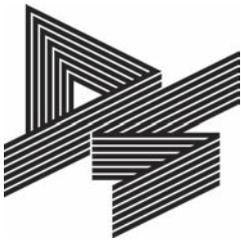


触ったり、登ったりしたくなる、 有機的で身体的な空間のデザイン



概要

デジタルスタジオの課題として、Altairの開発する構造最適化ソフトウェア solidThinking Inspired 8.5 ※および、3Dモデリングソフトウェア solidThinking 8.5 ※を1/1の建築空間の設計に使用することで、意匠設計における可能性を探求する。課題は中間講評会と最終講評会をはさんで、3ステージからなるものである。最終講評において選ばれたプロジェクトは2012年東京デザイナーズウィーク学生作品展にて展示する。

※ solidThinking Inspired は Inspire の、solidThinking は Evolve の旧製品名です。本文中は旧製品名を使用しています。

Digital Studio とは

東京理科大学理工学部建築学科の学生を中心に2010年6月に結成し、現在有志33名の学生で活動、運営している。コンピューショナルデザイン、デジタルファブリケーションと呼ばれる分野を中心に実践を通して取り組み、日本において発展途上のデジタル建築教育の場を学生自らが率先して作り出し、学んでいる。先輩が後輩を教え、後輩が先輩を励ますような、ボーダレスな環境を形成している。担当教員は、廣瀬大祐非常勤講師（本大学卒業生）。

最終案の紹介 製作者：ジェレフ・アタナス

①作品のコンセプト

触ったり、登ったりしたくなる、有機的で身体的な空間をデザインする。

ソフトキルオプションによって屋根を構成するボリュームをそぎ落とすことで、屋根にはまるで空を覆う雲の切れ目のような天窓が現れ、空間内部はその切れ目から差し込むやわらかい光で満たされる。また、その屋根を支える柱は触れてみたくなる、好奇心をかき立てる、形態の魅力を持っている。

構造最適化のプロセスを通して、自立可能な複雑な形態の生成を目指すとともに、最適化によって形態を制御し、内部空間をデザインする。

複雑に絡み合う有機的形態の迫力と同時に、その身体的なフォルムゆえに訪れた人に安心感と好奇心をあたえられるようにデザインする。

②製作過程

a) 初期形態の生成

まず、構造的負荷の少ない部分をそぎ落とすソフトキルオプションによって構造最適化を行うことを想定して、初期形態はなるべく大まかでシンプルなボリュームによる構成を持つように空間をデザインする。しかし、この空間は有機的形態の力強さと同時にそれが人間に与え得る安心感を表現できるようにダイナミックな外観と包み込まれるような内部空間をデザインする必要がある。そのために、3D CAD ソフトウェアを用いて、ボリュームを捻ることでフォルムを生成する。この作品はシンプルに屋根と柱によって構成しているが、屋根部分は、平坦な板を対角線中心に捻ることで天に向かって突き上げるダイナミックな部分と、地面に向かって内部空間を包み込むように覆いかぶさる部分が

Digital Studio 成功事例



「デザイナーのセンスや経験だけではなし得なかった
フォルムをデザイン出来るだけでなく、
デザインに構造的な裏付けを持たせることで
複雑な形状をより現実的に捉えることが出来る」

ジェレフ・アタナス
Digital Studio

生成され、屋根の高さにバリエーションを生む。また、柱は屋根の形状に沿うように捻っている。

b) solidThinking Inspired 8.5 による最適化

大まかにデザインしたフォルムを次の条件に基づいて最適化していく。最適化における固定パラメータとして柱と土台の支持面、柱と屋根の自重、屋根が風を受けることを想定し、風荷重、また実際にファブリケーションする素材（ブラパール）の弾性係数と密度を与え、可動パラメータとして、デザインスペースの割合を設定する。このパラメータを変化させることで、Inspired をデザインツールのように使用し、空間を設計する。

それぞれのパラメータは以下に示すとおりである。

固定パラメーター

・材料（ブラパール）

目付：2000g/m

エンドクラッシュ MD：28.9kN/m

エンドクラッシュ TD：20.8kN/m

フラットクラッシュ：1703.7kN/m

※ MD：押し出し成形方向

※ TD：MD に垂直な方向

・自重、風荷重

Inspired は材料の条件を元に自重を自動的に計算して、最適化に使用する機能を持っていることがわかったので、その機能を起動させて最適化を行った。

また、風荷重は 24 方向からそれぞれ 10N の力を与え一方向ごとの最適化の結果を solidThinking 上に保存し、それらの最適化の結果をすべて重ね合わせたものを最終的な形態のデザインに用いる。

・施工方法による限界

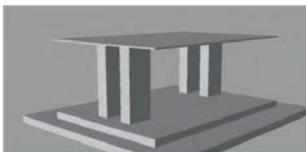
ファブリケーション方法は有機的形態を容易に表現できる相欠き構法で、板状の部材に切り込みを入れかみ合わせることで構造を成り立たせる構法である。Inspired は得られた有機的ボリュームを均質な材料で密につめない限り、施工法を考慮した構造解析とはいえないことがわかった。そのため、ここでは 9mm の材で相欠きを密に組んだ場合の相欠きの強度を確かめる目的で実験を行った。その結果相欠きの本数が 2 本以下の細い部分は強度が弱くなってしまうことがわかった。そのため、今回のデザインでは、相欠きの本数が 2 本以下の部分が出ないように最適化を行ってデザインしていく。

可動パラメーター

・デザインスペースの割合

まず、初期形態を屋根と 4 つの柱の 2 部構成と捉え、屋根からデザインしていく。Inspired によって屋根の初期形態を最適化すると、雲の切れ目のような天窓が現れ、空間内部に気持ちのいい木漏れ日が差し込むだろう。そこでデザインスペースの設定を変えて、天窓のでき方をスタディしていく。デザインスペースは 5% 間隔で調節する。5% のとき天窓の大きさが全体的に大きくなるため木漏れ日のような細かい光は入らない、また 20% 以上においては小さくなるため光がほとんど入らない。そのため、10% ~ 15% の範囲に絞って 1% 間隔でスタディする。その結果最適化の割合が 10% の場合天窓の配置の密度の濃淡がはっきり現れ、差し込む光が一番理想的であった。ここでは、デザイナーの感覚を元に理想的なデザインを決定する。

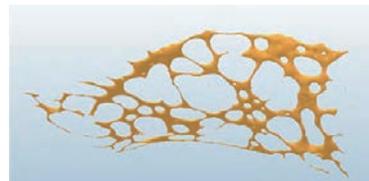
※屋根のデザインを決めた後で、相欠きを細密に組んだ場合において、相欠きの本数が 2 本以下の薄い部分が生じていないかをチェックした結果、3 箇所だけ生じていたので、大まかなデザインは十分な強度を持っていると判断し、その 3 箇所に関してはモデリングによって太くすることで、相欠きの本数が



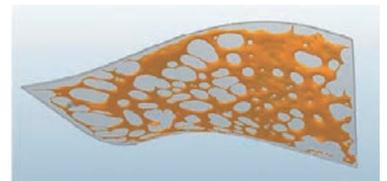
ボリュームを捻る前の形態



捻った後に完成した作品の初期形態



デザインスペースの割合 5%



デザインスペースの割合 10%

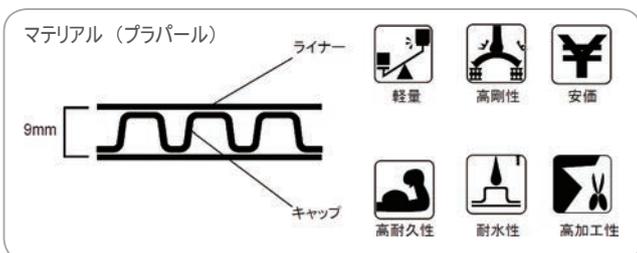


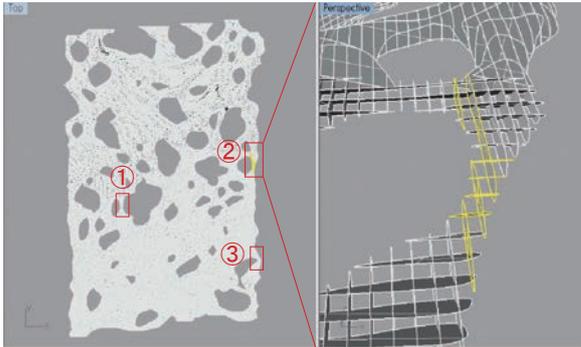
デザインスペースの割合 15%



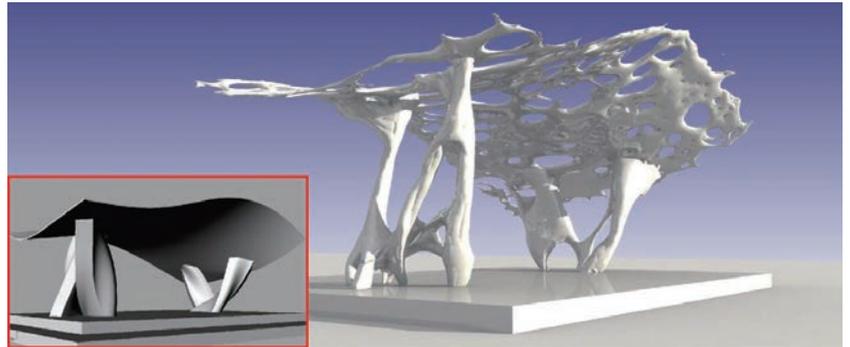
デザインスペースの割合 20%

※上に示す画像は風荷重を1方向からのみ当てた場合の最適化の結果である。





相欠きの本数が2本以下の薄い部分

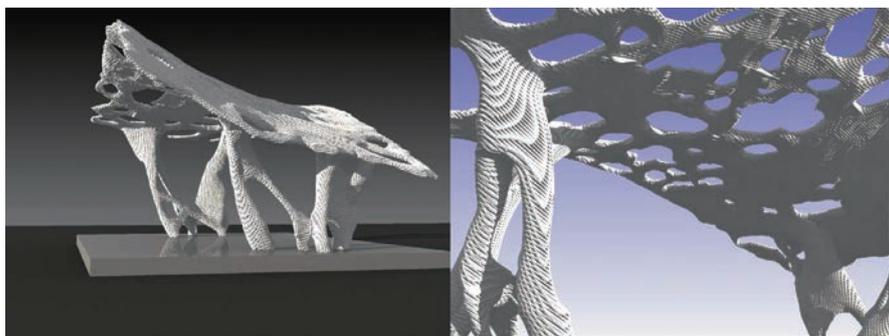


最終形態(屋根のデザインスペースの割合 10%、柱のデザインスペースの割合 20%)

3本以上になるように調節した。上図は問題の3箇所を示したものである。

次に、屋根のデザインにあわせて、4つの柱をデザインする。同じようにデザインスペースの割合を変えて柱と屋根の理想的なマッチングを図る。この時、モックアップによる検証を行ったが、柱についてもファブリケーション方法を考慮して最適化を行う必要があることがわかった。先に述べたように、今回のファブリケーション方法は相欠き構造法と呼ばれ、部材に切り込みを入れてかみ合わせることで構造を成り立たせる構法である。しかし、柱のモックアップ実験より相欠きの本数が2本以下の薄い部分は相欠きの密度を高くしても、相欠き用の切り込みによって材が弱くなる部分が生じるため、ねじれの力に弱くなってしまったことがわかった。そのため、相欠きの本数が2本以下の薄い部分があるべく出ないようにかつ屋根のデザインに合うように柱のデザインをスタディする。その結果、柱のデザインスペースの割合が20%のとき、初めて薄い部分はほとんど生じず、かつ屋根の細かいデザインとうまくマッチしていたために、このときのデザインを柱の最終形態に決めた。

※この作品のデザインにおいて初期形態の柱の本数は4本であるが、柱の本数が3本の場合においてもデザインスペースの割合を変えたスタディも行った。

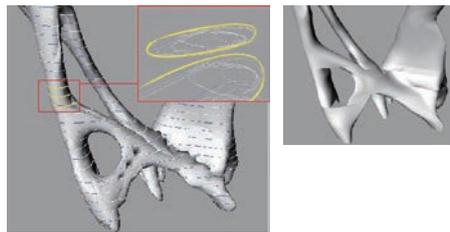


ファブリケーション方法を考慮した作品の完成予想図

しかし、総合的にみて柱が3本のデザインは不安定であり、屋根の荷重により作品が倒れてしまう可能性があるため、最終的に初期形態の柱の本数を4本と決めた。

c) デザインの改良とファブリケーション

・デザインの改良

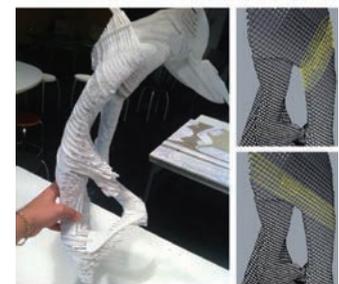


よりファブリケーションしやすくするために最適化によって得られる形態をモデリングによって滑らかな形にデザインしなおす必要がある。上図に示すように最適化によって得られたフォルムを縦方向に一定間隔に輪切りし、一つ一つの輪のアウトラインをNURBSカーブを用いて滑らかに描いた後、それらのカーブをロフトさせていくことで、滑らかな形態を得る。この方法において輪切りの間隔を細かくするほど、最適化によって得られる形態により近い形態が得られる。今回は大きな空

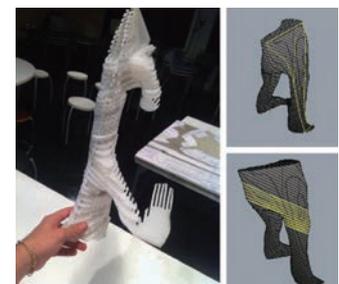
間を扱うので、作業時間を考慮して、輪切りの間隔は10cmにしている。

・ファブリケーション方法の再スタディ

ファブリケーション方法は有機的形態を容易に表現できる相欠き構法で、板状の部材に切り込みを入れ、かみ合わせることで構造を成り立たせる構法である。しかし、そのかみ合わせ方はより細かくスタディする必要がある。まず、相欠きのかみ合わせる面積を増やすため、相欠きを斜めにかみ合わせるスタディ1を行ったが、強度が弱い。そのため、軸力を直接受ける柱方向の材と、それに対して斜めにかみ合う材の2つによって成り立つスタディ2のような構造体を試した結果、強度が十分だったため、最終的な作品もこの相欠きの方法で行う。



スタディ1



スタディ2

・レーザーカット

2011年より東京理科大学に新しく備わった大型のレーザーカッターを用いて部材をカットしていく。プラスチック性のマテリアルのため、高温のレーザーでカットするときに、カットして解けた部分がすぐにくっついて固まってしまう部分が出てくる。そのためレーザーカッターで加工した後、さらに市販のカッターを用いて手で部材を切り出す必要がある。一度部材を切り出したら表面に書かれた番号を元に組み合わせていく。



③ 作品展示

屋外展示会場および学生プレゼンテーションイベントにおいて、デザイナーズウィークを訪れた多くのお客様に Inspired の説明や今回の作品の説明を行った。



④ Inspired および solidThinking を使用して

Inspired はマテリアル条件、荷重条件、支持点などがすぐ感覚的でわかりやすい、と同時に細かく設定できるところが大きな特徴で、マテリアルの条件に基づいて自重を自動的に計算してくれるなどその操作性も非常にわかりやすく容易に使用できる。また、このツールの最も大きな特徴の一つは人間の骨の生成のメカニズムの幅広い研究の成果を容易に意匠・構造設計に応用出来るところである。これにより、デザイナーのセンスや経験だけではなし得なかったフォルムをデザイン出来るだけでなく、デザインに構造的な裏付けを持たせることで複雑な形状をより現実的に捉えることが出来る。

visit the library of
Success Stories
at www.solidthinking.com

Altair について

Altair は、ビジネス情報および技術情報の解析、管理、可視化を最適化するテクノロジーにより、企業の革新および意思決定をサポートしています。2,000 名以上の従業員を擁する株式非公開会社で、19 の国に 40 以上のオフィスを構えています。製品設計開発、先進のエンジニアリングソフトウェア、オンデマンド コンピューティング テクノロジー、および情報分析ソリューションにおいて 27 年以上の実績を持つ Altair では、自動車、航空宇宙、政府官公庁・国防、重機および消費者向け製品などの産業界を代表する 3,000 以上の企業に、一貫して高い競争力を提供しています。また、電子機器や建築、エネルギー業界にも進出し、その数は増加の一途をたどっています。

www.altairjp.co.jp

概念設計ソフトウェア Inspire

Inspire は概念設計を行うために必要な 3次元モデリングやアセンブリ機能に加え、材料の削減や軽量化に有効なトポロジー最適化機能、および基礎的構造シミュレーション機能 (v10.0 より) を搭載した、設計エンジニアのための概念設計ソフトウェアです。最先端 CAE テクノロジーを提供する Altair だからこそ可能な、シミュレーションが導く設計プロセスの新しいユーザー体験を提供します。

3D デザイン・レンダリング Evolve

Evolve はデザイナーが短時間に多くのデザイン案を評価、探求、またはビジュアライズすることを可能にする 3D NURBS モデリングやレンダリング環境を搭載した工業デザインソフトウェアです。Mac OS X と Windows OS に対応し、高品質な 3D モデリングとフォトリアリスティックなレンダリング機能が 1つのパッケージにすべて含まれています。

www.solidthinking.com



アルテアエンジニアリング株式会社 170-6043 東京都豊島区東池袋 3-1-1 サンシャイン 60 43 階
Phone: 03-5396-1341 Fax: 03-5396-1851 www.altairjp.co.jp

  [Altair Japan] で検索