

天空率を指標とした場合の採光の基準値に関する研究

－ 街区の天空率の特性と室内照度との関係 －

大阪府住宅まちづくり部建築防災課
大阪工業大学工学部
大阪工業大学工学部
タマホーム株式会社営業課

川添 千紘
岡山 敏哉
河野 良坪
森 康輔

1. はじめに

1.1 研究の背景

1919年に住環境の確保を目的の一つとして道路斜線制限が制度化されてから95年が経過し、当時とは前面道路の最低基準や住居形態が大きく変化したため現代の街と基準の間にずれが生じている。そこで、道路斜線制限の緩和を目的に、外部空間の明るさと相関があるとされる天空率を用いた天空率制度が2002年に制度化されたが、適用基準は「測定地点において斜線制限時の天空率を確保する」とされており、明確な基準値は不明である。

一方、近年整備が喫緊の課題である密集市街地では、事業採算性を確保するための形態規制の緩和により、集合住宅に建て替えるという手法が用いられる。しかし、このような集合住宅で住環境が確保されるかは疑問である。

このことから、天空率と住環境の関係を明らかにすることが求められる。

1.2 目的

本研究の目的は、天空率を指標として斜線制限や天空率制度の特性を検証すること、そして、密集市街地の建て替えを想定し、「採光」に着目して天空率と室内照度との関係性を検証することで光環境が確保されるような集合住宅への建て替えのありかたを検討することである。

2. 研究方法

研究の流れを図-1に示す。

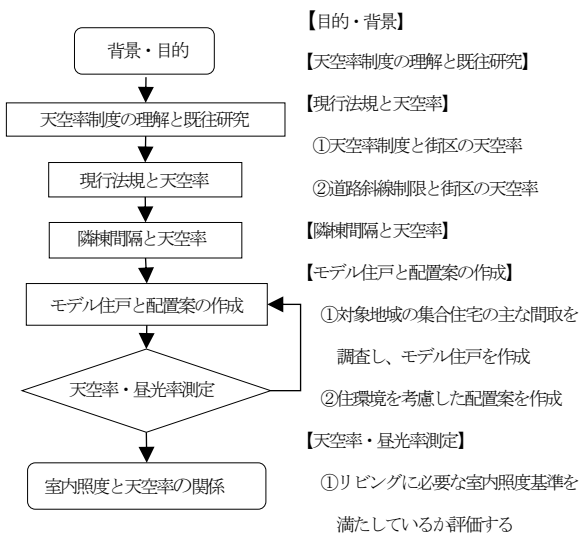


図-1 研究フロー

解析に用いたモデル街区の設定に関しては、密集市街地の整備が進められている大阪府寝屋川市萱島東地区を参考にした。

天空率の解析には、生活産業研究所(株)の建築基準法集団規定解析システム ADS9、昼光率解析には Robert McNeel & Associates の Rhinoceros のプラグインである DIVA-for-Rhino を使用した。

3. 天空率制度の特性

3.1 建物高さ・道路幅との関係

建物高さ・道路幅を変化させ天空率制度の特性を検証した。集合住宅を想定し、建物高さは9.5m(3階建て)、12.5m(4階建て)、15.5m(5階建て)、18.5m(6階建て)の4種を、道路幅は7m~11mまで1mごとに測定した。敷地面積は参照した萱島東地区の街区を簡略化し25m×12mに、建築面積は各辺2mのセットバックを想定し21m×8mとした。用途地域は参照した街区にならい1種住居地域を設定した。

結果をまとめると、以下の4点が明らかになった。

- ・一定条件下で天空率制度が適用される最低道路幅と建物高さは、ほぼ比例関係にある(図-2参照)
- ・適合建築物と比較すると、計画建築物の天空率は道路幅の影響を大きく受ける(図-3参照)

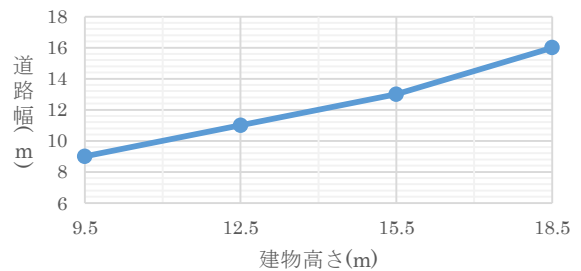


図-2 天空率制度が適用される道路幅と建物高さ

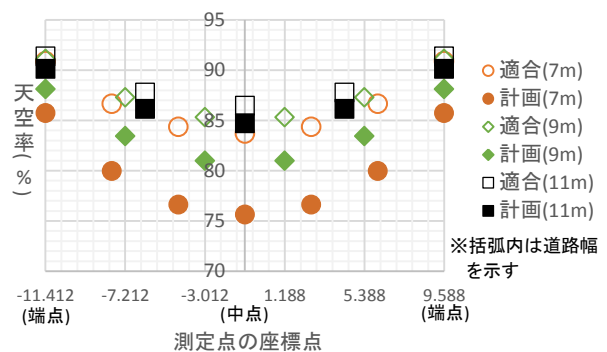


図-3 5階建て建物の天空率

- ・両者の天空率の差は道路幅によらない(図-4 参照)
- ・道路幅を固定し建物高さを変化させると、建物高さが高いほど測定点ごとの天空率の差は大きい(図-4 参照)

3.2 建物配列との関係(図-5 参照)

2 棟の建物の隣棟間隔を広げていくにつれ、天空率がどのように変化するかを検証する。建物は10m×20m×12m、前面の道路幅を6mに設定し、天空率の測定点を高さ0mで両建物の中心位置とする。2 棟の建物を道路境界線に沿って並べ接している状態から始め、左右対称に両建物をそれぞれ1mずつ離していく。したがって、隣棟間隔は0mから2mずつ離される。今回は12mまで測定する。

その結果、建物の隣棟間隔についてはどの建物高さのときでも、どの隣棟間隔の変化のときでも、天空率は線形的に向上することが明らかになった。

4 斜線制限と天空率との関係

4.1 適合・計画建築物と天空率(図-6 参照)

道路斜線制限内におさまる建築物(以下、適合建築物)の建つ街区の天空率の特性を求める。適合建築物のみが建つ街区と、全街区斜線制限にとられない建築物のみが建つ街区の天空率を比較する。共通条件は、①道路幅6m ②敷地(街区)面積200㎡ ③建蔽率100% ④3×3の配置モデル ⑤第1種住居地域とする。天空率の特定地点の取り方は、高さ1.5m地点で中心街区の周囲に1m間隔で道路中心線まで1mごとに設定した。比較条件は、最高高さ12.5mの適合建築物と、建物高さ12.5mの直方体状の建築物とした。

その結果、この条件下では、中心街区からの後退距離0m地点で約10pt、1m地点で約16pt、2m地点で約20pt、3地点(道路中心)で約21ptの差が生じ最低でも10ptの差が開く

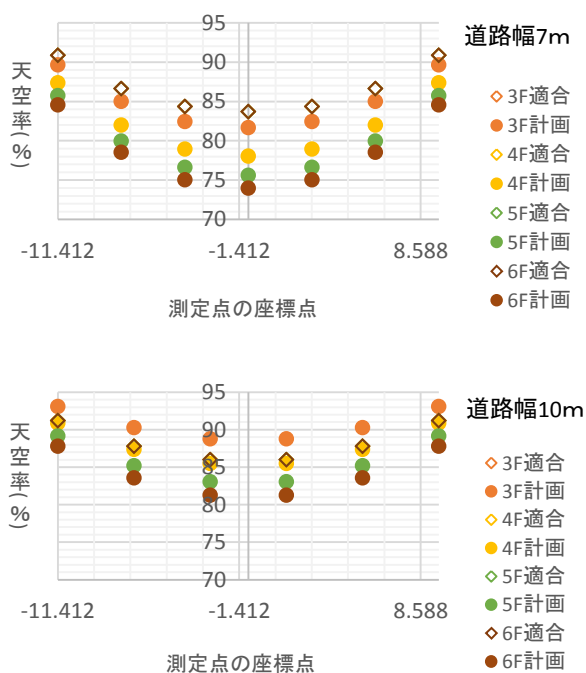


図-4 道路幅・建物高さによる比較

ことが明らかになった。

4.2 斜線勾配と天空率(図-7 参照)

斜線制限の勾配を変化させ街区の天空率がどのように変化するか検証した。先ほどの共通条件のまま、天空率の測定点の取り方を道路中心線から道路の向かい側までとした。また、住居地域のため1層を3mに設定し敷地の形状の南北方向と東西方向で、7パターン勾配(1:1, 1:1.25, 1:1.3, 1:1.35, 1:1.4, 1:1.45, 1:1.5)を検討する。

その結果、勾配を変えることによって天空率が大きく下がる場合として、以下の2点が挙げられた。

- ・勾配を変えることで建てられる階数が増えるとき
- ・勾配を変えることで中間層の床面積が大きくなる時

5 天空率と照度環境

5.1 モデル住戸の概要(表-1 参照)

5.1.1 住戸のモデル化

萱島東地区周辺の5つの町の賃貸集合住宅のうち、1LDK・2LDK・3LDKの平面プランを計70戸収集した。それぞれについて各室の配置と築年数の観点から代表的なものを選び、それらを基に萱島東地区のモデルプランを作成した。このうち、2LDKと3LDKを組み合わせ作成した住戸配列モデルを基本ケースと考え、第1案とする。この第1案をもとに、昼光率による室内照度環境を改善すべく、第2案・第3案を検討した。

5.1.2 モデル住戸の概要

第1案の建物幅は24.7m、奥行13.5m、高さ15.5m(5階建て)に設定した。第2案に関しては第1案の建物中央に吹き抜けを設け、幅を1~6mの範囲で段階的に広げた6ケースを設定した。第3案では中住戸の突出しの長さを南側

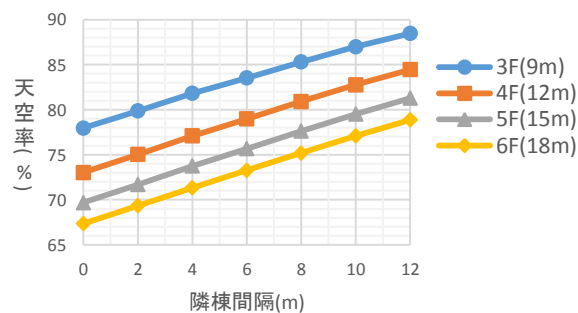


図-5 建物高さ毎の隣棟間隔の変化による天空率の変化

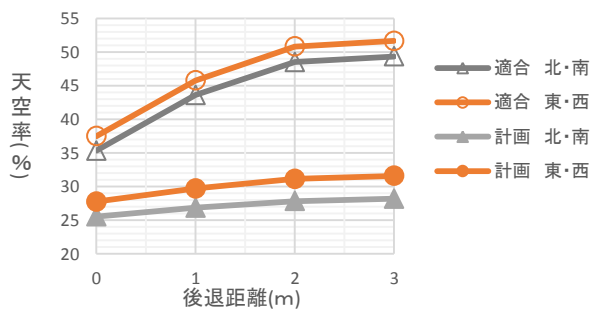


図-6 斜線制限の有無と後退距離による天空率の変化

に1~3mの範囲で段階的に広げた3ケースを設定した。天井高は一律2.6mに設定している。検討建物の南側には検討建物と同じ幅・奥行きの直方体の建物を設置した。南側の建物との距離は8mとする。第2案の場合は突き出ている部分の端から南側の建物までの距離を8mとしている。

5.2 天空率と昼光率測定

各評価対象モデルの1,3,5階のリビングの天空率、昼光率、及び、照度を算出する。リビングは①~④室(表1)の中で、南側壁面から2.84mの範囲である。開口部以外全ての床・壁・天井等の透過率・反射率はそれぞれ0%に設定した。今回は得られる昼光率の最高限度を推定するために、開口部は透過率100%とする。(仮に、可視光透過率x%のガラスを用いる場合は昼光率にx%を乗ずればよい。)第1案に関しては側面に開口が設けられている場合(図8-1))と、開口が無い場合(図8-2))の2パターンの解析を行った。端の住戸には南側に開口が1箇所、開口有りでは更に側面に1箇所ずつ設置される。中央の住戸には南側に開口が2箇所設置される。昼光率の評価については、JIS規格により定められているリビング全般に必要な最低限度の照度30lxを評価基準とし、曇天時の設計用基準照度(5,000lx)に

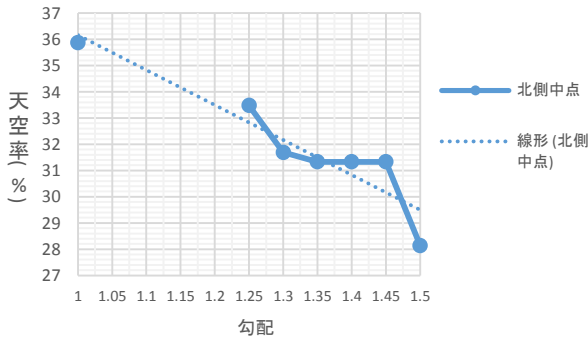


図-7 斜線勾配の変化と天空率

表-1 評価対象モデル

	配置案	パース
第1案	<p>●: 天空率測定点(吹きぬけ部側面開口中央)</p>	
第2案	<p>吹きぬけ幅 1,2,3,4,5,6m</p>	
第3案	<p>突き出し長さ1,2,3m</p>	

算出した昼光率を乗じた値が基準を超えるかについて評価する。

その結果、昼光率及び換算した照度の結果を表2に示す。まず第1案の評価結果より、側面に開口を設けることで外住戸(①・④)の昼光率が1階では約3.4%(170.0lx)、3階では約3.4%(167.5lx)、5階では約4.9%(244.0lx)に向上した。

更に第1案の評価結果より1階・3階の中住戸(②・③)の照度が基準となる30lxを超えないことが明らかになったため、第1案で効果のあった側面開口を中住戸にも設置可能な第2案・第3案を検討した(表-1参照)。

吹き抜けのある第2案では、第1案と比較すれば室内照度環境は改善されているものの、吹き抜け幅をどれだけ広げても3階以下は照度が評価基準の30lxを超えない。

突き出し部のある第3案では、第1案と比較すると全ての階で明らかに室内照度が改善されており、突き出し長さが2m以上では全ての階で30lxを超えた。

3階について、第2案の昼光率グラフ(図9-1))と第3

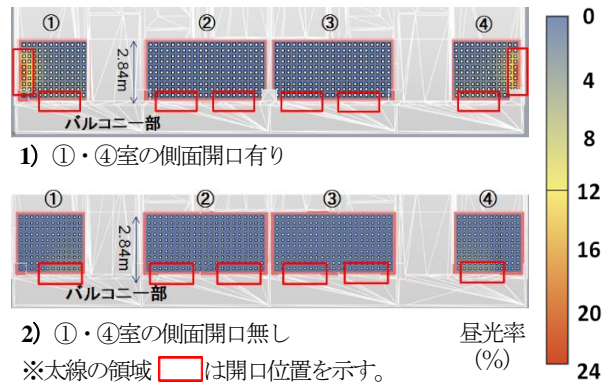


図-8 第1案 昼光率解析結果(表1における太線内領域)

表-2 昼光率・照度・天空率の測定結果

(※濃い部分は30lxをこえたところ)

			1F	3F	5F
第1案 (窓無し)	外住戸	昼光率(%)	0.1	0.1	2.3
		照度(lx)	5.0	6.5	114.0
第1案 (窓有り)	中住戸	昼光率(%)	0.1	0.1	2.3
		照度(lx)	5.0	6.0	113.5
第1案 (窓有り)	外住戸	昼光率(%)	3.4	3.4	4.9
		照度(lx)	170.0	167.5	244.0
第1案 (窓有り)	中住戸	昼光率(%)	0.1	0.1	2.3
		照度(lx)	5.0	6.5	114.5
第2案 (中住戸)	1m	昼光率(%)	0.1	0.2	2.3
		照度(lx)	6.0	7.5	114.5
		天空率(%)	0.1	0.2	2.6
		昼光率(%)	0.1	0.2	2.6
		照度(lx)	6.0	8.0	130.5
		天空率(%)	0.3	0.7	5.8
	3m	昼光率(%)	0.1	0.2	2.8
		照度(lx)	6.0	8.0	140.5
		天空率(%)	0.5	1.4	7.4
		昼光率(%)	0.1	0.2	2.8
		照度(lx)	6.0	9.0	142.0
		天空率(%)	0.8	2.1	8.0
5m	昼光率(%)	0.1	0.2	2.9	
	照度(lx)	6.0	11.0	148.0	
	天空率(%)	1.1	2.8	8.2	
	昼光率(%)	0.1	0.3	3.0	
	照度(lx)	6.0	13.5	147.5	
	天空率(%)	1.5	3.4	8.1	
第3案 (中住戸)	1m	昼光率(%)	0.4	0.7	2.6
		照度(lx)	20.0	35.0	128.5
		天空率(%)	6.5	9.0	12.7
	2m	昼光率(%)	0.7	0.7	2.9
		照度(lx)	35.0	36.5	143.0
		天空率(%)	8.8	10.6	13.2
	3m	昼光率(%)	1.6	1.7	4.0
		照度(lx)	79.5	83.0	200.0
		天空率(%)	15.0	16.9	20.5

案の昼光率グラフ(図9-2))を比較すると、第2案の性能向上は微小なものと思われる。

5.3 室内照度と天空率の関係(図-10 参照)

一様天空であれば、室内昼光率は窓の立体角投射率で決定される。従って、開口位置での天空率と室内昼光率には一定の相関が見られるであろう。この関係を資料化すれば建築設計において、昼光率解析を行わなくても、比較的計算が手軽な開口位置での天空率から室内の昼光率を簡易に推定できるものと考えられる。そこで、本節では昼光率と天空率の解析結果の関係を調べる。天空率の測定点は第2案の吹き抜け部・第3案の突き出し部の側面開口の中央とし、床面から1m高さの位置に設定した(表1参照)。同一階では吹き抜け幅や突き出し長さにかかわらず、天空率と昼光率はおおよそ線形の関係にある傾向が伺える。第2案については、5階では天空率が10%には届かないものの、天空率の1/2~1/3程度の昼光率が確保できた。他の階については、昼光率は天空率の約1/10程度となった。第3案については、5階では天空率が20%程度を超えることもあり、昼光率は天空率の約1/5程度となった。他の階については、第2案同様約1/10程度となった。5階と他の階で傾向は異なるが、天空率と昼光率の間に正の相関が見られる結果となった。

6. まとめ

本研究では、まず、現行の法規における街区の天空率の特性を明らかにした。天空率制度については、周辺建物を考慮せずに天空率を算出しているため天空率の値が高い。これは実際に人が感じる明るさと差が出ると考えられ、斜線制限の緩和規定として居住環境性能を維持するためには天空率の基準値を求める等、制度を改良する余地もあるだ

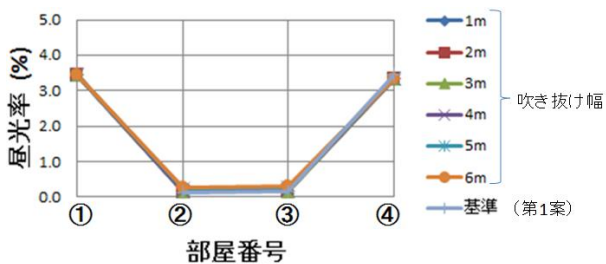
ろう。斜線制限の特性としては、街区の天空率向上に効果をもたらすことが明らかになった。また、敷地の大きさや道路幅によって変化するため明確な斜線制限の最適な勾配値は一概には言えないが、街区の天空率の閾値を求めそれを満たす天空率を確保できる勾配を決定することで、より光環境面において有効な斜線制限や現在よりも緩和された斜線勾配の可能性も考えられる。

次に、集合住宅建て替え時の照度環境について天空率との関係を明らかにした。住戸の配置手法として、突き出し部を設けた住戸配列では全住戸で照度環境が良好で、特に2m以上突出すと効果的であった。従って、土地を共同化する際、採光性能の観点からは南北に長くすることが推奨されるだろう。

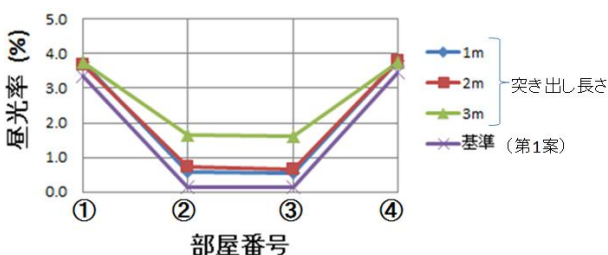
今後の課題として、街区の天空率と開口位置での天空率の関係性を具体的に示すことや、街区の天空率の閾値を求め天空率制度等の基準値を求めることが挙げられる。

参考文献

- 1) 切田元 大澤義明 蓮香文絵 中川享規(2007年7月)「天空率規制が建物平面配置・形状に及ぼす影響に関する解析的研究」、日本建築学会計画系論文集、第617号、71-78
- 2) 青木充広 大澤義明 切田元 小林隆史(2010年2月)「天空率規制下で建築ボリューム最大化により誘導される建築形態」、日本建築学会計画系論文集、第75巻(第648号)、403-410
- 3) 桜井修 須藤明宏 三浦昌生(2005年9月)「商業地域の集合住宅を対象とした夏季と冬季の日照環境に対する住民の意識 川口駅周辺商業地域と浦和駅周辺商業地域を対象としたアンケート調査」、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、883-884
- 4) 篠崎道彦 桑田仁 齊藤圭(2000年9月)「建築物周辺の曇天時照度比・天空率と晴天時日射エネルギー比」、日本建築学会計画系論文集、第535号、189-196



1) 第2案 吹きぬけ幅毎の比較



2) 第3案 突き出し長さ毎の比較

図9 3階の各部屋の昼光率

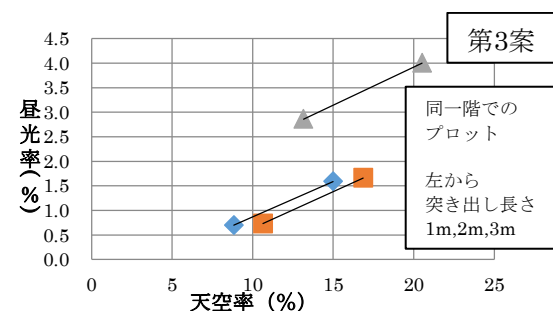
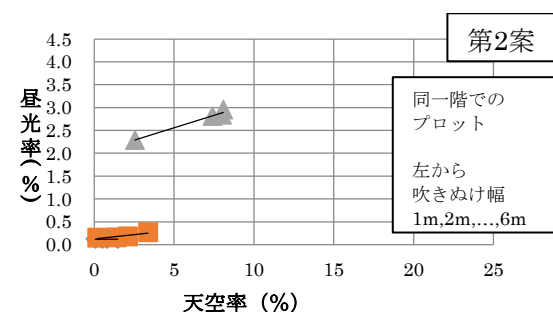


図-10 天空率と昼光率の相関