

# 沿道区域における電柱を対象とした「届出・勧告制度」の運用について

阿部 英男<sup>1</sup>・中尾 新<sup>2</sup>

九州地方整備局佐賀国道事務所管理第一課（〒849-0924 佐賀県佐賀市新中町5-10）

近年、台風等の災害により沿道民地に存在する工作物が倒壊し、緊急輸送道路等における安全で円滑な交通に支障が生じる事例が多発しており、迅速な災害復旧に支障が生じている。

道路管理者が届出対象区域を指定し、工作物の設置に関する行為に勧告することができるようになり、全国で初めて、直轄国道8箇所沿道区域における「届出・勧告制度」の指定に向けた手続きを行い、九州地方整備局管内では鳥栖市内で指定を行った。

今回の事例は先行事例であり、範囲指定や地権者への説明方法等について課題があった。今回問題解決プロセス等を取りまとめ、新たな箇所を指定する場合に問題が生じることがないように研究発表する。

キーワード 沿道区域、届出対象区域、選定理由、住民説明、電柱管理者等への周知

## 1.はじめに

近年、台風等の災害により、沿道民地に存在する工作物が倒壊し、緊急輸送道路等における安全で円滑な交通に支障が生じる事例が頻発しており、迅速な災害復旧に支障が生じている。

平成30年9月台風21号や令和元年9月台風15号では、沿道に設置された電柱、看板、ゴルフ練習場の支柱等の道路区域外の隣接する土地に設けられた工作物の倒壊により道路が閉塞し、災害復旧活動に支障を来すなど大きな課題となった。これら、台風等の災害により沿道民地に存する工作物が倒壊し、緊急輸送道路における安全で円滑な交通に支障が生じる事例が頻発した。

特に、電柱及び電線においては外観では通電の有無が確認できず感電の危険性があり、工事にあたっては電力事業者の指示に従う必要があるなど、他の工作物と異なり倒壊等が生じた場合には、道路管理者自ら除去することが極めて困難であり、迅速な対応に支障が生じることになる。

道路法第44条では、従前から「道路の沿道の土地、竹木又は工作物が道路の構造に及ぼすべき損害を予防し、又は道路の交通に及ぼす危険を防止するため、道路に接続する区域」を沿道区域として指定することができることとなっていた。

このような災害等への対応のため、2021年9月の道路法改正により道路法第44条の2として、届出対象区域における工作物の設置に関する届出・勧告制度が創設された。

これにより、工作物等の倒壊による道路閉塞を防止するため、沿道区域の全部又は一部を届出対象区域として

指定することで、対象の工作物の設置をしようとする者は道路管理者に届け出なければならないとされ、又当該届出にかかる行為が、災害が発生した場合において道路の構造に損害を及ぼす又は交通に危険を及ぼすおそれがあると認めるときは、当該届出をした者に対し、場所又は設計の変更等の必要な措置を講ずべきことを勧告することができるようになった。

今回、その手続き方法や届出沿道区域の幅の決定、周辺住民や電柱管理者等の関係機関への周知方法等の課題について、当所が実施した内容について研究発表する。



図-1 熊本地震による電柱倒壊事例<sup>1)</sup>

## 2. 届出対象区域の手続きの流れ

緊急輸送道路をはじめ道路区域では、電線類の地中化などを進め、災害時に電柱等が倒壊することによる道路閉塞の防止に取り組んでいる。一方で、道路区域外の沿道の民地に設置された電柱による道路の閉塞の危険性もある。

国土交通省は、2022年10月に、全国で初めて、直轄国道8箇所て電柱を対象とする届出対象区域の指定に向けた手続きを開始することを発表した。九州地方整備局管内では、佐賀国道事務所が管理する佐賀県鳥栖市内の一般国道34号の一部区間を指定することとなった。

手続きの流れとしては、道路法改正（2021年9月施行）→道路法改正届出対象区域の手続開始の記者発表（2022年10月発表）→届出対象区域の設定に向けた検討、現地調査（沿道の地形や電柱等の状況）や現地調査を踏まえた区域の検討→建物・土地等の管理者、関係機関への事前説明→沿道区域・届出対象区域指定告示（2023年5月31日）→届出・勧告制度の運用開始（2023年6月1日）となっている。

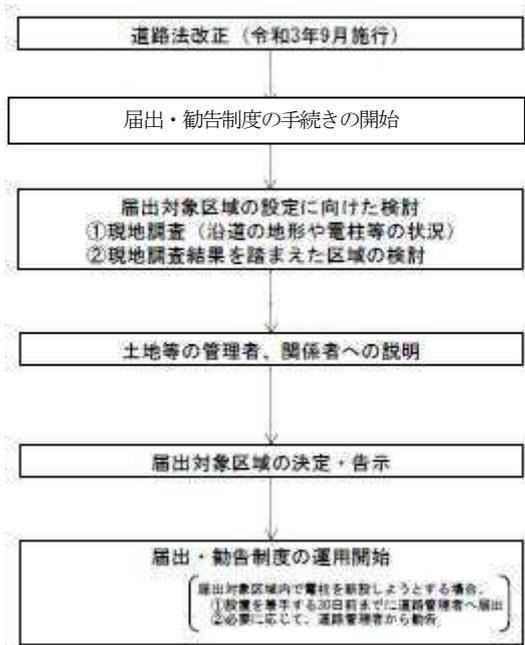


図-2 届出・勧告制度の手続きの流れ

## 3. 届出対象区域の範囲の決定

一般国道34号は、佐賀県内を通過する主要幹線道路である。

今回指定した佐賀県鳥栖市IC～鳥栖市役所間は、佐賀国道事務所管内の緊急輸送道路のうち、防災上特に重要な高規格幹線道路である鳥栖ICと防災拠点である鳥栖市役所を繋ぐルートである。また、片側1車線の箇所もあ

り、電柱倒壊により道路閉塞の可能性が高い区間でもある。上記等の理由から、今回届出対象区域となる全国8箇所のうちの1箇所として鳥栖市内の一部が選定された。

届出対象区域の手続きを開始する箇所一覧

	路線名	箇所
1	国道47号、国道108号	宮城県 大崎市内の一部
2	国道17号	群馬県 前橋市内の一部
3	国道116号	新潟県 新潟市内の一部
4	国道22号	愛知県 一宮市内の一部
5	国道42号	和歌山県 海南市内の一部
6	国道2号	広島県 大竹市内の一部
7	国道33号	愛媛県 松山市・砥部町内の一部
8	国道34号	佐賀県 鳥栖市内の一部

図-3 届出対象区域の手続きを開始する箇所一覧



図-4 鳥栖市内届出対象区域位置図

沿道区域において、届出が必要な幅を決定するため、現地調査を行った。

今回指定予定箇所である鳥栖市内国道は、片側一車線で、中央分離帯はない道路である。

緊急車両幅が3.5m以内と想定されるため、幅員4mを確保する必要がある。上記2点を考慮した結果、道路のセンターを4mを確保すれば、緊急車両も通行可能と結論付けた。

上記を考慮しながら鳥栖市内を現地調査した結果、該当箇所は平野部であり、民地側が法肩になっている等の大きな高低差はなく、区間の連続性等も考慮し、高低差によって指定幅を変えないものと結論付けた。

また、鳥栖地区で使用されるであろう電柱の高さについて、電柱管理者から聞き取りを行った結果、電柱の最大の高さが17m、根入れの深さが約2.8m、地上か

らの高さは差し引き最大約14.2mであった。

上記を総合的に考慮し、電柱の地上高約15mと車両通行幅片側2mを足した17mを道路の中心線から両側に引き、その範囲を沿道区域における届出対象区域の区域幅と決定した。



沿道区域：道路に損害や危険を及ぼす場合は、その防止措置を命ずることが可能な区域  
届出対象区域：沿道区域の全部又は一部において、電柱を設置する際、届出が必要な区域

図-5 沿道区域・届出対象区域のイメージ



図-6 鳥栖市内の沿道区域における電柱建立状況

#### 4. 住民説明及び電柱管理者等への周知

区域案の設定を行ったうえで、地元関係者等の調査を行った。

関係者を調査した結果、道路中心線から17mという広範囲かつ約2.5kmと長距離のため、沿線住民が260名以上、公共関係機関も、高速道路・県道・市道の道路管理者や河川管理者等と多数存在することが判明した。

今回の届出・勧告制度は私権への制限をかけることになるため、当該制度の重要性・必要性を丁寧に説明して理解をいただく必要がある。

地元住民への周知方法として、個別説明、回覧、広報誌掲載、地区別説明会、縦覧等を検討したが、どの方法が良いか、内部で検討を行った。

検討の結果、「今回の範囲は、対象者が沿線住民のみとなっている。そうすると、その地区で回覧をしたり、地元説明会を行うと、沿道区域に関係のある人とならない人

に混在して周知することになる。そのため、かえって混乱するのではないかと。また、今回の地区は店舗が多いため、説明会を行ったり、回覧をしても伝わらない可能性がある。それよりも、個別に訪問し説明したほうが良い。」と結論付けた。

そのため、佐賀国道事務所職員を4班に分けて、沿線住民へ個別訪問を行い、お知らせのチラシ等を配って個別に説明を行った。

また、鳥栖市役所には市報に掲載していただくなど、周知活動にご協力頂いた。

#### お知らせ

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。  
平素より国土交通行政に対するご理解とご協力に感謝申し上げます。

さて、この度、災害時に電柱が倒壊することによる道路閉塞を防止するため、道路法第44条及び第44条の2に基づき、下記エリアを「沿道区域」及び「届出対象区域」に指定する事としますのでお知らせいたします。

- 対象路線 国道34号
- 対象区間 鳥栖市田代本町～鳥栖市役所交差点(約2.6km)  
※位置図の赤線表示区間
- 対象範囲 道路の中心線から左右17m幅の範囲内の土地(民地等)
- 指定後 電柱設置者(電線管理者等)：新たに電柱を設置する際、道路管理者に事前に届け出る必要あり  
道路管理者(国土交通省)：上記届け出を受け、必要に応じ、設置場所の変更等を勧告する
- 開始時期 令和5年6月1日から(予定)



図-7 お知らせのチラシ

実際に個別説明を行うと、沿線住民からは、「現在建っている電柱はどうなるのか。」「家や看板は対象となるのか。」などの質問が出されたが、1人1人に丁寧に対応した。

また、不在や空家等で、建物所有者に接触できなかった場合は、ポスト投函することで周知に努めた。結果として大きな混乱はなく周知できたと考える。

次に、土地の地権者については、遠方の者も多数いるため、全員への戸別訪問は不可能であった。そのため、郵送でお知らせのチラシ等を送付するようにした。郵送後、地権者から、「なぜこのような文書が届くのか。」「何か手続きを行わなくてはいけないのか」などの質問が寄せられたが、1人1人丁寧に対応した結果、こちらも大きな混乱も生じることなく、説明を終了できた。



図-8 地元住民への説明状況

沿線住民及び地権者への説明完了後、指定予定区域内の道路管理者、河川管理者、公共施設管理者へ説明を行った。各機関からは、大きな質問もなく、概ね了解いただいた。

その後、電柱管理者へ個別説明を行った。

電柱管理者からは、「沿線住民からの了解はもらっているのか。」「既存の電柱は対象となるのか。」「提出書類はなるべく簡素にしてほしい。」等、様々な意見をいただいたのだが、こちらも1つ1つ丁寧に対応することによって、概ね了解いただけた。



図-9 電柱管理者への説明状況

## 5. 記者発表及び官報告示

さらに、周知の為、届出・勧告制度の運用を開始する内容の記者発表を2023年5月31日付で行い佐賀国道事務所ホームページに掲載。新聞にも掲載されることとなった。

同日、沿道区域及び届出対象区域を指定する官報告示を行い、関係図面を2週間一般縦覧に供し、運用開始する運びとなった。

### 九州で初めて、届出対象区域の指定を行います ～ 沿道民地における電柱を対象とした「届出・勧告制度」の運用開始 ～

緊急輸送道路をはじめ道路区域では、電線類の地中化などを進め、災害時に電柱等が倒壊することによる道路閉塞の防止に取り組んでいます。一方で、道路区域外の沿道の民地に設置された電柱等による道路の閉塞の危険もあります。

このため、令和3年に「届出・勧告制度」を創設し、沿道の民地のうち道路管理者が指定した届出対象区域の中に電柱を設置する場合、設置者は道路管理者に対して「届出」を行い、道路管理者は道路閉塞のおそれがある場合には必要に応じて設置場所の変更等の「勧告」を行えることとしました。

このたび、九州で初めて、「届出対象区域」を指定し運用開始することになりましたのでお知らせします。

#### 【届出対象区域】

対象路線	対象区間	延長	工作物	運用開始日
国道34号	鳥栖市田代本町字本村 1075 番 1 から 同市元町字丁ノ坪 1385 番 1 まで	2.5km	電柱	令和5年6月1日

図-10 届出・勧告制度の運用開始記者発表

## 6. 終わりに

今回の指定については、九州地方整備局内でも初めての取り組みだった。その中で、どの範囲を指定すれば本事業の目的が果たせ、効果が発揮できるか、地権者等の関係者へもれなく周知するにはどうすれば良いのか、うまく理解して頂くにはどう説明すればよいか等の課題を検討・決定し、事業を進めていった。

特に、関係機関への事前説明や地元の方々への個別説明等を通して周知を行ったが、関係者が多岐にわたり、調査・周知が大変だった。しかし、1件1件丁寧に対処・回答等を行った結果、特に大きな問題が生じることなく多くの関係者に周知できたと考えている。

指定後1カ月が経過したが、現在のところ届出申請は行われていないが、その必要性が生じた場合に届出がなされる。

届出がなされれば、倒壊した場合に道路閉塞等の危険性がないか等を検討し、有る場合は設置位置や構造について調整し必要な場合には勧告を行っていく事になる。

引き続き、本制度が災害等が発生した際、迅速な復旧作業に寄与するものである事を周知し、関係者の皆様にはご理解ご協力して頂けるように対応していきたいと考えている。

最後に、本論文の執筆にあたって、調査にご協力いただいた鳥栖地区の皆様、関係自治体、道路管理者及び電柱管理者の皆様、その他今回の沿道区域の届出・勧告制度について、制定及び周知にかかわった皆様へ、ここに感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 沿道区域における届出・勧告制度に関するガイドライン 令和4年9月 国土交通省 道路局環境安全・防災課

# 行橋維持出張所における令和4年度の 雪寒対応と今後の課題について

長谷川 凜<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 北九州国道事務所 行橋維持出張所（〒824-0001 福岡県行橋市行事4-3-9）

北九州国道事務所では従前の「できる限り通行止めを行わない方針」から「長時間の滞留などから道路利用者を守るため躊躇なく止める方針」としている。令和4年度は大きな寒波が2回到来し、行橋維持出張所（以下、当出張所）も雪寒対応に追われたところである。

本論では、令和4年12月のクリスマス寒波への対応の反省点と、その反省点を踏まえた令和5年1月の寒波への対応状況を検証するとともに今後の当出張所における雪寒対応の課題について考察を行った。

キーワード 雪寒対応, クリスマス寒波, 国道通行止め, 災害, スタック

## 1. はじめに

当出張所では、出張所長以下5名で、国道10号55.2km、国道201号16.7kmの維持管理を行っている（図-1）。令和4年度は、大きな寒波が2度（令和4年12月22日～24日、令和5年1月23日～24日）到来し、雪寒対応を行った。本論では、図-2に示すとおり、2度の寒波を通して当出張所における雪寒対応の在り方をPDCAサイクルで考察するものである。



図-2 令和4年度雪寒対応PDCAサイクル図



図-1 行橋維持出張所管内図

## 2. 令和4年12月のクリスマス雪寒対応の概要

雪寒対応の時系列について表-1をもとに概要を述べる。

表-1 12月雪寒対応の時系列

日	時間	事象
22	10:47	管内に大雪注意報が発令
22	13:00	管内全線凍結防止剤事前散布開始
22	17:15	事務所注意体制発令
22	17:40	管内全線凍結防止剤事前散布完了
23	10:55	福岡IC～八幡IC高速通行止め
23	11:10	北九州空港IC～農業文化公園IC高速通行止め
23	11:40	R201みやこ町でスタック車両発生
23	14:30	R201みやこ町でスタック車両が散見
23	15:06	R201通行止め予告記者発表 (鏡山東交差点-勝山黒田交差点)
23	15:10	事務所警戒体制発令
23	16:35	R201通行止め開始
23	16:44	管内に大雪警報発令
24	1:00	R10通行止め予告記者発表 (辻垣交差点-道の駅しんよしみ)
24	2:45	香春側の滞留車両へ支援物資配布
24	5:05	行橋側の滞留車両へ支援物資配布
24	5:27	管内の大雪警報解除
24	7:30	R201通行止め解除
24	10:30	事務所体制解除

### (1) 12月22日

令和4年12月22日午前10時47分、行橋維持出張所管内に大雪注意報が発令され、いわゆるクリスマス寒波の到来が予測された。

17時15分には事務所注意体制が発令された。当出張所では、夜間の路面凍結に備え、13時より管内全線（延べ延長約195.6 km）に路面凍結材の散布を行うとともに、必要に応じてグレーダーでの除雪や融雪剤の散布に着手した（写真-1）。



写真-1 除雪（左）及び融雪（右）作業状況

### (2) 12月23日

降雪の勢いが増し、午前10時55分には縦貫道（福岡IC～八幡IC間）が通行止め、午前11時10分には、当出張所が管理する国道10号に並行した東九州道（苅田北九州空港IC～大分農業文化公園IC間）が通行止めとなった。

午前11時40分には国道201号みやこ町でスタック車が発生し、以後、みやこ町付近でノーマルタイヤによるスタック車が散見された（写真-2）。車両の滞留が発生したため（写真-3）、15時6分に国道201号鏡山東交差点～勝山黒田交差点について、通行止め予告の記者発表を行い、16:35分から通行止めを行った。（図-3）。16時44分には大雪警報が新たに発令され、さらなる積雪が予想された。



写真-2 スタック車両対応状況



福岡県みやこ町勝山松田、新仲家TN終点坑口  
写真-3 国道201号車両滞留状況



図-3 国道201号通行止め区間

### (3) 12月24日

国道10号京築地区においては、東九州道が通行止めになっていることもあり、国道10号が大渋滞となった。この渋滞でさらなる積雪があれば多くの車両が立ち往生することが想定された。このため、通行止めの準備を行い、午前1時に国道10号（辻垣交差点～道の駅しんよしとみ交差点間）において通行止め予告の記者発表を行った（図-4）。（その後、雪雲も去り、渋滞も解消されたため通行止めは行わなかった。）

一方、通行止めをしている国道201号では、長時間の通行止めが続いたため、関係自治体の協力を得て午前2時45分から香春側（福岡側）、午前5時5分から行橋側で支援物資（水、パン、菓子等）約300セットを配布した（写真-4）。

午前5時27分、管内の大雪警報が解除されたため、通行止め区間の除雪、点検を行い、午前7時30分通行止めを解除した。その後、午前10時30分に事務所体制が解除され一連の雪寒対応を終了した。



図-4 国道10号通行止め予想区間



写真-4 支援物資配布状況

### 3. 令和4年12月寒波の雪寒対応における問題点と改善策の評価

防災計画書に明記されている出張所の所掌業務として「情報収集」、「交通規制」、「関係機関との連絡調整」、「巡視、復旧（融雪作業）」が挙げられる。上記4項目に関して、令和4年12月寒波の対応における問題点と翌1月寒波で実施した改善策及びその評価について述べる。

#### (1) 情報の収集

##### a) 問題点① 情報収集能力の低下

（問題点）事務所や業者との連絡調整、外部からの問い合わせ等に追われ、十分な情報収集ができなかった。

（改善策）事務所の応援班（2名）が現地情報の収集を行った。

（評価）応援班の設置だけでは、情報収集に限りがあるため、CCTVの増設等が必要。

#### (2) 交通規制

##### a) 問題点① 通行止め対応の遅れ

（問題点）国道201号では、通行止め予定箇所に向かう作業車が渋滞に巻き込まれ、通行止め予定時間を大幅に遅延した。

（改善策）過去の積雪状況や国道に並行する高速道路の位置などを踏まえ、通行止め予想箇所（図-5）をあらかじめ4箇所想定した。

主な通行止め予想箇所2か所に作業基地を設置し、事前準備ができる体制を整えた。

（評価）令和5年1月寒波においては、通行止めが実施されることはなかったが、通行止め予告の記者発表時には、即座に通行止めが行える体制を完備できた。



図-5 行橋維持出張所通行止め予想箇所

##### b) 問題点② 車両滞留

（問題点）12月対応においては鏡山東交差点～勝山黒田交差点（約7.4km）の区間の通行止めを行ったが、勝山黒田交差点では大型車のUターンに支障をきたし、大きな車両滞留が発生した。

（改善策）現地調査より通行止め位置を再検討し、勝山黒田交差点よりUターンのしやすい行橋IC入り口交差点に変更した。

（評価）通行止め区間の距離は約7.4km→約10.3kmと延びたが、Uターンしやすい交差点を設定することができた。

##### c) 問題点③ 資機材の準備不足

（問題点）通行止めを実施するための資機材の準備が充分でなかったため、交通誘導に支障をきたした。

（改善策）通行止め看板（新たに50枚製作）、三角コーン、ライト、スコップ、ほうき、塩化カルシウム、スタック脱出用マットを通行止め区間ごとに用意し、事前に各協力業者へ貸与した。（図-6）

（評価）事前に資機材の貸与を済ませたことで通行止めの準備に余裕ができた。今後は、実際の通行止め時に現場の声を聴きながら必要な資機材の確保に努めたい。



- ☆通行止め看板・・・1～2枚
- ☆コーン・・・5～20本
- ☆スタック脱出用マット・・・2枚
- ☆塩化カルシウム・・・5袋
- ☆その他（ライト、看板用ウェイト、ほうき、スコップ）
- ※各交差点ごとに数量を設定し、事前に貸与する

図-6 通行止め用貸与資機材一覧

##### d) 問題点④ 問い合わせ対応による人員不足

（問題点）通行止め対応が長時間に及んだことにより、滞留車両等からの問い合わせが殺到し、職員が電話対応に拘束されてしまった。

（改善策）電話対応等、不測の事態に対応するため職員を4名体制から5名体制に増員した。

（評価）1月対応については12月ほどの問い合わせはなかった。今後も、大雪時の電話対応や車両滞留を引き起こさないために出控えなどの情報発信が必要と感じた。

### (3) 関係機関との連絡調整

#### a) 問題点① 事務所との調整不足

(問題点) 関係機関との連絡調整について事務所との役割分担が明確になっていなかったため警察や自治体との協力体制に支障が生じた。

(改善策) 基本的な連絡調整については事務所、現場での対応については出張所と明確化した。

(評価) 1月の雪寒対応では事務所、出張所の事前の調整が図られ、特にトラブルなく雪寒対応ができた。

#### (4) 道路の巡視、融雪作業

#### a) 問題点① 作業内容の把握不足

(問題点) GPS機器の不調から作業車の作業状況や待機状況の情報が錯綜した。

(改善策) 写真-5のようにアナログ的な配置状況図を作成し、各車両や作業員の状況が一目で把握できるようにした。また、雲の動き等を確認しながら次の動きを想定した作業計画の検討を行った。

(評価) 写真-5の配置状況図を作成することで作業状況、車両の場所、通行止め状況などの情報が可視化され、所内の全員が一目でわかるようになった。また、情報の更新もマグネットの移動などで容易にでき、除雪機械の最適な配置や移動指示が可能となった。改善点として、準備に時間を要するため、写真-5の内容を書き込み可能な大型のマグネットシートなどに事前にフォーマットしておくことで緊急時にも対応可能になると考えられる。



写真-5 アナログ式融雪車配置状況図

#### b) 問題点② グレーダーのオペレーター不足

(問題点) グレーダーのオペレーターが不足したため当出張所管内全ての除雪範囲をカバーするのが難しかった。

(改善策) 近隣の出張所（筑豊維持出張所および八幡維持出張所）と除雪作業の応援や融雪剤の共有などの連携体制を確立し、人材不足を補った。

(評価) 各出張所との連携体制を確立することで除雪対応が図られた。しかし、オペレーター不足という根本原因の解決には至っていない。

#### c) 問題点③ 融雪剤のストック不足

(問題点) 想定外の積雪が発生し融雪剤のストックが不足した。融雪剤の搬入作業も必要となったため、融雪作業時間のロスや作業員の不足が生じた。

(改善策) 出張所の倉庫、維持業者の作業所、道の駅の3か所に融雪剤のストックを配備し、雪寒対応に備えた。（写真-6）

(評価) 令和5年1月対応では融雪剤のストック量を通常の約1.5倍程度増加したため、融雪作業に支障を来さなかったが、ストックした融雪剤のほとんどを使いきった。次回の雪寒対応に向け、ストック量の管理基準を設け対応に当たりたい。また、融雪剤の使用量を減らすための工夫も必要と考える。



写真-6 融雪剤ストック状況  
行橋維持出張所倉庫（左） 維持業者作業所倉庫（右）

## 4. 雪寒対応における今後の課題

上述の考察や当出張所の資源を踏まえ、今後の課題を述べる。

### (1) 情報収集能力の強化

「躊躇なく止める」雪寒対応を円滑に行うためには、通行止め可否の迅速な判断が必要であり、渋滞発生箇所の特定や走行車両の異常等の発見が急がれる。今後の対応として、職員数が限られる中でスタックの発生が予想される個所のCCTVカメラ増設やAI等による路面性状の速やかな把握が必要である。

### (2) 通行止め対応の備え

通行止め箇所に侵入する際には一時的に国道を逆走する必要がある。12月の通行止め対応時には警察に協力いただいたが、状況によっては常に協力が得られるとも限らない。このため、赤ランプでの通行止め箇所侵入訓練等、不測の事態にも出張所で対応できる力を身に付けるべきではないかと考えている。

今回の通行止めでは交通誘導員を必要最低限の人数しか確保できなかった。これからの人手不足を解

決していくためには交通誘導の無人化技術の普及も重要になってくるものと思われる。

### (3) 行橋維持出張所の防災体制の強化

今回の通行止めでは外部からの問い合わせ対応に人員を割いた。長時間に及ぶ通行止め対応となると問い合わせも殺到し常に人員が拘束され防災業務に支障をきたすことも考えられる。このため、防災エキスパートとの協力やコールセンターのように一括で問い合わせを受けられる体制の構築が必要である。

### (4) 関係機関との連携の強化

今回の関係機関の連携事例として、福岡、大分県境付近のスタック処理を大分県側の中津維持出張所で実施頂いた。

今後、隣接する事務所や土木事務所等の道路管理者、警察、地元自治体等との情報共有は基より、雪寒のオペレーションに関する連携の在り方について検討が必要である。

### (5) 除雪能力の強化

上述した通り、今回の雪寒対応においては、グレーダーのオペレーター不足が一つの問題になった。今後、担い手不足が懸念される中、特殊免許が必要な特殊車両より、免許が不要なスノープラウ付きの普通車両（写真-7）もしくは散水車など既存の建設機械に装着できるアタッチメントを配備することで、除雪能力の強化を図ることができると考えられる。



写真-7 スノープラウ付き車両

### (6) 国民への呼びかけ

九州地域においては、雪国のような常態的な積雪はない。今回の積雪で発生したスタック車両は当出張所で把握している限り車両のすべてがノーマルタイヤを使用しており、地域柄積雪対策への意識が薄いことが伺える。今後、当出張所としても、SNSの利用や道の駅を活用した周知活動など日頃からの地域とのコミュニケーション活動により、雪対応に関する啓発活動の充実が必要である。

## 5. 終わりに

令和4年12月の雪寒対応においては、反省点や問題点が噴出したが、翌年1月の雪寒対応では概ね再発防止を図ることができた。大切なのは、失敗したことを真摯に受け止めて2度同じ失敗を起さないことであると感じた。今季の雪寒対応においても昨年度の教訓を踏まえ適切に対応するとともに今後もPDCAサイクルを回しながら効率的かつ効果的な雪寒対応について検討して参りたい。

**謝辞：**今回の取り組みにあたり資料の提供並びにご助言いただいた関係者の皆様、そして昨年雪寒対応にご尽力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

# 遠賀川水系における減災への取り組みについて

吉田 成臣<sup>1</sup>・濱崎 徹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 遠賀川河川事務所 防災情報課 (〒822-0013 福岡県直方市溝堀1-1-1)

<sup>2</sup>九州地方整備局 遠賀川河川事務所 防災情報課 (〒822-0013 福岡県直方市溝堀1-1-1)

2015年発生した関東・東北豪雨災害を受け全国の一級河川では「水防災意識社会構築推進協議会」をそれぞれ設立し、頻発・激甚化している豪雨への対応を考えている。遠賀川河川事務所では、2016年に流域内の21市町村、福岡県、福岡管区気象台と協議会を設立し、それ以降今日までハード対策・ソフト対策を計画的に行い減災への取り組みを進めてきている。本稿では、遠賀川河川事務所が取り組んでいる減災のためのソフト対策について紹介する。

キーワード 減災, ソフト対策, 防災, マイ・タイムライン

## 1. はじめに

近年、全国各地で自然災害が頻発しており、遠賀川流域では2018年7月洪水、2012年7月洪水、2009年7月洪水、2003年7月洪水と浸水被害が発生している。災害が頻発している中で、洪水被害を減らすためには自治体や関係機関との広域的な連携、住民の防災意識の向上などが大切である。

水防災意識社会再構築ビジョンでは「施設の能力には限界があり、施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を変革し、社会全体で洪水に備える必要があるとしています。特に住民の生命を守るためには、住民自らが率先して避難することが重要である。今回、当事務所が実践している速やかな避難行動を促すための取り組みについて報告する。

人口密度は九州の一級水系の中でも最も高く、ひとたび洪水氾濫が発生すれば、その影響は単独自治体にとどまらない広域に及び、人的被害、社会経済的被害は甚大なものとなる。

また、直轄管理区間の堤防は、その延長の約7割が兼用道路として利用されており、流域内の各地域を結ぶ重要な交通ネットワーク機能を有しているため、万が一堤防が決壊すれば、交通が分断され緊急車両の通行や支援物資の供給に支障が生じる恐れがある。

一方、流域内での住民団体の活動を見てみると、約80の住民団体が環境保全活動を展開しており、近年では防災に関する啓発活動にも取り組む団体も見られる。

## 2. 遠賀川流域の特徴と大規模氾濫減災協議会

### (1) 流域の特徴

遠賀川流域は三方を福智山、英彦山、三郡山など標高千メートル程度の山々に囲まれた鍋底状の地形を呈しており丘陵な山地と、丘陵地及び平地に分かれている。遠賀川本川に合流する支川は大小合わせて74河川と多く、流域で最も大きな支川である彦山川が中流部で合流している(図-1)。

遠賀川流域の市町村は7市13町1村(21市町村)におよび、北九州市、中間市、宮若市、直方市、飯塚市、田川市、嘉麻市などの市街地を河川が貫流している。流域内の人



図-1 遠賀川流域図

福岡県、福岡管区気象台と「遠賀川水防災意識社会構築推進協議会」を設立し、豪雨が頻発・激甚化していることへの対応を考えている。2017年水防法の一部改正を受け近隣の二級河川も対象河川として加え、協議会名を「遠賀川圏域大規模氾濫減災協議会（以下、「協議会」という）」へと改名し、引き続き沿川の市町村、関係機関と連携しながら減災への取り組みを進めている。

協議会では、遠賀川流域の減災のための取り組み方針を5年ごとに定めており、協議会発足後発生した2017年7月北九州豪雨、2018年7月豪雨を踏まえ2021年にて取組方針の改定を行い、2026年までの5年間で達成すべき目標を次のとおり定めた。

これまで経験したことのない大規模な洪水の発生に備え、関係機関が連携してソフト対策とハード対策を一体的かつ計画的に推進し、自助、共助、公助のバランスのとれた防災・減災社会の構築を図ることで、人命の保護、社会経済的被害の最小化につなげる

上記目標のうち、特に人命保護の観点では「速やかな避難行動につなげるためには、身近に迫っている災害の切迫感を住民に感じてもらうこと」「1953年の堤防決壊以降、長年にわたり大規模な外水氾濫を経験していないことから改めて水防災意識を高める必要があること」「多くの自治体が存在する遠賀川流域においては複数の自治体を跨いだ避難を想定した連携が重要であること」という意見があり、以下の3本柱をソフト対策として掲げている。

- ①避難行動につながる確実かつ住民目線のわかりやすい情報の提供
- ②水防災学習の普及による水防災文化の醸成
- ③関係機関の連携による避難、水防、復旧体制の強化

### 3. 減災のためのソフト対策の取り組み

遠賀川河川事務所職員による出前講座だけでは、防災教育に触れる人の数に限りがあることが課題であり、よ

り多くの人に防災意識を高めてもらうためには、日頃から防災教育を実践している河川協力団体の方々や学校教育に携わる先生方に協力を得れば良いのではないかと考え、さらには我々行政職員も人命保護の観点から何らか防災業務のスキルアップを図るべきではないかと考えた。

先に述べたソフト対策の3本柱それぞれについて、2016年5月から2023年3月末までの約7年間における主な活動は以下のとおりである。

#### (1) 避難行動につながる確実かつ住民目線のわかりやすい情報の提供

住民に速やかに避難してもらうためには、災害発生の際、どのような防災行動をとればよいのかをあらかじめ住民に知っておいてもらう必要がある。台風の接近などによって川の水位が上昇するときに、自分自身がとる防災行動を時系列的に整理し、取りまとめる行動計画を『マイ・タイムライン』と呼び、近年ではそのマイ・タイムラインを作成する取り組みが全国各地で行われている。遠賀川流域の河川協力団体の中にも、水辺環境教育や防災学習に長年取り組んでいる団体があり、遠賀川河川事務所ではこの河川協力団体と連携し、地域でマイ・タイムラインを作成する出前講座や講演会の講師を合同で務める取り組みを2019年から実施しており、防災意識の向上を図っている。

2022年度講演参加者にはアンケートで「マイ・タイムラインの認知度」や「避難経験」を聞き取り、303人の10代～70代以上の方から回答を頂いている。

マイ・タイムラインを「知っている」と回答があったのは47%であり、約半数の方が認識しており普及しつつあると考えられる。（図-2）

避難経験について「避難したことがある」と回答があったのは16%で、実際に避難を経験した方は少ないことが分かった。（図-3）

講演参加者からは「事前に行動計画を考えておくことにより、いざというとき慌てず行動することができると思う」や「親子でマイ・タイムラインを作成することで、家族で防災意識を高めるいい機会となった」という感想が寄せられた。

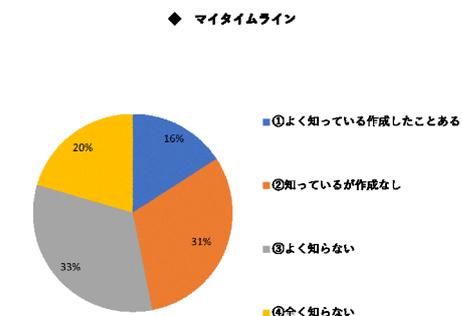


図-2 アンケート結果（マイ・タイムライン）

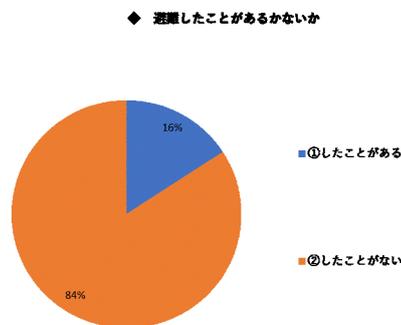


図-3 アンケート結果（避難経験）

## (2) 水防災学習の普及による水防災文化の醸成

流域の小中学生にとって身近な遠賀川を題材に、教育現場で先生方が活用できる「教材」(図-4)を作れば、我々国土交通省職員が、仕事の合間に行う出前講座よりも、より多くの生徒に防災や環境を学んでもらえと考へ、遠賀川河川事務所は、教育現場で活用できる学習教材を作成している。

小学5年生の社会と理科を対象に定め、社会の授業では「国土の自然と共に生きる」という単元の中で「自然災害は国土の自然条件などと関連して発生していること」や「国土を守るために様々な対策や事業が進められていること」を学んだり、理科の授業では「流れる水のはたらきと土地の変化」という単元の中で「流れる水には土地を侵食したり、石などを運搬したりする働きがあること」や「雨の降り方によって流れる水の速さや量が変わること」などを学んでいる。どちらの授業でも、防災上、どんなことに取り組むべきかを多角的に考える力を養うことをねらっているものである。

学習教材の作成にあたっては、教育委員会や教師の方々のご協力を得て、教育現場のニーズを優先的に取り入れている。その結果2022年においては111校のうち82校で実際の授業に使用されている。(図-5) また、教材について合同説明会を年3回程度開催し、説明会へ参加できなかった先生方へ向け学習プログラム説明動画をYouTubeにて動画配信を行い各教科に格納されている教材について認知されるよう努めている。



図-4 配布の学習教材

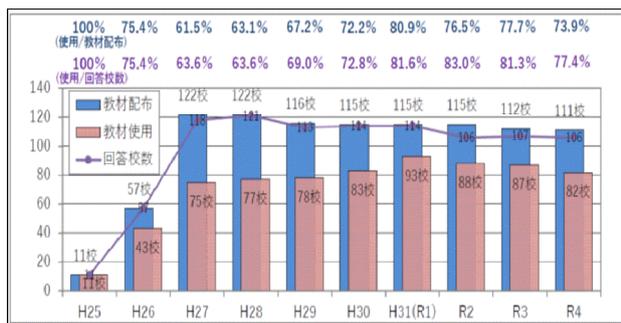


図-5 小学校学習プログラムの普及状況

## (3) 関係機関の連携による避難、水防、復旧体制の強化

大規模減災協議会幹事会メンバーの自治体職員の中には、災害時に緊急避難所を開設することを任務としている人も多く、一方で避難所の開設には、配慮すべきことが数多くあるため避難所開設後の運営に関するノウハウを学ぶ機会を作ってはどうかと考へた。そこで2022年11月に防災担当者向けHUG(避難所運営ゲーム)講習会を実施した。HUGとは、コントローラーから次々に与えられる様々な出来事に対し、プレイヤーがみんなで考へ、避難者(カード)を避難所(図面)に配置していき、適切に配置できたかを確認する、避難所運営ゲームのことで、避難所運営を模擬体験できることから、自治体職員にとっては防災業務上のスキルアップにつながるとともに、住民にとっては防災・減災への関心が高まるという効果が期待できる訓練である。(図-6)

講師にはHUGの第一人者である倉野 康彦氏を招き、流域10自治体職員や協力団体の方など延べ26名の参加のもと実施した。参加者からは、「HUGは以前から知っていたが、実際にHUGを行ったことがなかったので勉強になった」、「防災研修の一環として、HUGを検討していきたい」という声が聞かれ、避難所開設にあたってのスキルアップを図ることができたと思われる。

## 4. 終わりに

ソフト対策の取り組みの中で気づいたこととして、避難行動の目安となるマイ・タイムラインについては、あくまで行動の目安であり、実際には想定と違う水位の上がり方をする可能性があるため、常に最新の気象情報や市町村からの避難情報等をこまめに収集・確認する必要があることを講演参加者にしっかりと伝えなければならないこと。アンケート結果では84%が「避難をしたこと



図-6 HUG実施の様子

がない」ことから、住民自らが率先して避難できるようさらに取り組みを工夫し、関係機関等と連携していく必要がある。

教育現場で活用できる学習教材の作成については、実際に利用される先生方への聞き取りでは「学習教材の存在をこれまで知らなかった」とか、「他の教材を利用した」といった回答を頂いたことから、当該教材の紹介、広報に努めるとともに、さらに使いやすい教材を目指して、リバイスを重ねて行きたい。

従来から遠賀川河川事務所では、流域の自治会等から依頼を受けた場合は、職員で赴き、水防災学習会を開催し、地域の防災力向上に努めてきたところである。協議会設立から2022年までの約7年間において、その水防災学習会に参加した方は延べ5420人に上る。

これからも住民団体や教育関係者、関係機関の防災担当者と協力し、住民の防災意識の向上につながる取組を進めてまいりたい。

# D X を用いた災害対応への取り組みについて

寺尾 幸太郎<sup>1</sup>・田畑 浩規<sup>2</sup>・青木 丈治<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局災害対策マネジメント室 室長 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7) .

<sup>2</sup>九州地方整備局災害対策マネジメント室 課長補佐 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7) .

<sup>3</sup>九州地方整備局災害対策マネジメント室 調整係長 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7) .

災害対策マネジメント室では、災害に備えた訓練や研修、大規模災害時には、TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の派遣調整や現地活動の指揮等早期復旧に向けた災害復旧事業を行っている。現在、デジタル技術を用いた働き方改革の改革（DX）に取り組んでいる。

キーワード TEC-FORCE，災害復旧事業、デジタル化

## 1. はじめに

近年、気候変動の進行に伴い自然災害が激甚化・頻発化しており、九州地方においても、熊本地震をはじめ、九州北部豪雨や令和2年7月豪雨など、大規模災害が頻発している。

この様な大規模自然災害に対して、国土交通省は、自治体等の要請によりTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）を被災地に派遣し、被災状況調査<sup>※1</sup>等を行っている。

しかし、大規模災害時においては、調査箇所が多い事に加え、使い慣れたポールや巻尺等を用いたアナログ的な調査手法で行うため、1箇所あたりの調査に時間を要してしまう。また、現場での被災状況調査が終了後、内業での資料整理となるため、深夜までの作業になることがあり、多大な労力と時間を要している。さらに、被災直後の被災状況調査であるため、危険を回避しつつ現場に立ち入らなければならないことが多々あり、安全かつ効率的に取り組むことが課題となっている。

（写真-1、写真-2）

今回、それらの課題を解決するため、災害対応のデジタル化の取り組みについて紹介する。

### ※1）被災状況調査とは

現地踏査等により、自治体が管理する河川や道路などの公共土木施設等の被害状況を把握するもので、TEC-FORCEが実施した被害状況調査の結果は、被害の全体像を把握するだけでなく、災害申請の書類にも活用される。



写真-1 アナログ的な被災状況調査状況①  
(不安定構造物の裏側に入って計測)



写真-2 アナログ的な被災状況調査状況②  
(被災箇所直上での計測)

## 2. 災害対応のDX

現地での調査は、様々な計測機器が必要であり、また多くの人数を要する。現地では、ポールや巻尺による計測及び記録を行うため、1箇所あたりの調査に時間を要する。また、大量の計測機器を携行し被災直後の現場を移動・調査することは、体力の消耗だけでなく両手がふさがっているなど安全面でも問題が生じる。

そこで、昨今技術革新が著しいデジタル技術を用いて、簡単かつ少ない労力で、安全かつ迅速に調査を行えるものとする。

また、各県・政令指定都市等が行う災害復旧事業（災害査定）においても同様の調査手法を用いていることから、同技術の活用による効果が大きく期待できるため、簡単かつ低コスト、手軽に入手しやすい機材を使用した調査方法を考案し、取り組んでいる。

### 2.1 3次元計測の手法

3次元計測の手法には、様々なものがあるが、その1手法として現在普及しているスマートフォンを用いて、直感的な操作で簡単、低コスト、短時間で3次元モデルを作成することができる。また、従来手法のメジャーやポール等を用いた計測では複数人で作業する必要があるが、スマートフォンでは1人でも作業可能である。

さらに、危険な場所に立ち入ることなく計測可能で、持ち運ぶ機材も軽量・コンパクトであることから安全面も向上する。

なお、スマートフォンを用いた3次元計測技術は主に2種類ある。①スマートフォンで撮影した連続写真を用いるSfM (Structure from Motion)、②iPhoneに搭載されているLiDER (Light Detection and Ranging)を用いたレーザー測定の2つがある。

### 2.2 スマートフォンによるSfM

スマートフォンによるSfMの特徴としては、スマートフォンで連続撮影した写真（数十～数百枚程度）を写真測定の原理で解析し、3次元モデルを作成するものである。

上記の写真をクラウドシステムにアップロードすることで簡単に3次元化することが可能である。（図-2、図-3）

ただし、カメラレンズやCMOS（フィルムの役割を担うイメージセンサー）等の性能に依存するため、现阶段では概略を掴む程度の精度である。

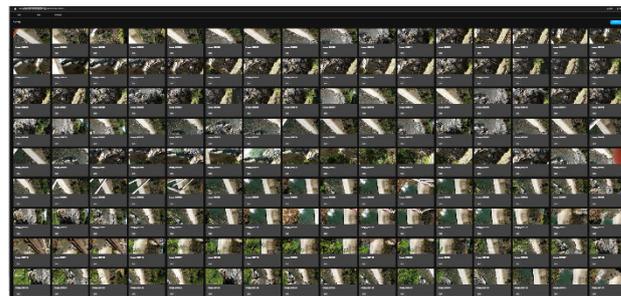


図-1 3次元モデル作成に用いた写真（167枚）



図-2 スマートフォンで作成した被災現場の3次元モデル（令和4年台風14号）

### 2.3 iPhoneによる3次元計測

iPhoneによる3次元計測の特徴としては、2020年以降販売のiPhone ProやiPad Proに搭載されているLiDER（高精度なレーザー測量装置）の機能を使ったアプリにより、3Dデータを作成できる。計測したデータを3次元データに変換する処理はiPhone内部で行うため、iPhone1台だけで高精度な3次元データの作成が可能である。

なお、LiDER機能は、5mまでの計測しかできないため、広範囲の3次元データ作成には向いていないが、図-4のとおり地割れ等狭小部の計測には非常に有効である。

また、3.2のSfM作成において、LiDER機能を併用することで精度が向上することも確認している。

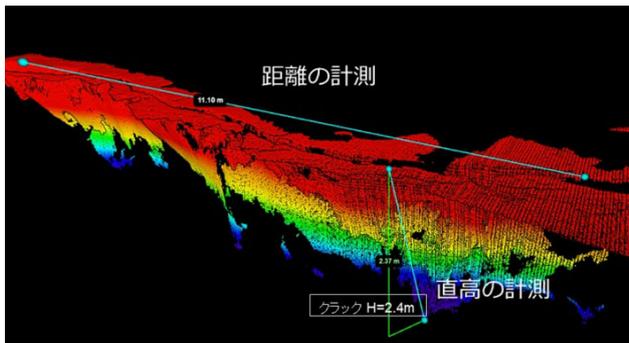


図-3 iPhoneによるクラックの点群測量結果

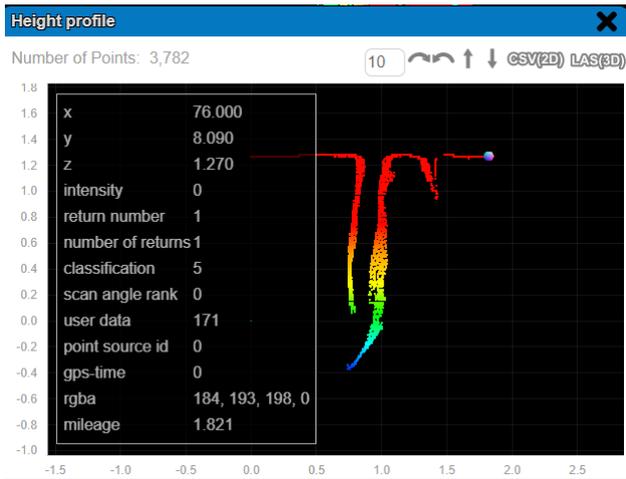


図-4 クラック測定（断面の計測）

## 2.4 ドローンによる3次元計測

ドローンによる3次元計測は、写真撮影によるSfMと高密度なデータ取得が可能なレーザー測量があるが、安価な市販のドローンでもSfMによる計測が可能である。（標準搭載されているカメラで計測可能）

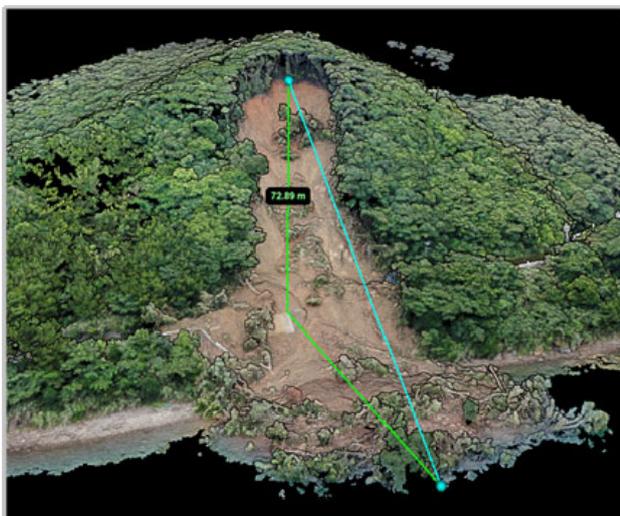


図-5 ドローン（SfM）による計測（点群）

ドローンを活用する利点としては、安全な場所から飛行可能で、人の立ち入れない危険な箇所のデータ取得が可能である。また、大規模な被災箇所であっても上空から被災箇所全体の把握及び被災箇所に近寄り近接撮影ができる他、上空で360°写真を撮影する機能を有した機体があるなど、被災箇所の調査には有効な手法である。（図-6）

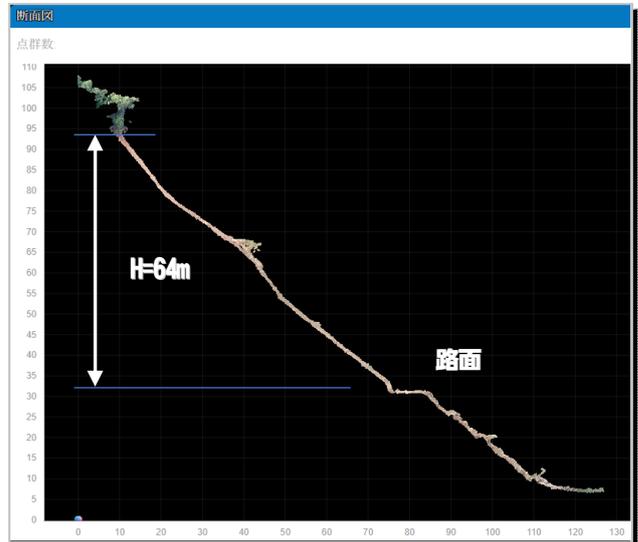


図-6 任意の断面図が容易に作成可能

## 2.5 スカイバーチャルツアーの活用

九州地方整備局では、上空で撮影した複数の360°写真をベースに、各種データや資料を一元的に管理できるスカイバーチャルツアー（天空のストリートビュー）を作成し、直感的な操作で任意の調査・計測及び関係資料の参照が可能となり、大幅に時間の短縮がなされ非常に効率的である。また、スカイバーチャルツアーをクラウドで運用することにより、1つのURLで全てのデータにアクセスすることが可能となり、多くの関係者との共有が容易となる。（図-8）

### 【データの一元化事例】

- ① 被災地上空および周辺の静止画・動画
- ② 被災地上空での360°カメラ画像
- ③ クラウド上の点群データ（SfM）
- ④ オルソモザイク写真（歪みのない巨大な写真）
- ⑤ 被災地に関する地図や構造物の諸元等資料



図一七 URL 1つで複数人と共有が可能



写真一三 ブリーフィング状況  
(被災状況、現地へのルート、離陸ポイント、現地での安全等 既存情報からできうる限り確認・情報共有)

### 3. 令和5年6月24日奄美地方派遣事例

令和5年6月20日からの梅雨前線による降雨により、6月23日奄美地方の複数箇所で山腹崩壊が発生した。九州地方整備局は、鹿児島県の支援要請により、TEC-FORCE（ドローン班）を派遣し、ドローンによる被災状況調査（スカイバーチャルツアー、360°画像撮影、ドローン撮影写真による点群データ作成、空からの写真・動画撮影、クラウドによる点群データ処理、共有）を実施、調査報告を行った。

被災直後の調査であり、被災箇所付近には山腹崩壊等により近寄れないため、被災箇所から約1 km離れた安全な場所から降雨の合間を縫って飛行させ、2箇所の調査を実施した。フライト準備、全体を動画撮影しながらの概況調査、被災箇所上空での高度を変化させた360°写真撮影、SfM用の写真撮影及び補完撮影、後片付けまでを約80分で完了した。また、点群作成には今回の場合、1箇所あたり30分で完了するため、調査開始から24時間後には、被災自治体への報告が可能となった。

これは、従来の調査手法であれば、調査に入るための準備（崩土除去等）で3日、実調査に3日、報告書作成に4日で、全体で10日程度かかるところ、これまで紹介したDX技術を活用することにより1日で完了し、大幅な短縮が可能となった。また、従来の方法での調査では、調査員が現地で直接計測を行うため、二次災害の可能性のある中、調査を行うこととなるが、ドローンによる調査では、安全な場所からドローンを飛行させるため、安全性の向上も図ることができた。

(写真一2、写真一3、図一9)



図一八 フライト箇所と被災箇所の関係



写真一四 フライト状況

### 4. まとめ

近年、激甚な災害が頻発するなか、大規模災害時には、技術職員が不足する小規模な市町村においては、自らの職員のみで、急増する災害対応業務を円滑に遂行することが困難な状況である。今回、TEC-FORCEの被災状況調査において、ドローンを最大限に活用したデジタル技術により、安全で効率的な被災状況調査に加え、関係者間の迅速な被災状況の共有も図ることができた。

今後、被災を受けた自治体が進めるデジタル査定（災害復旧事業）にも大きく寄与することから、TEC-FORCE隊員の訓練や研修を進め、デジタル技術を最大限に活用した災害対応力の強化を推進していくこととしている。

# 六角川における流域治水の取組について

花房 昌哉<sup>1</sup>・片渕 公淑<sup>1</sup>・峰松 知裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 武雄河川事務所 流域治水課 (〒843-0023佐賀県武雄市武雄町昭和745)

六角川流域は地形的特徴や有明海の潮汐の影響により、内水被害が広範囲に頻発する全国でも有数の水害常襲地帯である。2019年8月、2021年8月と2年間で2度の出水を受け、六角川流域ではあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う「流域治水」への転換が図られてきた。また、六角川水系流域治水協議会での議論を積み重ね、被害形態等を踏まえ、2023年3月に六角川等33河川を特定都市河川に指定した。武雄河川事務所では流域治水支援窓口を開設するなど、地域との連携を強化している。2023年6月に第1回六角川流域水害対策協議会を開催し、床上浸水被害を解消し、「住み続けられるまちづくり」を目指して、特定都市河川浸水被害対策法に基づく対策の検討を進めていくこととした。

キーワード 流域治水, 特定都市河川, 合意形成, 低平地, 内水氾濫

## 1. はじめに

六角川流域は、干拓により造成された低平地が広がっていること、山地と河川に挟まれた狭小な土地を有することや、有明海の干満差6mもの潮汐の影響を受けることが特徴である(図1)。そのため、洪水時に本川の水位が高くなった際には、支川や用水路の氾濫等が発生するため、六角川流域は全国で有数の浸水被害が広範囲に頻発する水害常襲地帯となっている。



図1 六角川水系流域図

六角川流域では1980年、1990年の出水を受け、2度の河川激甚災害対策特別緊急事業(以下、激特事業)により堤防整備などの治水対策を推進し、着実に浸水被害の軽減を図り、一定の治水安全度を確保してきた。

しかし、近年の大規模な出水(2019年8月および2021年8月)を受けて、六角川流域では、あらゆる関係者が協働して水災害対策に取り組む「流域治水」の考え方に転換

し、各関係機関が連携しながら取組を進めてきた。特に床上浸水被害が甚大であった武雄市において、法的枠組みを活用した更なる流域治水を推進するため、2023年3月28日に六角川等33河川を九州初となる特定都市河川に指定したところである。2021年11月の特定都市河川浸水被害対策法の改正以来、国管理河川では、全国で3番目の指定であり、全国的に見ても先行的な事例となっている。本稿では、特定都市河川指定など、六角川における流域治水の取組と、今後の課題について、事例紹介を行う。

## 2. 近年の出水状況とその対策について

2019年8月豪雨は大雨特別警報が発令される記録的豪雨となった。この時、新橋水位観測所では観測史上最高水位を記録した。この豪雨に伴う出水では、堤防からの越水、支川や用水路からの氾濫などが発生し、流域の各地で甚大な被害が発生した。浸水面積は5,759ha、浸水家屋は3,240戸(うち床上浸水が1,209戸)であった。

この被害を受けて、2019年12月に3度目となる激特事業が採択された。そして、逃げ遅れゼロと社会経済被害の最小化を目指し、流域の関係者が連携して、実施する対策について、六角川水系緊急治水対策プロジェクト(図2)としてとりまとめた。本プロジェクトでは、1)河川における対策、2)流域における対策、3)まちづくり・ソフト施策の3つの柱の取組を推進することとした。なお、国は、河道掘削、築堤(引堤)、牛津川遊水地の整備、高橋排水機場の排水ポンプ増強等の治水対策を概ね5年

間て実施するとした。

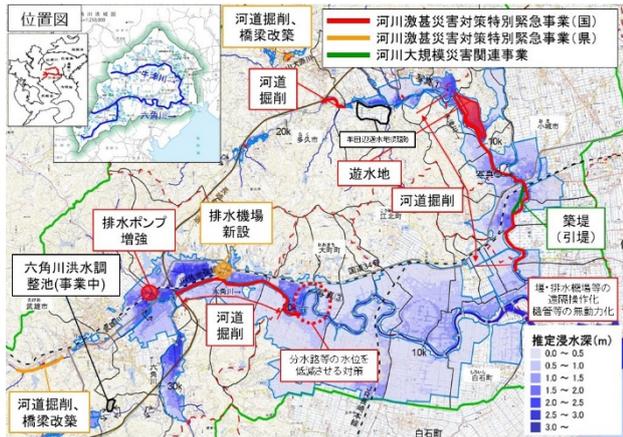


図 2 六角川水系緊急治水対策プロジェクトの概要

このような対策に取り組み始めた矢先に、2021年8月にも大雨特別警報が出される豪雨により、大きな被害が発生した(図 3)。この豪雨は、流域全体で長期間継続したことが特徴であり、72 時間最大降水量は、過去に大きな被害が発生した 1990 年 7 月出水と 2019 年 8 月出水を大幅に上回る値を記録した(図 4)。また、潮見橋及び新橋水位観測所では、1990 年 7 月出水と 2019 年 8 月出水を上回り、観測史上最高水位を更新した(図 5)。浸水面積は 5,407ha、浸水家屋は 3,307 戸(うち床上浸水が 1,248 戸)であった。



図 3 2021 年 8 月出水時の浸水被害状況 (武雄市北方町)

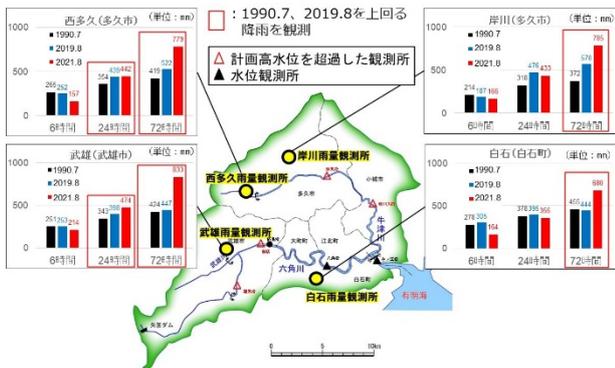


図 4 2021 年 8 月出水時の降水量

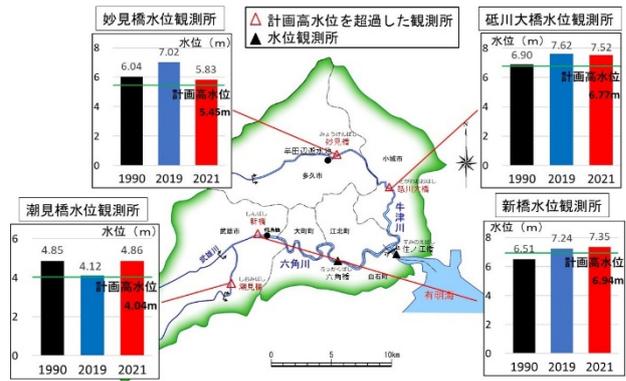


図 5 2021 年 8 月出水時の水位

### 3. 六角川の流域治水への転換

#### (1) 流域治水協議会での議論

気候変動による降雨量の増大等に対応し、河川整備の加速化・充実や治水計画の見直しに加え、流域全体を俯瞰し、国・流域自治体・企業および住民等、あらゆる関係者が協働して取り組む「流域治水」を推進するため、全国の一級水系で流域治水協議会を立ち上げ、「流域治水プロジェクト」が取りまとめられた。また、流域治水の実効性を高めるため、2021年には特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律(流域治水関連法)が成立・施行された。国土交通省では法に基づく特定都市河川の指定を全国の河川に拡大し、法的枠組みや新たな予算制度・税制を最大限に活用した流域治水の取組を全国に展開することとしている。

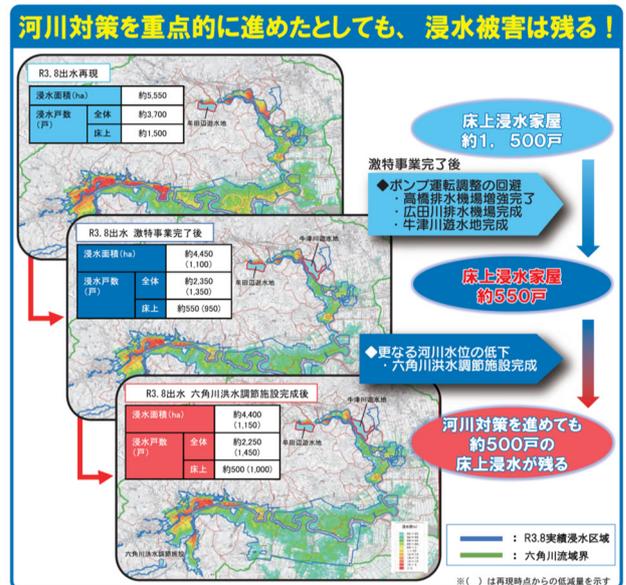


図 6 内水による浸水解析結果 (2021 年 8 月と同規模洪水)

武雄河川事務所では、2021年8月の出水を受けて、内水による浸水解析を実施した。2021年8月の被災時点で

は床上浸水戸数が約 1,500 戸であるのに対して、激特事業及び六角川洪水調節施設完了後でも床上浸水戸数が約 500 戸残ると試算された(図 6)。この結果から、従来進めてきた激特事業を中心とした河川対策だけでは早期に内水に起因する浸水被害解消が困難であり、ため池の事前放流などの流域対策や、水害リスクに配慮した住まい方の工夫など、流域治水への転換が必要である。

そこで、2021 年 12 月に第 1 回六角川水系流域治水協議会(以下、流域治水協議会)が設立され、新たな法制度の活用も視野に水災害対策の議論が開始された。なお、流域治水協議会は、六角川流域自治体(佐賀県、多門市、武雄市、小城市、大町町、江北町、白石町)及び関係行政機関で構成された。第 2 回の流域治水協議会(2022 年 2 月)では、従来の河川対策のみでは床上浸水被害の防止が困難であることを共有し、流域治水対策を一元的に集約した施策を検討し、「新・六角川水系流域治水プロジェクト」として策定することを合意した。そして、第 3 回の流域治水協議会(2022 年 3 月)では、「氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策」、「被害対象を減少させるための対策」、「被害の軽減・早期復旧・復興のための対策」の 3 つの柱のもと、「水災害に強いまちづくり」を実現するために、国・佐賀県・市町等が連携して取り組む施策を「新・六角川水系流域治水プロジェクト」として取りまとめた(図 7)。



図 7 新・六角川水系流域治水プロジェクト

2022 年 6 月開催の第 4 回流域治水協議会で、気候変動の影響を踏まえた安全な地域づくりとして、特定都市河川浸水被害対策法の活用について、浸水被害やまちづくりの状況など、地域の実情に応じて柔軟に検討していくことを確認した。また、この時に、それぞれの機関で実施する具体的な対策ごとのロードマップを示した流域治水対策行動計画を策定した。

2023年5月には第6回流域治水協議会を開催し、流域治水対策行動計画に基づく行動結果の報告がなされた他、各市町が抱える課題について、市町自らが事務局となる実務者会議の提案がなされた。流域治水協議会は、「協議会」、「幹事会」、「実務者会議」の3つの会議で構

成しており、それぞれの役割のもと、流域全体の議論を進めている(図 8)。実務者会議とは、個別課題解決に向けて、関係者で議論する場であり、幹事会に必要なに応じて報告することになっている。今後、実務者会議の場において、支川の浸水対策や排水機場操作員の安全対策等について、議論していく。

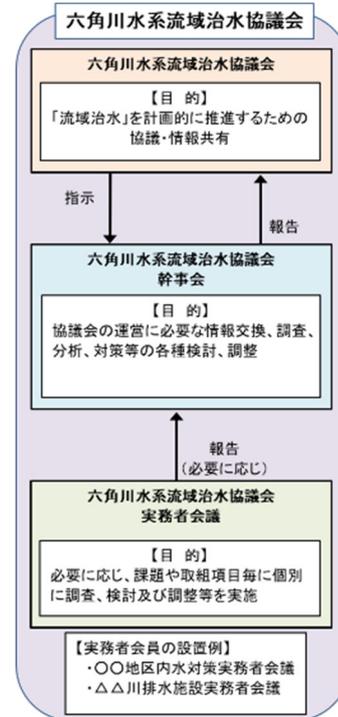


図 8 六角川水系流域治水協議会における検討体系

また、流域治水対策行動計画について、2022年度の取組状況等をフォローアップして、第2版(2023年6月)として見直し、HP等で公表した。

なお、各協議会の開催前に、六角川流域自治体の首長を訪問し、協議会の議題内容について説明を実施している。その際に、各首長の治水事業に関する関心事への状況説明や、自治体の取組に活用可能な国の財政支援制度等に関する情報提供を行っている。それにより、単に協議会の事前説明に留まらず、自治体との双方向のやり取りを行い、自治体との信頼関係を構築することで、円滑な協議会運営に繋がっている。

## (2) 流域治水に向けた取組

国が実施している取組としては、前述の緊急治水対策プロジェクトに加え、ヨシ繁茂抑制対策(図 9)を実施している。六角川の感潮区間では高水敷に繁茂しているヨシ原が洪水の流下を阻害し、河川水位を上昇させる一因となっている。そこで、ヨシ繁茂抑制対策として、環境に配慮しながら、高水敷への湛水池設置等を行い、ヨシの植生管理を実施しており、2023年の出水期までに概ね完了している。

佐賀県は「プロジェクト IF(Inland water Flooding)」として内水対策プロジェクトを立ち上げ、「人命等を守

る」、「内水を貯める」、「内水を流す」の3つの柱ごとに対策が実施されている。佐賀県の主な取組としては、内水管理カメラ・センサ等の設置、田んぼダムの推進、排水ポンプ車の導入、広田川排水機場の新設、県河川の浚渫などがある。

市町についても、支川や水路の浚渫、排水ポンプ車の導入や排水機場の機能向上、田んぼダムやクレークの活用などを進めている。



図9 六角川ヨシ繁茂抑制対策

本章では、六角川流域全体での流域治水の取組について、説明を行った。次の章では、床上浸水被害が特に甚大であった武雄市における取組状況について、説明する。

#### 4. 特定都市河川浸水被害対策法の活用

##### (1) 特定都市河川の指定

特定都市河川に指定されることで、自治体にとっては、財政支援の拡充等のメリットがある反面、一定規模以上の開発には流出抑制対策が義務付けられる場合もあり、開発事業費のコストが増加するデメリットがある。しかし、武雄市は市民の命と暮らしを守るため、特定都市河川浸水被害対策法の活用を決断し、嬉野市は甚大な浸水被害を受けた下流地域のため、武雄市への協力に同意した。六角川においては、地形条件等により特に浸水リスクが高い武雄市を包括する範囲を特定都市河川流域として指定する方向で佐賀県、武雄市及び嬉野市と合意し、令和4年11月に開催した第5回流域治水協議会では、六角川の特特定都市河川指定に向け事務手続きの調整を進めることを流域関係者と確認した。

特定都市河川指定にあたっては、地域住民等への情報発信も重要であることから、武雄市においては、武雄市報やシンポジウムによる積極的な広報が行われた。武雄河川事務所においては、水害常襲地域の関係区長などに対して、河川対策だけでは早期に内水に起因する床上浸水被害解消することが困難であり、特定都市河川浸水被害対策法の活用により流域治水を進めていく必要がある

ことについて、説明を行った。

また、特定都市河川指定により直接的に影響を受けるであろう事業者にも、商工会等を通じて周知したほか、特定都市河川指定に関するリーフレット(図10)を佐賀県と作成し、HP等で広く広報した。リーフレットでは、特定都市河川流域で雨水浸透阻害行為を行う場合の注意点や、六角川が特定都市河川に指定された経緯等について、解説している。



図10 特定都市河川指定に関するリーフレット

佐賀県、武雄市、嬉野市の協力もあり、2023年3月28日に特定都市河川浸水被害対策法に基づき、六角川等計33河川について、九州地方で初となる特定都市河川に指定された(図11)。そして、指定範囲は、六角川の柵島橋より上流域となっている。特定都市河川流域の自治体は武雄市及び嬉野市となっており、その面積は約99km<sup>2</sup>である。



図11 六角川特定都市河川流域

なお、指定の同日には佐賀県、武雄市、嬉野市、九州地方整備局の四者による「六角川水系特定都市河川及び流域の指定」についての確認書調印式を行なった。調印式では、法的枠組みを活用することにより、治水対策を加速化するとともに、流出抑制対策を強化するなど流域治水の取組をより一層推進し、関係者が連携して浸水被

害軽減に向けた水災害対策を行うことを確認した(図12)。



図12 「六角川水系特定都市河川及び流域の指定」確認書調印式の様子

また、武雄河川事務所では、特定都市河川指定の手続き開始に合わせて、2023年1月20日に「武雄河川事務所流域治水支援窓口」を設置した。これは、武雄河川事務所とまちづくり部局間との連携強化及び住民や企業等からの問合せの一元化により、あらゆる主体による流域治水の取組を円滑に推進することを目的するものである(図13)。なお、流域治水支援窓口には、設置から2023年6月末までに、地域住民・企業等から約30件程度 of 問合せがあった。問合せの中には、防災に関する講演依頼もあり、対面で流域治水の取組状況等について紹介するなど(図14)、地域との連携強化に役立っている。



図13 流域治水支援窓口のイメージ



図14 防災に関する講演の様子

## (2) 流域水害対策計画の策定に向けた取組状況

特定都市河川指定されると、法第4条に基づく流域水害対策計画を策定することになるため、2023年6月13日には、法第6条の規定に基づき、第1回六角川流域水害対策協議会(以下、流域水害対策協議会)を開催した(図15)。流域水害対策協議会の構成員は、特定都市河川流域内の河川管理者(九州地方整備局武雄河川事務所、佐賀県)、下水道管理者(武雄市)、特定都市河川流域の自治体(佐賀県、武雄市、嬉野市)の長及び関係機関として

いる。第1回流域水害対策協議会では、1)計画期間は概ね20年を基本として検討すること、2)2021年8月洪水を計画対象降雨とすること、3)基本方針として、計画対象降雨に対して、河川対策だけでなく、流域対策、土地利用のルールづくりなど、多層的な水災害対策を実施する(図16)ことにより、床上浸水被害を解消し、「住み続けられるまちづくり」を目指し、検討を進めることの3点を確認した。



図15 第1回六角川流域水害対策協議会の様子

<p>① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策 (ハザードへの対策)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 河川整備</li> <li>◆ 下水道整備</li> <li>◆ 雨水貯留浸透施設等の整備</li> <li>◆ 既存施設の治水活用</li> <li>◆ 森林整備・保全等</li> </ul> <p>河川整備の推進</p>	<p>② 被害対象を減少させるための対策 (暴露への対応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 雨水浸透阻害行為の許可</li> <li>◆ 貯留機能保全区域の指定</li> <li>◆ 浸水被害防止区域の指定</li> <li>◆ 災害リスクの低い土地への移転、居住誘導</li> <li>◆ 宅地の嵩上げ等</li> </ul> <p>貯留機能を有する土地のイメージ</p> <p>浸水被害被害防止区域における居住誘導・住みづくりの工夫のイメージ</p>	<p>③ 被害の軽減、早期復旧、復興のための対策 (脆弱性への対応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ “逃げ遅れゼロ”へ向けた情報発信システム等の整備</li> <li>◆ 防災教育や防災知識の普及に関する取り組み</li> <li>◆ 支川の洪水浸水想定区域図作成等水災害リスク情報の充実等</li> </ul> <p>水災害リスク情報の充実</p> <p>防災知識の普及活動</p>
--	--	--

図16 多層的な水災害対策のイメージ

計画期間については、六角川水系河川整備計画(国管理区間)、特定都市河川流域自治体の公共下水道事業計画、「佐賀県の都市計画に関する基本方針」及び特定都市河川流域自治体の都市計画の計画期間を勘案して、概ね20年を基本として検討することとした。計画対象降雨については、特定都市河川流域で最高水位を記録した

点から、2021年8月洪水とした。

また、特定都市河川浸水被害対策法では国有地の無償貸与が可能となることから、佐賀財務事務所とも連携の上、国有地の活用も検討したい。流域水害対策計画策定までの流れは図17を想定している。適宜、流域水害対策協議会やワーキンググループを実施して、令和5年度内の計画策定を目指して、関係者と協力していく。

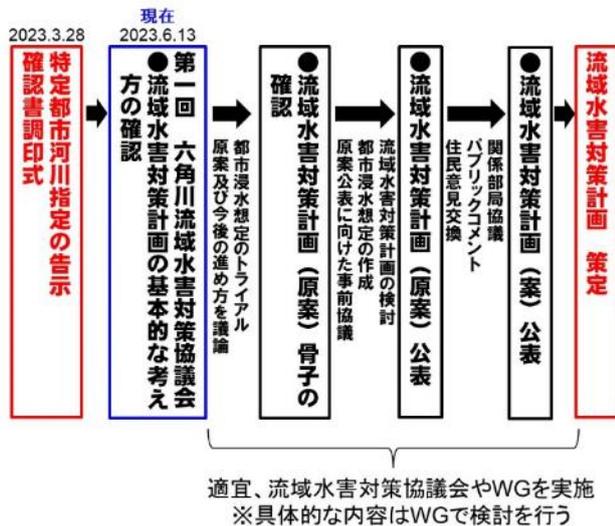


図17 流域水害対策計画策定までの流れ

## 5. おわりに

### (1) 考察

ここまで、六角川流域において、どのような経緯を経て流域治水への転換と推進が行われ、特定都市河川指定まで至ったかについて論じた。

このように迅速な対応が可能となった理由としては、元来六角川流域は内水常襲地域である上に、近年の2度の大きな出水により、流域全体で治水の重要性が強く認識され、流域治水の施策への理解が得やすかったことが

挙げられる。また、定期的な流域治水協議会の開催とそれに伴う事前説明の実施により、流域関係自治体と密にやり取りを行ってきたことで、信頼関係を構築できたことも挙げられる。さらに、特定都市河川指定にあたっては、特定都市河川流域の自治体(佐賀県・武雄市・嬉野市)が指定に理解を持ち、特に武雄市では「治水対策課」という流域治水専門の部署を設けるなど、積極的に取組を推進してくださったことも大きかった。

また、流域治水を進める上で工夫したことは、流域の住民や事業者に対して丁寧な説明を行うことである。内水常襲地域の住民に対して説明会を実施したり、特定都市河川指定に伴う手続き等に関するリーフレットの配布を行った。さらに、流域治水支援窓口を開設し、まちづくり部局間との連携強化及び住民や企業等からの問合せの一元化を実施した。

### (2) 今後の課題

今後は、流域水害対策計画の策定・公表に向けて、流域水害対策協議会及びワーキンググループを開催しながら、計画に位置付ける対策の議論、都市浸水想定への作成、計画策定・公表に向けた調整を進めていくことが必要である。そして、河川管理者が実施している河川の対策を引き続き加速化すること、雨水貯留浸透施設の整備やため池等の活用などの雨水を貯留する機能を強化すること、水災害リスクを踏まえたまちづくりなどについて、取り組んでいく。

流域治水においては、事業への「協力者」と「受益者」が異なる場合が多いため、円滑な事業推進のためには、「協力者」に対して、いかにして自分ごととして捉えてもらうかが課題である。そこで、計画策定にあたっては、地域住民の意見を取り入れるため、パブリックコメントや住民との意見交換を実施するなど、住民とも密に連携しながら、「住み続けられるまちづくり」の実現に向けて、あらゆる関係者と連携を取りながら、流域治水を加速させていきたい。

# 令和3年8月出水における東川排水機場の 応急復旧と浸水対策の報告

倉元 省吾<sup>1</sup>・永濱 一将<sup>1</sup>・高森 賢太<sup>2</sup>・

<sup>1</sup>九州地方整備局 武雄河川事務所 管理課 (〒843-0023 佐賀県武雄市武雄町大字昭和745)

<sup>2</sup>九州地方整備局 長崎河川国道事務所 防災課 (〒851-0121 長崎県長崎市宿町316番地1)

令和3年8月出水で六角川の東川排水機場は施設全体が浸水し一時排水機能が停止した。早期の機能復旧が急務となる中、短期間で応急復旧及び施設浸水に対する対策の検討・工事を実施した。

本稿は、東川排水機場が排水機能が停止してから復旧に至るまでの現場対応及び浸水の再発防止策について報告する。

キーワード：六角川、東川排水機場、令和3年8月出水、応急復旧、耐水化

## 1. はじめに

六角川は、有明海特有の大きな潮汐作用等による自然干陸化と古くからの干拓によって形成された低平な白石平野を蛇行しながら流下し、有明海の湾奥部特有の大きな干満差の影響が河口から約29km付近まで及んでいる。そのため流域面積の約6割が内水域となり、人口・資産も低平な内水域に集中している。このようなことから、洪水、高潮に対して脆弱であると共に、白石平野をはじめとする低平地帯では古くから支川や水路の氾濫による浸水がたびたび発生している。

令和3年8月出水では、堤防からの越水や支川の氾濫等により、浸水家屋が約2,400軒に及ぶほどの甚大な被害が発生した。また、いずれの出水も決壊はなかったが、本川で計画高水位を上回ったため本川に流入する排水機場を対象にポンプ運転調整を実施した。

本稿は、六角川の東川排水機場が浸水で排水機能を停止してから復旧に至るまでの現場対応及び再発防止策について報告する。

## 2. 東川排水機場の浸水の概要

東川排水機場は、六角川右岸28k200（佐賀県武雄市橋町片白地区）に、支川東川（県管理）の氾濫による家屋浸水被害を軽減するため、平成13年度に国土交通省が整備した。施設概要は表-1のとおりである。

施設管理者は国土交通省、洪水時の操作は佐賀県武雄市に委託している。

令和3年8月14日、六角川では河川水位上昇に伴い、ポンプ運転調整を実施。実施中の14日早朝、操作委託先の武雄市から武雄河川事務所へ、東川排水機場の浸水情報が報告された（写真-1）。

表-1 東川排水機場 施設概要

排水機場名	東川排水機場	
流入河川	東川（県管理）	
設置位置	六角川右岸28k170付近	
完成年月日	平成13年度	
ポンプ形式	コラム形立軸斜流水中モーターポンプ	
ポンプ諸元	吐出量(m <sup>3</sup> /s)	1
	設置台数	8
発電機容量	(kVA)	406

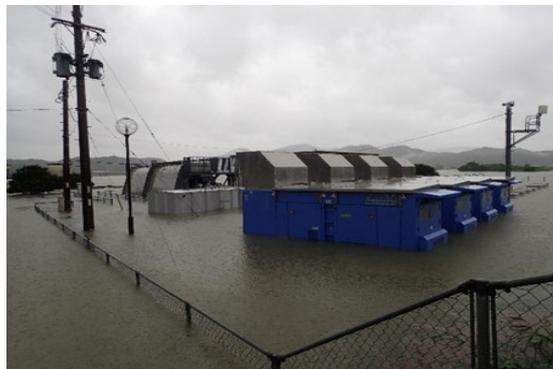


写真-1 8月14日の浸水状況

## 3. 応急復旧

(1) 排水ポンプ車の配備

浸水情報の報告を受け、武雄河川事務所保有の排水ボ

ンプ車3台を現地に派遣するとともに、追加の排水ポンプ車の出動を九州地方整備局災害対策本部に要請した。九州地方整備局管内の各河川事務所から派遣された排水ポンプ車は現地到着後、直ちに運転を開始し、応急復旧までの間、排水作業を行った（写真-2）。

また、東川排水機場の排水機能が停止したため、その代替として排水ポンプ車による排水を実施していることを事務所ホームページで公表した。



写真-2 ポンプ車による排水状況

## (2) 被害調査

排水ポンプ車による排水作業と同時に、排水機場保守点検業務の委託業者を現地に派遣し、浸水が解消され次第、早急に点検及び復旧に着手するよう指示した。

14日夕方に場内の浸水が解消したため、設備の状態調査及び浸水痕跡の確認を行った（写真-3）。同時に、応急復旧に向けて施工方法、仮設発電機の手配及び工程計画を検討した（表-2）。施設被害からの早期復旧のため、わずか5日間という超短期間での工程計画で作業することとした。

加えて、施設被害及び復旧状況を事務所長から市長へのホットラインで共有した。



写真-3 浸水痕跡調査

	14 土	15 日	16 月	17 火	18 水	19 木
現地調査	■					
施工方法検討	■	■				
仮設発電機設置		■	■	■		
発電機整備		■	■	■	■	
操作制御設備整備		■	■	■	■	
試運転確認				□	■	
排水ポンプ車対応	■	■	■	■	■	■

表-2 施設の復旧対応工程

## (3) 応急復旧の内容

現地調査で得られた結果を基に、応急復旧に向けて災害協業者と24時間体制で対応した。

### ① 発電機

発電機が浸水したことを確認したため、発電機メーカーの技術者からは、そのまま運転することはできないとの見解があった。しかし、浸水した翌日に水抜き、洗浄、部品・油脂類の交換（写真-4）等の対応を行った結果、4台とも稼働することが可能となった。



写真-4 発電機エンジンオイル交換状況

### ② 操作制御設備

操作制御設備内部も浸水が確認されたため（写真-5）、浸水した機器を新品若しくは予備品等と交換、モータ始動に係る重要機器については工場へ持ち帰り清掃乾燥を行った。



写真-5 操作制御盤の浸水状況

### ③ ケーブル類

現地調査当初、絶縁抵抗値の基準値である $0.4\text{M}\Omega$ 以下の部分があったが、ブロアーで乾燥させたことで全て $1\text{M}\Omega$ 以上に回復させた（写真-6）。



写真-6 ケーブル水分除去・乾燥状況

以上の対応により東川排水機場の仮復旧が完了。稼働停止から約4日後に $8\text{m}^3/\text{s}$ の排水機能を復旧した。

## 4. 復旧工事の検討

応急復旧と併せて、再発防止も含めた復旧工事の検討を行った。

### (1) 機器更新

最初に応急復旧した機器類が継続して使用可能かを診断した。その結果、発電機・吐出弁・操作制御設備・接続盤・ケーブル類・除塵機盤等の更新が必要だとわかった。そのため、災害復旧工事を令和3年10月に東川排水機場のポンプ設備の施工業者と随意契約し、復旧に着手した。

### (2) 耐水高さの検討

復旧工事では、令和3年8月出水と同等規模の出水が発生した場合にも設備を正常に稼働させるため、耐水化の検討を行った。

耐水化の方法として防水壁の設置も検討したが、応急復旧前に実施した内水の浸水痕跡調査結果等を踏まえ、施設の嵩上げを行うこととした。

嵩上げ高は、再度災害防止及び操作員の安全な退避ルートを確保するため、六角川の想定最大規模洪水の想定浸水高とした（写真-7～10）。



写真-7 発電機（着工前）



写真-8 発電機（着工後）



写真-9 操作盤（着工前）



写真-10 操作盤（着工後）

### (3) 荷重増加に伴う基礎地盤の検討

東川排水機場付近は軟弱地盤のため、架台等の新たな設置に伴い、増加荷重分が地盤に与える影響を検討

する必要があった。

架台等による荷重増加に対する圧密沈下量を計算した結果、約0.2cm程度の沈下量であり、過去の工事履歴から浅層改良や良質盛土があることを踏まえ、沈下の影響は少ないことを確認した。

#### (4) 危険物施設の工事

屋外燃料タンク更新及び嵩上げに伴い、燃料タンク側板と防油堤の離隔距離を大きくする必要が生じたため、防油堤の拡幅工事を行った。また、嵩上げた架台については鉄筋コンクリート若しくは鉄骨コンクリート構造と同等以上の耐火性能を有する必要が生じた。鉄筋若しくは鉄骨コンクリート構造で施工する場合、基礎地盤に与える影響が大きく施工にも時間を有するため、同等以上の耐火性能を有する対策として、耐火塗装での施工を行った（写真-11）。耐火塗装を施した鋼製架台での施工で対応することで基礎地盤に与える影響を少なくし、工程短縮を図った。



写真-11 耐火塗装の施工

#### (5) 操作員の退避ルートの確保

令和3年8月出水では、東川排水機場周囲が浸水し操作員が孤立した。そのため、非常時に発電機架台から堤防へ退避できる管理橋を設置した（写真-12）。



写真-12 操作員退避用管理橋

#### (6) 燃料給油口の設置

排水機場の場内が浸水しても屋外燃料タンクに給油が可能となるように、退避ルートの入口付近に燃料給油口を設けた（写真-13）。



写真-13 燃料給油口

## 7. おわりに

近年は気候変動の影響により気象災害が激甚化している。近年、武雄河川事務所管内でも令和元年8月、令和3年8月と毎年のように記録的な被害が起きており、今後全国的に同じような被害や対応を迫られる必要が生じると考えられる。

今回は被災後の応急復旧と同時並行で恒久対策の検討を行ったが、排水機場の浸水対策については平時より十分な検討を実施し、あらかじめ対策を講じておくことが重要である。先手管理の実践が施設の被災を未然に防ぎ、ひいては国民のいのちと財産を守ることになるのだと再認識した。

一方、施工完了後、操作人をはじめ地元の方から感謝の言葉をいただいた。地元の方への迅速かつ丁寧な説明、早期復旧に向けた一生懸命な姿が地元の方へ伝わったのではないだろうか。

今回の復旧工事により得た様々な教訓を今後の対応に活かしていこうと思う。

### 参考文献

- 1) 一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会  
：揚排水ポンプ設備技術基準・同解説
- 2) 一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会  
：揚排水機場ポンプ設備設計演習
- 3) 国土交通省 水管理・国土保全局  
：河川砂防技術基準（案）
- 4) 国土交通省 九州地方整備局  
：土木工事設計要領

# 下関港海岸の水門の課題と対策

稲葉 将大<sup>1</sup>・井方 弘正<sup>1</sup>・山根 正嗣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 下関港湾事務所 保全課（〒750-0066 山口県下関市東大和町 2-29-1）

下関港海岸は、周防灘奥部に面する下関市の南側に位置し、護岸の高さ不足から台風時の高潮により家屋や工場への浸水などの被害を受けてきた。

このため、下関港湾事務所は 2008 年度より、長府・壇ノ浦地区並びに山陽地区の約 12km を対象に、下関港海岸直轄海岸保全施設整備事業として護岸や水門等の整備に取り組んでいる。

本稿では、新川水門の水門本体施工において生じた盤膨れ及びその対策、2022 年度から施工開始された宮崎水門及び 2023 年以降に設計を行う印内水門、港町水門及び才川水門の今後についてまとめた。

キーワード 仮締切、有機質土層、風化花崗岩、盤膨れ、ボイリング

## 1. はじめに

山口県の周防灘に面する下関港海岸は、関門海峡沿いに歴史的な景観資源を多く有するところで、長府・壇ノ浦地区の海岸線及び臨海部には住宅、観光拠点が存在するとともに山陽地区には工業地帯が立地するなど、地域経済を支える産業活動の拠点や市民の暮らしを支える重要な場所が多くある。（図-1）

しかしながら、護岸の高さ不足からこれまで来襲した台風による高潮や越波により、家屋への浸水、工

場や商業施設の停止、隣接する幹線道路の通行規制などが頻繁に発生し、住民や地域産業は甚大な被害を受けている。

特に、1999 年に山口県を直撃した台風 18 号では、国道 9 号の遮断のほか、住宅・企業・工場の密集地における大規模な浸水等の被害が発生した。（図-2）

このため、下関港湾事務所では、2008 年度より、長府・壇ノ浦地区及び山陽地区の約 12km を対象に、高潮や高波に対する防護機能確保のため、護岸や水門等の整備を行う「下関港海岸直轄海岸保全施設整備事業」を進めている。このうち水門は、新川水門、宮崎水門、港町水門、印内水門、才川水門の 5 基を整備予定である。

本報告は、九州管内の港湾海岸で初の水門である新川水門を施工するにあたって、生じた問題と解決策及び今後整備予定の 4 基の水門について報告するものである。

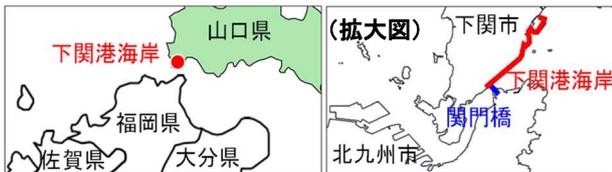


図-1 下関港海岸の位置図

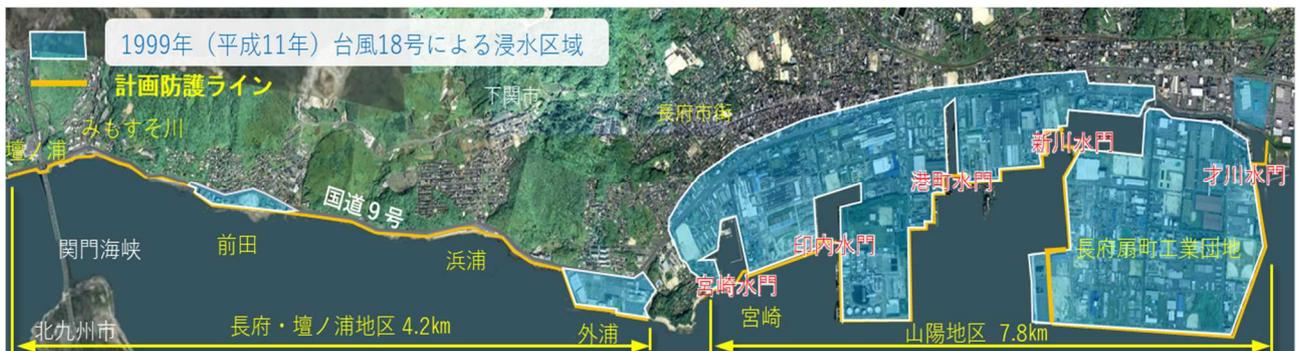


図-2 1999 年台風 18 号による浸水区域

## 2. 新川水門の周辺状況等

### (1)新川水門の施工場所と周辺状況

新川水門は、下関港海岸の山陽地区に位置する。

新川水門は、水門本体及び取付護岸A～D工区からなっている。

周辺には、ブリヂストン下関工場・BOAT RACE下関(下関競艇場)がある。

### (2)現地調査及び設計

新川水門は2011年度、2014年度の土質調査結果を踏まえ、設計を実施した。また、施工前土質調査のため2019年度、2020年度に追加の土質調査を実施した。

## 3. 新川水門を施工するにあたって生じた問題及び解決策

### (1)水門本体の施工フロー

水門本体における施工のフロー図を下記に示す。(図-3) 水門本体の主たる施工内容は、仮締切工→地盤改良工→杭基礎工→躯体築造工→本体工の流れで完成させた。

仮締切工において、仮締切内のドライアップ時に有機質土層の分布により、盤膨れの可能性が指摘され、2019、2020年度に実施した追加の土質調査の結果から、締切外周部に薬液注入を実施した。詳細を3-(2)に示す。

新川水門の仮締切鋼管矢板打設後、ドライアップ時、本体完成後の全体写真、水門本体写真を下記に示す。(写真-1)(写真-2)(写真-3)



写真-1 仮締切ドライアップ前後



写真-2 水門本体完成後



写真-3 水門本体

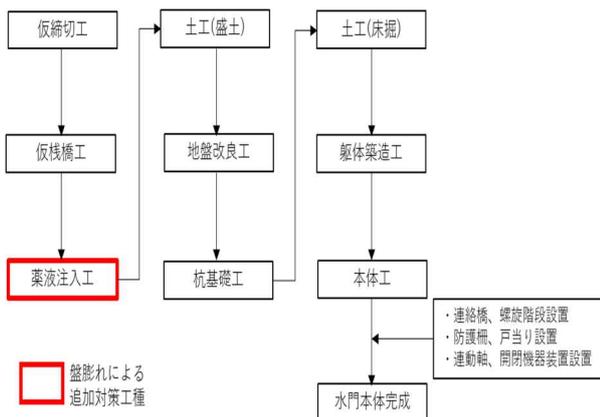


図-3 施工フロー

(2)施工するにあたって生じた問題(盤膨れ・ボイリング)及び解決策

盤膨れは、仮締切内と外の水頭差による水圧が、水圧に抵抗する有機質土層の土塊の重量より大きくなった場合に発生する。(図-4)ボイリングは水の上向き浸透力が土の水中重量を上回り、砂粒子が水中に浮遊することで発生する。

当初の設計では、仮締切内で有機質土による不透水層は確認されていたが、連続分布していないと判断していた。しかし、工事に行った追加の土質調査の結果、一様分布の可能性が高いと判断された。仮締切付近の土質調査箇所を(図-5)に示す。No.1・No.2は施工前に、R3-1は透水係数を把握し有機質土層の一様分布を確認する目的で実施された。また、当初Gr層は不透水層であると判断していたが、追加の土質調査を行い、粒度試験を行った結果、Gr層の上層が風化していることが判明した。Gr層は、風化が進行している層がGr層(D級)、風化していない層がGr層(C級)の2層であることが判明した。また、透水試験を行った結果、有機質土層の透水係数は4.93E-08 m/sec、Gr層(D級)の透水係数は4.18E-07E m/sec となり、不透水層の透水係数の1.0E-08 m/sec を上回ることから、ボイリングの発生が懸念されるとともに、Gr層(D級)が有機質土層の透水係数を上回ることから、盤膨れの発生も懸念された。

実施した解決策は、薬液注入工である。地中の鋼管矢板先端付近の外周に薬液注入工による遮水壁をGr層(C級)まで構築し、仮締切内への水の流入を遮断することで、盤膨れ及びボイリングを防止した。(図-6)

水門本体の施工において、上記の問題以外は起きず、水門本体が完成した。

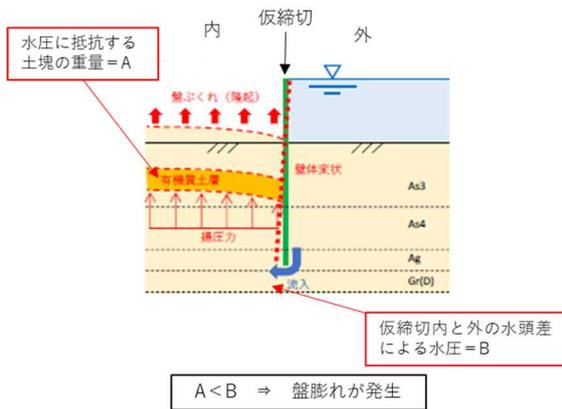


図-4 盤膨れについて

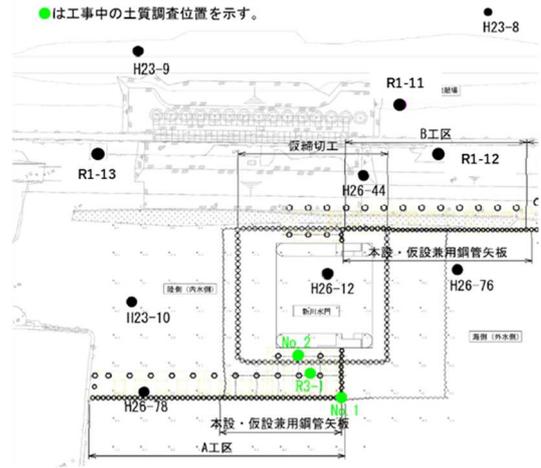


図-5 土質調査箇所

表-1 各土層の透水係数

土層	透水係数 k m/sec	備考
As3層	1.78E-04	クレーガーより推定
As4層	5.07E-05	クレーガーより推定
Ag層	1.62E-04	クレーガーより推定
Gr層(D級)	4.18E-07	透水試験結果より
Gr層(C級)	1.00E-08	仮定値
鋼管矢板	1.00E-08	仮定値

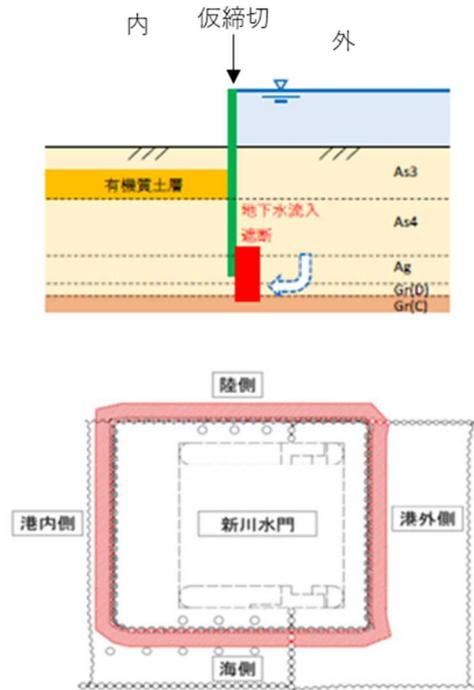


図-6 盤膨れ・ボイリング対策

## 4. 今後の予定

### (1)新川水門の今後の予定

2022年度までに水門本体まで完成したため、A工区の取付護岸を2023年度工事で、B・C工区を2024年度以降の工事で施工予定である。(写真-2)

### (2)宮崎水門の現状と今後の予定

山陽地区に位置する宮崎水門は近接する9工区を2021年度に施工し、2022年度より宮崎水門(防波堤工区)に着手した。9工区側から防波堤工区、水門本体に繋がる取付護岸A、水門本体及び水門本体から11工区に繋がる取付護岸Bとなっている。(図-7)

宮崎水門の概略的な施工計画は、防波堤工区→水門本体→取付護岸B→取付護岸Aとなっている。

2022年度の防波堤工区の施工では、搬入経路が狭く資機材を海上運搬する必要がある、水深が浅い、航行船舶の往来有り、施工ヤードが狭いという現場条件の中での施工であった。2023年度以降も同様の現場条件となる。

宮崎水門の水門本体の土質調査結果においても新川水門同様の地層が見受けられるため、盤膨れ及びボイリングの発生が懸念される。

盤膨れ及びボイリング対策として、仮締切鋼管矢板を不透水層であるGr層(C級)まで貫入させることとしている。

### (3)印内水門・港町水門・才川水門の今後の予定

印内水門は今年度より基本設計を行う予定である。港町水門、才川水門は来年度以降、随時設計を行う計画である。

3 水門の周辺では、土質調査が実施されているものの、水門近辺の位置や防護ライン周辺の調査箇所数が少ない状況である。今後、基本設計に向けて追加の土質調査を行う必要があるが、時間・労力・コストを要するため、効率的に土質特性を把握する調査方法及び土質定数設定方法等を検討する必要がある。

## 5. まとめ

新川水門において、3-(2)で示した問題における原因は、設計以前の土質調査で風化花崗岩層のGr層(D級)の透水試験を未実施だった事である。今後の水門設計において、仮締切内の有機質土の有無、風化花崗岩層のGr層(D級)の透水係数及び仮締切内への流入量をあらかじめ把握する必要がある。

新川水門は盤膨れ・ボイリング対策として、地中の鋼管矢板先端付近に薬液注入工による遮水壁を不透水層であるGr層(C級)まで構築した。

2024年度以降に施工予定の宮崎水門の水門本体においては、既存の土質調査の結果から、風化していない層である、Gr層(C級)まで仮締切鋼管矢板を貫入させることで、盤膨れ及びボイリング対策を行う計画である。

印内水門・港町水門・才川水門においては今年度以降設計開始となっていることから、入念な現地調査を行うとともに、仮に、新川水門と同様の土質特性が判明した場合は、盤膨れ・ボイリング対策を考慮した設計が必要である。特に、仮締切においては土質調査等により、確実に地層の土質特性の把握を行うとともに、入念な対策の検討を行い、施工中に問題が起きないようにしていきたい。



図-7 宮崎水門完成イメージ

# 福岡空港の液状化対策について

緒方 一之<sup>1</sup>・中島 秀樹<sup>1</sup>・山口 信太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 福岡空港整備推進室

(〒812-0005 福岡県福岡市博多区大字上臼井606)

福岡空港は我が国の航空ネットワーク及び背後圏経済活動の継続性を維持する上で重要性が高く、優先的に耐震性を向上すべき空港として位置づけられており、地震の発生により重大な被害が生じた場合、その影響は甚大で長期間に亘ると予想されている。福岡空港の北側エリアは地震時に液状化することが判明しているため、2013年度より空港の運用を継続しつつ液状化対策を実施している。

本稿では福岡空港における液状化対策の取り組みについて報告する。

キーワード 福岡空港、滑走路増設、液状化対策、地盤改良、薬液注入

## 1. はじめに

福岡空港は、博多港、博多駅、都市高速や国道3号線等、陸海空の玄関口が半径2.5km圏内に集まる都市圏に位置する利便性に富んだ空港であり、九州地方だけでなくアジアを初めとする海外との交流や様々な経済活動を支える交通基盤として重要な役割を担っている。

2011年以降、新規路線開設・増便が相次ぎ、旅客数・発着回数ともに増加傾向であったことから、切迫した航空需要に対応するため、2012年度より国内線ターミナル再編整備として平行誘導路二重化事業に着手し、2020年1月より運用開始した。誘導路の二重化により空港の処理能力が向上し、混雑緩和を実現している(図-1)。

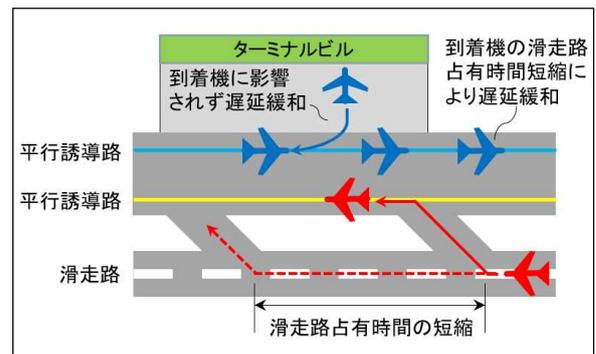


図-1 平行誘導路の二重化

現在は更なる利便性の向上を図るため、2015年度より滑走路増設事業に着手し整備を進めている(図-2)。

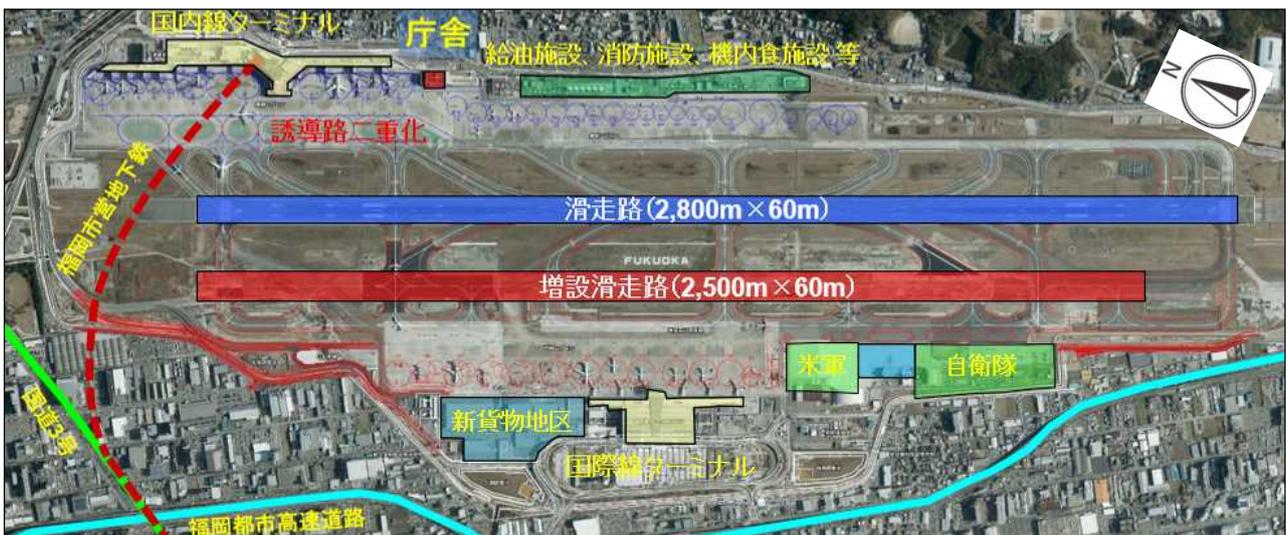


図-2 福岡空港位置図

## 2. 耐震対策の背景

### (1) 大規模地震発生時において求められる役割

過去の地震災害時において空港が緊急物資輸送の拠点等としての役割を果たしたように、地震災害時に空港は緊急物資及び人員等輸送基地としての役割が求められる。特に航空ネットワークにおいて重要な役割を果たしている福岡空港は、航空ネットワークの維持、背後圏経済活動の継続性の確保が求められる。

### (2) 地震災害時に福岡空港が確保すべき機能

地震対策については、2007年度に国土交通省航空局より示された「地震に強い空港のあり方検討委員会」を受け、「福岡空港防災拠点のあり方検討委員会」を開催し、以下の機能を確保する方針となった。

- 救急・救命活動等の拠点機能（極めて早期の段階）
- 緊急物資・人員等輸送受け入れ機能（3日以内）
- 民航機の受け入れ（平常時の50%）機能（3日以内）

その後、国内線ターミナル地域再編、滑走路増設及び回転翼機能の移転の計画が進められ、施設配置や需要動向等の条件が変化していることから、2016年度に「福岡空港防災拠点のあり方に関する見直し検討委員会」を設置し、最新の整備計画に基づき災害時対応活動区域の見直し等を行っている。

地震災害時に上記a)～c)の機能を確保するため、当局としては液状化すると判定された滑走路及び誘導路の対策工事を実施することとなった。

## 3. 液状化対策の工法について

### (1) 福岡空港における液状化対策範囲

粒度とN値による予測・判定または繰返し三軸試験による予測・判定手法により地層毎の液状化判定を行い、地盤全体としては、液状化層厚2.5mを閾値として液状化判定した結果、滑走路及び誘導路で液状化すると判定されたのは、埋立層・As層が厚く分布する空港の北側エリアである（図-3）。

福岡空港は地下水位が高く、標高が低い北側では液状化しやすい地盤となっている。

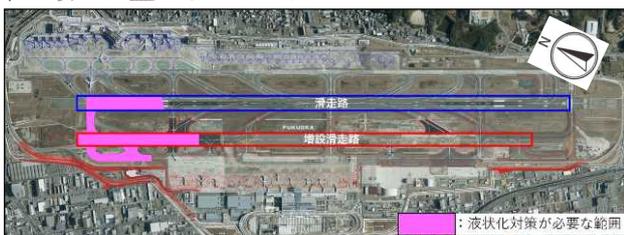


図-3 液状化対策工事が必要な範囲

### (2) 液状化対策の工法検討

対策範囲は供用中の滑走路及びその近傍であるため、夜間施工が基本となる。また、供用中の滑走路及び誘導路では施工に伴う地盤隆起を管理し、舗装面の規定勾配を確保する必要がある。滑走路が1本しかないことを踏まえ、航空機の運用に支障を与えない工法として、下記の3工法より各条件に合致した工法を選定した（図-4）。

- 薬液注入工法（浸透固化処理工法）
- CPG工法（静的圧入締固め工法）
- SAVE工法（静的締固め砂杭工法）

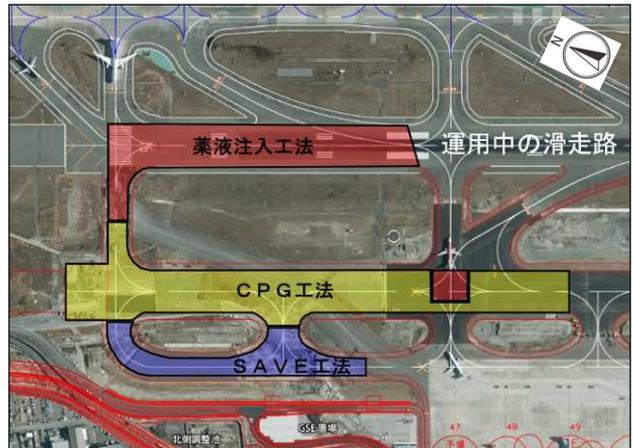


図-4 対策範囲と改良工法位置図

### (3) 薬液注入工法（浸透固化処理工法）

供用中の滑走路及び誘導路については、日々供用させる必要があることから車載式の資機材による施工とする。

滑走路では過年度において、舗装内に残存する水分が原因となり、プリスタリングが発生して応急対策を行った経緯がある。この舗装に多数削孔することで舗装内の水分量が増加して劣化を進め、舗装変状を起こす恐れがある。また、鉛直削孔の場合は舗装表面に金属製の蓋を設置して空港運用することになるが、施工箇所が離発着で多用する滑走路内で最も载荷重条件が厳しい箇所であり、金属製蓋となる分はグルーピング効果が低減することも懸念される。

以上のことから、滑走路上に多数の鉛直削孔することを回避するため、周囲の緑地帯から斜め削孔による溶液型薬液注入工法を採用することとした。地下水位が高い状態にある地盤に薬液を圧入し、間隙水を薬液に置き換えて固化することで、地盤隆起を抑制しつつ地盤強化を図る工法である（図-5）。

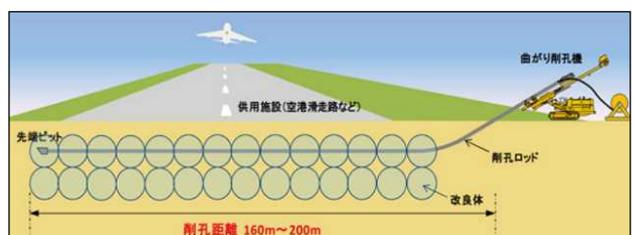


図-5 斜め削孔による溶液型薬液注入工法イメージ

#### (4) CPG工法（静的圧入締固め工法）

航空機の走行が無く、滑走路増設工事により新たに舗装が施工される区域については、先述のプリスタリングやグルーピング効果の低減、地盤隆起の影響を考慮せずに施工できるため、鉛直削孔のCPG（静的圧入締固め）工法を採用した。CPG工法は流動性の低いモルタルを地盤中に圧入して固結体を連続的に造成し、地盤を強制的に押し広げて充填固化することで周辺地盤の密度を向上させる工法である（図-6）。

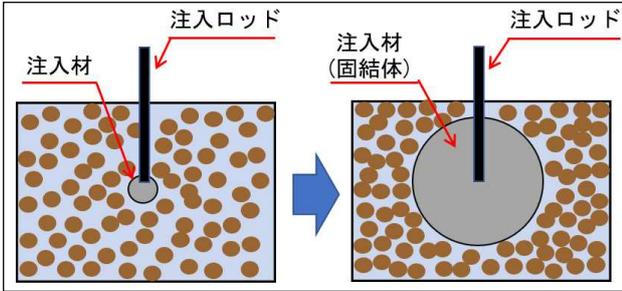


図-6 CPG工法の締固めイメージ

CPG工法についても車載式の資機材となっており、工事区域から速やかな退出が可能となっている（写真-1）。



写真-1 CPG工法の施工状況

#### (5) SAVE工法（静的締固め砂杭工法）

北側拡張用地における地盤改良箇所は、施工時点では空港制限区域外であったことから、車載式の資機材に限定せずに工法を選択することが出来た。また、北側拡張用地は、運用中の滑走路から離隔が取れていることから、施工機械高さが27m程度あっても、航空機が安全に離着陸するために周辺の一定空間を障害物が無い状態とする「制限表面」の影響が小さく、緊急時の施工機械の退避が可能であることから、最も安価なSAVE（静的締固め砂杭）工法を選定することが出来た。

本工法は、砂杭を地盤中に造成することで、先述のCPG工法と同様に地盤内の密度を向上させる工法である。

なお、本工法の施工機械は制限表面に抵触することから、空港運用終了後の夜間施工となるため、近隣住民へ配慮し、従来のSCP（締固め砂杭）工法ではなく、騒音振動が抑制可能なSAVE工法を採用している（写真-2）。



写真-2 SAVE工法の施工状況

### 4. 液状化対策工事の施工管理について

#### (1) 薬液注入工法における隆起量管理

施工後日々供用となる滑走路及び誘導路については、舗装の勾配が施工完了時に航空法施行規則79条で定める規定勾配を超えないよう注入管理を行う（表-1）。

表-1 滑走路面及び誘導路面の施工管理

施工管理項目		施工管理値 (滑走路)	施工管理値 (誘導路)
舗装面の変状	累積隆起量	40mm以下	150mm以下
舗装勾配	縦断方向	1.0%	3.0%
	横断方向	1.5%	3.0%

薬液注入にあたっては、過剰間隙水圧の消散を促進するため、滑走路センターから緑地帯に向けて注入し、平面的には薬液を同時に注入する箇所を改良体1球以上離す分散施工とした。断面的には上段を先行して注入するステップダウン施工とした。また、上昇した過剰間隙水圧を効率的に低下させるため、周辺緑地帯にウエルポイントを設置し、排水を行いつつ薬液注入を行っている。

#### (2) 薬液注入工法の品質管理

地下水で飽和した状態にあるAs層内の間隙水を薬液に置き換え固化する薬液注入工法については、一軸圧縮強度 $q_u=70\text{kN/m}^2$ 以上が発現しているかを確認し、液状化すると判定される土層の厚さの合計が2.5m未満であることの確認を実施している。

#### (3) CPG工法及びSAVE工法の品質管理

地盤の密度を増加させるCPG工法及びSAVE工法については、試験施工により設定した改良率11%で目標N値が得られる設計となっており、改良効果を確認するため、改良体を造成した杭間の中間部においてチェックボーリングを実施している。地層毎に液状化しない粒度範囲であるか確認し、液状化の可能性がある場合には等価N値と等価加速度より液状化判定し、液状化すると判定される土層の厚さの合計が2.5m未満であることの確認を実施している。

## 5. 薬液注入工法の改良効果の評価について

### (1) 薬液注入工法の改良効果評価

実績注入率が設計どおりの工区の評価については、下表の評価方法により改良効果を確認している（表-2）。

表-2 薬液注入工法の評価方法

【出来形管理】
・ P D C 試験結果による間隙水圧比の増加を確認
【品質管理】
・ 一軸圧縮試験又はUU三軸圧縮試験により一軸圧縮強さが満足しているか確認
・ 試料採取時の乱れ等により一軸圧縮強さが満足しない場合や試験できない場合、シリカ含有量試験より一軸圧縮強度を推定し評価

### (2) 薬液注入工法において低注入率の発生

供用中の滑走路及び誘導路においては、薬液注入工法により地盤隆起が大きく規定勾配を逸脱する場合は、注入率が設計値に満たない状態で注入を止める必要がある。実態としては、概ね設計どおり100%の注入率となっているが、一部の区域において、実績注入率が68%程度と低い状態が発生した。これはAs層内に粘土層が介在する福岡空港特有の地盤が要因と推察され、粘性土層に十分に薬液が入り込まず、注入量が低下したものと考えられる。低注入箇所では上記(1)の試験において強度発現を確認できなかったことから、低注入発生箇所の液状化判定が課題となった。

### (3) 低注入率箇所の液状化判定について

低注入率発生箇所においては、事後調査のサンプリングでUU三軸圧縮試験が実施できなかった深度があったことから、追加調査として再度サンプリングを行いUU三軸圧縮試験を実施した。更に孔内水性載荷試験を実施し、各試験結果より総合的な評価を実施した。併せて、粘性土主体の深度を対象に粒度試験を実施した（表-3）。

表-3 低注入率発生時の評価方法

【出来形管理】
・ シリカ含有量試験によるシリカ含有量の増加を確認
・ P D C 試験結果による間隙水圧比の増加を確認
【品質管理】
・ UU三軸圧縮試験により一軸圧縮強さが満足しているか確認
・ 試料採取時の乱れ等により一軸圧縮強さが満足しない場合や試験できない場合、シリカ含有量試験より一軸圧縮強度を推定し評価
・ 孔内水平載荷試験の実施により上記結果を検証
・ 粘性土主体と見られる深度において粒度試験を実施し、対象深度の液状化対象層の可否について評価

追加調査の結果、出来形管理は全地点でシリカ濃度の増加又は間隙水圧比の増加を確認した。品質管理については、推定を含む一軸圧縮強さが上中下段と分割した各段の平均で設計強度を満足している事を確認した。なお、一軸圧縮強さが設計強度未満となった液状化層厚合計は判定閾値となる2.5m未満であることから、地盤全体として液状化しないと評価することができた。

## 6. 事業の成果

液状化対策工事の実施により、地震時に求められる要求性能を満たし、防災拠点としての役割を担うことが出来る空港へと進化を遂げている。

液状化対策工事は2023年度中の完了を目指して施工中であるが、空港北端に新設したW1誘導路については、液状化対策が完了し、2023年4月より供用開始している。万が一の大規模地震が発生した場合においても、安全に利用できる施設へと強化されている（写真-3）。



写真-3 供用開始した液状化対策済みのW1誘導路

今後は液状化対策とともに進捗している滑走路増設事業により、福岡空港の処理能力は、誘導路二重化後の現在17.6万回/年に対し、滑走路増設後18.8万回～21.1万回に増加する見込みである。福岡空港の更なる利便性向上とともに、災害時における安全安心な福岡空港としての利用が可能となる。

## 7. おわりに

2024年度末の滑走路増設事業完了に向け、関係各所とともに綿密な工事工程を調整し、空港運用を最優先に段階的に施工を継続している。

2020年以降、新型コロナウイルスの感染拡大により旅客数と発着回数に影響が出たものの、2022年より持ち直し2023年も増加が見込まれることから滑走路増設事業に対する地元の期待も大きい。

利用者の利便性向上と人流拡大による地域経済の活性化に資するため、引き続き滑走路増設事業を着実に推進していく。

謝辞：本稿の論文作成にあたり、資料のご提供やご指導、ご助言をいただきました関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

# 地域防災力の向上について

中田 寛之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 宮崎河川国道事務所 防災課 (〒880-8523 宮崎県宮崎市大工2丁目39番地)

近年、激甚化・頻発化する風水害や南海トラフ巨大地震のような大規模災害に備え、国や各行政機関、市町村との連携体制の強化が重要になっている。しかしながら、新型コロナウイルス感染拡大の影響で防災に関する行事の中止が相次ぎ、各自治体との関係も希薄傾向であった。そのため本稿では宮崎河川国道事務所における自治体や防災関係機関との連携体制強化を目的とした各自治体への訪問、地域行事、防災訓練への参加等の取り組みについて報告するものである。

キーワード 自治体, 防災, 地域行事, 訓練, 支援

## 1. はじめに

2022年9月に発生した台風14号により九州全域で大雨や暴風、越波により長時間に及ぶ全面通行止め主に九州東側での、倒木、冠水、土砂崩れ等による被災が多発し、停電や孤立集落も多数発生した。宮崎県内でも被害は甚大であり、宮崎河川国道事務所管内の市町村（大規模な災害時の応援に関する協定書第4条応援要請の窓口事務所になっている市町村）では特に西米良村の被害が大きくTEC-FORCEの派遣も行われた。今回、西米良村では受援体制が整えられていたため、TEC-FORCEの活動も円滑に行われた。しかし、受援側の自治体の準備は必ずしも十分とはいえない場合がある。年度初めに各自治体の危機管理担当者を訪問した際の聞き取りでは、支援の受け入れを想定した計画の策定は行っていない自治体も多く、TEC-FORCEの役割や、国交省による支援内容（どんな建設機械を貸し出せるのか）まで理解している担当者は少なかった。

我々地方事務所の役割として自治体が被災した際には迅速な支援、調査（迅速な復旧）が行えるよう、日頃から自治体防災担当者との顔の見える関係を構築しておくことで、相互の情報共有の深度を高めることはもちろん、過去に起きた災害対応などの経験知識の伝達や、最新の防災政策の共有を行う事で、地域の防災力向上につながると考えている。

そこで国交省が災害時に行う支援や対応などの役割について再認識してもらうため、自治体への訪問、地域行事・防災訓練への参加、災害に備えた訓練などを行った。

## 2. 地方自治体の現状

宮崎河川国道事務所管内では、大規模な災害時の応援に関する協定を締結している自治体が16市町村存在し、毎年のように支援を行っている。（表-1）

年	誘因	場所	支援状況
2023	鳥インフルエンザ	川南町	照明車派遣(宮崎県)
2022	鳥インフルエンザ	新富町	照明車派遣(宮崎県)
2022	台風14号	管内全域	TEC派遣(西米良村) 排水ポンプ車派遣(新富町)
2022	大雨	西米良村	照明車派遣(宮崎県)
2020	鳥インフルエンザ	都城市 都農町	照明車派遣(宮崎県)
2019	大雨	宮崎市 串間市	排水ポンプ車派遣(宮崎市) 照明車派遣(宮崎県)
2017	新燃岳噴火	高原町	路面清掃車(高原町) 散水車(高原町)

表-1 宮崎河川国道事務所管内における過去の支援実績

しかし、年度当初自治体の担当者に話を聞くと以下の現状であることが判明した。

- (1)協定書について存在は知っているが中身までは理解していない。
- (2)貸与可能な災害対策用機械の種類について費用負担の内容含め、認識していない。
- (3)特に直轄事業がなく普段からあまり付き合いのない

自治体からは、国は仕切りが高く相談し難いという印象をもっている。

要因としてはコロナウイルス感染拡大の影響で、2年間対面での防災会議や防災行事の中止が相次いだこと（図-1）

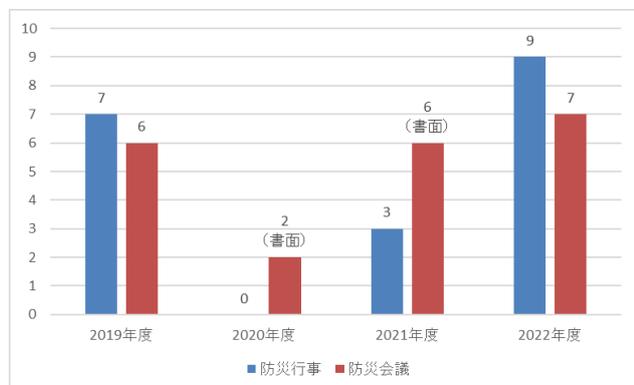


図-1 宮崎河川国道事務所防災行事参加状況

また人事異動により担当者が変わったことや、職員が少なく業務多忙であることがあげられる。実際TEC-FORCEなど支援についての説明資料やパンフレット等など国から通知がきたりしてはしているが、自治体職員は少人数で日々の業務を行っている状況に加え、毎日大量のメールの中に埋もれてしまい、聞いたことや見たことはあるが中身まで把握していないが現状のようだ。

3年ぶりの宮崎県総合防災訓練開催に向けて年度初めに行われた調整会議では、主催者含めどの機関も手探り状態であったため、各関係機関との連携の再確認や調整に時間を要することとなった。対面での訓練を数年行っていなかった影響か、関係の希薄化を感じた。

### 3.自治体訪問や地域行事への参加

2022年度では各自治体や関係機関との顔の見える関係の構築のため、年度初めと年度末に宮崎河川国道事務所管内の自治体を訪問し、大規模な自然災害等における地方公共団体等への支援等のパンフレットを使いながら、協定書の内容やTEC-FORCEやリエゾン派遣の意義や目的について改めて説明し、お互いの災害時受援体制や支援内容について見直す機会を設けた。

また積極的に各地域の行事等に参加した。基本的には防災展示として宮崎河川国道事務所が保有している災害対策用機械の展示や映像、TEC-FORCE活動内容についてのパネル、災害対策用車両のインフラカードの配布（図-2）にて地域の方々に周知を行った。特に災害対策機械については災害時における活動以外で一般の方々の

目に触れる機会が少ないため、実物を目の前に概要パネルを提示し説明を行った。（図-3）（図-4）



図-2 災害対策用車両インフラカードの配布状況



図-3 災害対策用機械説明状況



図-4 概要パネルを使った説明状況

### 4.災害対策用機械の操作訓練の実施

自治体訪問や各防災行事の参加することに加え、宮崎河川国道事務所が保有する災害対策用機械の操作訓練も

行った。

#### (1) 簡易遠隔操縦装置（ロボQS）取付訓練

九州地方整備局と災害協定（災害時における九州地方整備局管内の災害応急対策業務の情報提供等支援に関する協定）を締結している(一社)日本建設機械レンタル協会にお願いし、(株)コマツレンタル宮崎のバックホウをお借りして簡易遠隔操縦装置（以下ロボQSという）の取付訓練を行った。（図-5）



図-5 ロボQS取付訓練

この訓練を行った理由としては、ロボQSに対して興味をもった自治体が多く、各自治体の防災訓練で使ってほしいとの声が上がった。しかし数年使用しておらず組み立て方について再確認の必要性があったこと、また異動の多い国交省の職員だけではなく、地元の協定業者に組み立て方や操作方法学んでもらいロボQSを扱える地元の業者を増やすことで、災害時の迅速な初動対応と2次災害のリスクの低減を目指すためである。

#### (2) 家畜防疫訓練（照明車の操作訓練）

高病原性鳥インフルエンザに備え宮崎県の家畜防疫業務に携わる自治体職員を対象とした照明車の操作訓練を行った。（図-6）（図-7）



（図-6）ブーム式照明車操作訓練



（図-7）ポール式照明車操作訓練

鳥インフルエンザの発生時、国の防疫指針では、殺処分完了の目安は24時間以内、死骸の埋却は72時間以内とされている。迅速な対応が求められる中、夜間作業における埋却作業時に高い位置から光を照らせる照明車の役割は重要になっている。そのため照明車の操作方法について少しでも多くの自治体職員に知ってもらう必要がある。この操作訓練は毎年行っているものの、宮崎河川国道事務所が保有している照明車は2種類あり操作方法が異なるため不安を感じている自治体職員や、人事異動により初めて照明車を触る方などの参加がみられた。

## 5.活動を通して実感したもの

### (1) 自治体訪問の重要性について

各自治体訪問により担当者と顔を合わせることで、関係性の質が高まったと感じている。理由としては各々の自治体が抱えている問題を本音で話してくれるようになったこと、昨年の台風14号で被害を受けた自治体からは、はるかぜの映像データをほしいという相談の連絡が被害状況調査後すぐに連絡がきたりなど、以前と比べ連絡相談や情報共有がしやすい関係になっている。

自治体訪問時に協定書の内容やTEC-FORCEやリエゾン派遣の意義や目的について改めて説明することも重要と感じている。お互いに災害時の受援体制や支援内容について再確認を行う機会となり、円滑な災害対応や支援に繋がっていくのではないかと考える。

また自治体向けのガイドラインや施策集など最新の資料が公表されたら訪問時やWEB会議を通して常に情報共有を図るなど自治体との関係の質を少しでも向上させることを目標とし、2022年度はWEB会議の接続確認や市町村における災害復旧事業の円滑な実施のためのガイドラインの共有など行った。

## (2) 地域行事への参加について

防災訓練など地域の行事に参加することにより、参加している関係機関との連携の強化や、地域住民の防災意識の向上が図れ、国交省としての活動もより多くの方に知ってもらうことができ、信頼関係の向上に繋がったと思う。宮崎県総合防災訓練では、訓練後に行った研究会で「この機会を通じて防災関係機関との意思疎通の円滑化及び顔の見える関係を構築することができた」と多くの機関が訓練の成果としての回答しており、顔の見える関係の構築についてどの機関も重要視していることが分かった。

また今まで防災展示を多く行ってきたが、一般の方々から照明車などの災害対策車が宮崎県にあることを初めて知った。機械の説明を聞いて災害対応に大きく貢献していると知ったなどの意見を聞くことがあり、災害時の国交省の活動が上手く伝わっていないと感じるきっかけにもなった。

## (3) 災害対策機械の操作訓練の重要性について

訓練を行い発覚した課題もある。ロボQSは無人遠隔操縦車として使用することが可能であり2次災害のリスクを低減できるが、慣れていないと取り付けて動かすまでが時間がかかる。特に今回の訓練でわかったことは最新バックホウにはICTの装備があり、ロボQSの部品を取り付ける際に邪魔になってしまうことや、運転手が快適に操作できるようにクッション性の高い座席となっているため、取り付けたはいいいものの中立が保てずエラーが発生し動かないことが判明し、結果取り付けて動かすまで2時間以上かかってしまった。災害対応は迅速かつ円滑な復旧・復興が求められる中、取り付けに時間を要したり動かないのであればせつかくの災害対応機械が無駄になってしまう。またロボQSには取り付けられる機体が決まっているため、このような機会をもうけお互いに問題点を認識し、話し合い解決していくことで連携の強化につながり、災害時でも迅速に対応できるのではないかと思う。実際に宮崎県総合防災訓練では各機関と連携しロボQSを使い道路啓開訓練に務めた。(図-8)



(図-8) 宮崎県総合防災訓練でのロボQS

鳥インフルエンザに備えた照明車の操作訓練では、訓練の翌日に鳥インフルエンザが県内で発生、訓練を行っていたことで、照明車を貸した後は県職員のみで迅速に対応することができた。改めて訓練の重要性を知る機会となり、今後も継続していきたいと感じた。(図-9)



(図-9) 2023年1月鳥インフルエンザの防疫作業における照明車の活用状況

## 6.おわりに

今回自治体への訪問や地域の行事に参加してみて、思った以上に国交省としての災害支援の内容が伝わっていないことを実感した。新型コロナウイルス感染症の影響もあるが、人事異動により担当者が変わってしまうことの影響も大きい。近年の災害の激甚化や、南海トラフ巨大地震による甚大な被害が危惧されている宮崎県では、自治体や防災関係機関との連携が必要不可欠である。そのためには、地域行事に積極的に参加したり、自治体に訪問し定期的に応援・受援の内容や方法を確認し合うなど、お互いの活動や防災に対する考え方を知り、防災意識の向上に努めることが重要であると考えます。

また今回行ったロボQSの取り付け訓練や照明車の操作訓練を通じ、訓練を行って初めてわかる課題や、体感することの大きさなどが分かった。災害発生時に備え少しでも懸念される課題を、地元の関係機関と共有し解決する機会や、災害支援により貸与する可能性がある照明車など、実際に操作しスキルを身につける機会を設けることで、地域の防災力の向上に繋がっていくと考える。

今後も宮崎河川国道事務所がまだ参加出来ない自治体の地域行事・防災訓練等へ参加できるように、自治体への聞き取りや、情報共有の場を設けていきたい。ただ自治体職員も多忙であり、日程調整が上手くいかないことも2022年度ではあった。そこで場所・時間に縛られ

ないWEB会議など活用しながら情報共有の場をこれからは増やしていきたいと思う。

今後の大規模な災害に備え関係機関との顔の見える関係を大切に、国土交通省の職員として支援内容を周知していくとともに、地域の防災力の向上に努めていきたい。

# 令和2年7月豪雨で被災した国道219号等の 早期復旧に向けた取り組みについて

齋 拓史<sup>1</sup>・清原 洋二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 八代復興事務所 工務第二課（〒866-0824 熊本県八代市上日置町4478-1）

熊本県南部を中心に甚大な被害をもたらした「令和2年7月豪雨災害」から3年が経過した。現在、当事務所では、被災した球磨川沿いの延長約100 kmに及ぶ国道219号等の災害復旧事業を国の権限代行により進めている。道路の復旧については、今後の災害に備え、強靱で信頼性の高い避難路として機能を回復・向上させることが重要である。また、現場は山間狭窄部における厳しい地形の条件下で地域交通を確保しつつ、迅速な復旧工事の推進が求められている。本稿では、当被災地において道路機能を早期に回復させるための課題を整理し、その復旧方針や復旧工法の選定プロセス、施工時の工夫等について紹介する。

キーワード 令和2年7月豪雨、球磨川、権限代行、道路復旧、復旧工法

## 1. 令和2年7月豪雨

令和2年7月4日未明、梅雨前線の活発化により、熊本県南部を中心に猛烈な雨となり、球磨川流域（流域面積1,880 km<sup>2</sup>）では、図-1、図-2に示すように多くの観測所で観測史上最多の雨量、水位が観測された。球磨川本川では堤防が2箇所決壊、11箇所越水・溢水が生じ、流域の市町村では低地の浸水などが広範囲で発生した。

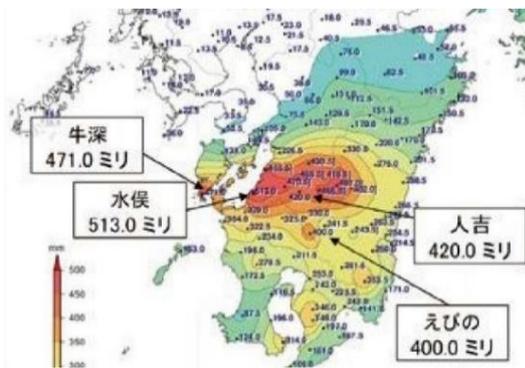


図-1 総降水量の分布図（令和2年7月3日～4日）<sup>1)</sup>

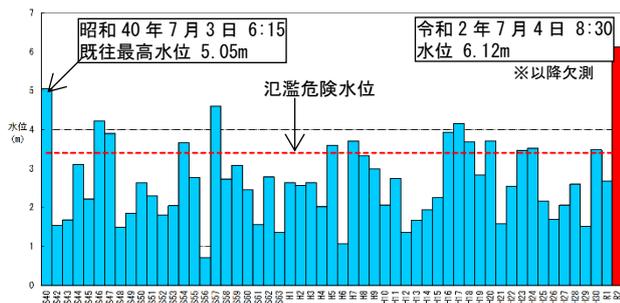


図-2 人吉観測所の年最高水位比較（S40～R2）

また、流域周辺の急峻な地形の特性により土砂崩れ等も多発し、被害が拡大した。人的被害として熊本県内の犠牲者は65名にのぼり、うち50名は球磨川流域の犠牲者であると推測されている。また、球磨川中流部では氾濫流による家屋の倒壊も多く発生し、過去に宅地高上げを実施した箇所においても約2～4mの浸水被害が確認されている。道路被害に焦点を当てると、写真-1に示す球磨川を渡河する橋梁の流失や、国道219号とその対岸道路の損壊など、豪雨による被害は甚大で広範囲に及んだ。



(a) 橋梁の流失（鎌瀬橋）



(b) 沿川道路の路肩崩落

写真-1 道路被災状況の一例

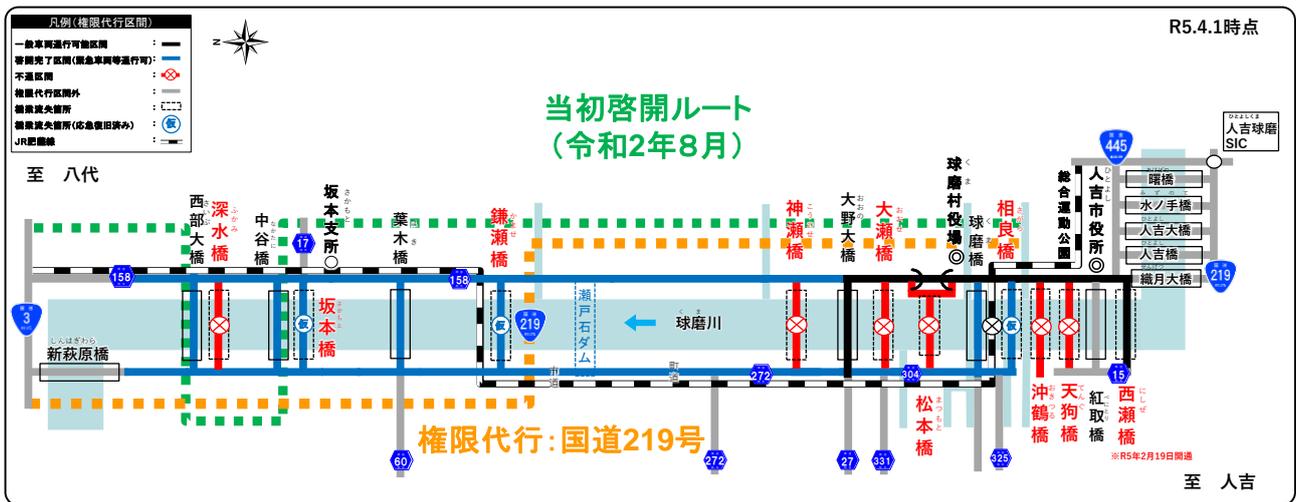


図-3 国道219号等災害復旧(直轄権限代行)位置図

## 2. 初動調査と道路の啓開・応急復旧

### (1) 被災状況調査

九州地方整備局では直ちに災害対策本部を設置し、周辺地域の情報収集等に当たった。また、被災状況を把握するために、全国の地方整備局からTEC-FORCEが集結し、7月5日から本格的な調査・啓開活動が開始された。被災状況を把握しつつ、孤立集落の解消や災害復旧資材・救急物資輸送、緊急車両の通行、復旧工事などに必要となる道路啓開が最優先に行われた。

### (2) 権限代行

前述した橋梁の流失や、八代市から人吉市間の国道219号等、豪雨による被害が甚大かつ広範囲に及んだことから、被災した熊本県からは国による早期復旧の要望が寄せられた。これを受けて、令和2年7月22日に国による権限代行により復旧を行うことが決定され、道路啓開活動が本格化した。図-3に示すように、道路復旧の権限代行区間は、球磨川を渡河する10橋を含む国道219号や熊本県道等、球磨川兩岸の道路の延長約100kmが対象となった。この措置は令和2年5月の道路法改正後、県道等の災害復旧の代行が初めて適用された事例となった。

### (3) 道路の啓開と応急復旧

被災直後と道路啓開後の一例を写真-2に示す。八代市から人吉市を結ぶ球磨川沿いの約50km(国道219号、一般県道中津道八代線等)において、災害復旧活動に必要な緊急車両の通行確保を目的とした道路啓開を実施し、8月11日に当初啓開ルートの整備が完了した(図-3)。その後、アスファルト舗装やガードレール設置等の工事を順次実施し、道路の応急復旧が進められた(写真-3)。崩壊した道路部は迅速な施工を行う必要があったことから、写真-4に示すように耐候性大型土のうを用いて応急的に



(a) 被災直後 (b) 道路啓開後

写真-2 道路啓開の一例



(a) 被災直後 (b) 応急復旧

写真-3 道路の応急復旧



写真-4 崩壊した路肩の応急復旧

復旧し、土のうの下部には均一な施工面と支持力確保のために袋詰め玉石を設置した。更に、大型土のうの表面には、流木等による袋体の損傷防止の対策として布製型枠を用いた応急的な護岸工事を実施し、出水による更なる洗掘や侵食を抑制して道路の安全を確保することで、甚大な被害が生じた箇所についても車両の通行が可能となった。

しかし、令和2年7月豪雨以降においても出水による道路被災は所々で生じており、一刻も早い本復旧が望まれているところである。

### 3. 国道219号と県道の復旧

流失した10橋の橋梁については仮橋等を活用し、地域交通を確保しながら本復旧に向けた整備を進めている。また、沿川の道路については広範囲に渡って嵩上げを計画しており、現在は主に護岸工事が進行中である。本章では、沿川の道路復旧計画に焦点を当て、これまでの検討状況等について述べる。

#### (1) 道路復旧・復興の基本的な方針

熊本県が策定した「令和2年7月豪雨からの復旧・復興プラン」<sup>2)</sup>(以下、「復旧・復興プラン」)には、国道219号等をはじめとした道路・橋梁の創造的復興について、以下の内容が示されている。

- i) 日本一災害に強い、命の道・通学の道としての「国道219号」の強靱化
- ii) 二度と「陸の孤島化」しない、道路・通信網のリダンダンシー確保

国道219号は球磨川沿川に住む地域住民の生活道路として日常的に利用されていたことに加え、八代市と人吉市間を結ぶ幹線道路であり、**図-4**に示すように大型車混入率が県内一般道の平均値よりも高く、重要な物流ルートとしても利用されていた。また、対岸道路においては、地元市区町村が定める防災計画等をもとに“避難路”が設定されている。これらのことから国道219号や対岸道路(避難路)の早期の復旧・復興が求められている。

#### (2) 復旧計画

##### a) 復旧区間における施工上の制約

**写真-5**に復旧区間の地理的特徴を示す。復旧区間の多くは急流な球磨川と急峻な山地に囲まれた地理環境であり、山側の法面や河岸には「岩」が露出し、急勾配な地形が形成されている。このような狭隘な空間の中に国道219号、県道およびJR肥薩線が通過しており、球磨川兩岸道路と鉄道が並行する区間の延長は約30kmにも及ぶ。これらの厳しい地理的な条件に加え、一定程度の地域交通を確保しつつ復旧事業を展開することが求められる。

##### b) 嵩上げ計画

路肩崩壊等の被災を受けた箇所は、球磨川における堤防と道路としての役割を担う兼用工作物であり、地域交通および防災面において非常に重要な役割を果たしていた。しかし、激甚化する豪雨災害に対し、原形復旧するのみでは同規模の被害を生じる可能性が高く、抜本的な災害対策とはならない。そこで、前述の創造的復興を達成するため、被災前よりも防災面における機能を向上させ、自然災害に対して粘り強い道路の構築を目指し、**図-5**に示す道路の嵩上げ計画によって、本復旧を推

し進めることとしている。

具体的に国道219号については、災害時に強靱で信頼性の高い避難路として機能するように、「治水対策実施後の水位(計画高水位+余裕高相当)」まで路面高を確保するとともに、「2車線の幅員を確保」することを基本条件としている。

対岸の県道等の復旧に関しては、避難路に指定された区間について優先的に復旧事業を展開し、「迅速かつ的確な避難」と「災害の最小化」を図る支援・試みの一環として嵩上げを実施するとともに、「原則として5m以上の道路幅員を確保」を基本条件として計画している。周辺地域における集落の孤立を防ぎ、住民の人々が有事の際に国道219号を避難路として十分に活用できるよう、ネットワークとして周辺道路を機能させることを目指している。

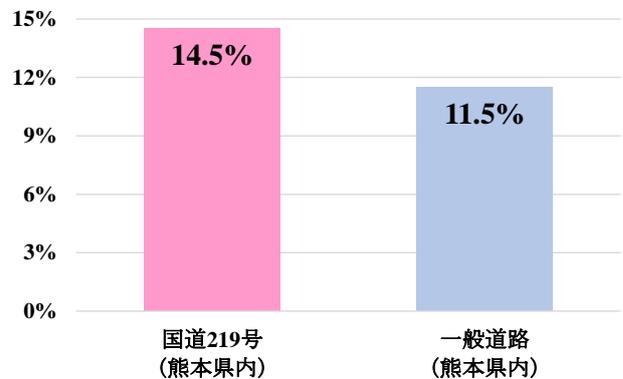


図-4 大型車混入率



写真-5 復旧区間の地理的特徴

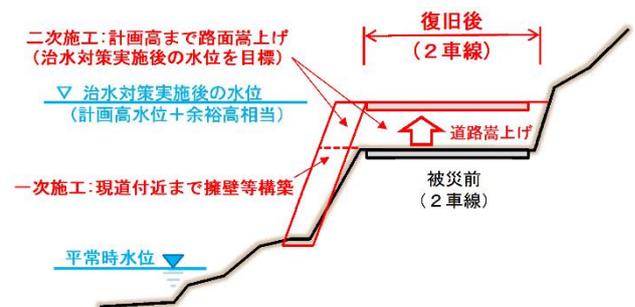


図-5 国道219号の復旧イメージ図

### (3) 工法の検討

#### a) 設計条件

嵩上げ計画の第一段階として、新たに擁壁を設置する護岸工事の施工を順次進めている。前述の周辺環境を踏まえ、以下のように設計条件を整理して復旧工法の検討を進めている。

- ① 道路計画高：治水対策実施後の水位以上
- ② 交通規制：片側交互通行(原則)
- ③ 河積阻害：最小限
- ④ 施工期間：非出水期
- ⑤ その他：段階施工(擁壁構築後に路面嵩上げ)

交通規制については夜間等の一時的な全面通行止めは許容する一方、他の復旧工事や地元住民の生活再建・日常の移動を妨げないことを前提に、日中は片側交互通行に留めることを原則としている。また、地理的な条件が厳しく河川区域内でも施工を行う必要があることから、河積阻害についても最小限に留め、施工期間は非出水期とすることが求められるなど、厳しい制約条件の中で検討を進めている。

#### b) 復旧工法の検討と選定

表-1 に示すように、擁壁工事の工法として候補をいくつか選定し、経済性・施工性等も含めて検討を重ね、以下のように条件を改めて整理した上で、本復旧工事における工法を選定した。

- ① 急峻な地形であること、落石防護柵やロックシェッドなどが設置されていることなどから、山側の切土は工期や工費の増大が懸念されたため回避した。
- ② ①より、河川側へ構造物を張出す必要が生じるため、河積阻害を最小限に抑えることが可能となる直立型の擁壁を採用した。
- ③ 擁壁背面の床掘が車線に影響する場合は、必要に応じて仮設地山補強土工(ロックボルト)を用いて片側交互通行を確保した。
- ④ 急流河川であり流速が大きいことから、可能な限り基礎は岩着とした。岩の露出が確認できない場合は、基礎部の洗堀を防止するため、擁壁の前面に根固めブロック等を適切に設置することとした。

これらの検討結果から、主たる工法として山留め式擁壁(アンカー付)を採用し、図-6に示すように片側交互交通による護岸工事と嵩上げを実施後、対面通行による供用を目指す3段階の計画で復旧を進めている。現在、写真-6に示すような擁壁の施工が各工区で並行して進められており、今後擁壁設置箇所の道路の嵩上げに順次着手する計画である(写真-7)。

表-1 一般的な擁壁工法の検討

工法	デメリット
もたれ式擁壁	・適用高さに対応困難 ・施工性の面で劣る
片持ちばり式擁壁	・背面の掘削量が多い ・施工性の面で劣る
補強土壁	・流水の影響を受けやすい ・背面の掘削量が多い
深礎杭式擁壁	・施工に大型重機を要する ・施工規模が大きくコストが高い

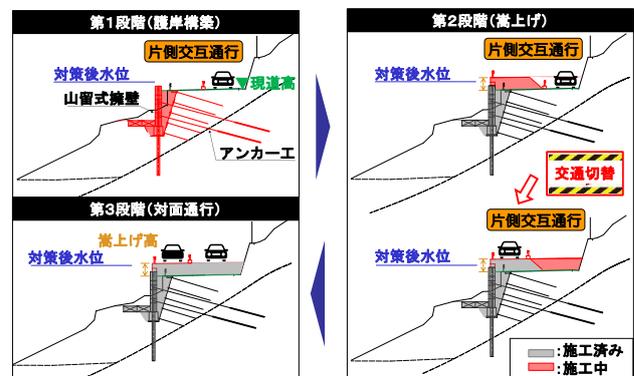


図-6 道路復旧ステップ



写真-6 擁壁の施工状況



写真-7 擁壁設置後の道路状況

#### 4. 鉄道敷を活用した工夫

前章まで示したように、非常に厳しい施工条件の下、地域交通を確保しながらの施工が求められる中、本復旧工事では図-7 に示すように、国道・県道と並行する JR 肥薩線の鉄道敷を工事用道路や車両通行不可区間における迂回路として活用する工夫を実施している。

JR 肥薩線は令和2年7月豪雨によって軌道が流失する等の甚大な被害が生じ、現在も八代～人吉間は不通区間となっている。それらの状況を踏まえ、JR 九州と協議を実施し、国が一時的に被災箇所を管理している。その中で、図-8 に示すように復旧過程で鉄道敷を工事用道路として整備・活用し、狭隘な空間における工事用車両の通行を可能としている。現在、復旧工事が最盛期を迎え、

複数工事が並行して同時に進行しているため、工事用車両の輻輳が懸念される。鉄道敷の活用はこれらを軽減するとともに、限られた空間の中における車両の往来と資材運搬に寄与している。また、被災の影響で一般車の通行を規制している区間に対して、鉄道敷を迂回路として一時的に整備し、不通区間を解消する取組みも実施している。幅員が狭く交通規制が必要となる箇所については簡易的な信号等の安全設備や交通誘導員を配置する等により通行の安全性を確保するとともに、施工業者とも連携を図り、通勤時間帯のダンプトラックの通行台数を制限する等、地域交通への影響を最小限に抑えることができるように運用を行っている。

復旧事業完了後の撤去もしくは復旧方針については、今後 JR 九州と協議を重ねつつ検討を進めていく予定である。

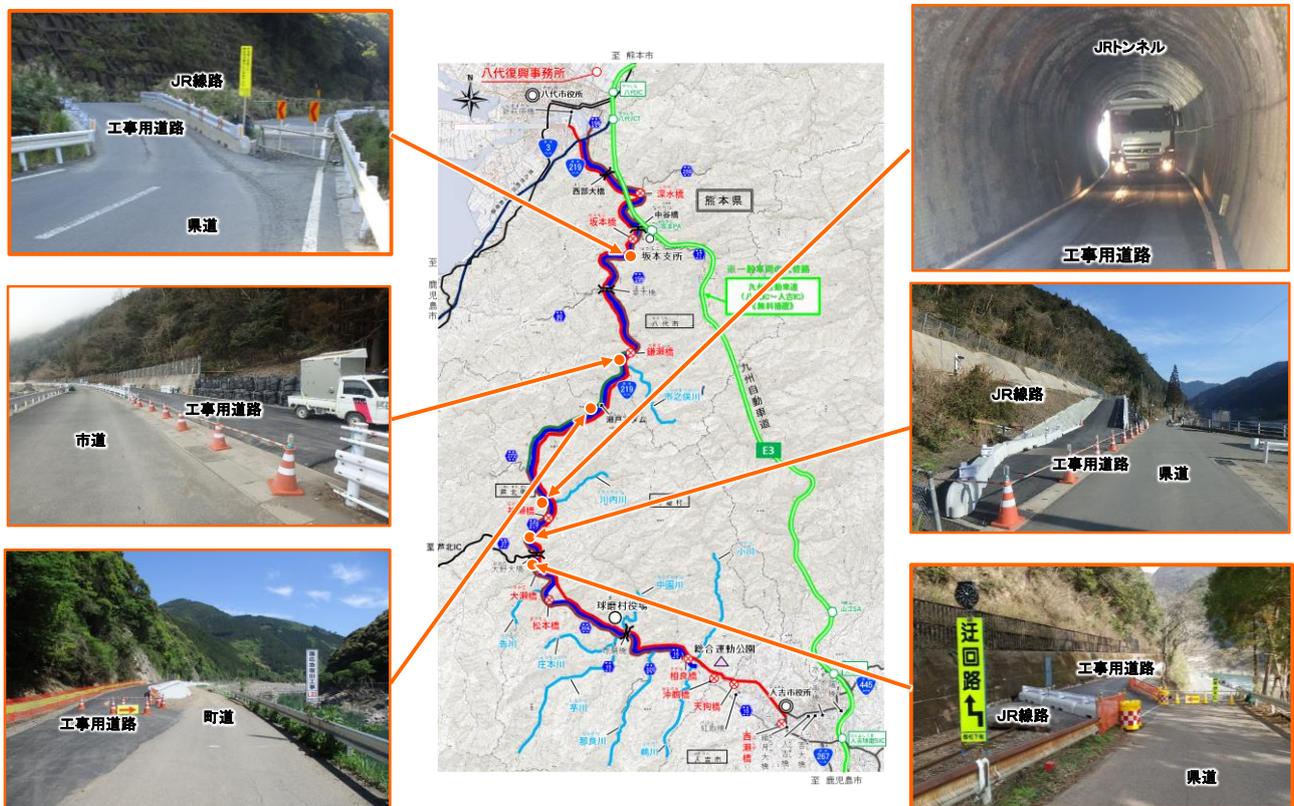


図-7 JR 肥薩線の鉄道敷利用事例

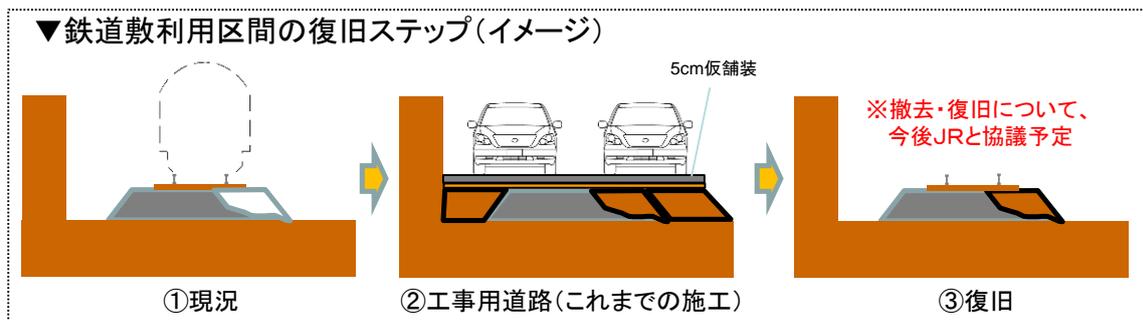


図-8 対岸県道(避難路)の復旧イメージ図

## 5. 今後に向けて

工事を進めていくにあたって地元住民の方々のお話を伺う機会があり、様々な観点から安心・安全な道路の復旧を待ち望む声が多く寄せられている。当事務所が手掛ける事業の重要性を著者らも強く感じているところであり、一刻も早く復興を推進していく所存である。

一方、河川内における施工の特性上、非出水期施工等の時間的な制約条件や厳しい自然環境、時には施工期間中に生じる新たな被災と向き合いながらの復旧工事であり、取り組むべき課題は多く残されている。

そのような中で、当該地域の復興を成し遂げることは、激甚化する自然災害への対応が求められている我が国に

において非常に重要な意味を持ち、全国的な防災対策の見直しが進められる中で大きな教訓を与える事例になると考えられる。得たノウハウを他の地域における今後の防災対策へ活かせるように、被災から復興に至るまでの軌跡を後世に残していくことが重要となる。

地域の皆様が安心して暮らせる環境を取り戻しつつ、創造的な復興の先駆けとなるためにも、熊本県および流域市町村等と一丸となって取り組んでいく。

### 参考文献

- 1) 熊本地方気象台：災害時気象資料—令和2年7月3日から4日にかけての熊本県の大雨について—, 2020.7.
- 2) 熊本県：令和2年7月豪雨からの復旧・復興プラン, 2022.

# 阿蘇山噴火後の降灰状況調査手法 -立入困難区域での降灰観測-

宮崎 仁<sup>1</sup>・梶原 慎一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 阿蘇砂防事務所 調査課 (〒861-8019 熊本県熊本市東区下南部1-4-73)

土砂災害防止法では、降灰後の降雨での二次的な土砂移動による災害リスクを把握するべく、国が緊急調査を実施し、都道府県知事および市町村長に土砂災害緊急情報を通知することが規定されている。また、緊急調査着手の判断として、土砂災害防止法施行令 第8条 第1号により、降灰厚1cm以上の範囲を把握する必要がある。そこで、阿蘇山噴火後に立入困難区域を含む全域で、迅速かつ安全に降灰厚1cm以上の範囲を把握する手法を確立したので報告する。

なお、本報は噴火後の緊急減災対策の一部であり、溪流での土砂移動状況の把握および降灰による土砂移動現象への影響の検討と対策に関する詳細は、別の機会に報告するものとする。

キーワード 火山噴火、降灰状況調査、緊急減災対策、立入困難区域、UAV観測

## 1. はじめに

噴火による降灰後に土石流や泥流などの土砂移動現象が発生することが知られている。例えば、長崎県の雲仙普賢岳を流れる水無川では1990～1995年の噴火期間中に149回の土石流が発生した<sup>1)</sup>。また、北海道の有珠山を流れる一の沢では1977年8月の噴火後2カ月の間に、5回の泥流が報告されている<sup>2)</sup>。

噴火後の土砂移動現象の予測では、降灰状況の把握が重要である。雲仙普賢岳を流れる水無川では、火山灰による斜面の浸透能の低下により、表面流が発生し、多数のガリーが形成されたことで土石流が発生したことが報告されている<sup>3)</sup>。また、降灰量の多い桜島や雲仙岳では、降灰量の少ない活火山に比べて不安定土砂の量が多く、土石流が発生しやすいことが指摘されている<sup>4)</sup>。

降灰状況の把握では、降灰範囲と降灰厚の把握が重要である。日本全国における7つの噴火事例では、降灰厚が1～30cmの箇所です砂移動現象の発生が報告されている<sup>5)</sup>。また、土砂災害防止法施行令 第8条 第1号では、「河川の勾配が10度以上である区域の概ね5割以上に1cm以上の降灰等が堆積した場合」かつ「概ね10戸以上の人家に被害が想定される場合」に国土交通省が緊急調査を実施することが規定されている<sup>6)</sup>。

噴火後の降灰調査では、安全性と迅速性の点からリモートセンシングの活用が進んでいる<sup>7)</sup>。なかでも、予め山体に設置したスケールをUAVで判読する手法は、運用コストが低く、短時間で高精度な情報が取得できるため、降灰調査での有効性が期待されている<sup>8)</sup>。一方、阿蘇砂防事務所では、有人による定面積サンプリングでの降灰調査を実施しており、噴火直後に立入禁止の規制

がかかる火口周辺での降灰調査手法について検討する必要がある。

そこで、本発表では、阿蘇山噴火後における立入困難区域での降灰状況調査手法の検討と確立を目標とし、立入困難区域での調査手法の選定と想定される調査工程を取りまとめた。

## 2. 実施地域の概要

本検討は、国土交通省 九州地方整備局 阿蘇砂防事務所が業務範囲としている熊本県の阿蘇山で実施した。阿蘇山は、東西18km、南北25km、面積380km<sup>2</sup>にわたるカルデラ外壁と、17個の山体からなる中央火口丘で構成されるカルデラ火山である<sup>9)</sup>。1923～2023年の100年間のうち92年間で噴火活動が観測され<sup>10)</sup>、黒色細粒火山灰の放出を特徴とする噴煙型活動が多い<sup>9)</sup>。有史以降最大規模の噴火である1933年の噴火では13225km<sup>2</sup>の範囲に降灰し、1270万m<sup>3</sup>の降灰量を記録した<sup>11)</sup>。カルデラ内4箇所にAMeDASが存在し、年平均降水量2399～3205mm、年平均気温9.6～14.6℃であり、降雨は主に夏に集中する<sup>12)</sup>。地質は、第四紀更新世以降の火山岩類を主とし<sup>13)</sup>、侵食地形の進んだ急峻な谷を形成している。

カルデラ内の北側の黒川流域 (173km<sup>2</sup>) には、JR豊肥本線と国道57号が通り、南側の白川流域 (207km<sup>2</sup>) には、南阿蘇鉄道と国道325号が通っている。阿蘇市、高森町、南阿蘇村の3つの自治体が存在し、合計で40555人が生活している<sup>14)</sup>。環境省の阿蘇くじゅう国立公園やUNESCOの阿蘇世界ジオパーク、観光庁のモデル観光地に指定されており、コロナ前の2003～2019年には年平均で194万人の観光客が訪れている<sup>15)</sup>。

### 3. 検討方法

#### (1) 検討の流れ

本検討は、火山防災体制の緊急時における国土交通省の業務内容に該当し、土砂災害防止法での降灰後の土石流に関する緊急調査業務に関する検討である。本検討は、①現状の把握、②調査手法適応の検討、③具体化、の3段階を経て実施した(図-1)。なお、「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン(別冊)火山噴火時に立入困難となる区域を調査するための技術手法に関するマニュアル(実事例および計画検討編)<sup>7)</sup>」に準拠している。



図-1 検討の流れ

#### (2) 現状の把握

①基礎データの収集、②新技術に資する平面図の作成、③適地一覧表の作成、の3段階で実施した。

①基礎データの収集では、噴火時の立入制限に関わる規制情報を確認した後、地形情報、インフラ整備状況に関する情報、実施体制に関する情報を収集した。規制情報は、阿蘇火山噴火緊急減災対策砂防計画を用いて、噴火警戒レベルに対応した立入禁止区域と立入規制範囲、登山道の規制範囲、主要道路の規制範囲、自然公園法や森林法による法規制範囲を把握した<sup>16)</sup>。地形情報は、2019年12月20日～2020年2月24日に計測した1mDEM(数値標高モデル)とオルソ画像を用いて、GIS(地理情報システム)解析により取得した。インフラ整備状況は、国道と県道の把握、NTTドコモの通信エリアの把握<sup>17)</sup>、既存の降灰監視設備の把握<sup>16)</sup>を実施した。実施体制は、九州地方整備局が保有する災害対策用ヘリコプターの性能、2023年度災害協定締結企業が保有するUAVの性能、自動降灰量計の備蓄状況、既往の緊急調査計画の検討状況の把握を実施した。

②新技術に資する平面図の作成では、基礎データを基に、降灰観測機器設置とUAV離発着箇所の適地を机上で選定した。降灰観測機器設置適地は、開空度が高く、斜度10°以下の緩傾斜であり、登山道や堰堤などの人工構造物設置箇所から選定した。UAV離発着箇所は、作業場所と駐車場所を確保でき、噴火時の退避可能性と安全性を確保できる場所から選定した。また、降灰観測機器設置適地とUAV離発着箇所の縦断図を作成し、離発着地の上空150mを想定し、フレネルゾーンの評価を行った。

③適地一覧表の作成では、平面図を基に、降灰観測機器設置適地で現地調査を行い、詳細な環境情報を把握した。具体的には、斜度と地表面の凹凸状況の把握、WT-920(大井電気製)を用いたRSSI(受信信号強度)値の観測によるLPWA通信(Low Power Wide Area; 低消費電力広域通信)の利用可能性の把握を行った。

#### (3) 調査手法適応の検討

①特性分類フローによる降灰調査手法の方針の決定、②調査手法選択フローによる具体的な調査手法の検討、の2段階で実施した。特性分類フローとは、緊急調査での方針の決定を目的とし、地形や降灰観測体制の整備レベルから対象火山をA～Fの6クラス(付録-1)に分類するフローチャートである。例えば、口永良部島はクラスB火山、霧島山はクラスD火山、桜島はクラスE火山といったように、対象火山全域を一意的クラスに分類する。調査手法選択フローとは、降灰観測手法ごとの実施難易度と優先度の設定を目的とし、実施可能な手法の抽出と整理を行うフローチャートである(図-2)。

①特性分類フローでは、現状の把握を基に、「規制区域に観測機器が整備されているか」、「規制区域に対象溪流が分布しているか」、「規制区域に観測機器が設置可能か」の3段階で阿蘇山をクラス分けした。その後、適地一覧表とクラス分けに基づき、②調査手法選択フローを用いながら、阿蘇山で実施可能な降灰調査手法の整理および、各手法の実施難易度と優先度の設定を行った。

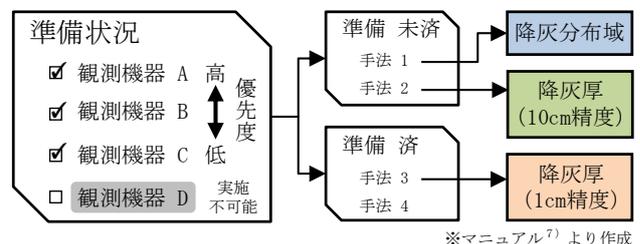


図-2 調査手法選択フロー

#### (4) 具体化

調査手法選択フローを基に、縦軸に調査手法、横軸に時間を取った調査工程表を作成し、調査に必要な時間と精度をまとめた。これにより、前兆期と噴火後3日目までに実施する作業項目を整理し、把握可能な降灰情報を明確にした。

## 4. 検討結果

### (1) 現状の把握

#### a) 規制情報

気象庁の噴火警戒レベル2（火口周辺規制）で火口から概ね1km以内が立入禁止となり、レベル3（入山規制）で概ね2km以内が立入禁止となっていた。また、噴火警戒レベルに応じて、阿蘇火山防災会議協議会による登山道の通行規制や立入禁止が設定されていた。主要道路では、交通施設への被害や救助活動に支障がある場合に交通規制が計画されていた（図-3）。本地域一帯は、自然公園法と森林法による法規制の範囲であり、工作物の設置には事前の申請を必要とした。

#### b) 地形情報

火口から1km以内に源頭部を持つ流域が6流域、2km以内に17流域、3km以内に40流域存在した。また、火口から3km以内では、ほぼ全域で河床勾配が $10^\circ$ 以上であった（図-3）。

#### c) インフラ整備状況に関する情報

火口の西側には、市道の阿蘇山公園道路と県道111号および298号が敷かれており（図-3）、その外周北側に国道57号、南側に国道325号が敷かれていた（図-4）。火口西部で通信環境の無い場所が存在するものの、概ね全域で通信が可能であった（図-3）。既存の降灰監視設備は、6台の監視カメラが設置されているが、いずれも火口から5km以上離れた場所に設置されており、6台とも破損していた（図-4）。

#### d) 実施体制に関する情報

九州地方整備局では、災害対策用ヘリコプターを1台保有しており、調査員5名搭乗時の最大運行時間が約4時間、最大84倍ズームの高感度カメラを搭載していた。2023年度災害協定締結企業のうち4社で合計23機のUAVを保有しており、航空可能距離が2~23km、最大風圧抵抗が8~15m/s、有効画素数が1200~2430万画素であった。自動降灰量計の備蓄は無く、有人による定面積サンプリングでの降灰調査が想定されていた（図-4）。

#### e) 新技術に資する平面図の作成

降灰観測機器設置適地として、登山道の通行規制により立入困難となる可能性が高い火口から2km以内の7地点を選定した。UAV離発着箇所として、噴火警戒レベル2を想定し、火口から2km以上離れた5地点を選定した（図-3）。降灰観測機器設置適地とUAV離発着箇所の縦断面図より、阿蘇火山博物館~S2地点間では、フレネルゾーンに障害物が存在した（図-5）。

#### f) 適地一覧表の作成

現地調査により、地点N2、NE2、SSE2は斜度が $10^\circ$ 以上の急傾斜地であり、地点N2、NE2、SSE2、S2は凹凸のある地表面であった。通信状況については、携帯電話、LPWA通信ともに、全地点で通信可能であった（表-1）。

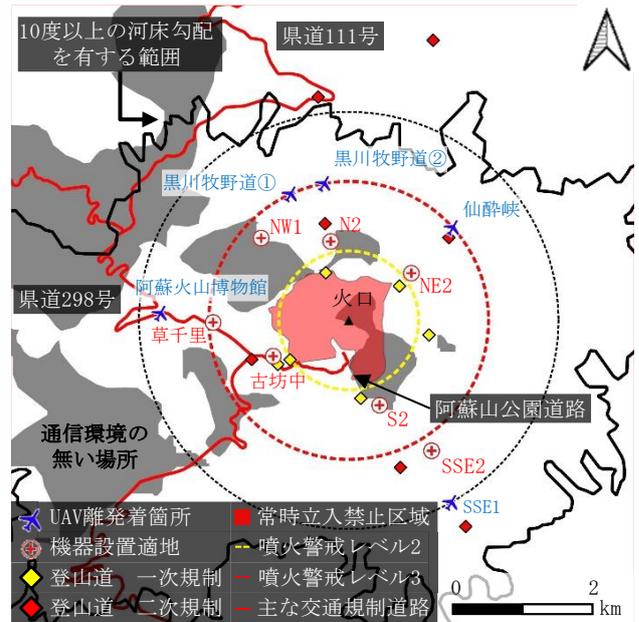


図-3 火口周辺の地図

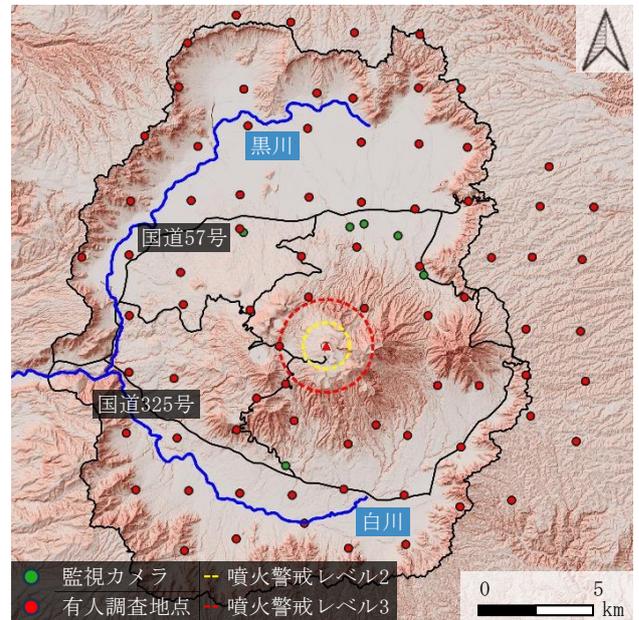


図-4 阿蘇全域の地図

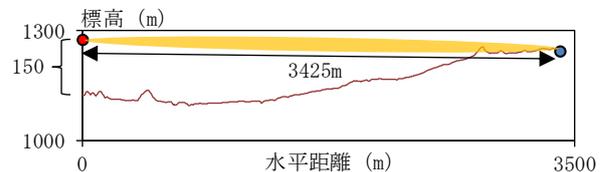


図-5 阿蘇火山博物館~S2地点間のフレネルゾーン

表-1 適地一覧表の抜粋

UAV 離発着箇所	観測 機器	フレネル ゾーン	地表面状況 斜度	通信環境 状況	携帯	LPWA
黒川牧野道②	N2	○	$\geq 10^\circ$	凹凸	○	○
仙酔峡	NE2	○	$\geq 10^\circ$	凹凸	○	○
SSE1	SSE2	○	$\geq 10^\circ$	凹凸	○	○
阿蘇火山 博物館	草千里	○	$\leq 10^\circ$	平坦	○	○
	古坊中	○	$\leq 10^\circ$	平坦	○	○
黒川牧野道①	NW1	○	$\leq 10^\circ$	平坦	○	○

**(2) 調査手法適応の検討：特性分類フロー**

阿蘇山では、規制区域に観測機器が整備されておらず、規制区域に対象渓流が分布し、規制区域に観測機器が設置可能であるため、特性分類フローにより、クラスDの火山に分類された(図-6)。クラスDの火山では、緊急時は面的な情報の取得と緊急設置機器を活用した降灰情報の取得が降灰調査手法の方針となる。また、緊急調査の着手判断は、有人ヘリやUAV等のリモートセンシング技術を活用した面的調査で行う<sup>7)</sup>(付録-1)。

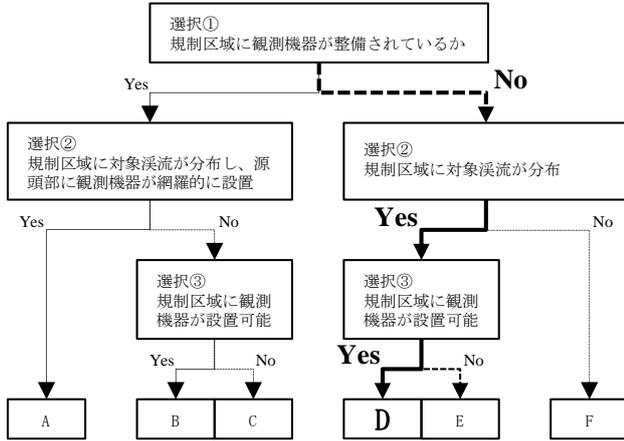


図-6 阿蘇山の特性分類フロー

**(3) 調査手法適応の検討：調査手法選択フロー**

**a) 具体的な降灰調査手法の選定**

表-1の適地一覧表より、斜度 10° 以上かつ凹凸のある地表面であるため、降灰スケールと降灰マーカー(凸型)を適用可能手法として選定した。降灰スケールは、1~15cmの大きさ毎に色調が異なる正四面体であり、噴火の前兆現象確認後にUAVを用いて運搬・投下し、降灰後にUAVで視認できる色調から降灰厚を計測する装置である<sup>18)</sup>(図-7)。事前の設置を必要とせず噴火時に緊急で対応できるメリットがあるものの、投下時の転動や微地形の影響を受ける可能性が考えられた。

降灰マーカー(凸型)は、平板上に設置された1~3cmの高さ毎に色と形状を変えたマーカーであり、平時に予め山体に設置し、降灰後にUAVで視認できるマーカーから降灰厚を計測する装置である<sup>19)</sup>(図-8)。事前の設置が必要となるものの、正確に設置した位置を把握できることや、各マーカーが平板上に存在するため微地形の影響を受けることなく一律な条件で降灰観測を実施できるメリットがある。また、鹿児島県諏訪之瀬島での2022年3月21~25日の噴火において観測・運用の実績があり<sup>20)</sup>、阿蘇山でも2019年10月から視認性と耐久性の現地試験を実施している<sup>21)</sup>。以上のことから、平時に観測機器の設置が可能な阿蘇山では、安定した観測が可能であり、観測・運用の実績もある降灰マーカー(凸型)を降灰観測手法として選定した。

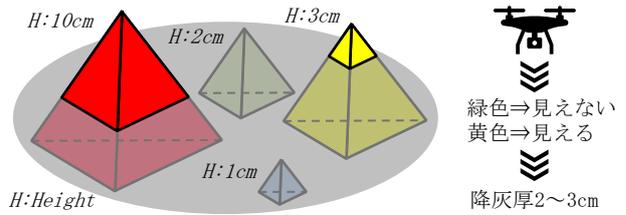


図-7 降灰スケール

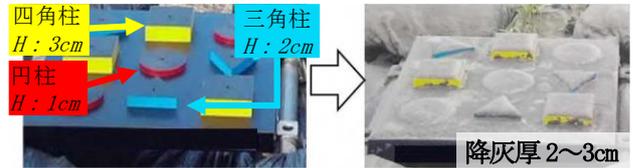


図-8 降灰マーカー(凸型)

**b) 実施難易度の整理と優先度の設定**

現状実施可能な手法は、各種リモートセンシングによる降灰分布域の把握と、事前に設置した降灰マーカーをUAVで空撮することによる降灰厚の把握であった(表-2 白色部)。また、観測体制を整備することで、自動降灰量計による0.1cm精度での降灰厚の観測が可能であると判定された。なお、降灰範囲の把握では、事前準備として、UAVでのSfm測量や衛星写真の収集を行うことで、降灰後のSfm差分解析とSAR差分解析により、厚さ1~20cm精度での降灰厚の把握が可能であると判定された(表-2 淡褐色部)。一方、地形などの環境的な制限により、降灰スケール、降灰ユニット、降灰ゲージを用いた降灰厚の観測は難しいと判定された(表-2 濃褐色部)。

実施の優先度では、降灰調査での運用実績があるヘリ・航空機での降灰範囲の把握が最優先となり、1日以内に調査が完了するUAVでの写真判読が次点であった。また、調査結果の取得まで数日かかるUAVでのSfm差分解析と衛星写真によるSAR差分解析の優先度は低かった。

表-2 各手法の実施難易度と優先度

取得情報	事前準備	情報取得手段	使用技術	降灰厚 (cm)	難易度 <sup>*1</sup> (優先度 <sup>*2</sup> )
降灰範囲	-	ヘリ・航空機	写真判読	×	易
	-	UAV	写真判読	×	易
	-	UAV	オルソ作成	×	易
	-	衛星写真	写真判読	×	易
	ランドマーク	ヘリ・航空機	目視確認	×	可 (A)
	ランドマーク	UAV	写真判読	×	可 (B)
降灰厚さ	降灰前情報	UAV	Sfm差分	1~10	可 (C)
	降灰前情報	衛星写真	SAR差分	10~20	可 (D)
	降灰マーカー	UAV	写真判読	1	易
	自動降灰量計	通信	-	0.1	可 (A)
	降灰スケール	UAV	写真判読	1	難 (E)
降灰ユニット	通信	-	0.1~1	難 (E)	
降灰ゲージ	監視カメラ	-	1	難 (E)	

※1) 易: 現状実施可能、可: 整備後実施可能、難: 実施困難

※2) 優先度: 高 A ← E 低

#### (4) 具体化：調査工程表の作成

現状実施可能な手法を用いた場合、噴火後1日目までに降灰マーカを設置した溪流での降灰厚1cmの範囲と、阿蘇カルデラ全域での降灰の分布域を把握することが可能となった。また、2日目までに中央火口丘全域での大まかな降灰厚の分布情報の把握が可能となり、3日目までに阿蘇カルデラ全域での大まかな降灰厚の分布情報を把握できるようになった。(図-9)。

時間推移	前兆期	噴火後		
		1日目	2日目	3日目
作業項目	調査手法	工程・実施項目		
	面情報	ヘリ写真による写真判読 機材確保 調査員確保 関係部署調整 飛行計画作成	調査実施 ⇒ 取りまとめ	調査実施 ⇒ 取りまとめ
	点情報	UAV空撮による降灰マーカ撮影 機材確保 調査員確保 飛行計画作成 マーカ点検	調査実施 ⇒ 取りまとめ	調査実施 ⇒ 取りまとめ
	アウトプット	一部流域での降灰厚 & 降灰の分布域	降灰厚の分布情報 より広域での把握	

● 取得情報活用のタイミング

図-9 阿蘇山での調査工程表

#### 5. 現行での降灰調査体制

本検討により、噴火後の立入困難区域において、降灰厚1cmの精度で降灰調査を行うことが可能となった。また、噴火警戒レベル3発令時には、半径2km以内の範囲でUAVによるリモート調査を実施し、半径2km外で有人による定面積サンプリングを実施することで、阿蘇カルデラ全域での降灰分布と降灰厚を把握することが可能となった(図-10)。一方、フレネルゾーンの判定からUAVによる降灰厚調査が実施できないS2地点での降灰観測が課題として残っており、監視カメラや自動降灰量計などの代替手段での観測体制の構築を模索中である。また、降灰マーカは耐用年数が2年程度であり<sup>18)</sup>、継続的なメンテナンスと付け替えが必要となる。

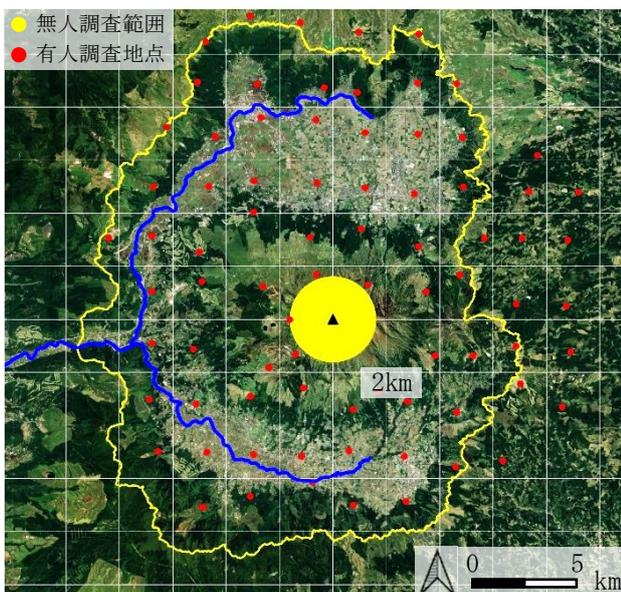


図-10 現行での降灰調査体制

#### 6. 今後の展望

降灰の監視・観測体制の強化、降灰後の土砂移動対策の整備、降灰・土石流監視システムの整備、の3本柱で阿蘇山での噴火対応計画を進めている(図-11)。降灰の監視・観測では、本検討で設置した降灰マーカの継続的なメンテナンスを実施するとともに、4章3節b項で検討した「実施難易度の整理と優先度の設定」における整備後実施可能な手法(表-2 淡褐色部)の実施を進めている。具体的には、リアルタイムで降灰厚情報の確認を行える自動降灰量計の設置を進めている。また、降灰分布域や降灰厚分布情報の把握の更なる迅速化と簡便化を進めるべく、UAV自動飛行システムの構築、ヘリ用ランドマークの抽出、噴火前の空中写真と衛星写真の収集、それらのデータベース化を計画している。

降灰後の土砂移動対策では、溪流における土石流の監視・観測体制の整備を進めている。土石流については、立入困難区域での土砂移動状況を監視すべく、溪流の監視を目的としたカメラの設置と堰堤透過部へのLVP (Loadcell, Vibration and Pressure meter; 荷重計測、振動計測、圧力計測) センサーの設置を検討している。

降灰・土石流監視システムでは、降灰状況の情報と土石流の観測情報を一元的に確認できるシステムの構築を検討している。一元的な管理を行うことにより、迅速な情報収集と職員のユーザビリティの向上、関係機関との共有による噴火対策の効率化が期待される。以上の3本柱により、阿蘇山における噴火対応火山砂防計画と通常対応火山砂防計画の整備と運用を進め、阿蘇地域での土砂災害対策を強力に推進していく。

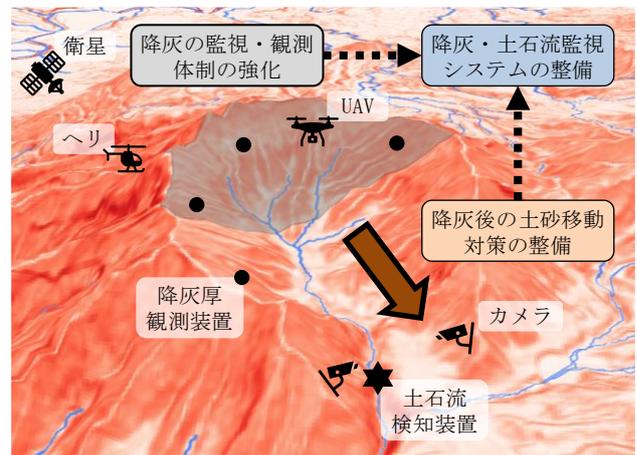


図-11 阿蘇山噴火対策の3本柱(イメージ)

#### 7. 謝辞

社会人1発目の業務であり、手探り状態での執筆であったが、阿蘇砂防事務所のメンバーには随所で大いに助けて頂いた。また、日本工営の田方様には、阿蘇山以外での事例も交えながら降灰観測機器の特性と選定理由について御教授いただいた。本論文の執筆にあたり、支えて下さった全ての方々には厚くお礼申し上げます。

## 8. 付録

付録-1 クラスごとの特徴と調査方針

クラス	特徴と方針
A	対象溪流について既存の監視機器にて降灰状況を把握できるクラス。 ・既存観測点を主体に着手判断、溪流抽出を実施。
B	既存の観測機器及び緊急時の機器設置による調査が可能なクラス。 緊急時は面的情報取得と既存監視機器および緊急設置機器を活用して降灰情報を取得する。 ・着手判断は既存観測機器と有人ヘリ等を組合せて判断。 ・溪流抽出は、追加緊急観測点・面的調査を加えて実施。
C	既存の観測機器による調査が可能なクラス。 緊急時の機器設置は実施できないため、面的情報と既存監視機器を活用して降灰情報を取得する。 ・着手判断は既存観測機器と有人ヘリを組合せて判断。 ・溪流抽出は、追加面的調査を加えて実施。
D	既存の監視機器がないが、緊急時の機器設置による調査が可能なクラス。 緊急時は面的情報取得と緊急設置機器を活用して降灰情報を取得する。 ・着手判断は有人ヘリや UAV 等の面的調査で判断。 ・溪流抽出は、追加緊急観測点・面的調査を加えて実施。
E	既存の監視機器がなく、さらに緊急時の機器設置も困難なクラス。 緊急時には面的情報を活用して降灰情報を取得する。 ・着手判断は有人ヘリや UAV 等の面的調査で判断。 ・溪流抽出は、追加面的調査を加えて実施。
F	立入規制区域内に調査対象溪流が分布しないクラス。 但し、アクセスが困難な溪流が分布する場合はクラス D, E に準じた検討を実施する。 ・着手判断は有人ヘリや地上踏査で判断。 ・溪流抽出は、追加緊急観測点・面的調査を加えて実施。

## 9. 引用文献

- 1) 原田民司郎・平野宗夫・川原恵一郎 (1999) 雲仙・水無川における土石流の流出特性と流出解析. 砂防学会誌 52(1) 3-9.
- 2) 末包昭彦 (1979) 1977年有珠山一の沢泥流の発生について. 地理学評論 52(6) 302-310.
- 3) 池谷浩 (1993) 雲仙・水無川の土石流発生機構について. 新砂防 47(2) 15-21.
- 4) 池谷浩 (1994) 活動中の活火山における土石流対策計画. 新砂防 47(2) 23-29.
- 5) 田村圭司・山越隆雄・松岡暁・安養寺信夫 (2010) 火山噴火後に土石流が発生した事例. 土木技術資料 52(3) 34-39.
- 6) デジタル庁 (2017) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令. e-Gov法令検索.
- 7) 国土交通省 (2023) 火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン (別冊) 火山噴火時に立入困難となる区域を調査するための技術手法に関するマニュアル (実事例および計画検討編).
- 8) 国土交通省 (閲覧:2023/6/21) 降灰マーカーとドローンを活用した降灰量調査を実施!  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/sabo01\\_hh\\_000088.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/sabo01_hh_000088.html)
- 9) 小野晃司・渡辺一徳 (1985) 阿蘇山火山地質図. 火山地質図 4.
- 10) 気象庁 (閲覧:2023/5/16) 「阿蘇山 有史以降の火山活動」  
[https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/503\\_Asozan/503\\_history.html](https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/503_Asozan/503_history.html)
- 11) 青木成一・本多彪・早水逸雲 (1940) 昭和8年2月阿蘇火山の活動調査報告. 験震時報 11 133-163.
- 12) 気象庁 (閲覧:2023/5/11) 「過去の気象データ 阿蘇乙姫、阿蘇山、高森、南阿蘇」 <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php>
- 13) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター (2020) 20万分の1日本シームレス地質図2020年4月6日版.
- 14) 総務省統計局 (2020) 令和2年国勢調査 人口等基本集計. e-Stat.
- 15) 熊本県 (閲覧日:2023/5/11) 「統計年鑑 22 観光」  
[https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/20/#ka\\_headline\\_2](https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/20/#ka_headline_2)
- 16) 熊本県 (2018) 阿蘇山火山噴火緊急減災対策砂防計画 (案).
- 17) NTT docomo (閲覧日:2023/6/21) 通信・エリア  
<https://www.docomo.ne.jp/area/>
- 18) 金崎裕之・森山裕二・島田徹・永田直己・皆川淳・永谷圭司・久利美和・桐林星河・谷島諒丞・菊地泰洋・中川範晃 (2018) 火山噴火時における土石流発生区域に関する無人調査手法の開発 その2 ドローン搭載用調査デバイスによる土石流発生リスクの評価手法の提案と実証試験ー. 平成30年度砂防学会研究発表会.
- 19) 田方智・古屋海砂・酒匂俊輔・黒木隆 (2022) 降灰マーカー(凸型・凹型)の適用性検証. 令和4年度砂防学会研究発表会概要集.
- 20) 福永健志・下村慎一郎・久保世紀 (2022) 諏訪之瀬島に伴う事務所防災対応について. 令和4年度九州国土交通研究会.
- 21) 内閣府 (閲覧日:2023/6/28) 火山防災対策会議 (第13回) 配布資料1-1 「最近の火山防災対策の取組状況」  
<https://www.bousai.go.jp/kazan/taisakukaigi/20211008kaigishiryou.html>



依頼を受け、行うことが多い。近年コロナ禍で依頼がある学校が減少しているが、過去5年の平均では毎年約5校10講座の防災教育で約300名を対象に実施してきている。

子どもたちへの防災教育の狙いは、通学路などの身の周りに潜む危険を見つけ、安全に避難するためにはどのように行動すれば良いかを自ら考えられるようになることである。

このため、まずは教室で防災に関する基礎的な知識を学ぶことによる動機付けをしてもらい、次に学校周辺の危険ポイント・安全ポイント等を調べるフィールドワークを行った後、安全なルートを確認するための手段として防災マップを作ってもらい、最後は班別に発表し、講評を受けてもらう構成としている。(写真-1～3 参照)

また、子ども達に出前講座をする中での工夫点は、資料や映像で学ぶ防災学習(座学)だけでは興味が持てず集中力を保てない場合も考えられるので、実際に自分たちが住んでいる町に出て、災害時の状況を考え、「安全・危険ポイント」を自ら見つけ出しマップに落とす作業を実施する体験型の学習を組み合わせていることである。



写真-1 防災学習(座学)の状況



写真-2 フィールドワークの状況

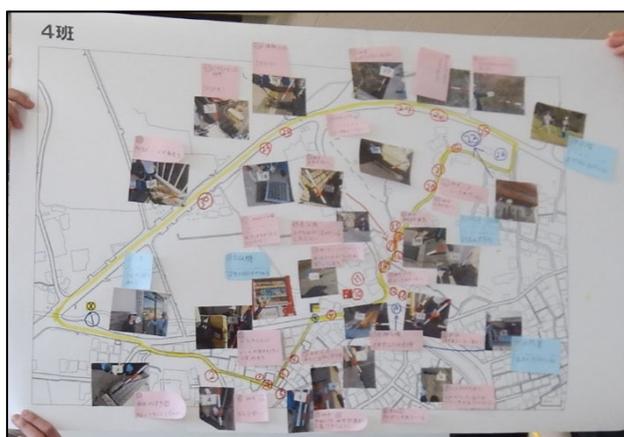


写真-3 作成された防災マップ

## (2) 大人向け出前講座の取り組みについて

大人向け防災教育としては、PTA、自治会、市民団体等から出前講座の依頼を受け、行うことが多い。令和4年度は3団体135名に出前講座を実施した。その一事例として諫早市PTA連合会への出前講座を紹介する。

諫早市PTA連合会では、日頃防災等の専門知識に触れる機会が少ない、お父さん、お母さん方へ子どもの安全を守るため、また保護者の防災知識を高めるために役立つ内容について講義を行っている。

工夫点としては、降雨に伴う河川の氾濫や土砂災害など社会的に注目される災害をテーマとし、基本的な防災知識が得られ、危機感を感じ取っていただけるような講義内容としていることである。このため、当事務所のほか、気象庁長崎地方気象台、長崎県県央振興局と連携し、それぞれの専門分野について講義を行う形式としている。(写真-4 参照)



写真-4 諫早市 PTA 連合会への出前講座の実施状況

また、講義資料として実際の災害時の映像を使用することで、より臨場感、緊迫感が伝わるような内容としている。

### (3) 若者（大学生）向け防災教育の取り組みについて

出前講座とは異なるが、若者向けに実施している防災教育について紹介する。

当事務所では平成 25 年度から長崎大学教育学部と気象庁長崎地方気象台と協働で教員養成課程で学ぶ学生に対し、教職に就いた際、子ども達が主体的に自然災害から命を守る行動を身につける教育を展開できるようになることを目標とした防災教育を実施している。

実施の流れとしては、まず当事務所と気象庁長崎地方気象台によるそれぞれの専門分野における防災の基本知識、行政機関の取り組み等についての説明や災害時の映像視聴といった大人向けと同様な内容にて講義を受けてもらう。(写真-5 参照)



写真-5 大学生への防災教育の実施状況

その後、学生たちに大学周辺でフィールドワークからの防災マップづくりを体験してもらうと同時に、子ども達による防災マップづくりを想定した授業構想案を作成してもらい、最後にポスターセッション形式でプレゼンテーションを行ってもらう構成とし

ている。(写真 - 6 参照)



写真-6 ポスターセッション形式によるプレゼンテーションの実施状況

教員養成課程向けに実践するこの防災教育プログラムは国内でも実施数が少なく、必修科目として学生が必ず履修するものとしては、全国に例を見ない取り組みとなっている。

近年のコロナ禍における工夫点としては、オンライン授業に対応するために講義を録画映像として提供し、YouTube 配信としたことである。これにより、学生が自宅でも繰り返し視聴できるようになることによる新型コロナ感染拡大防止と利便性向上、職員の業務負担低減が図られている。

### 3. 出前講座に対するアンケート調査及び考察

防災に関する意識や行政へのニーズについて把握し、今後の出前講座に活かすため、諫早市 PTA 連合会の参加者 51 名にアンケート調査を行ったのでその結果を一部紹介する。アンケートの回答者は、概ね 30 代が 1 割、40 代・50 代が各 4 割であり、また、小・中学生の親が 7 割、高校生以上の親が 2 割、平均 2 人の子どもを持つ方達である。

#### (1) アンケート①（今後要望する講演）

まず、「今後防災に関する講演で行ってほしい内容はありますか」という問いについて、地震災害についてが最も多く 18%であり、次いで避難についてが 16%、身の守り方についてが 14%であり、合わせて 48%であった。これは、これまで国・県・気象台で行ってきた水災害・土砂災害・気象等に関する基本知識や情報についての講義の他にも、子どもを持つ親として、突発的な災害への備えや、災害時に自分や家族の命を自ら守れるようになるための

より身近な知識や情報に関する講義が望まれている方が比較的多かったためと考えられる。(図-2 参照)

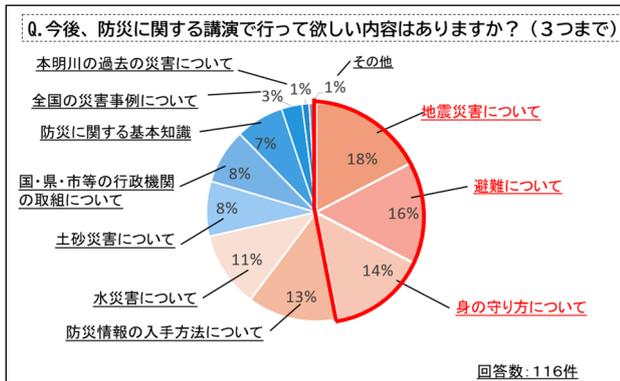


図-2 アンケート①(今後要望する講演)

(2) アンケート②(子ども達へ学ばせたい内容)

「防災に関して子ども達に学ばせたい内容はありますか」という問いについては、タイムラインづくりが最も多く34%であり、次いで防災マップづくりが31%であった。これはアンケート①の回答と同様に子ども達にも、災害時に自らの命は自ら守る行動が取れるようになることを望まれているためと考えられる。(図-3 参照)

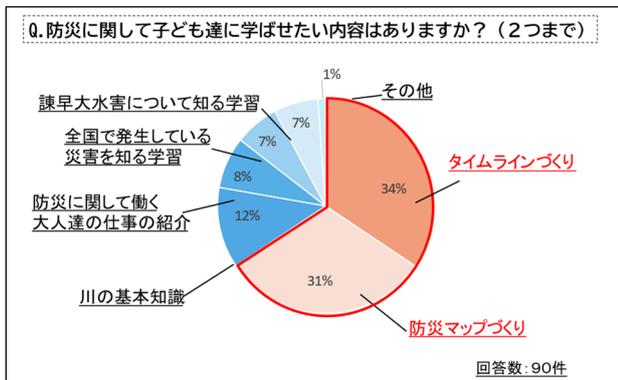


図-3 アンケート②(子ども達へ学ばせたい内容)

(3) アンケート③(防災情報の入手方法)

「気象情報、降水量、河川水位、避難指示等の防災に関する情報はどのように入手されていますか」という問いについては、インターネットが最も多く33%、次いでテレビが28%であった。また、1人あたり平均2.8個の複数のメディアから情報を入手しており、これは、自ら情報を取りに行く必要があるが、詳細な情報が得られるインターネットと、決まった時間帯の放送となるが、映像や解説付きで分かりやすいテレビというメディアの特性に応じた使い

分けをしているためと考えられる。また、コミュニケーションツールとして、利用者が増加しているSNSを防災情報の入手に活用している割合が11%であった。これは情報量は少ないが、即時性があることから、プッシュ型で受け取れる点にメリットがあるためと考えられる。(図-4 参照)

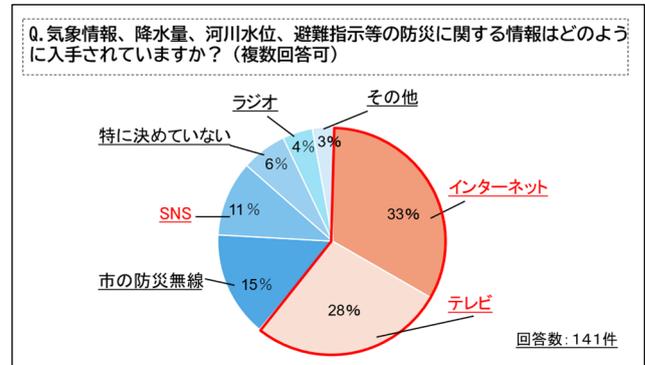


図-4 アンケート③(防災情報の入手方法)

5. 今後の展開

アンケート結果を踏まえ、今後の防災教育等の展開方法についての考えを次のとおり述べる。

(1) 子ども向けの防災教育

子ども向けの防災教育では今まで、防災の基礎知識を学び学校周辺のフィールドワークを行った後、防災マップを作るという内容の講義を主に行ってきた。しかし、親世代はどのタイミングでどこに逃げるかを予め計画するタイムラインづくりの学習にも強い関心を寄せていることが分かった。よって今後は職員が「マイ・タイムライン作成」を指導できるよう学習し、教材を揃え、学校側へも紹介を行うことでよりニーズに応じた防災教育になると考える。

(2) 大人向けの防災教育

大人向けの防災教育では、河川防災だけでなく、幅広い分野について求められていることから、これまで通り、国、県、気象台と連携して出前講座を実施していくことが有効であると考えられる。更に、避難に関する要望も高いことから、今後は市とも連携を図ることでよりニーズに応じた防災教育になると考える。

(3) 防災情報の発信

当事務所では、「川の防災情報」や CCTV カメラによる河川のライブ映像をインターネットで配信して

いるほか、Facebook や Twitter の SNS よる情報発信を行っている。これまで通り、情報の入手方法を広く周知していくことのほか、今後はプッシュ型通知が行えるアラームメールの周知や SNS による防災情報の発信について充実することが有効と考えられる。

またこの他にも、家族や近隣住民との避難場所の情報共有や連携を啓発できるような防災教育を実施することができれば、家族や近隣住民で共に考え、助け合える関係づくりを促せるのではないかと考える。

## 6. おわりに

東日本大震災をはじめ、近年大規模な災害が全国

で発生していることから、防災に対する社会の関心が高まっており、今後、行政に対する防災教育の要望は益々高まっていくと思われる。今後も出前講座を実施していくにあたり、今回のアンケートで頂いた意見や学生たちの感想を参考にして、住民の防災意識向上や災害発生前の迅速な避難行動の手助けができるように今後も改善しながら積極的に出前講座を実施していきたい。

**謝辞:** 今回、アンケートを実施するにあたり、御協力頂いた諫早市 PTA 連合会の皆様、また、当事務所と連携して出前講座にご尽力頂いた全ての関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

# 国道327号（諸塚地区） 道路崩落応急復旧について

藤野 貴範<sup>1</sup>・谷口 康宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 延岡河川国道事務所（〒882-0803 宮崎県延岡市大貫町1丁目2889）

令和4年9月台風14号により九州を中心に記録的な大雨や暴風となり、諸塚駐在の雨量計で時間雨量最大49mm、総雨量740mmを観測。山の表面からあふれ出た水等により、国道327号諸塚村において約80mにわたり道路崩壊が発生。宮崎県の要請を受け、翌日、国土技術政策総合研究所および九州地方整備局のTEC-FORCEと国立研究開発法人 土木研究所の専門家による現地調査を実施。その結果、早期に片側交互通行による1車線を確保する応急復旧を計画。応急復旧には高度な技術力を要するため、権限代行による災害復旧事業となった。災害発生後の現地調査から権限代行による応急復旧までの取り組みについて報告する。

キーワード 台風14号、国道327号、権限代行、応急復旧

## 1. はじめに

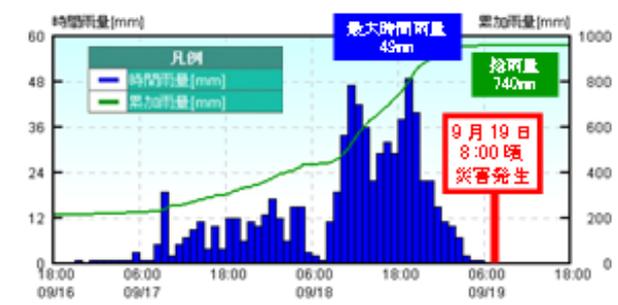
台風14号による大雨で、国道327号では宮崎県諸塚村と椎葉村の2カ所で道路崩壊が発生し、全面通行止めになった。そのうち、諸塚村の被災箇所では約80mにわたって道路が崩壊し、全面復旧には時間を要することから、早期に片側交互通行で交通開放するため、権限代行による応急復旧をおこなった。本稿では、災害発生後の現地調査から権限代行による応急復旧までの取り組みについて報告する。



図-1 位置図

## 2. 気象状況と被災状況

台風第14号は、9月18日19時頃に非常に強い勢力で鹿児島市付近に上陸し、19日朝にかけて九州を縦断した。九州を中心に記録的な大雨や暴風となり、諸塚村の道路崩壊箇所付近の雨量計で、9月17日0時から9月19日24時までで、時間雨量最大49mm、総雨量740mmを観測した。その影響で山の表面からあふれ出た水等により、EPS工法（発砲スチロール土工工法）による軽量盛土（高さ約13m）と下方の平板ブロックアンカー工が、19日8時頃に幅約8.5m、延長約30mにわたって崩壊した。



観測局：諸塚駐在（諸塚村 家代）  
図-2 期間降雨量

### 3. 被災後の経緯

宮崎県の要請を受けて、道路崩壊発生の日々、国土技術政策総合研究所および九州地方整備局のTEC-FORCEと国立研究開発法人 土木研究所の専門家による現地調査を実施した。全面復旧は時間を要することから、早期に片側交互通行による1車線を確保する応急復旧を目指す方針とし、応急復旧には高度な技術力を要するため、権限代行による災害復旧事業に着手した。設計と工事を並行して実施し、被災から約7か月後に片側交互通行による交通開放に至った。

日 時	経 緯
9月19日 8時30分	道路崩壊を確認
9月21日 12時40分	宮崎県からの要請により国総研・土研による現地調査
10月14日	宮崎県知事から国土交通大臣へ要望
10月18日	国の権限代行による災害復旧事業着手の決定
10月20日	宮崎県から現地引継ぎ
4月28日 13時	片側交互通行で交通開放・県へ引渡し

表-1 被災後の経緯



図-3 被災状況①(全景)



図-4 被災状況②(崩落と路面変状)

### 4. 応急復旧計画

応急復旧計画は、将来の本復旧計画及び山側の民地に入らないように配慮し、道路崩壊部は、山側に可能な限り寄せて、片側交互通行の確保のため、仮橋を設置し仮橋の椎葉村側は旧道を利用して迂回ルートを生かす計画とした。なお、迂回の全体延長は約170mである。

#### 4.1 本復旧計画方針

応急復旧の検討段階では、本復旧は山間部の急斜面の道路構築に適した鋼製栈道橋(メタルロード工法)が最適案(図-5)とし、施工方法は車両通行を切回すために半断面ごとの段階施工と予定している。

応急復旧仮橋は、本復旧の施工段階を考慮した位置及び幅員を計画している。



図-5 応急復旧及び本復旧位置図

#### 4.2 残存軽量盛土(EPS)の撤去

軽量盛土(以下EPS)は全長68mのうち約30mが崩壊した。(図-3、図-4) 残存したEPSは、被災時の表流水の流入や湧水により土砂が抜け落ち、利用できないことから撤去した。EPSブロックが道路縦断方向及び横断方向に井桁状に組み合わせてあり、またCo床版も設置されているため、撤去順序を入念に検討し、人力での段階的な撤去とした。

#### 4.3 崩壊のり面応急復旧対策

崩壊斜面と撤去後のEPSの背面斜面からの落石や小崩壊を防止する目的に、破碎状の地質が分布した脆弱な地盤であるため、仮橋施工前に人力による法面整形と仮設モルタル吹付工を施工して斜面安定化を図った。

#### 4.4 一般供用仮橋計画

仮橋は本復旧工事を想定し、本復旧の幅員に極力影響しない位置、重機進入が日向市からに限定され、且つ非常に狭隘な施工スペースのため、幅員は片押し架設の90tf吊クレーンの配置から6.0m、通行時は4.0mとする計画とした。支間長はダウンザホールハンマ工法による支持杭打設を考慮し最大8.0mとした。橋長はEPS区間を包括する69mの仮橋とした。また、早期の応急復旧のために使用材料は入手が容易な仮設リース品を基本とした。

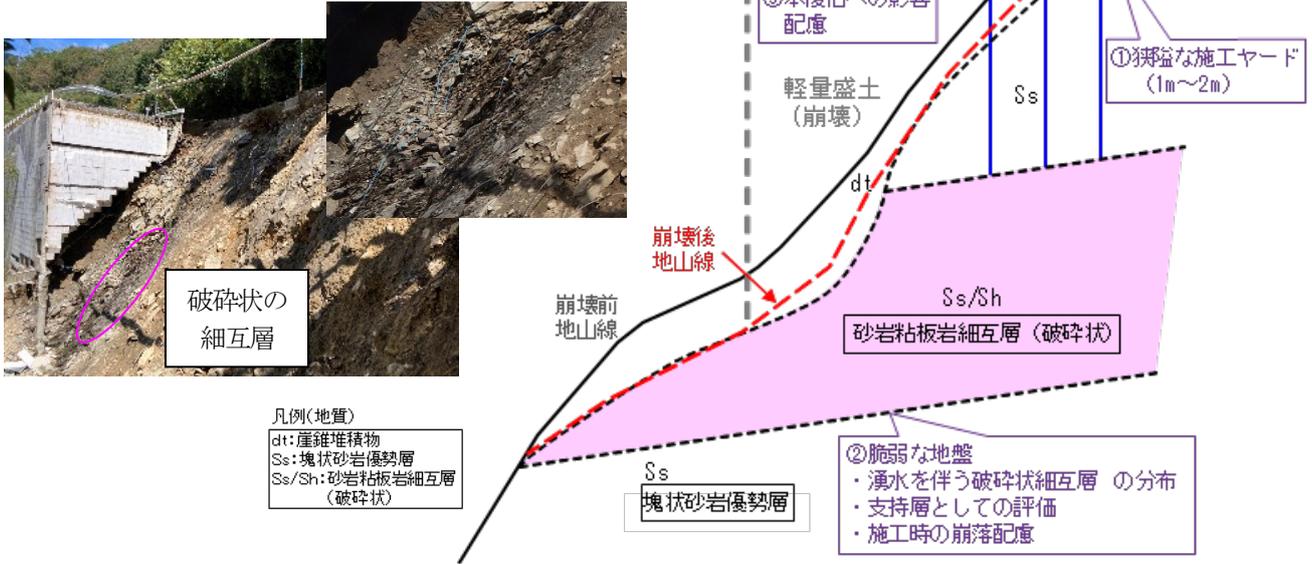


図-6 標準断面図 (応急復旧イメージ図)

#### 4.5 旧道部の利用

旧道は閉鎖されていたため荒廃し、上部斜面から落石が確認された。上部斜面の露岩部はモルタル吹付工、土砂部はポケット式落石防護網を実施し、通行車両の安全対策を行った。



図-7 供用開始後の状況

## 5. おわりに

本稿では、災害発生後の現地調査から権限代行による応急復旧までの取り組み事例について報告した。残存するEPSの撤去、崩壊斜面の補強対策、本復旧を考慮した仮橋と道路計画、旧道の落石対策など複雑な条件での応急復旧であった。

**謝辞：**令和4年9月台風14号により被災した国道327号の応急復旧に携わっていただいた建設会社、コンサルタント等の皆様、そして、本論文の作成にあたり、知識や資料の提供及び助言、指導をいただきました全てのみなさまに感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

51

52

# 川内川上流部（京町出張所管内）における河床低下対策について

坂田 朋幸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 川内川河川事務所 京町出張所 （〒889-4151 宮崎県えびの市大字向江1008-9）

川内川の上流部（京町出張所管内）では1950~1960年代の大規模な河道改修以降、河床高の低下が進行し、護岸崩落や床固被災などが発生したため、河床低下対策を実施してきている。

九州地方整備局管内において河床の埋戻を行う河床低下対策を実施している直轄河川は珍しく、本稿では河床低下の歴史やこれまで行ってきた対策、施工時の工夫等、施工後の河床の状況等について報告を行う。

キーワード 川内川上流、河川改修、河床低下対策、河床埋戻し、シラス層

## 1. 川内川の概要

川内川は、図-1に示すようにその源を熊本県球磨郡あさぎり町の白髪岳（標高1,417m）に発し、羽月川、隈之城川等の支川を合わせ薩摩灘へ注ぐ、熊本県、宮崎県及び鹿児島県の3県、6市4町にまたがる幹線流路延長137km、流域面積1,600km<sup>2</sup>の一級河川である。

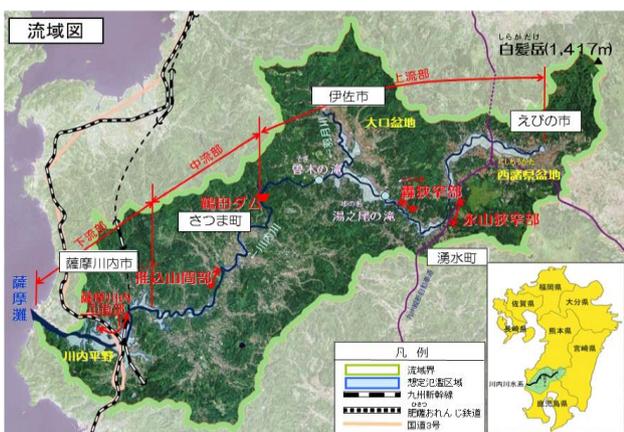


図-1 川内川流域図

## 2. 河床低下の歴史

川内川上流部（川内川100k~115k）は1950~1960年代の大規模河川改修（築堤・河道掘削・捷水路・床固設置等）以降、河床高の低下が進行しており、最大で4m程度河床が低下した。原因としては、昭和20年代の河道は氾濫型の河川であり、低水路の自由度が高かったが、昭和30年度以降の河川改修により低水路が固定化したことや、計画河床高（シラス高程度）まで河床掘削したことにより、河床のシラス層が露出し、河川改修による河積

の増加による掃流力の増大が相まって河床低下が進行していった。

### (1) 平均河床高の経年変化（図-2）

#### a) 1967~1971年にかけて

飯野第一床固（113k800付近）～今西床固（112k400付近）区間で飯野第一床固設置（1966年12月）後から河床低下が進行

#### b) 1971~1985年にかけて

今西床固（112k400付近）～加久藤第4床固（109k付近）区間で今西床固設置（1971年3月）後から河床低下が進行

#### c) 1985~2007年にかけて

加久藤第4床固（109k付近）～堂本堰（106k700付近）区間、堂本堰～真幸堰（101k600付近）区間の順に下流へ向かって河床低下が進行。

#### d) 2007年~現在にかけて

近年は全体的に安定。

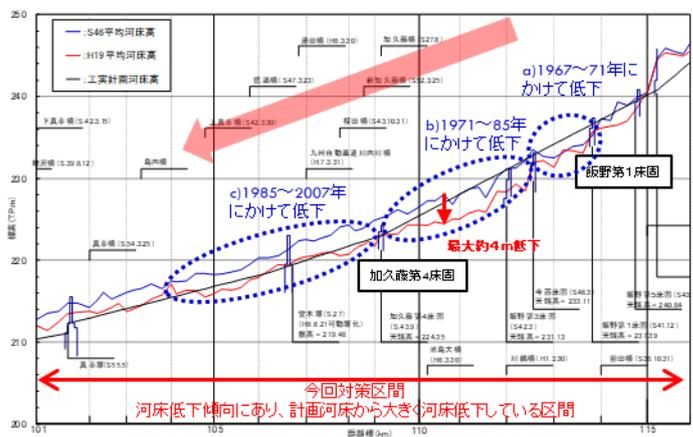


図-2 平均河床高の経年変化

### 3. 河床低下対策箇所について

2011年出水にて加久藤第4床固が被災したこともあり、2012年より河床低下対策を実施してきた（図－4）。

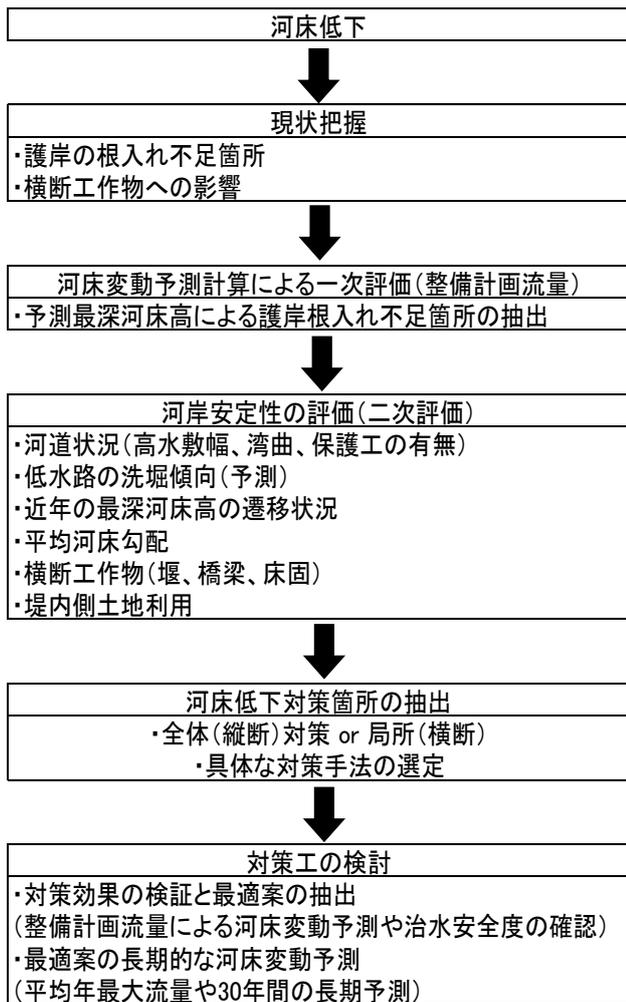
京町出張所管内全域で河床低下対策必要区間があるため4段階に分け優先順位をつけて整備を進めている。

対策区間抽出の流れ及び対策区間の実施状況等について以下に紹介する

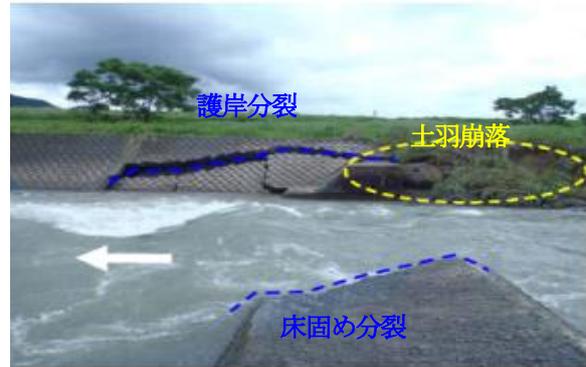
#### (1)河床低下対策区間の抽出について

河床低下対策箇所は、図－3に示すフローに従って検討を行い、大規模洪水時の最深河床高と根入高の関係、及び河道状況（高水敷幅、保護工、湾曲）、低水路の洗堀傾向（予測）、近年の最深河床高の遷移状況、平均河床勾配、横断工作物（堰、橋梁、床固）等を総合的に勘定して抽出した。

川内川の河床低下対策については、まず、河道全体（縦断）の河床低下対策手法について検討し、その対策だけでは補いきれない箇所への対応として局所洗堀対策手法を検討した。対策工の妥当性については、短期、長期的な河床変動計算で確認した。



図－3 河床低下対策箇所抽出フロー



図－4 加久藤第4床固被災状況

#### a) 河床低下対策（河道全体「縦断」）箇所抽出

加久藤第4床固上流～飯野第3今西床固区間は近年（2006年以降）の河床変動量は小さいが、河床変動予測結果より、既設護岸根入れ高よりも河床が低下する恐れがあることに加え、飯野第3床固下流の河床低下状況を是正する必要がある。そのため本区間の河床高については現状の安定傾向を維持し、出来るだけ河床低下を生じさせないことと、飯野第3床固下流の河床高を是正することを目的とした対策として、河床低下区間を埋め戻す（河床勾配の是正と河床を固める2つの効果）こととした。

#### b) 局所洗堀対策箇所抽出

局所対策としては堂本堰下流区間（103k0-800、104k200-800、105k0-600）及び飯野第5床固下流区間（113k、114k0-400付近、飯野第5床固、飯野第1床固直下）を抽出。

堂本堰下流区間の要対策箇所は、砂洲固定化と樹林化により、濘筋が固定化され、局所洗堀が進行していると考えられることから、洗堀防止と濘筋の変化を期待し、洗堀箇所の埋め戻しを選定。

飯野第5床固下流区間の要対策箇所は湾曲外岸の水衝部や床固直下の局所洗堀が生じていることから洗堀防止のため局所的な埋め戻しを選定する。

#### (2)河床低下対策箇所実施状況について（図－5）

抽出された河床低下対策区間については4段階に分けて優先順位をつけ整備を実施しており、以下の段階毎に紹介する。

##### a) 第1段階：横断工作物周辺（2021年度完了）

2014年度施工

- ・加久藤第4床固～池島川合流部下流  
（巨石φ1000程度による河床の埋戻し）

2015年度施工

- ・飯野第3床固直下（巨石φ700程度の埋戻し）

2016年度施工

- ・飯野第5床固直下（巨石φ700～1000程度の埋戻し）
- ・飯野第1床固直下（巨石φ700～1000程度の埋戻し）

2017年、2018年度施工

- ・今西床固直下（巨石φ1000程度の埋戻し）

2019年、2020年度

- ・堂本堰直下（巨石φ500程度の埋戻）

2021年度

- ・加久藤橋直上下流（巨石φ500～1000程度の埋戻）

b) 第2段階：市街部局所洗堀（2022年度着手）

2021年度

- ・102k0~200左岸付近（巨石φ500程度の埋戻）

2022年度

- ・102k200~500左岸付近（巨石φ700程度の埋戻）
- ・103k700~900右岸付近（巨石φ500程度の埋戻）

c) 第3段階：その他洗堀箇所（第2段階後着手）

d) 第4段階：懸念箇所未然防止（第3段階後着手）

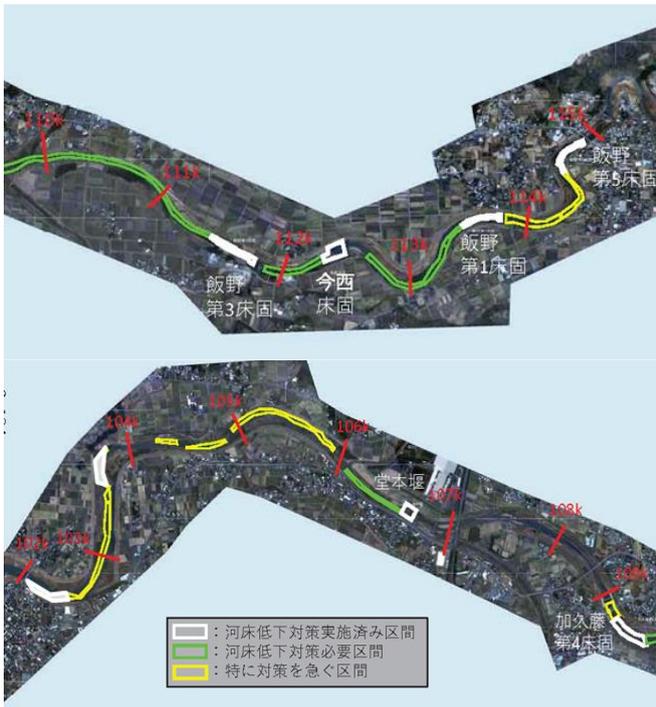


図-5 河床低下対策箇所

#### 4. 河床低下対策工事について

私が実際に監督した、河床低下対策工事について施工中の工夫点や苦労したところ等踏まえて以下の通り紹介する。

(1) 工事概要について

工事名：向江地区河道整備その3外工事

工事内容：施工延長L=300m、巨石据付A=5,247㎡

施工場所：川内川103k700~900右岸付近（図-6）

(2) 河床低下対策工事の施工順序について

河床低下対策工事は以下の基本的な手順で行う。

※準備工等は省略している。

a) ステップ1 着工前測量

工事を実施する前に、施工区間をALB測量（グリーン

レーザ）及びマルチビーム測量を行い、設計時に用いた河床高と現況河床を比較し、洗堀及び堆積状況について把握し施工へつなげる。

b) ステップ2 仮設工

河床低下対策は河床が深掘れしている箇所に割栗石や巨石を投入し河床を埋戻す工事であるため水深が深い所では締切や水替えの必要が出てくる。

今回の場所は支川との合流部及び湾曲部の施工であり左岸側が堆積土砂で覆われているため、本川の上下流に仮締切を設置し、左岸側の堆積土砂を掘削し瀬替えを行った（図-7参照）。





図-8 シラス層確認

調査の結果としては設計高程度がシラス層への影響が少ないと判断された。そのため、瀬替え掘削高は変更せずに仮締切を施工した。水深が深い所については、割栗石を巻き出しながら施工することで対応した。

#### c) ステップ3 河床掘削及び埋戻し（割栗石）

設計の巨石据付高よりも高い所は掘削し、深い所は割栗石で埋戻す作業を行う。（図-9）掘削の高さ管理については、ICT建機（MC）にて掘削することで、過掘を防ぐことができる。

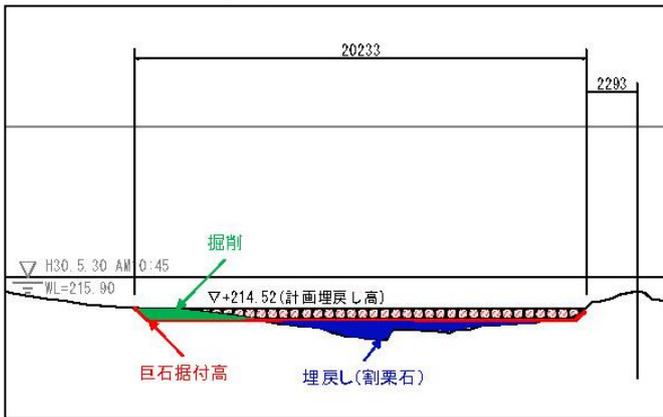


図-9 掘削埋戻しイメージ

#### d) ステップ4 巨石据付（キャッピング）

ステップ3にて掘削及び埋戻しを行い整正した巨石据付面に $\phi 500$ 程度の巨石をバックハウのフォークローで掴み据付を行う。巨石間の空隙部については、巨石のぐらつきや転び防止のため、割栗石を投入し、人力で間詰を行い巨石同士を噛み合わせる（図-10）。



図-10 巨石据付状況

## 5. 施工後の河床の状況について

河床低下対策工事後、出水等を受けて巨石等で埋戻した河床がどのように変化したかモニタリング等で調査を行っている。代表的な地点の結果を以下の通り紹介する。

### 飯野第3床固直下（111k450～800付近）

2015年度に施工を行った箇所であり、2016年度の出水後にモニタリング調査を行っている箇所である。

施工の翌年である、2016年5月～10月には、上真幸観測所の平均年最大流量 $590\text{m}^3/\text{s}$ に対し $400\text{m}^3/\text{s}$ を超える出水1回、 $300\text{m}^3/\text{s}$ を超える出水が4回発生しているが、施工後の埋戻し高から大きな変動は生じておらず、河床が安定している事を確認できた。また、河床の埋戻しに使用した巨石の間に土砂が侵入し、巨石同士の噛み合わせがより良くなっている。

なお、2020、2021年の大規模出水を経験したが、特段巨石の流出等もなく河床は安定している（図-11）。

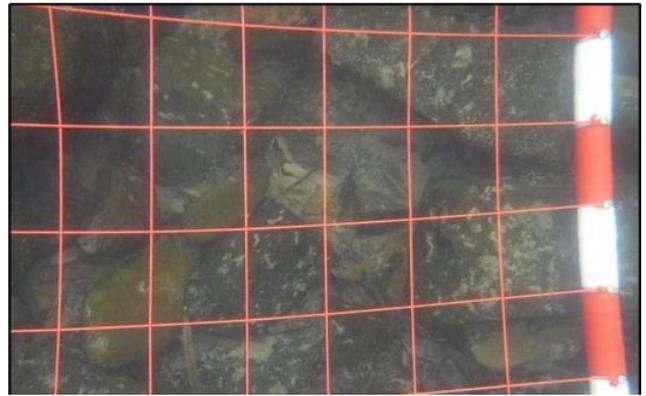


図-11 出水後の河床の状況

## 6. 今後の取り組みについて

本稿で紹介したように、川内川上流部（京町出張所管内）においては、広い範囲で河床低下対策の実施エリアが存在しており、今後も対策を引き続き取り組む必要がある。一方で予算も限られるため、対策箇所を段階的に分け優先順位を付け対応を行っていく。

また、工事を行っていく中で課題になっているのが仮設計画である。河床低下対策工事は水の中になるため、仮設等に悩まされる箇所もある。そのため、同時並行で手戻らない仮設計画の検討等も今後行っていかなければならない。

私は川内川に異動してきて、河床を埋戻し安定化を図る河床低下対策というものがあることを初めて知った。九州でも中々無い珍しい事業であるため、これらからも現場に一番近い出張所職員として、沢山の知識を吸ってきたい。



また、道路の崩壊・冠水等により避難経路の寸断も発生し、熊本県南地域で最大12地域57世帯が孤立した。



写真-1 豪雨後の芦北町中心部の状況<sup>1)</sup>

### 3. 八代維持出張所管内の被災状況と応急復旧

#### (1) 被害の概要

当出張所管内の国道3号でも、複数箇所でも冠水、路肩崩壊、土砂流入などが発生し、芦北町を中心に最大約30kmの通行止めとなった。



図-3 管内の被災概要

#### (2) 出張所の初動体制と対応

7月3日午前の時点では、災害発生を予見するような降雨予測ではなかった。しかし、夜に30mm/h～40mm/hの降雨となり、3日20:49には水俣市・芦北町に警報が発令された。

7月4日になり小規模な土砂崩壊等の連絡が入り、出張所職員全員が参集するとともに、災害協業者への出動要請を行った。

日時	状況等	対応等
7月3日 20:49	警報発令 (水俣市・芦北町)	注意体制
21:39	警報発令 (八代市・津奈木町)	
7月4日 1:05	維持業者へ異常時巡回指示	
1:34	警報発令 (宇土市・宇城市・氷川町)	
1:55	土砂流出、倒木	非常体制 職員集合
2:18	トンネル内冠水	
～	冠水、土砂流出、など (約20件)	
4:45	のり面崩壊	
4:50	特別警報発令 (八代市・芦北町・津奈木町・水俣市)	

表-1 初動対応の経過

#### (3) 情報収集と被災直後

7月4日の2時過ぎ頃から、道路冠水や土砂流出などの連絡が相次いだため、維持業者・災害協業者へ対応の指示を行った。広域かつ複数箇所でも同時多発的に被災したため以下のような状況となった。

- ・事前に配置した維持・協業者が孤立した。
- ・職員、維持・協業者が現場に到着できない。
- ・正確な情報収集ができない (CCTVカメラ画像)。
- ・外部からの通報・問い合わせが相次ぎ情報が錯綜した。
- ・情報不足のまま協業者等を動かさざるを得なかった。
- ・災害協業者の会社が被災した (芦北町内2社)。
- ・広域的被災に対する迂回路は想定外であった。

国道3号の代替路となる南九州西回り自動車道 (以下「南九道」という。) も被災し、4日 4:15より日奈久IC～水俣IC間は全面通行止めであったが南九道を管理する八代河川国道事務所と調整し、維持・協業者を現地へ派遣する際の通行許可を得た。

しかし、南九道も複数箇所が被災しており、現地に到着できず足止めとなった。そこで、足止めされていた災害協業者を南九道の復旧にあたらせ、4日 13:20に通行止めが解除され、八代～水俣までのアクセスを可能とすることができた。

#### (4) 応急復旧 (道路啓開)

国道3号は、第一次緊急輸送道路であり、住民の避難、救援物資輸送、今後の災害復旧、被災者の生活再建などにも欠かすことのできない路線であるため、一刻も早い復旧が必要であった。



写真-2 道路啓開・応急復旧の実施後の状況

7月4日昼頃に雨は小康状態となったため維持・協定業者に道路啓開の指示を行った。土砂流出箇所は速やかな土砂撤去、斜面等の崩壊箇所には大型土のうを設置するなど、昼夜を問わず作業にあたった。

これにより、発災5日後の7月9日には、国道3号の佐敷トンネル終点側坑口付近の被災箇所（以下「白岩地区」という。）についても道路啓開が完了した。

#### 4. 国道3号白岩地区の被災概要

本章からは、当出張所管内で最も大規模となった、国道3号白岩地区について、被災メカニズムの考察から、復旧工法を検討し、工事完了までの経緯を整理する。

##### (1) 被災状況

国道3号白岩地区では、斜面崩壊（幅約20m、斜長約250m）が発生し、土砂・倒木が国道に流出した。

斜面下部の落石防護柵や、坑口付近の道路施設も損傷し、道路上には最大直径2m程度の落石があり、土砂も1.5m程度堆積していたが幸いにも人的被害は無かった。

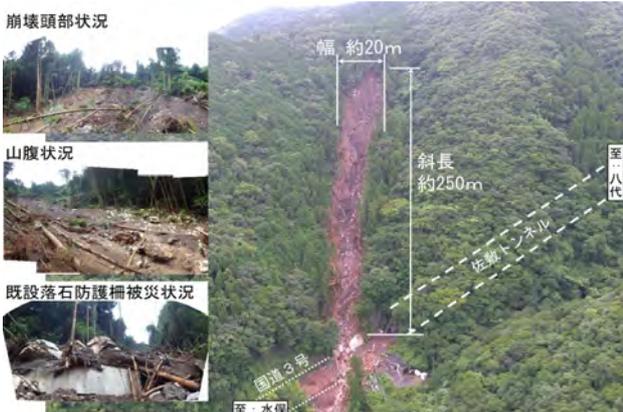


写真-3 被災状況写真

##### (2) 応急復旧（道路啓開）と仮復旧の実施

###### a) 応急復旧（道路啓開）

他の被災箇所と同様に、一刻も早く道路を啓開すべく、被災直後より応急復旧に着手した。早急な啓開を行うべく、大型土のうを用いて応急復旧を行い、工事車両等の通行を可能とした。



写真-4 応急復旧完了後の状況

###### b) 仮復旧

応急復旧により片側交互通行を確保した後に、速やかに

仮復旧に取り組んだ。

崩壊斜面からの倒木・落石などの懸念があったため、落石等の跳躍にも対応できる親杭横矢板による防護柵を設置することとした。

仮復旧工事中にも大雨による土砂等の再流出もあったが、被災後14日で完了することができた。



写真-5 仮復旧完了後の状況

日付	対応など
R2/7/4	未明 災害発生（土砂流出）※通行止め
7/4	朝 応急復旧（道路啓開）作業開始
7/9	応急復旧（道路啓開）作業完了
7/9	仮復旧作業開始
7/11	大雨による土砂等の再流出
7/18	仮復旧工完了
7/18	15時 交通開放（片側交互通行）

R3/6/26	本復旧工事開始
---------	---------

表-2 被災から仮復旧までの経緯

#### 5. 復旧工法の検討・設計

##### (1) 被災（崩壊）のメカニズム

斜面崩壊のメカニズムについては、LPデータを基に作成された「微地形表現図」を活用して考察した。

###### a) 周辺の地質状況（図-4）

佐敷トンネル周辺の地域は「秩父帯に属する泥質岩」が分布し、対象箇所周辺にも泥質岩が分布している。

この泥質岩は、地質構造が複雑で、亀裂の多い特徴を有し、風化を受けると脆くなりやすい性質がある。

###### b) 周辺の地形状況及び現地踏査結果（図-5）

崩壊箇所は、標高260～330mの東北東－西南西方向に細長く延びる山稜の南側に位置する。

直線的な谷地形であり、谷の北側は塊状岩盤の石灰岩(ls)、南側は細かい割れ目が非常に多く風化の進んだ層状岩盤の泥質岩(α)が分布している。

現地調査により、以下のような点が確認された。

- 崩壊頭部は「亀裂の多い泥質岩、泥質岩の風化岩や火山岩」に相当し、崩壊崖面には泥質岩が露岩する。
- 南側は亀裂の多い泥質岩、北側は石灰岩礫を含む崖錐堆積物から構成されている。
- 崩壊斜面上部南側には湧水による表流水が認められ、崩壊ブロックの脚部に侵食地形を残しながら流下する。
- 崩壊斜面上部北側の集水地形には、被災時に表流水が流れた痕跡が認められる。常時には確認されない。

- ・斜面中腹南側には高さ3m、幅6m程度の表層崩壊が認められる。
- ・崩壊斜面には大きな落石や崩土も堆積している。

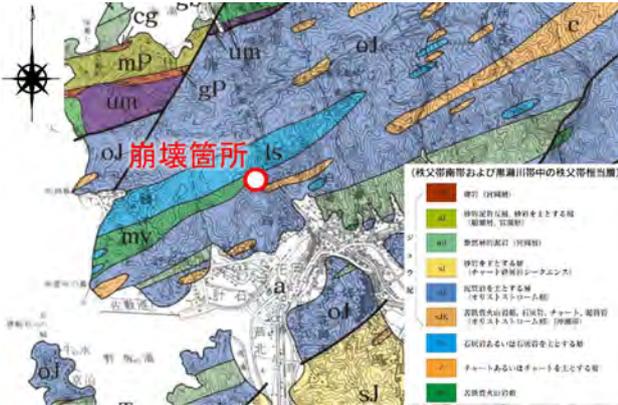


図-4 周辺の地質状況<sup>2)</sup>

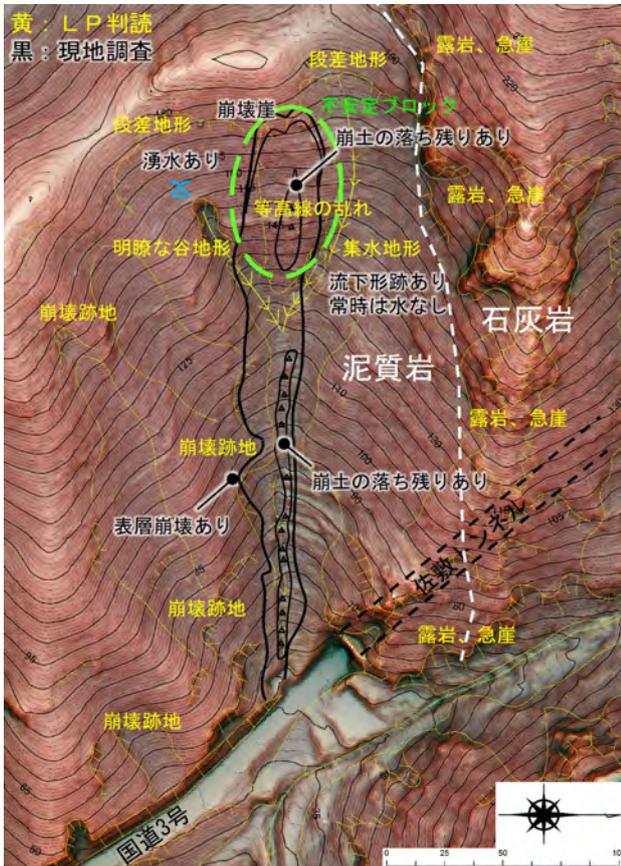


図-5 LP判読図

c) 崩壊のメカニズム

<素因>

- ①溪床付近には、土砂(崖錐堆積物)が厚く堆積していた。
- ②南側斜面には緩い崖錐堆積物が厚く分布し、雨水による浸食が多数発達し、溪流が形成されていた。
- ③崩壊頭部には等高線の乱れがある不安定ブロック「亀裂の多い泥質岩、泥質岩の風化岩」が分布していた。
- ④斜面上部南側には谷地形上流部から、湧水が継続的に表流水として認められていた。
- ⑤斜面上部左岸側に集水地形が認められていた。

<誘因と崩壊のプロセス>

- ①素因が存在していた。
- ②豪雨の作用により、斜面上部南側と北側から大量の湧水・表流水が流下し、斜面中腹部が崩壊した。
- ③斜面中腹部の崩壊により、頭部の不安定ブロックの脚部の抑えが無くなり、頭部が崩壊した。
- ④崩壊後に斜面中腹部に堆積した崩土に、表流水が流入して、流動化し土石流となって斜面を流下した。

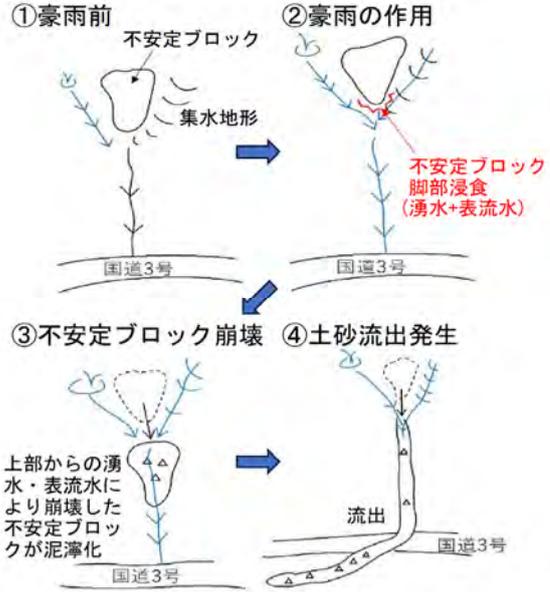


図-6 崩壊のプロセス(イメージ)

(2) 復旧の基本方針

復旧については、専門家を含めた「令和2年7月豪雨による復旧検討会」に諮りつつ検討を進めた。

被災状況や被災要因等から、斜面崩壊を対象とした復旧が必要と考えられ、「被災斜面の不安定堆積物から道路を保全する」ことを基本方針とした。

(3) 熊本県との調整

復旧の基本方針に基づいて、所管する治山事業の主体となる熊本県と協議を重ね、覚書を結んだ。

これにより、崩壊斜面全体への直接的な対策は、国の復旧工事後に熊本県が実施することとなった。

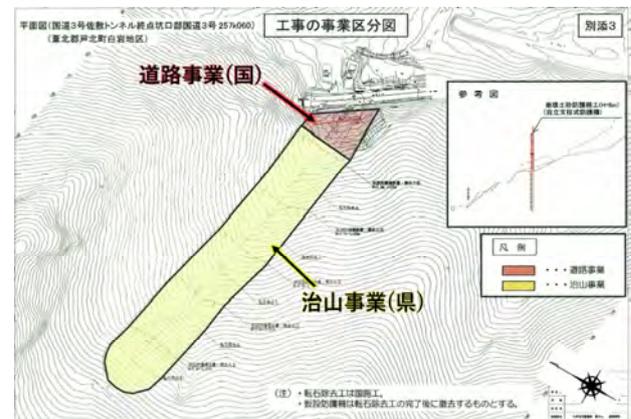


図-7 調整後の事業区分図

(4) 復旧工法の検討・設計



### (1) 急斜面及び2次災害対策

斜面上部は、急傾斜地での掘削作業となり、かつ2次災害の懸念もあったことから、高所無人掘削機により施工した。あわせて、掘削時の落石対策として斜面中に多段式（3箇所）で落石防護柵を仮設し安全を確保した。



写真-7 施工状況①

### (2) 降雨後の対策

現地の土砂の特性から、降雨後数日は足元が悪くBHが登坂できない状態となった。また、大雨の度に土砂・木片等が流出し、頻繁に整地・清掃が必要となった。

そのため、降雨後は、現場状況をドローンで空撮し、安全に作業できるか確認・判断しつつ工事を進めた。

なお、大雨時は国道を事前通行規制（全面通行止め）するため規制対応も行う必要があった。



写真-8 施工状況②



写真-9 完成写真（上段全景、下段防護柵）

## 7. 今後の工事や運用について

### (1) 現在の復旧工事進捗状況（熊本県）

国の復旧工事は完了し、斜面上部での熊本県における復旧工事が進められている。

勾配が急な上部斜面には、浸食及び崩壊防止のため「場所打ち吹付法枠工」が採用された。山腹には、床固工1基、土留工8基とあわせて水路工が計画されている。

急斜面での施工であり、進入路も限られる等、国の工事以上に厳しい条件下での工事が行われている。

予定では、令和5年度内の完成であり、事故等が無く、無事に完了することを願っている。



写真-10 熊本県の施工状況

### (2) 規制基準の変更

被災直後は、「時間雨量20mm又は連続雨量50mm」で事前通行規制（全面通行止め）を実施していた。現在は被災後の複数回の経験雨量を基に「時間雨量35mm又は連続雨量100mm」を閾値として暫定運用している。

被災後から令和4年度末時点で18回の事前通行規制を実施し、道路利用者には不便を強いることとなっている。道路利用者の利便性向上のため、早期の工事完成・規制解除を望んでいる。

## 8. おわりに

近年、異常気象は激甚化・頻発化しており、「〇年に一度の大雨」という言葉も聞き慣れてきた。

大雨等による気象災害により、甚大な人的被害・物的被害が発生し、国民の生命・財産が脅かされている。

これまでの災害を教訓とし、あらゆる自然災害に対し、総力を挙げて取り組む必要がある。

そのためにも、日ごろから防災・減災意識を高く持ちつつ業務にあたる所存である。

### 参考文献

- 1) 芦北町：広報あしきた 2020.9月号
- 2) 社団法人熊本県地質調査業協会：熊本県地質図