

ブランチブロック工法

多自然・環境保全型コンクリート護岸・擁壁工

構口 武志1、石村 玄二2

1 フジタ道路株式会社、2 ブランチブロック工法協会理事

近年全国各地で異常気象による集中豪雨で災害が多発している。豪雨が起きた流域では、洪水による河川護岸の崩壊・決壊等が周辺住民へ大きな影響を与えており、早期の復旧・より強靱な構造物への新たな整備が求められている。

本稿は、土木擁壁工において、省力化・省資源化・工程短縮・経済性に優れた特性をもっている新技術『ブランチブロック工法』（NETIS プラス：AC-170011-P、ARIC 登録：1014）について紹介するものである。西日本豪雨災害等により損壊した護岸、さらには今後の強靱な社会資本構築の中で効果的な活用により復旧・復興・整備に貢献できるものとする。

キーワード：擁壁、環境保全型、コンクリート護岸、多自然、護岸、自然環境、生態系

1. 工法の概要

本工法は、2011年11月に全国組織「ブランチブロック工法協会」が設立され普及活動をスタートしている。



写真-1 施工事例 兵庫県 姫路市

(1) 擁壁の構造

本工法は、日本古来より城郭の石垣や山間部の柵田等で構築されてきた自然石を用いた石積み擁壁にコンクリート二次製品「ブランチブロック」を組み合わせて一体化させ、その安定性と施工性の向上を図るとともに、「自然との調和」を十分に発揮できる特徴をもっている。

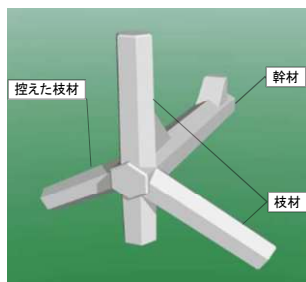


写真-2 ブランチブロック

ブランチブロック製品は、前面で組む3本の枝材と背面に埋設する1本の幹材からなり、3本の枝材の内1本は後方に部材厚さ分控えた形状となっている。（写真-2）

擁壁全体は、ブランチブロック本体（鉄筋コンクリート製品）、前石材、中詰・裏込材で構成されている。

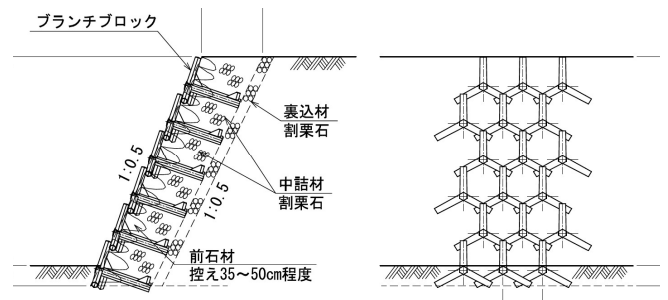


図-1 標準断面図、正面図

図-1の断面図に示すように、一体化されたもたれ式擁壁として機能する。擁壁の前面は、上下左右のブランチブロックがハニカム状（六角形）に組みられ、1接点で3基が重なり噛み合った状態で構築され、連続面が構築される。

上下左右のブランチブロックは、接触部でスライドできるため、設置高さの調整、曲線配置等に特殊部材を用いずに構築できる。

またブランチブロックと石が締め合い合って強固となる構造となっている。

(2) 製品の仕様・規格

表-1 仕様・規格

ブランチブロック製品の仕様・規格は、高さH=1200、幅W=1300で、擁壁高に応じて控え長さL=1000、1500、2000の3種類のタイプから選択することになる。

名 称	仕様、規格
① 2012-1.0型	H-1200 W-1300 L-1000、250kg
② 2012-1.5型	L-1500、300kg
③ 2012-2.0型	L-2000、350kg

(3) 石垣・石積みの構造

日本の伝統的な技術である「石垣・石積み」の標準断面図・平面図を図-2に示す。

前面に配置する石は控え（胴長）のあるもので隣どうしがせりあうように配置し、周辺を石（胴飼石、とも飼石）で固めさらに細かな石を充填する。

図のように前石の重心は石積みの中にあるため、噛み合った石は飛び出すことはない。

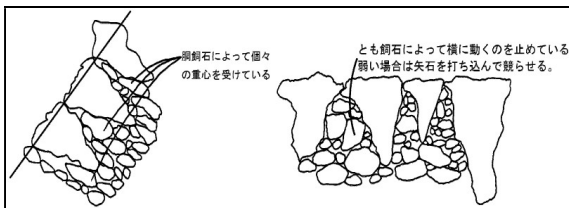


図-2 石垣・石積みの断面図・平面図

(4) ブランチブロック工法の石積み

ブランチブロック製品は、標準的には1㎡当たり1基以上を使用する。正面から見たハニカム状の六角形の大きさは1㎡以下になる。

本工法の石積みは、ブランチブロックの枝材を定規にして1㎡の中で石積みを構築することになり、簡単に施工性能に優れている。

図-3に示すようにブランチブロックの枝材は、先端が細くなっており、上からの荷重で石どうしがさらに噛み合っ安定するようになっている。

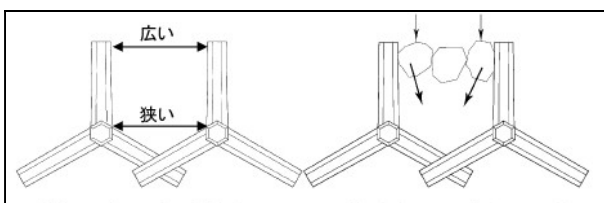


図-3 ブランチブロック正面図

また、平面的な石積み配置を図-4に示す。枝材は六角形をしており、ハの字の面に石を配置するため石が飛び出すことを防いでいる。

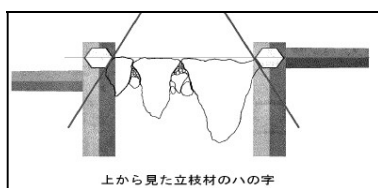


図-4 ブランチブロック平面配置図

2. 工法の施工手順

基礎（法面）整形後、最下段の1段目ブロックを据付ける。（写真-3：基礎コンクリートは不要であり、基礎面高さの多少の不陸は許容する）

写真-3・4に示すように、ブランチブロック枝材の間に前石材を積み上げながら、背面に中詰・裏込材を投入し、次のブランチブロック据付け高さまで充填する。

水平方向に数m仕上ると上段ブロックを据付ける。

1段毎に上記作業を繰り返し、計画高さまで構築する。擁壁天端の仕上げ形状については、現地の環境・機能特性に応じて「コンクリート」「石張り」「植生緑化」等より選択採用できる。

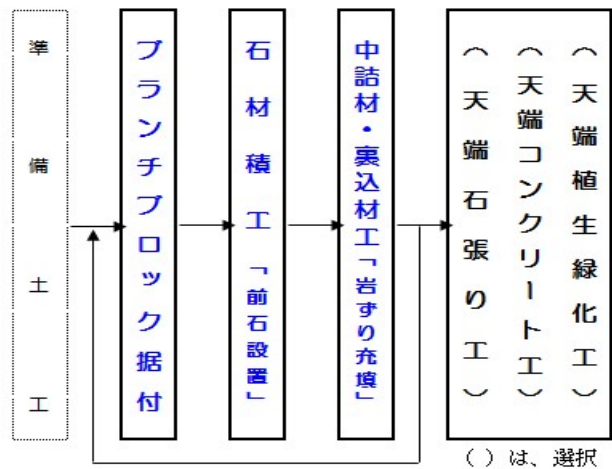


図-5 施工手順フロー図



写真-3 1段目～前石設置状況



写真-4 中詰材・裏込材施工状況



写真-5 ブランチブロック設置状況

3. 擁壁工の設計

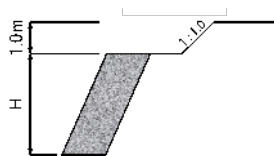
擁壁構造の設計は、ブランチブロック工法協会作成の「設計マニュアル」によって行なう。

内容は、「道路土工・擁壁工指針」のもたれ式擁壁の設計手法に準じており、従来のコンクリート擁壁と同様の①常時および地震時における外的安定（滑動・転倒・支持力）、および②地震時における内的安定（石材の抜出し力に対するブランチブロックの応力度照査）を確保するものとしている。

ブランチブロックによる配置構造の参考例を表-2 に示す。計算例は、配置勾配 1 : 0.3~0.5、擁壁高さ 2.0~5.0m に変化させて、背面盛土高 1.0m とした場合について行ったもので、表-2 は、1.0、1.5、2.0m の規格 3 タイプに対する安定計算判定結果を○×表記している。

表-2 設計計算例一覧表

	1.0mタイプ			1.5mタイプ			2.0mタイプ		
	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5
H=2.0m	×	○	○	○	○	○	○	○	○
H=2.5m	×	×	○	○	○	○	○	○	○
H=3.0m	×	×	×	○	○	○	○	○	○
H=3.5m	×	×	×	○	○	○	○	○	○
H=4.0m	×	×	×	×	○	○	○	○	○
H=4.5m	×	×	×	×	×	○	○	○	○
H=5.0m	×	×	×	×	×	○	○	○	○



<擁壁計算例>
 配置勾配：0.3~0.5分
 擁壁高さ：2.0~5.0m
 背面土羽：高さ1.0m

計算結果は、1.0m タイプは H=2.0m、1.5m タイプは H=4.0m、それ以上の高さでは 2.0m タイプが計画の目安となる。

4. 工法の特徴

(1) 排水性能を兼ね備えた強固な擁壁

最大の特徴は、雨水・地下水は石の隙間から自然に排水される性能を有していることである。

従来の石垣・石積み擁壁に近代技術を取り入れ、ハニカム形状（六角形）のデザインでその構造安定性と景観性も向上させている。（写真-6）



写真-6 河川護岸の施工例

(2) 自然・環境との・生態系の保全

自然石を用いることから、自然環境の中で数年の間に植物が育ち緑化が進む。（写真-7）

また、石の隙間に小生物が生息するようになり、自然環境や生態系の保全に対して大変優れた工法である。（写真-8）



写真-7 植生緑化の施工事例 (右写真：5年後)

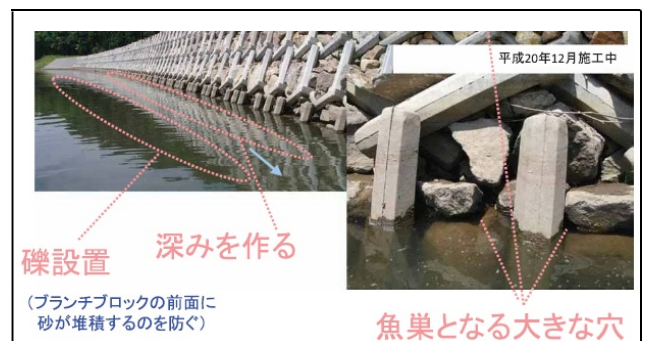


写真-8 河川護岸での生態系保全

(3) 曲線施工と高さ変化

ブランチブロックの接点部分がスライドできるため、従来の擁壁では表現の難しい曲線施工（写真-9）や基礎地盤・天端高さの変化等、さまざまな形状に対応可能である。



写真-9 曲線配置、高さ変化

(4) 省資源化

使用材料の内、加工製品はブランチブロックのみであり、基礎・胴込めコンクリートが不要で、資源消費量が少なく自然環境面で特に優しい工法である。

(5) 短期間の施工と経済性

鉄筋・型枠・コンクリート打設がなく、石積み工だけの施工であるため、降雨時においても施工が可能で、短期間での構築が可能である。施工条件によるが2~3倍のスピード施工が可能である。

また、高度な技術を必要としなく、施工技術の習得も短期間で可能であるため施工性に優れている。

類似擁壁工法との比較を表-3に示す。ただし、経済性は、現場条件、材料価格により異なるため参考の数値として明記している。

表-3 類似工法との比較表

	ブランチブロック	コクリ+もたれ式	コンクリート重力式	箱型・大層積立ブロック	積土工壁
構造					
安定性	○	○	○	○	○
生態保全	●	×	×	○	×
自然環境	○	×	×	○	×
施工性	●	○	△	○	○
経済性	●	◎	△	○	△
工事費 円/m ²	30,000~40,000	30,000~40,000	35,000~60,000	40,000~50,000	40,000~60,000
施工規模	小~中~大規模 H=2.0~8.0m	小~中規模 H=1.0~5.0m	小~中規模 H=1.0~5.0m	小~中~大規模 H=2.0~8.0m	中~大規模 H=5.0~15.0m

(6) 河川護岸での流況特性

本工法は、河川護岸で採用する場合の水理学的特性として高い評価を得ている。

(6-1) 粗度効果による流速特性

流水と接触するブランチブロック表面の凹凸（棧型粗度）が護岸周辺の流速を弱める効果がある。（図-6）

河川断面内の流速の相違発現は、護岸保護となるとともに流れの主流域を河川中央部へ導く役目を機能する。

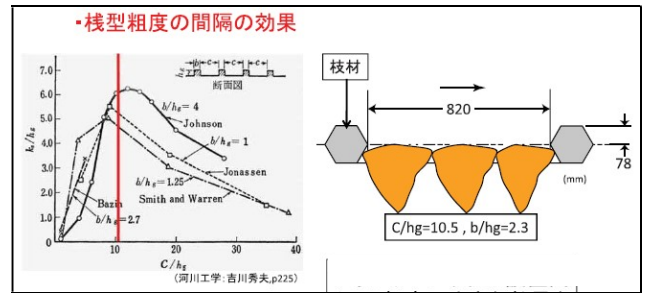


図-6 護岸表面の凹凸の効果

(6-2) 上方流効果による河床洗掘防止

河川護岸では、流水により護岸基礎部の洗掘が原因で崩壊する事例が多くある。

ブランチブロック護岸は、洗掘が起こりにくい特性を有している。護岸周辺では図-7に示すようにブランチブロックの枝材に沿って上方への流れが生まれ、基礎部の洗掘崩壊が防止される。

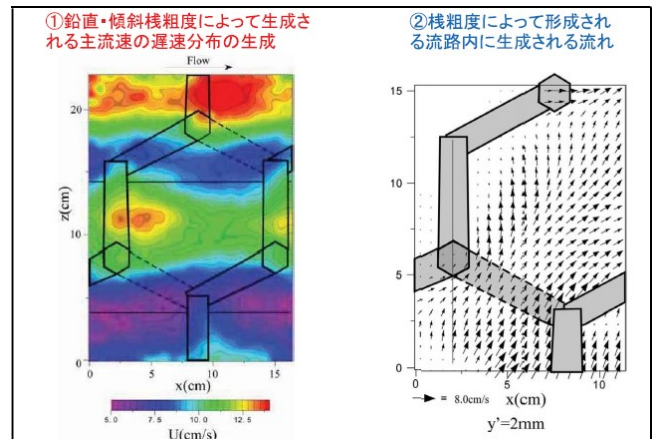


図-7 枝材による流況特性

河川で使用する場合は右岸用と左岸用の製品を使い分け配置する。3本の枝材の内1面控えた枝材を下流側へ配置することで上方への流れが生まれる。

右岸用に配置されている施工事例を写真-10に示す。



写真-10 河川右岸擁壁施工例

ブランチブロック護岸の流況特性については、各種模型実験で効果特性の検証が行われている。

参考文献：1)、2)

5. 主な施工実績の紹介

2003年よりスタートした本工法は、これまで中国地方を主として施工実績57件、施工数量は約17,100㎡に達している。また、近年では2011年の工法協会設立により全国で施工されるようになってきている。

以下に主な工事例を4件紹介する。

(1) 施工事例①：農業用ため池改修法尻擁壁

・工事規模：約1000㎡、福島県須賀川市

東日本大震災により既設農業用ため池の東側斜面が約170mにわたって斜面上部の民家、道路を巻き込んで崩壊した。被災状況と完成状況を写真-11・12に示す。



写真-11 ため池法面崩壊状況

本工事は、被災写真よりわかるように含水量の多い土砂が崩壊しており、工法の特徴である「排水性能を兼ね備えた強固な擁壁」が評価され採用に至った。



写真-12 法面改修完成写真

(2) 施工事例②：工業団地法面改修擁壁

・工事規模：約630㎡、茨城県日立市

東日本大震災により既設工業団地盛土法面が幅200m高さ30mの範囲で法尻擁壁とともに大規模崩壊した。

被災状況と完成状況を写真-13～16に示す。被災箇所は過去にも崩壊災害を起こして数度の補強工事（コンクリート擁壁）がなされていたが、今回の地震で再度崩壊した。

上部盛土勾配は1:3.5、擁壁は3mと5mの2段構造とし、設置勾配は1:0.6とした。



写真-13 被災状況（既設擁壁崩壊）



写真-14 完成全景（2段擁壁+盛土）



写真-15 2段擁壁完成写真①

(3) 施工事例③：農業用ため池改修河川護岸

・工事規模：約650㎡、山口県山口市

古くなった農業用ため池のリニューアル工事で流末河川の改修で採用された。

完成状況を写真-18・19に示す。

施工箇所はため池洪水吐の下流に位置し、河床に縦断勾配がある他、左右の高さの相違や曲線配置、高さ変化があり、それらに適応性の高い本工法が採用された。

河床部は洗掘防止のためコンクリート仕様となっている。



写真-18 河川護岸完成写真①



写真-19 河川護岸完成写真②

(4) 施工事例④：河川護岸（国交省 NETIS 試行施工）

・ 工事規模：約 550 m²、兵庫県豊岡市
2009 年国土交通省近畿地方整備局の「鳥居地区出石川河道掘削工事」で NETIS 試行施工として実施。

（写真-20）

この施工により、2010 年に NETIS 「少実績優良技術」として登録。

現在は、2015 年 5 月 NETIS 「評価促進技術」となる。



写真-20 NETIS 試行施工完成写真

6. 開発の経緯と工法協会の設立

- ・ 開発者吉工園（現キッコウジャパン（株））
- ・ 2003 年から事業を展開
- ・ 2009 年 NETIS 試行施工工事を実施
- ・ 2010 年 NTIS 登録（少実績優良技術）
- ・ 2010 年 台湾で大型工事施工：8000 m²
- ・ 2011 年 11 月ブランチブロック工法協会を設立
- ・ 2012 年 10 月 ARIC 情報 No. 1014 登録
- ・ 2015 年 5 月 NETIS 登録（評価促進技術）
- ・ 2018 年 2 月 NETIS プラス登録 AC170011-P

ブランチブロック工法協会の設立趣旨

法面、河川護岸の崩壊・浸食等の防止、早期修復に最適である擁壁工「ブランチブロック工法」の普及、技術の向上ならびに協会の健全で秩序ある発展を図ることにより、国土の有効活用、建設コストの低減、景観との調和等に寄与することを目的として設立されました。

会長：中央大学山田正教授、会員数：現在 16 社

7. おわりに

ここまで述べてきたとおり、省力化・省資源化・工程短縮・経済性に優れた特性をもっている新技術『ブランチブロック工法』は、早期復旧が求められる災害復旧工事や強靱な社会資本の整備において非常に有効な工法である。

本工法は、従来の擁壁と比べて環境面・生態系への配慮されており、自然調和型の構造物として、農業土木分野、山岳地の砂防分野での幅広い分野での活用も期待されている。これまでの施工実績から構造の安全性・安定性、施工性についても確認されており、今後多くの現場で活用いただき社会に貢献できれば幸いである。

参考文献

- 1) 土木学会水工学論文集、第 51 巻「ブランチブロック護岸模型周辺の流況特性」2007 年 2 月
- 2) 土木学会水工学論文集、第 54 巻「ブランチブロック護岸模型の枝材配列形状の変化による流れ構造の特徴」2010 年 2 月
- 3) 地盤工学会「震災からの復旧・復興、住環境の再生に役立つ技術」「ブランチブロック工法」2011 年 12 月
- 4) 電力土木（電力土木技術協会）2012 年 11 月号災害特集「災害に強く早期復旧に適した技術、自然調和型擁壁（ブランチブロック工法）」
- 5) ARIC 情報誌第 111 号（一般社団法人農業農村整備情報総合センター）民間開発の技術の紹介、「自然調和型・石積もたれ式擁壁—ブランチブロック工法—」2013 年 10 月