

平成28年台風第10号による南富良野町幾寅築堤の被災状況とその特性について

札幌開発建設部 河川計画課 ○本郷 将輝
田代 隆志
奥山 昌幸

平成28年8月、3個の台風が北海道に上陸した後、台風第10号が接近し、石狩川流域では串内観測所（南富良野町字落合）で3日間累加雨量が515mmを超えるなど各地で大雨となった。札幌開発建設部が管理する空知川の幾寅築堤が決壊し、南富良野町で甚大な浸水被害が発生した。本報告は、堤防被災状況とその特性についてとりまとめ、考察を加えて報告するものである。

キーワード：防災、自然災害

1. はじめに

台風第10号（平成28年8月）に伴う出水により生じた石狩川水系空知川の堤防決壊について、被災メカニズムの状況を整理した。また、その結果から想定される決壊要因を検討し、再度災害を防止するための復旧及び対策に資するものである。

8月16日～8月31日の雨量観測では、串内観測所で総雨量888mmに達し、これは道内の主要な地点における年平均降水量に匹敵する規模である。

◆道内の主要な地点における年平均降水量(mm)

地点名	年平均降水量(mm)	統計期間	地点名	年平均降水量(mm)	統計期間
札幌	1,097	1076～2015	釧路	1,077	1090～2015
函館	1,170	1873～2015	帯広	934	1892～2015
小樽	1,241	1943～2015	網走	829	1889～2015
旭川	1,097	1080～2015	北見	766	1978～2015
空知	1,183	1923～2015	留萌	1,244	1943～2015

2. 出水概要

8月17日～23日の1週間に3個の台風が北海道に上陸し、道内各地で大雨により河川の氾濫や土砂災害が発生した。また、8月29日から前線に伴う降雨があり、その後、台風第10号が北海道に接近し、串内観測所では8月29日から8月31日までの累加雨量が515mmを超えるなど、各地で大雨となった。

表-1 道内の主要な地点における年平均降水量(mm)

台風第10号の接近に伴う大雨では、空知川の上流域の串内観測所で12時間雨量292mm、狩勝観測所で12時間雨量255mmと既往最大12時間雨量の2倍近くとなる観測史上第1位を記録した。また、月降水量でも既往最大値を大幅に更新し、観測史上第1位を記録した。



図-1 台風第7号・第11号・第9号・第10号経路図

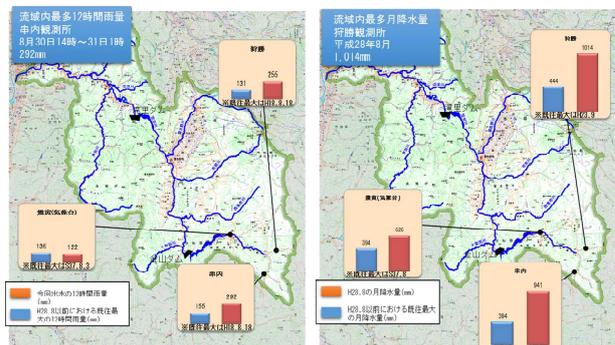


図-2 流域内12時間雨量等

5. 被災メカニズム（上流決壊箇所）

一般的な堤防決壊のメカニズムとしては、越水、侵食・洗掘、浸透が考えられる。これらの観点で、上流決壊箇所の被災メカニズムの状況を整理する。

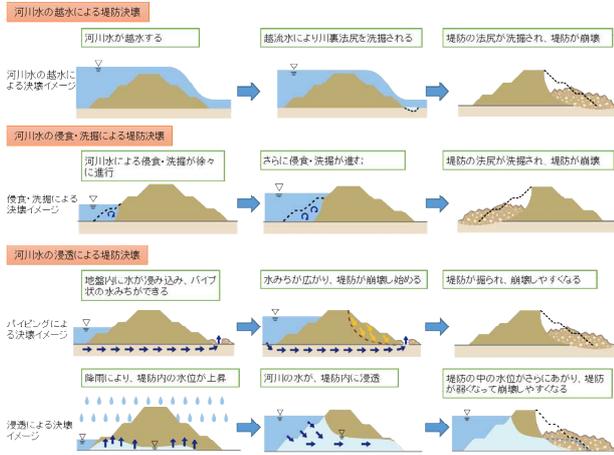


図-4 堤防決壊の要因

(1) 越水

越水による決壊の可能性については、洪水が深夜に及び、また、河川巡視に危険が及んだため、直接的な目視ができず越水に至るまでの経緯は不明である。そこで決壊後の調査を踏まえ状況を整理する。

A：決壊口下流側

- 川裏の越水の痕跡は明瞭ではなく、川裏側の洗掘もない。

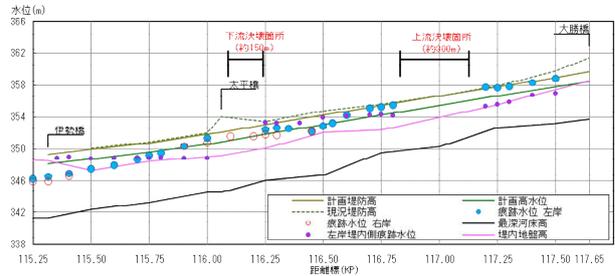
B：決壊口上流側

- 決壊箇所より上流約100mの範囲で、天端部及び川裏法面に越水の痕跡を確認。
- 決壊箇所の上流の天端には流木が流されて漂着。
- 上流側決壊口は、川裏法面が洗掘され、流失している部分がある。



写-5 上流決壊箇所①

- 決壊口上流側の痕跡水位は、下流に向かって徐々に堤防高との差が小さくなっており、決壊箇所の直上流部では堤防天端高とほぼ同等の高さであった。一方で、決壊口下流側の痕跡水位は、堤防高付近にあった。このことから、越流水深は下流に向かって大きくなっていったと考えられる。



グラフ-1 痕跡水位

(2) 侵食

侵食による決壊の可能性については、決壊箇所付近はわん曲外岸部となっており、洪水時には水衝部となっていた可能性がある。

- 写真から推定される出水後の滞筋は決壊前より左岸側に寄っているが、低水路護岸は残っている。
- 決壊区間では高水敷が侵食され、高水敷上の樹木も消失しており、河岸侵食が堤防にも及んだ可能性は否定できない。

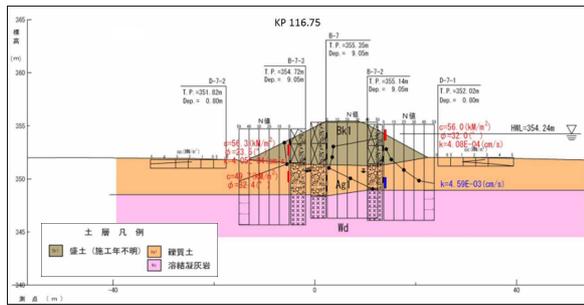


写-6 上流決壊箇所②

(3) 土質状況・浸透

土質状況について、上流決壊区間下流端部、上流端部の堤体は、礫混じり砂および砂で構成されている。築堤は、S43の単年度盛土で実施。基礎地盤は礫が分布している。

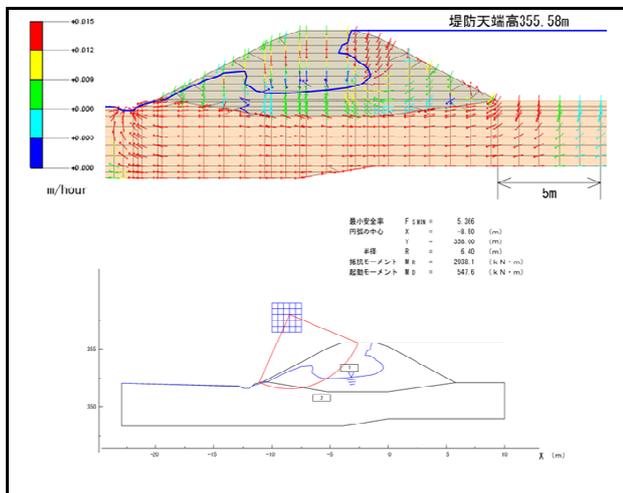
浸透の可能性については、周辺の堤内側では噴砂は見受けられず、法すべりも発生していない。



浸透流解析によるすべり破壊について検証した。既往堤防点検箇所のKP116.75左岸において、台風10号の実測降雨(上流決壊箇所に近い幾寅雨量観測所の実績雨量207mm/3日よりも多い流域平均雨量317mm/3日)を与え堤防天端までの外水位を想定した場合の越流直前の浸透に対する安全性の照査を行い、既往堤防点検結果とあわせて、浸透に対する堤防決壊の可能性について考察したところ、既往堤防点検及び台風10号再現結果から浸透に対する十分な安全率が確認された。このことから決壊箇所でも法すべり破壊やパイピング破壊が発生した可能性は考えにくい。

河川名	左右岸	所定対象箇所 KP	照査外力条件	局所最大水頭比の最大値 I		浸透すべり破壊に対する最小安全率 Fa	
				照査減速	照査係数	必要安全率	照査値
空知川 幾寅地区	左岸	111.75	堤防天端付近 合流10号再現	K05	鉛直比	0.250	○
					水平比	0.148	○
						Fa=1.42	○
						Fa=1.42	○

表-2 浸透に対する安全性の照査



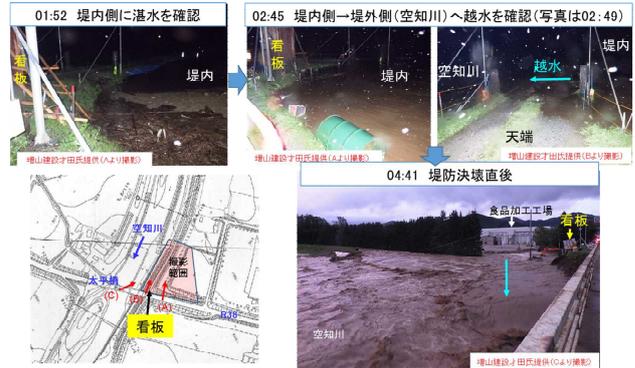
6. 被災メカニズム(下流決壊箇所)

(1) 越水

越水の状況について、洪水は深夜に及んだものの、太平橋において国道維持工事受注者により越水に至るまでの経緯を捉えており、その状況を整理した。

Masaki Hongou, Takashi Tashiro, Masayuki Okuyama

- AM2時頃：R38と堤防で囲まれた低地に氾濫水が集中して湛水
- AM3時頃：堤内側から堤外側へ越水を確認
- AM4時～5時頃：堤防決壊



(2) 侵食

侵食の可能性について以下のとおり状況を整理する。

- 低水護岸①や高水敷はほぼ原形のまま残っている。
- 堤防決壊後の太平橋直上流部の低水護岸②は、被災して変形している。
- これらのことから、川表側からの河岸侵食や河床洗掘により決壊したとは考えにくい。



(3) 土質状況・浸透

土質状況について、下流決壊区間上流端部の堤体は、礫混じり砂で構成されている。S43の単年度盛土で実施。浸透の可能性については、周辺の堤内側では噴砂は見受けられない。



写-9 下流決壊箇所③

(3) ダム貯水位の影響

金山ダムの最高貯水位と南富良野町市街地の地盤高の差は約4～5m程度。空知川は急勾配であるため、金山ダムの貯水位は幾寅市街地まで及ばない。

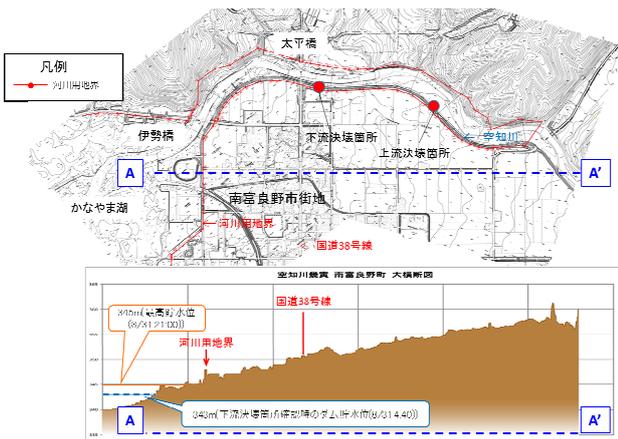


図-8 ダム貯水位と地盤高について

また、堤防の決壊を確認した直後に、太平洋橋下流で射流が発生していたことを確認しており、金山ダムの貯水位が太平洋橋上流地点へ影響を与えていたとは考えられない。



図-9 ダム貯水位上流で発生した射流

7. 想定される決壊の要因

被災メカニズムの状況を整理した結果から想定される決壊要因について以下に示す。

○上流決壊箇所

【越水】

空知川上流域で記録的な大雨があり、空知川の水位が大きく上昇し決壊口の上流側で越水が確認された。また、川裏側の洗掘・流失が確認されたが決壊口の下流側では川裏側での越水は明瞭ではなく、洗掘も確認できなかった。このことから、越水による堤防決壊の可能性については、決壊口上流部付近において、堤外側から堤内側への越水が発生し、その川裏法面が洗掘したことが決壊原因の主要因であると推定される。

【侵食】

決壊箇所付近はわん曲外岸部となっており、洪水時には水衝部となっていた可能性がある。写真から推定される出水後の滞筋は決壊前より左岸側に寄っているが、低水路護岸は残っていたが、決壊区間では高水敷が侵食され、高水敷上の樹木も消失していた。このことから、侵食による堤防決壊の可能性については、侵食が堤防に及んだ可能性は否定できない。

【浸透】

決壊区間及びその周辺では、噴砂は確認されなかった。すべり破壊及びパイピング破壊に対する安全性を照査した結果、基準値を満足する結果となった。決壊箇所以外で、堤防の法崩れは確認されなかった。このことから、浸透による堤防決壊の可能性については、浸透が堤防決壊の主要因であることは考えにくい。

○下流決壊箇所

【越水】

太平洋橋の直上流部左岸側における氾濫水の湛水を経て、堤内側から堤外側への越水が確認された。このことから、越水による堤防決壊の可能性については、堤内側から堤外側への越水による川表天端の崩落が決壊原因の主要因であると推定される。

【侵食】

堤防決壊後、太平洋橋直上流部の低水護岸のみ被災して変形していたが、被災箇所直上流部低水護岸はほぼ原型のまま残っている。このことから、侵食による堤防決壊の可能性については、川表側からの河岸侵食や河床洗掘により決壊したとは考えにくい。

【浸透】

決壊区間及びその周辺では、噴砂は確認されなかった。決壊に至るまでの状況写真から、堤防決壊時には、堤内側は氾濫水で湛水していた。このことから、浸透による堤防決壊の可能性については、浸透が堤防決壊の主要因であるとは考えにくい。

8. 最後に

今回、南富良野町を襲った水害では、北海道ではこれまでに経験したことのない降雨を記録しました。

気候変動により、このような水害は北海道内、いつどこで起こるかわかりません。

堤防詳細点検における浸透解析は、現基準では外水位を計画(HWL)で評価していますが、本論文では計画(HWL)以上の出水における評価検討を実施しました。

検討にあたっては、既存の土質資料を使用して実施しましたが、出水後の追加ボーリング調査・決壊口の調査なども加え、質的な堤防の強化も検討していきます。

本検討で得られた知見を踏まえ、防災・減災に寄与できるよう引き続き再度災害防止に努めてまいります。

※本資料に記載されている数値や図表は、速報値であり今後変更となる可能性があります。