

GISを用いた地盤増幅度の面的整備手法に関する検討

日本技術開発株式会社 正会員 ○石田 栄介
東京大学生産技術研究所 正会員 山崎 文雄
東京ガス株式会社 正会員 清水 善久

1. はじめに 東京ガスの新防災システム「SUPREME」における地震時の早期被害推定は、供給エリア内約3,700箇所の超高密度な新SIセンサー地点の観測値に基づいて行われる。しかし、地表に設置されたセンサーの観測値は、表層地盤における地震動増幅特性の影響を強く受けるので、観測地点以外の地震動を補間等で推定する場合は、場所による表層地盤増幅特性の違いを考慮する必要がある。東京ガスでは、表層地盤増幅特性を面的に把握するため、供給エリア内の約50,000本のボーリングデータ及び微地形分類をGISで整備している。本論では、ボーリングデータ及び微地形分類を用いた地盤増幅度の面的整備手法について検討を行う。

2. K-NET観測データに基づく平均S波速度とSI値増幅度の関係 地盤・地形情報と表層地盤増幅特性の関係を検討するため、K-NET観測データに基づくSI値増幅度とPS検層データから計算した平均S波速度との関係を分析した。平均S波速度を求める計算深さ及び平均化方法をパラメータとして各種検討を行った結果、深さ20mまでの走時平均を用いた下式を用いることとした^[1]。

$$\log_{10} \lambda = -0.785 \cdot \log_{10} (AVS_{20}) + 2.18 \quad (1)$$

ここで、 λ はSI値増幅度、 AVS_{20} は深さ20mまでの走時による平均S波速度(m/s)である。基準となる岩盤の固さを平均S波速度600(m/s)と定義し切片の値を調節している。平均計算には、走時による下式を用いている。

$$AVS_{20} = \sum_j h_j / \sum_j (h_j / V_{sj}) \quad (2)$$

ここで、 V_{sj} は層 j のS波速度(m/s)、 h_j は層 j の厚さ(m)、 $\sum_j$ は深度20mまでの各層 j に関する合計を表している。PS検層データの整備されている横浜市強震地点について、観測記録に基づくSI値増幅度と深さ20mまでの走時による平均S波速度の関係を図1に示し、推定式(1)を重ねた。推定式自体は、K-NET観測記録に基づいて作成されたものだが、横浜市観測地点においても相関係数は0.65であり、比較的良好な対応を示している。

3. ボーリングデータを用いた平均S波速度の推定 供給エリア内の約50,000本のボーリングデータを用いて、N値及び土質種別から各層の平均S波速度を推定する方法として、文献^[2]による下式を用いる。

$$V_{sj} = 100 \cdot N_j^{1/3} \quad (\text{粘性土}, 1 \leq N_j \leq 25) \quad (3)$$

$$V_{sj} = 80 \cdot N_j^{1/3} \quad (\text{砂質土}, 1 \leq N_j \leq 50) \quad (4)$$

ここで、 N_j は各深度 j におけるN値、 V_{sj} は推定S波速度(m/s)を表している。PS検層データが整備されている横浜市強震観測150地点について、PS検層から求めた実際の平均S波速度とN値及び土質種別から推定した平均S波速度を図2に比較するが、相関係数は0.87であり、両者は良く対応している。

4. SI値増幅度の面的補間方法 式(3)、(4)により求めた各層の推定S波速度を式(2)により平均化し、式(1)に代入することにより、ボーリング地点毎の推定SI値増幅度を求めることができる。これに基づき、補間手法を用いて、面的なSI値増幅度の整備を行う。補間手法としては、下式を用いる。

$$y = \sum_i ((1/r_i^2) \cdot y_i) / \sum_i (1/r_i^2) \quad (5)$$

ここで、 y は補間計算値、 y_i はボーリング地点 i の値、 r_i は補間計算地点からボーリング地点 i までの距離(m)、 $\sum_i$ は補間計算に用いるボーリング地点 i に関する合計を表している。ここでは、式(1)で求めたボーリング地点毎のSI値増幅度の対数値 $\log_{10} \lambda$ を y_i に代入している。今回の計算では、地形グループを台地と低地に大きくグループ分けし、グループ地形毎に補間を行っている。計算は50mメッシュ毎に行うが、谷地形を取りこぼしなく表現するために、25mメッシュで谷と評価されるメッシュを1つでも含む場合は、その50mメッシュを谷と評価し、谷地形を若干広めに評価している。図3に供給エリア内の地形グループを示す。また、補間計算には、同地形の最寄りの5地点までを用いることとした。東京ガス供給エリア内全体の補間計算結果を図4に示す。各ボーリング地点について、その地点の地盤情報から計算した増幅度と周辺情報から補間した増幅度を比較したブラインドテスト結果を図5に示す。図5では、台地と低地に分けてプロットしているが、低地の方が相関が高く、補間推定値が実値に合い易

5. まとめ 東京ガスが持つ豊富な地盤・地形情報を活用し、GISを用いて地盤増幅度を面的に整備する手法について検討を行った。今後は、N値及び土質種別からのS波速度の推定、S波速度の平均化方法、平均S波速度からSI値増幅度の推定、増幅度の補間など、各種手法内で用いられる各パラメータについて、物理的な制約条件や影響度を整理し、ケーススタディを通して、より実情に合ったパラメータ値の設定を行っていきたい。

参考文献 [1] 田村勇, 山崎文雄, K. T. Shabestari: K-NET地震記録を用いた平均S波速度による地盤増幅度の推定, 第55回年次学術講演会論文集, 2000 [2] (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 1996

