

液状化の検討方法について

1. 液状化の判定方法

液状化の判定は、「建築基礎構造設計指針（日本建築学会）」に準拠して実施する。

(1) 液状化判定フロー

液状化判定フローを図-8.1 に示す

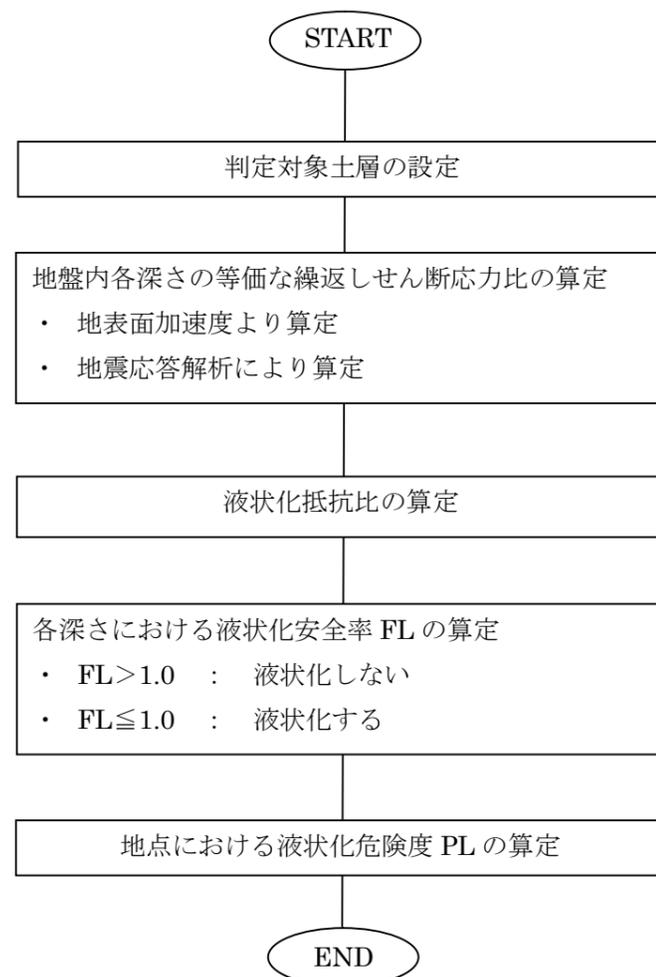


図-8.1 液状化判定フロー

(2) 判定対象土層

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、一般に地表面から 20m 程度以浅の沖積層で、考慮すべき土の種類は、細粒分含有率が 35%以下の土とする。ただし、埋立地盤など人口造成地盤では、細粒分含有率が 35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分 (0.005 mm以下の粒径を持つ土粒子) 含有率が 10%以下、または塑性指数が 15%以下の埋立あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫は液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の検討を行う。

(3) 検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比の算定

1) 地表面加速度より算定 (簡易法)

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = r_n \frac{\alpha_{\max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d$$

ここに、 τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)

γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数で $\gamma_n = 0.1 \cdot (M-1)$
M は地震のマグニチュード

σ'_z : 検討深さにおける有効土被り圧 (鉛直有効応力) (kN/m²)

σ_z : 検討深さにおける全土被り圧 (鉛直全応力) (kN/m²)

α_{\max} : 地表面における設計用水平加速度 (gal)

g : 重力加速度 (980gal)

γ_d : 地盤が剛体でないことによる低減係数で $(1-0.015z)$
z は、メートル単位で表した地表面からの検討深さ

2) 地震応答解析により算定

$$\tau_d / \sigma'_z = \gamma_n * \tau_{\max} / \sigma'_z$$

ここに、 τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)

γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数で $\gamma_n = 0.1 \cdot (M-1)$
M は地震のマグニチュード

τ_{\max} : 地震応答解析により算定した最大せん断応力 (kN/m²)

σ'_z : 地震応答解析で用いた有効土被り圧 (鉛直有効応力) (kN/m²)

3) 地震応答解析手法 (詳細法)

地震応答解析は、地盤条件や地震動の特性を詳細に反映できる手法であるが、種々の方法が提案されている。

本検討では、地盤の地震応答解析手法として比較的よく用いられている以下の手法について解析を実施し適切な手法を選定する。

- ① 重複反射理論による等価線形解析 (解析コード: SHAKE)
- ② 重複反射理論によるひずみの周波数依存性を考慮した等価線形解析 (解析コード: FDEL)
- ③ 有効応力法による時刻歴応答解析 (解析コード: FLIP)

(4) 液状化抵抗比の算定

1) 対応する深度の補正 N 値 (Na) を次式から算定

$$Nl = CN * N$$

$$CN = \sqrt{98 / \sigma z'}$$

$$Na = Nl + \Delta Nf$$

- ここに、Na : 補正 N 値
 Nl : 換算 N 値
 ΔNf : 細粒分含有率 Fc に応じた補正 N 値増分で図-8.2 による
 CN : 拘束圧に関する換算係数

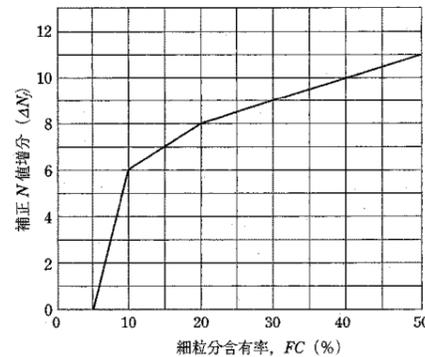


図-8.2 細粒分含有率と N 値の補正係数

2) 液状化抵抗比 R の算定

図-8.3 の限界せん断ひずみ振幅曲線 5%を用いて、補正 N 値 (Na) に対する飽和土層の液状化抵抗比 R をもとめる。

$$R = \tau l / \sigma z'$$

- ここに、R : 液状化抵抗比
 τl : 水平面における液状化抵抗
 $\sigma z'$: 検討深さにおける有効土被り圧 (kN/m²)

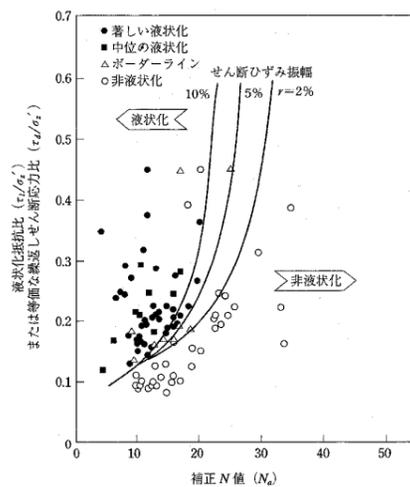


図-8.3 補正 N 値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

(5) 液状化安全率 FL の算定

各深さにおける液状化発生に対する安全率 FL を次式により算定する。

$$F_L = \frac{\tau_l / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z}$$

ここに、 $F_L > 1.0$: 液状化しない

$F_L \leq 1.0$: 液状化する

(6) 地点における液状化危険度 PL の算定

一般的に PL 値の算出方法については、式-2 に基づき図-1 のように深度 20m が用いられている。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz \quad \dots \text{式-2}$$

- ここに、PL : 液状化指数
 $F=0.0$ ($F_L > 1.0$ の場合)
 $F=1-F_L$ ($F_L \leq 1.0$ の場合)
 $W(z)=10-0.5z$
 Z: 深度 (m)

なお、橋梁等の大規模土木工作物等と比較して、戸建て住宅の荷重は小さいことから、即地的には深度 20m とした場合に、被害実態と必ずしも整合が図れない場合が生じる。この場合は例えば、式-3 に基づき深度 10m を用いる等の現地の実態に即した検討を行うことも想定される。

$$P_L = \int_0^{10} F \cdot W(z) dz \quad \dots \text{式-3}$$

- ここに、PL : 液状化指数
 $F=0.0$ ($F_L > 1.0$ の場合)
 $F=1-F_L$ ($F_L \leq 1.0$ の場合)
 $W(z)=20-2z$
 Z: 深度 (m)

PL による液状化判定区分については、表-1 のような目安が考えられる。

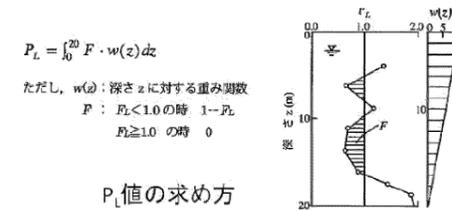


図-1 PL 値の算定方法について

表-1 PL 値と液状化による影響の関係

$P_L = 0$	液状化発生の可能性はない
$0 < P_L \leq 5$	液状化発生の可能性が低い
$5 < P_L \leq 15$	液状化発生の可能性がある
$15 < P_L$	液状化発生の可能性が高い

※ 中央防災会議による直近の大規模地震の被害想定手法 (中央防災会議事務局「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法について～基本被害～」平成19年11月)より

2. 液状化に伴う地盤変形量の予測

液状化に伴う地盤変形量の予測は、以下の2つの方法について実施する。

- ① 「建築基礎構造設計指針」による方法
- ② 「高圧ガス設備等耐震設計指針」による方法

(1) 建築基礎構造設計指針による地盤変形量の算定

沈下量は、以下の手順で算定する。

- ① 図-8.4 を用い補正 N 値とせん断応力比に対応した繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を求め、これを体積ひずみと読み替え、各層の体積ひずみを推定する。
- ② 各層の体積ひずみを鉛直方向に積分して、地表面沈下量を算定する。

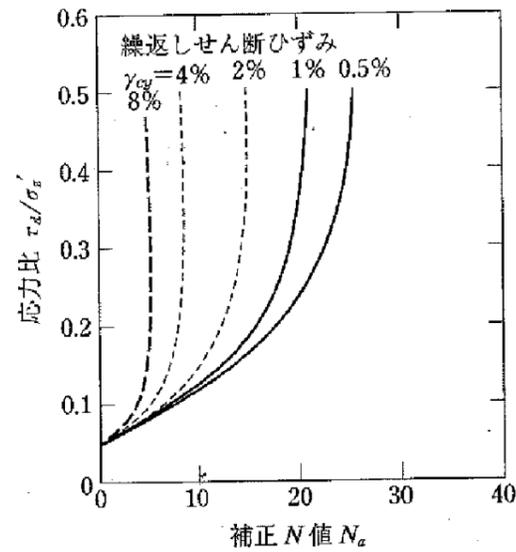


図-8.4 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

地表変位を D_{cy} とし液状化程度の指標とする。液状化の程度は、 D_{cy} の値により表-8.1 のように設定する。

表-8.1 D_{cy} と液状化程度の関係

D_{cy} (cm)	液状化の程度
0	なし
0.5	軽微
0.5 - 1.0	小
1.0 - 2.0	中
2.0 - 4.0	大
4.0 -	甚大

(2) 高圧ガス設備等耐震設計指針による地盤沈下量の算定

「地震時の液状化に伴う砂地盤の沈下量予測」(第26回土質工学研究発表会、石原研而、吉嶺充俊)による地震による砂の液状化安全率と液状化後の排水に伴う体積ひずみの関係より沈下量を算定する。

1) 砂の液状化安全率と体積ひずみの関係

図-8.5 に砂の体積ひずみと最大せん断ひずみの関係を、図-8.6 に砂の液状化安全率と最大せん断ひずみの関係を示す。また、これらを組み合わせた砂の液状化安全率と体積ひずみの関係を図-8.7 に示す。

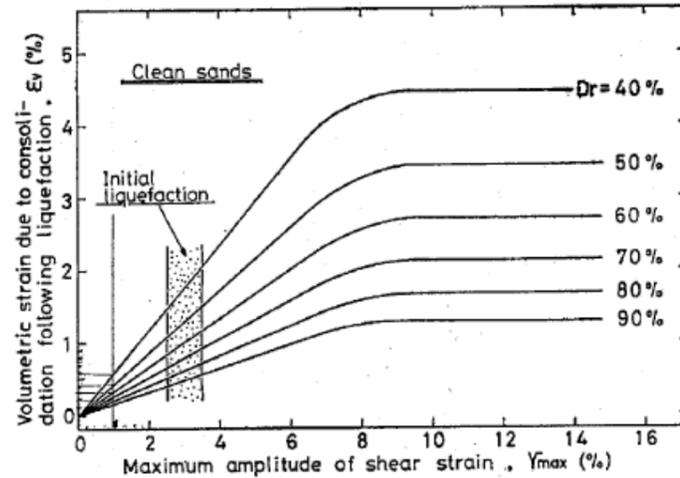


図-8.5 砂の体積ひずみ—最大せん断ひずみ関係

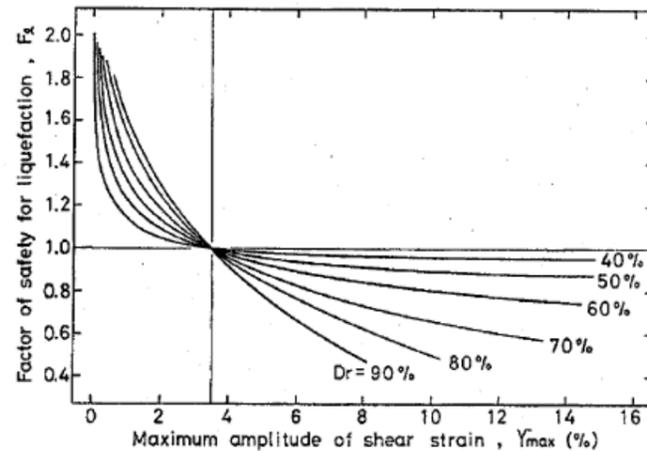


図-8.6 砂の液状化安全率—最大せん断ひずみ関係

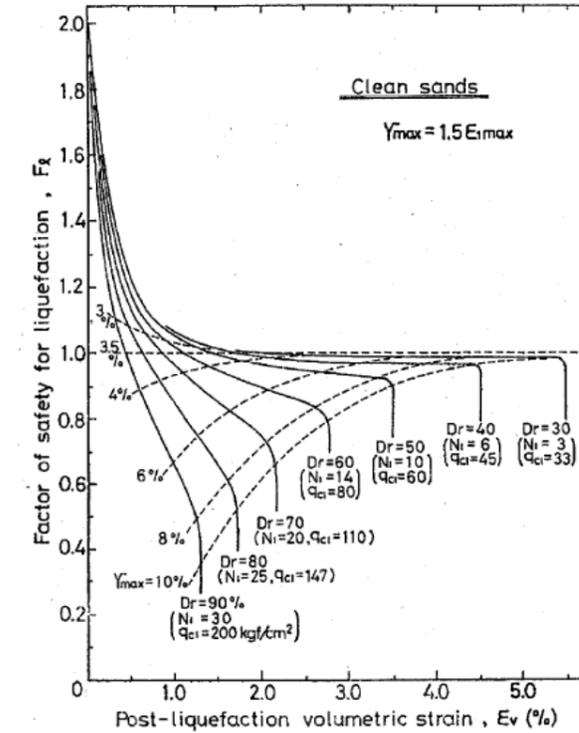


図-8.7 砂の液状化安全率—体積ひずみ関係

2) 地盤沈下量の算定

地盤沈下量は、対象土層の相対密度と液状化抵抗率に対する体積圧縮ひずみを図-6.6 より求め、液状化判定対象層について積分し算定する。

$$D_{cy} = \sum (\varepsilon_{vi} \times H_i)$$

ここに、 D_{cy} : 地表面沈下量

ε_{vi} : i 番目の土層の体積圧縮ひずみ

H_i : i 番目の土層の層厚

なお、相対密度が得られていない場合は、以下の示すマイヤホッフの式により算定する。液状化安全率は建築基礎構造設計指針の方法により算定する。

$$Dr = 21 (N_l / 1.7)^{0.5}$$

$$N_l = 1.7N / (\sigma'_{v'} + 0.7)$$

ここに、 Dr : 相対密度 (%)

N_l : 正規化 N 値

N : 実測 N 値

$\sigma'_{v'}$: 有効上載圧(kg/cm²)

3. 液状化の検討に用いる地震動

(1) 液状化の検討として設定する地震動

1) 対象とする地震

本検討では、東日本大震災により液状化被害を受けた地点について解析的検証を行うための地震動及び将来発生が想定される地震に対して再度の液状化が生じるかどうかの検討を行うための地震動を設定する。

表-8.2 対象地震

検討目的	対象地震
液状化の検証	東日本大震災において液状化の解析的検証を行うため、東日本大震災を対象とする。
再液状化の検討	再度液状化するか検討を行うための将来発生が想定される地震を対象とする。

2) 検討対象地点

検討地点により地震動は異なる。本検討対象は、大きく以下の4地点に分かれており、各地点ごとに地震動を設定する。

表-8.3 検討対象地点

対象対象地点
佐原市街地地区
小見川市街地地区
府馬地区
利根川以北地区

3) 解析法に応じた地震動

本検討では、液状化判定を行うための地震時の地中発生せん断力を地表面加速度より設定する簡易法と地震応答解析により求める詳細法の2つの方法を用いる。

これらの方法に対して用いる地震動は異なるため、以下のように設定する。

表-8.4 解析法に応じた設定地震動

解析法	設定する地震動
簡易法	地表最大加速度と地震のマグニチュード
詳細法（地震応答解析）	工学的基盤面における加速度時刻歴波形

4) 液状化の検討として設定する地震動

液状化の検討として設定する地震動を表-8.5に示す。

表-8.5 液状化の検討として設定する地震動

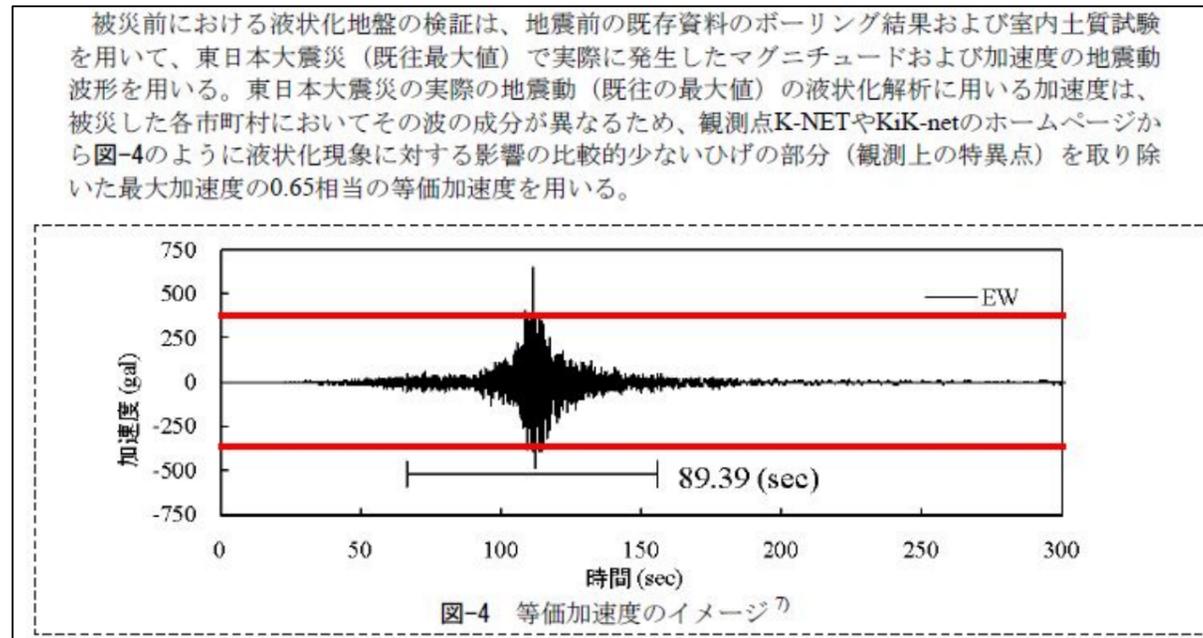
検討目的		液状化の検証	再液状化の検討
対象地震		東日本大震災	将来発生が想定される地震
簡易法	佐原	地表面加速度とマグニチュード	地表面加速度とマグニチュード
	小見川	地表面加速度とマグニチュード	地表面加速度とマグニチュード
	府馬	地表面加速度とマグニチュード	地表面加速度とマグニチュード
	利根川以北	地表面加速度とマグニチュード	地表面加速度とマグニチュード
詳細法 (地震応答解析)	佐原	工学的基盤面での加速度時刻歴波形	工学的基盤面での加速度時刻歴波形
	小見川	工学的基盤面での加速度時刻歴波形	工学的基盤面での加速度時刻歴波形
	府馬	工学的基盤面での加速度時刻歴波形	工学的基盤面での加速度時刻歴波形
	利根川以北	工学的基盤面での加速度時刻歴波形	工学的基盤面での加速度時刻歴波形

(2) 液状化の検証に用いる地震動

1) 液状化の検証に用いる地震動の設定方針

東日本大震災により被害をもたらした液状化の検証に用いる地震については、「東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について(ガイダンス(案))」の中で以下のように設定することとしている。本検討では、ガイダンス案に準拠し、地震動を設定する。

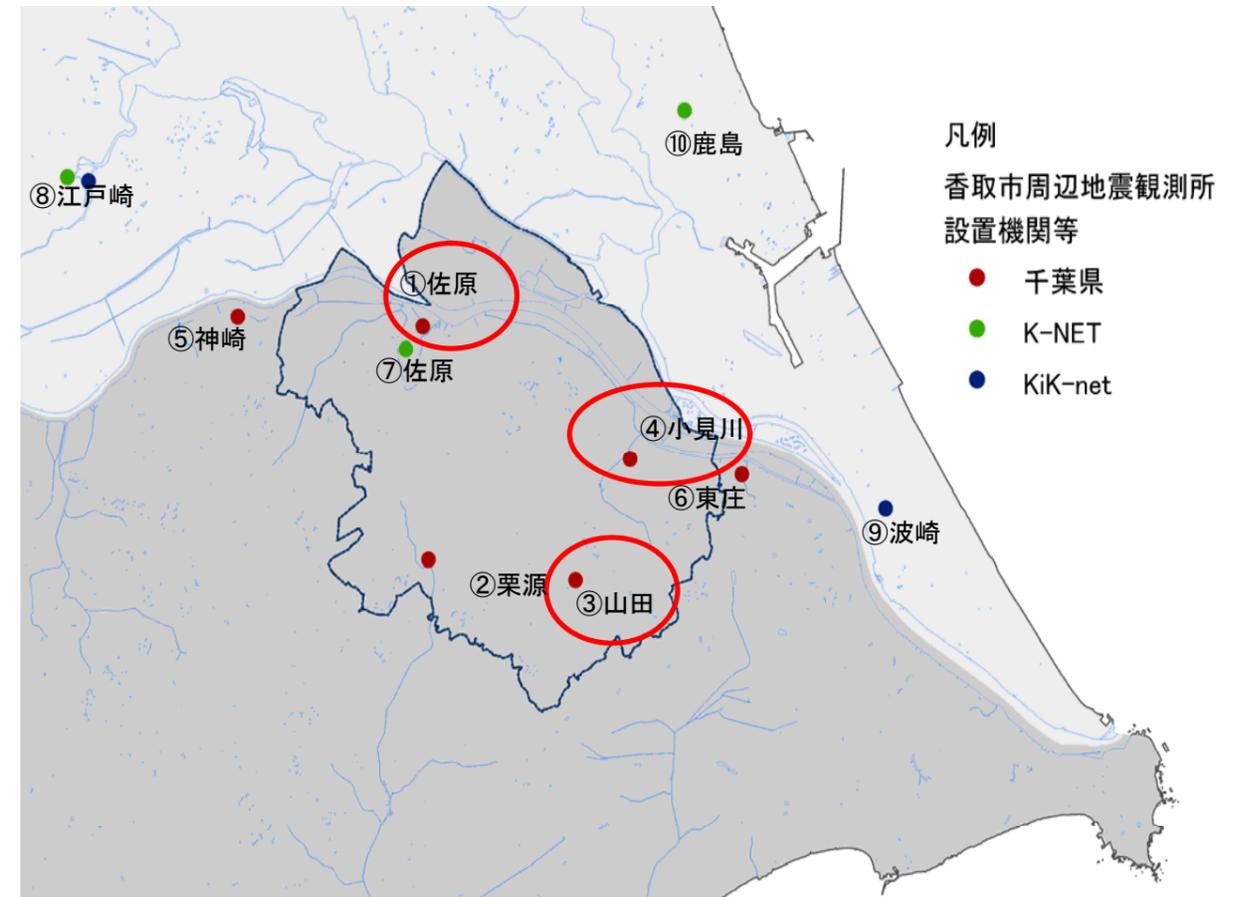
出展:、「東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について(ガイダンス(案))」



2) 簡易法に用いる地震動

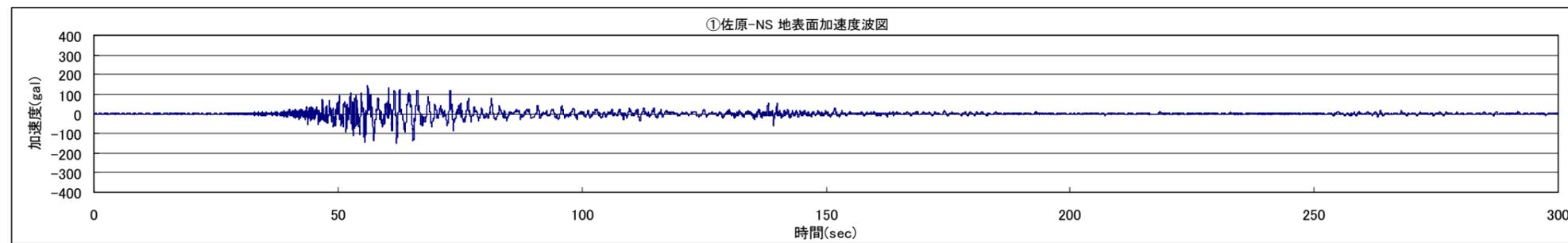
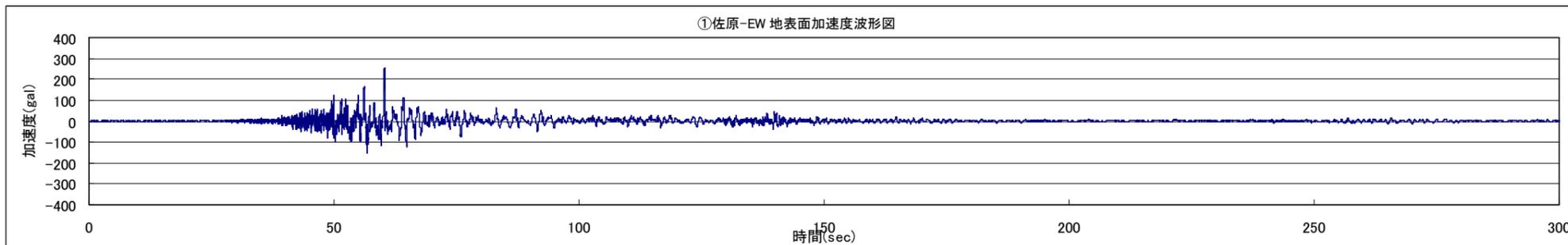
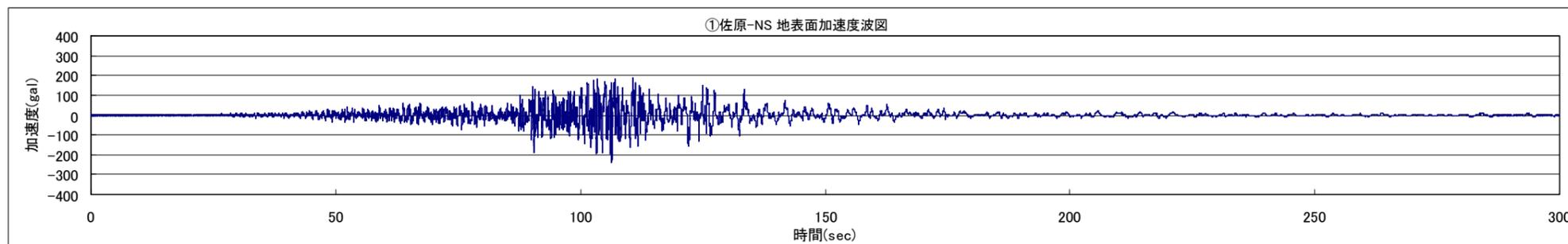
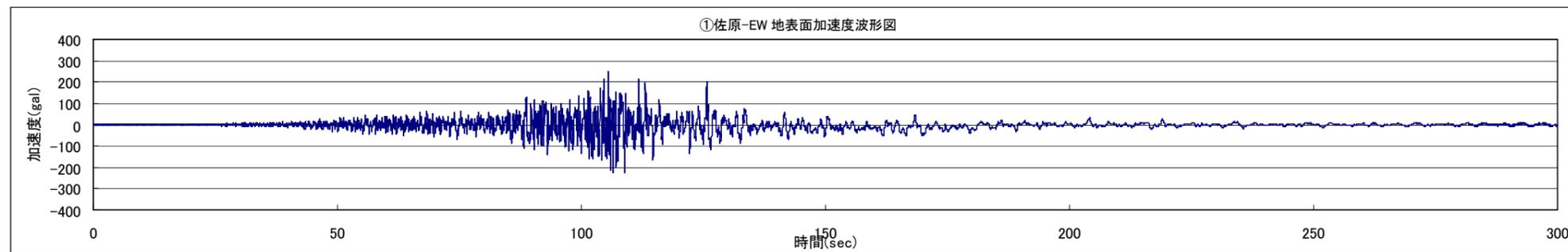
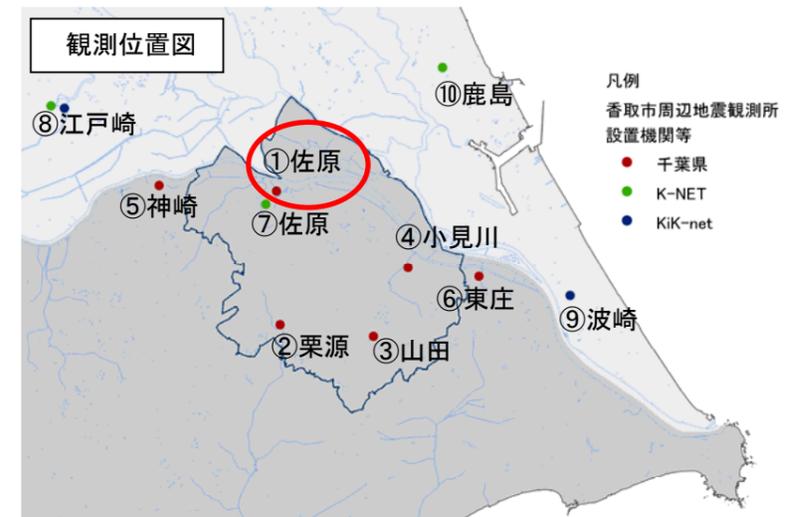
液状化被害の大きかった地点の近傍で観測された地震動は、KNetChiba(千葉県環境研究センター)観測の以下の地点の観測波形の最大加速度を用いる。

- 「佐原」(香取市役所)
- 「小見川」(小見川支所)
- 「山田」、(山田支所)



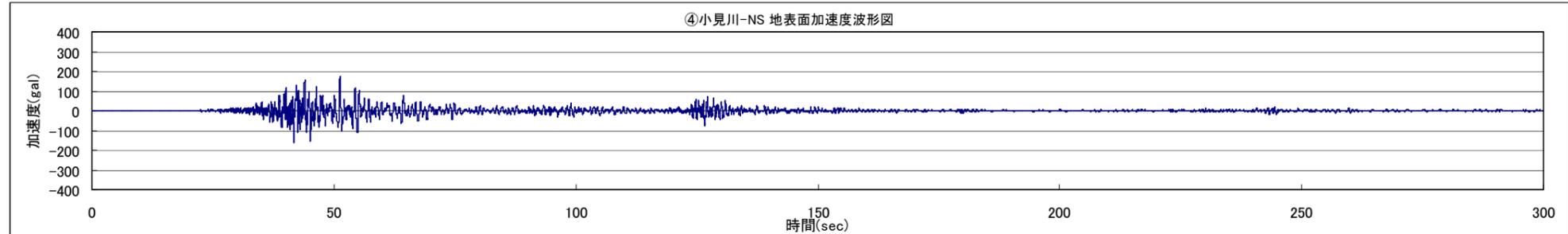
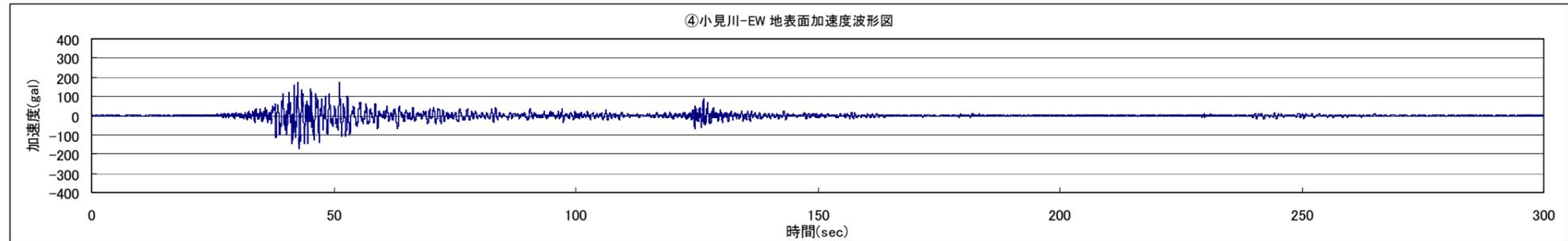
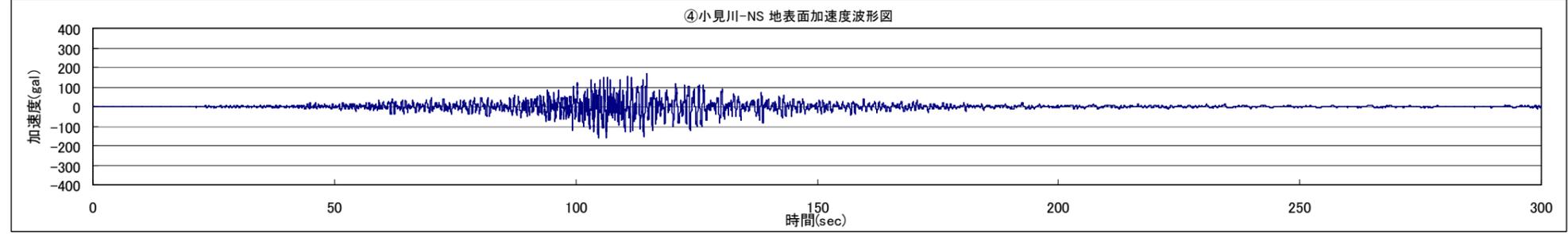
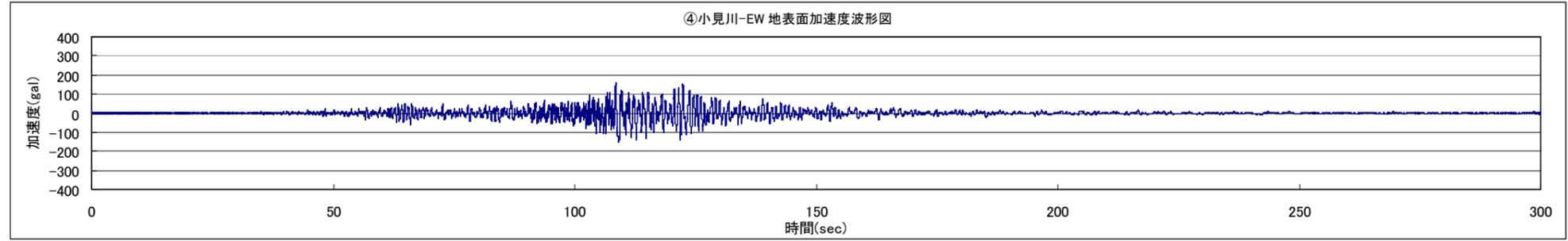
a) 「佐原」(香取市役所)

観測日	観測者	地震計位置	本震/余震	方向	最大加速度(gal)	0.65×最大加速度
2011. 3. 11	KKNetChiba	香取市役所	本震 14:47:10	E W	249.2	162.0
2011. 3. 11	KKNetChiba	香取市役所	本震 14:47:10	N S	238.1	154.8
2011. 3. 11	KKNetChiba	香取市役所	余震 15:15:20	E W	254.4	165.4
2011. 3. 11	KKNetChiba	香取市役所	余震 15:15:20	N S	147.9	96.1



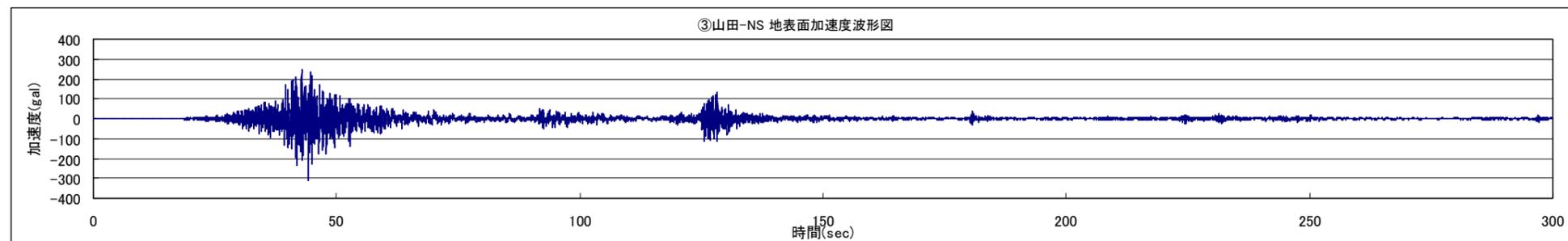
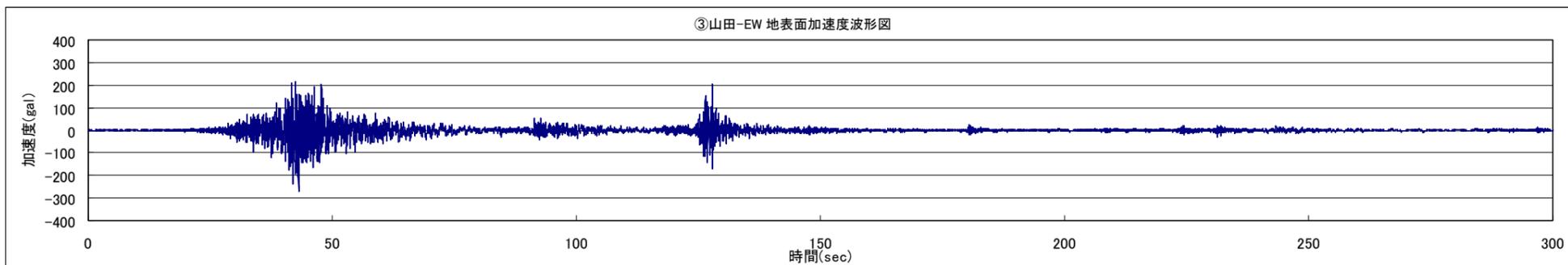
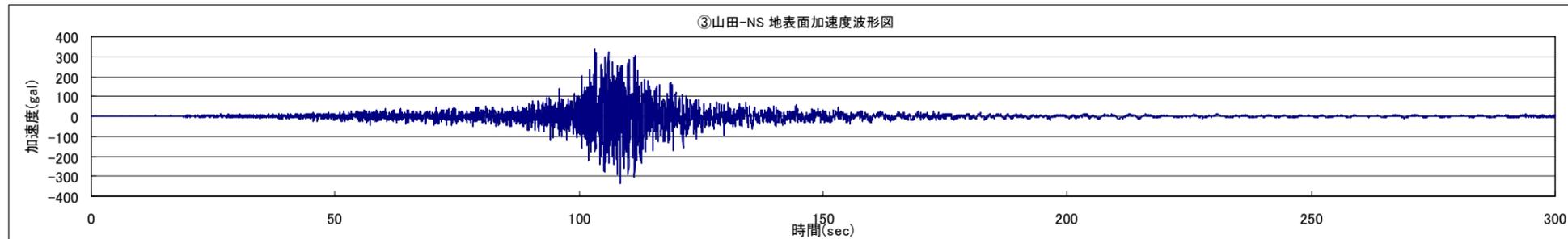
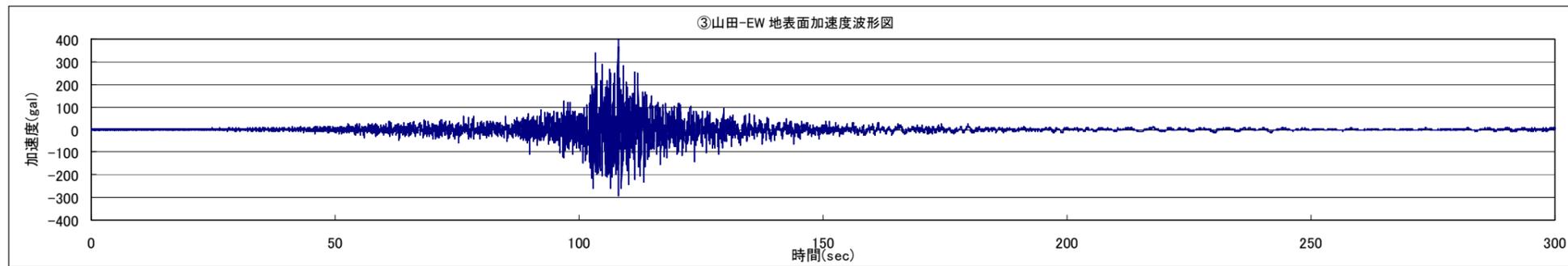
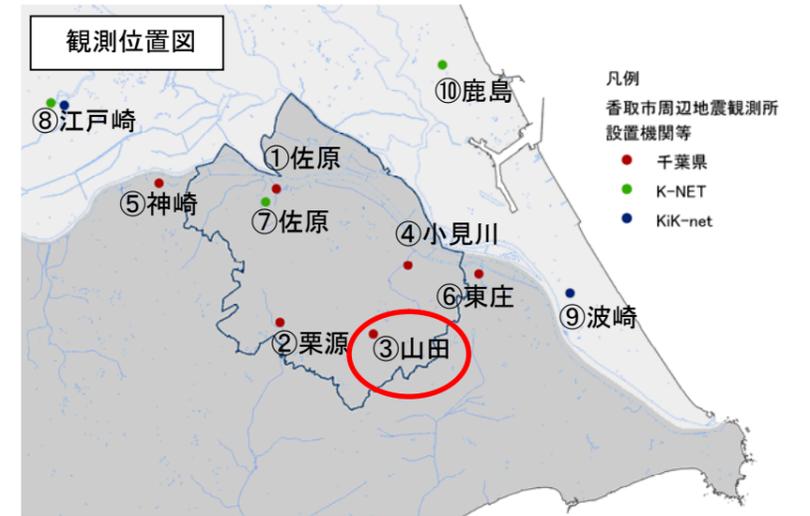
b) 「小見川」(小見川支所)

観測日	観測者	地震計位置	本震/余震	方向	最大加速度(gal)	0.65×最大加速度
2011. 3. 11	KKNetChiba	小見川支所	本震 14:47:10	E W	157.7	102.5
2011. 3. 11	KKNetChiba	小見川支所	本震 14:47:18	N S	166.3	108.1
2011. 3. 11	KKNetChiba	小見川支所	余震 15:15:30	E W	173.1	112.5
2011. 3. 11	KKNetChiba	小見川支所	余震 15:15:30	N S	171.3	111.3



c) 「山田」(山田支所)

観測日	観測者	地震計位置	本震/余震	方向	最大加速度 (gal)	0.65×最大加速度
2011. 3. 11	KKNetChiba	山田支所	本震 14:47:10	E W	398.7	259.2
2011. 3. 11	KKNetChiba	山田支所	本震 14:47:18	N S	334.1	217.2
2011. 3. 11	KKNetChiba	山田支所	余震 15:15:30	E W	272.2	176.9
2011. 3. 11	KKNetChiba	山田支所	余震 15:15:30	N S	314.2	204.2

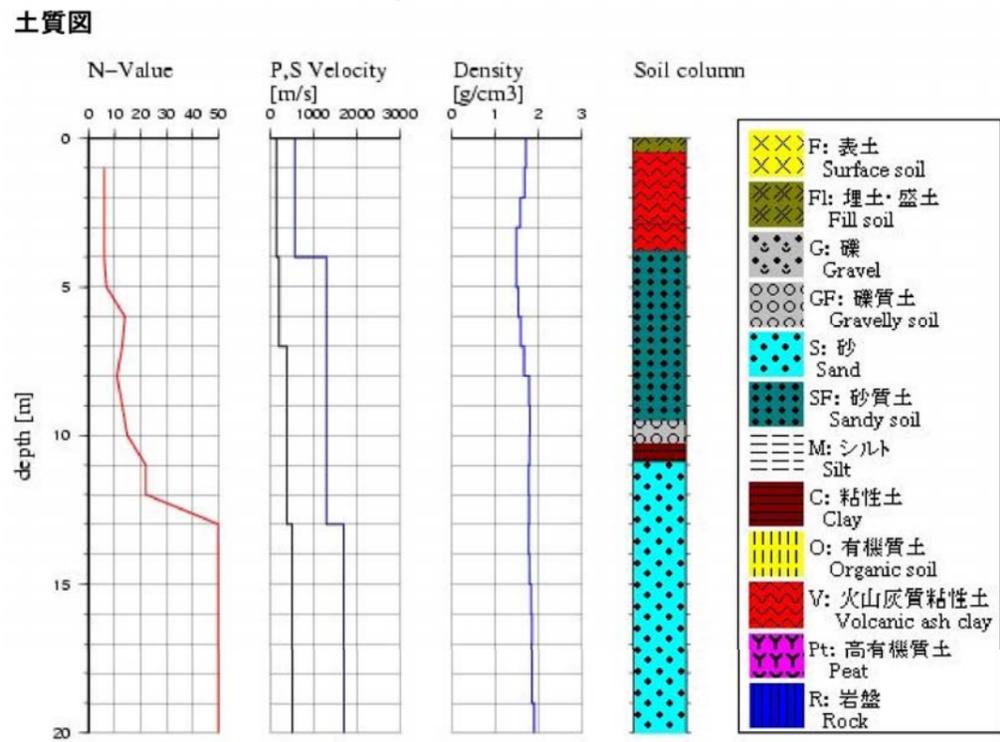
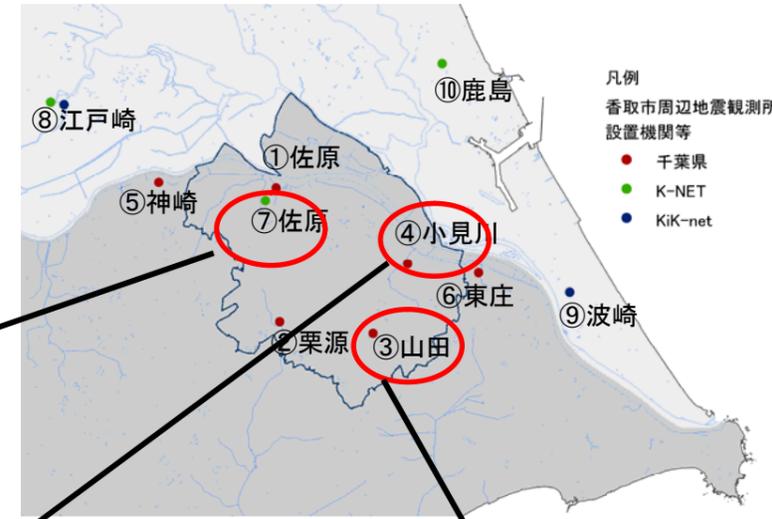


3) 詳細法 (地震応答解析) に用いる地震動

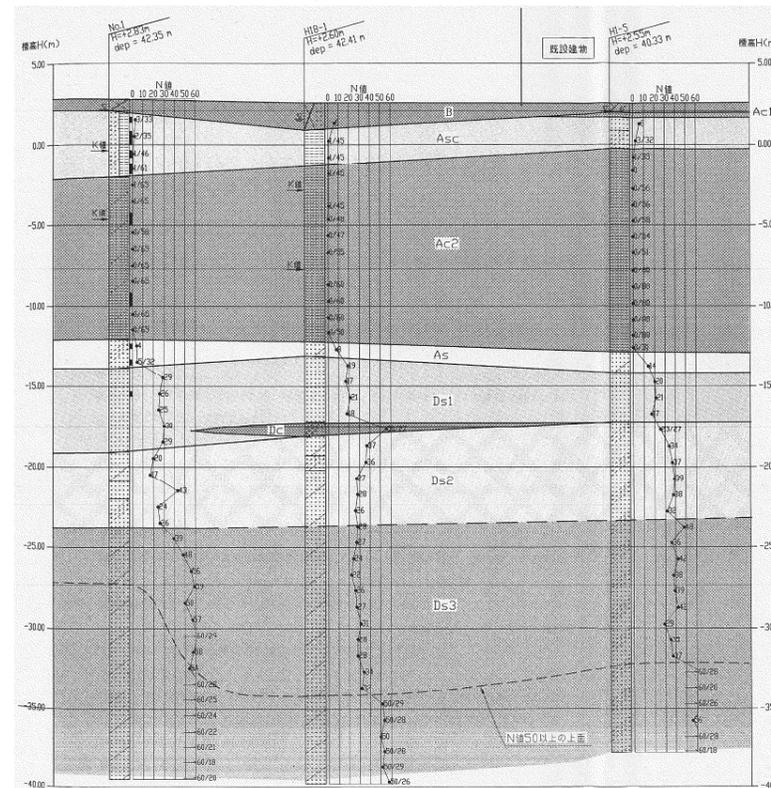
地震応答解析に用いる地震動は、基盤面での加速度時刻歴波形として設定する。

本検討対象地区においては基盤面での地震観測記録は得られていないことから、地表面での観測記録を地震応答解析により引き戻し計算を行い算定する。

本検討では、「佐原」(台地部)、「小見川」(小見川支所)、「山田」(山田支所)の観測点で得られた地震記録を対象に引き戻し計算を実施した。

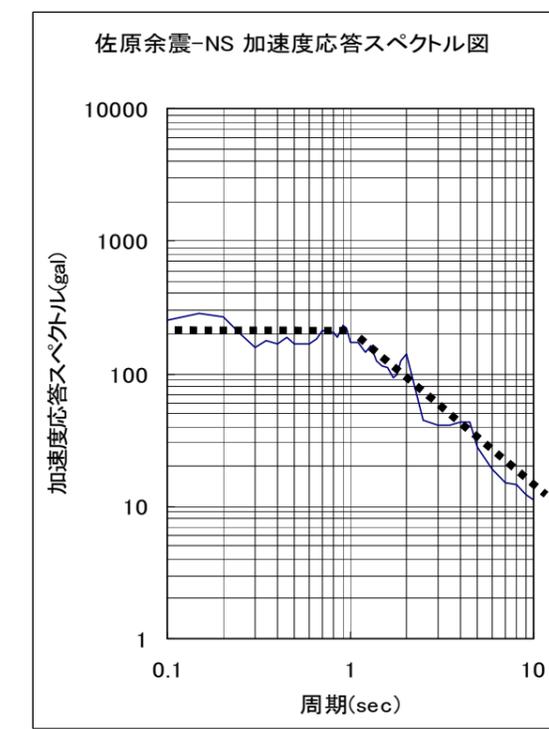
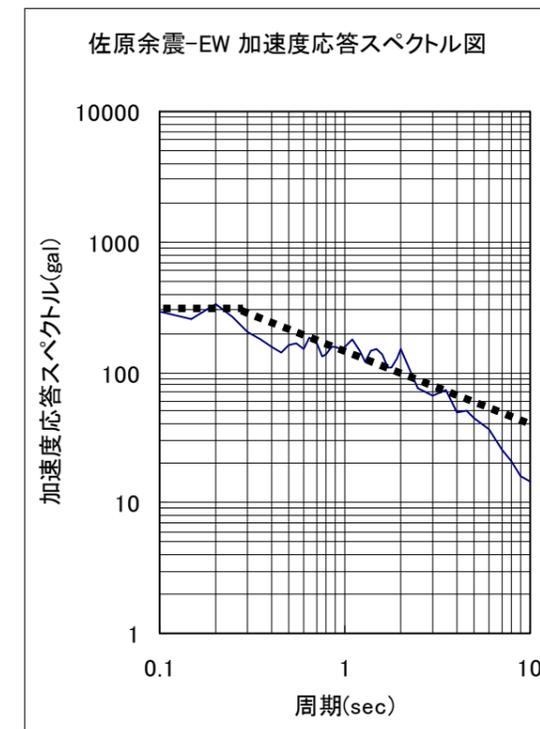
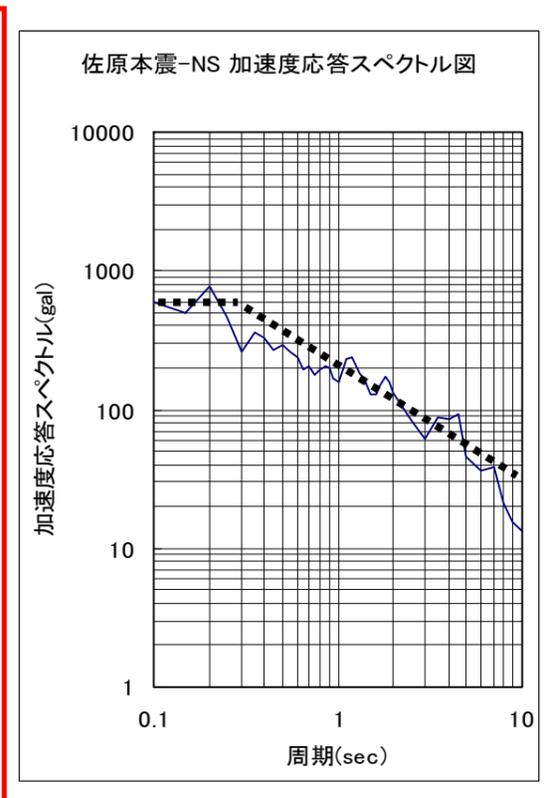
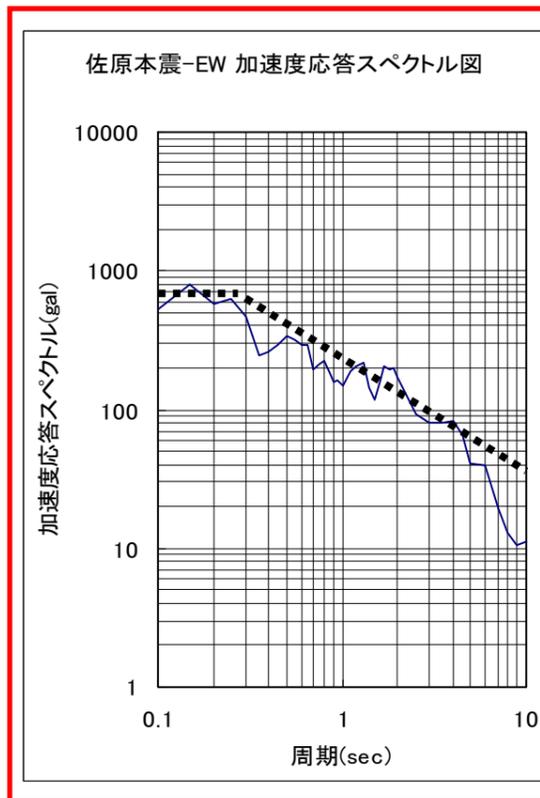
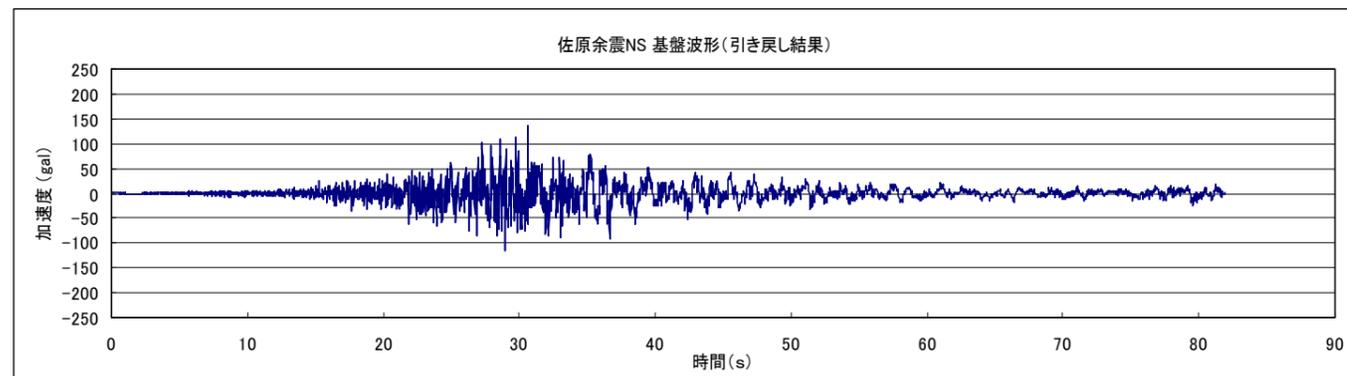
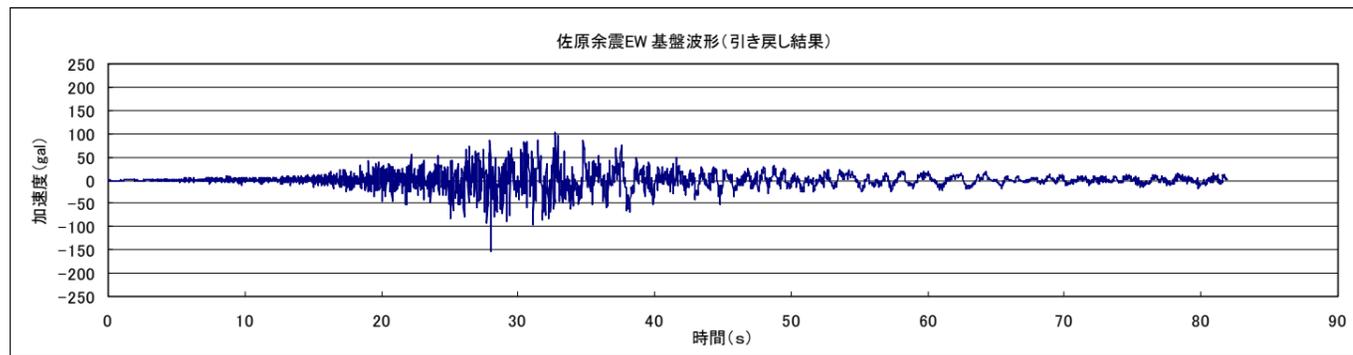
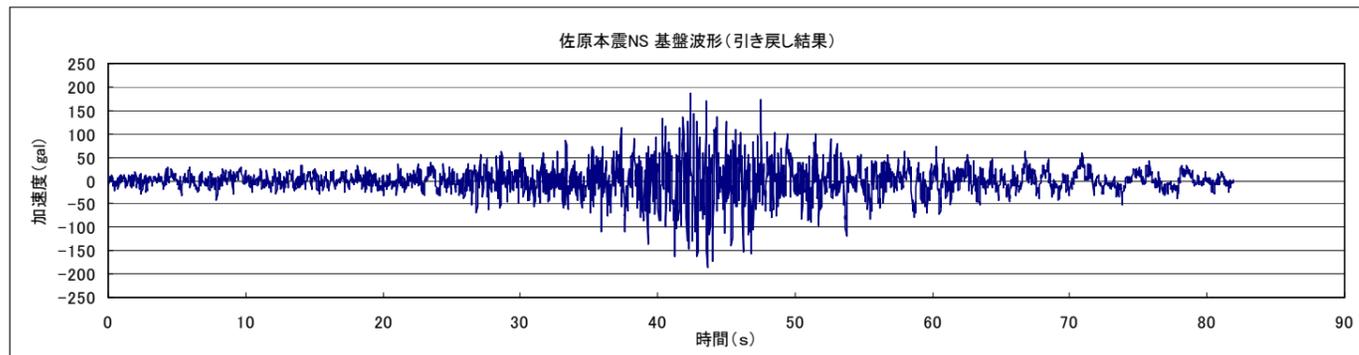
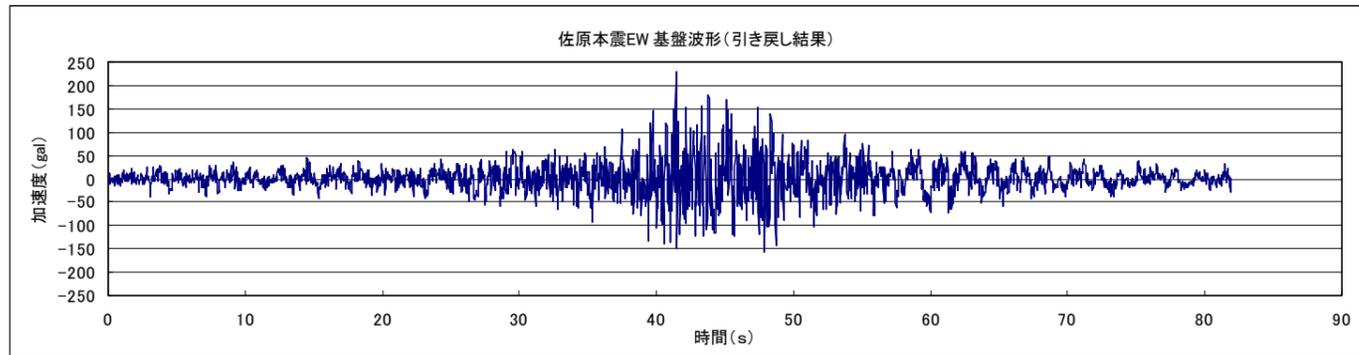


Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

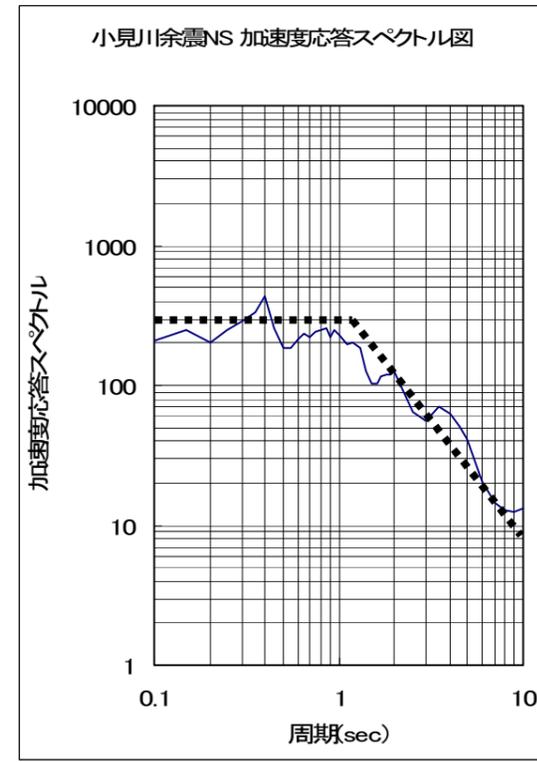
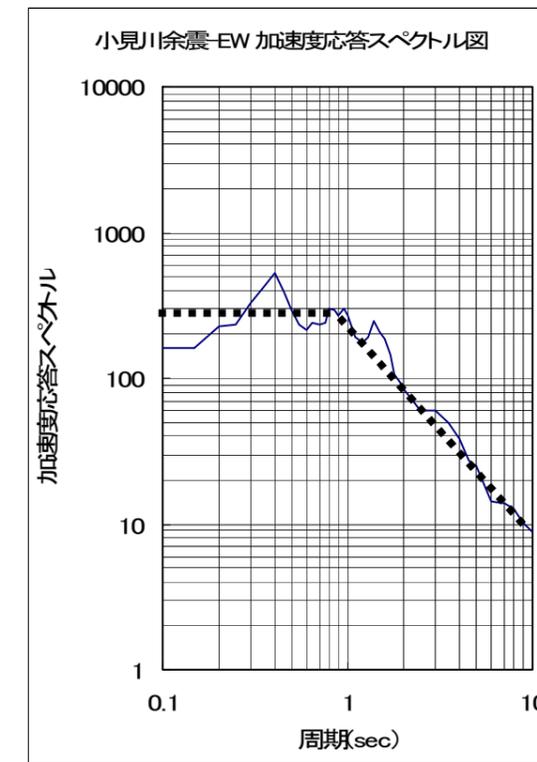
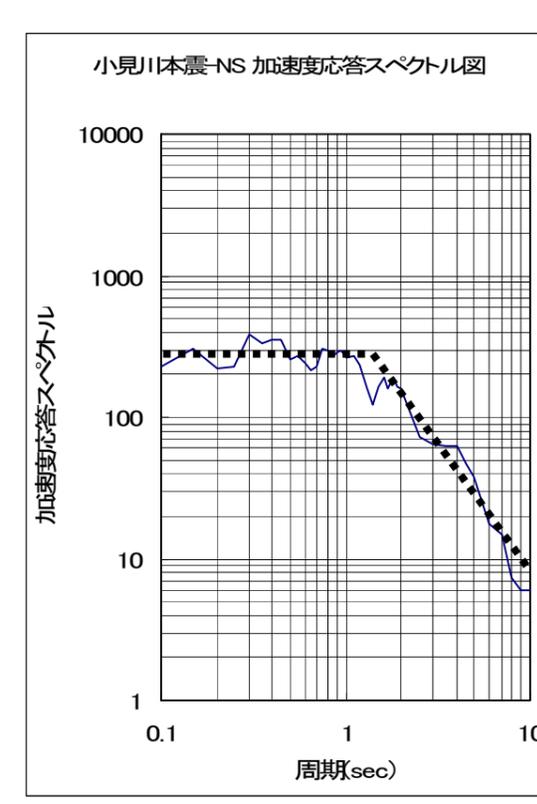
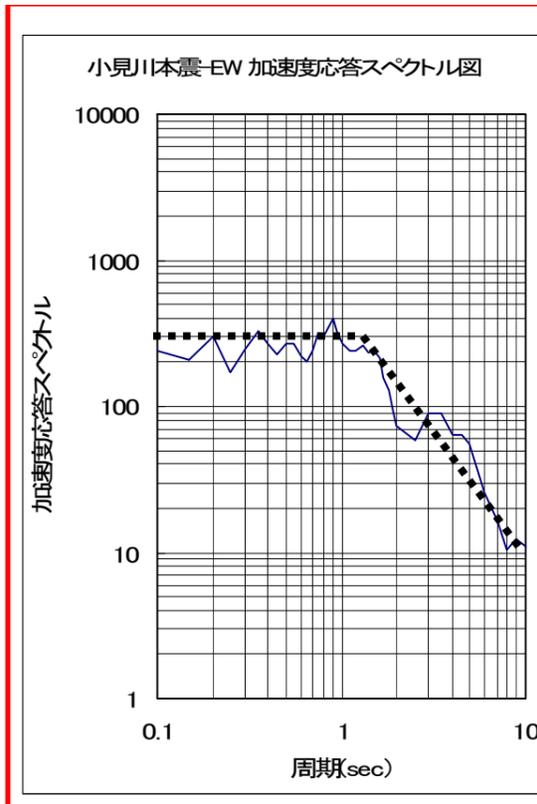
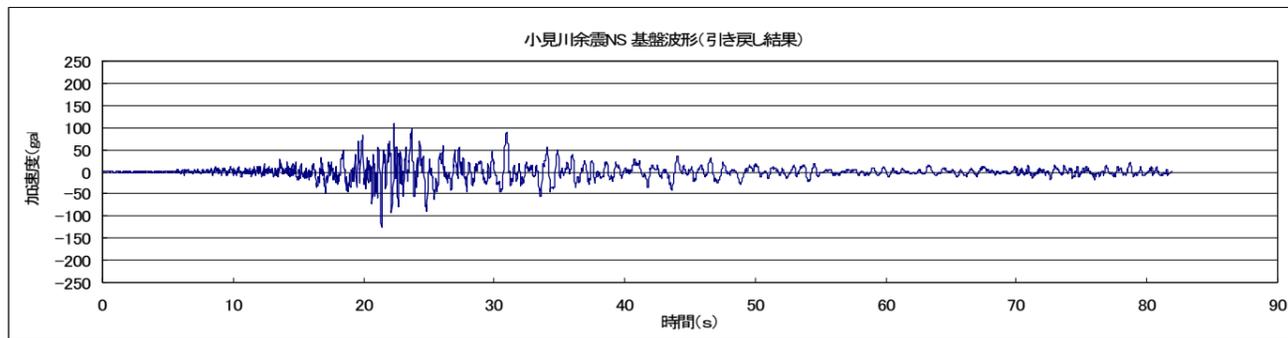
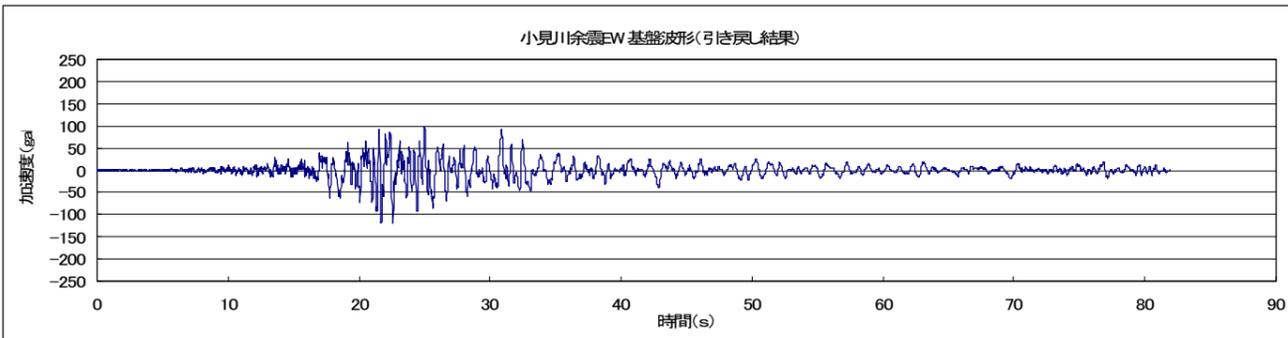
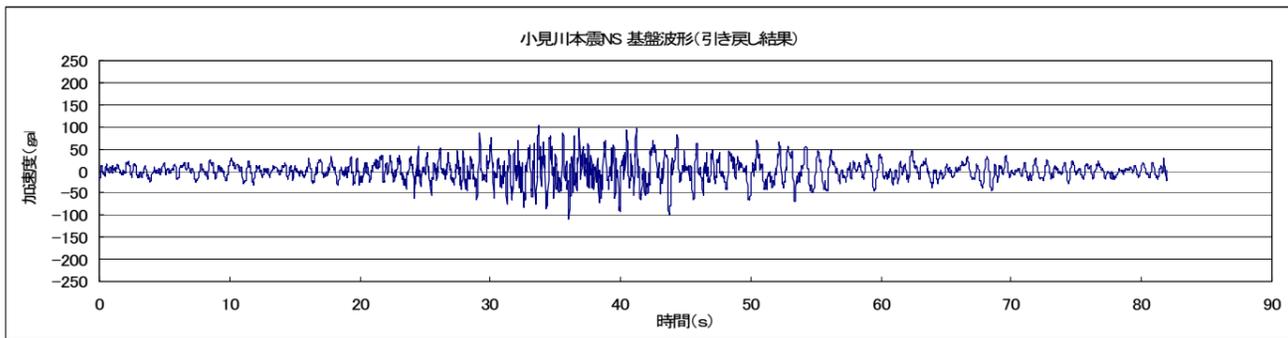
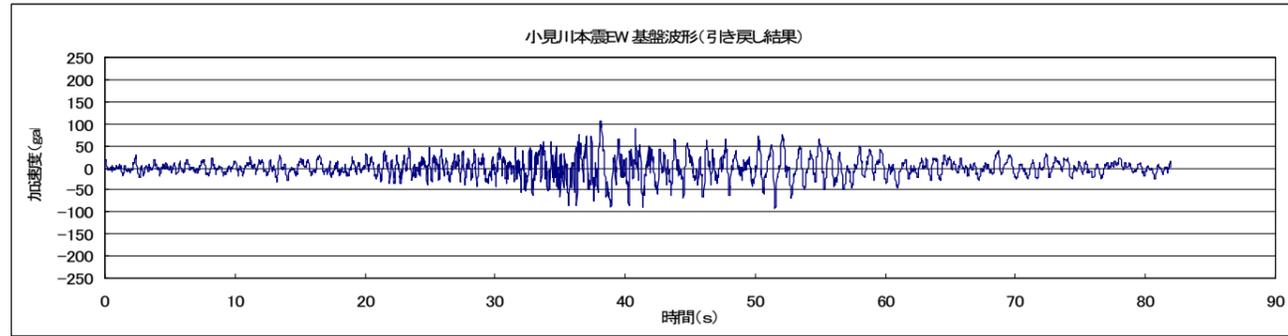


ボーリング名		No. 2		調査位置		千葉県香取市山田町C農中併C農299番地ほか		北緯	
発注機関		山田町役場		調査期間		平成11年5月31日~11年6月1日		東経	
調査業者名		千葉エンジニアリング株式会社 電話(043-275-2311)		主任技師		コナノ 中村 成一		ボーリング 資格者	
孔口標高		0.6m		方位		北		ハンマー タイプ	
総掘進長		22.2m		度		度		エンジン	
								クボタ EA7	
								ポンプ	
								カノーV6	
標準	原位置	標準	原位置	標準	原位置	標準	原位置	標準	原位置
深	度	深	度	深	度	深	度	深	度
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20
2	0.40	2	0.40	2	0.40	2	0.40	2	0.40
3	0.60	3	0.60	3	0.60	3	0.60	3	0.60
4	0.80	4	0.80	4	0.80	4	0.80	4	0.80
5	1.00	5	1.00	5	1.00	5	1.00	5	1.00
6	1.20	6	1.20	6	1.20	6	1.20	6	1.20
7	1.40	7	1.40	7	1.40	7	1.40	7	1.40
8	1.60	8	1.60	8	1.60	8	1.60	8	1.60
9	1.80	9	1.80	9	1.80	9	1.80	9	1.80
10	2.00	10	2.00	10	2.00	10	2.00	10	2.00
11	2.20	11	2.20	11	2.20	11	2.20	11	2.20
12	2.40	12	2.40	12	2.40	12	2.40	12	2.40
13	2.60	13	2.60	13	2.60	13	2.60	13	2.60
14	2.80	14	2.80	14	2.80	14	2.80	14	2.80
15	3.00	15	3.00	15	3.00	15	3.00	15	3.00
16	3.20	16	3.20	16	3.20	16	3.20	16	3.20
17	3.40	17	3.40	17	3.40	17	3.40	17	3.40
18	3.60	18	3.60	18	3.60	18	3.60	18	3.60
19	3.80	19	3.80	19	3.80	19	3.80	19	3.80
20	4.00	20	4.00	20	4.00	20	4.00	20	4.00
21	4.20	21	4.20	21	4.20	21	4.20	21	4.20
22	4.40	22	4.40	22	4.40	22	4.40	22	4.40

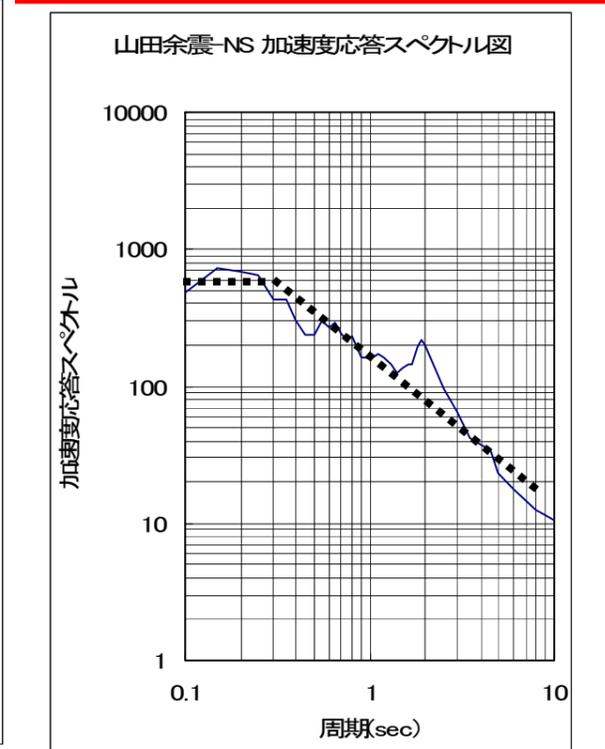
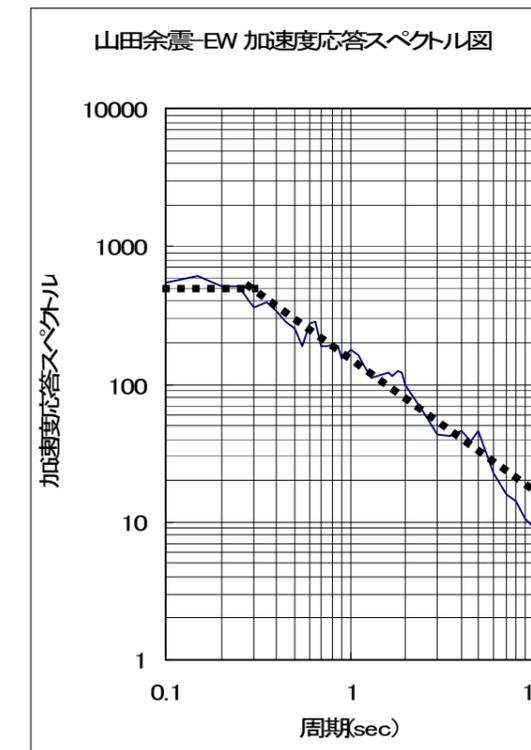
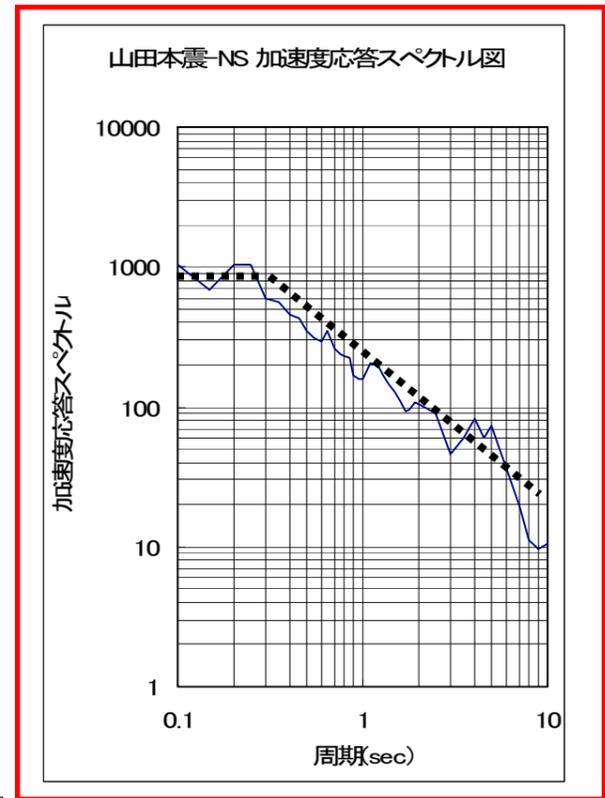
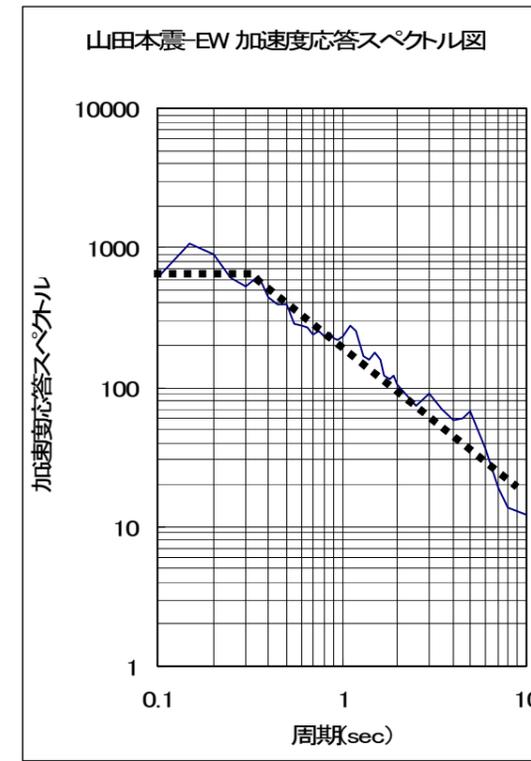
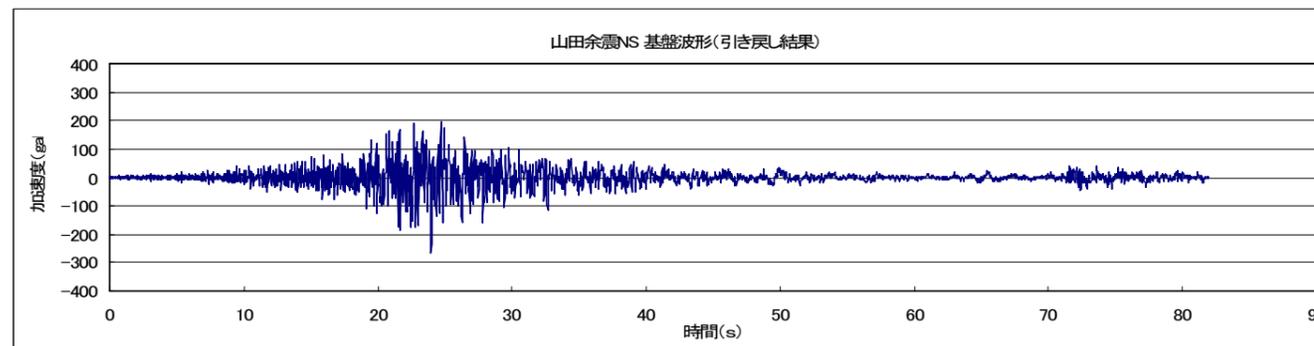
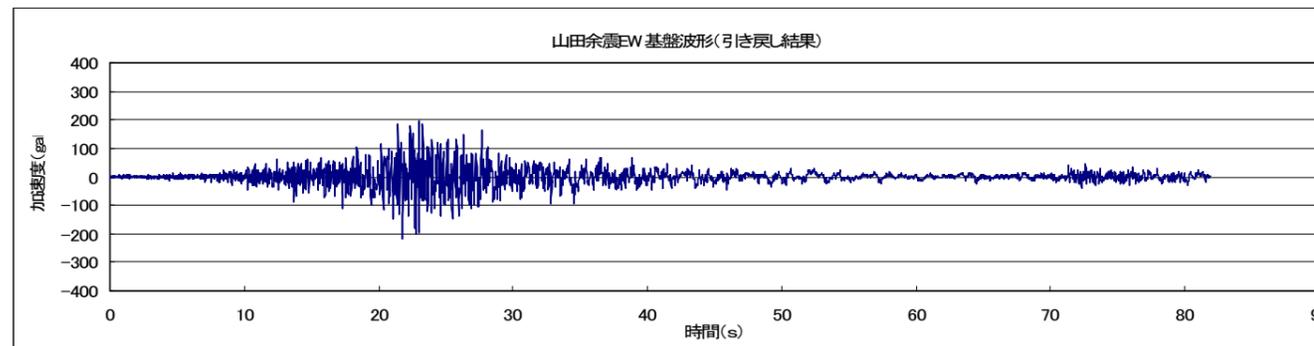
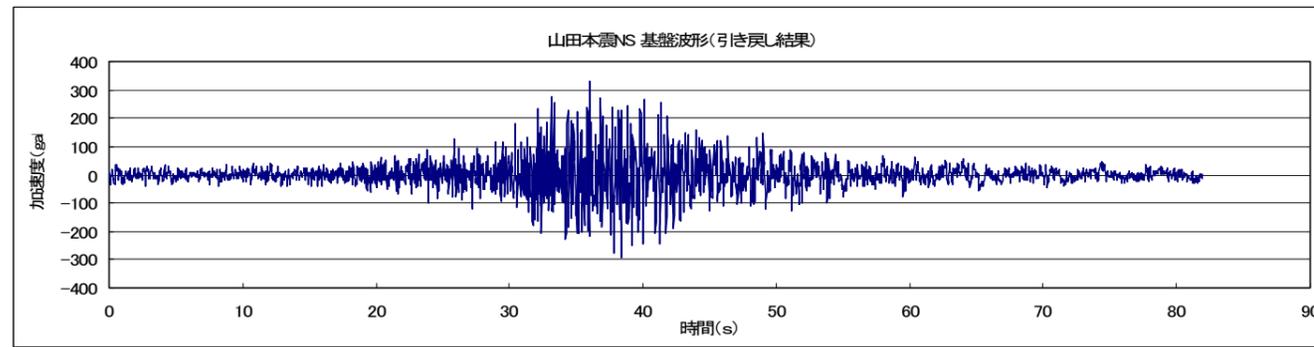
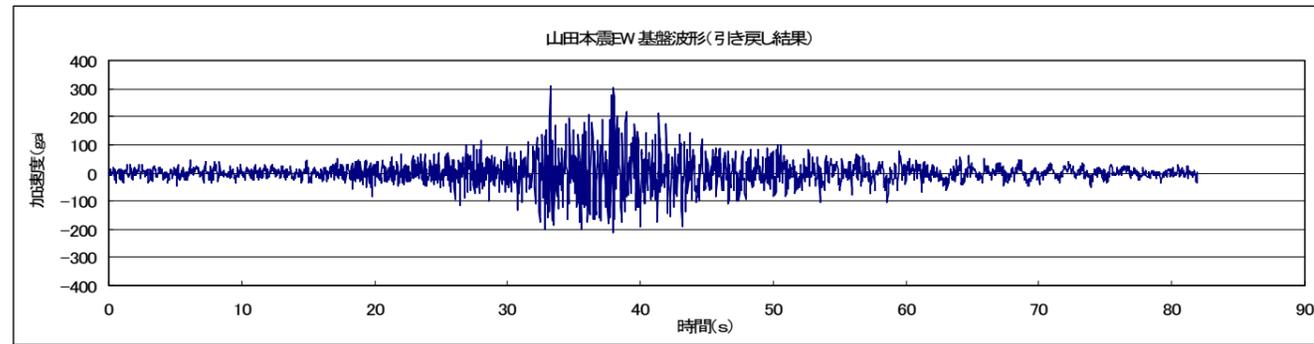
a) 「佐原」(台地部)



b) 「小見川」(小見川支所)



c) 「山田」(山田支所)



(3) 再液状化の検討に用いる地震動

1) 再液状化の検討に用いる地震動の設定方針

再液状化における地盤沈下量予測での検討地震動について、「東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について（ガイダンス（案）」の中で以下のように示されている。

出展：、「東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について（ガイダンス（案）」

再液状化における地盤沈下量予測は、各地方自治体（市町村等）において地域の社会的、経済的状況を踏まえた検討に資するため、基本的に以下の3タイプの検討が必要になることが想定される。

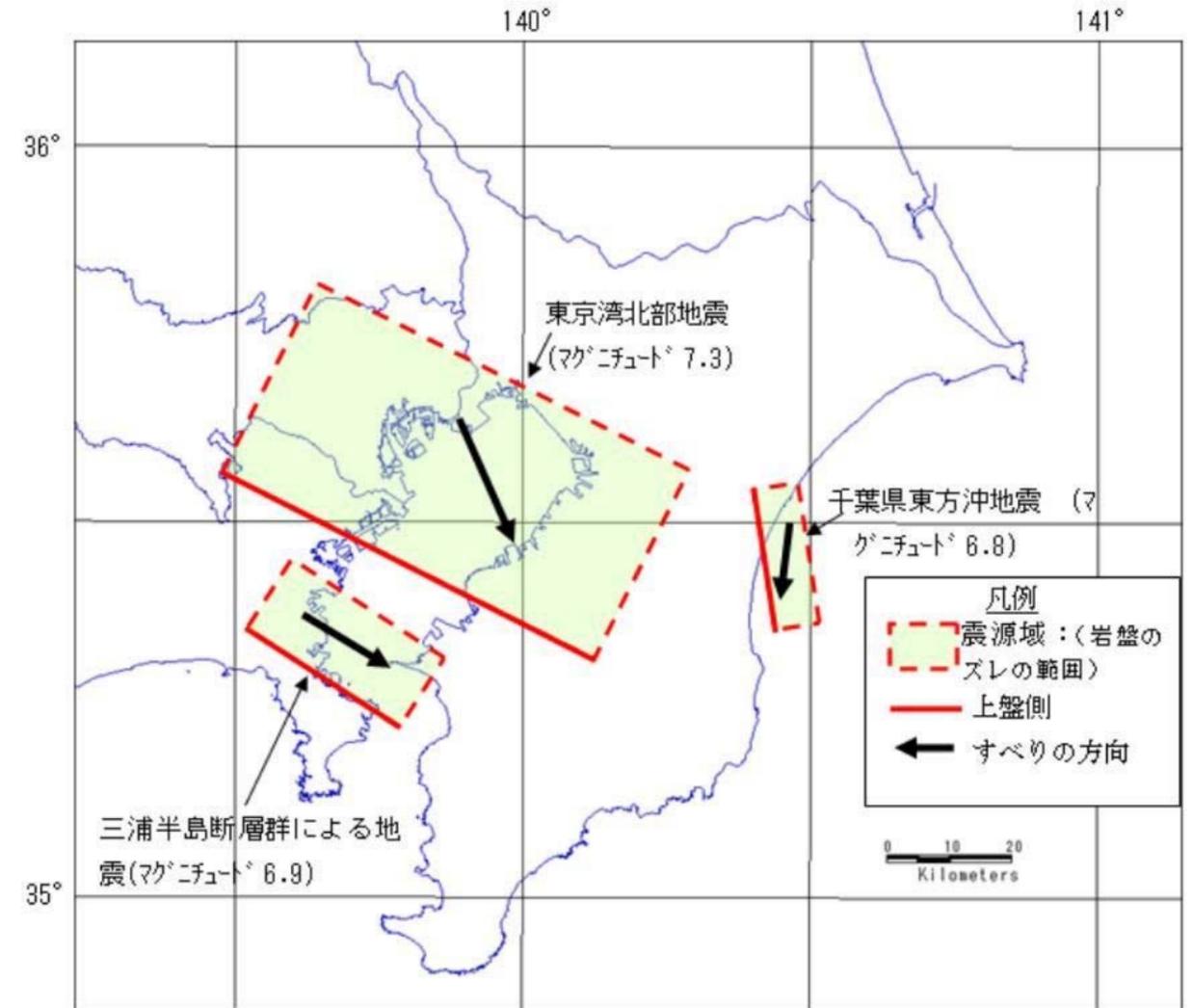
- ① タイプ1：200gal、M7.5（中地震による中程度の揺れ）
- ② タイプ2：200gal、M9.0（巨大地震による中程度の揺れ）
- ③ タイプ3：350gal、M7.5（直下型地震による大きな揺れ）

ただし、即地的な状況を踏まえながら、既往最大の地震（巨大地震による大きな揺れ）における地盤状況等について考慮することも考えられる。

また、「平成19年度 千葉県地震被害想定調査 報告書（平成20年3月）」では、以下の想定地震動が示されている。

No.	想定地震名	マグニチュード (MwまたはMjma)	地震タイプ	備考
1	東京湾北部地震	Mw=7.3	南関東直下のM7クラスの地震	被害想定を実施した地震
2	千葉県東方沖地震	Mw=6.8		
3	三浦半島断層群による地震	Mw=6.9	活断層による地震	

※Mw：モーメントマグニチュード



（「平成19年度 千葉県地震被害想定調査 報告書」（平成20年3月：千葉県）より引用

本検討では、ガイダンス案に示された3タイプの地震動および千葉県地震被害想定調査での想定地震の中で、検討地点に影響の大きい地震動を選定し、検討地震動とする。

再液状化の検討に用いる地震動

- ① タイプ1：200gal、M7.5（中地震による中程度の揺れ）
- ② タイプ2：200gal、M9.5（巨大地震による中程度の揺れ）
- ③ タイプ3：350gal、M7.5（直下型地震による大きな揺れ）
- ④ 千葉県地震被害想定で想定された当該地点に影響の大きい地震

2) 簡易法に用いる地震動

簡易法に用いる地震動は、地表面最大加速度と地震のマグニチュードで設定する。

これらは、ガイダンス案で示された以下のものを用いる。

なお、千葉県地震被害想定調査における地震動は、基盤面での加速度時刻歴として設定されているものであり、詳細法での検討のみとする。

表-8.6 再液状化の検討における簡易法に用いる地震動

地震動タイプ	地表最大加速度と地震のマグニチュード
タイプ1 (中地震による中程度の揺れ)	200gal、M7.5
タイプ2 (巨大地震による中程度の揺れ)	200gal、M9.0
タイプ3 (直下型地震による大きな揺れ)	350gal、M7.5
千葉県地震被害想定での地震	—

3) 詳細法 (地震応答解析) に用いる地震動

詳細法 (地震応答解析) に用いる地震動は、工学的基盤面での加速度時刻歴波形として設定する。

ガイダンス案では、タイプ1、タイプ2、タイプ3の基盤面における加速度時刻歴波形は、示されていない。

この内、タイプ1、タイプ3については、「建築基礎構造設計指針」で示されている損傷限界状態検討用及び終局限界状態検討用地震動に相当すると考えられる。これらについては、工学的基盤面での加速度応答スペクトルとして設定できることから、応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成し、これを用いる事とする。工学的基盤での応答スペクトル例を図-8.8に示す。なお、適合波作成に用いる素材波は、検討対象地点の地盤特性を考慮できることから東日本大震災における検討地点近傍の地震観測記録を用いることとする。

タイプ2については、東日本大震災相当の地震動と考えられる事から液状化の検証に用いる地震動として設定した地震動を用いる事とする。

千葉県の地震被害想定での地震動については、千葉県において県内を250メートルのメッシュに区切り、各メッシュの工学的基盤面における加速度時刻歴波形を作成しており、これを用いる事とする。

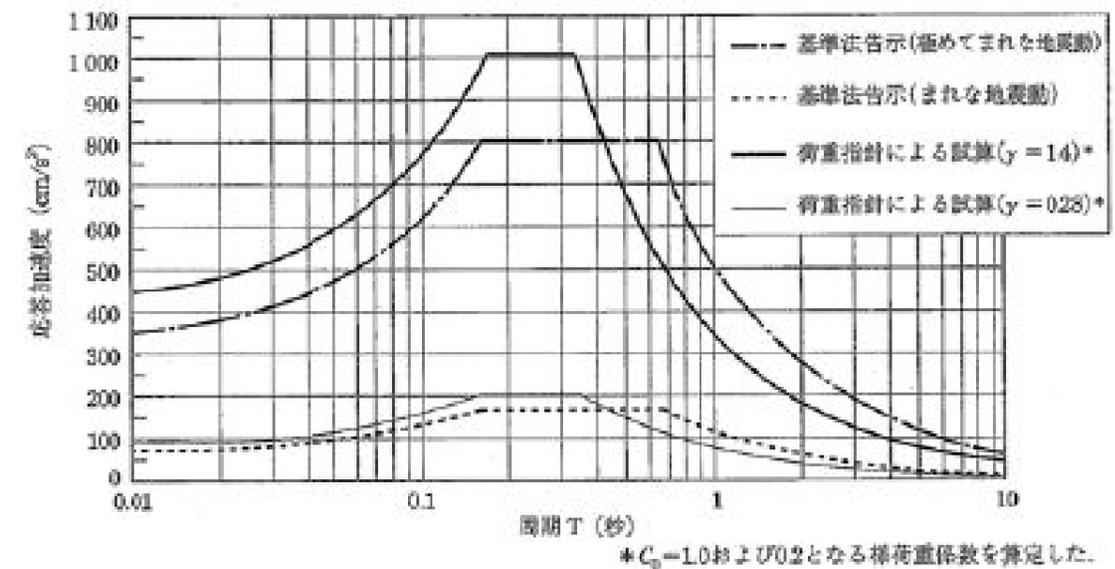


図-8.8 工学的基盤での応答スペクトル例 (出展：建築基礎構造設計指針)

(4) 液状化の検討として設定する地震動のまとめ

表-8.7 液状化の検討として用いる地震動一覧表

検討目的	対象地震	検討地点	簡易法	詳細法(地震応答解析)
液状化の検証	東日本大震災	佐原	市役所での観測記録の地表最大加速度($\alpha_{max}=254gal$ 、 $0.65\alpha_{max}=165gal$)	⑦佐原(台地部)の地表での観測記録を基盤面に引き戻した波形
		小見川	小見川支所での観測記録の地表最大加速度($\alpha_{max}=173gal$ 、 $0.65\alpha_{max}=113gal$)	④小見川の地表での観測記録を基盤面に引き戻した波形
		府馬	山田支所での観測記録の地表最大加速度($\alpha_{max}=399gal$ 、 $0.65\alpha_{max}=259gal$)	③山田の地表での観測記録を基盤面に引き戻した波形
		利根川以北	市役所での観測記録の地表最大加速度($\alpha_{max}=254gal$ 、 $0.65\alpha_{max}=165gal$)	⑦佐原(台地部)の地表での観測記録を基盤面に引き戻した波形
再液状化の検討	タイプ1(中地震による中程度の揺れ)	佐原	地表最大加速度200gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(損傷限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		小見川	地表最大加速度200gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(損傷限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		府馬	地表最大加速度200gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(損傷限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		利根川以北	地表最大加速度200gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(損傷限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
	タイプ2(巨大地震による中程度の揺れ)	佐原	地表最大加速度200gal、M9.0	液状化の検証用加速度時刻歴波形
		小見川	地表最大加速度200gal、M9.0	液状化の検証用加速度時刻歴波形
		府馬	地表最大加速度200gal、M9.0	液状化の検証用加速度時刻歴波形
		利根川以北	地表最大加速度200gal、M9.0	液状化の検証用加速度時刻歴波形
	タイプ3(直下型地震による大きな揺れ)	佐原	地表最大加速度350gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(終局限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		小見川	地表最大加速度350gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(終局限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		府馬	地表最大加速度350gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(終局限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
		利根川以北	地表最大加速度350gal、M7.5	建築基礎構造設計指針(終局限界状態検討用)基盤加速度応答スペクトルの適合波
	千葉県地震被害想定での想定地震	佐原	—	千葉県作成の250mメッシュの基盤面での加速度時刻歴波形
		小見川	—	千葉県作成の250mメッシュの基盤面での加速度時刻歴波形
		府馬	—	千葉県作成の250mメッシュの基盤面での加速度時刻歴波形
		利根川以北	—	千葉県作成の250mメッシュの基盤面での加速度時刻歴波形

4. 各解析法による液状化の計算結果

(1) 解析手法

1) 地震時地中せん断応力の算定手法

- ① 簡易法
 - ・ 建築基礎構造設計指針による方法
- ② 重複反射理論による等価線形解析 (解析コード: SHAKE)
- ③ 重複反射理論によるひずみの周波数依存性を考慮した等価線形解析 (解析コード: FDEL)
- ④ 有効応力法による時刻歴応答解析 (解析コード: FLIP)

2) 液状化判定

- ① 建築基礎構造設計指針による方法

3) 地表面沈下量

- ① 建築基礎構造設計指針による方法 (以下、「建築指針」と略称)
- ② 高压ガス設備等耐震設計指針による方法 (以下、「高压ガス指針」と略称)

(2) 検討に用いる地震動

1) 簡易法に用いる地震動

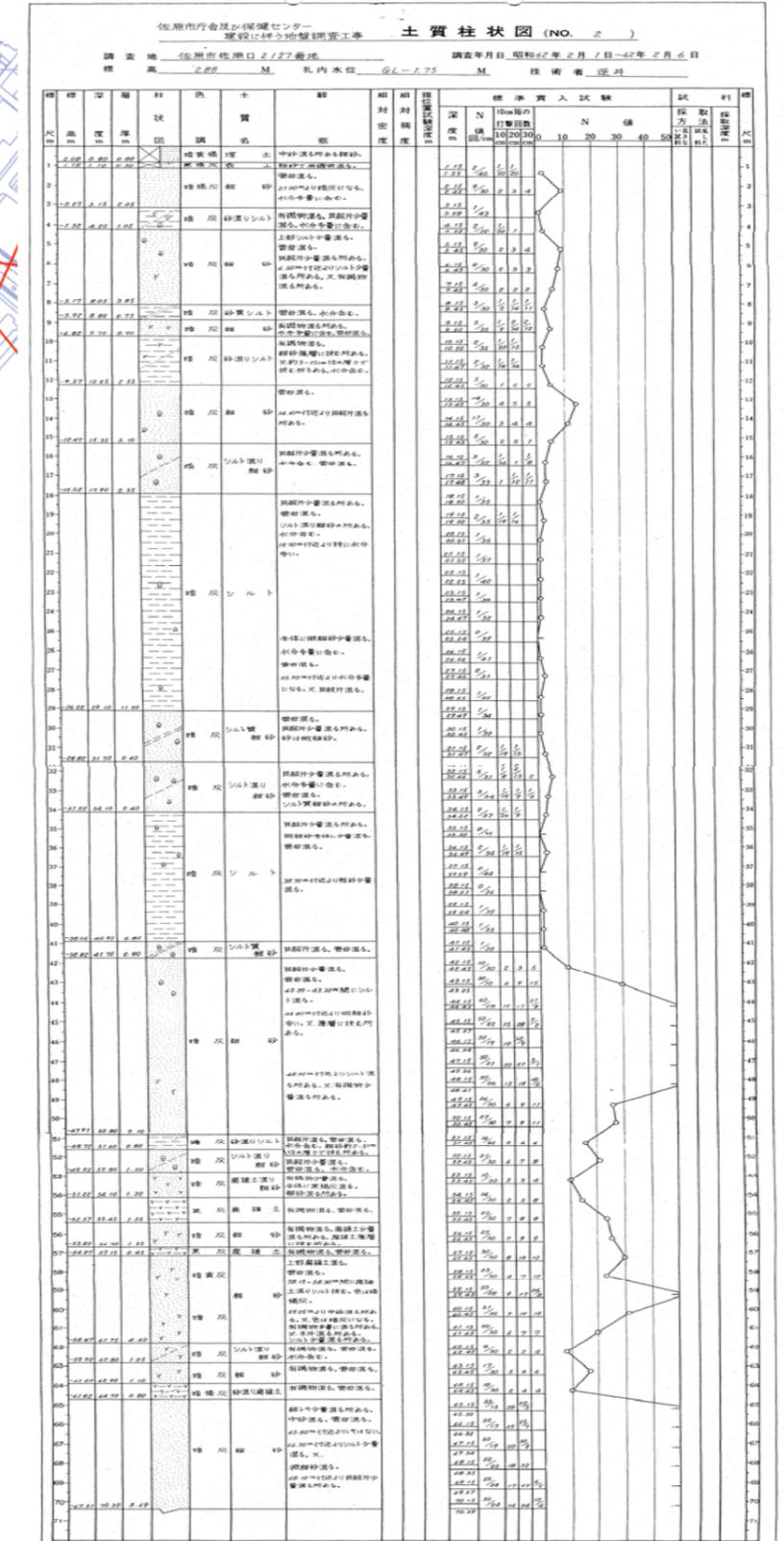
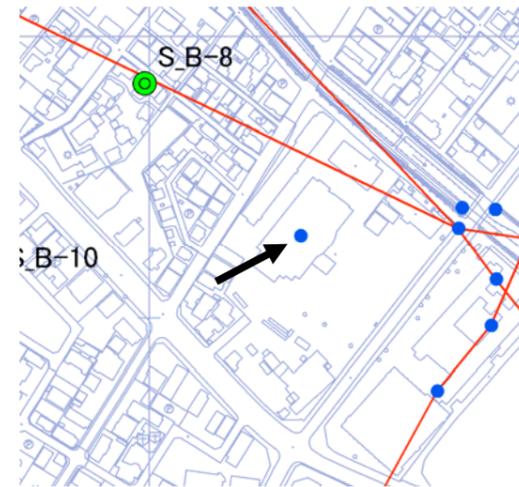
- ① 地表面最大加速度
- ② 地表面最大加速度の0.65倍

2) 地震応答解析に用いる地震動

地表面観測記録を基盤へ引き戻した加速度時刻歴波形

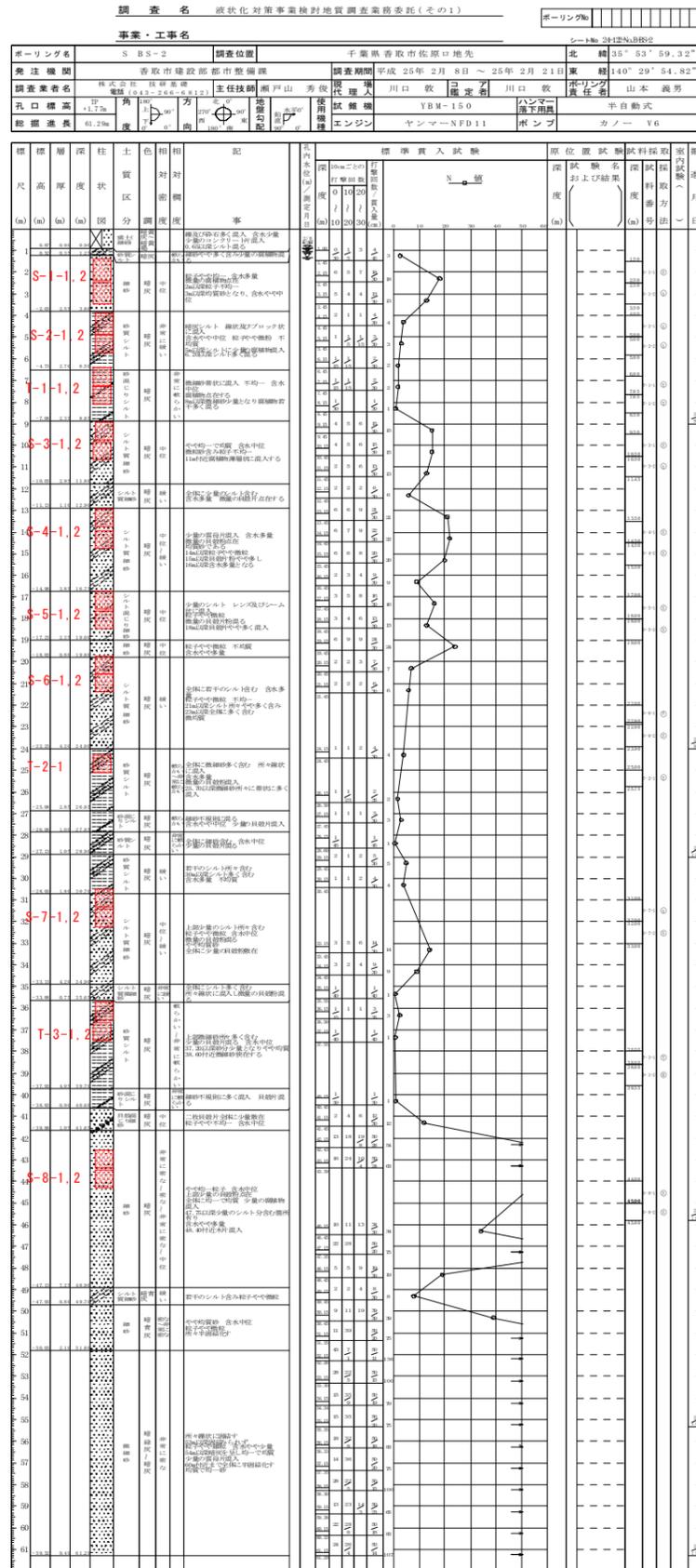
(3) 解析位置

1) 香取市役所 (佐原地区)



ボーリング柱状図

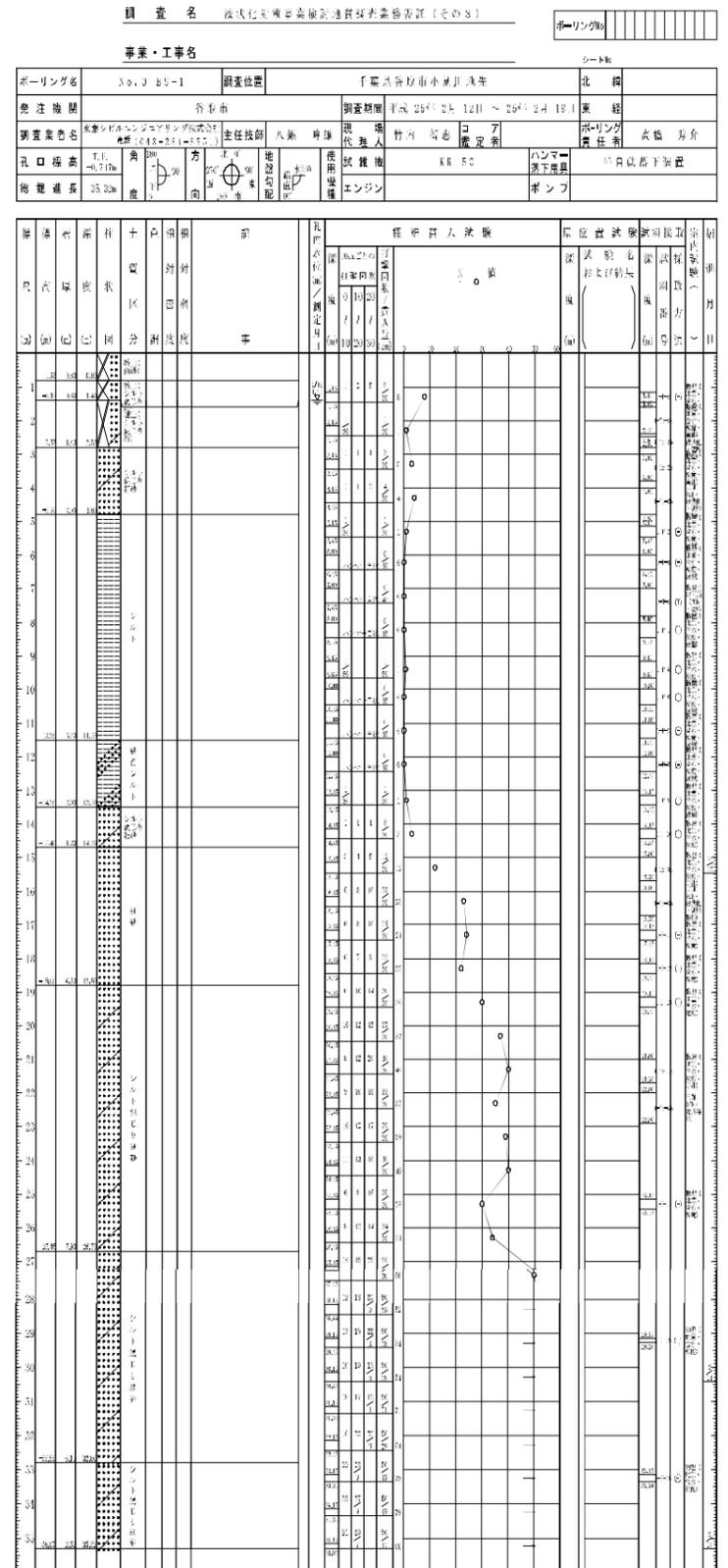
2) 十間川 S_BS-2 (佐原地区)



3) 新開町 0_BS-1 (小見川地区)



ボーリング柱状図



(4) 解析結果

1) 液状化判定結果

以下に液状化判定結果の一覧表を示す。

(建築基礎構造設計指針による)

地点	項目	観測値	簡易法		地震応答解析			
			α max	0.65* α max	SHAKE	FDEL	FLIP	
佐原 香取市役所	PL値	—	37.61	21.44	14.06	30.33	17.58	
	Dcy(cm)	建築指針	20.0	52.74	43.41	34.90	44.66	35.22
		高压ガス指針		77.70	74.10	62.57	75.56	67.87
佐原 S_BS-2	PL値	—	3.84	1.11	1.62	0.77	0.12	
	Dcy(cm)	建築指針	22.0	6.07	2.33	3.38	1.38	1.18
		高压ガス指針		25.73	17.70	20.52	14.16	12.22
小見川 O_BS-1	PL値	—	7.65	0.04	7.44	7.44	11.42	
	Dcy(cm)	建築指針	12.0	8.64	1.68	7.26	7.57	8.49
		高压ガス指針		19.68	5.70	15.91	15.87	16.55

2) 地震応答解析結果

以下に地震応答解析結果の比較として、地表面最大加速度の一覧表を示す。

(単位: gal)

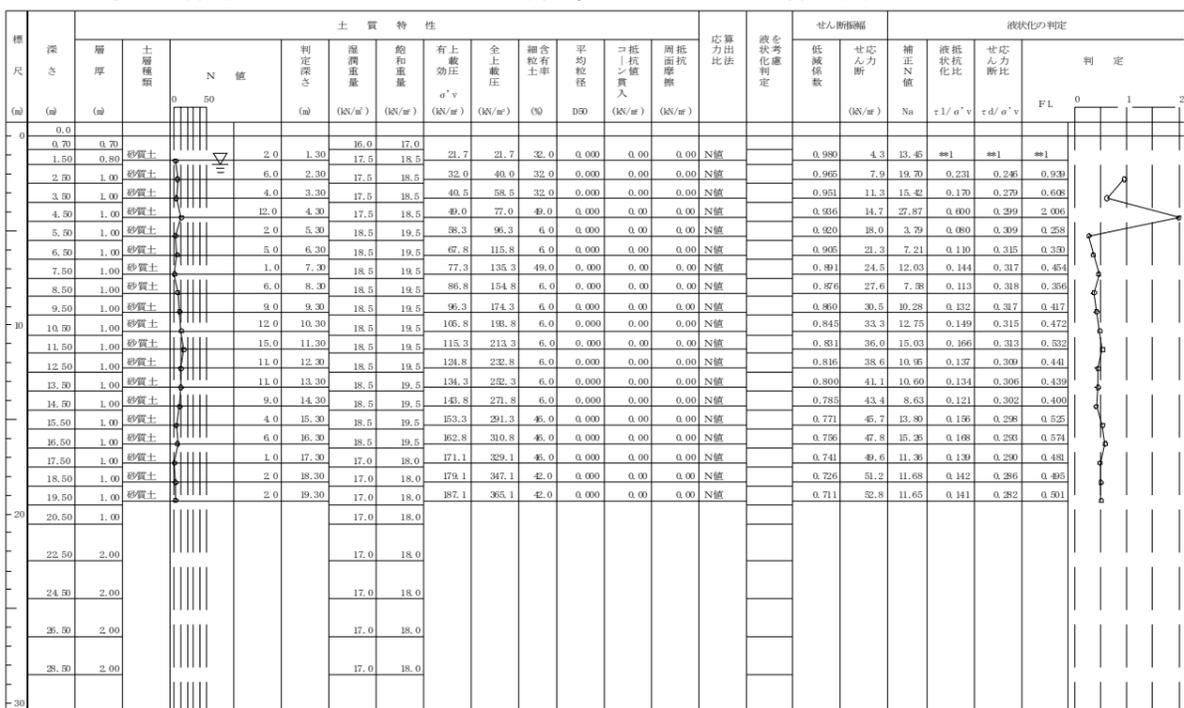
地点	観測値	SHAKE	FDEL	FLIP
佐原 香取市役所	佐原本震EW 300.7	208.4	333.0	162.2
佐原 S_BS-2	佐原本震EW 300.7	195.8	266.0	145.2
小見川 O_BS-1	小見川余震EW 173.1	172.9	176.0	167.0

液状化判定結果

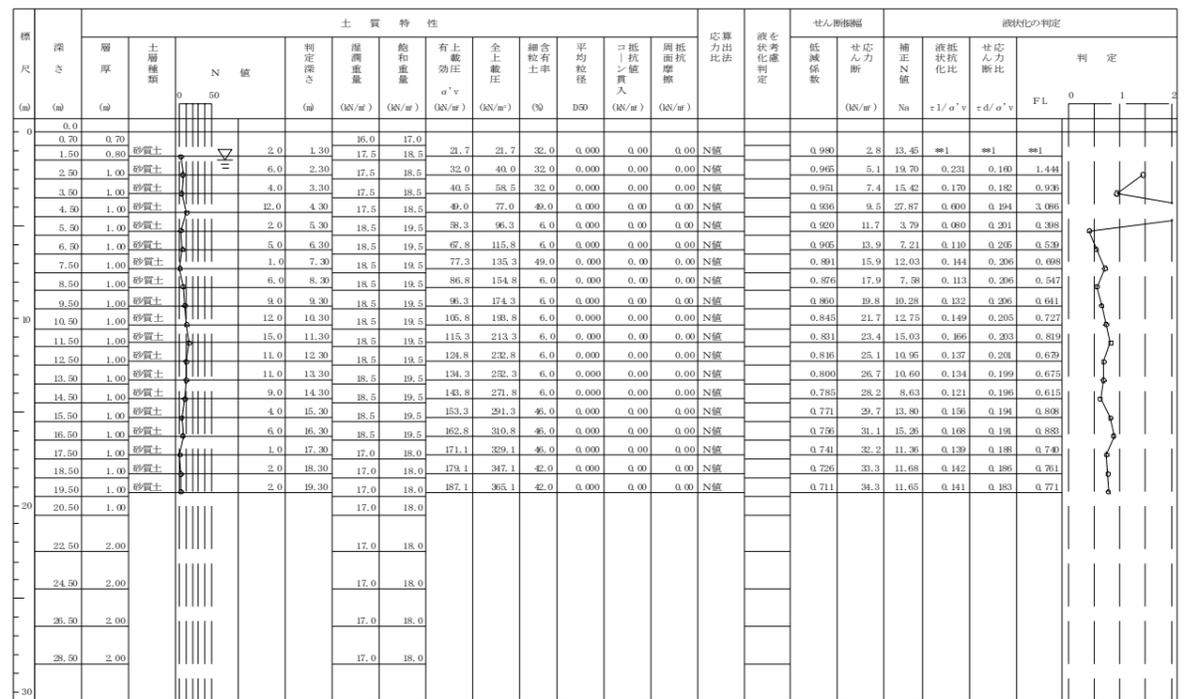
1) 香取市役所

簡易法による判定 (建築基礎構造設計指針)

地点名	佐原17	PL値	37.61	地下水位面	1.50 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	上載荷重	0.0 (kN/m ²)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fe > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	使用曲線	γ = 5 (%)	**2 τ d / σ' v が 0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		設計加速度	249.20 (gal)	**3 Fe ~ ΔNFグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		マグニチュード	9.0	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	
		地表変位(Dey)	52.74 (cm)	液状化の程度	甚大

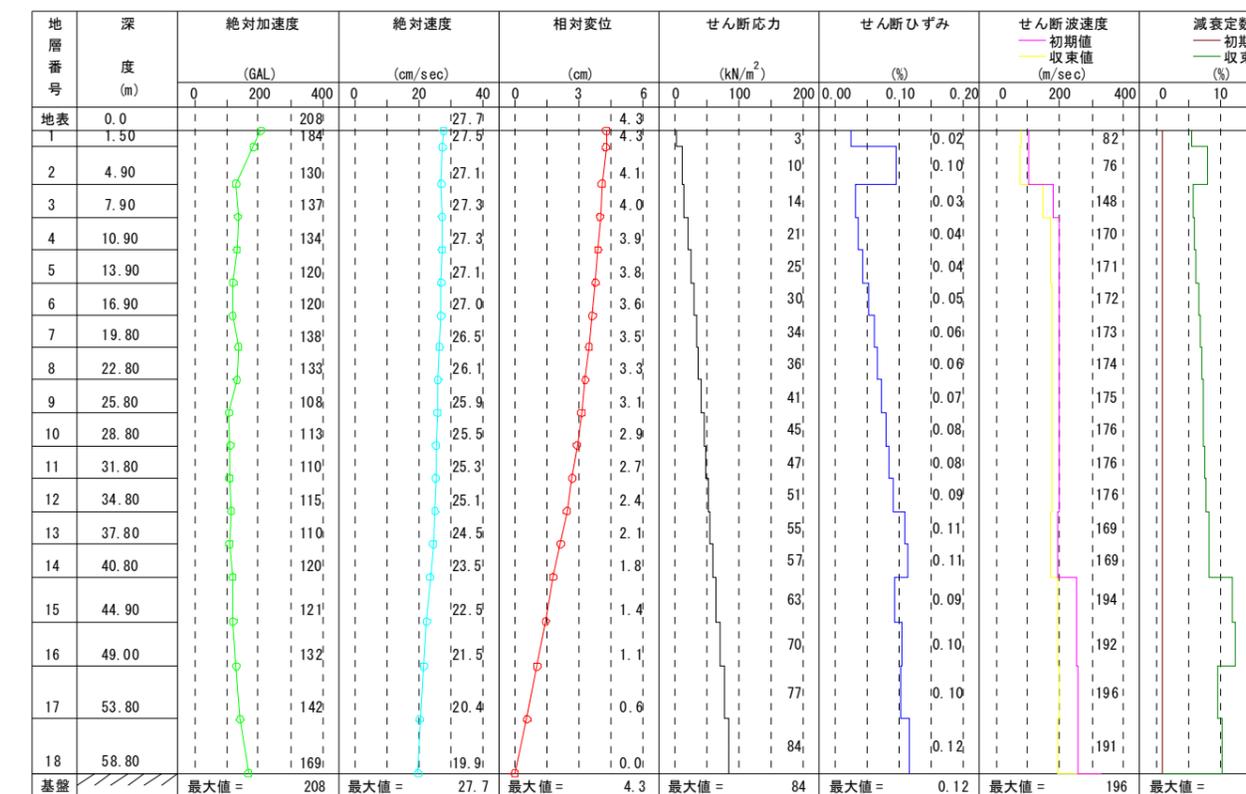
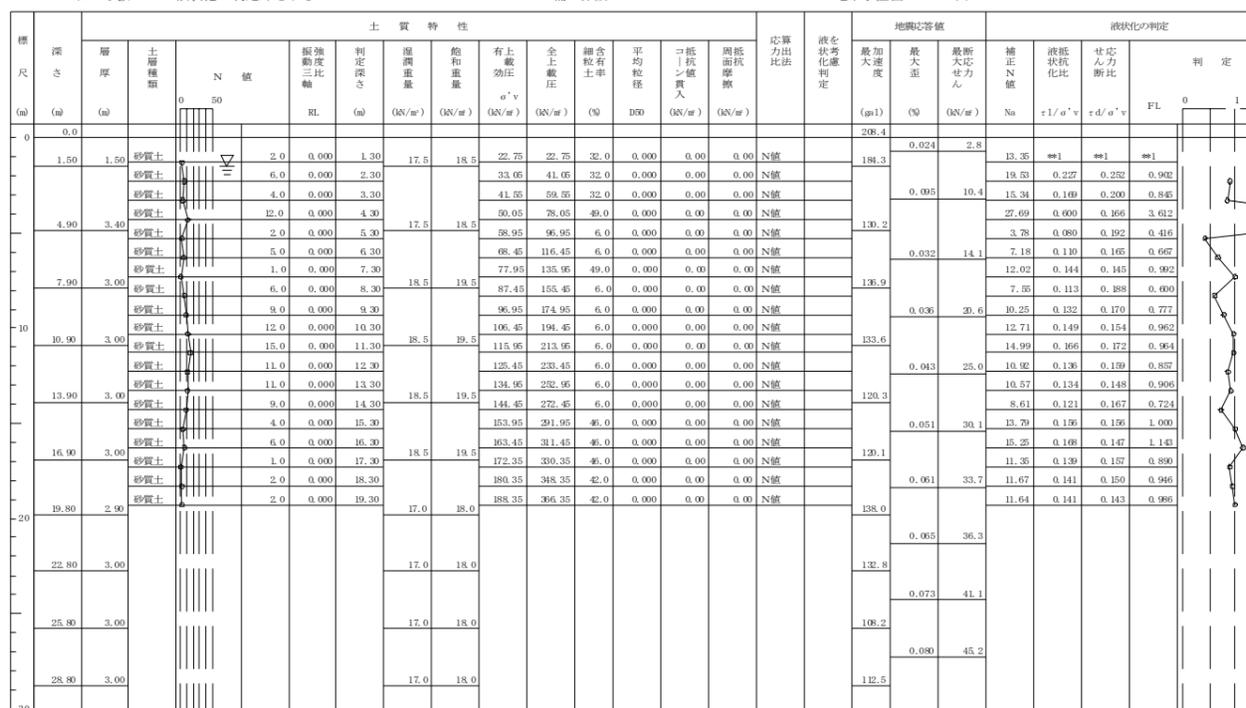


地点名	佐原17	PL値	21.44	地下水位面	1.50 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	上載荷重	0.0 (kN/m ²)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fe > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	使用曲線	γ = 5 (%)	**2 τ d / σ' v が 0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		設計加速度	162.00 (gal)	**3 Fe ~ ΔNFグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		マグニチュード	9.0	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	
		地表変位(Dey)	43.41 (cm)	液状化の程度	甚大



地震応答解析による判定 (SHAKE)

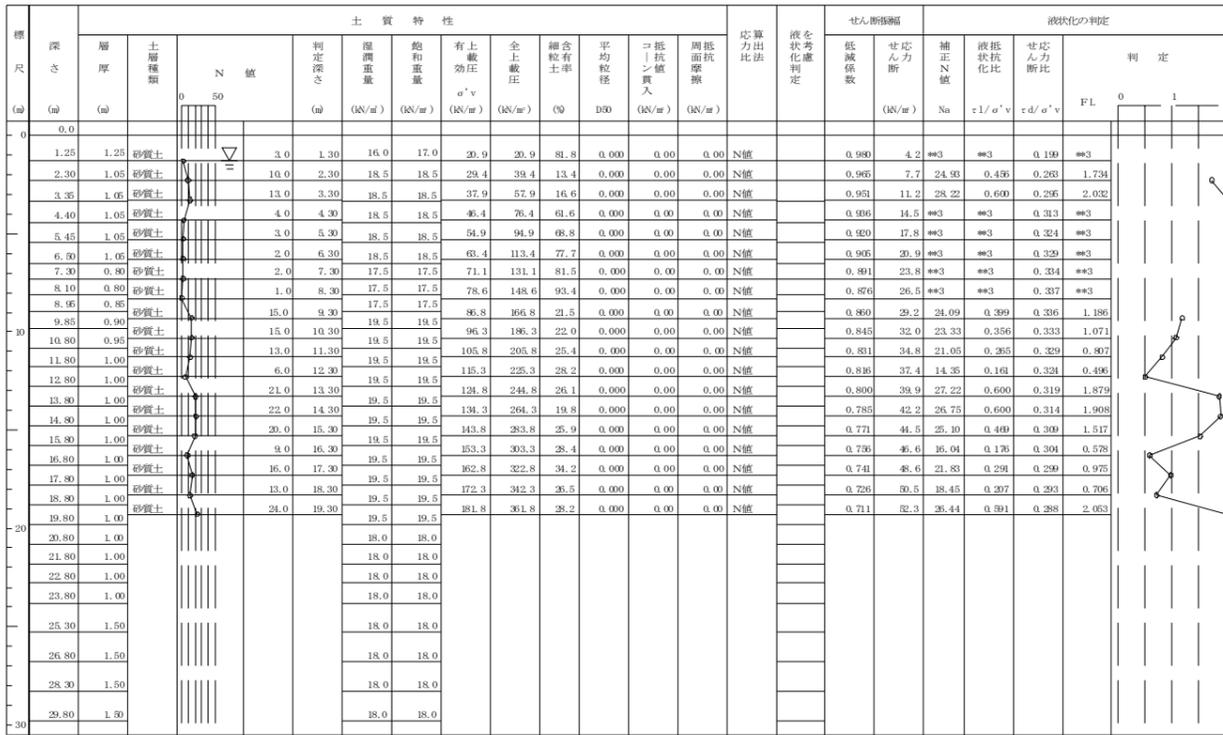
地点名	佐原17	PL値	14.056	せん断応力: 判定深さが含まれる層(中心)の値	
入力波名	KNET_SAW-EW_2E	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
基準名	建築基礎構造設計指針	上載荷重	0.0 (kN/m ²)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
判定方法	各層毎のせん断応力と、実測N値	使用曲線	γ = 5 (%)	**2 τ d / σ' v が 0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
Fe > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	基礎加速度	168.59 (gal)	**3 Fe ~ ΔNFグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		マグニチュード	9.0	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	
		補正係数	1.000	地下水位面	1.50 (m)



佐原 S_BS-2

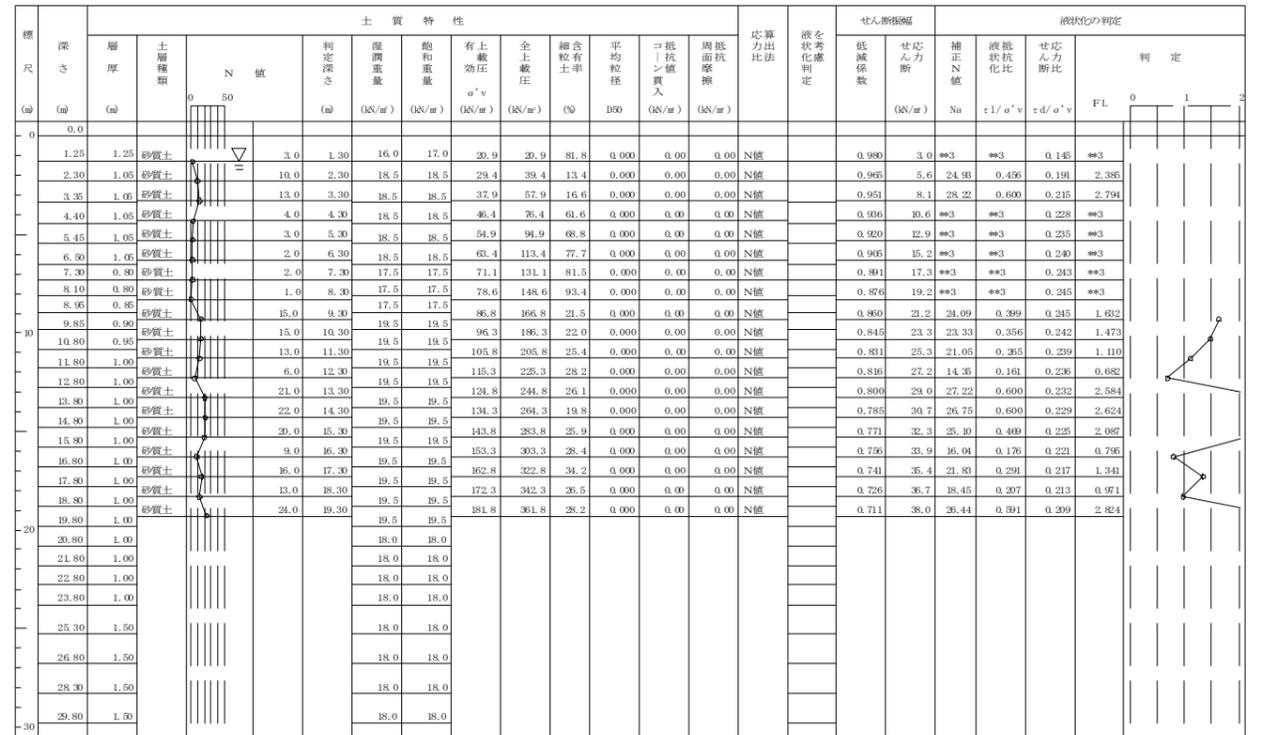
簡易法による判定 (建築基礎構造設計指針)

地点名	佐原SB-2	P L値	3.84	地下水位面	1.30 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	使用曲線	$\gamma = 5$ (%)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fc > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	設計加速度	249.20 (gal)	**2 $\tau d / \sigma' v$ が0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		マツニチュード	9.0	**3 Fc ~ $\angle N$ グラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		地表変位(Dcy)	6.07 (cm)	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	液状化の程度 小

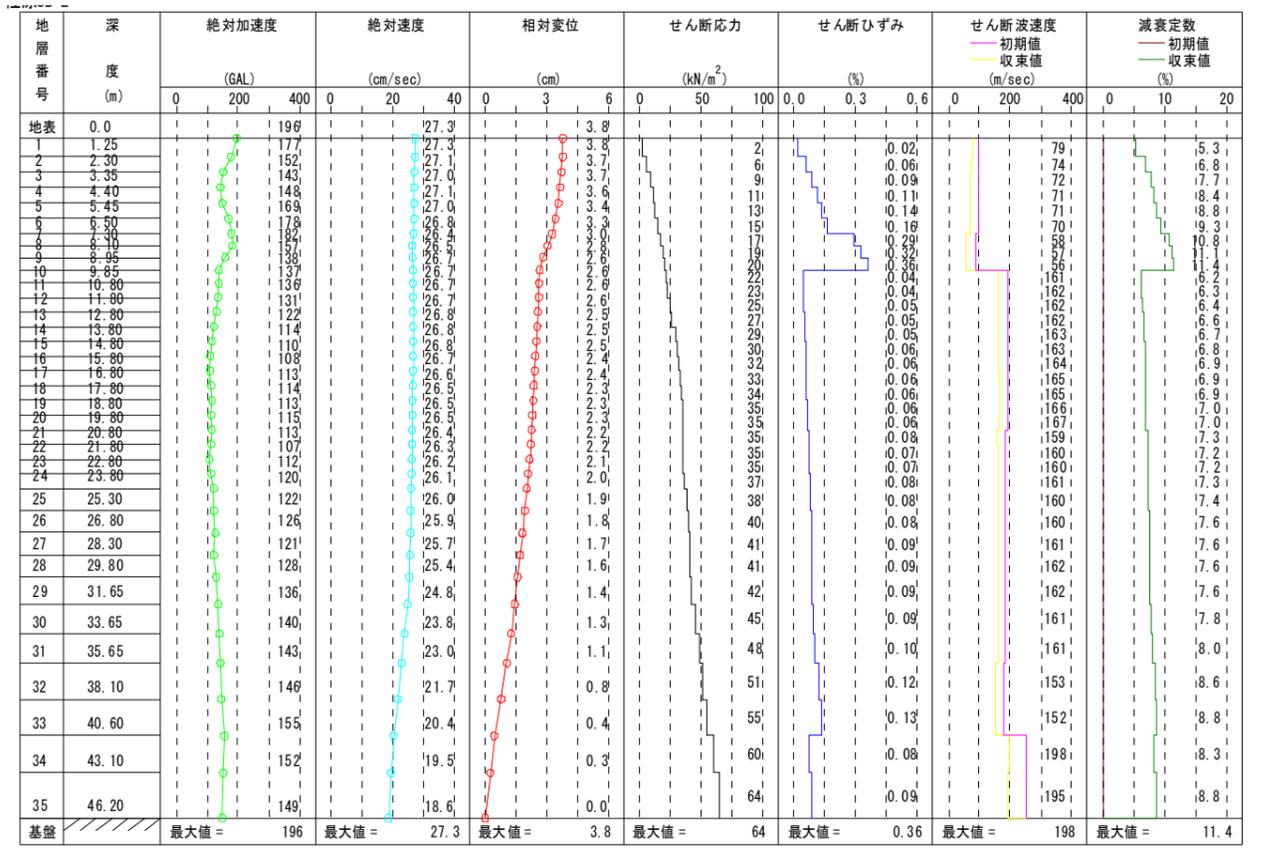
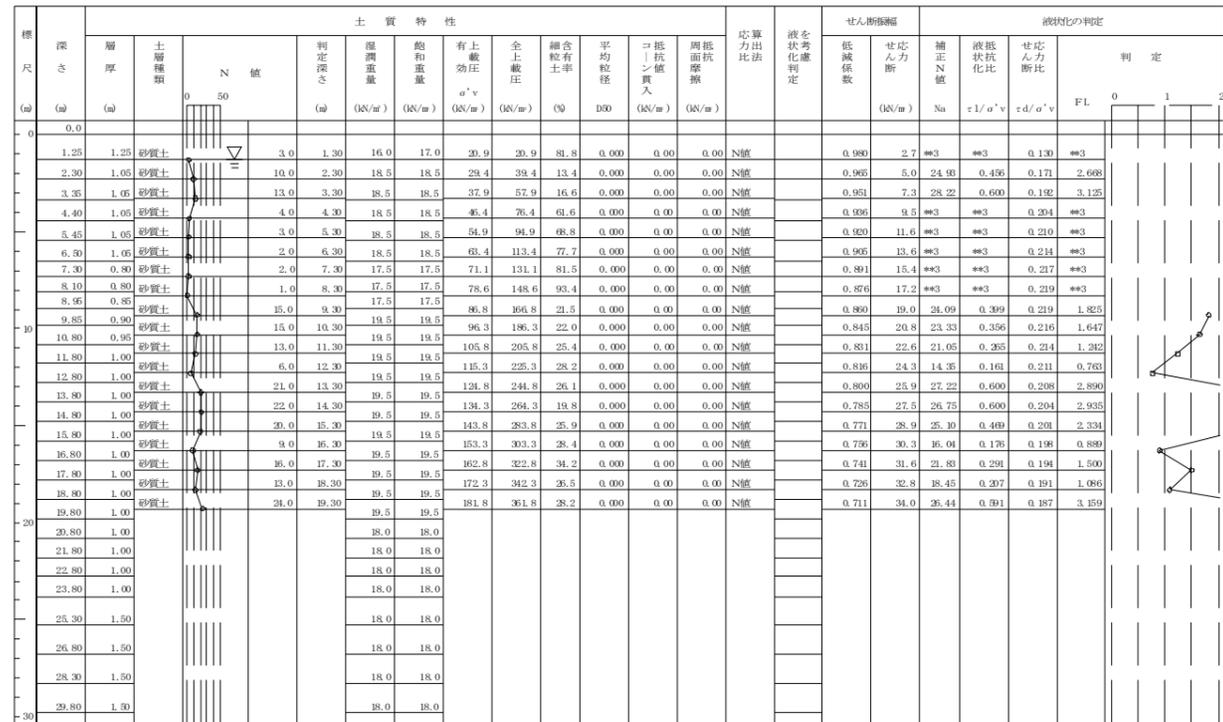


地震応答解析による判定 (SHAKE)

地点名	佐原SB-2	P L値	1.62	地下水位面	1.30 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	使用曲線	$\gamma = 5$ (%)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fc > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	設計加速度	181.20 (gal)	**2 $\tau d / \sigma' v$ が0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		マツニチュード	9.0	**3 Fc ~ $\angle N$ グラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		地表変位(Dcy)	3.33 (cm)	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	液状化の程度 軽微



地点名	佐原SB-2	P L値	1.11	地下水位面	1.30 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	使用曲線	$\gamma = 5$ (%)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fc > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	設計加速度	162.00 (gal)	**2 $\tau d / \sigma' v$ が0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		マツニチュード	9.0	**3 Fc ~ $\angle N$ グラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		地表変位(Dcy)	2.33 (cm)	**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である	液状化の程度 軽微



小見川 0_BS-1

簡易法による判定 (建築基礎構造設計指針)

地点名	小見川SB-5	PL値	7.65	地下水水位	1.40 (m)
基準名	建築基礎構造設計指針	水の単位体積重量	10.0 (kN/m ³)	(注) 判定外	
判定方法	地表面設計用水平加速度と、実測N値	土載荷重	0.0 (kN/m ²)	**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)	
Fe > 50%の取扱い	液状化の判定外とする	使用曲線	$\gamma = 5$ (%)	**2 $\tau d / \sigma' v$ が0.0以下である(液状化の可能性は低い)	
		設計加速度	173.10 (gal)	**3 $F_c \sim \angle NF$ グラフ範囲外(液状化の可能性は低い)	
		マグニチュード	9.0	**4 全土載圧または有効土載圧が0.0以下となる層である	
		地表変位(Dcy)	8.64 (cm)	液状化の程度 小	

標尺	深さ (m)	層厚 (m)	土層種類	N値	土質特性						応算力出法	液状化判定	せん断係数					液状化の判定				
					判定深さ	潤滑重量 (kN/m ³)	飽和重量 (kN/m ³)	有土載圧 (kN/m ²)	全土載圧 (kN/m ²)	細骨粒有土率 (%)			平均粒径 (D50)	修正N値	液状化比	せん断力断比	判定	低減係数	せん断力断	修正N値	液状化比	せん断力断比
0	0.0	0.20	砂質土	8.0	1.30	16.0	17.0	20.8	20.8	27.8	0.000	0.00	0.00	N値	0.980	2.9	25.14	**1	**1	**1		
0	0.70	1.40	砂質土	1.0	2.30	17.0	17.0	28.7	37.7	10.4	0.000	0.00	0.00	N値	0.965	5.1	7.93	0.136	0.179	0.643		
0	2.10	2.80	砂質土	3.0	3.30	18.5	18.5	36.5	55.5	12.1	0.000	0.00	0.00	N値	0.951	7.4	11.34	0.139	0.204	0.681		
0	3.80	4.80	砂質土	4.0	4.30	18.5	18.5	45.0	74.0	12.1	0.000	0.00	0.00	N値	0.936	9.8	12.33	0.146	0.217	0.671		
0	5.70	6.60	粘性土	1.0	5.30	17.5	17.5	33.0	42.0	97.9	0.000	0.00	0.00	N値	0.920	12.0	99.90	0.600	0.226			
0	7.50	8.50	粘性土	0.0	6.30	17.5	17.5	60.5	109.5	97.3	0.000	0.00	0.00	N値	0.905	14.0	99.90	0.600	0.232			
0	9.50	10.50	粘性土	0.0	7.30	17.5	17.5	68.0	127.0	95.9	0.000	0.00	0.00	N値	0.891	16.0	99.90	0.600	0.235			
0	11.50	12.50	粘性土	0.0	8.30	17.5	17.5	75.5	144.4	99.1	0.000	0.00	0.00	N値	0.876	17.9	99.90	0.600	0.237			
0	13.50	14.50	粘性土	1.0	9.30	17.5	17.5	83.0	161.9	98.1	0.000	0.00	0.00	N値	0.860	19.7	99.90	0.600	0.237			
0	15.50	16.60	粘性土	0.0	10.30	17.5	17.5	90.5	179.4	97.6	0.000	0.00	0.00	N値	0.845	21.4	99.90	0.600	0.237			
0	17.70	18.80	粘性土	0.0	11.30	17.5	17.5	98.0	196.9	55.2	0.000	0.00	0.00	N値	0.831	23.1	99.90	0.600	0.236			
0	19.80	20.80	粘性土	0.0	12.30	17.5	17.5	105.5	214.4	54.8	0.000	0.00	0.00	N値	0.816	24.7	99.90	0.600	0.234			
0	21.80	22.80	粘性土	1.0	13.30	17.5	17.5	113.0	231.9	52.5	0.000	0.00	0.00	N値	0.800	26.2	99.90	0.600	0.232			
0	23.80	24.80	粘性土	3.0	14.30	19.5	19.5	122.1	251.1	54.5	0.000	0.00	0.00	N値	0.785	27.9	**3	**3	0.228	**3		
0	25.80	26.80	粘性土	12.0	15.30	19.5	19.5	131.6	270.5	19.5	0.000	0.00	0.00	N値	0.771	29.5	18.26	0.204	0.224	0.910		
0	27.80	28.80	粘性土	23.0	16.30	19.5	19.5	141.1	290.0	12.6	0.000	0.00	0.00	N値	0.756	31.0	25.49	0.518	0.220	2.362		
0	29.80	30.80	粘性土	24.0	17.30	19.5	19.5	150.6	309.5	12.6	0.000	0.00	0.00	N値	0.741	32.4	25.88	0.536	0.215	2.491		
0	31.80	32.80	粘性土	22.0	18.30	19.5	19.5	160.0	329.1	11.4	0.000	0.00	0.00	N値	0.726	33.7	23.50	0.365	0.211	1.732		
0	33.80	34.80	粘性土	30.0	19.30	19.5	19.5	169.5	348.6	50.8	0.000	0.00	0.00	N値	0.711	35.0	**3	**3	0.206	**3		
0	35.80	36.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	37.80	38.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	39.80	40.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	41.80	42.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	43.80	44.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	45.80	46.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	47.80	48.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	49.80	50.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	51.80	52.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	53.80	54.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	55.80	56.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	57.80	58.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	59.80	60.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	61.80	62.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	63.80	64.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	65.80	66.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	67.80	68.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	69.80	70.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	71.80	72.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	73.80	74.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	75.80	76.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	77.80	78.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	79.80	80.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	81.80	82.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	83.80	84.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	85.80	86.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	87.80	88.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	89.80	90.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	91.80	92.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	93.80	94.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	95.80	96.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	97.80	98.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	99.80	100.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	101.80	102.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	103.80	104.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	105.80	106.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	107.80	108.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	109.80	110.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	111.80	112.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	113.80	114.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	115.80	116.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	117.80	118.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	119.80	120.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	121.80	122.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	123.80	124.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	125.80	126.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	127.80	128.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	129.80	130.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	131.80	132.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	133.80	134.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	135.80	136.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	137.80	138.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	139.80	140.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	141.80	142.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	143.80	144.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	145.80	146.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	147.80	148.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	149.80	150.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	19.5															
0	151.80	152.80	粘性土	19.5	19.5	19.5	1															

地震応答解析による判定 (FDEL)

地点名 小見川SB-5 P L 値 8.477
 入力波名 OMI-γEW_2E 水の単位体積重量 10.0 (kN/m³)
 基準名 建築基礎構造設計指針 上載荷重 0.0 (kN/m²)
 判定方法 各層毎のせん断応力と、実測N値 使用曲線 γ = 5 (%)
 Fe > 50%の取扱い 液状化の判定外とする 基礎加速度 78.31 (gal)
 マグニチュード 9.0
 補正係数 1.000
 せん断応力：判定深さが含まれる層（中心）の値
 (注) 判定外
 **1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)
 **2 τ d / σ' vが0.0以下である(液状化の可能性は低い)
 **3 Fe ~ ΔNfグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)
 **4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である
 地下水位面 1.40 (m)

標高 (m)	深さ (m)	層厚 (m)	土層種類	N 値	土質特性										液状化判定	地層応答				判定						
					振動数 (Hz)	判定深さ (m)	飽和重量 (kN/m³)	有上載圧 (kN/m²)	全上載圧 (kN/m²)	細粒含有率 (%)	平均粒径 (mm)	液状化判定	せん断力比	FL		最大加速度 (gal)	最大せん断力 (kN/m²)	補正N値	液状化判定		せん断力比	FL				
0.0	0.0	0.70	砂質土	8.0	0.000	1.20	16.0	17.0	20.80	20.80	27.8	0.000	0.00	0.00	N値	172.9	0.004	2.9								
0.70	0.70	1.40	砂質土	8.0	0.000	1.20	16.0	17.0	20.80	20.80	27.8	0.000	0.00	0.00	N値	172.4	0.014	4.3	25.14	**1	**1	**1				
1.40	0.70	2.10	砂質土	1.0	0.000	2.30	17.0	17.0	28.70	37.70	10.4	0.000	0.00	0.00	N値	171.0	0.023	5.8	7.93	0.135	0.222	0.521				
2.10	0.70	2.80	砂質土	3.0	0.000	3.30	17.0	17.0	36.45	55.45	12.1	0.000	0.00	0.00	N値	168.7	0.033	8.0	11.34	0.130	0.230	0.604				
2.80	0.70	3.50	砂質土	4.0	0.000	4.30	18.5	18.5	44.95	73.95	12.1	0.000	0.00	0.00	N値	165.3	0.051	10.5	12.33	0.146	0.203	0.719				
3.50	1.00	4.50	砂質土	4.0	0.000	4.30	18.5	18.5	44.95	73.95	12.1	0.000	0.00	0.00	N値	158.1	0.068	11.4	99.90	0.600	0.192					
4.50	1.00	5.50	粘性土	1.0	0.000	5.30	18.5	18.5	42.95	98.95	97.9	0.000	0.00	0.00	N値	148.8	0.109	13.1	99.90	0.600	0.239					
5.50	0.90	6.40	粘性土	0.0	0.000	6.20	17.5	17.5	60.45	109.45	97.3	0.000	0.00	0.00	N値	143.1	0.197	14.7	99.90	0.600	0.248					
6.40	0.90	7.30	粘性土	0.0	0.000	7.20	17.5	17.5	67.95	126.95	95.9	0.000	0.00	0.00	N値	136.2	0.223	16.3	99.90	0.600	0.250					
7.30	1.00	8.30	粘性土	0.0	0.000	8.20	17.5	17.5	75.45	144.45	99.1	0.000	0.00	0.00	N値	123.4	0.252	17.5	99.90	0.600	0.247					
8.30	1.00	9.30	粘性土	0.0	0.000	9.20	17.5	17.5	82.95	161.95	98.1	0.000	0.00	0.00	N値	119.2	0.278	18.6	99.90	0.600	0.221					
9.30	1.00	10.30	粘性土	0.0	0.000	10.20	17.5	17.5	90.45	179.45	97.6	0.000	0.00	0.00	N値	113.9	0.298	19.6	99.90	0.600	0.221					
10.30	1.00	11.30	粘性土	0.0	0.000	11.20	17.5	17.5	97.95	196.95	55.2	0.000	0.00	0.00	N値	111.2	0.318	20.5	99.90	0.600	0.216					
11.30	1.00	12.30	粘性土	0.0	0.000	12.20	17.5	17.5	105.45	214.45	54.8	0.000	0.00	0.00	N値	107.6	0.339	21.1	99.90	0.600	0.208					
12.30	1.00	13.30	粘性土	0.0	0.000	13.20	17.5	17.5	112.95	231.95	52.5	0.000	0.00	0.00	N値	106.7	0.359	21.7	99.90	0.600	0.203					
13.30	1.00	14.30	砂質土	3.0	0.000	14.20	19.5	19.5	122.05	251.05	54.5	0.000	0.00	0.00	N値	115.9	0.358	21.4	99.90	0.600	0.187					
14.30	1.00	15.30	砂質土	12.0	0.000	15.20	19.5	19.5	131.55	270.55	19.5	0.000	0.00	0.00	N値	113.6	0.362	21.3	**43	**43	0.179	**43				
15.30	1.00	16.30	砂質土	23.0	0.000	16.20	19.5	19.5	141.05	290.05	12.6	0.000	0.00	0.00	N値	111.5	0.363	21.2	35.26	0.204	0.188	1.134				
16.30	1.10	17.40	砂質土	34.0	0.000	17.20	19.5	19.5	150.55	309.55	12.6	0.000	0.00	0.00	N値	106.8	0.364	21.1	25.09	0.518	0.171	3.039				
17.40	1.10	18.50	砂質土	22.0	0.000	18.30	19.5	19.5	160.05	329.05	11.4	0.000	0.00	0.00	N値	100.2	0.365	21.0	35.88	0.538	0.149	3.128				
18.50	1.10	19.60	砂質土	30.0	0.000	19.20	19.5	19.5	169.55	348.55	10.8	0.000	0.00	0.00	N値	95.8	0.365	20.9	35.11	0.305	0.173	2.001				
19.60	1.00	20.60				19.5	19.5								91.7	0.363	20.8	**3	**3	0.166	**3					
20.60	1.00	21.60				19.5	19.5								87.6	0.364	20.7									
21.60	1.00	22.60				19.5	19.5								83.5	0.366	20.6									
22.60	1.00	23.60				19.5	19.5								79.4	0.368	20.5									
23.60	1.00	24.60				19.5	19.5								75.3	0.370	20.4									
24.60	1.00	25.60				19.5	19.5								71.2	0.372	20.3									
25.60	1.00														67.1	0.374	20.2									
26.60	1.00														63.0	0.376	20.1									
27.60	1.00														58.9	0.378	20.0									
28.60	1.00														54.8	0.380	19.9									
29.60	1.00														50.7	0.382	19.8									
30.60	1.00														46.6	0.384	19.7									
31.60	1.00														42.5	0.386	19.6									
32.60	1.00														38.4	0.388	19.5									
33.60	1.00														34.3	0.390	19.4									
34.60	1.00														30.2	0.392	19.3									
35.60	1.00														26.1	0.394	19.2									
36.60	1.00														22.0	0.396	19.1									
37.60	1.00														17.9	0.398	19.0									
38.60	1.00														13.8	0.400	18.9									
39.60	1.00														9.7	0.402	18.8									
40.60	1.00														5.6	0.404	18.7									
41.60	1.00														1.5	0.406	18.6									
42.60	1.00														0.0	0.408	18.5									
43.60	1.00														0.0	0.410	18.4									
44.60	1.00														0.0	0.412	18.3									
45.60	1.00														0.0	0.414	18.2									
46.60	1.00														0.0	0.416	18.1									
47.60	1.00														0.0	0.418	18.0									
48.60	1.00														0.0	0.420	17.9									
49.60	1.00														0.0	0.422	17.8									
50.60	1.00														0.0	0.424	17.7									
51.60	1.00														0.0	0.426	17.6									
52.60	1.00														0.0	0.428	17.5									
53.60	1.00														0.0	0.430	17.4									
54.60	1.00														0.0	0.432	17.3									
55.60	1.00														0.0	0.434	17.2									
56.60	1.00														0.0	0.436	17.1									
57.60	1.00														0.0	0.438	17.0									
58.60	1.00														0.0	0.440	16.9									
59.60	1.00														0.0	0.442	16.8									
60.60	1.00														0.0	0.444	16.7									
61.60	1.00														0.0	0.446	16.6									
62.60	1.00														0.0	0.448	16.5									
63.60	1.00														0.0	0.450	16.4									
64.60	1.00														0.0	0.452	16.3									
65.60	1.00														0.0	0.454	16.2									
66.60	1.00														0.0	0.456	16.1									
67.60	1.00														0.0	0.458	16.0									
68.60	1.00																									