

## 砂防堰堤における技術変遷と維持管理について

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構

○谷知幸、廣瀬隆浩、田村圭司

### 1. はじめに

平成 24 年 12 月の中央自動車道の笹子トンネル天井板落下事故が発生し、この事故をきっかけにインフラの老朽化に対策の重要性が認識された。砂防事業においては平成 26 年の「インフラ長寿命化計画(行動計画)」や令和 3 年の「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策」など砂防施設の点検・維持管理に関する施策が実施されている。特に砂防施設の基幹となる砂防堰堤の維持管理をより適切に行うため、砂防堰堤の破損の実態を把握し傾向を知っておくことが重要であることは論を俟たない。

砂防堰堤の破損については水山(1979)<sup>1)</sup>に引き続き土木研究所(2022)<sup>2)</sup>において 800 基の砂防堰堤の破損事例が報告されている。この結果を分析し破損した砂防堰堤について、設計時期や時代背景を考察し破損が起きやすい堰堤の特徴を明らかにするとともに破損部位について考察し、砂防堰堤の破損要因とその維持管理方法について検討しているところである。

一され、砂防堰堤は一定の品質を確保することができるようになった。このように時代とともに砂防堰堤の規格が高品質になっており、特に 1950 年代は砂防堰堤の築堤技術の過渡期となっている。

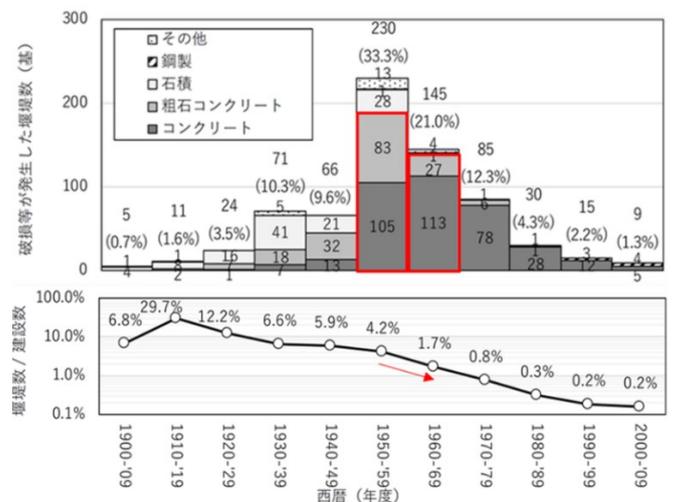


図 1 年代別の破損堰堤数と割合<sup>2)</sup>

### 2. 砂防堰堤の破損要因

破損等が発生した砂防堰堤について完成年代別の堤体材料別事例数と全建設数に対する割合を図 1 に示す。破損等が発生した砂防堰堤の完成年代は、1950 年代が 230 基と最も多く、全体の 33.3%を占めておりそれ以降の年代に建設された砂防堰堤については破損数と割合ともに段階的に減少している。その要因について考えるためにコンクリートの技術変遷を図 2 に示す。図 2 より粗石コンクリートが減少し純コンクリートが普及してきたこと、配合の方法も容積配合から重量配合に変化したことなど高品質のコンクリートが普及してきたことがわかる。また 1950 年代後半にはセメントが一般に普及するほど高価ではなくなった。さらに 1958 年に河川砂防技術基準(建設省)が策定され、この基準により砂防堰堤の形状や砂防堰堤に用いるコンクリートの品質やなどが統

| 西暦   | 配合   | 骨材              | 技術基準                   | 補足・その他                        |
|------|------|-----------------|------------------------|-------------------------------|
| 1900 |      | 割石・玉石が主         |                        | コンクリートは間隙充填に用いる               |
| 1910 |      |                 | 理水及砂防工学工事編(鎌野北郎)       |                               |
| 1920 | 容積配合 | 粗石コンクリート        |                        | 現場ごとに様々な技術基準があった              |
| 1930 |      |                 | 砂防工学(蒲平) 渓流及砂防工学(赤本正樹) |                               |
| 1940 |      |                 | コンクリート標準示方書(1949)      | 内部と外部でダムコンクリートを区分することが示された    |
| 1950 |      |                 | 建設省河川砂防技術基準(1958)      | わが国初の全国的な技術基準                 |
| 1960 |      | 純コンクリート         |                        |                               |
| 1970 |      | 細骨材の粒度分布基準が示される | 砂防設計公式集(1970)          | 提高15mの基準、安全率の設定等が制定され現行基準に近い。 |
| 1980 | 重量配合 | 砂利から砕石になる       | 土石流対策技術指針(1989)        | 土石流流体力が考慮された基準                |
| 1990 |      |                 |                        |                               |
| 2000 |      |                 |                        |                               |

図 2 技術変遷表

### 3. 砂防堰堤の破損部位

部位別の破損箇所数を図 3 に示す。部位別破損等箇所数の割合は、本堤部が 25.5%と最も高い。ただし、

他の部位の破損等の割合も 15.4～22.6%を占めており、大きな偏りなく各部位で破損等が確認される。一方で堰堤の破損部分において、破損により最も砂防堰堤の機能を大きく低下させるのは、本堤の基礎部の洗堀であると考えられる。また実際の堰堤の破損状況を見ると本堤の基礎部に関する破損が生じている場合には前提保護工(副堰堤、垂直壁、水叩き)が破損もしくは流失している事例が多くみられる。特に基礎部の洗堀の危険性が高いと考えられるケースが図 4 に示すような水叩きが破損して洗堀が生じる場合である。図 3 では本堤の基礎地盤の破損は 16.5%と他の部位よりやや少ないが、本堤を保護するための前提保護工の破損の割合を加えると合計で 54.5%と半数以上を占めている。

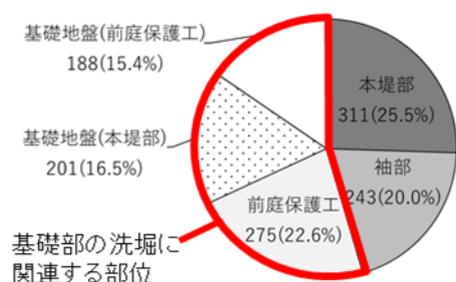


図 3 堰堤の破損部位別の割合<sup>2)</sup>

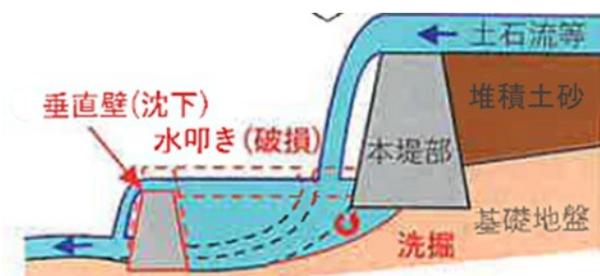


図 4 水叩きの破損と本堤基礎部の洗堀<sup>3)</sup>

#### 4. 砂防堰堤の維持管理

前術のとおり、砂防堰堤の維持管理を行う際に特に注意を払う必要があるのが、本堤の基礎部の洗堀の対策であり、特に水叩きの破損状況には注視しなければならない。しかしながら、水叩きの点検は流水が多い場合や水中にある場合等は、目視点検も UAV 等を用いた点検も容易ではない。またこれまでの技術基準の変遷を辿っても、地震力や土石流流体力等の本堤への衝撃力に関する技術は大きく進歩している一方で本堤

の洗堀に関しては大きな進歩はみられない。したがって、現場をよく検討して水叩きの点検方法や洗堀の対策を考える必要がある。

例えば垂直壁に加えて水褥池を作ることで流水の水叩きへの衝撃を弱くする、あるいは水叩きを現行基準の厚さにするだけでなくさらに余裕厚を与えることで水叩きの摩耗を防ぎつつ、目視による点検を行いやすくする。ほかにも様々なアイデアによって本堤の洗堀を防ぐための維持管理について検討してゆきたい。

#### 5. おわりに

本予稿ではページの都合で紹介できなかったが、1958 年の建設省河川砂防技術基準制定前の技術基準はその場所ごとの技術者の経験に基づく技術基準が示されている。全国的な基準がない反面、その都度その場所に合った技術基準を用いることができた。現在の技術基準は過去の技術基準に比べて数値が明確化されているものが多い反面、数値のとれる幅が限定されてしまっている。砂防業界の技術の発達は目覚ましく、砂防ソイルセメント、無人化施工、BIM/CIM、UAV 測量など様々な砂防技術が進化している一方で、まだまだ未解明で断定できていないことが多く存在している。今後の技術の発展のためにも技術者の現場の考え方は大切にしていかなければならない。

#### 引用文献

- 1) 土木研究所資料:砂防ダムの災害実態調査、第 1514 号、昭和 54 年 6 月
- 2) 土木研究所資料:1934～2018 年度に発生した砂防堰堤の破損事例調査結果、第 4425 号、2022 年 5 月
- 3) 三浦光太郎・山田拓・石田孝司:事例調査による砂防堰堤の損傷に至る過程の推定、土木技術資料 65-2(2023)P12～15

#### 参考文献

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構令和 4 年度社内研修:SFF 設計を学ぶ講座実施結果報告書