

## 安全対策等について

### 安全対策

鋼製砂防構造物の施工に際しては、従来のコンクリート製砂防構造物と基本的に同様の安全対策が必要とされる。

### 安全管理

工事現場内の安全管理については、作業員の労働災害の防止ならびに疾病を予防するとともに、第三者に対する災害を防止するため工事期間中安全巡視を行う。

安全対策として、安全衛生責任者を委員長とする安全委員会を構成し、また事故発生時における連絡表を定めるものとする。

#### (1)安全衛生管理上の留意事項

工事期間中は気象状況に特に留意し、次の事項を順守する。

- a 作業中に大雨の降ることが予想される場合は、作業を中止する。
- b 土石流の発生が予測される場合は、作業をいったん中止し、気象情報等により降雨状況等を判断し作業の再開を決定する。

対人・対物事故の対策を徹底する。

工事が高所で行われるため、墜落災害防止の対策を徹底する。

移動式クレーンの使用に当たっては、事前の揚重計画を周知し、合図の統一、人員の適正配置等を行い、チェックリストにより法令に定める定期点検を励行し、クレーン災害の防止に努める。

#### (2)安全衛生管理推進方法

安全衛生責任者は、週1回作業員を集合し、週間の作業予定、前週の反省等について、打合せを行うとともに、作業方法、設備の改善等について討議を行い、作業の安全性の向上を図る。

毎日作業開始前のミーティングを行い、当日の作業内容、手順および危険作業に伴う厳守事項、禁止事項を作業員全員に周知徹底する。また、作業に先立ち、運転者(または使用者)は、機械の故障、損傷の有無を点検し、不良箇所の発見および事故の事前防止に努める。

作業終了後は、機械を整理整頓し、危険の発生する恐れがないかチェックし、翌日の作業に対する支障の有無を点検する。

##### 危険予知活動の実施

毎日の作業開始前ミーティングの終了後、各作業班ごとに当日の作業における危険予知活動を実施し、作業員の安全意識の高揚に努める。

##### 安全訓練等の実施

現場に則した安全教育等について、原則として作業員全員参加により毎月半日以上を割り当て、下記項目について実施する。

1. 当該工事内容の周知徹底
2. 当該工事における土石流災害対策訓練
3. 当該工事現場で予想される事故対策
4. 安全衛生教育資料による安全衛生教育訓練

### (3) 免許等の必要な作業

---

資格の必要な作業に従事するものは、免許証または講習会修了証等の所有者を使用するとともに、当該免許証または修了証を携帯させる。

#### 緊急時の体制

大雨、出水、強風等の異常気象で災害の発生のおそれがある場合、現場代理人、情報連絡係(情報の収集、各所への連絡) 対策係(巡回、復旧、水防、避難誘導) 庶務係(材料調達)の組織構成で体制に入り、必要に応じて現場内をパトロールして警戒する。

また、作業現場内においての災害発生、またはその恐れがある場合は直ちに体制に入り、現場代理人以下現場組織表の各担当職務に応じて行動する。

なお、緊急時の連絡系統および夜間または休日における連絡方法は、前もって定めておく必要がある。

#### 設計・施工上の留意点

鋼製砂防構造物は、前述のように土石流対策用と流木対策用に大きく分類され、経済的な観点から高さや外力の大きさ・種類により最適な工法・施工法を選択することが望まれる。

#### (1) 酸性対策

---

鋼製砂防構造物はその性質から、酸性河川への適用は十分に検討して用いられるべきで、やむを得ず酸性河川へ施工する場合には、酸性対策を行う。透過型では、底面コンクリート部に溝を設置し鋼材部に対し常時流水の接触を避けることが有効である。さらに、めっき等で表面をコーティングすることもあるが、強酸性の河川では避ける必要がある。

#### (2) 基礎処理

---

火山地帯等での施工のさいには、基礎地盤の強度がなく堤体の沈下が危惧される場合が多々ある。基礎地盤が細粒土で構成され鋼矢板が打ち込める場合には、セルまたはダブルウォール状で矢板を打ち込み基礎土層を強制的に拘束することで地耐力の向上を図る。さらに、基礎の掘削が可能な場合には、所定強度の深度まで、クラッシャーラン等の土質材料で置き換えることも有効である。

#### (3) 中径礫の衝突

---

フレーム構造の透過型えん堤に関して、計画規模時には、計画されている大きさの礫が流出して上流部材で礫が詰まり所定の機能を発揮するが、中小規模の洪水時には、各個運搬で計画礫より小さいものが流出し、上流部材を通過し、下流部材に衝突して部材を痛めることがある。このような現象が想定される場合には、下流部材想定衝突箇所の強化(鋼管肉厚の増加、コンクリートの充填)や表面の保護が必要である。

#### (4) 中詰め材

---

セルやダブルウォールには多くの現地発生材が用いられ、その中詰め材は経年的に沈下することがある。中詰め材が沈下すれば、上部の蓋コンクリートとに隙間ができ、構造的弱点となる。この対策として現地発生材にセメントを加え、ソイルセメントとして用いることが検討されつつある。このようなソイルセメントは、各種砕工にも利用されよう。

## (5) 前庭保護

---

フレーム構造の透過型えん堤の基礎は、一般にコンクリートで施工されている。コンクリートの流水に対する粗度は小さく、河床とコンクリート面での流れの状態が異なり、そのためコンクリートと河床の接点で跳水が生じ前庭部の洗掘が発生する。河床材料が細粒の場合にはある程度強固な材料(ブロック、大径礫)等で保護する必要がある。また、基礎コンクリートに石を張り粗度を大きくすることで流れの状態を変化させないといった対応も可能である。

## 施工後の調査活動

鋼製砂防構造物は、昭和40年代より試験的に使用され始めてきたが、開発当初は機能や耐久性など、鋼製砂防構造物の特徴が明確でない部分もあった。そのため、砂防施設としての機能確認と知識の集積および技術の向上を目的として施工後の現地調査を行い、鋼製砂防構造物のその後の開発や設計に活かされてきた。また、現在も現地調査を継続的に行っている。

ここでは、その鋼製砂防構造物の調査活動内容について述べる。

## (1) 調査内容

---

鋼製砂防構造物の調査は、以下の内容で行われる。

- 1) 構造物の腐食・摩耗状況
- 2) 構造物の変形・損傷状況
- 3) 土砂・流木の捕捉状況

## (2) 構造物の腐食・摩耗状況

---

鋼製砂防構造物は鋼材を主要部材としていることから、鋼材の腐食や土砂による摩耗により板厚が減少すると、構造物の耐力が減少し、当初の機能が発揮できないことも予想される。

そのため鋼製砂防構造物は、部材設計において「腐食および摩耗に対する余裕」として設計板厚に腐食しるを考慮する事が必要である。また、pH値が4以下の強酸性の河川では、更に別途対策を行うこととしている。このように鋼材の腐食は、構造物の耐久性やライフサイクルコストに対する重要な要素であるため、現地調査により腐食に対するデータ収集を行っている。

## (3) 構造物の変形・損傷状況

---

鋼製砂防構造物が土石流や土砂および流木の流出を受けると、部材にキズや変形が生じる場合がある。その場合、施設の機能が維持されているかどうかを確認することが重要である。また、その損傷を生じた荷重条件や構造物設置サイトの水理条件などを整理していくことが、技術の向上に有効な資料となる。

## (4) 土砂・流木の捕捉状況

---

鋼製砂防構造物が土砂や流木を捕捉した場合は、捕捉状況を確認するために現地調査を積極的に行っている。また、捕捉され、えん堤上流に堆積した土砂や流木を取り除き、土石流の流下状態と捕捉までの堆積状態の調査を行う。とくに、流木の捕捉事例は数少ないので、これからの調査事例の蓄積が望まれる。

2. 施工計画と施工方法



pH測定状況(水質の酸性度を調べる)



板厚測定状況(最上流部の鋼管健全部)



部材の損傷状況(水際部の鋼管損傷)



部材の損傷調査(最上流部水際部の鋼管損傷)



礫径の調査状況

## (5) 保全処置の課題検討

鋼製砂防構造物が土石流や土砂および流木の流出を受けた場合、何らかの損傷を受けて変形を生じる場合があるが、一般に鋼製砂防えん堤は、構造物の全体変形や部材の局部変形により礫や流木の衝撃力を吸収する構造であるため、変形が生じること自体がそのまま問題とはならない。しかしながら、損傷が著しく砂防施設としての機能が低下していると考えられ、将来的にも新設時と同等の機能を必要とする場合は、必要により何らかの対策を講じることが望ましい。

現在までに1回以上土石流を捕捉し、新設時と同等の機能回復を必要とした例はあまり多くないが、長野県与田切川の鋼製セルえん堤など、過去に想定した以上の規模(最大径約6m)の巨石群を捕捉し、その後、局所的に損傷した部分を補修して新設時と同等の機能回復を行った例がある。

損傷を受けた鋼製砂防構造物が、補修・補強を必要とするかどうかについては管理者の判断が必要である。しかし、コンクリート製砂防えん堤と比べると、鋼製砂防えん堤はどの程度の損傷が機能低下となるのか定量的な判断は容易でなく、現在のところ明確ではない。そのため、各鋼製砂防構造物について表11にあるような損傷のレベルを設定し、管理者が補修・補強の必要性を損傷状況から容易に判断できるようにすることが今後の課題である。



与田切川 鋼製セルえん堤の損傷 [天竜川上流工事事務所]

## (6) 現地調査事例

平成10年に実施した現地調査の事例を示す。

### 1. 外観観察

施設全体を見た限り、礫や流木の衝突によると思われる傷が多少見られるものの大きな凹みもなく、ほぼ完全な状態で塗装が残っており、一部傷や凹みの部分にわずかに浮き錆が確認できる程度であった。また、施設右岸近傍から流出したと思われる礫が多く河道に堆積していた。次に土砂の堆積及び流木の捕捉状況は、

表11 損傷レベルの設定例

損傷レベル	機能低下レベルと定義	対応策
Ⅲ	次に設計荷重が作用すると機能が発揮できない	必ず補修・補強を行う
Ⅱ	完成時と比べ機能低下の恐れがある	構造照査により補修・補強の必要性を検討する
Ⅰ	完成時と比べ機能の低下がない	補修の必要なし

現地調査事例

整備局名	北陸地方整備局
事務所名	飯豊山系砂防工事事務所
河川名(水系名)	荒川
河川名(溪流名)	上の沢
ダム名	上の沢第4号砂防ダム
構造物の形式	格子形
ダム高(m)	13m
ダム長(m)	62m
竣工年	平成7年施工
調査年月日	平成10年11月13日

2. 施工計画と施工方法

最上流部で比較的長く大きな流木を捕捉し、その中に細い枝や根、草が絡まり、ほぼ完全に閉塞していた。また、土砂は水通し全体に2.0m程度の厚さで堆積していたが、柱材の継手フランジに土砂が残っていることから一時は高さ4.0m程度まで土砂が堆積していたと考えられる。さらに、水通し右岸の瀝み(調査時の水道は水通し左岸側)には魚の棲息が確認できた。

このような状況から腐食調査箇所は、流木の除去が困難であったため最上流の柱を断念し、右岸側より3列目の下流から1番目と2番目の柱材をつなぐ鋼管の上側と右岸側より2列目の下流から1番目と2番目の柱材をつなぐ鋼管の継手フランジの計4箇所では板厚の測定を行った。

2.腐食調査

外観観察から選定した右岸側より3列目で下流から1番目と2番目の柱材をつなぐ鋼管の上側と右岸側より2列目で下流から1番目と2番目の柱材をつなぐ鋼管のフランジにおいて、健全部と腐食部(浮き錆部)の板厚を測定したが、板厚の減少は見られなかった。この数値には測定機器の誤差も多少はあると思われるが、腐食は殆ど進行しておらず、腐食に対する施設の耐久性・安全性は長期にわたり保持できるとと思われる。なお、板厚測定結果は表12に示すとおりであった。

表12 板厚測定結果(耐久性) 単位(mm)

測定位置	位置	板厚
健全部	右岸側から3列目の横材	12.33
損傷部	右岸側から3本目の横材	12.32
健全部	右岸側から2列目の横材フランジ部	21.47
損傷部	右岸側から2列目の横材フランジ部	21.49

3.礫径調査

施設の上流側、下流側及び施設内で移動可能であろう比較的大きな礫を選定し、ボールにより縦径、横径、

表13 礫径調査 上流側 単位(m)

	d1	d2	d3	平均値
NO.1	0.4	0.35	0.2	0.3
NO.2	0.4	0.3	0.25	0.3
NO.3	0.45	0.3	0.2	0.3
NO.4	0.6	0.5	0.3	0.5
NO.5	0.6	0.4	0.4	0.5
NO.6	0.8	0.7	0.3	0.6
NO.7	0.45	0.4	0.25	0.4
NO.8	0.3	0.4	0.25	0.3
NO.9	0.4	0.3	0.2	0.3
NO.10	0.7	0.5	0.35	0.5
NO.11	0.7	0.3	0.4	0.5

最大礫径はNO.6の平均値である0.6m、平均礫径は調査最大礫径と最小礫径を除いた9個の平均とし、0.4mとなった。

表14 礫径調査 下流側 単位(m)

	d1	d2	d3	平均値
NO.1	0.8	0.8	0.4	0.7
NO.2	0.4	0.3	0.2	0.3
NO.3	0.3	0.2	0.2	0.2
NO.4	0.3	0.2	0.2	0.2
NO.5	0.4	0.3	0.2	0.3
NO.6	0.3	0.4	0.2	0.3
NO.7	0.4	0.3	0.2	0.3
NO.8	0.6	0.4	0.3	0.4
NO.9	0.6	0.3	0.3	0.4
NO.10	0.3	0.2	0.2	0.2

最大礫径はNO.1の平均値である0.7m、平均礫径は調査最大礫径と最小礫径を除いた8個の平均とし、0.3mとなった。

高さを測定した結果、最大礫径はそれぞれ0.6m、0.7m、0.5m程度、平均礫径はそれぞれ0.28m、0.24m、0.23m程度となった。なお、礫径調査結果は以下の表13、表14に示すとおりであった。

4.流木調査

当該施設で捕捉された流木の内、測定可能であるものを選定し、それぞれ長さと径を測定した。表15に測定結果を示す。

表15 流木調査 単位(m)

	L	D
NO.1	2.6	0.3
NO.2	2	0.5
NO.3	2	0.2
NO.4	2	0.07
NO.5	2.2	0.7

5.水質調査

施設近傍において流水のpHを測定した結果7.9を示し、弱アルカリ性であることが確認された。この結果と板厚測定結果から本川のような中性河川では、鋼材の腐食は極めて軽微であり、将来的にも腐食はそれほど進行しないと考えられる。

クラック(有・無)	なし
変形(有・無)	なし
土石流捕捉履歴(有・無)	
流木捕捉履歴(有・無)	あり
洪水履歴(有・無)	あり
最大礫径(m)	0.6(ダム上流側)
平均礫径(m)	0.4(ダム上流側)
酸性河川(pH値)	7.9
常時流水(有・無)	あり
へこみ(有・無)	なし
所見	上流右岸側に流木を1.5m程度の高さまで捕捉している。

6. 調査結果まとめ

以下に現地調査時の記録した写真を示す。



全景( 構造物全体の目視調査 )



流木捕捉・腐食調査状況( 捕捉による損傷調査 )



礫径調査状況( 礫による損傷調査 )



板厚測定状況( 板厚の点検・調査 )



pH測定状況( 水質による酸性度調査 )



魚の生息状況( 溪流環境の調査 )