

基礎地盤コンサルタンツ(株) 安田 進

◆まえがき◆

地震防災対策の一環として、自治体等で液状化危険分布図を作成することが多く行われ始めてきている。この方法にもいくつかあるが、液状化指数 PL ¹⁾(図-1参照)を用いて液状化危険度を判定する方法がかなり用いられているようである。これは PL によると、①液状化層厚が厚いとか液状化層が浅い場合に液状化の程度が激しいことを表現できる、②想定地震動の大小に応じて結果が得られる、③結果が連続量であり扱い易い、といったような理由によるものであろう。

筆者も PL を用いていくつか液状化危険分布図を作成してみたりしたが、その中で、適用にあたってはいくつか留意しておくべき事項があると感じられた。ここではそれらの留意事項について考察してみた。

◆ PL 値の評価に関する留意事項 ◆

液状化危険分布図を作成する場合、通常既往土質調査結果(柱状図、 N 値、粒度程度)が収集され、そのデータに対して PL 値が計算される。算出された PL 値については、まず含まれている誤差に注意しておく必要がある。これには、①土質調査結果自体に含まれている誤差、②液状化判定式に含まれている誤差などがあると考えられる。①に関し、表層の盛土層を不注意に扱われて誤差を生じているケースがあるようである。つまり、表土層は自然堆積の砂層と区別して図の記号で柱状図に示され、土質分類をされないまま非液状化層として扱ったりすることがあるが、礫石などを埋立てた場合にはこの層が最も液状化し易いことが多い。柱状図の原本に戻って土質区分を調べるなり、微地形や施工過程を調べるなりする必要があるだろう。

次に、特に液状化し易い土については、 $(1-FL)$ の大きさがあまり意味をなさなく、 PL 値の多少の大小にあまりとらわれない方がよいと考えられる。例えば、龍岡ら²⁾が振動三軸試験のデータを集めて液状化応力比 R_L と軸ひずみ両振幅 DA 、繰返し回数 N_c を結びつけた式

$$R_L(DA, N_c) = \{a R_L(DA=5\%, N_c=20) + C\} \times (N_c/20)^b \quad \text{--- (1)}$$

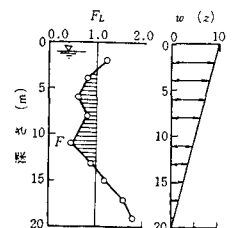
ただし、 a 、 b 、 C は DA によって定められる定数

において、 $R_L(DA=5\%, N_c=20) = 0.15, 0.25, 0.45$ として DA が異なる場合の R_L ($N_c=20$) をそれぞれ求め、両者の比から FL を求めてプロットすると図-2となる。

図からわかるように $R_L(DA=5\%, N_c=20)$ が大きい、つまり液状化しにくい土では

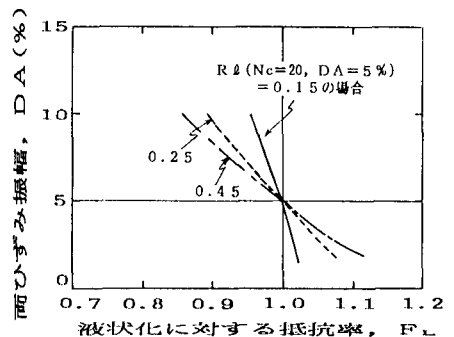
FL が1より小さくなくても、生じるひずみは急増はせず、 $(1-FL)$ と構造物被害との関係がつきそうながと観える。これに対し、液状化し易い土では FL が1より少し小さくなっただけで $DA > 10\%$ といった大きなひずみが生じ、それより小さい FL での $(1-FL)$ の値は意味をなさなくなってくると考えられる。

算出された PL 値と構造物の被害予測とを結びつける場合にも注意しておく必要がある。岩崎ら¹⁾によると“ $PL \leq 5$ の時液状化危険度が低い、 $PL \geq 15$ の時液状化危険度が極めて高い”と述べられているが、これを拡大解釈して、すべての構造物の被害も同様に評価できるととられがちである。直接基礎やクイ基礎



$$PL = \int_0^{20} Fw(z) dz$$

ただし、 $FL < 1.0$ のときは $F = 1 - FL$
 $FL \geq 1.0$ のときは $F = 0$

図-1 液状化指数 PL ¹⁾図-2 FL と DA の関係例(龍岡ら²⁾の式より試算)

の構造物では表層の液状化が安定性に関係する為、このように PL 値で判断できると考えられるが、他の構造物ではそうではない場合もあろう。図-3 は日本海中部地震で表層のすべりが生じた能代市河戸川での被災状況を示しているが、川島らがここで土質調査を行い液状化簡易解析した結果³⁾によると、 $PL=0$ (地表最大加速度を 200 gal と仮定した場合) ~ 6.8 (250 gal と仮定) 程度であり、表層の薄い層が液状化してすべったと思われる。このように、斜面や土構造物のすべりでは、丁度すべり面が通りそうな部分のみが液状化して(この場合は PL は小さいこともある)被害を受けることが十分予想される。また、浮上りが問題となる浄化槽等の地中構造物では、底版より深い層が液状化して過剰間隙水圧が発生することが問題となることもあるであろう。この場合も PL が小さくても被害が生じる可能性がある。したがって構造物の被害予測に PL を用いるのであれば、両者の関係を各構造物について予め研究しておく必要がある。

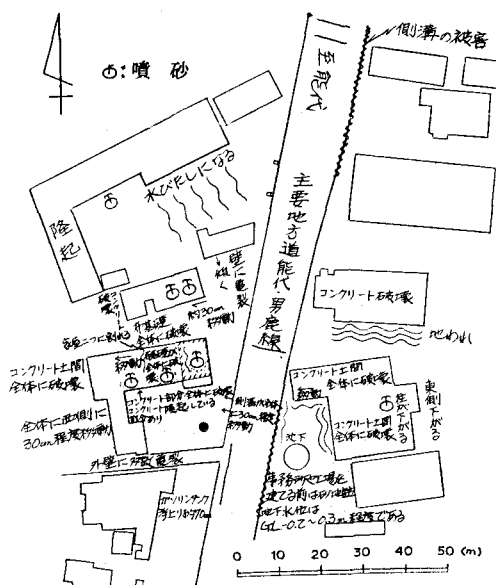


図-3 地盤全体のすべりによる被害例

◆分布図を作成する際の留意事項◆

PL 値が計算できるのは土質調査が行われた地点のみであるので、液状化危険分布図を作成するためには、残りの範囲の危険度も推定する必要がある。このために 1 km 程度のメッシュにして表現したり、 PL の等値線を描くことがよく行われたりしている。しかし、液状化はもっと局所的に発生する可能性があり、これだけでは危険分布図を作成したとは言い難いこともあると考えられる。例えば、図-4 は東南海地震(1944)の際に袋井市で液状化が発生した地点を示している⁴⁾。袋井といえば有名な軟弱地盤地帯であり、土質調査箇所の PL 値だけでは液状化の問題はないと判断しがちである。ところが、現実に局所的に液状化が発生している。図-4 には微地形分類図を重ねてみたが、図をみると、どうやら小河川沿いに発達した自然堤防地で表層に堆積した砂層が液状化したのではないかと推察される。このような局所的な液状化の可能性を予測できる情報としては、微地形あたりしかないのではないかと考えられる。ただし、この場合でも地震動に応じて液状化する微地形を区別してゆくといい研究が行われなければ、正確に分布図を作成し難いと考えられる。

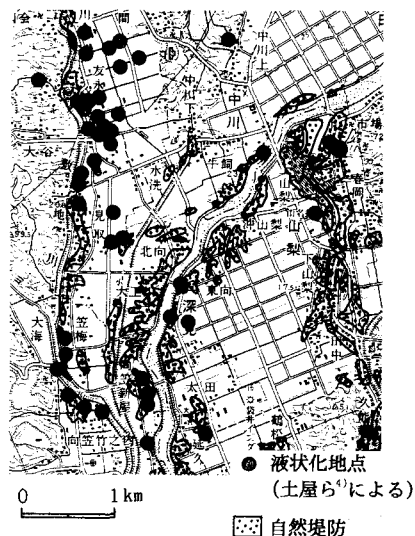


図-4 軟弱地盤地帯の局所的な液状化例

◆あとがき◆

液状化危険分布図を作成するにあたって留意すべき事項をいろいろ出してみたが、より正確な分布図を作成するためには、いくつかの研究が進められる必要性を痛感している。

◆参考文献◆

- 1) 岩崎敏男他: 地震時地盤液状化の程度の予測について, 土と基礎, Vol. 28, No. 4, 1980.
- 2) 龍岡文夫他: Normalized Dynamic Undrained Strength of Sands Subjected to Cyclic and Random Loading, 土質工学会論文報告集, Vol. 20, No. 3, 1980.
- 3) 川島一彦他: 日本海中部地震による液状化地点の地盤特性, 第19回土質工学研究発表会, 1984.
- 4) 土屋光永他: 昭和19年東南海地震の教訓, 静岡県中濃振興センター, 1984.