

技術報文

## 災害発生時の緊急・応急復旧資材について

### 「袋型根固め材」

前田工織(株) 営業推進部 丹澤 文秀

#### 1. はじめに

我が国は地形・地質が急峻かつ脆弱であり、台風、集中豪雨、地震・火山噴火等の異常な自然現象も多く、古来より災害を受けやすい環境にあります。また、河川の氾濫等によって形成された堆積平野に経済、社会活動の重要な部分を占めているという社会的条件があるため、ひとたび河川災害が発生すると、甚大な被害に繋がる状況にあります。さらに近年では気候変動の影響も顕在化しており、夏の熱波や頻発する豪雨災害、桜の開花の早まりなど、私たちの身のまわりの現象でも以前と違っていることを多く感じるようになりました。

ICPP（国連気候変動に関する政府間パネル）の平成25～26年に公表された第5次評価報告書では、「気候システムの温暖化に疑う余地がなく」、「人間による影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い（95～100%）」<sup>1)</sup>とされています。

このような気候変動の顕在化は、過去5年の大規模災害の発生にも表れています。

平成27年9月関東・東北豪雨、平成28年8月台風第10号、平成29年7月九州北部豪雨、平成30年9月台風第21号、さらに令和元年では、8月前線に伴う大雨、9月台風第15号、10月台風第19号と3ヶ月連続で大規模災害が発生しました。

今後、このような気候変動による豪雨の更なる頻発化・激甚化が確実視され、被害の拡大が懸念される状況において、いかに早く、安全に応急復旧を完了させて2次災害を防ぐとともに、短期間に本復旧に進むことが重要となります。

次項からは、多発する自然災害の中でも被害が大規模化する河川災害において、早期復旧のために必要な緊急・応急復旧資材について紹介します。

#### 2. 河川災害における緊急・応急復旧対策とは

災害が発生した場合、原則として、2ヶ月以内に災害査定を受け、本復旧に向け災害復旧事業が実施されます。

したがって、災害発生から本復旧までには一定期間を要することになりますが、緊急・応急復旧対策は、査定を待たずに速やかに復旧すべき箇所について活用することができます。復旧工事の全部又は一部を施工する応急本工事と、復旧工事（本復旧）が完了するまでの短期間に、被災施設の効用を最小限必要な範囲で確保する応急仮工事があります。応急本工事は、査定を待たずに被災施設を短期間に原形に復旧する工事です。応急仮工事は査定を待たずに堤防破堤の拡大防止のための措置、被災した道路の迂回路の確保、仮橋の設置など、被災した施設の効用を最小限必要な範囲で、確保するものです。さらに河川災害発生時の緊急・応急復旧対策は、既存資料や調査結果に基づいて当該氾濫状況が時間の経過によりどのように変化していくかを判断することが求められます。<sup>2)</sup>

## 2-1 緊急・応急復旧対策で求められる判断<sup>3)</sup>

### (1) 何が求められるかを確認

- ・堤内への浸水を防ぎたい
- ・これ以上の川岸決壊を防ぎたい

(具体的には)

流勢の緩和、流向の変更、流下能力の増加、河床洗堀の防止、側方浸食の防止、流水の遮断、越流の防止、漏水の防止など

### (2) 確保できる「人、モノ、土地」を確認

#### 【人】

- ・何ができる作業員が何人？
- ・現地到着時刻は？

#### 【モノ】

- ・保有資材は？
- ・調達可能資機材は？
- ・現地には、どのルートでどうやって搬入し、いつ到着か？

#### 【土地】

- ・必要な用地は？資機材置場は？製作ヤードは？

### (3) 「いつまでに何ができるか？」を判断

- ・機能の確保を最優先に（必ずしも元の線形、構造でない）
- ・いつまでに何ができるのかの工程を確認する
- ・作業の安全性を確認して
- ・本復旧時のことも考慮して
- ・応急仮設物の本復旧時の再利用を考えて

## 2-2 主な緊急・応急復旧対策

河川災害発生時の主な緊急・応急復旧対策について、表-1に取りまとめました。

表-1 河川災害発生時の主な緊急・応急復旧対策

被災施設	被災状況	緊急・応急復旧対策
河川	堤防決壊 河岸欠壊	仮締切工、欠壊防止工 土のう積工、矢板工 蛇籠工、フトン籠工 捨石工、ブロック投入工 袋型根固め工 シート張工、その他

### 2-3 緊急・応急復旧対策で求められる資材

緊急・応急復旧対策で求められる資材は、被災状況を判断し、その対策に対応する機能を有しており、さらに安全に本復旧時にも対応可能な資材が選定されています。以前は、大型フレコンバッグや耐候性大型土のう等による対策が主流でしたが、ここ数年の河川災害では、多面的な機能を有する「袋型根固め材」を用いた対策が増加しています。これは「袋型根固め材」の持つ多面的機能を活用できる指針や基準、マニュアル等が整備され、緊急・応急復旧対策の判断に対して、有効な資材の一つとなっていることが理由です。

### 3. 緊急・応急復旧資材としての袋型根固め材

多面的な機能を有する袋型根固め材について紹介します。



写真-1 袋型根固め材

#### 3-1 袋型根固め材の多面的機能について

袋型根固め材は、合成繊維を使用した網状の袋材に割栗石等の中詰め材を充填して袋体とし、河川護岸や橋脚の根固め工、洗堀防止、根固めブロックの間詰め工に適用する資材として開発されました。規格は1t~4tであり、河川事業等で使用する場合の袋型根固め材の要求性能は、下記の規定によります。

① 国土交通省 袋型根固め用袋材性能規定（長期性能型）

平成 21 年度末まで周知期間、平成 22 年度から施行開始

② 建設技術審査証明事業：一般財団法人 土木研究センター

前田工織㈱「ボトルユニット」の場合、平成 13 年 12 月 建設技術審査証明書を取得  
直近の更新は、平成 28 年 12 月

一方で、本設構造物としての袋型根固め材を仮設工事の資材として使用する現場が多くなってきたことから、仮設構造物としての袋型根固め材に対する要求性能及び安定性についてマニュアルが整備されています。

③ 「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアル：一般財団法人 土木研究センター

「ラブルネット積層工法マニュアル検討委員会」により平成 27 年 1 月発刊

災害復旧工事での使用のあり方についても、復旧工法としての築堤・護岸の根固め・床固めの内容で紹介されています。

#### ④ 災害復旧工事の設計要領：公益社団法人 全国防災協会

このように袋型根固め材は、使用される状況や用途において、求められる基準やマニュアルが整備されており、仮設工事から本設工事まで使用可能な多面的機能を有した資材です。

また、緊急・応急復旧資材として、復旧対策に求められる判断・状況に対応するとともに、本復旧（本工事）の際にも、本来の機能である護岸・根固め材として転用が可能です。これは緊急・応急復旧対策の応急仮工事を実施する際に、「本復旧工法を念頭に置き、本復旧に転用可能な資材を選定する」という考え方・判断に適合する資材と言えます。

### 3-2 袋型根固め材 活用事例

河川災害発生時の緊急・応急復旧対策に使用された袋型根固め材の活用事例と効果について紹介します。

#### (1) 緊急・応急復旧事例① 関東・東北豪雨（台風18号）鳴瀬川水系渋井川堤防緊急復旧<sup>4)</sup>

平成27年9月11日、宮城県大崎市古川西新井地区を流れる渋井川では、総雨量200mmに近い豪雨の影響で水位が増し、9月11日に3箇所で堤防が破堤しました。沿川の住宅100戸が床上浸水するなど、近隣に甚大な浸水被害が発生しました。被害は周辺213haに及びます（図-1参照）。



図-1 位置図

「国土交通省 東北地方整備局 北上川下流河川事務所 発表資料より」

#### 【緊急復旧工事】

工事着手：平成27年9月12日 午前10時から

現場位置：宮城県大崎市古川西新井地内（図-1参照）

復旧工法：備蓄土砂を用いて、周辺の堤防高さまで盛土

堤防の川側に袋型根固め材による仮護岸を設置し、洪水に強い構造とする  
堤防の破堤により、進入路が寸断されてしまい、クレーン等の大型重機の進入や設置が難しい

状況であり、盛土施工を行うバックホウだけが設置可能でした。そこで、バックホウによる短時間で施工可能な袋型根固め材を護岸材として緊急復旧し、本復旧に備えることになりました。

24時間体制で堤防の緊急復旧工事に対応し、9月11日05時00時に堤防が決壊してから、9月16日07時00分には3箇所の緊急復旧工事が完了しました（写真-2 参照）。

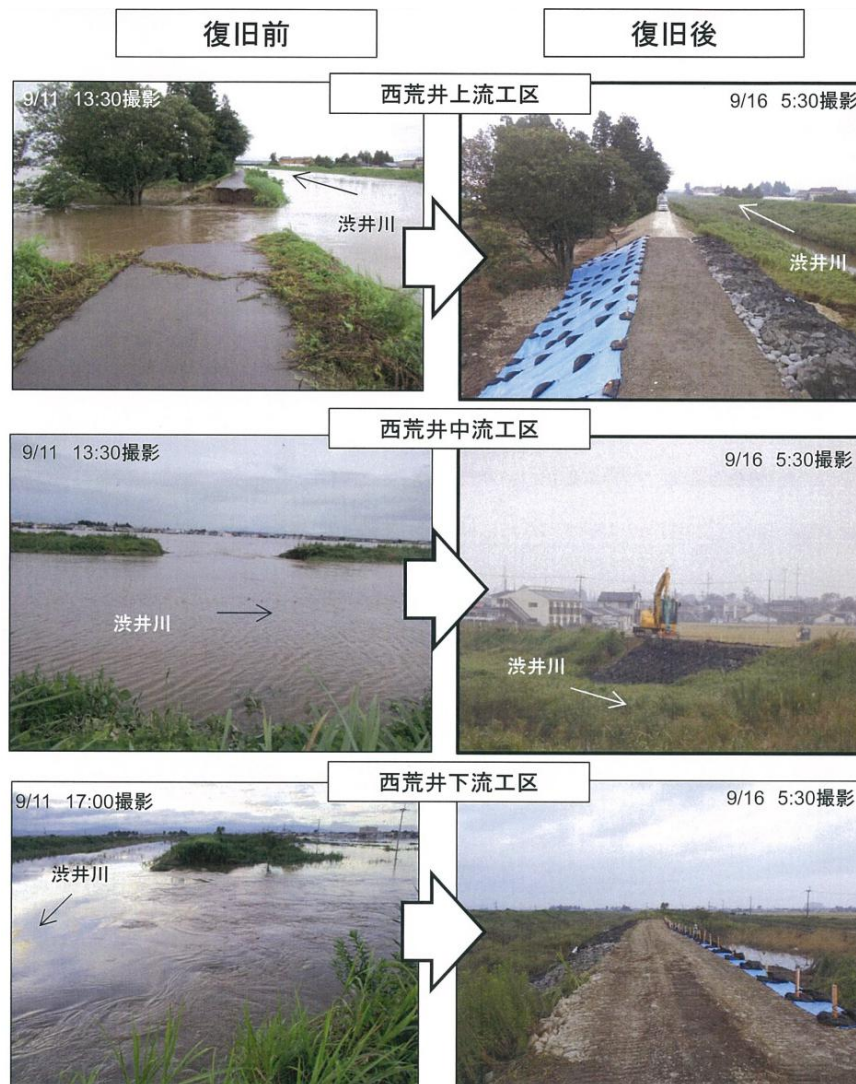


写真-2 緊急復旧完了

出典：国土交通省 東北地方整備局 北上川下流河川事務所 発表資料

大型重機の使用等が制限される厳しい施工条件の中で、即納可能な資材であるとともに、限られた施工方法に対し、柔軟に対応可能な袋型根固め材の多面的機能が効果を発揮した事例です。

さまざまな要件が混在する復旧対応において、早期に緊急復旧対策を完了し、本復旧までの調査期間を安全に確保することは、被災要因に対する効果的な本復旧対策に繋げるための重量な役割です。袋型根固め材は、緊急復旧対策から本復旧対策までの時間的制約、施工的制約に対しても効果的な資材であると言えます。

## (2) 緊急・応急復旧事例② 九州北部豪雨 筑後川水系花月川緊急復旧<sup>5)</sup>

平成29年7月5日の昼頃から夜にかけて福岡県から大分県にかけて強い雨域がかかり短時間に記録的な雨量を観測しました。花月川においては平成24年7月の豪雨による最高水位を超えて、観測史上最高水位(4.53m)を記録し、堤防欠損や越流氾濫等による甚大な被害を発生させました(図-2参照)。



図-2 位置図

### 【緊急復旧工事】

工事着手：平成29年7月6日 午後1時30分から

現場位置：大分県日田市内(図-2参照)

復旧方法：欠損した堤防に対し、袋型根固め材による仮護岸を設置し、洪水に強い構造とする

被災直後の厳しい施工条件に加え、堤防欠損の拡大を阻止し、最小限の堤防機能を回復させるための護岸資材として、即納可能な袋型根固め材が使用されました。

24時間体制で緊急復旧工事に対応し、7月6日の災害発生から7月14日には3箇所の緊急復旧護岸が完了しました(写真-3~8参照)。

(花月川 左岸 1k800付近)



写真-3 施工前 (7/11)



写真-4 施工後 (7/14)

(花月川 右岸 2k800 付近)



写真-5 施工後 (7/14)



写真-6 施工後 (7/14)

(花月川 右岸 6k400 付近)



写真-7 施工後 (7/14)



写真-8 施工後 (7/14)

被災直後の厳しい施工条件下において、堤防欠損箇所に対する土砂投入後の整地や法勾配の精度の確保、既設護岸との取り合わせは、時間的制約も重なり難しい状況となります。また、本復旧対策に移行した際には、大量投入された仮護岸資材の撤去も問題となります。このように様々な厳しい条件に対しても、袋型根固め材の有する機能（即納性、地盤追従性、撤去作業の容易性等）が効果を発揮した事例です。

#### 4. 緊急・応急復旧資材としての袋型根固め材の有効性

活用事例にあるように袋型根固め材の多面的機能は、緊急・応急復旧資材として効果的な対応ができる優れた資材です。

以下に袋型根固め材の多面的機能を活かした有効性について整理します。

##### (1) 緊急・応急復旧対策で求められる具体的な対策に対応可能

袋型根固め材の投入・設置により、被災箇所の拡大防止を図れます。コンクリートブロックや大型土のうと異なり、袋材の有する機能（屈とう性や地盤追従性）が、被災直後の複雑な地形に対して効果を発揮します。

- ・ 流勢の緩和、流向の変更、洗堀の防止、側方浸食の防止、流水の遮断、越流の防止など。

## (2) 被災現場の厳しい施工条件に即応可能

災害発生時の厳しい施工条件下でも、限られた人、限られた重機、限られた用地において、効果を発揮します。

- ・袋型根固め材用袋材は、軽量かつコンパクトな搬送が可能（大量の資材を即納可能）。
- ・限られたスペースで小人数による復旧対応が可能（2tまでの袋材ならバックホウだけの作業が可能）。
- ・資材や重機の搬入路が寸断されても、袋型根固め材を用いた仮設道路の築造で、迂回路の確保が可能（「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアルの活用）。
- ・袋型根固め材の敷設で、重機の移動や作業時のトラフィカビリティの確保も可能。

## (3) 本復旧時のことを考慮した緊急・応急復旧対策が可能

袋型根固め材は緊急・応急復旧対策から本復旧に移行する際も効果を発揮します。

- ・コンクリートブロックや土砂投入と比較して、撤去・再設置が容易
- ・仮設資材から本設資材に用途を転用できる
- ・転用・再設置が可能なので、本復旧時の護岸工や根固め工の資材として再利用ができる

今後、頻発する可能性が高い自然災害に対して、上記(1)～(3)のような袋型根固め材の多面的機能は、これまでのコンクリートブロックや大型土のうでは対応が難しかった緊急・応急復旧対策の早期完了、本復旧対策への早期移行について有効であり、十分な効果を発揮します。

## 5. 袋型根固め材の活用ステージの拡大について

災害規模の甚大化、拡大化にともない、様々なケースに対応可能な袋型根固め材の開発も進んでいます。

### (1) 人や重機等の進入が困難な現場対応

治山砂防施設等の災害復旧対策では、人や重機の進入が困難な対策が発生します。このようなケースに対応するため、ヘリコプターによる空輸を可能とする袋型根固め材の開発が進んでいます（写真-9）。



写真-9 空輸状況



### (安全性の確保)

- ・中詰め材の細かい破片の落下を防止するため、不織布により中詰め材を包み込みました。
- ・吊りロープのφ（径）を、一般的な規格より太くし、玉掛け基準の安全率をさらに高めることで、輸送時の安全性を確保しました（ $F_s=6.0 \rightarrow F_s=8.0$ ）。

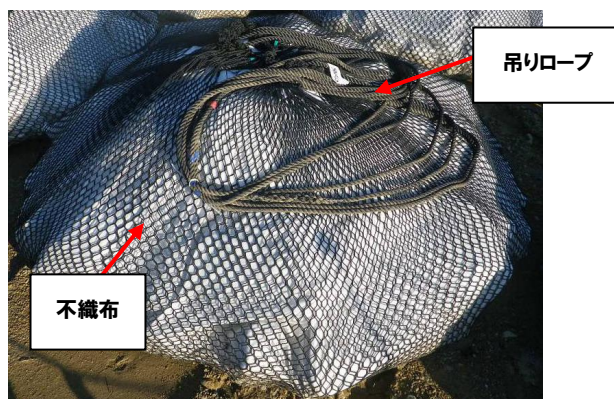


写真-10 安全性の確保

### (作業性の向上)

- ・作業員が立った状態での玉掛け作業を可能とし、袋材設置の際にフックが網地に絡まないよう吊り代を長くしました。



写真-11 作業性の向上

## (2) 海岸保全施設の緊急・応急復旧資材としての袋型根固め材

自然災害は河川施設だけでなく、海岸保全施設にも発生します。海岸保全施設は河川施設と異なり波浪等の影響を受けるため、一般的な袋型根固め材の構造では耐久性に問題がありました。そのため網地の耐久性を確保し、災害時には海岸保全施設として最小限の機能回復を図る袋材が開発されています。今までの袋型根固め材と同様に、地盤追従性に優れ、水中施工や撤去も容易で、本復旧時の転用も可能な海岸・海洋での使用を目的とした袋型根固め材です。また、袋材の使用に際して、具体的な事業に適用されやすい環境を整えることを目的とし、技術の内容と性能試験結果について、各分野の専門家で構成される第三者機関で、客観的・中立的な立場から確認・評価する事業「港湾関連民間技術の確認審査・評価事業」により袋材の審査・評価がなされ、安全に使用できる環境が整っています（写真-12）。



写真-12 パワフルユニット



写真-13 海岸保全施設の応急復旧

これからの袋型根固め材は、時と場所を選ばず頻発・甚大化する自然災害に対して、確実に対応できるように常に新しいステージを目指した開発を続ける必要があります。どのような状況や状態に対しても対応可能な復旧資材として品質管理・即納体制を維持し、皆様の安心・安全な生活、社会経済活動の維持に少しでも貢献できるよう、私達、製造会社は製品開発・改良に従事していきたいと考えます。どうぞ宜しく御願ひ致します。

#### 参考文献

- 1) 気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 気候変動踏まえた治水計画に係る技術検討会 R1.10
- 2) わかりやすい災害復旧関係事業のあらまし 国土交通省 水管理・国土保全局 防災課 R1.7
- 3) 災害復旧申請・応急復旧の留意点 社団法人 全国防災協会 H17.4
- 4) 国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所 平成 27 年 9 月 16 日 9 時 00 分 発表資料 「渋井川堤防緊急復旧」(第 26 報)
- 5) 国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所 平成 29 年 7 月 14 日 18 時 00 分 発表資料 「筑後川水系花月川 緊急復旧工事」(第 4 報)