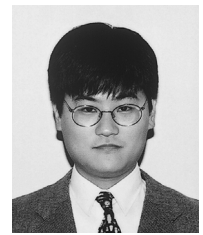


植物の耐侵食力を補強する新工法： 侵食防止シート



河川研究部 河川研究室 主任研究官 服部 敦

1. 侵食防止シートとは

植物には、条件によっては洪水時に堤防や河岸が侵食されるのを防止できるだけの耐侵食力があることが知られている。近年、草本植物（シバ、チガヤなど）の耐侵食力を評価できる手法が開発され、これらの手法を活用して侵食防止の可否をある程度見積もれるようになった。それによるとシバやチガヤの場合、高い密度で均一に繁茂していれば護岸と比べても見劣りがない耐侵食力がある。しかしゴルフ場のように非常にきめの細かい手入れをしていない堤防などでは、モグラ孔や繁茂密度が小さい場所などがあり不均一である。不均一な箇所は侵食の生じやすい弱点箇所であるので、植物の耐侵食力を大きく低下させてしまう。護岸の材料として使用されるコンクリートブロックや石材のように均一さが無いこと、また時間的にも一定した耐侵食力（つまり良好な繁茂状況）を維持するのが困難なことが植物の欠点である。つまり弱点箇所さえ補強できれば、植物がそもそも潜在的に備えている高い耐侵食力を引き出すことができる、そこにヒントを得て開発したのが侵食防止シートである。

侵食防止シート（試作品）の一例を写真-1に示す。いずれもポリプロピレンやポリエステル（ペットボトルと同じ素材）などの熱可塑性樹脂を主原料として、それを糸状に加工して作った厚さ1～5cmの多孔質なシートであり、手で簡単に折り曲げられる。シートは流水にさらされると糸状材が流れの抵抗となって、土砂が押し流せないごく遅い流速に抑えこむという仕組みで耐侵食力を発揮する。この仕組みは、植物が葉、茎や根を抵抗として耐侵食力を発揮するのを真似ている。シートに使う糸状材の太さ、それを充填する密度、厚さを調整することで、最大4(m/s)の流速までの侵食防止が可能である。植物（弱点箇所あり）が約2(m/s)、コンクリートブロックなどの護岸が約8(m/s)であるから、シートは中間的な耐侵食力を有することになる。

シートは、写真-2に示すように地表面から3cm程度の位置に埋設する。地表面には、草本植物（写真-2ではノシバ）を繁茂させる。シート内には土砂を充填するので、根茎はシートがない通常の土壌と同じように成長して、シート内からその下側まで伸長できる。そのため植物繁

茂の状態は、シートなしの場合とほとんど差異がない。また、根茎がシートを地面に固定する役割を果たす。シートが植物の弱点箇所を補強し、植物がシートを固定するというように、両者が一体となって耐侵食力を発揮するところが、シートの最大の特徴である。既に10箇所以上で実際に施工されており、従来のコンクリート護岸より低廉に設置できている（土砂充填作業に手間取らなかったなどの条件が揃えば半額程度になりそう）。

2. 開発に至る背景～侵食防止工に関わる考え方の進展～

平成8～12年は、これまで進められてきた多自然型と呼ばれる環境保全を前面に押し出した新しい川づくりにとって、一つの大きな節目となった。これまで培ってきた考え方や技術が文章（書籍）として集大成されたのである。その一例を挙げると、平成9年度6月に一部改正と

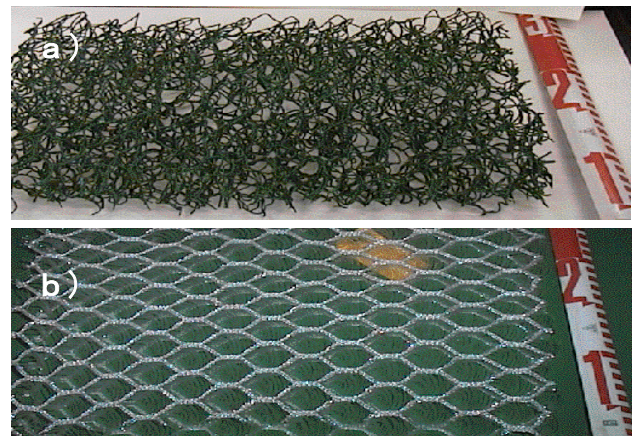


写真-1 開発したシートの一例

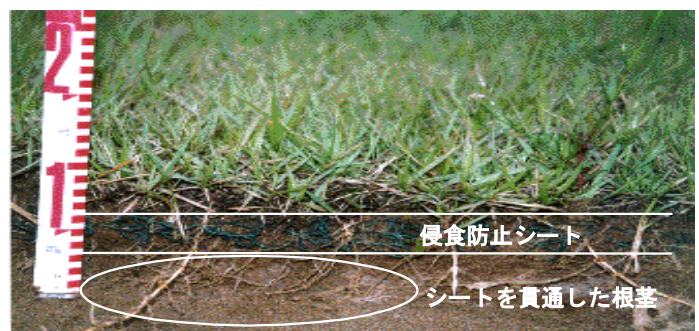


写真-2 シートの設置状況

なった河川法、より実務的には平成8年度に策定された第9次治水事業5箇年計画（コンクリート護岸のない（見えない、使わない）「自然を生かした川」を目指した川づくり）に、河川特有の自然環境や景観に配慮した新しい川づくりの理念・方針が示された。また、河道の基本的な計画・設計に関わる河川砂防技術基準（調査編、計画編、設計編：平成9年）および河川管理施設等構造令（平成12年）が改訂されるとともに、さらに災害復旧についても美しい山河を守る災害復旧基本方針（平成11年）が発刊され、新しい川づくりを実践する際のベースとなる技術的指針が示された。さらに個別の技術開発や研究の成果についても、水理公式集（平成11年度版）、護岸の力学設計法（平成11年）や多自然型川づくりの事例集などがとりまとめられている。

この5年間でこれだけ発刊されたこと、さらに護岸などの構造に関する個別技術から、どのように川を作るかという理念・方針まで幅広く網羅されていることから想像できるように、「自然環境に配慮した川づくりの基本理念・方針に基づいた新旧技術の体系的な整理」がなされた。その特徴は、侵食防止に関わる技術的観点から以下のように捉えることができる。

①まず現況河道の出水に対する安全性を評価して、安全性向上のため侵食防止工が必要な河道区間を明らかにする。

②その区間の洪水外力（設計値）に応じて侵食防止工を選択、設計する（言うまでもなく多自然型）。

極端な表現であるが、多自然型川づくりが行われるようになる以前では「自明」な危険箇所があって、そこをコンクリートや石などの硬い材料を用いた護岸または水制などで、いかに早期にしっかり防御するかという技術体系が主流であったと言えよう。そのような「復興期の体系」から上記した体系への移行は徐々に進んでいたであろうが、多自然型川づくりの実施、技術的観点からは様々な工夫を施した工種の増加とそれらの使い分け（特に耐侵食力の観点から）を考えるようになったことを一つのきっかけとして、急激に加速し、具体的な技術指針となるに至った。

3. なぜシート工法なのか～着眼点とコンセプト～

①として上記した安全性評価において、がっちりとした侵食防止工が必要ないと判断がなされた河道区間は、現状に大きく手を加えずに良好な環境を保全できる候補地でもある。そのような場所で上記②のように侵食防止工の選定を行う際に、工法のバリエーション、具体的には

植生と従前の護岸との中間的な耐侵食力を有するとともに、コストと環境保全の面でもより優れた工法を充実させておかなければ、新しい体系にした意義や効果を十分に引き出せない。つまり、侵食防止を「植生か護岸のどちらで行うか」という従前と同じ二択を「新しい体系」呼んだ手法に基づいて行っているに過ぎない（①のみ：それでも設置の不必要区間を特定できるというメリットはあるが）。特に洪水の氾濫を防ぐ最後の砦である堤防の場合、河岸に比較して侵食外力が一般的に小さいので、中間的な耐侵食力を有するタイプの侵食防止工を活用することで、洪水に対する安全性の早期向上とコスト縮減について大きな効果を期待できる。そこで「堤防のり面を主たる適応対象とした、中間的な耐侵食力を有する新しい侵食防止工」を開発することをコンセプト（その1）とした。

上記したように新工法は従前の護岸に比較して河川環境の保全に優れたものにする必要があり、新工法の普及を促すためには欠かせない条件である。新工法は耐侵食力で護岸に劣っているが、さらに保全の観点でも劣っているとただの「安くて性能の低い工法」になってしまうからである。そうならないように新工法を開発するためには、開発当初から護岸との差別化を図っておくのがよいと考えた。従前の護岸の大多数は、護岸材自体のサイズを調整することで耐侵食力をまず優先的に確保し、そこに護岸材の隙間などに植生を「組み込む」などの工夫をして河川環境の保全機能を付け加えるという、「機能の足し算」がベースとなっている。そのため、保全機能におのずと制約が生じてしまう（その制約をいかに取り払うかが、このタイプでの工夫のしどころである）。新工法は「機能の融合」をベースとすることで上記の制約をなくすことを狙って、開発コンセプト（その2）を「植物が耐侵食力を発揮する仕組みを理解し、その仕組みを真似て植物の侵食弱点箇所を補強できる新しい侵食防止工」とした。

4. うまい使い分けで川特有の自然環境を保全しよう

上記のようなコンセプトで開発した護岸と植物との中間的な耐侵食力を有する侵食防止シートは、単に工種が一つ増えたのではなく、より大きな視点に立ってみれば、侵食防止工の使い分けを促すようになるのではと期待している。工法そのものの工夫だけでなく、その使い方を工夫しても安全で良好な環境の川づくりができる。様々な工種（耐侵食力を有する植物や土も含めて）が揃いつつある今、それらをどのように使い分けるか、それが河川技術者の次なる創意・工夫の見せ所であろう。