

共同研究報告書

整理番号第 495 号

河川における護岸ブロックの 環境評価手法に関する 共同研究報告書

平成30年1月

国立研究開発法人土木研究所
公益社団法人
全国土木コンクリートブロック協会

Copyright © (2018) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

河川における護岸ブロックの 環境評価手法に関する 共同研究報告書

水環境研究グループ 自然共生研究センター※
// 河川生態チーム※
公益社団法人 全国土木コンクリートブロック協会※

要 旨

平成22年8月に「中小河川に関する河道計画技術基準」が改定され、河岸・水際部の計画・設計手法が明示された。この中で、護岸が露出する（目に触れる）場合には、護岸に環境機能を確保することを求められているが、具体的な環境機能の中身やその評価手法の開発は十分ではなかった。そこで、本共同研究では、環境機能の一つとして河川景観を取り上げ、その保全を目的として、護岸ブロックの景観評価手法の開発を行った。その中で、河川景観の保全のために留意すべき項目として、明度、テクスチャー、景観パターンおよび素材の大きさを提示した。さらに、明度とテクスチャーについては、計測方法を標準化し、現場でも客観的でかつ定量的な評価ができるようにした。

本報告書は、これまで実施してきた共同研究（H24.6～H29.3）の成果をとりまとめたものである。

キーワード：河川景観、護岸ブロック、明度、テクスチャー、景観パターン、素材の大きさ

※執筆者は巻末に一覧を記載した。

目次

1. はじめに	1
2. 共同研究の概要	2
2. 1 共同研究の目的	2
2. 2 共同研究の方法と概要	2
2. 2. 1 共同研究の枠組みと進め方	2
2. 2. 2 共同研究ワーキング	3
2. 2. 3 護岸ブロックの性能評価手法に関する委員会	4
2. 2. 4 普及活動の一覧	4
3. 河川景観の基本的考え方ー河川用護岸ブロックの景観配慮において知っておくべき知識ー	6
3. 1 河川景観の特徴	6
3. 1. 1 景観の工学的とらえ方	7
3. 1. 2 対象の視覚的な特徴	7
3. 2 護岸ブロックに関する景観上の特徴と課題	9
3. 2. 1 護岸が河川景観に影響を与える要因	10
3. 2. 2 対象からの距離により変化する景観要素	25
3. 2. 3 景観要素の概説と相互の関連性	26
3. 2. 4 護岸ブロックの分類と景観上の課題	30
3. 2. 5 緩傾斜護岸ブロックの特徴と課題	31
3. 3 河川用護岸ブロックの評価方法	35
3. 3. 1 明度の計測方法の考え方	35
3. 3. 2 テクスチャー（肌理）の計測方法の考え方	36
3. 3. 3 明度およびテクスチャーの測定方法	38
3. 4 河川用護岸ブロックの改良について	42
3. 4. 1 既存の護岸ブロックのタイプ分類	42
3. 4. 2 既存ブロックの景観評価	47
4. 普及に向けた取り組み	51
4. 1 美しい山河を守る災害復旧基本方針への反映	51
4. 2 明度計測手法の普及に向けた取り組み	51
4. 3 改良型ブロックの普及に向けた取り組み	52
4. 4 シンポジウムの開催	55
5. 今後の課題	56
6. 巻末資料	57

6. 1	「護岸ブロックの性能評価に関する委員会」の審議内容	57
6. 1. 1	第1回委員会の審議内容	57
6. 1. 2	第2回委員会の審議内容	57
6. 1. 3	第3回委員会の審議内容	57
6. 2	共同研究ワーキングの取り組み	58
6. 2. 1	護岸ブロックの明度	58
6. 2. 2	護岸ブロックのテクスチャー	65
6. 2. 3	既存の代表的な護岸ブロックにおける景観パターンの景観評価実験	68
6. 2. 4	目地の形状と印象評価の実験	71
6. 2. 5	緑化ブロックの特性が護岸周囲の景観との調和に及ぼす影響	74
6. 2. 6	緑化ブロックの植被率に寄与する物理環境要因の抽出	84
6. 3	護岸ブロックの平均明度計測マニュアル（案）	91
6. 3. 1	適用範囲および明度計測の留意点	91
6. 3. 2	明度証明書の発行までの流れ	92
6. 3. 3	護岸ブロックの撮影方法	97

1. はじめに

平成 22 年 8 月に、「中小河川に関する河道計画の技術基準」が改訂され、翌年には、その解説書として、「多自然川づくりポイントブックⅢ」（以下、PBⅢ）が発刊された。ここでは、河岸・水際部の計画・設計手法が示されており、護岸が露出する場合には、護岸に求められる環境上の性能の一つとして河川景観に関して明記されている。しかしながら、提示された性能の多くは定性的な表現に留まっているため、PBⅢに基づく護岸の開発や選定が進んでいなかった。また、災害復旧においても、被災した自然河岸をコンクリートブロックなどで復旧している場所も多く見られるが、必ずしも環境機能に配慮した復旧となっていなかった。

そこで、平成 24 年 5 月より（国研）土木研究所自然共生研究センター及び（公社）全国土木コンクリートブロック協会は、河川景観の保全の観点から護岸ブロックの評価手法の確立及びその評価手法に照らした景観に配慮した製品の開発・普及を目的に共同研究及び護岸ブロックの性能評価手法に関する委員会を行ってきた。平成 26 年 3 月に改定された「美しい山河を守る災害復旧基本方針」では、その成果の一部が反映され、護岸ブロックの河川景観に関する留意事項が明記された。

本資料では、河岸・水際部を対象とし、河川景観に着目した既往の調査、研究、実験結果、共同研究等の成果について取りまとめ、主に護岸ブロックの景観評価に関する事項について、基礎知識の整理を行った。また、景観評価に関する考え方や評価方法を示すとともに、河川景観に関する留意事項に配慮した護岸ブロックの開発・展示に関しても取りまとめを行った。

河岸・水際部の計画・設計にあたり河川景観を考慮する上で、本資料が参考になれば幸いである。

2. 共同研究の概要

2. 1 共同研究の目的

「中小河川に関する河道計画の技術基準」が平成22年8月に改訂され、河岸・水際部の計画・設計手法が明示された。この中で、護岸が露出する場合には護岸工法の環境機能を確保することを求めているが、環境機能の評価手法には定まったものがないため、今後、護岸工法として広く使用される護岸ブロック工法について、具体的な評価手法を確立していくことが必要となる。また、評価基準に照らして高性能製品を製作するにはコンクリートブロックだけでなく環境に関する高度な知識が必要になるため、メーカーが実際に製品を開発し、これを普及させるには相当の期間が必要となる可能性がある。本研究では、以上を鑑み、①河川景観・自然環境の保全の観点から護岸ブロックの評価手法を確立し、②評価手法に照らして性能の高い製品を試作し、試験施工を行って問題点の抽出と改良を図りながら具体的な製品の普及を図ることを目的とする。本研究の実施に際しては、メーカーから資材の提供を受けることが必要となる。また、型枠を製造しブロックの試作を行うことが必要となる。さらに、評価手法の確立のためにはメーカーが実施可能な方法とするため業界と密なコミュニケーションが必要となる。以上から、本研究では、土木用コンクリートブロックメーカー業界を代表する機関と共同研究を実施し、上記の課題を解決し、多自然川づくりにおける護岸工法の確立に資する。

2. 2 共同研究の方法と概要

2. 2. 1 共同研究の枠組みと進め方

共同研究では、PBⅢに書かれている「護岸の素材選定に関する留意事項」の内、具体的な数字で示されている明度について測定方法の提案を行うことで、普及を促進できると考えた。また、テクスチャーや景観パターン（形、積み方、目地など）については、感覚的な議論に留まっていることから、選好性の調査を行い、評価手法の構築を試みる。さらに、選好性の結果を基に、護岸ブロックのフラッグシップモデルを開発し、土木用コンクリートブロックメーカーに対し、製品開発の普及に繋げる（図-2.1、表-2.1）。

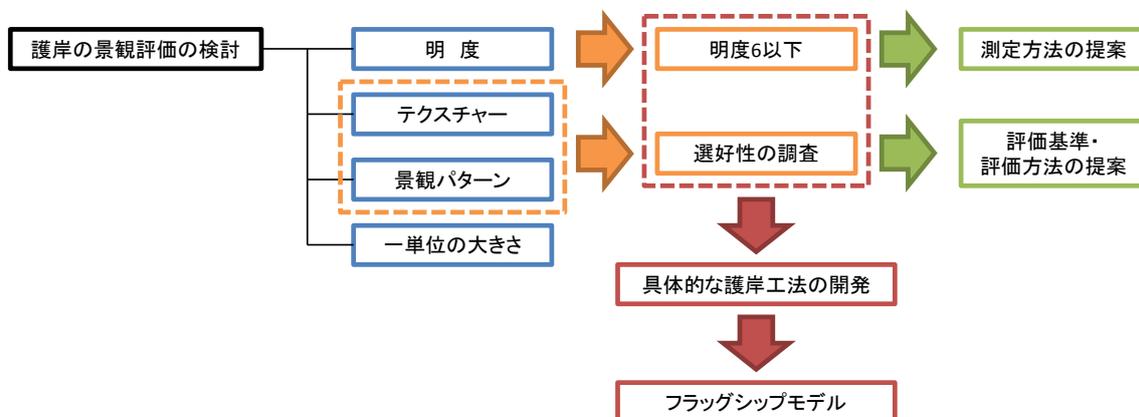


図-2.1 共同研究の枠組み

表-2.1 共同ワーキングの全体像

年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
課題	①護岸ブロックの景観評価手法の確立 ②護岸ブロックの自然環境評価手法の確立 ③新しい護岸ブロックの試作と現地実験 ④新しい護岸ブロックの問題点の抽出と改善				①積みブロックの景観評価手法の高度化 ②張りブロックの景観評価手法の開発 ③質が高い整備が必要とされる区間における護岸ブロックの評価手法の提案
委員会	第1回	ヒアリング	第2回	第3回	
ワーキング	第1～5回	第6回	第7、8回	第9～11回	第12、13回
	第一期				第二期
成果	①護岸ブロックが河川景観に与える要因の整理 ②明度の測定方法の開発 ③護岸ブロックの改良				①テクスチャーの定量的な評価方法の開発
基準類	平成26年3月美しい山河を守る災害復旧基本方針改定				
活動	8月に明度判定委員会の発足			河川景観に配慮した護岸ブロックの展示	・シンポジウムの開催 魅力ある水辺空間の再生を目指して！ ・河川景観に配慮した護岸ブロックの展示に関するパンフレットの作成 ・河川景観に配慮した護岸ブロックの技術講習会の開催 ・美しい山河を守る災害復旧基本方針4.3法覆工(3) 具体的留意事項の解説に対するQ&Aの作成

2. 2. 2 共同研究ワーキング

これまでの5年間で、22回のワーキングを開催し、中小河川における景観の向上を目的に、護岸ブロックの改良と基準類の整備について議論を重ねた。

表-2.2 共同研究ワーキングの開催回数と開催日

開催回数	開催日	開催回数	開催日
第1回	平成24年5月23日(水)	第12回	平成26年5月28日(木)
第2回	平成24年6月25日(月)	第13回	平成26年12月3日(木)
第3回	平成24年7月23日(月)	第14回	平成27年5月19日(火)
第4回	平成24年10月4日(木)	第15回	平成27年8月7日(金)
第5回	平成24年11月27日(木)	第16回	平成28年1月26日(金)
第6回	平成25年1月30日(水)	第17回	平成28年5月13日(金)
第7回	平成25年6月19日(水)	第18回	平成28年7月22日(金)
第8回	平成25年7月30日(火)	第19回	平成28年9月14日(水)
第9回	平成25年10月3日(木)	第20回	平成28年11月10日(木)
第10回	平成25年12月18日(木)	第21回	平成29年1月25日(水)
第11回	平成26年1月28日(木)	第22回	平成29年3月29日(水)

表-2.3 有識者へのヒアリングを実施した人物と日付

氏名	日付	氏名	日付
島谷教授	平成25年4月9日(火)	崎谷氏	平成25年6月6日(木)
北村教授	平成25年4月11日(木)	岡田氏	平成25年7月17日(水)
吉村氏	平成25年4月26日(金)	小野寺氏	平成25年7月17日(水)

2. 2. 3 護岸ブロックの性能評価手法に関する委員会

平成 22 年 8 月に「中小河川に関する河道計画の技術基準」(以下, 本基準) が改訂となり「河岸・水際部の計画・設計」が明示された。また, 平成 23 年 8 月には, この解説本となる PBⅢが発刊された。本基準および PBⅢ(以下, 本基準等) では護岸が露出する場合に護岸に求められる環境上の性能を河川景観・自然環境について示したが, 提示された性能の多くは定性的な表現に留まっている。このため, 本基準等に基づく護岸ブロックの開発・選定が進まず, 現場で使用する護岸ブロックは本基準等が明示される前から前進が見られないのが現状である。

本委員会では, 以上を鑑み, 河川の積護岸の素材として利用されている護岸ブロックを対象として, 本基準等に示されている河川景観・自然環境の性能を具体的に評価する手法の検討を行った。また, 本基準等を満足する護岸ブロックを試験的に開発し, 今後の護岸ブロックの開発の方向性を提示した(3.2 に反映)。

表-2.4 委員会の開催回数と開催日など

開催回数	開催日	開催場所
第 1 回	平成 24 年 12 月 20 日 (木)	スクワール麴町
第 2 回	平成 25 年 8 月 23 日 (金)	スクワール麴町
第 3 回	平成 26 年 3 月 10 日 (月)	AP 西新宿

2. 2. 4 普及活動の一覧

共同研究において, 河川景観に配慮した護岸ブロックの考え方の普及のために, 講習会などを開催してきた。また, 講習会に参加できない方々のために, パンフレットや護岸ブロックに関する Q&A を作成し普及に努めた。表-2.5, 2.6 にこれまでに実施した普及活動や発行物などについて示す。

表-2.5 共同研究ワーキングで実施した普及活動一覧

講習会およびシンポジウム名	開催場所	参加者
護岸ブロックの明度計測方法に関する講習会 平成 24 年 4 月 25 日 (水) 平成 24 年 5 月 8 日 (木) 平成 24 年 7 月 24 日 (火) 平成 25 年 5 月 22 日 (金)	水辺共生体験館 自然共生研究センター 実験河川	14 名 12 名 131 名 36 名
シンポジウム魅力ある水辺空間の再生を目指して! 平成 28 年 6 月 22 日 (水)	星陵会館ホール	270 名
河川景観に配慮した 護岸ブロックの技術講習会 平成 28 年 8 月 5 日 (金)	水辺共生体験館 自然共生研究センター 実験河川	97 名

表-2.6 共同研究で作成した展示および発行物と展示／掲載場所

展示および発行物	展示場所／掲載場所
河川景観に配慮した護岸ブロックの展示 (写真-2.1,2.2) 平成 27 年 11 月	自然共生研究センター実験河川
河川景観には配慮した護岸ブロックの 展示に関するパンフレットの作成 平成 28 年 6 月	冊子 自然共生研究センターHP (URL: http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/about/m2_02_KW/KW_link/05_cyusyokasen_gogan/gogan_01.htm)
シンポジウム講演集 平成 28 年 10 月	自然共生研究センターHP (URL : http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/events/m5_h27_07.htm)
「美しい山河を守る災害復旧基本方針」の コンクリート系護岸に対する Q&A の作成 平成 28 年 11 月	自然共生研究センターHP (URL : http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/about/m2_02_KW/KW_link/05_cyusyokasen_gogan/gogan_02.htm)



写真-2.1 護岸ブロックの展示



写真-2.2 説明パネル

3. 河川景観の基本的考え方ー河川用護岸ブロックの景観配慮において知っておくべき知識ー

3. 1 河川景観の特徴

川の水辺の風景を想像してみしてほしい。人により思い浮かべる風景はさまざまだと思うが、多種多様な要素が含まれていることは共通していえることである。例えば下記に示す川の写真（写真-3.1）には、きらきら光る水面、州の植生、のびやかな高水敷、堤内地の家並み等が写っている。河道内のみならず、これらすべてが河川景観の構成要素となる。護岸ブロックの河川景観への配慮を考える際には、護岸周辺のみ着目するのではなく、これら構成要素に意識を向けることが必要である。

表-3.1 河川景観構成要素の基本分類
(土木学会 1988)

大分類	中分類
河川	河道（平面形状，縦横断形状，高水敷）
	河道内微地形（州，河床材料等）
	水面（流れ，水質，倒景等）
	河川構造物（堤防，護岸，水門等）
	河川占用物（ベンチ，看板，グランド等）
沿川	河川植生（並木，水防林，草地等）
	道路（自転車道，アクセス路等）
	道路付属物（標識，電柱，道路植栽等）
	建築物（ビル，住宅，排水機場等）
横断施設	空地（公園，広場，農地等）
	橋梁（道路橋，鉄道橋，高架橋等）
遠景	その他（送電線，水管橋等）
	自然要素（山岳，丘陵，森林等）
人間活動	人工要素（高層ビル，城郭，煙突等）
	人，自動車，自転車，船等
自然生態	鳥，魚等
変動要因	季節，天候，時刻等



写真-3.1 河川景観写真の例（流軸景）

また、「河川景観デザイン『河川景観の形成と保全の考え方』の解説と実践」（2008）によれば，“景観とは，人が対象を眺めるときに生じる心的現象である。人は視覚のみによって対象や空間を捉えているのではなく，音や匂い等，その他の感覚によっても対象や空間を

体感している”とある。水辺では、せせらぎの音や動物の声が聞こえたり、草花の香りや涼やかな風を感じたりする。これら視覚以外の知覚で捉えるものも河川景観の構成要素となる。

3. 1. 1 景観の工学的とらえ方

景観工学では、景観を人為的に変更、あるいは保護するといった操作対象として扱う。前項において、視覚以外の知覚で捉えるものも景観構成要素であると説明したが、操作対象として景観を把握する場合、視覚を用いる（見る）ことが最も基本的である。

篠原(1982)は、景観を、「視点」、「視点場」、「主対象」、「対象場」の関係性によって捉える「景観把握モデル」を提案している。このモデルは、景観設計や計画等に用いられる基礎的なツールとなっている。「対象場」は、眺められるもの全てであり、その景観の中心となるものを「主対象」と呼び区別している。後述するが、護岸（ブロック）は基本的に主対象とならないようにすることが望ましいものである。

○視点と視点場

視点は、景観を眺める人の位置である。景観対象（対象場）がどの位置から見られるのかによって、眺められる景観の性質は異なる。

視点場は、景観を眺める人の周囲の空間のことである。3.1に示した河川景観の構成要素のうち、堤防、高水敷、水際、水面、橋梁等は、河川景観を捉える主な視点場となる。河川景観は、視点場の位置と眺める対象の河川の関係から、「流軸景」、「対岸景」、「俯瞰景」等のタイプに分類することができる。

①流軸景

橋梁や高水敷、水際等から、川の上下流方向（流軸方向）に沿って河川を見た時の景観。兩岸と川の流れを一目で見ることができ、河川空間を把握しやすい構図となる。流軸景では、連続する堤防や護岸等の線形により、河川の奥行き感を感じることができる。

②対岸景

堤防や高水敷、水際等から、流軸方向と直角に、対岸方向を見た時の景観。対岸景では、水面、水際・河岸、高水敷、堤防、堤内地などが横長の帯状に、階層的に見える。川幅の大小によって対岸の要素の大きさによる遠近感を感じられるが、平らで表面の変化に乏しい水面越しに対岸を見ることで、奥行き感に乏しい平板な景観となる。

③俯瞰景

河川空間外の高い位置から、河川の広い範囲を見た時の景観。山岳や平野との地形的な関係、地域の中の河川空間の位置づけを把握することができる。

3. 1. 2 対象の視覚的な特徴

河川景観を人の眼で捉え、分析する際に必要な知識を示す。

○眺める対象がどのように見えるか

対象の「見え方」は、形（大きさ、外形）、色彩、材質（テクスチャー）など対象自体の視覚的な性質と、視点場との位置関係で決まる。

○大きさとスケール

対象自体の大きさとともに、視点場からの距離（視距離）により、対象の見え方（見かけの大きさ）が決まる。例えば、川幅の違いにより、対岸の土木構造物、建物、樹木等の見え方が異なる。川幅の広い大河川の対岸景では、対岸の建物や樹木、人間等は小さく見え、構造物の塊や緑の塊として捉えられたり、背景の山並みや樹林等に溶け込んだりしてしまうこともある。川幅の狭い小さな河川では、対岸にある建物や樹木が大きく見え、風景の大半を占めることになる。河川構造物の素材の見かけの大きさに関してはPBⅢ(P126)に記載があるので参照のこと。

また、対象自体が、ほかの対象物や背景に対して相対的にどの程度の大きさであるかという見方は、対象の目立ちやすさ、調和などを検討する際の重要な捉え方である。対象の大きさを他のものとの関係で示す考え方は、スケールと呼ばれている。特に、人間の身体のサイズとの関係で示す「ヒューマンスケール」の概念は、建築分野のみならず土木空間設計でもよく用いられる。

○色彩・テクスチャーの見え

色彩は一般に色相、明度（明るさ）、彩度（色の鮮やかさ）の3つの属性で表現される。このうち、河川構造物の景観を扱う際には、明度、彩度への留意が必要である。対象が目立つかどうかは、対象の持つ明度・彩度の影響、特に対象の背景となる周辺環境との明度、彩度の差に大きく影響する。例えば、コンクリートは樹木等の自然物に比べて明度が高く、周辺から浮き上がって見える傾向がある。（景観デザイン研究会 1998）

テクスチャーは、本来、触覚を通じて感じられる対象表面の状態を表す概念だが、視覚的にも対象に表情を与えている（篠原 1982）。コンクリートの表面はのっぺりとした無表情になりやすい一方で、河岸は地形の凹凸や樹木類によって柔らかなテクスチャーを持っている。また、テクスチャーの見え方は視距離により異なる。例えば、はつり、洗い出し等の表面処理を行ったコンクリート壁面について、壁に近づいてみるとそのテクスチャーを確認できるが、ある程度離れて見ると表面処理の効果は薄らぎ、のっぺりとした大きな壁面としか見えなくなる。

○対象の相互関係

河川景観の構成要素は、それぞれ独立して眺められるものではなく、お互いに関係がある（「非自己完結性」という）。構成要素の中で、背景と同化して形が見えていないものを「地」、存在として形が見えているものを「図」という。

河川景観の中で「図」となりやすいものは水面である。水は、人工の素材である鉄やコンクリートはもちろん自然の素材である石や土、樹木とも極めて異なった性質を持っており、均質で広がりを持っていることから、形としてまとまって見える。土木構造物のうち、橋梁やダム等は「図」となりやすいものであるが、その造形は、背景の地形に従って創られるべきものであり、周辺風景との調和が求められる。より地形に密着して存在する護岸や道路等は、独立した構造物として捉えるものではなく、基本的に「地」に徹するべきものである。(篠原 2003)

3. 2 護岸ブロックに関する景観上の特徴と課題

護岸にはさまざまな素材（石系、コンクリート系、かご系など）があり、その用い方も多様である。現在では経済性、施工性の観点からコンクリート系の素材を用いた護岸が多く用いられている。護岸の景観設計において基本とすべき考え方は、3.1.2 で述べたように護岸の存在感を抑え、風景全体の中に溶け込ませることである。3.2.1 に、護岸が河川景観に影響を与える要因を「護岸ブロック本体」と「護岸ブロック以外」に分けて整理し、各要因の留意事項をまとめた。

各要因の評価・改良の難易度や景観向上効果を想定し、また有識者へのヒアリング結果や護岸ブロックの性能評価手法に関する委員会での議論を踏まえ、河川景観に配慮した護岸の目標レベルを 3 段階に区分するとともに、各目標レベルをクリアする際に考慮すべき要因との対応付けを行った。このうち、共同研究において開発する護岸ブロックのフラッグシップモデルの目標レベルは「周囲の景観と調和し、地となる護岸」（目標レベル①）と設定した（以下、護岸ブロックの「推奨ライン」と呼ぶ（図-3.1））。

推奨ラインを満たすために必要な護岸ブロック本体の要因は、いくつかの景観要素から構成されており、また護岸ブロックからの距離により変化するものがあることから、各要因と要素の関係、及び各要素の空間範囲等を整理した（3.2.2, 3.2.3）。また、護岸ブロックの積み方・機能やブロック一個あたりの大きさによって推奨ラインをクリアすべき要件が異なるため、3.2.4 において分類・整理した。

以上は、主に急傾斜護岸ブロックを対象に検討・整理してきたものであり、緩傾斜護岸ブロックについては検討途上である。3.2.5 に、現時点において調査・検討した緩傾斜護岸ブロックの特徴と課題について記述する。

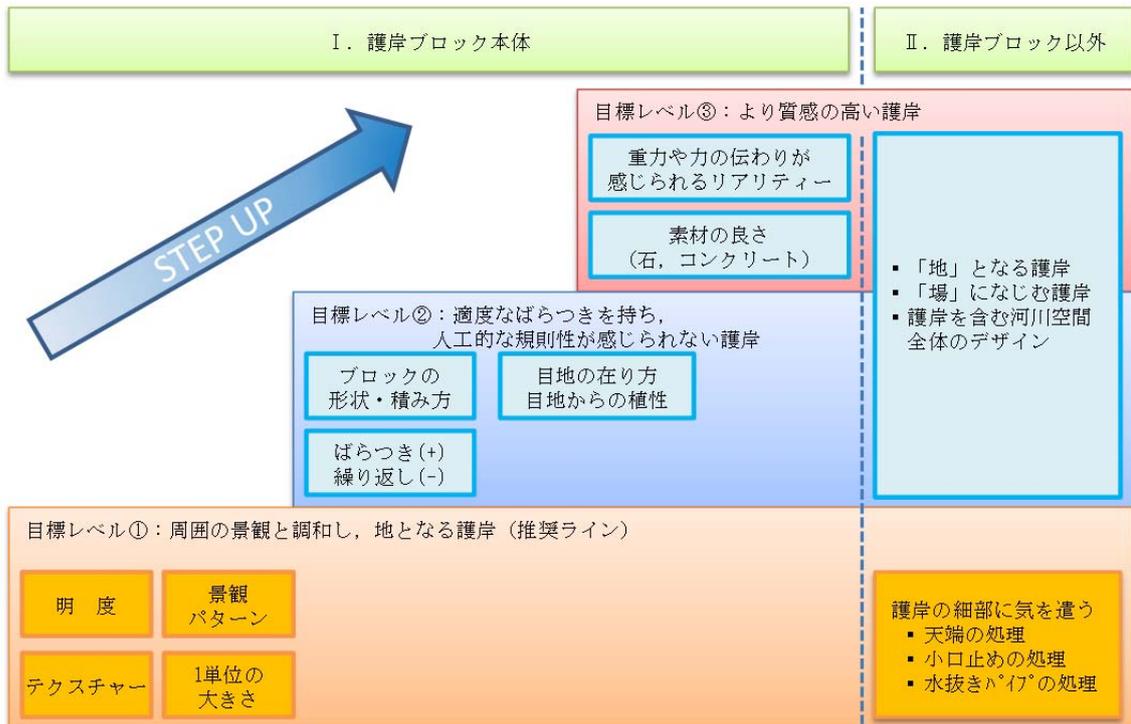


図-3.1 景観向上のための目標レベルとその要因

3. 2. 1 護岸が河川景観に影響を与える要因

I. 護岸ブロック本体

a. 明度

護岸が露出する場合には、法面の明度は6以下を目安とする。(写真-3.2, 3.3)。明度の測定方法については3.3.3に後述する。



写真-3.2 護岸が周囲に対し目立っている例
(護岸の明度 7.0 程度)



写真-3.3 護岸が周囲に馴染んでいる例
(護岸の明度 3.0 程度)

多自然川づくりポイントブックⅢ (p120)

コンクリートブロックの色は白色に近く、明度は9~10と高く、また、コンクリートの表面は平坦になっている(ざらつきや陰影がない)ため、余計に明るい印象になる。そのため、川の周辺の自然素材(森林の色、草木の色、水面の色、石材)などと比較して明度が高くなり、非常に目立つ存在となってしまう(図-3.2)。古くから護岸材として用いられてきた自然石の明度は比較的低く、土木研究所資料(第4159号)によると、自然石の明度は3~6の範囲にある(図-3.2)。

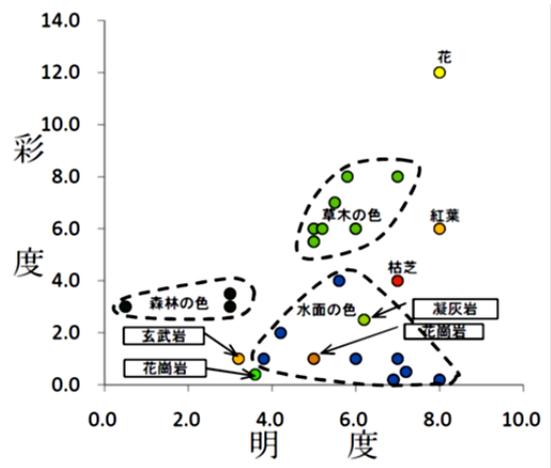


図-3.2 自然素材の明度と彩度

護岸材としての自然石の明度は、3~6の範囲にあることから、コンクリートブロックについても、明度は6以下が望ましい。

美しい山河を守る災害復旧基本方針 (p87)

- 滑面のコンクリートブロックの明度は9~10と高い。一方、護岸の背景となる森林の色、草木の色は比較的低く最大で6程度である。一般に、対象物と周辺景観との明度差が生じると対象物は非常に目立つ存在となる。
- 古くから護岸材として用いられてきた自然石の明度は比較的低い。土木研究所の研究によると、自然石の明度は3~6の範囲にある(技術情報参照)。
- 護岸材としての自然石の明度は、3~6の範囲にあることから、コンクリートブロックについても、明度は6以下を目安とするといよい。

【既往文献】

イ) 川の風景を考える (p58)

護岸が周辺景観の中で浮き上がって目立つという現象にはいくつかの要因があるが、その一つに、護岸と周辺景観との明度の差がある。周辺景観との明度差と目立ち具合については図-3.3のような関係があり、周囲との明度差が大きくなればなるほど目立ちやすくなるために、周辺景観との明度差を小さくするような配慮が必要である。

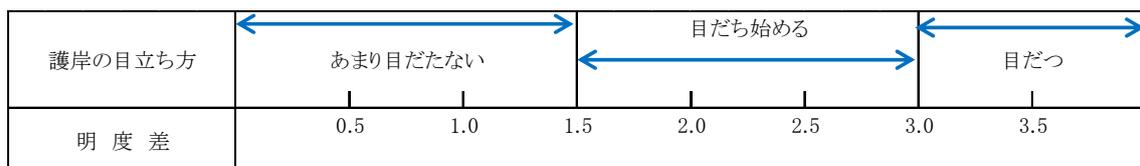


図-3.3 明度差と目立ちぐあいとの関係

ロ) 多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方 土木研究所資料 第 4159 号 (p43)
一般にある対象物の明度が対象物周辺の明度を 2 以上上回ると、対象物が周辺景観から浮き上がり、目立つ存在になると言われています。

ハ) 河川景観デザイン『河川景観の形成と保全の考え方』の解説と実践 (p458)
周囲の風景の中で浮き上がって見えることを避けるため、周囲との明度差を大きくしないようにする。

b. テクスチャー

護岸が露出する場合には、護岸素材に適度なテクスチャーを持たせる。テクスチャーの測定方法については 3.3.3 に後述する。

多自然川づくりポイントブックⅢ (p123)

通常のコンクリート護岸は、表面がつるつるして肌理(きめ)が細かいため、色や明るさが均質で、立体感に乏しい。護岸全体が無機質で、のっぺりとした 1 枚の板のような印象を与える (写真-3.4)。

これに対して、昔から護岸材として使用されてきた自然石は、表面の肌理が粗く(ざらざらしている)、一つ一つの石材の形や大きさにばらつきがあり、また、石材の表面に凹凸(陰影、立体感)があるなどの特徴がある。護岸全体として見たときに、陰影があり表情が豊かである (写真-3.5)。

護岸選定にあたっては、素材表面の肌理が適度に粗く、凹凸(陰影)があるものを選定する。



写真-3.4 滑面のコンクリート護岸



写真-3.5 自然石護岸

美しい山河を守る災害復旧基本方針 (p95)

- ・ テクスチャーとは、材料が持つ肌理を表す。材料表面に凹凸があり、肌理が粗い面は、全体が不均質となり、凹凸の凹部が影になるため明度も低下する。一方、肌理に乏しい平滑な面は全体が均質であり、のっぺりとした感じとなり、明度も上昇する。

- ・ 一般に、植物や礫や土、水面などから構成される自然景観はテクスチャーが豊かである。この中に、テクスチャーに乏しい平滑なコンクリート法面があると、法面が浮き上がり、景観を悪化させる。
- ・ これに対して、昔から護岸材として使用されてきた自然石は、表面の肌理が粗く（ざらざらしている）、陰影もあるため明度も低下し、周辺景観から浮き上がるのが少ない。
- ・ コンクリート護岸ブロックの選定に当たっては、素材表面の肌理が適度に粗く、凹凸（陰影）があるものを選定する。

【既往文献】

イ) 多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方 土木研究所資料 第 4159 号 (p46)

肌理を細くする処理は、単調で凹凸が少ない表情となるため、光を反射しやすくなることで、目立ちやすくなるだけでなく、人工的なものという印象を受けやすくなります。対して肌理の粗い仕上げは光を反射し難くし、人工感を和らげる場合があります。自然の中にある対象物の多くはテクスチャーを有していますから、河岸を人為的に改変した際にテクスチャーのない無表情な護岸法面を設置する、法面だけが周辺から浮き上がることとなります。

ロ) 川の風景を考える (p55)

一般部の護岸でコンクリートブロックを用いた護岸が施工されることが多いが、コンクリートブロックの有する景観的問題点の一つに、表情に乏しく、微妙な変化に富む自然的景観のなかで浮き上がった存在になりやすいといえることがあげられる。

このことを緩和するためには、素材の 1 個 1 個の表情を豊かにすることが大切である。素材 1 個 1 個の表情については、大きさ、形、質感、色調のそれぞれについて考えることができるが、これらに関して参考になるのは自然石である。自然石には、大きさ、形、質感、色彩について自然の造形物だけが持ちうる微妙なばらつきがあり、それが豊かな表情を生み出している（写真-3.6）。

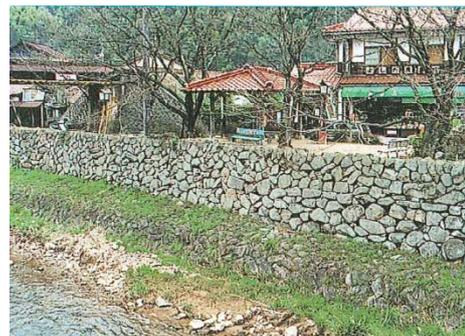


写真-3.6 自然石の表情

ハ) 河川景観デザイン『河川景観の形成と保全の考え方』の解説と実践 (p457)

コンクリートの無機質的なイメージの緩和を考え、素材が単調で画一的な印象にならないようにする。

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 自然材を使っている物は表情が豊かで良い。
- ・ 石を張ってテクスチャーを良くするのではなく、コンクリートのテクスチャーを追求した方が良い。
- ・ 半割りは、コンクリートならではの処理で、偶発性のあるテクスチャーが得られる。自然石を真似するのではなく、コンクリートで可能な方法を追求すべき。

c. 景観パターン

護岸に使われるブロックの形やサイズ、積み方、目地などによる景観パターンが、周辺の景観やその場の特徴と調和していること。既存の代表的な護岸ブロックにおける景観パターンの景観評価実験については、6.2.3に後述する。

----- 美しい山河を守る災害復旧基本方針（p98）

- ・ コンクリート系の護岸ブロックは形状、サイズ、積み方（張り方）、目地の深さや幅により表面に景観のパターンが形成される。
- ・ 既存の護岸ブロックを見ると谷積、布積など伝統的な積み方に見られる景観パターンだけでなく、千鳥配置、階段状、穴が目立つなど近年見られるようになった景観パターンがある。
- ・ 景観パターンと景観評価の調査結果によると、忌避される傾向にある景観パターンが存在するので、護岸ブロックの選定に当たっては、この点に留意する。
- ・ なお、植生ブロックのように植物が繁茂することにより景観パターンの露出が回避できる場合はこの限りではないが、植物の繁茂により護岸が十分被覆されることが重要である。

【既往文献：川の風景を考える（p55）】

型枠等を用いて自然石を模したような表情を与えた製品も多く開発されているが、これらも、それが、1つのパターンとして風景の中に繰り返し出現するような場合には、護岸全体として眺めて見ると、やはり奇異な印象を与えることになる。

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 護岸ブロックの中には緑化を目的として穴が空いているブロックもあるが、冬枯れの影響や現地環境によって緑化できずにブロックの穴が目立つようなものは良くない。
- ・ 護岸ブロックで良くある模様で、同じパターンの繰り返しが人工的な印象を与え、リアリティーを損なう。
- ・ 規則的な構造目地の中に、構造目地とは形状や方向の異なる模様目地が有り、繰り返し出現すると奇異な印象を与えるパターンは基本的に辞めるべきだが、模様の入り方

によっては、評価が分かれることがある。

- ・ 四角の枠に模様を入れるのは繰り返しが目立ちよくない。

d. ブロックの1単位の大きさ

護岸が露出する場合、周辺の景観と調和する護岸の素材の大きさとする。

多自然川づくりポイントブックⅢ (p126)

物の大きさは、対象となる物自体の大きさとともに、視点と対象との距離、上下関係（傾き）、光のあたり具合などによっても見かけが変化する。

見えの大きさは一般に視角 θ で表すことが多い。視角 θ は、物理的な大きさ S 、対象までの距離 d を用いて、図-3.4 のように表される。

一般に、視角が2度以上になると、素材の見かけの大きさが大きくなると感じる。

現場設計の結果では、30～40cm程度の通常のコンクリートブロックでは、150m程度離れたところから1個1個のブロックが識別できるが、それよりも遠く離れると1本の帯状のものとして認識されることになる。これは視角にすると 0.15° であり、素材の見えの大きさがこの程度となっていれば、のっぺりとした印象とはならない。

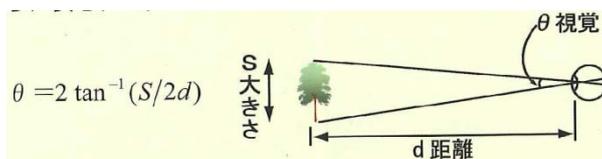


図-3.4 視角の概念図

美しい山河を守る災害復旧基本方針 (p102)

- ・ 河川空間の広さ、人間の身体に対して、馴染まないほど大きすぎるものは好ましくなく、親しみが感じられない。一方、1単位の大きさが小さすぎると、素材の1個1個の識別が難しくなり、護岸全体がのっぺりとした1枚の板のような無表情な印象となる。
- ・ 石系の場合には、個々の石材の大きさが大きく成り過ぎると河川景観を悪化させることになるので留意する。

【既往文献：川の風景を考える (p52)】

ブロック1個1個の視角が小さすぎると、素材の1個1個の識別が難しくなり、護岸全体がのっぺりとした1枚の板のような無表情な印象になりやすい。

しかし、逆にブロック1個1個の視角が過度に大きすぎると大味で親しみにくい印象を与える。

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 川や人のスケールに対して，ブロックの大きさを考えた方がいい。
- ・ 中小河川に対して大型ブロックは大きすぎて不釣り合い．小割にしないと大きすぎる．

e. ブロックの形状・積み方

地域で一般的に用いられている石積みの形状や積み方を尊重する（写真-3.7）。

ブロックの形状，積み方などが，河川空間に似つかわしくないものではないこと。



写真-3.7 宅地や寺社に用いられるが河川ではあまり用いられない六角形を基調とした形状・積み方

多自然川づくりポイントブックⅢ（p120）

護岸に使われる石やブロックの形やサイズ，積み方，目地などが，周囲の景観やその場の特性と調和していること。

f. 「ばらつき」と「繰り返し」

自然石には，大きさ，形，質感，色彩について，自然の造形物だけが持ちうる微妙なばらつきがあり，それが豊かな表情を生み出している（写真-3.8）。また，型枠を用いた1つのパターンが，風景の中に繰り返し出現するような場合には，河川全体として眺めてみると，奇異な印象を与えてしまう（写真-3.9）。



写真-3.8 石積み護岸

大きさ，形，質感，色彩についてばらつきがある



写真-3.9 ブロック護岸

2～3のパターンの繰り返しになっている

【既往文献：川の風景を考える（p55）】

形や大きさのばらつきを人為的に作りだそうとすると、かえって不自然なものになりやすい。

g. 目地の在り方・目地からの植生

石積み目地には適度なばらつきがあり、ブロックの目地にも適度なばらつきが期待される。

ブロック目地から植物を繁茂させることで、コンクリートが持つドライな感じ（写真-3.10）を和らげる。また、その目地を深く（黒く）することで、1個1個の単位がはっきり識別できる効果がある（写真-3.11）。



写真-3.10 目地が広く（白く）
目地から植生がない



写真-3.11 目地が深く（黒く）
目地から植生がある

【既往文献：川の風景を考える（p52）】

護岸までの距離が離れているような場合には、ブロック1個1個を物理的に大きくするよりは、ブロックの目地をできるだけ深くすることで、小さいながらも1個1個の単位が際立って見えるようにすることが効果的である。

深目地にして、素材の1個1個を際立たせる場合には、目地の深さ(h)と目地幅(d)との関係を $h/d > 1$ 程度にすると効果的である。

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 縦目地，横目地が通っているものはよくない。
- ・ 目地が均一なものはよくない。また目地の開き方が変わると大きく評価が異なる。
- ・ 目地の広さがパターンの繰り返しを強調している。

h. 重量や力の伝わりが感じられるリアリティー

力学的な構造とパターンが一致していること (写真-3.12).

ブロックに埋め込まれた石やブロックの模様は、上下の石同士やブロックの模様同士に隙間があいており、浮いている様に見える (写真-3.13). 埋め込まれた石等にも、重力の向きや力の伝わりを感じられると良い.



写真-3.12 石積み護岸

上下の石材同士がかみ合っている



写真-3.13 ブロック護岸

ブロック同士の上下の隙間があいていて、
浮いたように見える

【既往文献：川の風景を考える (p52)】

素材 1 個 1 個の単位をはっきりと識別させ、護岸の構造を視覚的にも表現することが望ましい.

i. 素材の良さ

自然石には自然の造形物だけが持ちうる微妙なばらつきがあり、コンクリートでその自然なばらつきを表現することは難しい. したがって、ブロックは自然石の構造を模しても素材を模すのではなく、コンクリートの素材の良さを引き出すのが良い (写真-3.14, 3.15).

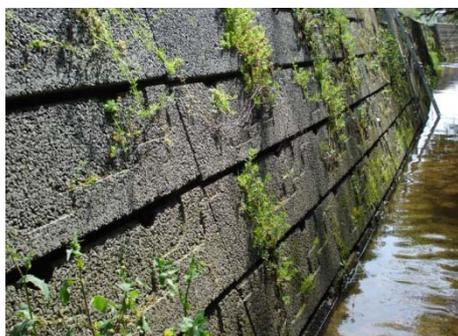


写真-3.14 ポーラスコンクリートを使用

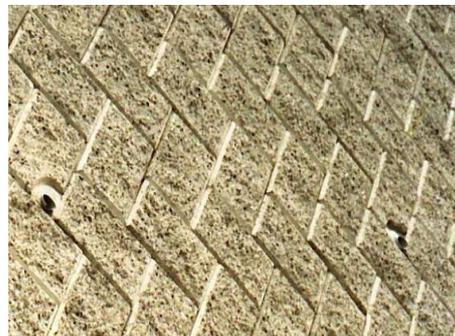


写真-3.15 半割ブロックを使用

【既往文献：川の風景を考える（p55）】

はつりや叩きといった表面処理により、コンクリートの骨材の持つ微妙な変化を引き出す方法（写真-3.16）や、偶発的で変化に富む表情を有する割ブロック（写真-3.17）を用いるなどの画一的な表情にならない方法を用いる。



写真-3.16 表面を線状に搔き、
骨材の表情を出したブロック



写真-3.17 半割りした表面の
コンクリートブロック

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 偶発性，ばらつきがあるのが自然石のいいところである．コンクリートでも可能な偶発性を活かしていけば良いのではないか．

Ⅱ．護岸ブロック以外

A．護岸の細部に気を遣う

川幅が小さい中小河川や，護岸に人が近づくところでは，近くから見られたり，利用されたりすることを意識して，細部の処理を丁寧に行うことが重要となる．例えば，天端工，小口止め工は，護岸の輪郭線をなす部分で人の目を引きつけやすい部分であり，この処理の良し悪しが護岸全体の印象に大きな影響を与える（写真-3.18）．

また，練積み護岸に施工される水抜きパイプが，河川景観を損なっているケースが散見される．（写真-3.19）．



写真-3.18 現場打ちで滑面に仕上げられた
天端コンクリート



写真-3.19 水抜きパイプが目立つ護岸

美しい山河を守る災害復旧基本方針 (p129)

- ・ ブロック積のうち練積み構造の場合には、背後地盤の地下水の排水、出水中の水位低下時における背後地盤の残留水圧の速やかな排除等の目的で、 $\phi 50$ mm程度の水抜き孔を 3.0 m²程度に1箇所設けられてきた。水抜き孔は練積み護岸の安全性を高める上で重要な機能を有しているが、水抜きのために設置されたパイプが、河川景観に好ましくない影響を与えていることも少なくない。
- ・ 水抜きパイプの設置に当たっては、パイプが目立たないように留意することとする。具体的には、パイプの設置位置をブロックの目地や角に合わせる、ブロックに隠れる位置に設置する、ブロック法面からパイプが飛び出さないように控えるといった配慮を行う。その際、水抜き孔が閉塞しないように留意すること。

【既往文献：川の風景を考える (p68)】

縦帯工については、その上部に自然石を据える、上面をはつるなどのくふうにより、コンクリートの硬い印象を緩和させたり護岸との一体性を高めるといった方法が有効である。

また護岸肩部にラウンディングを施し、縦帯工の部分における接続をスムーズにしたり、肩部にだけ緑化ブロック等を組み込むことにより肩部をぼかすことも有効な手法となる。

【委員会・ヒアリング意見】

- ・ 水抜きパイプが目立つと見苦しい。
- ・ 水抜きパイプは、ブロックの角を切り欠いて、控えて隠せば目立たない。

○掘込河道を対象とした護岸の天端処理

掘込河道では、天端に盛り土し、草地（緑地）とする方法が有効である。これは、特別にスペースを必要とせず、最低限の措置として取り組むことができる（図-3.5）。

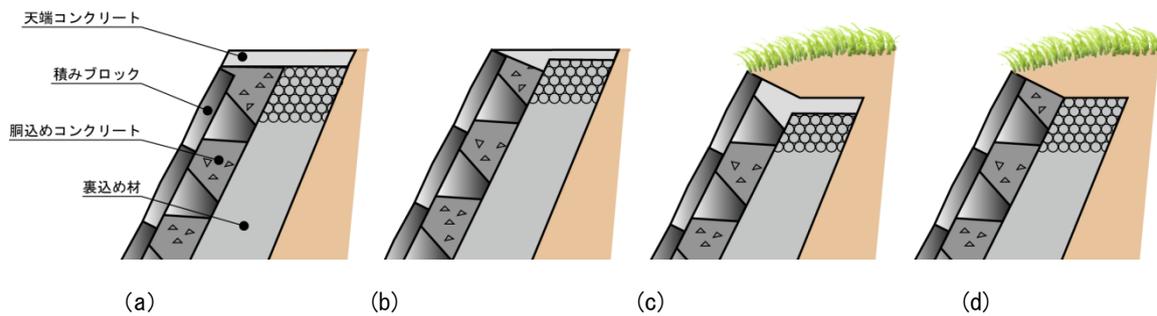


図-3.5 掘込河道を対象とした護岸天端の処理のタイプ

((a), (b) は景観の観点から課題が残る)

美しい山河を守る災害復旧基本方針 (p123)

- 掘込み河道の護岸の天端コンクリートは、ブロック上部に 10cm 程度のコンクリートを打つタイプ (図(a)) や、天端ブロックの面に合わせて水平に打つタイプ (図(b)) が多いが、これらの場合、護岸法面も天端もコンクリートで硬い印象になる。
- 一方、天端コンクリートを天端ブロック上面から少し低い位置に打ったり (図(c))、あるいは天端コンクリートをなくしたり (図(d)) して、その上面を土で埋め戻した場合は、天端に草が生えてエッジが和らぐ効果がある。さらに、これらのタイプには、天端上部の盛り土が流出しにくいというメリットもある。これらの方法は、掘込み河道の天端処理において有効である。小さな工夫であるが、川の表情が大きく変わってくる。
- 天端コンクリートを設置する主目的は、天端から裏込め材への水の浸透を防ぐことにある。洪水時に護岸背面に大きな残留水圧が残ると護岸を崩壊させる可能性が高まるため、天端上部からの浸透水を出来る限り防止することが求められる。護岸背後が窪地となっており雨水が集まりやすい場所等、天端上部からの浸透水の確実な防止が必要とされる場合には図(c)のタイプを選定することが望ましい。
- 一方で、護岸に植物を生育させたり、生物の生息・生育に適した湿潤状態を確保したりする場合には、平常時に護岸背後から十分な水分が供給されることが求められる。洪水時の天端上部からの浸透水による護岸崩壊の危険性が低い場所においては、洪水時の配慮を欠く(d)の選定が可能であり、平常時の護岸背面からの水分供給のため、護岸背後の土壌からに加え、天端上部からの雨水による水分補給も期待できる。
- 土木構造物標準設計第2巻(擁壁)には、(a)のタイプの天端コンクリートが示されているが、景観に十分配慮しつつ、現場の状況や護岸に求められる機能に応じた工法を採用することが重要である。

○複断面河道の天端処理

複断面の低水護岸の場合は、流水の作用を受けるため、天端工や天端保護工が必要となる場合が多いが、その場合は、のり肩処理（ラウンディング（丸みを持たせること）など）を工夫する（写真-3.20）。



写真-3.20 低水護岸の天端をラウンディングした事例（小田川（愛媛県））

多自然川づくりポイントブックⅢ（p117）

物の輪郭線になる部分は、人の目を引きつけやすいという特徴がある。護岸の場合は、のり肩のラインやのり尻（水際）のラインがそれにあたる。この部分が直線的で明瞭なものとなっていると、全体が硬く人工的な印象となる（写真-3.22）。

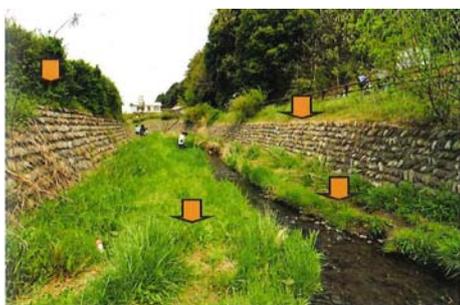


写真-3.21 天端と水際部を土（植生）で柔らかく仕上げた事例

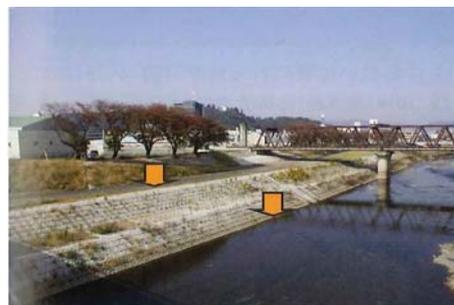


写真-3.22 天端と水際部のラインが目立つ事例

B. 「地」となる護岸

護岸は景観の主対象ではなく、「地」となるようなデザインが求められる。目立ちやすさを抑えるためには、護岸の見えの大きさを小さくする、護岸を“まとまり”として見せないうようにする、等により護岸の存在感を和らげることが必要である。

【参考文献：川の風景を考える（p36）】

護岸肩部や水際部の処理及び緑化護岸等を適宜組み込むことや、護岸を水平方向の幾つかの階層に分けてデザインする方法により、見えの高さの印象を操作することができる。

多自然川づくりポイントブックⅢ（p116）

一般的な河川設計では、標準断面に基づいて護岸を1枚のり面として設計するケースが多く、背後地盤が高いところや橋とのすり付け区間などでは護岸高が高くなり、その分存在感が大きくなる。

この場合には、護岸を分節するという方法がある。護岸を2～3段構造に分節すると、1段の高さが小さくなるので、構造物の存在感が緩和される。



写真-3.23 護岸を階層に分けることにより、一層あたりの面積が小さくなる（まとまりを小さく見せる）。また、水際、天端に植生があり、護岸の見えが小さくなっている

C. 「場」になじむ護岸

写真-3.24 は、写真-3.1 に示した川の俯瞰景である（写真-3.1 は写真-3.24 の中央部に見える橋梁の上から撮影したもの）。川の背後には木々、また平野部に家屋等が広がっており、その奥には山並みが見える。すなわち、河川を眺める時には、必ず同時に背後地の風景も一緒に見ていることになる。川の背景は、個々の川ごとに異なり、また川の上下流（流程）でも異なっている。特定の場所の河川景観を考える際には、その場所のイメージ、雰囲気に対応した護岸デザインが望まれる。



写真-3.24 川の俯瞰景の例

多自然川づくりポイントブックⅢ (p129)

河川景観においては、上流部の転石等の見られる河原や、歴史・文化的な場所では、素材や背後地との調和が基本であり、それ以外の箇所でも周辺の景観と調和させることが大切である。

【参考文献：川の風景を考える (p21)】

川にはさまざまな表情がある。上流の川と中流の川，下流の川とでは、水の量や流れ方も異なる。また、都市の中を流れる川と郊外の田園地帯の中を流れる川とでもその雰囲気は大きく変わってくる。

河川的设计においては、こういった川を持つ場の特性（場所性）に応じた景観设计が必要である。

D. 護岸を含む河岸空間全体のデザイン

河道设计において、護岸だけを対象に设计を行うのではなく、護岸を含めた河岸空間全体の设计を行うという考え方が重要である。すなわち、自然の川の形状を基本とし、河川及び周辺地形の状態（川幅の変化，蛇行部や屈曲部，山付部等）や水辺の利用など，現地環境とのやりとりをしながら河岸空間を形作っていくということである。

多自然川づくりポイントブックⅢ (p144)

川幅が変化する場合の地形処理（河道設計）、蛇行部や屈曲部、山付部の地形処理、周辺地形にあわせた平面形（計画法線にあわせた地形処理ではない）や河岸のり勾配の変化、水あたりの強いところと弱いところなど、現地環境とのやりとりをしながら空間の形にしていくのが、本来の河道（空間）設計である。

3. 2. 2対象からの距離により変化する景観要素

護岸ブロック本体による要因の中で、推奨ラインを満たすために必要な要因は4つある。この4つの要因を構成する護岸ブロックの要素（表-3.2）には、3.1.2で述べたように対象（護岸ブロック）からの距離によって変化するものがある。テクスチャーを例に説明すると図-3.6のようになる。テクスチャーを構成する要素は、数10cmや数mでは肌理や凹凸が対象となるが、数10mになるとそれらは目視で確認できなくなり、目地や積み方などが対象となる。その様子を表したものが写真-3.25である。その他、景観パターンや大きさも要因を形成する要素が視距離に応じて変化する。



図-3.6 距離によって変化するテクスチャーの要素



表面のザラつき（数m）



目地や積み方など（数10m）

写真-3.25 テクスチャーの対象となる要素の変化

3. 2. 3 景観要素の概説と相互の関連性

ここでは、推奨ラインを満たすために必要な護岸ブロックの要素について解説する。また、各要素に対応する護岸ブロックの空間範囲を示す。

近距離（数 m 程度以下）で護岸ブロックを見た場合、「素材の色」、「肌理（きめ）」、「凹凸（おうとつ）」、「目地（構造目地、模様目地）」、「機能的な構造」、「積み方」、「輪郭・外形」が推奨ラインを満足するために関係する要素となる。推奨ラインを満足するために必要な要因は4つ（図-3.1 参照）有り、その要因に関係する景観要素は7つ存在する。この7つの景観要素の解説を表-3.2 に、空間範囲を図-3.7 に示す。次に、景観要素と要因の概念図を図-3.8~3.11 に示す。

なお、遠距離（数 10m 以上）で護岸を見た場合の要因と要素の関係については整理の途中である。

表-3.2 景観要素の解説

護岸ブロックの要素	解 説
素材の色	材料や配合、製造工程からなるコンクリートの色
肌理（きめ）	目地で区切られたブロック表面のザラつき
凹凸（おうとつ）	目地で区切られたブロック表面の凸凹（でこぼこ）
目地（構造目地、模様目地）	ブロック間にできる継ぎ目または継ぎ目を模したもの
機能的な構造	緑化や昇降など護岸以外の機能を付加することで現れる形
積み方	谷積みや布積みなどの護岸全体の外観
輪郭・外形	目地で区切られた一個当たりの形

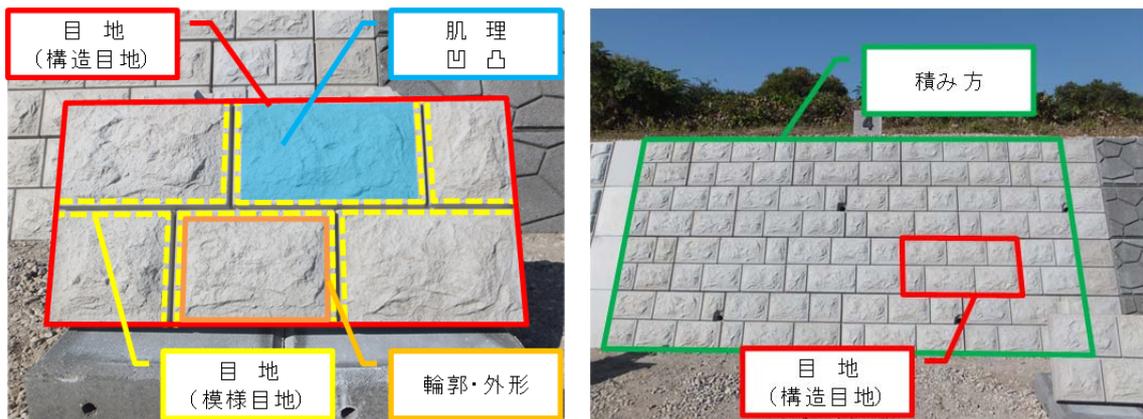


図-3.7 景観要素の空間範囲

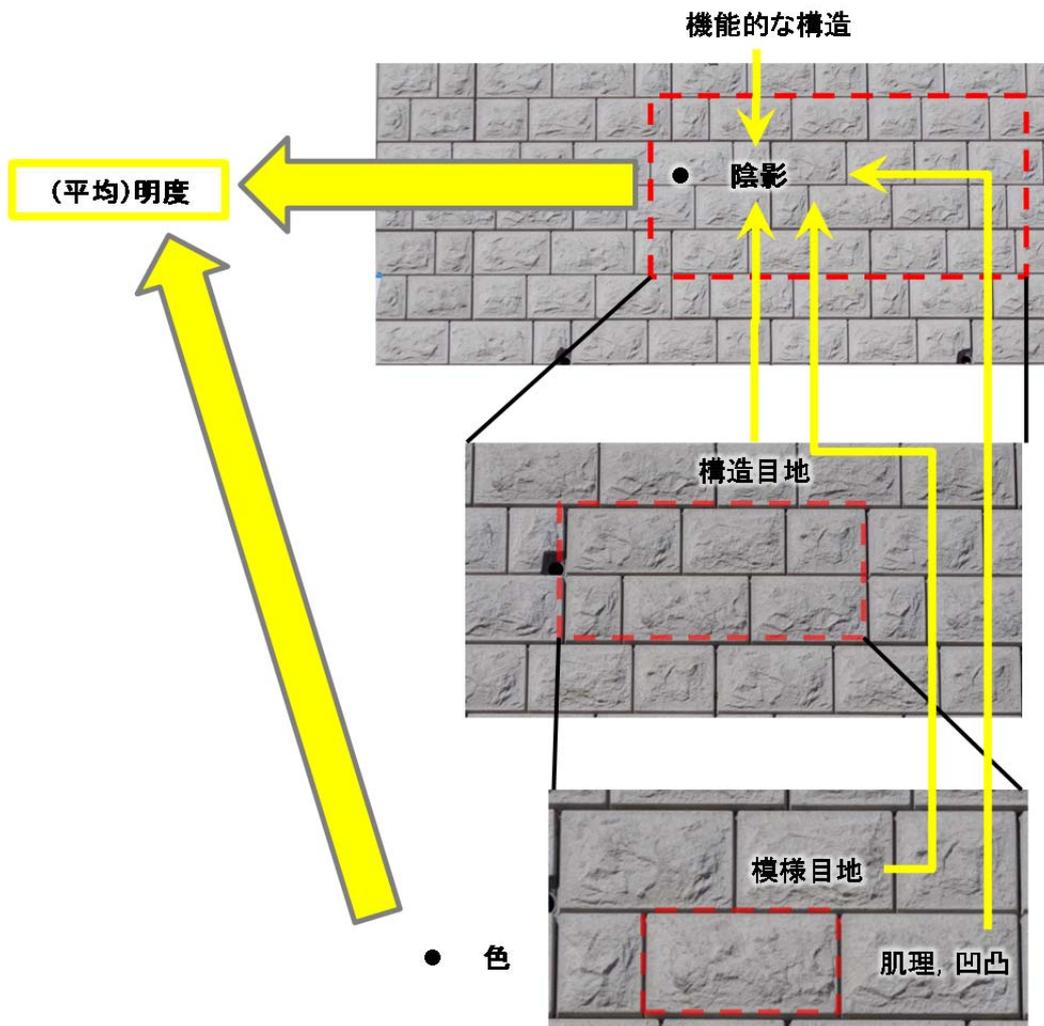


図-3.8 明度に関する要素の概念図 (近距離)

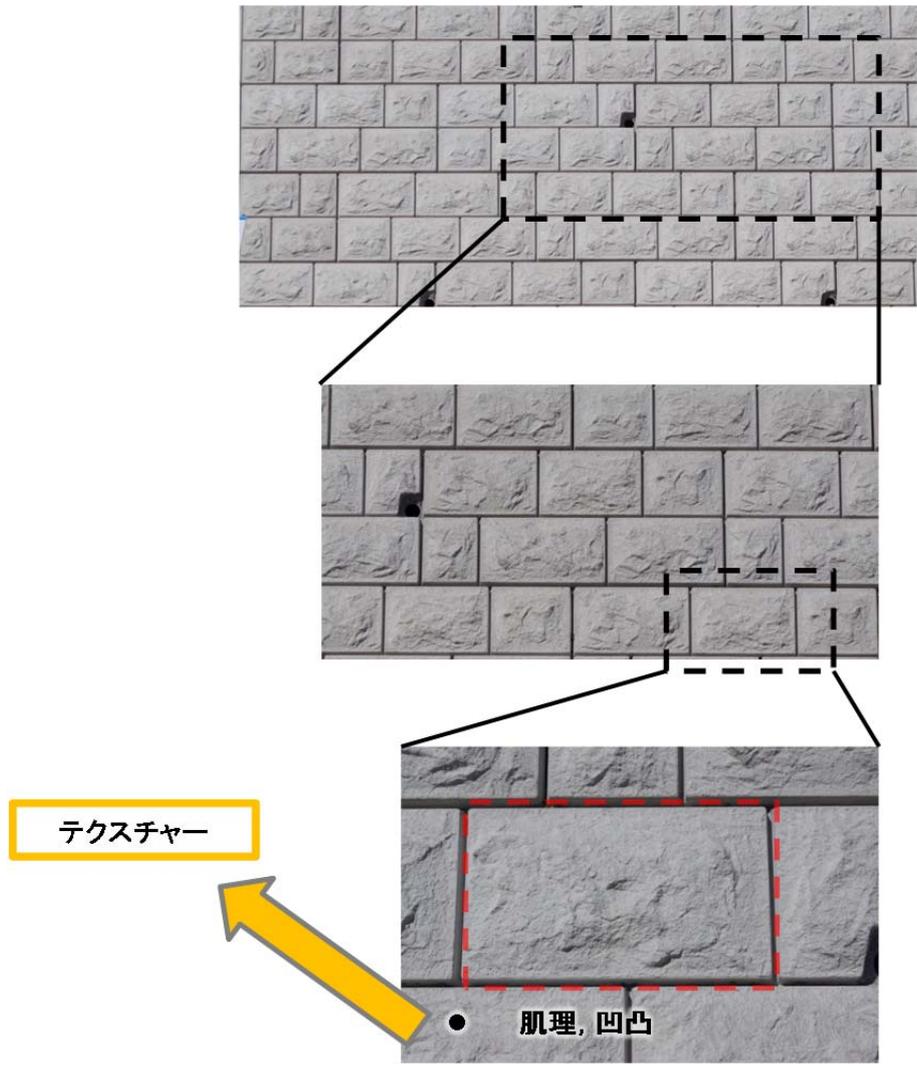


図-3.9 テクスチャーに関する要素の概念図（近距離）

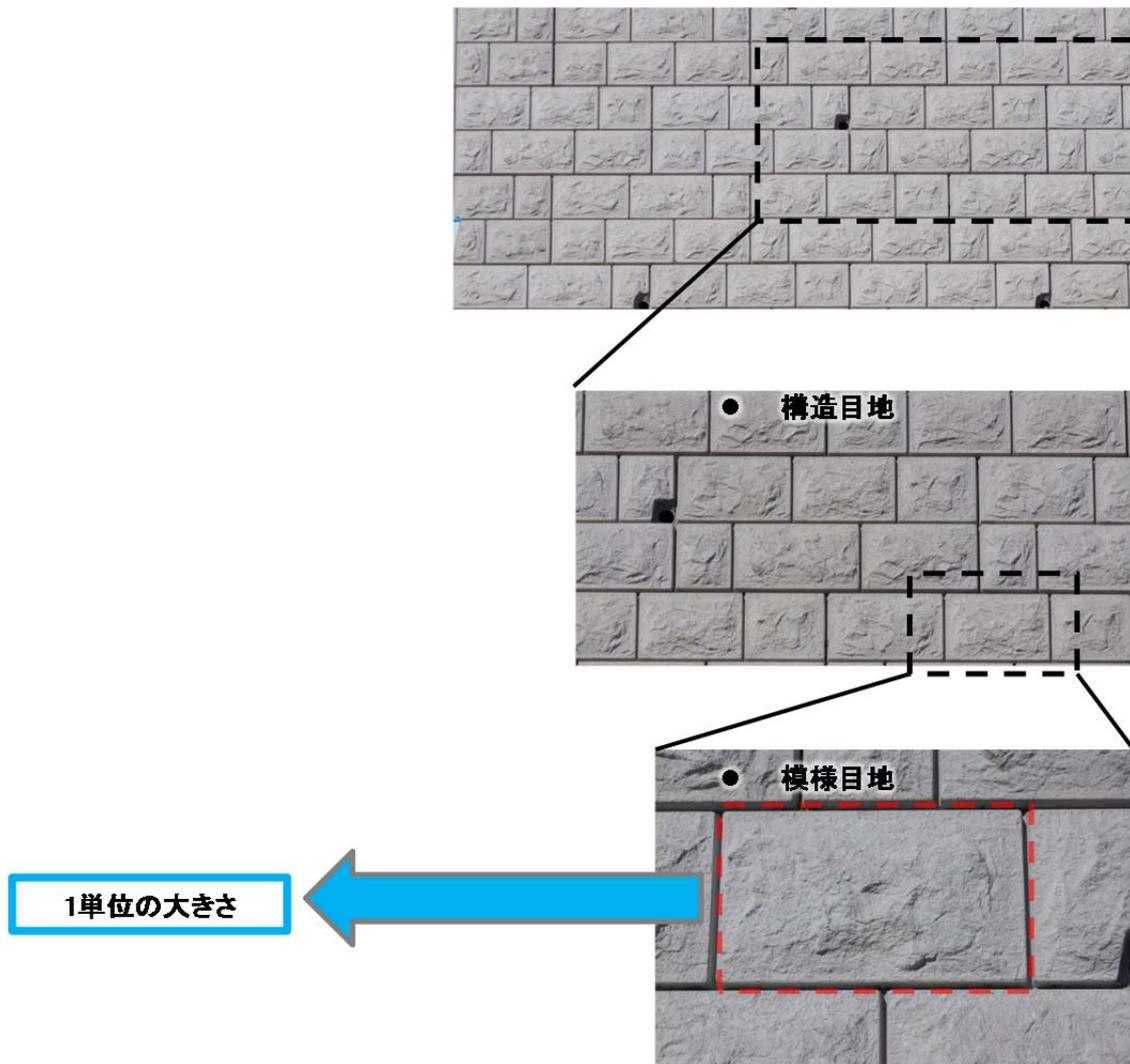


図-3.10 1単位の大きさに関する要素の概念図（近距離）

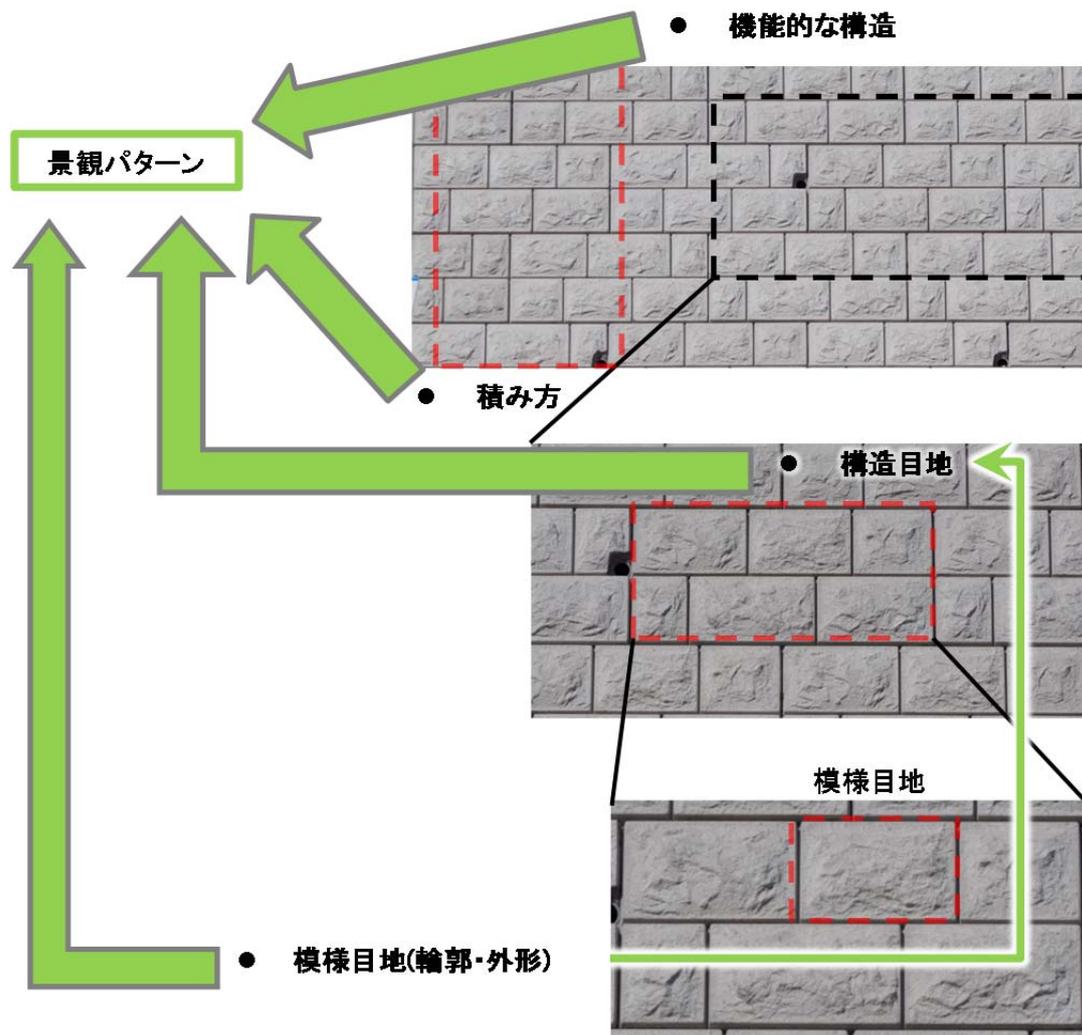


図-3.11 景観パターンに関する要素の概念図（近距離）

3. 2. 4 護岸ブロックの分類と景観上の課題

既存の護岸ブロックの積み方を見ると、谷積みや布積みに見られる伝統的な積み方の他に、千鳥配置、階段状、穴が目立つなど近年見られるようになったものがある。ここでは、前者を「石積み系」、後者を「非石積み系」として 2 種類に分類した（表-3.3）。また、ブロック 1 個の大きさ（1 単位の大きさ）については「大型ブロック（ 0.25 m^2 を超える/個）」と「小型ブロック（ 0.25 m^2 以下/個）」に分類した（表-3.3）。

近距離（数 m 程度以下）の場合、推奨ラインを満たすためには、全ての護岸ブロックにおいて明度 6 以下で、かつテクスチャーは滑面を避けることが必要となる。景観パターンや大きさについては、それぞれ要件が異なる（表-3.4）。なお、遠距離（数 10m 以上）については現時点において検討が不十分である。

表-3.3 護岸ブロックの分類の解説

用語	解説
大型ブロック	0.25 m ² を超える/個 (4 個/m ² 未満)
小型ブロック	0.25 m ² 以下/個 (4 個/m ² 以上)
石積み系	①自然石をそのまま積んだ護岸を模倣した護岸ブロック ②整形された石を積んだ護岸を模倣した護岸ブロック
非石積み系	石積みを模倣したものではなく、植物が繁茂する機能や魚類が生息出来る機能などに着目し、独自の形状になった護岸ブロック

表-3.4 近距離における推奨ラインを満足する要件

景観要素		大型ブロック	小型ブロック
石積み系	明 度	明度6以下	
	テクスチャー	滑面を避ける	
	景観パターン	規則的な構造目地の中に、構造目地とは形状や方向の異なる模様目地が有り、繰り返し出現すると奇異な印象を与えるパターン	—
	1単位の大きさ	模様目地を用いて見かけの大きさを小さく見せる	—
非石積み系	明 度	明度6以下	
	テクスチャー	滑面を避ける	
	景観パターン	穴が目立つ、千鳥穴あき、千鳥-飛び出して見えるが問題になりやすい	千鳥穴あき、千鳥-飛び出して見えるが問題になりやすい
	1単位の大きさ	模様目地を用いて見かけの大きさを小さく見せる	—

3. 2. 5 緩傾斜護岸ブロックの特徴と課題

PBⅢでは、「護岸を河岸の背後に控えて設置し、護岸の前面に自然な河岸の形成を行う。」との記載がある(図-3.12)。しかし、現状では露出している護岸が多く存在する。露出している護岸の中には、緩傾斜護岸が含まれている。また、比較的川幅の狭い中小河川では、河川景観に占める護岸の面積割合が大きくなる場合が多く、景観悪化の要因となる。そこで、緩傾斜護岸ブロックの河川景観に影響を

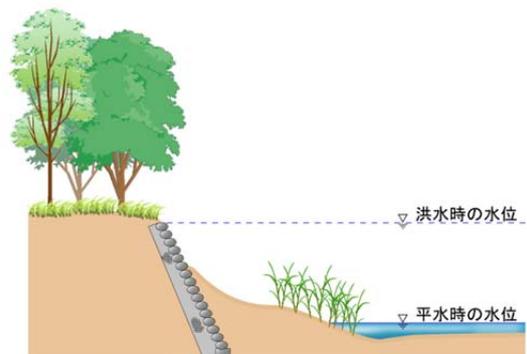


図-3.12 控え護岸の例

与える要因や要素を整理し、推奨ラインを満足するための要件を明確にするために調査を実施した。

まず、各地で使用されている緩傾斜護岸ブロックの種類を把握し、そのブロックの特徴を整理する必要がある。その前段として、緩傾斜護岸ブロックの出荷量の調査を行った。また、緩傾斜護岸は見る角度によって、見えの面積が大きく変化する。緩傾斜護岸の評価においては、視点場を定める必要があると考えられる。そのため、緩傾斜護岸が採用される河川の川幅や断面形状について実績調査を行った。

○緩傾斜護岸ブロックの出荷量

図-3.13 に示すのは、緩傾斜護岸ブロックの出荷㎡数である。これは、(公社)全国土木コンクリートブロック協会 10 社の過去 3 年間 (H24~H26) における合計出荷㎡数とタイプ別の出荷㎡数である。全国的には覆土ブロックが最も多く、次に連節ブロック、張りブロックと続いた。地区によって使用する種類が異なることも把握した。

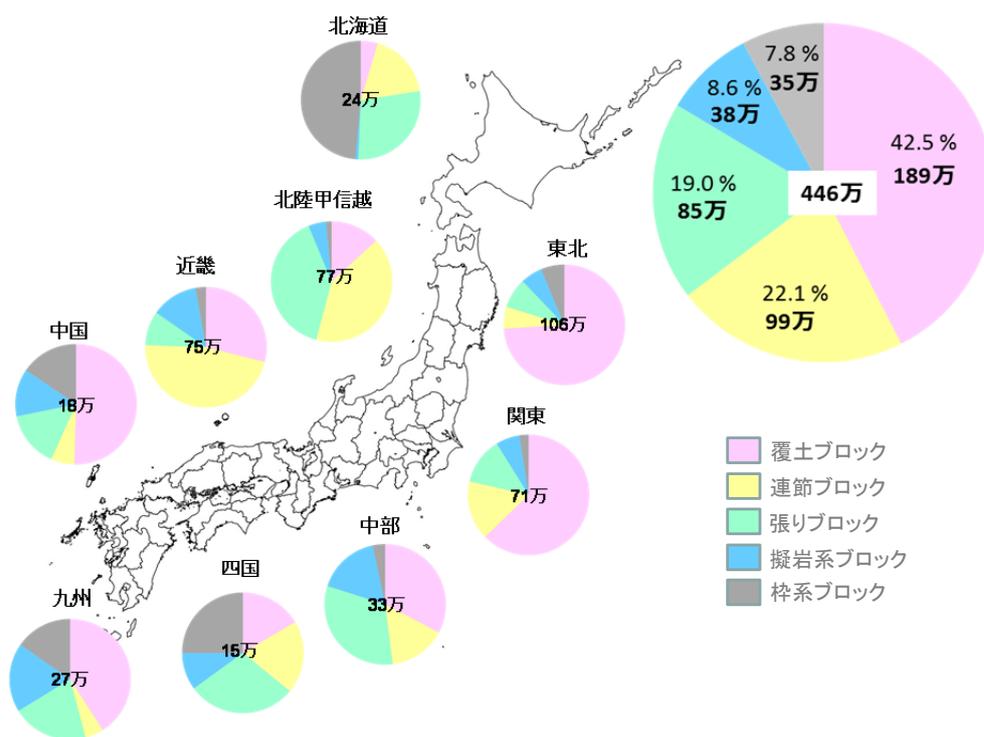


図-3.13 過去3年間 (H24~H26) における緩傾斜護岸ブロックの出荷㎡数

また、直轄工事とそれ以外で区別した場合の出荷㎡数は図-3.14 の通りである。直轄工事については、おおよそ半分が覆土ブロックを使用する状況である。一方、その他の工事では、枠系の使用状況がやや少ないものの、偏りが少ない状況であった。

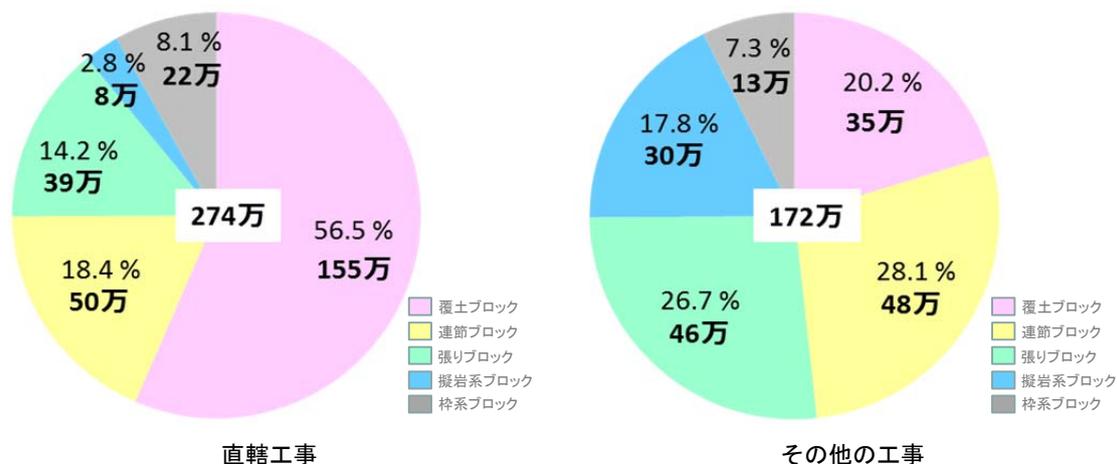


図-3.14 工事別の出荷㎡数

○緩傾斜護岸が採用される川幅調査

緩傾斜護岸ブロックが採用される川幅については、(公社)全国土木コンクリートブロック協会 10 社の納入実績のある現場から、覆土ブロックを除いた現場について調査を実施した。調査は、単断面と複断面に分け実施した。調査を行った河川数と現場数は、単断面が 120 河川、132 現場で、複断面は 58 河川、61 現場である。

調査の結果、単断面の場合は約 50%が川幅 40m 未満であった(図-3.15)。一方、複断面の場合は、川幅 40m 未満の割合は、低水敷で 16%、高水敷で 5%となっている(図-3.16)。

緩傾斜護岸が採用される川幅は、急傾斜護岸に比べ川幅のレンジが広いと多いと考えられ、川幅に応じた評価基準が必要と思われる。具体的には、川幅が狭いと、護岸ブロックの細部に渡り評価が必要となり、川幅が広いと細部を目視によって確認できなくなるため、また別の視点から評価が必要となる。

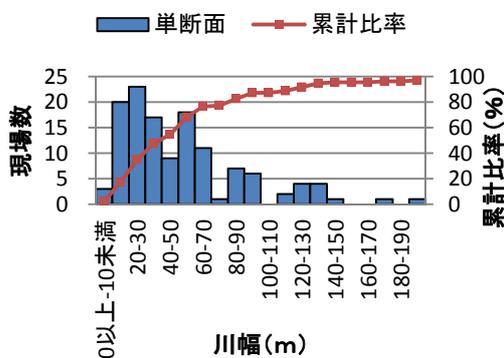


図-3.15 単断面の川幅

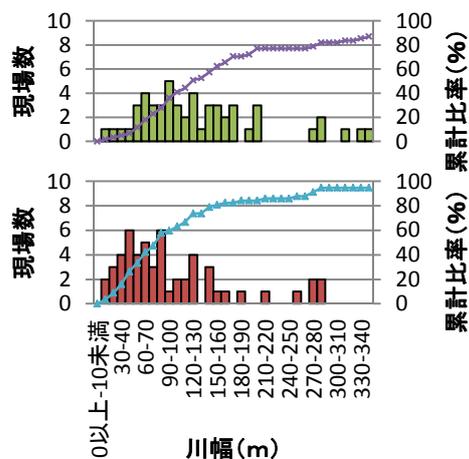


図-3.16 複断面の低水敷と高水敷の川幅
(下: 低水敷, 上: 高水敷)

参考文献

- 多自然川づくり研究会 (2011) : 多自然川づくりポイントブックⅢ 川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際部の設計まで～. 公益社団法人日本河川協会, 東京
- 国土交通省水管理・国土保全局防災課 (2014) : 美しい山河を守る災害復旧基本方針. 東京
- 財団法人リバーフロント整備センター (1993) : 川の風景を考える. 山海堂, 東京
- 土木学会 (1988) : 水辺の景観設計. 技報堂出版, 東京.
- 『河川景観の形成と保全の考え方』検討委員会 (2008) : 河川景観デザイン『河川景観の形成と保全の考え方』の解説と実践. 財団法人リバーフロント整備センター, 東京.
- 篠原修(1982) : 新体系土木工学 59 土木景観計画. 技報堂出版, 東京.
- 景観デザイン研究会(1998) : 景観用語辞典. 彰国社, 東京.
- 篠原修 (2003) : 土木デザイン論 新たな風景の創出をめざして. 東京大学出版会, 東京.

3. 3 河川用護岸ブロックの評価方法

3. 3. 1 明度の計測方法の考え方

PBⅢでは、護岸ブロックの明度は6以下が望ましいと記載されている。しかし、PBⅢには明度測定のための具体的な方法が示されていないため、測定条件の違いによって結果にばらつきが生じることが懸念される。ここでは、護岸の明度測定方法の考え方について示す。

最初に、護岸ブロックの明度に影響を与えている要因を「ブロック要因」と「その他の要因」に分類した(図-3.17)。「ブロック要因」は、素材の色、製造工程、ブロックの形状等の要素から構成されており、ブロックの外観を左右する要素である。素材の色とは、砕石、砂、セメント、混和剤、水などのブロックの原材料によるものである。製造工程とはブロックの蒸気養生の温度や時間、ブロックの型枠に散布する離型剤の量など、製造を行う工場毎の工程を差す。ブロック形状等とはブロックのテクスチャー(質感、肌理)や目地、形そのものを指す。

「その他の要因」は光源、照度、入射角の照明に関する要素と、エイジング(経年変化)、湿潤状態の外部環境に影響を受ける要素を差す。

これらの要因の内、「その他の要因」を揃えることで、「ブロック要因」のみの影響を受けたブロックの明度を測定することができる。護岸ブロックの明度は「ブロック要因」である、目地による陰影の影響を受けるが、ブロック一つでは目地の影響を考慮した法面の明度を測定することができない。したがって、護岸ブロックの明度を判定するために必要な面積は、明度を測定する対象のブロックとそれを取り囲む周りのブロックの面積とする。

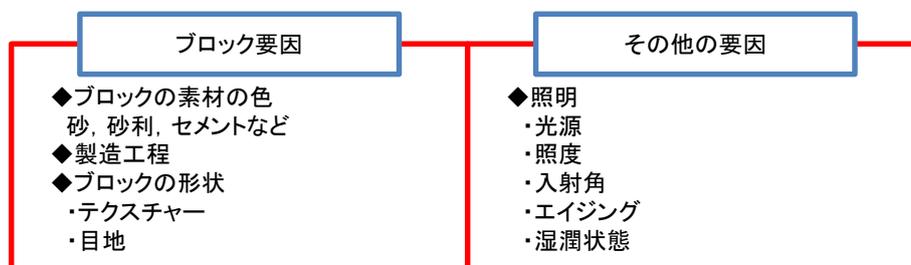


図-3.17 護岸ブロックの明度の決定要因

3. 3. 2 テクスチャー（肌理）の計測方法の考え方

護岸ブロックのテクスチャーを定量的に評価するため、護岸ブロック表面を近距離で撮影し、その画像データから抽出した輝度の標準偏差を評価指標とする方法を紹介する。ここでの「輝度」とは、色による視覚的な明るさを 256 階調（輝度値 0～255）で表したものである。

肌理が細かく平らなブロックは、陰影がほとんど形成されないため、輝度のばらつきが小さい。一方、肌理が粗いブロックは、陰影が形成されるため、輝度のばらつきが大きくなる。この特性を利用して、護岸ブロックのテクスチャーを輝度の標準偏差（ばらつき）として定量化することができる。

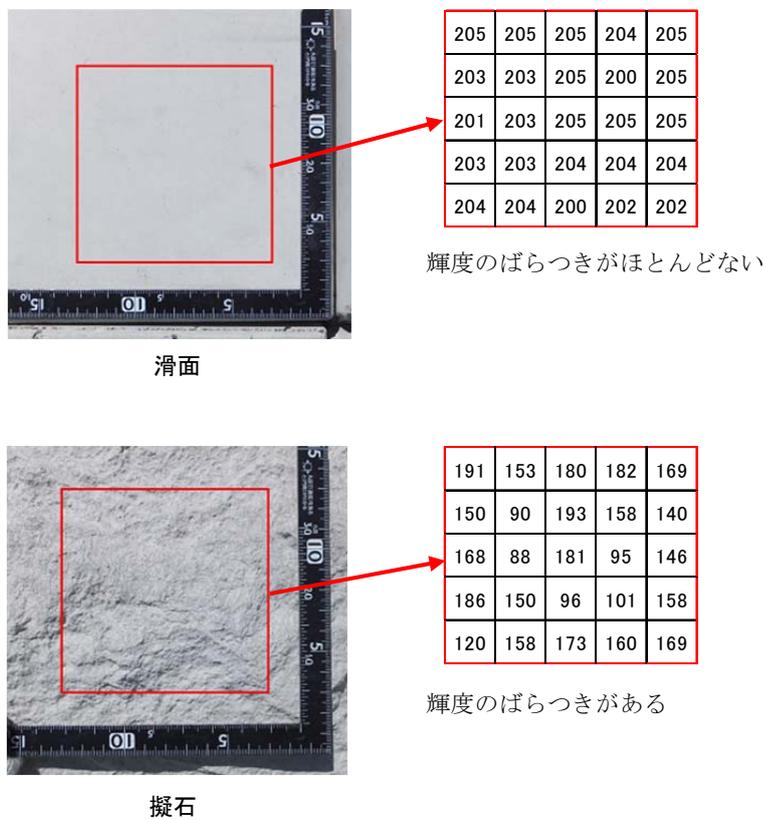


図-3.18 滑面と擬石の輝度のばらつきの例

※赤枠の中の輝度値は、イメージであり、実際のピクセル数や輝度値とは異なる。

数種類の護岸ブロックのテクスチャーを計測した結果を示す。輝度の標準偏差は、滑面が一番小さく、擬石、半割、ポーラスといった順に大きくなっており、感覚的な印象とも概ね一致している。滑面の値は、3～10の範囲である。擬石の輝度の標準偏差は10以下と小さいものがあるが、これは擬石でも肌理が細かいものである。

また、参考までに、数種類の自然石のテクスチャーを計測したところ、輝度の標準偏差が18～35であった。自然石については、無彩色のコンクリートと違い、自然石の種類等に

よって色も様々であり、花崗岩のように斑模様のももある。そのため、自然石の計測値は、色や模様の影響を含めた値であり、護岸ブロックのように肌理のみを対象とした計測値でないことに注意が必要である。

護岸ブロックの選定に当たっては、肌理を持たせるという観点から、輝度の標準偏差は11以上を目安とすることが望ましい。

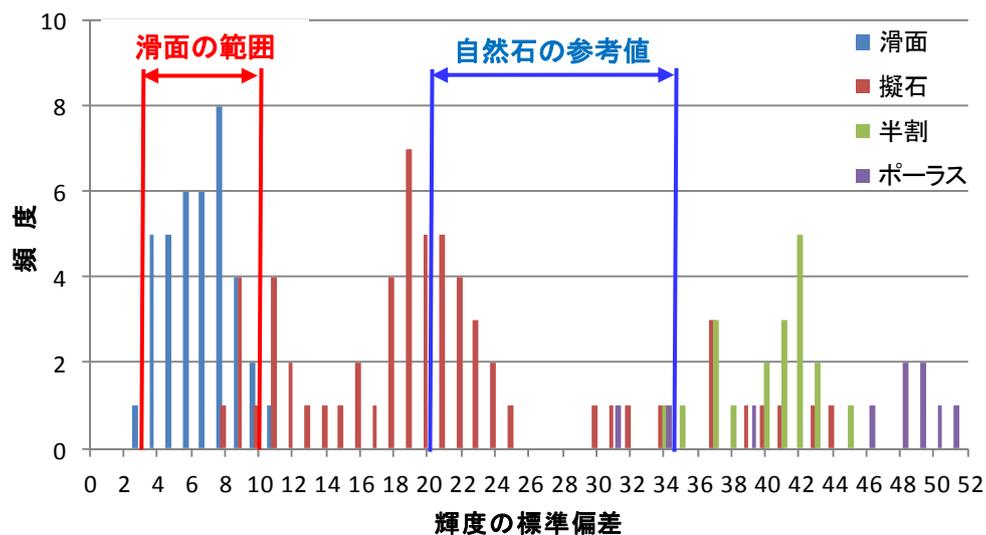


図-3.19 護岸ブロックと自然石の輝度の標準偏差

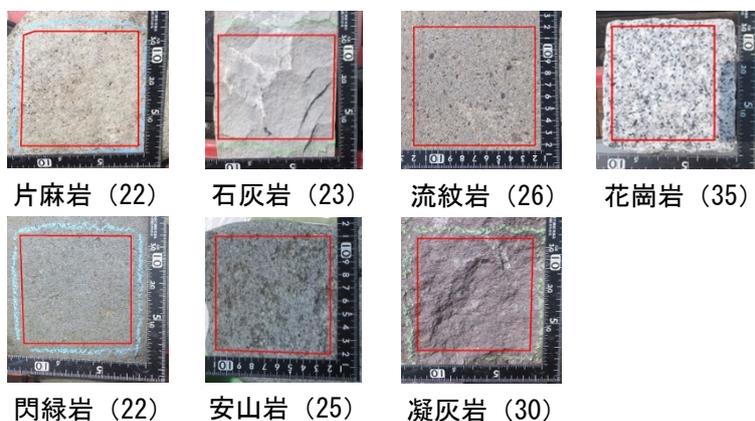


写真-3.26 自然石の輝度の標準偏差 (参考値)

3. 3. 3 明度およびテクスチャーの測定方法

ここでは、護岸ブロックをデジタルカメラで撮影し、その写真データを解析アプリケーションソフト（面積・色彩計測システム～護岸景観版輝度付～，GISS 有限会社）を用いて、明度およびテクスチャーを評価する方法を紹介する。なお、テクスチャーについては輝度の標準偏差を用いた評価手法を採用しているが、この手法の原理、各テクスチャー（滑面、擬石、半割等）の具体的数値は 3.3.2 に示した通りである。

①測定方法・分析方法

・明度を測定する場合

まず、明度 1.0～9.0 までの色見本が配列されているカラーチャートをデジタルカメラで撮影し、アプリケーションに読み込み、マンセル値を RGB 値に変換する。次に、同じデジタルカメラを用いて対象ブロックを撮影し、アプリケーションに読み込み、補正板を利用して写真全体の明るさを補正する。最後に、指定範囲の平均 RGB 値とカラーチャートをマッチングさせて護岸ブロックの明度を決定する。



図-3.20 画像解析の流れ（明度）

（右）赤枠：指定範囲，黄枠：補正板

・テクスチャーを測定する場合

まず、明度測定と同様のデジタルカメラを用いて、対象ブロックを近距離（20cm）から撮影し、アプリケーションに読み込む。読み込んだ画像データについて、計測範囲を指定し、指定範囲内の各ピクセルの RGB 値を輝度値（グレースケール）に変換する。最後に、指定範囲について輝度の標準偏差を算出する。

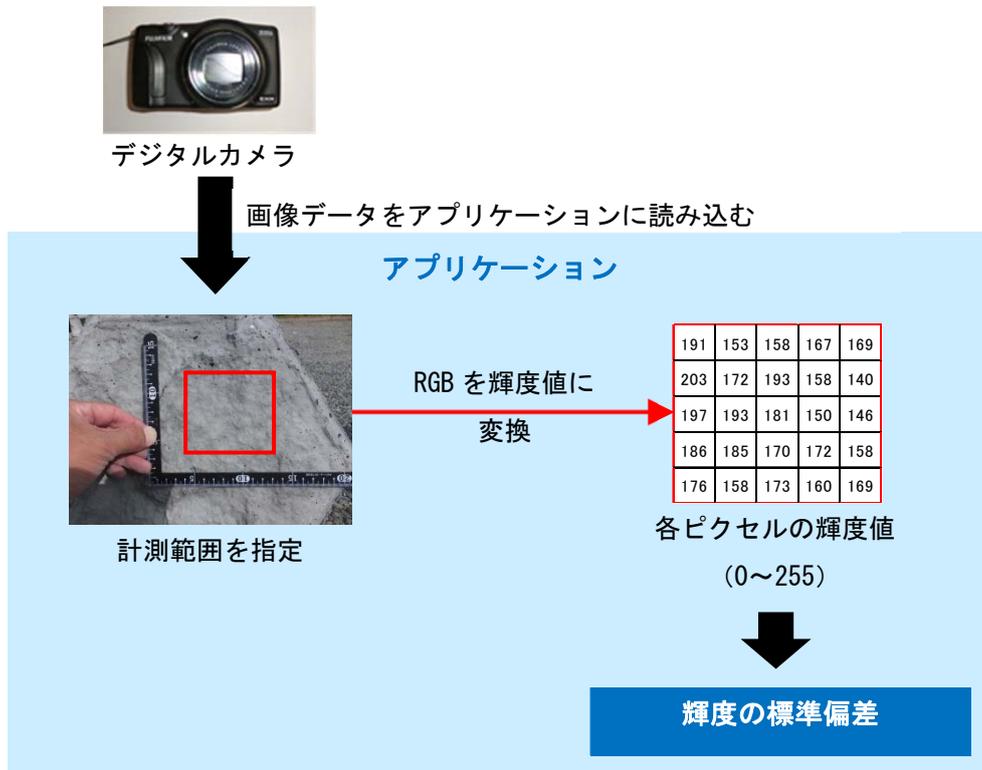


図-3.21 画像解析の流れ

※赤枠の中の輝度値は、イメージであり、実際のピクセル数や輝度値とは異なる。

②撮影手順

実際に護岸ブロックを撮影する場合、光源の位置、照度、撮影の時間帯によって計測値にばらつきが生じるため、一定の条件で撮影を行うものとする。

以下に、具体的な条件とその写真撮影例を示す。なお、補正板は、護岸に当たる光量、角度によって変化する明度を補正するもので、明度を測定する場合のみ使用する。

表-3.5 撮影条件

項目	明度測定の場合	テクスチャー測定の場合
撮影位置	距離：3～10m 高さ：対象ブロックの中央付近 (対象ブロックの正面)	距離：表面から20cm 角度：設置勾配に対し垂直
撮影箇所・範囲	対象ブロックの周りを囲むブロックを含め、それ以上の面積が必要	同一テクスチャーを有する面から代表箇所を3箇所選定（各10cm角の面積）
補正板	1:0.5, 1:2.0に設置	なし
撮影の時間帯	10:00～15:00	
照度	40,000(1x)以上	
光源の入射角	45°	
ブロック設置勾配	1:0.5, 1:2.0	

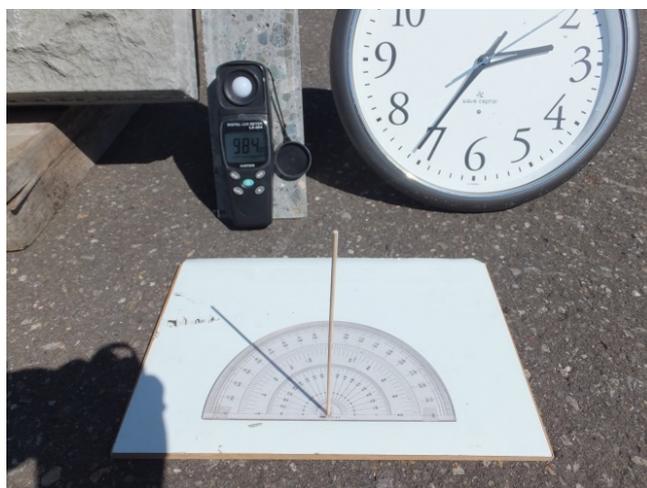


写真-3.27 撮影の時間，照度，光源の入射角の例

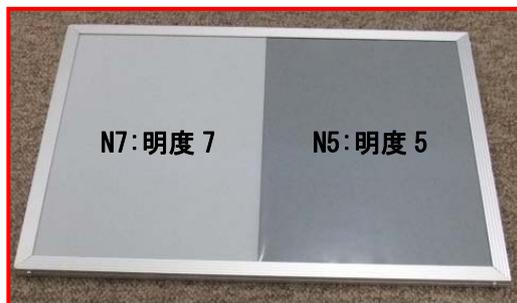
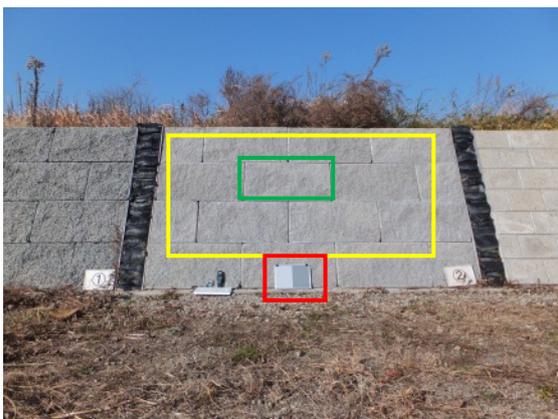


図-3.22 明度測定時の写真撮影例と補正板

緑枠：対象ブロック，黄枠：必要なブロック面積，赤枠：補正板

補正板は，対象ブロックの真下，もしくは真上に設置する。



図-3.23 テクスチャー測定時の写真撮影例

(左：代表箇所3箇所，右：表面から20cmの距離で撮影)

3箇所の平均値を対象ブロックの輝度の標準偏差とする。

3. 4 河川用護岸ブロックの改良について

3. 4. 1 既存の護岸ブロックのタイプ分類

(1) 石積み系ブロック

石積み系ブロックとは、石積み護岸を模倣して生まれたもので、大きく分けて①、②の 2 種類に分けられる。

①自然石をそのまま積んだ護岸を模倣した護岸ブロック。

(野面石積み護岸の模倣) ※玉石護岸を含む



模倣

模倣



②整形された石を積んだ護岸を模倣した護岸ブロック

(間知石, 雑割石, 切り石護岸などの模倣)



模倣

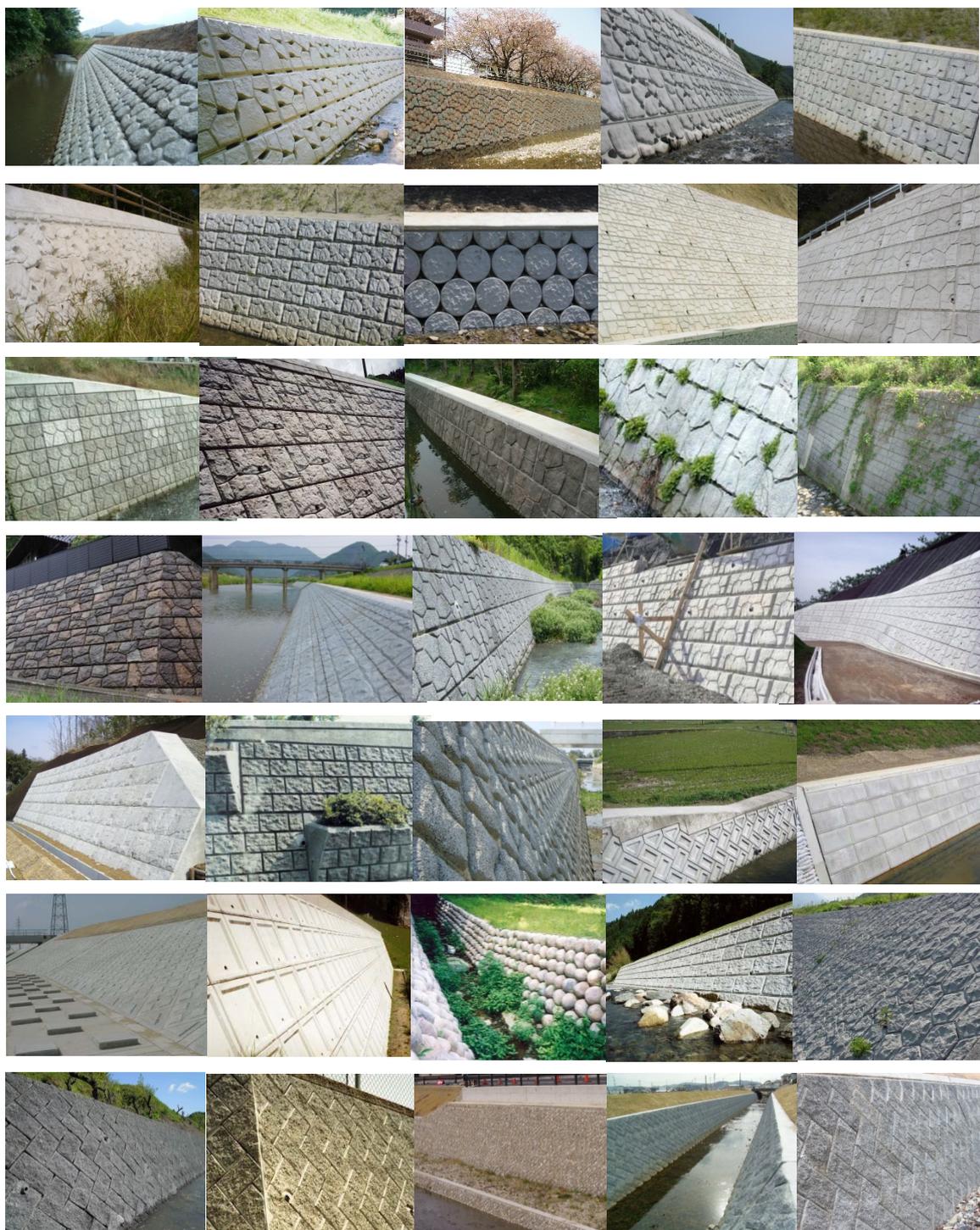


模倣



以上の2種類の護岸ブロックに分類され, ①, ②の積み方が変わると護岸ブロックのパターンが変化する.

➤ 石積み系ブロックの例 (60種)

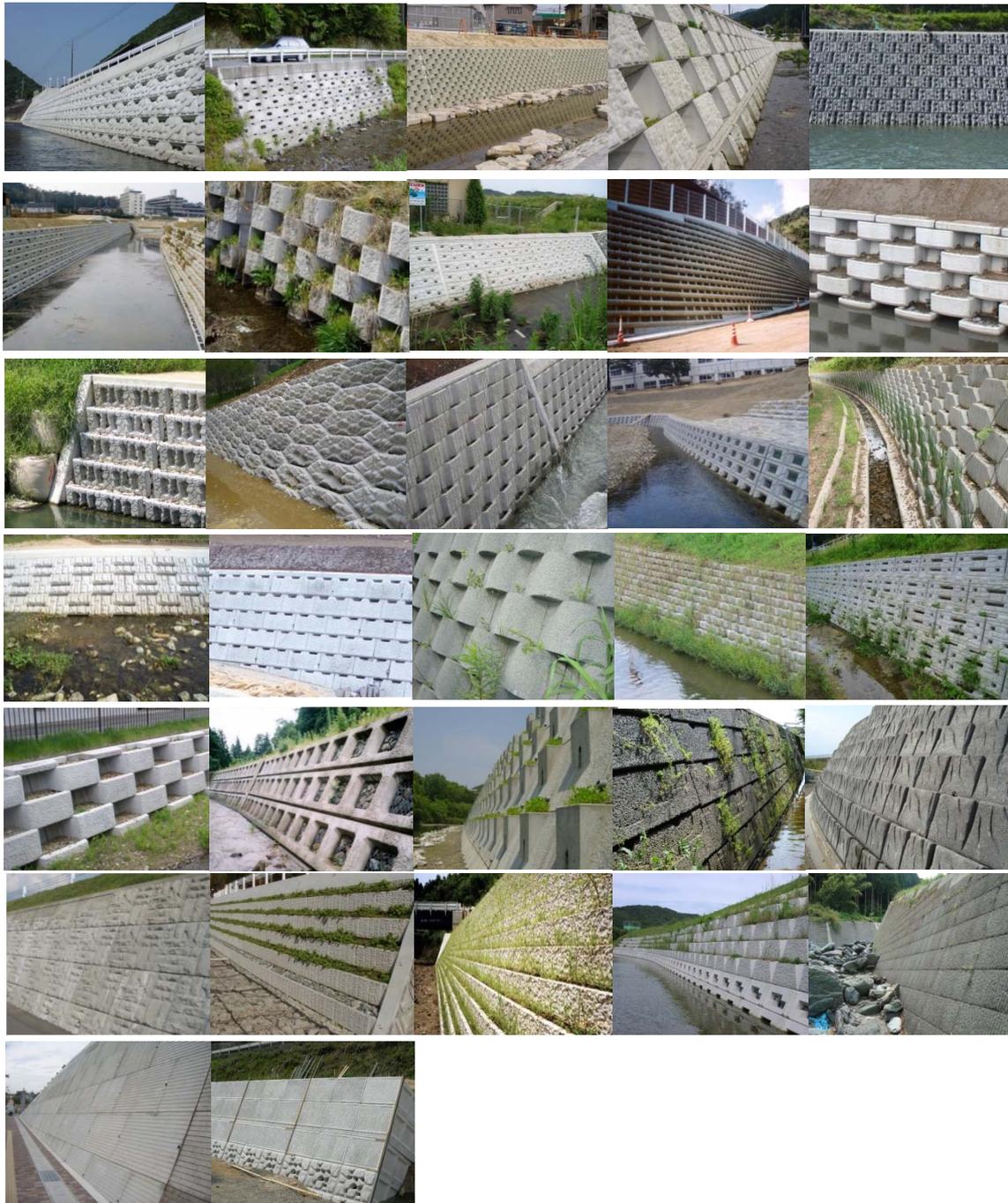




(2) 非石積み系ブロック

非石積み系ブロックとは、石積み護岸を模倣して生まれた物ではなく、植物が繁茂する機能や魚類が生息できる機能等に着目し、独特の形状になった護岸ブロックである。

➤ 非石積み系ブロックの例 (32種)



3. 4. 2 既存ブロックの景観評価

石積み系及び非石積み系に分類した護岸ブロックにおいて、各要因（ブロックの景観パターン、テクスチャー、明度）をクリアし、推奨ラインを超えるブロックについてのフローを下記に記した。

(1) 石積み系ブロックの景観評価

石積み系ブロックに分類された護岸ブロックは 60 種類となった。各要因について、ふるい分けを行うと、まず景観パターン①の千鳥、穴あきでは 60 種の内、8 種が NG となった。次に景観パターン①をクリアした 52 種の内、景観パターン②のブロックの模様で 15 種が NG となり、クリアしたのが 37 種となった。最後に、テクスチャー、明度の要因について、残り 37 種の内、6 種について NG となり、最終、推奨ラインとして残った護岸ブロックは 31 種となった（図-3.24）。

石積み系ブロックの母数 (N=60)

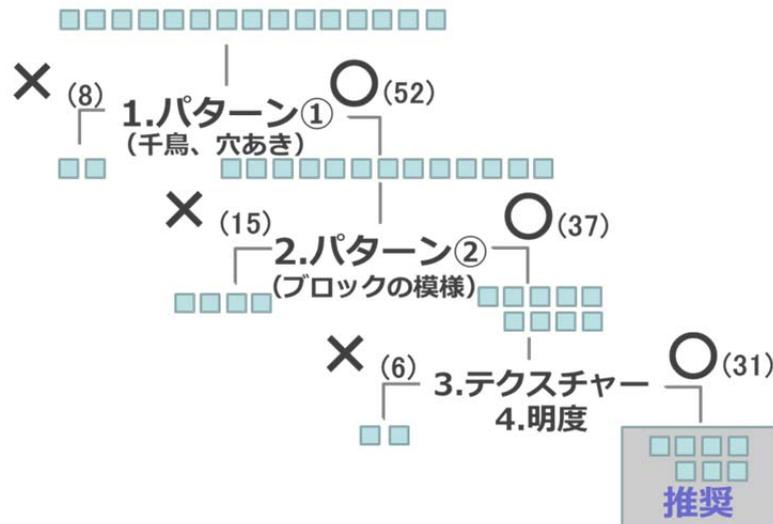


図-3.24 石積み系ブロックの推奨ライン設定フロー

フロー結果より、石積み系ブロックにおいて、最も多くのブロックが推奨ラインを超えられなかった要因として、ブロックの模様であった。また景観パターンの評価については、小型の積みブロックは対象とならず、全て大型積みブロックが対象となっていた。

(2) 非石積み系ブロックの景観評価

非石積み系ブロックに分類された護岸ブロックは 32 種類となった。各要因について、ふるい分けを行うと、まずパターン①の千鳥、穴あきでは 32 種の内、23 種が NG となった。次に景観パターン①をクリアした 9 種の内、景観パターン②のブロックの模様で 3 種が NG となり、クリアしたのが 6 種となった。最後に、テクスチャー、明度の要因について、残り 6 種の内、NG となるものはなく、最終、推奨ラインとして残った護岸ブロックは 6 種となった (図-3.25)。

非石積み系ブロックの母数 (N=32)

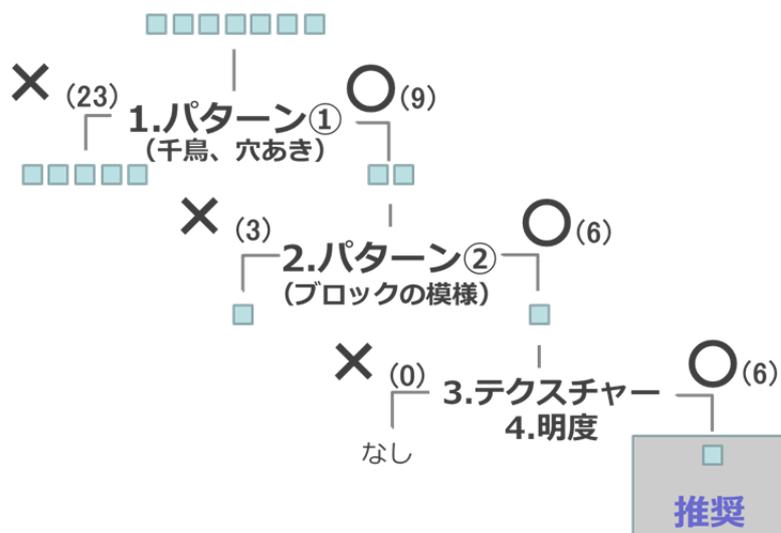


図-3.25 非石積み系ブロックの推奨ライン設定フロー

前述に示したフロー結果より、非石積み系ブロックについては、最も多くのブロックが推奨ラインを超えられなかった要因として、景観パターンの千鳥、穴あきとなった。その景観パターンの千鳥、穴あきに分類されるブロックの大多数は、緑化ブロックであった。

(3) 石積み系ブロックの改善策

石積み系ブロックにおいて、最も多くのブロックが推奨ラインを超えられなかった要因として、景観パターンのブロックの模様であることが試行結果より分かった。また、護岸ブロックのタイプ別度数調査より、ブロックの模様でNGとなるものは33%を占めており、ブロックの模様の改善を行うことで、全国的に推奨ラインを超えるブロックの量を増やすことにつながると考えられる（図-3.26）。

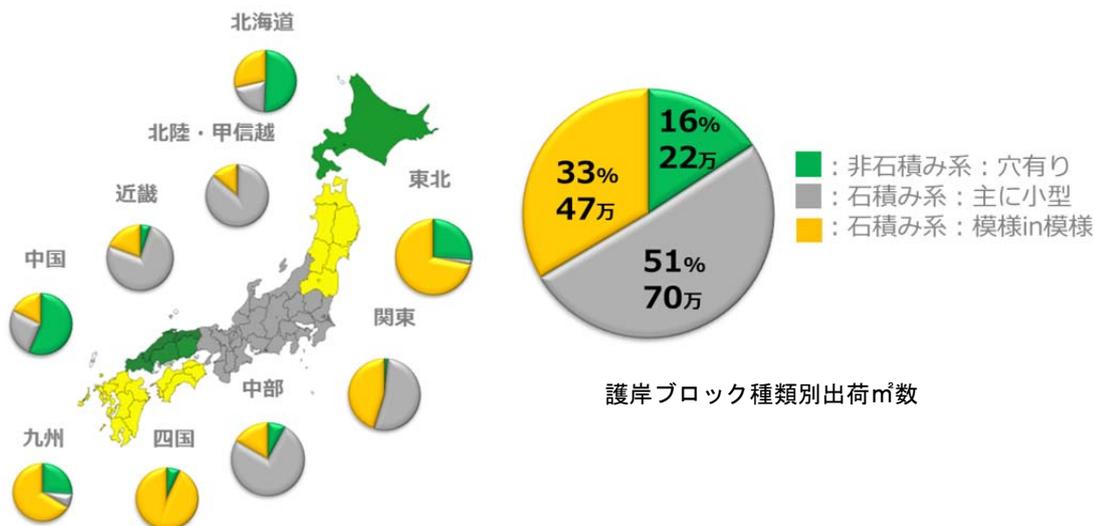


図-3.26 (公社)全国土木コンクリートブロック協会 10社の地域別護岸ブロックの3年間(H22~H24)における出荷合計㎡数とその種類の割合

改めて、ブロックの模様と目地の関係について整理すると、ブロックの模様を有しているブロックを施工した場合、2種類の目地が現れることになる（図-3.27）。

構造目地：ブロック1つの周りに形成される目地。

模様目地：ブロック1つの中に存在する目地。

上記の目地の幅や深さが異なると、1つのブロックの中に模様が描かれている様に見えることになってしまう（これを「模様in模様」と呼ぶ）。

したがって、構造目地と模様目地の見分けがつかなくなる様な構造を目指し、ブロックの模様を解消する検討を行った。

委員会及び(公社)全国土木コンクリートブロック協会とのWGで議論した結果より、大型積みブロックの「ブロックの模様」は、ブロック型枠の大きがかりな改良を行わず、面版の改良により、次の点に留意し、ブロックの模様を解消できると判断した。具体的な工

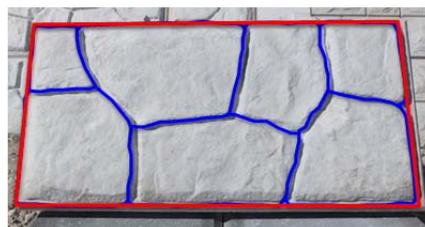


図-3.27 ブロックに現れる目地
(赤：構造目地，青：模様目地)

夫の方法を下記に記し，具体例を図-3. 28, 3. 29 に示す。

- ・大型積みブロック 1.0m×0.5m のブロックを小割の模様（6分割程度）とする。
（見えの大きさの工夫）
- ・ブロックを跨いで模様を構成させない。1つのブロック内で模様を完結させる。
- ・構造目地と小割目地の幅，深さを合わせる。
- ・小割目地は広目地とならない様に鋭角にし，構造目地も小割目地と同様に鋭角とし，面取りも極力小さくする。

小割の大きさを不揃いとすることで，構造目地，模様目地が不揃いとなり，一直線となることを避ける工夫を行った。

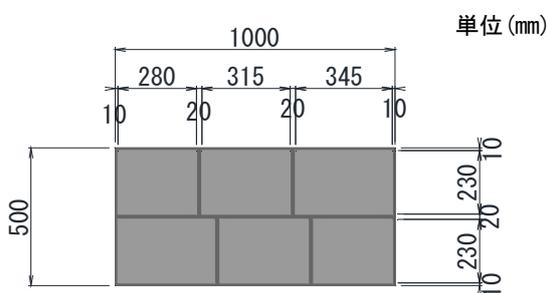


図-3. 28 ブロック規格図例

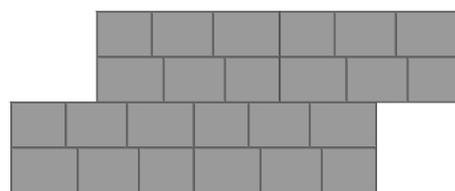


図-3. 29 ブロック割付例

（４）非石積み系ブロックの改善策

非石積み系ブロックにおいて，最も多くのブロックが推奨ラインを超えられなかった要因として，パターンの千鳥，穴あきであることが試行結果より分かった。また，護岸ブロックのタイプ別度数調査より，非石積み系ブロックの景観パターンは約 16%となっているが，地域によっては半分以上の割合で非石積み系のブロックが現場で使用されている結果となっていた（図-3. 26）。

改めて，景観パターンとは，護岸素材の形，サイズ，積み方，目地などの組み合わせによって表現される意匠である。

パターンの千鳥，穴あきに分類されるブロックの大多数は，主に植物の繁茂を目的としている緑化ブロックである。

緑化ブロックの景観の良否は，植物が繁茂しない場合に開口が目立つことにより低下する。また，季節や現場の条件，施工からの期間等の理由により，植物の繁茂が不十分となり，景観の評価が低下することが課題となっている。

4. 普及に向けた取り組み

4. 1 美しい山河を守る災害復旧基本方針への反映

共同研究で検討した実験の成果が、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」の一部に反映され護岸ブロックの景観に関する留意事項が明記された。以下に、反映箇所を示す。

- ・ 技術情報－明度，テクスチャー，パターンを評価する範囲（p91）
- ・ 技術情報－明度の測定方法（p92）
- ・ 技術情報－テクスチャー（p96-97）
- ・ 技術情報－護岸のパターンについて（p99-101）

4. 2 明度計測手法の普及に向けた取り組み

「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に示された明度計測方法は、（国研）土木研究所自然共生研究センターと（公社）全国土木コンクリートブロック協会が共同研究の一環として共同開発した方法を基にしている。それは、明度計測条件等を設定し、同じ条件のもとでブロック間の目地の陰影を含めたブロック複数個分の範囲における護岸ブロックの平均明度を計測する方法である。しかし、基本方針には詳細な計測条件や計測方法が示されていないため、個々の護岸ブロックの明度を実際に評価することは困難であった。

以上を背景として、護岸ブロックの平均明度の計測方法等についての詳細を示した「護岸ブロックの平均明度計測マニュアル（案）」を作成し、明度証明書を発行する業務を始めることとした。この業務は、本マニュアル（案）に沿って明度証明の申請が行われた護岸ブロックについて、（公社）全国土木コンクリートブロック協会が明度解析を行い、明度証明書を発行するものである。明度証明書の発行に当たっては、学識経験者を委員長とした判定委員会を設置し、明度計測方法および明度解析結果が妥当かどうか判定を行うこととした。

4. 3 改良型ブロックの普及に向けた取り組み

3.4 で述べた改善方法を元に、護岸ブロック本体による推奨ラインの要因（明度・テクスチャー・景観パターン・1単位の大きさ）に配慮した護岸ブロックのフラッグシップの開発を（国研）土木研究所自然共生研究センター及び（公社）全国土木コンクリートブロック協会の共同研究の一環として行った。

「明度」に関しては、評価が定量的に示されているため、認知度が高くなっている。しかし、その他の留意事項については定性的に示されている

こともあり、まだ十分に認知されていない。そこで、明度以外の留意事項についても理解を深めてもらうことを目的に、（国研）土木研究所自然共生研究センター内の実験河川において、河川景観に関する留意事項の概略説明用パネル（写真-4.1）と、河川景観に配慮した護岸ブロックのフラッグシップおよび小口止めの展示を行った（写真-4.2）。

展示については、写真-4.2に示すように、A区間とB区間に分かれており、A区間は従来の護岸ブロックと留意事項に配慮した護岸ブロックを比較展示している区間（写真-4.3）、B区間は留意事項に配慮した護岸ブロックのみを展示している区間（写真-4.4）となっている。また、護岸の前面には各ブロックでどのような配慮を行ったか、詳細について記したパネルの設置を行った。さらに、平成28年6月に河川景観に配慮した護岸ブロックの展示に関するパンフレットを作成し関係機関への配布を実施した。



写真-4.1 概略説明用パネルの設置

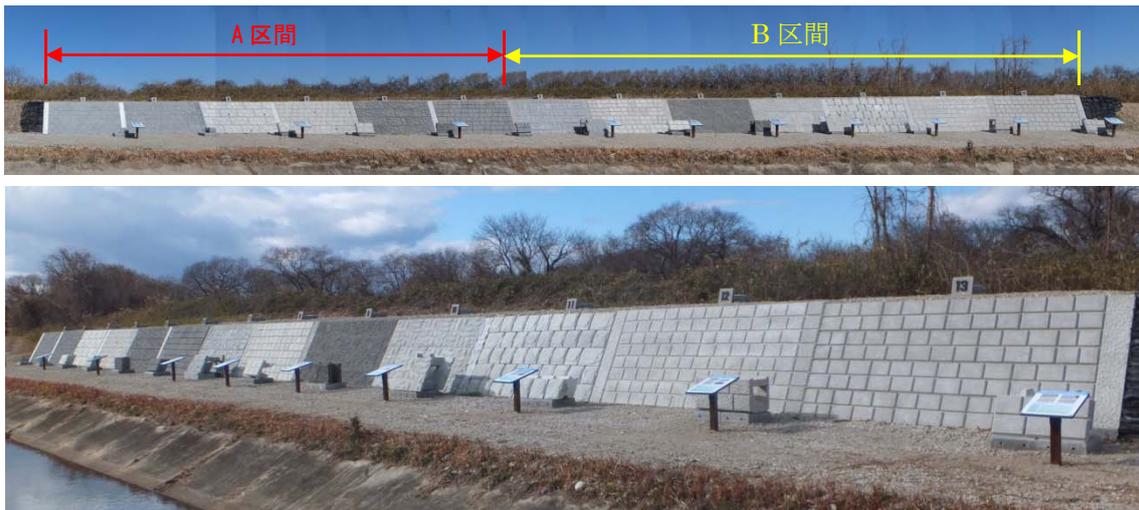


写真-4.2 実験河川内の展示状況（全景）

（上：正面より 下：上流より）

(1) A 区間

従来の護岸ブロック



留意事項に配慮した護岸ブロック



写真-4.3 A 区間の展示ブロック

(2) B 区間

留意事項に配慮した護岸ブロック

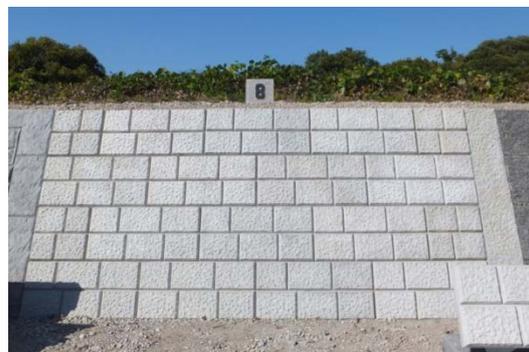


写真-4.4 B 区間の展示ブロック

4. 4 シンポジウムの開催

これまでの研究成果を発信するとともに、これからの魅力ある水辺空間の形成を進める上で必要な空間デザイン手法や護岸ブロックに求められる機能・活用のあり方について議論し、我々が進むべき今後の方向等について共有することを目的として、シンポジウムを開催した。

開催日時 : 平成 28 年 6 月 22 日 (水) 13 : 00~17 : 00

会場 : 星陵会館ホール

基調講演

「戦後の河川環境整備史」

(株) プランニングネットワーク 顧問 岡田 一天

研究・事例発表

「河川空間デザインの考え方」

(国研) 土木研究所 主任研究員 鶴田 舞

「河川用護岸ブロックの改良の工夫」

(公社) 全国土木コンクリートブロック協会 尾崎 正樹

「糸貫川における川づくり」

岐阜県県土整備部河川課 技術主査 藤井 孝和

「一乗谷川における川づくり」

佐幸測量設計 (株) 脇本 幹雄

パネルディスカッション

話題提供

「川で活用するハイブリッド型グリーン・インフラへの期待と可能性」

国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 河川環境保全調整官 堂園 俊多

「いい川のデザイン・事例」

(株) 吉村伸一流域計画室 代表取締役 吉村 伸一

「白川・緑の区間のデザイン」

熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 星野 裕司

パネリスト 岡田 一天, 吉村 伸一, 星野 裕司, 堂園 俊多

コーディネーター 萱場 祐一

5. 今後の課題

これまで、5年に渡り共同研究を行い護岸ブロックの河川景観に対する課題を解決し、護岸ブロックのフラッグシップモデルを具体的にコンクリート製品として示し、(国研)土木研究所自然共生研究センターに展示できたことは大きな成果と言える。また、最低限配慮しなくてはならない護岸ブロックの要因の内、明度は定量的な評価方法の開発によって普及の促進を図ることができた。テクスチャーについても、評価方法を明確にしたことから、今後の普及に期待が持てる。景観パターンについては、印象調査より忌避されるパターンを明らかにした。さらに、今後の護岸ブロックの進む方向性についても捉えることができた。

一方、課題の解決に向け議論を交わした結果、多くの課題が見つかったことも事実である。護岸を評価する場合、護岸ブロックの評価を行う要因とそれを構成する要素の視距離に対する関係性や緩傾斜護岸の評価方法については整備が不十分である。また、今まで共同研究を行い明らかとなった「明度」、「テクスチャー」、「景観パターン」についても現場への理解が得られていない地域もある。

今後も、河川景観の保全・向上を目的に現場との結びつき、積極的な情報発信に取り組むとともに、護岸に多用されるコンクリート製品の性能の向上を図るため、(公社)土木コンクリートブロック協会との共同研究を進めていきたいと考えている。

6. 巻末資料

6. 1 「護岸ブロックの性能評価に関する委員会」の審議内容

6. 1. 1 第1回委員会の審議内容

1. 河岸・水際部の計画・設計の考え方と課題の整理
2. 景観の性能評価手法とフラッグシップ護岸の開発の方向性
 - (1) 景観評価手法の概要
 - (2) フラッグシップ護岸の開発の方向性

6. 1. 2 第2回委員会の審議内容

1. 第1回委員会の内容とその後の検討について
2. 中小河川の護岸をとりまく課題と本委員会での対応（案）
3. 護岸の景観に影響を与えている要因について
4. ブロックの推奨ラインの設定とその試行
 - (1) 推奨ラインの設定（案）
 - (2) 推奨ライン判定の試行結果
5. フラッグシップ護岸のコンセプトについて
6. 普及への取り組みと運用について

6. 1. 3 第3回委員会の審議内容

1. 第2回委員会の振り返り
2. 推奨ラインの設定について
 - (1) 推奨ラインの設定に伴う影響度について
 - (2) 推奨ラインの評価素案
3. 80点護岸の開発について
 - (1) 護岸ブロック景観に及ぼす要因の整理
 - (2) コンセプトデザインについて
4. 運用について
 - (1) 推奨ライン
 - (2) 目標レベルの設定
 - (3) 運用に向けた課題
5. 課題と今後の進め方
 - (1) 課題
 - (2) ロードマップ

6. 2 共同研究ワーキングの取り組み

6. 2. 1 護岸ブロックの明度

6. 2. 1. 1 明度の異なる護岸ブロックの景観評価

人は、護岸がどのような色であれば、周囲の景観と調和していると評価するのか、アンケート調査を行った。調査には、往復石積を模したコンクリートブロック積擁壁（直高 2.0 m 延長 7.5 m 壁面勾配 1:0.5）を用いた。模倣玉石の大きさは、長径約 18cm、短径約 9cm の楕円形である。また、模倣玉石には、色の異なる 3 つのタイプを準備し、A タイプの色相は、茶・緑・紺の 3 色をランダムに配置した三色、B タイプの色相は黒色顔料を使用した黒色、C タイプの色相は普通コンクリートの白色とした（写真-6.1）。ここで、表-6.1 に各護岸の明度を示す。なお、明度は素材表面の明度である。

アンケート調査は、表-6.2 に示す 5 段階評価とし、3 種類護岸が周辺の景観に対しどのような印象を与えるか調査した。

調査の結果（図-6.1）によると、A および B 護岸において、約 6～7 割の被験者が周辺環境に対し、馴染んでいると答えたのに対して、C 護岸においては、約 7 割の被験者が馴染んでいないと答えた。これは、A、B タイプの明度が自然素材の明度に近く周辺環境に馴染んでいると多くの被験者に判断された判断する。一方、C タイプは、自然素材よりも明度が 2.0 以上高く、周辺環境から浮き上がって見えたため、多くの被験者に馴染んでいないと判断されたと推察する。

これらの結果より、護岸の明度は、周辺環境に近い方が馴染みやすく、その明度は 6 以下にすることが目安になる。



A タイプ（三色）



B タイプ（黒色）



C タイプ（白色）

写真-6.1 3 種類の景観実験護岸

表-6.1 各タイプの色の属性

タイプ	色相	明度
A	茶	5.0
	緑	4.0
	紺	2.0
B	黒	5.5
C	白	8.0

表-6.2 アンケートの調査項目

No.	アンケートの項目
1	よく馴染んでいる
2	まあまあ馴染んでいる
3	どちらとも言えない
4	あまり馴染んでいない
5	全く馴染んでいない

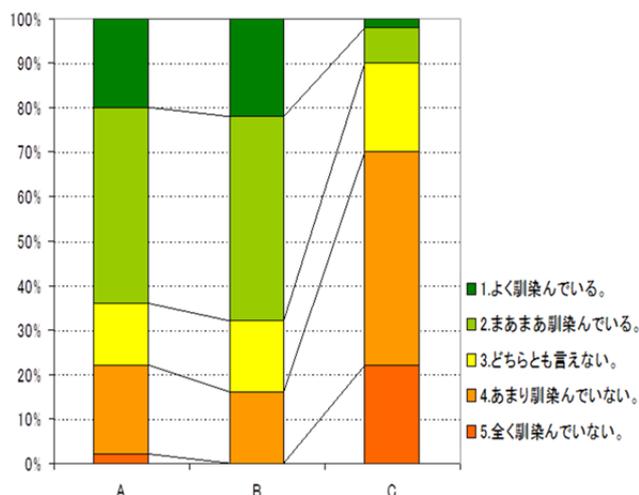


図-6.1 アンケート結果

6. 2. 1. 2 護岸ブロックの明度に影響する要因の整理

護岸ブロックの明度に影響する要因を「ブロック要因」「外部要因」「その他の要因」の3つに分類した(図-6.2)。「ブロック要因」は、素材の色、配合や製造工程、テクスチャー、目地の要素から構成されており、ブロックの外観を左右する要素である。素材の色とは、砕石、砂、セメント、混和剤、水などのコンクリートの原材料の色である。製造工程とは、ブロックの蒸気養生時の温度や時間など、ブロックを製造する工程のことを指す。テクスチャーは、ブロック表面の質感、肌理を指す。目地は、ブロック間に形成される構造目地やブロックを分割して見せるために存在する模様目地のことを指す。

「外部要因」は、光源、照度、入射角など照明に関する要素を指す。

「その他の要因」は、色や質感が変化するエイジング(経年変化)、降雨や流水、排気ガスなどの影響によりブロック表面のよごれ、湿潤状態などの「ブロック要因」と「外部要因」の両方に影響を受ける要因を指す。

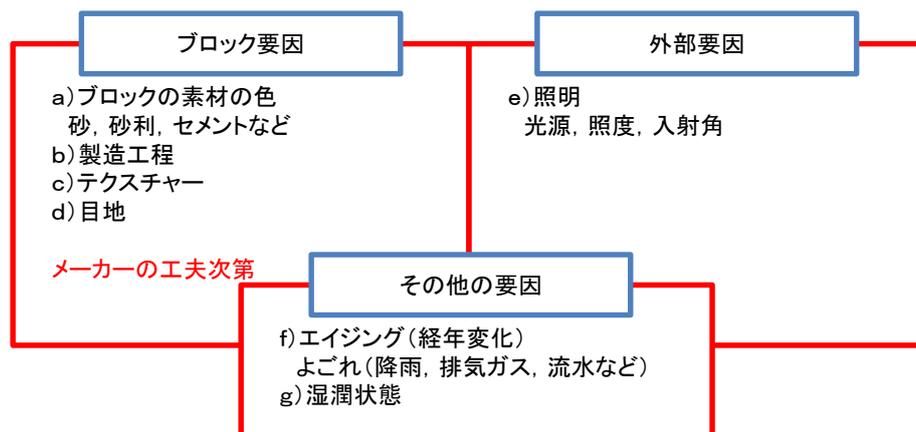


図-6.2 護岸ブロックの明度に影響する要因

(1) ブロックの要因について

a) ブロック素材の色

- ・使用する骨材(写真-6.2)や含まれる有機物とセメントの化学反応によって、ブロックの色に差が生じる。
- ・骨材が表面に出る場合(洗い出し, はつりなど)使用している砕石などの色がそのまま出る。



山砂

川砂

砕石

川砂利

写真-6.2 ブロックに使用する骨材の例

b) 配合と製造工程

配合の違いや製造工程の影響を受け、ブロックの明度が変動する。製造工程では、型枠から製品をスムーズに取り出すために使用する離型剤(写真-6.3)やコンクリートを硬化促進させるための蒸気養生(写真-6.4)の影響が考えられる。離型剤は使用する主成分によって、コンクリートに特有の色がつくことがある。また蒸気養生を行った場合、養生時間や養生温度によって明度の差が生じる場合がある。



写真-6.3 剥離剤塗布状況



写真-6.4 蒸気養生状況

このような配合や製造に関係した明度のばらつきを把握するため、地域の異なるコンクリートブロックメーカー5社の協力のもと、100×100×400(mm)の供試体を作製(3本/日、3日間、合計9本)し、明度の計測を実施した(写真-6.5)。実験の組み合わせは、表-6.3に示す通りである。その結果、実験1のコンクリート配合と製造工程が同じ場合では、明度差の最大で0.5、実験2のコンクリート配合と製造工程が異なる場合では、明度差が最大で1.0の結果となった(表-6.4)。また、今回の検証に用いた供試体の明度分布を図-6.3に示す。

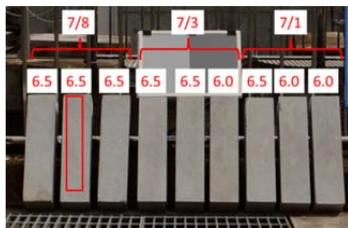


写真-6.5 供試体撮影状況

表 - 6.3 実験の組み合わせ

	コンクリート配合	製造工程
実験.1	同じ	同じ
実験.2	異なる	異なる

表-6.4 実験結果

メーカー	1日目	2日目	3日目	
A社	6.5	6.0	6.5	実験1
	6.0	6.5	6.5	
	6.0	6.5	6.5	
B社	6.5	6.5	7.0	実験1
	6.5	6.5	7.0	
	6.5	7.0	7.0	
C社	6.5	6.5	7.0	実験1
	6.5	7.0	7.0	
	6.5	7.0	7.0	
D社	6.5	6.0	6.5	実験1
	6.5	6.0	6.5	
	6.0	6.0	6.5	
E社	6.0	6.5	6.0	実験1
	6.0	6.5	6.5	
	6.0	6.5	6.5	

実験2

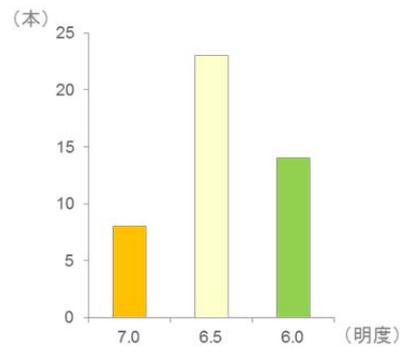


図-6.3 各供試体の明度とその本数

c) テクスチャー

テクスチャー（質感・肌理）によって明度が異なる（写真-6.6）.



滑面 明度 7.0



擬石 明度 6.5



はつり 明度 6.0



半割 明度 5.0

写真-6.6 テクスチャーの変化による明度差

d) 目地

目地は、ブロックの平均明度を評価する上で大きな要因の一つである。同形のブロックの明度を複数回測定した場合、ブロック単体と目地を含む（写真-6.7）場合では、後者の明度が低く測定される回数が多い（図-6.4）。また、奥行きが深いほど陰影が色濃く映る（写真-6.8）.



写真-6.7 測定範囲

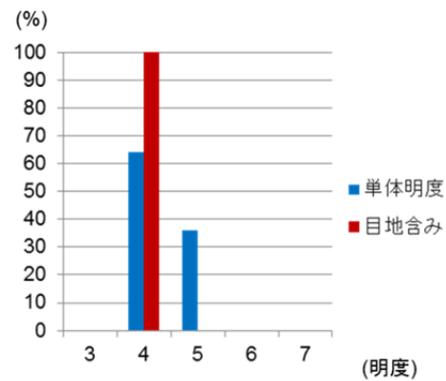


図-6.4 単体と目地を含む場合の明度測定比



写真-6.8 目地が浅い場合（左）と目地が深い場合（右）

（2）外部要因について

e) 照 明

- ・ 光源，照度

光源は太陽光である．そのため照度は，晴れや曇りといった天候で変化する．

- ・ 入射角

光源の角度は，陰影の範囲に影響を与える．その影響を受け，平均明度も変動する（写真-6.9）．

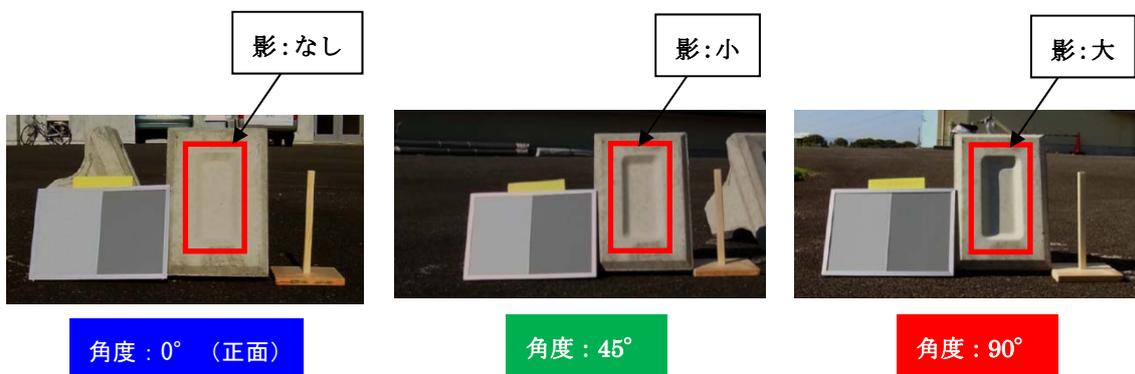


写真-6.9 光源の角度による陰影の変化

（3）その他の要因について

f) エイジング（経年変化）

エイジングは，降雨や流水，排気ガスなどの原因により時間経過によって進行する．エイジングによって付着した汚れは，明度低下に起因する（写真-6.10）．エイジングによる明度低下の速度は，環境条件によって異なる傾向がある（図-6.5）．



平成 23 年施工 明度 7.0



平成 22 年施工 明度 6.5



平成 21 年施工 明度 5.0

写真-6.10 エイジングによる明度の変化

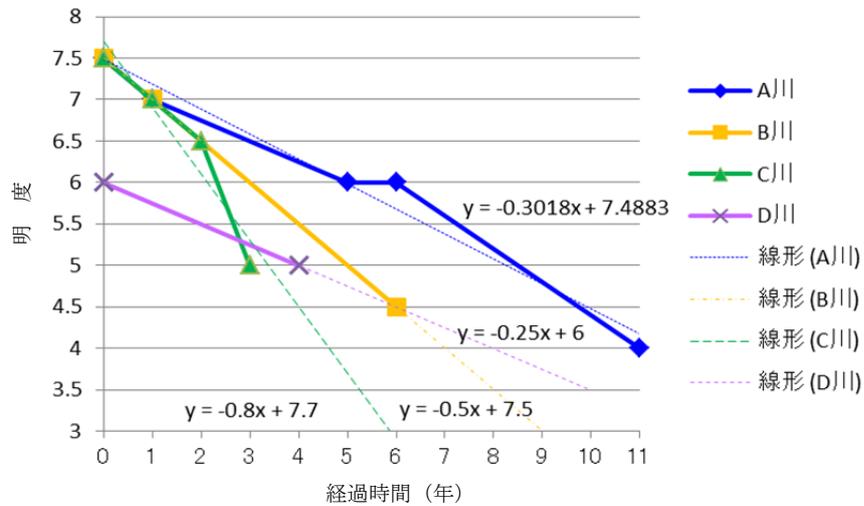


図-6.5 時間経過と明度低下の関係

g) 湿潤状態

コンクリートが有している表面張力により、水分がコンクリート全面に広がりを見せ、水が表面に付着する。その結果、光を反射しにくい状況になり、色が濃く見える。そのため、濡れている状態では明度が極端に下がる（写真-6.11）。



写真-6.11 左：湿潤状態 右：乾燥状態

6. 2. 2 護岸ブロックのテクスチャー

6. 2. 2. 1 テクスチャーの景観実験

既存の護岸ブロックに主に用いられているテクスチャー8種について、景観実験護岸(法長 2,000 mm 高さ約 1,800 mm 横幅 3,500 mm 壁面勾配 1:0.5)を設置し、被験者が持つ感覚的な印象と、テクスチャーを特徴づける表面起伏量の測定値との関係性について検証を行った(写真-6.12, 6.13).

被験者へのアンケートを実施し、設置されている各護岸が「周辺環境に調和している」(以下、調和する)、「周辺環境に調和していない」(以下、調和しない)のどちらかを被験者に選択してもらい、その理由を18種の形容詞対(表-6.5)の中から、該当する全ての項目を選択してもらった。

その結果、テクスチャーによらず「調和しない」と感じられる主な理由として、「人工的である」「明るい」の他に、「平らだから」が挙げられていたことから、テクスチャーの表面構造(起伏)が判断材料のひとつとなっていたと考えられる(図-6.6).

また、「調和しない」と選択した被験者の中で、理由として「平らだから」を挙げた人の割合と、テクスチャーの起伏の大きさ(起伏量の標準偏差)の関係性を解析したところ、起伏が少ない(標準偏差が小さい)ほど、被験者は「平らな」印象を受けていることが確認された(図-6.7).

したがって、滑面で構成されるブロックは、明度が高いだけでなく、起伏の小さな表面構造であることから、「調和しない」テクスチャーであると多くの被験者に判断されたものと考えられた。



写真-6.12 景観実験護岸

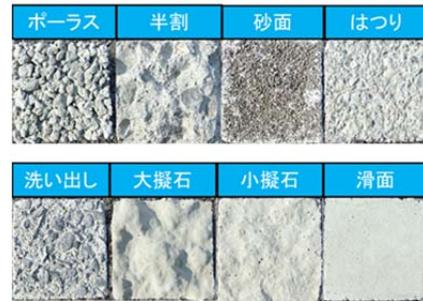


写真-6.13 護岸ブロックで主に用いられているテクスチャー8種の特徴

表-6.5 アンケートに用いた形容詞対

1.点田だから	2.平らだから
3.人工的だから	4.自然そうだから
5.明るいから	6.暗いから
7.ざらざらしているから	8.つるつるしているから
9.粗いから	10.細かいから
11.ひとつのブロックが大きいから	12.ひとつのブロックが小さいから
13.立体的だから	14.平面的だから
15.目地が白く見えるから	16.目地が黒く見えるから
17.表情が豊かであるから	18.表情が乏しいから



図-6.6 アンケートで周辺環境に調和しない(評価が低い)と回答した理由

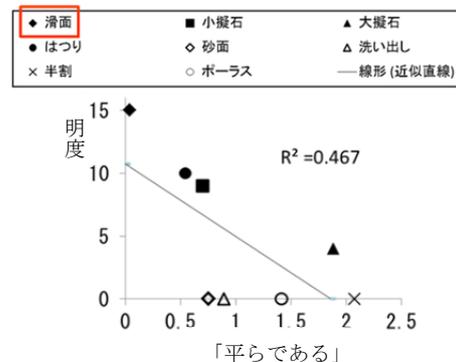


図-6.7 「平らな」を選択した被験者数と起伏量の標準偏差との関係

6. 2. 2. 2 輝度の標準偏差を用いたテクスチャーの定量的な評価方法

1. 方法

(1) 評価の範囲

護岸のテクスチャーとは、素材が持つ質感や肌理を表す^{1),2)}。本研究で取り扱う護岸ブロックのテクスチャーの評価範囲は、**図-6.14**に示す護岸ブロックの目地（黄色枠）で区切られる面的な部分（青色枠）とする。

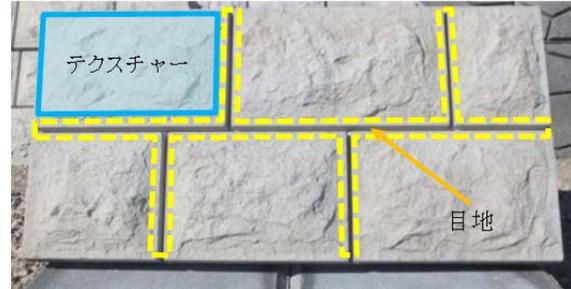


写真-6.14 護岸ブロックのテクスチャーの評価範囲

(2) 評価指標

テクスチャーが滑面で構成されるブロックは、周辺環境に調和しにくい傾向がある²⁾。そのため、テクスチャーの評価にあたっては、滑面とそれ以外を区別することを重視する。護岸ブロック表面のテクスチャーの有無は、明暗、量的には輝度のばらつきとして表現しうる。具体的には、護岸ブロック表面の肌理が細かく滑らかであれば輝度のばらつきは小さく、肌理が粗く凹凸があれば輝度のばらつきは大きくなる。本研究ではこのことを利用し、テクスチャーの評価指標として輝度の標準偏差（ σ_L ）を用い、その適用性について検討した。輝度については、一般的なデジタルカメラの画像データからも取得が可能なYUV色空間における輝度信号Y（ $=0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$ ；ここに、R,G,B赤緑青の各画素値）を用いた。

(3) データの取得

テクスチャーの輝度データ取得のための写真撮影条件を**表-6.6**および**図-6.8**に示す。用いたカメラは**表-6.7**の5機種である。写真はブロック表面から20[cm]の距離より、ブロック表面に正対して撮影する。これにより、1[pixel]の実サイズが、視力1.0の成人男性が法面勾配5分の護岸の法尻に直立した状態で視認可能なサイズ（0.24[mm]）以下となる。得られた画像データから5[cm]四方の範囲を切り出しデータ解析に用いた。ここではテクスチャーを、滑面（**写真-6.15, a)**

表-6.6 テクスチャーの撮影条件

項目	条件
解像度	0.24 [mm/pixel] 以下
撮影位置	対象ブロックに正対
照度	40,000 [lux] 以上

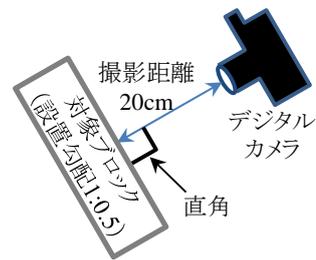


図-6.8 写真撮影の位置（側面図）

表-6.7 評価に用いたデジタルカメラ一覧

No.	メーカー	機種名
1	カシオ	EX-H20G
2	富士フィルム	FINEPIX F70EXR
3	富士フィルム	FINEPIX F770EXR
4	ニコン	COOLPIX L30
5	パナソニック	LUMIX DMC-SZ8

と滑面以外（同図，b）～d）とに区別することを念頭に，撮影時の光源の入射角度（ θ ）と照度をそれぞれ 35, 45, 55[°]（図-6.9），40,000～80,000[lux]に変化させた際の輝度の標準偏差（ σ_L ）に与える影響について検討した。あわせて，機種による σ_L への影響の有無についても検討した。

2. 考察と結果

（1）光の入射角度の影響

4種のテクスチャーについて，光の入射角度（ θ ）と σ_L の関係を図-6.10に示す。 σ_L に与える影響は， θ の変化に比べ，テクスチャーの違いの方が大きく， θ が変化しても滑面と滑面以外を明確に区別可能であった。しかし， θ が σ_L に与える影響も認められるので，評価においては $\theta=45[^\circ]$ とした。

（2）照度の影響

4種のテクスチャーについて，照度と σ_L の関係を図-6.11に示す。全てのテクスチャーについて，照度の変化に対する σ_L の影響は小さく，滑面と滑面以外を明確に区別可能であった。また，撮影時に必要な照度としては，40,000[lux]以上を確保すれば良いと考えられる。

（3）デジタルカメラの機種による影響

4種のテクスチャーについて，照度別にデジタルカメラ 5 機種種の σ_L の平均値と 5 機種種の中の最大値，最小値を図-6.12に示す。検討に用いた機種については，テクスチャーごとの値の範囲に重複がなかった。したがって，デジタルカメラの機種が σ_L に与える影響は小さいと考えられる。

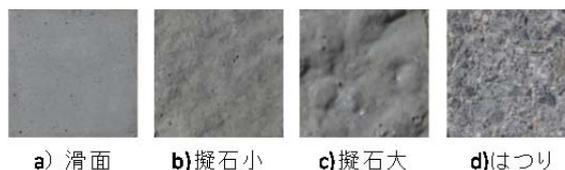


写真-6.15 検討に用いた護岸ブロックのテクスチャー

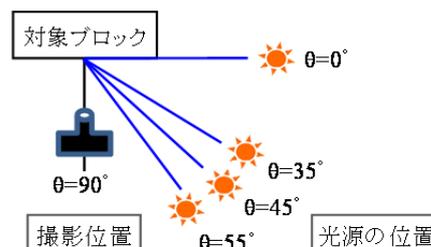


図-6.9 光源の入射角度（平面図）

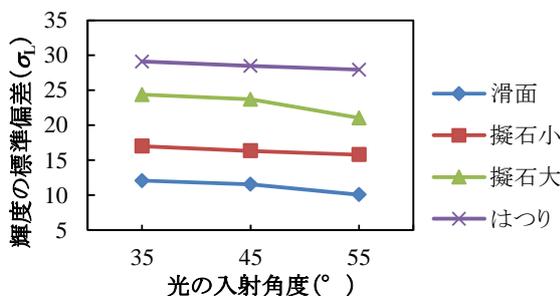


図-6.10 光の入射角度の影響（カメラ：No3, 80000lux）

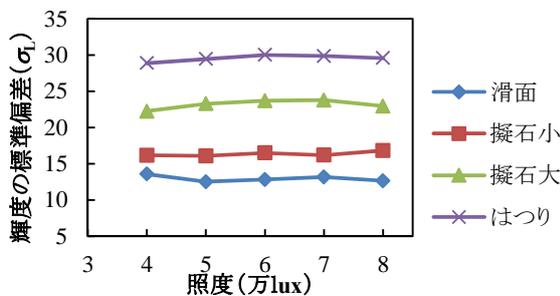


図-6.11 照度の影響（カメラ：No3, $\theta=45^\circ$ ）

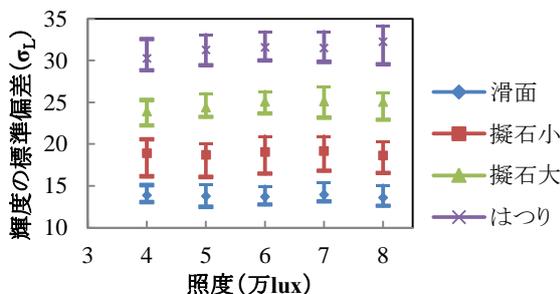


図-6.12 機種ごとの σ_L のばらつき（ $\theta=45^\circ$ ）

3. まとめ

本研究では、河川景観における護岸ブロックのテクスチャーの評価手法の構築を目的に、デジタルカメラの画像データから抽出した輝度の標準偏差を用いる方法について、その適用性を検討した。その結果、定められた撮影条件下においては、滑面と滑面以外の輝度の標準偏差 (σ_L) は明確に分けられ、定量的に評価しうると考えられる。本手法が活用され、より景観に馴染む護岸ブロックの開発と普及に繋がることを期待する。

参考文献

- 1) 多自然川づくり研究会:(財)リバーフロント整備センター編:多自然川づくりポイントブックⅢ, 169pp, 2011.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局防災課:美しい山河を守る災害復旧基本方針, 206pp, 2014.

6. 2. 3 既存の代表的な護岸ブロックにおける景観パターンの景観評価実験

既存の護岸工法 110 種類程度の景観パターンを KJ 法によって 10 グループに類型化した(写真-6.16)。

次に、周辺の風景を同じにした上で印象を比較できるように、同一の風景写真(都市部、郊外部)に、類型化した景観パターンの護岸ブロックを当てはめた、フォトモンタージュを作成した(写真-6.17)。作成したフォトモンタージュに対して、13 項目の感性ワード(形容詞対)(表-6.8)を設定し、SD 尺度法による印象調査を実施し、景観悪化に影響している要因について分析した。

アンケート調査を元に分析した結果、景観パターンは「調和性」(好き・親しみやすい)と「形状性」(規則的な・表情が乏しい)で特徴づけられた。好まれる(調和している)護岸ブロックの景観パターンは、「間知石積み」、「玉石積み風」といったグループが選ばれ、調和性が低い護岸ブロックの景観パターンは、都市部、郊外部の背景の違いによらず、特に「穴が目立つグループ」(C のグループ)に分類される護岸パターンは好まれない(調和していない)傾向にあることが示された(図-6.13)。



A-1 間知積み



A-2 間知石積み風



A-3 玉石積み



B-1 野面石積み風



B-2 縦横の目地と模様
の両方が揃いグループ



B-3 縦横の目地が目立
ち、表面の模様があまり
見えないグループ



B-4 階段状で横の線が
目立つグループ



C-1 千鳥模様で飛び出
して見える
グループ



C-2 千鳥模様で穴が開
いているように見える
グループ



C-3 穴が目立つ
グループ

写真-6.16 KJ法によって類型化した10種類



郊外部



都市部

写真-6.17 赤枠の中に類型化した各景観パターンを当てはめて、フォトモンタージュを作成

表-6.8 アンケートに用いた形容詞対

1. 美しい	2. 見苦しい
3. すべすべした	4. ざらざらした
5. 細かい	6. 粗い
7. 規則的な	8. 変則的な
9. 曲線的な	10. 直線的な
11. 小さい	12. 大きい
13. 単純な	14. 複雑な
15. 自然的な	16. 人工的な
17. まるい	18. とがった
19. やすらぎのある	20. 落ち着きのない
21. 飽きのくる	22. 飽きのこない
23. 品のある	24. 品のない
25. 暖かい	26. 冷たい

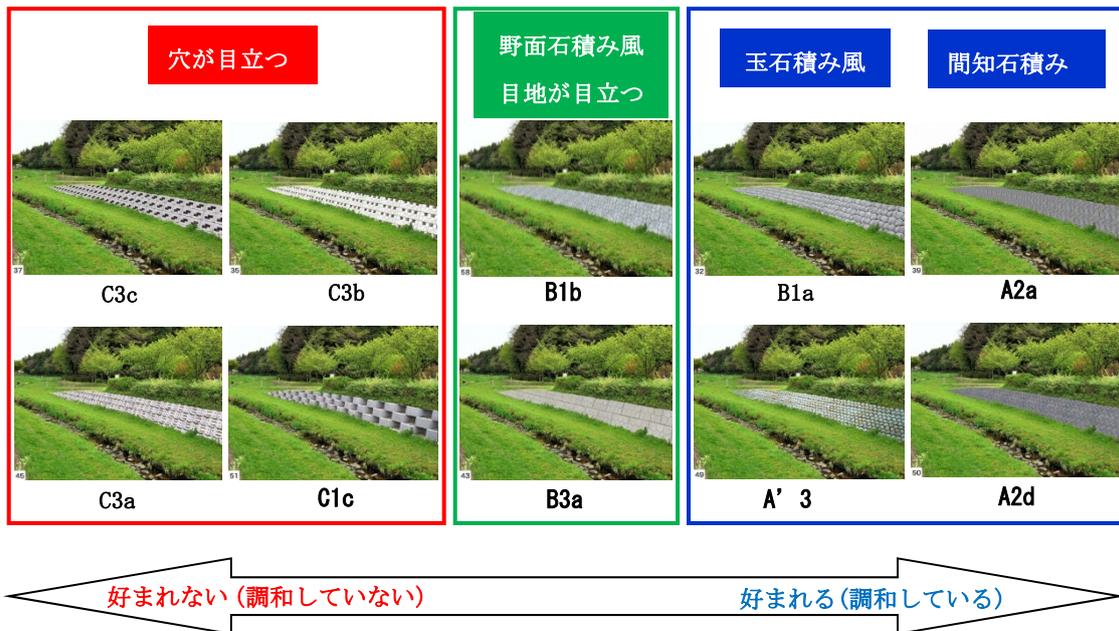


図-6.13 SD法で得られた選好性の結果

6. 2. 4 目地の形状と印象評価の実験

6. 2. 4. 1 目地形状を単純化した条件下での影形成の実験

目地形状を単純化した条件下での影形成実験として、目地幅と深さを変化させた幾つかの模型を作成し、目地の出来方の違いについて検証を行った。実験状況の写真を写真-6.18, 6.19 に示す。



写真-6.18 撮影写真



写真-6.19 実験装置状況

実験ケースとして、まず目地に関すること項として、目地方向は、ブロックの布積みを対象とした縦目地と横目地、ブロックの谷積みを対象とした斜め目地の 3 ケース、目地幅と目地高さを 0~40mm に変化させた各 5 ケースを設定した (図-6.14)。

また、角度に関すること項として、視点 (撮影位置) は 90 度正面と 45 度斜めからの 2 ケース、模型角度は 5 分積みで、光源の角度は、高さは変わらず、平面角度として、90 度の正面と 45 度の角度から光を入れた場合 (図-6.15) の 2 ケースで設定した (表-6.9)。

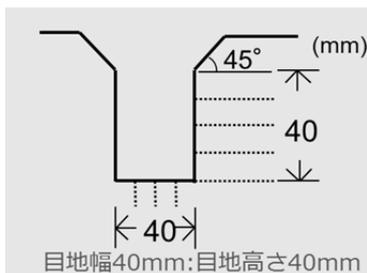


図-6.14 模型ケース例

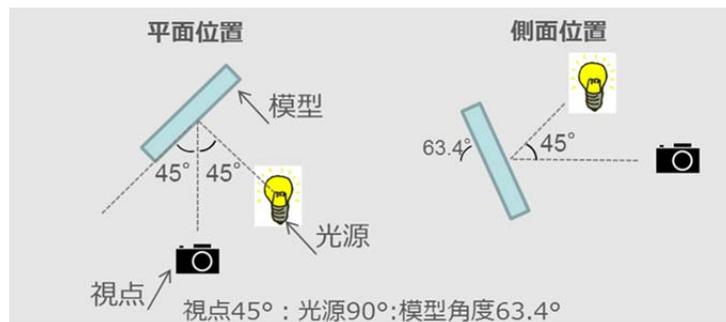


図-6.15 実験配置例

表-6.9 実験ケース一覧

項目	条件	ケース数
目地方向	縦, 横, 斜め	3
目地幅 (b)	0, 10, 20, 30, 40mm	5
目地高さ (h)	0, 10, 20, 30, 40mm	5
視点 (撮影位置)	90° (正面), 45°	2
模型角度	63.4° (1:0.5)	1
光源平面角度	90° (正面), 45°	2

ここで目地が黒く見えるケースとは、設定した目地幅は、模型の角度により、目地として認識可能な範囲が増減する。その目地として認識可能な範囲を影が全て覆った場合、目地が黒く見える状態とする（写真-6.20）。



写真-6.20 $b : h = 1 : 1$ の場合の実験例

各ケースにおいて、目地が隠れる、もしくは目地が見えなくなる場合の目地幅（ b ）と高さ（ h ）の関係をまとめたものを表-6.9に示す。

表-6.9 目地が隠れる、もしくは目地が見えなくなる場合の $b : h$ の結果

	番号	視点	光源	目地が黒くなる(B:H)
横目地	1	90°	90°	3:4
	2	90°	45°	1:1
	3	45°	90°	3:4
	4	45°	45°	1:1
縦目地	5	90°	90°	×
	6	90°	45°	1:2
	7	45°	90°	1:1
	8	45°	45°	1:1

布積み

	番号	視点	光源	目地が黒くなる(B:H)
ななめ目地	9	90°	90°	1:2
	10	90°	45°	1:4
	11	45°	90°	1:4
	12	45°	45°	3:4

谷積み

布積みと谷積みと比較すると、布積みの場合は、比較的 $b : h = 1 : 1$ において目地が黒くなりやすいが、谷積みの場合、 $b : h = 1 : 1$ では目地が黒くなりづらい結果となった。

布積みの場合、目地幅と高さの関係が最大で $b : h = 1 : 2$ 、谷積みの場合、最大で $b : h = 1 : 4$ という結果となった。

6. 2. 4. 2 フォトモンタージュによる目地の印象調査

目地を黒くした場合、景観評価が上がるかどうかを、被験者に評価してもらうという印象調査の実験を行った（写真-6.21）。

標準的な目地幅・高さで考えた場合にできる目地の黒さをノーマルとし、ノーマルより黒を強調した深目地、また目地が浅い場合に起きる白目地について評価対象とした。

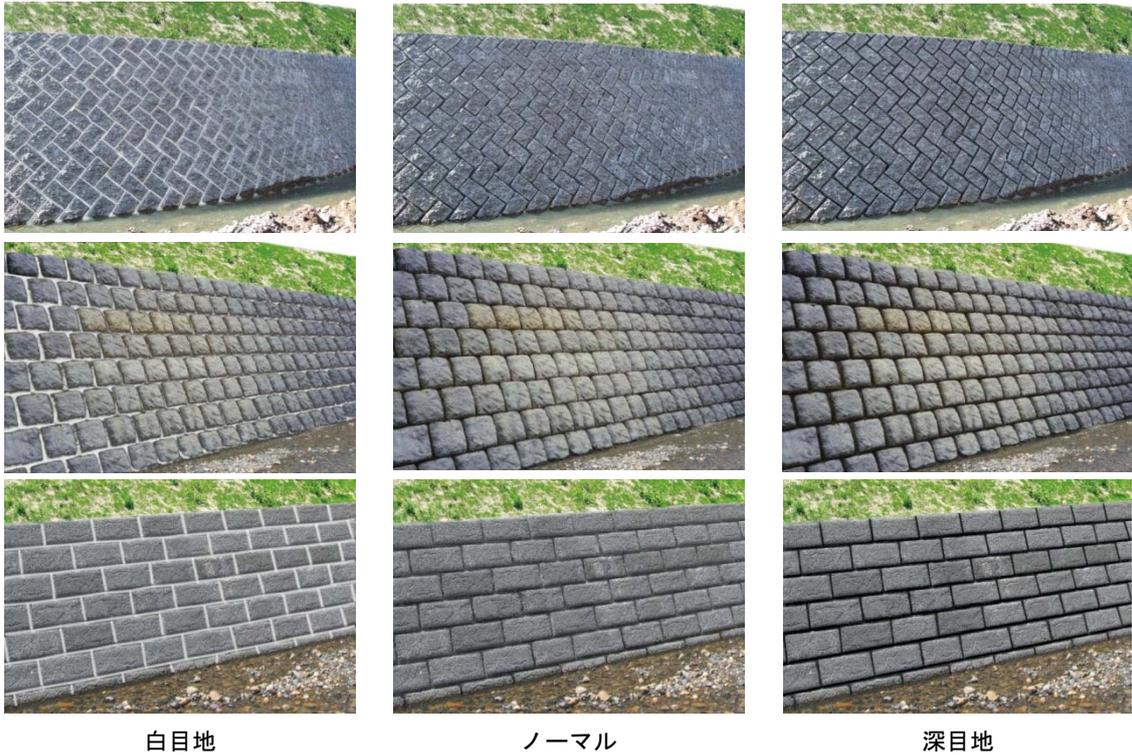


写真-6.21 目地に現れる色を変化させたフォトモンタージュ

上記、フォトモンタージュからの印象調査結果より、ノーマルと深目地については、評価がほとんど変わらず、白目地にした場合、相当評価が下がることが分かった。

フォトモンタージュの精度により、実際の現場状況とは若干異なってくるが、ノーマルで表現されているような目地の幅及び黒さがあれば、評価がよいことが、結果より分かった（図-6.16）。

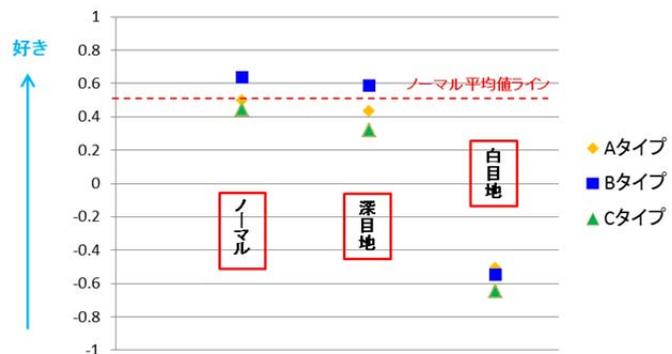


図-6.16 アンケート結果

6. 2. 5 緑化ブロックの特性が護岸周囲の景観との調和に及ぼす影響

6. 2. 5. 1 はじめに

中小河川では、大河川と比較して川幅が狭いため、護岸のような人工物が河川空間内で相対的に目立ち易い¹⁾。このため、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」の中では、河岸に護岸を設置する場合、河川景観の保全に配慮するために、護岸が周囲の景観と調和し、目立たないことが原則とされている²⁾。

周囲の景観との調和を保つためには、例えば、護岸の明度を6以下として、周囲の景観との明度差を抑えること³⁾や護岸のテクスチャーに、起伏の小さな表面構造を避けること⁴⁾、⁵⁾などが必要とされている。また、護岸に利用するコンクリートブロック単体（以下、護岸ブロック）に関わる評価だけでなく、護岸ブロックの形状やサイズ、積み方、目地の深さや幅の条件により、護岸の表面に形成される模様（以下、景観パターン）についても配慮する必要がある²⁾。景観パターンについては、既往の研究⁶⁾で、護岸の表面に穴あきが目立つような場合、周囲の景観と調和しにくいことが明らかになっている。このような景観パターンは、主に植物の繁茂を目的としているブロック（以下、緑化ブロック）を用いた護岸で多く見られる。

緑化ブロックは、開口部や緑化スペースがあることで、植物の繁茂に寄与し、自然環境に配慮できることから、現場での利用も多い。しかしながら、現場によっては、植物の繁茂状況も異なっており、開口部に植物が十分に繁茂していないこともある。この状態では、穴が目立ちやすくなる。既往の研究では、現場において、植被率を緑化ブロックのタイプ別に調査し、緑化性能の視点での評価がされており、タイプ別に植物の繁茂状況に差があることが指摘されている⁷⁾。この他にも、植物の繁茂状況によって河川景観へ対する印象に影響することも知られている⁸⁾。これらの知見から、緑化ブロックを対象として周囲の景観との調和について評価をする際、植物を考慮する必要性が示唆される。しかしながら、緑化ブロックと植物の関係を景観の視点から評価した研究は見られない。

また、関連する国外の研究例としては、ヨーロッパでの河岸の緑化は、緩勾配の自然河岸の緑化や捨て石が中心であり、それらによって侵食防止を行う例⁹⁾の他、揚子江を対象として護岸工法別に生態的に配慮可能な護岸に関しての分析例¹⁰⁾なども見られる。しかしながら、護岸と河岸の緑化にコンクリートブロックを使用したものは見られない。

そこで、以上のような現場での状況や既往の研究を背景とし、本研究では、緑化ブロックの景観評価に影響を及ぼしうる要素として、植被率、景観パターン、草丈に着目した。まず、植被率については、植物が護岸を被うことで穴が目立ちにくくなる効果を表す指標として用いた。次に、景観パターンについては、その違いによって、穴あきの見え方が異なるため、植物が繁茂した時の効果や印象が違うのではないかと考え、着目した。最後に、草丈については、草の高さによって、どのように見た目の印象が異なり、穴の目立ちにくさに影響しているかを考え、着目した。以上より、緑化ブロックの植被率、景観パターン、及び草丈といった特性が護岸周囲の景観との調和に及ぼす影響について、検討を行った。

6. 2. 5. 2方法

本研究では、景観に対する効果を予測する 1 つの手段として利用されるフォトモンタージュを作成し、アンケート調査により検討した。

(1) フォトモンタージュの作成

フォトモンタージュの作成にあたって、背景は、周辺の風景を同じにした上で印象を比較できるように、同一の背景で評価を行うこととした。本研究では、緑化ブロックが用いられるのは、植物の生育に必要な水分が、護岸背後から十分供給される場所が多く^{1),2)}、代表的な背後地として田を選択した。

護岸部分の諸条件は、護岸法面勾配 5 分、高さ約 3 m、延長約 20 m の範囲とした。また、視点場は、対岸より約 11 m 離れた位置とし、人間が立った状態での標準的な視線である俯角 10°¹⁾で護岸天端付近が望めるよう設定した。

植被率、景観パターン、草丈の 3 要素を変化させた写真（フォトモンタージュ）を作成するにあたっての条件設定は以下の通りである。まず本研究では、植被率を、写真-6.22 に示すようなやや斜め方向から撮影された護岸に対して、護岸に生育する植物の占める割合と定義し、「30%、40%、50%、60%、70%、80%」の 6 段階とした。検討段階で植被率 80% より高い場合は、護岸表面のほとんどが被われることで景観パターンが見えなくなるため、また、植被率 30% より低い場合は、景観パターンがそのまま認識できてしまうため、評価対象から除外した。

次に景観パターンは、「穴が目立つパターン」、「千鳥配置のパターン」、「階段状のパターン」²⁾（以下、「穴あき」「千鳥-穴あき」「階段」、写真-6.23）の 3 タイプとした。「穴あき」とは、護岸ブロックの表面に穴が空いており、護岸ブロックを積んだ時、護岸ブロック同士が接する箇所に現れるパターンのことを表す。「千鳥-穴あき」とは、護岸ブロックに、植物の繁茂を促すポット部があり、護岸ブロックを積んだ時、千鳥状に配置することで、上下左右で挟まれた中心が穴の空いているように見えるパターンのことを表す。「階段」とは、護岸ブロックでは、大きなポット部があり、護岸ブロックを積んだ時、階段状に見えるパターンのことを表す。

これらの景観パターンは、代表的な緑化ブロックのパターンである。3 つの景観パターンそれぞれから、既存にある緑化ブロックを 3 種類ずつ取り上げ、計 9 ケースを対象とした。



写真-6.22 フォトモンタージュの例



写真-6.23 検討対象とした景観パターン
(左：穴あき 中：千鳥-穴あき 右：階段)

最後に、草丈は「高いのみ」、「低いのみ」、「両者混合」の3タイプとした。なお、草丈の高い、低い一般的な緑化ブロック単体の高さである約50cmを基準に区分した。緑化ブロックに生育する植物の特性には、形状や高さの違いなどがあるが、本研究では、印象に影響を及ぼすことが示唆されている高さの違いを要因としてとりあげた。対象とした植物は、緑化ブロックの現地調査を行い、緑化ブロックからの繁茂が多く見られる草本とした。

以上より、植被率(6段階)、景観パターン(3タイプ×3種類)、草丈(3タイプ)を組合せ、合計162種類のフォトモンタージュを作成した。写真-6.22に作成したフォトモンタージュの一例を示す。

(2) アンケート調査の概要

アンケート調査は、質問形式で行った。河川景観の保全を行う上で、護岸が周囲の景観と調和すること、また目立たないことは重要な要素であるため、質問項目は、①護岸が周囲の景観と調和しているかどうか、②コンクリートブロックの形(景観パターン)が目立つかどうか、の2つとした。各質問項目に対しては、5段階で回答するリッカート法を用いた。なお、各質問に対し、見た目の評価が低いと考えられる方(調和していない、目立つ)を「1」、どちらでもないを「3」、見た目の評価が高いと考えられる方(調和している、目立たない)を「5」とし、それぞれの中間を「2」、「4」とした。

アンケート対象者は、信頼水準や回答比率を考慮し、多数の回答を得るよう500人とした。対象者の選定にあたっては、性別や年代について可能な限り幅広くなるよう留意した。さらに、土木の仕事に携わる人と携わらない人で護岸に対する考え方や感じ方に違いがある可能性を考慮し、両者がほぼ同数になるようアンケートを行った。500人の対象者に対して、アンケート用紙を郵送し、土木に携わる人265人、それ以外が206人、合計471人(回収率94%)から回答を得た。回答者の性別及び年代の内訳について表-6.10に示す。フォトモンタージュの表示順序による回答の偏りを防ぐため、被験者個々のアンケート用紙での表示順序は全てランダムとした。また、アンケート対象者の負担を減らすため、162種類のフォトモンタージュをランダムに2つに分けて、アンケート調査を実施した。

(3) 解析方法

a) 評価値の算出

各フォトモンタージュにおいて、数値的評価を行うため、得られたアンケート結果をもとに評価値の算出を行った。具体的には、まず、アンケートの5段階による回答に対して、各々を1~5点の評価点として与えた。次に1つのフォトモンタージュについて、各評価に回答した人数と評価点を掛け合わせ、その和を人数で割った平均値を対象とするフォ

表-6.10 アンケート回答者の性別及び年代

	男	女	無回答	合計
20歳未満	20	22		42
20~30代	82	65		147
40~50代	186	41		227
60歳以上	37	14		51
無回答			4	4
合計	325	142	4	471

トモニタージュの評価値とした。以後の解析では、この評価値を用いた。

ここでは、評価の基準を定めるため、評価値が 3 以上のものを平均より評価がよいと見なした。これは、“どちらでもない”という回答の評価が 3 であり、評価値が 3 以上であれば、平均以上を満たしていると判断したためである。

なお、評価値が 3 以上の要因については、回帰分析を行い、より詳細な傾向を見ることとした。

b) 統計解析手法

植被率、景観パターン、草丈によって、評価値が異なるかを調べるために、調和しているかどうかの評価値（調和の評価値）、目立つかどうかの評価値（目立ちにくさの評価値）を従属変数とした、三元配置分散分析を行った。有意差が得られた場合には、Scheffe 法により事後比較を行った。また、調和の評価値と目立ちにくさの評価値の関係を調べるために、相関分析を行った。全ての解析には、統計ソフト StatView 5.0J を用いた。

6. 2. 5. 3 解析結果

(1) 植被率、景観パターン、草丈が景観に及ぼす効果

調和の評価値は、植被率、景観パターン、草丈で有意差が見られた ($P < 0.01$)。また、独立変数の間に 2 次、3 次の交互作用は検出されなかった ($P > 0.05$, 表-6.11)。事後比較の結果、植被率では、全ての植被率の組合せで有意差が見られ ($P < 0.05$)、植被率が高くなるほど、調和の評価値が高かった(図-6.17)。景観パターンでは、階段タイプにおいて、他のタイプよりも調和の評価値が高かった ($P < 0.01$, 図-6.18)。草丈では、草丈の高いものが、他の草丈よりも調和の評価値が低かった ($P < 0.01$, 図-6.19)。

表-6.11 調和の評価値に対する分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
植被率	5	34.043	6.809	135.838	<.0001
植物高	2	1.068	0.534	10.649	<.0001
景観パターン	2	1.061	0.531	10.586	<.0001
植被率 * 植物高	10	0.235	0.024	0.47	0.9063
植被率 * 景観パターン	10	0.36	0.036	0.717	0.7066
植物高 * 景観パターン	4	0.132	0.033	0.659	0.6219
植被率 * 植物高 * 景観パターン	20	0.258	0.013	0.258	0.9995
残差	108	5.413	0.05		

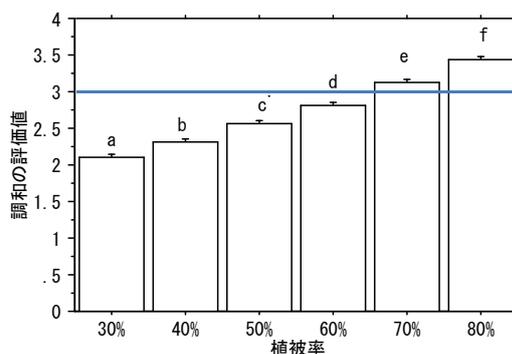


図-6.17 植被率に対する調和の評価値

アルファベットとエラーバーは、それぞれ事後比較の結果 ($P < 0.05$) と標準誤差を表す。以下図-6.22 まで同様。

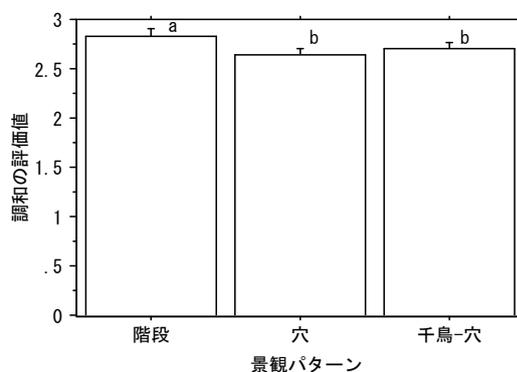


図-6.18 景観パターンに対する調和の評価値

目立ちにくさの評価値は、植被率、景観パターン、草丈で有意差が見られた ($P < 0.05$)。また、独立変数の間に2次、3次の交互作用は検出されなかった ($P > 0.05$, 表-6.12)。事後比較の結果、植被率は、30%と40%の組合せ以外で有意差が見られ ($P < 0.05$)、植被率が高くなるほど、目立ちにくさの評価値が高かった(図-6.20)。景観パターンでは、階段タイプにおいて、他のタイプよりも目立ちにくさの評価値が高かった ($P < 0.01$, 図-6.21)。草丈では、草丈の混合タイプで、他の草丈よりも目立ちにくさの評価値が高かった ($P < 0.05$, 図-6.22)。

また、上記の結果より、各要因に対する分布の傾向が近いことから、相関関係を見ると(図-6.23)、調和の評価値と目立ちにくさの評価値の間に、正の相関が見られた ($r = 0.94$)。

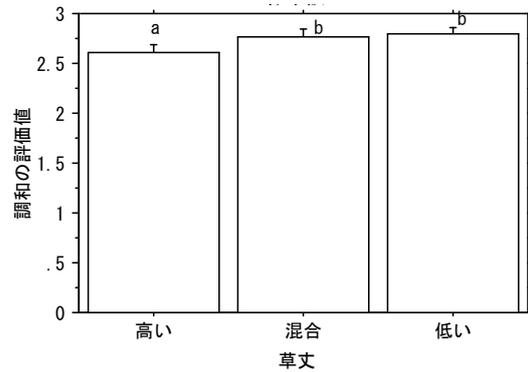


図-6.19 草丈に対する調和の評価値

表-6.12 目立ちにくさの評価値に対する分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
植被率	5	74.343	14.869	161.551	<.0001
植物高	2	1.276	0.638	6.93	0.0015
景観パターン	2	2.447	1.223	13.292	<.0001
植被率 * 植物高	10	1.099	0.11	1.194	0.3029
植被率 * 景観パターン	10	0.135	0.013	0.146	0.9989
植物高 * 景観パターン	4	0.092	0.023	0.251	0.9084
植被率 * 植物高 * 景観パターン	20	0.273	0.014	0.148	>.9999
残差	108	9.94	0.092		

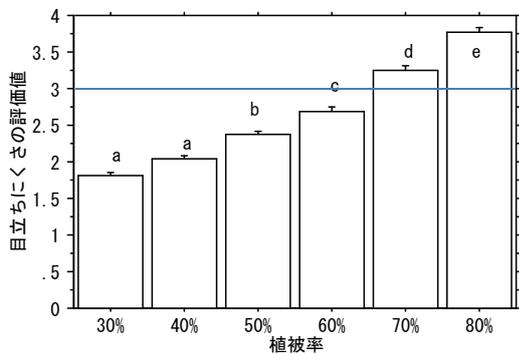


図-6.20 植被率に対する目立ちにくさの評価値

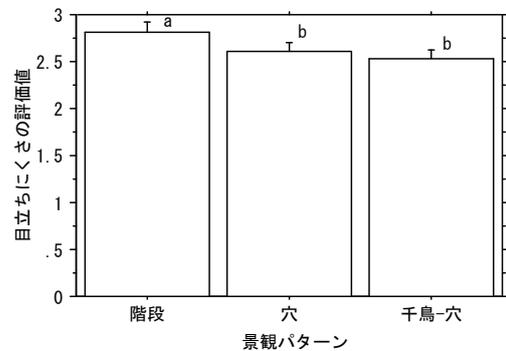


図-6.21 景観パターンに対する目立ちにくさの評価値

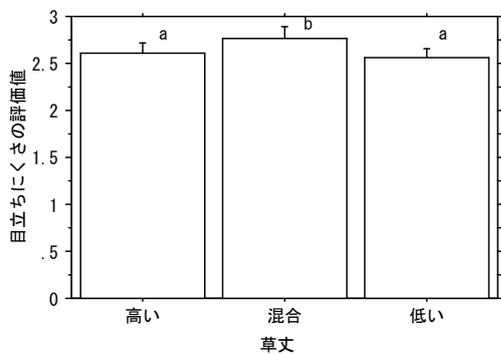


図-6.22 草丈に対する目立ちにくさの評価値

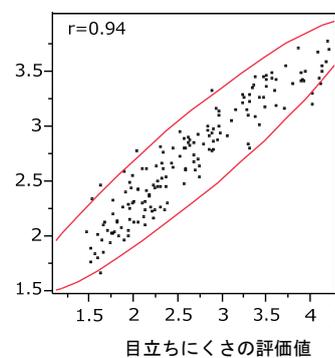


図-6.23 調和と目立ちにくさ両評価値の散布図

(2) 植被率、景観パターン、草丈の3要因の関係

調和の評価値で3以上となる条件に着目すると、植被率が70%以上の条件においてのみだった(図-6.17)。同様に、目立ちにくさの評価値でも、植被率が70%以上の条件においてのみだった(図-6.20)。そこで、以下では、景観パターン別、草丈別によって、植被率と調和の評価値、植被率と目立ちにくさの評価値の関係に、どのような差が見られたかについて述べる。

a) 植被率と調和の関係に対する景観パターン、草丈の2要因の関係

植被率と調和の評価値の関係を景観パターン別にプロットした結果を図-6.24に示す。それぞれの景観パターンにおける回帰直線に着目すると、いずれの植被率で見ても、階段タイプで評価値が高かった。評価値が3以上となる条件は、穴あきタイプ、千鳥一穴あきタイプで植被率が70%以上の時、階段タイプでは植被率が60%以上の時だった。また、植被率が低い30%~50%については、個々のケース別に着目しても、評価値3以上とならなかった。

植被率と調和の評価値の関係を草丈別にプロットした結果を図-6.25に示す。それぞれの草丈における回帰直線に着目すると、いずれの植被率で見ても、草丈が高い場合で評価値が低かった。評価値が3以上となる条件は、全ての草丈において、植被率が70%以上の時

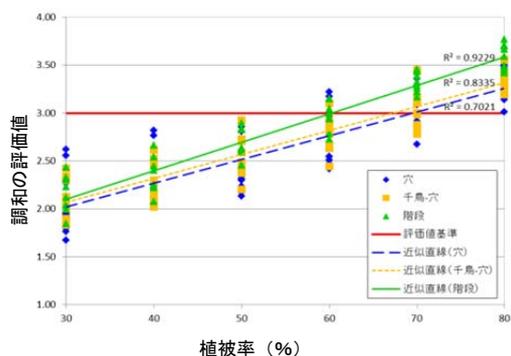


図-6.24 植被率と調和の評価値の関係
(景観パターン別)

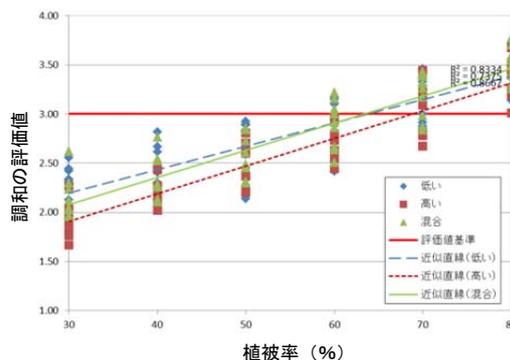


図-6.25 植被率と調和の評価値の関係
(草丈別)

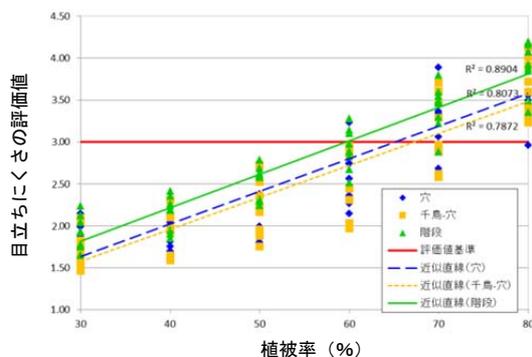


図-6.26 植被率と目立ちにくさの評価値の関係
(景観パターン別)

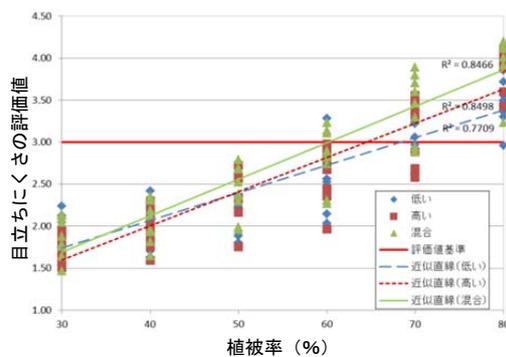


図-6.27 植被率と目立ちにくさの評価値の関係
(草丈別)

だった。草丈が異なっても、評価値 3 以上となる植被率は変わらなかった。

b) 植被率と目立ちにくさの関係に対する景観パターン、草丈の 2 要因の関係

植被率と目立ちにくさの評価値の関係を景観パターン別にプロットした結果を図-6. 26 に示す。それぞれの景観パターンにおける回帰直線に着目すると、調和の評価値と同様に、階段タイプで評価値が高かった。評価値が 3 以上となる条件は、穴あきタイプ、千鳥一穴あきタイプで植被率が 70%以上、階段タイプでは植被率が 60%以上の時だった。

植被率と目立ちにくさの評価値の関係を草丈別にプロットした結果を図-6. 27 に示す。それぞれの草丈における回帰直線に着目すると、草丈が混合の場合で評価値が高い傾向が見られた。また、草丈によらず、植被率が 70%を上回ると、目立ちにくさの評価値が 3 以上となったが、草丈が混合のものについては、植被率が 60%の時でも目立ちにくさの評価値が 3 以上となった。

6. 2. 5. 4 考察

結果より、緑化ブロックは植物が繁茂することで周囲の景観と調和しやすくなることが明らかとなった。そこで以下では、植被率、景観パターン、草丈が護岸周囲の景観との調和に及ぼす影響について考察する。

(1) 植被率による影響

調和と目立ちにくさの両評価値の間には、正の相関が見られ(図-6. 23),いずれの評価値も植被率が大きくなるほど、評価値が向上していた(図-6. 17, 6. 20)。この 2 つの評価値が 3 以上となったのは、植被率の要素においてのみであったため、植被率が景観改善効果において重要であると考えられる。また、景観の点で良いと判断される植被率の目安は、70%以上であることが示された。

植被率が低い場合は、穴あきの陰影が際立ち、不自然な印象があるが、高くなっていくことで、景観パターンが目立たなくなり、護岸の違和感が無くなったからだと考えられる。また、護岸に植物が繁茂することにより、護岸から背後地への自然景観の連続性ができ、護岸と背後地の明度差の減少²⁾に寄与したとも考えられる。このことから、植被率の増加は、周囲の景観との一体感が増し、調和につながったものと考えられる(写真-6. 22)。

(2) 景観パターンの違いによる影響

景観パターンでは、穴あきタイプ、千鳥一穴あきタイプと比較して、階段タイプで調和と目立ちにくさの両評価値が高くなった(図-6. 18, 6. 21)。

この理由として、階段タイプでは、穴の部分(ポット部)が護岸正面から見て目立ちにくいことが考えられる。また、花壇のように連続して植物が生育しやすい条件が整っており、通常見慣れている風景の一部として捉えられやすいことも景観評価に有利に働いたと考えられる(図-6. 24, 6. 26)。

一方、穴あき、千鳥一穴あきタイプでは、規則的にある穴の影が黒く際立つことが階段タイプより評価が低くなった原因と考えられる。また、植物の繁茂する場所が固定されて

いるため、断片的に繁茂している様子が違和感につながったとも考えられる。既往の研究でも、植物が繁茂していない状態で各景観パターンについて景観評価を行った場合、穴あきタイプ、千鳥-穴あきタイプより、階段タイプで景観に与える影響が小さかったことが報告されている⁶⁾。よって、植物が繁茂している場合においても同様の傾向が見られたと考えられる。

これらのことから、穴の見え方や景観パターンの違いによって、目立ちにくさに差が生じることが示唆された。実際に、植被率が低くても、階段タイプでのみ、3以上の評価となったことは(図-6.24)、景観パターンも重要であることを裏付けている(写真-6.25)。

(3) 草丈の違いによる影響

草丈の低いタイプ、混合タイプより、高いタイプで、調和の評価値が低かった(図-6.19, 6.25)。この理由として、高いタイプでは、植物がブロック単体の高さ以上を被うことで、植物が際立ち雑然とした印象を与えたのではないかと考えられる。対して、低いタイプでは、ブロックの高さ内に草丈が収まっていることで、整然とした印象を与えたのではないかと考えられる。混合タイプで評価が低くならなかったのは、低い植物が混ざることによって整然さが加わり、雑然さが緩和されたのではないかと考えられる⁸⁾。

また、目立ちにくさについては、混合タイプと比較して、低いタイプ及び高いタイプで評価が低かった(図-6.22, 6.27)。この理由として、見た目の植物量が影響していたのではないかと考えられる。すなわち、低い植物のみ、高い植物のみでブロックが被われる場合、植物量が少ない印象を与え、護岸法面の景観パターンが目立ちやすく感じられたのではないかと考えられる。一方、混合タイプでは、異なる高さの植物が一緒にあることで、奥行きが増し植物量が多い印象を与えたのではないかと考えられる(写真-6.26)。

以上のことから、今回対象とした緑化ブロックでは、植被率が高くなるにつれて調和の評価値及び目立ちにくさの評価値が改善され、植被率が70%以上で周囲の景観と調和するのではないかと考えられる。これは、護岸表面の穴などの形状が被覆され、目立ちにくくなったことで、違和感が少なくなり、かつ植被率が高くなることで、周囲の景観との一体感が増したからであると考えられる。ただし、景観パターンや草丈も、景観の評価に対して部分的に影響を及ぼすことも明らかになった。



写真-6.24 植被率の違いの例（穴あき，草丈 混合の場合）

（左：植被率 30% 中：植被率 50% 右：植被率 70%）



写真-6.25 景観パターンの違いの例（植被率 50%，草丈 低い場合）

（左：穴あき 中：千鳥一穴あき 右：階段）



写真-6.26 草丈の違いの例（植被率 70%，千鳥一穴あきの場合）

（左：低い 中：高い 右：混合）

6. 2. 5. 5 今後の課題

本研究では，緑化ブロックを対象とし，護岸周囲の景観との調和に対して影響すると考えられる，植被率，景観パターン，草丈に着目し，それぞれの効果を検証した．ただし，本研究で取り上げた要素は一部である．それ以外の要素についても検討することで，幅広い条件下での評価が可能となり，様々な要素で構成される現場での評価に還元できると考えられる．例えば，植物種や植物の生活型による葉のつき方なども景観評価に影響する可能性がある．さらに，植物が枯れる冬期においては，冬枯れによる景観評価への影響も加味する必要がある．また，背景によって周囲の景観と調和する評価が変わる可能性も考えられる¹²⁾．そのため，背景を変えての検討も今後必要になる．以上のことから，護岸の植物と景観評価との関連性について，さらなる知見を集積する必要があると考えられる．

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：中小河川に関する河道計画の技術基準について，2010.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局防災課：美しい山河を守る災害復旧基本方針，p.71，pp.87-101，p.124，169pp，2014.
- 3) 多自然川づくり研究会：財団法人リバーフロント整備センター編：多自然川づくりポイントブックⅢ，260pp，2011.
- 4) 尾崎正樹，大石哲也，森照貴，萱場祐一：中小河川における護岸ブロックの表面テクスチャーの感覚的評価と物理的評価，河川技術論文集，vol.18，pp.417-422，2012.
- 5) 櫻井玄紀，原田守啓，森照貴，尾崎正樹，萱場祐一：中小河川における積み護岸の明度・テクスチャーに対する定量的評価手法の確立，河川技術論文集，vol.19，pp.117-122，2013.
- 6) 藤森琢，櫻井玄紀，尾崎正樹：護岸の景観パターンを選ぶ際の留意点を教えてください，自然共生研究センター活動レポート，pp.8-9，2013.
- 7) 辻盛生，小山大輔，高橋克明，鈴木正貴：現場発生表土を用いた緑化型護岸ブロックの形状と緑化性能の評価，日本緑化学会誌，vol.39(1)，pp.80-85，2013.
- 8) 皆川朋子，島谷幸宏：河川の自然景観の評価に関する研究-阿賀野川を事例として-，環境システム研究，vol.24，pp.13-19，1996.
- 9) ワーゴ・マインハルト・シヒテル著，伊藤直美，ペーター・マテー訳，佐々木寧監修：生態工学の基礎-生きた建築材料を使う土木工事-，築地書館，268pp，2004.
- 10) YAO Shiming, YUE Hongyan, LI Ligang: Analysis on Current Situation and Development Trend of Ecological Revetment Works in Middle and Lower Reaches of Yangtze River, Procedia Engineering 28, 307-313, 2012.
- 11) 島谷幸宏編著：河川風景デザイン，山海堂，pp.39-40，1994.
- 12) 村田茂樹，岡本享久，鳥居南康一，仕入豊和：コンクリート系製品を用いた河川護岸構造物の景観設計に関する基礎的研究，コンクリート工学論文集，第7巻，第1号，pp.133-141，1996.

6. 2. 6 緑化ブロックの植被率に寄与する物理環境要因の抽出

6. 2. 6. 1 はじめに

植生基盤を有する河川用護岸ブロック（以下、緑化ブロック）は、植物の繁茂に寄与し、河川景観や自然環境に配慮できることから現場での利用も多い。しかし、中小河川においては、植物にとって繁茂するのが厳しいと考えられる急勾配法面での適用事例が多く、植物の生育がほとんど見られないなど、緑化ブロック本来の役割を果たせていない事例もある¹⁾。護岸を設計する場合、河岸・水際部が本来有する環境上の機能を確保する視点が重要となる^{2)・3)・4)}。具体的には、護岸の素材が周囲と調和した明度、彩度、テクスチャーを有し、法面には生物の生息・生育場所や植生基盤となりうる空隙や適度な湿潤状態が確保されていることが望ましい^{2)・3)・4)}。また、護岸ブロック法面の景観パターン（積み方やブロックの模様、ブロックの機能的な構造により形成される景観のパターン）に基づいた印象調査の結果、穴が目立つタイプの緑化ブロックは忌避される傾向にあった⁴⁾。さらに、緑化ブロックの中でも、植被率などで表される植物の繁茂状態が乏しいものについては景観評価が低かった⁵⁾。つまり、緑化ブロックを用いる場合には、植被率に留意すべきであるが、緑化ブロックの植被率を向上させるための知見は十分とは言えない。例えば、緑化ブロックの形状によって植被率に違いが生じることが示されているものの⁶⁾、この結果は1河川のみから得られたものであり一般性に欠ける。今後は、緑化ブロックそのものの特性に加えて、緑化ブロックを設置する場所の河川特性や地域特性などを考慮し、十分な植被率を確保するための知見を集積する必要がある。そこで、本研究では、全国の河川を対象に緑化ブロックの植被率と、緑化ブロックの特性および緑化ブロックを設置する河川や地域特性との関連を調査し、緑化ブロックの植被率に関連する要因の抽出を行った。得られた結果に基づくことで、河川改修等において緑化ブロックを適用する場合の留意点を整理し、今後の緑化ブロックの開発や設置可能範囲に資する情報の明確化を試みた。



写真-6.27 緑化ブロック

(左から中空型、ポット型、階段型)

6. 2. 6. 2 方法

(1) 調査の概要

沖縄を除く日本全土から、護岸の法面勾配が急勾配で施工されている緑化ブロックに対して調査を実施した。具体的には法面勾配が5分（水平距離0.5に対して鉛直高さ1の勾配）の条件で施工されたものの中から、メーカーへの聞き取りから実績の多い中空型・ポット型・階段型といった3種類の緑化ブロックを選定した（写真-6.27）。各種類の中にも幾つかのタイプが存在す

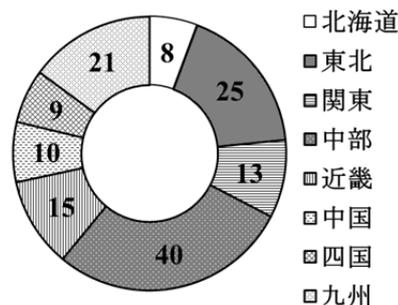


図-6.28 地域別の調査箇所数

るが（中空型11タイプ，ポット型5タイプ，階段型5タイプ），ここではまとめて調査を行った．次に，（公社）全国土木コンクリートブロック協会の会員の方々に調査の協力を依頼し，緑化ブロックを設置した後に3回以上出水期（6月～10月）を経験している箇所をランダムに選定し，現地調査を実施していただいた．その結果，選定箇所数は中空型が53箇所，ポット型が45箇所，階段型が43箇所の合計141箇所となった．また，地域別の調査箇所数については，中部でやや多いものの全国からデータが集められた（図-6.28）．

集積したデータを用い，目的変数を緑化ブロックの植被率，説明変数を河川特性・地域特性・ブロック特性に関する要因とした統計解析を行った（表-6.13）．調査項目については，現地調査（2015年7月実施）と机上調査に依るものがあり，現地調査だけでなく机上調査についても協会員の方々に協力していただいた．

a) 緑化ブロックの植被率

緑化ブロックの植被率は，施工箇所中央付近の正面から撮影した写真を用いて，アドビシステムズ社の画像編集ソフトAdobe Photoshopによる写真判定と目視測定を照らし合わせることで5%単位で計測した．植被率の計測範囲は，水面下，および砂州に生育する植物の被覆範囲を除き，1枚の写真に写っている護岸全面積を対象とした（写真-6.27）．

b) 河川特性に関する要因

河川特性として，国土地理院の地理院地図より標高と水平距離を計測することで，対象箇所の河床勾配を算出した．他には，川幅，河床材料（岩盤・コンクリート，礫，礫+砂，砂・シルト・粘土），河道線形（湾曲外岸，直線，湾曲内岸），河床地形（淵，早瀬，平瀬，トロ）を現地で記録することで求めた．

表-6.13 調査項目

変数の種類	変数の名称	変数の範囲	
目的変数	植被率	0～100 (%)	
量的説明変数	河川	河床勾配	0.001～0.182
		河床幅	1～50 (m)
	地域	標高	0.5～861.6 (m)
		年間降水量	817.9～2901.4 (mm)
		年平均気温	5.5～17.1 (°C)
		年平均風速	0.9～6.9 (m/s)
	ブロック	年間日照時間	1401.3～2352.5 (h)
		護岸高	1.38～6.6 (m)
		中込量	0.0052～0.338 (m ³)
	質的説明変数	河川	中込厚さ
開口部の面積			0.015～0.57 (m ²)
河床材料			岩盤・コンクリート，礫，礫+砂，砂・シルト・粘土
地域		河道線形	湾曲外岸，直線，湾曲内岸
		河床地形	淵，早瀬，平瀬，トロ
		地域	北海道，東北，関東，中部，関西，中国，四国，九州
ブロック		護岸の向き	南，南東・南西，東・西，北東・北西，北
		背後地	道路・建物等，荒地，田畑，河畔林・山林
		構造	練積，空積
		天端形状	コンクリート，コンクリート+土羽，土砂，土砂+土羽
ブロック	中込材料	礫，礫+砂，砂・シルト・粘土	
	開口部の形状	中空型，ポット型，階段型	

c) 地域特性に関する要因

地域特性を表す気象条件として、年間降水量、年平均気温、年平均風速、年間日照時間を求めた。いずれも現場近傍にある気象庁の観測地点を対象に、記録された過去5年間分のアメダスデータ（2009～2013年）から平均値を算出した。また、地域特性に関わる背後地については、現地調査に基づき、道路・建物等、荒地、田畑、河畔林・山林に分類することで求めた。

d) ブロック特性に関する要因

現地調査及び既存資料（発注図面等）に基づき、構造（練積、空積）、天端形状（天端コンクリート、天端コンクリート+土羽、天端土砂、天端土砂+土羽）、中込材料（礫、礫+砂、砂・シルト・粘土）、開口部の形状（中空型、ポット型、階段型）を明確にした。中込量・中込厚さ・開口部の面積については、それぞれの緑化ブロックメーカーのカタログ値およびメーカーがCADソフトより算出した値を用いた。なお、中込量と中込厚さは、ブロック1個当たりの値とし、開口部の面積は、1 m²当りの開口部の総面積とした。

(2) 解析方法

河川特性、地域特性、ブロック特性（説明変数）が緑化ブロックの植被率（目的変数）におよぼす影響を明らかにするため、量的変数で表される説明変数（表-6.13）について回帰分析を行った。そして、質的変数で表される説明変数（表-6.13）との関係については分散分析を行い、有意差が認められた場合には多重比較を行った。また、説明変数間の関係についても、上記と同様の方法で回帰分析もしくは分散分析を行った。なお、河床勾配については正規性を確保するために対数変換を行った。解析には、統計解析ソフト R を用い、有意水準は5%とした。

6. 2. 6. 3 結果と考察

(1) 調査対象地の傾向

調査地は、扇状地や谷底平野が約7割を占め、さらに山間地を含めると約9割を占めていた（図-6.29）。つまり、対象となる流程は、川の上流～中流に至る比較的流速の速い区間

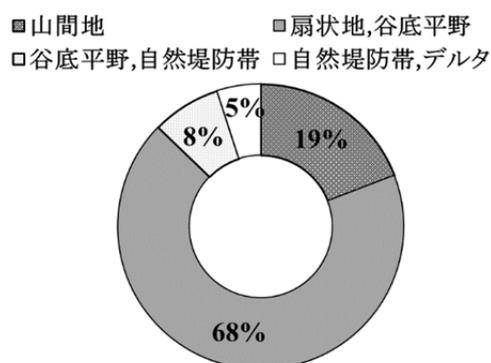


図-6.29 調査地の流程区間の割合

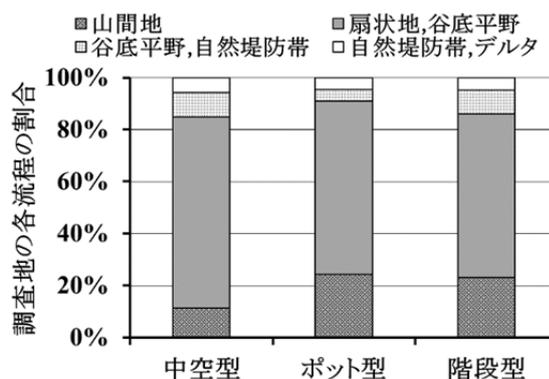


図-6.30 タイプ別にみた調査地の流程区間の割合

であった。緑化ブロックのタイプ間で、設置した流程区間の割合に大きな違いはなく（図-6.30），どのタイプも各流程で設置される傾向にあった。

(2) 植被率と物理環境要因の関係

緑化ブロックの植被率と量的説明変数との関係性を解析した結果（回帰分析）を表-6.14に示し，質的説明変数との関係性を解析した結果（一元配置分散分析および多重比較）を表-6.15に示す。

表-6.14 植被率と量的説明変数との回帰係数とp値

説明変数		回帰係	切片	p 値
河川	河床勾配	-11.524	32.071	<0.05
	河床幅	-0.002	0.580	0.393
地域	標高	-2×10^{-4}	0.585	0.139
	年間降水量	6×10^{-6}	0.549	0.905
	年平均気温	0.007	0.460	0.401
	年平均風速	0.028	0.493	0.308
ブロック	年間日照時	1×10^{-4}	0.377	0.298
	護岸高	-0.017	0.622	0.482
	中込量	-0.169	0.582	0.503
	中込厚さ	-0.126	0.613	0.466
	開口部の面	0.337	0.485	<0.05

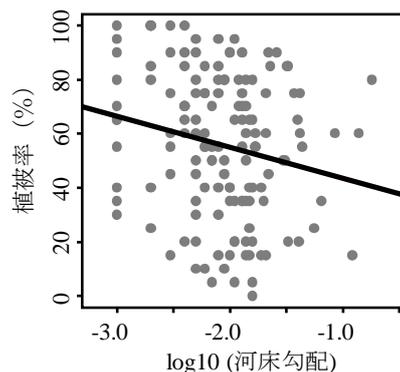


図-6.31 河床勾配と植被率との関係

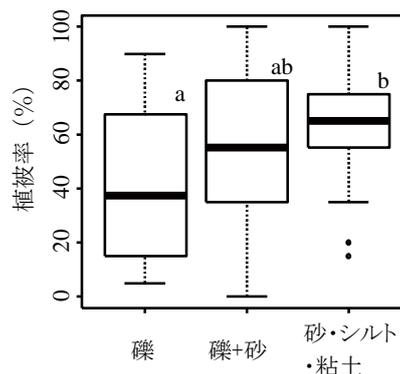


図-6.32 中込材料別にみた植被率

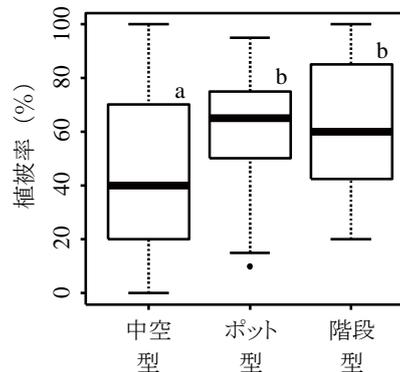


図-6.33 開口部の形状別にみた植被率

表-6.15 一元配置分散分析の結果. 植被率に及ぼす影響

説明変数		自由度	F 値	P 値
河川	河床材料	3, 137	2.606	0.054
	河道線形	2, 138	0.494	0.611
	河床地形	3, 137	1.073	0.363
地域	地域	7, 133	1.412	0.206
	護岸の向き	4, 136	1.412	0.233
	背後地	3, 137	1.257	0.292
ブロック	構造	1, 139	1.399	0.239
	天端形状	2, 138	0.591	0.555
	中込材料	2, 138	4.587	<0.05
	開口部の形状	2, 138	5.898	<0.01

a) 植被率と河川特性に関する要因の関係

河川特性については、河床勾配が緩いほど植被率が高くなる傾向がみられた(図-6.31)。洪水時に護岸法面が流水にさらされた時には、河床勾配が緩いほど流速が遅く、護岸法面に働く外力も小さくなる。したがって、緑化ブロックが洪水時に受ける外力が小さいほど、植物の繁茂が容易になるものと考えられる。

b) 植被率と地域特性に関する要因の関係

地域特性については、量的説明変数と質的説明変数のいずれについても植被率との関係がみられなかった。ただし、説明変数間の関係性を解析した結果、標高が高いほど河床勾配が大きくなっていったことから($p<0.001$)高標高で急な河床勾配となる地域では、低い植被率になることが示唆された。また、護岸の向きについては、モデル擁壁(箱型)を用いた既往研究より、南向きよりも北向きに設置した方が植物(小低木、つる植物)は繁茂しやすいことが示されている⁷⁾。しかし、本研究では、護岸の向きによる植被率への影響はみられなかった。これは、本研究で対象とした箇所が多くで谷地地形や河畔林による日射の抑制があるため、方角の影響が顕在化しなかったものと考えられる。

c) 植被率とブロック特性に関する要因の関係

ブロック特性については、中込材料と開口部の形状が植被率に影響を及ぼすことが示された(図-6.32,33)。中込材料として礫が使われる場合に比べ、砂・シルト・粘土が使われる方が植被率が高くなっていった(図-6.32)。ただし、礫+砂が使われた場合と、砂・シルト・粘土の場合とでは、統計上有意な違いはみられなかった。中込材料の保水性は、使用される土の構造の影響を大きく受ける⁸⁾。礫(2mm以上)を用いた場合、ほとんど水を保持することができず、重力水となって土壌から流れ出してしまう。一方、礫よりも小さな砂やシルト等の場合、毛管水として毛管孔隙に水が保持される。植物の根は、この毛管水を利用できるため、中込材料の粒径が礫よりも細かい場合に、保水性が高く植物の繁茂にとって好適となったものと推察される。

次に、開口部に注目すると、開口部の面積が大きいほど、植被率は高くなる傾向がみられ(図-6.34)、形状としてポット型や階段型は中空型に比べて高い植被率を示した(図-6.33)。辻ら⁶⁾による東北地方の1河川で行われた調査では、開口部の面積が大きく、中込量が多い場合に植被率が高い傾向がみられていた。本研究では、中込量が植被率に及ぼす影響は統計上有意ではなかったが、説明変数同士の関係性を解析した結果、開口部の面積が大きいほど中込量が多くなる傾向にあった($p<0.05$)。つまり、植被率は開口部の面積だけでなく、中込量の影響を受けている可能性も示唆された。

また、緑化ブロックのタイプによって植被率が異なることが示されたが、これは開口部の形状特性の違いに起因するものと推察される。ポット型や階段型では開口部がブロック上部に位置しているのに対し、中空型では開口部(スリットや穴)がブロック前面に位置する(写真-6.27)。細かい粒径の材料は、洪水時の流水やその後の水位低下の際に、ブロックの隙間より吸出しを受けやすい。よって、ブロック上部に開口部があるポット型や階

段型と比べて、ブロック前面に開口部がある中空型は、中込に用いた細かい粒径の材料が吸い出されやすい構造であると考えられる。また、中空型に用いられる中込材料は、他の形状に比べて礫の適用割合が高く（中空型：26%、ポット型：7%、階段型7%）、砂・シルト・粘土の適用割合が低かった（図-6.35）。これは、中空型が細かい粒径の材料が抜けやすい構造のために、流出しにくい材料を使用しているためと推察される。よって、中空型は構造上、礫が用いられることに加え、さらに植物の繁茂に重要な細かい粒径の材料が流出しやすいことに起因して、植被率が低くなったものと考えられる。

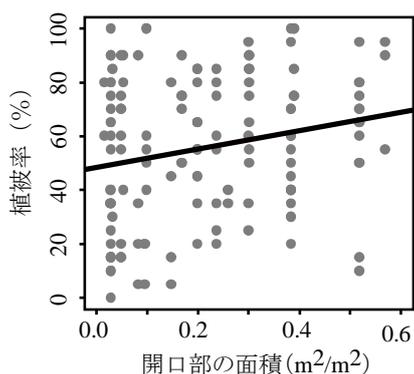


図-6.34 開口部の面積と植被率との関係

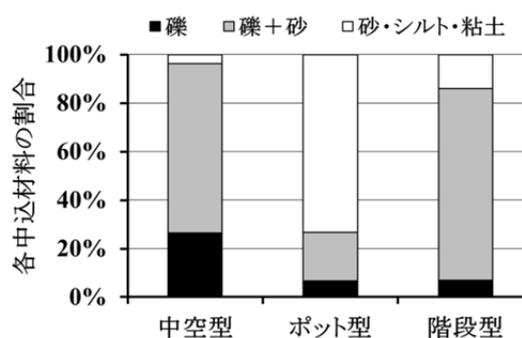


図-6.35 開口部の形状別にみた
中込材料の適用割合

(3) 緑化ブロック適用時の留意事項

以上の調査結果を踏まえ、緑化ブロックを適用する際に留意すべき事項を述べる。

河川特性に関する調査結果より、河床勾配が急で洪水時の外力が大きい上流区間においては、緑化ブロックの植被率が低い傾向にあった（表-6.14, 図-6.31）。緑化ブロックは、河岸浸食の防止と河岸が有する自然環境機能（主に緑化機能）を代替えることを目的として設置される。よって、洪水時の外力が大きく、河岸を人工的に改変する以前から植物が繁茂していないような場合には、緑化ブロックを適用したとしても十分な植被率を期待することができない。さらに、緑化ブロック特有の景観パターンが露出してしまふことで、河川景観の悪化を招く可能性が高い⁴⁾。川づくりに関わる技術者は、護岸ブロックを選定する上でこれらの事項を十分認識すべきであろう。

次に、ブロック特性に関する調査結果より、中込材料が土壤水分を保持できない礫の場合、緑化ブロックの植被率が低くなった（表-6.15, 図-6.32）。植物の生育に必要な水分条件を左右するものとして、植生基盤となる中込材料は、非常に重要な要因と言えるだろう。よって、中込材料を選定する際は、保水性を確保するため、礫よりも細かい粒径の材料を混入するように留意する必要がある。ただし、中空型のようにブロック前面に開口部がある場合は、細かい粒径の材料が流水によって吸い出される可能性がある。そのため、吸出しの影響を受けやすいブロックの使用は控えるか、中込材料が吸い出されないような工夫を行った上で使用することが必要となるだろう。

6. 2. 6. 4 今後の課題

河川特性，地域特性，ブロック特性のうち，地域特性については，植被率との直接的な関係性がみられなかった．しかしながら，地域ごとに植被率を左右する要因が異なる可能性も十分に考えられ，単純に地域特性と植被率との関係性を捉えるのではなく，今後は地域性を考慮する必要もあるだろう．また，河川には多くの外来植物が生息しており，植被率が高くても外来種が優占するようでは緑化に成功したとは言えないであろう．外来種対策に関しては，これまでも様々な提案がなされており，緑化ブロックを用いる場合にも手間やコスト面を考慮しつつ，適切な外来種対策を実施することを前提とすべきであろう．さらに，在来種が生育しやすい緑化ブロックとなるためには，河川・地域・ブロックの特性がどのようなものであるかについても研究を進めるべきであろう．

参考文献

- 1) 萱場祐一，佐川志朗，宮下哲也，大森徹治，相川隆生：多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方，土木研究所資料，4159，p1，100pp，2010
- 2) 国土交通省河川局：中小河川に関する河道計画の技術基準について，p8，10pp，2010.
- 3) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ，pp.120-136，260pp，2011.
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局防災課：美しい山河を守る災害復旧基本方針，p.40，pp.70-72，pp.91-101，169pp，2014.
- 5) 藤森琢，大石哲也，小野田幸生，尾崎正樹，萱場祐一：緑化ブロックの特性が護岸周囲の景観との調和に及ぼす影響，土木学会論文集G（環境），71(6)，II_117-II_124，2015.
- 6) 辻盛生，小山大輔，高橋克明，鈴木正貴：現場発生表土を用いた緑化型護岸ブロックの形状と緑化性能の評価，日本緑化工学会誌，39(1)，pp.80-85，2013.
- 7) 大藪崇司，柴田昌三，新畑学，森本幸裕，小橋澄治：全国10カ所のモデル擁壁を用いた緑化に関する実験的研究，日本緑化工学会誌，25(4)，pp.355-360，2000.
- 8) 岩田進午ら：土の環境圏，pp.69-71，pp.1388，1997.

6. 3 護岸ブロックの平均明度計測マニュアル（案）

6. 3. 1 適用範囲および明度計測の留意点

本マニュアル（案）は、河川用のコンクリート系護岸（積護岸および張護岸）に適用することができるが、階段工については適用範囲外としている。

「明度証明書」に記された護岸ブロックの平均明度は、同一条件下における施工初期の明度を示すものである。ここで、「同一条件下における」とは、本マニュアル（案）における「6. 3. 3 護岸ブロックの撮影方法」に記載した個々の条件に加えて、コンクリートブロックそのものの明度の支配条件も含まれる（「美しい山河を守る災害復旧基本方針」P92の技術情報における「護岸ブロックの明度に影響を与えている要因」を参照）。したがって、製造工程、材料等が異なり明度に変化する場合には、その条件下において再度明度を計測することが望ましい。また、本マニュアル（案）に沿って計測された平均明度は施工初期の明度を示すため、その後の汚れや植物の繁茂等に伴う明度の変化を考慮していない。

なお、法枠工等のように中詰材の露出する面積割合が大きい護岸ブロックは、現場によって明度が著しく変動する可能性が高い。このため、計測した平均明度は参考値としての扱いになる場合があるので留意する。

6. 3. 2 明度証明書の発行までの流れ

(公社)全国土木コンクリートブロック協会において明度証明書を発行するまでの流れを以下に示す(図-6.36)。

なお、この明度証明書は護岸ブロックの平均明度を証明するものであり、護岸ブロックの良否、および明度 6.0 以下であるかどうかを判定するものではない。

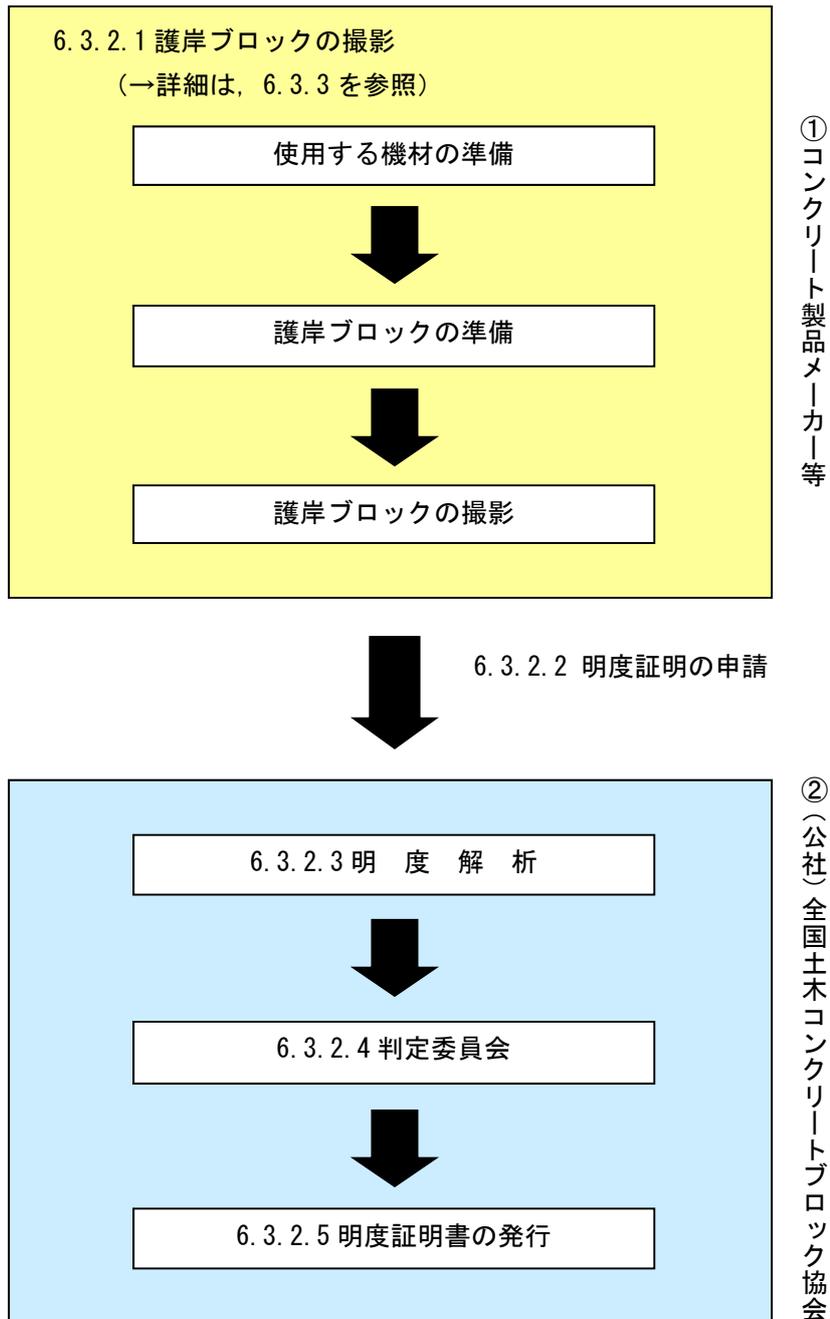


図-6.36 明度証明書の発行までの流れ

6. 3. 2. 1 護岸ブロックの撮影

コンクリート製品メーカー等（申請者）が、本マニュアル（案）を参考に使用機材と護岸ブロックを準備し、既定の条件で写真撮影を行う。詳しくは、6.3.3にて解説する。

6. 3. 2. 2 明度証明の申請

コンクリート製品メーカー等（申請者）が（公社）全国土木コンクリートブロック協会へ明度証明の申請を行う。

6. 3. 2. 3 明度解析

6. 3. 2. 3. 1 解析アプリケーションソフト

使用する解析アプリケーションソフトは、外壁材メーカーや自治体の景観調査に導入されている「面積・色彩計測システム～護岸景観版～」とする。ここで、明度決定の流れを図-6.37に示す。

まず初めに、カラーチャート（J I S標準色票）をデジタルカメラで撮影することでRGB値に変換し、ソフトに読み込む。（現在までに、デジタルカメラ6機種について取り込み作業が完了しており、この6機種が指定のデジタルカメラとなる。→6.3.3.1.1）

次に、その指定デジタルカメラを用いて対象ブロックを撮影し、ソフトに読み込む。読み込んだ画像データについて、補正板を利用して写真全体の明るさを補正する。最後に、対象ブロックの明度を計測したい範囲を選択し、その平均値とカラーチャートをマッチングさせて護岸ブロックの平均明度を決定する。

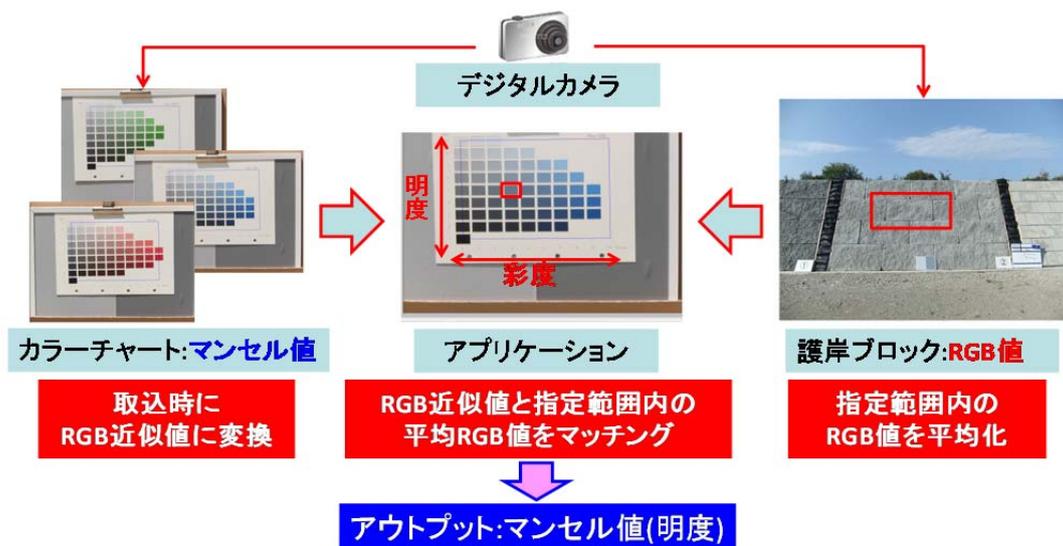


図-6.37 明度決定の流れ

6. 3. 2. 3. 2 明度解析方法

明度解析方法には、標準的な「ブロック間の目地の陰影を考慮した平均明度を算出する方法」と簡易的な「ブロック単体の平均明度を算出する方法」がある。

標準的な方法は、ブロック間の目地にできる明度の低い陰影を考慮するため、ブロック単体の平均明度よりも低くなる傾向がある。ただし、緩傾斜用護岸ブロックの中には、ブロック間の連結部や目地に充填コンクリートを使用するブロックがある。この種類のブロックは、一般的に目地の明度が高く、目地を含んだ方が平均明度が高くなる（写真-6.28④）。

一方、簡易的な方法は、ブロック間の目地の陰影を考慮できない。そのため、緩傾斜用護岸ブロックの中でブロック間の連結部や目地に充填コンクリートを使用するブロックについては、適用外とする。

各方法の適用範囲は以下の通りである（表-6.16）。

表-6.16 各方法の適用範囲

方法	積みブロック	張ブロック	
		目地コンなし	目地コンあり
標準的な方法	○	○	○※
簡易的な方法	○	○	×

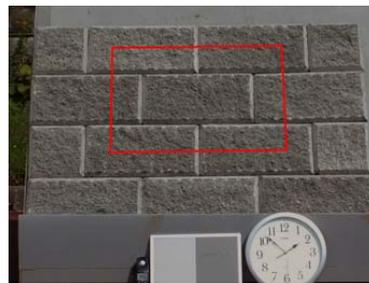
※ 充填コンクリートやモルタルの表面の仕上げ方によっては、目地部の明度を下げることが可能なため、明度証明書の備考欄に目地を含まないブロック単体の平均明度を明記することとした。

(1) 標準的な方法

解析アプリケーションソフトに撮影した写真を読み込み、補正板を用いて、写真全体の明るさを補正する。その後、対象ブロックとその周囲の目地を含んだ範囲を指定し、指定範囲内の平均明度を算出する（写真-6.28）。



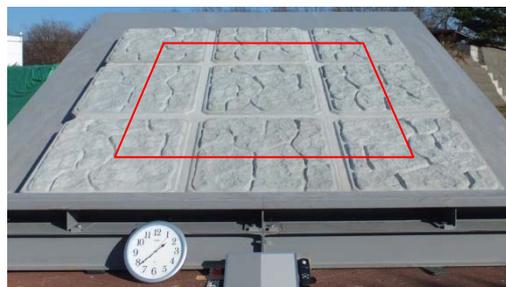
①谷積の例



②布積の例



③張（目地コンなし）の例



④張（目地コンあり）の例

写真-6.28 明度解析範囲（複数設置）

(2) 簡易的な方法

解析アプリケーションソフトに撮影した写真を読み込み、補正板を用いて、写真全体の明るさを補正する。その後、ブロック全体を指定し、ブロック単体の平均明度を算出する（写真-6.29）。



積ブロック（単体）の例



張ブロック（単体）の例

写真-6.29 明度解析範囲（単体設置）

6. 3. 2. 4 判定委員会

判定委員会は、(公社)全国土木コンクリートブロック協会が運営し、学識経験者を委員長とした組織である。判定委員会は、明度証明の申請のあったブロックについて、明度計測方法および明度解析結果が妥当かどうかの判定を行う。

6. 3. 2. 5 明度証明書の発行

(公社)全国土木コンクリートブロック協会は、判定委員会において明度計測方法および明度解析結果が妥当と判定されたブロックについて、明度証明書を発行する(図-6.38)。

なお、この明度証明書は護岸ブロックの平均明度を証明するものであり、護岸ブロックの良否、および明度 6.0 以下であるかどうかを判定するものではない。



積の例

張の例

張(目地コンあり)の例

図-6.38 明度証明書の例

6. 3. 3 護岸ブロックの撮影方法

6. 3. 3. 1 使用する機材の準備

6. 3. 3. 1. 1 デジタルカメラ

カラーチャートの画像データと明度解析を行う画像データをマッチングするためには、カラーチャートを撮影したデジタルカメラと同じ型のデジタルカメラで護岸ブロックを撮影する必要がある。異なるデジタルカメラを使うと、明度解析結果が変わる可能性があるため、指定のデジタルカメラを用いて撮影を行う（表-6.17、写真-6.30）。現在（2016年3月）、使用できるデジタルカメラは以下の6種類である。

また、撮影に当たっては撮影モードと画像サイズ（画素数）を下表のように設定し、フラッシュとズームは使用しないことを原則とする（表-6.17）。

表-6.17 指定のデジタルカメラと撮影時の設定

機種名	撮影モード	画像サイズ (画素数)
カシオ EX-H20G	通常モード	3M 以上 (2048×1536 以上)
富士フィルム FINEPIX F70EXR	EXRモード	M 4:3 以上 (2592×1944 以上)
富士フィルム FINEPIX F770EXR	EXRモード	S 4:3 以上 (2304×1728 以上)
ニコン COOLPIX L30	オート撮影モード	4M 以上 (2272×1704 以上)
パナソニック LUMIX DMC-SZ8	通常撮影モード	4:3 3M EZ 以上 (2048×1536 以上)
パナソニック LUMIX DMC-SZ10	通常撮影モード	4:3 3M EZ 以上 (2048×1536 以上)

(2016年3月現在)



指定のカメラを
使用する。

写真-6.30 デジタルカメラの例

6. 3. 3. 1. 2 照度計

照度計は、照度 40,000(lx)以上を計測できる機種を使用する (写真-6. 31).



写真-6. 31 照度計の例

6. 3. 3. 1. 3 補正版

補正板は、太陽光の量や対象物の角度によって変化する明るさを補正する物であり、JIS 標準色票 N5,N7 に準拠したものを使用する (写真-6. 32). 補正板があまりにも小さいと、明度を補正する際に、誤差が生じやすいため、B5 サイズ以上の大きさの補正板を使用する.

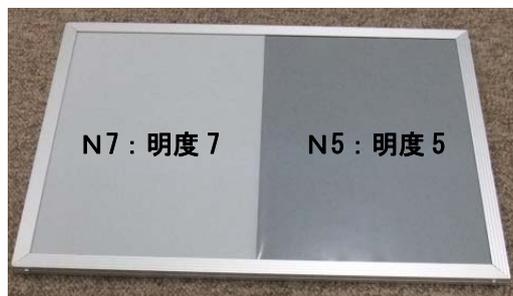


写真-6. 32 補正板の例

- 自作する場合
(一財) 日本色彩研究所 (TEL 048-794-3831) から、オーダーメイド色票 N5, N7 (A4 サイズ, 光沢タイプ) を購入し、それを固い板等に貼り付けて使用する。
<http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/IROMIHON/sikihyo/sikihyo-1.htm>
- 既製品を購入する場合
ジーアイエスエス有限会社 (TEL&FAX 042-740-8265) から補正板を購入する。
<http://keikan.gissnet.com/?p=617>
※使用後は必ず光を通しにくいケース等に補正板を収納して保管してください。

6. 3. 3. 1. 4日時計

日時計は、光源の入射角を確認するための物である。既製品はないため、ポールと分度器等を組合わせて日時計を製作する（写真-6.33）。

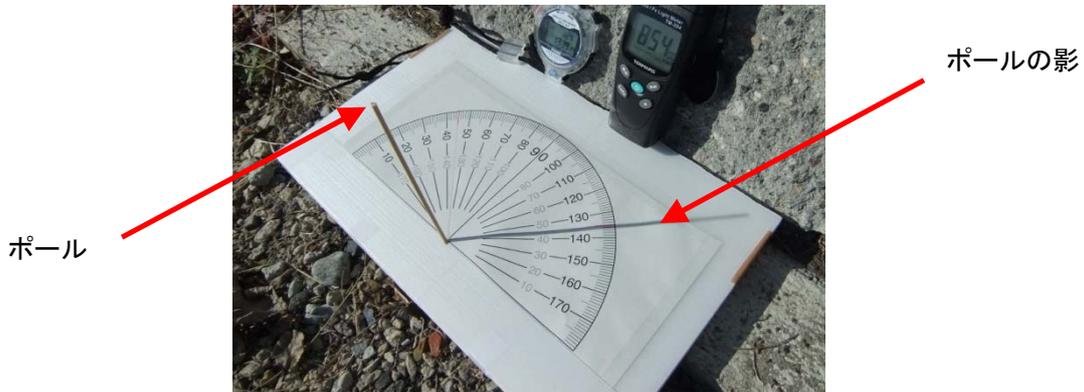


写真-6.33 日時計の例

6. 3. 3. 2 護岸ブロックの準備

6. 3. 3. 2. 1 材齢

護岸ブロックの明度は、現場の環境条件等による差もあるが、雨水等の影響で徐々に低下する。したがって、写真撮影を行う際の護岸ブロックの材齢は、護岸ブロックの出荷可能な材齢である製造後2週間から1年以内とする。

6. 3. 3. 2. 2 表面状態

護岸ブロックの明度は、水分を含むと極端に低下する（写真-6.34）。そのため、ブロック表面が完全に乾燥している状態で撮影を行う。濡れている状態や湿気を帯びている状態等では、撮影を行わないよう注意する。



写真-6.34 湿潤状態（左側）と乾燥状態（右側）における明度差

また、油じみ等による汚れ、色ムラのあるブロックは使用しない（写真-6.35）。
 ※なお、下記のブロックは、例示のために意図的に汚れ、色ムラのあるブロックを製作したものであり、個々のブロックについて評価したものではない。



写真-6.35 汚れ、色ムラの例

6. 3. 3. 2. 3 設置勾配

設置勾配は、急傾斜用護岸ブロックの場合 1:0.5、緩傾斜用護岸ブロックの場合 1:2.0 とする（写真-6.36）。



急傾斜用護岸ブロックの場合



緩傾斜用護岸ブロックの場合

写真-6.36 のり面設置勾配の確認状況

6. 3. 3. 2. 4 設置個数

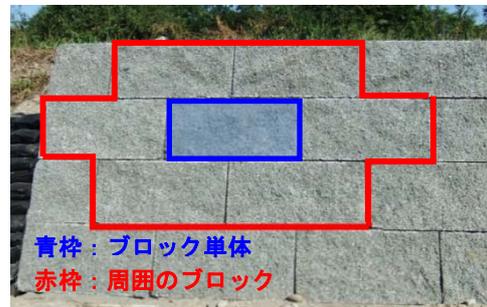
6.3.2.3.2 明度解析方法で説明したように、明度解析方法には、標準的な「ブロック間の目地の陰影を考慮した平均明度を算出する方法」と簡易的な「ブロック単体の平均明度を算出する方法」がある。各方法における設置個数の考え方は下記の通りである。

(1) 標準的な方法

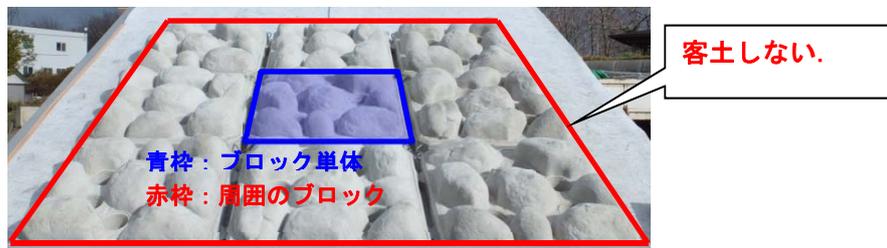
計測対象のブロック単体とそれを取り囲む周りのブロックを必要設置個数とし、それ以上のブロックを設置する（写真-6.37）。また、ブロック間の連結部や目地にコンクリートやモルタルを充填する緩傾斜用護岸ブロックの場合は、標準的な方法でブロックを設置し、連結部等に規定の間詰を行う（写真-6.38）。（→6.3.3.2.5）



谷積の場合



布積の場合



張の場合

写真-6.37 必要設置個数



連結部等の間詰充填を行う

写真-6.38 張（目地コンあり）の場合

(2) 簡易的な方法

ブロックを1個設置する。このとき、明度解析範囲は全表面積となるため、補正板、照度計、日時計がブロック表面に重ならないように注意する（写真-6.39）。

ただし、緩傾斜用護岸ブロックの中でブロック間の連結部や目地に充填コンクリートを使用するブロックについては、適用外とする。

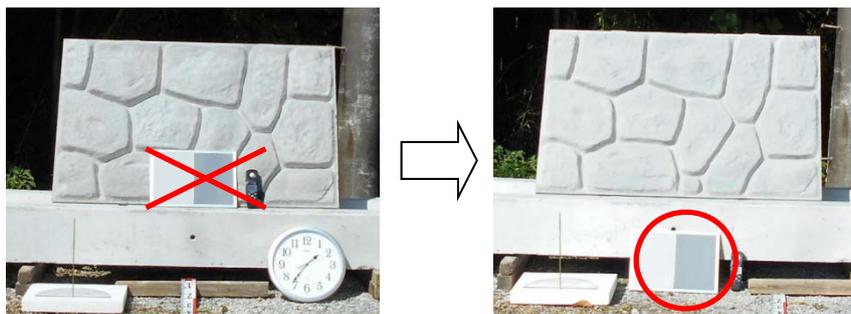


写真-6.39 単体の場合

6. 3. 3. 2. 5 ブロック連結部の間詰

ブロック間の連結部や目地にコンクリートやモルタルを充填する緩傾斜用護岸ブロックについては、連結部や目地に間詰を行う。間詰は、表層付近まで砂等を充填し、表層を指定の補修材でコテ仕上げする（表-6.18、写真-6.40）。

表-6.18 指定の補修材

名 称	種 類	会 社 名
エレホン	#415	エレホン・化成工業（株）
レジメント	標準タイプ	信越産業（株）



表層付近まで砂等を充填



表層を指定の補修材でコテ仕上げ

写真-6.40 連結部等の間詰

6. 3. 3. 3 護岸ブロックの撮影

6. 3. 3. 3. 1 天候

護岸ブロックの撮影は、晴れの日（太陽光によって地物に影ができる状態）に行う。

6. 3. 3. 3. 2 照度

護岸ブロックの凹凸による陰影は明度を下げる効果がある。また、陰影は、照度が40,000(lx)程度以下になると感知されない。したがって、護岸ブロックの撮影を行うときの照度は、40,000(lx)以上とする。

6. 3. 3. 3. 3 撮影時間帯

護岸ブロックの撮影は、照度が安定する午前10時～午後3時の間に行う。

6. 3. 3. 3. 4 照度計と補正板の設置

照度計と補正板は、護岸ブロックと同じ勾配に設置する（写真-6.41）。

また、補正板を設置する位置は、撮影位置の正面、平均明度計測範囲の外、および対象ブロックの下方または上方、これら3つの条件をすべて満たす位置に設置する。

補正板の設置位置は、間違えやすいので、下記の3点に十分注意する。

①撮影位置の正面、②対象ブロックの下方または上方、③明度計測範囲の外



写真-6.41 照度計と補正板の設置状況

6. 3. 3. 3. 5 撮影位置

撮影は、明度計測を行う対象ブロックの正面で、法尻から 3～10m 程度離れた位置で行う。また、対象ブロックの中心部と同程度の高さで撮影する（写真-6.42, 6.43）。

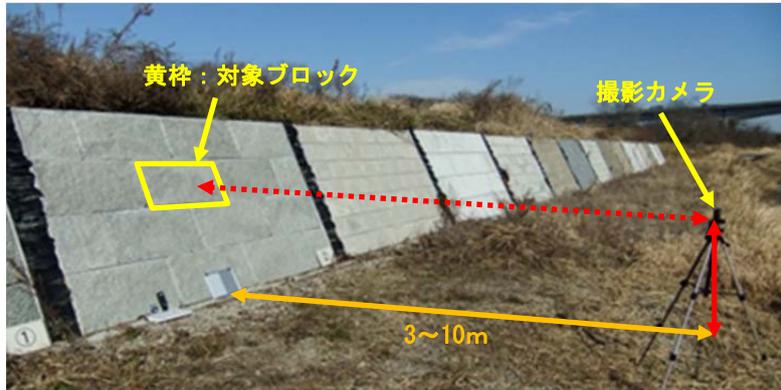


写真-6.42 撮影位置と高さ（急傾斜）



写真-6.43 撮影位置と高さ（緩傾斜）

三脚等を使用しないで撮影する場合は、撮影高さを間違えやすいため、対象ブロックと水平の高さで撮影するよう、撮影高さに十分注意する（写真-6.44）。



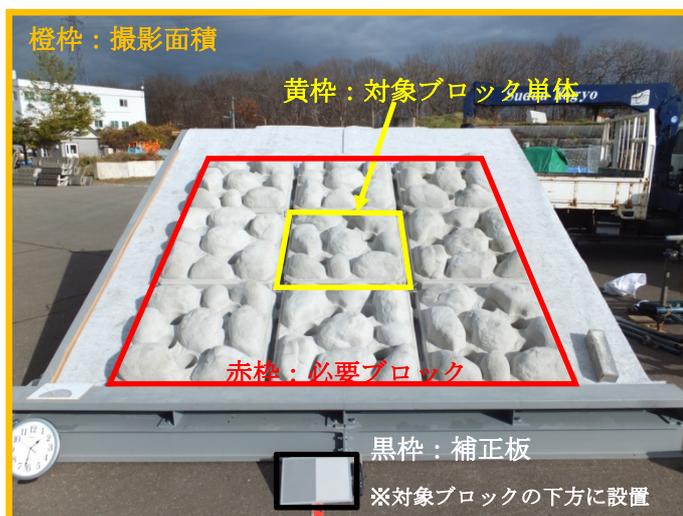
写真-6.44 撮影高さについてよくある間違いの例（急傾斜）

6. 3. 3. 3. 6 撮影範囲

撮影は、明度計測を行う対象ブロックと補正板がすべて撮影フレームに収まる範囲で行う(写真-6.45)。また、撮影時に対象ブロックと補正板が正面中央になるよう、対象との位置関係に注意する。



急傾斜用護岸ブロック



緩傾斜用護岸ブロック

写真-6.45 撮影例

6. 3. 3. 3. 7 光源の位置

光源は、**図-6.39**のように平面的に見て、撮影位置と対象ブロックを結ぶ直線と光源と対象ブロックを結ぶ直線のなす角 θ が 45° となる位置とする。このときの角度の確認は、日時計にて行う（**写真-6.33**）。（→6.3.3.1.4）

なお、補正板に光が反射した状態では明度を正確に計測できないので、撮影時は光源と補正板との位置関係に十分注意する（**写真-6.46**）。

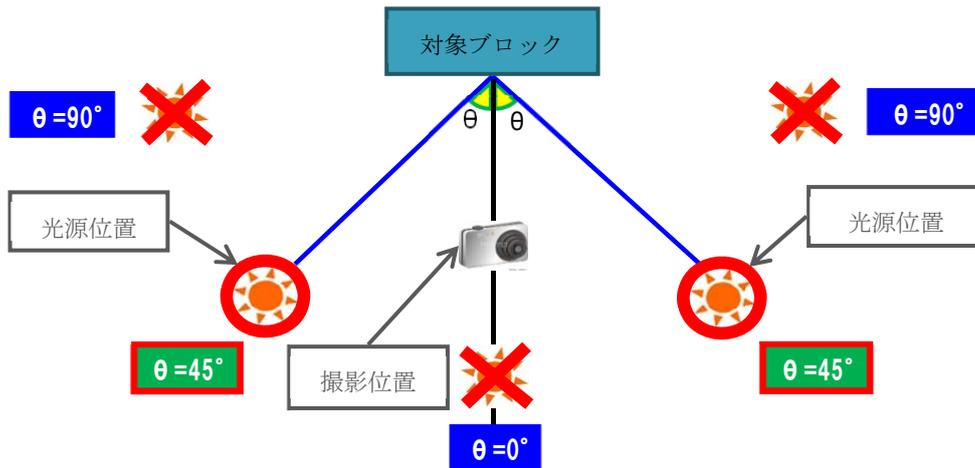


図-6.39 撮影位置と光源との平面位置関係

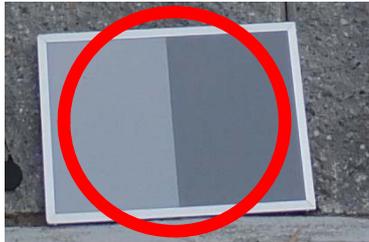


写真-6.46 補正板の反射状況

執筆者一覧

国立研究開発法人 土木研究所

水環境研究グループ 自然共生研究センター センター長 萱場 祐一 (1, 2)
前専門研究員 原田 守啓^{※1} (3, 6)
交流研究員 手代木 賢治 (3, 4, 5, 6)
前交流研究員 藤森 琢^{※2} (3, 4, 6)
前交流研究員 櫻井 玄紀^{※3} (3, 6)
〃 河川生態チーム 主任研究員 鶴田 舞 (3, 4, 5)

公益社団法人

全国土木コンクリートブロック協会 尾崎 正樹 (3, 6)

() は主な執筆分担

^{※1} 在職期間：平成 24 年 4 月～平成 27 年 3 月，現：岐阜大学流域圏科学研究センター 水系安全研究部門

^{※2} 交流研究期間：平成 26 年 4 月～平成 28 年 3 月，現：共和コンクリート工業株式会社

^{※3} 交流研究期間：平成 24 年 4 月～平成 26 年 3 月，現：共和コンクリート工業株式会社

共同研究報告書
Cooperative Research Report of PWRI
No.495 January 2018

編集・発行 ©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国立研究開発法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754

