

連結材を用いた透水性壁面構造を有する砂防ソイルセメント流動タイプの可能性について

一般財団法人砂防・地すべり技術センター ○嶋 丈示

1. はじめに

近年、資材価格の高騰や人材不足が顕在化するなか、砂防施設の構築においても技術の合理化が求められている。さらに、残土処分場の確保が難しくなっており、残土の高度利用は喫緊の課題である。このような背景のもと、砂防ソイルセメント工法のさらなる普及が期待されるが、現状では十分に進んでいない。また、土砂の有効活用を促進する新たな手法や事例はあまり示されておらず、技術開発の進展は停滞していると考えられる。そのような状況の中で、流動タイプは従来検討されてこなかった部位への適用が可能であり、将来の施工事例の増加に伴い、現地発生土砂のさらなる有効活用の促進が期待される。そこで、本研究では、流動タイプの用途拡大により、土砂の有効活用促進を主眼とした新たな適用方法を提案するものである。

2. 転圧タイプと流動タイプ

砂防ソイルセメントは、転圧タイプと流動タイプに大別される。転圧タイプは、砂防堰堤の構築技術として、大規模施設や災害発生時の砂防施設の構築等、広く採用されている。一方、流動タイプは施工事例こそ少ないものの、工事車両の進入が困難な現場、粗石を含む土砂の活用、転圧作業が難しい施設形状への適用など、転圧タイプでは対応が難しい課題の解決に寄与している。

しかし、流動タイプは水が少ないと流動せず、水が多いと材料分離する。また、現地発生土砂ごとに水量に対する適正値が異なり、施工性と品質管理を満足する水セメント比を設定することが難しく、これが普及を妨げている原因である。

3. 連結材を用いた透水性壁面構造

この課題を解決する方法として、まず水を多量に投入して流動性を確保する。この時、余剰水が品質低下につながるが、これを排除できれば比較的容易に適切な水セメント比にすることができる。この余剰水を取り除く方法として、水は通過し、かつセメントや土砂の通過を阻害する透水性のある壁面材を用いることが考えられる。

壁面材を用いる工法は、砂防堰堤に限らず、人工地山や護岸工など、様々な部位への適用されている。しかし、これらの施設に適用する際、外部保護材の仕様や現地条件への追従性が課題となり、施工が困難な場合がある。その解決策のひとつとして連結材を用いた壁面構造が有効となる。この構造は、鋼材によって地山等と壁面材を連結し、内部に流動タイプを打設して一体化させるものである。壁面材には、人力で設置可能で加工性に優れた軽量のコンクリートパネルや溶接金網等鋼製網材を用いることができる（図1）。この工法を用いることで、峽部や足場の悪い場所でも施工が可能となる。特に、溶接金

網は軽量であるため、作業性や安全性の向上に寄与する。

つまり、壁面材は初期の強度発現を補完する方法であり、連結材を用いることで壁面材の安定性を図ることができる。この壁面材に透水性を持たせることで内部材に流動タイプを活用することができるわけである。

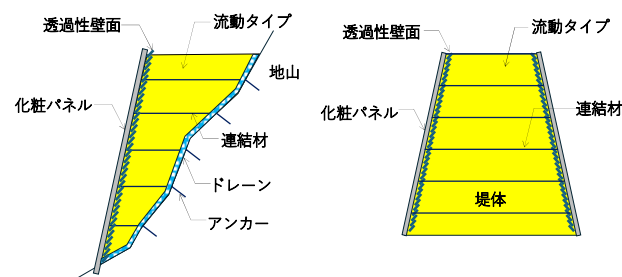


図1 連結材と透水性壁面材

4. 適用の可能性

図2～5は流動タイプに連結材を用いた透水性壁面材の活用方法の提案である。

(1) 人工地山

砂防施設の建設において、地山の掘削作業は斜面崩壊のリスクを伴い、崩壊が発生すると工程の遅延だけでなく、対策費用の増加にもつながる。このため、袖部対策として砂防ソイルセメントによる人工地山の適用が有効である。しかし、転圧タイプを用いる場合、峽部での敷き均しや締固め作業が必要となり、作業効率が低下する。また、砂防堰堤の袖部上流側では機械の配置が困難であり、砂防ソイルセメントによる人工地山の構築事例が少なく普及を妨げている原因でもある。

その点で、人力施工による壁面構築が可能でクレーンによる打設ができる流動タイプを用いれば、地山との接続のような狭部の施工が可能になり、適用に向けた実現性が高まると考えられる。また、透過型堰堤なら、透過型の特徴を活かして、非越流部と人工地山を一体にすることで、堰堤の規模自体を小さくすることも可能である。

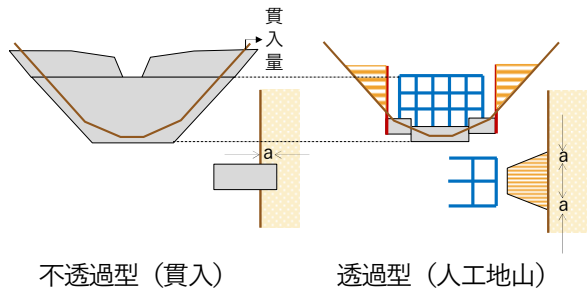


図2 人工地山

(2) 既存施設への腹付け

既設の砂防堰堤を改築する際には、生コンを用い挿筋によって一体構造とするのが一般的である。しかし、生コン工場が遠いケースもあり、今後、資材供給能力の低下や労働人口の減少に伴い、改築対象施設への資材供給が困難になる可能性がある。

そこで、現地で良質な砂礫が確保できる場合には、流動タイプを鋼材によって既存施設と連結したパネル内に打設することで、一体構造の実現が可能になると考えられる。

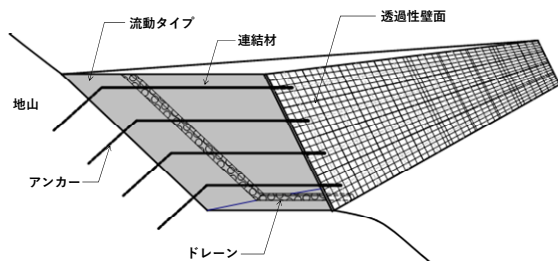


図3 腹付け

(3) 無流水溪流対策（堰堤工）

無流水溪流は、谷出口に住宅が近接していることが多く、施設計画地へのアクセスが課題となる。特に、大型資機材の搬入が困難となる場合があり、バックホウ程度の機械で施工可能な施設構築方法が求められる。

そこで、施設構築に際しては、近隣の更地などを活用してセメントミルクを製造し、グラウトポンプで圧送する。これを現地発生土砂と混合・攪拌し、流動タイプを製造した後、人力で設置したパネル内にバックホウで投入することで施設構築を行うことができる。

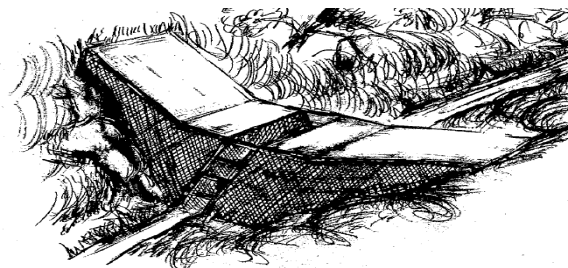


図4 小規模堰堤（イメージ）

(4) 管理用道路への適用

土石流対策用の堰堤は除石作業が必要であり、このための管理道路が設けられる。管理道路は工事用道路としても利用されるが、設置の際に切土が必要で大量の土砂が発生するとともに切土斜面対策も重なり、施設本体よりも高コストになる場合もある。堰堤規模が小さく、地山を掘削しない場合には、除石の際に堰堤を乗り越えるように盛土して除石のための道路を構築するが、通常の堰堤の機能を阻害する可能性もあるので、除石後は除去する必要があり、残土処理の問題が残る。

そこで、山岳地に設置される工事用道路では、カーブの拡幅が必要となることがあるが、地山とパネルを連結し、ソイルセメントを打設することで、施設形状の柔軟性を高めながら用地への影響を抑えつつ、道路を整備することが可能となる。また、透過型堰堤であれば、人工地山と非越流部、管理用道路を一体とした構造にすることも可能である。

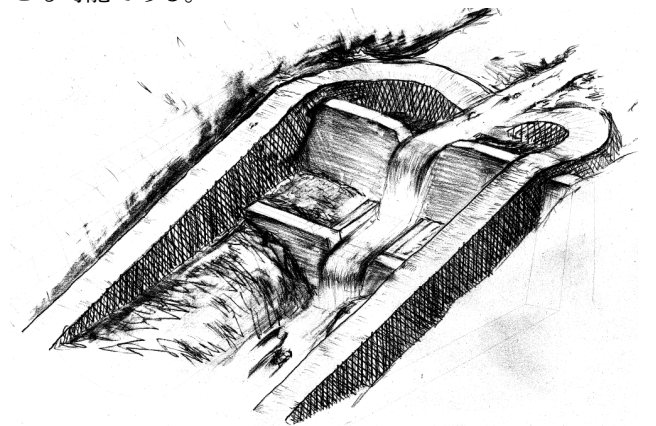


図5 管理用道路兼用堰堤（イメージ）

5. おわりに

従来の施工方法は、地形改変に伴い大量の建設残土が発生し、除石時には堆積土砂の搬出が必要となる。そのため、発生土砂の抑制と有効活用のさらなる推進が求められる。砂防ソイルセメントは、その解決策として有効な工法である。ここでは、連結材を用いた透過性壁面を活用することで、流動タイプの未解決な品質管理事項をカバーする方法と、これを使った工法の適用案を示した。この工法を活用することで、現地発生土砂を有効活用でき、低コストで施設を構築することが可能であろう。

【参考文献】

- 1) 一財）砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント施工便覧，平成28年版
- 2) 一財）砂防・地すべり技術センター：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，令和3年版
- 3) 友重ら：流動ソイルセメントにおける残存型枠および溶接金網を用いた連結式壁面構造の有効性の検証，令和7年度砂防学会研究発表会，2025。
- 4) 森ら：流動ソイルセメントにおけるプラントを用いない製造方法の有効性，令和7年度砂防学会研究発表会，2025