集中的に施工された長野県内のアーチ式砂防えん堤

山浦　直人[1]

[1]正会員　株式会社千代田コンサルタント（〒388-8011 長野県長野市篠ノ井布施五明 341-7）
E-mail: yama3417@mx2.avis.ne.jp

明治時代に水源地砂防から始まった砂防事業は、災害の多発や治水対策の進展に伴い、工事内容や箇所の変化を遂げながら、時代と共に進行している。

砂防施設の役割は、山地からの土砂の流出抑制と扞止であることから、明治前半期には水源渓流で石積みえん堤などが施工されているが、その形式は重力式えん堤に分類される。空石積みが主流であった時代には、重力式は緩い勾配の形状が多いことから、高さが大きくならない場合は、デメリットも少ないが、高さが大きくなると底部が広がり、施工条件に制約も生じる。

また、大正期からはコンクリートを使った練石積みの構造に転換されていくため、砂防堰堤には形状的な変化が起きてくる。

本研究では、アーチ式砂防堰堤が特定時期に多く実施されたとされる長野県の概要についてまとめる。

Key Words:　*近代砂防，アーチ式、練石積み、洪水調整機能*

1. はじめに

長野県は、明治時代から始まる近代砂防事業の発展地の１つとして、様々な歩みを作ってきた[1) 2) 3)]。

・内務省による水源地における石積みえん堤の施工
・砂防法成立直後から県が行う砂防事業に着手
・渓流全体の安定を目指した牛伏川砂防の成果、その成果の１つである牛伏川階段工は砂防施設として全国で２番目の重要文化財指定となる。
・水源地での砂防工事と共に、下流の河身の安定を図る流路工整備（夜間瀬川など）
・砂防工事の発展を支えた技術者（外国人技師デ・レイケ、日本人技術者池田円男、赤木正雄など）の関わり
・全国治水砂防協会の設立を提唱するなど砂防事業の熱心な促進活動の展開

などを具体的に指摘することができる。

本論では、今迄指摘されてこなかった点ではあるが、戦前から戦後にかけてのおよそ２０年間にアーチ式砂防堰堤が長野県内で集中的に施工されている。そこで、その概要を諸資料から整理し、一部ではあるが現地確認も行い、その概要をまとめ、特徴や背景などについていくらかの考察を試みる。

2. アーチ式ダムについて

(1) アーチ式ダムのあゆみ

樋口輝久（2004）[4)]によれば、わが国でアーチダムが本格的に採用されるようになるのは戦後からとしているが、その理由は地震に対する危惧から設計理論の発達が戦後にも持ち越されたためであったなどとされている。

このため、戦前に施工されている上水道のダム分野ではアーチダム事例がなく、農業分野ではマルティブルアーチダムが２基は見られるにとどまっていると指摘する。

一方砂防分野では、単式のアーチ式えん堤が、戦前から戦後に相当する存在することが分かっているが、その採用実態や設計事例等が詳しく報告されていないため他の分野での認識がされていなかったとも指摘する。。

アーチ式砂防堰堤については、初めて採用がされたとする御勅使川砂防に係わっている内務省の砂防技術者蒲孚（かばまこと）[5)]が「拱堰堤には直線堰堤に比しその体積が遙かに小さくて済むことから両岸の岩盤にして信頼し得るものならば、是非拱堰堤とすべき」と述べていることから、砂防分野のアーチ式採用の背景と指摘する。

(2) 全国的な事例

砂防ダム分野での最初のアーチ式えん堤は、山梨県の御勅使川の沓沢ダム（内務省、1923 完成、現状は埋没）とされる。同川では、芦安えん堤（当初 1928 年完成）にもアーチ式が採用されているが、1925 年の嵩上げ分において「重力式えん堤が安全過ぎるため拱堰堤で嵩上げした」と云われており、特殊な事例ともいえる。

各地の採用事例については、陶山（1967）[6)]、中村（1953）[7)]などにより、事例分類等が行われ、アーチえん堤の設計法などがまとめられている。

よく知られている新潟県の大源太川第 1 ダム（1939 完成）は、その採用理由に現場付近が堅固な岩盤で狭窄部であったことが述べられ、「貯砂量 1m3 あたりの堰堤工費は桁違いの安価で有り・・・2 分の 1 の立積ですませることができた」と報告されている[8)]。

このような各地での事例が採用されるなかで、長野県では、昭和 10 年代からアーチ式砂防えん堤の施工が、内務省、県工事の両方で始まり、その動きは戦争を挟みながら昭和 30 年代半ばまで続く傾向にある（表 1）。

3. 長野県内のおけるアーチ式砂防えん堤

(1) 内務省直轄工事での事例

明治時代に県内の水源地砂防工事に着手した内務省第三土木監督署は、その後大正 7 年からは 6 ヶ年計画で千曲川、犀川などの流域で「信濃川筋砂防工事」を開始するが、対象箇所が多く完了を見なかったことから、5 ヶ年延長し、昭和 7 年に完了を見る。　その対象箇所は、横湯川、岡田川に加え、犀川に直接流れ込み木沢、八代沢などの渓流、上流の支川である奈良井川の支流の女鳥羽川、薄川などで砂防えん堤の設置を行っている[9]。

これらの渓流では、砂防対策を必要とする箇所が多く、未完了な箇所も少なくなかったため、内務省は、その後信濃川水系砂防工事と名を改め、松本市に砂防工場（現国交省松本砂防事務所の前身、同所が松本市中心部に位置するのは広範囲に砂防事業を展開していたためと考えられる）を設け、工事を進める[9]。

なお、直轄砂防は、戦後高瀬川筋や、姫川流域での本格的な砂防工事に拡大していく。

このような中で、犀川の源流である梓川の土砂流出の抑制を図ったのが「釜ヶ淵上流えん堤」である（図 1）。このえん堤は上高地の入り口にあたり、焼岳噴火による影響もあり、大規模な貯砂量を確保するため、狭窄部での堤高 29mを有する大規模なえん堤が計画された[10]。

その構造機能は一部補修はされているものの、現在も継続されており、その技術と自然環境への調和性が評価され、平成 14 年国登録有形文化財となっている。

内務省は天竜川水系で初めての砂防工事を小渋川にて着手する。戦前にアーチ式えん堤が計画されるも戦争により中断し、戦後再開され、昭和 29 年堤高が 20m をこえる「上蔵（わぞ）えん堤」が完成する（図 2）[11]。

このえん堤は戦後、内務省東京土木出張所の管轄で計画が進められている点に留意したい。

これ以外にも梓川の支流である島々谷川の第 1 号砂防えん堤（図 4）[13]、後に砂防事業が拡大された高瀬川の山の神砂防えん堤（図 3）[10]においても練石積みによりアーチ式えん堤が施工されている。

(2) 県施工のアーチ式えん堤

県内の内務省直轄工事においてアーチ式が採用されるなか、ほぼ同時に県施工の砂防えん堤でもアーチ式の採用が始まる。

その嚆矢は、松本市の薄川の宮海道えん堤で昭和 14 年に完成する。その後、昭和 30 年代前半にかけて構造的には、練石積みと玉石コンクリートからなるアーチ式えん堤が続けて採用されていく。（表 1）

ここでそのなかから数例をあげて紹介する。

①宮海道（松本市大仏、薄川）[12]

昭和 13 年着手、14 年完成で、図 15 のように現状は副堤はないと見られる。新潟県の大源太川と同時期ながら、県施工のアーチ式では国内初と思われる。

施工位置の両岸、河床とも岩盤が露出している薄川の狭窄部に位置し、上流はやや川幅が広がることから、貯砂容量が確保しやすい場所といえる。堰堤の現状は、水通し面（図 11）も始め、大きな損傷は見られないが、下流水叩き部分の洗掘の可能性が懸念される。なお。ダム堤体には、アーチ型の排水孔（図 18）が見られるが、これは堰堤施工時の仮排水のために設けたと推測される。

②坪根（長野市戸隠　裾花川）[1) 12) 13)]

長野市街地を下流域にもつ裾花川の中流域の、広くはないがやや平坦地に接する河道に設けられている。

川幅が 40m近くあり、水量が多い場所であることから、堰堤高の 2 倍の長さ 30m下流に副堤が設けられ、水量が多い場合はウオータークッションをなす減勢池が確保されている（図 5､8､9､10､19）。

石積みは、上下流とも谷積みであるが、水通し面の石張りは安山岩にような石材を短冊状に煉瓦積みのようにはった構造をなしており、水流による減耗対策が施されていると見られる（図 12）。

この堰堤については、昭和 24 年のキティ台風による洪水で下流の長野市街地の被害が発生し、その洪水調整機能を期待するという側面から計画され、実施されたと伝えられる。長野市街地の氾濫区域には県庁や長野駅などが含まれ、一方で治水ダム建設の時期はまだ難しかった時代で有り、砂防えん堤にそのような複合的な目的を持たして点も歴史的に記すべき点といえる。

③衝立堰堤（上田市真田　神川支流大洞川）[1) 14)]

この堰堤は、神川の支流でほぼ菅平高原を流域とする地点にあたる。名称は、横沢との資料もあることから衝立（ついたて）は、堰堤形状からの俗称の可能性がある。

副堤（重力式）の高さが 6mあり、本堤と併せて 19m の落差を有する。周辺や河床には基盤が露岩しており、アーチ式には適合した場所といえる。

この他に高山村の松川にある不動えん堤（図 6）、安曇野市の烏川の野山えん堤（図 7）なども規模が大きい。副堤を当初計画せず、水圧による漏水、底抜けなどのトラブルが起き、施工中に計画を見直した秋山、不動などの事例が伝えられている。

4　アーチ式えん堤の集中的施工の背景

(1) 内務省直轄工事との関連

表 1 の事例で示したように県内の事例は、内務省新潟土木出張所の管轄する千曲川水系が圧倒的で、内務省の

表1　長野県内の 戦前期から戦後にかけての 練石積みアーチ式砂防えん堤 一覧表

調査集計2021年3月、表作成著者　　全て昭和

	水系	河川名	市町村名	地域名	えん堤名	構造形態	高さ H m	堤長L m	下流法	上流法	天端厚 m	えん堤体積 m3	アーチ半径m	流域面積 km2	計画貯砂量 m3	施工年度	施工	備考
1	千曲川	金峰山川	川上村	秋山	秋山	練石積み	20.0	74.90	0.20	0.05	3.0	4,047	44.0			26～32	県	県資料
2		裾花川	長野市	戸隠	坪根	練石積み	16.5	66.50	0.25	直	3.0	2,489	42.0	＊ 160	225,000	25～27	県	県の戦後最初
3		横湯川	山ノ内町	平穏	箱繕	練石積み	18.8	70.90	0.25	0.30	2.0				－	14～30	県	現況は嵩上げされている
4		松川	高山村	中不動	不動	練石積み	12.5	55.10	0.15	直	2.0	1,282		＊ 87	130,000	24～26	県	県資料
5		薄川	松本市	入山辺	宮海道	練石積み	15.0	34.00	0.15	？	2.3	1,256	14.8	＊ 44		13～14	県	長野県の砂防1972
6		梓川	松本市	安曇	釜ヶ淵上流	練石積み	29.0	79.00	0.20	0.20	3.4	10,986	35.0	111	2,100,000	11～19	内務省	松本砂防の資料 登録有形文化財
7		当信川	長野市	信州新町	祖室	練石積み	18.0	37.00	0.20	0.20	2.3	652	20.0	＊ 20		27～29	県	
8		高瀬川	大町市	平	山の神	練石積み	23.0	52.52	0.20	0.20	3.0	5,955	30.0	142	423,000	27～30	内務省	松本砂防の資料
9		烏川	安曇野市	堀金	野山	練石積み	27.5	66.50	0.20	0.10	3.0	6,785	40.0		493,000	28～38	県	長野県の砂防1972
10		中房川	安曇野市	穂高	一ノ瀬	練石積み	20.0	50.10	0.20	0.10	2.0	2,400	20.0			31～34	県	長野県の砂防1972
11		野原沢	筑北村	入山	清水平	練石積み	10.5	33.00	0.20	直	1.8	547	24.0			31～32	県	
12		神川(横沢)	上田市	真田	衝立(横沢)	練石積み	13.0	33.50	0.20	直	2.0		32.0	＊ 38		28～29	県	上田建設50年のあゆみ
13		武石川	上田市	武石	焼山沢	練石積み	9.0	30.90	0.15	直	1.7	409				～26	県	
14		島々谷川	松本市	安曇	島々端第1号	練石積み	15.0	31.00						＊ 78	178,000	21～25	内務省	長野県土木概観より
15		釜の沢	松本市	梓八景山	釜の沢(9)	練石積み	8.2	27.30	0.20	？	1.8					？	県	県資料
16		釜の沢	松本市	梓八景山	釜の沢(11)	練石積み	7.2	26.60	0.20	？	1.0					？	県	県資料
17		抜井川	佐久穂町	大日向	馬返	練石積み	7.5	35.38	0.15	直	1.5	584				～26	県	
18	天竜川	小渋川	大鹿村	大河原	上蔵(わぞ)	練石積み	23.0	33.00	0.15	0.20	2.0	5,287	17.9	82	1,000,000	26～28	内務省	内務省東京土木出張所 登録有形文化財
19		間沢川	松川町	河野	二丁	練石積み	10.0	37.50	0.15	直		555	30.0			27～28	県	県調べ
20		間沢川	松川町	生田	柄山	練石積み	12.0	32.00	0.20	直	1.5	665				28～30	県	県調べ
21		松川	飯田市		入通	練石積み	12.0	42.35	0.20	直	2.0	1,122	30.0			28～30	県	長野県の砂防1972

※出典等　陶山正憲 「わが国における既設砂防アーチダムの展望」、中村二郎「砂防アーチダムについて」　　＊の数値は著者算定(概算)

※出典等　長野県の砂防1972、長野県土木概観(1950)

※出典等　国土交通省各事務所、長野県建設部、関係事務所提供資料

※各施設の形状等は、出典によって異なるものが少なくなく、現況と文献作成時の数値が混在している可能性がある。

※各施設の現存状況を全て把握できていない。

直轄施行(チョッカツセコウ)　4

県施行(ケンセコウ)　17

※陶山論文では、以上のアーチ式えん堤の設計方法は、ほとんどがシリンダー法によると分類されている。

県施工のアーチ式えん堤で、具体的な設計資料は確認できてない、

図1　釜ヶ淵上流えん堤（松本市安曇 梓川 国提供）

図2　上蔵えん堤（大鹿村　小渋川　国提供）

図3　山の神えん堤（昭和38年　国提供資料）

図4　島々谷川第1号えん堤（昭和25年、長野県土木概観より）

図5　坪根えん堤（長野市戸隠、裾花川、県提供資料）

図6　不動えん堤（高山村、松川、県提供資料）

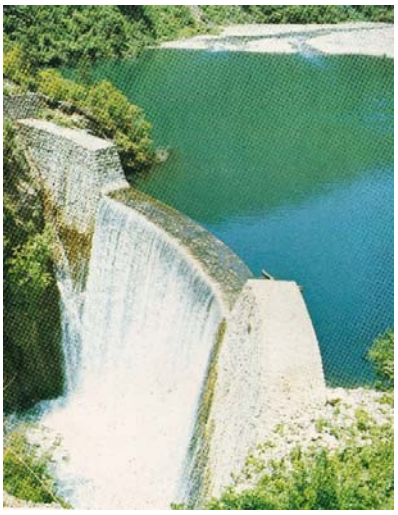
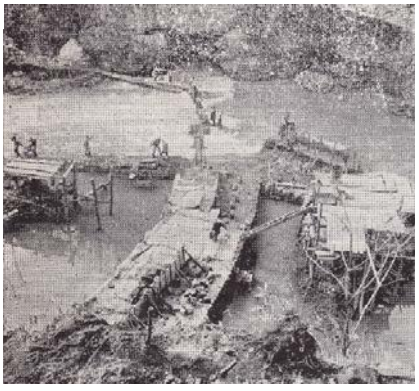
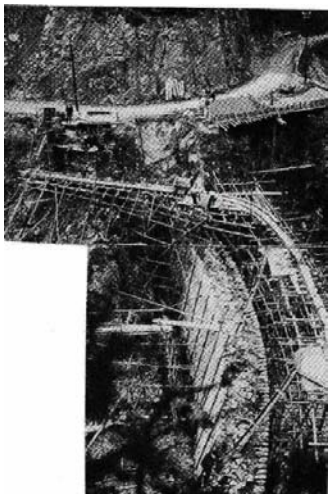


図7　野山えん堤（安曇野市堀金、烏川
長野県の砂防 1972）





左　図8　施工中の状況（坪根、半川締め切りか）
右　図20　コンクリートの打設足場、シュート（衝

図9　坪根えん堤（下流から、長野市戸隠、県提供資料）

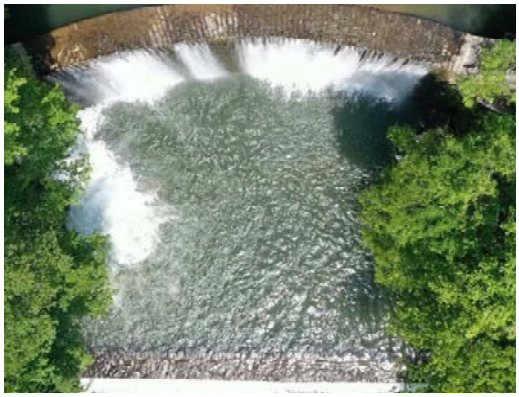


図10　坪根えん堤（上空から、長野市戸隠、県提供資料）

左　図11　水通し部の石積み（宮海道）
右　図12　水通し部の石張り（坪根）

堰銘板

上　図13　坪根

（設計者、松林正義）

下　図14　衝立

（設計者　竹鼻巻雄）

図15　宮海道えん堤（現況、松本市大仏、撮影著者）

図16　衝立えん堤（現況、上田市真田、撮影著者）

図17　焼山沢えん堤（現況、上田市武石、県提供資料）

図18　石積みと排水孔（宮海道）

図19　石積みと水抜（坪根）

※両者は何れも谷積みであるが、石の大きさがやや異なる。

現場とも近隣の箇所である。また、上蔵堰堤も東京土木出張所の管轄であったが、東京土木出張所管轄では御勅使川、新潟土木出張所管轄では大源太川におけるアーチえん堤があり、いずれも蒲孚の計画によるとされており、新潟土木出張所の管轄範囲の長野県で多くののアーチ式が施工された点に影響があったと考えられる。

(2) 長野県の技術者について

長野県の技術者でアーチ式への関わりを資料に残す技術者は、次の2例が確認できた。

坪根えん堤：松林正義（図13）

衝立えん堤：竹鼻巻雄（図14）

松林は京都大学農学部卒業でおそらく長野県の土木技術者で本格的な近代砂防学を習得して赴任した最初の技術者と考えられる。（後に建設省砂防部長を歴任する）

坪根えん堤は、現在下流にある裾花ダム（流域面積が250㎢、流入洪水量実績最大約 860m3/s。この少し上流にあたるため、抱える面積が大きく、ダム設計上は十分な知識が必要と思われる。）したがって、専門知識のある松林正義が設計したことが合理性がある。

(3) アーチ式えん堤の計画位置について

宮海道は、松本市街地へ洪水が影響した薄川の大仏地先に施工される。このえん堤の上流では、後に県による治水ダム（大仏ダム、事業中止）が計画されている。

衝立えん堤は、菅平ダム（利水ダム）の下流に位置し、菅平高原をほぼ流域とする。松川の不動えん堤の位置は、千曲川との合流点より５ｋｍにも達しない。

内務省直轄の山の神えん堤も高瀬川の東電七倉ダムの直上流に位置し、坪根については今回事例では最も大きな流域面積を有する地点に位置する。

このように流域面積の大きな位置に砂防えん堤が計画されているのが特徴点である、これは、度重なる洪水の発生の中で、砂防えん堤に本来の土砂流出抑止の他洪水調整への期待があったことは排除できない。その意味では砂防ダムの貯砂両量（貯水可能容量）をできる限り大きくするためには、アーチ式が堤高のおおきなえん堤を実現できることにあったと考えられる。

(4) えん堤形状や構造について

アーチ式えん堤の形状は次のような特徴がみられる。

・天端幅は 2 から 3m で水通し面には摩耗対策とみられる石張りが見られる。その石は厚みのあるは平板的な石材（釜ヶ淵、衝立）が一般的とみられるが、坪根のように短冊状の石材を煉瓦状に張った事例もある。

＊下流側の法勾配は2分、上流側は垂直としている事例が多いように見える。

＊中詰めのコンクリートは、天端幅にもよるが、資料等では「玉石コンクリート」と称する例が見られる。

衝立堰堤の資料によれば、「ダムサイトの道路に併行してプラントを設け８切練りのダラム型ミキサーにて混合し、天端高さに足場を築き、ナベトロにて挿入場所の上部へ運び、シュートにて堤体に投下し、打設する。」と伝えている（図20）。

5. まとめ

本研究は次のようにまとめることができる。

＊長野県では 1940 年頃から 60 年頃に練石積みによるアーチ式砂防えん堤が集中的に施工されている、

＊施工主体は内務省（建設省）、長野県の両者にまたがり、特に千曲川水系に多く施工されている。

＊施工位置は、規模の大きな支川の中流域に設置されており、抱える流域面積が大きい。

＊構造的には、表面が練石積みによってできており、水通しなどに摩耗対策的な石張りが見られる。また堤体内部の中詰めは、玉石コンクリートによる場合が見られる。

今回調査したアーチ式砂防えん堤は、多くが現存し、機能を果たしている。アーチ式の構造的有利性が発揮され、また環境との調和からの文化財としての評価を得ている事例があるが、多くのえん堤は、調査もまだ十分でなく、評価はまだこれからである。

また、砂防えん堤の設計資料、構造図なども十分に収集されていないため、今後移設の維持管理を行っていく上での課題にもなっている。

参考文献

1) 長野県砂防課：「長野県の砂防 1972」

2) 山浦直人,小西純一ほか：「明治大正期の長野県牛伏川砂防施設の歴史と評価」、第 32 回土木史研究、2012

3) 土木・環境しなの技術支援センター：「明治大正期の牛伏川砂防施設調査報告書」、2019

4) 樋口輝久・三木美和・馬場俊介:「技術者の言説からみた近代日本におけるコンクリートダム技術の変遷」、土木史研究論文集 Vol 23 , 2004

5) 蒲孚：「富士川支川御勅使川砂防工事」、土木学会誌、第 14 巻 3 号、1928

6) 陶山正憲：「我が国における既設砂防アーチダムの展望」、新砂防、20 巻（1967―68）2 号

7) 中村二郎：「砂防アーチダムについて」、河川、1953

8) 国交省湯沢砂防事務所資料：「大源太川第 1 号砂防堰堤」

9) 松本砂防事務所：「松本砂防のあゆみ」1979

10) 国交省松本砂防事務所提供資料：「釜ヶ淵上流堰堤」「山の神堰堤」

11) 国交省天竜川上流河川事務所資料：「上蔵堰堤」

12) 長野県提供資料：「坪根堰堤」「宮海道堰堤」ほか

13) 長野県土木部：「長野県土木概観」、1950

14) 長野県上田建設事務所:上田建設事務所５０年の歩み、2001