

越波被害をくいとめろ！ ～平成30年度台風の対応と今後の課題～

佐野 友音¹・田中 達也²

¹近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 田辺国道維持出張所 (〒646-0003和歌山県田辺市学園24-17)

²近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 工務第三課 (〒646-0003和歌山県田辺市中万呂142)

紀南河川国道事務所管内では、台風等による越波被害に見舞われている。特に2018年（平成30年）度の台風では、例年に比べて勢力が強い台風が多く、例年の越波規制区間よりも広範囲で越波が発生した。その結果、紀南河川国道事務所管内では、倒れた木々が国道に侵入したり、船舶が国道に打ち上がった等、様々な被害をもたらされた。本論文では、2018年度の台風による越波被害と対応を報告すると共に今後の課題について考察する。

キーワード 台風，越波，越波防止柵，SNS

1. はじめに

(1) 紀伊半島への台風の上陸頻度

過去約70年間で紀伊半島に台風が上陸した数は、24回で全国では3番目に多い。また、上位10位の都道府県のうち、近畿地方でランクインした府県は和歌山県のみで、台風の上陸が多いことが分かる。この結果から、台風に向けて何かしらの対策を立てる必要がある。

表-1 上陸数が多い都道府県¹⁾

| 順位 | 都道府県 | 上陸数 |
|----|------|-----|
| 1 | 鹿児島県 | 41 |
| 2 | 高知県 | 26 |
| 3 | 和歌山県 | 24 |
| 4 | 静岡県 | 20 |
| 5 | 長崎県 | 17 |
| 6 | 宮崎県 | 13 |
| 7 | 愛知県 | 12 |
| 8 | 千葉県 | 8 |
| | 熊本県 | 8 |
| 10 | 徳島県 | 7 |

(2) 越波とは

越波とは、暴風時に海岸に打ち寄せられた波により海水が海岸施設を超えて堤内に流入する現象のことである²⁾。和歌山県の南部地域である紀南河川国道事務所管内は、海岸沿いで毎年のように台風による越波被害に見舞われている。また、海岸に接する道路では、越波により運転者の視界障害が生じたり、越波に乗って石や砂利が打ち上がることによって歩行者や通行中の車に直接的な被害が生じたりする可能性がある。そのため、大部分が海岸に接している国道42号では、越波発生による通行規制を行う必要がある。

2. 管内の越波対策の現状

紀南河川国道事務所管内には、さまざまな越波対策がされている。ここでは、管内における越波防止対策の位置図(図-1)を示すと共に、対策工の種類と特徴を述べる。

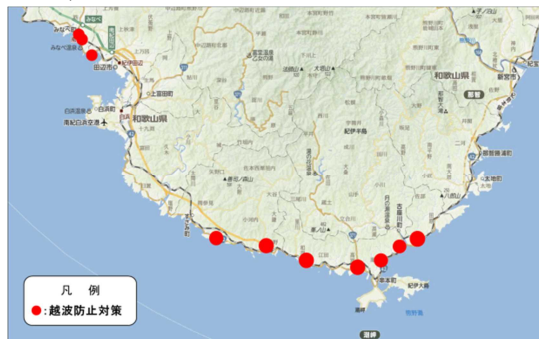


図-1 越波防止対策の位置図

(1) 消波ブロック

景観や眺望の阻害がないが、設置から時間が経過すると消波ブロックの隙間に砂や砂利が詰まり、消波機能が低下する懸念がある。



写真-1 消波ブロック

(2) 波返しパネル

擁壁の天端に設置することができるので、景観・眺望の阻害にならないがパネルを越える場合も見られる。



写真-2 波返しパネル

(3) 越波防止柵

擁壁の上部に設置するメタル製の直立柵であり、必要な天端高に応じた設計が可能であるが、景観・眺望は阻害される場合には、ポリカーボネート越波防止柵もある。



写真-3 越波防止柵 (メタル)



写真-4 越波防止柵 (ポリカーボネート)

3. 災害時の運営計画の概要

紀南河川国道事務所では、近畿地方整備局防災業務計画に基づき、紀南河川国道事務所道路関係災害対策部運営計画を定めている。本計画は、風水害、地震災害、道路災害と分けており、必要な対策と組織を構築し、防災行政の円滑な運営を図ることを目的としている。本論文は風水害(越波)について述べる。

(1) 災害対応の流れ

本計画に基づき、災害対応が行われる。以下に災害対応の流れを示す。

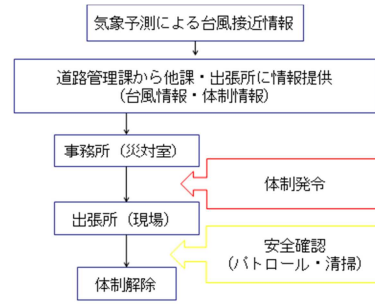


図-2 災害対応の流れ

(2) 台風の情報と体制情報の提供

台風接近の2~3日前より気象情報(台風の動き等)を道路管理課から他課へ周知する。また、台風接近の1~2日前より注意体制、警戒体制、非常体制に備えた要員の確認と確保をする。

(3) 体制の発令

体制は、発令基準に基づき、対策部長(災害対策室)が発令する。また、以下に体制の定義を示す。

- ・注意体制：専従の職員を配置し、雨量の監視を開始する。
- ・警戒体制：片側交互通行規制を行い、通行止めに向けて準備をする。
- ・非常体制：通行止めを行う。

| 体制区分 | 発令基準 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 注意体制 | 1) 和歌山県南部(場合により三重県南部)に高潮注意報・警報や波浪警報が発令され、対策部長が必要と判断した場合 2) 波高4~6mで対策部長が必要と判断した場合 3) 台風や低気圧が接近した場合で対策部長が必要と判断した場合 4) 対策部長が必要と判断した場合 |
| 警戒体制 | 1) 越波が発生し、片側交互通行を行う必要がある場合 2) 対策部長が必要と判断した場合 |
| 非常体制 B | 1) 越波が発生し、通行を禁止した場合 2) 対策部長が必要と判断した場合 |
| 非常体制 A | 1) 越波により重大かつ大規模な被害が発生し、交通が途絶した場合 2) 対策部長が必要と判断した場合 |

図-3 発令基準

(4) 体制の解除

清掃が完了し、現場パトロールの結果、通行の安全が確認できた上で、通行規制の解除を行う。

4. 2018年(平成30年)度台風について

(1) 台風の特徴

台風が紀伊半島付近(和歌山県・徳島県・大阪府・兵庫県)に上陸や通過した個数とそのうち勢力の強い台風の目安として上陸時の気圧が970hPa以下のものを過去10年分として表-2に示す。過去10年間で紀伊半島付近に上陸した勢力の強い台風は6個あるが、その半数が2018年度の1年間で襲来しているため、2018年度は例年に比べて勢力の強い台風が多く、広範囲に越波が発生したことが分かる。

表-2 過去10年間の紀伊半島付近に上陸した勢力が強い台風

| 年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|----------------------|
| 上陸数 | 0個 | 0個 | 2個 | 2個 | 0個 | 3個 | 0個 | 0個 | 1個 | 3個 |
| 970hPa以下 | なし | なし | 6号* | 4号* 17号* | なし | なし | なし | なし | なし | 20号* 21号* 24号* |

*越波あり

(2) 越波の発生状況

越波の発生は、地形や気象状況の条件によるものであり、過去の越波発生箇所を基に対策必要箇所の検討をする必要がある。過去5年(2013年~2017年)の管内での越波による交通規制は27回であった。本論文では、同一地区で同日に複数回規制を行った場合は、1回として計上している。これを地区ごとに集計すると主に9ヶ所の越波多発地区(串本町西向、串本町姫、串本町田子、すさみ町江住、すさみ町口和深(天鳥地区)、すさみ町口和深、田辺市芳養、みなべ町埴田・南道)が存在する。しかし、2018年度は、新たに5ヶ所の越波発生地区(串本町古座、串本町高富~有田、串本町和深、田辺市明洋交差点~紀洋石油前交差点、みなべ町南道)が発生した。



図-4 越波規制区間

(3) 人員配置

気象予測業務による越波予測から越波の危険性のある箇所等に人員を配置した。また、各班の役割は以下の通りである。

- ・情報連絡班: 各警戒体制以上時における各班の組織・編成を考える。
- ・工作班: 現地における被災状況等の確認・巡回を行う。
- ・対策班: 災害における機械設備の管理を行う。
- ・渉外班: 災害に関しての外部の対応をする。
- ・物資支援班: 災害における物資支援を行う。

(4) 台風(越波)の被害

台風20号、21号、24号の被害状況をそれぞれ写真-5から写真-8に示す。



写真-5 すさみ町江住(台風20号)



写真-6 田辺市芳養(台風21号)



写真-7 田辺市明洋交差点(台風24号)



写真-8 みなべ町南道(台風24号)

(5) 越波による通行規制

台風20号, 21号, 24号の越波によって以下の区間で片側交互通行規制, 全面通行止めがなされた。

- ・串本町古座: 片側交互通行規制
- ・串本町西向: 片側交互通行規制
- ・串本町高富地区～有田地区: 片側交互通行規制・全面通行止め
- ・串本町田子: 片側交互通行規制・全面通行止め
- ・串本町和深: 片側交互通行規制
- ・すさみ町江住: 片側交互通行規制・全面通行止め
- ・田辺市明洋交差点～紀洋石油交差点: 全面通行止め
- ・芳養交差点～みなべ交差点: 全面通行止め
- ・みなべ町南道: 片側交互通行規制

(6) 災害対策室と現場の役割

災害対策室では, 越波箇所と予測時間の更新, 越波区間への人員配置の決定, 規制区間を決定した。また, 越波収束後の交通解放を見据えた路面清掃車等へ応援要請を行うと共にSNS (Twitter等) による規制区間等の情報発信も行った。

現場では, 通行規制区間での道路利用者 (主にドライバー) への説明, 越波状況の確認, 維持作業業者への路面清掃等の指示・監督を行った。

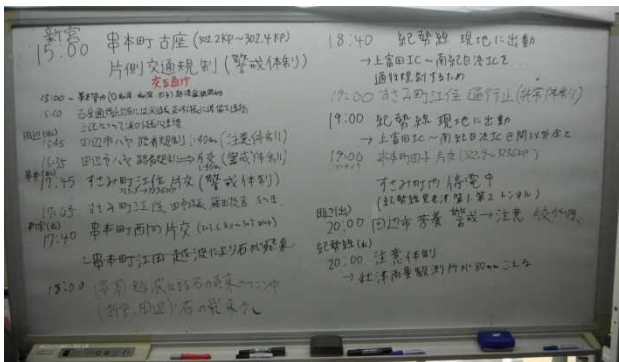


写真-9 災害対策室



写真-10 越波時の通行規制の様子

5. SNS (Twitter) の情報発信効果

紀南河川国道事務所では, 2017年1月から公式Twitterを開設している。ここでは, 事務所が管理する和歌山県南部の国道42号・紀勢自動車道および新宮川水系下流域に関する防災情報、行政情報等を発信している。また, 災害時の規制区間等の情報発信も行っている。

2018年 (平成30年) 度の台風では, 道路関係56回, 河川関係99回の情報発信を行った。そのうち, 道路関係で特に効果のあったツイート (2019年2月28日時点) を以下に示す。

<台風第21号 越波に関するツイート>

・1位: 9月4日 12:15

(インプレッション: 7078回, エンゲージメント: 54回)

本日, 9月4日12時10分より, 国道42号田辺市芳養交差点～みなべ町 みなべ交差点の延長約5.2kmを越波のため通行止めを行いました。

#国道42号 #道路情報 #台風第21号 #越波

<台風第24号 越波に関するツイート>

・2位: 9月30日 16:41 (台風第24号)

(インプレッション: 5162回, エンゲージメント: 31回)

本日, 9月30日16時40分より, 国道42号みなべ町みなべ交差点地先の延長約20mを越波のため片側交互通行規制を行っております。

#国道42号 #道路情報 #台風第24号

インプレッションとは, 見られた回数 (閲覧数) のこと, エンゲージメントとは, そのツイートに“反応” (リツイート・返信・フォロー等) した合計回数のことである。



図-5 紀南河川国道事務所公式Twitter

6. 2018年（平成30年）度の課題と今後の対応

(1) 課題

2018年（平成30年）度の災害対応の課題を以下に示す。

- ・想定外の区間（気象予測業務の越波予測では問題ない区間）でも越波が発生したことによって通行規制を行うのに時間を要した。
- ・規制箇所に対し道路清掃車の数が足りなかったにも関わらず、機械を保有する業者や近隣事務所への応援要請を事前にできなかったため、道路パトロールによる安全の確認が遅くなり、台風が過ぎ去っても朝まで体制を解除できなかった。
- ・台風前の事前パトロール時に越波で打ち上げられる可能性がある障害物（船舶等）を見落としていたため、打ち上げられた障害物（船舶等）の所有者の把握及び移動に時間を要した。

(2) 今後の対応

今後の対応として、ソフト対策とハード対策に分けて述べる。

a) ソフト対策

- ・台風前の事前パトロール時に越波で打ち上げられる可能性のある障害物（船舶等）の移動・固定を所有者に指導する。
- ・道路清掃車等の事前確保及び要請を行う。
- ・SNS（Twitter・Instagram等）を使って災害についての情報発信を続ける際、越波や通行止めの写真を付けて発信したり、他の行政機関（地方自治体等）とSNSをフォローし合い、災害時に発信したツイートをリツイートしてもらう。さらに、災害時以外でも、越波による通行規制区間や最新の雨量情報を周知することで、閲覧者に対してSNSが災害時に役に立つ意識を高める。
- ・越波防止対策を検討する。
- ・越波に関する啓発ポスターを道の駅等に掲示する。

b) ハード対策

- ・気象予測業務において、2018年度の状況を踏まえて更に詳細な越波予測を構築する。

(3) 越波予測の改善

越波危険度を判定するための予測モデルを適切に構築するためには、沖波の波高予測の精度向上に加え、海底勾配を適切にモデル化し、実際の状況に近い打上げ高を算出することが重要である。しかし、実際の海岸には護岸構造物や岩礁が分布していること等からこれらを忠実に予測モデルで再現することは困難であると考えられる。

このような背景から、2019年度では海底勾配を単純に一定勾配とした複数パターンのモデルを用意し、それぞ

れのモデルにおいて実際に越波が発生した事例を用いて予測再現計算を行い、その中で実際の越波状況に近いものを海底勾配モデルのベースとし、さらに今後発生する越波の状況と比較することでチューニングする。

a) 打上げ高

打上げ高とは、沖合いから波が入射・砕波した際、波が駆け上がった高さのことである。

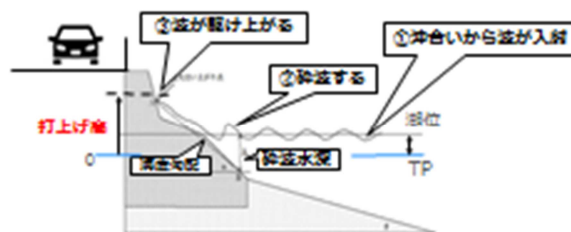


図-6 打上げ高

b) 打上げ高の再現計算

打上げ高は、波高・波長（周期）・海底勾配の様々な組み合わせにより、下記の数式で求められる。

$$\frac{R_{1/3}}{H_0} = 2.17 - 2.18e^{-0.70/\text{cota}/\sqrt{(H_0/L_0)}}$$

$\frac{R_{1/3}}{H_0}$: 砕波直前の波の波高に対する打上げ高の比

cota : 海底勾配

H_0/L_0 : 波形勾配（波高/波長）

海底勾配は、海上保安庁発行の水深データに基づく地形(topo_0とする)および、6パターンの海底勾配（1/50、1/30、1/20、1/15、1/10、1/8）とした。図-10の橙色の部分片側交互通行の時間帯、赤色の部分が全面通行止めの時間帯を示している。図から海底勾配が急なほど打上げ高は高くなりやすいことが分かる。

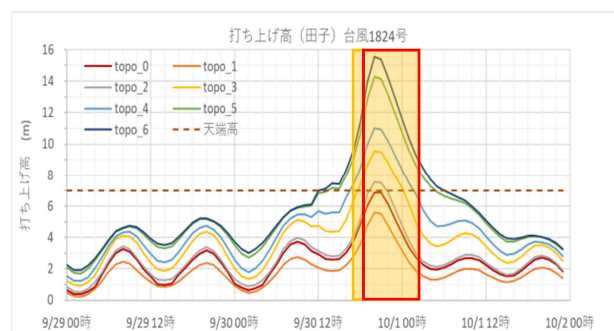


図-7 串本町田子を対象とした再現計算まとめと通行規制時間帯（2018年台風24号）

2018（平成30年）度の越波予測は、打上げ高のピークと全面通行止となる時間帯のイメージは概ね一致していたと考えられるが、越波発生時間帯は、実際より長時間かつ過大に予測する傾向が見られ、改善が必要と考えられた。今回の予測モデルの計算結果と現地の通行規制の実態を照合し、天端高を超えた高さと期間を摺り合わせ、適切なパラメータ（海底勾配）を決定すれば、各地点における越波の発生について予測出来る可能性が高まる。

7. おわりに

2018年（平成30年）度の台風は、例年に比べて勢力の強い台風が多く、紀南河川国道事務所では、例年の越波規制区間よりも広範囲で越波が発生し、様々な被害に見舞われた。災害対応においては台風が過ぎ去っても道路に打ち上げられた砂や小石等の清掃や安全確認等で通行規制の解除が翌朝となった。このような反省を生かして、気象予測による越波の予測精度を高め、規制解除を見据えた体制を確保する必要がある。また、新たな越波区間が確認されたことから、規制区間や現地応援班の配置の見直し等、運営計画の見直しの検討も必要である。さらに、災害対応ではSNSによる災害等の情報発信も有効である。紀南河川国道事務所では、2019年（令和元年）5月にInstagramを開設したことからTwitterだけではなくInstagramも活用し、幅広く情報提供していく。

参考文献

1)気象庁HP

(<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/ranking/landing.html>)

2)山下：紀南地域の越波多発箇所における対策と課題について、平成26年度近畿地方整備局管内技術論文，調査・設計部門：No.11