

練石積砂防堰堤（粗石コンクリート構造）の特性と重点的な管理・補修施設の選定の考え方

(財)砂防フロンティア整備推進機構 ○尾関信幸 森俊勇 星野和彦

1. はじめに

練石積の粗石コンクリート構造の砂防堰堤（以下、「練石積堰堤」と略す）は、大正5年（芦安堰堤：山梨県）以降、昭和39年頃まで全国で多数、造られてきた。これらの施設は、約45～90年以上経た現在も現役施設として機能している。しかし、補修が必要となっている施設も少なくない。本研究は、粗石コンクリート練石積砂防堰堤の構造特性を踏まえ、積（張）石の欠落から進行する破損特性の解明を試み、今後、重点的に管理すべき施設、補修・補強すべき施設の選定に関する考え方について考察を行う。

2. 練石積砂防施設の特性

2.1 構造特性

写真-1は水通し部の破損によって現れた練石積堰堤の内部の状況である。

この写真では、コンクリート内に設置された粗石とともに、層状の境界を認めることができる。ここからは、30cm程度の間隔で緻密部と脆弱部が交互にみられ、特に粗石の下で空隙を有する傾向がみられる。筆者らは、多数の粗石コンクリート砂防施設で内部構造を観察したが上記特徴はほぼ、共通している。

当時の施工に携わった人々のヒアリング等によると練石積堰堤の築造方法は、表面の積石を一段（概ね30cm）積んでから、粗石を配置し、内部にコンクリートを充填する打設方法をとっていた。特に昭和20年代頃まではパイプレータはなく、作業員が突き棒でコンクリートを充填していた、とされる。

このため、粗石下部などにコンクリートが十分に充填されない部分が水平方向に広がり、健全部と脆弱部が層状に分布する構造となっている。これまでの筆者らが得た粗石コンクリートの一軸圧縮強度の最大値は39.7、N/mm²（昭和34年竣工施設）であり、昭和初期の施設でも33.6N/mm²を計測し、健全部の強度に問題はない。しかし、脆弱部では多くの施設で測定に用いるコアが得られず、ボーリングの掘進過程で礫状に砕かれる程度の強度しかない。コアが得られた中での最低値は3.24N/mm²である。



写真-1 粗石コンクリート施設の内部構造

2.2 施工時期による内部コンクリートの品質

砂防において、粗石コンクリートは大正5年から昭和39年頃までの約50年間、採用されてきた。この間、時代背景を反映して、施工時期によって内部のコンクリートの品質が異なる傾向がみられる。

写真-2に堤体ボーリングのコア写真の時代別代表例を示す。この写真を見ると、大正期から昭和10年代前半にかけて（事例Ⅰ～Ⅲ）、コンクリートの充填状況が良くなり、品質が向上してきたことがわかる。しかし、昭和10年代後半～20年代前半（事例Ⅳ）は空隙部分（写真の「空」記載の区間）が多くなり、極端に悪くなっている。昭和20年代後半に入ると、品質の良いコンクリートも見受けられるが、筆者らの得た事例の範囲では、品質にばらつきが大きく、品質の低い施設では打ち継ぎ目処理の不良、ジャンカの発達した状況がみられた。

大正期の事例：Ⅰ
（大正8～9年施工）



昭和初期の事例：Ⅱ
（昭和5～8年施工）



昭和10年代前半の事例：Ⅲ
（昭和12～15年施工）



昭和中期の事例：Ⅳ
（昭和18～24年施工）



写真-2 施工時期別の粗石コンクリート施設のボーリングコア（事例）

昭和10年代後半～20年代前半は、太平洋戦争、戦後混乱期として極端な物資の不足が生じた時期であり、20年代後半もガリオア資金が導入（きわめて短工期が求められた）された施設を中心に低品位材料が用いられた時期があり、これらは時代背景に強く影響を受けたことが伺える。

2.3 破損特性

粗石コンクリートの脆弱部は供試体採取が不可能なほど低品位であるが、表面に練石積が施され、積（張）石が外側を

覆い内部の粗石コンクリートを保護しているため、構造物として維持されてきたものと考えられる。

しかし、水通しと基礎は外力を受けやすく、表面を保護していた積（張）石が欠落しやすい。

水通しでは、積（張）石が外れて粗石コンクリートが直接露出すると、摩耗や流下する石の衝撃を受け、容易に堤体侵食が生じる。基礎は、洗掘により堤体底面の積石の再下段（根石）やその内側の粗石コンクリート底面がオーバーハング状態になると、欠落しやすくなる。

図-1は昭和初期施工施設の巡視点検記録から石積の欠落状況を再現したものである。この施設は内部材料が比較的硬質であり、急流河川に立地していながら、積石欠落の進行は1～数年で1段程度のペースであった。しかし、内部材料が低品位である場合、出水時に急速に堤体侵食が生じる可能性が考えられ、この場合、堆砂敷き土砂の流出など、災害が危惧される。筆者らは堤体基礎からの破損事例の進行記録を持ち得ていないが、内部材料の品位が低ければ、急速に破損が進行することには変わりないだろう。

積（張）石は、施工の際に石工が隣接する積（張）石とかみ合わせて積み上げるので、石積の中間に積石の欠落が生じても欠落範囲は狭ければ、周囲の石組によって石積法面が維持され、安定状態がある程度継続するものと考えられる。しかし、時に内部材料の押し出しに起因する石積欠落があり、この場合、急速な破損進行が危惧される。

2.4 立地特性

大正～昭和中期でも、砂防施設は流域、地域の中で重要な箇所から施工されてきた。このため粗石コンクリート練石積砂防堰堤は、保全対象付近、狭窄部、重荒地付近など、砂防計画上、重要な位置に立地するものも少なくない。

3. 重点的な管理・補修施設の選定の考え方

練石積堰堤は内部材料がある程度低品位であっても、外部が石積等で適切に保護されていれば、砂防上の機能を十分に発揮できる。また、このタイプの堰堤は全国に多数あり、その全てに詳細な内部調査や補強対策を行うことは多額の費用を要する。昨今の公共工事をめぐる厳しい予算を考慮すると、古くても機能を有する施設を最大限有効に使うニーズが寄せられる一方で、現時点で機能上、問題が発生していない施設に対して一律に多額の費用を要する対策を講ずることは現実的ではない。

砂防施設は毎年、定期巡視点検を行うこととされている。特に、練石積堰堤のような施設は、図-1の事例のように、より深刻な破損に進行することが多く、破損確認時点で速やかな補修が望まれる。しかし、対象施設数が多いなどの理由で全ての施設に補修等の対策ができない場合、以下の3つに視点から、重点的に管理、または補修対策を実施する施設を選定すべきと考える（図-2）。

①砂防上の重要性

地形、保全対象や既往崩壊地等との位置関係、施設の貯砂量等から、砂防上重要な施設を抽出する。

②施工時期

①で抽出した施設の施工時期を確認し、施工時期が昭和10年代後半～20年代の施設を抽出する。

③施設の破損状況

現地調査により、石積欠損を中心とした破損状況を現地確認する。破損を被った施設を補修対象として抽出することを原則とするが、破損部位からの観察により内部材料が低品位の施設をより優先施設として抽出する。

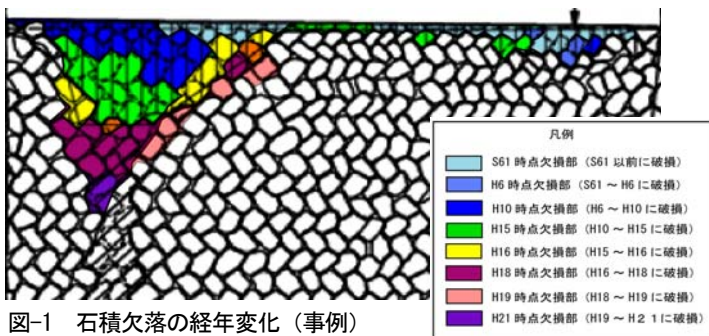


図-1 石積欠落の経年変化（事例）

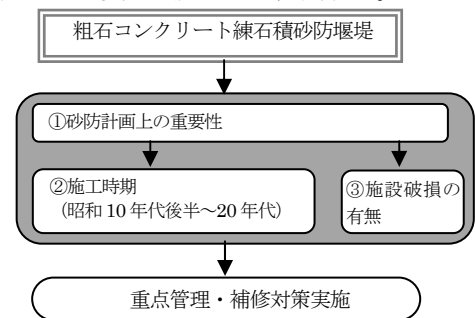


図-2 重点的な管理、補修対策施設の選定の考え方

4. おわりに

施工後数十年が経過した施設で、老朽化が進行し、問題の顕在化が危惧される。本研究では、3つの視点による重点的に管理・補修施設の選定の考え方を提示した。今後、限られた管理余力のなかで、重点的、効率的な管理が求められる。

本研究においては、日光砂防事務所、湯沢砂防事務所、神通川水系砂防事務所、多治見砂防国道事務所から、貴重なデータの使用をお許しいただいた。末筆ながら、記して謝意を表す。