

安藤忠雄の建築における通風特性に関する研究

-A study about Ventilation characteristics of Tadao Ando's Architecture-



Keywords

安藤忠雄 CFD 拡散性情
自然風 自然換気 卓越風

DZ17243 早川 亮輔

1. 研究の背景と目的

安藤忠雄氏の建築物の特徴はシンプルなデザインや自然と調和していることなどが挙げられる。住宅における代表作「住吉の長屋」では住んでいる中で、天候や季節などを感じることができる建築としている。また、教会3部作では「風」「光」「水」といった自然を用いて3つ教会の設計をおこなった。

本研究では、自然と調和させる建築物を設計している安藤忠雄氏の建築物において、自然風の取り入れはどのようになっているのか数値流体解析によって解析を行う。そして、自然風の室内での流れを把握することを目的とする。

2. 手法

本報告ではMSC社のSTREAM v2020を用いた。

STREAMは単純なモデルを作成する機能はあるが、本研究において解析対象とする建物のような複雑な形状のモデルを構築することは難しい。そのため、まずCADを用いて解析モデルを作成した。解析モデルの作成にはGRAPHISOFT社のARCHI CAD ver23を用いた。ただし、ARCHI CADで作成したモデルを直接STREAMに取り込むことはできない。そのためデータ受け渡し用にSTLフォーマットを用いた。

今回、安藤忠雄氏の建築物で解析対象として作成した建築物は「住吉の長屋」「風の教会」「光の教会」「水の教会」「TIMESI」「小篠邸」「領壁の家」「old/new六甲」の8つである。これらをSTREAMにインポートし、解析の条件を与え、各建物に対して気流速度の解析を行った。また、その拡散性情を把握するためにマーカー粒子を設定し、この粒子の動きを見た。開口とする窓の数は建物ごとに違うため、建物ごとに設定を行った。

また、今回解析結果として示すのは「住吉の長屋」「old/new六甲」「水の教会」「光の教会」の4つの建物とした。また、「光の教会」においては解析結果の比較を行うことのために実際の建築物と初期案の建築物の結果

を示す。

各対象建物に対して、定常解析及び非定常解析を行った。定常解析より気流性情を、また非定常解析により粒子の拡散特性の把握を行った。自然換気での換気性能を把握するために風向・風速の条件は建物の所在地の卓越風を用いた。風向・風速は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構のホームページ、風況マップ(H18年度改訂版)より用いた。室内の通風に関する状況を把握するために窓を閉めた状態と開けた状態での比較を行った。非定常解析では解析を行う時間を120秒とした。解析範囲は建物から風上には+30m、高さやそれ以外のところでは+10mに設定した。

図1～6にARCH CADにおける解析前の建築物を示す。

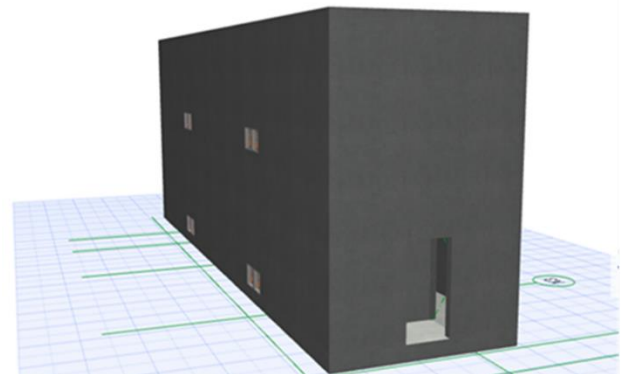


図1 住吉の長屋解析モデル

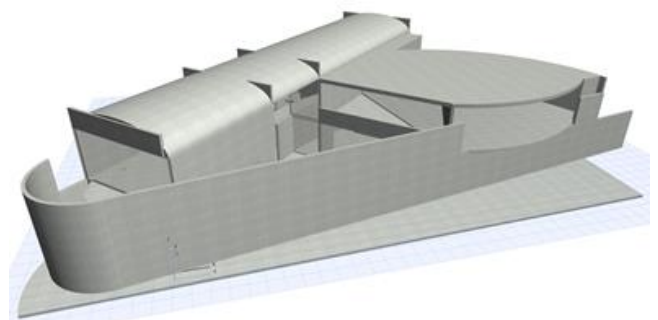


図2 「old/new」六甲解析モデル

3. 解析結果

解析結果については紙面の都合上、4つの建物のみを示す。

(1) 住吉の長屋

住吉の長屋の解析結果を図7に示す。対象建築の開口部は左右の建物の出入り口と建物の側面の小窓であったため開口と設定した。風向・風速の条件は卓越風、西風3.4m/sとした。

住吉の長屋は建物1階においては自然風が流れており、左の室内においては旋回流が発生していた。2階では左の部屋において旋回流が発生しているが、右の部屋では自然風の流入があまり見られなかった。

(2) old/new六甲の解析結果

old/new六甲の解析結果を図8に示す。対象建築の開口部は室内への入り口のみであったためそこを開口と設定した。風向・風速の条件は卓越風、南西の風3.9m/sとした。

old/new六甲は建物全体に自然風が行き届いていない結果であった。建物の1階においては入り口の開口があるため自然風が入ってきており、粒子の動きが確認できた。しかし2階の粒子にはほとんど動きが確認出来なかった。また、建物左側の部屋においても自然風の流入はあまり見られなかった。

(3) 水の教会の解析結果

水の教会の解析結果を図9に示す。水の教会は通常の時は図3で示すような状態であるが結婚式を行う際の演出などの時には図4のように窓を開放することができる建築となっている。今回は図4の状態の時を想定して解析を行った。風向・風速の条件は卓越風、北風の4.5m/sとした。

開口が大きく開いているため図を見ると自然風を取り入れることができていることが分かる。そのため「水の教会」は自然風に関して、自由に变化させられる建物であると言える。

(4) 光の教会の解析結果

光の教会（実際）の解析結果を図10、光の教会（初期案）の解析結果を図11に示す。光の教会の実際の建物は図5に示す様な十字架の部分がガラス張りになっている建物である。しかし、安藤忠雄氏の最初の設計案では図6に示すような建物であり、十字架の部分が開口となっている状態の建物であった。今回は実際の建物と初期案の建物の解析結果を比較し、通風特性の違いについて確かめた。風向・風速の条件は卓越風、南東の風3.7m/sである。

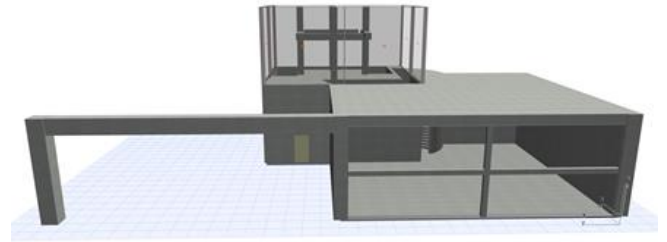


図3 水の教会解析モデル（窓閉）

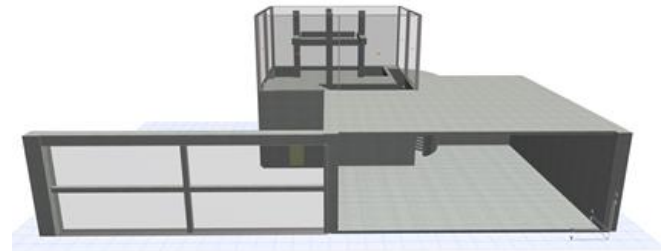


図4 水の教会解析モデル（窓開）

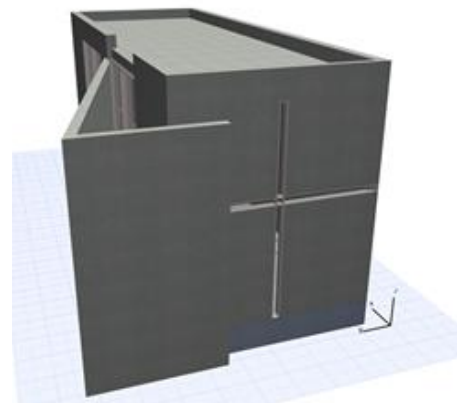


図5 光の教会解析モデル（実際）

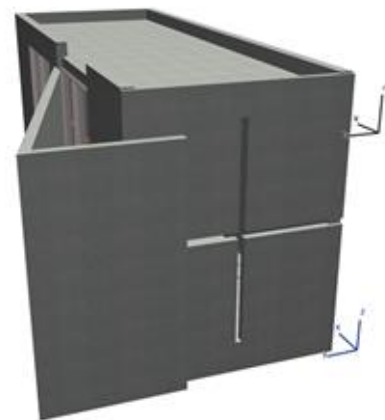


図6 光の教会解析モデル（初期案）

解析結果を見ると実際の光の教会においては建物後方の窓から自然風が入り、中心の窓から排出されるという気流の流れが確認できる。初期案の光の教会では、十字架の部分から自然風が入り、建物後方の開口部から排出されるという気流の流れが確認できる。この2つの結果を比べたときに、初期案の光の教会では建物内で自然風の流れができていないため、初期案の光の教会の方が通風の点で優れていると言える。また、2つの建物内において旋回流が発生している。初期案の光の教会よりも実際の光の教会にて、旋回流の発生が顕著に見られた。

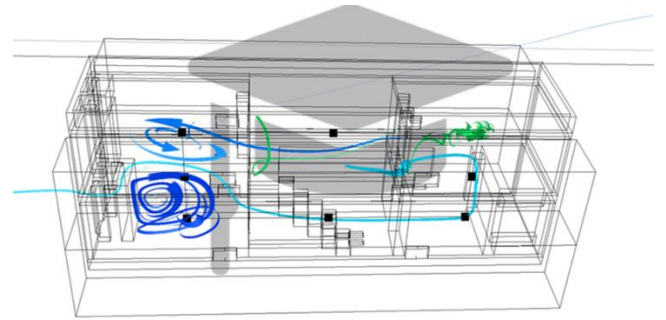


図7 住吉の長屋解析結果

4. 結論・考察

安藤忠雄氏は自然との調和というテーマを掲げているが、自然風の取り入れという観点では建物によって大きく異なっていることが確認できた。

住吉の長屋は建物内に中庭があることにより自然風を取り込んでいる建築物であると言える。しかしすべての部屋において自然風の取り入れができていないわけではなかった。2階の右の部屋においては自然風の流入が少なかった。住吉の長屋の特徴として今回の条件下の場合、2階の右の部屋では自然風が流れにくくなっていると言える。また、気流の流れは1階においては玄関から入ってきた自然風が奥の部屋に流れる風と手前の部屋の中で旋回流となる風で分かれていることが確認できる。2階においては中庭上部から入ってきた風が2階の部屋に流入していることが確認できた。

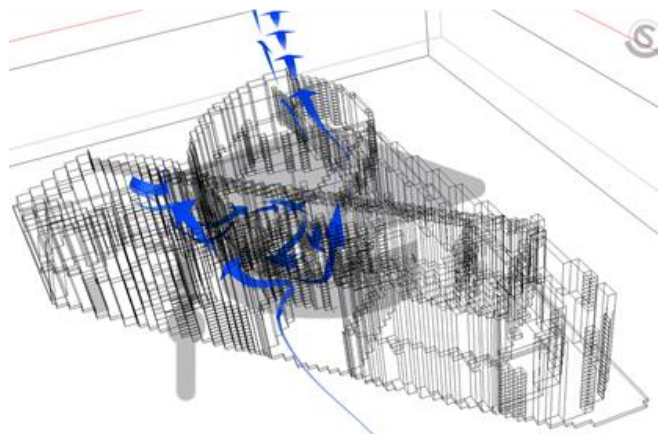


図8 「old/new」六甲解析結果

old/new六甲は建物を見ると一見、ガラス張りになっており自然風も取り入れられていると思えた。しかし、ほとんどがはめ殺しの窓となっており、窓から自然風を取り入れることができない建物であった。そのため、建物内にあまり自然風を取り込めていないと考えられる。出入口付近の部屋では自然風が流れているが扇形部分の2階においては自然風が流れていない。自然風が建物内に入ってきて奥の部屋まで流れない建物の構造になっているのではないかと考えられる。

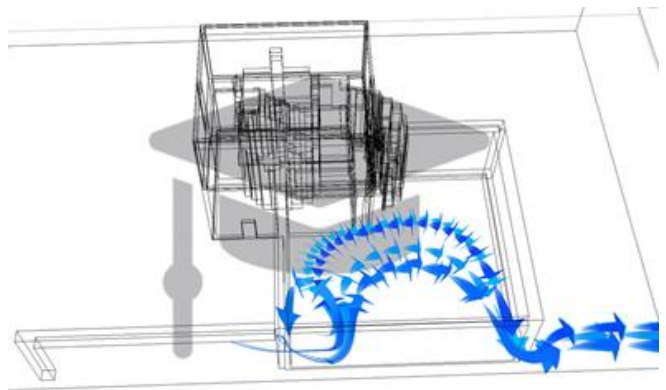


図9 水の教会解析結果

水の教会は建物自体が単純な正方形のような形で窓もほとんどついていない。しかし窓を全開状態にすると自然風が建物全体に流れることが確認できた。また、水辺側の窓を自由に開放できることによって自然風も取り入れることが可能な建物となっている。気流の流れは建物内で円を描くように流れていることが確認できる。気流の流れからも建物内の奥まで自然風が行っていないことが確認できる。水の教会は解放時と閉鎖時のギャップが興味深い建築であると言える。

光の教会は現状の建物では開口とできる場所が2か所であるが、初期案では十字架の部分も開口となっている。そのため建物内において自然風の流れがでやすくなり、建物全体に自然風が行き渡ると言える。実際の建物においても自然風が流入してこないわけではないが、より良いのは初期案の光の教会であると言える。しかし常に開放状態であるため、季節によって建物内が過ごしにくい空間になってしまうことも考えられる。実際の光の教会では建物内で旋回流が発生しているが初期案の光の教会では入ってきた自然風が外部に排出される流れができていることが確認できる。

今回の解析結果から安藤忠雄氏の建築物において自然風が入っている建物とそうでない建物の差があった。これは建築物に使用されている窓がはめ殺しの窓になっており、自然風を取り込むために開閉をすることができないことが原因であると考えられる。開閉可能な窓を使用するとディテールがすっきりしない建築物になってしまう。そのため、安藤忠雄氏はデザイン性を意識し、はめ殺しの窓を使用しているのではないかと考えられる。

光の教会では初期案において建物内の通風を向上させるために図6に示す設計案を出していた。しかし施工主からの要望によりガラス張りに変更されたという経緯があった。安藤忠雄氏の考えの中にはガラス張りにすることで、建物内の自然風の流れが悪くなってしまうことが想像できていたのではないかと考える。このような背景を含め、今回の解析結果から安藤忠雄氏が設計するどの建築物においても、自然風を考えずにはめ殺しの窓を使用しているのではなく、これを考慮した上で仕方なくデザイン性を重視しているのではないかと考えられる。

本研究における解析結果から建物における通風とデザイン性の両立は難しいものとなっていると言える。また、本研究においては住吉の長屋では建物内に中庭を設計しているため、自然風を取り込めている建築物であると言える。そのため今回の対象建築物の中では最も通風とデザイン性の両立ができた建築物であると言える。

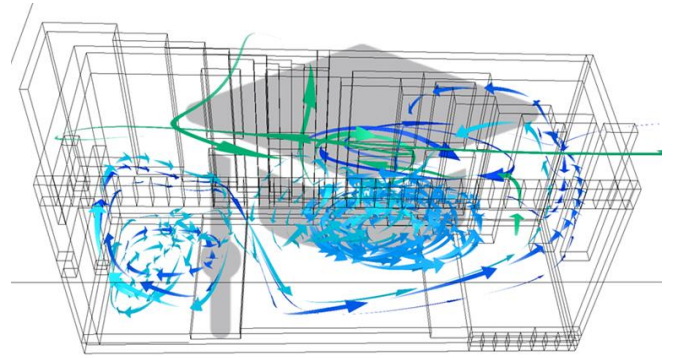


図10 光の教会（実際）解析結果

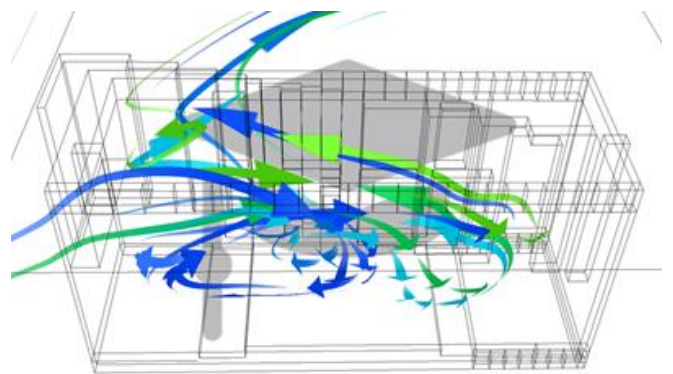


図11 光の教会（初期案）解析結果

引用・参考文献

- 1) 安藤直見・柴田晃宏・比護結子：建築のしくみ（2008）
- 2) YUKIO FUTAGAWA：TADAO ANDO DETAILS（1991）
- 3) YUKIO FUTAGAWA：GA ARCHITECT8 TADAO ANDO（2001）
- 4) 安藤忠雄：Tadao Ando 0 Process and idea 増版改訂版（2019）
- 5) <https://apraw1.infoc.nedo.go.jp/nedo/top/top.html>より引用