

I-363 領域判定による東京低地の液状化予測

東京都土木技術研究所 正会員 ○草野 郁 阿部 博
小川 好 中山俊雄

1. まえがき

東京都は地域防災計画をたてるに際し、液状化予測を行い地震被害を想定している。この報告は、その作業の一環として行なわれた『東京低地の液状化予測』¹⁾をまとめたものである。

地盤が液状化しやすいか否かは①液状化履歴、②地形・地質、③土質調査による液状化解析の3つの情報から判断できる。今回のような広域的な液状化予測では3つの情報間の相互関係を調べ、地域特性に適した予測法、地形・地質情報の利用法を検討する必要がある。この研究では、関東地震における東京低地の液状化履歴を調査し、地盤の液状化特性との関係を検討した。そして、これらの情報が反映できるような液状化予測法を作成し、③の情報の他に①、②の情報を総合させ予測を行った。メッシュ判定と領域判定による2種類の液状化予測図を作成したが、ここでは、領域判定について述べる。

2. 液状化履歴と予測法²⁾

関東地震の文献調査と震災体験者の面接調査から、関東地震における東京低地の液状化履歴を調査し、液状化発生・非発生地域を領域表示し「関東地震液状化履歴図」を作成した。調査結果によると新河岸川・隅田川（旧荒川）、古隅田川（足立区と葛飾区の区境）、中川・旧中川、江戸川・旧江戸川、多摩川などの現・旧河道沿いの地域と、東京湾岸の埋立地・干拓地で液状化が発生しやすく、河川や海から離れた地域では液状化が発生しにくい結果が得られた。また、液状化発生、非発生地域のボーリング資料を調べると、埋立地・干拓地以外の地域では、細粒分をあまり含まない砂地盤で液状化が発生しやすい結果が得られた。

東京低地で実施した不攪乱土の液状化試験データの分析から、細粒分と拘束応力の影響を考慮した液状化予測式を求めた。その式を使用し、関東地震液状化履歴図の液状化発生・非発生地域内におけるボーリング地点の液状化解析から P_L 値を求め、図-1に P_L 値の累積頻度曲線を示す。この図によると、液状化の被害と P_L 値の関係は岩崎・龍岡らの示した区分とほぼ同程度の結果が得られ、ここでは、 $P_L \geq 15$ を液状化の可能性大、 $15 > P_L \geq 5$ を液状化の可能性いくらかあり、 $5 > P_L$ を液状化の可能性なしとする。

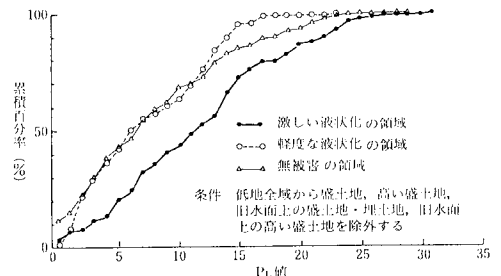


図-1 P_L 値の累積頻度曲線

P_L 値による判定は地盤の強度低下の程度を表す指標と考えられる。一方、関東地震の液状化履歴調査によると、表層に砂層が卓越する地域ほど液状化しやすい傾向が見られた。ここでは、 P_L 法と異なる考えに基づき、浅い砂層の液状化特性に注目し、表層砂層の層厚と F_L 値から表-1に示す表層砂層の F_L 判定法を作成し、表-2のクロステーブルによって液状化を判定する。

表-1 表層砂層 F_L 判定法

液状化層の出現深度	$F_L < 1.0$, $F_L < 0.8$ の出現深度 Z (m)				
	1	2	3	4	5
表層砂層厚	$Z \leq 3$ $F_L < 0.8$	$Z \leq 3$ $0.8 \leq F_L < 1.0$	$3 \leq Z \leq 6$ $F_L < 0.8$	$3 \leq Z \leq 6$ $0.8 \leq F_L < 1.0$	$Z \leq 6$ $F_L < 1.0$
a $3 \leq l$	○	○	○	◇	△
b $2 \leq l < 3$	○	◇	◇	△	×
c $1 \leq l < 2$	◇	△	△	△	×
d $0 \leq l < 1$	△	△	△	×	×

○：表層砂層の F_L 判定による液状化の可能性大
◇：表層砂層の F_L 判定による液状化の可能性中
△：表層砂層の F_L 判定による液状化の可能性小
×：表層砂層の F_L 判定による液状化の可能性なし

3. 領域判定による液状化予測

メッシュ判定では、液状化予測に必要な多種類の情報を独立したものとし並列的に扱い、その数量的な評価から結論を導くことができるが、領域判定では、重ね合わせられ

る情報に限界がある。ここでは、図-2に示すように、ボーリング地点の液状化解析以外では、土地条件図と関東地震液状化履歴図だけを使用した。

土地条件図と液状化履歴図の関係を調べると、液状化しやすい地形区分は頻水地形、旧水面上の盛土地・埋土地、旧河道、干拓地であり、液状化しにくい地形は砂（礫）州、砂（礫）堆である。図-2に示すように、 Pl 値の分布から共通領域を括り出し、 Pl 値判定による領域表示の基図を作成する。その図に土地条件図を重ね合わせ、液状化しやすい地形分類、しにくい地形分類の境界線を参考にし、基図を修正し Pl 分布図を作成する。表-1に示す表層砂層の判定結果から領域表示の基図を作成し、液状化履歴図を重ね合わせる。履歴図の液状化発生領域は表層砂層の判定値を発生しやすい方に1ランク上げ、逆に、非発生地域は1ランク下げて基図を修正し F_l 分布図を作成する。 Pl 分布図と F_l 分布図を重ね合わせ、表-2の判定法により領域表示の基図を作成する。この基図とメッシュ判定の予測図と比較すると、ボーリング資料が不足している地域や液状化履歴調査が行われてない地域では判定結果に差が生じたところもある。このような地域についてはメッシュ判定による予測図によって修正を加え、領域判定による液状化予測図を作成し、図-3に示す。

4. あとがき

広域的な地域の液状化予測では、対象域全域を均一な評価基準で覆わなければならない。ボーリング資料一つを見ても、膨大な量を収集したが地域的な片寄りがあり、また、解析に必要な砂層の情報を欠いたものが多かった。そのため、地域的に生じるデータの不備を地図情報により補い、また、異なる視点による予測法をクロスさせた手法を取入れた。液状化強度の推定法や表層砂層の F_l 値による予測法など、ここで新たに採用した予測法は「液状化による被害」の視点から、より実証的な検討が必要であると思われる。

<参考文献>

1) 東京都土木技術研究所；東京低地の液状化予測、土質工学会、1987
2) 草野 郁；東京低地の液状化履歴と予測法、東京都土木技術研究所年報、1987

表-2 液状化予測のクロステーブル

Pl値による判定			
判定値	液状化の可能性大	液状化の可能性いくらかあり	液状化の可能性なし
液状化の可能性大	○	○	△
液状化の可能性中	○	△	△
液状化の可能性小	△	△	×
液状化の可能性なし	△	×	×

組合せ後の判定 ○ 液状化の可能性大
△ 液状化の可能性いくらかあり
× 液状化の可能性なし

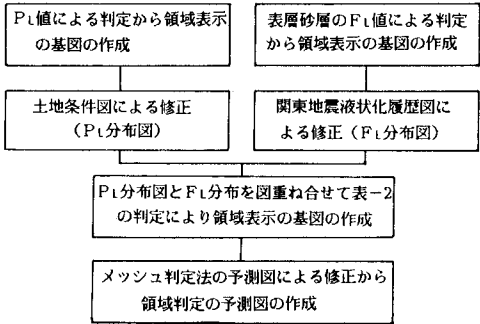


図-2 領域判定法のフロー

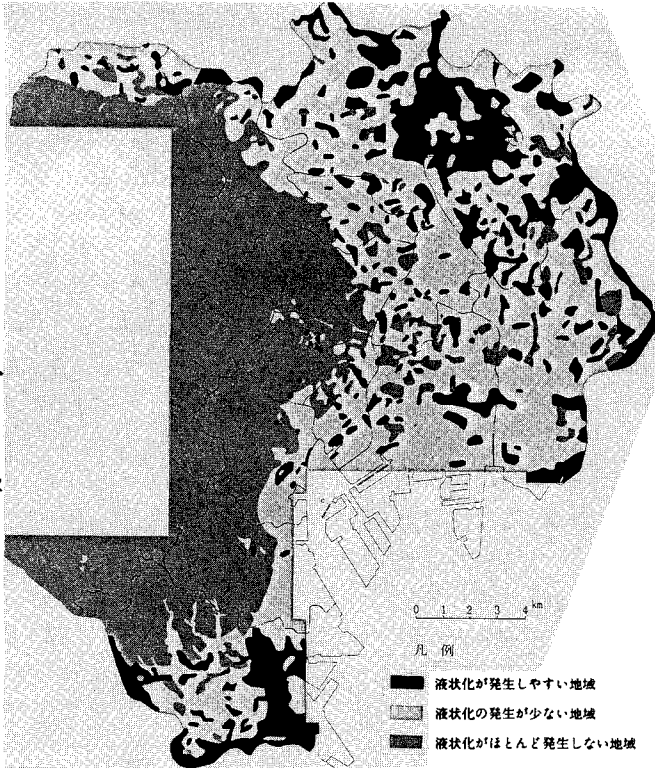


図-3 領域判定による液状化予測図