

都市空間の高度利用の適性水準に関する基礎的考察

信州大学工学部

正員 奥谷 巖

学生員 〇 利重 誠

1. ま え が き

都市空間の高度利用は必須のことと思われるが、高度利用からもたらされる弊害は、また、でき得る限り取り除かなくてはならない。すなわち、高度利用の適性水準を明らかにすることができれば、好ましい都市環境を維持した適性の都市開発が行なわれるのではないだろうか。実際に、都市環境の心理的要因を明らかにしようとする調査、研究は多数なされている。さて、本稿では、視覚的面で、このような要因の一つになり得るのではないかとと思われる天空率について、簡単なモデルを使って、建物の大きさ、配置との関係を明らかにすることを試みた。しかし、天空率のもつ実際の意味は、外業により、他の要因との関連をもって初めて言及されるものと思われる。

2. モデル および 天空率について

図-1のごとく、縦 D 、横 L 、高さ H の直方体の建物が、横に L_1 、縦に L_2 の間隔をもつて整然と並んでいるものをモデルとする。また、点 O_1 、 O_2 、 O_3 は、視点の位置を表わす。つぎに、図-2を参照にして天空図を描く。すなわち、点 O を中心として、半径 r (天空図の半径) の半球を考え、球の中心から建物の面へ垂線をおろしたとき、その足の長さを r' とする。この垂線から角 φ の方向角をもつ建物面上の鉛直線を PP' とすると、中心 O から点 P' の見かけの高度を θ として、天空図上での P' の位置は図形的関係より求まる。すなわち、天空図上で、中心 O からその点までの距離を r' とすれば

$$r' = r \cos \theta = r \cos \{ \tan^{-1} \left(\frac{H}{L} \cos \varphi \right) \} \quad (1) \quad \text{となる。このようにして}$$

図-1の視点 O_1 において描いた天空図が図-3である。さて、天空率は天空図において、建物によつてさえぎられえない空の部分の面積 S の、天空図全体の面積に対する割合である。いま、天空図に、 n 個の Δ 面と、 m 個の D 面が存在し、各々の占める φ が、 Δ 面に対しては $\varphi_1' \sim \varphi_n'$ ($i=1, 2, \dots, n$)、 D 面に対しては $\varphi_1'' \sim \varphi_m''$ ($j=1, 2, \dots, m$)とし、天空率を β とすると

$$\beta = \frac{S}{\pi r^2} = \frac{1}{2\pi r^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (r')^2 d\varphi = \frac{1}{2\pi r^2} \left\{ \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i'}{r} \right)^2 d\varphi + \sum_{j=1}^m \left(\frac{r_j''}{r} \right)^2 d\varphi \right\} \quad (2)$$

と書ける。図-1から明らかなように、建物の並びは対象点 O_1 を通り D 面に平行な直線に関して線対称であるので、 $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ で検討することとし、任意の建物の位置関係を、図-1に示すような二次元の行列を使って表わすとき、 (m, n) の建物について、 Δ 面に対しての r' を r_i' とすると、 r' は式(3)のようになる。同様に、 D 面に対しては r_j'' とし、式(4)で示される。

$$r_i' = r \cos \left[\tan^{-1} \left\{ \frac{H}{m(L+L_1) + \frac{L}{2}} \right\} \cos \varphi \right] \quad (3)$$

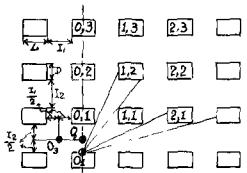
3. φ_i' , φ_j'' および φ_i' , φ_j'' について

図-1. モデル

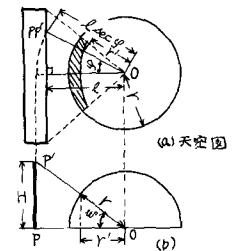


図-2. 天空図の描き方

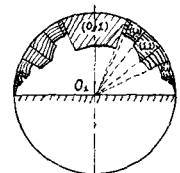
図-3. O_1 における天空図

図-4のごとく 第 (m, n) の建物の①, ②, ③の点の φ をそれぞれ $\varphi(1, m, n)$, $\varphi(2, m, n)$, $\varphi(3, m, n)$ とすれば 式(5)~(7)が得られる。

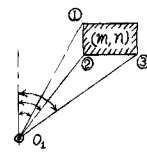


図-4

$$\varphi(1, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) - \frac{L}{2}}{n(D+L_2)} \right\} \quad \text{---(5)} \quad , \quad \varphi(2, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) - \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - D} \right\} \quad \text{---(6)}$$

$$\varphi(3, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) + \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - D} \right\} \quad \text{---(7)} \quad . \text{このとき, } L \text{ 面, } D \text{ 面に対しての積分範囲を, それぞれ}$$

$(\varphi'_1, \varphi''_1)_L$, $(\varphi'_1, \varphi''_1)_D$ とすれば, 図-1の場合には, $(\varphi'_1, \varphi''_1)_L = \{0, \varphi(3, 0, 1)\}$, $(\varphi'_1, \varphi''_1)_D = \{\varphi(3, 0, 1), \varphi(2, 1, 2)\}$, $(\varphi'_2, \varphi''_2)_L = \{\varphi(2, 1, 2), \varphi(1, 1, 1)\}$, $(\varphi'_2, \varphi''_2)_D = \{\varphi(1, 1, 1), \varphi(2, 1, 1)\}$, $\dots$ となっている。さて, おのおのの積分区間に該当する建物の m, n を数値的に求めれば (2)式と (3)式あるいは(4)式の組み合わせにより天空率が計算される。

4. 視点を移動した場合について

以上は, 視点を Q_1 に置いた場合の議論であるが, 実際に問題となるのは, 視点を建物から離して置く場合であろう。その代表的な場合として, 図-1の点 Q_2 , 点 Q_3 に視点を置くときの天空率について述べよう。明らかに, この両者の場合共, 建物の位置関係は, 視点に関して点対称となるので, これまでと同様に $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ で検討できる。まず, 点 Q_2 においては, 上式(2)~(7)が, 次のように変わる。すなわち, 式(2) $\Rightarrow \beta = \frac{1}{2\pi r^2} \int_{\varphi'_1}^{\varphi''_1} (r')^2 d\varphi \quad \text{---(8)}$, 式(3) $\Rightarrow r'_L = r \cos \left[\tan^{-1} \left\{ \frac{H}{n(D+L_2) - (D + \frac{L}{2})} \right\} \cos \varphi \right] \quad \text{---(9)}$, 式(4)は変化せず, 式(5) $\Rightarrow \varphi(1, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) - \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - \frac{L}{2}} \right\}$

$$\text{---(10)} \quad , \quad \text{式(6)} \Rightarrow \varphi(2, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) - \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - (D + \frac{L}{2})} \right\} \quad \text{---(11)} \quad , \quad \text{式(7)} \Rightarrow \varphi(3, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{m(L+L_1) - \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - (D + \frac{L}{2})} \right\}$$

---(12)。以上, 式(4), (8)~(12)の6式を使用して, 同じ操作を行えば天空率が求まる。

つぎに, 点 Q_3 の場合には, 式(2) $\Rightarrow$ 式(8), 式(3) $\Rightarrow$ 式(9), 式(4) $\Rightarrow r'_D = r \cos \left[\tan^{-1} \left\{ \frac{H}{(m-1)(L+L_1) + \frac{L}{2}} \right\} \cos \varphi \right]$

$$(13) \quad , \quad \text{式(5)} \Rightarrow \varphi(1, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{(m-1)(L+L_1) + \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - \frac{L}{2}} \right\} \quad \text{---(14)} \quad , \quad \text{式(6)} \Rightarrow \varphi(2, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{(m-1)(L+L_1) + \frac{L}{2}}{n(D+L_2) - (D + \frac{L}{2})} \right\}$$

$$(15) \quad , \quad \text{式(7)} \Rightarrow \varphi(3, m, n) = \tan^{-1} \left\{ \frac{(m-1)(L+L_1) + (L + \frac{L}{2})}{n(D+L_2) - (D + \frac{L}{2})} \right\} \quad \text{---(16)} \quad , \text{が, おのおの対応する。}$$

5. 計算結果

まず, 建物が L 面に平行に無限に延びている場合を考えると, 天空図に現われる建物は, 最前列のもののみであるので 式(6)あるいは式(7)で $n=1$ として天空率を求めればよい。かくして, $\frac{H}{L_2}$ に対する天空率 β を求めたものが図-5である。ここで, β_1 , β_2 はそれぞれ視点 Q_1 , Q_2 における値を意味している。なお, 建物の長さが有限の場合については, 発表当日示す。

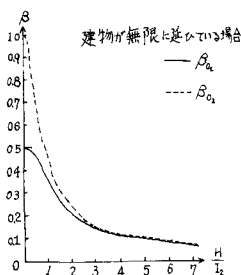


図-5 天空率

6. まとめ

天空率そのものの適性水準については, 本稿では触れない。著者の目的はここでの手法を利用して, 高度利用の制約として, 日照以外に天空率も取り入れることである。

[参考文献] 奥谷, 利重; 日照を考慮した土地の効率的利用について; 第12回道路会議一般論文集, 昭50年10月