

液状化被害建物の現地調査について

1. 調査目的

調査は、東日本大震災で液状化による被害を受けた建物を対象に、今後の液状化対策事業化に向けた対策方法の検討に用いる基礎資料を得ること及び液状化対策事業に対する住民の方の考え方、要望の把握を目的に実施した。

2. 調査対象地区

調査は、佐原市街地、利根川以北、小見川、府馬の各地区を対象に実施した。

調査を実施した建物は、上記地区の中から建物の被害程度や構造形式、地盤状況等を考慮して選定した。

3. 調査期間

平成 24 年 10 月 29 日～平成 24 年 11 月 30 日

4. 調査項目

- ・ 建物諸元（構造形式、基礎形式、建築年など）
- ・ 被災状況（建物の沈下量、基礎や屋根等の変状）
- ・ 液状化対策事業についての考え方やご要望

5. 調査方法

- ・ 建物の構造や建築年及び液状化対策事業への考え方や要望については聞き取りにより実施
- ・ 建物の沈下量等については計測機器を使用して実施

※現地調査は現在実施中であり、ここでは本委員会までの集計分を示す。

6. 調査票

地区名	0		宅地地盤・建物の被災状況調査票（一般住宅）				
建物No.	調査順	丁目	番地	号			
家屋名称	調査可否	<input checked="" type="radio"/> 可	不可	不可の理由			
沈下修正工法							
建物構造	木造、RC、鉄骨、その他（ ）を記載→						
基礎構造	布基礎、ベタ基礎、独立基礎、その他（ ）を記載→						
建築面積	1F、2F、3F、4F、5F、その他（ ）を記載→						
被災原因	地震による直接損壊、液状化、地すべり等を記載→						
被災状況	地盤変状	クラック、段差等の状況を記載→					
	沈下量	建物平均めりこみ沈下量 (S <sub>p</sub> ) :	(mm)	罹災証明の判定結果 :			
		建物不同沈下量 (S <sub>D</sub> ) :	(mm)	罹災証明の値 (cm) :			
		建物平均絶対沈下量 (S <sub>A</sub> ) :	(mm)	罹災の傾斜 (X/1000) : 0.0			
		宅地地盤の平均沈下量 (e <sup>〃</sup> ) :	(mm)	調査年月日 :			
	傾斜	建物の傾斜(最大) :	/1000				
		建物の傾斜(平均) :	/1000				
	基礎	クラックの有無 mm × ヶ所					
	外壁屋根	異常の有無及び状況 :					
	建具	異常の有無及び状況 :					
外構	異常の有無及び状況 :						
見取り図、測量結果 BMは、前面道路 人孔等							
	建物基礎高 (mm)		測定値	BM-測定値			
		1			1'		
		2			2'		
		3			3'		
		4			4'		
		5			(建物基礎高-BM) ↑ の最高・最低値 を含む抽出値		
		6					
	7						
	道路高 (mm)	A					
		B					
		C					
	地盤高 (mm)	①					
		②					
		③					
		④					
		⑤					
		⑥					
		⑦					
	BM (mm)						
			測定結果を↑ そのまま表記				
	距離 (m)			震災前建物基礎高		(cm)	
1'-2'	2'-3'	1'-3'	建物寸法				
3'-4'	4'-1'	2'-4'	調査年月日				

注) 敷地内地盤はクラックの位置、状況等を記録（幅、段差、深さ等）

宅地地盤・建物の被災状況調査票-2 (一般住宅)	
被災レベル	<input type="checkbox"/> 全壊 <input type="checkbox"/> 大規模半壊 <input type="checkbox"/> 半壊 <input type="checkbox"/> 一部損壊 <input type="checkbox"/> 基準未満の傾斜のみ <input type="checkbox"/> 無被害
地震時の状況	
噴砂の発生	有(地点 ) 無 不明 14:46 本震発生から( )分後 噴出量( ) 15:15 余震発生から( )分後 噴出量( )
家屋以外の被害	有( ) 無
引き込み管の被害	上水道被害 有( ) 無 不明
	下水道被害 有( ) 無 不明
家屋の建設年月	建設年( 年 月) 不明(昭和 56 年以前、昭和 57 年以降)
宅地の造成状況	盛土又は覆土 有(高さ m) 無 不明
被災前の不同沈下	有( ) 無 不明
建物建設時における地盤対策実施について	
地盤改良	有(工法: ) 無
液状化対策	有(工法: ) 無
被災後の補修	
建物傾斜の補修	有(工法: ) 無
基礎の補修	有(工法: ) 無
外壁屋根の補修	有( ) 無
外構補修	有( ) 無
地盤対策の実施	有(工法: ) 無
液状化対策事業への考え方、要望事項	
対策事業の理解	<input type="checkbox"/> 知っている <input type="checkbox"/> 知らない <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> その他( )
対策事業実施要望	<input type="checkbox"/> 実施を強く要望 <input type="checkbox"/> 実施を要望 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 実施は不要 <input type="checkbox"/> その他( )
対策への個人負担可能額	<input type="checkbox"/> 1000 万円以上 <input type="checkbox"/> 500~999 万円 <input type="checkbox"/> 300~499 万円 <input type="checkbox"/> 100~299 万円 <input type="checkbox"/> 100 万円以下 <input type="checkbox"/> その他( )
要望事項	<input type="checkbox"/> 対策方法の情報提供 <input type="checkbox"/> 施工業者の情報提供 <input type="checkbox"/> その他( )
その他ご意見	

表-1 現地建物調査数量

地区	建物被災程度	全家屋数	調査予定 家屋数	測量+アン ケート実施	アンケート のみ実施
佐原市街地	全壊	21	15	3	0
	大規模半壊	405	42	42	3
	半壊	255	32	28	1
	一部損壊	74	17	14	0
	基準未満の傾斜のみ	4	4	2	0
	無被害	-	5	0	0
利根川以北	全壊	48	16	2	2
	大規模半壊	410	18	17	4
	半壊	543	24	25	2
	一部損壊	376	16	22	0
	基準未満の傾斜のみ	9	5	1	0
	無被害	-	5	3	1
小見川市街地	全壊	1	1	0	0
	大規模半壊	48	17	6	5
	半壊	74	21	10	6
	一部損壊	54	15	8	6
	基準未満の傾斜のみ	1	1	1	0
	無被害	-	5	0	0
府馬	全壊	4	2	1	0
	大規模半壊	26	7	4	2
	半壊	18	2	2	2
	一部損壊	29	4	3	2
	基準未満の傾斜のみ	1	0	0	0
	無被害	-	0	0	0
計			274	193	35

## 現地建物被害調査結果（途中経過）

### （２）調査結果 【アンケートの分析評価】

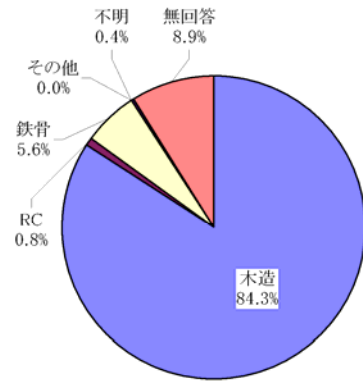
■集計結果は以下のとおりである。（次頁よりグラフを示す）

- ・「建物構造」は、木造 84.3%、RC0.8%、鉄骨 5.6%、その他 0.0%、不明 0.4%、無回答 8.9%であった。
- ・「基礎構造」は、布基礎 32.7%、ベタ基礎 31.9%、独立基礎 2.4%、その他 1.6%、不明 21.4%、無回答 10.1%であった。
- ・「被災原因」は、地震による直接損壊 27.8%、液状化 44.1%、地すべり 1.4%、その他 1.4%、不明 3.8%、無回答 21.5%であった。
- ・「被災レベル」は、全壊 4.4%、大規模半壊 32.3%、半壊 38.7%、一部損壊 19.4%、基準未満の傾斜のみ 0.4%、無被害 4.8%、無回答 0.0%であった。
- ・「噴砂の発生」は、有 66.1%、無 26.2%、不明 5.2%、無回答 2.4%であった。
- ・「噴砂の発生（本震／余震）」は、本震 28.6%、余震 10.1%、本震余震どちらも 18.5%、不明 5.6%、無回答 37.1%であった。
- ・「家屋の建築年代」は、昭和 56 年以前 52.6%、昭和 57 年以降平成 13 年以前 35.3%、平成 13 年以降 8.8%、不明 3.2%、無回答 0.0%であった。
- ・「宅地の造成状況（盛土又は覆土）」は、有 42.3%、無 30.2%、不明 19.8%、無回答 7.7%であった。
- ・「被災前の不同沈下」は、有 3.2%、無 83.5%、不明 9.7%、無回答 3.6%であった。
- ・「建物建設時の地盤改良」は、有 8.1%、無 78.6%、不明 7.3%、無回答 6.0%であった。
- ・「建物建設時の液状化対策」は、有 5.6%、無 81.5%、不明 7.3%、無回答 5.6%であった。
- ・「被災後の補修 建物傾斜」は、有 18.1%、無 74.6%、不明 0.4%、無回答 6.9%であった。
- ・「被災後の補修 基礎」は、有 14.9%、無 77.8%、不明 0.8%、無回答 6.5%であった。
- ・「被災後の補修 地盤対策の実施」は、有 4.0%、無 86.7%、不明 0.4%、無回答 8.9%であった。
- ・「液状化対策事業の理解」は、知っている 34.3%、知らない 52.0%、どちらともいえない 12.1%、その他 1.2%、不明 0.0%、無回答 0.4%であった。
- ・「液状化対策事業実施要望」は、実施を強く要望 24.6%、実施を要望 29.0%、どちらともいえない 22.6%、実施は不要 16.1%、その他 5.6%、不明 0.0%、無回答 2.0%であった。
- ・「液状化対策の個人負担可能額」は、1000 万円以上 2.4%、999～500 万円 1.2%、499～300 万円 1.2%、299～100 万円 3.6%、100 万円以下 11.7%、その他 75.4%であった。その他の回答のうち多くは“負担できない（0 万円）”であった。
- ・「液状化対策事業への要望事項」は、対策方法の情報提供 45.8%、施工業者の情報提供 28.8%、その他 15.0%、無回答 10.4%であった。

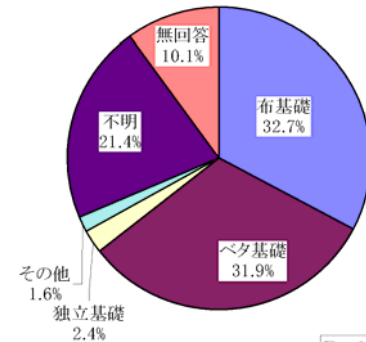
■集計結果をグラフ化したものを次頁より示す。集計結果は、全域に対する円グラフと、地区別・被災レベル別・家屋の建築年代別の棒グラフを上記集計結果ごとに整理した。

※第二回委員会までの集計結果

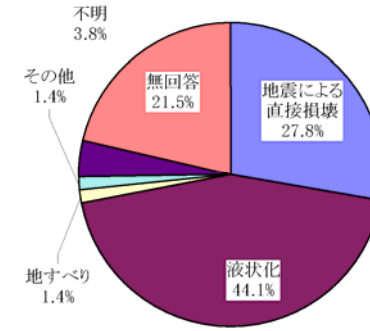
全域



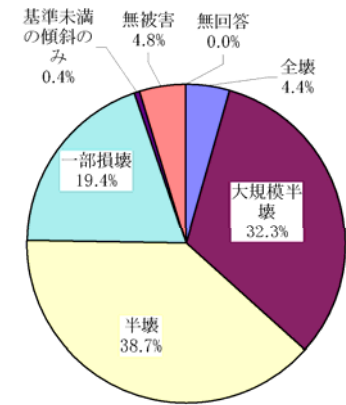
C-1 建物構造



D-1 基礎構造

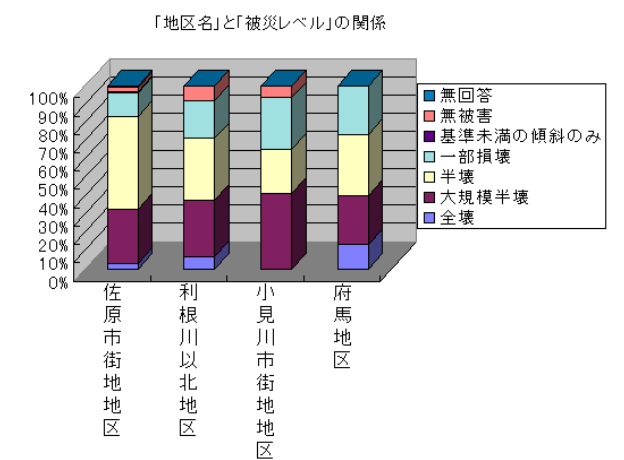
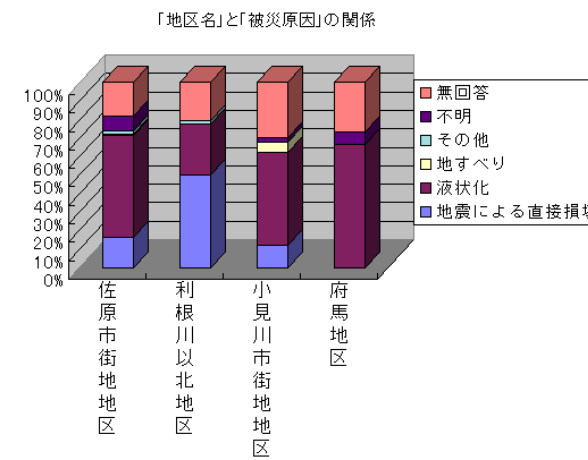
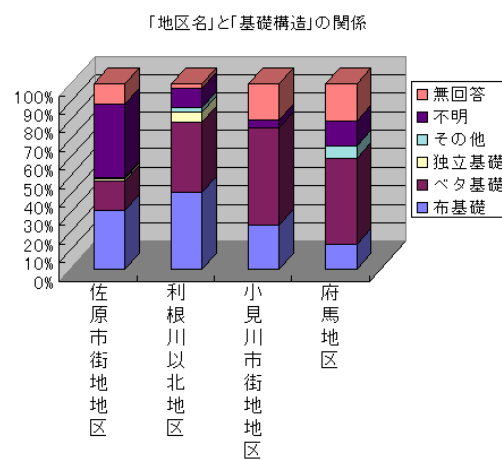
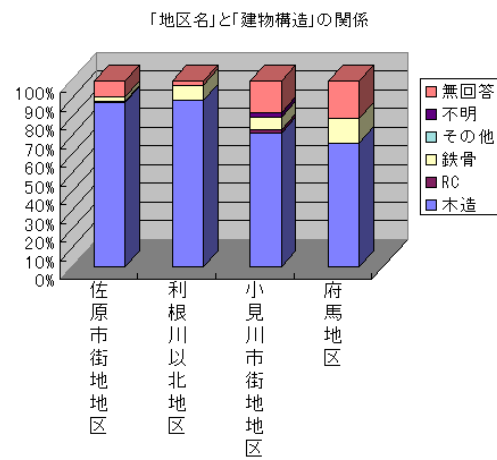


F-1 被災原因

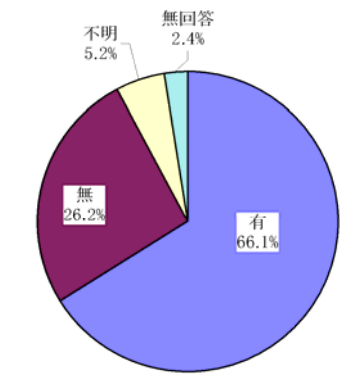


H-1 被災レベル

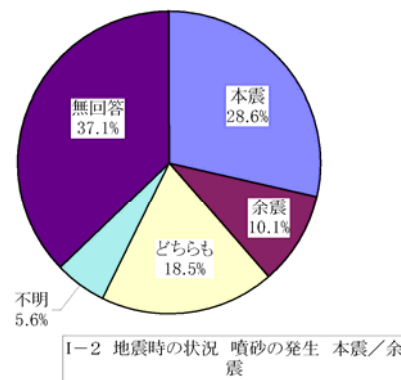
地区別



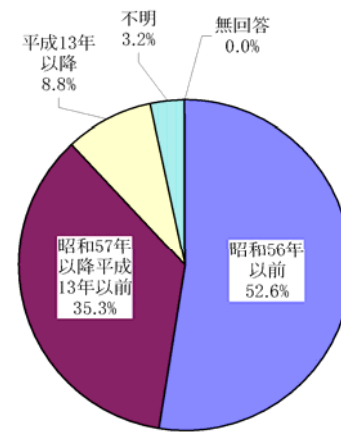
全域



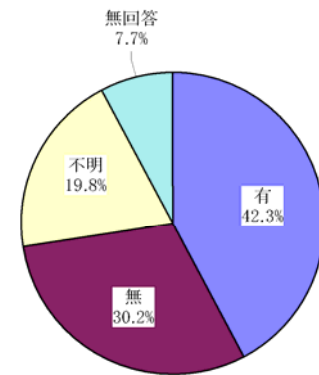
I-1 地震時の状況 噴砂の発生



I-2 地震時の状況 噴砂の発生 本震/余震

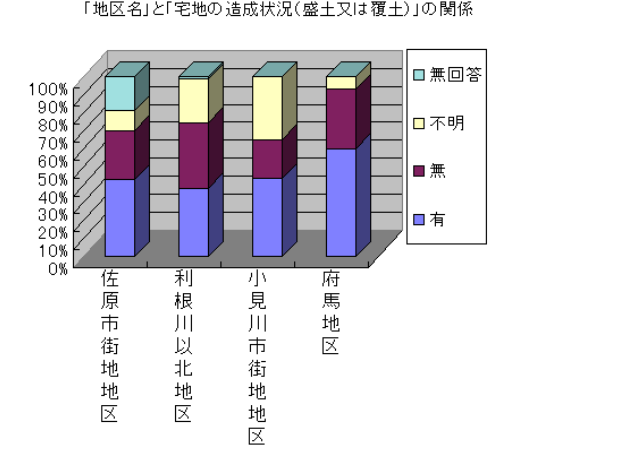
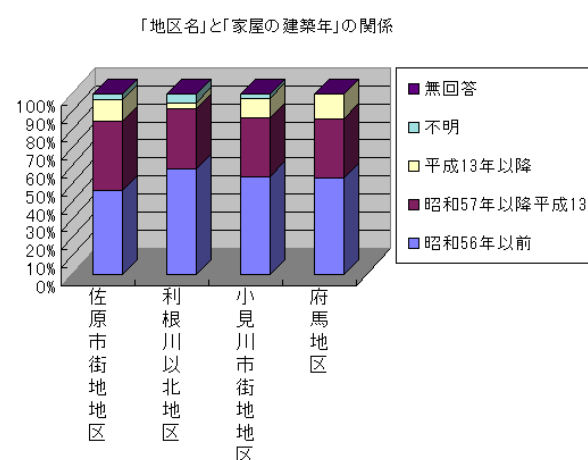
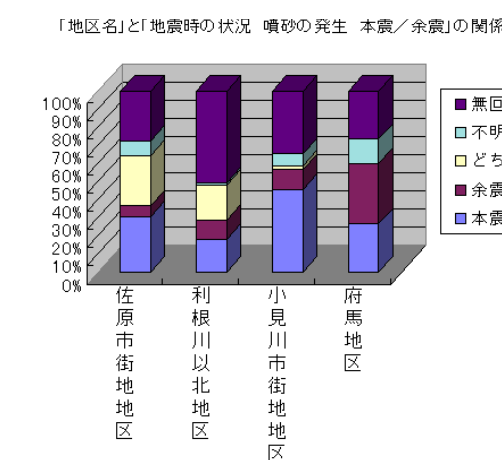
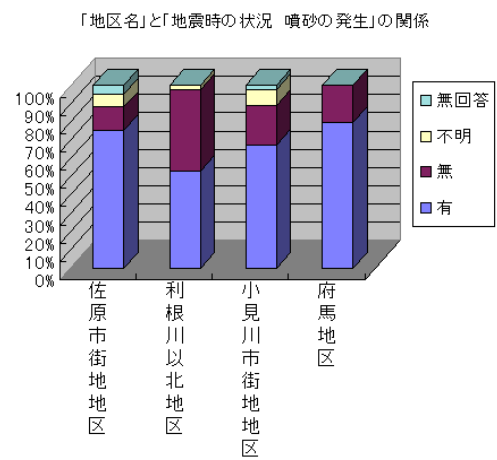


J-1 家屋の建築年

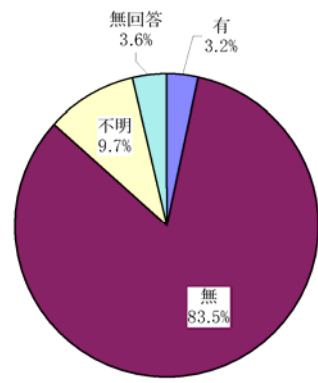


K-1 宅地の造成状況(盛土又は覆土)

地区別

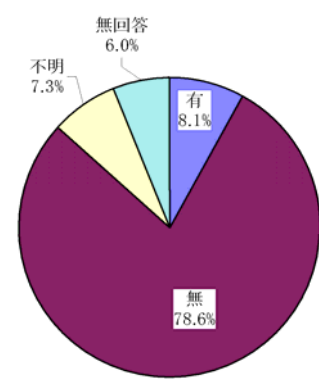


全域



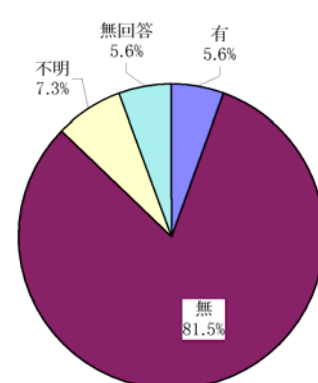
L-1 被災前の不同沈下

「地区名」と「被災前の不同沈下」の関係



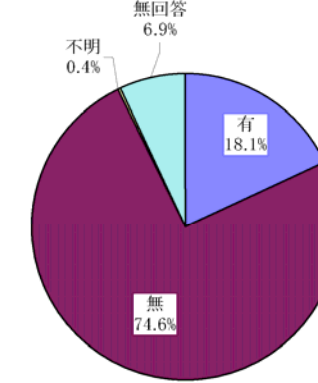
M-1 建物建設時における地盤対策実施について 地盤改良

「地区名」と「建物建設時における地盤対策実施について 地盤改良」の関係



M-3 建物建設時における地盤対策実施について 液状化対策

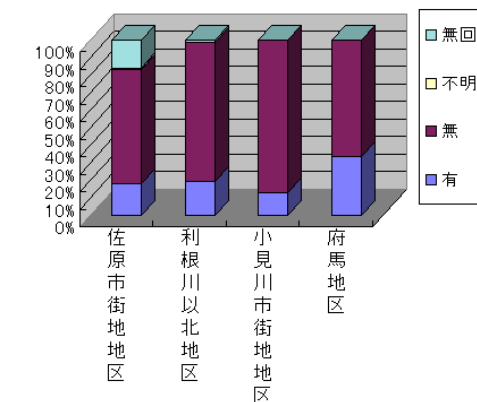
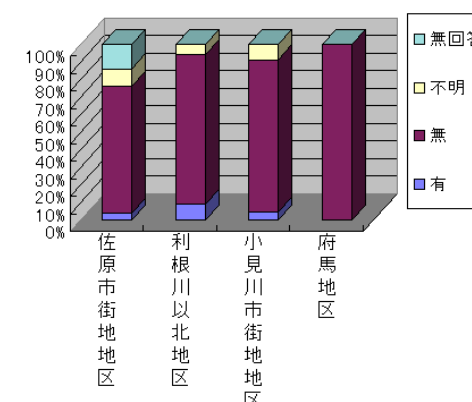
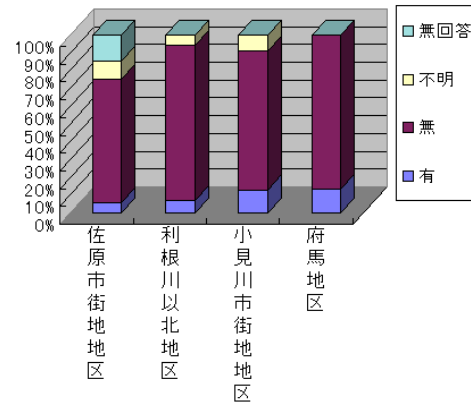
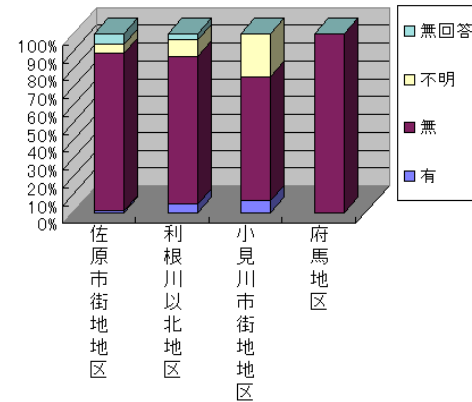
「地区名」と「建物建設時における地盤対策実施について 液状化対策」の関係



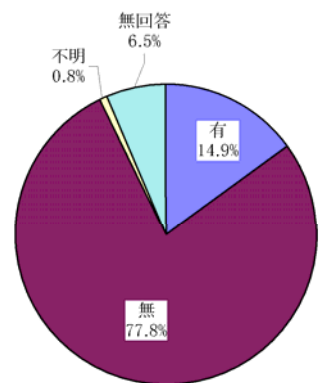
N-1 被災後の補修 建物傾斜

「地区名」と「被災後の補修 建物傾斜」の関係

地区別

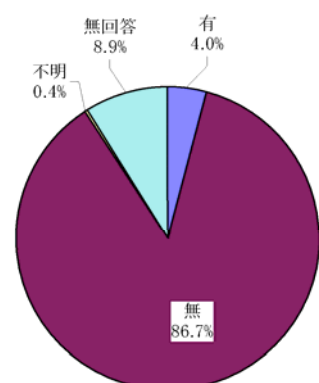


全域



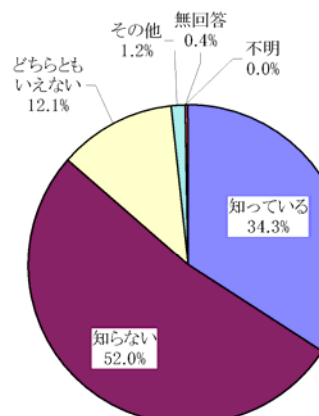
N-3 被災後の補修 基礎

「地区名」と「被災後の補修 基礎」の関係



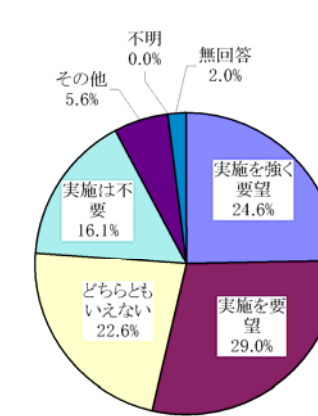
N-9 被災後の補修 地盤対策の実施

「地区名」と「被災後の補修 地盤対策の実施」の関係



O-1 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業の理解

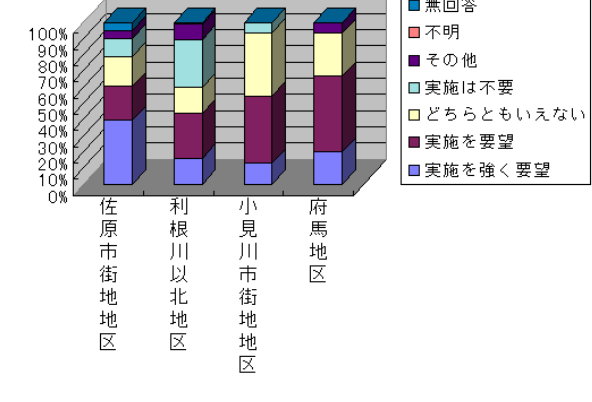
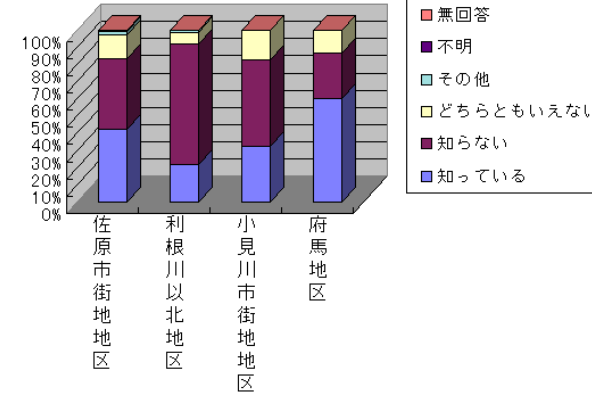
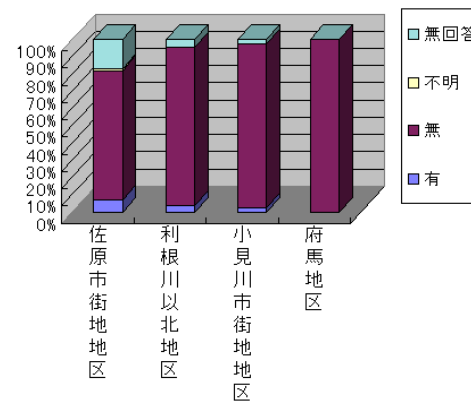
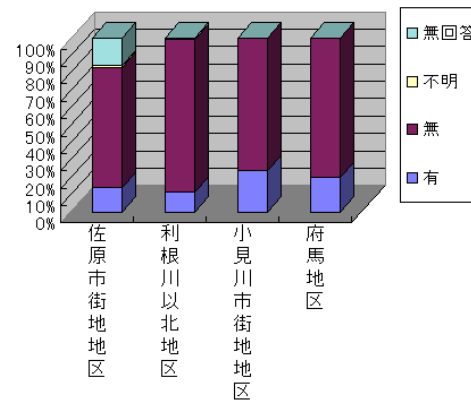
「地区名」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業の理解」の関係



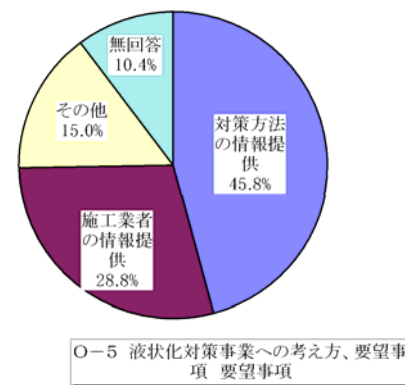
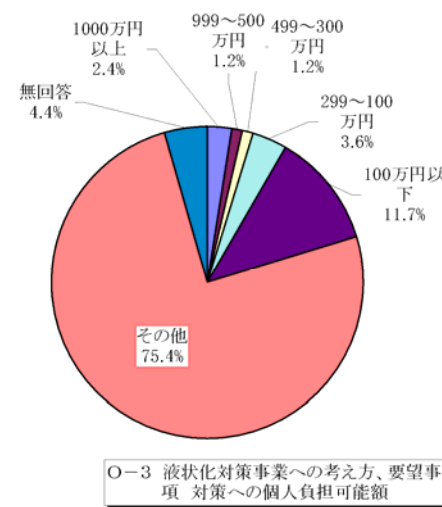
O-2 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業実施要望

「地区名」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業実施要望」の関係

地区別

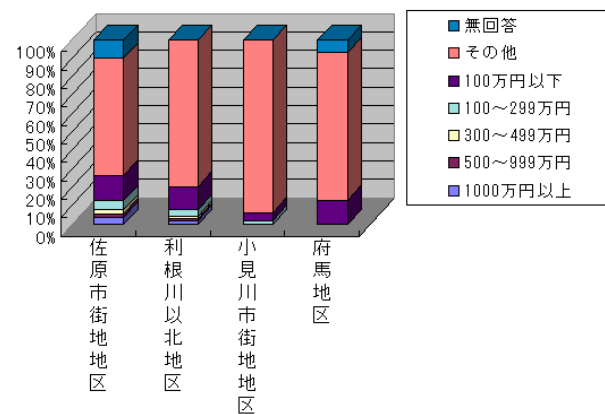


全域

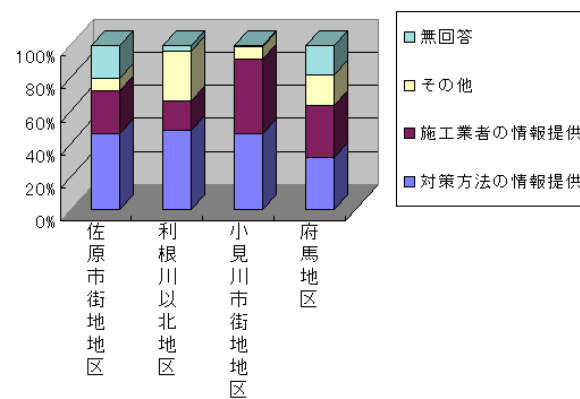


地区別

「地区名」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策への個人負担可能額」の関係

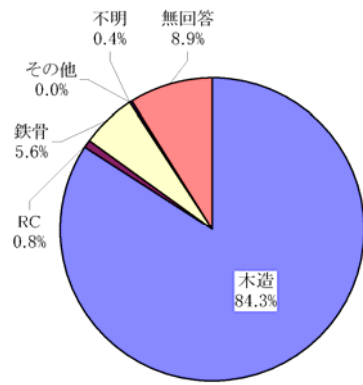


「地区名」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 要望事項」の関係

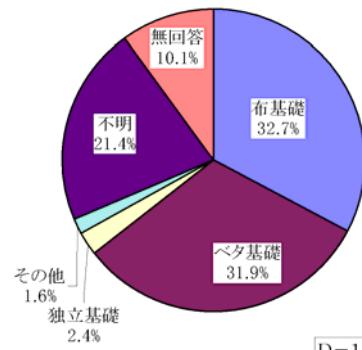


※第二回委員会までの集計結果

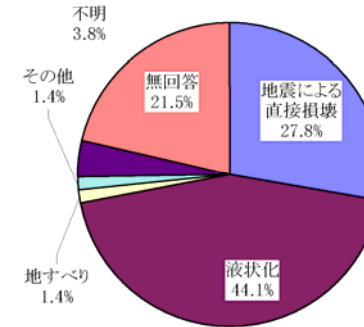
全域



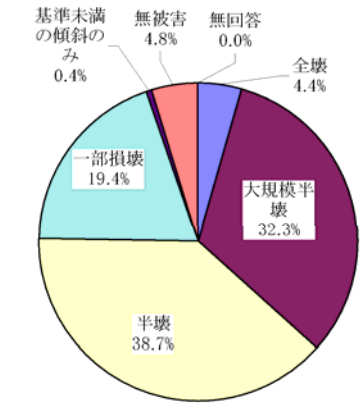
C-1 建物構造



D-1 基礎構造

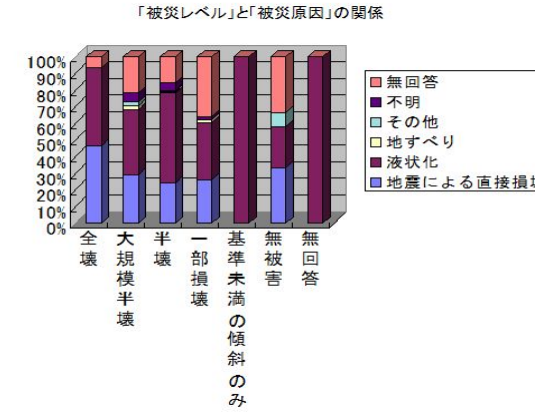
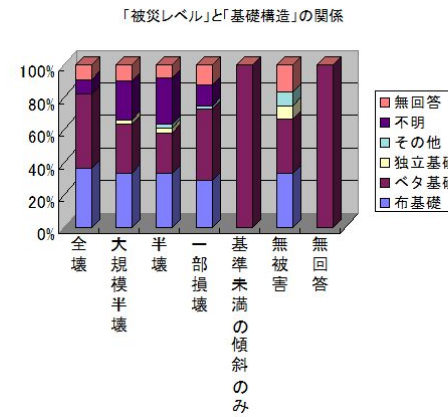
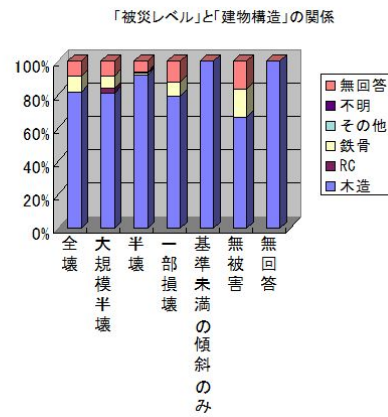


F-1 被災原因

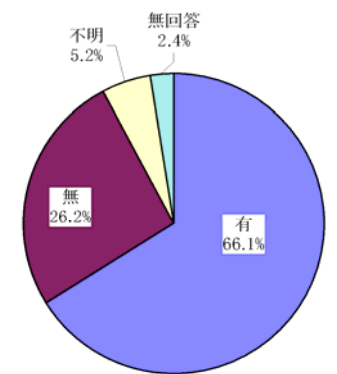


H-1 被災レベル

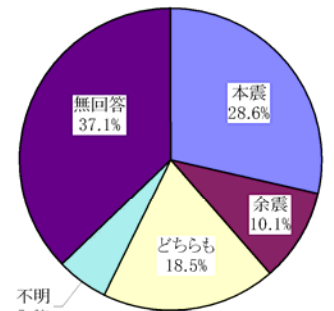
被災レベル別



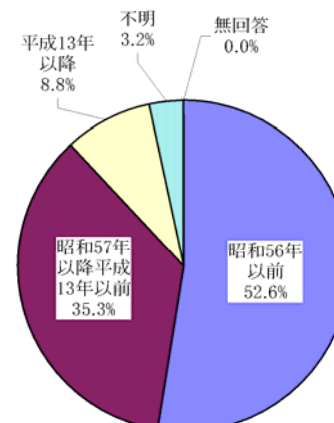
全域



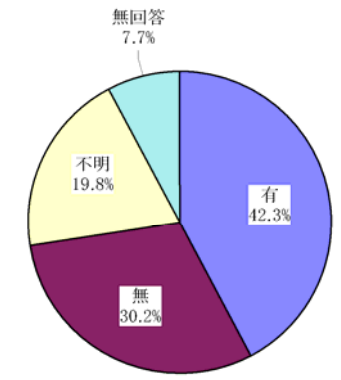
I-1 地震時の状況 噴砂の発生



I-2 地震時の状況 噴砂の発生 本震/余震

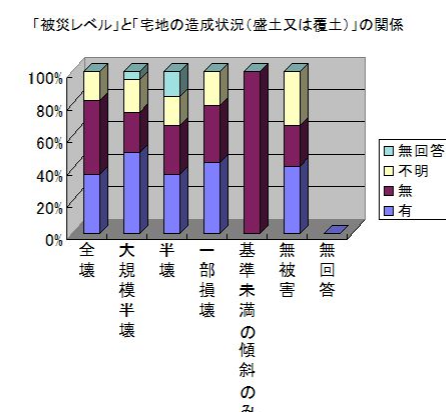
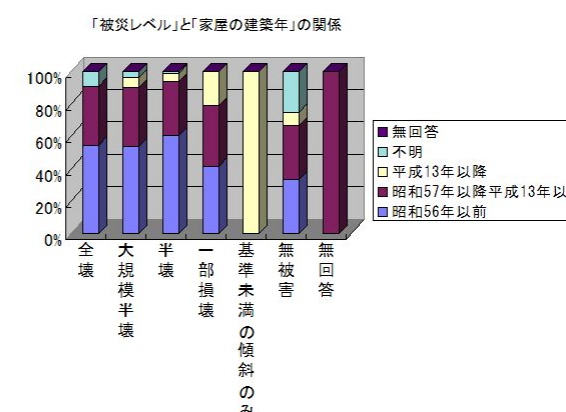
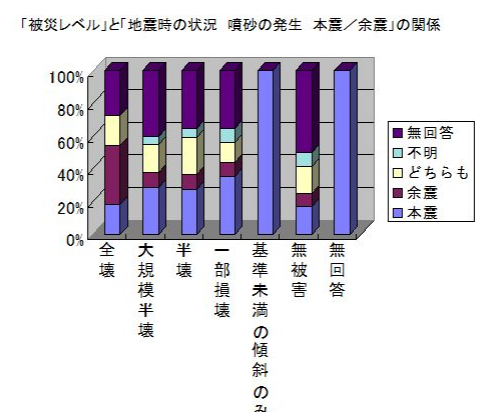
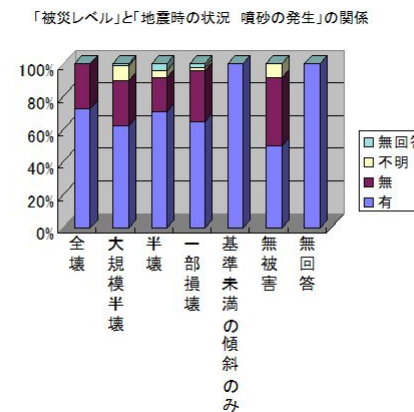


J-1 家屋の建築年



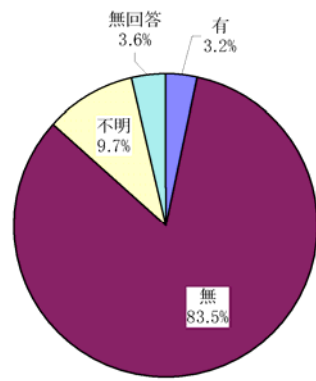
K-1 宅地の造成状況(盛土又は覆土)

被災レベル別

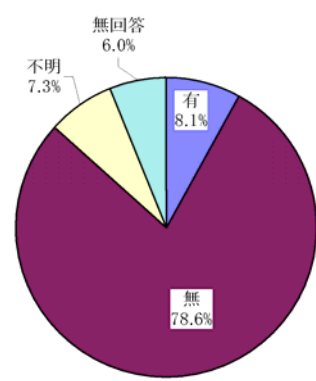


※第二回委員会までの集計結果

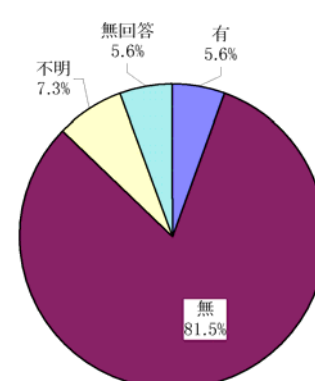
全域



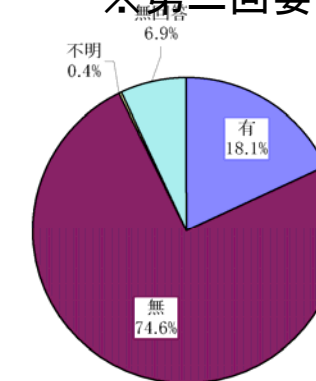
L-1 被災前の不同沈下



M-1 建物建設時における地盤対策実施について 地盤改良

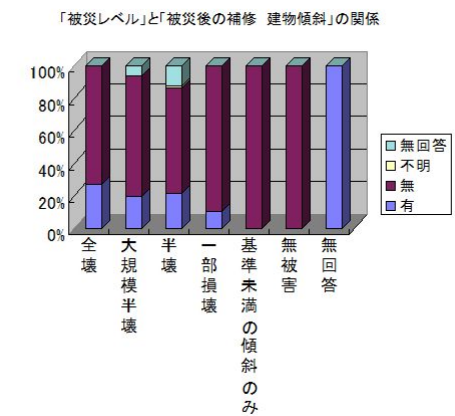
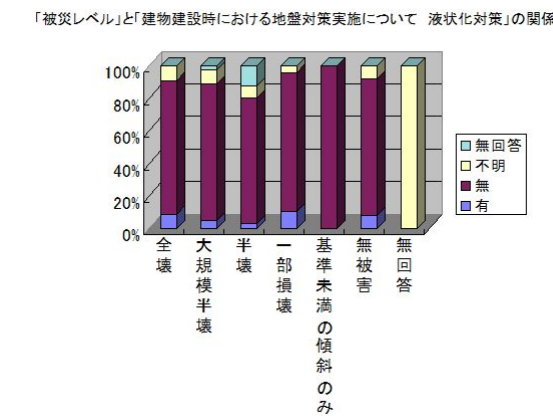
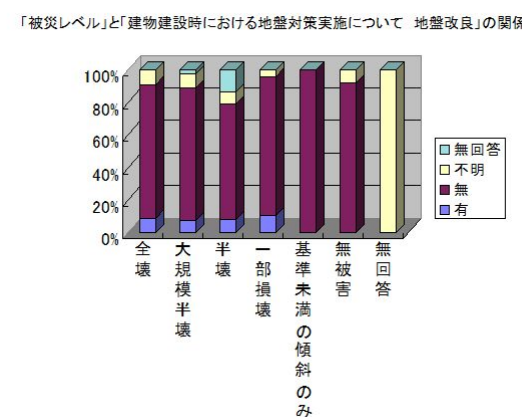
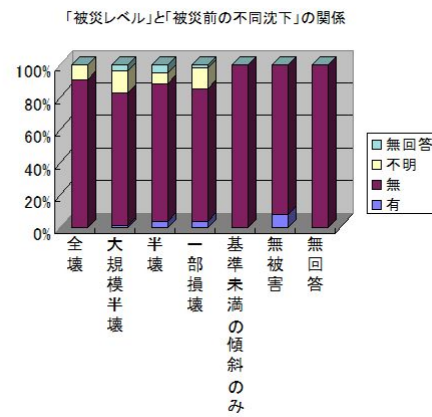


M-3 建物建設時における地盤対策実施について 液状化対策

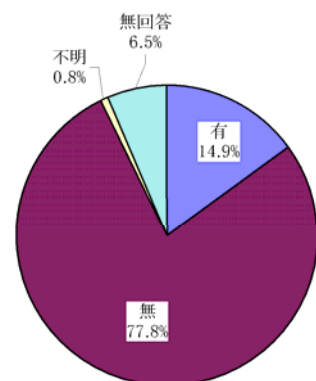


N-1 被災後の補修 建物傾斜

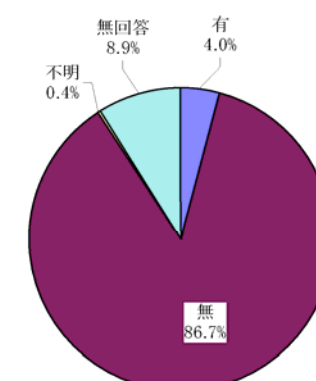
被災レベル別



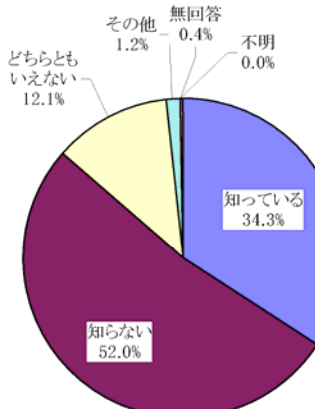
全域



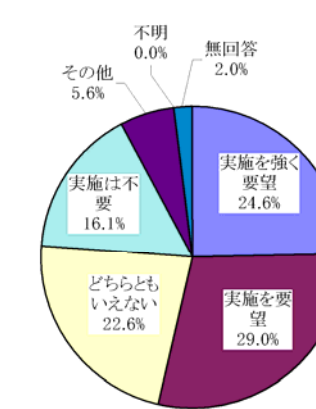
N-3 被災後の補修 基礎



N-9 被災後の補修 地盤対策の実施

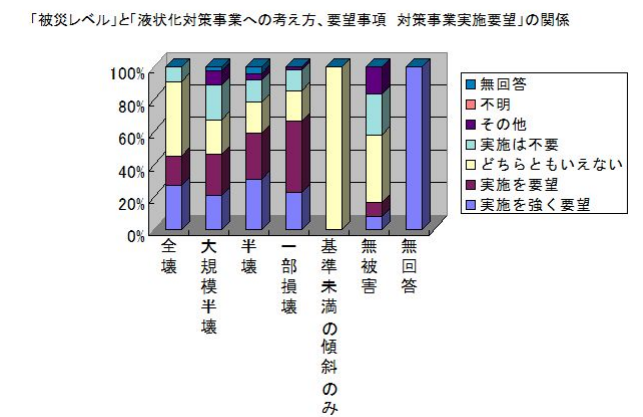
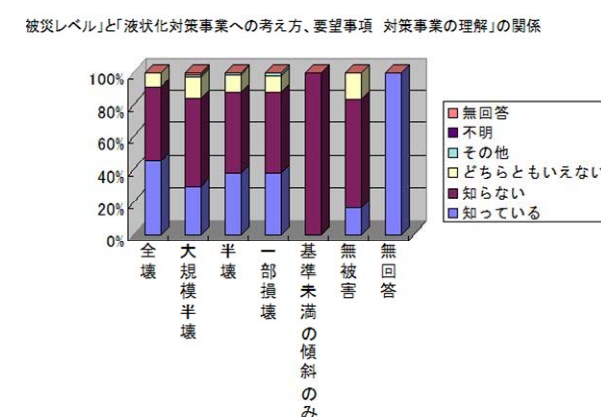
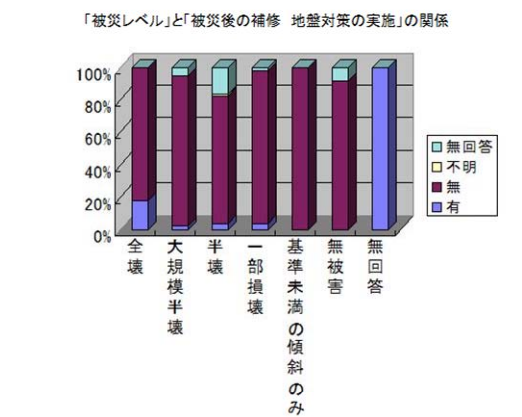
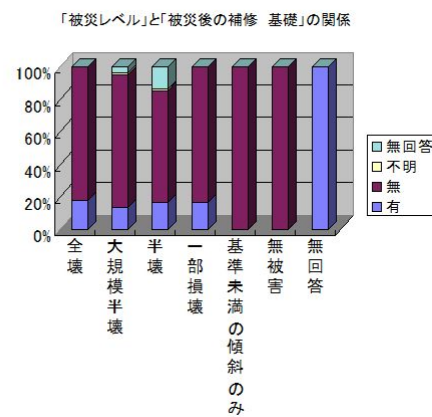


O-1 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業の理解



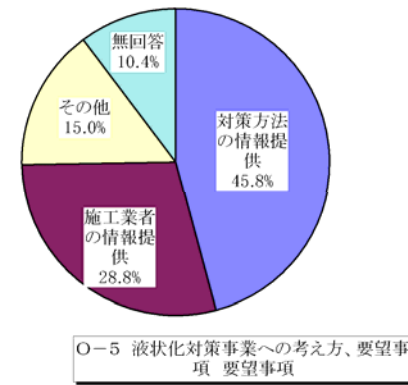
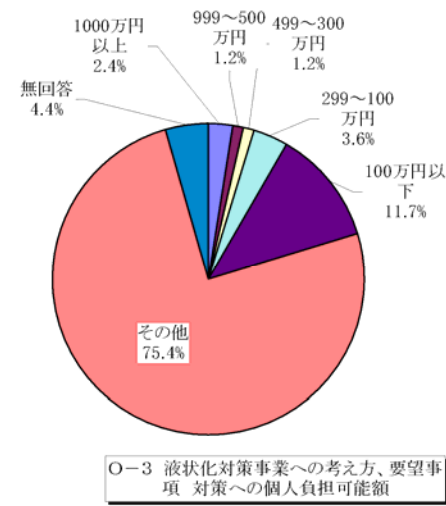
O-2 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業実施要望

被災レベル別



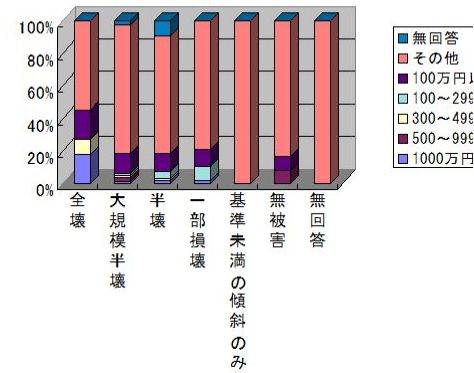


全域

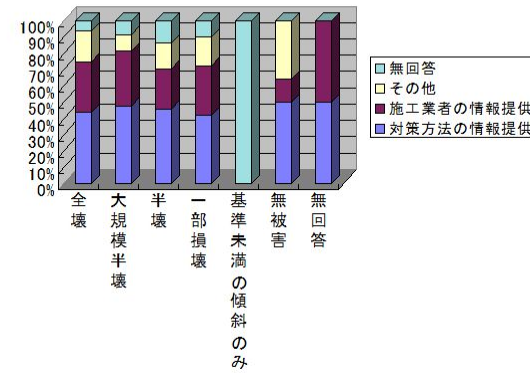


被災レベル別

「被災レベル」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策への個人負担可能額」の関係

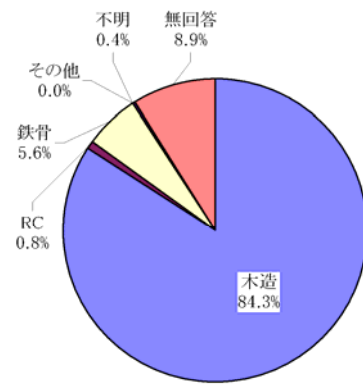


「被災レベル」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 要望事項」の関係

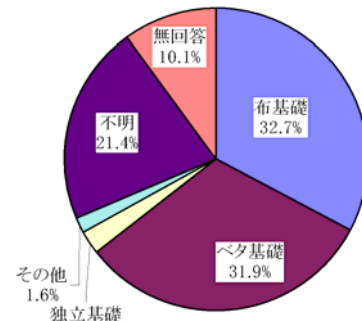


※第二回委員会までの集計結果

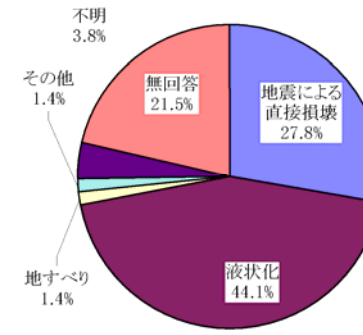
全域



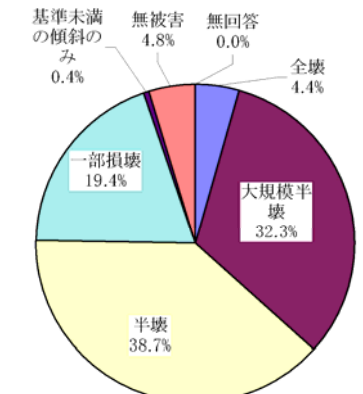
C-1 建物構造



D-1 基礎構造



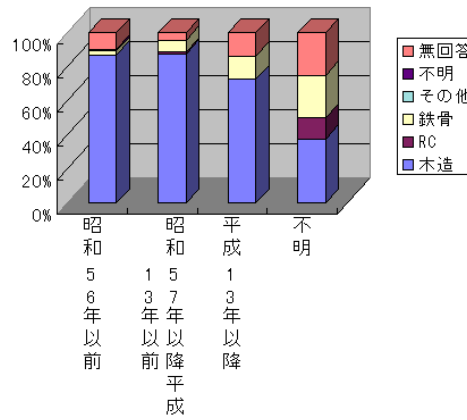
F-1 被災原因



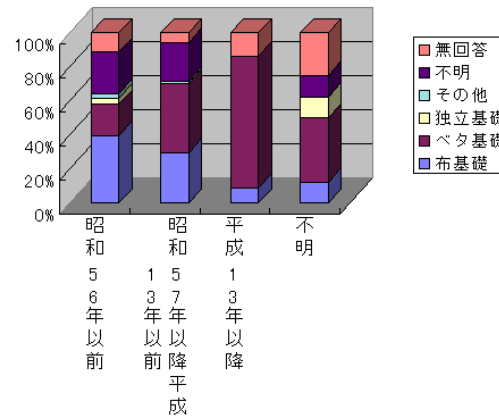
H-1 被災レベル

家屋の建築年別

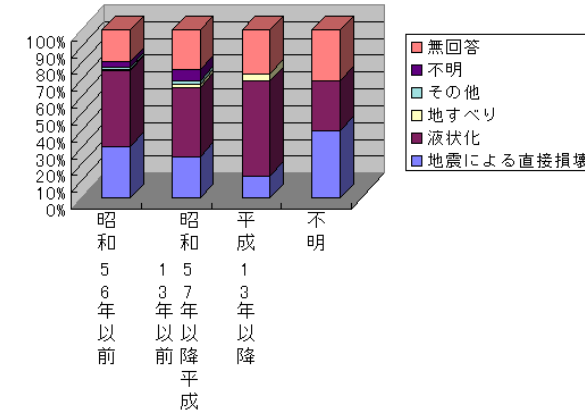
「家屋の建築年」と「建物構造」の関係



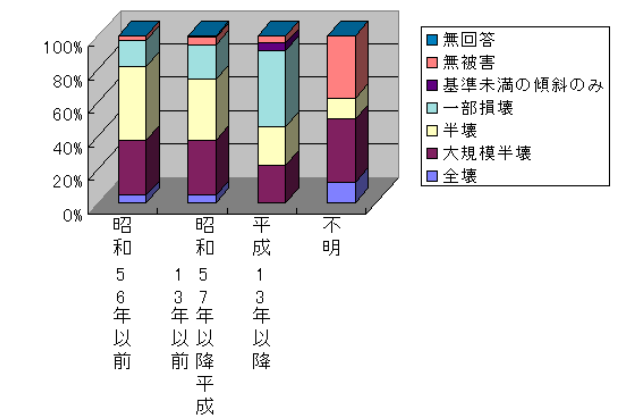
「家屋の建築年」と「基礎構造」の関係



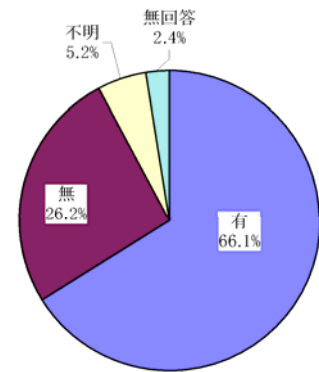
「家屋の建築年」と「被災原因」の関係



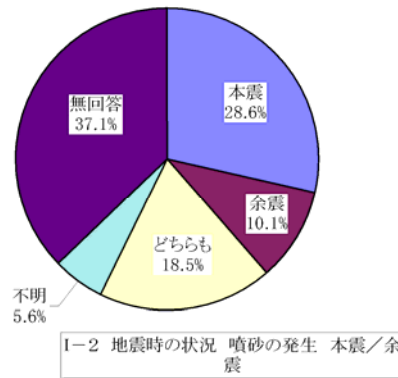
「家屋の建築年」と「被災レベル」の関係



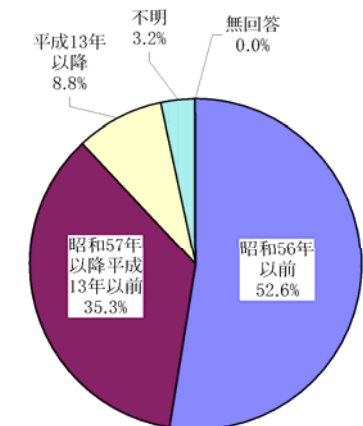
全域



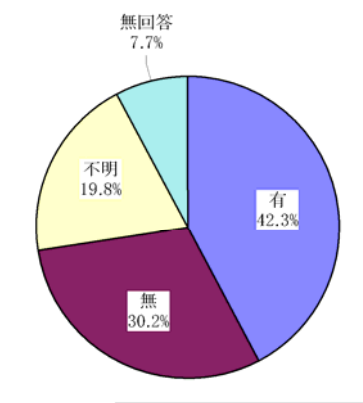
I-1 地震時の状況 噴砂の発生



I-2 地震時の状況 噴砂の発生 本震/余震



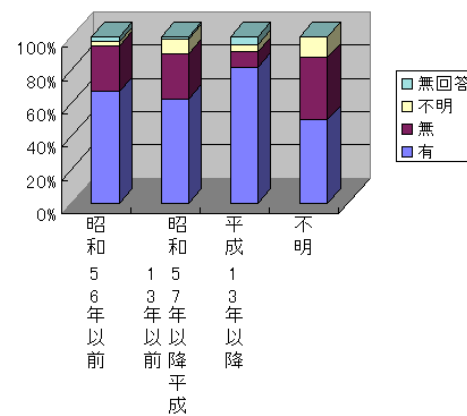
J-1 家屋の建築年



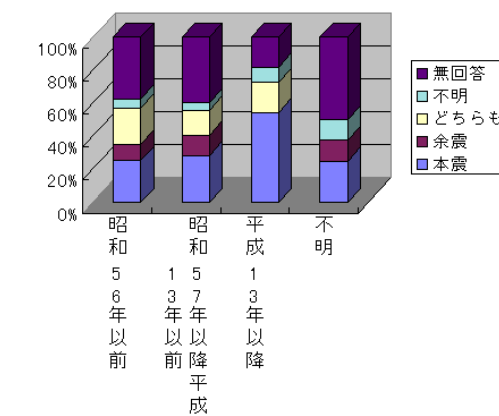
K-1 宅地の造成状況(盛土又は覆土)

家屋の建築年別

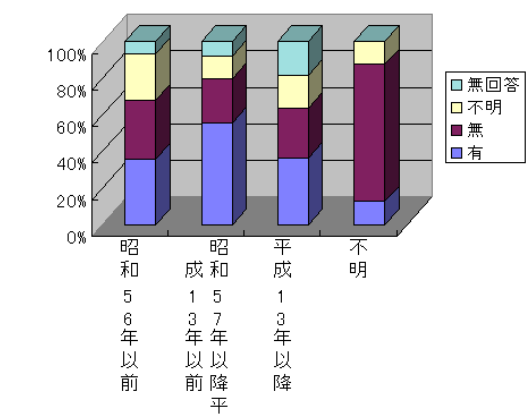
「家屋の建築年」と「地震時の状況 噴砂の発生」の関係



「家屋の建築年」と「地震時の状況 噴砂の発生 本震/余震」の関係

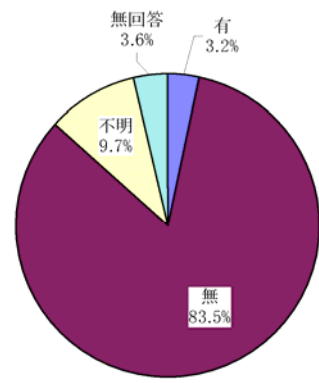


「家屋の建築年」と「宅地の造成状況(盛土又は覆土)」の関係



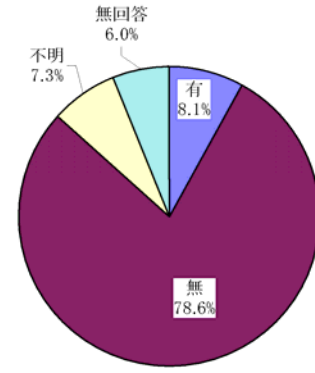
※第二回委員会までの集計結果

全域



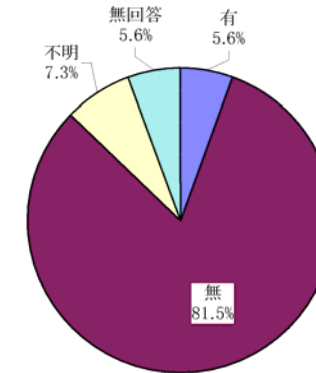
L-1 被災前の不同沈下

「家屋の建築年」と「被災前の不同沈下」の関係



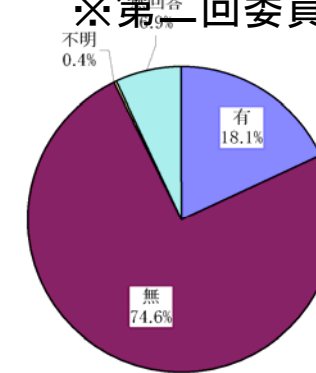
M-1 建物建設時における地盤対策実施について 地盤改良

「家屋の建築年」と「建物建設時における地盤対策実施について 地盤改良」の関係



M-3 建物建設時における地盤対策実施について 液状化対策

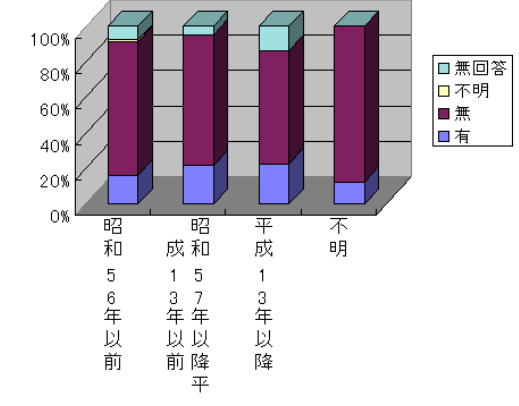
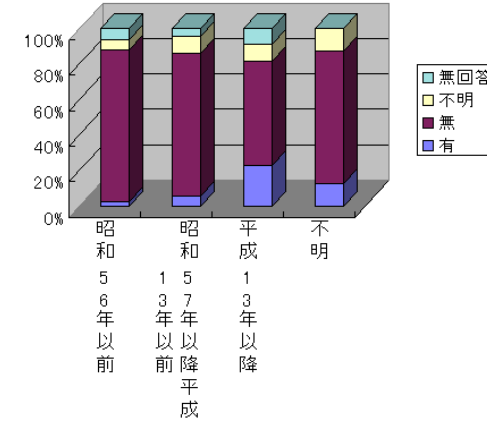
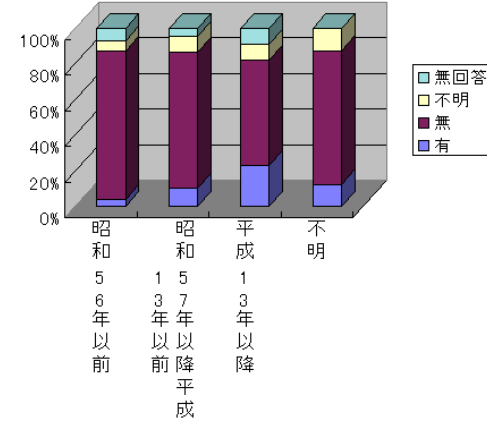
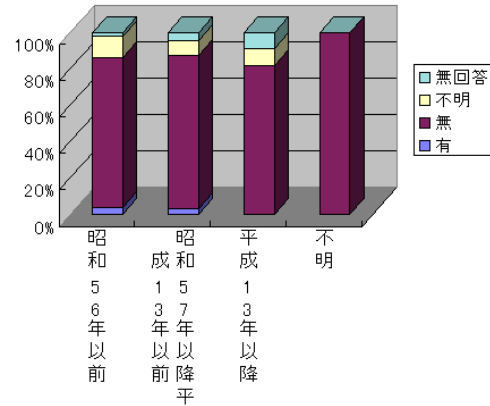
「家屋の建築年」と「建物建設時における地盤対策実施について 液状化対策」の関係



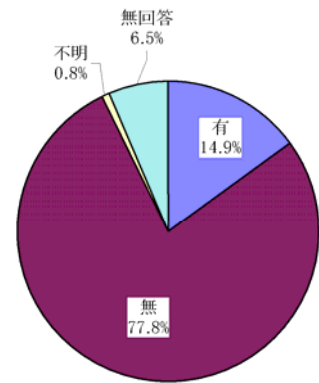
N-1 被災後の補修 建物傾斜

「家屋の建築年」と「被災後の補修 建物傾斜」の関係

家屋の建築年別

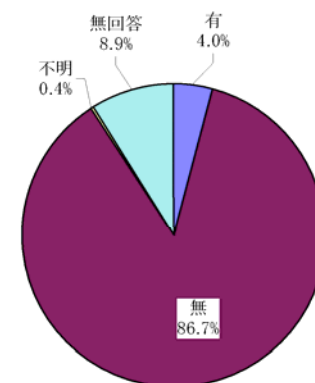


全域



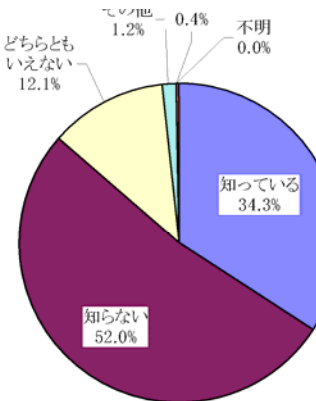
N-3 被災後の補修 基礎

「家屋の建築年」と「被災後の補修 基礎」の関係



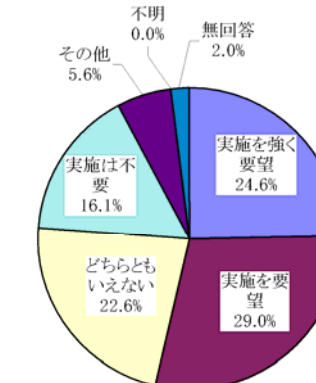
N-9 被災後の補修 地盤対策の実施

「家屋の建築年」と「被災後の補修 地盤対策の実施」の関係



O-1 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業の理解

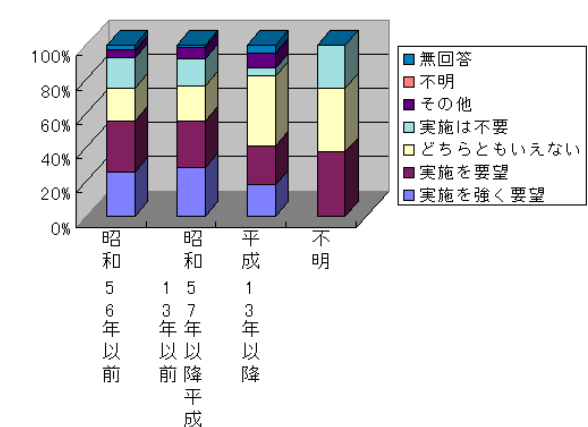
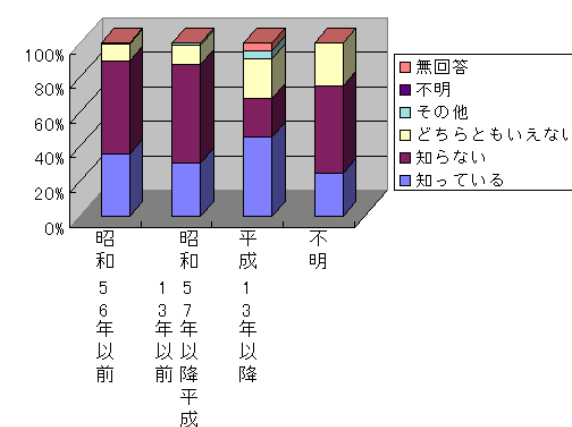
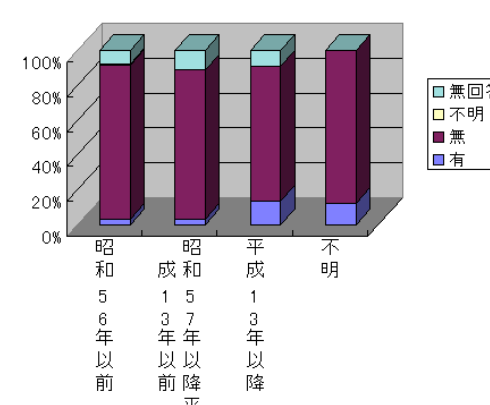
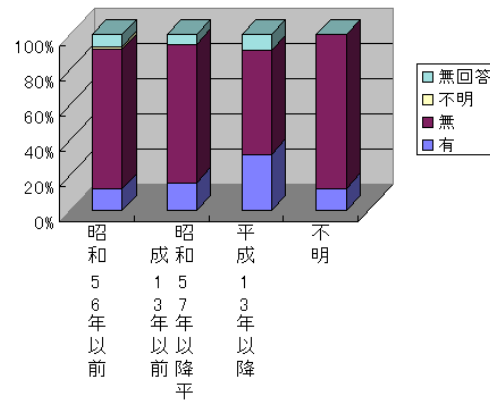
「家屋の建築年」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業の理解」の関係



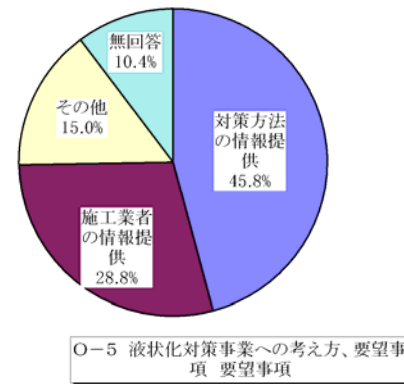
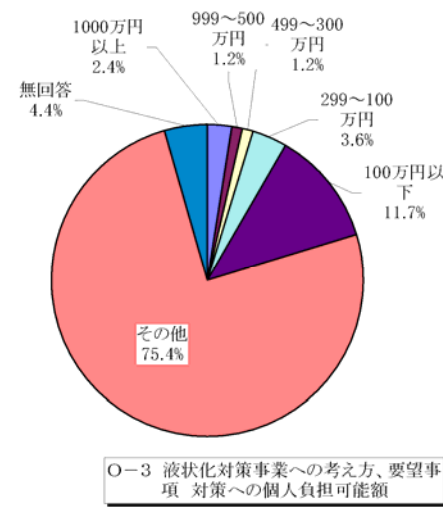
O-2 液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業実施要望

「家屋の建築年」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策事業実施要望」の関係

家屋の建築年別

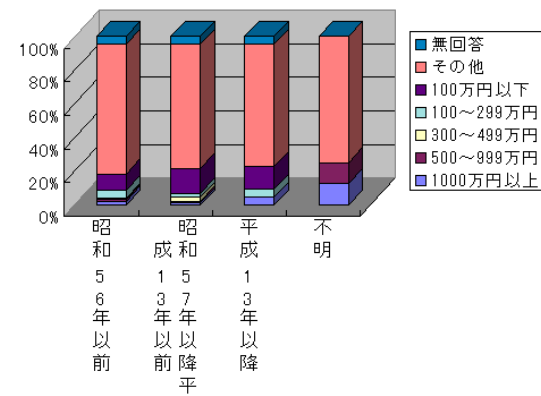


全域

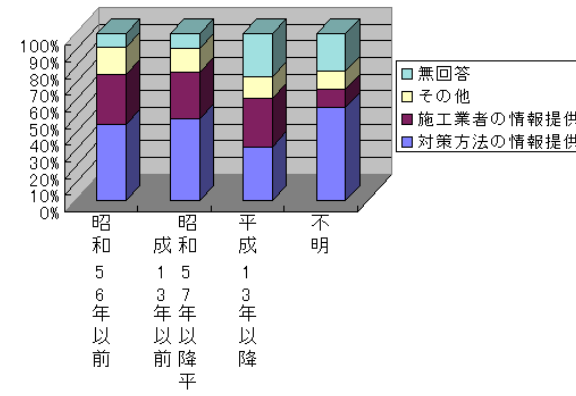


家屋の建築年別

「家屋の建築年」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 対策への個人負担可能額」の関係



「家屋の建築年」と「液状化対策事業への考え方、要望事項 要望事項」の関係



1. 液状化の検討方法について

地盤被害をもたらした液状化地盤の検証を行う。

1.1 検討方法

(1) 液状化の判定

1) 簡易法

東日本大震災で実際に発生した地震動の波形を元に「建築基礎構造設計指針（日本建築学会）」に準拠してN値等の地盤調査結果を用いた簡易法（FL法）により以下のように算定する。

（出展：建築基礎構造設計指針（日本建築学会） pp62～64, 2001 改定）

(1) 対象とすべき土層

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、細粒土含有率が35%以下の土とする。ただし、埋立地盤など人工造成地盤では、細粒土含有率が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（0.005mm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。

(2) 液状化危険度予測

液状化判定は図4.5.1～4.5.4を用い、以下の手順により行ってよい。

(a) 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を次式から求める。

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = r_n \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d \quad (4.5.1)$$

ここに、 $\tau_d$ は水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅（ $KPa_a$ ）、 $\sigma'_z$ は検討深さにおける有効土被り圧（鉛直有効応力）（ $KPa_a$ ）、 $r_n$ は等価の繰返し回数に関する補正係数で $0.1(M-1)$ 、 $M$ はマグニチュード、 $\alpha_{max}$ は地表面における設計用水平加速度（ $cm/s^2$ ）、 $g$ は重力加速度（ $980 cm/s^2$ ）、 $\sigma_z$ は検討深さにおける全土被り圧（鉛直全応力）（ $KPa_a$ ）、 $r_d$ は地盤が剛体でないことによる低減係数で次式で与えられる。

$$r_d = 1 - 0.015z \quad (4.5.2)$$

ここに、 $z$ はメートル単位で表した地表面からの検討深さである。

(b) 対応する深度の補正N値（ $N_a$ ）を、次式から求める。

$$N_1 = C_N \cdot N \quad (4.5.3)$$

$$C_N = \sqrt{98/\sigma'_z} \quad (4.5.4)$$

$$N_a = N_1 + \Delta N_f \quad (4.5.5)$$

ここに、 $N_1$ は換算N値、 $C_N$ は拘束圧に関する換算係数、 $\Delta N_f$ は細粒土含有率 $FC$ に応じた補正N値増分で、図4.5.2による。 $N$ はトンビ法または自動落下法による実測N値とする。

(c) 図4.5.1中の限界せん断ひずみ曲線5%を用いて、補正N値（ $N_a$ ）に対応する飽和土層の液状化抵抗比 $R = \tau_l/\sigma'_z$ を求める。ここに、 $\tau_l$ は、水平面における液状化抵抗である。

(d) 各深さにおける液状化発生に対する安全率 $F_l$ を次式により計算する。

$$F_l = \frac{\tau_l/\sigma'_z}{\tau_d/\sigma'_z} \quad (4.5.6)$$

(4.5.6)式から求めた $F_l$ 値が1より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判定し、逆に1以下となる場合は、その可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、また、 $F_l$ の値が1を切る土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判断する。

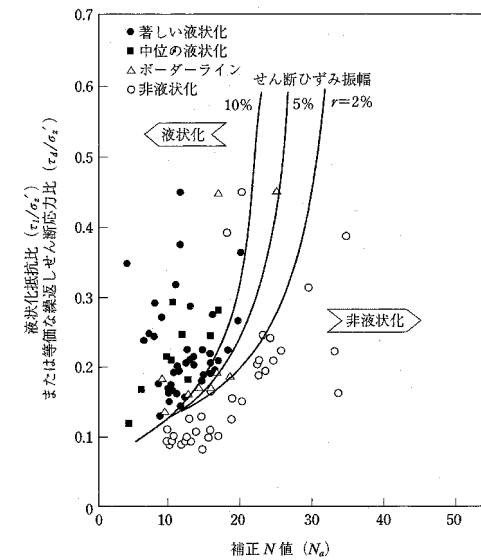


図4.5.1 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係<sup>(4.5.1)</sup>

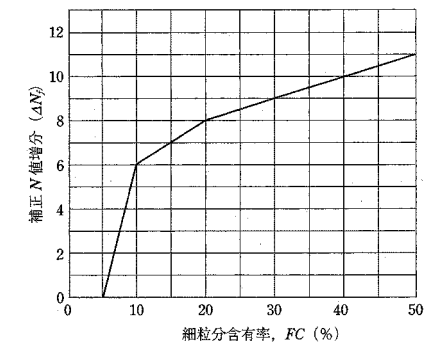


図4.5.2 細粒分含有率とN値の補正係数<sup>(4.5.2)</sup>

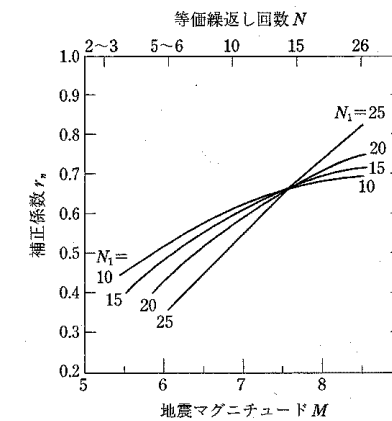


図4.5.3 補正N値、マグニチュード、繰返し回数と補正係数の関係<sup>(4.5.3)</sup>

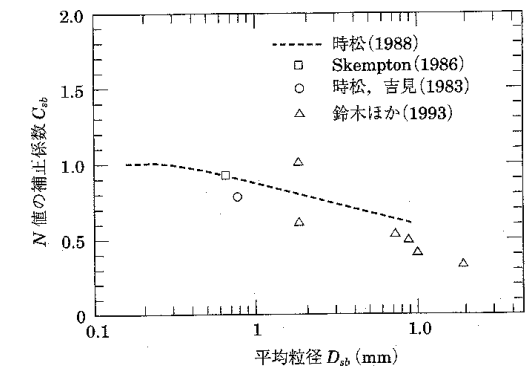


図4.5.4 砂礫地盤のN値補正係数<sup>(4.5.3)</sup>

2) 一次元地震応答解析による方法

地震時繰返しせん断応力を等価線形化法による一次元地震応答解析により算定する。液状化抵抗比および液状化判定法は、「建築基礎構造設計指針」に準拠して算定する。

(2) 液状化に伴う地盤物性値と地盤変形量の予測

(出展：建築基礎構造設計指針（日本建築学会） pp62～64, 2001 改定)

液状化発生の可能性が高いと判断された地盤においては、対象とする建物の基礎設計に必要な情報を、下記の方法により評価するものとする。

(1) 液状化の程度と液状化・側方流動に伴う地盤変位の予測

(a) 水平地盤での動的水平変位、残留水平変位、沈下量、液状化の程度と動的水平変位の予測は、適当な応答解析によるほか、液状化判定の後、以下の手順によることができる。

- 1) 図 4.5.7 から  $N_a$ 、 $\tau_d/\sigma'_v$  に対応する各層の繰返しせん断ひずみ  $\gamma_{cy}$  を推定する。
- 2) 各層のせん断ひずみ  $\gamma_{cy}$  が同一方向に発生すると仮定して、これを鉛直方向に積分して、振動中の最大水平変位分布とする。

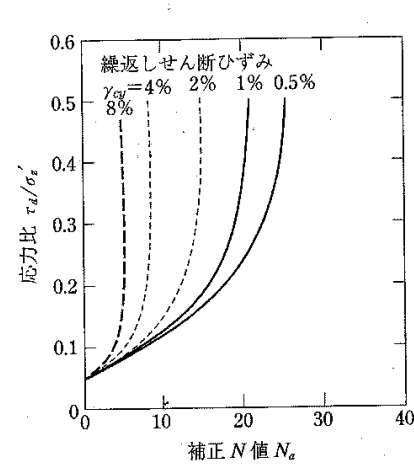


図 4.5.7 補正  $N$  値と繰返しせん断ひずみの関係<sup>4.5.2)</sup>

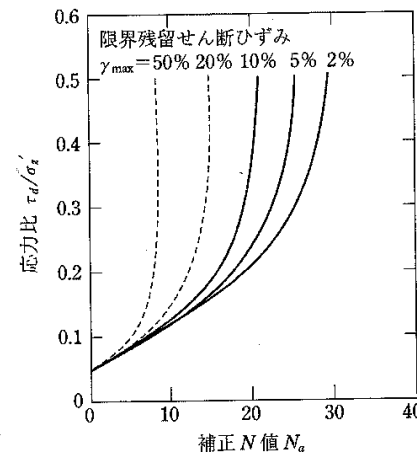


図 4.5.8 補正  $N$  値と限界残留せん断ひずみの関係<sup>4.5.3)</sup>

- 3) 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 4.5.1 のように評価する。

表 4.5.1  $D_{cy}$  と液状化の程度の関係

$D_{cy}$ (cm)	液状化の程度
0	なし
-05	軽微
05-10	小
10-20	中
20-40	大
40-	甚大

同様に、沈下量  $S$  を求めたい場合、図 4.5.7 をそのまま使い、 $\gamma_{cy}$  を体積ひずみ  $\epsilon_v$  と読み換えればよい<sup>4.5.4)</sup>。

(2) 液状化指数  $P_L$

一般的に  $P_L$  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。

$$P_L = \sum_0^{20} F \cdot W(z) dz \quad \dots \text{式-2}$$

ここに、 $P_L$ : 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。

$$P_L = \sum_0^{10} F \cdot W(z) dz \quad \dots \text{式-3}$$

ここに、 $P_L$ : 液状化指数

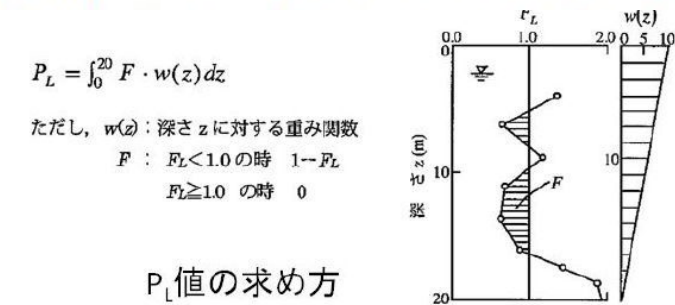
$F=0.0$  ( $F_L > 1.0$  の場合)

$F=1-F_L$  ( $F_L \leq 1.0$  の場合)

$W(z)=20-2z$

$Z$ : 深度 (m)

$P_L$  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。



$P_L$  値の求め方

図-1  $P_L$  値の算定方法について

表-1  $P_L$  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

## 1.2 検討に用いる地震動

### (1) 液状化の検証に用いる地震動

液状化の検証に用いる地震動は、東日本大震災（既往最大値）で実際に発生したマグニチュードおよび加速度の地震動波形を用いる。

簡易法に用いる地表最大加速度は、検討地区の近傍で観測された加速度時刻歴波形の最大加速度とする。ただし、液状化現象に対する影響の比較的少ないひげの部分（観測上の特異点）が見られる観測記録については、これを取り除くため最大加速度の **0.65 相当**の等価加速度を用いる。

1) 「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）」に基づく設定地震動

「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）」では液状化地盤の検証に用いる加速度を以下のように設定することとしている。

被災前における液状化地盤の検証は、地震前の既存資料のボーリング結果および室内土質試験を用いて、東日本大震災（既往最大値）で実際に発生したマグニチュードおよび加速度の地震動波形を用いる。東日本大震災の実際の地震動（既往の最大値）の液状化解析に用いる加速度は、被災した各市町村においてその波の成分が異なるため、観測点K-NETやKiK-netのホームページから図-4のように液状化現象に対する影響の比較的小さいひげの部分（観測上の特異点）を取り除いた最大加速度の0.65相当の等価加速度を用いる。

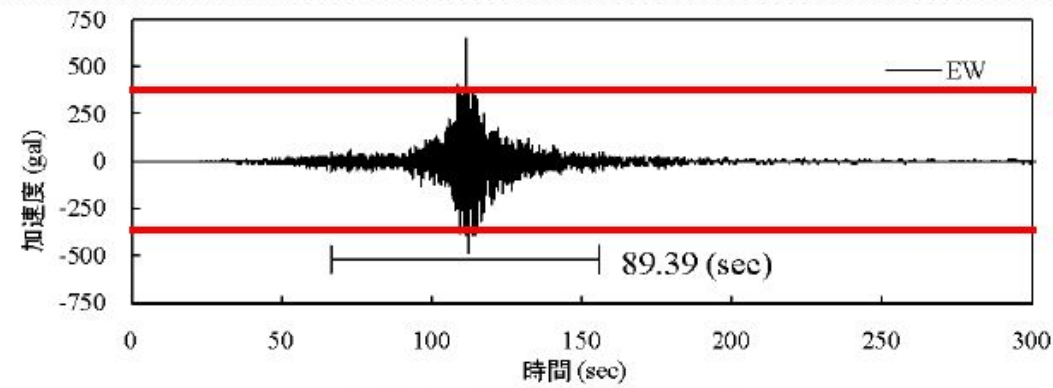
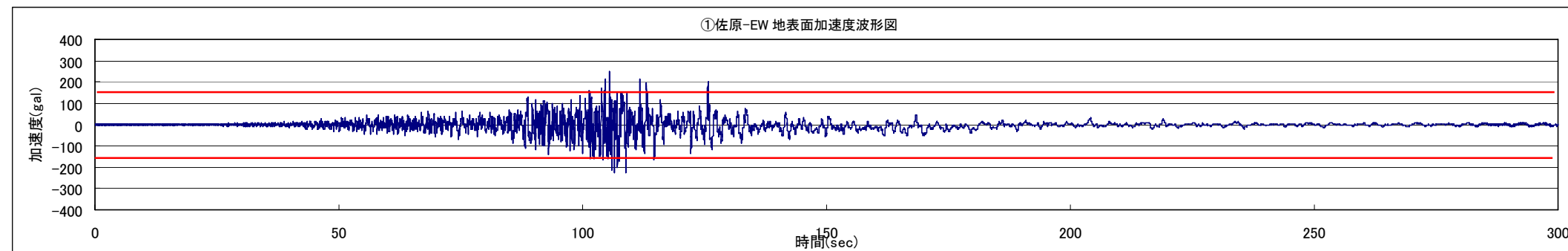


図-4 等価加速度のイメージ

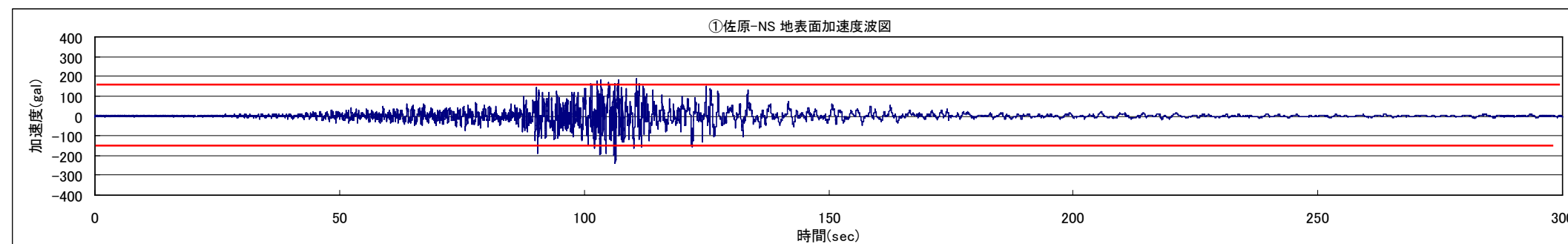
今回用いる地震動としては、液状化被害の大きかった地点の近傍で観測された地震動として、KNetChiba（千葉県環境研究センター）観測の「佐原」（佐原市役所）、「小見川」（小見川支庁）の観測波形を使用する。

以下に、各波形の最大加速度から求めた、等価加速度を示す。

【佐原】



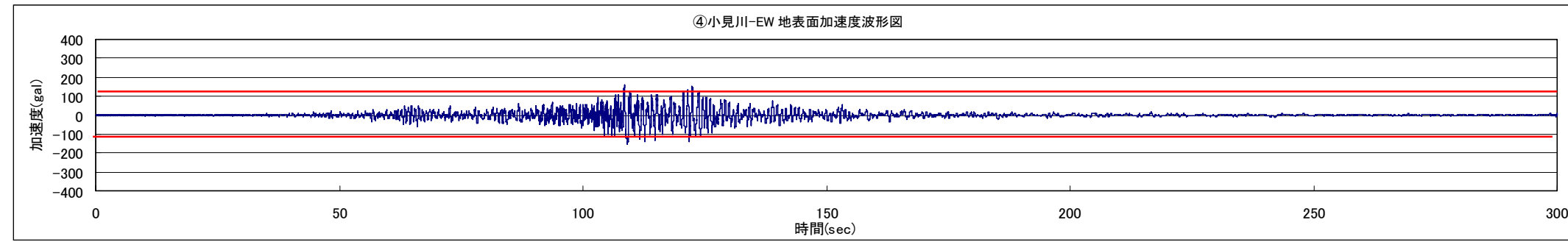
$249\text{gal} \times 0.65 = 162\text{gal}$



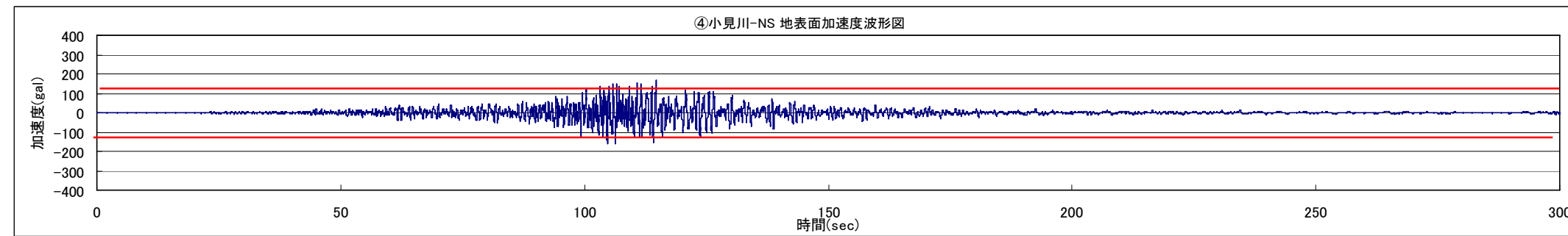
$238\text{gal} \times 0.65 = 155\text{gal}$



【小見川】

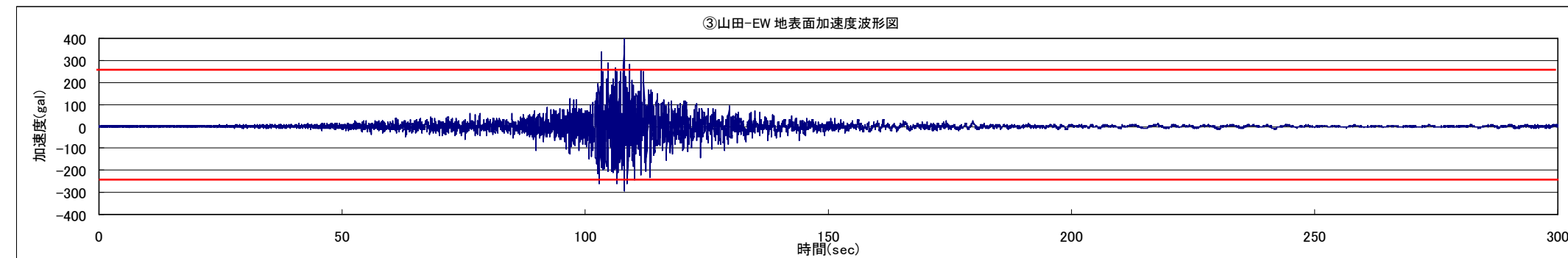


$158\text{gal} \times 0.65 = 103\text{gal}$

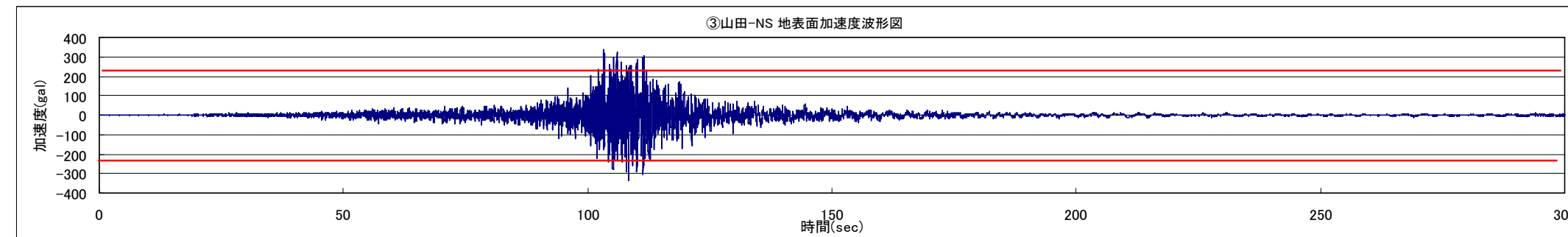


$166\text{gal} \times 0.65 = 108\text{gal}$

【山 田】



$399\text{gal} \times 0.65 = 259\text{gal}$



$334\text{gal} \times 0.65 = 217\text{gal}$

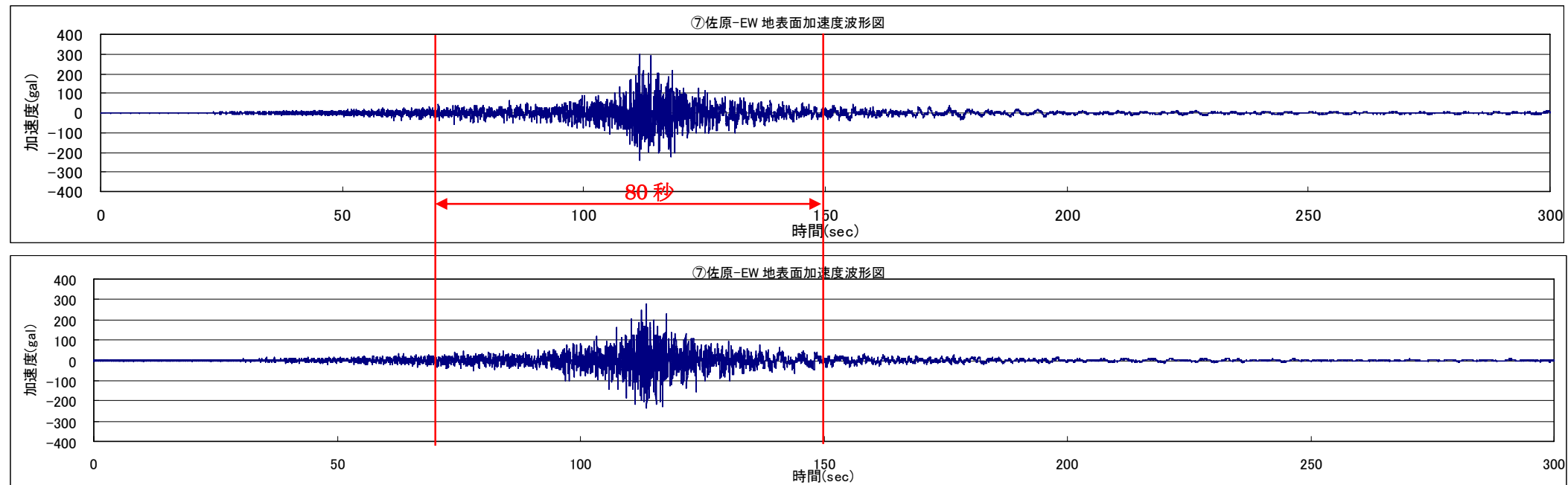
## 2) 地震応答解析による基盤入力波形の設定

ここでは地表面での観測波形を、地震応答解析により、基盤相当まで引き戻し計算を行い設定した入力波形を示す。

使用した地表面観測波形は、被害の大きかった香取市街地に近く、液状化の影響をあまり受けていないと考えられる K-NET（独立行政法人防災科学技術研究所の強震観測網）「佐原」で観測された記録波形を用いた。また、地震応答解析には、地震応答解析プログラム「FDEL」を用いた。

【地表面観測記録（K-NET 佐原）】

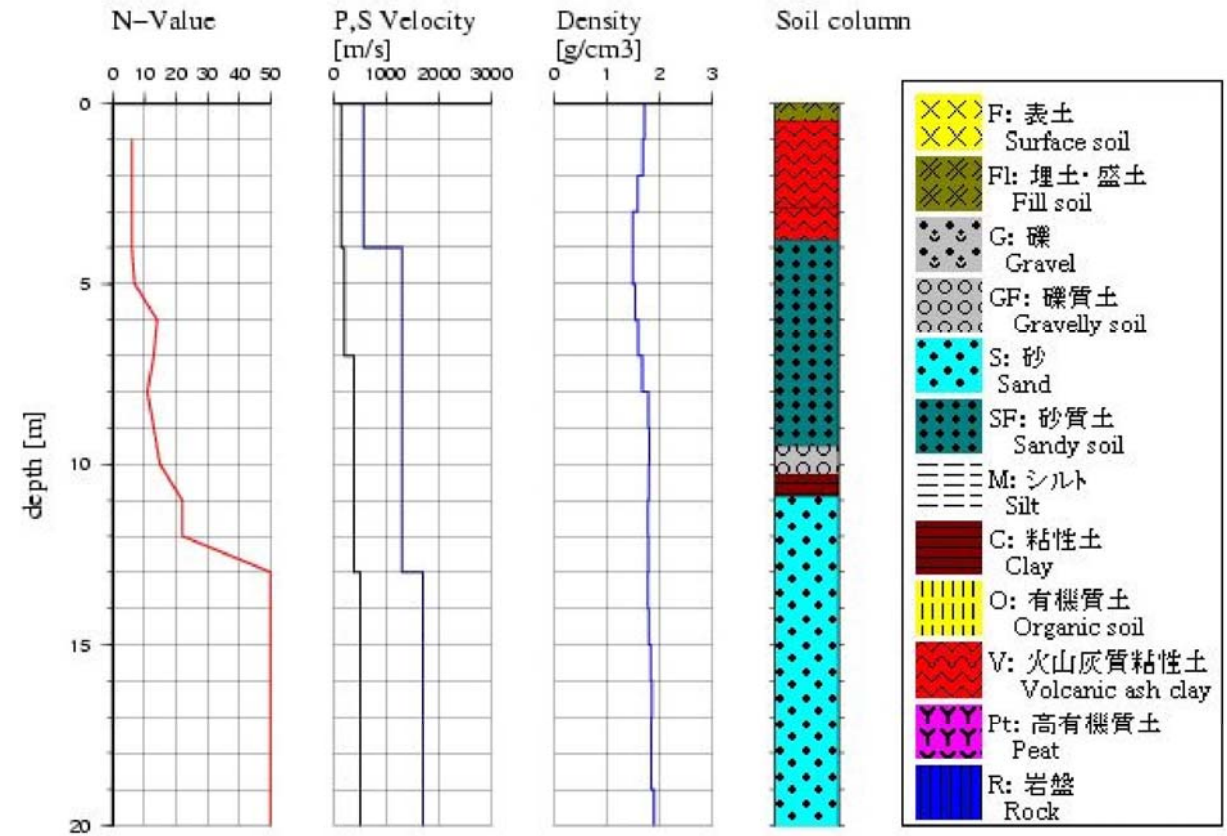
「FDEL」では扱える波形データ長に制限があるため、全波形 300 秒のうち、主要部分と考えられる 70 秒から 150 秒までの 80 秒分を取り出して計算を行った。



(地盤モデル)

観測地点（佐原）での公開データを基に地盤をモデル化し、応答解析を行った。

### 土質図



NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

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

(計算結果)

応答解析の結果、最大加速度 197.1gal の基盤波形が得られた。

