

既設の住宅直下地盤における軟弱箇所の地球統計学的推定

明石工業高等専門学校専攻科 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

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。これらの原因の一つとして、既設の住宅直下の地盤の状態をあらかじめ詳細に把握できていないことが挙げられる。よって、これらの地盤災害の原因を解明する上では、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、細かい計測間隔で換算 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、実際に地盤沈下が生じた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住宅直下の地盤を詳細に推定している。また、クリギング法を用いることによって、住宅直下の地盤における軟弱部分の推定も行っている。

2. 調査試験機及び調査現場の概要

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ている。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。この試験機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。試験機の概要は図-1 に示す。この試験機の特徴として「従来型より貫入力が高いこと」、「計測間隔が約 0.01m と非常に細かいこと」、「鉛直方向以外にも傾斜方向や水平方向にも計測が可能であること」等が挙げられる。これらの特徴によって、従来型よりも限られた調査スペースで多くのデータを計測できることが可能となった¹⁾。

次に現場の概要について述べる。現場は兵庫県西宮市内に存在している戸建住宅地盤である。現場の概要は図-2 に示す。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地盤沈下が生じており、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あり、これらの現象は全て敷地の南側に集中的に発生している。各測点の調査状況の詳細として、図-2 に示すように敷地北側の測点 (1, 2, 5, 6) と、敷地南側の鉛直方向測点 (3, 4, 7, 8) は地盤に対して鉛直方向に計測した測点である。また測点 10, 11, 12, 13 は地盤に対して傾斜方向に計測した測点である。

3. インディケータクリギング法による空間分布予測

本研究では、インディケータクリギング法を用いて測点間の断面を内挿し、軟弱部分がその断面内でどのように分布しているかを推定している。インディケータクリギング法は、クリギング法の一つであり、目的とする箇所の物性値を直接推定するのではなく、おおよその程度の範囲の値となりえるかを推定する方法である。インディケータクリギング法の一般式は次の式(1)として与えられる。

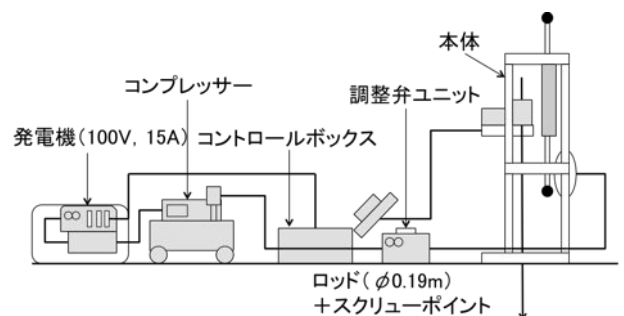


図-1 NSWS の概要



図-2 調査現場の概要

キーワード 地球統計学, クリギング法, 空間分布推定, 防災, 減災
inazumi@akashi.ac.jp

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

ここで、 $I(x)$ は地点 x_i における指示変数の値で、 $\hat{I}(x)$ が地点 x における推定値である²⁾。この推定値は、ここで花崗岩を例に考えると、例えば、花崗岩が存在する可能性を 1 とし、その他の岩石が存在する可能性を 0 とした場合、推定地点に花崗岩が存在する確率を与える。

本研究では NSWS によって計測された深度方向の換算 N 値を基にインディケータクリギング法を行う。また、地盤沈下が生じていた地点は住宅の南側であったことから、住宅の南側で計測された深度方向の測点 3, 4, 7, 8 を用いてその断面の空間分布推定を行い、地盤の軟弱部分の推定を行う。一般的にスウェーデン式サウンディング試験機によって計測される換算 N 値は、5 以下の場合軟弱とされている。よって、インディケータクリギング法を行うことによって換算 N 値が 5 以下の軟弱部分がどのように分布しているかを推定する。インディケータクリギング法は推定を行う場合閾値（推定したい換算 N 値の値）を設定しなければならない。よって、本研究では閾値をランク分けすることによって、より詳細に地盤の内部の推定を行う。

4. インディケータクリギング法による軟弱部分の推定

結果は図-3, 4, 5 の通りである。各図で示されている凡例は設定した値より換算 N 値が下回る確率 (%) を表している。図-3 は換算 N 値が 4 以下の地盤が存在している確率を示している図である。これを見ると全体的に換算 N 値が 4 以下か、もしくは 4 と同程度の強度の地盤が広がっていることが確認できる。特に測点 3 と測点 4 の間の断面ではより広範囲に渡って換算 N 値 4 以下の地盤が広がっていることが確認できる。図-4 は換算 N 値 3 以下の地盤が存在している確率を示している図である。これを見ると表層から 0.3m 付近までは換算 N 値が 3 を下回る地盤が存在している可能性が高いと考えられる。図-5 は換算 N 値が 2 以下の地盤が存在している確率を示した図である。これを見ると表層付近が緑色に変色していることから換算 N 値が 2 程度の地盤が存在していると考えられる。また測点 3 側と測点 8 側の深さ 0.5m 付近にも緑色に変色していることから換算 N 値が 2 程度であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、インディケータクリギング法を用いることによって、戸建住宅直下の地盤の強度を詳細に推定した。その結果から、表層から 1.0m 付近までは換算 N 値が 5 を下回る地盤が存在していると考えられる。換算 N 値は 5 を下回ると軟弱とされていることから、表層から 1.0m 付近までは軟弱であると判断できる。また閾値を変えることによって、換算 N 値が 2 と同程度かまたはそれ以下の地盤も広がっていることが確認できた。今後はこの結果を用いて、地盤強度と沈下の発生リスクとの相関性等を調べ、この対象地盤に対してリスクの評価を行っていく。

参考文献

- 1) 西村豪志, 稲積真哉, 大北耕三, 近藤 巧: 傾斜岩盤土の住宅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, No4, Vo.29, pp.183-194, 2007

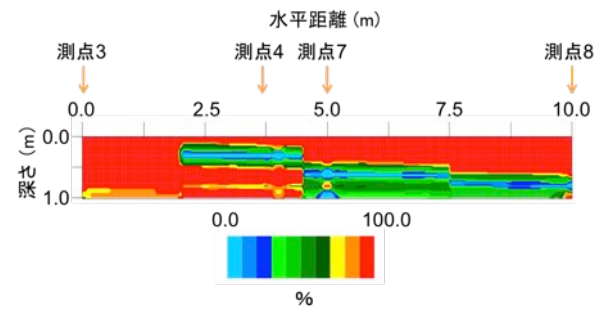


図-3 換算 N 値 4 以下の分布確率図

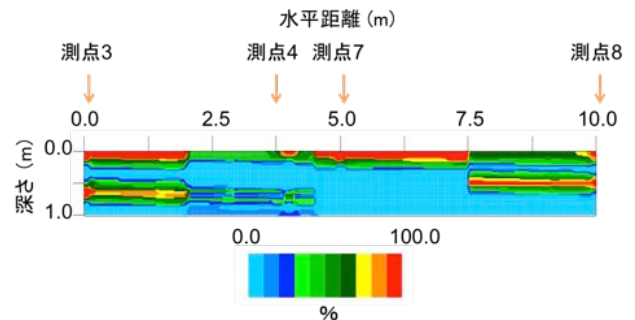


図-4 換算 N 値 3 以下の分布確率図

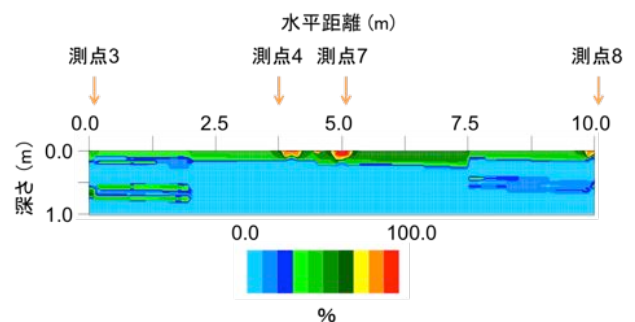


図-5 換算 N 値 2 以下の分布確率図