

東洋情報システム

○正会員 南部実朗

出来俊彦

中部電力中央送変電建設所

柴田勝治

堀出昭彦

中部電力情報システム部

曾山 豊

1. はじめに

我々は、平成6年度から7年度にかけて、大規模電気所の敷地造成対象地点の選定を支援するシステムを開発してきた。このようなシステムでは、選定対象の領域（10km四方程度）から、造成時に発生する切盛土量（以下、土量と記す）の小さい地点を、造成候補地として自動抽出する機能が必要である。また、実用化を図るためには、如何に高速に抽出するか、が重要な課題となる。

そのため、我々は、システムを開発する過程で、地形メッシュデータ（メッシュ点毎に数値化された地形標高データ）を利用し、土量を高速に計算する手法の開発に取り組んできた。土量計算を高速化できれば、対象領域全域でしらみつぶしに土量を計算することにより、候補地を確実に、しかも現実的な計算時間で、抽出することができると考えたためである。

前回の土木学会全国大会で、土量計算の高速化手法についての検討結果を報告した¹⁾。今回は、その手法に改良を加え、精度向上を試みた結果を報告する。

2. 高速な土量計算の手法

(1) 前回の手法¹⁾の問題点

前回の手法は、基本的に、敷地領域内のメッシュ点の標高値と敷地標高の差を足し上げる、というものであった。実際には、法面の発生を考慮して、敷地領域内の地形に対して平面近似による傾斜を算出し、その傾斜をもとに計算領域を拡大した計算を行っていた（図-1）。

この簡略化により計算を高速化できたのであるが、地形を平面近似するというモデル化を行っているために、計算精度に不安を残していた。

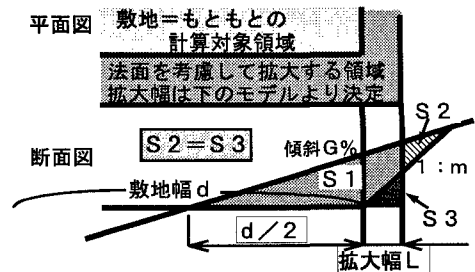


図-1 計算範囲拡張のモデル

(2) 改良後の手法

例えば、法面計算を行った後に平均断面法で土量計算を行う場合、計算時間の大半は、土量計算に費やされている。つまり、法面計算だけなら高速に行うことができる。また、法面計算の過程で、同時に土量も計算できれば、かなり高速に土量を求めることができる。計算根拠の出力を考慮しなければ、この計算は可能である。

法面計算の一般的な手順は以下の通りである。

- ①法肩ライン上にピッチDで法面計算点（図-2平面図の黒丸）を作成する。
- ②各法面計算点では、敷地外側に向かってピッチD毎に地形標高を計算し、法面標高との差 h_i を計算する。 h_i の符号が反転した区間で、法尻となる点を h_i と h_{i-1} の按分計算より求める。

実は、ここまで計算すると、法面部（図-2斜線部）の面積は簡単に計算できる。長さDの区間毎に台形面積の計算（例えば $(h_1+h_2) \cdot D/2$ ）を行えばよいからである。ただし、最後の法尻となる点を含む区間だけは、三角形として面積を計算する。

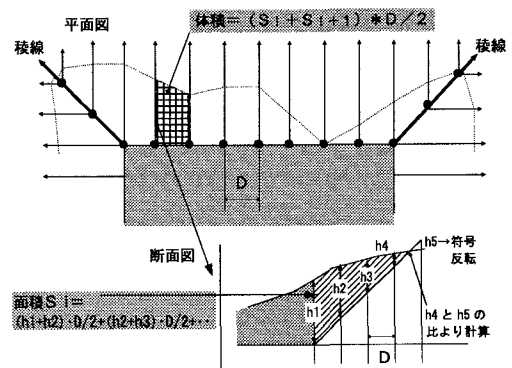


図-2 法面計算と土量計算を同時に行う方法

さらに、図－2平面図のように法面計算点に挟まれた区間について、順次体積を求めていけば、敷地領域外の法面発生による土量が求まる。

また、敷地領域内については、前回と同様に、メッシュ点の標高値と敷地標高の差を足し上げ、土量を求める。

つまり、敷地領域外については、原理的には平均断面法を、敷地領域内には点高法を適用することになる。以下、今回の手法による土量計算を高速土量計算と記す。

3. 考察

図－3は、高速土量計算による土量と、平均断面法による土量の相関関係を計測した例を示している。なお、地形メッシュデータのピッチと高速土量計算の計算ピッチDは10m、平均断面法での計算軸ピッチは2.5mであった。

比較的相関の低かったケースでも、相関係数は0.97程度を示し、高速土量計算が非常に高精度であることがわかる。

実際の法面発生を考慮している点で、従来の方法と全く同様の計算を行っており、計算土量がほぼ等しくなるのは当然であるといえる。

次に、精度を大幅に損なわない程度の計算の簡略化を施せないか、を検討した。簡略化がうまくいけば、非常に高速に、しかも精度よく土量を求めることができる。

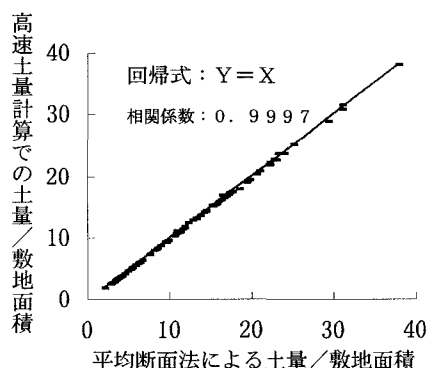
そこで、一連の計算の中の、繰り返し計算の部分を抽出し、その繰り返し回数を減らすことができないか、を検討した。検討の結果、以下の2つの簡略化を行った。

- ①任意の点の標高値を計算する際、内挿や曲面近似等の計算を一切省き、近傍の1メッシュ点の標高値をそのまま用いる。地形メッシュデータのピッチが10m前後であれば、さほどの誤差は生じない。
- ②計算ピッチDを粗くする。計算ピッチ＝メッシュピッチとするのが妥当であるが、メッシュピッチの2倍程度に粗くすることにより、法面計算の回数を減らす。

以上の簡略化の結果、高速土量計算に要する時間は、平均断面法による土量計算の約1/50となった。

また、9個の地形メッシュデータ（1km四方、メッシュピッチ10m）を用いて、平均断面法による切盛平衡土量と高速土量計算の結果の相関を計測したところ、すべて0.95以上の高い相関係数を示した。

土量計算書のような計算根拠を求められる場合には、本計算方法は、もちろん適用不可能である。しかし、広い範囲の領域から土量が小さくなる地点を抽出するようなケースでは、非常に有効な手法でないかと考える。



図－3 土量計算結果の比較例

4. 結論

10km四方の領域で、一定サイズの敷地を10mピッチで移動させ、かつ1ヶ所につき4方向の向きを考慮しながら、全てのケースで土量を計算し、値の小さかった地点を候補地として抽出する場合を想定する。

NEC製PC9821Xa（CPU:Pentium/90MHz）上で、高速土量計算により上記計算を行った場合の、計算時間の試算結果は、4.7時間であった。前回の手法によって計算を行った場合は8.6時間となり、計算時間を約45%短縮できることになる。

また、10個の地形メッシュデータ（1km四方、メッシュピッチ10m）それぞれについて、上記の方法で高速土量計算を用いて抽出した候補地と、あらかじめエキスパートが選定した土量が最小となる敷地の位置、向きの比較を行ったところ、両者はほぼ一致した。

以上、本稿で示した計算手法の導入によって、造成候補地の自動抽出を、十分実用的な計算速度及び精度で行うことが可能であることがわかる。

参考文献

- 1)南部他：造成候補地抽出の高速化について，土木学会第50回年次学術講演会，土木学会，1995.9.