

竹田水害緊急治水ダム 建設事業について

大分県 土木建築部 河川課 主査 狩生 亮

1. はじめに

大分県では、現在七つの治水ダムおよび三つの多目的ダムを管理している。

本稿では、近年のダム建設の事例として、今年度より運用を開始した“玉来ダム”と平成22年度に運用を開始した“稲葉ダム”の二つのダムを建設した「竹田水害緊急治水ダム建設事業」について紹介する。

2. 事業概要

稲葉ダム・玉来ダムの建設地である竹田市は、北に久住連山、西に阿蘇の外輪山、南に祖母・傾山地と三方を山に囲まれており、その中心部にあたる市街地は、河川が扇のかなめのように集中する地形条件を呈している（図-1）。

昭和57年7月24日、大洪水をもたらした梅雨末期の集中豪雨は竹田市を襲い、7名の尊い命を

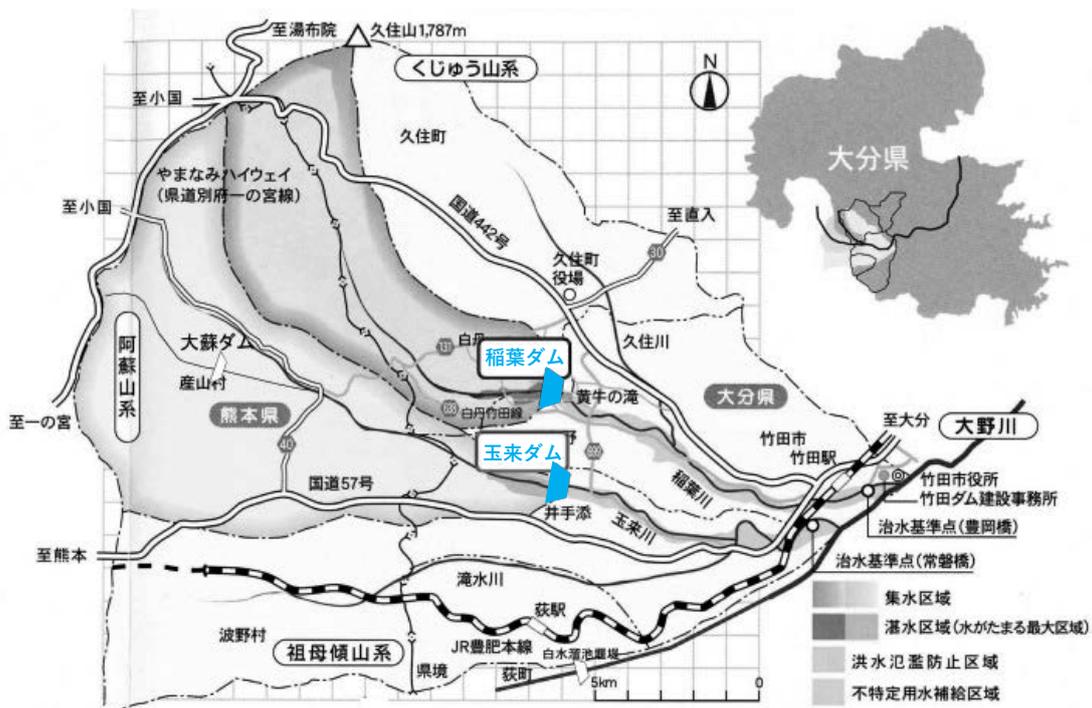


図-1 位置図

奪うとともに、家屋の全半壊、道路・鉄道の流失、稲葉川・玉来川の氾濫などにより、大正12年7月以来59年ぶりの大水害となった。この洪水は未曾有の大惨事をもたらしたため、稲葉川・玉来川などでは災害復旧工事やダム建設の調査・計画を進めてきた。しかし、この水害から8年後の平成2年7月2日には、これを上回るかつてない豪雨が再び竹田地域を襲い、家屋の流失・全半壊、道路・鉄道の流失など、またしても市民生活に大きな被害を与えた。

この大水害を契機に、平成3年度に市街地上流に稲葉ダムと玉来ダムを建設する「竹田水害緊急治水ダム建設事業」が採択され、河道改修とダム建設を組み合わせた治水対策を行うことになった。河川改修については昭和57年度から実施しており、稲葉川・玉来川ともに平成12年度までに概成した。

ダムの構造は両ダムとも重力式コンクリートダム、加えて玉来ダムは県内初となる流水型ダムとして計画した。建設にあたっては稲葉ダムを先行して着手し、平成22年度に完成、運用を開始した。玉来ダムは、ダム検証作業を経て平成26年6月より工事用道路と転流トンネル工事を開始、平成29年4月から本体建設工事に着手し令和4年度に完成、令和5年度より運用を開始している(表-1)。

表-1 事業の経緯

	稲葉ダム	玉来ダム
昭和57年7月	〈洪水発生〉7名の死者、道路・鉄道の流出	
平成2年7月	〈洪水発生〉5名の死者、道路・鉄道の流出	
3年	竹田水害緊急治水ダム(稲葉ダム・玉来ダム)建設事業 採択	
9年2月	基本協定締結	
11年2月	損失補償基準の調印	
13年	転流工 着工	
14年	内水面漁業補償契約調印	
15年3月	本体建設工事 着手	
11月	基礎掘削開始	
16年11月	本体コンクリート打設開始	
19年4月	本体コンクリート打設完了	
21年2月	試験湛水開始	
22年5月	試験湛水完了	
11月	竣工式、運用開始	
12月		大分県で“ダム検証”を実施
23年10月		国の対応方針が「ダム事業継続」で決定
24年7月	〈九州北部豪雨〉2名の死者、道路・鉄道の流出(玉来川下流にて被災)	
25年3月		基本協定締結
12月		損失補償基準の調印
26年6月		転流工 着工
27年7月		内水面漁業補償契約調印
29年4月		本体建設工事 着手
10月		基礎掘削開始
30年10月		本体コンクリート打設開始
令和3年8月		本体コンクリート打設完了
4年9月		試験湛水開始
10月		試験湛水完了
11月		竣工式
5年4月		運用開始

3. 洪水調節

竹田水害緊急治水ダム建設事業における計画高水流量配分を図-2に示す。稲葉川は、ダム地点における基本高水流量540 m³/s(1/80年規模)に対して290 m³/sを調節し、13 km下流の豊岡橋基準点において基本高水流量1,210 m³/sを計画高水流量930 m³/sへ低減させる。また、玉来川は、ダム地点における基本高水流量850 m³/s(1/80年規模)に対して300 m³/sを調節し、10 km下流の常盤橋基準点において基本高水流量1,650 m³/sを計画高水流量1,370 m³/sへ低減させる計画である(図-2)。なお、玉来ダムは洪水

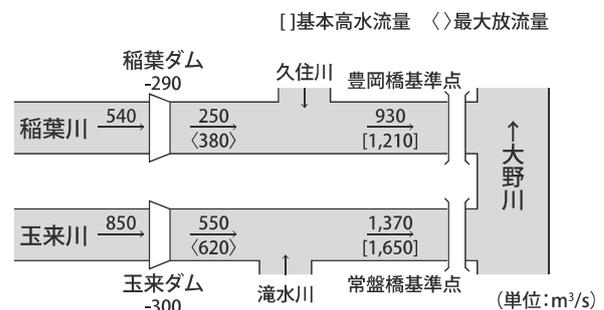


図-2 計画高水流量配分図

調節のみを目的とする治水専用ダム(流水型ダム)である。

4. 地形・地質概要

(1) 広域の地形

稲葉ダム・玉来ダムの周辺には、北側約 11 km に久住山（標高 1,787 m）、西側約 16 km に阿蘇カルデラ東縁、南側約 17 km に九州山地の一部である祖母山（標高 1,756 m）が位置し、これらに囲まれた範囲は火砕岩地域特有の台地状地形を形成している。

ダムサイト周辺の広域地質は、北から次の順に分布している（図-3）。

- ① 久住火山岩類(ダムサイト北西方の九重山系)
- ② 阿蘇火砕流堆積物および久住火砕流堆積物を主体とする第四紀の火山碎屑物（ダムサイト周辺の火砕岩）
- ③ 祖母山・傾山に分布する新第三紀以降の祖母火山岩類
- ④ 祖母山・傾山付近から南側に分布する秩父帯および四万十帯よりなる堆積岩類

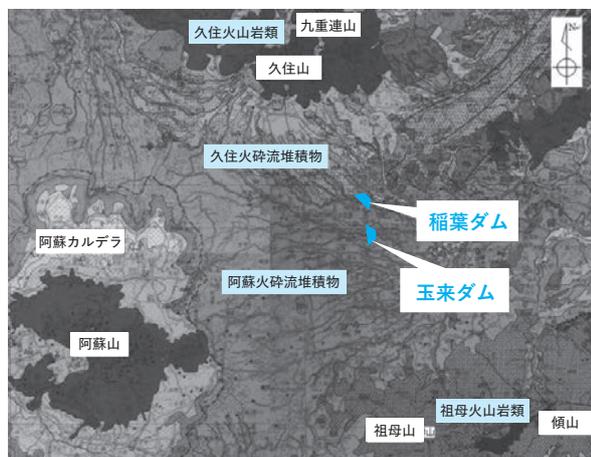


図-3 ダムサイト周辺の広域地質

(2) ダムサイトの地質概要

稲葉ダムのダムサイトの地質は、中・古生代の朝地変成岩類が基盤岩であり、鮮新世～更新世にかけて噴出・堆積した火砕流堆積物と降下火砕物がこれを覆い主に分布する。

基盤岩である朝地変成岩類は、ダムサイトの河床約 70 m 以深に分布し、貯水池上流の潤島川沿

いにも山体を形成し分布する。主要分布地質である火砕流堆積物は、下位から先今市火砕流、鷹匠町火砕流、Aso-1～4の火砕流（阿蘇火山流）（写真-1）と、これらの火砕流間に分布する宮城火砕流・飯田火砕流（九重火山流）からなる。これらは一部で旧谷地形を埋谷する分布を示すが、全般には概ね水平の堆積構造をなす。



写真-1 Aso-1 火砕流路頭状況

玉来ダムのダムサイトの地質は、稲葉ダムと同様に複数の火砕流堆積物とその間隙に堆積した挟み層からなり、これを崖錐・現河床堆積物等の未固結層が覆う。

火砕流は溶結凝灰岩（強～中～弱～非溶結）とシラス状の軽石凝灰角礫岩（非溶結）に区分され、挟み層は降下火砕物（火山灰、軽石等）と岩屑流堆積物、旧河床砂礫からなる。これらの地質は、上位層における浸食等により分布の欠如範囲はあるが、概ね水平な堆積構造を有している。

両ダムとも、ダム基礎および貯水池に分布する火砕流堆積物には、噴出時および堆積時の熱と圧力の作用による溶結作用が生じており、溶結度の違いによって、岩盤の強度や透水性に違いが現れている。溶結度が高いと岩盤強度は強くなり、低いと弱くなる。溶結度が高いと、高温から冷却していく過程で岩盤収縮による割れ目が発達し、亀裂性岩盤となり透水性が高くなる傾向がある。

5. ダムの技術

両ダムのダムサイトには前述したとおり、阿蘇の度重なる噴火活動による性質の異なる火砕流堆積物が幾重にも分布し、全国でもまれにみる複雑な地質状況を呈している。そのため、調査設計においては綿密な検討を行った。特に高透水層への止水対策には技術的な課題が多く、さまざまな技術を用いて施工を行った。代表的な技法について、次に示す。

(1) 造成アバットメント（稲葉，玉来）

左右岸アバット部は上下位に堅硬な岩盤が分布し、低～中位標高においては軟質層が水平分布した地質構造となっている。この軟質層は、ダム基礎岩盤として期待できないことから、地質的な特

長を活かし、軟質層を跨いで堅硬な岩盤を橋渡しする人工的な岩盤（造成アバットメント）を造成することにより対応を図った（図-4）。

(2) 貯水池表面遮水工（稲葉，玉来）

稲葉ダムにみられる高透水性を示す亀裂性岩盤や浸透破壊抵抗性を持つ小さなシラス状の軽石凝灰角礫岩、玉来ダムでみられる旧河床砂礫および水成堆積物は、グラウチングによる改良が困難であるため、表面遮水工にて対応した。特に稲葉ダムでは、資源の有効活用による環境負荷の軽減、建設コストの縮減といった利点から転流水路および土質ブランケット基礎部、また、コンクリートフェーシング背面の人工基盤（鞍部）に、それぞれ要求品質の異なるCSG工法を採用した（写真-2，図-5）。

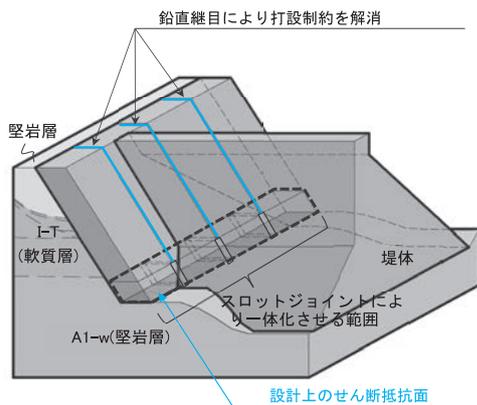


図-4 造成アバットメント概念図（玉来ダム）



写真-2 玉来ダム 表面遮水工の現況

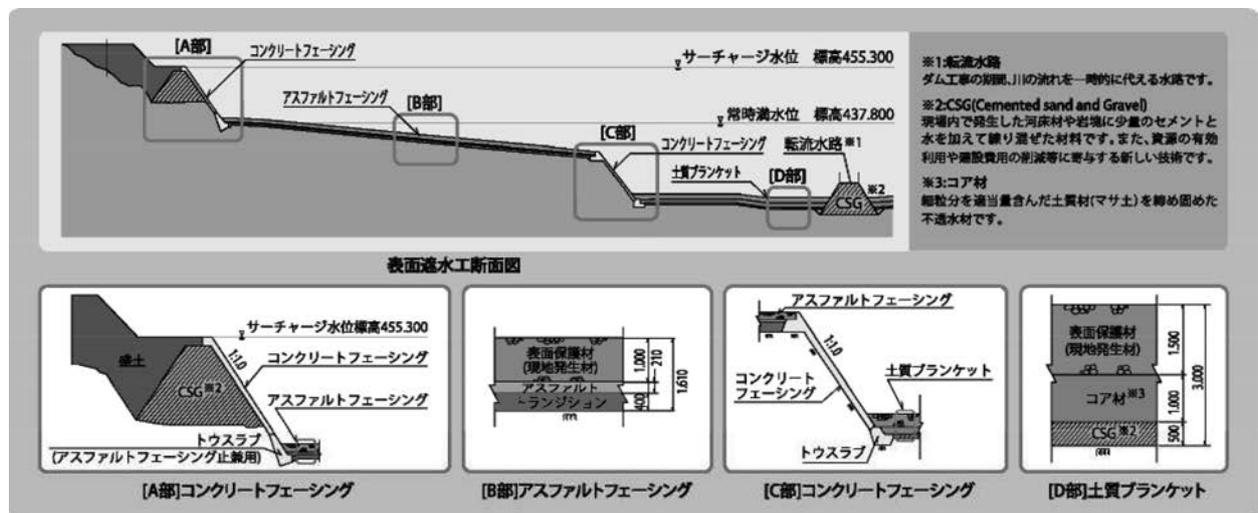


図-5 稲葉ダム 表面遮水工

(3) 貯水池カーテングラウチング（玉来）

玉来ダムの貯水池には割れ目が発達した高透水性の亀裂性岩盤（A1-w）が、ダムの上下流方向および他流域方向へ連続的に広く分布している。高透水性のA1-w上下部に分布する挟み層（I-A1, I-T, A1-2）は、いずれも低透水性の性状を示し、かつ広範囲に分布することが判明している。そのため、このA1-w上下の挟み層を自然の遮水層として活用し、高透水性のA1-wのみをグラウチングにより改良した。施工範囲は、本ダムが洪水時以外には水を溜めない流水型であることから、貯水池全区間を遮水するのではなく、堤体基礎地盤の浸透破壊抵抗性に対する照査結果およびダム直下流の社会的影響を防止できる区間（堤体から上流へ300mの範囲）とした（図-6）。

カーテングラウチングは、列間1.0mの完全複製配置とし、改良幅は浸透破壊抵抗性に対する照査結果より2.0m（改良目標値5Lu程度）の厚みを持たせ、挟み層の浸透破壊を防止する計画とした。また、改良範囲であるA1-wの強溶結部に発達した高角度の冷却節理を効率よく捕捉するた

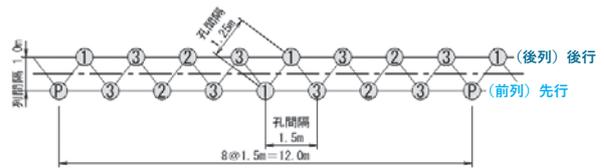


図-7 カーテングラウチング標準孔配置図

め、前列・後列の孔を差し向かいに角度をつけて配置するとともに、挟み層との境界部の注入ステージをステージ長2.0m、注入圧力を口元+0.1Mpaとした注入仕様を定め、慎重な施工を行った（図-7）。

6. おわりに

「竹田水害緊急治水ダム建設事業」は稲葉ダムから建設に着手し、約20年に及ぶ実施期間を経て、平成22年に完成した。その後いよいよ玉来ダムへ着手するところで、ダムの検証作業が入り、ようやく再開した平成24年7月に九州北部豪雨が襲来した。

この時、既に完成していた稲葉ダムの下流域で

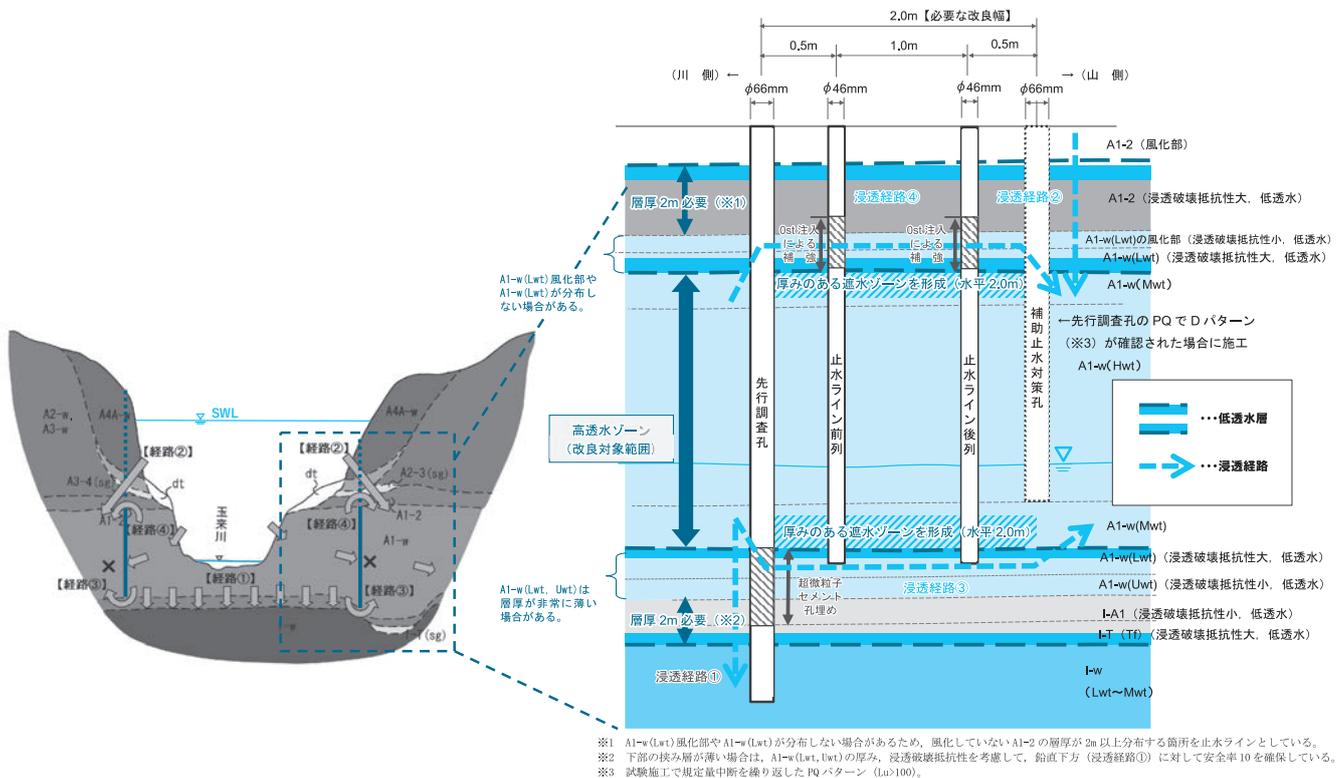


図-6 玉来ダムの止水計画概要図

※1 A1-w(Lwt)風化部やA1-w(Lwt)が分布しない場合があるため、風化していないA1-2の層厚が2m以上分布する箇所を止水ラインとしている。
 ※2 下部の挟み層が薄い場合は、A1-w(Lwt,Uwt)の厚み、浸透破壊抵抗性を考慮して、鉛直下方（浸透経路①）に対して安全率10を確保している。
 ※3 試験施工で規定量中絶を繰り返したPQパターン（Lu>100）。

は、被害が最小限に食い止められた一方で、玉来川流域では、またも甚大な被害が発生することとなった。こうした経緯から、玉来ダムは早期完成を求める声が強くなり、完成へ向け一丸となり取り組んできた。

事業の進捗を左右する用地取得では、地元関係者の協力もあり、わずか1年で約9割の面積を契約いただくなど、前例のないスピードで工事の準備が進められた。建設にあたっては、前述のとおり稲葉ダム、玉来ダム共に技術的な課題が多い中、国土交通省をはじめとした各機関に丁寧な指導をいただき、着実に進捗を図ることができた。そして令和4年に玉来ダムが試験湛水を完了し、令和5年度より本格運用を開始した。

この試験湛水中の令和4年9月には台風14号が襲来した。台風14号による累加雨量は393mm（日雨量343mm、時間最大雨量50mm）を観測し、過去の水害発生時の累加雨量に近い総雨量となったが、玉来ダム下流部に洪水被害はなく、地域の方々に早くもダムの存在を感じていただけた事象となった。

約30年という長い年月を要したが、この「竹田水害緊急治水ダム建設事業」により完成した稲葉ダムと玉来ダム（写真-3、4）によって、流域の方々に安全・安心な暮らしを届けるとともに、両ダムが地域に末永く愛される存在になることを期待したい。



写真-3 稲葉ダム SWL 到達時の越流状況



写真-4 玉来ダム SWL 到達時の越流状況