

VI-53

地盤情報のデータベース化と地震環境評価システムについて

豊田高専（正） 赤木知之

豊田高専（正） 伊東 孝

1. まえがき

1) 昨年は、豊田市における地盤情報のデータベース化について報告した。現在、システムプログラムが完成し過去におけるボーリングデータの収集およびインプット作業が行われている。既に500本程のインプットが終了しており、いよいよこれらのデータをいかに利用するか具体的な検討作業が進められつつある。

今回は、その利用方法の一つとして考えられる地震環境評価システムについて報告する。ここで言う地震環境とは、想定した地震によりそれぞれの地点がいかに揺れるか、すなわち、各地域地盤の震動加速度、卓越周期、さらには液状化の可能性等のことを指す。地震による被害が、地域によって著しく異なることは過去における多くの経験から周知の事実であり、特に1985年のメキシコ地震では、数キロメートル離れただけの地点間で観測された揺れに雲泥の差があり、そして被害の程度に著しい違いがあったことで注目を集めた。東海沖の大地震の発生の可能性が発表されて久しいが、世間に取り沙汰されていた当時、以上の事実に苦慮した東海地方の各自治体は、住民のための地震対策に汲々としていたものである。豊田市では、当時財政事情が豊かであったこともあり、相当な予算を計上して豊田市全域の地盤調査がなされ、地震環境を算定して図-1に示すような行政区画単位の地震危険度区分図がまとめられた。この図は、全住民に配布された地震対策の啓蒙のための冊子に、解説つきで添付されている。その後、警戒宣言の出めまな月が経ち、マスコミで取り沙汰されることもなくなった昨今再度、住民啓蒙のための対策を施す必要性を痛感する。

ところで、世はコンピュータ時代、コンピュータが判定したというだけで真実味があり、また、性格診断やら相性判定のゲームが大衆に受けるように遊びの妙もある。本システムはそのようなポイントを狙った地震対策啓蒙策の一つと考えて良い。すなわち、住民が端末の前で所望の地点あるいは町名を指定するだけで、リアルタイムにその地域の地震環境診断を行おうとするものである。

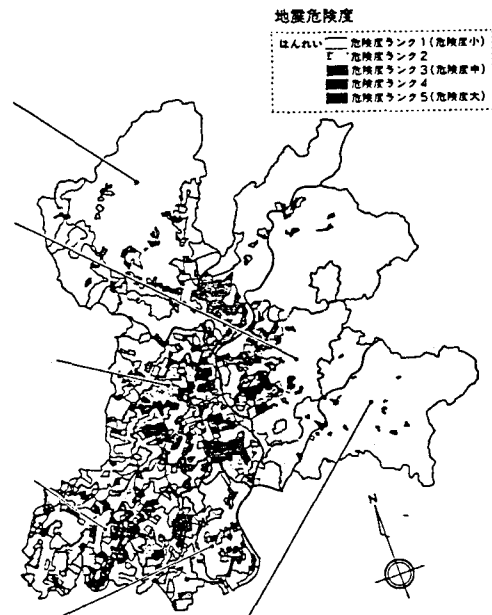


図-1 豊田市の地震危険度区分図

2. システムの概要

豊田市における現在の地盤データベースは地質柱状図とN値のみである。今回のシステムは、N値の深度方向変化率を計算しながら地層区分を行ってモデル地盤を作成し、各層の平均N値よりS波速度を推定、S波多重反射理論により地震応答を計算するものである。地盤の卓越周期は、周波数ごとに応答計算を行って周波数-増幅度曲線を作り求めることができる。液状化の判定は行わない。

システムの流れをまとめると以下のとおりである。

- (1) 市民に開放された端末より、所望の地点の座標をインプットする。
- (2) 検索プログラムが起動し、データベースの中から指定した地点に最も近い位置のデータを探し出す。（図-2）
- (3) 深度別のN値を読み、Vs層決定プログラムが起動してモデル地層区分および基盤の深度が仮定される。各層の平均N値よりS波速度と密度が算定される。

- (4) 地震応答解析プログラムが起動し、決定された多層モデル地盤の基盤入力に対する地表の地震応答倍率（増幅度）が周波数ごとに計算され、最大増幅度とそれに対応する周波数が求められる。（図-3）
- (5) 基盤入力としての想定加速度が決められれば、地表における応答加速度が求まる。それを気象庁震度階に換算し、地盤の柱状図およびコメントを付して出力する。

3. N値によるVs層の自動設定³⁾

ある深度におけるN値に対してばらつきの許容度を表す幅を与え、その深度より下のN値曲線がその幅からはみ出すところまでを一つの層としてまとめる。続いて、今度はそのはみだしたN値を基準に同じ幅を決め同様の手順を繰り返す。この操作を孔口から孔底に至るまでのN値について行くと、折れ線状のN値曲線から階段状の層区分が設定される。経験式

$$V_s = 76 N^{0.39} \quad (1)$$

より、各層の平均N値に対応するS波速度(Vs)が算定される。

4. Hererra and Rosenblueth のS波重複理論

地震応答解析の方法は、今まで数多く提案されているが、今回は最も簡便な重複反射理論を用いる。入力地震波としてはS波のみを考え、つぎの3点が仮定される。

- (1) 水平均質な成層構造の地盤である。
- (2) S波は最下層地盤面（基盤面）の鉛直下方より入射する。
- (3) 土の粘性によるエネルギーの損失はない。

地盤が基盤層も含めN個の地層に区分されている場合、基盤入力波に対する表層の応答倍率Rは次式で表される。

$$R = \left| \frac{S_{2N} - iS_{1N}}{S_{2N}^2 + S_{1N}^2} \right| \quad (2)$$

ここに、

$$\begin{bmatrix} S_{1N} \\ S_{2N} \end{bmatrix} = T_{N-1} \cdot T_{N-2} \cdots T_n \cdots T_2 \cdot T_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$T_n = \begin{bmatrix} \cos \lambda_n & \sin \lambda_n \\ -r_n \sin \lambda_n & r_n \cos \lambda_n \end{bmatrix}$$

$$r_n = \frac{\rho_n}{\rho_{n+1}} \frac{V_n}{V_{n+1}}$$

$$\lambda_n = \frac{h_n \cdot \omega}{V_n}$$

ただし、VはS波速度、h_nはn番目の層の厚さ、ρ_nは密度、ωは円振動数である。

参考文献

- 1) 赤木、加藤、梅村：パソコンによる地盤情報のデータベース化とその利用方法、土木学会年次講演会、昭61
- 2) 豊田市役所庶務課：くらしのなかの地震対策、昭和58年3月
- 3) 幾志新吉：土質柱状図ファイルによる地盤振動シミュレーション、土と基礎、No.226、1976年12月
- 4) I.Herrera and E.Rosenblueth: Response Spectrum on Stratified Soil, Proc. III. W.C.E.E, Vol.1, 1965

ボーリング番号 : NE401037
 調査場所 : 豊田市元宮町
 緯度 35°04'12.7" 経度 137°10'06.7"
 標高 TP 32.82 M 堀削長 15.30 M
 水位 GL- 3.11 M 調査年月 1983年10月

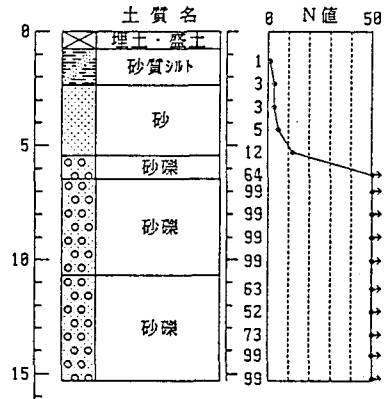


図-2 地盤データベースの出力例

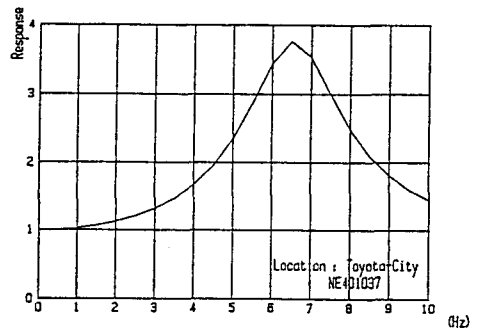


図-3 図-2の地点の周波数-増幅度曲線