

堤内地向け警報のための放流警報設備の改修について

※応募論文は、北陸地方整備局ホームページに公表されます。

稲垣 寿哉¹

¹大町ダム管理所 電気通信係 (〒398-0001 住所：長野県大町市平字ナロヲ大クボ2112-71)

2018年7月豪雨では、西日本を中心に甚大かつ長時間にわたる豪雨によってダムの洪水調節容量を使い切るような事象や、ダム操作に関わる情報が住民の避難行動に繋がらない状況が発生した。これに対し、異常洪水時防災操作へ移行する際には、地域住民に対して避難等の生命を守る行動を促すよう、堤内地向けても警報が出せるように放流警報設備の改修を行った。その改修内容を報告するものである。

キーワード ダム、放流警報、異常洪水時防災操作

1. はじめに

2018年7月に起きた西日本豪雨では「地域住民に向けて放流警報を発信したが、緊急性や緊迫感が必ずしも十分に伝わっていない」などの課題が挙げられた。

大町ダムが放流する際には、大町ダム下流の高瀬川沿いに設置している放流警報設備によって水位の増加を知らせ、川の中にいる人に退避を促すように周知を行っている。異常洪水防災操作への移行する際には、地域住民に対して避難等の命を守る行動を促すよう、放流警報設備で地域住民の民家側の堤内地へ放送できるよう、大町ダムにおいても放流警報設備の改修を行った。その改修内容や取り組みを報告する。

2. 大町ダム及び放流警報設備の概要

大町ダムは信濃川水系高瀬川に位置し、昭和30年代に頻発した洪水をきかけとして1967年より予備調査が始まり、1969年8月の水害を契機として建設計画が促進された多目的ダムである。

高瀬川の源は日本アルプスの槍ヶ岳で、流域面積は約445km²、流路延長は56kmに達し、川の水はダムから約25km下流で犀川に合流し、千曲川を流れ、信濃川を経由して日本海へと注がれる。

水源地の地形と川の勾配は急であり、上流域では積雪や冬の季節風も強く、温泉作用や、花崗岩を主体とする地質なども影響し、上流に降った雨や土砂が一気に流れ込みやすいという特性を持っている。高瀬川は洪水が起きやすい条件のもと、大町ダムは高瀬川の水量を調節し、洪水から人々の生活を守る重大な役割を担っている。

大町ダムから放流する際は、高瀬川周辺のパトロール及び、高瀬川に沿って設置している放流警報設備から放

送し、川から出るように注意喚起している。大町ダムの放流警報局は全部で30局、サイレンを設置している局は10局となる。

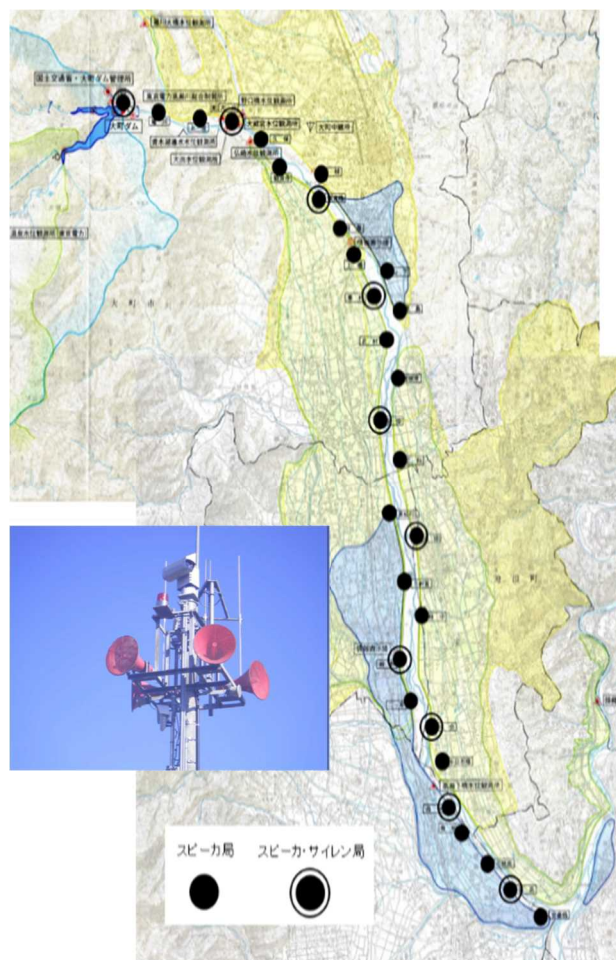


図1. 放流警報設置箇所

3. 改修方針

放流警報設備の改修に当たっては、地域住民に対して的確に警報を伝えることを目的とし、既存の設備の改良によって目的を達成することを目指す。

(1)スピーカの種類と方向

既存のスピーカを設置場所は、当初の調査で背後地の状況や河川利用者の状況を踏まえ、警報区間内において連続して聴取可能となるような適切な配置がされている。放流警報設備を改修するにあたっては、既存のスピーカの指向性や放送している範囲を確認し、民家のある堤内地に吹鳴不感地帯があれば、その方向に向けてスピーカ増設を行うものとする。¹⁾

a)スピーカの種類

現在、大町ダムは全ての警報所において、各々に50W×4個の既存スピーカを設置している。増設するスピーカの仕様は既存のスピーカと同様の仕様とし、スピーカの標準音達距離について考え、スピーカの方向・放送範囲を決定する。

b)スピーカの音達範囲

音達距離は導き出す際に文章理解度といった放送内容を理解できる度合いを求める必要がある。電話の場合、十分に会話が理解できる貯めに必要な文章理解度は97%である。しかし、警報放送の場合は伝達内容は平易でゆっくり、はっきりと発音し、繰り返し放送するので、文章理解度は90%以上であれば良いとする。²⁾

文章理解度 s/n (信号対雑音比)との関係は次のとおりとなる(la)。

$$\text{文章理解度：90\%} \quad s/n : 7\text{dB} \quad (\text{la})$$

以上から、文章理解度を90%以上とするために $s/n : 7\text{dB}$ 以上が必要である。

次に、周囲雑音レベルを設定する。周囲雑音レベルは設置場所より大きく異なり、また気象条件によっても変化するため、標準値を設定することは困難なため一般的な目安として表1を参考にする。

騒音の程度	騒音レベル	騒音の程度別
会話不可能	120dB～100dB	最大可聴値
会話が困難	100dB～70dB	機械作業場
大きい声での会話	70dB～50dB	劇場、百貨店
楽に会話ができる	50dB～0dB	住宅地

表1. 各種騒音目安

上記の目安を参考に、周囲雑音レベルはピーク値を避けた65dBとする。以上の結果から、スピーカの目標到達レベルは次式(lb)により求める事ができ、78dBとなる。

$$\text{目標到達レベル} = \text{目標}s/n(7\text{dB}) + \text{集音騒音レベル} \\ (65\text{dB}) + 3\text{dB} \quad (\text{lb})$$

したがって、以上の説明した数値より距離による減衰量を考慮すると、50W×1のスピーカ（出力音圧レベル127dB）の場合、音達範囲は約300mとなる。²⁾

c)スピーカの方向

方向については、各警報所付近の民家の位置、既設スピーカの吹鳴範囲を考慮して決定するものとする。ここでは警報所「池田」「三軒家」「林中」について述べる。下記の図2は警報所「池田」「三軒家」「林中」の上空写真及び既設スピーカの方向の写真である。

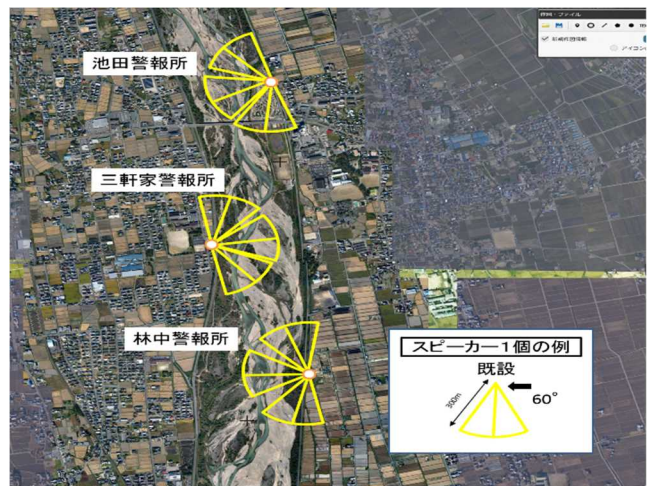


図2. 「池田」「三軒家」「林中」の上空写真

大町ダムの既存のスピーカは、川側と上流側、下流側に向けてスピーカを設置している。上記の図では、音が到達しない範囲が見受けられるが、そのような箇所への対処としては、音達範囲の広いサイレンからの放送や巡視などにより河川利用者に情報を伝達している。

上空写真では、「池田警報所」は南東、「三軒屋」は西に民家が確認でき、「林中」には民家が確認できない。実際の現地の状況は下記の図3、図4、図5である。



図3. 「池田」のパノラマ写真



図4. 「三軒家」のパノラマ写真



図5. 「林中」のパノラマ写真

増設スピーカは、より多くの民家に吹鳴することができる方向に向けることとする。上空写真及びパノラマ写真からスピーカの設置方向は下記の表2のとおりとした。

警報所	スピーカ1	スピーカ2	備考
池田警報所	15°	120°	(真北を0°)
三軒家警報所	210°	310°	(真北を0°)
林中警報所			増設なし

表2. 各警報所のスピーカ設置方向

林中警報所については、放流警報設備付近の堤内地側に民家が確認できないことから、スピーカ増設の対象外とする。

下記の図6は上記で考慮した吹鳴することが出来る方向を元に考えた「池田」「三軒家」「林中」の新設スピーカを増設した上空写真である。

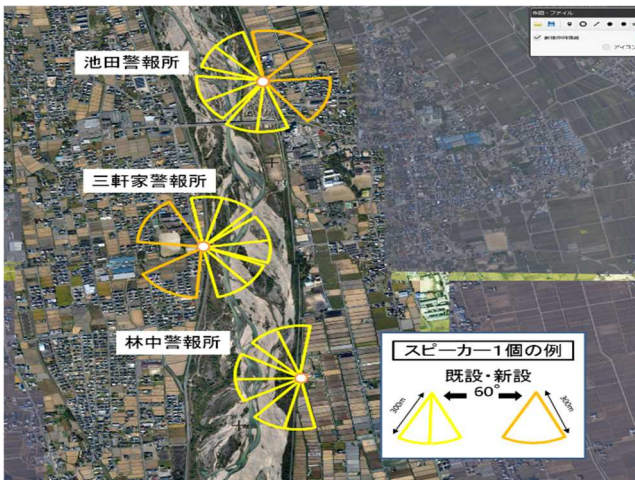


図6. スピーカ増設後

上記で論じた方法により、堤内地側への新設スピーカの向きを決定。「池田」「三軒家」「林中」以外の警報所も同様の方法でスピーカの向きを定めた。

(2)サイレンの設置方向

サイレンは、指向性から無指向性に更新することで堤内地側にも放送が聞こえるようにする。既存の指向性サイレンは高瀬川に向けて設置しており、河川側にしか放送することができない。無指向性サイレンは設置箇所360度すべての方向に放送することができ、河川側だけでなく堤内地側への放送も可能である。

無指向性サイレンにすることにより、既存の指向性サイレンでは放送が届かなかった箇所にも放送が可能になるため、警報区内または、河川内に立ち入ろうとしている河川利用者がどのような状況下においても放流警報設備から聴取が可能となるようにサイレンを改修し、犀川合流点までの河川付近全体を補えるよう出力を調整する。

サイレンによる音達範囲の調査は、上記で説明したスピーカの音達範囲と同様の求め方(lb)を用いた。

サイレンによる音達範囲を図7に示す。犀川合流点までの河川付近全体を補えることができた。

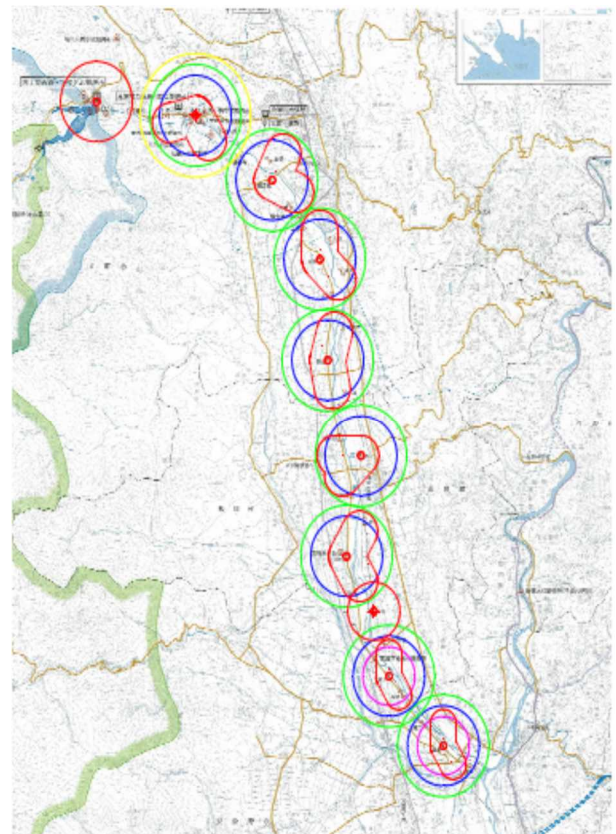


図7. 音達範囲状況

縦長の円 (既設) : 2.2kW 2指向性 (1000m)
 円 (新設) : 2.2kW 無指向性 (800m)
 3.7kW 無指向性 (1100m)

(3)停電補償

スピーカが増えることにより、蓄電池の容量が大きくなる。表3は蓄電池容量計算時の条件であり、表4はその結果である。

蓄電池容量を式(lc)により求める。

$$\text{蓄電池容} = 1/L\{K1 * I + K2(I2 - I1)\} \quad (lc)$$

L : 保守率, I : 放電時間, K : 負荷への電源供給時間ごとに容量換算した係数

保守率	0.8
最低温度	-5℃
許容最低電圧	1.9V/セル
放電時間	120時間

設備名	数量	単位
制御監視局	1	局
中継局	1	局
警報局数	30	局
点検制御	1	回/日
疑似音吹鳴制御	2	回/5日
停電日数	5	日間

表3. 計算条件

	計算結果	鉛蓄電池容量
音声増幅器1台搭載	82.9Ah以上	100Ah
音声増幅器2台搭載	134.6Ah以上	150Ah
音声増幅器3台搭載	186.4Ah以上	200Ah

表4. 計算結果

現在は音声増幅器が2台であり、150Ahの蓄電池を設置している。スピーカ増設によって音声増幅器が3台となるので、200Ahの蓄電池を追加する。

4. 放流警報鳴り分け制御の実現

今回、新設する放流警報設備は、異常洪水時防災操作をおこなう際に使用するものであり、通常の放流時には、堤内地側に放流警報を放送しない。したがって、警報を放送する制御は堤外地向けにのみ放送する制御と堤内地・堤外地向けに放送する制御と2系統が必要となる。

放流警報の鳴り分け制御としては、未使用フラグを使用し、スピーカの鳴り分け制御を実現する。

フラグシーケンス	アドレス		
	局番	システム番号	地域コード
8bit	8bit	8bit	8bit

制御部	情報部	フレーム検査シーケンス	フラグシーケンス
8bit	32bit	16bit	8bit

表4. 制御信号のフレーム構成

ワードアドレス	未使用フラグ	制御符号			
		₃ C ₂	₃ C ₂	₃ C ₂	₃ C ₂
2 ⁰ ,2 ¹ ,2 ² ,2 ³ ,2 ⁴ ,2 ⁵ ,2 ⁶ ,2 ⁷	S,F ¹ ,F ² ,F ³ ,F ⁴ ,F ⁵ ,F ⁶ ,F ⁷	3bit	5bit	5bit	3bit
8bit	8bit	16bit			

表5. 情報部のワード構成

上記の表5の未使用フラグである8bit中の1bit目のフラグを改造し鳴り分け制御を行う。下記の表6が改造を行った鳴り分け制御である

ビット(F ⁷)	放送制御有無	対象音声増幅器	放流状態
1	放送制御あり	堤外地用音声増幅器のみ起動	通常放流
0	放送制御なし	全音声増幅器起動(堤外地+堤内地)	異常洪水時 防災操作
点検			

表6. ビット利用による鳴り分け制御

5. 堤内地向け放送の運用

今回改修を行う堤内地向けの放送を鳴らす基準は、高瀬川が氾濫危険水位「レベル4」に達した際に放送する場合と、大町ダムで異常洪水放流操作によって河川の水位が急激に上昇する際の場合の避難行動が求められる際に放送を行う。異常洪水放流操作の場合は従来と同様の音声を堤内地側へ放送を行うが、氾濫危険水位の場合は避難を促す放送を行う必要があるため新たに作成する。

内容としては、表7のとおりとする。

音声 (氾濫危険情報)
こちらは、大町ダムです。高瀬川の水位が氾濫危険水位に到達します。川から離れ、市町村の避難情報に注意して下さい。

表7. 堤内地(新設)・堤外地放送内容

堤内地側への吹鳴方法としては、従来と同じパターンで「チャイム→音声放送→チャイム→サイレン(疑似音)」で放送を行うものとし、堤外地・堤内地と同時に上流の放流警報設備から順次放送を行うものとする。

6. 今後の課題等

(1)放流警報設備の制御仕様

現時点での放流警報の仕様では、マイク放送などの制御は個別制御でしか操作ができず、緊急時に広範囲に放送が必要な場合、複数箇所を同時に放送することが出来ない。マイク放送などの個別制御のみの制御は広範囲に放送出来るように改良する必要がある。

(2)住民への周知

自治体には、2020年5月21日に大町ダムの情報伝達説明会の場で説明を行った。

なお、放流警報所周辺の地域住民にはこれまで聞こえなかった箇所まで放送が届くようになるので、どうい

た放送が鳴るのか、どういった時になるのかななどを周知する必要がある。回覧等のチラシ配りや、市町村の広報誌による宣伝によって周知することを検討している。加えて、地元説明会を開催したい。また、インターネットなど様々な媒体を用いた周知方法を検討していく。

7. まとめ

これまで放流警報設備の改修によるスピーカ・サイレンの設置方向や設置に伴い放送の音達範囲の確認、堤内地側へ放送を行うための鳴り分け制御の実現など、改修内容や取り組みの報告を行った。改修を行う中で、スピーカの増設など既存の設備と同様のものを使用したことにより改修の簡易化を図ることができ、システムを構成する上でも構成しやすいものとなった。しかし、改修に伴い放流警報設備の制御仕様による一斉制御がまだ行え

ないことや、地域住民への概要説明などといった周知による理解を得ることなどの課題が挙げられた。

近年発生している大型台風などの異常気象などによる河川氾濫やダムからの緊急放流などが見受けられたことから、新たに堤内地に設置しているスピーカによる放送で、高瀬川付近の地域住民への避難行動に繋がっていくことを期待したい。

謝辞：本論文を作成するにあたり、ご協力下さいました関係者の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1)【事務連絡】ダム放流警報設備（サイレン局・スピーカ局）新設・改良について
- 2)電気通信施設設計要領・同解説（通信編）