

クリギング法による地盤調査結果の空間分布予測

明石工業高等専門学校	学生会員	○浦上滉平
明石工業高等専門学校	正 会 員	稲積真哉
大北耕商事	正 会 員	大北耕三
近藤技術士事務所	正 会 員	近藤 巧

1. はじめに

昨今の戸建住宅地盤において、地盤沈下や液状化等の問題が顕在化している。しかし、これらの調査手法および対策手法は今現在確立されていないことが現状である。これらの現象の原因解明をする上では、地盤内の情報をより詳細に把握していく必要があると考えられる。そこで本研究では、細かい計測ピッチで換算 N 値が計測可能である改良型スウェーデン式サウンディング試験機を用いて、実際に地盤沈下が発生した狭隘な戸建住宅盛土地盤を対象に地盤調査を行い、その計測した結果を基に地球統計学的手法の一つであるクリギング法を用いて、地盤内の換算 N 値を詳細に示す。また、改良型スウェーデン式サウンディング試験機を用いて計測した換算 N 値と、クリギング法で予測した換算 N 値を比較することによって、狭隘な戸建住宅地盤におけるクリギング法の適用性の検討も行っている。

2. 調査試験機および現場の概要

本研究では実際に地盤沈下の発生した地盤において地盤調査を行った。その際調査試験機として、改良型スウェーデン式サウンディング試験機 (NSWS) を用いた。これは従来のスウェーデン式サウンディング試験機に改良を施したもので、貫入ロッドに対する載荷荷重と、回転により地盤の強弱を評価する試験機である¹⁾。この試験機械の特徴として①最大載荷量が 2500N であるため、貫入力が高く、②礫まじりの層や、軟岩層も貫入でき、③測定ピッチが 10.8mm と細かいため、詳細なデータの取得が可能であり、④鉛直方向以外にも傾斜計測可能であり、限られた調査スペースで多くの値を計測できることなどが挙げられる¹⁾。

次に現場の概要について述べる。現場は兵庫県西宮市美作町地内の戸建住宅盛土地盤である。現場は傾斜地にある階段状宅地であり、2 階建ての一般戸建住宅が 2 軒並んだ敷地である。その敷地内の一部で地盤沈下が発生し、建物の一部や周囲のブロック塀等に変状が生じている状況で、これらの現象は全て敷地の南側に集中して発生している。各測点の調査として、図-2 に示すように敷地北側の鉛直方向計測測点 (1, 2, 5, 6) であり、敷地南側 (擁壁側) の鉛直方向計測点 (3, 4, 7, 8) である。また、測点 10, 11, 12, 13 の傾斜方向測定は、軟弱部分の範囲を把握および擁壁近くの締固め不足範囲を確認することを目的とする。

3. 普通クリギング法による空間分布予測

本研究では、普通クリギング法を用いて測点間の断面を内挿し、換算 N 値がその断面でどのように分布しているかを予測した。普通クリギング法はランダム変数が定常性を満たしているという条件下で、変数の重み付き平均を求める方法である²⁾。普通クリギン



図-1 NSWS 試験機の試験様子

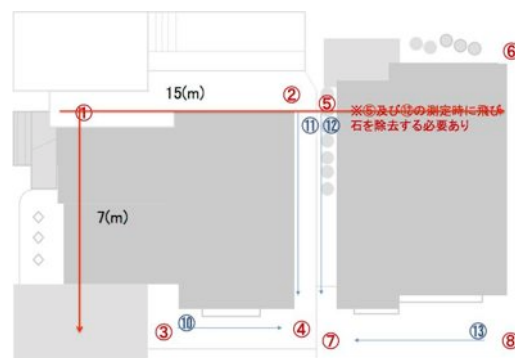


図-2 現場の概要

グ法の一般式は次の式(1)として与えられる。

$$\hat{w}(x) = \sum_{i=1}^n b_i w(x_i) \quad (1)$$

ただし、 $\hat{w}(x)$:予測値、 $w(x_i)$:実測値、 b_i :各測点の重みである。

また、前述の定常性を満たすために、式(2)の条件が必要となる。

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1 \quad (2)$$

これで重みの総和が 1 ということになり、この条件の下クリギング法を行う。

本研究では NSWS によって計測された換算 N 値を基に普通クリギング法を行う。また、空間分布予測を行う際に用いる測点として、測点 3、7 の鉛直方向の換算 N 値を使用する。測点 3、7 によって作られる断面上には鉛直方向に計測した測点 4、測点 3 から傾斜方向に測定した測点 10 が存在する。よって、この断面を予測し、鉛直方向、傾斜方向の実測値と比較することによって、狭隘な戸建住宅地盤におけるクリギング法の適用性の有無の検討、またクリギング法は面的に補間することが可能であるか判断している。

4. 遮水工の最適な補修間隔の検討

図-3 により、深度 120cm 付近までは軟弱な地盤が存在していることが確認できる。また、それ以降は測点 7 付近に深度 120cm 付近で強い層が表れ、深度 180cm 付近では広範囲に渡って強い層が存在していることが確認できる。

次に、図-5 は各測点における実測値と予測値との比較を行った図である。まず測点 4 の結果では、全体的に乖離が小さいことが確認できる。次に測点 10 の結果では、深度 180cm 付近まで実測値との乖離が小さいことが確認できる。しかし、それ以降は乖離が大きくなっていることが確認できる。また表-1 は両者の相対誤差を示したものである。表-1 から両者とも相対誤差が 1 を下回っていることが確認できる。これより比較的相対誤差が小さいと考えられるので、鉛直、傾斜方向において高精度に予測が行えていると考えられる。

5. おわりに

本研究では、クリギング法を戸建住宅地盤に適用することによって、適用性の有無の検討、また面的に補間可能であるかを検討している。結果から両者とも実測値との乖離が全体的に小さいことが確認できたことから、戸建住宅地盤において適用性は十分にあると考えられる。また両者とも全体的に乖離が小さいことから、クリギング法は面的にも補間可能であると考えられる。また今後は、予測値と実測値の乖離具合から評価するリスク工学的目線から評価を行う。

【参考文献】

- 1) 西村豪志, 稲積真哉, 大北耕三, 近藤 巧: 傾斜岩盤上の宅地盛土に対する地盤調査事例と補強材・補強工法の提案, 第 11 回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.431-438, 2014
- 2) 正路徹也, 小池克明: 誤差を考慮した空間値の補間, 日本地熱学会誌, No.4, Vol.29, pp.183-194, 2007

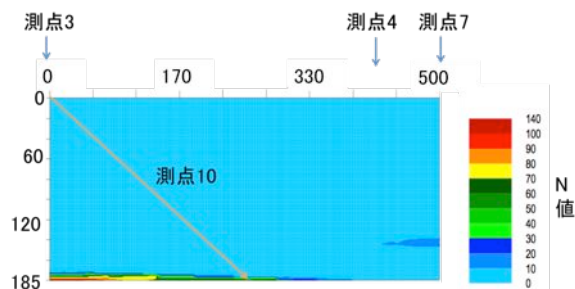


図-3 クリギング法による断面の空間分布予測

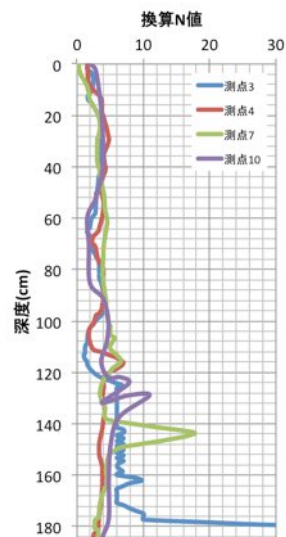


図-4 各測点における実測値

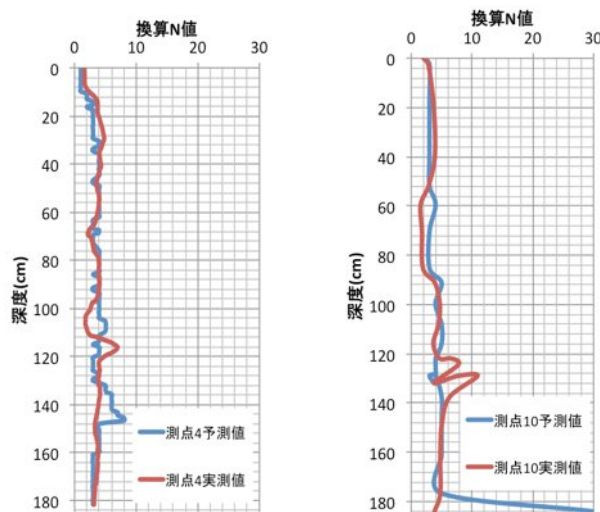


図-5 各測点の予測値との比較

表-1 予測値と実測値との相対誤差

測点 4	測点 10
0.284210892	0.595928736