

第5章 コンクリート腹付けの設計

参考：砂防堰堤設計マニュアル（国土交通省中国地方整備局倉吉河川国道事務所）

腹付けコンクリートの用心鉄筋は、 $1\text{m}^2$ に1本とし、計算によって鉄筋径を求める。ただし、最小の鉄筋径はD16とする。

《用心鉄筋の計算方法》

- 1) 腹付けコンクリート底面に作用する地盤反力（ $Q$ ）の算出

$$Q = 1/2 \cdot (q_1 + q_3) \cdot B_1 \quad \dots (4-5-1)$$

$$q_3 = q_2 + B_2/B \times (q_1 - q_2) \quad \dots (4-5-2)$$

腹付けコンクリート底面に作用する地盤反力（ $Q$ ）は、洪水時、土石流時の安定計算を実施しているケースについて求める。

$q_1$ 、 $q_2$  は安定計算により求める。

- 2) 腹付け部の自重（ $W$ ）の算出

$$W = V \cdot W_c \quad \dots (4-5-3)$$

$V$ ：腹付け部の体積（ $\text{m}^3$ ）

$W_c$ ：腹付け部のコンクリートの単位体積重量  
（ $22.56\text{kN/m}^3$ ）

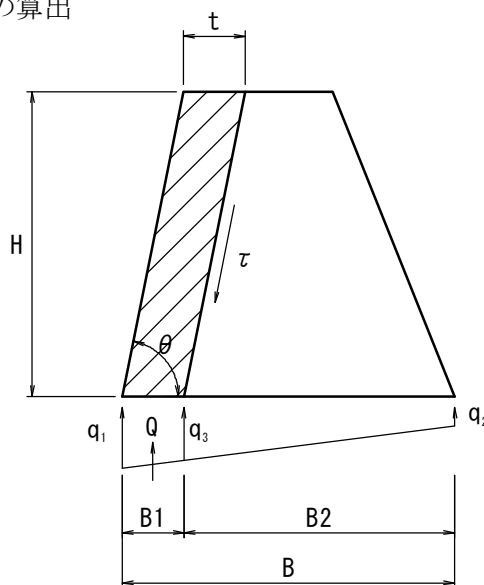


図 4-5-1 用心鉄筋の計算方法

- 3) 腹付けコンクリートの自重及び地盤反力の合力によるせん断力（ $\tau$ ）の算出

$$\tau = (W - Q) \cdot \sin \theta - (W - Q) \cdot \cos \theta \cdot f \quad \dots (4-5-4)$$

$\tau$ ：接合面に働くせん断力（ $\text{kN/m}$ ）

$W$ ：腹付けコンクリートの自重（ $\text{kN/m}$ ）

$\theta$ ：傾斜角（ $^\circ$ ）

$f$ ：コンクリート同士の摩擦係数（0.7）

$\tau$  は絶対値が最も大きくなるケースを採用する。

接合面  $1\text{m}^2$  に作用するせん断力（ $\tau'$ ）次式で求める。

$$\tau' = \tau / L \quad \dots (4-5-5)$$

$\tau'$ ：接合面  $1\text{m}^2$  に作用するせん断力（ $\text{kN/m}^2$ ）

$L$ ：接合面長（ $=H/\sin \theta$ ）（ $\text{m}$ ）

4) 鉄筋径の算出

鉄筋は、鉛直方向に1m間隔で配置すると、鉄筋1本あたりに作用するせん断力は水平間隔ごとに以下の通りとなる。

$$\tau'' = \tau' \times @ \quad \dots (4-5-6)$$

$\tau''$  : 鉄筋1本あたりに作用するせん断力 (kN/m)

@ : 水平方向間隔 (m)

このときの必要鉄筋量 ( $A_s$ ) は、以下の式により求める。

$$A_s = \tau'' / \tau_{sa} \quad \dots (4-5-7)$$

$A_s$  : 必要鉄筋量 (cm<sup>2</sup>で求める)

$\tau''$  : 鉄筋1本あたりに作用するせん断力 (kN/m)

$\tau_{sa}$  : 鉄筋の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

(105N/mm<sup>2</sup>を標準とする)

@ = 1.00m として必要鉄筋量を求める。

ここで、 $A_s$  を満足する鉄筋は右表よりから求める。

鉄筋	断面積 (cm <sup>2</sup> )
D13	1.267
D16	1.986
D19	2.865
D22	3.871
D25	5.067

5) 定着長 (片側)

定着長の算出方法は、「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋・コンクリート部材編 (H29,p84)」の鉄筋の継手長の算出方法に準拠する。

定着長は、次式に示す  $L_a$  または鉄筋直径の20倍の長い方の値以上とする。

$$L_a = \sigma_{sa} / (4 \cdot \tau_{oa}) \cdot \phi \quad \dots (4-5-8)$$

$L_a$  : 定着長 (mm)

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容応力度 (SD345 : 200N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_{oa}$  : コンクリートの許容付着強度 ( $\sigma_{ck18}$  : 1.4N/mm<sup>2</sup>)

$\phi$  : 鉄筋の直径 (mm)

第6章 砂防堰堤緊急改築事業

出典：砂防設備等緊急改築事業の実施マニュアル（国土交通省河川局保全課:H23.2）

第1節 事業の対象

砂防設備等緊急改築事業の対象は砂防設備等であり、次に掲げる要件をすべて満たすものとする。

1. 砂防設備等の管理が適切に実施されているもの。
2. 事業の対象となる砂防設備等が、以下の要件に該当するもの。
  - (1) 昭和52年以前の技術基準により設計されており、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていない砂防設備。  
ただし、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法等の対象箇所及び協定等取極に基づく直轄砂防事業での対応箇所を除く。
3. 実施に当たって、本事業の実施内容を記載した、次に掲げる事項を定めた緊急改築事業計画が策定されていること。
  - (1) 対象とする砂防設備等の概要
  - (2) 事業の目的
  - (3) 保全対象
  - (4) 施設管理の状況
  - (5) 緊急改築工事の内容
  - (6) その他参考となる事項
4. 事業計画に位置付ける総事業費が1億円以上であるもの（当該工事の実施に必要な調査費用を含む）。

解説

1. 「砂防設備等の管理が適切に実施されているもの」について

本事業の実施についての前提条件としては、砂防設備台帳若しくは地すべり防止区域台帳に、当該砂防設備等が登載されていることが第1の条件となる。さらに、平成16年3月25日国河保第88号「砂防設備の定期巡視点検の実施について」に基づき、国交省より、各都道府県の土木主管部長に対して、「安全利用点検に関する”定期巡視点検実施計画”を定め、点検、巡視を実施する」よう依頼がなされており、5年以上前から”定期巡視点検実施計画”に基づき、砂防設備等の管理が適切に実施されていることが、第2の条件である。

2. 「事業の対象となる砂防設備等が、以下のいずれかの要件に該当するもの」について

1) 本事業の対象とならない砂防設備等

都道府県管理の砂防設備等のうち、大雨、洪水、地震その他の異常な天然現象に因り生じた災害によって新しく被災したものは、災害復旧事業の対象となるため、このような被災施設は、

## 第 6 章 砂防堰堤緊急改築事業

本事業の対象から除外する。また、直轄工事区域内に存在する都道府県管理の砂防設備等のうち、直轄砂防設備改良工事或いは直轄地すべり防止工事と密接な関連があるものとして都道府県知事と地方整備局長とが協定を締結したものについても同様に対象から除外する。

2) 「(1) 昭和 52 年以前の技術基準により設計されており、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていないなどの砂防設備」について

以下の説明は主として砂防堰堤を想定して行っており（堤高 5 m 未満の砂防えん堤や床固工、溪流保全工についても対象から除外するものではないが、個別の状況を十分吟味する必要がある。）、損傷等の状況によって、保全対象に対する危険性から現況で放置できず、当該施設の一定規模の改築が必要である施設を対象として、取り扱うものとする。

下表は、参考のために、堰堤の堤体を構成する材料（以下、“主構造”と称する）の種別によって区分して、整理したものである。

堤体の主構造	要件	損傷等の状況
コンクリート	昭和 52 年以前に着工された砂防堰堤※1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体が極端に摩耗しているもの</li> <li>・連続性のある亀裂の多数が発生(漏水の多発も含む)している或いはセメント分の遊離流失による骨材分離が堤体全体に及ぶなど堤体の一体性が損なわれているもの</li> <li>・堤体に滑動・変形などを生じているもの</li> <li>・堤体基礎部に大きな洗掘が発生しているもの</li> <li>・施設の設置位置が、土石流発生・流下区間内であるにもかかわらず、天端厚、現計画流量規模に対する水通し部の河積や前庭部の規格が、当該溪流の現行計画上不適合であって、計画規模の土石流発生に際して、水通し天端、袖部、前庭部等が確実に損傷するおそれがあるもの</li> </ul>
石積(充填材料が土石で、表面を空石積、練石積で張り立てたもの)	着工年代を問わない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体表面の石積み部材の相当量が流失しているもの</li> <li>・土砂等充填材料の吸出しなどによって堤体内に空洞が発生しているもの</li> <li>・樹木根茎の侵入によって表面構造に破壊が生じているもの</li> <li>・堤体に滑動・変形などを生じているもの</li> <li>・堤体基礎部に大きな洗掘が発生しているもの</li> <li>・水通し部及び前庭部が現計画流量規模を安全に流下できる必要河積或いは構造を有していないもの</li> </ul>

## 第 6 章 砂防堰堤緊急改築事業

粗石コンクリート(充填材料が粗石コンクリートで、表面を練石積あるいはコンクリートで覆ったもの)	着工年代を問わない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体が極端に摩耗しているもの</li> <li>・堤体表面の石積み部材の相当量が流失しているもの</li> <li>・連続性のある亀裂が多数発生(漏水の多発も含む)している 或いは中詰コンクリートのセメント分の遊離流失による骨材分離や、表面石材の打設目地の間詰モルタルのセメント分の遊離流失による打設ブロックの分離構造化が進んでいるなど堤体の一体性が損なわれ、堰堤機能の発揮を期待できないもの</li> <li>・堤体に滑動・変形などを生じ、堰堤機能の発揮を期待できないもの</li> <li>・堤体基礎部に大きな洗掘が発生し、堰堤機能の発揮を期待できないもの</li> <li>・水通し部及び前庭部が現計画流量規模を安全に流下できる必要河積或いは構造を有しておらず、堰堤機能の発揮を期待できないもの</li> </ul>
鋼製構造であるもの	昭和 60 年よりも以前に着工されたもの※2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主要構造部材について破断、亀裂、変形、磨耗、腐食などに著しい損耗が見られ、堰堤機能の発揮を期待できないもの</li> </ul>

※1 『河川・砂防技術基準(案)』等の制定・改訂の経緯、技術参考書の内容等の推移を踏まえると、土石流に対する具体的な設計基準（例えば、砂防堰堤天端厚）など、主構造がコンクリートである砂防堰堤についてその具備すべき具体的な規格が設計に採用・反映され始めた時期は、昭和 52 年頃と判断されるため。

※2 鋼製砂防構造物に関する技術基準の本格的運用が開始された時期は昭和 60 年頃と見なされるため。

4) 「3. 実施に当たって、本事業の実施内容を記載した、次に掲げる事項を定めた緊急改築事業計画が策定されていること」について

「本章第 4 節 緊急改築事業計画」を参照。

5) 「4. 事業計画に位置付ける総事業費が 1 億円以上であるもの（当該工事の実施に必要な調査費用を含む。）」について

砂防設備等緊急改築事業は、総合流域防災事業に含まれるものである。総合流域防災事業の同一圏域内に、緊急改築事業計画を策定した事業箇所が 1 つしかない場合、当該工事の実施に必要な調査を含めて、事業費は 1 億円以上であるものとするが、同一圏域内に複数の本事業の対象箇所が存在する場合は、これらの複数個所の事業費合計が、当該工事の実施に必要な調査を含めて 1 億円以上であるものとする。

## 第2節 事業の実施手順

砂防設備等緊急改築事業は、事業計画箇所において次のような手順で実施する。

1. 参考資料（砂防設備等の管理実施の適切性を示す資料）の整理
2. 事業の候補施設の概略調査及び対象となる砂防設備等の抽出
3. 事業の対象となる砂防設備等の詳細調査
4. 調査結果を踏まえた緊急改築事業計画の策定
5. 策定された緊急改築事業計画の、管轄地方整備局への提出及び説明
6. 事業採択後に必要となる追加の詳細調査
7. 緊急改築事業計画の変更、緊急改築事業計画に基づく緊急改築事業の実施
8. 事業期間終了後の本事業成果報告の、管轄地方整備局への提出及び説明

### 解説

1. 「1. 参考資料（砂防設備等の管理実施の適切性を示す資料）の整理」について

1) 砂防設備台帳または地すべり防止区域台帳（地すべり防止施設台帳或いは地すべり施設台帳等含む）における、対象と想定される当該砂防設備等について、その記載ページの写しを整理すること。

2) 本事業の要求に当たっては、当該砂防設備等を含む流域について、管理が適切に実施されていることを示す資料として、“定期巡視点検実施計画（維持管理実施計画など、他の名称でも可）”について、その概要について、次のとおり資料を準備すること。

- ①定期点検の内容と頻度等を含む維持管理基準・規程の策定状況
- ②施設整備後の具体的な維持管理体制の継続状況
- ③管理記録の保管状況

具体的には、当該砂防設備等を所管する都道府県出先の土木事務所等における、ここ5年間（文書保存期間等の規定などにより、点検記録資料が廃棄されている期間については遡る必要はない）の巡視点検計画・体制の概要・点検実施の記録、実際の点検事例コピーなどを、参考資料として合わせて準備しておくことが必要である。

また、地すべり防止施設についても、管理が適切に実施されていることを示すために、砂防設備の場合と同様に、定期巡視点検或いは維持管理計画に関する参考資料を合わせて整理しておくことが必要となる。

なお、単独で事業費が1億円未満となる見込みの箇所については、本事業の要求段階では、上記①～③の事項の存否のみが確認できる資料の提出をもって、管理実施の適切性を示し得るものとするが、その場合、事業採択後の詳細調査の追加によって、上記の資料を整理すること。

2. 「2. 本事業の候補施設の概略調査及び対象となる砂防設備等の抽出」について

本事業の実施に必要な砂防設備等を選定するため、施設の重要性、緊急性などを十分に考慮して、砂防設備等の候補を選定して、机上調査によって概略調査を行い、本事業の対象となる砂防設備等を、1)～4)のような観点から抽出する。

### 1) 設置年代

例えば、古い砂防堰堤に関しては、その老朽化や変状は、外的な要因に加えて、その内部構造にも原因がある。

内部構造は、建設時期の社会背景や経済的な理由による施工状況が反映されており、既往の調査結果によれば、例えば、戦前(昭和17年以前)、戦中(昭和17～20年)、戦後ガリオア資金(昭和22～27年)、戦後(昭和27年以降)の4時期でその施工時のセメント供給状況(或いは価格)が異なっており、特に戦中と戦後ガリオア資金の時期には、戦争政策と戦後の混乱によってセメント供給が極端に低下したため、セメント使用量が不足した貧配合の粗石コンクリート堰堤が多く建設されているようであることに留意しておく必要がある。

また、砂防堰堤天端厚に対する基準を始めとする、土石流に対する具体的な設計基準が公的に採用され始めた時期と思われる昭和52年よりも以前に設計された砂防堰堤については、土石流流下区間であるにも拘わらず、天端厚の薄い砂防堰堤が設置されているものが見受けられ、土石流によって損傷を被る可能性が高いことが推定される。さらに、鋼製構造の砂防堰堤については、その技術基準の本格的運用が開始された昭和60年よりも以前の、昭和40年代から導入され始めている。

調査を行う場合、このような時代背景や技術基準類の改定などを念頭におくべきと考えられる。

### 2) 施設の重要性

当該砂防設備等の構造(規模)、効果量、保全対象との位置関係、保全対象の状況とその重要性などを整理し、当該砂防設備等が大きく破損した場合について、保全対象に与える影響や想定される被害を推定する。

### 3) 施設設置位置の場の条件

当該砂防設備等の上流の新たな荒廃地の発生、火山噴火による土石流の頻発、大きな地震の発生、融雪による地すべり土塊の繰り返し移動など自然条件の変化や、開発進行に伴う新たな重要保全対象の出現など社会条件の変化等、当該施設設置時には想定していなかった流域や地域の変化状況をまとめる。

### 4) 施設の改築の緊急性

当該施設の損傷程度について、その復旧対策実施の緊急性を判断するために、安全性の評価を行い、2)に基づく保全対象に与える影響や想定される被害を勘案して、事業単位となる圏域内で、複数事業箇所がある場合には、それらの改築優先順位を整理する。

概略調査の成果は、抽出された砂防設備等について

- ① 対象とする砂防設備等の概要
- ② 事業の目的
- ③ 保全対象
- ④ 施設管理の状況
- ⑤ 緊急改築工事の内容
- ⑥ その他参考となる事項

として、整理する。

### 3. 「3. 本事業の対象となる砂防設備等の詳細調査」について

本事業は、事業の性質上、概算要求段階では、十分な資料が調わないと想定されることから、単独事業によって次のように取り扱うものとする。

(1) 単独で事業費が1億円未満になると見込まれる事業箇所については、所在、基本諸元、図面、施設設置時を含む複数時点の施設状況写真等について概略調査を実施した結果を、前項2の①～⑥の説明資料として、要求段階で準備するものとするが、個別箇所の想定被害内訳の提出は不要である（この場合、採択後に実施される詳細調査によって、個別箇所の想定被害内訳を含めて、以下1）または2）で述べる資料を調えることが必要となる。）。

(2) 単独で事業費が1億円以上になると見込まれる事業箇所については、前項2の①～⑥の説明資料と同時に、以下に述べる詳細調査の資料を、要求段階で整理・準備すること。

#### ①対策流域等の諸元

流域地形図(流域内の既設砂防設備の配置状況、保全対象等を示すもの)、流域面積、縦断図、横断図、計画流量、土石流・掃流区間の区分等、想定流下範囲の確定に必要な資料を整理する。

#### ②施設の基本諸元

砂防設備台帳に記載された事項によって、砂防計画上の位置づけ、補修・改修履歴、設計時及び現在の構造諸元、計画上期待されている貯砂量等(当時の設計書、工事図面がない場合は、簡略な推定で構わない)の資料を整理する。文化財登録等がなされた施設である場合には特記事項として整理する。

#### ③技術基準

現行技術基準への適合状況、砂防設備台帳、供用後の点検記録時系列や被災等大規模な事象履歴資料を整理する。

#### ④保全対象

下流で被災のおそれのある地域の保全対象施設・家屋の資料を整理する。

#### ⑤設計外力・条件

雨量・流量(既往最大、1/10、1/30、1/50、1/100の確率規模に対応)、現況貯砂量、洪水時最大貯砂量(現況貯砂量+最大調節量)、計画地点での計画流出土砂量等の資料を整理する。

#### ⑥当該砂防設備が機能を喪失した場合の保全対象への影響

当該砂防設備が機能を喪失した場合の保全対象への影響を原則として土砂災害防止法での手法(水系砂防の対象施設である場合には、河川区間での氾濫想定の手法を参考とする)に準じて検討し、社会資本総合整備計画の目標・指標への寄与度を算出すること。

### 4. 「4. 調査結果を踏まえた緊急改築事業計画の策定」について

「本章第4節 緊急改築事業計画」を参照。

### 5. 「5. 策定された緊急改築事業計画の、管轄地方整備局への提出及び説明」について

各都道府県において、策定された「緊急改築事業計画」については、必要な参考資料(3で



## 第6章 砂防堰堤緊急改築事業

述べた資料等)を添えて管轄地方整備局に提出し、説明を行うこととする。

### 6. 「6. 事業採択後に必要となる追加の詳細調査」について

採択後に必要となる追加の詳細調査の内容については、3で述べたとおりである。

### 7. 「7. 緊急改築事業計画の変更、緊急改築事業計画に基づく緊急改築事業の実施」について

管轄地方整備局に提出し、説明を行った後に、各都道府県において、策定された「緊急改築事業計画」に基づいて、適正に事業を実施するものとする。また、事業期間内において、「緊急改築事業計画」に変更の必要が生じた場合、策定時の手続きに準じて行うものとする。

### 8. 「8. 事業期間終了後の本事業成果報告の、管轄地方整備局への提出及び説明」について

事業完了後は、当該砂防設備等について、新旧の構造諸元、構造図、効果について、成果報告をまとめ、管轄地方整備局に提出、説明すること。

## 第3節 対策工

砂防設備等緊急改築事業において実施する砂防設備等の改築に係る主な対策工の工種を下記に示す。対策工の選定に際しては、既存施設の耐久性の向上に要する、事業経費と保全効果、ライフサイクルコスト等を総合的に勘案して決定する。

### 解説

砂防堰堤の改良補強工法としては、おおよそ、次のものがあげられる。

- ① 現堤体に対する堤体腹付けコンクリートによって必要強度をもった躯体を新たに付加する工法
- ② 現堤体内部へのグラウト注入、鉄筋・鉄骨の挿入、或いはアンカー打ち込みによって堤体の強度不足を補う工法
- ③ 現堰堤の直下流側に新堰堤を建設する工法（原則として、現存施設設置位置での機能回復ないし耐久性向上が技術的に著しく困難で、経済比較において代替施設と比して不利な場合に限る。）

なお、③のように代替施設改修で対応する場合には、既存施設が内在する危険性が適切に除去されるか対処されることが不可欠となる。

また、緊急改築の手法として、堰堤のかさ上げやスリット化などを検討する場合、全体計画の中での計画土砂量の各施設への配分見直しなどを行い、流域全体で最適な施設配置となることを、具体的な調査結果で示す必要がある。

#### 第4節 緊急改築事業計画

1. 緊急改築事業計画に定めるべき事項

次に掲げる事項を定めるものとする。

- (1) 対象とする砂防設備等の概要
- (2) 事業目的、整備方法等の考え方
- (3) 保全対象
- (4) 施設管理の状況
- (5) 緊急改築工事の内容

2. 計画期間

緊急改築事業の計画期間は5箇年内とし、成果目標が達成される事業計画とする。

3. 対象事業

事業計画に含める対象事業は、個別及び複数箇所全体でも本事業の目的に合致するものとする。

#### 解説

緊急改築事業計画書は原則として総合流域防災事業の圏域単位で作成し、総合流域防災事業計画書別添として提出する。なお、「(2) 事業の目的」において、現行基準に対する不適合の解消は、目的ではなく、事業実施にあたっての必要条件の一つに過ぎないことに留意する。また、「(4) 施設管理の状況」においては、都道府県毎に、定期点検の内容と頻度等を含む維持管理基準・規定の策定状況、施設整備後の具体的な維持管理体制の継続状況、及び管理記録の保管状況を照合し、確認することに留意する。

#### 第5節 緊急改築事業の実施に際しての留意事項

緊急改築事業対象施設について、計画的かつ効率的な施設保全を実施するため、本事業実施後前後での変化を追記し、事業完了後より整理し、電子媒体にて管理記録の作成を行うものとする。

#### 解説

緊急改築事業の対象施設においては、管理記録の保管が事業実施の前提とされる。緊急改築事業実施にあわせ、保管されてきている管理記録を追補する。また、緊急改築事業全体計画を策定する基礎資料として、砂防設備台帳或いは地すべり防止区域台帳中にも、対象設備の主要諸元と合わせ、事業前後で向上する機能を、施設の整備・管理履歴の一環として記録して整合を図る。参考資料として、全体計画及び検討内容等は、可能な範囲で報告書として保存期間を定めて別途保管する。なお、緊急改築事業の事後評価に資するため、本事業実施後の適切な時期（10年程度を目安）に、事後点検調査を行い、同様に台帳に記録し保管する。