

脱炭素社会のシンボルツリー “ゼロエミの木”

サステナブル・リノベーションのための設計施工一貫したデジタル活用

“A Zero Emission Tree” - A Symbol Tree for the Decarbonized Society

Application of digital technology through planning and manufacturing for sustainable renovations

○谷 泰人*1, 深町 駿平*1, 黒木 光博*1, 大江 諭史*1, 重村 珠穂*2, 田村 尚士*3
Yasuto TANI*1, Shunpei FUKAMACHI*1, Mitsuhiro KUROKI*1, Satoshi OE*1,
Tamaho SHIGEMURA*2 and Naoto TAMURA*3

- *1 清水建設株式会社 設計本部 デジタルデザインセンター(修士)
Shimizu Corporation, Design Division, Digital Design Center, Master's Degree
- *2 株式会社アルゴリズムデザインラボ(修士)
Algorithm Design Lab. Master of Media and Governance
- *3 株式会社ディックス (博士)
DIX, Ph. D.

キーワード：コンピュータショナルデザイン；デジタルファブリケーション；最適化；デザインシミュレーション；
パラメトリックモデル；フィードバックデザイン

Keywords: Computational design; Digital fabrication; Optimization; Design simulation; Parametric model; Feedback design.

1. はじめに

本プロジェクトは、世界の叡智を結集する「ゼロエミッション国際共同研究センター」を産業技術総合研究所つくば西事業所に整備するものである。

2. 設計施工一貫したデジタル活用

2.1. 脱炭素社会のシンボルツリー“ゼロエミの木”

世界最先端のゼロエミッション国際共同研究センターにふさわしいアイコンックな象徴という命題に対し、テクノロジーの結晶としての“ゼロエミの木”を本館エントランスに据え、車寄せの庇としての機能を内包させた。設計・施工プロセスに、当社独自のデジタルプラットフォーム「Shimz DDE¹⁾ (Digital Design Enhancement platform, 以下DDE)」を全面的に導入した。

2.2. コンピュータショナルデザイン

設計段階では、ビジュアルプログラミングによって形態生成をアルゴリズム化し、パラメトリックモデリングによるスピーディなデザインスタディを実施した。構造体としてのフラットバーがシームレスに幹から枝へと連続変化し、ランダムに交差した枝同士のネットワークがガラスを支えるデザインにたどり着いた。DDEによって意匠設計者と構造設計者が同一モデルを扱い、光の透過性や力学性状など複数の設計要件を吟味しながら案を模索した。面的な荷重を効率よく3本の柱に伝えるため、また光の透過性を上げるため、柱を繋ぐ梁(枝)は鉛直変形量と架構重量のトレードオフにより決定された(図1、図2、図3)。

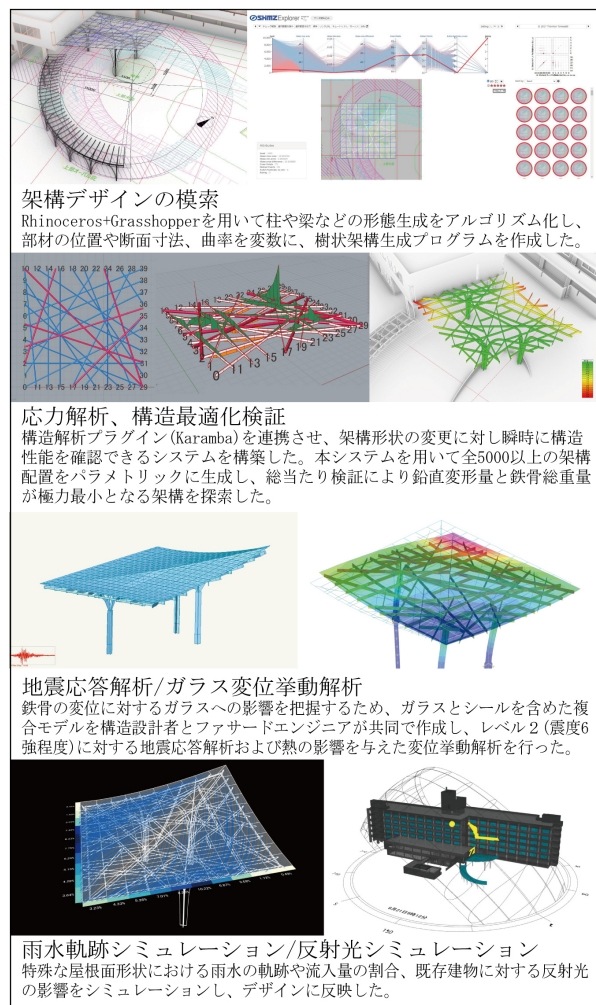


図1 コンピュータショナルデザインの取り組み



図2 脱炭素社会のシンボルツリー“ゼロエミの木”



図3 樹状架構の間から木漏れ日のような光を演出

2.3. デジタルファブリケーション

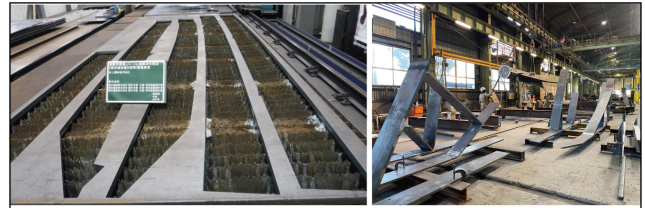
施工段階では、DDE モデルから 2D 図形を書き出すプログラムを構築して軸組図を自動作成し、このデータを切板加工データと連携させることで、歩留まりのよい効率的なカットングプラン作成に活用した。建方管理では、DDE モデルのジオメトリと 3D 計測によってデジタルともものづくりの技術を融合させ、高い施工精度を実現した(図4)。

3. まとめ

デジタル空間で発芽させたデザインを、リアルな空間で多くの人の技術によって“ゼロエミの木”として育て上げる。コンピューショナルデザインからデジタルファブリケーションまで、デジタルとリアルを双方向にオーバーレイする新たなものづくりを実現した。この DDE をプラットフォームとする、設計から施工まで一貫したデジタル活用は、デザインとエンジニアリングを高度に融合するソリューションとしてさらなる可能性を秘めている。

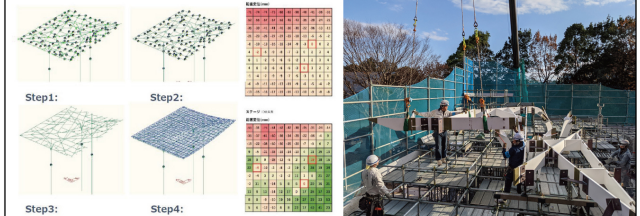
【参考文献】

- 1) 佐竹浩芳, 上田淳, 三浦大作: ビジュアルプログラミング環境における設計支援プラットフォームの構築、情報シンボ 2019 ※本稿記載の解析にあたり、下記関係者の方々にご協力いただきました。ここに深く感謝申し上げます。
1. 施工時解析・ガラス解析: 清水建設株式会社 生産技術本部
2. 鉄骨: 山梨建鉄株式会社
3. ガラス・3D 計測: AGC 硝子建材株式会社・三谷産業株式会社



3Dデータの施工連動

設計モデルから2次元データを書き出すプログラムを構築し、鉄骨製作図へのデータ連動を行った。作成した軸組図は、切板加工データと連携し、歩留まりの良い効率的なカットングプラン作成に活用した。



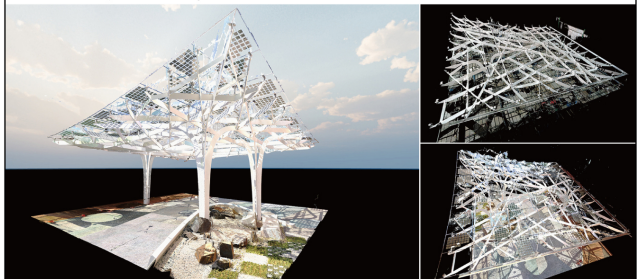
施工ステップ解析

各施工段階(鉄骨仮組・全溶接一体化・ジャッキダウン・ガラス施工)における施工ステップ解析を実施し、溶接ひずみや支持点解除の順序と変形量の関係を予測することで、最適な施工手順を決定した。



AR(拡張現実)技術による施工活用

タブレット端末のAR可視化アプリケーションを用いて、デジタルと現場の重ね合わせを行い、複雑な架構の鉄骨建方において、次工程確認、完成イメージの共有を行った。



3D計測/3Dスキャンによる精度管理

ガラス支持点121か所(11×11グリッド)の座標値をDDEモデルより算出し精度管理に活用した。支持金物取付の前後で支持点の3D計測を行い、デジタルと現場を重ね合わせることで高い施工精度を実現した。



デジタルモックアップ

外構に配置する石の3Dスキャンを行い、デジタル上で配置詳細検討するデジタルモックアップを行った。実施完成イメージの合意形成および、現場作業の円滑化に寄与した。

図4 デジタルファブリケーションの取り組み