

臨海部埋立地盤における簡易な液状化危険度推定

国土技術政策総合研究所 正会員 長尾 毅
みらい建設工業(株) 正会員 〇足立雅樹

1. はじめに

液状化危険度を予測する際、地形分類が用いられる。地形分類を利用した液状化危険度予測は、地震動の強さを一定に設定して液状化のしやすさをランク分けする方法とある地震動を想定して地震動強さのもとで予測する2通りの方法がある。

本研究では、若松ら¹⁾のある地震動を想定した液状化危険度予測手法に基づいて、平均S波速度Vs30と液状化危険度の関係を用いた簡易な液状化予測手法の検討を行った。

2. 検討内容

1) モデル地盤および波形²⁾

対象地盤は、Vs30 が 100～600m/sの範囲となるように20種類のモデル地盤を設定した。さらに、Vs30 が4種類ずつ同じになるように選定し、計5種類のモデル地盤を設定した。検討に用いた波形は、基盤強震観測網kik-net³⁾、港湾地域強震観測網⁴⁾、および模擬地震動から432波形を抽出し23波形を選定した。モデル地盤および波形の選定方法については、文献2) 参照のこと。

2) 基盤速度の算定

液状化が発生する最大地動速度(PGV)について、表-1に示す関係がある⁶⁾。本研究では、臨海部を対象としていることから、埋立地に着目して検討を行う。

表-1 液状化が発生する最大地動速度(PGV)⁶⁾

微地形区分	液状化が発生する PGV
埋立地・干拓地・自然堤防・河道・砂丘末端斜面・砂丘間低地	15cm/S
後背湿地・谷底平野・デルタ	25cm/S
砂州・扇状地	35cm/S

液状化危険度について、松岡ほか⁷⁾によって、表-1のPGVの1.25倍以上となる地域は液状化危険度が「大」、1～1.25倍となる地域を液状化危険度「中」、0.75～1倍となる地域を液状化危険度「小」の関係がある。本研究では、PGVの1.25倍を液状化危険度「大」、1倍を液状

化危険度「中」、0.75倍を液状化危険度「小」として、まず液状化危険度に応じたPGVを算出した。次に、以下に示す増幅度と平均S波速度の関係式⁸⁾によって求めた増幅度をPGVによって除すことによって基盤での最大速度を算出した。標高、傾斜、山地丘陵からの距離、回帰係数については文献7)を参照のこと。

$$\log ARV = 2.367 - 0.852 \log AVS30 \pm 0.166$$

ここに、

ARV : 増幅度

AVS30 : 平均S波速度

平均S波速度は、以下の式⁹⁾を用いて算出した。

$$\log AVS30 = a + b \log Ev + c \log Sp + d \log Dm \pm \sigma$$

ここに、

AVS30 : 平均S波速度

Ev : 標高 (m)

Sp : 傾斜×1000

Dm : 山地丘陵からの距離 (m)

a,b,c,d : 回帰係数 (詳細は、文献7) 参照)

σ : 標準偏差

以上のことから、液状化危険度に応じて算出した基盤最大速度を表-2に示す。この表には、参考として三角州の結果も示した。

表-2 液状化が発生する基盤最大速度

微地形区分	液状化危険度		
	大	中	小
埋立地・干拓地	10kine	8kine	6kine
後背湿地・デルタ	16kine	13kine	10kine

3) 解析方法

選定した23波形について、2)で算定した基盤最大速度を含むように6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20kineに調整し、Dynej⁵⁾を用いて1次元等価線形地震応答解析を実施した。その後、各地盤ケースについて液状化に対する安全率F_L値を求めた。F_L値を求める際に用いる繰返し三軸強度比Rにおいて、F_cは図-1に示すN値と

平均S波速度、液状化、

〒102-0083 東京都千代田区麹町1-7 相互半蔵門ビル

みらい建設工業(株) TEL03-3512-1932

細粒分含有率 F_c の関係から設定した。図中のプロットは、文献 10), 11) にもとづいて作成した名古屋港湾の結果である。この図には、東京低地についての N 値と細粒分含有率 F_c の関係から求めた亀井らの式¹²⁾および東京港臨海部のデータから求めた式も記述した。この図から、場所による N 値と細粒分含有率の相違は小さいことが分かる。本研究では、臨海部を対象としていることから東京港臨海部のデータから得られた式を用いてチャートの作成を行った。さらに N 値は、Imai 式¹³⁾を用いて地盤の S 波速度から算出した。この式は、砂質土と粘性土で関係式が異なるが、ここではすべて砂質土地盤とした。

さらには、地表から 20m を対象とした液状化指数 PL 値を求めた。

3. 検討結果

図-2 に検討結果として、 V_{s30} と平均 $PL + \sigma$ の関係を示す。基盤最大速度が大きくなるにしたがって、 PL は大きくなり、液状化の可能性が高くなる。液状化の可能性が高い PL は 5 以上とされており、 $V_{s30} < 250 \text{ m/s}$ では液状化の可能性が高いといえる。

4. おわりに

本研究は、地盤の平均 S 波速度と地震動の速度最大値をもとに、液状化危険度を判定するチャートを作成した。解析には独立行政法人防災科学技術研究所の KIK-NET の観測記録を用いさせて頂いたことを感謝します。

参考文献

- 1) 若松加寿江・久保純子・松岡昌志・長谷川浩一・杉浦正美：日本の地形・地盤デジタルマップ，東京大学出版，2005。
- 2) 長尾毅・岩田直樹・足立雅樹：平均 S 波速度を用いた液状化危険度の簡易推定，第 62 回土木学会年次講演会，pp.327-328，2005。
- 3) <http://www.kik.bosai.go.jp>。
- 4) <http://www.eq.ysk.nilim.go.jp>。
- 5) 吉田望・末富岩雄：「DYNEQ」等価線形法に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム，佐藤工業（株）技術研究所報，pp.61-70，1996。
- 6) Kotoda, K., Wakamatsu, K., and Midorikawa, S. : Seismic Microzoning on Soil Liquefaction Potential Based on Geomorphological Land Classification, 土質工学会論文報告集, No.28, Vol.2, pp.127-143, 1988。
- 7) 松岡昌志・翠川三郎・若松加寿江：国土数値情報を利用した広域液状化危険度予測，日本建築学会構造系論文集，No.452，

pp.38-45，1993。

8) 藤本一雄・翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係，地震工学研究レポート，東京工業大学，No.93，pp.23-32，2005。

9) 松岡昌志・若松加寿江・藤本一雄・翠川三郎：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定，土木学会論文集，No.794/ I -72, pp.239-251，2005。

10) (社)土質工学会中部支部編集：名古屋地盤図，名古屋地盤図出版会，1969。

11) (社)土質工学会中部支部編集：最新名古屋地盤図，コロナ社，1988。

12) 亀井祐聡・森本巖・安田進・清水喜久・小金丸健一・石田栄介：東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響，Soils and Foundations, Vol42, No.4, p.101-110，2002。

13) Imai, T : P and S Wave Velocities of the Ground in Japan, Proc. Ninth ICSMFE, Vol.2, pp.257-260，1977。

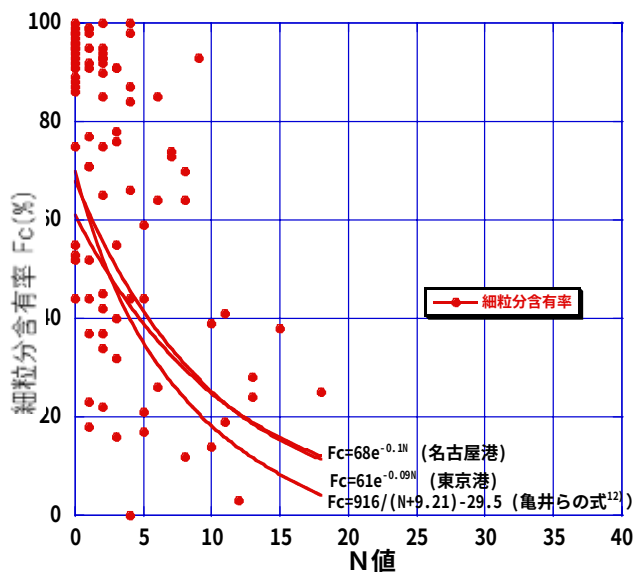


図-1 N 値と細粒分含有率の関係

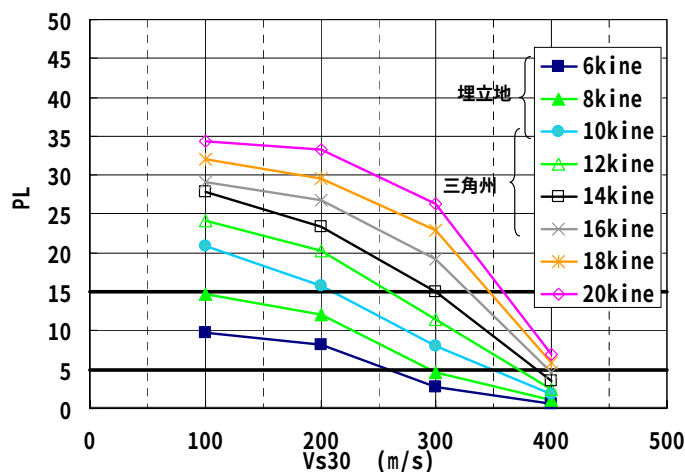


図-2 液状化危険度判定チャート