

アルゴリズムを用いた集合住宅の設計手法の提案と環境性能評価

第2報 不整形な敷地を対象とした昼光率解析による住戸配置の最適化

214-104 早瀬 利宇 (共同研究者 214-016 江守 哲彰 214-083 中島 咲希 214-119 細川 智絵)

1. はじめに

第1報においては、ファサードにおける日照時間が最大となるよう住棟配置を決定した。第2報では、第1報で決定した住棟配置をもとに室内リビングの昼光率が最大となるような各棟の住戸配置の決定法を示す。

2. 昼光率解析による住戸配置の最適化 2.1 解析モデル

各住戸内リビング床面の昼光率の最大化を目的とした住戸配置の最適化を行う。Grasshopperのコンポーネントを利用し、最適化にはGalapagos、昼光率解析にはDIVAを用いる。4棟全てを一度に扱うと変数となる住戸配置が多くなり、解析時間が過大となる。そこで、1棟ずつまたは1層(2階)ずつ解析を行う方が効率的であると考えた。第1報で決定した住棟配置をもとに棟毎(棟1^{注1})から、あるいは層毎(上層から順に)に最適化を実施し、両者が示す最適解について、第1報で用いた基本形である千鳥配置モデル(図1)と併せて比較する。なお、棟毎の最適化では解析対象とする棟以外は千鳥配置モデルとする。

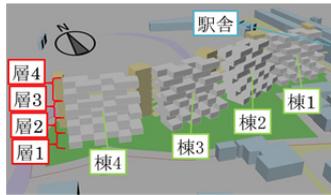


図1 千鳥配置モデル

2.2 解析概要

5m×5mを基本モジュールとし、層1, 2(1~4階)では2×3、層3, 4(5~8階)では3×2とした計6モジュールを想定する(図2参照)。この中にリビングやダイニングを含む2モジュールのL(Living)-Unit、寝室や水回りを含む2モジュールのR(Room)-Unitの2ユニットを無作為に設置し、1つの住戸を構成する。2×3と3×2モジュールの住戸構成全パターンを図3に示す。階高は3mとする。リビングは最南端配置を原則とし、L-Unitが最南端2モジュールにある場合(図3のE, F, e)は、R-Unitと接している側に配置とする(住戸形状が正方形の場合(図3のD, c, f)は南側であれば東西どちらでも良い)。

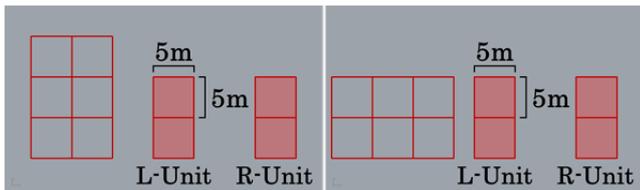


図2 2×3(左), 3×2(右)モジュール 住戸形状概略

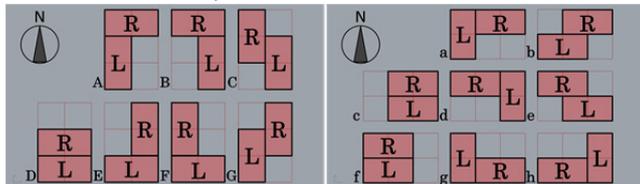


図3 層1, 2(左), 層3, 4(右) 住戸の構成例

図4に1フロアの構成例を示す。層1, 2(1~4階)では3住戸の配置、層3, 4(5~8階)では2住戸の配置とする。リビング床面(図5)を解析対象面とする。住戸形状と住戸配置を設計変数とし、昼光率が最大となるように最適化を行う。解析対象面のグリッドは0.5m角とする。

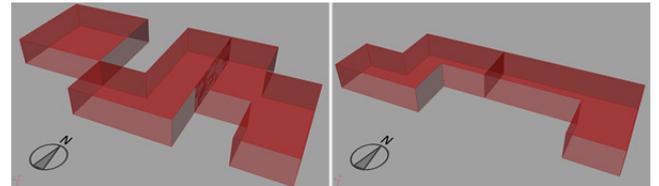


図4 1階(左), 5階(右)住戸例

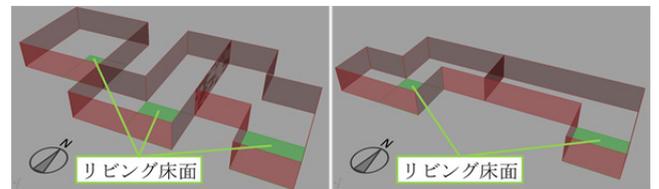


図5 1階(左), 5階(右)住戸例 解析対象面

南側のリビング壁体(5m×3m)には掃き出し窓(1.64m×2.03m)と腰窓(1.64m×0.97m)、東側・西側には腰窓(同上)を設置すると想定。本解析時点では、開口位置を決定していないため、壁体自体を透過率のある部材として仮定し、壁面に対する開口面積比率に複層ガラスの可視光透過率0.82を乗じた値を壁体全体の可視光透過率として設定する。各壁体に設定した透過率を表1に示す。

表1 各壁体の設定透過率

	窓の種類	横	縦	面積 [m ²]	壁体に対する開口面積比率	複層ガラス可視光透過率	設定透過率
		[m]	[m]		[-]	[-]	[-]
リビング東側壁体	腰窓	1.64	0.97	1.59	0.11	0.82	0.09
リビング西側壁体	腰窓	1.64	0.97	1.59	0.11	0.82	0.09
リビング南側壁体	掃き出し窓	1.64	2.03	3.33	-	-	-
	腰窓	1.64	0.97	1.59	-	-	-
(合計)				4.92	0.33	0.82	0.27

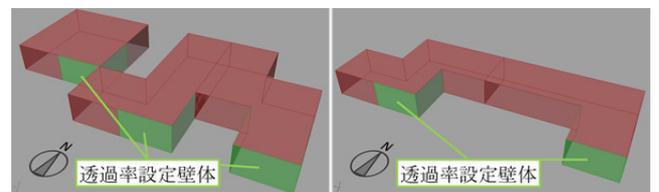


図6 1階(左), 5階(右)住戸例 透過率設定壁体

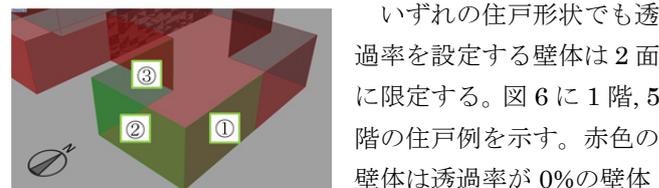


図7 3つの透過率設定壁体

いずれの住戸形状でも透過率を設定する壁体は2面に限定する。図6に1階, 5階の住戸例を示す。赤色の壁体は透過率が0%の壁体であり、緑色の壁体は表1の透過率を設定した壁体である。ただし、リビングのみが最南端にある場合(図3のA, B, C, G, a, d)、図7のように北側を除く3壁体が建物外皮となるが、東側または西側壁体いずれかの透過率を0%(ガラス無し)とする。

2.3 解析結果

棟毎に最適化した結果を図8、層毎に最適化した結果を図9、比較対象となる千鳥配置モデルを図10、3モデルの平面図を図11に示す。また、リビングの昼光率解析の結果を表2に示す。

棟毎に最適化したモデルは、概ね、上から下まで平面的に貫通した凹型となる住戸形状となっている。この場合、天頂に近い方向からの光線が遮蔽されることがなく、リビングに到達しやすく、合理的な結果といえる。

層毎に最適化したモデルは上層から形状を決定していくが、現在の層が左右に長ければ、一つ下の層は前後に長くといった具合に、採光確保をねらいとして各層毎で外側に突き出る部分を増加させる傾向で形状が決定しており、こちらも合理的な結果といえる。

平均昼光率は、棟毎の最適化で3.27%、層毎の最適化で3.34%となり、千鳥配置の2.95%よりも1割程大きい。層毎の最適化の方が棟毎の最適化より微差ではあるが、0.07%上回る。よって、各棟独立して最適化を行う棟毎の最適化より、上層を決定後、下層を決定する層毎の最適化の方が、若干精度が高いと考えられる。

千鳥配置モデルでは、リビングが常に各住戸の南側に配置されるものの、住戸とポイドで交互に構成されるため、リビングを持つ居室の左右の一つ上の階には、常に別の住戸が配置される(図10)。このため、天空光のうち天頂に近い方向からの光線は、南側からの光線を除き遮蔽されやすく、千鳥配置の平均昼光率は棟毎層毎に最適化したモデルよりも小さくなったと考えられる。

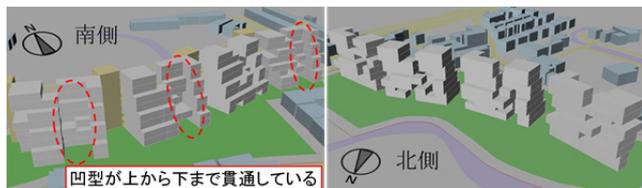


図8 最適化(棟毎)後の住戸配置(北側は住戸のみ表示)

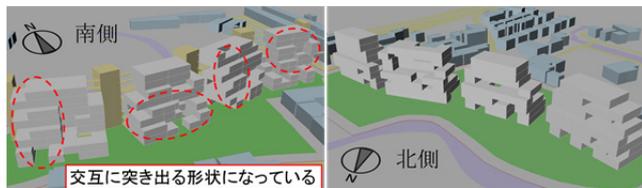


図9 最適化(層毎)後の住戸配置(北側は住戸のみ表示)

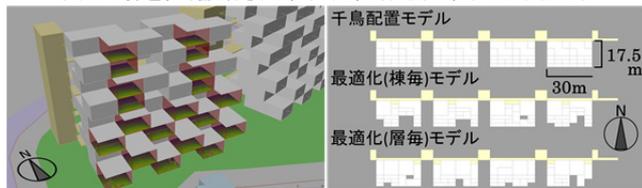


図10 千鳥配置モデル 窓壁体 図11 3モデル 平面図

表2 昼光率解析結果[-]

棟	棟1	棟2	棟3	棟4	全体平均
棟毎	3.21	3.25	3.34	3.28	3.27
千鳥配置	2.92	2.96	2.97	2.96	2.95
層	層1	層2	層3	層4	全体平均
層毎	3.21	3.36	3.40	3.41	3.34
千鳥配置	2.86	2.94	2.97	3.02	2.95

3. 屋上バルコニー利用を想定した積算日射量の確認

3.1 解析概要

下階の屋根面を屋上バルコニーとして利用することを想定し、千鳥配置モデルと棟毎・層毎に最適化したモデルで、屋上バルコニーの日射量と利用可能面積を比較する。日射量解析にはDIVAを用いて、夏至(6月21日)と冬至(12月22日)の各1日分の日射量を確認する。

3.2 解析結果

例として、夏至の千鳥配置モデルを図12、棟毎・層毎に最適化したモデルを図13に示す。また、平均日射量および屋上バルコニー面積を表3に示す。

棟毎・層毎に最適化したモデルは、千鳥配置モデルと比較して、屋上バルコニーにおける単位面積あたりの日射量は共に15%程向上したが、屋上バルコニーとして使用できる面積は小さくなった。

一方、屋上バルコニーのうち、夏至の日射量が3.0kWh/m²以上となる面積は、層毎に最適化したモデルが最も大きくなり、他モデルの2倍以上となった(表3右)。理由としては、屋上バルコニーは千鳥配置モデルでは平面的に分散しているが、層毎に最適化したモデルでは日

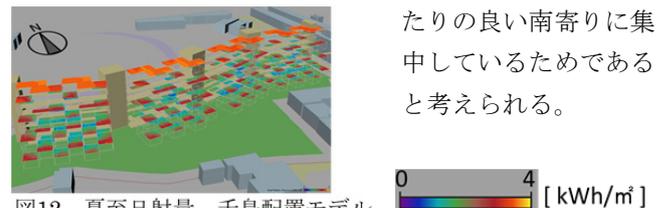


図12 夏至日射量 千鳥配置モデル

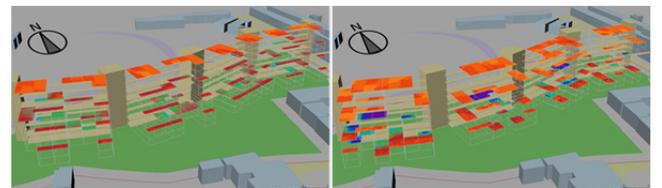


図13 夏至日射量 最適化モデル 棟毎(左) 層毎(右)

表3 積算日射量・バルコニー面積比較結果

	平均日射量		屋上バルコニー 合計面積 [m ²]	平均日射量 (3.0kWh/m ² 以上)		屋上バルコニー 合計面積 [m ²]
	夏至 [kWh/m ²]	冬至 [kWh/m ²]		夏至 [kWh/m ²]	合計面積	
千鳥	2.19	1.13	4,400	3.41	1,023	
棟毎	2.69	1.29	2,613	3.36	1,083	
層毎	2.73	1.32	3,113	3.39	2,138	

4. まとめ・今後の課題

第1報、第2報は、日照・日射解析を環境性能評価軸とし、遺伝的アルゴリズムによって良好な最適解を導き出し、不整形な敷地に適した集合住宅の設計手法について提案した。今後、本結果を踏まえ、トレードオフとなる問題を解決すべく、多目的最適化のプロセスに適応するように検討を進める。

脚注

注1) 図1に示すように住棟数は4つとし、対象建物の東側には駅舎がある。以下、駅舎側から棟1、棟2、棟3、棟4とし、また、地上側から層1、層2、層3、層4とし、1つの層は2つの階で構成される。

・参考文献

1) 窓寸法参考 アルミサッシマーケット HP
<https://www.al-sash.com/size/>