

電算機による土地造成計画案の作成

株式会社 大林組 正会員 浜 嶋 鉦一郎

1. ま え が き

土地造成の計画盤決定に関するプログラムは、既に多く開発されている。本稿で紹介するプログラムは、より実用的な造成計画案作成を目指したもので、新しい計算手法を用いて開発されている。

土地造成の計画高を決定するには、複数の計画案を策定し、それらを比較検討の上、最適な案を選定する。

計画案作成の流れ（図-1）を見ると、創造的、また総合的判断に基づく作業として、「計画イメージの作成」、「計画イメージの変更」、「計画図の作成」、「計画図の修正」があり、機械的な作業としては、「計画図の作成」、「土工量計算」、「計画図の修正」がある。後者は、前者と比較すると、作業に要する時間が多く、柔軟な計画作業を阻害することがある。また、時間的制約の為に、代替案作成を不十分となる場合がある。計画者にとって、頭に描いたイメージが土工量、有効面積、法面高さ等に適合しているかどうかを早く知ることが、計画案作成上、非常に有効であると思われる。

そこで、筆者による計画高決定プログラムは、手作業による計画高決定の過程を計算機でシミュレーションしたもので、計画イメージをそのまま反映することができる。本文では、本計算手法の概要を述べるとともに、計算例を紹介する。

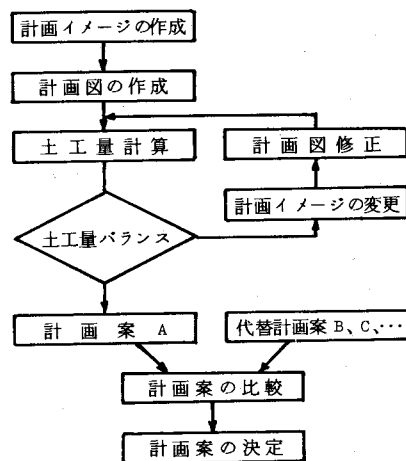


図-1 計画案作成の流れ

2. 計算方法の概要

(1) 準備作業

計画案の作成は、メッシュデータをもとに計算されるので、計画区域、あるいは、その周辺を含めた標高データを作成する。さらに、メッシュを書き込んだ図面の縮小版を作る。計画者は、縮小図面を手元において計画イメージのデータ作成作業を行なう。

(2) 計画盤モデル（図-2）

計画イメージを反映するためのもので、現在8種類ある。計画盤モデルには、平面計画盤、放物線断面計画盤、開扇状計画盤、2段連続平面計画盤、段違い平面計画盤等があり、計画イメージに沿う計画盤の指定を行なう。計画高は計画高決定の方法、計算範囲を示す計算ブロック、基準点の座標、そして、計画盤の方向、勾配等の入力によって計算される。基準点のZ座標は、現況の標高、任意の標高、他の計画盤で計算された標高のいずれでも入力できる。特に、3番目の入力によって、各計画盤の連続性を容易に保

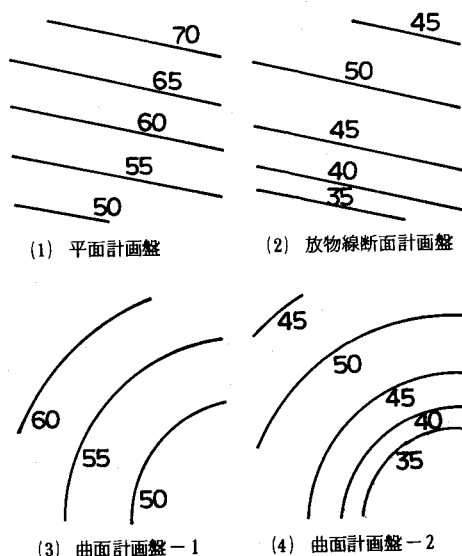


図-2.1 計画盤モデル

つことができる。

(3) 計画高決定の方法

計画盤モデルの標高が計算されると、計算ブロック内は、現況と計画の2つの標高データができる。そこで、各計画盤高は、つぎの3種類の計算方法によって決定される。

(i) 計算ブロック内の盛土となる部分だけを計画盤とし、

切土となる部分は自然地とする盛土盤計算

(ii) 計算ブロック内の切土となる部分だけを計画盤とし、

盛土となる部分は自然地とする切土盤計算

(iii) 計算ブロック内の標高を全部計画盤とする混合計算

盛土盤計算は、谷部分だけのある標高で盛土し、その高さ以上は自然地として保存したい場合、計算ブロックの範囲を造成範囲よりすこし広くすることによって、盛土盤と自然地との境界を正確に計算できる利点がある。また、尾根部分の切土だけを行なう場合も、切土盤計算によって同様に計算できる。混合計算は、自然地を考慮しないような造成地について行なう。

このほかに、計算ブロックでは計算されないような細部の計画高については、各メッシュ点の標高の置換を行なって補正することにした。

(4) 切盛法面の自動計算

切盛法面の計画は、法尻を計算ブロックの境界と一致させておけば、計算の指定によって自動的に行なわれる。実際の計画作業では、法面が計画地の境界を越える毎に何度も修正することがある。本プログラムでは、このような場合も、法尻線の変更を行なって計画地内で計画できるようにした。

(5) 土工量バランスの条件

i 計算ブロックの土工量 V_i は、 i 計画盤の基準点の標高 Z_i 、斜面勾配 a_i, b_i 、斜面方向 θ_i の関数として、 $V_i(Z_i, a_i, b_i, \theta_i)$ として表わされる。本プログラムでは、計画イメージを尊重するために、 Z_i, θ_i は入力値を変更せずに、 a_i, b_i の変更によって土工量バランスを行なう。したがって、式(1)を0に近づけるような斜面勾配 a_i, b_i を求めればよいことになる。

$$F = \sum_{i=1}^m V_{Bi}(a_i, b_i) + f \cdot \sum_{i=1}^m V_{Ci}(a_i, b_i) + V_0 \quad (1)$$

ここで、 V_{Bi}, V_{Ci} は、 i 計算ブロックの盛土量、切土量であり、 V_0 は、搬出入土工量、 f は、切盛変化率、 m は、計算ブロック数である。土工量バランスさせるには、 a_i, b_i を逐次補正して、 F を0に近づける。具体的には、 F の値を調整土工量として、各計算ブロックにその土工量に比例して割り振る。各計算ブロックでは、まず、斜面勾配 a_i (b_i についても同様) に、補正値 $\Delta a(t)$ を加えて、土工量計算を行なう。補正値は、 $\Delta a(t) = 0.5 \div t$ で表わされ、初期値 0.5% で、繰り返し計算回数 (t) 毎に小さくなる値である。この計算によって増減した土工量と調整土工量との比 α を求めると、新しい斜面勾配値は、 $a_i = a_i + 0.6 \times \alpha \times \Delta a(t)$ となる。0.6 については、 F を単調に収束させるための係数である。これは、地形形状によっては、勾配の補正量とそれによって増減する土工量は、単純に比例しないので、大幅に調整土工量を上回ることがあり、 F が振動することがあるからである。

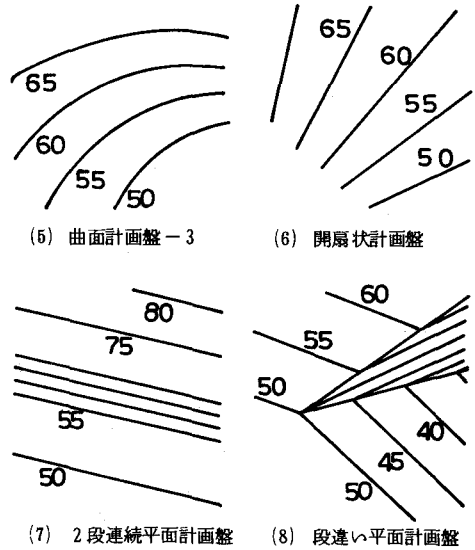


図-2.2 計画盤モデル

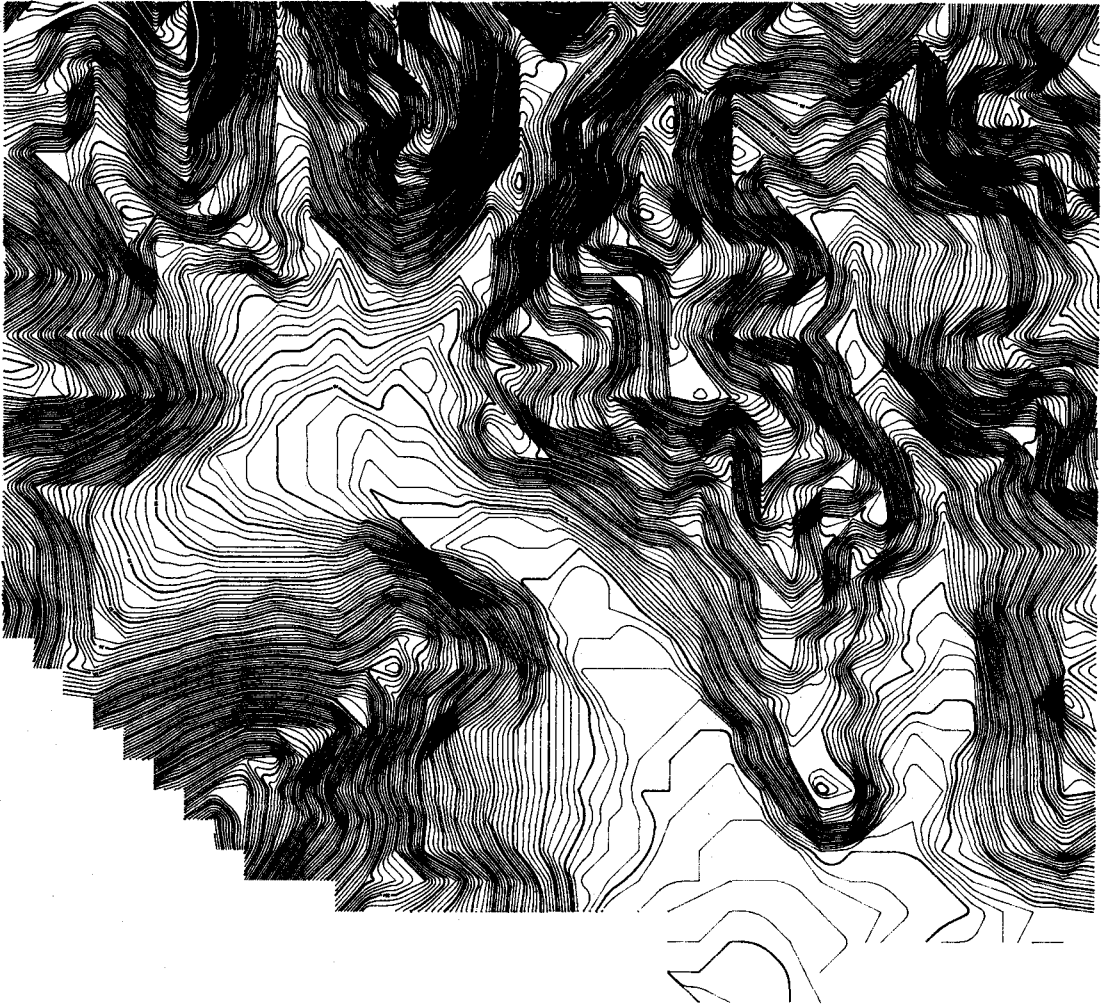


図-3 等高線図（現況地形）

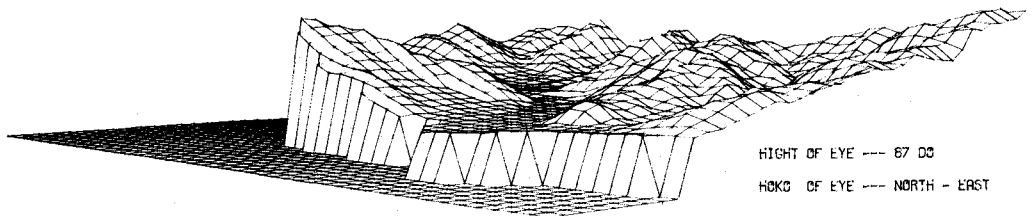


図-4 鳥瞰図（現況地形）

(5) アウトプット

- (i) 土工量表 —— 各計算ブロックの切盛土工量、造成面積、計算条件を表にまとめたもので、土工量バランスまでの過程を知ることができる。
- (ii) 等高線図 —— ラインプリンターによる2mコンターの等高線図。縮尺は、メッシュ間隔によって1,500分の1から2,000分の1程度である。

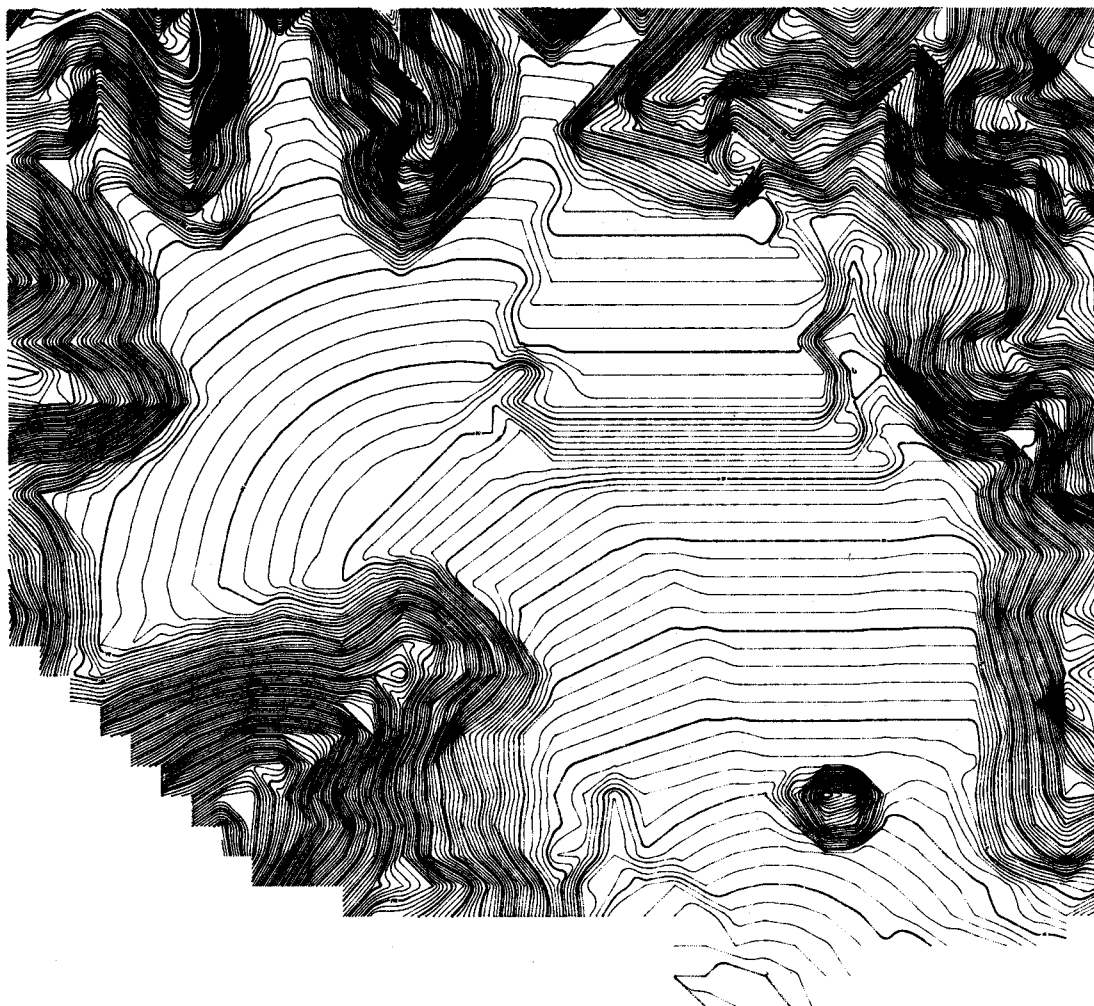


図-5 等高線図（計画高）

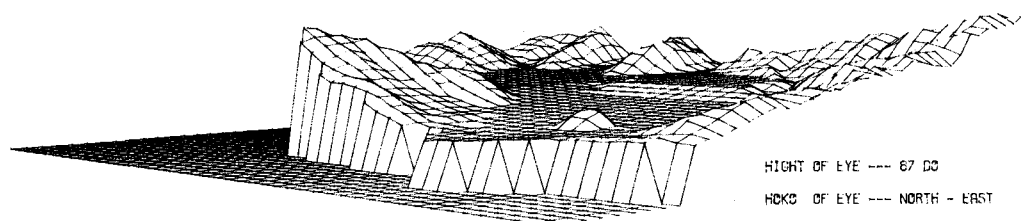


図-6 鳥瞰図（計画高）

3. あとがき

本プログラムの利点は、従来のものと比較して計算時間が非常に短いことと計画者のイメージをそのまま表現できることである。欠点は、インプットがやや煩わしいことである。計画作業への適用性については、現在のところ、実施例も少なく、はっきりしない。今後は、実用計算を行ないながら、あらゆる地形に適用できるように、機能の改良、拡張を続けていきたい。