資料3

平成２５年１月２２日

特定防災施設等の地震による影響評価方法の検討

東電設計株式会社

・「特定防災施設等の地震による影響評価マニュアル（案）」の記載事項・・ 1
・特定防災施設等の地震による影響評価マニュアル（案）・・・・・・・・・ 19

特定防災施設等の地震による影響評価方法の検討

「特定防災施設等の地震による影響評価マニュアル（案）」の記載事項

2013.01.22　東電設計㈱

目　次

１．はじめに
２．適用範囲
３．影響評価対象
４．影響評価の流れ
５．影響評価の概要
６．影響評価手順（STEP1）
　６．１　慣性力の影響が支配的なもの
　６．２　液状化の影響が支配的なもの
７．影響評価手順（STEP2）

評価表
Ⅰ.流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造，鉄筋コンクリート等（片側）併用盛土）
Ⅱ.流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造コーナー部）
Ⅲ.消火用屋外給水施設（貯水槽（鉄筋コンクリート造））
Ⅳ.消火用屋外給水施設（貯水槽（鋼製地上タンク））

はじめに

- マニュアルの記載事項
  - 影響評価の手順
    - 条件設定方法
    - 評価法
  - 評価結果
- 位置づけ
  - 被害の大きさの相対的な判断に資するもの
  - 事前対策の効率化や事後対策の確実化につなげるもの
- マニュアルの使用
  - 個別の評価が必要 → 別途詳細な検討を促す

適用範囲

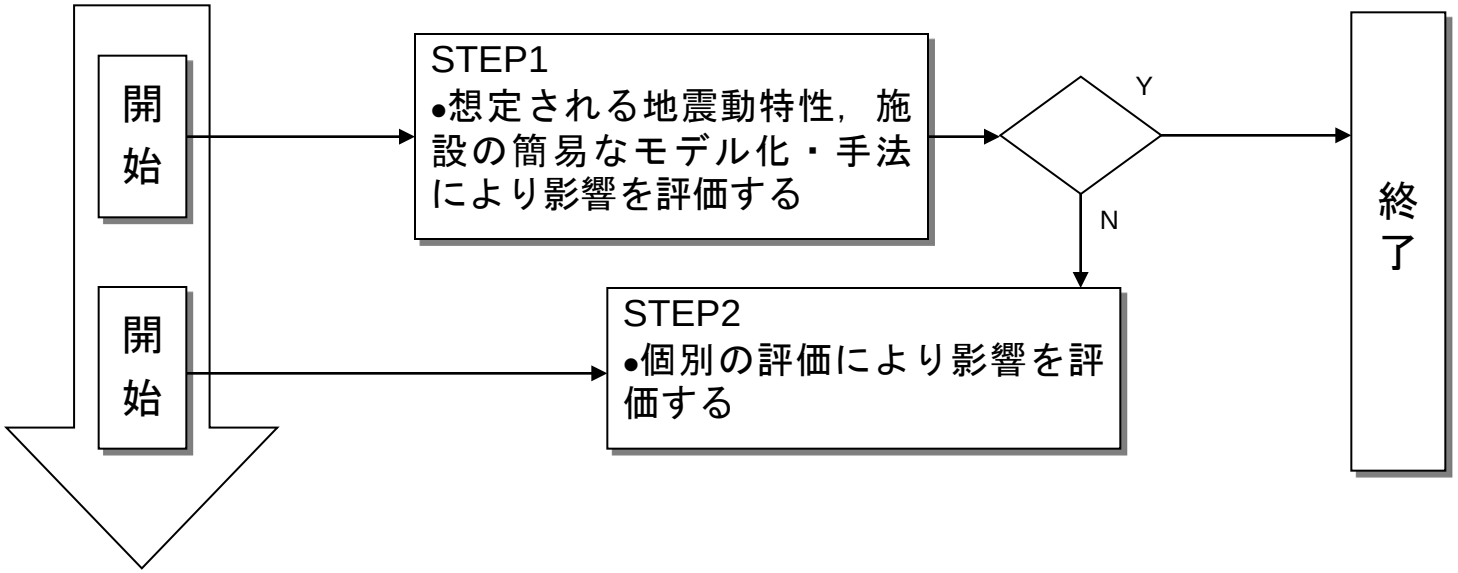
- 適用範囲内
  - 慣性力による影響評価
  - 液状化による影響評価
- 適用範囲外
  - 地震に伴う津波による影響評価
  - 側方流動による影響評価

影響評価対象

大項目	中項目	小項目
1. 流出油等防止堤	(1) 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	一般部
		一般部（片側併用盛土）
		コーナー部
	(2) 盛土	―
2. 消火用屋外給水施設	(1) 消火栓（配管）	①地上配管
		②埋設配管
	(2) 貯水槽	①鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造（半地下）
		②鋼製（地上ﾀﾝｸ）
	(3) 加圧送水設備	―
3. 非常通報設備	(1) 電線	―

影響評価の流れ（1/2）

- 2段階の評価法
  - 「STEP1」と「STEP2」
- 「STEP1」: 簡易なモデル化・手法による評価
- 「STEP2」: より詳細なモデル化・手法による個別評価
- いずれの評価法より開始可



影響評価の流れ（2/2）

- 「STEP1」
  - 慣性力による影響評価
    - 構造物の簡易なモデル化・手法による評価手順を提示
    - 上記手順により以下をパラメータとした評価結果を提示
      - 地震動特性（地震タイプ，地盤種別，震度）
      - 構造仕様（寸法，形式）
      - 地盤条件
  - 液状化による影響評価
    - 地震タイプ，震度，地盤条件を入力条件とした液状化判定手順を提示
  - 事業者は上記手順や評価結果から影響評価が可能
- 「STEP2」
  - 「STEP1」よりも更に詳細なモデル化・手順による個別評価
  - 個別評価の手順を例示（事業者は任意のモデル化・手法により，評価が可能）

影響評価の概要　～流出油等防止堤を例～

- 流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造）
  - 目地部とコーナー部に着目
  - 防止堤形状，地上高さを把握
  - 地盤条件（地盤種別，表層N値，液状化の程度）を把握
  - 地震ハザード（地震タイプと想定震度）を調査
  - 評価表の中から上記に該当するものを選定。被害の発生の可能性を評価
  - より詳細なモデル化・手法により個別評価も可

＜例示＞

・形状：鉄筋コンクリート造
・躯体地上高さ：H＝1000
・地震タイプと想定震度：プレート境界型，震度6強
・地盤条件：Ⅱ種地盤，表層N値＝3，液状化程度（中）

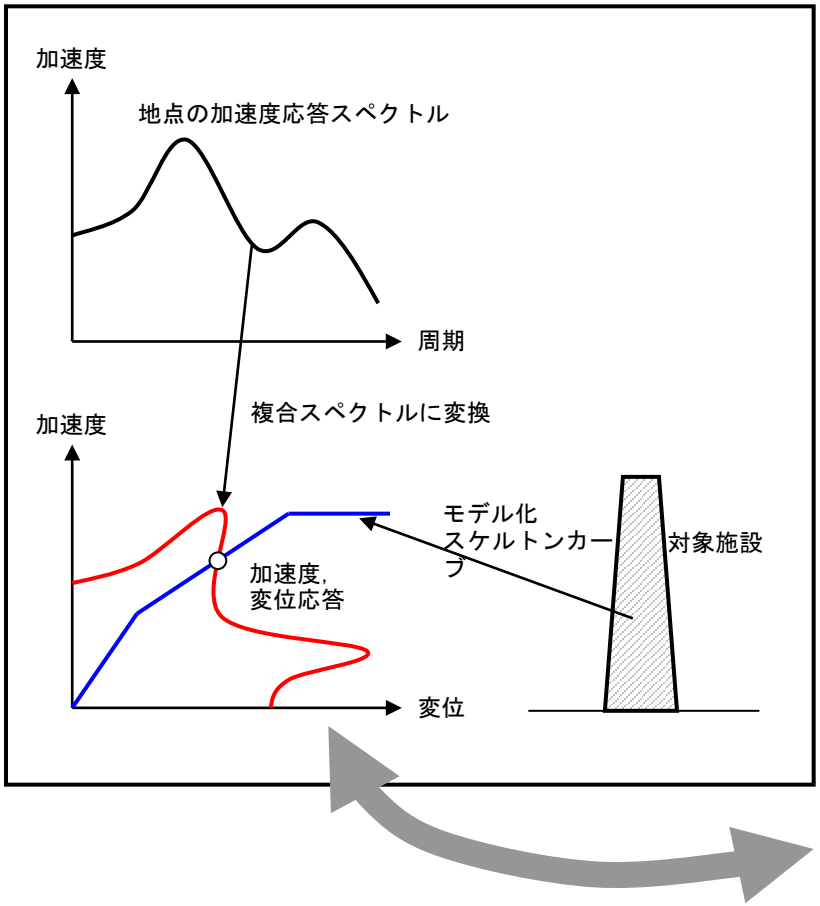
ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.94	0.32	0.18	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
2			6弱	1.78	0.60	0.34	0.15	0.07	0.05	0.04	0.03
3			6強	4.06	1.37	0.77	0.33	0.15	0.10	0.07	0.06
4			7	11.09	3.71	2.24	0.96	0.40	0.25	0.18	0.14
5		Ⅱ種地盤	5強	0.89	0.26	0.15	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01
6			6弱	1.62	0.49	0.27	0.13	0.06	0.04	0.03	0.03
7			6強	3.48	1.03	0.55	0.24	0.11	0.07	0.06	0.05
8			7	9.43	3.13	1.61	0.66	0.28	0.17	0.13	0.10
9		Ⅲ種地盤	5強	0.79	0.22	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
10			6弱	1.48	0.41	0.23	0.11	0.05	0.03	0.03	0.02
11			6強	3.21	0.82	0.45	0.20	0.09	0.06	0.05	0.04
12			7	9.14	2.30	1.18	0.49	0.21	0.13	0.10	0.08
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	1.28	0.29	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
14			6弱	2.64	0.56	0.28	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02
15			6強	7.00	1.36	0.60	0.22	0.09	0.06	0.04	0.03
16			7	18.21	4.78	2.04	0.62	0.21	0.12	0.08	0.06
17		Ⅱ種地盤	5強	0.92	0.21	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
18			6弱	1.76	0.40	0.20	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
19			6強	4.58	0.79	0.38	0.16	0.07	0.04	0.03	0.02
20			7	15.45	2.58	1.07	0.35	0.13	0.08	0.06	0.05
21		Ⅲ種地盤	5強	0.82	0.19	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
22			6弱	1.54	0.34	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
23			6強	3.59	0.67	0.34	0.14	0.06	0.04	0.03	0.02
24			7	12.76	1.93	0.81	0.28	0.11	0.07	0.05	0.04

目地部に被害が発生する可能性がある

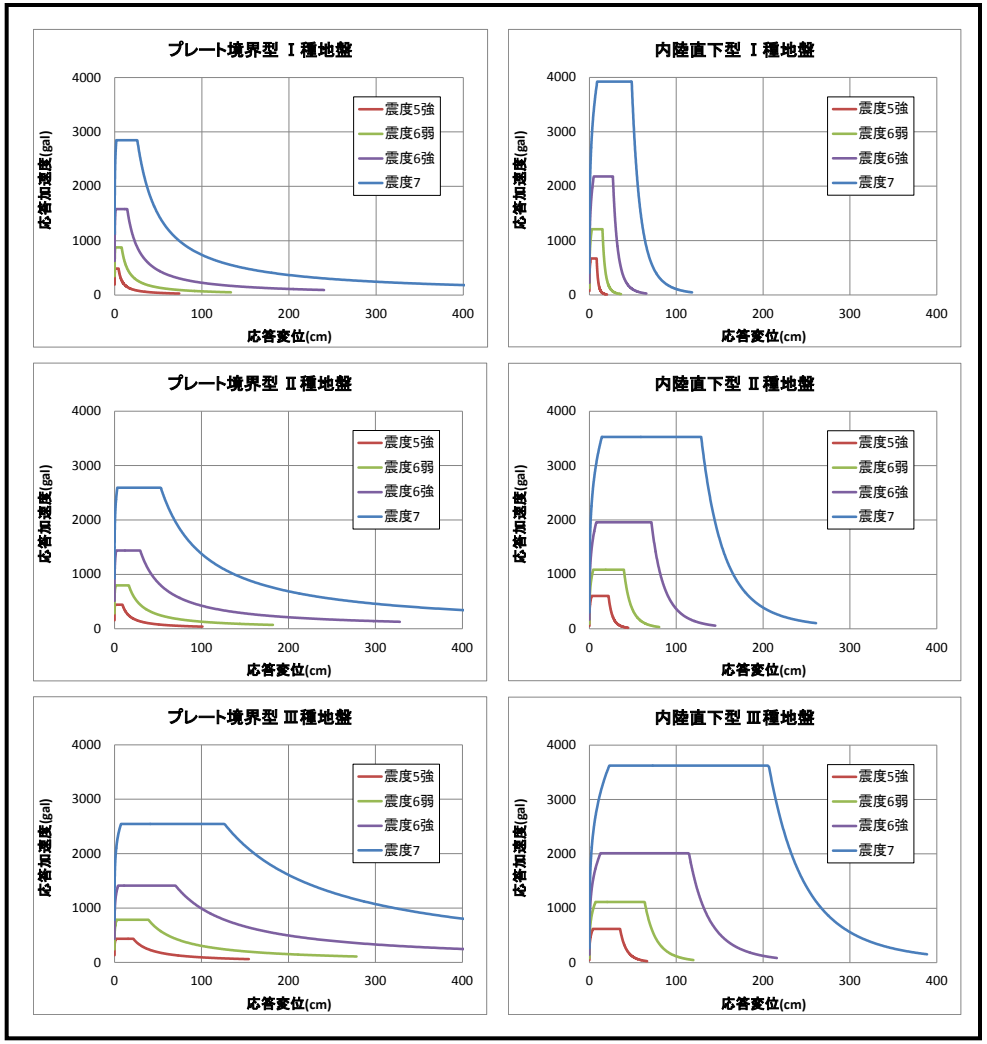
影響評価手順（STEP1） ～慣性力の影響が支配的なもの～

- 複合スペクトルによる応答評価方法

評価方法



複合スペクトル



影響評価手順（STEP1） ～慣性力の影響が支配的なもの～

● 流出油等防止堤（一般部）の影響評価

評価フロー

START

防止堤のモデル
（線材＋バネモデル）

地震タイプ/地盤種別/震度別の
複合スペクトル

↓

応答値（頂部変位，加速度）の算出

↓

被害発生の閾値（頂部変位）の設定

↓

影響評価
（応答値と被害発生の閾値との比較）

↓

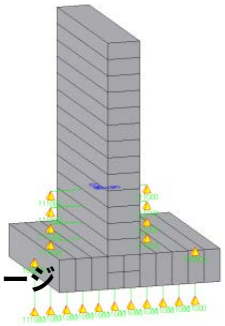
END

項目	パラメータ
・躯体の地上高さ	H＝1000mm，500mm
・形状	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土
・震度	5強，6弱，6強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型
・表層N値	1,3，5，10，20，30，50
・液状化程度	無，中，大

評価表（例）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.34	0.10	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
2			6弱	0.65	0.19	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01
3			6強	1.47	0.41	0.22	0.10	0.05	0.04	0.03	0.03
4			7	4.01	1.22	0.64	0.27	0.12	0.08	0.06	0.05
5		Ⅱ種地盤	5強	0.29	0.08	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
6			6弱	0.53	0.15	0.09	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
7			6強	1.15	0.30	0.17	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
8			7	3.41	0.84	0.44	0.19	0.09	0.06	0.05	0.04
9		Ⅲ種地盤	5強	0.24	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
10			6弱	0.46	0.13	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
11			6強	0.89	0.25	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02
12			7	2.56	0.61	0.32	0.14	0.07	0.05	0.04	0.03
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.32	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
14			6弱	0.62	0.14	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
15			6強	1.54	0.29	0.14	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01
16			7	5.43	0.86	0.37	0.13	0.06	0.04	0.03	0.03
17		Ⅱ種地盤	5強	0.23	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.45	0.10	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
19			6強	0.90	0.20	0.10	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
20			7	2.94	0.46	0.21	0.09	0.04	0.03	0.02	0.02
21		Ⅲ種地盤	5強	0.21	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.39	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
23			6強	0.76	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
24			7	2.20	0.36	0.18	0.07	0.04	0.02	0.02	0.02

赤枠：目地部の被害発生（変位0.8cm以上）

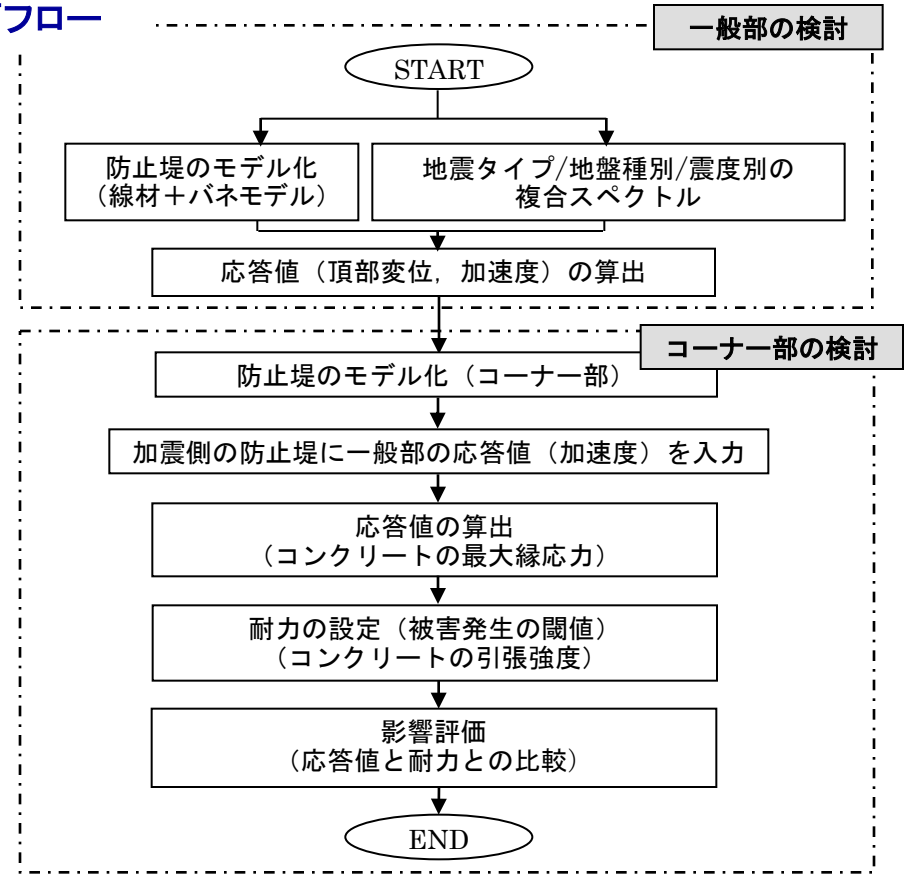


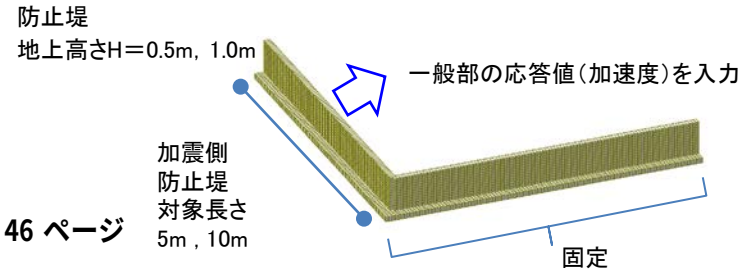
<例：Case1>
地上H=1000
底盤厚=200mm
壁厚=200mm
土被り=300mm
張出し=300，500mm

影響評価手順（STEP1） ～慣性力の影響が支配的なもの～

● 流出油等防止堤（コーナー部）の影響評価

評価フロー





項目	パラメータ
・躯体の地上高さ	H＝1000mm，500mm
・加震側壁体長さ	L＝10m，5m
・震度	5強，6弱，6強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型
・表層N値	1,3，5，10，20，30，50
・液状化程度	無，中，大

評価表（例）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
2			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
3			6強	×	－	－	－	－	－	－	－
4			7	×	×	×	×	－	－	－	－
5		Ⅱ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
6			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
7			6強	×	－	－	－	－	－	－	－
8			7	×	×	×	－	－	－	－	－
9		Ⅲ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
10			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
11			6強	－	－	－	－	－	－	－	－
12			7	×	×	－	－	－	－	－	－
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
14			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
15			6強	×	－	－	－	－	－	－	－
16			7	×	×	×	－	－	－	－	－
17		Ⅱ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
18			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
19			6強	－	－	－	－	－	－	－	－
20			7	×	－	－	－	－	－	－	－
21		Ⅲ種地盤	5強	－	－	－	－	－	－	－	－
22			6弱	－	－	－	－	－	－	－	－
23			6強	－	－	－	－	－	－	－	－
24			7	×	－	－	－	－	－	－	－

赤枠：コーナー部の被害発生（コンクリートの引張耐力以上）

影響評価手順（STEP1） ～慣性力の影響が支配的なもの～

- 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鉄筋コンクリート造）の影響評価

評価フロー

START

↓

貯水槽（鉄筋コンクリート造）のモデル化

↓

モデルへの荷重の作用

＜静的荷重＞
自重，静水圧，土圧

＜動的荷重1（ステージ1）＞

〇躯体の慣性力（剛体周期）
〇内水の動水圧（剛体周期）
・半地下の剛な地中構造物であるため固有周期0.01秒として加速度応答スペクトルから応答加速度，水平震度を算定

＜動的荷重2（ステージ2）＞

〇内水の動水圧（ｽﾛｯｼﾝｸﾞ周期）
・加速度応答スペクトルにより内水のスロッシング周期から応答加速度，水平震度を設定
・スロッシングの際の躯体慣性力は省略

↓

応答値の算出
（コンクリート最大縁応力，曲げ応力）

↓

耐力の設定（被害発生の閾値）
（コンクリートの引張強度，降伏曲げ耐力）

↓

影響評価
（応答値※と耐力との比較）
※ステージ1とステージ2のうち最大値

↓

END

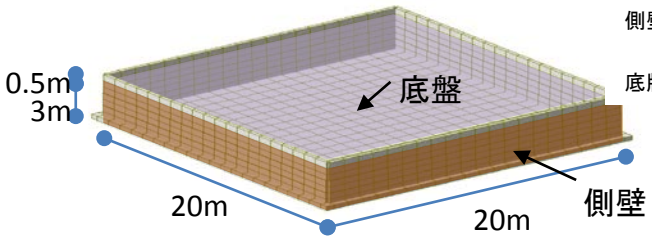
項目	パラメータ
・震度	5強，6弱，6強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型

評価表

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	コンクリートひび割れ		鉄筋降伏	
				最大縁応力度 (N/mm^2)	ひび割れの発生	最大曲げ応力 (kNm)	降伏の発生
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.2	－	46.8	－
2			震度6弱	2.0	－	67.8	○
3			震度6強	3.1	○	105.8	○
4			震度7	5.2	○	174.1	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	1.2	－	42.0	－
6			震度6弱	1.7	－	59.2	○
7			震度6強	2.7	○	90.3	○
8			震度7	4.4	○	146.3	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	1.1	－	38.8	－
10			震度6弱	1.5	－	53.4	－
11			震度6強	2.3	○	79.8	○
12			震度7	3.8	○	127.3	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.0	－	34.8	－
14			震度6弱	1.3	－	46.3	－
15			震度6強	2.0	－	66.9	○
16			震度7	3.1	○	104.1	○
17		Ⅱ種地盤	震度5強	0.9	－	31.1	－
18			震度6弱	1.1	－	39.6	－
19			震度6強	1.6	－	55.0	－
20			震度7	2.5	○	82.5	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	0.8	－	29.9	－
22			震度6弱	1.1	－	37.4	－
23			震度6強	1.5	－	51.0	－
24			震度7	2.2	○	75.4	○

赤枠：コンクリートひび割れの被害（縁応力度2.1N/mm^{2}以上）
緑枠：鉄筋降伏の被害（最大曲げ応力56.2kNm以上）

注）表は，応力の大きいステージ1の値を示す



側壁厚：上部0.25m～
下部0.35m
底版厚：0.35m

影響評価手順（STEP1） ～慣性力の影響が支配的なもの～

- 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鋼製地上タンク）の影響評価

項目	パラメータ
・震度	5強，6弱，6強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型

評価フロー

START

貯水槽（鋼製地上タンク）のモデル化

モデルへの荷重の作用

＜静的荷重＞
自重，静水圧，土圧

＋

＜動的荷重1（ステージ1）＞
〇躯体の慣性力
・加速度応答スペクトルにより構造体の周期から応答加速度，水平震度を設定

＋

＜動的荷重2（ステージ2）＞
〇内水の動水圧
・加速度応答スペクトルにより内水のスロッシング周期から応答加速度，水平震度を設定

応答値の算出
・鋼板：鋼材の応力（引張，座屈）
・アンカーボルト：鋼棒の引抜力

耐力の設定（被害発生の閾値）
・鋼板：鋼材の降伏応力，座屈安全率
・アンカーボルト：鋼棒の降伏耐力，破断耐力

影響評価
応答値※と耐力との比較
※ステージ1とステージ2のうち最大値

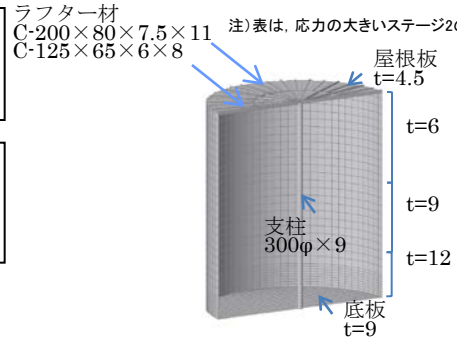
END

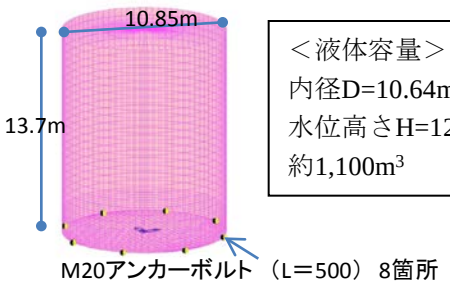
評価表

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	最大縁応力度 (N/mm²)	鋼材 降伏発生	鋼材 座屈発生	支点最大引抜力 (kN)	アンカーボルト 降伏	アンカーボルト 破断
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	148	－	－	10	－	－
2			震度6弱	168	－	－	67	○	－
3			震度6強	－	○	－	73	○	－
4			震度7	－	○	－	149	○	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	162	－	－	34	－	－
6			震度6弱	－	○	－	68	○	－
7			震度6強	－	○	－	94	○	－
8			震度7	－	○	－	279	○	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	200	－	－	68	○	－
10			震度6弱	－	○	－	79	○	－
11			震度6強	－	○	－	200	○	○
12			震度7	－	○	－	410	○	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	145	－	－	0	－	－
14			震度6弱	149	－	－	11	－	－
15			震度6強	170	－	－	67	○	－
16			震度7	－	○	－	73	○	－
17		Ⅱ種地盤	震度5強	155	－	－	26	○	－
18			震度6弱	222	－	－	68	○	－
19			震度6強	－	○	－	85	○	－
20			震度7	－	○	－	229	○	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	171	－	－	67	○	－
22			震度6弱	－	○	－	74	○	－
23			震度6強	－	○	－	155	○	○
24			震度7	－	○	－	411	○	○

赤枠：鋼材の降伏被害（縁応力度235N/mm²以上）
茶枠：ボルトの降伏被害（引抜力度61kN以上）
青枠：ボルトの破断被害（引抜力104kN以上）

注）表は，応力の大きいステージ2の値を示す





＜液体容量＞
内径D=10.64m,
水位高さH=12.4m
約1,100m³

影響評価手順（STEP1） ～液状化の影響が支配的なもの～

- 液状化による影響と評価フロー

液状化による影響

施設			液状化による影響
大項目	中項目	小項目	
流出油防止堤	盛土構造	―	沈下，段差
消火用屋外給水施設	配管類	地上配管	基礎沈下（液状化）に伴う傾斜
		埋設配管	漏水
	貯水槽	鋼製タンク（地上）	基礎傾斜（直接基礎）
	加圧送水設備	―	基礎沈下（液状化）に伴う傾斜
非常通報設備	電線	電柱上	電柱傾斜（液状化）に伴う断線

P_L値	影響
P_L>15	液状化の程度（大）
5＜P_L≦15	液状化の程度（中）
0＜P_L≦5	液状化の程度（小）
P_L=0	液状化なし

評価フロー

START

- 地震タイプ
（プレート境界型，内陸直下型）
- 震度（5強～7）の決定

- 深さ20mまでのN値
- 地下水位を設定
（ボーリング柱状図等より）

- 設計震度K_Sの決定
Ks=PGA/g
I=0.59＋1.89・$\log_{10}$(PGA)

- 各土層の土質特性値の計算
  - 細粒分含有率Fcの算出
  - 有効土載圧換算N値N_1
  - 細粒分の影響補正係数N値⊿N

- 地震時せん断応力比Lの算出
L=rd･Ks･σv/σv′

- 動的せん断強度比Rの算出
R=Cw・RL

- 地震時せん断応力比Lと動的せん断強度比Rを比較
- FL= R/Lが1.0以下の土層について液状化が生じると判断

- F_Lより液状化指数P_Lを算定
- P_Lの値よる液状化の被害の程度を判定

$$P_L = \int_0^{20} (1 - FL)\cdot(10 - 0.5x)dx$$

END

影響評価手順（STEP1） ～液状化の影響が支配的なもの～

- 評価例と施設管理のポイント

評価例

想定震度	6弱
地震タイプ	I
地下水位	0 m
PL値	18.3
地表2m平均FL値	0.36
地盤種別（簡易式）	第二種 地盤

P_L値

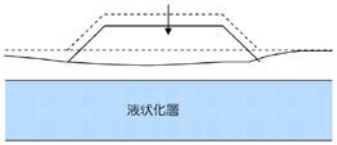
FL値	計測震度	深さX	N値	R	cw	RL	Na	N1	⊿N	FC(%)	L	rd	Ks	σv	σv'	ρt1	ρt2	ρt2'
0.26	5.9	1	4	0.35	1	0.35	23.8	8.6	15.2	39.8	1.37	0.985	0.6581	19	9	18.0	19.0	9.0
0.47	5.9	2	12	0.63	1	0.63	28.8	23.2	5.6	13.7	1.35	0.97	0.6581	38	18	18.0	19.0	9.0
3.26	5.9	3	23	4.33	1	4.33	40.3	40.3	0.0	0	1.33	0.955	0.6581	57	27	18.0	19.0	9.0
8.13	5.9	4	29	10.62	1	10.62	46.5	46.5	0.0	0	1.31	0.94	0.6581	76	36	18.0	19.0	9.0
0.91	5.9	5	22	1.17	1	1.17	32.5	32.5	0.0	0	1.29	0.925	0.6581	95	45	18.0	19.0	9.0
0.78	5.9	6	23	0.99	1	0.99	31.5	31.5	0.0	0	1.26	0.91	0.6581	114	54	18.0	19.0	9.0
0.46	5.9	7	22	0.57	1	0.57	28.1	28.1	0.0	0	1.24	0.895	0.6581	133	63	18.0	19.0	9.0
1.72	5.9	8	30	2.10	1	2.10	35.9	35.9	0.0	0	1.22	0.88	0.6581	152	72	18.0	19.0	9.0
3.12	5.9	9	35	3.75	1	3.75	39.4	39.4	0.0	0	1.20	0.865	0.6581	171	81	18.0	19.0	9.0
9.28	5.9	10	44	10.96	1	10.96	46.8	46.8	0.0	0	1.18	0.85	0.6581	190	90	18.0	19.0	9.0
14.81	5.9	11	50	17.18	1	17.18	50.3	50.3	0.0	0	1.16	0.835	0.6581	209	99	18.0	19.0	9.0
10.97	5.9	12	50	12.50	1	12.50	47.8	47.8	0.0	0	1.14	0.82	0.6581	228	108	18.0	19.0	9.0
16.53	5.9	13	56	18.49	1	18.49	50.9	50.9	0.0	0	1.12	0.805	0.6581	247	117	18.0	19.0	9.0
7.99	5.9	14	52	8.77	1	8.77	45.1	45.1	0.0	0	1.10	0.79	0.6581	266	126	18.0	19.0	9.0
6.15	5.9	15	52	6.62	1	6.62	43.1	43.1	0.0	0	1.08	0.775	0.6581	285	135	18.0	19.0	9.0
9.49	5.9	16	58	10.02	1	10.02	46.1	46.1	0.0	0	1.06	0.76	0.6581	304	144	18.0	19.0	9.0
7.49	5.9	17	58	7.75	1	7.75	44.2	44.2	0.0	0	1.04	0.745	0.6581	323	153	18.0	19.0	9.0
5.96	5.9	18	58	6.05	1	6.05	42.5	42.5	0.0	0	1.01	0.73	0.6581	342	162	18.0	19.0	9.0
4.79	5.9	19	58	4.76	1	4.76	40.9	40.9	0.0	0	0.99	0.715	0.6581	361	171	18.0	19.0	9.0
0.29	5.9	20	29	0.28	1	0.28	19.7	19.7	0.0	0	0.97	0.7	0.6581	380	180	18.0	19.0	9.0

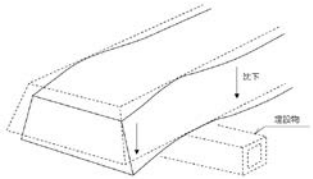
F_L値

施設管理のポイント

流出油等防止堤（盛土）

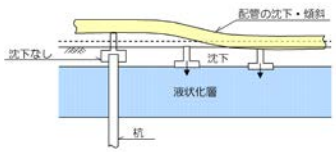
※：埋設物横断部付近の沈下

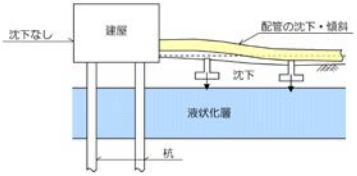




消火用屋外給水施設（地上配管）

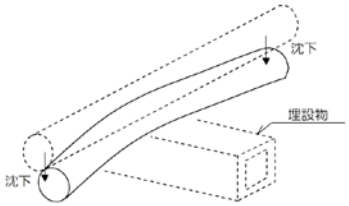
※：異種基礎間の取合部





消火用屋外給水施設（埋設配管）

※：埋設部横断部付近の沈下



影響評価手順（STEP2）

- より詳細なモデル化・手法による個別評価として位置づけ
  - 「STEP1」の結果に満足出来ない
  - より詳細なモデルでの検討が必要
- 事業者が任意のモデル化・手法により評価可能
- 参考として手順を例示

影響評価手順（STEP2）　～慣性力の影響が支配的なもの～

① 事業所において想定される**工学的基盤の入力地震動**を設定

② 施設付近のボーリング柱状図から**地盤を忠実にモデル化**

③ ②のモデルに対して，工学的基盤に①の地震動を入力し，**地震応答解析を実施**

④ 実構造物の仕様（形状寸法，部材厚など）から忠実に**モデル化**

⑤ 実構造物の支持条件からモデル上の**境界条件を設定**

⑥ ③より得られる地表の地震波に対して，**構造物の応答解析を実施**

⑦ ⑥より得られた構造物の応答と別途算定した耐力から**影響を評価**

影響評価手順（STEP2）　～液状化の影響が支配的なもの～

① 事業所において想定される**工学的基盤の入力地震動**を設定

② 施設付近のボーリング柱状図から**地盤を忠実にモデル化**

③ ②のモデルに対して，工学的基盤に①の地震動を入力し，**地震応答解析を実施**

④ ③より地盤の各層の**液状化を判定**

⑤ 液状化に伴う体積圧縮歪みの値に層厚を乗じて**沈下量を算定**

⑥ 沈下量の値から，影響が大きいと想定される箇所（例として異種基礎間）を**施設管理上のポイント**とする

特定防災施設等の地震による影響評価マニュアル（案）

平成 24 年 12 月

総務省消防庁特殊災害室

特定防災施設等の地震による影響評価マニュアル　目次

1.　はじめに …… 1

2.　適用範囲 …… 1

3.　影響評価対象 …… 1

4.　影響評価の流れ …… 2

5.　影響評価の概要 …… 4
5.1 流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造） …… 4
5.2 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鉄筋コンクリート造） …… 5
5.3 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鋼製地上タンク） …… 6

6.　影響評価手順（STEP1） …… 7
6.1 慣性力の影響が支配的なもの …… 7
6.1.1 複合スペクトルの設定 …… 8
6.1.2 流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造）の影響評価 …… 12
6.1.3 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鉄筋コンクリート造）の影響評価 …… 20
6.1.4 消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鋼製地上タンク）の影響評価 …… 24
6.2 液状化の影響が支配的なもの …… 29

7.　影響評価手順（STEP2） …… 37

評価表
Ⅰ．流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造，鉄筋コンクリート等（片側）併用盛土）
Ⅱ．流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造コーナー部）
Ⅲ．消火用屋外給水施設（貯水槽（鉄筋コンクリート造））
Ⅳ．消火用屋外給水施設（貯水槽（鋼製地上タンク））

１．はじめに

本マニュアルは，事業者が特定防災施設等に及ぼす地震動の影響を簡便に評価出来ることを目的として作成したものである。

本マニュアルでは，影響評価の手順を示し，その中で条件設定方法や評価法を示すとともに，施設の代表的な形状・仕様に対して，同手順により評価した結果を示す。この評価結果については，事業者が被害の大きさの相対的な判断に資するものとして位置づけ，事前対策の効率化や事後対応の確実化につなげるものとした。

なお，上記影響評価結果，並びに施設の重要性や代替性から個別の評価が必要な場合には，別途詳細な検討を行うことを示している。

２．適用範囲

本マニュアルでは，地震動による影響として慣性力や液状化による影響について評価するものであり，地震に伴う津波や側方流動による影響は対象外とする。

３．影響評価対象

本マニュアルに示す影響評価対象は，表-3.1 に示すものとする。

表-3.1　評価対象

大項目	中項目	小項目
1.流出油等防止堤	(1)鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	一般部
		一般部（片側併用盛土）
		コーナー部
	(2)盛土	－
2.消火用屋外給水施設	(1)消火栓（配管）	①地上配管
		②埋設配管
	(2)貯水槽	①鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造（半地下）
		②鋼製（地上ﾀﾝｸ）
	(3)加圧送水設備	－
3.非常通報設備	(1)回線	－

４．影響評価の流れ

影響評価は，地震動による影響のうち慣性力による影響が支配的なものと液状化による影響が支配的なものに分ける（表-4.1）。

表-4.1　施設に対して支配的な影響

大項目	中項目	支配的な影響
1.流出油等防止堤	(1)鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	慣性力
	(2)盛土	液状化
2.消火用屋外給水施設	(1)消火栓（配管）	液状化
	(2)貯水槽	
	①鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造（半地下）	慣性力
	②鋼製（地上ﾀﾝｸ）	慣性力（本体） 液状化（基礎）
	(3)加圧送水設備	液状化（基礎）
3.非常通報設備	(1)回線	液状化（電柱）

評価の流れを図-4.1 に示す。

慣性力の影響が支配的な施設に対しては，「STEP1」では構造物を簡易にモデル化し，これによる評価手順を示している。また同手順による評価結果を地震動特性（地震タイプ，地盤種別，震度），構造仕様（寸法，形式），地盤条件等をパラメータとした表形式にて整理している。そのため，事業者は，自事業所において想定される地震ハザードを設定し，施設の構造仕様，地盤条件などから影響評価を行うことが可能である。

一方，液状化の影響が支配的な施設に対しては，想定される地震ハザード，地盤条件を設定することにより液状化判定を行う評価手順を示している。

なお，「STEP1」による評価の際に，自施設の構造仕様が本マニュアルで設定したパラメータと大きく異なる，或いは「STEP1」における評価結果に満足できない場合やより詳細なモデルでの検討が必要であると判断される際には，個別の評価として「STEP2」を行うことも可能である。

「STEP2」は，「STEP1」よりも更に詳細なモデル化・手法により個別に評価を行うものとして位置づけ，事業所が任意のモデル化・手法により評価することを可能としている。

また，評価は事業者の判断により「STEP1」，「STEP2」の何れかより実施してもよいこととしている。

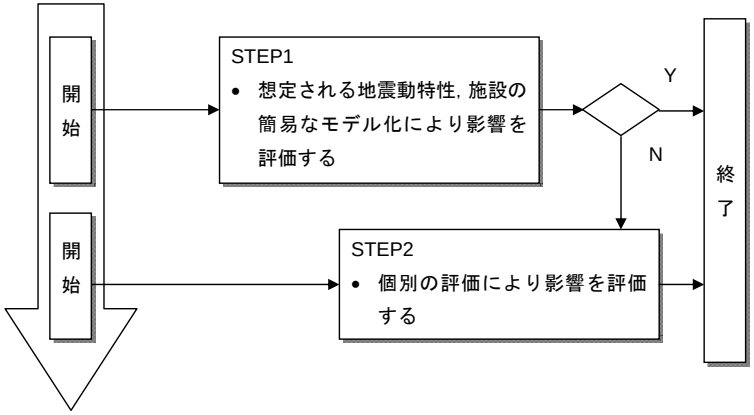


図-4.1　評価の流れ

５．影響評価の概要

5.1　流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造）

鉄筋コンクリート造の流出油防止堤の影響評価の概要を以下に示す。

① 鉄筋コンクリート造の流出油防止堤の影響評価は，目地部とコーナー部に着目して行う。

② 評価対象の防止堤の形状，躯体地上高さを把握する。

③ 評価対象の防止堤位置の地盤条件（地盤種別（Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種），表層 N 値，液状化の程度）を把握する。このうち，表層 N 値についてはボーリング柱状図から，液状化の程度については図-6.21 に示す液状化の評価フローを参考として設定する。

④ 事業所において想定される地震ハザード（地震タイプと想定震度）を事業所が属する自治体の地域防災計画，石油コンビナート等防災計画，或いは地震ハザードステーション「J-shis」等を用いて調査する。

⑤ 予め作成した評価表（別添）の中から，評価対象の防止堤の形状，地上高さ，地震ハザード（地震タイプと想定震度），地盤条件（地盤種別，N 値，液状化の程度）に該当するものを選定する。

⑥ 該当するものが，表中の赤枠内であれば被害が発生する可能性があるので対策を行う。或いは，詳細なモデル化・手法により個別に評価を行う。

＜例示＞

・形状：鉄筋コンクリート造
・躯体地上高さ：H＝1000
・地震タイプと想定震度：プレート境界型，震度６強
・地盤条件：Ⅱ種地盤，表層Ｎ値＝3，液状化程度（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.94	0.32	0.18	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
2			6弱	1.78	0.60	0.34	0.15	0.07	0.05	0.04	0.03
3			6強	4.06	1.37	0.77	0.33	0.15	0.10	0.07	0.06
4			7	11.09	3.71	2.24	0.96	0.44	0.25	0.18	0.14
5		Ⅱ種地盤	5強	0.89	0.26	0.15	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01
6			6弱	1.62	0.49	0.27	0.13	0.06	0.04	0.03	0.03
7			6強	3.48	1.03	0.55	0.24	0.11	0.07	0.06	0.05
8			7	9.43	3.13	1.61	0.66	0.28	0.17	0.13	0.10
9		Ⅲ種地盤	5強	0.79	0.22	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
10			6弱	1.48	0.41	0.23	0.11	0.05	0.03	0.03	[illegible]
11			6強	3.21	0.82	0.45	0.20	0.09	0.06	0.05	[illegible]
12			7	9.14	2.30	1.18	0.49	0.21	0.13	0.10	[illegible]
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	1.28	0.29	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01	[illegible]
14			6弱	2.64	0.56	0.28	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02
15			6強	7.00	1.36	0.60	0.22	0.09	0.06	0.04	0.03
16			7	18.21	4.78	2.04	0.62	0.21	0.12	0.08	0.06
17		Ⅱ種地盤	5強	0.92	0.21	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
18			6弱	1.76	0.40	0.20	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
19			6強	4.58	0.79	0.38	0.16	0.07	0.04	0.03	0.02
20			7	15.45	2.58	1.07	0.35	0.13	0.08	0.06	0.05
21		Ⅲ種地盤	5強	0.82	0.19	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
22			6弱	1.54	0.34	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
23			6強	3.59	0.67	0.34	0.14	0.06	0.04	0.03	0.02
24			7	12.76	1.93	0.81	0.28	0.11	0.07	0.05	0.04

目地部に被害が発生する可能性がある

5.2　消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鉄筋コンクリート造）

貯水槽（鉄筋コンクリート造）の影響評価の概要を以下に示す。

① 評価対象の貯水槽位置の地盤条件（地盤種別（Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種））を把握する。

② 事業所において想定される地震ハザード（地震タイプと想定震度）を事業所が属する自治体の地域防災計画，石油コンビナート等防災計画，或いは地震ハザードステーション「J-shis」等を用いて調査する。

③ 予め作成した評価表（別添）の中から，地震ハザード（地震タイプと想定震度），地盤条件（地盤種別）に該当するものを選定する。

④ 該当するものが，表中の赤枠内であればコンクリートにひび割れが発生する可能性があり，緑枠内であれば鉄筋降伏する可能性があるので対策を行う。或いは，詳細なモデル化・手法により個別に評価を行う。

＜例示＞

・地震タイプと想定震度：プレート境界型，震度６強
・地盤条件：Ⅱ種地盤

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	コンクリートひび割れ		鉄筋降伏	
				最大縁応力 (N/mm^2)	ひび割れの	最大曲げ応力 (kNm)	降伏の発生
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.2	－	46.8	－
2			震度6弱	2.0	－	67.8	○
3			震度6強	3.1	○	105.8	○
4			震度7	5.2	○	174.1	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	1.2	－	42.0	－
6			震度6弱	1.7	－	59.2	○
7			震度6強	2.7	○	90.3	○
8			震度7	4.4	○	146.3	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	1.1	－	38.8	－
10			震度6弱	1.5	－	53.4	－
11			震度6強	2.3	○	79.8	○
12			震度7	3.8	○	127.3	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.0	－	34.8	－
14			震度6弱	1.3	－	46.3	－
15			震度6強	2.0	－	66.9	○
16			震度7	3.1	○	104.1	○
17		Ⅱ種地盤	震度5強	0.9	－	31.1	－
18			震度6弱	1.1	－	39.6	－
19			震度6強	1.6	－	55.0	－
20			震度7	2.5	○	82.5	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	0.8	－	29.9	－
22			震度6弱	1.1	－	37.4	－
23			震度6強	1.5	－	51.0	－
24			震度7	2.2	○	75.4	○

コンクリートのひび割れ，鉄筋の降伏の可能性がある

5.3　消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鋼製地上タンク）

貯水槽（鋼製地上タンク）の影響評価の概要を以下に示す。

① 貯水槽（鋼製地上タンク）の影響評価は，鋼材とアンカーボルトに着目して行う。

② 評価対象の貯水槽位置の地盤条件（地盤種別（Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種））を把握する。

③ 事業所において想定される地震ハザード（地震タイプと想定震度）を事業所が属する自治体の地域防災計画，石油コンビナート等防災計画，或いは地震ハザードステーション「J-shis」等を用いて調査する。

④ 予め作成した評価表（別添）の中から，地震ハザード（地震タイプと想定震度），地盤条件（地盤種別）に該当するものを選定する。

⑤ 該当するものが，表中の赤枠内であれば鋼材が降伏する可能性があり，茶枠内，青枠内であればアンカーボルトが降伏・破断する可能性があるので対策を行う。或いは，詳細なモデル化・手法により個別に評価を行う。

＜例示＞

・地震タイプと想定震度：プレート境界型，震度６強
・地盤条件：Ⅱ種地盤

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	最大縁応力 (N/mm^2)	鋼材		支点最大引抜力 (kN)	アンカーボルト	
					降伏発生	座屈		降伏	破断
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	148	－	－	10	－	－
2			震度6弱	168	－	－	67	○	－
3			震度6強	－	○	－	73	○	－
4			震度7	－	○	－	149	○	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	162	－	－	34	－	－
6			震度6弱	－	○	－	68	○	－
7			震度6強	－	○	－	94	○	－
8			震度7	－	○	－	279	○	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	200	－	－	68	○	－
10			震度6弱	－	○	－	79	○	－
11			震度6強	－	○	－	200	○	○
12			震度7	－	○	－	410	○	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	145	－	－	0	－	－
14			震度6弱	149	－	－	11	－	－
15			震度6強	170	－	－	67	○	－
16			震度7	－	○	－	73	○	－
17		Ⅱ種地盤	震度5強	155	－	－	26	○	－
18			震度6弱	222	－	－	68	○	－
19			震度6強	－	○	－	85	○	－
20			震度7	－	○	－	229	○	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	171	－	－	67	○	－
22			震度6弱	－	○	－	74	○	－
23			震度6強	－	○	－	155	○	○
24			震度7	－	○	－	411	○	○

鋼材，アンカーボルトの降伏の可能性がある

６．影響評価手順（STEP1）

6.1　慣性力の影響が支配的なもの

対象施設の地震動（慣性力）による影響を表-6.1 に示す。

また，地震動（慣性力）による影響を評価するための地震動特性の設定は，表-6.2 に示すパラメータの組み合わせによる複合スペクトルを設定する。

表-6.1　対象施設の地震動（慣性力）による影響

対象施設			慣性力による影響
大項目	中項目	小項目	
流出油等防止堤	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	一般部	目地部周辺のｺﾝｸﾘｰﾄ破壊
		コーナー部	コーナー部のｺﾝｸﾘｰﾄのひび割れ発生
消火用屋外給水施設	貯水槽	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造（半地下）	ｺﾝｸﾘｰﾄのひび割れ，鉄筋の降伏
		鋼製地上タンク	鋼板の降伏，座屈，アンカーボルトの降伏，破断

表-6.2　地震動特性の設定

項目	パラメータ
地震タイプ	Ⅰ：プレート境界型の地震 1) Ⅱ：内陸直下型地震 2)
地盤種別※	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
震度	5 強，6 弱，6 強，7

※　Ⅰ種：良好な洪積地盤および岩盤
Ⅱ種：Ⅰ種，Ⅲ種に属さない洪積地盤および沖積地盤
Ⅲ種：沖積地盤のうち軟弱地盤

1)　プレート境界で生じる発生頻度が低い海洋性の地震
2)　兵庫県南部地震のような内陸直下で生じる発生頻度が極めて低い地震

6.1.1　複合スペクトルの設定

(1)複合スペクトルによる応答評価

構造物のモデル化はスケルトンカーブ（横軸は変位，縦軸は地震力に相当する加速度）で定義し，応答値（加速度，変位）はスケルトンカーブ上の点として与える。他方，地震力については，加速度応答スペクトル 3)を変換した複合スペクトル（横軸を変位，縦軸を加速度とし，加速度応答スペクトルから評価される）を設定する。スケルトンカーブと複合スペクトルの交点から，地震時の応答評価が可能となる。

地震タイプや震度，地盤種別に加速度応答スペクトルを定義することにより，これによる複合スペクトルを設定することが出来，施設の地震動特性に応じた応答評価が可能となる。

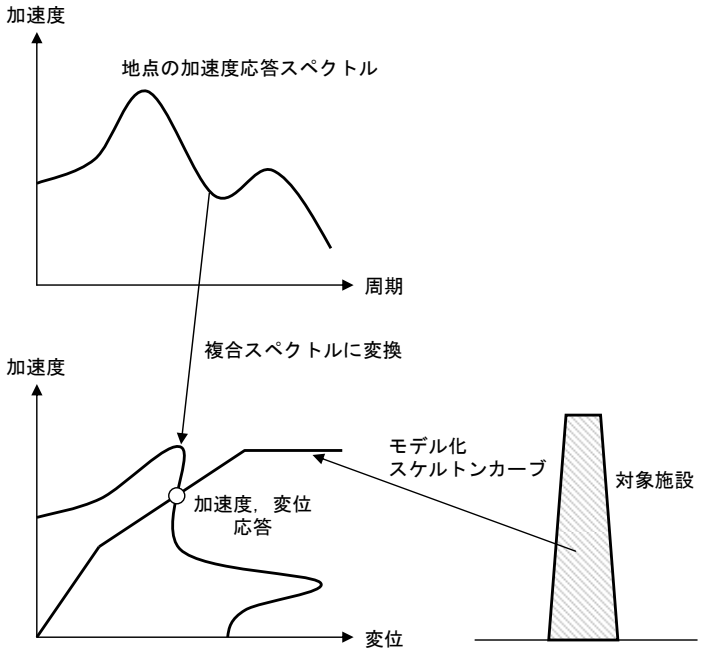


図-6.1　複合スペクトルによる応答評価のイメージ

3)　地震動に対して任意の固有周期及び減衰定数を持つ 1 自由度系の最大応答加速度をスペクトルで表したもの

(2) 複合スペクトルの作成

地震タイプ，地盤種別，震度別の加速度応答スペクトルを定義し，これによる複合スペクトルを作成する。

複合スペクトルは，横軸を変位，縦軸を加速度で表され，変位応答スペクトル，加速度応答スペクトルを周期ごとに関連づけ作成する。

手順として，加速度応答スペクトルから，各周期 T の加速度応答値 Sa を円振動数 ω=T/2π により 2 回積分を行い，変位応答値 Sd へ変換し，変位応答スペクトルを求める。次に，同一周期における Sa と Sd を周期 0.01 秒から 10 秒についてプロットして複合スペクトルを作成する。図-6.2 に作成例を，図-6.3～6.4 に地震タイプ，地盤種別，震度別の複合スペクトルを示す。

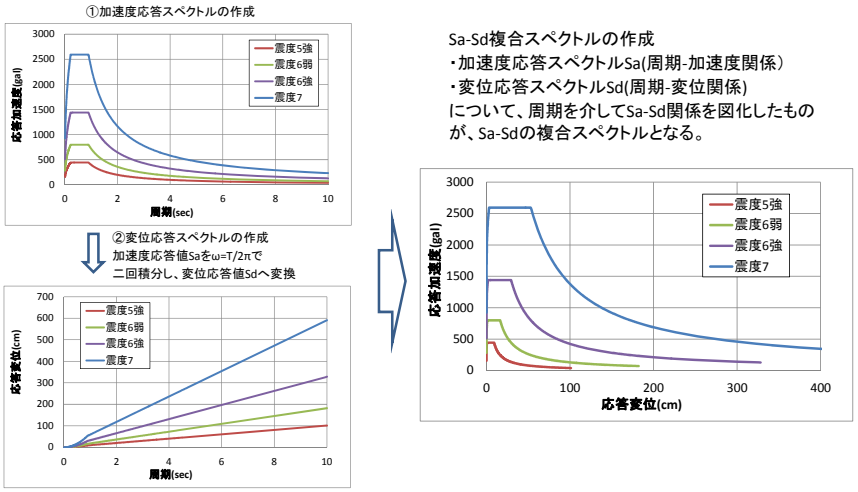


図-6.2　プレート境界型の地震，Ⅱ種地盤，震度別（5 強～7）の複合スペクトル作成例

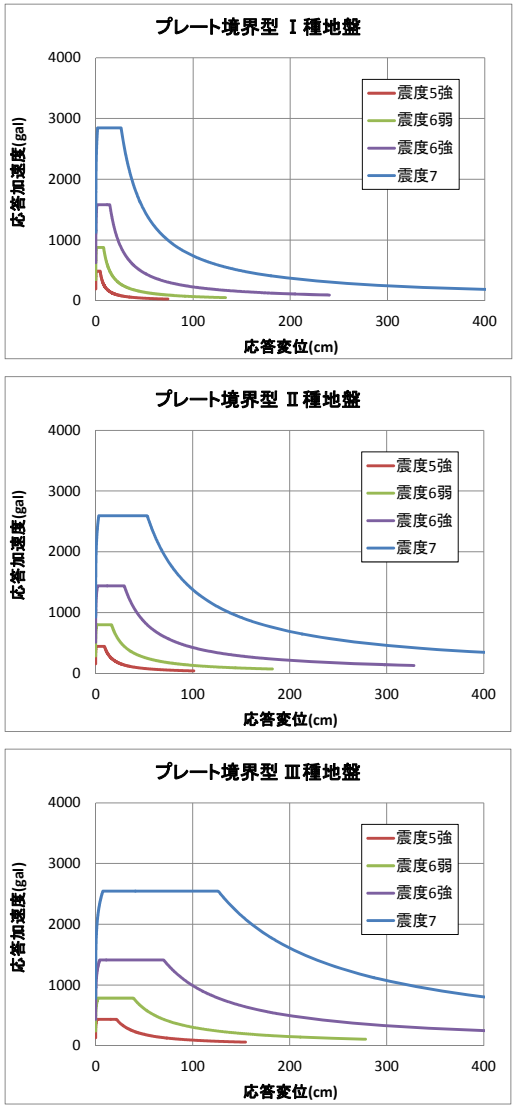


図-6.3　プレート境界型地震の複合スペクトル

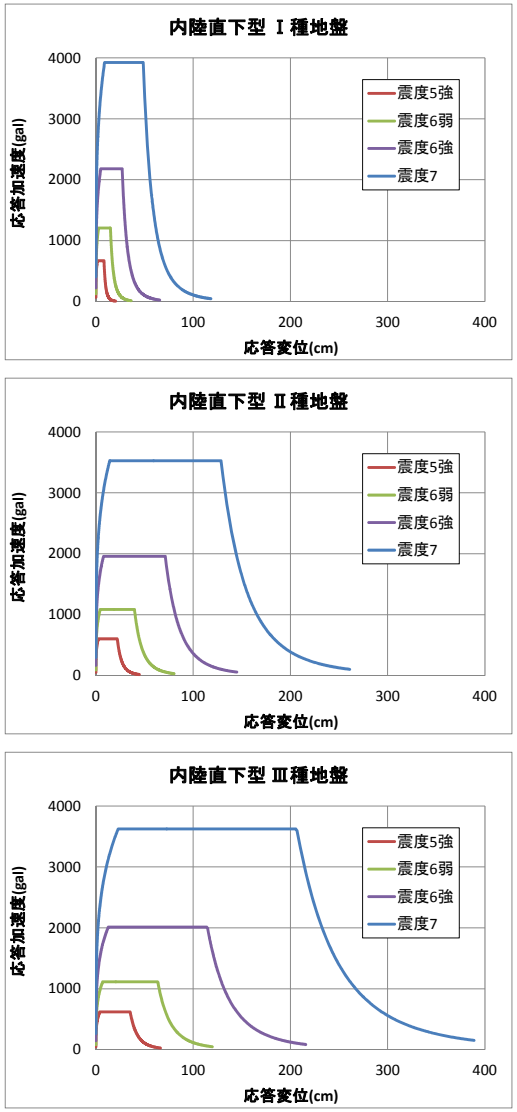


図-6.4　内陸直下型地震の複合スペクトル

6.1.2　流出油等防止堤（鉄筋コンクリート造）の影響評価

(1)一般部

①評価フロー

評価フローを図-6.5 に示す。図-6.5 より得られた影響評価結果に対して，事業所の防止堤構造，地震動特性を設定して影響評価を行う。

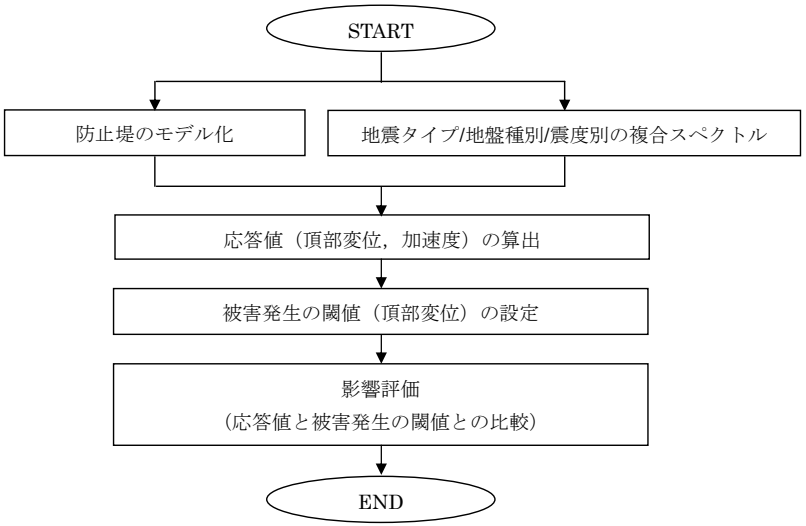


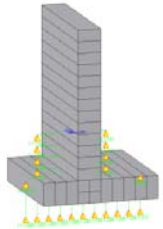
図-6.5　防止堤（一般部）の評価フロー

②評価モデル

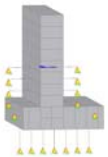
形状パラメータを表-6.3 に，解析モデルを図-6.6 に示す。

表-6.3　流出油等防止堤一般部（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）の形状パラメータ

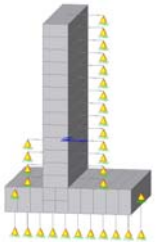
ケース	地上高さ	盛土
Case1	H=1000	－
Case2	H=500	－
Case3	H=1000	片側併用盛土
Case4	H=500	片側併用盛土



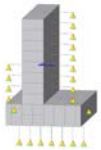
<Case1>
地上 H=1000
底盤厚=200mm
壁厚=200mm
土被り=300mm
張出し=300，500mm



<Case2>
地上 H=500
底盤厚=200mm
壁厚=200mm
土被り=300mm
張出し=150,350mm



<Case3>
地上 H=1000
片側併用盛土
底盤厚=200mm
壁厚=200mm
土被り=300，1300mm
張出し=300，500mm



<Case4>
地上 H=500
片側併用盛土
底盤厚=200mm
壁厚=200mm
土被り=300，800mm
張出し=150,350mm

＜モデル化＞
防止堤の慣性力による躯体の変形，地盤の抵抗，土被りによる拘束効果による全体系の応答を評価するため，右図のような線材+地盤バネモデルを作成した。
○ＲＣ躯体：線材モデル
○地盤の抵抗を圧縮専用バネとして設定（弾性）
○自重及び土被りの荷重を考慮
○慣性力として正負へ加速度増分解析（0G~4G）

＜地盤バネの設定＞
地盤バネにより，地盤の硬軟，液状化の影響を評価

圧縮専用バネ K_V（鉛直方向地盤バネ）

圧縮専用バネ K_H（水平方向地盤バネ）

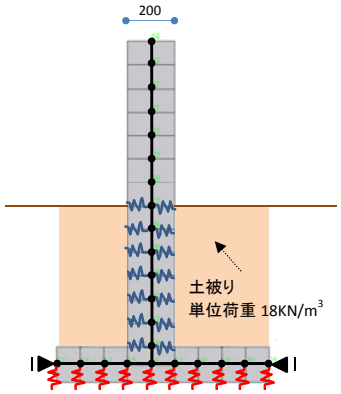


図-6.6　解析モデル

地盤バネは，防止堤の基礎版下の鉛直方向地盤バネ K_V と，壁版の土被り部分の水平方向地盤バネ K_H に分けられ，それぞれのバネの剛性（バネ値）は，地盤の硬さ（N 値[4] 等）や液状化の程度から評価する。またこれらのバネは土の圧縮側では抵抗し，引張側には抵抗しないと考えられるため，圧縮専用バネとして評価する。地盤バネ値は道路橋示方書（日本道路協会 2012 年）に示す方法で定める。

また，地震動により防止堤を支える地盤が液状化した場合，地盤の剛性が低下することが予測される。道路橋示方書では，液状化する地盤において液状化の程度に応じて土質定数（地盤反力係数等）を補正するものとして，当該土質の液状化抵抗率 F_L 値と低減係数 D_E 値の関係が提案されている（図-6.7）。

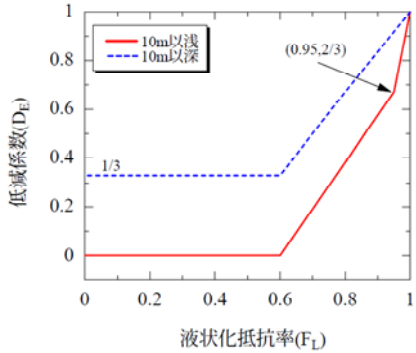


図-6.7　液状化抵抗率 F_L 値と低減係数 D_E 値の関係

液状化の判定において，液状化の程度が大の場合，低減係数は D_E＝0.4 を採用し，液状化の程度が中の場合，D_E＝0.6 を採用し，液状化が無い場合の地盤バネ値に乗じて低減を考慮する。

③応答値の算出

②によるモデルに慣性力を漸増させて解析し，スケルトンカーブを得る。また，スケルトンカーブと複合スペクトル（5.1.1 参照）から防止堤の応答値（頂部変位，加速度）を得る。解析例を図-5.8 に示す。図中のスケルトンカーブ上のポイントが応答値である。

4)　標準貫入試験において，ハンマーを自由落下させて 30cm 土中に打ち込むのに要する打撃回数。値が大きいほど地盤は硬い

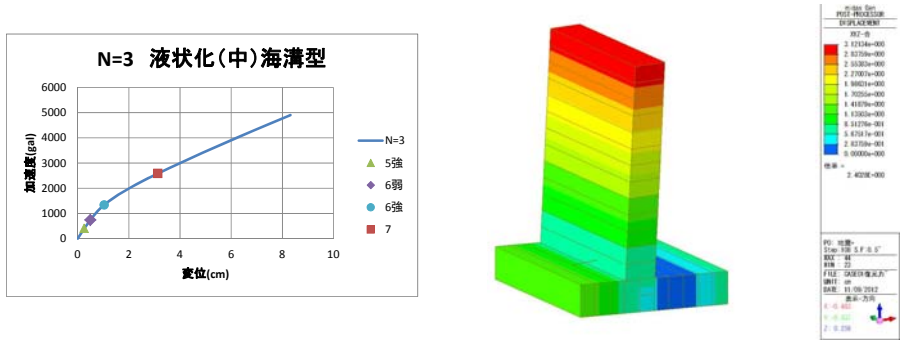


図-6.8　応答値の算出例

例）　震度別（5強，6弱，6強，7），地盤種別（Ⅱ種），地震タイプ別（海溝型），表層N値=3，液状化（中）

④被害発生の閾値の設定

観測記録の複合スペクトルから実構造物の応答値を推定すると頂部で 0.8cm の変位が推定される。被害の発生箇所である目地部を有限要素でモデル化（図-6.9 参照）し，これに頂部変位の 0.8cm を強制的に作用させて応力解析を行ったところ，目地部周辺ではコンクリートの圧縮応力度を超えることが分かった（図-6.10 参照）。これが，目地部コンクリートのひび割れや破損につながっていると考えられることから，この頂部変位の 0.8cm を被害発生の閾値として設定した。

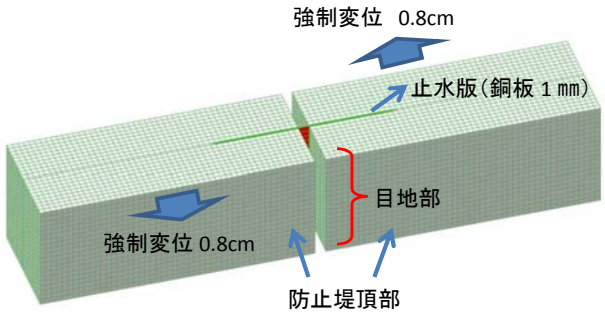


図-6.9　目地部の応力解析モデル（ソリッドモデル）

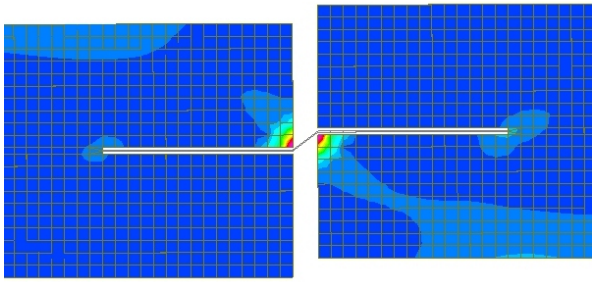


図-6.9　目地部の応力解析結果

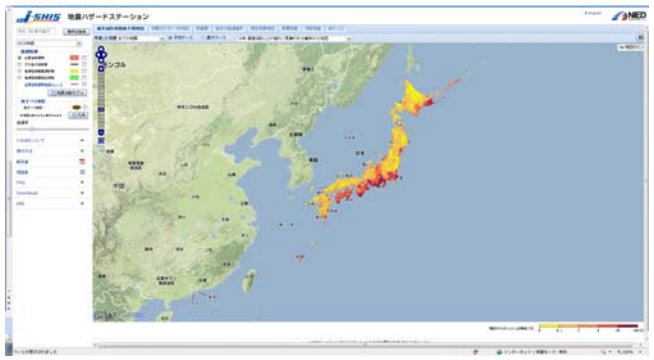
⑤影響評価

ⅰ）影響評価表

流出油等防止堤の形状，地震タイプ/地盤種別/震度別の複合スペクトル，更に表層地盤，液状化程度をパラメータとして応答値（頂部変位）を算定し，これと被害発生の閾値（＝頂部変位 0.8cm）とを比較することにより，影響評価を行うこととし，各パラメータの影響評価結果を巻末の評価表に示す。表中において，赤枠内は頂部変位が④にて実施した 0.8cm を越えることから被害が発生する可能性がある箇所である。

ⅱ）事業所の施設に対する影響評価

事業所の施設に対する影響は，事業所の防止堤構造と事業所サイトにおいて想定される地震ハザードから，前述の評価表を用いて評価する。地震ハザードは，事業所の属する自治体の地域防災計画，石油コンビナート等防災計画を基に，或いは(独)防災科学技術研究所（NIED）の地震ハザードステーション「J-shis」等を用いて，地震の発生確率や影響度を勘案して当該地点で想定される地震の震度，地震のタイプ（プレート境界型，内陸直下型）を設定する。



http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/

(2) コーナー部

①評価フロー

評価フローを図-6.10 に示す。コーナー部は，一般部の検討結果を用いて検討する。

得られた影響評価結果に対して，事業所の防止堤構造，地震動特性を設定して影響評価を行う。

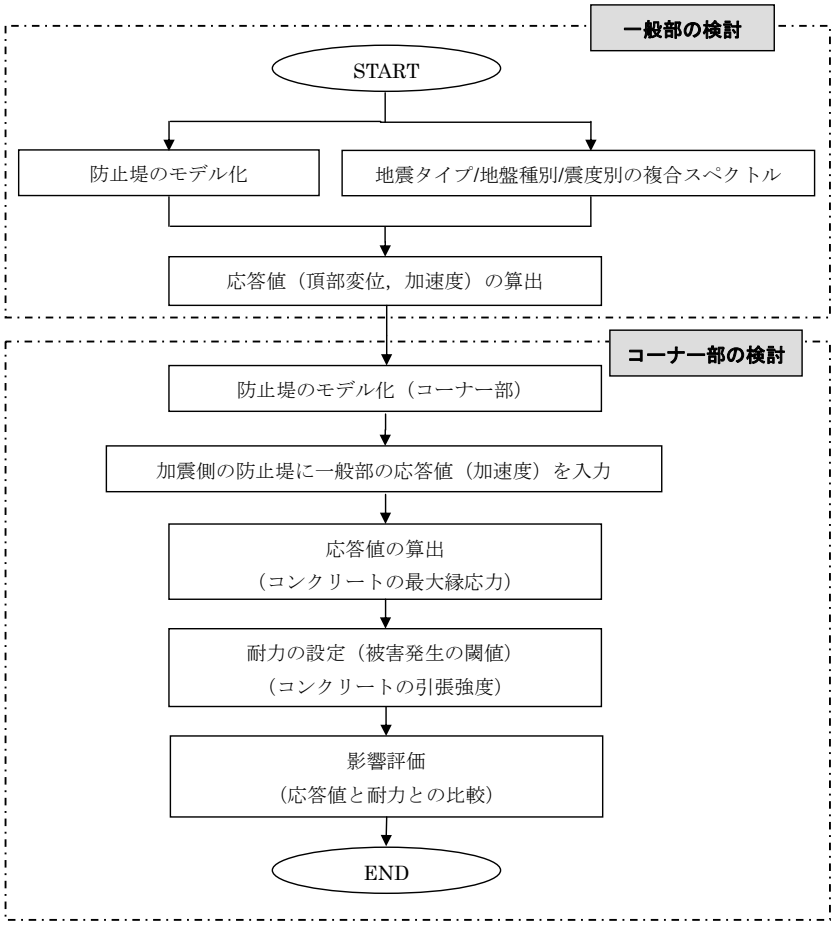


図-6.10　防止堤（コーナー部）の評価フロー

②評価モデル

形状パラメータを表-5.4 に，解析モデルを図-6.11 に示す。

表-5.4　流出油等防止堤コーナー部（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）の形状パラメータ

ケース	地上高さ	加震側延長
Case1	H=1000	5m
Case2	H=1000	10m
Case3	H=500	5m
Case4	H=500	10m

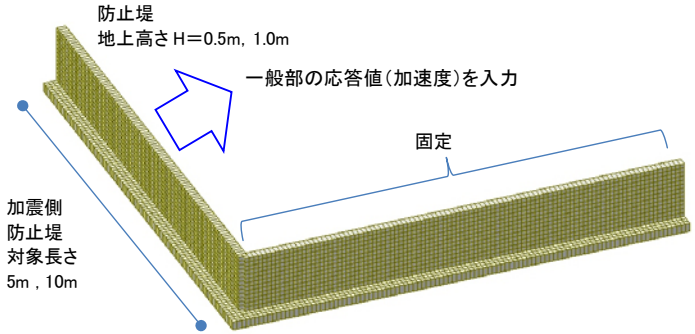


図-6.11　解析モデル

③応答値の算出と被害発生の閾値の設定

図-6.11 に示す解析モデルに一般部の応答値（加速度）を入力して応力解析を行う。解析結果の例を図-6.12 に示す。また，被害発生の閾値は，コンクリートの引張強度とする。引張強度はコンクリートの圧縮強度の 1/10 程度とする。

④影響評価

応答値（＝コンクリートの最大縁応力）と耐力（＝コンクリートの引張強度）とを比較することにより，影響評価を行う。

各パラメータの影響評価結果を巻末の評価表に示す。表中において，赤枠内はコンクリートの応力値が引張強度（＝2.1N/mm^2）を越えることから被害が発生する可能性がある箇所である。

事業所の施設に対する影響は，「(1)一般部」と同様に事業所の防止堤構造と事業所サイトにおいて想定される地震ハザードから，前述の評価表を用いて評価する。

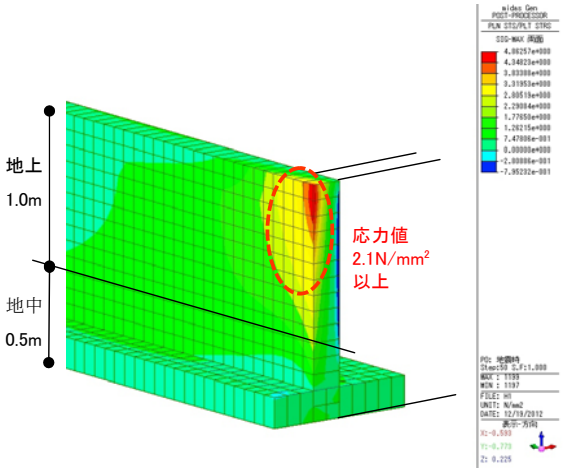


図-6.12　応力解析例

例）　震度7，地盤種別（Ⅱ種），地震タイプ別（プレート境界型），表層N値=3，液状化（中）

6.1.3　消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鉄筋コンクリート造）の影響評価

(1)評価フロー

評価フローを図-6.13 に示す。

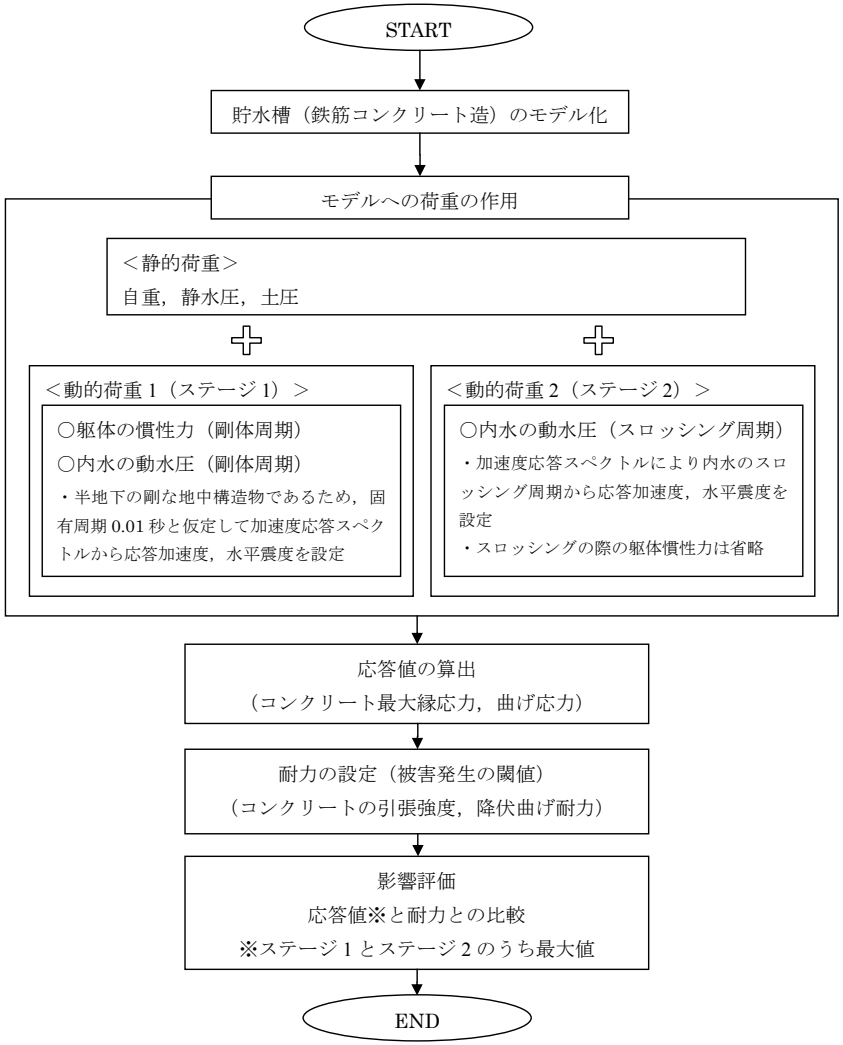


図-6.13　貯水槽（鉄筋コンクリート造）の評価フロー

(2) 評価モデル

解析モデルを図-6.14 に示す。同モデルに静的荷重として自重，静水圧，土圧を，動的荷重として躯体の慣性力，内水の動水圧を作用させる。

ここで動的荷重は，地震動のうち短周期時（ステージ 1）に作用する荷重と長周期時（ステージ 2）に作用する荷重に分ける。

ステージ 1 では，当該構造が地下構造物で剛体構造のため，地盤と同じ挙動を示すと仮定して固有周期 t=0.01 秒の時の加速度応答スペクトルから応答加速度を求めて水平震度を設定し，躯体の慣性力と内水の動水圧を算定する。

一方，ステージ 2 では，スロッシング[5)]による内水の動水圧を考慮する。内水のスロッシングによる固有周期は，下式によるものとし，この固有周期と応答加速度との関係から同様に応答加速度と水平震度を求め，これによる動水圧を算定する。なお，ステージ 2 では慣性力の影響は少ないと考えられることから，これを省略した。

直方体タンクのスロッシング固有周期は，下式による。

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\pi g}\coth\left(\frac{\pi H}{L}\right)}$$

H： 液深さ(m)

L：タンクの幅(m)

g：重力加速度（9.8m/sec²）

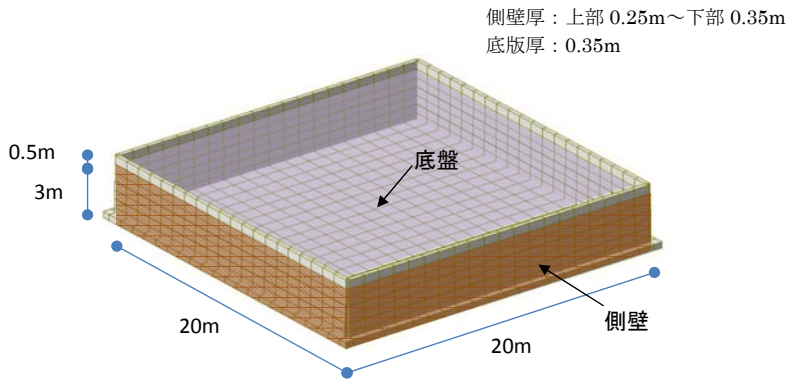


図-6.14　解析モデル

5）液体容器の振動により引き起こされる内容液の液面揺動

側壁および底盤に作用する動水圧は，「(社) 日本港湾協会　港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示す式を参考に算定する。

壁面に作用する動水圧は，直方体の形状を考慮して次式によって算定する。

$$Pdw_k = \pm\frac{7}{8}ck_n p_w g\sqrt{H_y}$$

Pdw_k：動水圧（kN/m²）

k_n：震度

$p_w g$：水の単位体積重量（kN/m³）

y：水面から動水圧を求める点までの深さ（m）

H：水深（m）

L：水が占める空間の振動方向の長さ（m）

c：補正係数

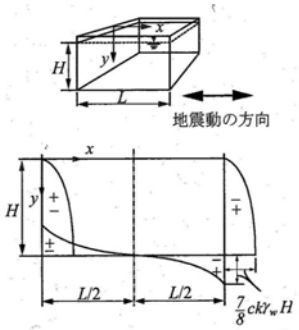
$\frac{L}{H} < 1.5$ のとき $c = \frac{L}{1.5H}$

$\frac{L}{H} \geq 1.5$ のとき $c = 1.0$

このとき底面に作用する動水圧は，次式により算定することができる。

$$Pdw_k = \pm\frac{7}{8}ck_n p_w gH\frac{\cos h\left(\frac{\pi}{2}\frac{x}{H}\right) - \cos h\left(\frac{\pi}{2}\cdot\frac{L-x}{H}\right)}{1-\cos h\left(\frac{\pi}{2}\frac{L}{H}\right)}$$

X：振動方向に垂直な壁面から動水圧を求める点までの距離（m）



(3) 応力解析の実施と被害発生の閾値の設定

応力解析を実施した例を図-6.15 に示す。また，被害発生の閾値は，コンクリートの引張強度と部材の降伏曲げ耐力とする。引張強度は，コンクリートの圧縮強度の 1/10 程度とする。

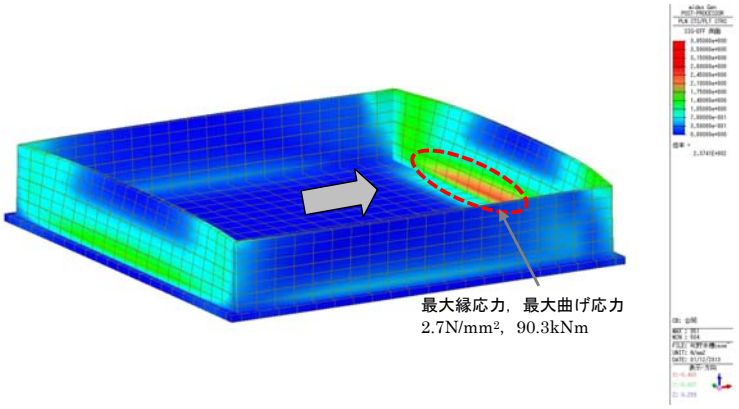


図-6.15　応力解析例（ステージ1）

例）　震度6強，地盤種別（Ⅱ種），地震タイプ別（プレート境界型）

(4) 影響評価

応答値（＝コンクリートの最大縁応力[6]，最大曲げ応力）と耐力（＝コンクリートの引張強度，部材の降伏曲げ耐力）を比較することにより，影響評価を行う。

各パラメータの影響評価結果を巻末の評価表に示す。表は，いずれもステージ 1 による応力がステージ 2 による応力より大きいことから，ステージ 1 の結果を示している。

表中において，赤枠内はコンクリートの最大縁応力が引張強度を越える箇所，緑枠内は最大曲げ応力が降伏曲げ耐力を越える箇所である。

事業所の施設に対する影響は，事業所サイトにおいて想定される地震ハザードから，前述の評価表を用いて評価する。

6) コンクリートの厚さ方向に変化する応力のうち，最大となる最も外側（縁）の応力

6.1.4　消火用屋外給水施設のうち貯水槽（鋼製地上タンク）の影響評価

(1) 評価フロー

評価フローを図-6.16 に示す。

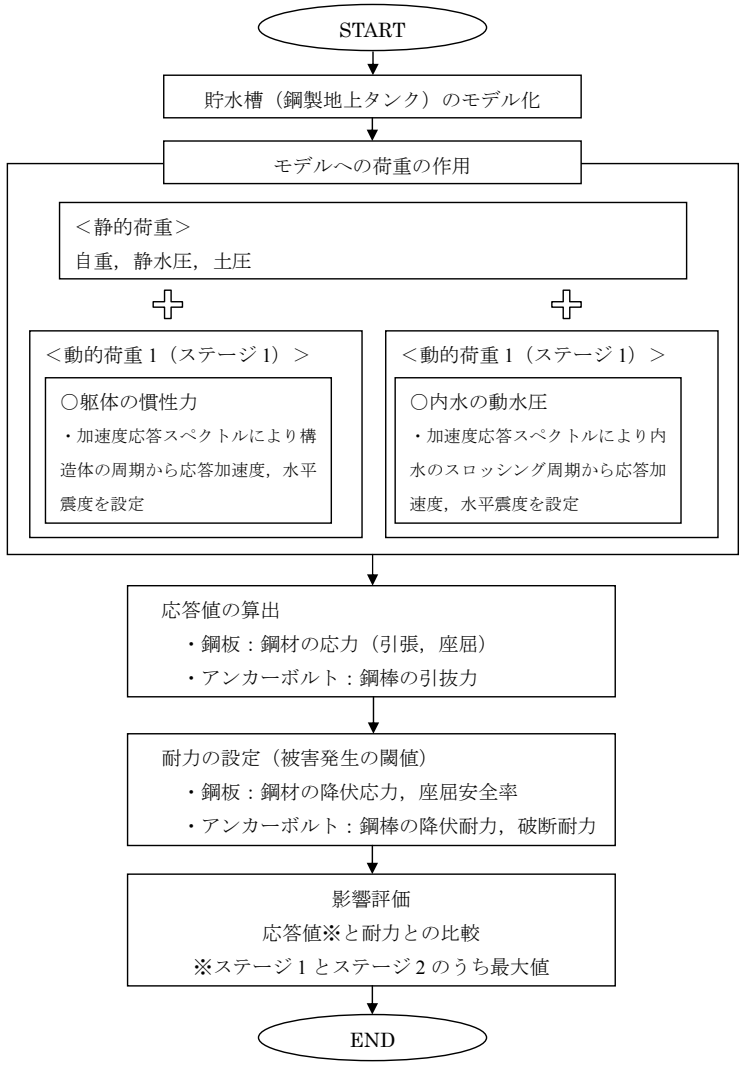


図-6.16　貯水槽（鋼製地上タンク）の評価フロー

(2) 評価モデル

対象とする鋼製地上タンクの構成部材を図-6.17 に，解析モデルを図-6.18 に示す。

形状は, 外径 10.85m, 高さ 13.7m の円筒型で, 鋼板厚は底版が 9mm, 側板が 12mm～6mm, 屋根板が 4.5mm，その他屋根を支えるラフター材，支柱をモデル化した。また，浮き上がりを抑える支持条件として，アンカーボルト（8－M20）を弾塑性でモデル化した。

なお，本モデル化は鋼製タンク本体の影響評価のために設定したものであり，タンクに接続される配管などの影響評価には適用しない。

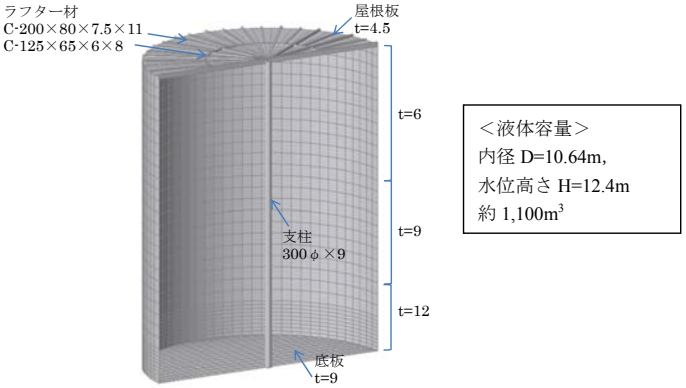


図-6.17　対象とした鋼製地上タンクの構成部材

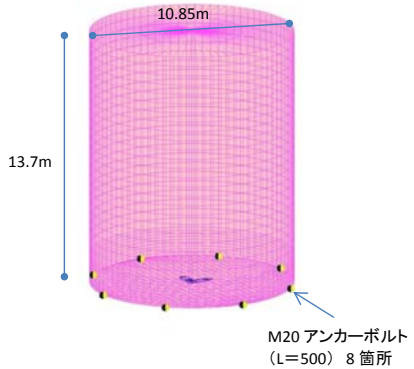


図-6.18　解析モデル

同モデルに静的荷重として躯体・液体自重，静水圧を，動的荷重として躯体の慣性力，内水の動水圧を作用させる。

ここで動的荷重は，地震動のうち短周期時（ステージ 1）に作用する荷重と長周期時（ステージ 2）に作用する荷重に分ける。

ステージ 1 では構造体（躯体（鋼材）＋内水）の固有周期と応答加速度との関係から応答加速度，水平震度を求め，これによる慣性力を算定する。

一方，ステージ 2 では内水のスロッシング周期と応答加速度との関係から同様に応答加速度と水平震度を求め，これによる動水圧を算定する。なお，内水のスロッシング固有周期は，下式による。

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{D}{3.68g}\coth\left(\frac{3.68H}{D}\right)}$$

H： 水位高さ(m)，D：タンクの内径(m)，g：重力加速度（9.8m/sec²）

側壁および底版に作用する動水圧の算定は，「(社)日本水道協会，水道施設耐震工法指針・解説」を参考に，下記ハウスナーの近似式による。動水圧分布を図-5.19 に示す。

$$p(\theta,z) = \sqrt{3}\cdot\gamma_w\cdot k_h\cdot H\cdot\left\{\frac{H-z}{H}-\frac{1}{2}\left(\frac{H-z}{H}\right)^2\right\}\cdot\tanh\cdot\left(\sqrt{3}\frac{r}{H}\right)\cdot\cos\theta$$

p(θ,x) ：加速度の方向から反時計回りに角度 θ，水深 x(m)における地震時動水圧強度(kN/m2)

γw ：内水の単位体積重量(kN/m3)，kh ：水平震度，H ：水槽の水深

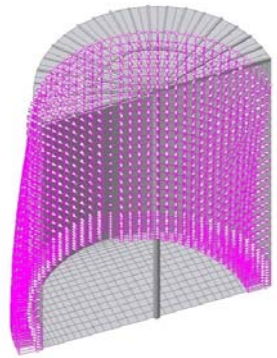


図-6.19　鋼製タンクモデルの動水圧分布

(3) 応力解析の実施と被害発生の閾値の設定

応力解析を実施した例を図-6.20 に示す。

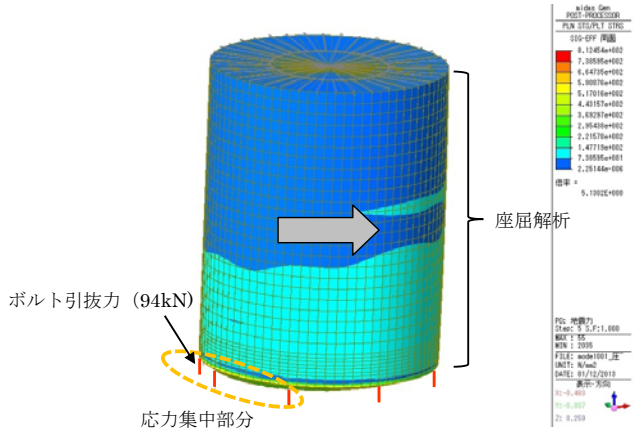


図-6.20　応力解析例（ステージ2）

例）　震度6強，地盤種別（Ⅱ種），地震タイプ別（プレート境界型）

(4) 影響評価

応答値（＝鋼材の最大縁応力，アンカーボルトの引抜力，座屈モード）と耐力（＝鋼材の降伏応力度，アンカーボルトの降伏・破断耐力，座屈安全率）を比較することにより，影響評価を行う。

各パラメータの影響評価結果を巻末の評価表に示す。表は，いずれもステージ 2 による応力がステージ 1 による応力より大きいことから，ステージ 2 の結果を示している。

表中において，

・赤枠内は鋼材の最大縁応力が降伏応力度を超える箇所

・茶枠内はアンカーボルトの引抜力が降伏耐力を越える箇所

・青枠内はアンカーボルトの引抜力が破断耐力を越える箇所

である。なお，本モデルにおいては，座屈は発生しない。

事業所の施設に対する影響は，事業所サイトにおいて想定される地震ハザードから，前述の評価表を用いて評価する。

6.2　液状化の影響が支配的なもの

対象施設の地震動（液状化）による影響を表-6.5 に示す。

また，地震動（液状化）による影響を評価するための液状化判定に使用するパラメータを表-6.6 に示す。

表-6.5　対象施設の地震動（液状化）による影響

施設			液状化による影響
大項目	中項目	小項目	
流出油防止堤	盛土構造	－	沈下，段差
消火用屋外給水施設	配管類	地上配管	基礎沈下（液状化）に伴う傾斜
		埋設配管	漏水
	貯水槽	鋼製タンク（地上）	基礎傾斜（直接基礎）
	加圧送水設備	－	基礎沈下（液状化）に伴う傾斜
非常通報設備	電線	電柱上	電柱傾斜（液状化）に伴う断線

表-6.6　液状化判定に使用するパラメータ

項目	パラメータ
地震タイプ	Ⅰ：プレート境界型の地震 Ⅱ：内陸直下型地震
震度	5 強，6 弱，6 強，7
地盤条件	深さ 20m までの N 値，地下水位

(1) 評価フロー

評価フローを図-6.21 に示す。同フローに示す液状化判定は，内閣府の中央防災会議の「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）（平成 24 年 8 月 29 日発表）」の「強震断層モデル編（別添資料）－液状化可能性，沈下量について－」（別添資料 1）に示す手法を参考とする。

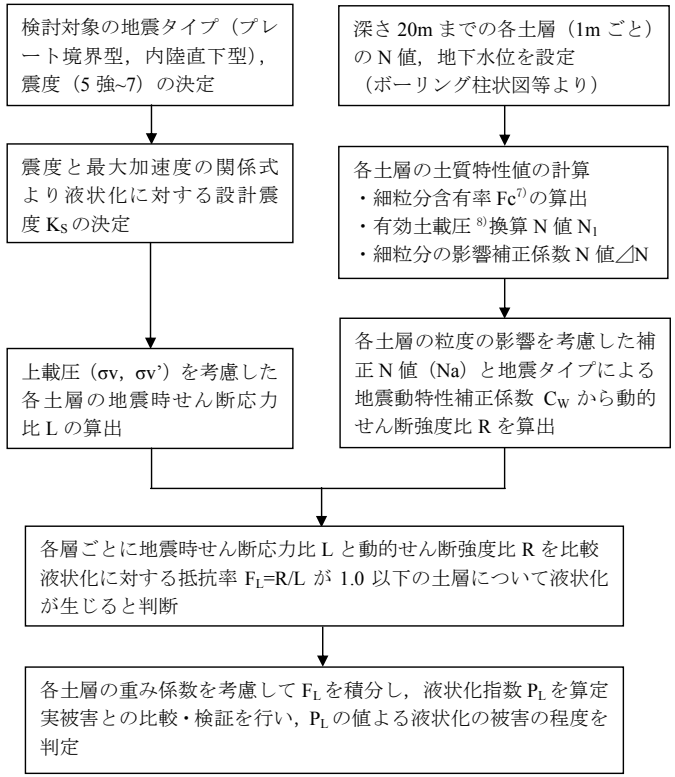


図-6.21　液状化の評価フロー

7)　粒径 75μm 以下の土粒子の通過重量百分率（%）

8)　その深さから上の荷重によりかかる全応力から間げき水圧を差し引いたもの

(2) パラメータの設定

① 液状化に対する設計震度 Ks

液状化に対する設計震度 Ks は，地表最大加速度 PGA（Peak Ground Acceleration）から算出する。

Ks＝PGA/g

g：重力加速度

PGA については，童・山崎の計測震度と最大加速度の関係式から算出する。

計測震度は，表-6.7 に示すように震度ごとに幅を持つが，本評価法では設定した震度に対して安全側に計測震度の上限値を用いた。例えば，震度 6 弱であれば計測震度 5.9 として，関係式から地表最大加速度 PGA を求める。

計測震度 I と最大加速度 PGA の関係式　　$I=0.59+1.89\cdot\log_{10}(PGA)$

表-6.7　震度と計測震度

震度	計測震度
5 弱	4.5~4.9
5 強	5.0~5.4
6 弱	5.5~5.9
6 強	6.0~6.4
7	6.5~

② 全上載圧 σ_v, 有効上載圧 σ_v'と土の密度

各土質の上載圧(σ_v, σ_v')を求めるためには土の各密度（ρ_{t1}，ρ_{t2}，ρ_{t2}'）が必要となるが，ここでは，道路橋示方書に示された以下の方法にて定義する。

ρ_{t1}：地下水面より浅い位置での土の密度

18kN/m^3（地盤：自然地盤，土質：砂および砂れき，緩いもの）

ρ_{t2}：地下水面より深い位置での土の密度

ρ_{t1} から 1 を加えた値（19kN/m^3）

$\rho_{t2'}$：地下水面より深い位置での土の有効密度

ρ_{t1} から 9 を差し引いた値（9kN/m^3）

$\sigma v=[\rho_{t1}+\rho_{t2}(x-hw)]/10$

$\sigma v'=[\rho t1+\rho_{t2'}(x-hw)]/10$

x：地表面からの深さ(m)

hw：地表面から地下水面までの深さ(m)

③ 地震時せん断応力比 L

下記の方法で地震時せん断応力比 L を求める。

$L=rd\cdot Ks\cdot\sigma v/\sigma v'$

$rd=1.0-0.015x$

rd：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

④ 各土層の土質特性値

細粒分含有率 Fc は，N 値より算定する。

$$Fc:\begin{cases}916/(N+9.21)-29.5 & (N<25)\\ 0 & (N\geqq 22)\end{cases}$$

有効土載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値 N_1 は，道路橋示方書に示す下式により算定する。

$N_1=170N/(\sigma'+70)$

σ_v'：有効上載圧(kN/m^2)　（②より）

細粒分の影響補正係数 N 値⊿N は，下式により算定する。

$$\Delta N:\begin{cases}0 & (Fc<8\%)\\ 20.769\times\log_{10}(Fc)-18 & (8\%\leqq Fc<40\%)\\ 15.27 & (Fc\geqq 40\%)\end{cases}$$

以上の設定値より各土層の液状化強度比を推定する式における粒度の影響を考慮した補正 N 値 Na は，下式により算定する。

$Na=N_1+\Delta N$

⑤ 地震動特性による補正係数 Cw

前述の検討会資料では，南海トラフのプレート境界型の地震を対象としているため，地震タイプⅠの Cw=1.0 のみが示されている。本評価法では，タイプⅡの内陸直下型地震も対象とするため，道路橋示方書に示すレベル 2 地震動（タイプⅡ）のケースとして以下の数値を設定する。

$C_W=1.0$　　$(R_L\leqq 0.1)$

$C_W=3.3R_L+0.67$　　$(0.1<R_L\leqq 0.4)$

$C_W=2.0$　　$(0.4<R_L)$

R_L：繰り返し三軸強度比（後述の手法）

⑥ 動的せん断強度比 R

下式により動的せん断強度比 R を算定する。

$$R = Cw \cdot R_L$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \cdot (Na/1.7)^{0.5} & (Na<14) \\ 0.0882 \cdot (Na/1.7)^{0.5} + 1.6 \cdot 10^{-6} \cdot (Na-14)^{4.5} & (Na \geqq 14) \end{cases}$$

⑦ 液状化判定

以上より液状化に対する抵抗率（F_L=R/L)を求め，F_L が 1.0 以下の土層については液状化が生じると判断される。

次に，下式により深度の重み係数を考慮して F_L 値を積分し算定した液状化指数 P_L 値を算出する。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - FL) \cdot (10 - 0.5x) dx$$

F_L：液状化に対する抵抗率（$F_L \geqq 1$ の場合には $F_L = 1$）

x：地表面からの深さ(m)

液状化による影響は，液状化指数 P_L 値に応じて表-6.8 に示すとおりとした。なお，本マニュアル中において，流出油防止堤の影響評価の際に液状化の程度を（大），（中），（無）の 3 段階としている。これは，液状化の程度（小）については，地盤のバネを低減させるような液状化状態では無いと考えられため，液状化の程度（小）を液状化（無）として取り扱った。

表-6.8　P_L 値と液状化による影響

P_L 値	影響
P_L>15	液状化の程度(大)
5＜P_L≦15	液状化の程度(中)
0＜P_L≦5	液状化の程度(小)
P_L=0	液状化なし

(3) 影響評価例

液状化による影響評価例を表-6.9 に示す。入力条件は表中の黄色部分であり，出力結果として液状化指数 P_L 値は 18.3 となる。これより，液状化の程度は大となる。

表-6.9　液状化による影響評価例

想定震度	6弱	
地震タイプ	I	
地下水位	0	m
PL値	18.3	
地表2m平均FL値	0.36	
地盤種別（簡易式）	第二種	地盤

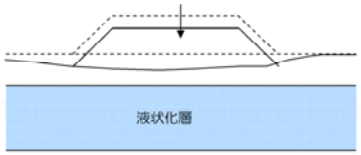
FL値	計測震度	深さX	N値	R	cw	RL	Na	N1	⊿N	FC(%)	L	rd	Ks	σv	σv'	γt1	γt2	γt2'
0.26	5.9	1	4	0.35	1	0.35	23.8	8.6	15.2	39.8	1.37	0.985	0.6581	19	9	18.0	19.0	9.0
0.47	5.9	2	12	0.63	1	0.63	28.8	23.2	5.6	13.7	1.35	0.97	0.6581	38	18	18.0	19.0	9.0
3.26	5.9	3	23	4.33	1	4.33	40.3	40.3	0.0	0	1.33	0.955	0.6581	57	27	18.0	19.0	9.0
8.13	5.9	4	29	10.62	1	10.62	46.5	46.5	0.0	0	1.31	0.94	0.6581	76	36	18.0	19.0	9.0
0.91	5.9	5	22	1.17	1	1.17	32.5	32.5	0.0	0	1.29	0.925	0.6581	95	45	18.0	19.0	9.0
0.78	5.9	6	23	0.99	1	0.99	31.5	31.5	0.0	0	1.26	0.91	0.6581	114	54	18.0	19.0	9.0
0.46	5.9	7	22	0.57	1	0.57	28.1	28.1	0.0	0	1.24	0.895	0.6581	133	63	18.0	19.0	9.0
1.72	5.9	8	30	2.10	1	2.10	35.9	35.9	0.0	0	1.22	0.88	0.6581	152	72	18.0	19.0	9.0
3.12	5.9	9	35	3.75	1	3.75	39.4	39.4	0.0	0	1.20	0.865	0.6581	171	81	18.0	19.0	9.0
9.28	5.9	10	44	10.96	1	10.96	46.8	46.8	0.0	0	1.18	0.85	0.6581	190	90	18.0	19.0	9.0
14.81	5.9	11	50	17.18	1	17.18	50.3	50.3	0.0	0	1.16	0.835	0.6581	209	99	18.0	19.0	9.0
10.97	5.9	12	50	12.50	1	12.50	47.8	47.8	0.0	0	1.14	0.82	0.6581	228	108	18.0	19.0	9.0
16.53	5.9	13	56	18.49	1	18.49	50.9	50.9	0.0	0	1.12	0.805	0.6581	247	117	18.0	19.0	9.0
7.99	5.9	14	52	8.77	1	8.77	45.1	45.1	0.0	0	1.10	0.79	0.6581	266	126	18.0	19.0	9.0
6.15	5.9	15	52	6.62	1	6.62	43.1	43.1	0.0	0	1.08	0.775	0.6581	285	135	18.0	19.0	9.0
9.49	5.9	16	58	10.02	1	10.02	46.1	46.1	0.0	0	1.06	0.76	0.6581	304	144	18.0	19.0	9.0
7.49	5.9	17	58	7.75	1	7.75	44.2	44.2	0.0	0	1.04	0.745	0.6581	323	153	18.0	19.0	9.0
5.96	5.9	18	58	6.05	1	6.05	42.5	42.5	0.0	0	1.01	0.73	0.6581	342	162	18.0	19.0	9.0
4.79	5.9	19	58	4.76	1	4.76	40.9	40.9	0.0	0	0.99	0.715	0.6581	361	171	18.0	19.0	9.0
0.29	5.9	20	29	0.28	1	0.28	19.7	19.7	0.0	0	0.97	0.7	0.6581	380	180	18.0	19.0	9.0

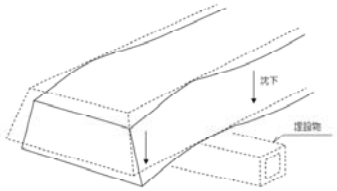
(4) 施設管理のポイント

液状化による影響が大きい箇所については，下記に示す箇所を管理のポイントとし，地震発生後には直ちに点検を実施する。

流出油等防止堤（盛土）

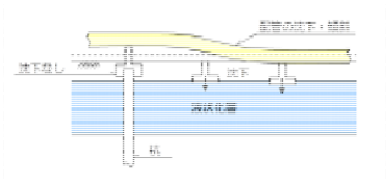
※：埋設物横断部付近の沈下

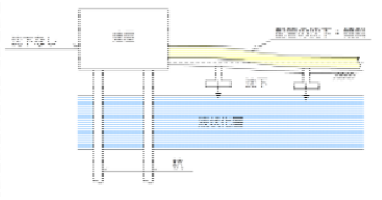




消火用屋外給水施設（地上配管）

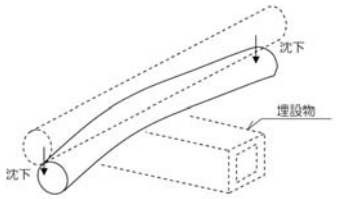
※：異種基礎間の取合部





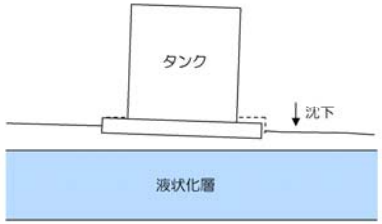
消火用屋外給水施設（埋設配管）

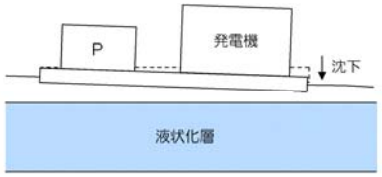
※：埋設部横断部付近の沈下



消火用屋外給水施設（消火用屋外給水施設：地上タンク基礎，加圧送水設備基礎）

※：基礎の沈下・不陸





非常用通報設備（電柱）

※：電柱の傾斜

７．影響評価手順（STEP2）

ここでは，6 章（STEP1）の影響評価結果からの判断に基づく，或いは施設の重要性や代替性から 6 章の影響評価手順に係わらず個別の条件や評価方法により影響評価を行う際の手順の例を示す。

(1) 慣性力の影響が支配的な施設

① 自事業所において想定される工学的基盤の入力地震波を被害の甚大さや設備への影響を考慮して設定する。

② 対象とする施設の付近で得られたボーリング柱状図から地盤のモデル化を忠実に行う。

③ ②にて設定したモデルに対して，工学的基盤に入力地震動を入力し，地震応答解析を行う。地震応答解析は等価線形解析，或いは有効応力解析によるものとする。

④ 実構造物の仕様（形状寸法，部材厚など）から忠実にモデル化を行う。

⑤ 実構造物の支持条件からモデル上の境界条件を設定する。

⑥ ③により得られた地表の地震波に対して，構造物の応答解析を行う。

⑦ ⑥より得られた構造物の応答と耐力から，影響を評価する。

(2) 液状化の影響が支配的な施設

① 上記慣性力の影響が支配的な施設の①から③までは同じ

② 地震応答解析結果から，地盤の各層の液状化判定を行う。

③ 液状化に伴う各層の体積歪みの値に層厚を乗じて沈下量を算定する。

④ 沈下量の値から，影響が大きいと想定される箇所（例として異種基礎間）を施設の管理上のポイントとする。

以上

評価表

Ⅰ．流出油等防止堤
・鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造
・鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土

項目	パラメータ
・躯体の地上高さ	H＝1000mm，500mm
・形状	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土
・震度	5 強，6 弱，6 強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型
・表層 N 値	1,3，5，10，20，30，50
・液状化程度	無，中，大

表1.1 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.34	0.10	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
2			6弱	0.65	0.19	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01
3			6強	1.47	0.41	0.22	0.10	0.05	0.04	0.03	0.03
4			7	4.01	1.22	0.64	0.27	0.12	0.08	0.06	0.05
5		Ⅱ種地盤	5強	0.29	0.08	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
6			6弱	0.53	0.15	0.09	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
7			6強	1.16	0.30	0.17	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
8			7	3.41	0.84	0.44	0.19	0.09	0.06	0.05	0.04
9		Ⅲ種地盤	5強	0.24	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
10			6弱	0.46	0.13	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
11			6強	0.89	0.25	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02
12			7	2.58	0.61	0.32	0.14	0.07	0.05	0.04	0.03
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.32	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
14			6弱	0.62	0.14	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
15			6強	1.54	0.29	0.14	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01
16			7	5.43	0.86	0.37	0.13	0.06	0.04	0.03	0.03
17		Ⅱ種地盤	5強	0.23	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.45	0.10	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
19			6強	0.90	0.20	0.10	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
20			7	2.94	0.46	0.21	0.09	0.04	0.03	0.02	0.02
21		Ⅲ種地盤	5強	0.21	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.39	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
23			6強	0.76	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
24			7	2.20	0.36	0.18	0.07	0.04	0.02	0.02	0.02

表1.2 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.94	0.32	0.18	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
2			6弱	1.78	0.60	0.34	0.15	0.07	0.05	0.04	0.03
3			6強	4.06	1.31	0.77	0.33	0.15	0.10	0.07	0.06
4			7	11.09	3.71	2.24	0.96	0.40	0.25	0.18	0.14
5		Ⅱ種地盤	5強	0.89	0.26	0.15	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01
6			6弱	1.62	0.49	0.27	0.13	0.06	0.04	0.03	0.03
7			6強	3.46	1.05	0.55	0.24	0.11	0.07	0.06	0.05
8			7	8.43	3.13	1.61	0.66	0.28	0.17	0.13	0.10
9		Ⅲ種地盤	5強	0.79	0.22	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
10			6弱	1.46	0.41	0.23	0.11	0.05	0.03	0.03	0.02
11			6強	3.21	0.85	0.45	0.20	0.09	0.06	0.05	0.04
12			7	9.14	2.30	1.18	0.49	0.21	0.13	0.10	0.08
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	1.28	0.29	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
14			6弱	2.64	0.56	0.28	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02
15			6強	7.00	1.36	0.60	0.22	0.09	0.06	0.04	0.03
16			7	18.21	4.78	2.04	0.62	0.21	0.12	0.08	0.06
17		Ⅱ種地盤	5強	0.92	0.21	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
18			6弱	1.76	0.40	0.20	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
19			6強	4.38	0.79	0.38	0.16	0.07	0.04	0.03	0.02
20			7	15.45	2.58	1.07	0.35	0.13	0.08	0.06	0.05
21		Ⅲ種地盤	5強	0.82	0.19	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
22			6弱	1.54	0.34	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
23			6強	3.59	0.67	0.34	0.14	0.06	0.04	0.03	0.02
24			7	12.76	1.93	0.81	0.28	0.11	0.07	0.05	0.04

表1.3 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	2.11	0.71	0.43	0.21	0.09	0.06	0.04	0.04
2			6弱	3.98	1.34	0.81	0.38	0.18	0.11	0.08	0.07
3			6強	9.11	3.05	1.84	0.90	0.38	0.23	0.17	0.13
4			7	24.91	8.32	5.00	2.51	1.12	0.67	0.47	0.36
5		Ⅱ種地盤	5強	1.99	0.67	0.37	0.16	0.08	0.05	0.04	0.03
6			6弱	3.62	1.21	0.70	0.31	0.14	0.09	0.07	0.05
7			6強	7.79	2.61	1.53	0.64	0.28	0.18	0.13	0.10
8			7	21.17	7.06	4.26	1.89	0.77	0.46	0.32	0.25
9		Ⅲ種地盤	5強	1.88	0.55	0.31	0.14	0.06	0.04	0.03	0.02
10			6弱	3.50	1.05	0.58	0.26	0.12	0.08	0.06	0.04
11			6強	7.59	2.22	1.17	0.51	0.23	0.14	0.11	0.08
12			7	20.52	6.69	3.41	1.38	0.56	0.34	0.24	0.18
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	3.03	0.88	0.44	0.18	0.07	0.04	0.03	0.02
14			6弱	6.06	1.71	0.82	0.33	0.13	0.08	0.06	0.04
15			6強	15.70	5.20	2.26	0.71	0.26	0.15	0.11	0.08
16			7	40.90	13.66	7.73	2.50	0.78	0.40	0.25	0.18
17		Ⅱ種地盤	5強	2.83	0.61	0.31	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02
18			6弱	5.25	1.20	0.60	0.23	0.10	0.06	0.04	0.03
19			6強	13.02	2.84	1.25	0.46	0.18	0.11	0.08	0.06
20			7	34.69	10.12	4.25	1.30	0.42	0.23	0.15	0.11
21		Ⅲ種地盤	5強	2.39	0.54	0.28	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02
22			6弱	4.73	1.05	0.52	0.21	0.08	0.05	0.04	0.03
23			6強	13.74	2.25	1.03	0.39	0.16	0.10	0.07	0.05
24			7	36.15	7.88	3.29	1.00	0.33	0.19	0.13	0.10

赤枠：目地部の被害発生（変位0.8cm以上）

表2.1 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500 鉄筋コンクリート造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.14	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2			6弱	0.27	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
3			6強	0.51	0.14	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
4			7.00	1.07	0.28	0.15	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
5		Ⅱ種地盤	5強	0.11	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.21	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
7			6強	0.42	0.11	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
8			7.00	0.82	0.22	0.12	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
9		Ⅲ種地盤	5強	0.09	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.18	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
11			6強	0.34	0.10	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
12			7.00	0.67	0.18	0.10	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.21	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
15			6強	0.41	0.09	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
16			7.00	0.83	0.18	0.09	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
17		Ⅱ種地盤	5強	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.15	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	0.30	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
20			7.00	0.58	0.13	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
21		Ⅲ種地盤	5強	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.13	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	0.25	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
24			7.00	0.50	0.11	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

表2.2 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500 鉄筋コンクリート造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.42	0.12	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
2			6弱	0.84	0.25	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
3			6強	1.60	0.48	0.26	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02
4			7.00	3.31	0.97	0.52	0.23	0.10	0.06	0.04	0.03
5		Ⅱ種地盤	5強	0.37	0.10	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
6			6弱	0.72	0.20	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
7			6強	1.40	0.38	0.21	0.09	0.04	0.03	0.02	0.01
8			7.00	2.83	0.75	0.40	0.18	0.08	0.05	0.04	0.03
9		Ⅲ種地盤	5強	0.30	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
10			6弱	0.59	0.16	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
11			6強	1.16	0.32	0.17	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
12			7.00	2.28	0.61	0.33	0.15	0.07	0.04	0.03	0.02
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.43	0.10	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.86	0.19	0.09	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
15			6強	1.69	0.38	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
16			7.00	3.78	0.73	0.36	0.14	0.06	0.03	0.02	0.02
17		Ⅱ種地盤	5強	0.32	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.60	0.13	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
19			6強	1.20	0.27	0.13	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
20			7.00	2.44	0.52	0.26	0.10	0.04	0.02	0.02	0.01
21		Ⅲ種地盤	5強	0.28	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.52	0.12	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
23			6強	1.05	0.23	0.11	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
24			7.00	2.08	0.45	0.23	0.09	0.03	0.02	0.01	0.01

表2.3 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500 鉄筋コンクリート造
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.95	0.32	0.18	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
2			6弱	1.88	0.63	0.35	0.16	0.07	0.04	0.03	0.02
3			6強	3.58	1.20	0.68	0.30	0.13	0.08	0.06	0.05
4			7.00	7.45	2.49	1.41	0.60	0.26	0.16	0.11	0.09
5		Ⅱ種地盤	5強	0.90	0.26	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
6			6弱	1.70	0.51	0.28	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02
7			6強	3.23	0.99	0.54	0.24	0.11	0.07	0.05	0.04
8			7.00	6.53	2.00	1.06	0.46	0.20	0.13	0.09	0.07
9		Ⅲ種地盤	5強	0.78	0.23	0.12	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
10			6弱	1.56	0.42	0.23	0.10	0.04	0.03	0.02	0.02
11			6強	3.03	0.83	0.45	0.20	0.09	0.05	0.04	0.03
12			7.00	6.13	1.60	0.87	0.38	0.17	0.10	0.08	0.06
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	1.32	0.28	0.15	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01
14			6弱	2.64	0.59	0.28	0.11	0.04	0.02	0.02	0.01
15			6強	5.20	1.14	0.57	0.22	0.08	0.05	0.03	0.02
16			7.00	11.45	2.46	1.15	0.43	0.16	0.10	0.06	0.05
17		Ⅱ種地盤	5強	0.93	0.21	0.11	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
18			6弱	1.88	0.40	0.20	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01
19			6強	3.66	0.80	0.40	0.15	0.06	0.03	0.02	0.02
20			7.00	8.14	1.60	0.79	0.30	0.12	0.07	0.05	0.03
21		Ⅲ種地盤	5強	0.81	0.19	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
22			6弱	1.64	0.35	0.17	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
23			6強	3.17	0.71	0.35	0.13	0.05	0.03	0.02	0.02
24			7.00	6.78	1.39	0.68	0.27	0.10	0.06	0.04	0.03

赤枠：目地部の被害発生（変位0.8cm以上）

表3.1 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000
鉄筋コンクリート等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2			6弱	0.25	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
3			6強	0.62	0.16	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
4			7.00	1.83	0.53	0.27	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02
5		Ⅱ種地盤	5強	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.18	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7			6強	0.44	0.12	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
8			7.00	1.48	0.34	0.18	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02
9		Ⅲ種地盤	5強	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.14	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11			6強	0.34	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
12			7.00	1.04	0.24	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15			6強	0.53	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
16			7.00	2.31	0.32	0.13	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
17		Ⅱ種地盤	5強	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	0.31	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20			7.00	1.11	0.16	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
21		Ⅲ種地盤	5強	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	0.26	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24			7.00	0.81	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00

表3.2 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000
鉄筋コンクリート等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.29	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2			6弱	0.73	0.23	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
3			6強	1.73	0.58	0.29	0.13	0.06	0.04	0.03	0.02
4			7.00	5.11	1.70	1.02	0.41	0.17	0.10	0.07	0.06
5		Ⅱ種地盤	5強	0.21	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.64	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
7			6強	1.45	0.40	0.22	0.09	0.04	0.03	0.02	0.02
8			7.00	4.26	1.34	0.67	0.27	0.11	0.07	0.05	0.04
9		Ⅲ種地盤	5強	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.50	0.12	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
11			6強	1.22	0.32	0.17	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01
12			7.00	4.09	0.94	0.47	0.19	0.08	0.05	0.04	0.03
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.33	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.82	0.17	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
15			6強	3.02	0.46	0.20	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01
16			7.00	8.52	2.00	0.82	0.23	0.07	0.04	0.03	0.02
17		Ⅱ種地盤	5強	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.57	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	1.59	0.28	0.13	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
20			7.00	7.03	0.95	0.37	0.12	0.04	0.03	0.02	0.01
21		Ⅲ種地盤	5強	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.46	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	1.23	0.23	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
24			7.00	5.35	0.68	0.28	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01

表3.3 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝1000
鉄筋コンクリート等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.66	0.22	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00
2			6弱	1.65	0.54	0.33	0.14	0.06	0.04	0.03	0.02
3			6強	3.95	1.30	0.78	0.35	0.15	0.09	0.06	0.05
4			7.00	11.53	3.82	2.29	1.15	0.49	0.28	0.20	0.15
5		Ⅱ種地盤	5強	0.59	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
6			6弱	1.45	0.46	0.24	0.10	0.04	0.02	0.02	0.01
7			6強	3.28	1.09	0.59	0.25	0.11	0.07	0.05	0.04
8			7.00	9.63	3.19	1.91	0.78	0.32	0.19	0.13	0.10
9		Ⅲ種地盤	5強	0.46	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	1.37	0.36	0.19	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01
11			6強	3.16	0.86	0.45	0.20	0.08	0.05	0.04	0.03
12			7.00	9.23	2.84	1.41	0.56	0.22	0.13	0.09	0.07
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	1.10	0.19	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	2.47	0.61	0.28	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00
15			6強	4.84	2.02	0.78	0.24	0.09	0.05	0.03	0.02
16			7.00	19.25	6.38	3.35	1.01	0.28	0.14	0.09	0.06
17		Ⅱ種地盤	5強	0.68	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	1.99	0.37	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	5.51	0.99	0.44	0.15	0.05	0.03	0.02	0.01
20			7.00	16.05	4.15	1.69	0.46	0.14	0.08	0.05	0.04
21		Ⅲ種地盤	5強	0.45	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	1.62	0.29	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	5.13	0.78	0.37	0.13	0.04	0.02	0.00	0.00
24			7.00	16.73	3.13	1.22	0.34	0.12	0.06	0.04	0.03

赤枠：目地部の被害発生（変位0.8cm以上）

表4.1 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500
鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2			6弱	0.14	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3			6強	0.28	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
4			7	0.58	0.15	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
5		Ⅱ種地盤	5強	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7			6強	0.22	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
8			7	0.44	0.12	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
9		Ⅲ種地盤	5強	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11			6強	0.18	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
12			7	0.36	0.10	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15			6強	0.21	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16			7	0.43	0.09	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
17		Ⅱ種地盤	5強	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20			7	0.29	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
21		Ⅲ種地盤	5強	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	0.12	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24			7	0.26	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

表4.2 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500
鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.21	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2			6弱	0.44	0.12	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
3			6強	0.88	0.25	0.14	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
4			7	1.83	0.52	0.28	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02
5		Ⅱ種地盤	5強	0.15	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.37	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
7			6強	0.74	0.20	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
8			7	1.53	0.40	0.22	0.09	0.04	0.03	0.02	0.01
9		Ⅲ種地盤	5強	0.12	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.29	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
11			6強	0.62	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
12			7	1.23	0.33	0.18	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.17	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	0.42	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
15			6強	0.87	0.19	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
16			7	1.95	0.38	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01
17		Ⅱ種地盤	5強	0.09	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.28	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
19			6強	0.61	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
20			7	1.26	0.27	0.13	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00
21		Ⅲ種地盤	5強	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.23	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	0.52	0.11	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
24			7	1.05	0.23	0.11	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00

表4.3 流出油等防止堤
躯体地上高さH＝500
鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等（片側）併用盛土
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	0.47	0.14	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
2			6弱	1.02	0.33	0.18	0.09	0.03	0.02	0.01	0.01
3			6強	2.02	0.65	0.36	0.17	0.07	0.04	0.03	0.02
4			7	4.20	1.36	0.76	0.35	0.14	0.09	0.06	0.05
5		Ⅱ種地盤	5強	0.43	0.11	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
6			6弱	0.90	0.25	0.14	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01
7			6強	1.78	0.53	0.28	0.14	0.05	0.03	0.02	0.02
8			7	3.62	1.07	0.58	0.27	0.11	0.07	0.05	0.04
9		Ⅲ種地盤	5強	0.32	0.08	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
10			6弱	0.79	0.21	0.11	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01
11			6強	1.62	0.43	0.24	0.12	0.04	0.03	0.02	0.01
12			7	3.30	0.87	0.47	0.22	0.09	0.06	0.04	0.03
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	0.60	0.10	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
14			6弱	1.34	0.28	0.13	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00
15			6強	2.75	0.58	0.28	0.12	0.04	0.02	0.01	0.01
16			7	6.07	1.27	0.59	0.24	0.08	0.05	0.03	0.02
17		Ⅱ種地盤	5強	0.38	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
18			6弱	0.92	0.18	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
19			6強	1.85	0.40	0.20	0.09	0.03	0.01	0.01	0.01
20			7	4.20	0.83	0.40	0.17	0.06	0.03	0.02	0.02
21		Ⅲ種地盤	5強	0.29	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
22			6弱	0.76	0.15	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
23			6強	1.63	0.35	0.17	0.07	0.02	0.01	0.01	0.00
24			7	3.49	0.71	0.35	0.15	0.05	0.03	0.02	0.01

赤枠：目地部の被害発生（変位0.8cm以上）

Ⅱ．流出油等防止堤
・鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部

項目	パラメータ
・躯体の地上高さ	H＝1000mm，500mm
・加震側壁体長さ	L＝10m，5m
・震度	5 強，6 弱，6 強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型
・表層 N 値	1,3，5，10，20，30，50
・液状化程度	無，中，大

表5.1　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	-	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

表5.2　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	×	×	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	×	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	×	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	×	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	×	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	×	×	-	-	-	-	-

表5.3　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	×	×	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	×	×	×	×
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	×	×	×	×	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	×	×	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	×	×	×	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	×	×	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
24			7	×	×	×	×	-	-	-	-

赤枠:コーナー部の被害発生(コンクリートの引張耐力以上)

表6.1　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	×	-	-	-	-
19			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

表6.2　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	×	×	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	×	×	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	×	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	×	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	×	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	×	×	-	-	-	-	-

表6.3　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝1000
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	×	×	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	×	×	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	×	×	×	×
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	×	×	×	-	-	-	-
8			7	×	×	×	×	×	×	×	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	×	×	×	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	×	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	×	×	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	×	×	×	-	-	-	-
16			7	×	×	×	×	×	×	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	×	×	-	-	-	-	-
20			7	×	×	×	×	×	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
24			7	×	×	×	×	-	-	-	-

赤枠:コーナー部の被害発生(コンクリートの引張耐力以上)

表7.1　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	-	-	-	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	-	-	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
12			7	-	-	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	-	-	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
20			7	-	-	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	-	-	-	-	-	-	-	-

表7.2　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	-	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	-	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	-	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	-	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	-	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

表7.3　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=5m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

赤枠:コーナー部の被害発生(コンクリートの引張耐力以上)

表8.1　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（無）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	-	-	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	-	-	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	-	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	-	-	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	-	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

表8.2　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（中）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	-	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	-	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	-	-	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	-	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	-	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	-	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	-	-	-	-	-	-	-

表8.3　流出油等防止堤　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造ｺｰﾅｰ部
躯体地上高さH＝500
加震側壁体延長L=10m
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型
○表層N値=1、3、5、10、20、30、50
○液状化：（大）

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	N=1	N=3	N=5	N=10	N=20	N=30	N=40	N=50
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
2			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
3			6強	×	×	×	-	-	-	-	-
4			7	×	×	×	×	×	-	-	-
5		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
6			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
7			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
8			7	×	×	×	×	-	-	-	-
9		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
10			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
11			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
12			7	×	×	×	×	-	-	-	-
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
14			6弱	×	-	-	-	-	-	-	-
15			6強	×	×	-	-	-	-	-	-
16			7	×	×	×	×	-	-	-	-
17		Ⅱ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
18			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
19			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
20			7	×	×	×	-	-	-	-	-
21		Ⅲ種地盤	5強	-	-	-	-	-	-	-	-
22			6弱	-	-	-	-	-	-	-	-
23			6強	×	-	-	-	-	-	-	-
24			7	×	×	×	-	-	-	-	-

赤枠:コーナー部の被害発生(コンクリートの引張耐力以上)

Ⅲ．消火用屋外給水施設
・貯水槽（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）

項目	パラメータ
・震度	5 強，6 弱，6 強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型

表9.1　消火用屋外給水施設　貯水槽（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	コンクリートひび割れ		鉄筋降伏	
				最大縁応力 (N/mm^2)	ひび割れの発生	最大曲げ応力 (kNm)	降伏の発生
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.2	－	46.8	－
2			震度6弱	2.0	－	67.8	○
3			震度6強	3.1	○	105.8	○
4			震度7	5.2	○	174.1	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	1.2	－	42.0	－
6			震度6弱	1.7	－	59.2	○
7			震度6強	2.7	○	90.3	○
8			震度7	4.4	○	146.3	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	1.1	－	38.8	－
10			震度6弱	1.5	－	53.4	－
11			震度6強	2.3	○	79.8	○
12			震度7	3.8	○	127.3	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	1.0	－	34.8	－
14			震度6弱	1.3	－	46.3	－
15			震度6強	2.0	－	66.9	○
16			震度7	3.1	○	104.1	○
17		Ⅱ種地盤	震度5強	0.9	－	31.1	－
18			震度6弱	1.1	－	39.6	－
19			震度6強	1.6	－	55.0	－
20			震度7	2.5	○	82.5	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	0.8	－	29.9	－
22			震度6弱	1.1	－	37.4	－
23			震度6強	1.5	－	51.0	－
24			震度7	2.2	○	75.4	○

赤枠：コンクリートひび割れの被害（縁応力度2.1N/mm^{2}以上）
緑枠：鉄筋降伏の被害（最大曲げ応力56.2kNm以上）

注）表は，応力の大きいステージ1の値を示す

Ⅳ．消火用屋外給水施設
・貯水槽（鋼製地上ﾀﾝｸ）

項目	パラメータ
・震度	5 強，6 弱，6 強，7
・地盤種別	Ⅰ種，Ⅱ種，Ⅲ種
・地震タイプ	プレート境界型，内陸直下型

表10.1　消火用屋外給水施設　貯水槽（鋼製地上ﾀﾝｸ）
○震度：5強、6弱、6強、7
○地盤種別：Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種
○地震タイプ：プレート境界型、内陸直下型

ID	地震タイプ	地盤種別	震度	最大縁応力 (N/mm^2)	鋼材		支点最大引抜力 (kN)	アンカーボルト	
					降伏発生	座屈発生		降伏	破断
1	プレート境界型	Ⅰ種地盤	震度5強	148	－	－	10	－	－
2			震度6弱	168	－	－	67	○	－
3			震度6強	－	○	－	73	○	－
4			震度7	－	○	－	149	○	○
5		Ⅱ種地盤	震度5強	162	－	－	34	－	－
6			震度6弱	－	○	－	68	○	－
7			震度6強	－	○	－	94	○	－
8			震度7	－	○	－	279	○	○
9		Ⅲ種地盤	震度5強	200	－	－	68	○	－
10			震度6弱	－	○	－	79	○	－
11			震度6強	－	○	－	200	○	○
12			震度7	－	○	－	410	○	○
13	内陸直下型	Ⅰ種地盤	震度5強	145	－	－	0	－	－
14			震度6弱	149	－	－	11	－	－
15			震度6強	170	－	－	67	○	－
16			震度7	－	○	－	73	○	－
17		Ⅱ種地盤	震度5強	155	－	－	26	○	－
18			震度6弱	222	－	－	68	○	－
19			震度6強	－	○	－	85	○	－
20			震度7	－	○	－	229	○	○
21		Ⅲ種地盤	震度5強	171	－	－	67	○	－
22			震度6弱	－	○	－	74	○	－
23			震度6強	－	○	－	155	○	○
24			震度7	－	○	－	411	○	○

赤枠：鋼材の降伏被害（縁応力度235N/mm^{2}以上）
茶枠：ボルトの降伏被害（引抜力度61kN以上）
青枠：ボルトの破断被害（引抜力104kN以上）

注）表は，応力の大きいステージ2の値を示す