

Ⅲ－37 道路橋示方書による液状化簡易判定法の適用性

高松工業高等専門学校 建設環境工学科 正 向谷光彦

茨城大学工学部都市システム工学科 学○田岡憲太

高松工業高等専門学校専攻科 建設工学専攻 学 小林延行、堀 政理

1. まえがき

1964 年の新潟地震における大規模な液状化被害の発生以来、“液状化”という言葉が一般的なものとなりそれとともに地震時における液状化の予測が地震対策の重要課題として認識されるようになった。また兵庫県南部地震や鳥取県西部地震でも液状化による被害が見られ、そのメカニズムの解明や対策が注目されるようになった。地震時における液状化危険度の予測が、地震対策の重要課題として、今回簡易判定法を用いて液状化の危険度の判定をした。簡易判定法は基本的にボーリングデータのみで適応可能のため一般的に使われている。そして、従来の方法に加えて、ボーリング地点付近の危険度を示す PI 法が提案されている。そこで、宮城県沖地震でのボーリングデータから液状化危険度判定を行った。

2. 道路橋示方書による簡易判定法の概要

簡易判定法は、地盤内のある深さにおける土の液状化強度“ R ”とその土が地震時に受ける繰返しせん断応力比“ L ”を求め、その比 $FI=L/R$ の値から液状化に対する安全率を判定するものであり、これを FI 値あるいは FI 法と呼ばれている。また、液状化強度 R は N 値や粒径などから推定でき、そこから最も近似された定型式を与えることで、 N 値や粒径のデータをあたえれば、液状化強度“ R ”を求めることができる。

兵庫県南部地震や近年の地震において、従来の道路橋示方書の簡易判定では 2mm 以上の礫質土の液状化が説明できないことなどがしばしば見られることから、平成 8 年 12 月改訂の道路橋示方書において、液状化の判定を行う必要がある砂質土層の規定が以下のように変更された。

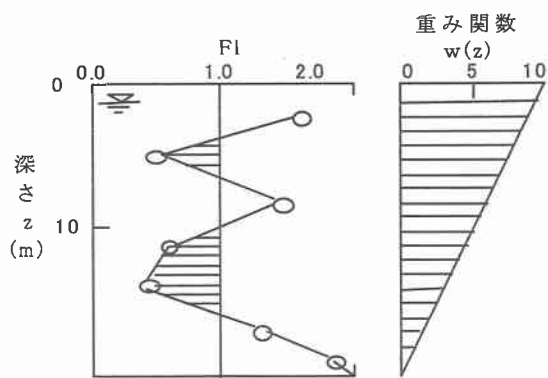
- ① 地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ現地盤面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層。
- ② 細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層、または FC が 30% をこえても塑性指数 I_p が 15 以下の土層。
- ③ 平均粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ 10% 粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層。

3. 簡易判定法による液状化危険度の評価

図－1 は、 PI 値の求め方を示したものである。図－1 から各深さの FI 値は、その深さにおける液状化危険度の判定を示している。簡易判定値で FI 値が 1 未満となる図中のハッチング部分の総面積がそのボーリング地点の危険性を表している。また、液状化が浅い地層で発生すれば、地表の構造物に与える影響が大きいため深さ方向の重み関数 $w(z)$ を考慮している。これを深度 20m まで積分したものが PI 値である。表－1 に PI 値による液状化危険度の評価を示す。

表－1 PI による液状化危険度の評価

PI 値	評 価
$15 < PI$	液状化の危険度が極めて高い。液状化に対する詳細な調査と液状化対策が必要である。
$5 < PI \leq 15$	液状化の危険度が高い。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要であり、液状化対策も一般に必要である。
$0 < PI \leq 5$	液状化の危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要である。
$PI=0$	液状化の危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は一般に不要である。



図－1 PI 値の求め方

$$PI = \int F \cdot w(z) dz$$

ただし、 $w(z)$: 深さに対する重み関数 ($=10-0.5z$)

F : $FI < 1.0$ の時 $1-FI$

$FI \geq 1.0$ の時 0

4. 結果と考察

図-2は宮城県沖地震の2ヶ所の地層柱図と地下水位、N値を示す。このデータからSeedの方法、岩崎・龍岡の方法、道路橋示方書の方法の3つで液状化危険度の判定を行った。その結果を図-3に示す。結果を見るといずれもA地点では約7.5m以浅で液状化が発生し、それ以下の深度とB地点では液状化が発生しないことが分かる。そして、PI値の危険度判定では道路橋示方書の方法はSeed、岩崎・龍岡の方法より危険度が1段階高くなった。道路橋示方書の方法は他の2つに比べて危険な部分はより危険に、安全な部分はより安全な結果となっているそのためFI値が他に比べて若干低くなっている、それがPI値で判断する時にそのFI値の差が液状化の危険度判定に大きな影響をもたらしている。道路橋示方書の方法では、FI値が1付近で他の簡易判定法より急激にFI値が増加している。これは道路橋示方書では、換算N値がある一定の数値を超えると計算式が変わるため特にN値の影響が大きく、急激にFI値が増加したと思われる。このことから道路橋示方書は一定の条件を少しでも超えるとかなり危険からかなり安全に変わるので調査の精度に関する検討が必要で、なおかつ判断が難しい。また、一般にN値の大きいところでは、Seedの方が岩崎・龍岡よりかなり大きな安全率を与えられているといわれている点は、今回の結果でもそのことが裏付けられている。他にも地表面付近は重み関数の影響によりPI値に大きな差が生じるため液状化危険度における境界付近では判断が難しくなったり、簡易判定法はN値による影響が大きいためデータの信頼性も高くなければならないという問題点がある。

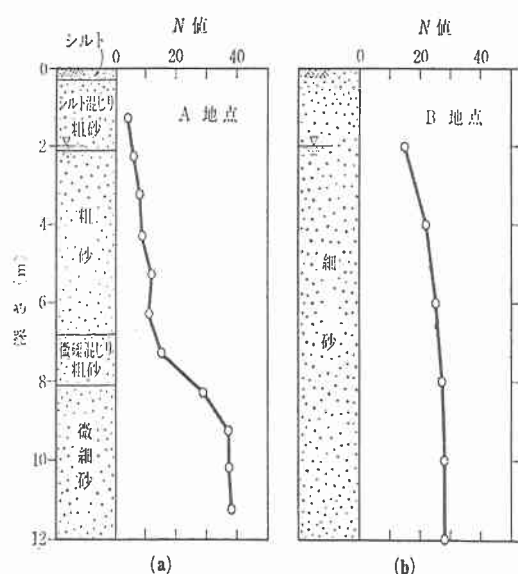


図-2 柱状図とN値

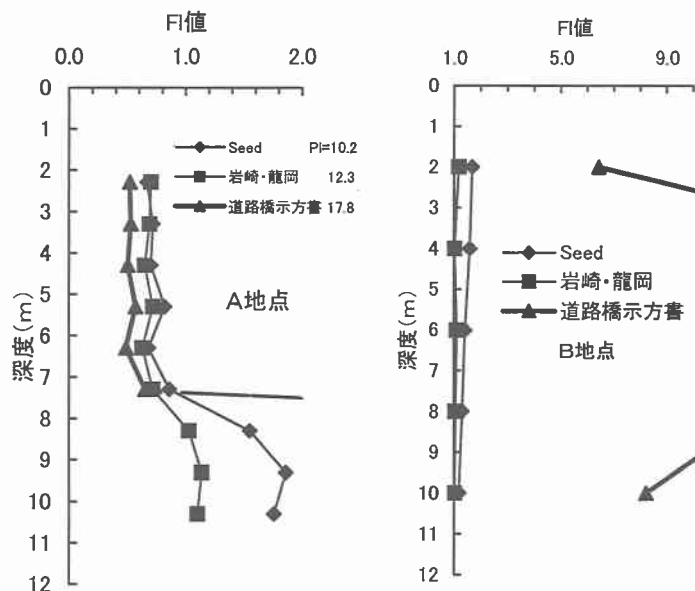


図-3 液状化簡易判定法の比較

5. あとがき

兵庫県南部地震、鳥取県西部地震、安芸灘地震によって発生した液状化の影響は、地盤沈下・側方流動・構造物の変形・傾斜などに様々な形に現れた。今回は公表されたデータを基に検討したが、地震発生域ではデータが地震後公開されているが、それ以外の多くは明らかになっていない。公共機関が保有する多くのデータが公開されると、より詳細な検討ができるので一刻も早く公開されることが望まれる。

<参考文献>

- 1) 津村・西村・藤村 (1999) : 地震時液状化予測のための地盤データベースについて、地盤と建設、Vol.16, No.1, pp.17~26.
- 2) 吉見吉昭 (1980) : 第4章砂地盤の水平地盤の液状化、砂地盤の液状化、pp.65~84.
- 3) (社) 日本道路協会 (1996) : 道路橋示方書・同解説、V耐震設計編、7章、pp.83~97.