

修景護岸ブロックの開発に関する研究

研究第一部 主任研究員 箕浦 宏和

研究第一部 主任研究員 上坂 且

研究第二部 研究員 高澤 浩二

1. はじめに

近年、河川改修計画の中で修景にポイントをおいた護岸には自然石が用いられることが多い。しかし、今後、今までのように石積護岸に期待するには厳しい社会環境となっている。自然石の入手が困難になっているとともに、労働者の高齢化により熟練した石工が極めて少ない状況となっているからである。

このような背景から、石積みに代わる修景用のコンクリートブロックの開発は、豊かであるおいのある川づくりにとって重要な課題であると考えて本研究を実施するものである。

研究の手法としては、既存の石積み護岸をステレオ写真撮影し、写真測量の原理により三次元形状を計測し、その解析結果を念頭においてブロックの開発を進めることとした。デザインについてはCGにより各種のシュミレーションを行い考察した。CGに使用した機種は「マッキントシュIIcx」、使用したソフトは「Adobe Photoshop」である。

なお、本研究は（財）リバーフロント整備センターと共和コンクリート工業（株）との共同研究として実施した。

2. 石積み護岸の特徴解析

2.1 特徴解析の概要

石積み護岸は、

- ① 目地がコンクリート間知ブロック護岸のように直線的に通っておらず、また目地幅も変化しており、目地に深みがある。
- ② 石の大きさ・形が異なり、一様でない。

③ 表面の模様や凹凸をはじめとして複雑な表面形状を呈している。

④ 色彩が一様でない。

等の特徴があり、これらにより、幾何学的でない自然なものとして見えるものと考えられる。

こうした特徴を捉えるため、東京都杉並区内の都立和田堀公園に隣接する善福寺川左岸の谷積み自然石護岸を調査地点として上記①～③の特徴解析を試みた。

解析にあたっては、写真測量の原理により、ステレオ撮影した写真から被写体の三次元的形状を計測することとした。

護岸ブロック全体の組み合わせ状態の特徴を把握するための全体撮影（2 m×2 m）とブロック個々の特徴を把握するため個別撮影に分けて行った。

全体撮影からはアナログ図化により平面図、目地パターン図を作成し、ブロックの大きさ等の平面形状解析と目地の長さ、角度、幅等の目地解析を実施した。（図2-5）

個別撮影は全体撮影の範囲内から代表的形状と思われる4ブロックを対象に近接撮影を実施し、デジタル図化によるメッシュ交点高さ計測、コンター図、パース図を作成する事により、表面凹凸を解析した。

なお精度としては、平面、高さ共に残差2 mm以下、個別撮影では残差1 mm以下であった。

2.2 解析結果

2.2.1 平面形状

(1) 平面形状の特徴

図2-1に示す考え方により個々のブロックの対辺の平均長辺、短辺を計測し、平面形状指数＝平均短辺／平均長辺を求めた。

個別ブロックの平均長辺と平均

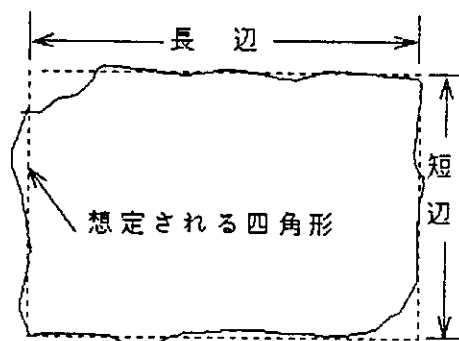


図2-1 平面形状の考え方

短辺の平均値は、それぞれ31.5cm²、25.4cm²であった。

平面形状指数は、0.8～0.9のランクが45.7%と約半数を占めた。最大値は0.98、最小値0.57、平均値0.81であった。

(2) ブロック面積の特徴

撮影範囲内全体面積は約29,315cm²で、範囲内目地面積は約2,164 cm²であり、全体の92.6%がブロック部分に残りの7.4%が目地部分の面積であった。

同上範囲内での35個の個別ブロックの面積は、最大957.7 cm²、最小576.0 cm²となり、700～800 cm²のランクが最も多く、平均では775.7 cm²であった。

2.2.2 目地解析

目地は間知ブロックの護岸のように、ある幅で平行かつ直線的に通っていないが、目地を直線化して解析した。

(1) 目地長さの特徴

目地長さは、平均値で見ると、図2-2のA、Bそれぞれ66mmと257mmとなり、比率では、ほぼ1：4である。矩形ブロックを考える場合、短い部分を噛み合わせの長さと考えたと全体の1/5が噛み合う状態と考えられる。(図2-3)

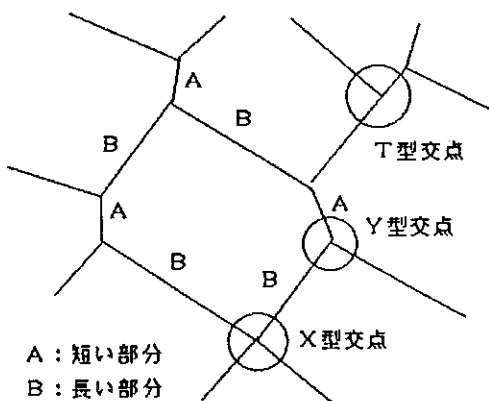


図2-2 目地のパターン

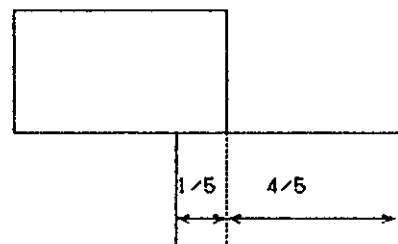


図2-3 平均的目地の噛み合わせ

(2) 目地交点の特徴

目地交点の大部分は図2-2に示すY型交点となっているが、所々X型交点やT型交点が見られた。このX型交点やT型交点が連続した場合は直線的目地が生じる。調査範囲の中では、最大、ブロック4個分の辺が直線の目地となった部分が見られた。これは大型ブロックを考えた場合直線部分がある程度あっても、全体的に見れば許容できるものであると言える。

また、図2-4に示す太線が石積みブロックの目地の基本パターンと考えられ、このパターンをなす内角について調べると、平均値は165°であったが、中でも170°以上のものが58%を占めた。

これは全体の目地を見た場合ほぼ直線に見える部分がかかなり有ることを示している。



図2-4 基本パターンの内角

(3) 目地幅の特徴

目地部分の強調図を2-5に示す。直線部分では幅が狭く、ブロック角部で広い傾向が見られる。

35個分の範囲について目地幅を算出した。算出方法は、この範囲の外周部分の目地部分については境界線を目地中央として、

$$\text{エリア内平均目地幅} = \frac{\text{範囲内目地面積}}{\text{完全範囲内目地延長} + \text{境界部分目地延長} / 2}$$

として求めた結果、約10.7mmとなった。しかし、図からもわかるように

平均幅より、目地幅が一定していないことの方がより重要な要素と考えられた。

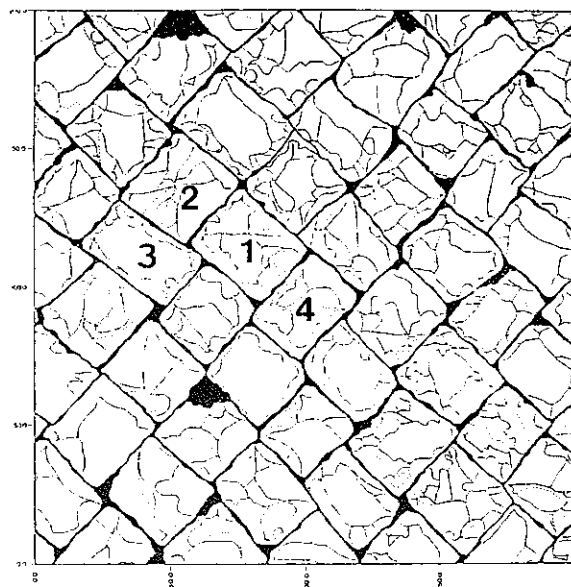


図 2 - 5 目地強調図

2.2.3 凹凸形状解析

解析は、図 2 - 2 に示す 4 個のブロックとした。これは ①表面凹凸度合いが大きいもの ②平均的なもの ③小さいものを目視により選定したものである。

計測時における高さは、凹凸の見え方を重視するため、統一した面に対しての表面高とし、その時の基準面高 0 の値は、ブロック番号 1, 2, 3 で囲まれた目地表面とし、表面高は 4 mm メッシュで計測した。

ポイントとなる結果を以下に示す。

- (1) 表面高の最大値はブロック No. 2 の 86.4mm であり、目視で凹凸が大きいと判断する際を目安と考えられる。また最も比高差の小さい No. 3 においても目地表面との比高は 33.2mm で目視で平坦と感ずる場合でも、目地部分との比高が 30mm 程度の高さは必要と考えられる。

- (2) 表面の傾斜は全体が一様に傾斜していることはまれで、部分的に段差が見られた。
- (3) 傾斜の度合いは尾根部分は急であり、谷部分は緩やかで広がりを持ち、谷線より尾根線が明瞭である。(図2-6)

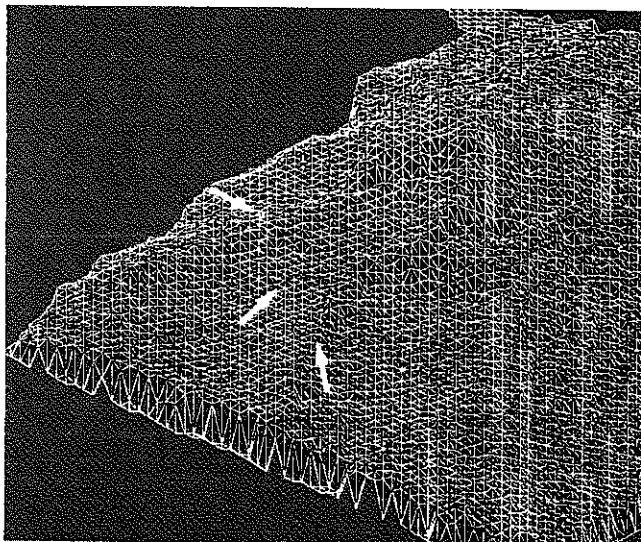


図2-6 明瞭な尾根と緩やかな谷

- (4) ブロック表面の尾根部分と谷部分が作る模様を見ると、中央部分より周辺部分に、より多く分布しており、これらの模様は石を整形加工する際発生したものと考えられ、石を組み合わせるため周辺部に加工が多いことを示している。

3. 開発目標の設定

石積みに代わりうるコンクリートブロックを開発するにあたり、従来製品の課題を抽出し、また石積み護岸の解析結果から次のような開発のコンセプトを設定した。

開発品のイメージは「コンクリート素材を使用しながら、自然石と変わらない風合いをもたせる」とし、具体的には次の通りとした。

① 形状の特徴

間知ブロックのように幾何学模様とならず、表面の凹凸も単調なものとならない。

② 色調

自然石に近い明度とする。

③ サイズ

中小河川に最も多く使用されている間知ブロックの代替を目ざすSタイプと、機械施工によるLタイプの2種とする。

Lタイプ	1 m ² 程度	通常のm ² ブロックに相当
Sタイプ	0.1 m ² 程度	通常の間知ブロックに相当

④ 製作条件

製造工程が従来とほぼ変わらず、また型枠費が従来に比較して大幅に増加しないこととし、コストアップ要素を極力抑える。

4. 開発の検討

以上の開発コンセプトを念頭におき、具体的な形状設定に向けて検討を行った。

4.1 Lタイプの開発経緯

クレーン等によって機械積み可能なタイプの検討内容を以下に示す。

(1) 外形

20数種類のパターン・アイデアの中から製作面、施工面において適しないものはずし、残った中からできるだけ繰り返しの目立たないM型パターンを選定した。(図4-1)

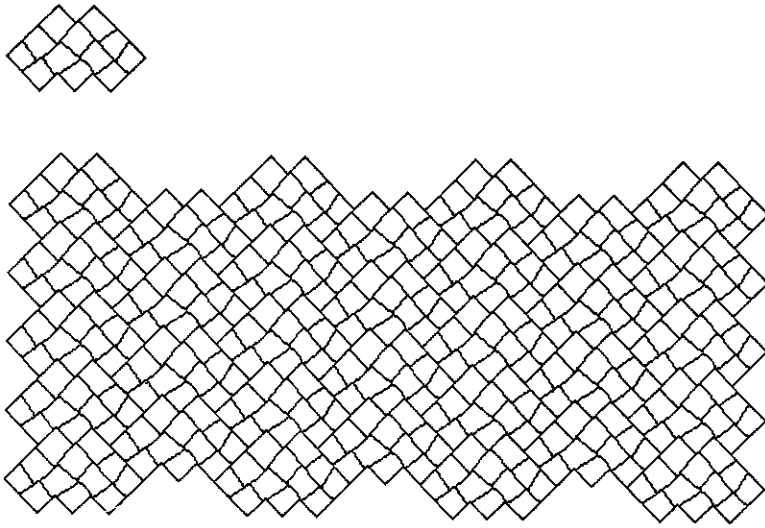


图 4 - 1

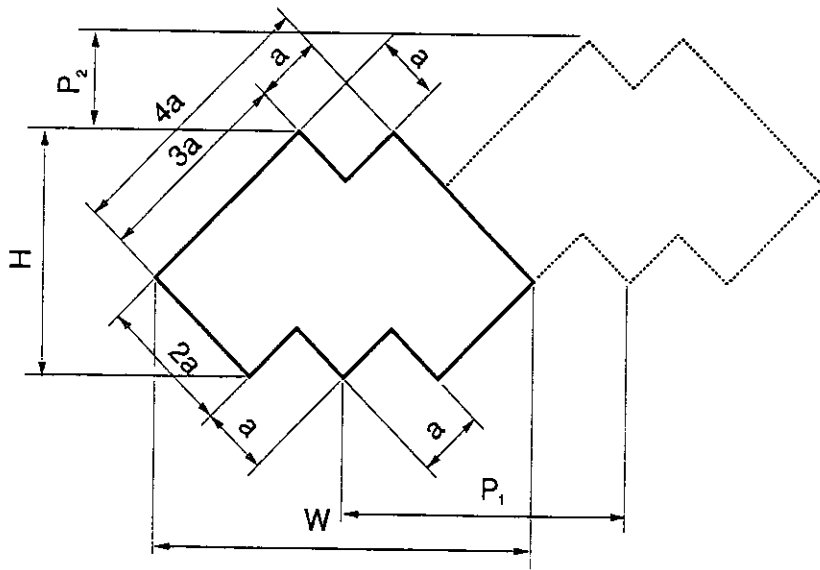


图 4 - 2 寸法關係圖

(2) サイズの設定

ブロック寸法は下表のような割り振り関係にあり、施工法を考慮した大きさと、縦・横方向の繰り返しピッチ等の寸法を表の②とした。

表 4 - 1

	①	②	③	④
a	265	283	318	354
W	1500	1600	1800	2000
H	937	1000	1125	1250
m ²	0.84	0.96	1.21	1.50
P ₁	1124	1199	1349	1499
P ₂	375	400	450	500

(3) 表面模様（目地の通り・区分面積）

ブロックの表面模様については、先に検討した石積み護岸の目地の通りと区分面積を参考として作図した。（写真 4 - 1）

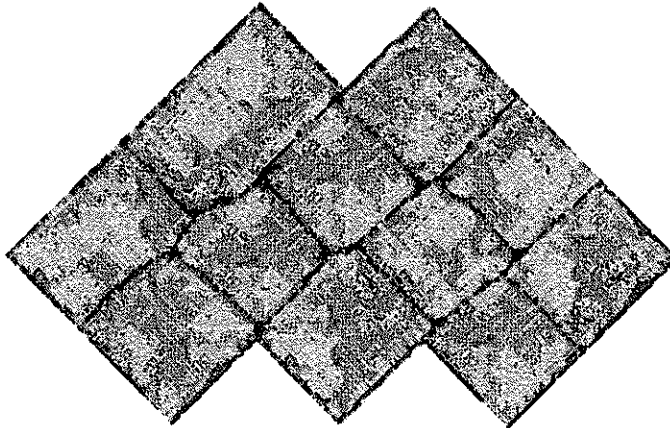


写真 4 - 1

(4) 表面テクスチャー

より自然なテクスチャーを得るために、自然石を模様区分に分けて加工し、配列した。その最大の凹凸は50mmとした。(写真4-2)

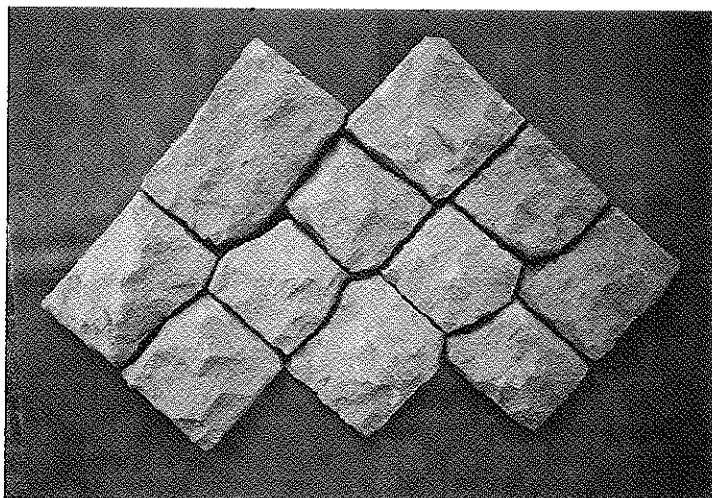


写真4-2

(5) 試作

上記の自然石を配列したものから型枠を製作し、これによりブロックを製作しその外観を検討した。(写真4-3)



写真4-3

4.2 Sタイプの開発経緯

(1) 外形形状

そのコンセプトは「一個のブロックでありながら、積み上げた場合に目地が通りにくい形状とする」ことである。

当初、石積みイメージして外形輪郭が不規則なものを考えたが、製作面で問題があることから、矩形に絞って考えた。

石積みの特徴解析から得た噛み合わせ比をもとに縦横比を決め、並べ方を種々試み、最も目地の通りが目立たない配列を見出した。

(2) 寸法比と積みパターン

この場合の縦横比は1 : 1.25とし、寸法を縦28cm・横35cmとした。

(図4-3)

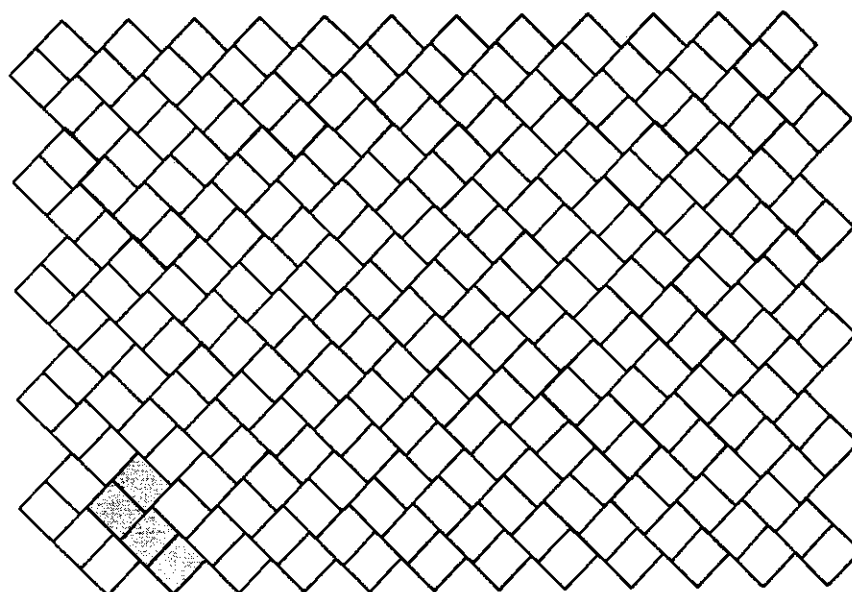
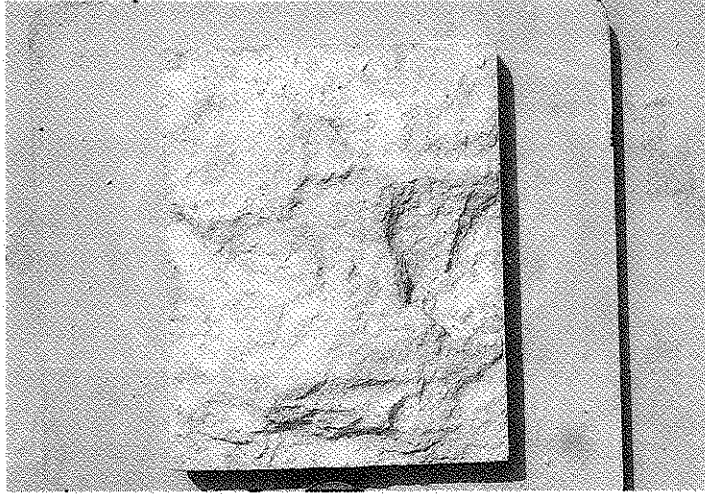


図4-3

(3) 試作

Lタイプと同様に試作した。(写真4-4)



5. 考察と課題

Lタイプの場合については、M型の形状パターンとして、1ブロック内の模様は11個の小区分に分割したものが、積み上げた状態において最も繰り返しが目立たず自然に近い状態となることがわかった。(写真4-5)

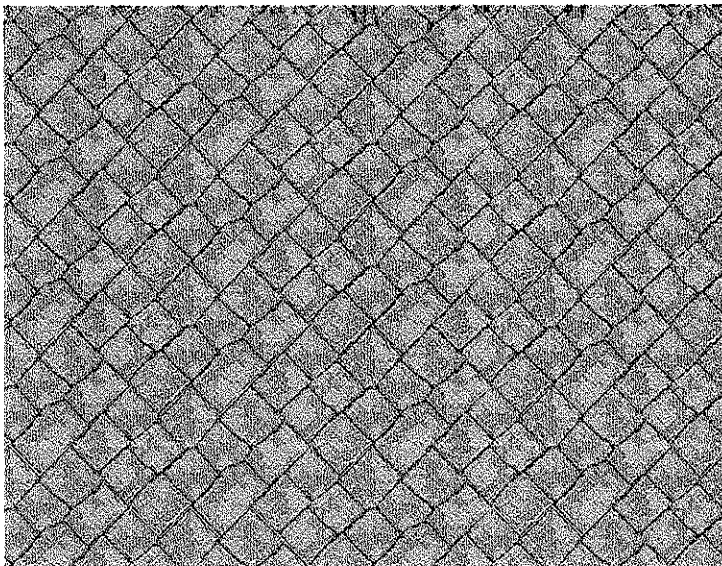


写真4-5 Lタイプを積み上げた状態 (CG)

Sタイプの場合については、石積みの特徴からブロックの配列における重ねしろ（平均値）、縦横比（平均値）を参考にし、かつ並べ方を工夫することによって矩形でも、全体として目地の通らない積み方が可能であることがわかった。（写真4-6）

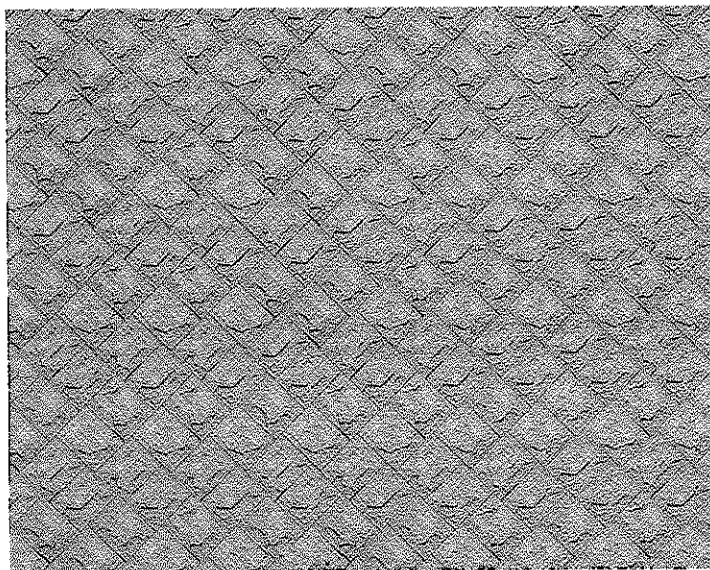


写真4-6 Sタイプを積み上げた状態（CG）

また、いずれのタイプにおいても表面の凹凸は型枠製作段階において、相当シャープにつけた方が、できあがりのブロックでは自然石に近い風合いが出ることがわかった。

現段階においては、形状、表面の凹凸、目地模様に入れ方等について大略結果が得られたので、今後、控え構造、植生が生育できる目地構造、色調、製作コスト等の検討を更に進めることとしている。

6. おわりに

デザインの創作の分野については、これまで「感覚の世界」として扱われ、また、その作品の評価や選定も見る人の個々の感性にゆだねられていた。今回、景観を考慮したコンクリートブロックをデザインするにあたり、石積み護岸の

特徴解析からそのデータをもとに形状を検討した。

すなわち、「ものの形」という、いかにも主観に頼りがちな定性的要素を、客観的な判断が可能となる定量的データに置き換える手法を試みた。

また、このようなパターンを創作する場合に、CGをフルに用いることによって、考えても到底得られないパターンが容易に創り出せ、短時間に配列してみることができるため、本来、試作により現物評価をすべきところを画面上で確認でき、検討に要する時間と費用が著しく節約できることがわかった。

今後、早期の実用化をめざし更に研究を進めることとしている。