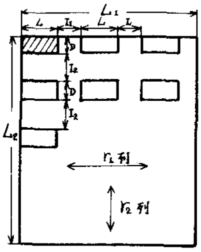
Ⅳ-17　日照を考慮した総床面積の最大化について

信州大学工学部　正員　奥谷 巌
〃　学生員○利重 誠

1. まえがき

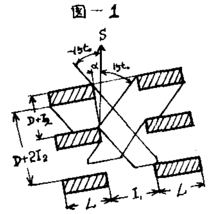
これまでに，2，3の都市施設と，日照時間，日射エネルギーとの関係について基礎的な考察を行なってきた[1),2)]。そこでめざしていたものは，生活環境の一つである日照を確保したうえで，限られた都市空間を有効に利用することであった。本稿では，その継続として，簡単なモデル内での建物の総床面積の最大化について，数値計算例とともに報告する。

2. 建物の並びと日照時間との関係からくる条件



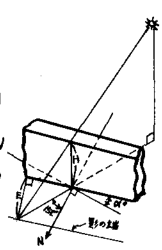
図－1

(1) 目的関数としての容積率　限られた敷地内での総床面積の最大化は，容積率の最大化に帰着するであろう。したがって，評価関数は容積率とする。また，かせられるべき制約条件式は，表－1にまとめて示した。いま，敷地は，$L_1 \times L_2$ の矩形とし，敷地内の建物は，敷地境界線に平行な面をもつ，サイズ $L \times D \times H$ の直方体の形状をしており，それらが，図－1に示されるがごとく，L_1，L_2 方向に，それぞれ，r_1，r_2 列づつ，建物間距離 I_1，I_2 をもって並んでいるものとする。このとき，明らかに容積率 f は，　$f = r_1 r_2 n / L_1 L_2$ ── ①　で示される。ただし，n は階層数であり，一層あたりの高さを h とすると　$n = H/h$ ── ②　である。ここに敷地の関係より，制約式[③]が得られる。ただし，[ ]は，表－1内の式であることを意味する。③式と，後述する日照確保のための制約条件式とのもとで，①式を最大にすることが，ここでの目的である。



図－2

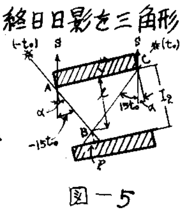
(2) 日照確保のための制約条件式　いま，時刻は正午をゼロ，午前を負，午後を正としたとき，所与の τ 時間日照を，適当な時間内（$-t_0$ 時から t_0 時まで）に確保するものとする。ただし，この場合，日照時間として考慮される日照は，建物の南側面が受ける日照のみ（制約式[④]）とし，また，$-t_0$ 時から t_0 時までの間には，二つ以上の建物による複合日影は生じないものとする。後者の仮定により問題が非常に単純化できる。すなわち，当該建物の正面の建物による影のみを考慮の対象にすれば十分となるからであり，この仮定に対応する制約式は，図－2より求められて，L_1 方向に対しては[⑤]，L_2 方向に対しては[⑥]となる。これらの式中の　$e(t)$　は，時刻 t における建物の影の建物の足からの距離 E の，建物の高さ H に対する比　E/H である（図－3参照）。ここに $e(t)$ は，対象としている場所の緯度を β 度，地軸の傾きを ε 度，建物の考えている面が真南に対してなす角を α 度（反時計回りを正とする）とするとき，



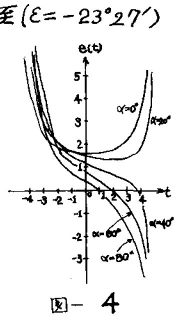
図－3

$$e(t) = [\cos\alpha\{1-\cos^2\varepsilon - a^2 - 2ab\cos(15t) + (\cos^2\varepsilon - b^2)\cos^2(15t)\}^{1/2} - \sin\alpha\cdot\sin\varepsilon\cdot\sin(15t)] / \{a + b\cos(15t)\} \quad ── ⑦$$

である。ただし，$a = \sin\beta\cdot\sin\varepsilon$，$b = \cos\beta\cdot\cos\varepsilon$　である。大阪市（$\beta = 34°40'$）での，冬至（$\varepsilon = -23°27'$）における $e(t)$ を　$\alpha \geqq 0$　において求めたものが，図－4である。ここで，影が建物の北側に延びている場合に　$e(t) > 0$　としている。ところで，建物の面のすべての点が一様に日照を受けるわけではなく，図－5に見られるように，$-t_0$ 時から t_0 時の間の終日日影を三角形ABCで表わすと，点Bから当該建物の面におろした垂線の足 P は，もっとも日照をうけにくい点と考えられる。したがって，点 P での所与の日照時間確保を条件とする。また，以下では，$\alpha \geqq 0$　の建物についてのみ考察するが，$\alpha < 0$　の場合にも結果が一致することは容易に理解される



図－5

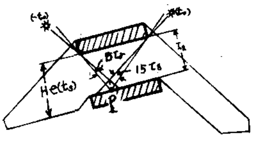


図－4

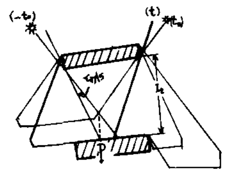
であろう。さて，先に述べた終日日影の三角形ＡＢＣと，建物との位置関係により，日照確保のパターンは，互いに排反する次のような3つに大別できると思われる。すなわち，(i)建物相互の間隙からの日照に期待しない場合，(ii)建物相互の間隙からの日照にのみ期待する場合，(iii)(i)，(ii)の中間的な場合である。以下でおのおのの制約条件式を考察していく。

(i)建物相互の間隙からの日照に期待しない場合　　図－５において，点Ｂの建物からの垂直距離を ℓ とすると，$L = L\{1-\tan^2(15t_0)\tan^2\alpha\}/2\tan(15t_0)(1+\tan^2\alpha)$ ――⑧　となるが，(i)のケースは $I_2 \leqq \ell$ となっている場合を意味する。このとき，点Ｐにおいては，さし込みによる日照には，まったく期待できないのは明らかであろう。ただし，$\alpha \geqq 15t_0$ の場合には，$e(t)=0$ なる t が $[-t_0, t_0]$ 内に存在するので（図－４参照），さし込みに期待しないとは，建物が L_1 方向には敷地いっぱいに延びているものと考えれば良いであろう。かくして，制約式は，[⑨，⑩，⑪]となる。$\alpha < 15t_0$ の場合に，⑩式，⑪式とわかれるのは，$\alpha = 27°27'$ を境として，$e(t)$ の型が変化することによる。

(ii)建物相互の間隙からの日照にのみ期待する場合　　これは，$-t_0$ 時から t_0 時までの間で，もっとも影の短い時刻 t_s においてさえも，$I_2 \leqq He(t_s)$ となっている場合である。この条件は，$\alpha \geqq 15t_0$ の場合にはあり得ない。さて，いま，日照はさし込みによって確保されるほかはないので，当然 $I_2 \geqq \ell$ でなくてはならない。また，τ 時間日照確保の条件は，図－６より，午前中，および午後に確保できる時間を，それぞれ，τ_a，τ_s 時間とすれば，$\tau_a + \tau_s \geqq \tau$ となる。ただし，$\tau_a = t_0 - [\tan^{-1}\{\ell\tan(15t_0-\alpha)/I_2\}+\alpha]/15$，$\tau_s = t_0 - [\tan^{-1}\{\ell\tan(15t_0+\alpha)/I_2\}-\alpha]/15$ ――⑫　であり，以上より制約条件式は[⑬]となる。



図－６



図－７

(iii)　(i)，(ii)の中間的な場合　　これは，τ_0 時間を全面日照で，τ_a，τ_s 時間をさし込み日照で確保し　$\tau_0 + \tau_a + \tau_s \geqq \tau$ ――⑭　としようとするものであり，制約式は[⑭，⑮]となる。以上の各ケースのうちの最大値が，最適解として得られる。

3．数値計算例

紙面の関係上，数値計算については，発表当日別紙にて報告する。

表－１；制約条件式

共通の制約式	$\alpha \geqq 15t_0$ の場合の制約式	$\alpha < 15t_0$ の場合の制約式	ケース
$\left.\begin{matrix} r_1(L+I_1) \leqq L_1 \\ r_2(D+I_2) \leqq L_2 \end{matrix}\right\}$ ③ $e(t) \geqq 0$ ④ $I_2 \leqq He(t)$ ならば $I_1 \geqq (D+I_2)\tan(15t+\alpha)$ ――⑤ $D+2I_2 \geqq He(-t_0)$ ――⑥	$\dfrac{(90-\alpha)}{15} - e^{-1}\left(\frac{I_2}{H}\right) \geqq \tau$　⑨	$I_2 \leqq \dfrac{L\{1-\tan^2(15t_0)\tan^2\alpha\}}{2\tan(15t_0)(1+\tan^2\alpha)}$ かつ $e_1^{-1}\left(\frac{I_2}{H}\right) - e_2^{-1}\left(\frac{I_2}{H}\right) \geqq \tau$，$(\alpha < 27°27')$　⑩ あるいは $t_0 - e^{-1}\left(\frac{I_2}{H}\right) \geqq \tau$　$(\alpha \geqq 27°27')$　⑪	(i)
		$I_2 > \dfrac{L\{1-\tan^2(15t_0)\tan^2\alpha\}}{2\tan(15t_0)(1+\tan^2\alpha)}$ かつ $I_2 \leqq He(t_s)$ かつ $2t_0 - \left[\tan^{-1}\left\{\dfrac{\ell\tan(15t_0-\alpha)}{I_2}\right\} + \tan^{-1}\left\{\dfrac{\ell\tan(15t_0+\alpha)}{I_2}\right\}\right]/15 \geqq \tau$ ――⑬	(ii)
	$\left.\begin{matrix} I_2 \leqq He(t) \text{ かつ} \\ 15t \geqq 90-\{\tan^{-1}(\frac{I_2}{L})+\alpha\} \end{matrix}\right\}$ を満たす時間中を τ_s として $\left\{\dfrac{90-\alpha}{15} - e^{-1}\left(\frac{I_2}{H}\right)\right\} + \tau_s \geqq \tau$　⑭	$\left.\begin{matrix} I_2 > \dfrac{L\{1-\tan^2(15t_0)\tan^2\alpha\}}{2\tan(15t_0)(1+\tan^2\alpha)} \\ \text{かつ} \\ \tau_0 + \tau_a + \tau_s \geqq \tau \end{matrix}\right\}$ ⑮	(iii)

4．あとがき

今回は，日照の確保を，時間的なものとして取り扱ったが，むしろ，エネルギー的に捉える方が好ましいと思われる。その場合には，面の法線と光線とのなす角に制限を行ない，その中での日射エネルギー等の確保をめざせば良いと思われる。また，複合日影，建物の形状についても，今後検討しなくてはならないと考える。

〔参考文献〕 1) 奥谷，利重；建物の日照時間に関する基礎的研究；土木学会全国大会講演概要集；昭49年10月
2)奥谷，利重；都市施設と日照に関する２，３の考察；土木学会中部支部研究発表会講演概要集；昭50年1月