

生態系に配慮した鋼矢板河川工法

～エコロジカル・シートパイル工法の開発～

建設省土木研究所環境部 河川環境研究室長
同 研究員

島谷 幸宏
中村 圭吾

1. はじめに

鋼矢板は「直立で多孔質でないため生物にとって好ましくない」、「景観上良くない」等の理由で多自然型川づくりにおいて利用がひかえられることもあります。しかしながら鋼矢板工法は「強い」、「施工が容易」、「耐震性がある」といった他の工法には無い長所を兼ね備えています。その長所を生かしつつ、多自然型川づくりに応用できる鋼矢板河川改修工法の開発が、いま多くの現場で求められています。こういった背景のもとに建設省土木研究所と(財)土木研究センターでは、平成5年10月から平成8年3月の2年半の期間で「生態系に配慮した鋼矢板河川改修工法の開発に関する共同研究」をNKK、川崎製鉄、クボタ、新日本製鐵、住友金属工業の民間企業5社とともに行いました。ここでは本共同研究の成果と今後の課題についてまとめてみました。

2. エコロジカルシートパイル工法の特徴

今回の共同研究では、生態系に配慮した鋼矢板河川工法をエコロジカルシートパイル工法と名付けました。本工法では「70%の人が護岸風景を自然と思う」「従来の工法に比べ50%以上魚類等の生物量が増加する」この2点を開発目標として設定しました。

この2点の開発目標を具体化するために、エコロジカルシートパイルの持つ機能として以下の4点を満たすよう開発を進めました。

(1) 水際の連続性の確保

鋼矢板頭部を水面下にすることにより、陸域と水域の連続性を確保する。植生マットと補強材との組み合わせにより、法面に植生域を創る。

(2) 水中部の多様な空間

鋼矢板の前面に植栽フィン、河床に鋼管魚巢等を設置することにより、水中部に多様な流速場、植物や魚類などの生息空間を創造する。

(3) 透水性の確保

水域の健全な水循環の確保、湧水を必要とする生物の生息環境の保護、あるいは水質浄化の観点から透水性を確保する必要がある場所では透水性を確保する。

(4) 施工性の改善

河川改修が生態系に与える影響として、施工時の影響は非常に大きい。したがって施工用地、施工期間を最小

限にし、施工時に河川生態系に与える影響を小さくする。

以上の4点を満たすために開発が進められてきた。開発された技術について以下でその概要を述べていきます。

3. 植生鋼矢板護岸工法

3-1 工法の特長

水域と陸域の連続性と河岸部、法面部の植生を確保するために鋼矢板を用いた低水植生護岸（植生鋼矢板護岸工法）を開発しています。その特長は次の通りです。

- ・ 鋼矢板の頭部を水面下まで打ち下げます。
- ・ 植生を考慮した材料（かごマット、植生マット等）を用います。
- ・ 従来の簡易な設備による施工は継承し、本護岸の鋼矢板を仮締め切り兼用として用います。
- ・ 水面下では鋼矢板の特長である直立壁を形成するため、流下能力が比較的大きく保てます。

図-1に示すかごマット方式は高い法面保護機能を有するかごマットを用いることにより水衝部のような流速の早いところでの工法です。

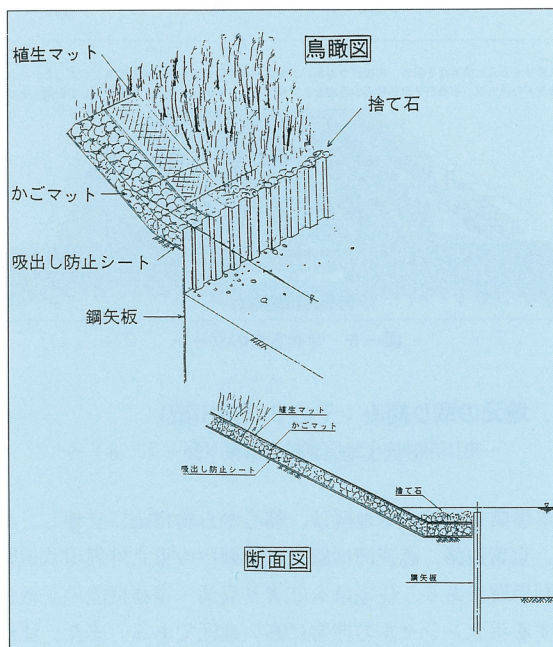


図-1 かごマット方式

図-2に示す植生マット方式は流れの緩やかなところでの工法です。

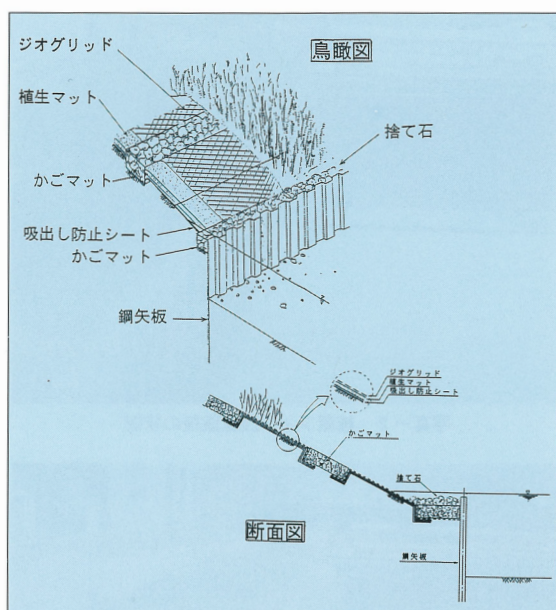


図-2 植生マット方式

施工の効率化の改善点は残っていますが、かごマット方式を含めた植生鋼矢板護岸工法を実工事に十分適用できることが確認されました。



写真-1 植生鋼矢板護岸工法
(左：かごマット方式 右：植生マット方式)

4. 植栽フィンの開発

4-1 開発の背景と目的

直立で平滑な壁面構造を有する鋼矢板護岸には生物生息空間として水中空間が単調になるという欠点があります。また、水面上に突出している鋼矢板のさびやその人工的な形状は周囲の景観と調和しないことがあり、河川全体の景観を損ねる場合もあります。そこで、多様な水中空間と自然的護岸風景を創出するための鋼矢板付属施設として、植栽フィンを開発しました。

4-2 植栽フィンの概要

植栽フィンの構造を図-3に示します。植栽フィンは丈夫な鋼枠に水生植物を移植して水際部の植生を図ることと、単調な水の流れに変化を与えることを基本機能としています。そしてこれらの機能が十分発揮されることにより、以下のような効果が期待できます。

- ①水面上の鋼矢板の相当部分を植物が覆うことにより、自然的景観を創出する。
- ②植栽フィンの後方部周辺に形成される緩流域は、遊泳力の弱い稚魚の生息場所や出水時の避難場所となる。また、植栽により水面に影ができ、好ましい生息域を形成する。
- ③植栽空間は水生昆虫相（トンボ類、タガメなど）の生息場となる。

3-2 実大モデル実験

本研究では前述したかごマット方式と植生マット方式の2タイプについて、建設省土木研究所内に実物大モデルの施工実験を実施しました。施工実験では、実工事に適応するにあたっての課題の抽出を目的に、施工性及び植生等の以下の調査を行いました。

- ①法面の土工
- ②マット製品の施工性
- ③かごマットの施工性
- ④鋼矢板の二度打ち施工

護岸延長は12mとし、6mをかごマット方式、残り6mを植生マット方式にて構築しています。この実験の結果、以下のようなことが分かりました。

二度打ちに関しては、再打設長さが1.5m、現地地盤がN値10程度の砂、6日程度の放置期間といった条件では再打設できることを確認しました。法面工ではかごマット方式に関して特に問題はありませんでした。一方、植生マット方式に関しては法部途中に設置したかごマットが自重で法に沿って変形を生じることや3種類のマット製品（吸い出し防止シート、植生マット、ジオグリッド）の敷設では同様の作業を3度行う非効率などが問題となりました。

本実験では植生マット方式のかごマットの設置方法及び

また、植栽フィンは、河川の流れに対する障害が小さいため、河積に余裕のない中小河川にも適用しやすいという長所もあります。

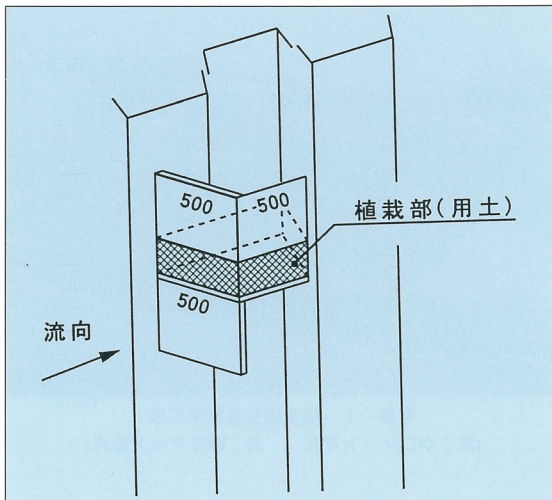


図-3 植栽フィンの構造



写真-2 植栽フィン設置直後の状況



写真-3 植栽フィン設置5ヶ月後の状況

4-3 現地施工試験

(1) 試験内容

植栽フィンに移植した植物の生息状況及び修景効果を確認するため、平成7年5月より茨城県土浦市の備前川で施工試験を実施しました。試験区間は備前川左岸の20m長とし、既設の鋼矢板に20個の植栽フィンを水中溶接で取り付けました。その後、ヨシ、マコモ、ガマ及びスイレンの苗を船上から移植しました。

(2) 試験結果

施工前と施工5ヶ月後の状況を示します。移植時期や夏季の水質が悪かったこともあり、一部を植えかえを実施した（ヨシ、ガマの一部をマコモに植えかえた）ものの、その後は順調に生育を続け、鋼矢板の相当部分を覆うほど繁茂しました。

今回移植した植物の中では、マコモが最も景観的に優れていました。逆にヨシはある程度の群落をもってはじめて自然的景観を創出するものであり、植栽フィンのような線的な植栽には不向きであると感じられました。

植栽フィンの植生部及びその周辺には稚魚の群が観察され、タモ網による魚類調査を行ったところ、フナ、モツゴ、ヨシノボリなどの稚魚が捕獲されました。

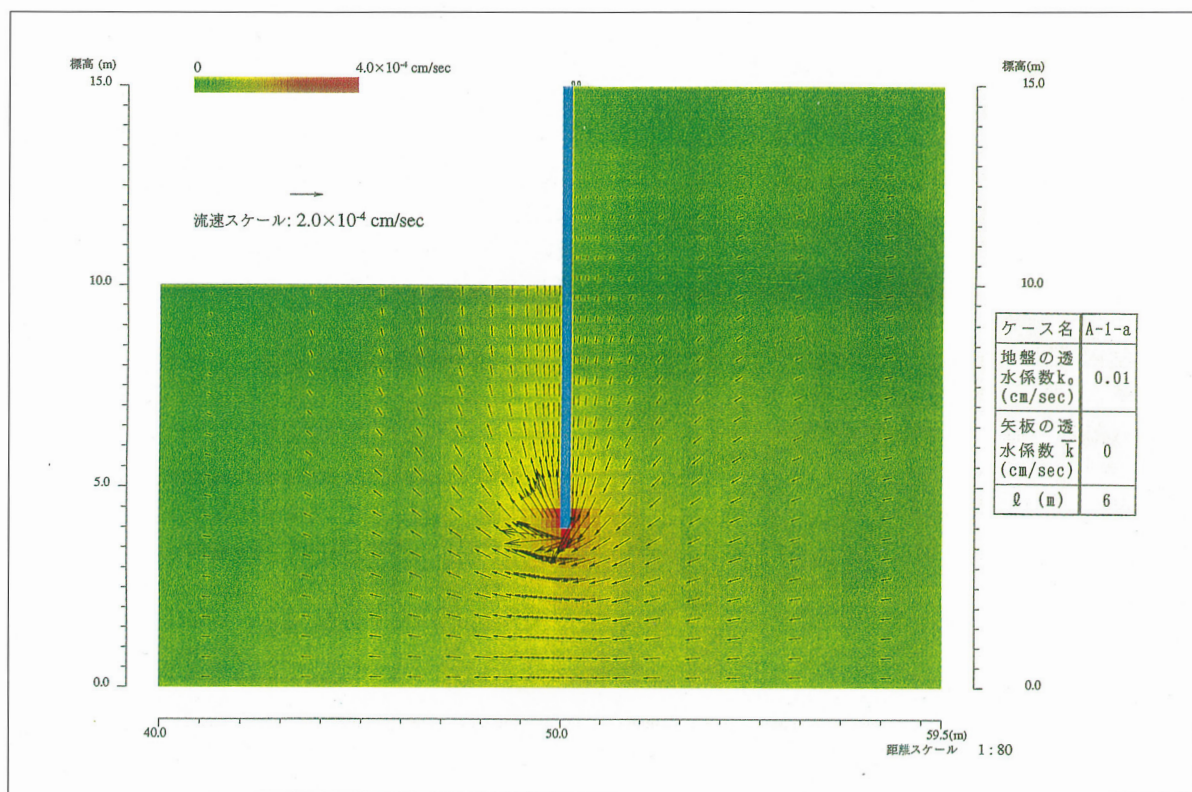
本試験結果から、植栽フィンのなかでマコモなどの抽水

植物は十分に繁茂でき、鋼矢板護岸の修景に貢献できることが確認されました。また植栽フィンの周辺は稚魚にとっても良い生息場所となることも確認されました。

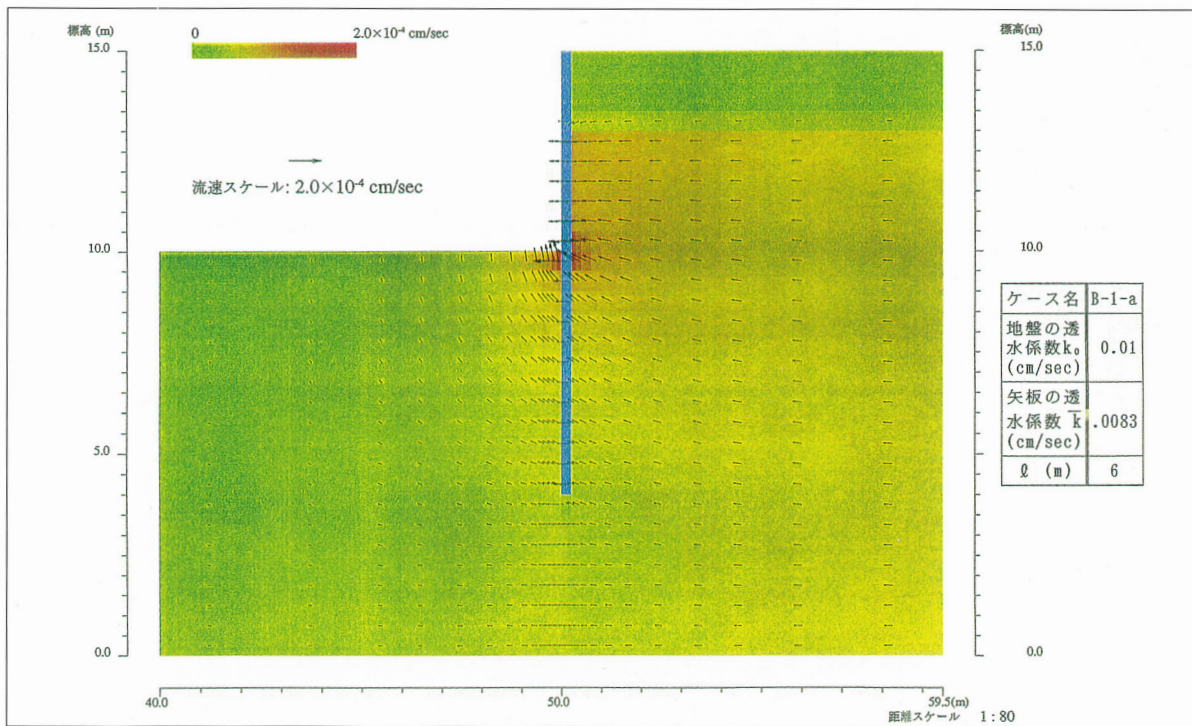
5. 透水性鋼矢板の開発

5-1 開発概要

鋼矢板に透水性を持たせることは健全な水循環を回復し、生物の生息環境、水質浄化の観点から重要なことと考えられています。鋼矢板にも従来の特徴（施工性・高強度・洗屈に対する抵抗力・軟弱地盤への適用性等）を生かしつつ、透水性能を持たせた鋼矢板の開発が求められています。しかし、これまでの透水性鋼矢板は単に鋼矢板に孔をあけたものが多く、吸い出し等に対する配慮がなされていませんでした。そこで、本研究では写真-4に示すような



図一 4 従来型鋼矢板を使用したときの水の流れ



図一 5 透水性鋼矢板を使用したときの水の流れ

鋼矢板のウェブに孔をあけ、吸い出し防止材を貼り付けたタイプの透水性鋼矢板を開発しました。開発にあたり、各種の問題点を解決すべく解析及び実験を実施しました。以下にその概要を示します。

5-2 解 析

従来型鋼矢板を用いた場合と透水性鋼矢板を用いた場合の比較を行うため、FEM定常浸透流解析を行いました。図-4.5に従来型鋼矢板と透水性鋼矢板の流速コンターおよび流速ベクトルを示します。

解析結果より、以下のことがわかりました。

- (1) 従来型の鋼矢板では、根入れ長の増加に伴って浸透流量は徐々に減少するが、不透水層に近づくにつれて急速に減少する。
- (2) 透水性鋼矢板の場合、根入れ長の増加による浸透流量の差は少なく、鋼矢板が無い場合の解析結果と一致する。
- (3) 従来型鋼矢板では矢板近傍で流速が速く矢板に沿った流れが生じているが、透水性鋼矢板は従来型に比べ流速が遅く全体的に水平な流れとなっている。即ち、鋼矢板がない場合の地下水の流れとほぼ一致する。



写真-4 透水性鋼矢板

5-3 実 験

吸い出し防止材を貼り付けた鋼矢板を実用化するためには、打込み時の吸い出し防止材の剥がれおよび打込み後の吸い出し防止材の強度が問題となります。これらの問題を解決するため、2枚の鋼板の間に接着剤を用いて貼り付けた、吸い出し防止材のせん断引張試験、圧力容器を用いた吸い出し防止材の膜強度試験、および実際の施工試験を実施しました。

試験結果より、以下のことがわかりました。

- (1) せん断抵抗：膜厚が3mm以下のものを使用すれば非常に高いせん断抵抗（約10kgf/cm²以上）を示す。
- (2) 膜強度：φ60mmの孔部に貼り付けた吸い出し防止材の膜変位は圧力1kgf/cm²時で3~5mm程度と小さく圧力を2~3kgf/cm²まで昇圧したが剥がれがみられなかった。
- (3) 現場施工：角張った転石により吸い出し防止材が若干損傷を受けるケースがあったが、先端部にフリクションカッターを取り付けることにより損傷を十分防止できる。N値5~10程度の緩い砂地盤では打込み時の心配がない。吸い出し防止材を貼り付けた透水部から問題なく透水が行われる。

6. おわりに

鉄は、時として人工構造物の代名詞のように言われますが、もともとシアノバクテリアの働きによってつくられた、安定的かつ安全な自然材料であり、いわゆるエコマテリアルの代表なのです。本研究によって、生態系に配慮した河川工法に鋼材をどう取り入れるか？という疑問に答え切れなかったとは思いますが、その方向性は十分示せたのではないかと考えております。

本研究についてご質問等のある方は、建設省土木研究所環境部河川環境研究室の中村あるいは渡辺（TEL:0298-64-2587,FAX:0298-64-7183,E-MAIL;HQF02732@niftyserve.or.jp）まで問い合わせいただけると幸いです。