

I - B 425

SIGNAL における欠落した観測データの再現方法に関する検討

(株) 富士総合研究所 解析技術第2部

正会員 加藤 大輔¹⁾

鳥取大学 工学部 社会開発システム工学科

正会員 野田 茂

東京ガス(株) 防災・供給センター

正会員 清水 善久

東京ガス(株) 防災・供給センター

正会員 中山 渉

東京大学 生産技術研究所

正会員 山崎 文雄

1. はじめに

地震時導管網警報システム SIGNAL¹⁾は、図1に示した331地点のSI値、最大加速度を地震発生直後に東京ガス独自の通信ネットワークを用いて集め、ガス導管の被害推定を行っている。この通信ネットワークの中継設備は非常に信頼性の高いものであるが、仮に被害が生じたと仮定すると、数10個の観測データが欠落する可能性があり、この地域のSIGNALの被害推定結果は過小に評価されたものになる。そこで、観測されたデータから欠落したデータを再現する方法について検討した。

2. 評価手法

再現方法の評価は、実記録のあるゾーンの全てのデータを欠落させ、これを幾つかの方法で再現し、オリジナルの記録と比較することで行った。地震記録には1995年11月12日、東京都北西部を震源とする地震を使用し、最大地動には最大加速度を用いた。この最大加速度データを、震源距離と対応させて図2に示す。データを欠落させるゾーンには、震源に近く高い観測値が得られている内挿域として中央千葉ゾーンを、震源から離れた外挿域として円海山ゾーンを選んだ。

欠落データの再現方法として下記の3つを考え比較検討した。

- ① 距離減衰式から得られる値を使用する方法

距離減衰式には次式を使用した。

$$\log A_{\max} = a \log(R + R_0) + b \quad (1)$$

$A_{\max}$: 最大加速度 R : 震源距離

a, b, R_0 : 最小2乗法で算出するパラメータ

- ② 2次曲面を平均面として用いた Kriging 法⁽²⁾

- ③ 最近傍点のデータに置換する方法

3. 結果

図3は中央千葉ゾーン、図4は円海山ゾーンのデータを欠落させた場合について、オリジナルデータと上記3つの再現方法により再現した値の相関を示したものである。最近傍点置換法は欠落点から遠方の観測値で代替するため、欠落領域が大きい場合は推定精度が悪い。距離減衰式を使用した結果と2次曲面に対して Kriging



図1 SIGNAL 固定無線回線系統図

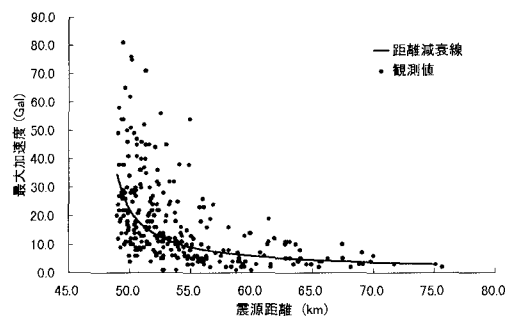


図2 最大加速度と震源距離の関係

キーワード : 地震防災, 補間, 距離減衰式, Kriging 法

¹⁾ 〒101-8443 東京都千代田区神田錦町 2-3 03-5281-5320

法を適用した結果は、極端には違わなかった。距離減衰式による方法は震央から離れるほど最大地動が指数的に減衰するという物理的因果性を含んでおり、確定論的手法ながら値の再現性は高い。Kriging 法は 2 次曲面が揺れの空間分布を全体的に捉えている。

今回のケースでは Kriging 法で用いられる相関距離パラメータよりも内外挿領域が非常に広く、補間値はほとんどが平均場で支配されてしまった。このことは平均場をいかに正確に推定することが重要であることを示唆している。ただし、Kriging による補間結果と距離減衰式を用いた方法がほぼ同じ結果を与えているという理由から、物理量を確率変数ではなく定数とみなして議論することは妥当ではない。それは不確定要因の影響を無視して確定的にその影響度を量的におさえることができないからである。Kriging 理論では推定誤差分散によって推定精度を定量的に評価できるが、確定論的方法ではこのようなことは行えない。

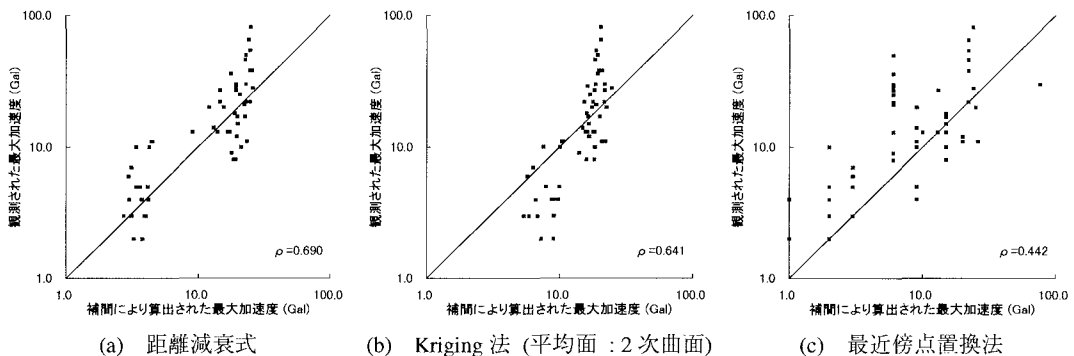


図3 中央千葉ゾーンのデータを欠落させた場合の再現結果

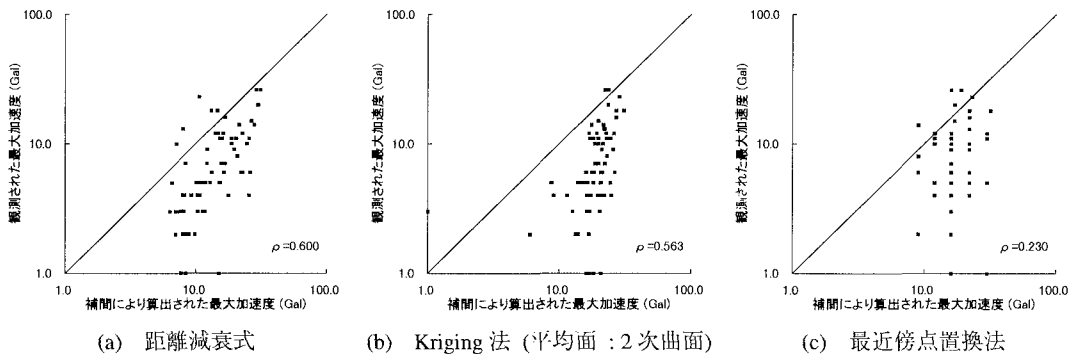


図4 円海山ゾーンのデータを欠落させた場合の再現結果

4. 結論と今後の課題

地震時の大規模なデータ欠落は、物理的因果性を考慮している距離減衰式による方法を用いることで、ある程度再現することができた。しかし、図 2 から明らかなように実際の観測データのばらつきはかなり大きい。これは地点により地盤条件が異なり、ゆれやすさが異なるためである。

再現方法の精度を上げるための課題としては、距離減衰式を平均面として用いる Kriging 法の利用、地点によるゆれやすさを過去の地震データを用いて定め、これを用いて補正することがあり、今後その有効性を確認していく予定である。

参考文献

- [1] 山崎文雄, 片山恒雄, 野田茂, 吉川洋一, 大谷泰昭 : 土木学会論文集, No. 525, pp. 331-340, 1995.
- [2] 橋尾隆徳, 野田茂 : 確率場を規定するパラメータの推定, 土木学会第 50 回年次学術講演会概要集, 第 1 部(A), pp. 858~859, 1995 年 9 月.