

四方継手 —ダイヤモンド格子型のジョイントシステム—

木島 凧沙 Nagisa KIJIMA

館 知宏 Tomohiro TACHI



図1 ブロックBを組み上げた様子, 222mm x 196mm x 181mm(各ブロックの寸法は 26x30x32mm), クリアレジン, 2021 年

概要:

ダイヤモンド格子を基本グリッドとしたブロックシステムを考案した。基本単位は菱形12面体構造であり、6面に雌雄の別の無い凹凸の継手を持つ。接合の仕方(接合のしかた)が異なる3種類のブロックを制作した。

コンセプト・特筆点:

日本の伝統的な木造建築に用いられる継手・仕口のように、部材同士が接着剤等を用いずに接合し、繰り返し分解や組み替えをできるブロックシステムは、自己組み立て[1]、玩具、プロトタイプ制作用のツール、リユース可能な建築構造物などに应用可能である。

本研究では、4つのブロックがマラルディの角で接合し、一点でつながるような継手を持ったブロックを考案した。これらのブロックは一つ一つが菱形十二面体をもとにした形状をしており、接続していくと、充填されたソリッド部分と、その余白とが合同なダイヤモンド格子型の立体形状になる。このとき境界をなす表面を取れば、それは空間を2等分するスポンジ多面体となる

(Gailiunas) [2, p.115]。また、これはSchwartz D-Surface[3]の離散版とも言える。

継手のデザインバリエーションとして、一つずつ積み木のように積んでいくもの、二つずつ組で接続するもの、四つ同時にスライドすることで組むものの3種類を提案する。

設計過程・方法:

ブロック4つが一点で接するように接合された状態を1クラスタとしてまとめて考え、ブロックの繋がり方(分解のされ方)をもとに、3種類のブロックを考案した。

ブロックA(図1左)は、1クラスタ内で、他の3つのブロックが既に接合された状態に、1つのブロックを接合・取り外しできるもの(3-1タイプの接合)である。この場合、引き抜き方向の制限は最も緩いため、自由度も多く安定感は少ないが、一つずつ積み木のように積んでいくことができる(図1右)。重力と引き抜き方向の関係から、最下段の摩擦が十分にあれば自己整列性して安定する。

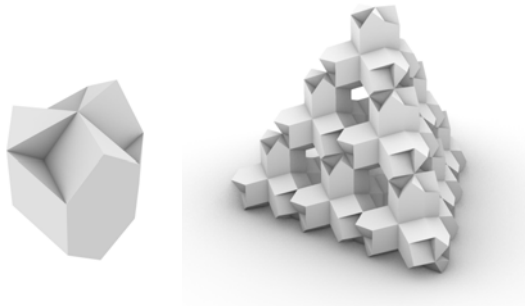


図1: ブロックA。正四面体型に積み上げられる

ブロックB(図2左)は、1クラスタのすべてのブロックを同時に引き抜く(1-1-1-1タイプ)動作をするように設計されている。引き抜き可能な方向が1方向に限られているので、組んだときの強度がブロックAに比べて高い。一方で、1-1-1-1タイプは組み上げるときに一点で集まる4つのブロックを同時に対称に組む必要があるため、ブロックBでスポンジ多面体を構成するには、すべてのブロックを同時にはめ込む必要があり、これは非現実的である。しかし、4つを同時にはめ込む操作を再帰的に行うことで、シェルピンスキー四面体のようなフラクタル構造を構成することが可能である(図2右)。また、このジョイントは、対称性がよいので、図3(a)の標準的な組み方のほか図のようにも組むことができる。図3(b)の組み方をした場合は、空隙が生まれず、空間すべてが充填する。このように複数の回転対称性を持つことで組み換え可能となる性質は河合継手[4]と同等の性質である。

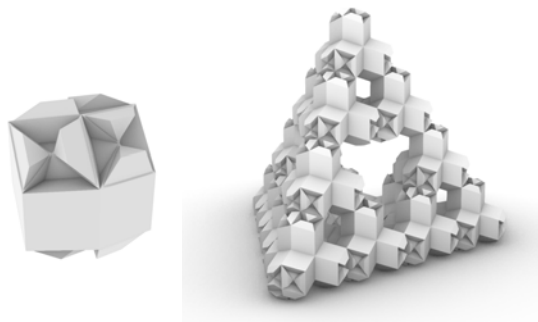


図2. ブロックB。フラクタル構造を構成することができる。

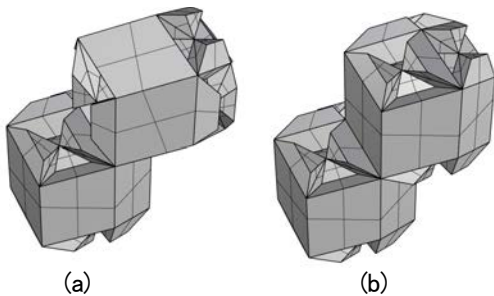


図3. (a)通常の組み方。ダイヤモンド格子を構成する。
(b)異なる組み方。繋げていくと空間を完全に充填する。

ブロックCは、ブロックBを改良して設計した1つのクラスタを2つのペアごとに組める(2-2タイプ)ように、引き抜き方向の軸を変更したものである。すなわち、クラスタを2つのペアに分け、それぞれのペア内のジョイントは従来通りの引き抜き方向で接続し、ペア同士のジョイントは接合面である4面の引き抜き方向が同じになるようにジョイントの形を変更した(図4左)。

このようにすると、ひとつの点に集まる3つのジョイント面の形が全て異なるが、ブロックB(1-1-1-1タイプ)に比べて組むのが容易となる。ブロックCは、1-1-1-1タイプでのジョイントを用いて線材を構築し、それらの線材を2-2タイプのジョイントで縦横縦横と交互に組むことでスポンジ多面体を構成することができる(図4右)。

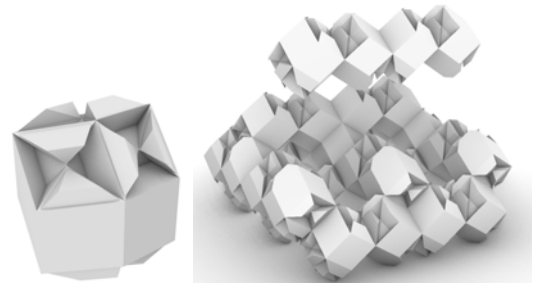


図4. ブロックC。線材を組むことでスポンジ多面体を組み上げることができる。

使用したモデリングソフト、出力機器:

モデリングにはRhino 7を、出力にはForm3を用いた。

本研究は東京大学教養学部で開講された『個と群』(野老朝雄, 館知宏)を端緒とするものです。討議・助言をいただいた、野老氏と授業参加者に感謝します。

参考文献:

1. A. Papadopoulou, J. Laucks, S. Tibbits, From Self-Assembly to Evolutionary Structures, Architectural design, 87(4), pp.28-37, 2017
2. 宮崎興二, “多面体百科”, 丸善出版, 2016
3. H. A. Schwarz, Gesammelte Mathematische Abhandlungen, Springer, Berlin, 1933.
4. 河合直人, “3方向に継げる継手: 河合継手の発想と概要”, 建築の研究(248), pp. 7-11, 2019

著者紹介:

きじま なぎさ : 東京大学工学部建築学科,

kijima-nagisa972@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

たちともひろ : 東京大学大学院総合文化研究科,

〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1

tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp