

# 大規模河道閉塞の緊急工事の考え方

桜井 亘

## 1. はじめに

平成23年紀伊半島大水害（以下、紀伊半島大水害と略す）時には、深層崩壊により高さが数十メートルから100mとなる大規模な河道閉塞が複数形成された。そこで国土交通省近畿地方整備局は、河道閉塞決壊による土石流等の災害に対する安全を早急に確保するため直ちに緊急工事を実施した。しかし、対策の実績が無い大規模な河道閉塞である上に、緊急工事の段階では工事用道路等の仮設が十分に整っていないことや依然として湛水池の水位が高い現場もあるなど、困難な条件下での施工を強いられた。今後も豪雨や地震により大規模な河道閉塞形成の可能性があるため、困難な条件下において適切に緊急工事を実施する手法を確立する必要がある。そこで紀伊半島大水害時の河道閉塞の対策を通して得られた筆者の知見を整理し、緊急工事の考え方をとりまとめた。ここで、緊急工事とは恒久対策に先立ち仮設等の構造物を主として最低限の安全を早期に確保する対策と定義する。緊急工事の成否は恒久対策にも影響するため、極めて重要な過程と言える。なお河道閉塞の位置や概要は、紀伊山系砂防工事事務所のホームページ<sup>1)</sup>等を参照にされたい。

## 2. 緊急工事の計画と施工

### 2.1 緊急工事において対象とする現象と対策

河道閉塞の破壊形態は、①越流破壊、②河道閉塞下流面のすべり破壊、③進行性破壊（パイピング）、の3形態に分類される<sup>2)</sup>。このため、実際に想定される破壊形態に即した適切な対応が必要となる。これに関して桜井ら<sup>3)</sup>は、紀伊半島大水害時に形成された閉塞高100mの河道閉塞において、仮排水路整備後の台風時に生じた河道閉塞の大規模な侵食（最大侵食深37m、最大侵食幅120m）の要因について、侵食時のCCTV画像解析、地質調査や土質試験、斜面安定解析、浸透流解析を行

い、①により破壊したことを明らかにした。このことから、すべりやパイピングによる破壊は生じなくても侵食に対する強度は低く、一度越流を起こすと急激に侵食や洗掘が進行しやすいため、緊急工事では、越流破壊の防止を目的に仮排水路の整備が必須と言える。また恒久対策完了までの間、下流域の警戒避難や施工中の安全確保のため、越流破壊を監視する必要があることから、速やかに湛水池の流入量や水位変動を観測する体制の整備が必要である。

### 2.2 仮排水路の計画

#### 2.2.1 仮排水路の計画規模

仮排水路は次期出水期までに設置が完了するように、計画規模や形状を設定する必要がある。図-1、2に紀伊半島大水害後に施工した代表的な仮排水路の写真と平面図を示す。何れも仮排水路に

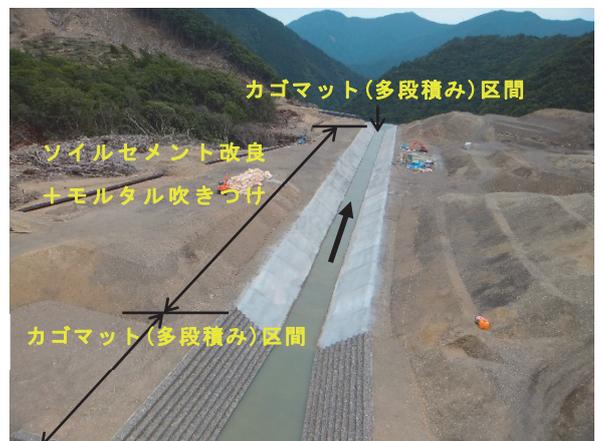


図-1 仮排水路（上；長殿地区、下；栗平地区）

期待する期間を概ね2ヶ年と想定して、この間に生じる洪水を対象に、2年超過確率規模の降雨による洪水を計画規模とした。しかし河道閉塞の規模が大きく、また工事用道路の整備が十分でない制約もあり、翌年梅雨期の本格的な降雨までにかかるうじて完成したことを考えると、これ以上の計画規模では出水期までの完成は困難と考えられた。以上から閉塞高が100m に達するような規模の

河道閉塞に設置する仮排水路の計画規模は、数年程度の超過確率規模が限度であると考えられる<sup>4)</sup>。

### 2.2.2 仮排水路の縦横断、平面計画

仮排水路の縦断形状は、越流の根源である湛水池の規模縮小の観点から工期内に可能な限り越流標高の切り下げを行い、かつ護岸に負担をかけないように流速を抑制するため、極力、緩やかな水路勾配を計画する。紀伊半島大水害で形成された河

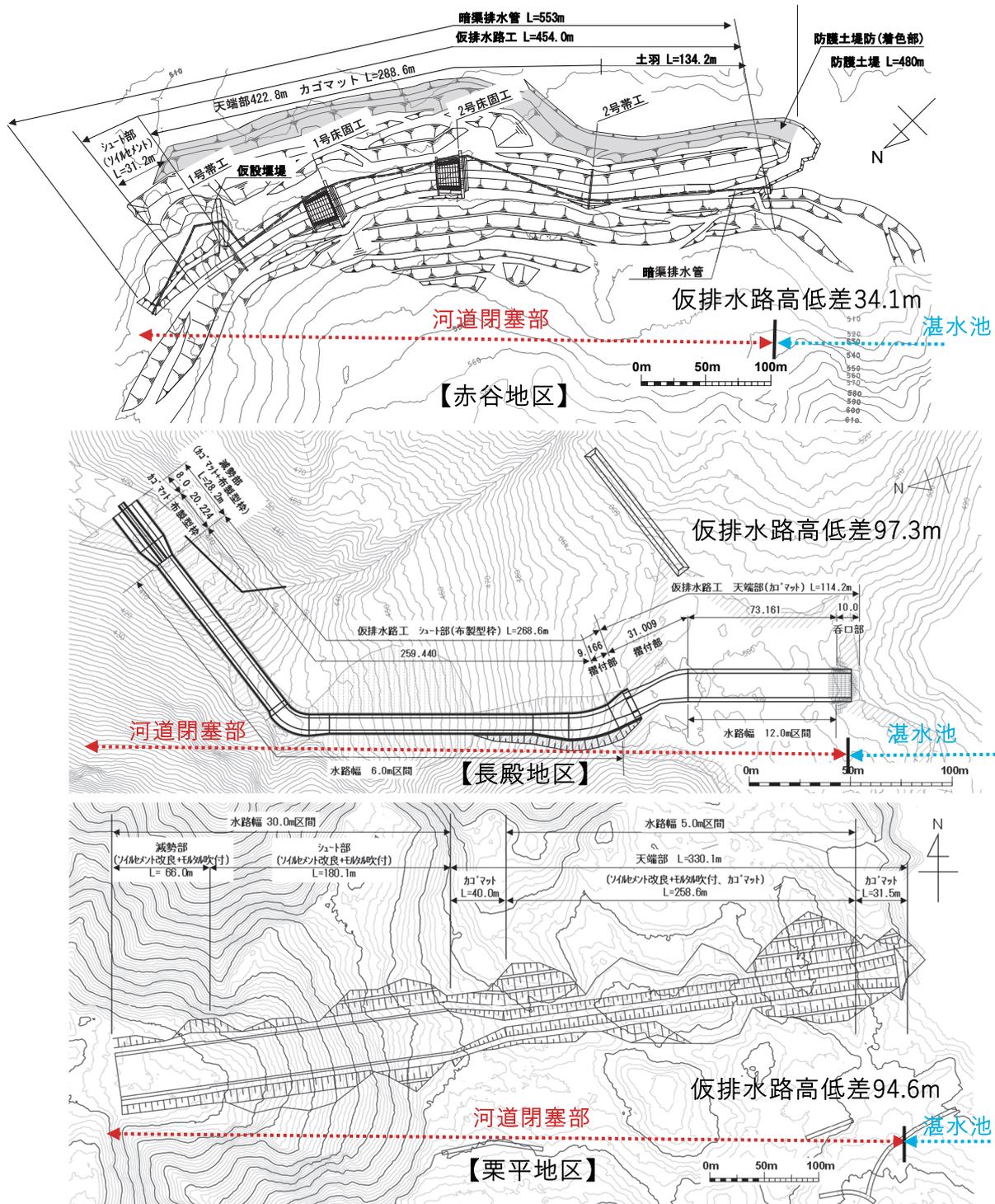


図-2 仮排水路平面図<sup>4)</sup>

道閉塞の天端部における水路勾配は1/150～1/160の範囲である。一方、河道閉塞下流面は大規模な掘削による勾配改変は困難なため、下流面の勾配に近い20～30°の急な縦断勾配を有するシュート状の仮排水路の構造とならざるを得ない。そのため水路底面の地盤改良やモルタル吹き付け等の補強と流水による河道閉塞脚部および仮排水路末端部の洗掘防止が不可欠となる。掘削土砂は湛水池を埋め戻すよう、また工事に影響が無い範囲で下流側へ巻き出すなど、河道閉塞上下流面の勾配を緩くするように処理する。仮排水路の法線は掘削量が最低となる位置に設置することが望ましいが、崩壊斜面からの土砂流入による影響が懸念される場合は崩壊斜面から距離を置くことも検討する。横断形状はバックホウの掘削能力や仮排水路内に土砂が堆積した場合の除石を考慮して、バックホウのアームが届く5m以下の水路高とする。さらに、高低差が大きな河道閉塞に仮排水路を設置すると、仮排水路末端や河道閉塞脚部付近の洗掘が顕著となるため、その対策が重要である。紀伊半島大水害で形成された河道閉塞は閉塞高が数十m～100mあり、従来実施されたブロック敷設程度の洗掘対策<sup>5)</sup>では効果が得られなかった。そこで仮排水路の施工段階から同時に砂防堰堤を施工し、仮排水路末端部や河道閉塞脚部の洗掘防止を図る必要がある。堰堤の施工に時間を要する場合は、砂防ソイルセメントを用いて短期間に施工が可能な仮設堰堤の設置を検討する。現地に大量に残存する崩壊土砂を砂防ソイルセメントとして、緊急工事や恒久対策の構造物に用いることが、工期短縮を図る上で有効である。なお、崩壊斜面から仮排水路へ土砂の流入が懸念される場合は、土堤のほか、暗渠排水管を仮排水路と同時に設置し、仮排水路に土砂が堆積しても安定して排水が行えるように計画することが重要である（図-2赤谷地区）。

### 2.2.3 仮排水護岸の構造と施工

仮排水路整備に要する工期のうち、護岸整備は最も時間を要することから、短時間で完成させるよう最も施工性が良い構造を選択することが重要である。図-3は、対策箇所毎の仮排水路の護岸構造【カゴマット（平張、多段積）、布製型枠、砂防ソイルセメント改良+モルタル吹きつけ】毎および部位（天端部、シュート部）毎に、護岸面

積および施工延長を、休工日を除く実施工日で除して日当たり施工量から施工性の比較を行ったものである<sup>4)</sup>。この結果、布製型枠が最も施工性が良い結果となったが、生コンや圧送ポンプ等の資機材の搬入が可能な現場に限られる。天端部の日当たり施工面積を見ると、砂防ソイルセメントを用いた構造が平張・多段積に関係なく、カゴマットより施工性が良い結果となった。特に、栗平地区では、ソイルセメントとカゴマット多段積みを併用したので、同じ施工条件下の比較結果である。これは、機械化施工が占める割合の多い方が、施工性が良好なことを示し、砂防ソイルセメントを用いる場合は、現地に大量に存在する土砂と調達・運搬しやすいセメントを材料とし、バックホウやブルドーザ、振動ローラなど、機械力を発揮した施工により短期間に設置が可能なためである。一方、カゴ構造は現地の転石を活用できるが、栗石投入や中詰め等、人力施工に頼る工程が多いため施工性が悪く、また転石のふるい分けによる栗石の採取に時間を要することから、砂防ソイルセメントより長い工期を要する。また仮排水路内に土砂が堆積しバックホウにより除去を行う場合バケットの爪がカゴに引っかかるなど、維持管理の面でも劣る。さらに、越流時に表流水が浸透すると水路底面より深部から侵食を促進するためカ

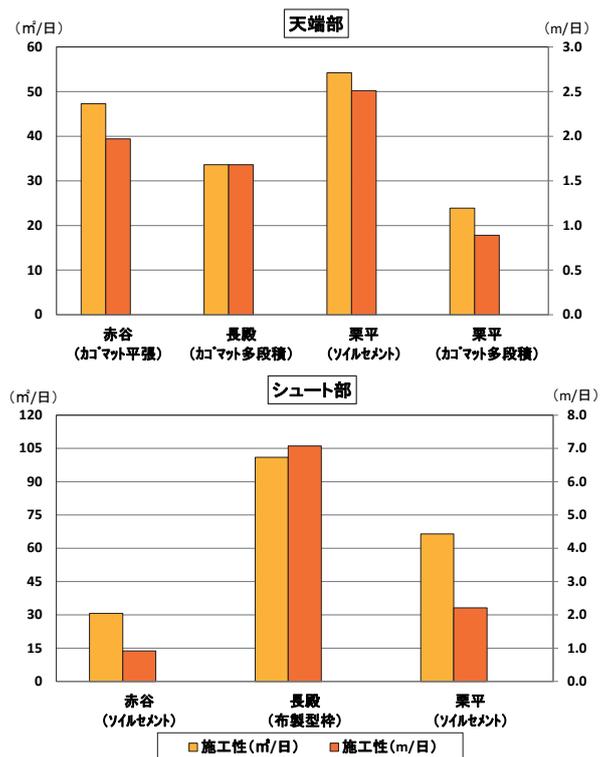


図-3 各地区の施工性比較<sup>4)</sup>

ゴ構造は、仮排水路末端部で湧水が多い箇所などに限定して用いるべきである。以上のように、仮排水路の構造は、砂防ソイルセメントや現場条件から可能な場合には布製型枠を活用することが、短期間に仮排水路を完成させる上で重要である。

### 2.3 湛水池の水位低下手段の確保

湛水池の水位低下が遅い河道閉塞では、一度出水があり水位が低下しないうちに次の出水に見舞われると容易に越流するため越流頻度が高く、その度に仮排水路末端部や河道閉塞脚部付近で急激な洗掘の可能性があるため、極力越流は避けた方が望ましい。そのため、通常から仮排水路敷高より低い標高に水位を保ち、洪水後は迅速に水位低下を図るように、可能な限り標高が低い位置から排水を行うよう暗渠排水管を設置すると効果的である。仮排水路設置と同時に開削により水路底面以下に設置すると早期に設置が可能であるが、推進工法を用いると、さらに深い位置に暗渠排水管の敷設が可能であり、より大きな水位低下の効果が得られる。紀伊半島大水害で生じた河道閉塞対策箇所の中には、推進工法により仮排水路敷高より10m低い標高に40日間で直径800mm、延長160mの暗渠配水管を2本敷設した事例もある<sup>6)</sup>。

なお、排水ポンプによる水位低下は、出水期には効果が限定的であり、発動発電機を用いる連続運転のため燃料コストが膨大になるため、主たる排水手段になり得ないことに留意する必要がある。

## 3. 対策を通して得られた教訓の整理

紀伊半島大水害の対策を参考に、大規模な河道閉塞における緊急工事の要点を以下にまとめる。

### 1. 越流侵食を対象に仮排水路による排水手段を確保する。

- ・ 工期内に可能な限り越流標高の切り下げを行うことを前提として仮排水路の縦断形状を定める。
- ・ 仮排水路末端や河道閉塞脚部の洗掘防止のため、砂防堰堤と合わせて整備する。
- ・ 護岸の構造は、砂防ソイルセメント等、施工性が良く短期間に施工が可能となる構造とし、施工性や維持管理の面で劣るカゴ構造は主たる構造として用いない。
- ・ 崩壊斜面から土砂流入が懸念される場合は水路底面以下に暗渠排水管を計画し、仮排水路内に土砂が堆積しても排水可能な手段を確保する。

### 2. 越流頻度が高い場合は、暗渠排水管等、湛水池の水位低下手段を確保する。暗渠排水管は、仮排水路設置時に開削により設置するほか、推進工法の適用も検討する。

以上、大規模な河道閉塞の緊急工事の考え方を述べた。河道閉塞形成の危険性が高い流域では、日頃から河道閉塞形成時の緊急工事を想定して、ヘリの活用も含めた資機材搬入ルート計画や、緊急工事实施の机上訓練を通して対応技術の向上など行うと、非常時において、より迅速かつ効果的な対策を講じることが可能と考えられる。

### 参考文献

- 1) 紀伊山系砂防事務所ホームページ  
<https://www.kkr.mlit.go.jp/kiisankei/map/>
- 2) 高橋保：土石流の機構と対策、古今書院、p.155-156、2004
- 3) 桜井亘・梶原修・大山誠・水山高久・池田暁彦・西尾陽介・徳永博・太田敬一・大塚康之：平成24年9月台風17号による河道閉塞対策施設の被災について～CCTV画像を中心とした侵食過程の解析～、砂防学会誌、Vol.66、No.5、p.33-41、2014
- 4) 桜井亘・酒井良・後藤彦幸・梶原修・下野公仁・江口健治・森田真幸・荒川淳二・大塚康之：河道閉塞の緊急対策として最適な仮排水路の計画について、砂防学会誌、Vol.67、No.4、p.23-30、2014
- 5) 河道閉塞対策工事研究会：河道閉塞対策工事マニュアル、p.1-4、p.4-12、p.4-13、2010
- 6) 桜井亘・酒井良・大塚康之・青木浩章・長原秀樹・荒木義則：河道閉塞湛水池の排水手段としての推進工法の適用について、砂防学会誌、Vol.67、No.1、p.19-27、2014

桜井 亘



研究当時 国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所長 現 国土交通省砂防部砂防計画課 地震・火山砂防室長  
Dr.SAKURAI Wataru