上昇しやすかったことから、当該箇所付近のAs層及びAc層の強度が低下し、すべり破壊が生じたと推定される。(図-9)

L34.4kにおいても、堤防基部付近の粘性土層により、降雨浸透が排水されず、堤体内水位が上昇しやすいため、パイピングが発生したと推定される。



図-8 荒河調節池 安定照査検討断面

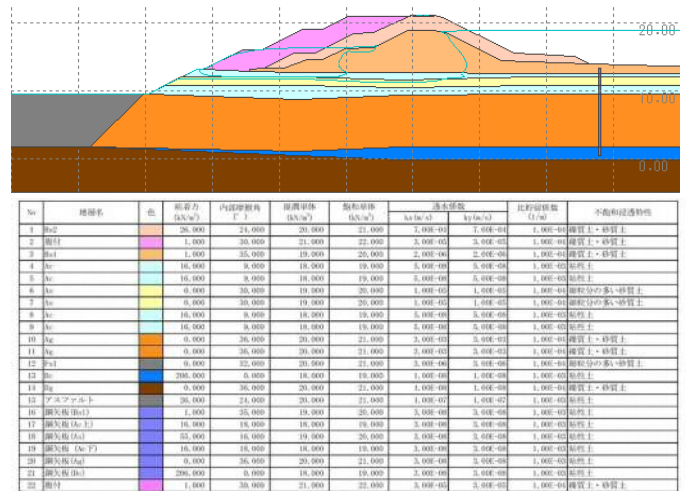


図-9 L34.2k 現況再現解析

不安定要因の対策工として、「断面拡大工法」「ドレーン工法」「全面被覆工法」の3案(図-10)を選定した。

「断面拡大工法」の適用性は裏法面の勾配を緩傾斜化することにより、局所動水勾配の低減及びすべり安全性の向上が期待される。「ドレーン工法」の適用性は裏法尻付近の浸潤線を低下させ、局所動水勾配の低減及びすべり安全性の向上が期待される。「全面被覆工法」は降雨が主要因であるため効果が期待される。

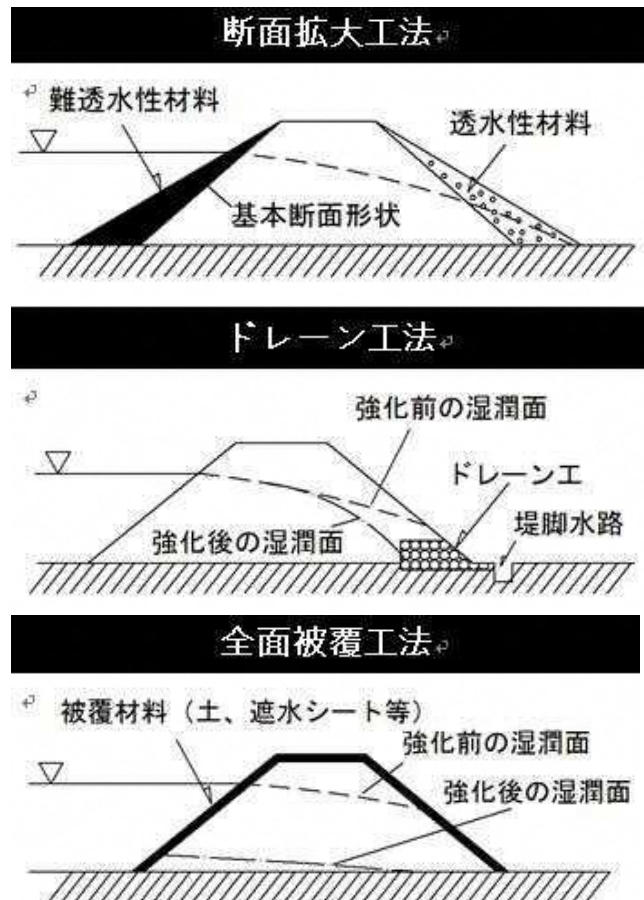


図-10 対策工の選定²⁾

浸透流解析より、「断面拡大工法」「ドレーン工法」は局所動水勾配及びすべり破壊安全率の照査基準を満足したが、「全面被覆工法」はL34.2kですべり破壊安全率の照査基準を満足しなかった。

(2) すべり破壊に対する安定性照査について

腹付け後の堤防のすべり破壊に対する安定性照査結果は、L34.2k 及び L34.6k について、最小安全率が基準安全率を下回る結果となり、L34.4k については、基準安全率を満足する結果となった。(表-1)

表 1 現況の安定性照査結果

ケース	最小安全率	基準安全率	判定
L34.2k	1.076	1.20	NG
L34.4k	1.224		OK
L34.6k	0.909		NG

浸透に対する安全性照査で用いた対策工の3案で検討した結果、L34.2k、L34.6kで3案全てが安全率を満足する結果となった。

(3) 対策工法の決定

「浸透に対する安全性照査」「すべり破壊に対する安全性照査」より各断面の対策工法は「断面拡大工法」「ドレーン工法」が適正である。しかし、「断面拡大工法」は断面拡大により法面勾配を緩くする必要があり、その結果として調節池の容量が減少するため、不採用とした。

以上より、堤体の川裏法尻を透水性の大きい材料で置き換え、堤体に浸透した水をすみやかに排水することが可能な「ドレーン工法」を採用することとした。

(4) 法面保護工について

ドレーン工法を用いた法面保護工法は法尻付近の土砂を単粒度碎石に置き換え、その上に省力化平張りかご工を設置するものである。単粒度碎石及び省力化平張りかご工は透水性が高い材料であるため、堤体に浸透した水を速やかに排水することが可能である。また、堤体内の浸潤線の上昇を抑制し、堤体のせん断抵抗力の低下を抑制するものである。(図-11)

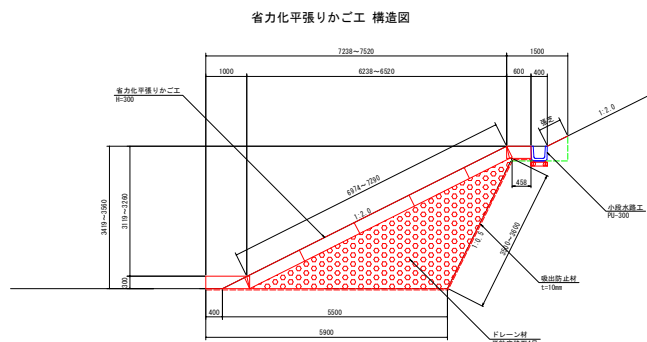


図-11

構造図及び施工状況、工事完成写真

5. 今後の取組について

福知山市は、過去に幾度となく洪水による甚大な被害を受けてきた地域である。福知山市内の学校は防災学習の一環で様々な防災施設を訪問し、洪水の恐ろしさや歴史を学んでいるところである。新荒河排水機場や荒河調節池を新設したことで、浸水被害の軽減を図れているが、周辺住民からは「これらのどういう施設なのか」「どういった役割があるのか」といった疑問の声が寄せられており、施設の重要性について十分に周知することができていない状況である。今後の取組として、新荒河排水機場及び調節池の役割をよりわかりやすく示すための資料を作成し、地元説明会や学校の授業等の機会を通じて積極的に情報を発信していき、理解を深めていきたいと考えている。

付録

- 1) 国土交通省 近畿地方整備局福知山河川国道事務所：「由良川の概要」
- 2) 財団法人 国土技術研究センター：「河川堤防の構造検討の手引き」