

二層構造の護床ブロックを用いた新しい河道整備の提案¹

A New River Improvement using Concrete Blocks with Two-Layered Structure

小松利光²・中村由行³・末松吉生⁴・藤田和夫⁵・大八木豊⁶

By Toshimitsu KOMATSU, Yoshiyuki NAKAMURA,

Yoshio SUEMATSU, Kazuo FUJITA and Yutaka OHYAGI

1. はじめに

河川の水辺環境がかけがえないものとして人々に認識されつつある今日、治水・利水対策だけでなく、河川の親水機能、生態系保全・育成機能にまで配慮した整備が求められている。それに応じて建設省は多自然型河川工法を提唱し、コンクリートを使わず、自然の材料を使った工法を研究し、積極的に推奨している。ただ手近に適切な自然の材料が安価に入手出来て、かつ高い安全度が見込まれる箇所には多自然型工法が望ましいが、そうでない箇所も多いと思われる。例えば急流砂防河川のような流れの速い川や河岸のり面勾配が急で引き堤などが困難な都市河川や中小河川では多自然型工法の適用は容易ではない。従って、外力に対してより強く、かつ環境の保全や育成に適した新しい部材や工法の開発が望まれている（図-1）。

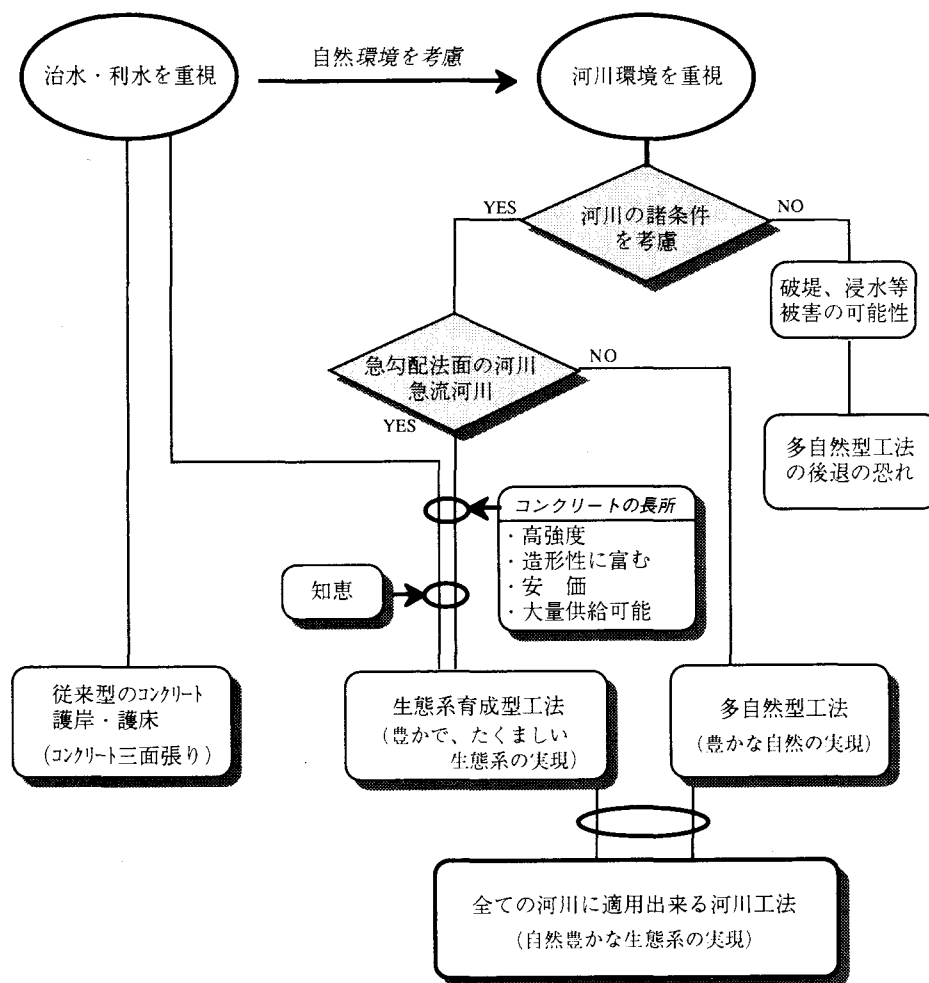


図-1 河川工法の概念図

1 キーワード：河川環境、護床ブロック、2層構造、生息空間

2 正会員 工博 九州大学教授 工学部建設都市工学科（〒812-81 福岡市東区箱崎 6-10-1）

3 正会員 工博 九州大学助教授 工学部建設都市工学科（〒812-81 福岡市東区箱崎 6-10-1）

4 代表取締役 東栄商興（株）（〒819-11 福岡県前原市大字有田 750）

5 九州大学技官 工学部建設都市工学科（〒812-81 福岡市東区箱崎 6-10-1）

6 （株）建設技術研究所 大阪支社水工本部 技術第一部技師

一方、近年の少雨傾向や下水道整備の進展、流域の開発等によると思われるが、大河川・中小河川を問わず通常流れる水の量が非常に少なくなっていることが、豊かな水辺の環境や生態系の存続を著しく困難にしていることにも注目しなければならない。特に魚類は浅い水深では生存できず、渇水時には水棲生物にとっての生息空間そのものが干上がり消滅している中小河川も数多く見られる。といっても河川流量の早急な回復が見込めない以上、河川整備を行う際に乏しい流量の下でも生息空間を保証する何らかの工夫を、いま自然界は要求しているのではないだろうか。そこで本論文では過去に例を見ない生態系保全・育成のためのコンセプトに基づき、コンクリートの持つ長所を活かした二層構造の環境護床ブロックを開発・提案し、これを用いた新しい河川工法について述べる。

2. 新しいコンクリート部材の開発の必要性

我国の河川の実状に合った多自然型河川工法の研究・開発は現在各方面で活発に行われ、既に多くの成果が得られているが、素材として自然の土・石・木や植生などを用いているため、その適用にはどうしても限界があると思われる。例えば山地急流河川や水衝部、河岸ののり面勾配の急な箇所などでは、河川の大小を問わず多自然型工法をそのまま適用するのは容易ではないことから、依然としてコンクリートの護岸に頼ったり、また自然石をコンクリートの中に埋め込んで見かけだけ整えた施工例なども見られる。一方人々の生活に身近な中小河川や、都市部において最後の残された自然である都市河川においても、その多くが急勾配ののり面をもっているため、履土も不可能で植物の定着も容易ではない。その結果、むき出しのコンクリート護岸に覆われた貧弱な生態系を現出しているのが現状である。

このような河川にも自然が必要ということで無理やり多自然型工法を適用すると、出水時に自然材料の強度不足から流出・破堤ひいては浸水などの災害発生の可能性が高くなることが予想される。したがって、このような事態を避け、多自然型工法が不向きな河川にも豊かな自然環境の回復を図るために、外力に対しては自然材料よりも強度が高く、かつ積極的に水辺環境や生態系を回復・保全・育成する機能を有する新しい部材の開発が必要となっている。

ここでコンクリートにもう一度目を向けてみよう。コンクリートは高い強度でもって外力に耐えるという長所をもつ。ただ、従来のように安易に用いれば空間の連続性や交流を全面的に”断ち切り”、”単純化する”という決定的な役割を演ずることになる。コンクリート三面張りはその意味では最悪の例で、水空間と河床や河岸の土空間を完全に遮断するため、生態系に致命的な打撃を与えている。コンクリートは従来治水面を重視した一面的な使い方しかされていなかったのである。

しかしながら、コンクリートには

- (1) 高強度である。
- (2) 造形性に富む。
- (3) 安価である。
- (4) 大量供給が可能

といった多くの特筆すべき長所がある。中でも形を自在に作れ、強度も高いという特性を活かして創意工夫することが出来れば、コンクリートは多自然型工法がそのままでは使えない河川に対しても多くの可能性を秘めた材料と言える。

3. 二層構造の護床ブロックの開発

3.1 護床工の現状

床固めや堰などの河川構造物の下流部や支川の合流部など河床の保護が必要な箇所では、護床のためにコンクリート張りやブロック張りが従来よりよく用いられてきた。治水面を重視したこれらの施工は、そのまま河床面を

コンクリートやブロックで覆っているため、流水に対する護床機能は確保しているが、水空間と河床の間の種々の交流を完全に“遮断・切断”し、“単純化”している。これは環境面から見ると最も避けなければならないコンクリートの使い方となっており、早急な改善が望まれている。

ところで生き物は生きていく上で多様な生息環境を必要としている。河川の生態系は多くの種類の生き物が様々な生態的地位に収まって、全体として一つのシステムを作ったものである。従って生態系の保全にとって環境の多様化はもっとも大切な要因となっている。また、魚類、両生類、水生昆虫類などは、水中を生活の場としており、水中を移動経路としている。従って水中における移動が確保されることが生息にとって不可欠の条件となる（生態的連続性）¹⁾。

しかるに現在の川の環境を取り巻く状況はどうであろうか。コンクリート張りの護床、護岸に加え、日常的な流量の減少、ひいては渇水期の水空間の消滅、またそれに伴う自然浄化力の低下、水質の悪化など河川の生態系には非常に厳しい状況となっている。これらの状況を克服し、豊かな生態系を回復・育成するためには、今後新たに護床工を実施するに際し、次の要因が満足されることが求められている。

- (1) 護床機能
- (2) 多様な水空間
- (3) 生態的連続性
- (4) 小流量時、渇水時に対する備え
- (5) 水質改善機能

3.2 二層構造の護床ブロックの提案

著者らは図-2に示すような二層構造のコンクリート護床ブロックを新たに開発・提案する。ここで言う二層構造（図-3）とは、以下に示す機能と特徴をもつ上層と下層から成っている。

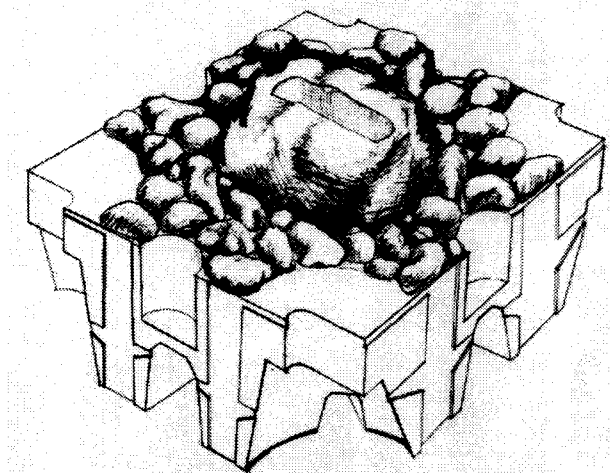


図-2 二層構造の護床ブロック

(A) 上層

護床機能を有し、洪水時には速やかに洪水を流下させる。

(B) 下層空間

- (1) 魚類や両性類、藻類の生息空間としての機能を持ち、特に小流量時には重要な役割を果たす。
- (2) 自然河床と直接接しているため生態系の保護・育成機能をもつ。
- (3) 緩やかな水の流れを実現
洪水時でも小流量時においても比較的緩やかな水の流れが保たれ、生態系は守られる。
- (4) 洪水時や外敵に襲われたときの魚類や両性類の避難場所
- (5) 魚巢機能

多様な水空間が用意されるので魚巢としての機能も期待出来る。

(6) 下層空間同士横のネットワーク

周囲に連結される他のブロックと放射状に設置された水路で（図-4）でつながっており、下層空間同士で密接なネットワークを構成している。それによって魚類等が自由に移動出来るようになっている。

(7) 水質浄化力

下層空間に適宜グリ石などを入れることにより、BODやSSなどの水質指標が大幅に改善される
²⁾ ことが期待出来る。

(8) 小流量時の生息空間であり、特に渇水時には最後の生き残り空間として水空間が確保される。

河川の大小を問わず流量が減少してきている現在、小流量時で水深が小さく、20cm以下になると魚類や両性類等の生息が著しく困難となる。しかしながら、その場合でも当ブロックの下層空間により、生息

空間が確保され

る。特に渇水時

に干上がって一

旦生物が死滅す

ると、流量が復

活しても生態系

が元の状態まで

回復するには相

当の時間の経過

が必要となる。よって最後の砦としての下層の水空間により生態系が存続出来ることの意義や価値は計り知れないものがある。

なお、当護床ブロックは次のような特徴をもつ。

- (I) コンクリートを用いているため、外力に対する十分な抵抗力が期待でき、下層空間も守られる。従って、多自然型工法に不向きな高強度を必要とする河川でも適用が可能である。
- (II) ブロック上には開口部が設けられているが、この開口部は日光の下層内への取り込み、生物の出入り等に利用される。また洪水時の下層内での掃流・洗掘や流下土砂の下層内への堆積などが生じないように、開口部の形状や設置位置には工夫がなされている。
- (III) 開口部は景観に配慮して自然石を擬した形で作られているが、この部分は別個に製作して後で連結・固定するため、大きさや形の異なる数種類を作って適当に配置することにより、景観上均一性を排除して、変化をもたせることも可能である。
- (IV) 当ブロックは前後左右に他のブロックと連結・一体化（図-5）するため、群体として流体力に対抗することが出来る。したがって単体として用いる場合よりも重さが軽減出来るためコストの削減につながる。
- (V) ブロックの敷設の際、流れ方向や横断方向に高さを変えて設置することにより、上層の流れや下層空間の流れに変化が生じ、多様な水空間が現出されることになる。また水質浄化力強化のために下層空間内にグリ石を入れることは有効である²⁾。その際、石や土の量をブロック毎に適宜変えてやることで多様な空間や流れを作ることが出来る。生き物は生息出来る空間が得られれば、自然にそこに侵入して定着することが出来るので、多様な生息環境を用意しておけば豊かな生態系が自ずと育ってくることになる³⁾。

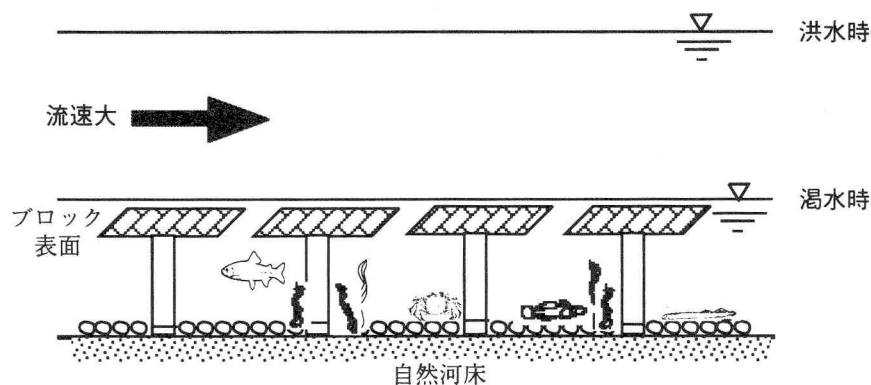


図-3 二層構造の概念図

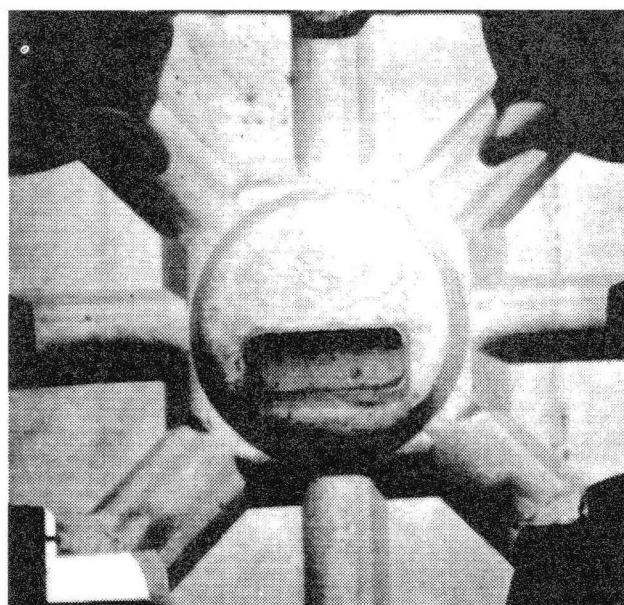


図-4 護床ブロックの下層空間とそれを結ぶネットワーク

3.3 二層構造のブロックを用いた護床工法

前述のような生態系育成機能とも言うべき多くの特徴をもつ本護床ブロックに関しては、以下のような利用法が考えられる。

(1) 通常の護床ブロックとしての利用

河川構造物の下流部などに用いるが、護床機能だけでなく環境育成機能も大いに期待出来る。平成8年10月に最上川支流朧気川の魚道下流部に初めて施工されたが、3週間後の調査ではブロック内下層部にウグイが多数群をなして生息しているのが観測された(図-6)。

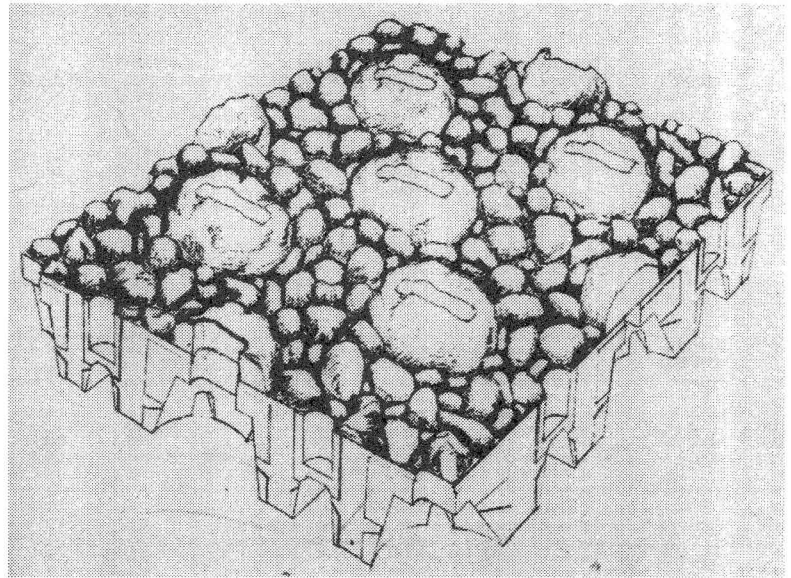


図-5 連結・一体化された護床ブロック

(2) 平水流量の少ない河川の低水路に流下方向に連続して使用

する(図-7)。小流量時、渇水時にも川に沿って連続した生息空間が確保される。また特に通常流量の少ない中小河川・都市河川では蛇行させた低水路に一個ずつ本護床ブロックを並べ、途中横断方向に敷設した箇所と連結することにより、流下・横断両方向に連続性をもった多様な空間が用意される(図-8)。

(3) 魚道の底部に敷設することにより、そのまま二層構造の魚道を構築することが出来る。魚道を設計する時は通常対象魚を絞って、その対象魚が遡上出来るように設計するが、生態系から見ると多種多様な生物の通過が望ましい。魚道を二層構造とすることで下層は緩やかな流れとなり、底をほうカニ類やウナギ等多くの魚類、両生類等の往き来が可能となる。

(4) 護岸の根固めとして用いる。

コンクリートブロックとして十分な強度を持つことから、根固め工に用いることにより、河岸と直接つながった水際部に多様な水空間を提供出来る。

(5) 淵の底に沈設する。

この場合は護床工としての意味は持たないが、大きな水空間である淵の底に相対的に小さく多様な水空間を提供することになる。



図-6 護床ブロック下層空間内のウグイの群れ
(最上川支流朧気川)

4. まとめ

護床環境ブロックとして二層構造のコンクリートブロックを開発・提案した。著者が同時に提案している河岸ブロック³⁾と

共に用いることにより河床、河岸一体となって、多自然型工法が適用出来ない河川にも"豊かでたくましい生態系"の育成が可能になると思われる。これを生態系育成型工法と呼ぶことにする。

この工法により創出される生態系は次のような特徴を持っている。

- 1) 生態的連続性と多様性
 - a) 連続性：縦横の連続した水空間と河岸との連続
 - b) 多様性：多様な水空間、流れの変化、流速の強弱
- 2) 自然の働きによる水の浄化
- 3) 植生のための土壌空間、小動物の生息空間と水生動物・藻類の水空間が連続した形で確保される。
- 4) 河川流量の増減（洪水から渇水まで）や夏季の小流量時の水温の上昇等、気象や環境の急激な変化が起こっても生態系は壊滅的な打撃を受けることなく生き残れる。

以上述べたこれらの特徴によって施工前の状態よりも格段に豊かでたくましい生態系の創出が期待出来る。

更に、河川の条件によっては多自然型工法と部分的に組み合わせることにより、ほぼ全ての河川に対して多彩なバリエーションが適用でき、自然豊かな生態系が実現できるものと思われる。

謝辞：本研究の遂行に際し、建設省九州技術事務所技術課 荒木和幸計画係長に、また本論文作成にあたり九州大学工学部 柴田敏彦技官に多大な援助をお願いした。記して深甚なる謝意を表します

参考文献

- 1) 小橋澄治・村井宏編：のり面緑化の最先端 - 生態、景観、安定技術 - ソフトサイエンス社, 1995.
- 2) 小松利光・中村由行・大八木豊・藤田和夫：生態系育成機能を有する護床ブロックの開発, 水工学論文集, 第40巻, pp.397-404, 1996.
- 3) 小松利光・中村由行・末松吉生・柴田敏彦・森 昌樹：生態系保全・育成機能を有する護岸ブロックの開発, 第3回河道の水理と河川環境シンポジウム論文集, 1997.



図-7 低水路への敷設

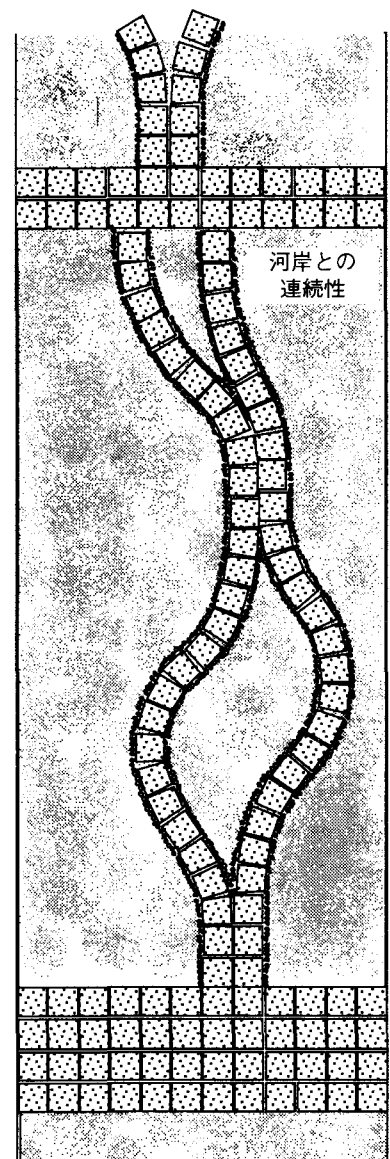


図-8 中小河川の低水路への適用