

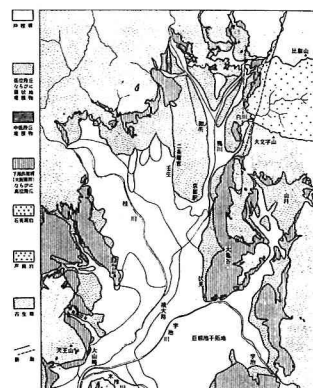
京大工学部 学生会員[○]磯田厚志

京大工学部 正会員 後藤尚男

京大工学部 正会員 杉戸夏太

1. まえがき 都市圏において、上水道、ガス等の地下埋設管路網の地震による被害は、その復旧に多大な時間を要することが多く、社会的な影響が極めて大きい。したがって、埋設管路網の地震対策は今日の都市圏の防災問題で重要な位置にある。埋設管路網の地震対策として、施設の耐震性の向上、および被害発生後の効率のよい復旧作業が挙げられる。これらの対策を策定するにあたり、各地区の地盤特性を調査して震害の程度を定量的に推定し、各地区に応じた対策を諸般全体としての信頼度を向上させることが重要である。本研究は、京都市を対象としてボーリング土柱図データ¹⁾から埋設管路の震害を推定しうる2, 3の地盤特性を求め、検討を加えて、埋設管路系の地震時対策の基礎的資料を作成することを検討した。

2. 京都市地盤の地質概要 地震による被害を推定するには、地盤の地質学的性質を十分に把握する必要がある。京都市近傍の地質図²⁾(図1)、及び京都市のボーリング土柱図¹⁾から次の特徴が認められる。京都市の地形は大きく分けて山地、丘陵、沖積低地に分類できる。山地は古生層から成り、北部及び東部に発達する。丘陵は大坂層群(洪積世)から成り、西部に発達する。沖積低地は山地と丘陵に囲まれて京都盆地を形成し、盆地北部は砂礫層が卓越し、盆地南部では粘土層が卓越する。



京都盆地近傍の地質図(石田忠昭氏1976による)

図1. 京都市近傍の地質図

3. 地震動の強度分布の推定 地震動強度を推定する場合、通常地震危険度解析との関連で、マグニチュード M と震央距離 Δ が設定され、 M 、 Δ から推定式により地動最大加速度、速度、変位を推定することが多いが、推定式の持つばらつきは小さくない。後藤、亀田、杉戸、原^{3),4)}は、このばらつきのうち、表層地盤の軟弱さに起因するものを取り除き表層地盤特性による地震強度の補正を行うための地盤の軟弱さの指標 S_L を定義した。すなわち

$$S_L = \int_0^{d_s} \exp(-\gamma_1 \cdot N(x)) \cdot \exp(-\gamma_2 \cdot x) dx \quad (1) \quad \log \bar{C} = a \cdot S_L + b \quad (2)$$

とし、 S_L = 地盤の軟弱さを示すパラメータ、 $N(x)$ = 深さ $x(m)$ における N 値、 d_s = ボーリングデータの深さ (m) 、 $\bar{C}$ = 補正倍率、である。係数 γ_1 、 γ_2 、 a 、 b は最大加速度、速度、変位に対して定め、それぞれに対し、補正倍率 $\bar{C}_a$ 、 $\bar{C}_v$ 、 $\bar{C}_d$ が得られる。すなわち、 M 、 Δ から推定される地震強度が、着目する地盤で平均的にどの程度増減しているかを知ることができる。京都域における表層地盤特性 $\bar{C}$ を、加速度 $\bar{C}_a$ 、速度 $\bar{C}_v$ 、変位 $\bar{C}_d$ について求めた(図2(a)、(b)、(c))。埋設管路の地震動による震害は主として地盤ひずみに支配されると考えられ、 $\bar{C}_v$ 図、 $\bar{C}_d$ 図(図2(b)、(c))とよく対応することが予想される。この図からは相対的に北部に比して南部において埋設管路の被害は大きく、また西部地域において丘陵地にもかかわらず、相対的に大きな被害を受ける地域がある、ことなどが推定される。また地上にある施設の震害予測に対しては $\bar{C}_a$ 図(図2(a))が参考となろう。

4. 地震動による表層地盤破壊の推定 地震によって生ずる地盤の破壊には2つのタイプがある。1つは地すべり、地割れなどの現象であり、地盤自体のせん断強度が低いことに起因するもの。他の1つは砂質地盤の液状化である。地割れや地すべりタイプの地盤破壊は主として表層地盤の軟弱さや地形に影響されると考えられる。そこで埋設管路のほとんどが地下3m程度までに埋設されていることに着目し、地下3mまでの平均 N 値と地割れ

や地すべりタイプの地盤破壊による埋設管の被害を推定しうる地盤特性の1つと考える。京都市域の表層地盤の3m平均N値を示したのが図3である。図3からわかる様に地下3mまでの表層地盤の軟弱さには、 $\bar{C}_a$ 、 $\bar{C}_v$ 、 $\bar{C}_d$ にみられる様な地域隔差はない。一方、液状化タイプの地盤破壊は埋設管路に大きな被害を与えることは、先の宮城県沖地震でも報告されている。液状化現象の大きな特徴は、ゆるぎめの砂質地盤でかつ地下水位が高いという条件と必要とすることであって、これらの条件を考慮すると、液状化の可能性のある地域はかなり限定される。京都市の地下水位の高さを示したのが図4である。図4から京都盆地の中央部の市街地では地下水位がほとんど6m以深であり、また表層にほとんど砂質土がないことから、液状化現象による埋設管の被害はほとんどないことが予想される。また、表層に砂質土が存在するのは南部の宇治川沿いの地域に限られている。これらの地域の液状化の敷しさの程度の推定は岩崎、龍岡、常田、安田⁵⁾の提案した液状化簡易判定法を用いて行なった。地表最大加速度が200galではほとんどの地域で液状化の敷しさの程度が低い(液状化の指標が5以下)、250galではかなりの地域で液状化の敷しさの程度が高い(液状化の指標が5以上)、と判定された。図5は250galでの液状化の敷しさの程度を示している。またボーリング資料のない宇治川以南の巨椋地干拓地でも、その生成の過程、及び周辺部の計算結果から、液状化の敷しさの程度は宇治川周辺と同程度であることが推定される。

5. あとがき 本報告をまとめるにあたり、京都大学助教授・亀田弘行先生に助言を得た。また、岐阜大学講師・岡二三生先生より液状化に関する有意義な御指摘を得た。記して感謝します。

- 1)京都市総務局；京都市ボーリング資料図
- 2)石田志郎；主要都市及びその周辺部の地盤特性と基礎工法その1，西日本橋，報文4，1976。
- 3)杉戸・後藤・原；第35回土木学会年次学術講演会(第I部)，1980。
- 4)後藤・亀田・杉戸・原；昭和55年度土木学会関西支部年次学術講演会
- 5)岩崎・龍岡・常田・安田；第34回土木学会年次学術講演会(第II部)，1979。

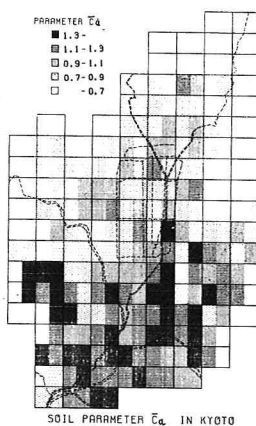


図2(a). 最大加速度の補正倍率 $\bar{C}_a$ の分布

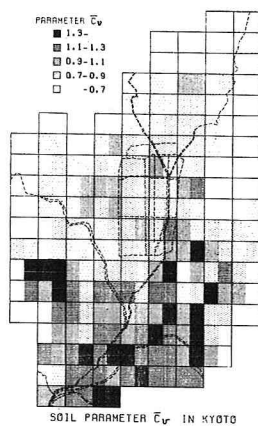


図2(b). 最大速度の補正倍率 $\bar{C}_v$ の分布

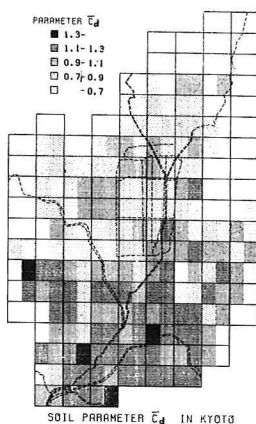


図2(c). 最大変位の補正倍率 $\bar{C}_d$ の分布

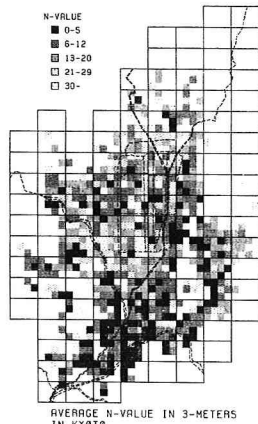


図3. 3m平均N値

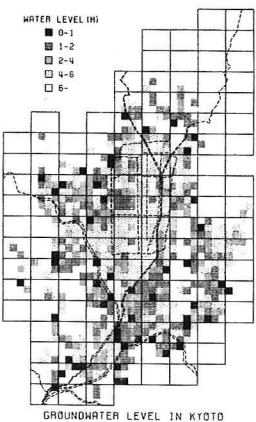


図4. 地下水位分布

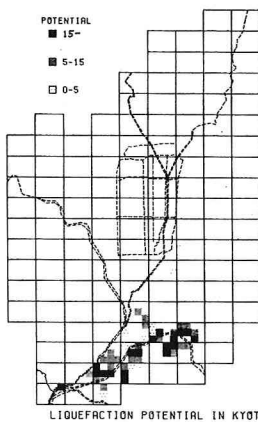


図5. 液状化の判定図