

III-A 363 地形情報を用いた基礎地盤レベル推定の事例報告（その1）

—弾性波速度帯との比較—

中部電力 正会員 上田雅司・上田 稔・依田 眞
清水建設 正会員 本多 眞・鈴木 誠

1. はじめに

起伏の大きな山間丘陵地に変電所などを構築する際には、支持基礎設計のために基礎地盤レベルを精度良く推定することが重要である。基礎地盤が深いときには、杭基礎が用いられることが多い。したがって無駄のない杭長設計を行うためにも、限られた調査ボーリングデータから支持基礎地盤面を精度良く推定することが必要である。しかし、このような山間地域の基礎地盤は起伏に富んでいることが多く、調査ボーリング結果だけでは基礎地盤を精度良く推定するのは困難なことがある。一方で、基礎地盤面の起伏は地表面の起伏と相関性があることが多い。そこで基礎地盤面の推定に地形情報を考慮して、地盤統計学の一手法であるCokriging¹⁾の適用を試みた。本報告は、その適用事例の1つとして、富山県西部の南福光電気所の造成工事における結果について報告するものである。

2. 対象サイトの概要

南福光電気所造成工事²⁾は、73万m³におよぶ切盛造成工事で、このうち盛土部で中部電力の南福光連系所を新設し、各種機器基礎や建屋基礎を杭基礎で設計する。建設地点は、富山県西部福光町に位置し、地質状況は北陸層群岩稲粟層と呼ばれる新第三紀の安山岩質溶岩、凝灰岩、凝灰角礫岩などで構成されている。図1に示されるように対象領域は、北東方向に傾斜する斜面であり、沢が南北方向に2本存在し、沢底と尾根では大きいところで約20m以上の高低差が存在する起伏の著しい地形である。

当該工事では27本の調査ボーリングの他に、弾性波探査も実施している。図1には調査ボーリング位置(X印)および弾性波探査測線も示している。ボーリング調査によれば、地表から5~10mは風化がかなり進んでおり、N値50未満であるのに対して、5~10m以深はN値50以上で、岩級区分はCL級以上である。ここでは支持杭の基礎地盤面を、N値50以上で岩級区分はCL級以上と定義している。

ボーリング位置での弾性波速度値から、N値50以上の範囲は弾性波速度1.2~1.7km/sec以上の速度帯に対応しており、この速度帯上限が基礎地盤面と判断された。そこで弾性波探査による推定基礎地盤面を真として、推定結果の比較を行った。また、沢沿いにはCL, CM級岩盤の露頭が地表踏査において認められており、基礎地盤面の推定においてボーリングデータと併せて入力データとした。図1に示す●印が弾性波探査による基礎地盤面の推定点、また○印が沢沿いの基礎地盤面の入力データとした標本点である。

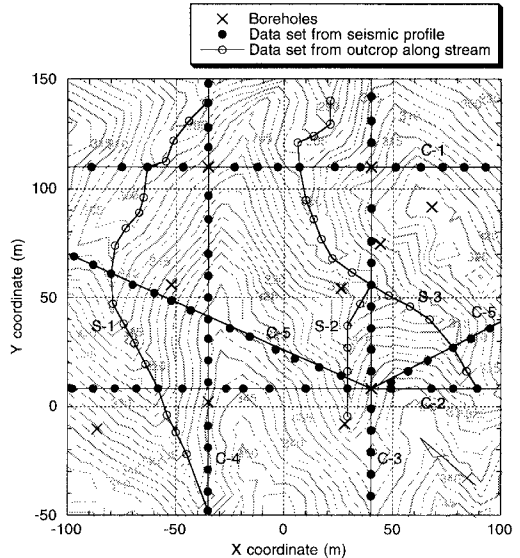


図1 対象サイトの概要

3. 基礎地盤面の推定

各種建屋や機器の基礎杭の杭長設定を目的とし、Cokrigingによる基礎地盤面推定の適用性を検討した。本サイトの基礎地盤面の境界は、地質学的には地表面からの風化帯と風化をあまり受けていない岩盤との境界であり、したがって基礎地盤面はほぼ地表面の起伏に準じて分布していると考えられる。実際に調査ボーリング位置での基礎地盤面レベルと地表面レベルの関係を示した図2を見ると、明らかに直線近似で相関係数0.9以上の強い正の相関性が認められる。地形データを用いたCokrigingによる基礎地盤面の推定にあたっては、まず基礎地盤面の空間分布モデルを仮定して、ボーリングデータからパラメータを推定する。推定されたモデルを用いてCokrigingによる基礎地盤面の空間分布を推定することになる。

モデルの選択とパラメータの統計的推定の詳細については文献³⁾に譲ることにして、ここでは用いたモデルを以下に示す。

【トレンド成分】

$$\begin{Bmatrix} \mu_1(x,y) \\ \mu_2(x,y) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 332.6 + 0.01x - 0.18y \\ 322.1 - 0.03x - 0.17y \end{Bmatrix} \quad (1)$$

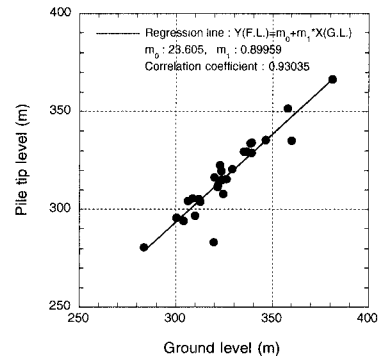


図2 基礎地盤面と地表面の相関性

【ランダム成分】

$$\begin{cases} C_{11}(h) = (13.2)^2 \exp\{-h/40.0\} \\ C_{22}(h) = (12.3)^2 \exp\{-h/40.0\} \\ C_{12}(h) = C_{21}(h) = (0.89) \cdot (13.2) \cdot (12.3) \exp\{-h/40.0\} \end{cases} \quad (2)$$

Cokrigingによる空間分布推定には地表面および基礎地盤面のデータ数と標本位置は一致している必要はない。ここでは地表面のデータとして対象領域の10m間隔格子点の位置、計441点の標高を地形図から読みとったものを用いた。

基礎地盤面の推定結果をコンター図で示したものが図3である。上図が基礎地盤面レベルの推定値、下図が推定誤差である。推定値のコンター図をみると、地表面の起伏とかなり類似している。大まかに対象領域の南側で地表面レベルから-10m、北側で-5m程度に基礎地盤面が分布している。この図から両者の関係は場所により複雑に異なり、地表面から単純に基礎地盤面を推定しているわけではないことが見てとれる。

Cokrigingによる推定結果の妥当性を検討するために、弾性波探査による推定基礎地盤面との比較を行った。図1に示した弾性波探査測線(C-1~C-5)のうちC-1、C-4断面について、真値と推定値の比較を例示したものが図4である。破線は推定誤差の範囲を示している。図のb)に示されるように、斜面方向(北東)の断面では、真値との差が5m以内であり非常に精度良く推定できている。斜面方向は地形起伏の影響よりもトレンドの影響が強く、トレンドモデルの採用が推定精度を向上させている。一方、図のa)に示される沢地形を横断する方向の断面では、沢と尾根の起伏が顕著であり、推定結果も起伏をうまく表現している。真値との差についても、南東側の尾根の部分でわずかに5mを超える部分があるが、それ以外は全て5m以内である。

4. おわりに

南福光における適用例では、地表面と基礎地盤面の起伏の相関性が強く、推定された基礎地盤面は地表面の起伏とかなり類似したものとなった。真値と考えられる弾性波探査結果との対応も非常に良く、少ない調査ボーリングデータから、精度の良い推定ができることがわかった。今後多くの現場へ適用を試み、設計の合理化、コストの削減への有効性に関する検討を実施してゆく所存である。

参考文献

- 1) Journel, A. G. and Huijbregts, Ch. J. : Mining geostatistics, Academic Press, Inc., pp.324-343, 1978.
- 2) 上田雅司ほか; 南福光電気所土地造成工事概要, 土木学会第50回年次学術講演会, 第III部(B), pp.1612-1613, 1995.
- 3) 鈴木誠ほか; 地形情報を用いたCokrigingによる基礎地盤面推定(その1), 第31回地盤工学研究発表会梗概(投稿中), 1996.

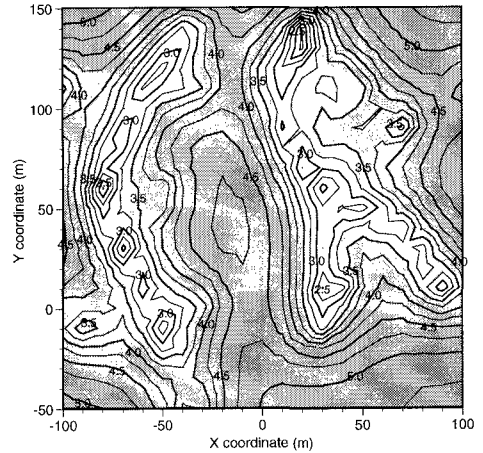
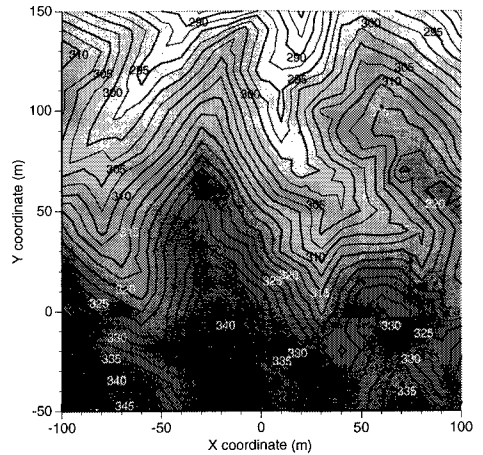
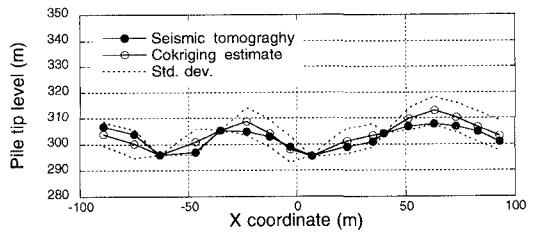
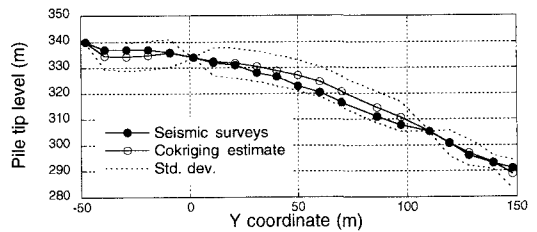


図3 基礎地盤面の推定値(上)と推定誤差(下)



a) C-1断面



b) C-4断面

図4 基礎地盤面の推定結果と弾性波探査結果の比較