

# 国道 210 号赤岩地区の災害復旧に伴う、河川内工事の安全確保に向けた取り組みについて

吉元 了大<sup>1</sup>・濱 功一<sup>1</sup>・松井 匡宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 九州地方整備局 大分河川国道事務所 工務第二課 (〒870-0820 大分県大分市西大道 1-1-71)

大分 210 号赤岩西地区災害復旧工事は、令和 2 年 7 月における豪雨により道路崩壊をした国道 210 号の災害復旧工事である。災害復旧工事は早急な対応が求められる、一方、二次被害などを起こす等のリスクも考えられるため、施工にあったっての工期と作業員や重機等の安全、管理を両立させる必要がある。そのために洪水予測システムといった新技術を導入することによって、工期を逼迫させずに、安全に施工する試みを行った。本稿では、システム導入前後でどういった効果が得られたなどの分析を行った。

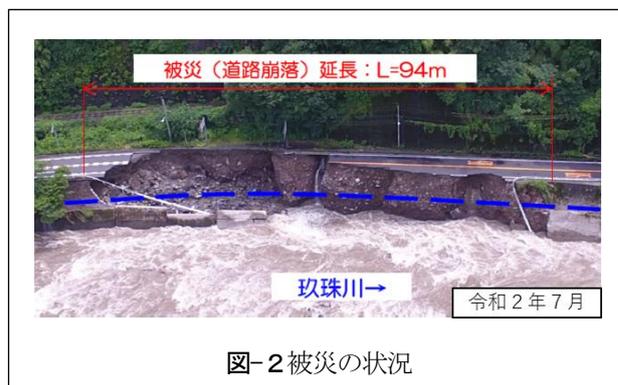
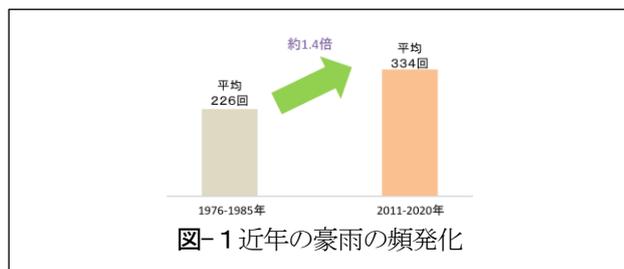
**Key Words:** 災害復旧, 令和2年7月豪雨, 安全性向上, リアルタイム洪水予測システム

## 1. はじめに

近年、気候変動に伴い、短時間強雨の発生頻度は増加傾向が見られ、直近 30 年から 40 年では 1.4 倍になっている(図-1)。短時間強雨の増大により、水害も頻発化・甚大化しており、中小河川を中心に氾濫危険水位を超過した河川や監視を要する河川が増加している。

九州においても例外ではなく、平成 29 年 7 月の九州北部豪雨では桂川が、令和 2 年 7 月豪雨では球磨川が氾濫し、周辺地域が浸水被害を受けた。また、令和 2 年 7 月豪雨のように、道路なども被害が発生した場合には災害復旧工事が行われる(図-2)。

災害復旧工事では、早急な対応が求められる。しかし、そうした被災場所での復旧工事は、崩壊箇所の拡大や土砂崩れなど、二次被害の発生が危惧される。そのため、計画通りの施工と施工者の安全を両立させる必要があり、本稿はリアルタイム洪水予測システム導入による大分 210 号赤岩西地区災害復旧工事における事例を紹介し、導入前後の退避・復旧行動について比較検討を行う。



## 2. 工事概要

令和 2 年 7 月豪雨により、国道 210 号は大分県日田市天瀬町赤岩地先で道路崩壊(被災延長約 100 m)が発生した。本工事はその復旧工事であり、鋼管杭工・アンカー工等を実施している。図-3に復旧工事箇所的位置、図-4に施工箇所の状況、図-5に施工イメージを示す。





図-4 施工箇所状況

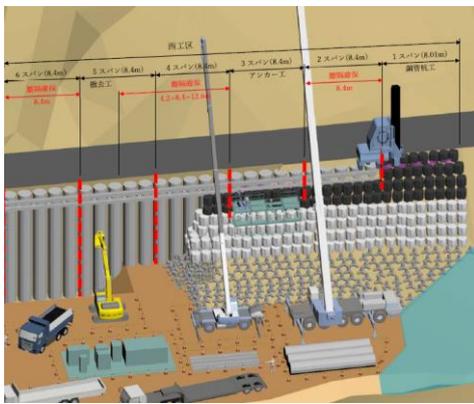


図-5 施工イメージ

### 3. 発注者の課題

本章では、2章で述べたような河川周辺での工事における発注者の課題について概要を述べる。

一点目として、災害復旧工事では出水期においても工事を実施しなくてはならない点が挙げられる。通行規制の緩和、地域住民の安全の確保のためにも、早急に施工しなければならない。しかし、河川周辺での工事は地盤の緩みによる崩壊、河川内に施工ヤードを作成することで河川幅が狭くなり水位が上がりやすくなっての浸水など、地域住民のみならず施工者の被災リスクが増大する。また、二次被害が起きた際は、災害復旧工事が難航する。

二点目として、増水時には作業員の安全の確保のために工事を一時中止しなければならない点が挙げられる。作業を中断することにより工期の延長が懸念され、それに伴い、増加費用が発生する可能性も懸念される。そのため、発注者は工事の安全性向上を促進し、工事を計画どおりに実行する能力を高める必要があると考える。

### 4. 施工者の課題

施工者の課題としては、堤防内や河川周辺における作

業員・重機・資材等の安全管理が挙げられる。しかし、前述のように災害復旧工事は早急な対応が求められるため工期との兼ね合いが重要になってくる。例えば、工期や工程を過剰に優先した、遅い退避判断を下した場合を考えると、作業員・重機・資材等についての被災リスクが上昇し危険である。対照的に、これらの安全を優先しすぎてしまう、早すぎる退避判断では工期を逼迫させてしまう。工程と安全のどちらも尊重しなければならないジレンマが生じることが課題の一つとなっている。

また、堤防内や河川周辺において、施工業者に必要な安全管理の情報が不足しているといった問題がある。近隣の住民の避難指示については自治体が公表している。図-6に示すように、避難判断水位を超過した場合や、氾濫危険水位を超過したときに発令される。しかし、避難指示は住民向けのものであるため、越水を前提にしている。そのため、施工業者としては越水前提の情報を用いると退避が遅くなる。また、多くの河川では水位観測値・予報雨量しか入手ができないため、退避の判断が難しく、経験や勘に基づいた行動を行うことしかできない。こうした、水害情報が不足している状況下でも、安全と工程を両立した施工管理を行う必要がある。

本工事では、施工者である株式会社西松建設がリアルタイム洪水予測システム RiverCast<sup>1)</sup>導入の提案を行った。次章より、リアルタイム洪水予測システム RiverCast の説明とともに、導入した場合と導入しなかった場合について比較を行う。

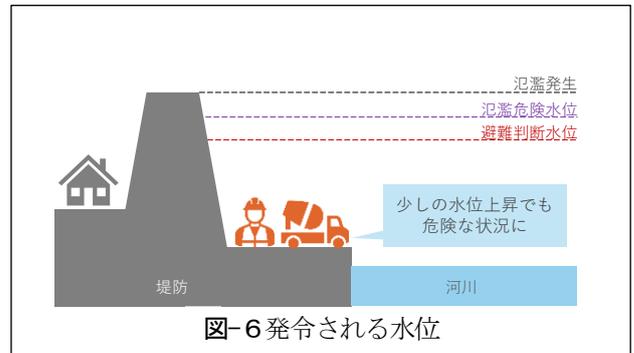


図-6 発令される水位

## 5. RiverCast

### 5.1 システム概要

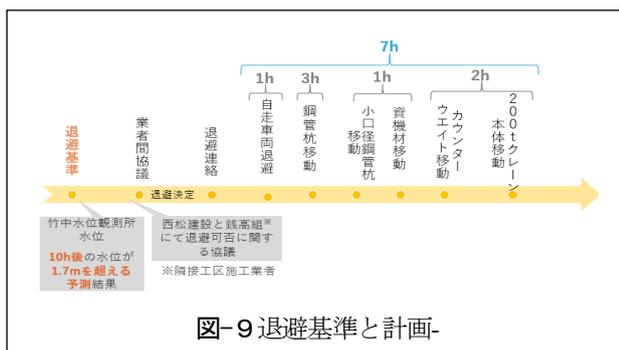
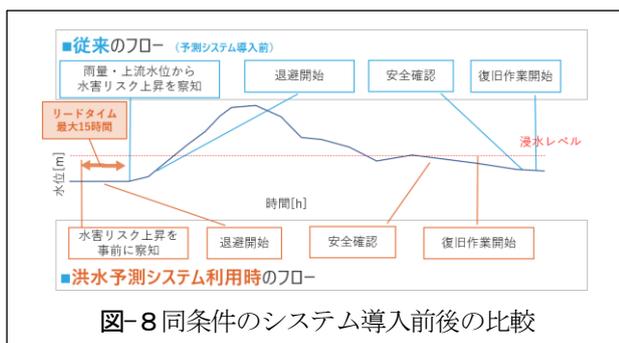
RiverCast は、リアルタイムでの防災利用を目的としたクラウド型の洪水予測システムであり、15 時間先までの水位変動を確率的に予測する。PC やスマートフォンなどのインターネット端末より容易に閲覧が可能であり(図-7)、毎日定時にメール配信する機能に加え、水位上昇が予測された際にはアラートメールを送信する機能を有している。また、流域全体の雨量と上・下流水位観測値を考慮した予測モデルが可能である。これまでの予測システムと異なり、力学系理論を応用した予測技

術を採用しているため、少数データからでも既往最大水位を高精度に予測できる点が特徴的である<sup>2)3)</sup>。



## 5.2 洪水予測システム導入による比較

図-8に同じ条件を仮定した場合の、システム導入前と導入後の時間と水位の関係を示す。従来は観測水位が上昇し始めたタイミングに退避を開始し、浸水レベルを下回ってからしばらく待機した後に復旧作業を開始していた。他方、洪水予測システム導入後は予測水位に基づいて早めに退避を開始することができ、復旧に関しても浸水レベルを下回ったタイミングで開始することができる。また、リードタイムとは「とある閾水位超過を予測した時刻」と「実際に観測水位が閾水位を超過した時刻」の差分を示している。本事例では、洪水予測システムを用いて確保できた退避時間（導入前後のリードタイムの差）が最大15時間となる。



## 6. 本工事での活用

### 6.1 河川増水時における退避基準と退避計画

本工事においては、工事箇所上流にある最寄りの観測所の竹中水位観測所の水位が10時間後に1.7mを超える予測結果が退避基準となる。また、退避基準を満たした後、当該施工業者と隣接施工業者において協議を行い、退避の可否を決定する計画となっている。また、退避連絡後は、図-9に示すように、重機や資材等を7時間で退避するように計画している。

退避手順を以下に示す。（図-10）

- ① 積込
- ② 運搬
- ③ 荷降ろし
- ④ 完了



## 6.2 従来の退避による時間と実際の退避による時間

図-1 1は、令和4年4月の実例をもとに、行動の内容とその時刻の記録を示している。上のフローは、導入前を想定したものであり、下のフローは導入後の実際の行動を示すものである。従来の判断基準は、気象庁の雨雲レーダー・気象予報・目視での水位・上流の観測所水位であり、実際の判断基準は、洪水予測システムを追加している。従来のフローにおいて、退避判断は26日の15時、実際のフローにおいては26日の6時となり、避難判断の時点で、9時間の差が生じている。また、実際の行動において、6時の時点で水位が1.7mを超える予測がでたので退避判断をしている。さらに、退避完了時点で約14時間の差が生じ、復旧開始・工事再開で一日の差が生じる。

## 7. まとめ

近年、気候変動に伴い短時間強雨の増加傾向がみられる。そのため、河川周辺などの施工現場では、浸水などの水害の恐れがあるため、増水対策を行い、出水期工事の安全性や工事の計画実効性を高める必要があると考える。

本工事においては、気象レーダーや、気象予報等の従来からの判断基準に加え、施工者がリアルタイム洪水予測システムを導入し、事前に定量的な指標をもとに退避基準、及び退避計画を策定した。また、洪水予測システム、雨雲レーダーなどを用いて、早期に退避と工事再開の判断が可能となった。

## 8. 今後の展望

水害はある事象が起こると同時に影響を及ぼす災害ではない。例えば、地震による津波を考えると、地震が起こったあとで津波が押し寄せてくる。また、豪雨による浸水についても、雨が下流に流れてから水嵩が増し、浸水する。そのため、時間的な猶予があり、他の災害と比べると予測データが活用出来る機会は多いと考える。また、水位上昇の兆候を察知してから、実際に水位が上がるまでの時間に適切な対応ができれば、被害は最小限に抑えられると考えられる。

予測のためのツールとして、施工現場に洪水予測システムといった新技術を導入することで、安全性を高めながら工期を守ることが出来る可能性が高まると思われる。今後は、作業の安全に配慮すべく施工者の提案に留まらず、発注者としてもこうした技術導入について提案を検討する必要があるのではないかと考える。

## 参考文献

- 1) 株式会社構造計画研究所：リアルタイム洪水予測システム RiverCast. <https://www.weather.kke.co.jp/>. [Accessed 1 6 2022].
- 2) S. Okuno, K. Aihara and Y. Hirata, "Forecasting high-dimensional dynamics exploiting suboptimal embeddings," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, p. 664, 2020.
- 3) S. Okuno, K. Ikeuchi, and K. Aihara, "Practical Data-Driven Flood Forecasting Based on Dynamical Systems Theory," *Water Resour. Res.*, vol. 57, no. 3, p. e2020WR028427, Mar. 2021, doi: 10.1029/2020WR028427.

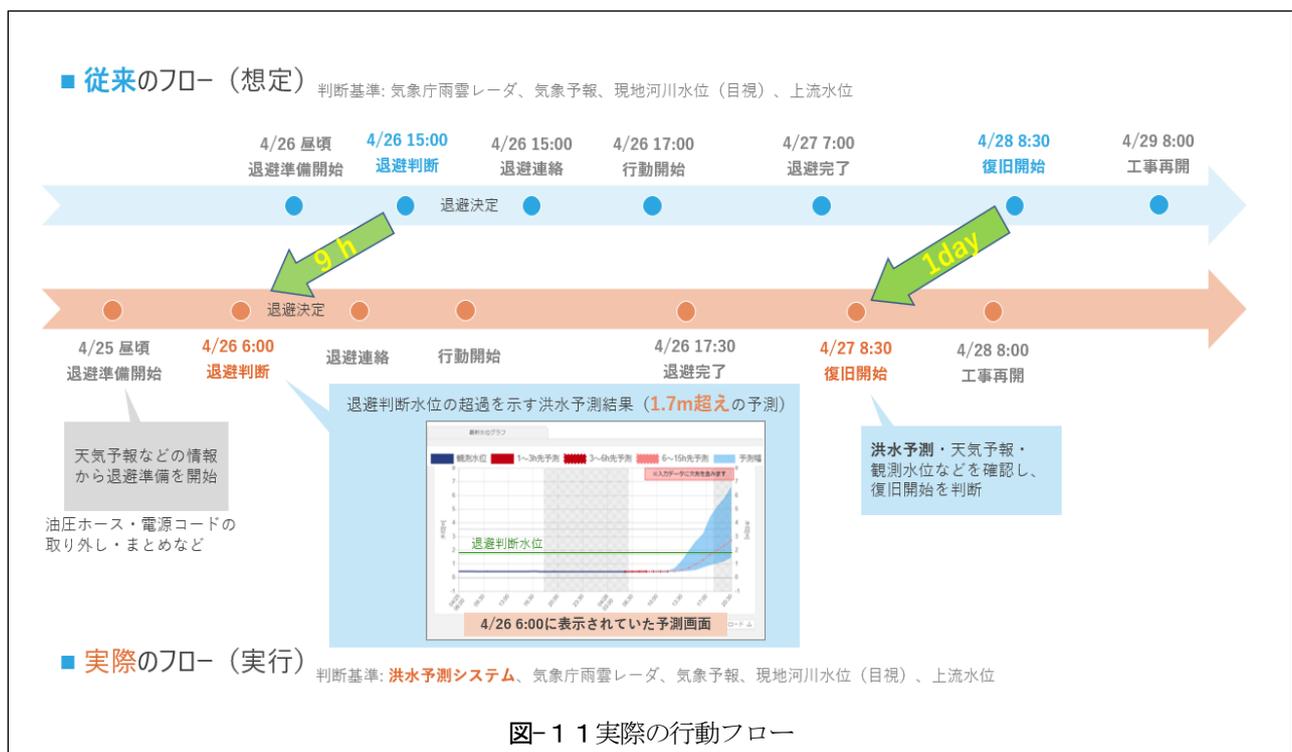


図-1 1 実際の行動フロー