

造成候補地抽出の高速化について

株式会社東洋情報システム

○正会員 南部実朗

出来俊彦

中部電力株式会社中央送変電建設所

川村信之

柴田勝治

中部電力株式会社電力技術研究所

曾山 豊

1. はじめに

我々は、変電所等の電力設備を対象とする、大規模造成工事の計画業務を支援するシステムを構築してきた。¹⁾ これらシステムは、造成対象地点が確定し、詳細な造成計画を検討する際の道具として位置づけられており、DTM(数値地形モデル)を利用した法面計算機能、及び平均断面法による土量計算・切盛平衡計算機能を実装している。

一方、我々は現在、造成対象地点の選定を支援するシステムを構築中である。このようなシステムでは、造成時に発生する土工量の小さい地点を、候補地として自動抽出する機能が必要である。

この抽出の方法としては、DTMの領域全体で逐次数地を移動させながら、土量計算、切盛平衡計算を繰り返し行い、計算結果の小さいものを丹念に拾い上げる方法が最も確実である。しかし、土量計算を繰り返し行う以上、計算時間の増大が問題となる。本稿では、土量計算結果の小さい造成候補地点を高速に抽出する手法を検討した結果について報告する。

2. 簡略化した土量計算の方法

(1)簡易点高法による計算

従来の土量計算では、法面計算に要する時間が、その計算時間の多くを占めている。そこで、法面を全く考慮せずに計算を行うことを考えた。また土量計算も平均断面法ではなく、点高法によって行うこととした。図-1に計算のイメージを示す。この方法によれば、計算時間は激減する。

ここで、敷地計画高を便宜的に原地形標高の平均とすれば、切土量と盛土量の和は下式で表せる。

$$\sum (|Z_i - Z| \times D \times D) \quad (D: \text{メッシュピッチ})$$

ここに、 Z_i はDTMの敷地内にある格子点の標高値で、 Z はその平均値である。

また、切土量と盛土量の和を敷地面積で割り、正規化した値を単位土量(m^3/m^2)と表現し、以降、土工量の代表値として用いる。ここでは単位土量は次のようになる。

$$\frac{\sum (|Z_i - Z| \times D \times D)}{\sum (D \times D)} = \frac{\sum |Z_i - Z|}{N} \quad (N: \text{敷地内にある格子点の数})$$

(2)法面発生領域の考慮

上記の簡易な方法で得られる単位土量(以下、簡易単位土量)が、精密な法面計算・切盛平衡計算を行って求めた単位土量(以下、真の単位土量)に近似した値にならない限り、高速化の意味がない。しかし、複数のDTMで数値実験を行い、両者の関係を計測した結果は、さほどよい相関を示さなかった(相関係数=0.61)。これは、実際には法面の発生する範囲の地形が全く計算に反映されていないためであると推測される。そこで、与えられた敷地に対し拡張幅を持たせ、法面発生幅を考慮して簡易単位土量を計算することを検討した。図-2のよ

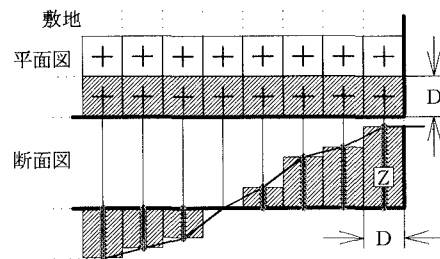


図-1 簡易点高法のイメージ

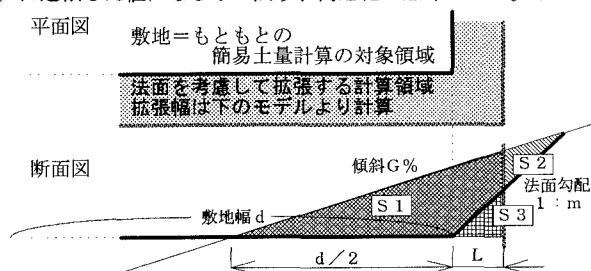


図-2 計算範囲拡張のモデル

うに、原地形が傾斜G%の様な斜面上で、この斜面上に幅d、法面勾配1:mの敷地を造成するモデルを考える。このモデルでの土量は、切土断面のみに注目すれば、S1+S2となる。一方、ある拡張幅Lにおける簡易土量はS1+S3である。両者が等しくなる、つまりS2=S3となる拡張幅は一意に求まる。

$$L = \frac{d}{2} \left(\sqrt{\frac{100}{100 - G \cdot m}} - 1 \right)$$

上記の考え方は、地形が一様傾斜というモデル化された条件で、真の単位土量と簡易単位土量が一致する。しかし、実際の地形は一様傾斜ではありえないので、この幅に安全率Cを掛け合わせ、多めに拡張幅をとる。また、Gには敷地内の地形を平面近似して得られる傾き(%)をあてはめる。

$$L = C \frac{d}{2} \left(\sqrt{\frac{100}{100 - G \cdot m}} - 1 \right)$$

上式によると、Gが大きくなればLが非常に大きな値をとる危険性があるが、これは、拡張幅の上限値Llimを設けることによって回避する。

また、C及びLlimの値は、数値実験によってC=2、Llim=100(m)と定めた。つまり、

$$L = d \left(\sqrt{\frac{100}{100 - G \cdot m}} - 1 \right) \quad \text{ただし、} \begin{array}{l} d: \text{敷地幅、} m: \text{法面勾配} \\ G: \text{近似平面の傾斜\%, } L \leq 100 \end{array}$$

3. 考察

上式より求まる拡張幅だけ、計算範囲を敷地から拡大して（図-2参）計算した簡易単位土量と真の単位土量の関係を計測した結果を図-3に示す。両者の相関は飛躍的に向上した。

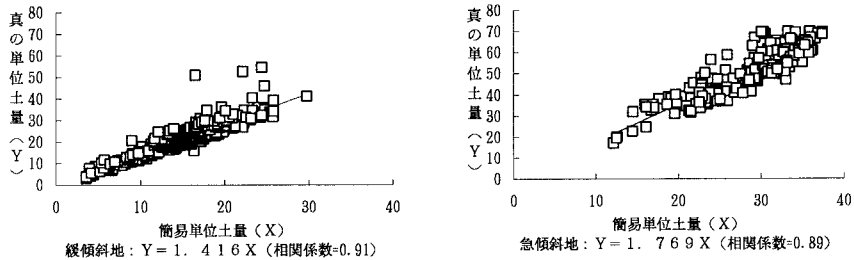


図-3 数値実験の結果

緩傾斜地と急傾斜地では、両者の関係式の係数が異なる。従って、この手法によって真の単位土量を直接予測するのは困難である。しかし、上図に示したような良好な相関関係が保証されれば、真の単位土量を相対的に予測することは十分可能である。つまり、簡易単位土量が相対的に小さければ、真の単位土量も小さいであろうと判断できる。

4. 候補地抽出の方法

例として、全部で10,000地点分ある計算ケースの中から、真の単位土量の小さい10地点を抽出する場合を考える。まず、全ケースについて簡易単位土量を計算し、その値の小さいものを抽出する。抽出件数については、現状では最終抽出件数の2~3倍の件数を抽出すればよいとの結論を得ているが、ここでは安全側にみて50地点を抽出する。そして、この50地点についてのみ、真の単位土量を計算し、最終の10地点を抽出する。

ごく平均的な計算条件において、上記の計算に要する時間を試算すると、194秒(3.23分)となった。一方、10,000ケース全てにつき真の単位土量を計算する場合に要する時間は、24,252秒(404.2分)となり、大幅な高速化が実現可能であることがわかる。

5. おわりに

本稿では、簡略化した土量計算手法の導入による、造成候補地抽出の高速化の可能性について述べた。

今後は、より多くのDTMで実験を繰り返し、手法の改良を目指すとともに、搬入路ルート選定、景観評価など総合的な造成計画・評価システムの構築へ発展させて行きたい。

参考文献

- 1) 南部他：造成計画支援システムの開発，土木学会第46回年次学術講演会，土木学会，1991.9.