

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4報 密集市街地の建替えをケーススタディとした光井戸を用いた低層部の照度改善

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

1. はじめに

第3報で案出した住戸配置等の最適化では共用部床面昼光率の改善を試みたが、改善幅には限界が見られた。最適化後においても低層部にあたる第2層の共用部床面は、設計基準照度 5,000 lx 換算で 200 lx を下まわる。

第4報では、特に採光を得難い建替え建物の低層部に光井戸を設置することによる共用部および住戸内の照度環境の改善について検証を行う。

2. 2層目共用部床面照度の改善

まず、周辺建物の影響で環境的に不利になり易い2層目・2階(住戸ブロック最下階)の共用部床面について、どの程度照度が期待できるか確認を行う。加えて、光井戸利用時の照度改善効果につき検証する。

2.1 建物モデル

第3報の昼光率解析で使用した建物、周辺街区モデルに、光井戸を追加したモデルを用いる(図1)。

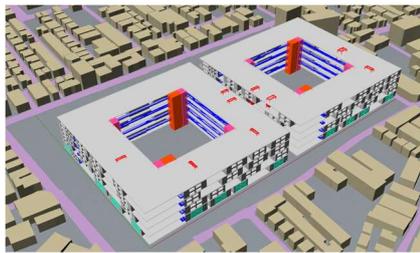


図1 建物モデル

2.2 解析概要

照度解析には Rhinoceros のプラグインである DIVA-for-Rhino(内部の計算プログラムは Illuminance)を使用した。日時は冬至(12月22日)の正午とし、周辺建物や躯体の反射率は安全側に考え、暗めとなる0%とし、天候は通常の晴れ(IntermediateSky)とする。解析面のグリッド間隔は1.5m、総グリッド数は5,760個である。

2.3 光井戸の構成・配置

共用部に用いる光井戸の構成を図2に示す。光井戸の構成は、厚さ0.3mの角筒の内面を反射率100%の鏡面とし、屋根面から3層目床スラブまで貫通させる。光井戸の最上部には、単板ガラス(可視光透過率88%)を被せる。光井戸の底部は(1)開放、(2)拡散性の高いガラスを設置^{注1)}の2パターンとした。

2.4 解析結果

2.4.1 光井戸設置前の共用部床面照度

共用部床面の平均照度を表1に示す。また冬至の床面照度分布について図3に示す。

表1 光井戸挿入前の2層目共用部床面照度(冬至)

	平均照度	100 lx 以上の面積	100 lx 以上の割合
直射光無し	558 [lx]	7,717.5 [㎡]	59.5 [%]
直射光有り	981 [lx]	7,681.5 [㎡]	59.2 [%]

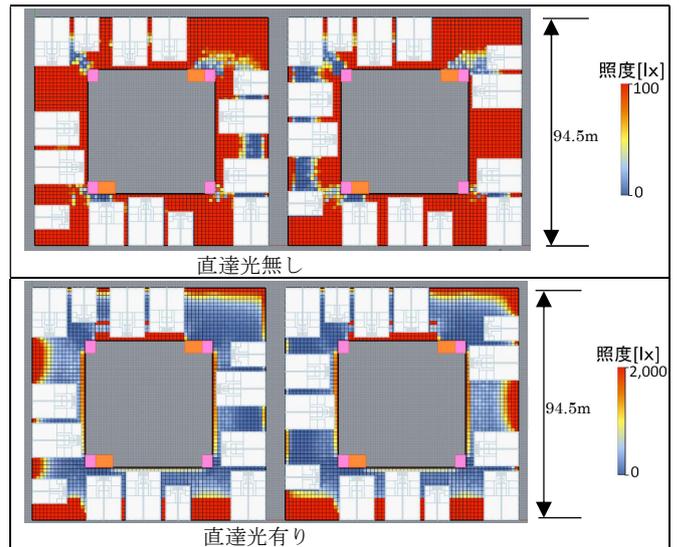


図3 2層目共用部床面照度

直射光無し・有りいずれの場合も、歩行に必要な100lx^{注2)}を超える面積は約60%にとどまる。直射光有りの場合、平均照度は高いものの上層のスラブが底となり、外周より10m以上奥では1,000 lxを下回る。よって、直射光が無い場合は勿論、有りの場合でも全てにおいて十分な明るさの確保は難しい。

光井戸を設置すべく照度が低かつ2層目~5層目まで住戸が重ならない箇所を抽出した(図4)。

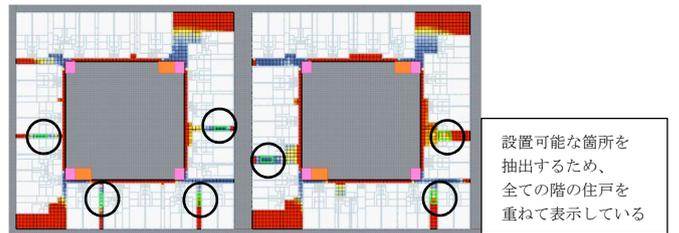


図4 光井戸設置位置(図中の○印)

2.4.2 光井戸設置後の共用部床面照度

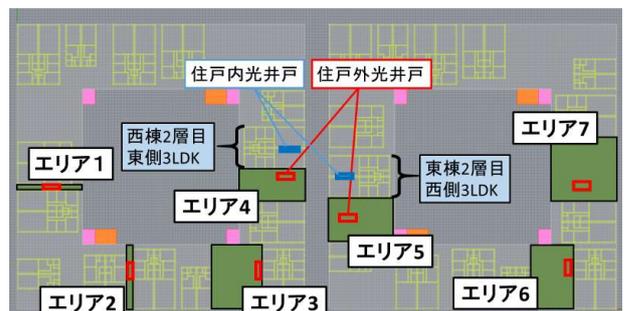


図5 解析位置と光井戸設置位置

光井戸近傍床面(共用部のうち図5のエリア1~7)に限定して解析を行う。光井戸設置前、設置後の底部開放と底部拡散ガラス有りの平均照度を表2に示す。

表2 光井戸設置前後の2層目共用部床面照度(冬至)

	①光井戸設置前[lx]	②底部開放[lx]	③底部拡散ガラス[lx]
エリア1	304.8	363.1	321.5
エリア2	766.4	850.9	784.7
エリア3	1481.8	1493.4	1490.5
エリア4	184.9	214.7	204.5
エリア5	133.6	176.1	163.9
エリア6	1417.9	1466.4	1449.3
エリア7	667.0	727.6	711.4

ロ型住戸同士が近接し、暗くなるエリア4とエリア5に着目する。光井戸設置前の照度分布を図6に示す。

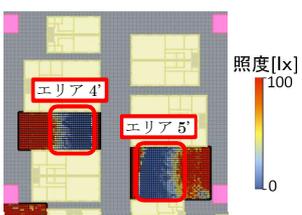


図6 設置前照度分布

光井戸設置前でもロ型住棟の中庭側と外側は明るいことから、光井戸設置前で200lx以下の箇所を抽出し、「エリア4」「エリア5」とし比較を行う。解析結果を表3に示す。

表3 光井戸設置前後の特に暗いエリアの床面照度(冬至)

	①光井戸設置前[lx]	②底部開放[lx]	③底部拡散ガラス[lx]
エリア4'	58.5	93.4	81.6
エリア5'	46.3	93.8	79.3

光井戸を設置することで、底部開放では約90lx、底部拡散ガラスでは約80lxに照度を改善することができ、照度が低く、かつ直射光無しの場合でも、100lx弱の照度を確保することができる。

また、光井戸が解析エリアのほぼ中心に位置するエリア5'で、設置後に50lxを超える面積の増加量について比較を行う。結果を表4と図7に示す。

表4 光井戸設置後に50lx以上となる面積の増加量

	光井戸面積	底部開放(②-①)	底部拡散ガラス(③-①)
エリア5'	10 m ²	63.5 m ²	82.75 m ²

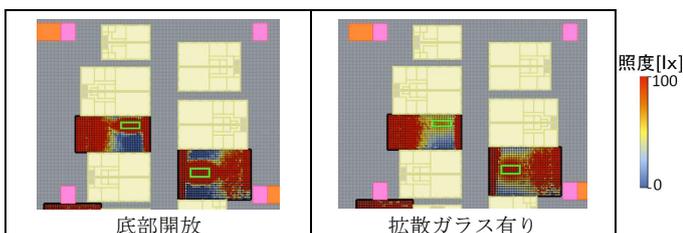


図7 光井戸利用時の照度分布

底部開放は光井戸面積の約6倍、底部拡散ガラスは約8倍の範囲で照度を改善することができる。このことから、拡散ガラス使用時には、改善量は少ないものの、光の拡散幅が広がり、より広い範囲の照度の向上が可能である。

3. 居室照度の改善

3.1 住戸内光井戸の構成・配置、解析概要

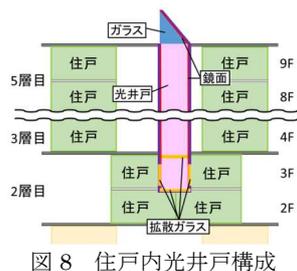


図8 住戸内光井戸構成

住戸内に用いる光井戸の構成を図8に示す。3階住戸においても、側壁面からの採光を期待し、光井戸底部のみならず、側壁面に2.3節と同じ拡散性の強いガラスを設置する。また導

光部は、直射光が鏡面に当たった後、極力、反射回数を増やすことなく、下層まで光が届く形状とした。

この光井戸を、LDK床面の照度が最も低い「西棟2層目東側3LDK」と「東棟2層目西側3LDK」に設置する(図5)。設置に伴い、上層の住戸位置の調整を行った。また、居室の照度は300lx^{注2)}必要なため、直射光有りとした晴れ条件で、冬至の正午について解析を行う。解析面は、住戸内LDK床面とし、解析グリッド間隔は0.5mとする。

3.2 住戸内光井戸 解析結果

表4に解析結果を示し、住戸内光井戸挿入前後で比較を行う。

表4 光井戸挿入前後のLDK床面照度(冬至)[lx]

棟	階数	住戸位置	光井戸設置前[lx]	光井戸設置後[lx]
西棟	2F	南	63.5	393.0
		北	58.9	295.5
	3F	南	53.1	1333.5
		北	48.7	976.7
東棟	2F	南	54.5	481.4
		北	51.2	335.6
	3F	南	41.9	1744.0
		北	41.3	1241.3

光井戸を設置する前は約50lxと低い照度だったが、設置後は、低くても約300lxほどに改善された。3階に比べ2階の照度が低いのは、3階に多くの光が分散されたため、2階に届く光の量が少なくなったためと考えられる。今後の課題として、拡散ガラスの位置や性能、光井戸側壁面の開口部の大きさ等について検討し、組み合わせを最適化していく必要がある。

4. まとめ

- ・第3・4報では密集市街地の建替えをケーススタディとして、日照・通風解析を評価軸とした住戸配置と開口部配置の決定、光井戸による照度改善を実施した。
- ・本研究では、2通りの集合住宅の設計プロセスを対象に環境性能を評価軸とするアルゴリズムを用いた設計手法を提案し、適用事例を示した。提案手法を用いることで設計案を環境工学の面から改善することが可能である。

脚注

注1) 拡散ガラスは、透明に極めて近い白色を仮定し、鏡面反射率：0%、表面の粗さ：0%、可視光透過率：100%、透過光のうち拡散しない割合：0%とした。
注2) 『JIS Z 9110:2011 照明基準総則』より引用した。