土木学会北海道支部　論文報告集　昭和51年度

# 再開発地区における空間構成
## 日照環境保全の視点から

北見工大　正員　塩田　衍

## 〔1〕 概要

最近は地方の中小都市においても都市再開発事業や土地区画整理事業が盛んに実施・予定されている。これら都市の面的再開発においては、立体換地の制度化や面整B- plan の検討など、新らしい手法が導入されようとしている。　再開発の目的はオープンスペースの拡張であったり、旧建築物の改築であったり、施設需要に対する供給であったり様々であるが、この再開発地区の空間は安全性，快適性，経済性の観点から建築物空間，交通空間，オープンスペースの各空間に適正な配分がなされる必要がある。このうち都市環境保全上、最も大きな影響を与える空間は建築物空間であり、小木曽定彰は「平均環境の理論」を用いて、地域の解放性，日照の視点からこれを論じ、新宿副都心計画に適用している。[1)]　氏はこの理論で日照環境保全のため立面建ぺい率による建築規制を提案している。

本論は応用上複雑なこの理論の一般化のため、日影分担率等各指標の数式化，日影占有率という新しい概念の導入による建築物，交通，オープンスペースの各空間の適正配分，モデル街区に対する数式化について述べている。実際の計算による詳細な検討は現在実施中であり講演時に発表の予定である。

## 〔2〕「平均環境の理論」

都市の空間構成上最も支配的であるのは建築物空間であり、この建築物に対して計画の自由を拘束することが最も少ない方法で規制を加えることによって都市空間の効果的な環境保全が可能となる。「平均環境の理論」では、このため屋外環境の開放性及び日照環境の確保という視点から従来の斜線制限に替わる立面建ぺい率による規制と容積率・建ぺい率規制を提唱している。ここで立面建ぺい率 $\eta$ は (1) 式で与えられる。建物平均見掛け幅は、当該建物を360°1周して見たときの各方向の建物幅を平均化した値である。この立面建ぺい率を用いることにより、屋外の開放性の指標として、水平面上の明るさを支配する天空率 $U$，水平面に限らず鉛直面の明るさについて、また心理的な開放感と比例的な関係にあると考えられる天空量 $\Omega$ を (2),(3) 式から求めている。この天空率 $U$ や天空量 $\Omega$ の適値を立面建ぺい率を変数として求めることにより、開放性に関する地区の平均環境を定めうるが、より厳しい規制として日照環境の保持のための実効可照率という指標を考えている。実効可照率 $\xi$ とは、完全屋外における全日日照に対するある点の日射の強さを考慮に入れた積算日射量の比率であり (4) 式で求められる。ここで $\eta_s$ は日照用立面建ぺい率を示し、(1) 式の $\eta$ とは異なり建物を冬至における太陽の日射方向から見た場合の建物幅を平均化することにより (5) 式で与えられる。そしてこの実効可照率による立面建ぺい率規制を考える場合、時刻ごとに作る日影面積とそのうち自己敷地（ならびに道路中心線までの範囲）に含まれる面積との比率を日影分担率として、一般にはその比率だけ立面建ぺい率を控除できるというかたちによって規制の緩和を図っている。

$$\eta = B\cdot H/S \quad \cdots\cdots(1)$$

$$U = \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-k(1-\sigma)\eta\cot\theta}\sin 2\theta\, d\theta \quad \cdots(2)$$

$$\Omega = \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-k(1-\sigma)\eta\cot\theta}\cos\theta\, d\theta \quad \cdots(3)$$

$$\xi = \int_0^{h} E_\theta \cdot e^{-k(1-\sigma)\eta_s\cot\theta}\, d\theta \quad \cdots(4)$$

$$\eta_s = B_s\cdot H/S \quad \cdots\cdots(5)$$

$B$；建物平均見掛け幅，$H$；建物高さ，$S$；敷地面積
$k$；建物配置等による補正係数，$\sigma$；道路率
$\theta$；仰視角，$E_\theta$；日の強さと滞留時間による係数
$h$；太陽高度，$B_s$；日照用建物平均見掛け幅

以上述べてきた平均環境の理論においては、実際の適用上複雑な点や十分解明されていない点が多いため、次節以降、種々の指標の数式化やモデル街区化などについて述べて行く。

## 〔3〕 矩形建物の日照用立面建ぺい率

今、図－１で示される短辺 $a$，長辺 $b$ の矩形建物を視線角 $\alpha$ で見た時の建物幅 $B(\alpha)$ は (6) 式で表わされるから、これを一周して見た平均見掛け幅 $B$ は (7) 式で示される。

$$B(\alpha) = a\cos\alpha + b\sin\alpha \quad \cdots\cdots(6)$$

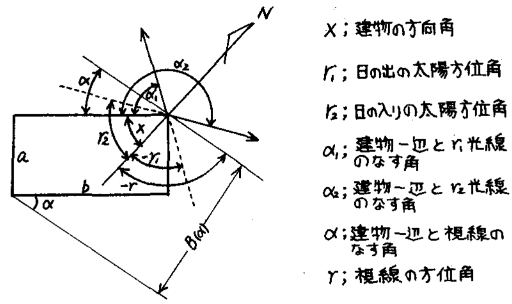
$$B = \int_0^{\frac{\pi}{2}} B(\alpha)\,d\alpha \Big/ \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\alpha = 2(a+b)/\pi \quad \cdots(7)$$

一方、日照用平均見掛け幅 $B_S$ については建物の方向角 $X$ と太陽の方位角 $r$ を考慮してさらに (6) 式において、$\alpha = \pi + r - X$ と置換することにより方位角 $r$ からみた建物幅 $B(r)$ が (8) 式で示される。これを太陽の日中の運行範囲で平均化することにより $B_S$ は (9) 式で示される。従って矩形建物の場合(10)式によって日照用平均見掛け幅が求まる。このことから、解放性の指標としての立面建ぺい率 $\gamma$ は建物の形が定まれば不変であるが、日照用立面建ぺい率 $\gamma_S$ は太陽の方位によりすなわち地域や季節により変化するものであり特に北方地域の建築環境保全のための指標として有用であろう。

## 〔4〕 矩形敷地にある矩形建物の日照用日影分担率

日照環境をみる場合、日影としてみる方が実体として把握されやすい指標となり、日影曲線図など広く利用されている。また日影分担率は建物が作る日影面積とその建物の敷地内にある日影面積との比であり、他の敷地に与える日影の影響をみる指標として有用である。この日影分担率は領域日影分担率と時間日影分担率という２つの概念が考えられる。すなわち領域日影分担率 $W_A$ は、図-2 の様に１日で作られる日影面積のうち自己敷地内の日影面積の比としてみる場合であり (11) 式で示される。この $W_A$ については数式化が複雑であり今後の課題である。時間日影分担率はある時刻における日影面積と日影分担面積の比であり (12) 式で示される。ここで、矩形建物が矩形敷地内にある場合の時間日影分担率を求めてみる。

今、ある時刻（太陽高度 $\beta$）における日影面積 $W_N$ は、(13)式で示される。ここに $B(r)$ は (8) 式で示され、ま

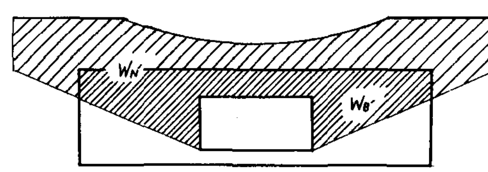



図－1　平均見掛け幅 $B(\alpha)$

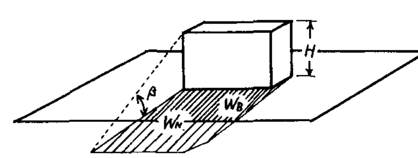
$$B(r) = a|\cos r\cdot\cos X + \sin r\cdot\sin X| + b|\sin r\cdot\cos X - \cos r\cdot\sin X| \quad \cdots(8)$$

$$B_S = \left(\int_0^{r_2} B(r)\,dr + \int_{2\pi-r_1}^{2\pi} B(r)\,dr\right) \Big/ \left(\int_0^{r_2} dr + \int_{2\pi-r_1}^{2\pi} dr\right) \quad \cdots(9)$$

$$\begin{aligned} B_S = \Big[ & a\{|\cos X\cdot\sin r_2 - \sin X(\cos r_2 - 1)| \\ & + |\cos X\cdot\sin r_1 - \sin X(1-\cos r_1)|\} \\ & + b\{|\cos X\cdot(\cos r_2 - 1) + \sin X\cdot\sin r_2| \\ & + |\cos X\cdot(1-\cos r_1) + \sin X\cdot\sin r_1|\}\Big] \\ & \div (r_1 + r_2) \quad \cdots\cdots(10) \end{aligned}$$




図－2　領域日影分担




図－3　時間日影分担

$$W_A = W_B'/W_N' \quad \cdots(11) \qquad W_T = W_B/W_N \quad \cdots(12)$$

$$W_N = H\cdot B(r)\cdot\cot\beta \quad \cdots(13)$$

$$\sin r = \cos\delta\cdot\sin t / \cos\beta \quad \cdots(14)$$

$$\cos r = (\sin\beta\cdot\sin\varphi - \sin\delta)/\cos\beta\cdot\cos\varphi \quad \cdots(15)$$

$$\sin\beta = \sin\varphi\cdot\sin\delta + \cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t \quad \cdots(16)$$

$W_B'$；総日影分担面積，$W_N'$；総日影面積

$W_B$；日影分担面積，$W_N$；日影面積，$r$；太陽方位角

$\beta$；太陽高度，$t$；時角，$\delta$；赤緯，$\varphi$；緯度

た太陽の運行に伴ない(14)~(16)式の関係があるから、ある地域・ある季節における日影面積$W_N$は数式的に求められる。　一方、日影分担面積$W_B$は矩形敷地，矩形建物の境界条件を考慮して以下の様にして求めることができる。ここでは図-4で示される矩形敷地($x_1 * y_1$,方位角$\alpha$)の各辺に平行な建ぺい地(面積$A$)を考え建物の中心座標が$(x_0, y_0)$である場合を考えている。(但し、境界条件等は北見の冬至における午前9時~午後3時を想定している)

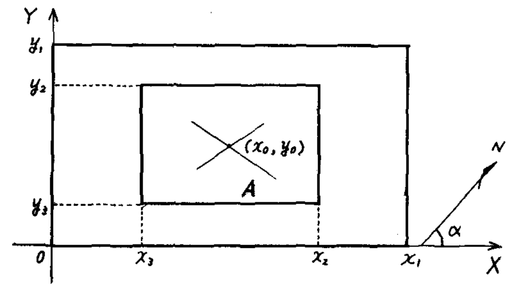
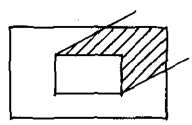



図-4　矩形敷地と矩形建物の位置関係

境界条件　Ⅰ

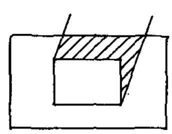


$$\begin{cases} \alpha - r \leqq 0 \\ \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} > \tan(\alpha - r) \\ \dfrac{y_3 - y_1}{x_2 - x_1} < \tan(\alpha - r) \end{cases}$$

このとき

$$W_B = B(r)(y_1 - y_0)/|\sin(\alpha - r)| - \frac{1}{2}|\tan(\alpha - r)| \times \{B(r)/|\sin(\alpha - r)| - x_1 + x_3 + (y_1 - y_2)/\tan(\alpha - r)\}^2 - \frac{1}{2}A \quad \cdots (17)$$

境界条件　Ⅱ

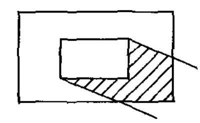


$$\begin{cases} \alpha - r \leqq 0 \\ \dfrac{y_3 - y_1}{x_3} \geqq \tan(\alpha - r) \\ \dfrac{y_3 - y_1}{x_2 - x_1} \leqq \tan(\alpha - r) \end{cases}$$

このとき

$$W_B = B(r) \cdot (y_1 - y_0)/|\sin(\alpha - r)| - \frac{1}{2}A \quad \cdots (18)$$

境界条件　Ⅲ

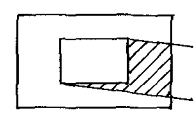


$$\begin{cases} \alpha - r > 0 \\ \dfrac{y_2}{x_2 - x_1} > \tan(\alpha - r) \\ \dfrac{y_3}{x_3 - x_1} < \tan(\alpha - r) \end{cases}$$

このとき

$$W_B = B(r) \cdot y_0/|\sin(\alpha - r)| - \frac{1}{2}|\tan(\alpha - r)| \times \{B(r)/|\sin(\alpha - r)| - x_1 + x_3 - y_3/\tan(\alpha - r)\}^2 - \frac{1}{2}A \quad \cdots (19)$$

境界条件　Ⅳ



$$\begin{cases} \alpha - r \leqq 0 \\ \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} > \tan(\alpha - r) \end{cases} \quad \text{or} \quad \begin{cases} \alpha - r > 0 \\ \dfrac{y_3}{x_3 - x_1} < \tan(\alpha - r) \end{cases}$$

このとき

$$W_B = B(r)(x_1 - x_0)/|\cos(\alpha - r)| - \frac{1}{2}A \quad \cdots (20)$$

以上の Ⅰ~Ⅳ の各境界条件により$W_B$は(17)~(20)によって与えられる。式は複雑であるが計算機を用いることにより$W_B$,$W_N$は簡単に求められるから(12)式により時間日影分担率$W_T$は得られる。

## 〔5〕 日影占有率

上記の日影分担率は建物のつくる影の他の敷地に対する影響をみるための指標であり、その基調をなす考えは自らの影は自らの敷地内で処理しようというものである。この場合、自己の敷地のみで考えた場合は良いが再開発地区の様に広い街区単位で考えその街区にオープンスペース(広場 etc.)が存する場合には、そのオープンスペースの日照環境が悪化することになる。従って自己敷地内の日影の影響を check する必要があろう。その指標として考えたのが日影占有率という概念である。この日影占有率についても日影分担率の場合と同様、領域日影占有率$V_A$と時間日影占有率$V_T$が考えられ、それぞれ(21),(22)式で示される。すなわち時間日影占有率について言えば、自己敷地(街区)において作られる日影面積と敷地面積のうち建ぺい地を除いた部分の面積の割合を言う。この場合、敷地(街区)面積$S$，建ぺい率$C$を道路空間をも考慮したグロスの面積$S_0$，建ぺい率$C_0$とする事も考えられる。

$$V_A = W_B' / S(1 - C) \quad \cdots (21)$$

$$V_T = W_B / S(1 - C) \quad \cdots (22)$$

$S$；敷地面積　，$C$；建ぺい率

再開発地区における空間構成は、日照環境保全の視点からは、これら日影分担率，日影占有率の指標を用いることによって建築物の敷地(街区)における位置，形態

向き等を計画し、建ぺい空間，交通空間，オープンスペースの最適割合を考えることができよう。このことについては、今回は十分な解明が進んでいないので詳細については今後検討を重ねる予定である。

## 〔6〕 街区のモデル化による日影分担面積

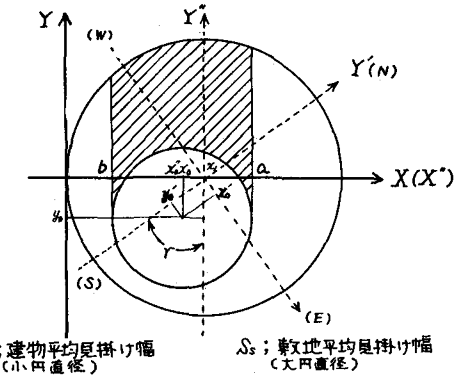
矩形建物が作る日影面積は(13)式で示されるが、今、建築物形態の如何にかかわらずこれを等価円に換算した日照用平均見掛け幅を用いると(23)式で示される。なお日照用立面建ぺい率を用いると(24)式である。

$$W_N = H \cdot B_s \cdot \cot\beta \quad \cdots (23) \qquad H;\text{建物高さ}$$

$$W_N = S \cdot \eta_s \cdot \cot\beta \quad \cdots (24) \qquad S;\text{敷地面積}$$

この考えを種々の形態からなる敷地（街区）に対して適用し、敷地を太陽の日中の運行範囲でみた幅を平均化した値と同じ等価円直径を持つ敷地として考えることにより、敷地，建物の形態が様々な組合せからなる敷地と建物の間の日影分担面積は次のようにモデル化され近似的な日影分担率が簡単に得られるから、おおよその判断が必要なときには有用であると考える。

今、敷地，建物を日照用平均見掛け幅と同値の直径を持つ等価円として考え図－5に示すように座標軸$Y'$（南北方向），$X'$（東西方向）とし、敷地等価円の中心を原点、建物等価円の中心座標を$(x_0', y_0')$とする。これを太陽の方位角$\gamma$だけ座標軸を回転した新しい座標軸$X''$，$Y''$で考えると建物の中心座標$(x_0'', y_0'')$は(25)，(26)式で示される。ここでさらに計算に便利な様に$Y''$軸を敷地半径分だけ左に平行移動した新らしい座標軸X，Yで考える。このときの敷地等価円中心座標$(x_1, y_1)$，建物等価円中心座標$(x_0, y_0)$はそれぞれ(27)，(28)式で示される。また、日影境界部分のX座標$a$，$b$はそれぞれ(29)，(30)式である。図－5の斜線部分面積は、図－6に示す図形F，G，Hの和と差を考えることにより得られ、F，G，Hの面積は(31)～(33)式により与えられる。




図－5　敷地(街区),建物等価円とした日影分担面積

$$x_0'' = x_0' \cdot \cos\gamma - y_0' \cdot \sin\gamma \quad \cdots (25)$$

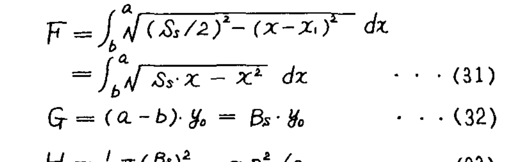
$$y_0'' = x_0' \cdot \sin\gamma + y_0' \cdot \cos\gamma \quad \cdots (26)$$

$$x_1 = S_s/2 \ , \quad y_1 = 0 \quad \cdots (27)$$

$$x_0 = S_s/2 - x_0'' \ , \quad y_0 = y_0'' \quad \cdots (28)$$

$$a = x_0 + B_s/2 \quad \cdots (29)$$

$$b = x_0 - B_s/2 \quad \cdots (30)$$




図－6　日影部分面積

従って、これらにより円形敷地円にある円形建物による日影分担面積$W_B$は(34)式により得られることになり敷地，建物の形態が様々な組合せからなる再開発地区等で、この$W_B$を用いて日影分担率，日影占有率を計算することにより概略の建物位置，方向などを把握することができ日照環境保全がなされよう。

$$F = \int_b^a \sqrt{(S_s/2)^2 - (x - x_1)^2}\ dx = \int_b^a \sqrt{S_s \cdot x - x^2}\ dx \quad \cdots (31)$$

$$G = (a - b) \cdot y_0 = B_s \cdot y_0 \quad \cdots (32)$$

$$H = \frac{1}{2}\pi\left(\frac{B_s}{2}\right)^2 = \pi \cdot B_s^2/8 \quad \cdots (33)$$

$$W_B = F + G - H \quad \cdots (34)$$

（脚注 1）小木曽定彰「都市の中の日照」コロナ社）

## 〔7〕 あとがき

日照の影響をみるためよく用いられる日影曲線図は図化作業を伴うのに対し、以上の各指標は数式化により計算機を用いれば容易に計算できる。発表当日は実際の計算結果とその有効性について報告したい。本研究は、本学助手中岡良司氏，本学卒業生中田佳孝氏両名の助力に負うところ大である。記して謝意を表する。