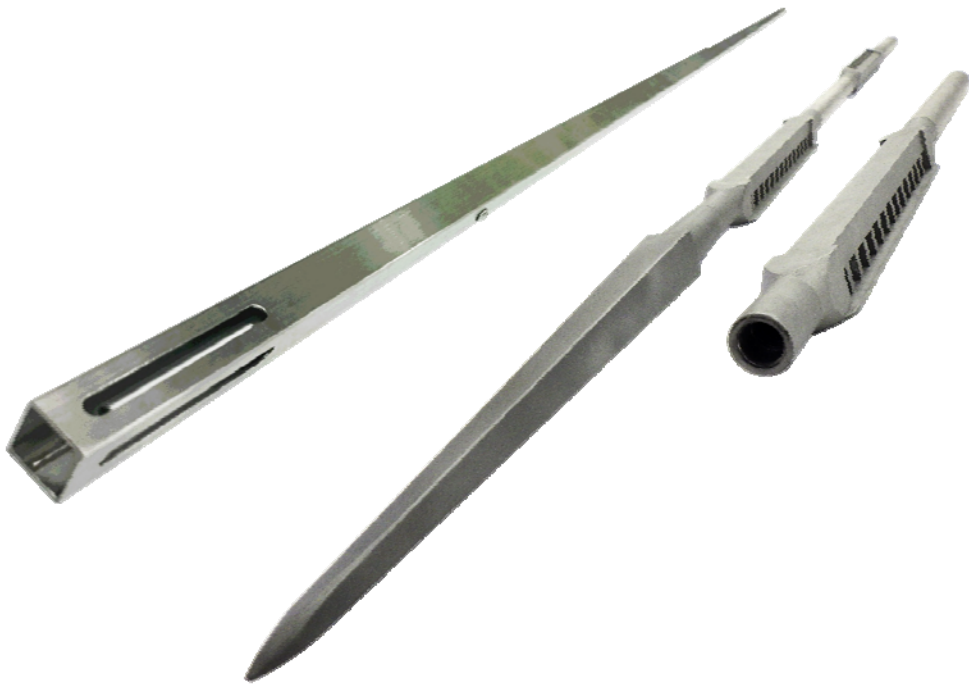


山田太郎

# 液状化解析報告書



2015年2月1日

正会員

地盤調査技術 株式会社

一般社団法人  
地盤調査技術研究協会

Ver 1.1

## はじめに ～解析概要～

本書は、対象地の液状化可能性について、既の実施された地盤調査「スウェーデン式サウンディング（SWS）試験+ $\alpha$ 」のデータを元に、液状化による解析結果を報告するものです。

業務名：山田太郎に伴う液状化解析

調査場所：千葉県〇〇市△△町

解析会社：地盤調査技術 株式会社

(一般社団法人 地盤調査研究協会 正会員)

調査データ\*1：山田太郎 報告書

調査日：2015年1月15日

調査数量：

| 調査名    | 実施*2 | 解析に用いた測点名 |
|--------|------|-----------|
| SWS試験  | ○    | C         |
| 地下水位測定 | ○    |           |
| 土の粒度試験 | ○    | 3 試料      |

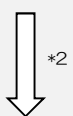
備考：\*1；利用調査データの詳細は、上記報告書を別途参照下さい。

\*2；○・・・実施，×・・・未実施

未実施の場合は、別途定めた内規により地盤定数を評価して解析に反映しました。

## 液状化の解析手法とフロー

### STEP 1 …… 液状化層の有無の判別



| 判別法     | 参考文献・基準類*1         |
|---------|--------------------|
| $F_L$ 法 | 建築基礎構造設計指針（日本建築学会） |

### STEP 2 …… 液状化による地表面への影響程度の分析

| 判定法       | 参考文献・基準類*1                  |
|-----------|-----------------------------|
| $H_1-H_2$ | 小規模建築物基礎設計指針（日本建築学会）        |
| Dcy       | 建築基礎構造設計指針（日本建築学会）          |
| $H_1-Dcy$ | 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針（国土交通省） |

備考：\*1；各判定法の概要は当報告書に示します。詳細は提示した指針類を別途参照下さい。

\*2；STEP1にて液状化層が存在した場合にSTEP2を実施します。

## 注意事項

- 当報告書は、液状化に関する公知な技術に基づき評価したもので、地盤を保証するものではありません。
- 当結果に基づいて基礎設計を行う場合は、建物の設計者にその判断を委ねるものとします。

# 液状化判定結果

業務名 山田太郎に伴う液状化解析

上記件名の液状化解析による、以下に示す結果が得られました。  
今後の基礎設計に役立てていただければ幸いです。

●液状化の被害程度の判定

|             | 中地震    | 大地震    |
|-------------|--------|--------|
| i) H1-H2    |        |        |
| H1          | 5.25 m | 2.00 m |
| H2          | 0.75 m | 2.50 m |
| 結果          | 小      | 大      |
| ii) Dcy     |        |        |
| Dcy         | 2.6 cm | 5.0 cm |
| 結果          | 軽微     | 軽微     |
| iii) H1-Dcy |        |        |
| 結果          | 低      | 比較的低い  |

●考察

本液状化解析では、3手法の判定法を用いて判断しました。結果的には、いずれの判定法も中地震動においては、液状化の危険性が低い結果となっており、液状化対策を施す必要はないと判断できます。  
ただし大地震レベルになると、3手法のうち1手法（H1-H2判定）において被害が出る可能性があります。以上より、大地震動まで対応することを要求するのであれば、液状化による建物への被害程度を軽減することを主目的とした地盤補強が必要と判断します。

●さいごに

液状化に対する基礎地盤補強対策に対する工法選定について、専門家の意見を聞きたい場合は、弊社ならびに（一社）地盤調査技術研究協会にお問合せください。

# 液状化判定結果シート

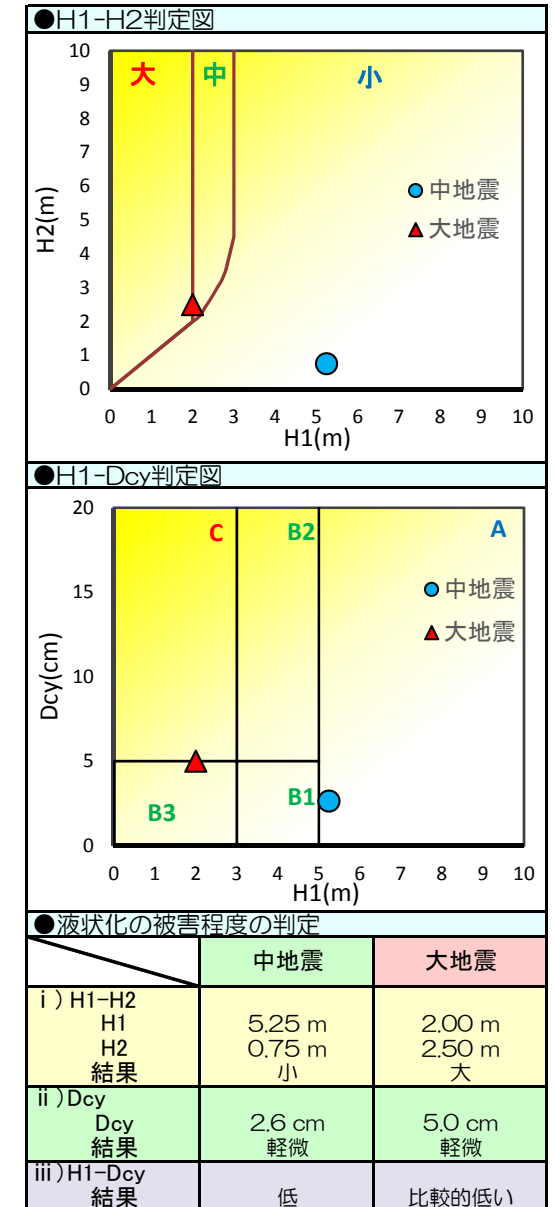
件名： 山田太郎

測点 C

| ●FL値の算出 |                       |                 |    |                     |    |   |       |          |          |     |   |   |
|---------|-----------------------|-----------------|----|---------------------|----|---|-------|----------|----------|-----|---|---|
| z<br>m  | W <sub>sw</sub><br>kN | N <sub>sw</sub> | 土質 | F <sub>c</sub><br>% | N値 |   | R     | L<br>中地震 | L<br>大地震 | FL値 |   |   |
|         |                       |                 |    |                     | ■  | □ |       |          |          | 1   | 2 | 3 |
| 0.25    | 1.00                  | 0               | C  | 40.0                |    |   | 0.45  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 0.50    | 1.00                  | 8               | C  | 40.0                |    |   | 0.29  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 0.75    | 1.00                  | 12              | C  | 40.0                |    |   | 0.24  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 1.00    | 1.00                  | 96              | S  | 4.3                 |    |   | 0.25  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 1.25    | 1.00                  | 112             | S  | 4.3                 |    |   | 0.25  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 1.50    | 1.00                  | 172             | S  | 4.3                 |    |   | 0.60  | 0.13     | 0.24     |     |   |   |
| 1.75    | 1.00                  | 144             | S  | 4.3                 |    |   | 0.27  | 0.13     | 0.24     |     |   |   |
| 2.00    | 1.00                  | 124             | S  | 4.3                 |    |   | 0.19  | 0.13     | 0.24     |     |   |   |
| 2.25    | 1.00                  | 128             | S  | 4.3                 |    |   | 0.19  | 0.13     | 0.25     |     |   |   |
| 2.50    | 1.00                  | 132             | S  | 4.3                 |    |   | 0.19  | 0.14     | 0.26     |     |   |   |
| 2.75    | 1.00                  | 128             | S  | 4.3                 |    |   | 0.18  | 0.15     | 0.27     |     |   |   |
| 3.00    | 1.00                  | 184             | S  | 4.3                 |    |   | 0.28  | 0.15     | 0.28     |     |   |   |
| 3.25    | 1.00                  | 240             | S  | 4.3                 |    |   | 0.59  | 0.16     | 0.29     |     |   |   |
| 3.50    | 1.00                  | 540             | S  | 4.3                 |    |   | 60.74 | 0.16     | 0.30     |     |   |   |
| 3.75    | 1.00                  | 292             | S  | 4.3                 |    |   | 1.19  | 0.17     | 0.31     |     |   |   |
| 4.00    | 1.00                  | 312             | S  | 4.3                 |    |   | 1.51  | 0.17     | 0.32     |     |   |   |
| 4.25    | 1.00                  | 356             | S  | 3.2                 |    |   | 2.85  | 0.17     | 0.33     |     |   |   |
| 4.50    | 1.00                  | 204             | S  | 3.2                 |    |   | 0.26  | 0.18     | 0.33     |     |   |   |
| 4.75    | 1.00                  | 304             | S  | 3.2                 |    |   | 0.96  | 0.18     | 0.34     |     |   |   |
| 5.00    | 1.00                  | 220             | S  | 3.2                 |    |   | 0.28  | 0.18     | 0.34     |     |   |   |
| 5.25    | 1.00                  | 304             | S  | 3.2                 |    |   | 0.80  | 0.18     | 0.35     |     |   |   |
| 5.50    | 1.00                  | 80              | S  | 3.2                 |    |   | 0.12  | 0.19     | 0.35     |     |   |   |
| 5.75    | 1.00                  | 220             | S  | 3.2                 |    |   | 0.25  | 0.19     | 0.35     |     |   |   |
| 6.00    | 1.00                  | 180             | S  | 3.2                 |    |   | 0.19  | 0.19     | 0.36     |     |   |   |
| 6.25    | 1.00                  | 40              | S  | 3.2                 |    |   | 0.10  | 0.19     | 0.36     |     |   |   |
| 6.50    | 1.00                  | 16              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.19     | 0.36     |     |   |   |
| 6.75    | 1.00                  | 24              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.19     | 0.37     |     |   |   |
| 7.00    | 1.00                  | 20              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.37     |     |   |   |
| 7.25    | 1.00                  | 20              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.37     |     |   |   |
| 7.50    | 1.00                  | 16              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.38     |     |   |   |
| 7.75    | 1.00                  | 12              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.38     |     |   |   |
| 8.00    | 1.00                  | 12              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.38     |     |   |   |
| 8.25    | 1.00                  | 0               | C  | 40.0                |    |   | 0.15  | 0.20     | 0.38     |     |   |   |
| 8.50    | 1.00                  | 16              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.38     |     |   |   |
| 8.75    | 1.00                  | 16              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.20     | 0.39     |     |   |   |
| 9.00    | 1.00                  | 20              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.21     | 0.39     |     |   |   |
| 9.25    | 1.00                  | 12              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.21     | 0.39     |     |   |   |
| 9.50    | 1.00                  | 12              | C  | 40.0                |    |   | 0.16  | 0.21     | 0.39     |     |   |   |
| 9.75    | 1.00                  | 8               | C  | 40.0                |    |   | 0.15  | 0.21     | 0.39     |     |   |   |
| 10.00   | 1.00                  | 0               | C  | 40.0                |    |   | 0.15  | 0.21     | 0.39     |     |   |   |

地下水位 2.15 m

備考)  
 ・土質：G…礫質土, S…砂質土, C…粘性土  
 ・中地震・・・M=7.5, α<sub>max</sub>=200gal, 大地震・・・M=8.0, α<sub>max</sub>=350gal  
 ・細粒分含有率 F<sub>c</sub>の低減・・・あり



# 液状化判定手法の解説

## ● $F_L$ 法

参考：建築基礎構造設計指針（日本建築学会）

$F_L$ 値：液状化に対する安全率

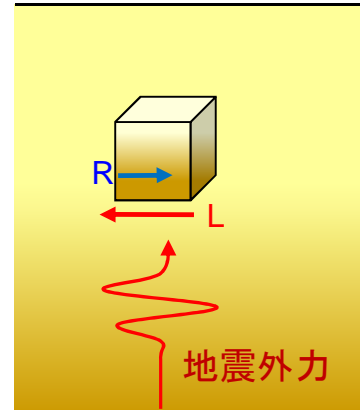
$$F_L = \frac{\text{土の液状化強度} = R}{\text{地震外力} = L}$$

【判別】

- $F_L > 1$  …… 非液状化層
- $F_L \leq 1$  …… 液状化層

【解説】

- $F_L$ 値は、土本来が保持している揺れに対する抵抗力Rと地震で生じる力Lの比で表されます。
- 土の抵抗力Rが地震時に生じる力Lに勝れば、 $F_L > 1$ となり液状化しませんが、負ければ $F_L \leq 1$ となって液状化が生じるという考え方です。



- Lの求め方

$$L = \frac{\tau_d}{\sigma'_z} = 0.1(M - 1) \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d$$

Lは上式で示され、詳細は参考指針を参照下さい。  
基本的にこのLは、こちらで地震の大きさを与える必要があり、ここでは、以下の数値で解析します。

|      | M (マグニチュード) | $\alpha_{max}$ (地表面における水平加速度) |
|------|-------------|-------------------------------|
| 中地震動 | 7.5         | 200 cm/s <sup>2</sup>         |
| 大地震動 | 8.0         | 350 cm/s <sup>2</sup>         |

- Rの求め方

Rの求め方の詳細は、参考指針を参照下さい。

基本的にこのRは、土の液状化強度であり、これを求めるには対象とする深度毎に

- ① N値 → SWS結果 ( $W_{sw}$ ,  $N_{sw}$ ) より推定
- ② 地下水位
- ③ 細粒分含有率  $F_c$
- ④ 土の湿潤単位体積重量  $\gamma_t$

の4つが必要で、これらは今回用いた地盤調査結果に基づいて入力することができます。  
なお調査していない場合は、一般設計でよく用いられる数値（下表）で解析します。

| 土質  | 土の湿潤単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) | 細粒分含有率 (%) |
|-----|---------------------------------|------------|
| 粘性土 | 16                              | 70         |
| 砂質土 | 18                              | 20         |
| 礫質土 | 19                              | 0          |

参考：例えば（社）日本道路協会 道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成2年）

注)

SWS孔を利用した土質試料による $F_c$ は、以下の補正した値を用いる。

$$\text{補正} F_c = 0.25 \times \text{実測} F_c \quad (0 < \text{実測} F_c \leq 40)$$

$$\text{補正} F_c = 1.5 \times \text{実測} F_c - 50 \quad (40 < \text{実測} F_c)$$

# 液状化判定手法の解説

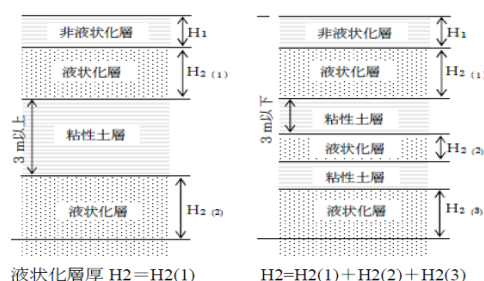
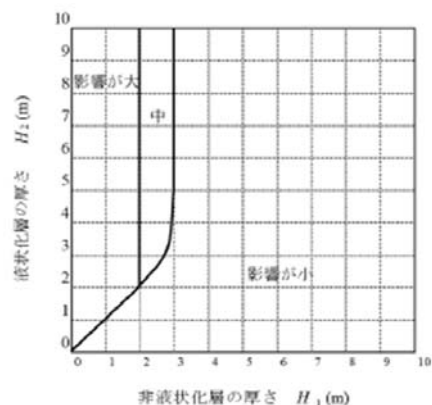
## ● $H_1-H_2$

参考：小規模建築物基礎設計指針（日本建築学会）

- [  $H_1$  : 非液状化層
- [  $H_2$  : 液状化層

### 【解説】

- 地中に液状化層 ( $H_2$ )があってもそれより上部に分厚く非液状化層 ( $H_1$ )があれば、液状化による建物（地表面）への影響は少なくなることが過去の液状化被害の分析から分かっています。
- 右図は、これらの傾向を利用して作成された図で得られた $H_1, H_2$ をプロットして液状化の被害程度を判断するものです。



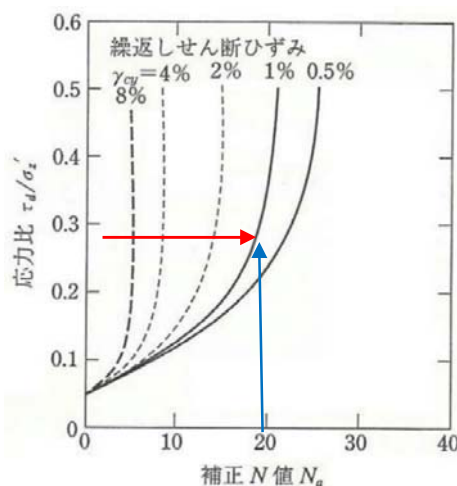
## ● $D_{cy}$

参考：建築基礎構造設計指針（日本建築学会）

$D_{cy}$  : 地表面沈下量 (cm)

### 【解説】

- ある土に力が加われば、少なからず歪みが生じます。地震時の力とひずみの関係を土の強さ別に表したものが右図になります。例えば右図にて、補正N値20（横軸）の強さを持つ土に地震時の力（縦軸：正しくは繰返しせん断応力比）として0.3が加わると、繰返しせん断ひずみが1%程度生じることを意味します。
- 歪みは無次元量なので、これを鉛直方向に積分すると歪み量となり、これが $D_{cy}$ です。
- $D_{cy}$ を右表の数値と比較することで、液状化の被害程度を評価することができます。ここでは、 $D_{cy} \leq 5$ であれば、液状化被害の少ない地盤とし、 $D_{cy} > 5$ であれば何らかの補強検討を推奨します。



| $D_{cy}$ (cm) | 液状化の影響の程度 | 判定 |
|---------------|-----------|----|
| 0             | なし        | OK |
| 5以下           | 軽微        |    |
| 5~10          | 小         | NG |
| 10~20         | 中         |    |
| 20~40         | 大         |    |
| 40以上          | 甚大        |    |

# 液状化判定手法の解説

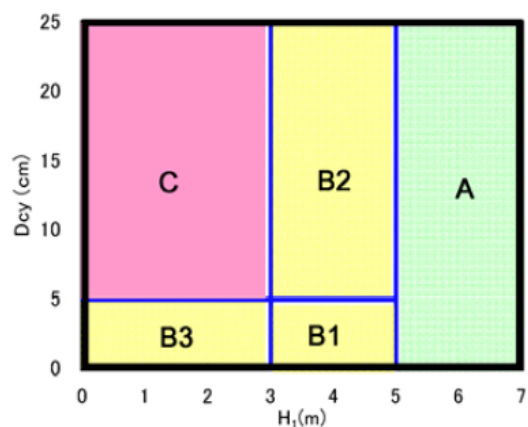
## ● $H_1 - D_{cy}$

参考：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針（国土交通省）

$H_1$ ：非液状化層  
 $D_{cy}$ ：地表面沈下量（cm）

### 【解説】

- $H_1$ 、 $D_{cy}$ の説明は、前頁を参照下さい。
- 算出された $H_1$ 、 $D_{cy}$ を右図にプロットし、そのプロットされた範囲の記号を下表で参照すると、液状化による被害程度が分かります。
- 図中のAに分類されれば問題ありません。一方、B1、B2、B3、Cに分類される場合場合は何らかの補強検討を推奨します。



| 図表番号 | $H_1$ の範囲  | $D_{cy}$ | 液状化被害の可能性       |
|------|------------|----------|-----------------|
| C    | 3m以下       | 5cm以上    | 顕著な被害の可能性が高い    |
| B3   |            | 5cm未満    |                 |
| B2   |            | 5cm以上    |                 |
| B1   | 3mを超え、5m以下 | 5cm未満    | 顕著な被害の可能性が比較的低い |
| A    | 5mを超える     | —        |                 |