

ボロノイ分割を用いた建築におけるコンピューテーショナルデザインの実践 設計、製作、施工に至る BIM 活用プロジェクト

A Project on Computational Design Architecture using Voronoi Division BIM Project through Design, Fabrication, Construction

瀬山 充博^{*1}, 田中 盛志^{*1}
Mitsuhiro Seyama^{*1}, Seiji Tanaka^{*1}

^{*1} 株式会社 竹中工務店 設計部 (修士)
Takenaka Corporation, Design Department, Master's Degree

キーワード：設計手法; コンピューテーショナルデザイン; ボロノイ分割; BIM

Keywords: Design Method; Computational Design; Voronoi Division; BIM.

1. はじめに

本プロジェクトは大阪市大正区に位置する鉄骨ファブリケーターの工場に隣接する事務所ビルの新築計画である。(2019年11月着工、2020年3月末竣工予定)(図1)

2. プロジェクトの課題

建築主である鉄骨ファブリケーターが自身の事務所ビルを作るという条件から、本プロジェクトでは建築主が持つ高いレベルの鉄骨加工技術を示すような建築とすることが求められた。

また、組織の規模が拡大する中で、内勤の各部門や工場で働く技術者など、社員や部署間相互のコミュニケーションを活性化させることが、プロジェクトの課題であった。

3. ボロノイ分割を用いた設計手法

3.1. ボロノイ分割を用いた設計

プロジェクトの課題を解決するような建築形態として、本計画では空間の立体的、多面的な繋がりを生み出すボロノイ分割というジオメトリーを採用することとした。

建築主から求められた必要諸機能をボロノイ分割の母点として空間の中に与え、それらの点の垂直二等分面として現れるボロノイ境界面によって各エリアの領域が形成される形態とした。これにより、室が廊下で繋がるのではなく、各領域が立体的に直接繋がっていくような空間構成を実現している。(図2)

また、ボロノイ分割の境界線を鉄骨の柱や梁といった主要な構造体として活用することで、ひとつとして同じ角度がない仕口を持つ3次元的に複雑な鉄骨架構となり、これを実現することで建築主の技術を建築の中に表現した。構造体については、柱、梁、耐震要素、鋼板スラブ等、可能な限り鉄の架構とし、建築表現として現している。

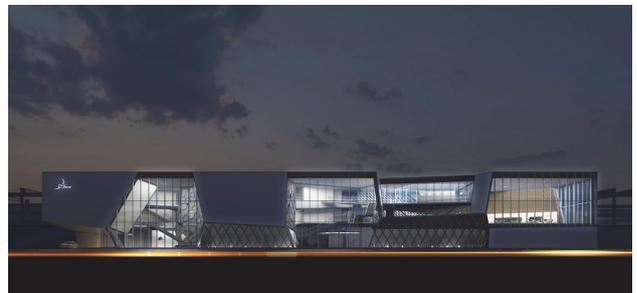


図 1. 外観パース

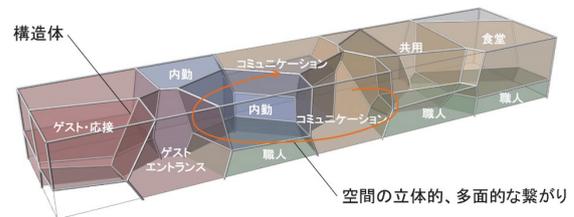


図 2. ダイアグラム

3.2. コンピューテーショナルデザイン

ボロノイ分割を用いた設計を進めるにあたって、建築主の要望を満たす最適な母点の配置をスタディする必要がある。母点の移動は隣接する全てのボロノイ形状に影響を与え、人の感覚でスタディすることが困難であるため、本プロジェクトでは、コンピューテーショナルデザインの手法を採用した。Grasshopper、Rhino、ModeFrontierといったプログラムを用い、各エリアや全体の床面積、ボロノイ面の角度、階高、エリアの繋がりをアルゴリズムによって最適化し、約1万通りのスタディモデルから条件を満たすボロノイ形状を抽出し、設計者が意匠的側面も考慮したうえで最終案を決定した。(図3)

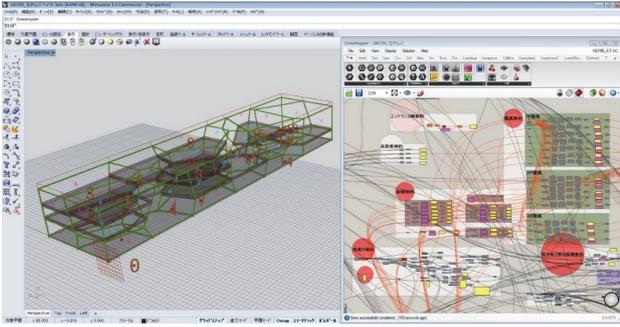


図 3. Grasshopper、Rhinoceors によるスタディ

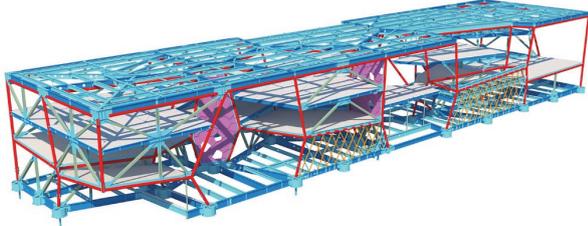


図 4. BIM による鉄骨架構モデル

3.3. BIM の活用：設計から製作、施工への展開

初期の設計段階で決定した形状を実現するため、設計段階、施工段階では一貫して BIM の活用を進めた。ベースとなる建築モデル、および建築図は詳細設計段階から ArchiCAD にて作成した。また、構造体である鉄骨架構モデルについては詳細図モデルから施工図に至るまで BIM (Tekla Structure) で作成した。(図 4)

これらの設計段階の BIM モデルデータは施工モデルへシームレスに展開され、パイプの切断や鋳物型のデジタル加工機へのアウトプットも一貫して BIM を活用している。

(図 5)

これら BIM モデルを中心とするデジタルデータの活用と工場内で製作する鉄骨部材の大型化、三次元測定の活用により、建築現場での省力化と施工精度の向上を実現している。(図 6、図 7、図 8)

4. まとめ

本プロジェクトではボロノイ分割というジオメトリーを用いることで水平垂直の座標系とは異なる立体的、多面的につながる空間の関係性を持つ建築を複雑な鉄骨架構により実現した。コンピューショナルデザインは自由な建築形態を可能にするが、これを BIM に展開し、設計段階のみならず、製作、施工段階にもシームレスに繋げていくことで、実施プロジェクトでの実践を行った。

建築分野においてもデジタル技術の高度な活用が急速に広がっていく中で、コンピューターが合理化、効率化やシミュレーションの高度化だけでなく、建築の可能性を広げるツールになると考え、本プロジェクトではその一端を示すことを目指した。

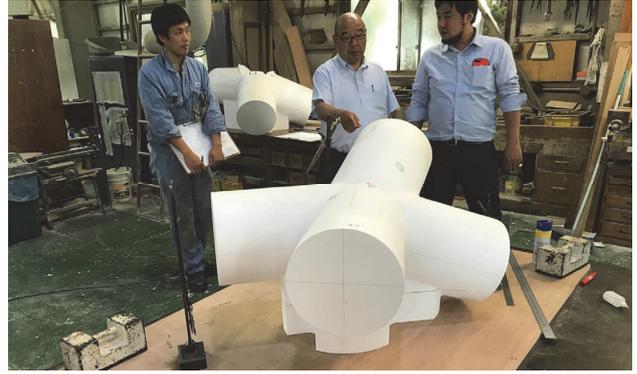


図 5. BIM を活用した 3 次元加工機による鋳物型



図 6. 工場での大型鉄骨部材の製作

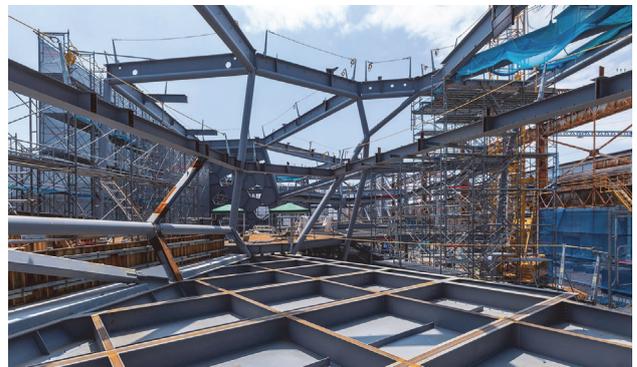


図 7. 鉄骨建て方



図 8. 建築現場 俯瞰写真 (2019 年 7 月)