

IV-16 日照日影解析の自動化

北海道開発コンサルタント㈱

正会員

津田義和

〃 〃

〃

内田辰英

〃 〃

○ 早川敏志

1. はじめに

建築物建設による近隣の日照環境の変化による諸種の影響は、高層建築物の建設が盛んになるとともに、急激に拡大している。マスコミも日照権という言葉でこれを取りあげ、日照紛争は、社会面のトップ記事になるほど大きな問題となってきた。陸橋や地下鉄の高架部等土木構造物が、すでに住宅の密集している地域に建設される事も多くなってきている現在、これらの構造物が作る影が住民に与える影響を、あらかじめ考慮して建設する必要が出てきた。

日影規制は、建築物を計画する時、隣接地に生じる日影の時間数が一定限度以上にならない様に、建築を行なう側が、その建築物の配置・形態・高さ等を調節する事により、隣接地への日照を確保するものである。

2. 概要

構造物が作る影は、太陽の高度、方位角の変化に伴ない、時々刻々と変化する。複数の建物による複合の影を画いたり、日影時間図を画く場合は、これを手作業で算出しようとする大変な労力と時間が必要となる。このプログラムは、構造物の形態・受影面・計算対象の時期などのデータを与える事により、日影図・日影時間図・日照時間図をコンピュータにより自動化したもので、その他に、入力データのチェック用として等測投影図を画く事ができる。日影図とは、ある時刻に、構造物が作る影の外形線を描いたもので、この図面により、ある時刻に対象構造物によって生ずる日影が、どの範囲まで及ぶかという事を、一目で知る事ができる。日影時間図は、ある時刻の影ではなく、ある時間帯に、どの位、日影となるかを示したものである一方、日照時間図は、日影時間図の相反図で、ある時間帯にどの位日照があるかを示したものである。

3. 適用範囲

(1) 時期

計算の対象とする時期は、立春・春分・立夏・夏至・立秋・秋分・立冬・冬至の八つについてである。

(2) 時刻表示

時刻の表示方法としては、真太陽時と、中央標準時で指定する事ができる。真太陽時とは、太陽が、その土地の真南に位置した瞬間を正午とする時刻の定め方をしたもので、中央標準時とは、東経135度の兵庫県明石市で太陽が真南に位置した瞬間を正午とする時刻の定め方をしたものである。

(3) 時間

計算の時間は、7時から、17時の範囲内で、任意の計算間隔を採用出来る。

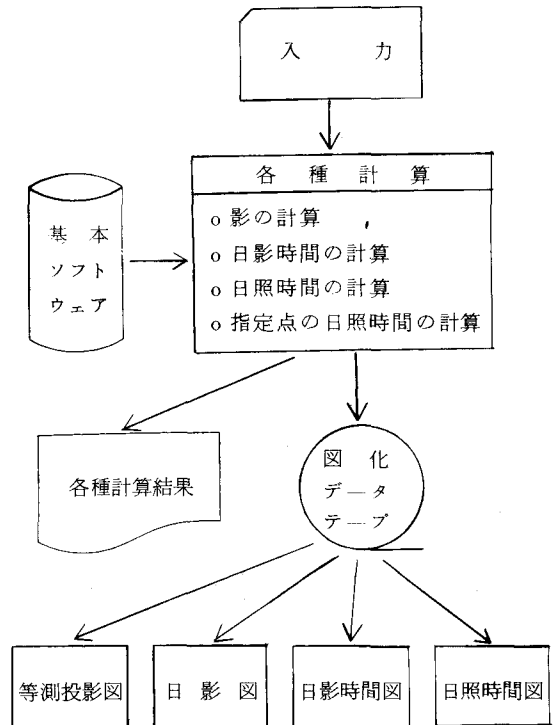


図 2.1 処理の流れ

(4) 構造物及びその入力方法

構造物の表面は、三角形から二十角形の平面で構成されている事が必要で、曲面を含む構造物の入力できない。この構造物の形態を指定する入力方法は二通りあり、第一の方法は、構造物を構成する出隅点座標と、その構造物を構成する面を入力するものである。この方法は入力の手間はかかるが複雑な形態の構造物を指定する事ができる。第二の方法は、構造物をある要素の集合体と考え、要素を合成して一個の構造物を構成する。その要素としては、図 3. 1 に示す、直方体要素・四角錐台要素・多角柱要素の三種類である。この方法でも、かなり複雑な構造物の表現が可能である。

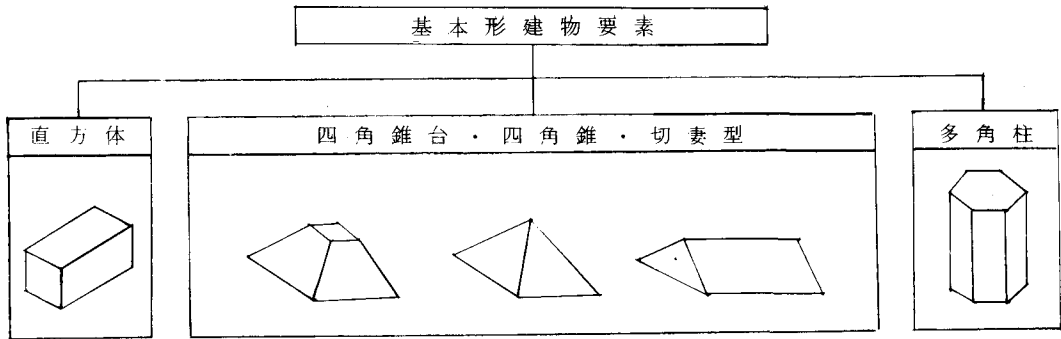


図 3. 1

(5) 地形

地形は、段差のあるものを取扱う事ができる。

4. 日照計算の基本式

(1) 太陽位置

太陽高度 h と太陽方位角 A の正弦、余弦は、(4. 1、4. 2) 式による

$$\sinh = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos t \quad (4. 1)$$

$$\cos A = (\sinh \cdot \sin\varphi - \sin\delta) / (\cosh \cdot \cos\varphi) \quad (4. 2)$$

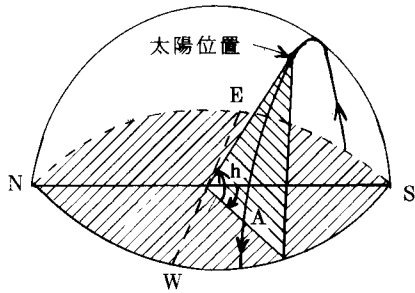


図 4. 1

φ : 緯度 (度)

δ : 太陽赤緯 (度)

t : 真太陽時による時角 (度)

(正午を 0 とする)

$$\left. \begin{aligned} t &= 15^\circ \cdot (T_t - 12) \\ T_t &= T_s + e - (135^\circ - \lambda) / 15^\circ \end{aligned} \right\} \quad (4. 3)$$

T_t : 真太陽時 (時)

T_s : 中央標準時 (時)

e : 均時差 (時)

λ : 経度 (度)

表4.1 各季節の均時差と赤緯

季節	立春	春分	立夏	夏至	立秋	秋分	立冬	冬至
月/日	2/4	3/21	5/6	6/22	8/8	9/24	11/8	12/22
均時差(e)	-13分51秒	-7分32秒	3分20秒	-1分42秒	-5分44秒	7分37秒	16分16秒	1分54秒
赤緯(δ)	-16度20分	0度	16度20分	23度27分	16度20分	0度	-16度20分	-23度27分

(2) 影の計算

図4.2は、水平面に直立する長さ ℓ の棒が水平面上に投じる影を示す。棒の先端Bの影を B' とし、 x 、 y 軸を図の様にとると、

$$\left. \begin{aligned} x &= \ell \cot h \sin A \\ y &= \ell \cot h \cos A \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

となり、影の座標を求める事ができる。

ただし h : 太陽高度

A : 太陽方位角

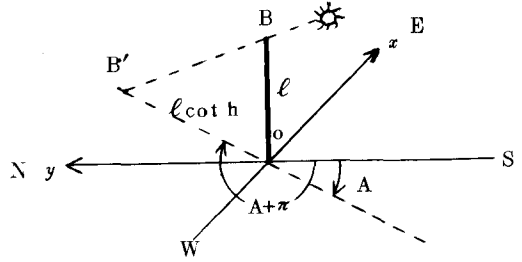


図4.2

(3) 日影図外形線の求め方

ある時刻に於ける構造物を構成するすべての出隅点に対して、まず、受影面上での影の座標を求める。次に、構造物が作る影の面相互の重ね合わせを行なって、構造物のある時刻に於ける日影線を求める。

図4.3図の様に、構造物を構成するある一面が $ABCD$ Aという影を作り、又、別な面が $EFGHE$ という影を作ったとする。この場合まず、

直線 BC と直線 EF との交点 I と、直線 CD と直線 EH との交点 J を求め更に、 $ABIFGHJDA$ という日影線を求める。この操作を、構造物を構成する面、又、構造物全体について、すべて、行なう事により、求める構造物全体の日影線を求める事ができる。

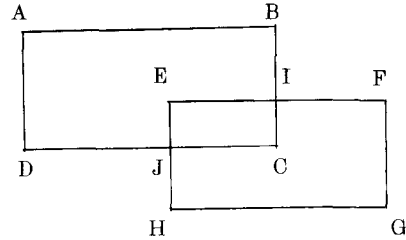


図4.3

(4) 日照・日影時間図の計算

日影時間図は、受影面を格子状に分割し、その各格子点が、ある時刻に構造物の影になっているかどうかの判定を、ある時間きざみ幅（例えば15分）で行なう。この作業を計算時間帯全部について行ない、各格子点に於ける日影時間を求める。日照時間は、計算時間帯から日影時間を差し引く事により求める事ができる。

例えば、図4.4の様に、日影を測る範囲内に、計測点 A 、 B 、 C 、 D ……を定める。

そして、まず、9時の日ざしが A 点に入るか入らないか、 B 点ではどうかを順に判定し、 A 点に入らない、 B 点に入らない、 C 点に入る、 D 点に入る、……という結果が得られたとする。次に9時15分の日ざしは、 A 点に入らない、 B 点に入る……の様に、各時刻毎に、すべての格子点において、日ざしがあるかどうかを判定して計算する。

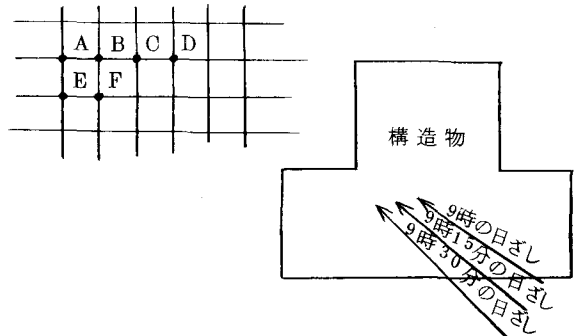


図4.4

5. 使 用 例

集合住宅と陸橋の日影解析したものを以下に示す。

① TEST MODEL
② 建築模型
③ 縮尺 : 1/500
④ 季節 : 冬至
⑤ 時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥ 緯度 : 北緯 43度 39'
⑦ 経度 : 東経 141度 20'

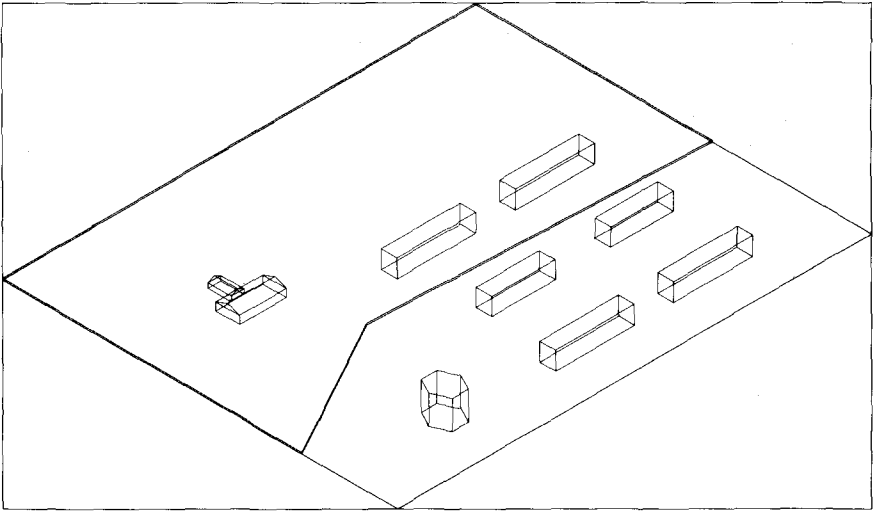


図 5.1 等 測 投 影 図

① TEST MODEL
② 投影図
③ 縮尺 : 1/500
④ 季節 : 冬至
⑤ 時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥ 緯度 : 北緯 43度 39'
⑦ 経度 : 東経 141度 20'

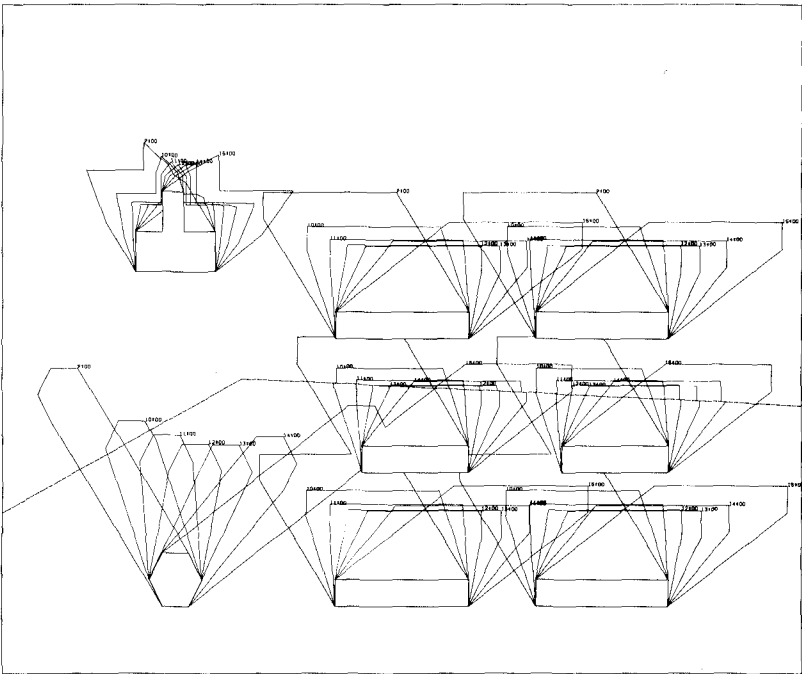
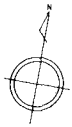


図 5.2 日 影 図

① TEST MODEL
 ② 日影時間図
 ③ 縮尺 : 1/500
 ④ 季節 : 冬至
 ⑤ 時間帯 : 9:00 - 15:00
 ⑥ 緯度 : 北緯 43度 3分
 ⑦ 経度 : 東経 141度 20分

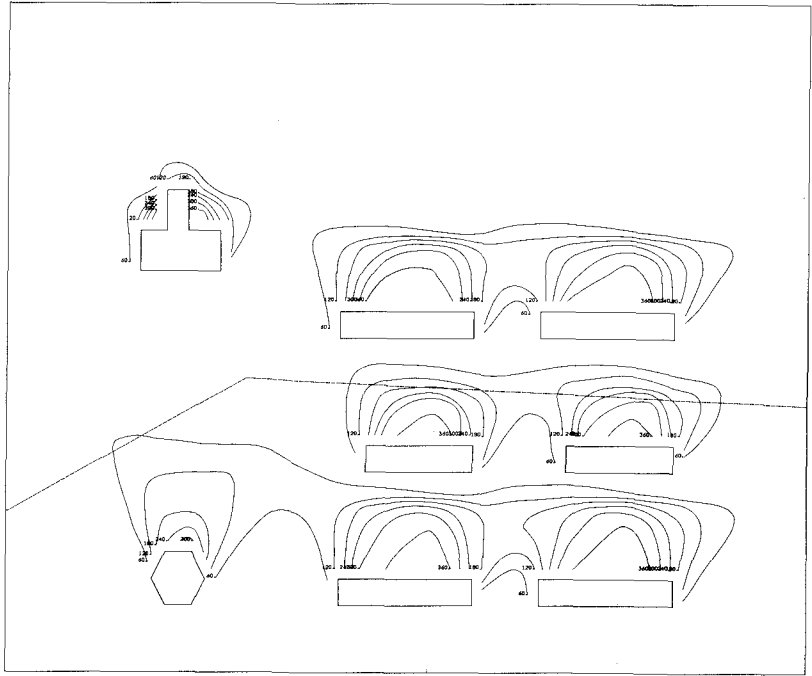
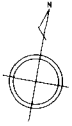


図 5.3 日影時間図

① TEST MODEL
 ② 日照時間図
 ③ 縮尺 : 1/500
 ④ 季節 : 冬至
 ⑤ 時間帯 : 9:00 - 15:00
 ⑥ 緯度 : 北緯 43度 3分
 ⑦ 経度 : 東経 141度 20分

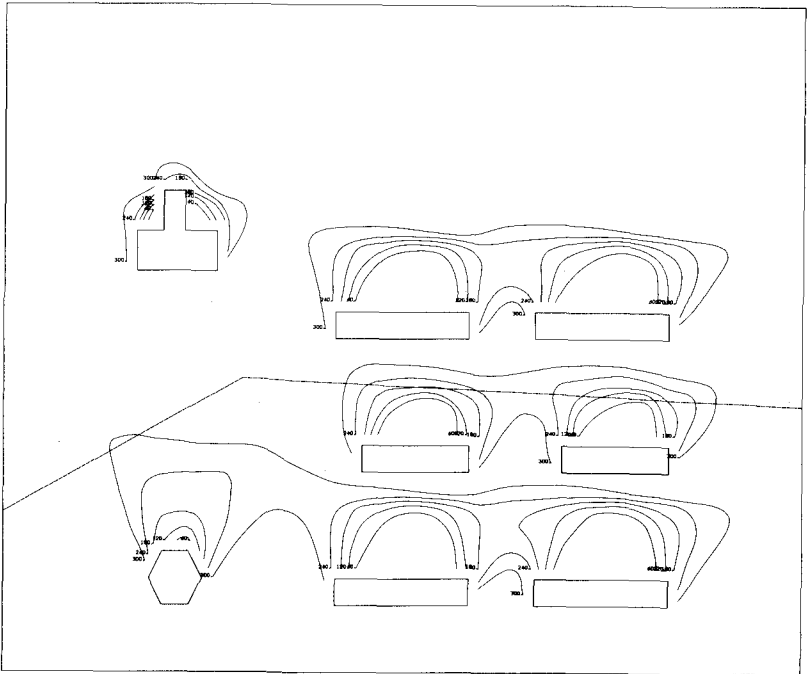
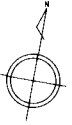


図 5.4 日照時間図

①	OVER-PASS-1
②	等測投影図
③	縮尺 : 1/1000
④	季節 : 冬至
⑤	時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥	緯度 : 北緯 43度 3分
⑦	経度 : 東経 141度 20分

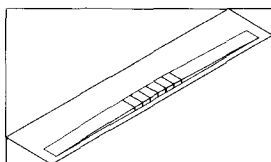


図 5.5 等 測 投 影 図

①	OVER-PASS-1
②	日 影 図
③	縮尺 : 1/1000
④	季節 : 冬至
⑤	時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥	緯度 : 北緯 43度 3分
⑦	経度 : 東経 141度 20分



図 5.6 日 影 図

①	OVER-PASS-1
②	日影時間図
③	縮尺 : 1/1000
④	季節 : 冬至
⑤	時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥	緯度 : 北緯 43度 3分
⑦	経度 : 東経 141度 20分

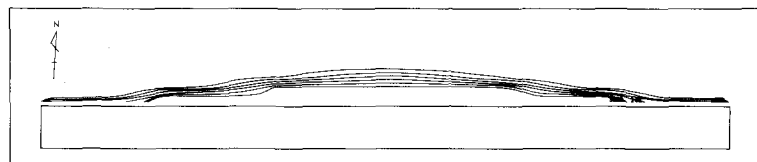


図 5.7 日 影 時 間 図

①	OVER-PASS-1
②	日照時間図
③	縮尺 : 1/1000
④	季節 : 冬至
⑤	時間帯 : 9:00 - 15:00
⑥	緯度 : 北緯 43度 3分
⑦	経度 : 東経 141度 20分

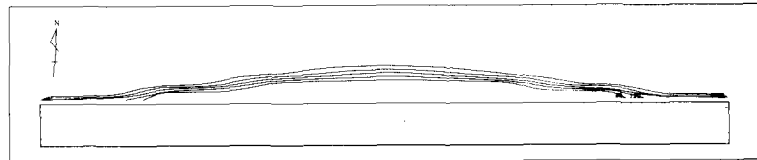


図 5.8 日 照 時 間 図

6. お わ り に

本来、このプログラムは、建築構造物を対象として開発した為、構造物の入力形態も、建築構造物をより入力しやすい機能を備えている。建築物の日影解析は、比較的計算対象地域が狭い為、受影面も、単一受影面一つとか、あるいは、一方向傾斜の場合も、階段状の受影面で、近似させ解析する事が可能である。しかし、一般の土木構造物の場合、計算対象地域が広く地形も複雑な為、どうしても、地形を考慮した解析が必要となる。今後、受影面が、現況地形の複雑な場合にも適用できる様適用範囲を拡大し、又、当システムと他のシステムの連係及びその対話システムへの拡張を検討中である。