

添付 5 主要な使用済燃料貯蔵施設の耐震性に関する説明書

添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針

目次*

1. 概要	1
2. 耐震設計の基本方針	2
2.1 基本方針	2
3. 耐震設計上の重要度分類	3
3.1 耐震設計上の重要度分類	3
3.2 留意事項	3
3.3 波及的影響に対する考慮	5
4. 地震力の算定法	6
4.1 静的地震力	6
4.2 動的地震力	8
4.3 設計用地震力	9
4.3.1 建物・構造物設計用地震力	9
4.3.2 機器系設計用地震力	10
4.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価	10
5. 荷重の組合せと許容限界	11
5.1 耐震設計上考慮する状態	11
5.2 荷重の種類	11
5.3 荷重の組合せ	11
5.4 許容限界	12

*：令和3年8月20日付け原規規発第2108202号にて変更認可され、今回申請で変更がない事項については、当該事項を記載した章、節又は項等の表題に「前回申請に同じ」と記載する。

図表目次

第 3-1 表	施設の耐震性評価の考え方	4
第 4-1 表	地震層せん断力係数 C_i	7
第 4-2 表	静的地震力の算定	7
第 4-3 表	使用済燃料貯蔵建屋設計用地震力	9
第 4-4 表	機器系設計用地震力	10

1. 概要 前回申請と同じ

本資料は、使用済燃料貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）の耐震設計が「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第6条（地盤）並びに第7条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。

2. 耐震設計の基本方針 前回申請に同じ

2.1 基本方針

貯蔵施設の耐震設計は、地震力に対してその基本的安全機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合する設計とする。施設的设计に当たり考慮する基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要を「添付 5-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す。

- (1) 貯蔵施設は、その供用中に当該貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、耐震設計上の重要度を S クラス、B クラス及び C クラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。
- (3) 金属キャスク及び金属キャスクの支持構造物である貯蔵架台は、S クラスの設計とし、基準地震動 S_s による地震力に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とする。

なお、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

- (4) 使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、B クラスの設計とし、かつ、基準地震動 S_s による地震力に対して、基本的安全機能を損なわない設計とする。
- (5) B クラス及び C クラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とする。
- (6) B クラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、その影響について検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものとする。
- (7) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

3. 耐震設計上の重要度分類 前回申請に同じ

3.1 耐震設計上の重要度分類

貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、「基本的安全機能を確保する上で必要な施設」及び「その他の安全機能を有する施設」に分類し、更に、耐震設計上の重要度を次のように分類する。

基本的安全機能を確保する上で必要な施設

Sクラス：使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスク及び貯蔵架台

Bクラス：基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている貯蔵建屋
使用済燃料の受入施設のうち、金属キャスクの落下、転倒、衝突を防止する機能を有する受入れ区域天井クレーン及び金属キャスクの転倒、衝突を防止する機能を有する搬送台車

その他の安全機能を有する施設

Cクラス：Sクラス及びBクラスに属さないその他の安全機能を有する施設であり、安全機能を確保するために必要な機能が喪失しても、基本的安全機能を損なうおそれがない施設

3.2 留意事項

- (1) 当該施設に課せられる機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、支持構造物等の間接的な施設をも含めた健全性が保たれて初めて維持し得るものであることを考慮し、これらを主要設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び設備相互間の影響を考慮すべき設備に区分する。
- (2) 区分ごとの設備を以下のように定義する。
 - a. 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
 - b. 直接支持構造物とは、主要設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
ただし、アンカーボルト及び埋込金物はこれに含まれる。
 - c. 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける鉄筋コンクリート、鉄骨等の構造物（建屋）をいう。
- (3) 同一系統設備に属する設備等及び直接支持構造物については、同一の耐震重要度とするが、間接支持構造物の支持機能については、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して、安全上支障のないことを確認するものとする。
- (4) 設備相互影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいい、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障がないことを確認するものとする。

3.1 及び 3.2 に基づく施設の耐震性評価の考え方を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表には、当該施設を支持する建屋の支持機能が保持されることを確認する地震動による地震力についても併記する。

第 3-1 表 施設の耐震性評価の考え方

	主要設備 (注 1)		直接支持構造物 (注 2)		主要設備や直接支持構造物に対する間接支持構造物 (注 3)	主要設備や直接支持構造物との相互影響を考慮すべき設備 (注 4)	間接支持構造物による影響や相互影響を考慮した影響の評価に用いる地震力
	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス			
基本的な安全機能を確保する上で必要な施設	・金属キャスク	S	・貯蔵架台	S	・貯蔵建屋	・受入れ区域天井クレーン ・搬送台車	基準地震動 S_s により定まる地震力
	・受入れ区域天井クレーン	B	・受入れ区域天井クレーンの支持構造物	B	・貯蔵建屋	—	B クラス施設に適用される静的地震力
	・搬送台車 ・貯蔵建屋	B	—	—	—	—	—
その他の安全機能を有する施設	<ul style="list-style-type: none"> ・仮置架台 ・たて起こし架台 ・検査架台 ・圧縮空気供給設備 ・蓋間圧力検出器 ・表面温度検出器 ・給排気温度検出器 ・表示・警報装置 ・廃棄物貯蔵室 ・エリアモニタリング設備 ・周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 ・無停電電源装置 ・電源車 ・共用無停電電源装置 ・軽油貯蔵タンク (地下式) ・通信連絡設備 ・消防用設備 ・その他 	C	・機器、電気計装設備等の支持構造物	C	・貯蔵建屋 ・事務建屋 等	—	C クラス施設に適用される静的地震力

(注 1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(注 2) 直接支持構造物とは、主要設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(注 3) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物 (建屋) をいう。

(注 4) 設備相互間の影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。

3.3 波及的影響に対する考慮

基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。この波及的影響の評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、事象選定及び影響評価を実施するとともに、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力を適用する。

なお、詳細な方針については、「添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針」に示す。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
 - a. 相対変位
基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力によるその他の安全機能を有する施設と基本的安全機能を確保する上で必要な施設の相対変位により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
 - b. 不等沈下
基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力に対して不等沈下により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
- (2) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設とその他の安全機能を有する施設との接続部における相互影響
基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力に対して、基本的安全機能を確保する上で必要な施設に接続するその他の安全機能を有する施設の損傷により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
- (3) 貯蔵建屋内におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響
基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力に対して、貯蔵建屋内のその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
- (4) 貯蔵建屋外におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響
 - a. 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力に対して、貯蔵建屋外のその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
 - b. 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s による地震力に対して、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の周辺斜面が崩壊しないことを確認する。

4. 地震力の算定法 前回申請と同じ

貯蔵施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

4.1 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれクラスに応じて次の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定する。

(1) 建物・構築物

水平地震力は、建築基準法施行令第88条に規定する地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。地震層せん断力係数 C_i の算出は以下に示す。

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 C_i に乘じる施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数は1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 C_0 は1.0以上とする。

地震層せん断力係数 C_i はT.P. 16.0 m を基準面として、下式により算定する。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \quad (4.1)$$

ここで、

C_i : 地震層せん断力係数

Z : 地震地域係数 ($Z=1.0$)

R_t : 振動特性係数 ($R_t=1.0$)

A_i : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 ($C_0=0.2$)

上式によって求めた地震層せん断力係数 C_i を第4-1表に示す。

第 4-1 表 地震層せん断力係数 C_i

T. P. (m)	地震層せん断力係数 C_i	
	NS	EW
43.5	0.27	0.234
39.3	0.224	0.226
33.22	0.214	0.218
29.22	0.2	0.2
16.3		

(2) 機器・配管系

耐震設計上の重要度分類の各クラスの水平地震力は、上記(1)に示す地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度を 20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラス	3.0
Bクラス	1.5
Cクラス	1.0

鉛直地震力は、震度 0.3 以上を基準とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度を 20%増しとした震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は、高さ方向に一定とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

上記(1)及び(2)の標準せん断力係数 C_0 等の割増し係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設、公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

また上記(1)及び(2)に基づいた静的地震力の算定について第 4-2 表に示す。

第 4-2 表 静的地震力の算定

耐震 クラス	貯蔵建屋		機器・配管系*1	
	層せん断力係数	鉛直震度	水平震度	鉛直震度
S	—	—	$3.6 \cdot C_i$	$1.2 \cdot C_v$
B	$1.5 \cdot C_i$	—	$1.8 \cdot C_i$	—
C	—	—	$1.2 \cdot C_i$	—

* 1 : 据付位置の値とする。

4.2 動的地震力

(1) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとする。

Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動の振幅を2分の1にしたものによる地震力を適用する。

基準地震動 S_s による地震力は、基準地震動 S_s から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

また、弾性設計用地震動 S_d による地震力は、弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。ここで、弾性設計用地震動 S_d は、基準地震動 S_s に工学的判断から求められる係数0.5を乗じて設定する。

なお、貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、Bクラスの施設ではあるが、基準地震動 S_s による地震力に対して、基本的安全機能を損なわない設計とする。

動的解析の方法等については、「添付 5-1-4 地震応答解析の基本方針」に、設計用床応答曲線の作成方法については、「添付 5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

4.3 設計用地震力 前回申請に同じ

4.3.1 建物・構築物設計用地震力

建物・構築物設計用地震力は以下を適用する。

第4-3表 建物・構築物設計用地震力

耐震 クラス別	適用する地震動等		設計用地震力
	水平	鉛直	
B (S _s)	$1.5 \cdot C_i$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。
	S _s	S _s	設計用地震力は、動的地震力とする。 動的地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。
C	$1.0 \cdot C_i$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。

4.3.2 機器系設計用地震力

貯蔵施設内に設置される機器・配管系のうち、耐震設計用震度は以下を適用する。

第4-4表 機器系設計用地震力

耐震 クラス別	適用する地震動等		設計用地震力
	水平	鉛直	
S	S_d 又は静的震度 ($3.6 \cdot C_i$)	S_d 又は静的震度 ($1.2 \cdot C_v$)	設計用地震力は、静的地震力と動的 地震力のいずれか大きい方の値とす る。 動的地震力は、水平2方向及び鉛直 方向について適切に組み合わせて作 用するものとする。
	S_s	S_s	設計用地震力は、基準地震動 S_s に よる地震力を包絡する動的地震力と する。 動的地震力は、水平2方向及び鉛直 方向について適切に組み合わせて作 用するものとする。
B(S_s)	$1.8 \cdot C_i$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。
	$1/2 S_d$ S_s	$1/2 S_d$ S_s	設計用地震力は、基準地震動 S_s に よる地震力を包絡する動的地震力と する。 $1/2 S_d$ は、水平方向、鉛直方 向の地震動に対して、それぞれ共振 のおそれのある施設について適用す る。 動的地震力は、水平2方向及び鉛直 方向について適切に組み合わせて作 用するものとする。
C	$1.2 \cdot C_i$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。

4.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

動的地震力は水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。

具体的には、水平2方向及び鉛直方向を組み合わせた地震力が、従来の評価である水平1方向及び鉛直方向の地震力の組合せ時の耐震評価結果に与える影響を勘案の上、耐震評価結果への影響が懸念される場合は、詳細な構造強度評価等の手法を用いた検討を行う。

5. 荷重の組合せと許容限界 前回申請に同じ

5.1 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

(1) 建物・構築物

a. 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

b. 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件

(2) 機器・配管系

a. 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

5.2 荷重の種類

(1) 建物・構築物

a. 常時作用している荷重, すなわち固定荷重及び積載荷重

b. 貯蔵時の状態で施設に作用する荷重

c. 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重

d. 地震力, 風荷重, 雪荷重, 降下火砕物の荷重

ただし, b. 貯蔵時の状態で施設に作用する荷重には, 機器系から作用する荷重が含まれるものとする。

また, d. 地震力には, 機器系からの反力による荷重が含まれるものとする。

(2) 機器・配管系

a. 常時作用している荷重, すなわち死荷重

b. 貯蔵時の状態で作用する荷重

c. 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重

d. 地震力

5.3 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

(1) 建物・構築物

a. 地震力と常時作用している荷重, 貯蔵時の状態で作用する荷重, 金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重, 風荷重, 雪荷重, 降下火砕物の荷重とを組み合わせる。

(2) 機器・配管系

a. Sクラス

(a) 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力と常時作用している荷重, 貯蔵時の状態で作用する荷重, 金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重とを組み合わせる。

- (b) 基準地震動 S_s による地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重とを組み合わせる。
 - b. Bクラス
 - (a) 静的地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重とを組み合わせる。
 - (b) 共振のおそれのある場合については，弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じた地震力と，常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重とを組み合わせる。
 - c. Cクラス
 - (a) 静的地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱いの状態で作作用する荷重とを組み合わせる。
- (3) 荷重の組合せ上の留意事項
- a. ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。
 - b. 複数の荷重が同時に作用し，それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかならずれがあることが判明しているならば，それぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

5.4 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は，次のとおりとし，JEAG 等の安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

(1) 建物・構築物

a. 貯蔵建屋

- (a) 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

- (b) 保有水平耐力

貯蔵建屋の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとする。

- (c) 基準地震動 S_s との組合せに対する許容限界

貯蔵建屋が構築物全体として変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，終局耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。

終局耐力は，貯蔵建屋に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき，その変形又は歪みが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし，既往の実験等に基づき適切に定めるものとする。

- b. Cクラスの建物・構築物
上記イ. (イ)による許容応力度を許容限界とする。
- (2) 機器・配管系
 - a. Sクラスの機器系
 - (a) 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界
荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。
 - (b) 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的震度による地震力との組合せに対する許容限界
荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。
 - b. Bクラス及びCクラスの機器・配管系
発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。なお、Bクラスの機器で基準地震動 S_s による地震力に対して基本的安全機能を損なわない設計とするものは、荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。
- (3) 各機器、評価部位毎の許容限界
各機器、評価部位毎の許容限界については、各設備の耐震性に関する計算書に示す。

添付 5-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要

目 次

1. 概要	1
2. 敷地周辺の地震発生状況	2
2.1 被害地震	2
2.2 敷地周辺で発生したM5以上の地震	3
2.3 敷地周辺で発生したM5以下の地震	3
3. 活断層の分布状況	4
4. 地震の分類	5
4.1 プレート間地震	5
4.2 海洋プレート内地震	5
4.3 内陸地殻内地震	6
4.4 日本海東縁部の地震	6
5. 地盤構造モデルの設定	7
5.1 解放基盤表面の設定	7
5.2 地震観測記録	7
5.3 地盤構造モデル	8
6. 基準地震動	10
6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	10
6.2 震源を特定せず策定する地震動	19
6.3 基準地震動の策定	22
6.4 基準地震動の超過確率	24
7. 弾性設計用地震動	25
8. 参考文献	26

1. 概要

基準地震動は、以下の方針により策定する。

まず、敷地周辺における活断層の性質や、敷地周辺における地震発生状況等を考慮して、その発生様式による地震の分類を行ったうえで、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を、複数選定した後、敷地での地震動評価を実施し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を評価する。

次に、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する。

そして、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、解放基盤表面における基準地震動を策定する。

最後に、策定された基準地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを確認する。

2. 敷地周辺の地震発生状況

リサイクル燃料備蓄センターが位置する東北地方から北海道では、海洋プレートである太平洋プレートが陸側に向かって近づき、日本海溝から陸のプレートの下方へ沈み込んでいることが知られている。また、東北地方における活断層の多くは南北方向の走向を示す逆断層であり、この地域が東西方向に圧縮されていることを示唆している⁽¹⁾。

東北地方から北海道では、上記に対応するように地震が発生しており、その発生様式から「プレート間地震」、「海洋プレート内地震」、「内陸地殻内地震」及び「日本海東縁部の地震」の4種類に大別される。これらの地震のうち、敷地周辺の青森県東方沖から日本海溝付近にかけての海域ではプレート間地震の発生数が最も多く、また、マグニチュード（以下「M」という。）7～8程度の大地震も発生している。

2.1 被害地震

日本国内の地震被害に関する記録は古くからみられ、これらを収集、編集したものとして、「増訂 大日本地震史料」⁽²⁾、「日本地震史料」⁽³⁾、「新収 日本地震史料」⁽⁴⁾、「日本の歴史地震史料」⁽⁵⁾等がある。

また、地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に、主な地震の震央位置、地震規模等を取りまとめた地震カタログとして、「日本被害地震総覧」⁽⁶⁾、「地震活動総説」⁽⁷⁾、「理科年表」⁽⁸⁾、「気象庁地震カタログ」⁽⁹⁾、「宇津カタログ（1982）」⁽¹⁰⁾、「宇佐美カタログ（1979）」⁽¹¹⁾等がある。

「日本被害地震総覧」及び「気象庁地震カタログ」に記載されている被害地震のうち、敷地からの震央距離が200km程度以内の被害地震の震央分布を第2-1図(1)に、敷地からの震央距離が200km程度以遠の被害地震の震央分布を第2-1図(2)に示す。

また、敷地周辺における主な被害地震の諸元を第2-1表に示す。ここで、地震の規模及び震央位置は、1922年以前の地震については「日本被害地震総覧」による値を、1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による値をそれぞれ用いている。

これらの図によると、太平洋側の海域では、東経144°付近において1952年十勝沖地震（M8.2）及び2003年十勝沖地震（M8.0）のようにM8クラスのプレート間地震が発生しており、300km以上離れた位置で2011年東北地方太平洋沖地震（モーメントマグニチュード（以下「M_w」という。）9.0）が発生している。また、青森県東方沖から日本海溝付近にかけての海域においてはM7クラスのプレート間地震が数多く発生しており、それらの中には、1968年十勝沖地震（M7.9）や1994年三陸はるか沖地震（M7.6）のように、近年青森県に大きな被害をもたらした地震も存在する⁽¹²⁾⁽¹³⁾。

なお、海洋プレート内地震として、敷地から200km程度の位置で2008年岩手県沿岸北部の地震（M6.8）が発生しており、300km以上離れた位置で1933年昭和三陸地震（M8.1）、1993年釧路沖地震（M7.5）、1994年北海道東方沖地震（M8.2）及び2011年宮城県沖の地震（M7.2）が発生している。

一方、陸域では、敷地から 100km 程度の位置において、1766 年津軽の地震 (M7.1/4 ±1/4) のように M7 クラスの内陸地殻内地震が発生しており、250km 以上離れた位置で、2008 年岩手・宮城内陸地震 (M7.2) が発生している。

また、日本海側の海域では、1983 年日本海中部地震 (M7.7) 及び 1993 年北海道南西沖地震 (M7.8) のように M7 を上回る日本海東縁部の地震が発生している。

なお、敷地から 50km 以内では、敷地の南東側の海域で発生した 1978 年青森県東岸の 2 地震 (M5.8) 以外に被害地震は発生していない。

2.2 敷地周辺で発生した M5 以上の地震

1923 年 1 月～2015 年 12 月までの間に、敷地周辺で発生した M5 以上の地震の震央分布を第 2-2 図に示す。また、敷地付近を横切る幅 50km の範囲に分布する震源の鉛直分布を第 2-3 図に、太平洋プレートの沈み込みの様子を深発地震の震源の等深線で表したものの⁽¹⁴⁾を第 2-4 図に示す。

これらの図によると、敷地周辺における地震活動の特徴は以下のとおりである。

- (1) 太平洋側の東経 142° より東側の海域で、地震が数多く発生している。
- (2) 太平洋側の海域で発生する地震は、陸域に近づくにしたがってその震源が深くなっている。
- (3) 岩手県沖では、2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の余震活動がみられる。
- (4) 日本海側では、1983 年日本海中部地震 (M7.7) 及び 1993 年北海道南西沖地震 (M7.8) の本震及び余震活動がみられる。
- (5) 敷地から 100km 以内では、M7 を超える地震は発生していない。

2.3 敷地周辺で発生した M5 以下の地震

2011 年 1 月～2015 年 12 月までの間に、敷地周辺で発生した M5 以下の地震の震央分布を第 2-5 図に、震源の鉛直分布を第 2-6 図に示す。

これらの図によると、敷地周辺における地震活動の特徴は以下のとおりである。

- (1) 深さ 0～30km の範囲では、多くの地震が海域のプレート境界付近及び陸域の地殻内で発生している。
- (2) 深さ 30～60km の範囲では、多くの地震が海域のプレート境界付近で発生しており、陸域における地震はほとんどみられない。
- (3) 深さ 60km 以上の範囲では、地震が太平洋プレートの沈み込みに沿って発生しており、震源の鉛直分布には第 2-6 図における二重深発地震面がみられる。これらの地震は、陸域に近づくにしたがってその震源が深くなり、敷地周辺では深さ 100km 程度以上で発生している。

3. 活断層の分布状況

敷地から半径 100km 程度の範囲について、敷地周辺の活断層の分布を第 3-1 図に示す。また、第 3-1 図に示した敷地周辺の活断層の諸元を第 3-1 表⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾に示す。

第 3-1 図によると、敷地から 30km 程度以内には横浜断層が存在する。また、敷地から 100km 程度以内には恵山沖断層、函館平野西縁断層帯、青森湾西岸断層帯、津軽山地西縁断層帯、尻屋崎南東沖断層、出戸西方断層、上原子断層、七戸西方断層、根岸西方断層及び折爪断層が存在する。

4. 地震の分類

「2. 敷地周辺の地震発生状況」によると、敷地周辺で発生する地震は、その発生様式等からプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震及び日本海東縁部の地震の4種類に大別される。

このことを踏まえ、敷地周辺において過去に発生した主な地震を以下のとおりに分類する。

4.1 プレート間地震

岩手県から十勝沖にかけての海域においては、M7～8程度のプレート間地震が繰り返し発生している⁽¹⁷⁾。このうち過去の地震については被害記録等からプレート間地震と考えられる主な被害地震として、1677年陸中の地震(M7.4)、1763年陸奥八戸の地震(M7.4)、1856年日高・胆振・渡島・津軽・南部の地震(M7.5)、1952年十勝沖地震(M8.2)、1968年十勝沖地震(M7.9)、1994年三陸はるか沖地震(M7.6)、2003年十勝沖地震(M8.0)及び2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)がある。

近年の地震において、地震規模が最大のもは2011年東北地方太平洋沖地震のMw9.0であるが、建物等に被害が発生するとされている震度5弱程度以上(1996年以前は震度V程度以上)⁽¹⁸⁾の揺れを敷地周辺にもたらした地震は、1968年十勝沖地震(M7.9)及び1994年三陸はるか沖地震(M7.6)である。これらの地震のうち、建物等に大きな被害をもたらした1968年十勝沖地震(M7.9)の震度分布を第4-1図に示す。

4.2 海洋プレート内地震

東北地方から北海道にかけての海洋プレート内地震は、海溝軸付近から陸側で発生する沈み込んだ海洋プレート内の地震と、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する沈み込む海洋プレート内の地震の2種類に分けられる。沈み込んだ海洋プレート内の地震の震源分布は二重深発地震面を形成しており、北海道では下面のDown Dip Extension型(以下「DE型」という。)の地震活動が優勢とされ、東北地方では上面のDown Dip Compression型(以下「DC型」という。)の地震活動が優勢とされている⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾。

「2.1 被害地震」のとおり、敷地周辺において震度5弱程度以上(1996年以前は震度V程度以上)の揺れをもたらした海洋プレート内地震は認められていないが、東北地方から北海道において発生した主な海洋プレート内地震として、1933年昭和三陸地震(M8.1)、1993年釧路沖地震(M7.5)、1994年北海道東方沖地震(M8.2)、2003年宮城県沖の地震(M7.1)、2008年岩手県沿岸北部の地震(M6.8)、2011年宮城県沖の地震(M7.2)及び2011年三陸沖の地震(M7.3)がある。このうち、1933年昭和三陸地震(M8.1)は沈み込む海洋プレート内の地震であり⁽¹⁾、その他は沈み込んだ海洋プレート内の地震である⁽²²⁾。沈み込んだ海洋プレート内地震のうち、1993年釧路沖地震(M7.5)及び2008年岩手県沿岸北部の地震(M6.8)はDE型の地震⁽⁹⁾⁽¹⁹⁾、2003年宮城県沖の地

震（M7.1）及び2011年宮城県沖の地震（M7.2）はDC型の地震であり⁽⁹⁾、1994年北海道東方沖地震（M8.2）及び2011年三陸沖の地震（M7.3）は、沈み込んだ海洋プレート内の地震の中でも沖合の浅い地震である⁽⁹⁾⁽²³⁾。

なお、世界で過去に発生したMw7.0以上の海洋プレート内地震としては、1993年グアムの地震（Mw7.7）、2000年スマトラの地震（Mw7.8）などがあげられる。これらのような規模の大きな海洋プレート内地震や1994年北海道東方沖地震（M8.2）は、海洋プレートに引張応力が作用し、島弧に応力勾配が見られる地域もしくは島弧に圧縮応力が作用する地域で発生している⁽²⁴⁾。一方、敷地が属する東北地方は、海洋プレート内の応力状態が中立で、島弧に圧縮応力が作用している地域であり、大きな海洋プレート内地震が発生している地域とは応力状態が異なる地域となっている。

4.3 内陸地殻内地震

「3. 活断層の分布状況」に示した、敷地周辺における活断層と主な被害地震の関係を第4-2図に、M5以下の地震との関係を第4-3図に示す。

東北地方においては、M7クラスの内陸地殻内地震が、奥羽山脈付近から日本海にかけて発生している。

第4-2図によると、敷地周辺で発生した内陸地殻内地震のうち、最も規模の大きな地震は1766年津軽の地震（M7.1/4±1/4）であるが、敷地周辺における揺れは震度V程度以上とは推定されていない⁽⁶⁾。その他の地震についても、敷地に影響を与えたと推定される地震は認められない。

また、これらの図によると、敷地から30km程度以内に存在する横浜断層の位置と被害地震あるいはM5以下の地震の震央分布の間に対応は認められない。

4.4 日本海東縁部の地震

日本海東縁部の地震として、1983年日本海中部地震（M7.7）及び1993年北海道南西沖地震（M7.8）が発生しているが、敷地周辺において震度V程度以上の揺れは認められておらず⁽⁹⁾、敷地に大きな影響を与えるような地震ではない。

5. 地盤構造モデルの設定

5.1 解放基盤表面の設定

敷地の地質は、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の田名部層及び第四系中部更新統の中位段丘堆積物並びにこれらの上位に載るローム層、第四系完新統の沖積層等が分布する。田名部層等の下位には砂子又層がほぼ水平に広く分布している。

敷地内で実施したP S検層の結果を第5-1図に示す。敷地の地盤は第5-1図に示すように、標高-218mの位置においてS波速度が0.7km/s以上となる。

屈折法地震探査による敷地及び敷地周辺の数値構造を第5-2図に示す。第5-2図と敷地及び敷地周辺で実施した反射法地震探査結果によれば、敷地及び敷地周辺の地下の数値構造は、大局的に見て水平成層であると評価される。

上記の地質調査結果より、敷地周辺では砂子又層がほぼ水平で相当な拡がりをも有して分布しており、標高-218m以深では、S波速度が0.7km/s以上の硬質地盤となっていることから、標高-218mの位置に解放基盤表面を設定する。この位置の地盤に、著しい風化は認められない。

5.2 地震観測記録

敷地地盤では、第5-3図に示す3か所で地震観測を実施している。これらの観測点のうち、西側観測点で観測された主な地震の諸元を第5-1表に、震央分布と発震機構⁽²⁵⁾を第5-4図に示す。これらの地震について、その発生様式ごとに分類を行い、西側観測点の砂子又層内の標高-300mで得られた主な観測記録の応答スペクトルを第5-5図に示す。また、発生様式ごとの代表的な地震について、地盤の各深さで得られた観測記録の応答スペクトルを第5-6図に示す。第5-5図及び第5-6図によると、地震観測記録に著しい増幅はみられないことが確認できる。この傾向は地震の発生様式によらず同様である。

一方、敷地内3観測点で得られた発生様式ごとの代表的な地震について、地震の諸元を第5-2表に、震央分布と発震機構を第5-7図に示す。これらの地震について、敷地内3観測点の各深さで得られた主な観測記録の応答スペクトルを第5-8図に示す。第5-8図によると、観測点によらず、応答スペクトルの形状に顕著な差異がないことが確認できる。

次に、敷地内3観測点の解放基盤表面位置で得られた1Gal以上の観測記録を用いて、各観測点における地盤増幅特性の比較を行う。対象とした地震の諸元を第5-3表、震央分布を第5-9図に示す。西側観測点を基準とした北側観測点及び南側観測点の応答スペクトル比を第5-10図に示す。第5-10図によると、各観測点の解放基盤表面位置における地盤増幅特性に異なる傾向はみられない。

さらに、敷地内3観測点の解放基盤表面位置で得られた震央距離が200km以内の地震

の観測記録を用いて、敷地から東西南北の4方位に分類した上で地震波の到来方向別の地盤増幅特性に関しての比較を行う。対象とした地震の諸元を第5-4表に、震央分布を第5-11図に示す。西側観測点を基準とした北側観測点及び南側観測点の応答スペクトル比を第5-12図に示す。第5-12図によると、敷地に対する地震波の到来方向の違いによって地盤増幅特性が異なる傾向はみられない。

5.3 地盤構造モデル

応答スペクトルに基づく方法による地震動評価に用いる地震観測記録に基づく補正係数の設定等においては、敷地の地震観測記録から解放基盤表面以浅の地盤の影響を取り除くために、はぎとり地盤モデルを用いている。

統計的グリーン関数法⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾による地震動評価においては、敷地における地震基盤面から解放基盤表面までの地盤増幅特性を考慮するための地盤構造モデルを用いている。また、理論的手法⁽²⁹⁾による地震動評価においては、地震基盤面以深の特性を考慮するための地盤構造モデルを用いている。

はぎ取り地盤構造モデル、統計的グリーン関数法及び理論的手法による地震動評価に用いる地盤構造モデルの設定を以下に示す。

(1) はぎ取り地盤構造モデル

はぎとり地盤構造モデルは、敷地内の西側観測点において最深度の地震計設置位置が標高-300mとなる鉛直アレイ観測による地震観測記録から求めた深度方向の伝達関数の逆解析により、モデルの層厚、速度構造及び減衰定数について最適化を行い設定している。第5-5表にはぎとり地盤構造モデルを示す。設定したはぎとり地盤構造モデルによる伝達関数と、地震観測記録による伝達関数の比較を第5-13図に示す。両者はよく整合する結果となっており、はぎとり地盤構造モデルは敷地の地盤増幅特性を表現できるものとなっている。

(2) 統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデル

統計的グリーン関数法による地震動評価では、地震基盤面から解放基盤表面までの地盤構造が必要となる。

統計的グリーン関数法による地震動評価に用いる地盤構造モデルは、第5-5表に示すはぎ取り地盤構造モデルに基づき、西側観測点の鉛直アレイ地震観測による地震観測記録から得られるP波部水平/上下スペクトル振幅比及びレシーバー関数の逆解析により、モデルの層厚、速度構造及び減衰定数について最適化を行い設定している⁽³⁰⁾。これらの物性のうち、減衰定数については、小林他(1999)⁽³¹⁾に基づき、振動数に依存しない内部減衰と振動数に依存する散乱減衰を考慮している。地盤構造モデルに採用する層厚、速度構造は最適化によって得られた値とし、減衰定数は最適化によって

得られた値を踏まえて、全振動数帯で一定の値としている。

なお、地震基盤面位置は、最適化した地盤構造モデルのS波速度が3.0km/s以上となる深さとしている。

第5-6表に統計的グリーン関数法による地震動評価で用いる地盤構造モデルを示す。

P波部水平／上下スペクトル振幅とレシーバー関数について、設定した地盤構造モデルを用いて求めた結果と地震観測記録から求めた結果の比較を第5-14図に示す。両者は良く整合する結果となっている。

統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデルについては、敷地近傍の微動アレイ探査結果による速度構造との比較及び敷地の地震観測記録を用いたスペクトルインバージョン法による検討により妥当性を検証している。

敷地近傍の微動アレイ探査から得られた速度構造と統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデルの速度構造の比較を第5-15図に示す。探査結果と設定した地盤構造モデルの速度構造は整合する結果となっている。

スペクトルインバージョン法による検討では、岩田・入倉(1986)⁽³²⁾に基づき、敷地の観測記録及びK-NET等⁽³³⁾の観測記録を用いて敷地の地盤増幅特性を評価する。敷地の地盤増幅特性について、地盤構造モデルによるものとスペクトルインバージョン解析によるものを比較した結果、第5-16図に示すとおり同等のものとなっている。

(3) 理論的手法に用いる地盤構造モデル

理論的手法による地震動評価では、地震基盤面以浅の地盤構造に加えて地震基盤面以深の地盤構造が必要となる。地震基盤面以浅については、統計的グリーン関数法による地震動評価で用いる地盤構造モデルを参考に、地震基盤面以深については、三陸沖北部の深い地盤構造を検討した地震調査研究推進本部(2004)⁽³⁴⁾及び永井他(2001)⁽³⁵⁾を参考に設定する。

第5-7表に理論的手法による地震動評価で用いる地盤構造モデルを示す。

6. 基準地震動

基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。なお、基準地震動の策定過程における不確かさについても考慮する。

6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

(1) 検討用地震の選定

「4. 地震の分類」に基づき、地震発生様式ごとに敷地に大きな影響を与えると予想される地震を検討用地震として複数選定する。

a. プレート間地震

青森県東方の沖合では、プレート間地震が過去に繰り返し発生しており、1968年十勝沖地震(M7.9)は敷地に最も影響を与えたと考えられる地震の一つである。地震調査研究推進本部(2004)⁽³⁴⁾は、既往の研究成果を基に、1968年十勝沖地震(M7.9)の震源域に発生する地震を「三陸沖北部の地震」(Mw8.3)として震源モデルを設定している。この「三陸沖北部の地震」(以下「想定三陸沖北部の地震」という。)をプレート間地震の検討用地震の選定に当たって考慮する。

一方、2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)は、三陸沖南部海溝寄り、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部、三陸沖中部、宮城県沖、福島県沖及び茨城県沖の領域を震源域とする地震であり、敷地に対する影響は小さかったものの、同地震の知見を踏まえ同規模の地震が敷地前面で発生するとして、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」をプレート間地震の検討用地震の選定に当たって考慮する。震源領域としては、敷地前面の三陸沖北部の領域を含むように、「三陸沖北部～宮城県沖の連動」及び「三陸沖北部～根室沖の連動」のそれぞれの場合について考慮する。

「想定三陸沖北部の地震」と「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の震源パラメータの比較を第6-1表に、想定する断層面の位置を第6-1図に示す。「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」は、設定した断層モデルにおいて敷地前面の三陸沖北部の領域を含めてモデル化している。「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」は、「想定三陸沖北部の地震」と比較して地震規模が大きく、直近の強震動生成域(以下「SMGA」という。)の短周期レベルは「想定三陸沖北部の地震」の直近のSMGAの短周期レベルを上回り、「想定三陸沖北部の地震」の断層面全体の短周期レベルの値とほぼ等しい値となっている。さらに、直近のSMGAと敷地との距離についても「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が近い。

なお、地震調査研究推進本部(2017)⁽³⁶⁾において、十勝沖から択捉島沖を震源領域としたMw8.8程度以上の超巨大地震が発生する可能性があるとしているが、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」がMw9.0の規模を考慮していること、及び十勝沖から択捉島沖の領域よりも敷地に近い三陸沖北部の領域を震源領域に設定してい

ることから、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が敷地への影響が大きい。

以上のことから、敷地への影響については、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」が大きいと考えられるため、プレート間地震の検討用地震として「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」を選定する。検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の断層面の位置を第6-2図に示す。

なお、敷地前面のプレート間地震については、地震調査委員会(2019)⁽⁸⁶⁾の知見があるが、Mw9.0の規模を考慮した上で敷地に最も近い三陸沖北部の領域に震源領域を設定している「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が敷地への影響が大きい。

b. 海洋プレート内地震

敷地周辺で考慮する海洋プレート内地震については、地震の発生機構やテクトニクス背景の類似性が認められる地域で過去に発生した地震を考慮した上で、敷地周辺の適切な位置に震源を考慮する。

三陸沖北部の領域に隣接する領域である北海道の千島海溝沿いにおいては、二重深発地震面下面の地震の活動が優勢であるのに対し、敷地を含む東北地方の日本海溝沿いは、二重深発地震面上面の地震の活動が優勢であるという特徴を有する⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾。北海道の千島海溝沿いにおいては、過去に二重深発地震面下面の地震として、1994年北海道東方沖地震(M8.2)が発生しているのに対し、過去に東北地方で発生した二重深発地震面における大規模な地震は、2003年宮城県沖の地震(M7.1)及び2011年宮城県沖の地震(M7.2)といった二重深発地震面上面の地震であり、M7クラスに達する二重深発地震面下面の被害地震は知られていない。

北海道東部について、Kita et al. (2010)⁽²¹⁾はDE型の地震発生層が厚いとしており、Seno and Yoshida (2004)⁽²⁴⁾は浅く大きな海洋プレート内地震が発生する傾向があるとしている。一方、敷地を含む東北地方については、Kita et al. (2010)はDC型の地震発生層が厚いとしており、Seno and Yoshida (2004)は浅く大きな海洋プレート内地震が知られていない地域としている。

以上のことから、北海道東部と東北地方は異なるテクトニクスとなっていると考えられるため、千島海溝沿いの海洋プレート内地震は検討用地震の選定に当たって考慮しない。

検討用地震の設定に当たっては、過去に東北地方で発生した海洋プレート内地震を考慮し、二重深発地震面上面の地震、二重深発地震面下面の地震及び沖合の浅い地震に分類した上で、敷地に対して影響の大きい地震を抽出する。

影響の大きい地震の抽出に当たり、地震規模には、各分類の領域で過去に発生した最大の地震規模を考慮することとし、その設定位置は、地震のタイプごとの発生位置

に応じて敷地との距離が最小となる位置とする。

二重深発地震面上面の地震については、2011年宮城県沖の地震（M7.2）、二重深発地震面下面の地震については、2008年岩手県沿岸北部の地震（M6.8）、沖合の浅い地震については、2011年三陸沖の地震（M7.3）をそれぞれ考慮し、想定した断層面の位置を第6-3図に示す。

上記3地震について、応答スペクトルに基づく方法により、敷地への影響が相対的に大きい地震を検討用地震として選定する。応答スペクトルに基づく方法は、敷地の特性等を的確に反映することが可能なNoda et al.（2002）⁽³⁷⁾の方法を用いる。Noda et al.（2002）は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式であり、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを予測する手法である。

Noda et al.（2002）の方法に基づき地震動を評価し、敷地への影響を相対的に比較した結果を第6-4図に示す。第6-4図より、敷地への影響が最も大きい2011年宮城県沖の地震（M7.2）と同様の地震が敷地東側で発生することを考慮した二重深発地震面上面の地震を「想定海洋プレート内地震」として検討用地震に選定する。検討用地震として選定した「想定海洋プレート内地震」の断層面の位置を第6-5図に示す。

なお、敷地前面の海洋プレート内地震については、地震調査委員会（2019）⁽⁸⁶⁾の知見があるが、同等の規模を考慮した上で敷地との距離が最小となる位置に震源を設定している「想定海洋プレート内地震」の方が敷地への影響が大きい。

c. 内陸地殻内地震

(a) 地震発生層の設定

内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さ及び下端深さについては、文献等に基づき以下のとおり設定する。

原子力安全基盤機構（2004）⁽³⁸⁾は、各地域において発生した地震の震源鉛直分布から求まるD10%及びD90%（その値より震源深さが浅い地震数がそれぞれ全体の10%及び90%となる震源深さ）を求めている。原子力安全基盤機構（2004）による地震域の区分及び敷地が位置する地震域（東北東部）における地震発生層上下限層のパラメータを第6-6図に示す。

D10%及びD90%は、それぞれ地震発生層の上限深さ及び下限深さに概ね対応すると考えられる⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾ことから、第6-6図によると、敷地が位置する領域における地震発生層の上限深さは約6km、下限深さは約14kmとなる。

なお、第6-7図に示すように、原子力安全基盤機構（2004）の考え方に基づいて、敷地周辺で発生した地震の分布から算定すると、地震発生層の上限深さは約6km、下限深さは約13kmとなる。

入倉・三宅（2001）⁽⁴⁰⁾他によれば、地震発生層の上限深さは、P波速度5.8km/s～

6.0km/s と概ね対応するとされている^{(41) (42)}。陸奥湾から下北半島を東西に横断して東通沖海域に至る側線で実施された反射法・屈折法統合地震探査⁽⁴³⁾においては、深さ3kmのP波速度は5.5km/s程度とされていることから、敷地周辺の地震発生層の上限深さは3kmより深いと考えられる。

長谷川他(2004)⁽⁴⁴⁾によれば、東北日本の内陸地殻内地震が発生する深さについては、15km程度以浅であり、それより深部では温度が高くなり、急激な断層運動である地震としては変形せず、流動変形が卓越するとされている。

敷地周辺における地震波トモグラフィ解析結果を第6-8図に示す。地震波トモグラフィ解析により再決定された震源の下限深さは15km程度となっている。

また、Tanaka and Ishikawa(2005)⁽⁴⁵⁾によれば、微小地震のD90%とキュリー一点深度の間には相関があるとされている。大久保(1984)⁽⁴⁶⁾及びTanaka and Ishikawa(2005)によれば、敷地周辺のキュリー一点深度は約15kmとなっており、敷地周辺の微小地震の発生状況から推定されるD90%の値及び地震波トモグラフィ解析により再決定された震源の深さの下限と整合している。

以上を踏まえ、内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さを3km、下端深さを15kmと設定する。

(b) 検討用地震に考慮する活断層

敷地周辺の活断層が敷地に与える影響を検討するために、第3-1表に示す敷地周辺の活断層について、断層長さから想定される地震のマグニチュード⁽¹⁵⁾及び断層の中心を震央とした震央距離と、敷地で想定される震度との関係について第6-9図^{(47) (48)}に示す。

第6-9図より、地震規模及び敷地からの距離を考慮すると、「尻屋崎南東沖断層による地震」(M6.8)や「函館平野西縁断層帯による地震」(M7.2)に比べ、敷地に影響を与える「横浜断層による地震」(M6.8)、「恵山沖断層による地震」(M7.6)、「上原子～七戸西方断層による地震」(M7.7)及び「根岸西方断層による地震」(M7.5)を、敷地に影響を与える内陸地殻内地震として選定する。

上記4地震について、Noda et al.(2002)の方法に基づき地震動を評価した結果を第6-10図に示す。

第6-10図における評価では、敷地への影響が相対的に大きい地震を検討用地震として選定する観点から、等価震源距離と震央距離が同値と仮定し評価している。

なお、一切山東方断層及び老部川右岸の断層は、後期更新世以降の活動はないものの、仮の評価として、敷地からの距離を考慮してNoda et al.(2002)の方法に基づき横浜断層による地震と比較を行った結果、一切山東方断層及び老部川右岸の断層による地震の敷地への影響は、横浜断層による地震の敷地への影響を上回るものとはならない。

「a. プレート間地震」の検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」(Mw9.0)は、地震規模が大きく、敷地から震源までの距離が遠いことから、敷地に影響を与える長周期の地震動レベルを代表できると考えられる。このため、内陸地殻内地震の検討用地震としては、短周期の地震動レベルに着目し、「横浜断層による地震」(M6.8)を選定する。

検討用地震として選定した「横浜断層による地震」の断層面の位置を第6-11図に示す。

d. 日本海東縁部の地震

地震調査研究推進本部(2003)⁽⁴⁹⁾が日本海東縁部の地震として想定する地震のうち、敷地に与える影響が大きいと考えられるのは、青森県西方沖の地震(M7.7前後)及び北海道南西沖の地震(M7.8前後)である。それぞれに相当する地震として、1983年日本海中部地震(M7.7)及び1993年北海道南西沖地震(M7.8)が発生しているものの、いずれも敷地に大きな影響を与える地震ではなかった。このことを踏まえ、日本海東縁部の地震は、検討用地震として選定しない。

(2) 検討用地震の地震動評価

「6.1(1) 検討用地震の選定」において選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」、「想定海洋プレート内の地震」及び「横浜断層による地震」の地震動評価については、地震の発生様式等に応じた地震動特性を考慮するとともに、「5.3 地盤構造モデル」に示した敷地の地盤増幅特性を考慮する。検討用地震による地震動は、応答スペクトルに基づく方法及び断層モデルを用いた手法により評価する。

応答スペクトルに基づく方法は、Noda et al. (2002)の方法を用いる。

Noda et al. (2002)の方法は、震源の拡がりの影響を考慮することができ、敷地における地震観測記録に基づいて補正することにより、地震の分類に従った震源特性、伝播経路特性及び地盤増幅特性を的確に反映することが可能である。観測記録による補正係数は、検討用地震と発震機構が同じ地震による観測記録に基づくことを原則とする。

断層モデルを用いた手法については、敷地において要素地震として適切な地震の観測記録が得られている場合は経験的グリーン関数法⁽²⁷⁾⁽⁵⁰⁾を用い、得られていない場合は統計的グリーン関数法⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾あるいは統計的グリーン関数法と理論的手法⁽²⁹⁾によるハイブリッド合成法⁽⁵¹⁾を用いる。

a. プレート間地震

(a) 基本モデルの設定

プレート間地震の検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」については、地震調査研究推進本部(2004)⁽³⁴⁾及び諸井他(2013)⁽⁵²⁾に

基づき震源モデルを設定する。

断層面の設定に当たっては、敷地前面の三陸沖北部の領域を含む領域の連動を考慮し、「三陸沖北部～宮城県沖の連動」及び「三陸沖北部～根室沖の連動」について、それぞれモデルを設定する。

各領域におけるSMGAの位置については、モデル化する領域ごとに諸井他（2013）と同様に、過去に発生した地震^{(34) (52) (53)}を参照して地域性を考慮した位置に設定する。各領域のSMGAは、三陸沖北部の領域では1968年十勝沖地震や1994年三陸はるか沖地震の発生位置に、三陸沖中部以南の領域では地震調査研究推進本部（2012）⁽¹⁷⁾のセグメントごとに一つずつ、十勝沖の領域では2003年十勝沖地震の発生位置に、根室沖の領域では1973年根室半島沖地震の発生位置よりも領域内において敷地に近い位置にそれぞれ配置する。三陸沖中部以南の領域での設定に当たっては、既往の地震観測記録の再現に関する入倉（2012）⁽⁵⁴⁾の知見を参照する。

SMGAの面積は、諸井他（2013）に基づき断層面積に対する面積比（以下「SMGA面積比」という。）が12.5%となるよう設定する。

SMGAの短周期レベルは、諸井他（2013）に基づきSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係を基本としている。諸井他（2013）に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係は、第6-12図に示すように、2011年東北地方太平洋沖地震の短周期レベルと整合することが確認されている佐藤（2010）⁽⁵⁵⁾のスケーリング則を上回っている。ここで、敷地に近く影響が大きいSMGA1及びSMGA2の短周期レベルについては、1994年三陸はるか沖地震（M7.6）及び1978年宮城県沖地震（M7.4）が諸井他（2013）に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係をそれぞれ1.3倍及び1.4倍上回っていることから、割増率として1.4倍を考慮した。一方、SMGA3～7については、敷地から遠く影響が小さいため、諸井他（2013）に基づくSMGA面積比12.5%相当の短周期レベルに設定する。

なお、破壊開始点については、複数の位置を設定する。

基本モデルの検討ケース一覧を第6-2表に、基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを第6-13図及び第6-3表に示す。また、断層モデルのパラメータの設定フローを第6-14図に示す。

ここで、2011年東北地方太平洋沖地震については、各種の震源モデルが提案されていることから、これらと比較することで「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルで設定したSMGA面積、短周期レベル及びSMGA面積比の妥当性について確認する。「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルと、田島他（2013）⁽⁶³⁾が取りまとめた各種震源モデルを比較した結果、基本モデルのSMGA面積、短周期レベルは第6-4表(a)に示すように、各種震源モデルを概ね上回る値となっており、過小な設定とはなっていない。また、諸井他（2013）⁽⁵²⁾に示さ

れている SMGA 面積比を変えた場合の SMGA の短周期レベルと、SMGA 面積比を 12.5% としている「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルの SMGA の短周期レベルを比較した結果、第 6-4 表 (b) に示すように、敷地に近く影響が大きい SMGA 1 及び SMGA 2 の短周期レベルは、諸井他 (2013) の検討における SMGA の短周期レベルの最大値を上回っていることから、基本モデルの SMGA 面積比は過小な設定とはなっていない。

(b) 不確かさを考慮するパラメータの設定

「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の不確かさとしては、基本モデルで既往最大の地震規模及び 1978 年宮城県沖地震を踏まえた短周期レベルを考慮していることから、SMGA の位置の不確かさのみ考慮することとし、敷地に最も近い SMGA 1 の位置を敷地直近 (断層面北西端) に移動させたケースを考慮する。

なお、破壊開始点については、SMGA の位置を移動させたケースについても、複数の位置を設定する。

不確かさケースの検討ケース一覧を第 6-2 表に、不確かさケースの断層モデル及び断層パラメータを第 6-15 図及び第 6-3 表に示す。また、断層モデルのパラメータの設定フローを第 6-14 図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」は、既往の距離減衰式に対して外挿になること、また、敷地に対して断層面が大きく広がっていることから、距離減衰式による評価が困難であるため、断層モデルを用いた手法により地震動評価を行う。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、敷地において要素地震として利用可能な観測記録が得られていることから、経験的グリーン関数法を用いる。

要素地震としては、各領域で発生した同様の震源メカニズムをもつ地震を用いることとし、三陸沖北部の領域に対して 2001 年 8 月 14 日の地震 (M6.4)、三陸沖中南部の領域に対して 2015 年 5 月 13 日の地震 (M6.8)、宮城県沖の領域に対して 2011 年 3 月 10 日の地震 (M6.8)、十勝沖の領域に対して 2008 年 9 月 11 日の地震 (M7.1)、根室沖の領域に対して 2004 年 11 月 29 日の地震 (M7.1) の敷地における観測記録を用いる。各要素地震の震源パラメータを第 6-5 表に、各要素地震の震央分布と発震機構及び観測記録の波形を第 6-16 図に示す。

基本モデル及び各不確かさケースの断層モデルを用いた地震動評価結果の応答スペクトルを第 6-17 図に示す。

b. 想定海洋プレート内地震

(a) 基本モデルの設定

海洋プレート内地震の検討用地震として選定した「想定海洋プレート内地震」については、地震調査研究推進本部（2017）⁽⁵⁹⁾に基づき震源モデルを設定する。

地震規模は、同一テクトニクス内の東北地方で発生した二重深発地震面上面の地震のうち最も規模が大きい地震である、2011年4月7日宮城県沖の地震と同規模（M7.2, Mw7.1）とする。

短周期レベルは、地震調査研究推進本部（2017）⁽⁵⁹⁾による海洋プレート内地震の標準的な短周期レベルを考慮し設定する。

断層面の位置は、敷地前面の沈み込む海洋プレートと敷地との距離が最小となる位置の海洋性マントル内に設定する⁽⁶⁸⁾。

なお、破壊開始点については、複数の位置を設定する。

基本モデルの検討ケースを第6-6表に、基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを第6-18図及び第6-7表に示す。また、断層モデルのパラメータの設定フローを第6-19図に示す。

(b) 不確かさを考慮するパラメータの設定

想定海洋プレート内地震の地震動評価に当たっては、以下に示すパラメータの不確かさを考慮する。

短周期レベルの不確かさとしては、原田他（2011）⁽⁷²⁾の知見を踏まえ、短周期レベルの値を地震調査研究推進本部（2017）⁽⁵⁹⁾による値の1.5倍としたケースを考慮する。

断層位置の不確かさとしては、断層面上端が海洋性地殻の上端に位置するよう設定した上で、アスペリティを断層面上端に配置したケースを考慮する。

地震規模の不確かさとしては、基本モデルの断層面について、2011年4月7日宮城県沖の地震の地震規模を上回るMw7.4としたケースを考慮する。

なお、破壊開始点については、それぞれの不確かさケースについて、複数の位置を設定する。不確かさケースの検討ケース一覧を第6-6表に、不確かさケースの断層モデルを第6-18図及び第6-20図に、また、断層パラメータを第6-8表に示す。断層モデルのパラメータの設定フローを第6-19図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価では、海洋プレート内地震の観測記録が敷地において得られていることから、観測記録の応答スペクトルとNoda et al.（2002）の方法に基づく応答スペクトルとの比をサイト補正係数として考慮することにより、敷地における地震動特性を反映する。海洋プレート内地震の応答スペクトル比を第6-21図に示す。

第 6-22 図に、基本モデル及び各不確かさケースの応答スペクトルに基づく地震動評価結果の応答スペクトルを示す。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「想定海洋プレート内地震」の断層モデルを用いた手法による地震動評価については、適切な要素地震となる地震観測記録が敷地で得られていないことから、統計的グリーン関数法を用いる。

第 6-23 図に、基本モデル及び各不確かさケースの断層モデルを用いた地震動評価結果の応答スペクトルを示す。

c. 内陸地殻内地震

(a) 基本モデルの設定

内陸地殻内地震の検討用地震として選定した「横浜断層による地震」については、地質調査結果及び地震調査研究推進本部（2017）⁽⁵⁹⁾に基づき震源モデルを設定する。

断層傾斜角は反射法地震探査結果に基づき 60 度に設定し、地震発生層厚さと断層傾斜角を考慮して断層幅を 13.9km とする。震源断層長さは、地震規模が Mw6.5 となるように、断層幅を考慮して 27km とし、その地震モーメントは $7.83 \times 10^{18} \text{Nm}$ となる。

アスペリティの位置については、敷地への影響が大きくなるように、アスペリティの北端を横浜断層の北端に、また、アスペリティの上端を、設定した断層モデルの上端に設定する。

なお、破壊開始点については、複数の位置を設定する。

基本モデルの検討ケースを第 6-9 表に示す。基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを第 6-24 図及び第 6-10 表に示す。また、断層モデルのパラメータの設定フローを第 6-25 図に示す。

(b) 不確かさを考慮するパラメータの設定

「横浜断層による地震」の地震動評価にあたっては、以下に示すパラメータの不確かさを考慮する。

応力降下量の不確かさケースとしては、2007 年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、基本モデルにおける値の 1.5 倍としたケースを考慮する。

横浜断層については、地質調査結果によると、高角の逆断層であることが確認されているが、断層傾斜角の不確かさとして、断層傾斜角を 45 度としたケースを考慮する。

なお、破壊開始点については、それぞれの不確かさケースについて、複数の位置を設定する。

不確かさケースの検討ケース一覧を第 6-9 表に示す。不確かさケースの断層モデルを第 6-24 図及び第 6-26 図に、また、断層パラメータを第 6-11 表に示す。断層モ

デルのパラメータの設定フローを第 6-25 図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価では、内陸地殻内地震の観測記録が敷地において十分得られていないことから、Noda et al. (2002) による内陸地殻内地震の補正による低減を考慮しない。

第 6-9 表に示す各検討ケースを対象として、Noda et al. (2002) に基づき算定した応答スペクトルを第 6-27 図に示す。

また、Noda et al. (2002) 以外の距離減衰式⁽⁷⁵⁾⁽⁷⁶⁾⁽⁷⁷⁾による評価を行うこととし、評価に用いる距離減衰式を第 6-12 表に示す。

Noda et al. (2002) による評価結果と Noda et al. (2002) 以外の距離減衰式による評価結果の応答スペクトルを第 6-28 図に示す。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「横浜断層による地震」の断層モデルを用いた手法による地震動評価については、適切な要素地震となる地震観測記録が敷地で得られていないことから、統計的グリーン関数法を用いる。

第 6-9 表に示す各検討ケースを対象として、統計的グリーン関数法を用いた断層モデルにより算定した地震動評価結果の応答スペクトルを第 6-29 図に示す。

なお、基本モデルについては、統計的グリーン関数法及び理論的手法を用いたハイブリッド合成法による地震動評価を行っており、その評価結果を第 6-30 図に示す。第 6-30 図によると、ハイブリッド合成法による地震動評価結果は、統計的グリーン関数法による評価結果と同程度となっている。

6.2 震源を特定せず策定する地震動

(1) 評価方法

震源を特定せず策定する地震動の評価に当たっては、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震を検討対象地震として選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を収集し、敷地の地盤物性を考慮した応答スペクトルを設定する。

採用する地震観測記録の選定に当たっては、敷地周辺との地域差を検討するとともに、観測記録と第 6-31 図に示す加藤他 (2004)⁽⁷⁸⁾の応答スペクトルとの大小関係を考慮する。

(2) 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録の収集においては、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでに至っていないMw6.5以上の地震及び断層破壊領域が地震発生層内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通で考慮すべきMw6.5未満の地震を対象とする。検討対象地震を第5.6-13表に示す。

a. Mw6.5以上の地震

第6-13表に示した検討対象地震のうち、Mw6.5以上の2008年岩手・宮城内陸地震及び2000年鳥取県西部地震の震源域と敷地周辺との地域差を検討し、観測記録収集対象の要否について検討を行う。

(a) 2008年岩手・宮城内陸地震

2008年岩手・宮城内陸地震の震源域近傍は、主に新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が広く分布し、断続的な褶曲構造が認められ、東西圧縮応力による逆断層により脊梁山脈を成長させている地域である。さらに、火山フロントに位置し、火山噴出物に広く覆われており断層変位基準となる段丘面の分布が限られている。

また、産業技術総合研究所(2009)⁽⁷⁹⁾によるひずみ集中帯分布図によれば、震源近傍は、地質学的・測地学的ひずみ集中帯の領域内にある。

一方、敷地周辺では、断層変位基準となる海成段丘面が広く分布していること、地質学的・測地学的ひずみ集中帯の領域外に位置していること等、震源域近傍との地域差は認められる。しかしながら、敷地周辺では震源域と同様に東西圧縮応力による逆断層が分布していることや、新第三系火山岩類及び堆積岩類の分布が認められることなど一部で類似点も認められる。

以上より、更なる安全性向上の観点から、より保守的に2008年岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定する。

2008年岩手・宮城内陸地震の震源近傍の地震観測記録を収集し、その地震動レベル及び地盤増幅特性を評価する。その結果、地盤の非線形性や特異な増幅特性がなく、基盤地震動を算定する地盤構造モデルについて、観測記録の伝達関数を再現できることを確認した栗駒ダム(右岸地山)、KiK-net金ヶ崎観測点、KiK-net一関東観測点、KiK-net花巻南観測点及びK-NET一関観測点の観測記録を信頼性の高い基盤地震動が評価可能な観測記録として選定する。なお、KiK-net一関東観測点については、鉛直方向の観測記録の伝達関数を再現できていないことから、信頼性の高い基盤地震動の評価は困難と判断し、水平方向のみ基盤地震動が適切に評価可能な観測記録として選定する。

選定した5つの観測記録の中で、大きな基盤地震動として、栗駒ダム(右岸地山)、KiK-net金ヶ崎観測点及びKiK-net一関東観測点(水平方向のみ)を、震源を特定せ

ず策定する地震動に考慮する基盤地震動として選定する。

基盤地震動として選定した各観測点位置のS波速度は、栗駒ダムで700m/s以上、KiK-net金ヶ崎観測点で540m/s、KiK-net一関東観測点で680m/sといずれの観測点も敷地の解放基盤表面のS波速度と同等あるいは低い値となっていることから、地盤のS波速度による補正を行わないこととする。

以上より、栗駒ダム（右岸地山）、KiK-net金ヶ崎観測点及びKiK-net一関東観測点（水平方向のみ）の基盤地震動に保守性を考慮し、震源を特定せず策定する地震動として、「2008年岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム[右岸地山]）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net金ヶ崎）」及び「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net一関東）」を採用する。

(b) 2000年鳥取県西部地震

2000年鳥取県西部地震は、西北西－東南東の圧縮応力による横ずれ断層の地震とされている。岡田（2002）⁽⁸⁰⁾によれば、文献では震源域周辺に活断層は記載されておらず、活断層発達過程でみると、初期の発達段階を示し、断層破碎帯幅も狭く未成熟な状態とみなされている。井上他（2002）⁽⁸¹⁾によれば、新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布しており、貫入方向が震源断層に平行であることが示されている。

一方、敷地周辺は、東西圧縮応力による逆断層が認められる地域であり、断層変位基準となる海成段丘面が広く認められる地域である。

以上より、2000年鳥取県西部地震震源域と敷地周辺地域とは活断層の特徴、地質・地質構造等に地域差が認められると判断されることから、2000年鳥取県西部地震は観測記録収集対象外とする。

b. Mw6.5未満の地震

第6－13表に示した検討対象地震のうち、Mw6.5未満の14地震について、震源近傍の観測記録を収集して、その地震動レベルを整理する。

その結果、加藤他（2004）を一部周期帯で上回る地震観測記録として2004年北海道留萌支庁南部地震、2013年栃木県北部地震、2011年茨城県北部地震、2011年和歌山県北部地震及び2011年長野県北部地震の観測記録を抽出する。

抽出した観測記録のうち、2013年栃木県北部地震、2011年茨城県北部地震、2011年和歌山県北部地震及び2011年長野県北部地震については、記録を再現できる適切な地盤モデルが構築できず、基盤地震動の評価が困難であることから、震源を特定せず策定する地震動に考慮しない。

一方、2004年北海道留萌支庁南部地震については、震源近傍のK-NET港町観測点において、佐藤他（2013）⁽⁸²⁾が詳細な地盤調査に基づいて基盤地震動の推定を行ってお

り、信頼性の高い基盤地震動が得られている。この基盤地震動に保守性を考慮し、震源を特定せず策定する地震動として「2004年北海道留萌支庁南部地震（K-NET 港町）」を採用する。

c. 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

加藤他（2004）の応答スペクトルは、震源を特定せず策定する地震動として採用した「2008年岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム[右岸地山]）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net 金ヶ崎）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net 一関東）」、「2004年北海道留萌支庁南部地震（K-NET 港町）」の応答スペクトルを一部周期帯において上回る。

このことから、加藤他（2004）の応答スペクトルを震源特定せず策定する地震動として採用する。

なお、加藤他（2004）の応答スペクトルには、Noda et al.（2002）の方法より求めた敷地の地盤物性を考慮している。

震源を特定せず策定する地震動として採用した「2008年岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム[右岸地山]）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net 金ヶ崎）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net 一関東）」、「2004年北海道留萌支庁南部地震（K-NET 港町）」の応答スペクトル及び加藤他（2004）の応答スペクトルを第6-32図に示す。

6.3 基準地震動の策定

「6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「6.2 震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として、基準地震動を策定する。

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動

a. 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動として S_s-A を設定する。基準地震動 S_s-A は、設計用応答スペクトルに適合する設計用模擬地震波で表すものとする。

(a) 設計用応答スペクトル

「6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」において応答スペクトルに基づく手法により評価した検討用地震による地震動の応答スペクトル及び不確かさを考慮した応答スペクトルを第6-33図に示す。これら全ての応答スペクトルを包絡して策定した水平方向の設計用応答スペクトル S_s-AH 及び鉛直方向の設計用応答スペクトル S_s-AV を第6-33図に併せて示す。

設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV のコントロール・ポイントの値を第6-14表に示す。

(b) 設計用模擬地震波

基準地震動 S_s-A は、設計用模擬地震波 S_s-AH , S_s-AV で表すものとする。

設計用模擬地震波 S_s-AH , S_s-AV は、それぞれの応答スペクトルに適合するように地震動の振幅包絡線の経時的変化に基づいて、正弦波の重ね合わせによって作成する。これらの設計用模擬地震波の継続時間と振幅包絡線は、Noda et al. (2002) に基づき第 6-34 図の形状とし、振幅包絡線の経時的変化を第 6-15 表に示す。

設計用模擬地震波 S_s-AH , S_s-AV の作成結果を第 6-16 表に、設計用応答スペクトルに対する設計用模擬地震波の応答スペクトルの比を第 6-35 図に示す。

以上により策定した設計用模擬地震波 S_s-AH , S_s-AV の加速度時刻歴波形を第 6-36 図に、最大加速度振幅値を第 6-17 表に示す。

b. 断層モデルを用いた手法による基準地震動

「6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」において断層モデルを用いた手法により評価した検討用地震による地震動の応答スペクトル及び不確かさを考慮した応答スペクトルと上記 a. で設定した設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV との比較を第 6-37 図に示す。

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV を全ての周期帯において下回る。このため、断層モデルを用いた手法による基準地震動は、応答スペクトルに基づく手法で設定した基準地震動 S_s-A で代表させる。

(2) 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動

震源を特定せず策定する地震動と基準地震動 S_s-A の設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV との比較を第 6-38 図に示す。第 6-17 表に示す 4 波が基準地震動 S_s-A の設計用応答スペクトルを一部周期帯で上回ることから、「2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町)」を基準地震動 S_s-B1 , 「2008 年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム[右岸地山])」を S_s-B2 , 「2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎)」を S_s-B3 及び「2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東)」を S_s-B4 (水平方向のみ) として設定する。その応答スペクトルを第 6-39 図に、加速度時刻歴波形を第 6-40 図に示す。

6.4 基準地震動の超過確率

日本原子力学会（2007）⁽⁸³⁾に基づいて算定した敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルと基準地震動の応答スペクトルを比較する。

震源については、地震発生様式ごとに、「特定震源モデルに基づく評価」及び「領域震源モデルに基づく評価」に分けて考慮することとし、確率論的地震ハザードに大きな影響を及ぼす認識論的不確かさを選定し、ロジックツリーを作成する。

ロジックツリーは、地震調査研究推進本部（2013）⁽⁸⁴⁾の考え方にに基づき作成する。

地震調査研究推進本部（2013）では、「領域震源モデルに基づく評価」に用いる各領域の地震規模の設定に当たり、「モデル1」及び「モデル2」の2つの考え方を示しており、「モデル2」においては、地震規模が確率論的地震ハザード評価に与える影響を検討するために、各領域に「モデル1」より大きな地震規模を用いている。敷地での確率論的地震ハザード評価における「領域震源モデルに基づく評価」では、「モデル1」に加え「モデル2」についてもロジックツリーの分岐として考慮する。

設定したロジックツリーを第6-41図に示す。また、特定震源モデルのうち、断層による地震において評価対象とする活断層の諸元を第6-18表に、領域震源におけるロジックツリーの分岐ごとの最大地震規模を第6-19表に示す。

なお、プレート間地震及び海洋プレート内地震の長期評価に関する地震調査委員会（2019）⁽⁸⁶⁾の知見があるが、本知見における地震規模及び発生間隔は、敷地での確率論的地震ハザード評価における設定と同等もしくは包絡されるものであることから、敷地での確率論的地震ハザード評価に影響はない。

基準地震動 S_s-A の応答スペクトルと年超過確率ごとの一樣ハザードスペクトルの比較を第6-42図に示す。基準地震動 S_s-A の年超過確率は、 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度である。

また、「震源を特定せず策定する地震動」に基づき設定した基準地震動 S_s-B1～S_s-B4 の応答スペクトルと内陸地殻内地震の領域震源による一樣ハザードスペクトルの比較を第6-43図に示す。基準地震動 S_s-B1～S_s-B4 の年超過確率は、 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度である。

7. 弾性設計用地震動

弾性設計用地震動は、基準地震動に工学的判断から求められる係数 0.5 を乗じて設定する。弾性設計用地震動による地震力は、弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。ここで、基準地震動 Ss-B4 は、水平方向の地震動のみであることから、水平方向と鉛直方向を組み合わせた影響評価を行う場合には、「一関東評価用地震動」を用いる。一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトルを第 7-1 図に、加速度時刻歴波形を第 7-2 図に示す。なお、弾性設計用地震動の年超過確率は、 10^{-3} ~ 10^{-5} 程度となる。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第 7-3 図に、加速度時刻歴波形を第 7-4 図及び第 7-5 図に、弾性設計用地震動の応答スペクトルと年超過確率ごとの一様ハザードスペクトルの比較を第 7-6 図及び第 7-7 図に示す。

8. 参考文献

- (1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2009) : 日本の地震活動－被害地震から見た地域別の特徴－, 第2版
- (2) 文部省震災予防評議会編 (1941～1943) : 増訂 大日本地震史料, 第一巻～第三巻
- (3) 武者金吉 (1951) : 日本地震史料, 毎日新聞社
- (4) 東京大学地震研究所編 (1981～1994) : 新収 日本地震史料, 第一巻～第五巻, 補遺, 続補遺
- (5) 宇佐美龍夫編 (1998～2005) : 日本の歴史地震史料, 拾遺, 拾遺別巻, 拾遺二, 拾遺三
- (6) 宇佐美龍夫, 石井 寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子 (2013) : 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会
- (7) 宇津徳治 (1999) : 地震活動総説, 東京大学出版会
- (8) 国立天文台編 (2018) : 理科年表平成 30 年, 丸善
- (9) 気象庁 (1951～2015) : 地震月報, 地震年報, 地震月報 (カタログ編), 地震・火山月報 (防災編) 他
- (10) 宇津徳治 (1982) : 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表: 1885年～1980年, 東京大学地震研究所彙報, Vol.57
- (11) Usami, T. (1979) : Study of Historical Earthquakes in Japan, Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol.54
- (12) 青森県 (1969) : 青森県大震災の記録－昭和43年の十勝沖地震－
- (13) 気象庁 (1995) : 災害時地震・津波速報, 平成6年(1994年)三陸はるか沖地震
- (14) 長谷川 昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷 悟, 田中和夫, 澤田義博 (1983) : 北海道および東北地方における微小地震の震源分布－広域の驗震データの併合処理－, 地震第2輯, 第36巻
- (15) 松田時彦 (1975) : 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震第2輯, 第28巻
- (16) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2009) : 全国地震動予測地図
- (17) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2012) : 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価 (第二版) について
- (18) 気象庁, 消防庁 (2009) : 震度に関する検討会報告書, 平成21年3月
- (19) Kosuga, M., T. Sato, A. Hasegawa, T. Matsuzawa, S. Suzuki and Y. Motoya (1996) : Spatial distribution of intermediate-depth earthquakes with horizontal or vertical nodal planes beneath northeastern Japan, Physics of the Earth and Planetary Interiors 93
- (20) 海野徳仁, 長谷川 昭, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷 悟, 田中和夫, 澤田義博 (1984) : 北海道及び東北地方における稍深発地震の発震機構－広域の驗震データ

一夕の併合処理一，地震 第2輯，第37巻

- (21) Kita, S. ,T. Okada, A. Hasegawa, J. Nakajima and T. Matsuzawa (2010):Existence of interplane earthquakes and neutral stress boundary between the upper and lower planes of the double seismic zone beneath Tohoku and Hokkaido, northeastern Japan, Tectonophysics, 496
- (22) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2010) : 全国地震動予測地図 : 一地図を見て私の街の揺れを知る一
- (23) 菊地正幸, 金森博雄 (1995) : 広帯域地震記録による 1994 年北海道東方沖地震の震源メカニズム, 月刊地球, Vol.17, No.5
- (24) Seno, T. and M.Yoshida (2004) : Where and why do large shallow intraslab earthquakes occur ?, Physics of the Earth and Planetary Interiors 141
- (25) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所, 広帯域地震観測網 F-net : <http://www.fnet.bosai.go.jp/>
- (26) Boore, D. M. (1983): STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH-FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6
- (27) 入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997):経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良, 日本地震学会講演予稿集, 1997 年度秋季大会, B25
- (28) 釜江克弘, 入倉孝次郎, 福知保長 (1991) : 地震のスケーリング則に基づいた大地震時の強震動予測 統計的波形合成法による予測, 日本建築学会構造系論文集, 第 430 号
- (29) Hisada, Y. (1994) : An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5
- (30) 小林喜久二, 植竹富一, 土方勝一郎 (2005) : 地震動の水平/上下スペクトル振幅比の逆解析による地下構造推定法の標準化に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, 構造 II
- (31) 小林喜久二, 久家英夫, 植竹富一, 真下 貢, 小林啓美 (1999) : 伝達関数の多地点同時逆解析による地盤減衰の推定 その3 Q 値の基本式に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, 構造 II
- (32) 岩田知孝, 入倉孝次郎 (1986) : 観測された地震波から, 震源特性・伝播経路特性及び観測点近傍の地盤特性を分離する試み, 地震第2輯, 第39巻
- (33) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所, 強震観測網 (K-NET, KiK-net) : <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/>
- (34) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 三陸沖北部の地震を想定した強震動評価について

- (35) 永井理子, 菊地正幸, 山中佳子 (2001) : 三陸沖における再来大地震の震源過程の比較研究—1968年十勝沖地震と1994年三陸はるか沖地震の比較—, 地震第2輯, 第54巻
- (36) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2017) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第三版)
- (37) Noda, S. , K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul
- (38) 独立行政法人 原子力安全基盤機構 (2004) : 平成15年度 地震記録データベース SANDEL のデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書, JNES/SAE04-017
- (39) 伊藤 潔 (2002) : 地殻内地震発生層, 月刊地球, 号外 No. 38
- (40) 入倉孝次郎, 三宅弘恵 (2001) : シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110 (6)
- (41) 吉井弘治, 伊藤 潔 (2001) : 近畿地方北部の地震波速度構造と地震発生層, 地球惑星科学連合学会 2001年合同大会
- (42) 廣瀬一聖, 伊藤 潔 (2006) : 広角反射法および屈折法解析による近畿地方の地殻構造の推定, 京都大学防災研究所年報, 第49号B
- (43) 地球科学総合研究所 (2014) : 原子力施設等防災対策等委託費 (原子力施設における断層等の活動性判定に係る評価手法の調査研究) 報告書, 平成25年度 第1分冊
- (44) 長谷川 昭, 中島淳一, 海野徳仁, 三浦 哲, 諏訪謡子 (2004) : 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式, 地震第2輯, 第56巻
- (45) Tanaka, A. and Y. Ishikawa (2005) : Crustal thermal regime inferred from magnetic anomaly data and its relationship to seismogenic layer thickness : The Japanese islands case study, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 152
- (46) 大久保泰邦 (1984) : 全国のキュリー点解析結果, 地質ニュース, 第362号
- (47) 村松郁栄 (1969) : 震度分布と地震のマグニチュードとの関係, 岐阜大学教育学部研究報告, 自然科学, 第4巻, 第3号
- (48) 勝又 護, 徳永規一 (1971) : 震度IVの範囲と地震の規模および 震度と加速度の対応, 験震時報, 第36巻, 第3, 4号
- (49) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) : 日本海東縁部の地震活動の長期評価について
- (50) Irikura, K. (1986) : PREDICTION OF STRONG ACCELERATION MOTIONS USING EMPIRICAL GREEN'S FUNCTION, 第7回日本地震工学シンポジウム
- (51) 入倉孝次郎, 釜江克宏 (1999) : 1948年福井地震の強震動—ハイブリッド法による広周期帯域強震動の再現—, 地震第2輯, 第52巻

- (52) 諸井孝文, 広谷 浄, 石川和也, 水谷浩之, 引間和人, 川里 健, 生玉真也, 釜田正毅 (2013) : 標準的な強震動レシピに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現, 日本地震工学会第 10 回年次大会梗概集
- (53) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第二版) について
- (54) 入倉孝次郎 (2012) : 海溝型巨大地震の強震動予測のための震源モデルの構築, 第 40 回地盤震動シンポジウム
- (55) 佐藤智美 (2010) : 逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則, 日本建築学会構造系論文集, 第 75 巻, 第 651 号
- (56) 壇 一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井 透 (2001) : 断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化, 日本建築学会構造系論文集, 第 545 号
- (57) 佐藤智美 (2003) : 中小地震の応力降下量の断層タイプ・震源深さ依存性及び地域性に関する研究, 土木学会地震工学論文集, Vol. 27
- (58) 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明 (2006) : 短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式, 土木学会論文集 A, vol. 62, no. 4
- (59) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2017) : 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」)
- (60) 佐藤良輔, 阿部勝征, 岡田義光, 島崎邦彦, 鈴木保典 (1989) : 日本の地震断層パラメター・ハンドブック, 鹿島出版会
- (61) Kanamori, H. (1977) : The Energy Release in Great Earthquakes, Journal of Geophysical Research, Vol. 82
- (62) Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith and A. Kowada (1999) : Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion, Seismological Research Letters, Vol. 70
- (63) 田島礼子, 松元康広, 司 宏俊, 入倉孝次郎 (2013) : 内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究, 地震第 2 輯, 第 66 巻
- (64) Kurahashi, S. and K. Irikura (2013) : Short-Period Source Model of the 2011 MW 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B
- (65) Asano, K. and T. Iwata (2012) : Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1-10 Hz during the 2011 Tohoku earthquake, Earth Planets Space, 64
- (66) 佐藤智美 (2012) : 経験的グリーン関数法に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の

震源モデルプレート境界地震の短周期レベルに着目して-, 日本建築学会構造系論文集, 第 77 巻, 第 675 号

- (67) 川辺秀憲, 釜江克弘 (2013) : 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源のモデル化, 日本地震工学会論文集, 第 13 巻, 第 2 号
- (68) Nakajima, J., A. Hasegawa and S. Kita (2011) : Seismic evidence for reactivation of a buried hydrated fault in the Pacific slab by the 2011 M9.0 Tohoku earthquake, *Geophysical Research Letters*, Vol.38
- (69) 佐藤智美, 巽 誉樹 (2002) : 全国の強震記録に基づく内陸地震と海溝性地震の震源・伝播・サイト特性, 日本建築学会構造系論文集, 第 556 号
- (70) Geller, R. J. (1976) : SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.66, No.5
- (71) 浅野公之, 岩田知孝, 入倉孝次郎 (2004) : 2003 年 5 月 26 日に宮城県沖で発生したスラブ内地震の震源モデルと強震動シミュレーション, 地震第 2 輯, 第 57 巻
- (72) 原田 怜, 釜江克宏 (2011) : 2011 年 4 月 7 日宮城県沖のスラブ内地震の震源のモデル化
- (73) 川瀬 博, 松尾秀典 (2004) : K-NET, KiK-net, JMA 震度計観測網による強震動波形を用いた震源・パス・サイト各特性の分離解析, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 第 1 号
- (74) 鶴来雅人, 田居 優, 入倉孝次郎, 古和田 明 (1997) : 経験的サイト増幅特性評価手法に関する検討, 地震第 2 輯, 第 50 巻
- (75) Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujikawa and Y. Fukushima (2006) : A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.96, No.3
- (76) Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima and Y. Fukushima (2006) : Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.96, No.3
- (77) 内山泰生, 翠川三郎 (2006) : 震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 606 号
- (78) 加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大榮, 上田圭一, 壇 一男 (2004) : 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル:-地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討-, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 第 4 号
- (79) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (2009) : 地質学的歪みと測地学的歪みの集中域と地震との関係, 地震予知連絡会会報, 第 81 巻

- (80) 岡田篤正 (2002) : 山陰地方の活断層の諸特徴, 活断層研究, 22
- (81) 井上大榮, 宮腰勝義, 上田圭一, 宮脇明子, 松浦一樹 (2002) : 2000 年鳥取県西部地震震源域の活断層調査, 地震第2輯, 第54巻
- (82) 佐藤浩章, 芝 良昭, 東 貞成, 功刀 卓, 前田宜浩, 藤原広行 (2013) : 物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部地震の地震によるK-NET港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価, 電力中央研究所報告
- (83) 社団法人 日本原子力学会 (2007) : 日本原子力学会標準 原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準 : 2007
- (84) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013) : 今後の地震動ハザード評価に関する検討～2013年における検討結果～
- (85) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) : 「全国を概観した地震動予測地図」報告書
- (86) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2019) : 日本海溝沿いの地震活動の長期評価
- (87) 武村雅之 (1990) : 日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, 地震第2輯, 第43巻

第2-1表(1) 敷地周辺における主な被害地震の諸元(その1)

No.	年.月.日	震央位置		マグニ チュード M	震央 距離 (km)	地 名 (地震名)
		北緯	東経			
1	830.02.03	39.8°	140.1°	7.0~7.5	198	出羽
2	1667.08.22	40.6°	141.6°	6.0~6.4	89	八戸
3	1674.04.15	40.6°	141.6°	6.0	89	八戸
4	1677.04.13	41.0°	142.25°	7 ¹ / ₄ ~7 ¹ / ₂	93	陸中
5	1678.10.02	39.0°	142.5°	7.5	283	陸中
6	1694.06.19	40.2°	140.1°	7.0	161	能代地方
7	1704.05.27	40.4°	140.0°	7.0± ¹ / ₄	149	羽後・津軽
8	1712.05.28	40.5°	141.5°	5~5 ¹ / ₂	97	八戸
9	1763.01.29	41.0°	142.25°	7.4	93	陸奥八戸
10	1763.03.11	41.0°	142.0°	7 ¹ / ₄	75	陸奥八戸
11	1763.03.15	41.0°	142.0°	7.0	75	陸奥八戸
12	1766.03.08	40.7°	140.5°	7 ¹ / ₄ ± ¹ / ₄	96	津軽
13	1769.07.12	40.6°	141.6°	6 ¹ / ₂	89	八戸
14	1793.02.08	40.85°	139.95°	6.9~7.1	122	西津軽
15	1810.09.25	39.9°	139.9°	6.5± ¹ / ₄	198	羽後
16	1823.09.29	40.0°	141.1°	5 ³ / ₄ ~6	151	陸中岩手山
17	1832.03.15	40.7°	141.6°	6 ¹ / ₂	79	八戸
18	1848.01.14	40.7°	140.6°	6.0±0.2	91	津軽
19	1854.08.28	40.6°	141.6°	6.5± ¹ / ₄	89	陸奥
20	1856.08.23	41.0°	142.5°	7.5	112	日高・胆振・渡島・津軽・南部
21	1858.07.08	40.75°	142.0°	7.0~7.5	92	八戸・三戸
22	1858.09.29	40.9°	140.8°	6.0	63	青森
23	1896.06.15	39.5°	144°	8 ¹ / ₄	312	三陸沖 明治三陸地震津波
24	1901.08.09	40.5°	142.5°	7.2	142	青森県東方沖
25	1901.08.10	40.6°	142.3°	7.4	122	青森県東方沖
26	1901.09.30	40.2°	141.9°	6.9	140	岩手県久慈沖
27	1902.01.30	40.5°	141.3°	7.0	95	三戸地方
28	1906.10.12	40.0°	140.5°	5.4	163	秋田県北部
29	1907.12.02	40.1°	142.3°	6.7	165	青森県東方沖
30	1909.09.17	42.0°	142.0°	6.8	95	襟裳岬沖

つづく

〔地震諸元は、1922年以前の地震については「日本被害地震総覧」に、1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による。〕

第2-1表(2) 敷地周辺における主な被害地震の諸元(その2)

つづき

No.	年.月.日	震央位置		マグニ チュード M	震央 距離 (km)	地 名 (地震名)
		北緯	東経			
31	1910.07.24	42.5°	140.85°	5.1	131	有珠山
32	1912.06.08	40.5°	142.0°	6.6	114	青森県東方沖
33	1913.02.20	41.8°	142.3°	6.9	101	日高沖
34	1913.08.01	41.8°	142.5°	5.7	116	浦河沖
35	1931.02.17	42° 07.34′	143° 06.24′	6.8	176	浦河付近
36	1932.11.26	42° 21.37′	142° 27.97′	6.9	150	新冠川流域
37	1933.03.03	39° 07.72′	145° 07.02′	8.1	412	三陸沖(三陸地震津波) 昭和三陸地震
38	1939.05.01	39° 56.75′	139° 47.17′	6.8	199	男鹿半島 男鹿地震
39	1943.06.13	40° 59.66′	142° 49.58′	7.1	139	八戸東方沖
40	1945.02.10	40° 56.83′	142° 22.53′	7.1	105	八戸北東沖
41	1951.10.18	41° 20.09′	142° 07.72′	6.6	74	青森県北東沖
42	1952.03.04	41° 42.34′	144° 09.07′	8.2	246	十勝沖 十勝沖地震
43	1952.03.10	41° 44.74′	143° 25.96′	6.9	188	十勝沖
44	1953.07.14	42° 04.51′	139° 54.89′	5.1	137	檜山沖
45	1955.10.19	40° 17.31′	140° 13.70′	5.9	146	米代川下流 二ツ井地震
46	1957.03.01	40° 12.43′	140° 18.96′	4.3	150	秋田県北部
47	1968.05.16	40° 41.95′	143° 35.74′	7.9	211	青森県東方沖 1968年十勝沖地震
48	1968.09.21	41° 59.09′	142° 45.69′	6.8	144	浦河沖
49	1968.10.08	41° 51.68′	142° 39.24′	6.2	130	浦河沖
50	1970.01.21	42° 25.17′	143° 08.99′	6.7	197	北海道南部
51	1974.09.04	40° 12.06′	141° 54.66′	5.6	140	岩手県北岸
52	1974.11.09	42° 32.53′	141° 45.48′	6.3	138	苫小牧付近
53	1978.05.16	40° 57′	141° 28′	5.8	49	青森県東岸
54	1978.05.16	40° 56′	141° 27′	5.8	50	青森県東岸
55	1981.01.23	42° 25′	142° 12′	6.9	142	日高支庁西部
56	1981.12.02	40° 53′	142° 36′	6.2	125	青森県東方沖
57	1982.01.08	40° 01′	140° 29′	5.2	162	秋田県中部
58	1982.03.21	42° 04′	142° 36′	7.1	138	浦河沖
59	1983.05.26	40° 21.6′	139° 04.4′	7.7	214	秋田県沖 日本海中部地震

つづく

〔地震諸元は、1922年以前の地震については「日本被害地震総覧」に、1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による。〕

第2-1表(3) 敷地周辺における主な被害地震の諸元(その3)

つづき

No.	年.月.日	震央位置		マグニ チュード M	震央 距離 (km)	地 名 (地震名)
		北緯	東経			
60	1986.05.26	40° 05.1'	141° 12.1'	5.0	141	岩手県北部
61	1986.08.10	40° 40.9'	140° 48.7'	4.8	83	青森県南部
62	1987.01.09	39° 50.2'	141° 46.6'	6.6	175	岩手県北部
63	1987.01.14	42° 32.2'	142° 55.7'	6.6	192	日高山脈北部
64	1993.01.15	42° 55.2'	144° 21.2'	7.5	310	釧路沖 平成5年(1993年)釧路沖地震
65	1993.07.12	42° 46.9'	139° 10.8'	7.8	233	北海道南西沖 平成5年(1993年)北海道南西沖地震
66	1994.10.04	43° 22.5'	147° 40.4'	8.2	575	北海道東方沖 平成6年(1994年)北海道東方沖地震
67	1994.12.28	40° 25.8'	143° 44.7'	7.6	234	三陸はるか沖 平成6年(1994年)三陸はるか沖地震
68	1995.01.07	40° 13.4'	142° 18.33'	7.2	154	岩手県北東沖
69	1998.09.03	39° 48.36'	140° 54.07'	6.2	175	雫石付近
70	2001.08.14	40° 59.73'	142° 26.19'	6.4	108	青森県東方沖
71	2002.10.14	41° 09.11'	142° 16.85'	6.1	90	青森県東方沖
72	2003.09.26	41° 46.71'	144° 04.71'	8.0	241	十勝沖 平成15年(2003年)十勝沖地震
73	2008.04.29	41° 27.78'	142° 06.50'	5.7	73	青森県東方沖
74	2008.6.14	39° 01.79'	140° 52.84'	7.2	260	栗駒地域 平成20年(2008年) 岩手・宮城内陸地震
75	2008.07.24	39° 43.92'	141° 38.12'	6.8	183	岩手県沿岸北部
76	2010.12.02	42° 58.67'	141° 26.46'	4.6	181	石狩地方中部
77	2011.03.11	38° 06.21'	142° 51.66'	9.0*	387	東北沖 平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震
78	2011.04.01	40° 15.41'	140° 21.84'	5.0	143	秋田県内陸北部
79	2011.04.07	38° 12.25'	141° 55.21'	7.2	355	宮城県沖
80	2011.06.23	39° 56.87'	142° 35.45'	6.9	193	岩手県沖
81	2011.09.07	42° 15.64'	142° 35.35'	5.1	150	日高地方中部
82	2011.11.24	41° 45.02'	142° 53.24'	6.2	144	浦河沖

つづく

〔地震諸元は、1922年以前の地震については「日本被害地震総覧」に、1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による。※は、モーメントマグニチュードM_w。〕

第2-1表(4) 敷地周辺における主な被害地震の諸元(その4)

つづき

No.	年.月.日	震央位置		マグニ チュード M	震央 距離 (km)	地 名 (地震名)
		北緯	東経			
83	2012.03.27	39° 48.38'	142° 20.03'	6.6	195	岩手県沖
84	2012.05.24	41° 20.62'	142° 07.42'	6.1	73	青森県東方沖
85	2014.07.08	42° 38.99'	141° 16.02'	5.6	144	胆振地方中東部
86	2015.07.10	40° 21.24'	141° 33.59'	5.7	114	岩手県内陸北部

〔 地震諸元は、1922年以前の地震については「日本被害地震総覧」に、1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による。 〕

第 3-1 表 敷地周辺における活断層の諸元

No.	断層名		採用長さ (km)	マグニ チュード M ^{※1}	震央距離 (km) ^{※3}	
1	横浜断層		15.4	6.8	26	
2	尻屋崎南東沖断層		14.5	6.8	34	
3	恵山沖断層		47	7.6	78	
4	函館平野 西縁断層帯	4-1	海域南東延長部含む 函館平野西縁断層帯	26	7.2	70
		4-2	海域南西延長部含む 函館平野西縁断層帯	28	7.2	72
5	青森湾西岸断層帯		31	7.3	74	
6	津軽山地西縁断層帯北部		16	7.3 ^{※2}	89	
7	津軽山地西縁断層帯南部		23	7.3 ^{※2}	92	
8	折爪断層		53	7.7	115	
9	出戸西方断層		11	6.6	38	
10	上原子断層		5	連動 考慮 51	83	
	七戸西方断層		46			
11	根岸西方断層		38	7.5	60	

※1：6, 7 を除き松田 (1975) ⁽¹⁵⁾ に基づき算定。

※2：地震調査研究推進本部 (2009) ⁽¹⁶⁾ における長期評価の値。ただし、評価に幅があるため、最大値を用いる。

※3：敷地から断層の中心までの距離。

第5-1表(1) 西側観測点で観測された主な地震の諸元(その1)

No.	発震日時 震源地又は地震名	震央位置 東経 北緯	マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	気象庁震度階級 (抜粋)
1	2003. 5.26 18:24 宮城県沖	141° 39.04' 38° 49.26'	7.1	72.03	284	6弱:大船渡市大船渡町,一関市室根町(旧)*,平泉町平泉(旧)*,奥州市江刺区*,奥州市衣川区(旧)*,涌谷町新町裏,栗原市栗駒,栗原市高清水*,栗原市金成*,石巻市泉町,石巻市桃生町(旧)* 4:むつ市金曲
2	2003. 9.26 04:50 平成15年(2003年) 十勝沖地震	144° 4.71' 41° 46.71'	8.0	45.07	241	6弱:新冠町北星町(旧)*,新ひだか町静内ときわ町,浦河町潮見(旧),鹿追町東町(旧)*,幕別町本町(旧)*,幕別町忠類錦町(旧)*,豊頃町茂岩本町(旧)*,釧路町別保(旧)*,厚岸町尾幌 4:むつ市金曲
3	2008. 6.14 08:43 平成20年(2008年) 岩手・宮城内陸地震	140° 52.84' 39° 1.79'	7.2	7.77	260	6強:奥州市衣川区(旧)*,栗原市一迫(旧)* 2:むつ市金曲
4	2008. 7.24 00:26 岩手県沿岸北部	141° 38.12' 39° 43.92'	6.8	108.08	183	6弱:八戸市内丸*,八戸市南郷区(旧)*,五戸町古館,階上町道仏(旧)*,野田村野田* 4:むつ市金曲
5	2011. 3.11 14:46 平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震	142° 51.66' 38° 6.21'	9.0*	23.74	387	7:栗原市築館(旧)* 4:むつ市金曲

つづく

気象庁震度階級は、最大震度の地点と敷地近傍の観測地点である「むつ市金曲」の震度を記載。地震諸元は、「気象庁地震カタログ」による。なお、小数点以下の数値については、四捨五入して記載。また、気象庁震度階級で、*がついているのは地方公共団体または防災科学技術研究所の震度観測点。※は、モーメントマグニチュード M_w 。

第5-1表(2) 西側観測点で観測された主な地震の諸元(その2)

つづき

No.	発震日時 震源地又は地震名	震央位置 東経 北緯	マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	気象庁震度階級 (抜 粋)
6	2011. 4. 7 23:32 宮城県沖	141° 55.21' 38° 12.25'	7.2	65.89	355	6強: 栗原市築館(旧)*, 栗原市 若柳*, 仙台宮城野区苦竹* 4: むつ市金曲
7	2012. 3. 27 20:00 岩手県沖	142° 20.03' 39° 48.38'	6.6	20.50	195	5弱: 宮古市茂市*, 山田町八幡町, 野田村野田*, 滝沢村鶴飼*, 花巻市東和町*, 涌谷町新町 裏, 栗原市金成* 3: むつ市金曲
8	2012. 5. 24 00:02 青森県東方沖	142° 7.42' 41° 20.62'	6.1	59.60	73	5強: 東北町上北南* 4: むつ市金曲
9	2013. 2. 2 23:17 十勝地方南部	143° 13.65' 42° 42.12'	6.5	101.95	222	5強: 浦幌町桜町*, 釧路市阿寒町 中央*, 釧路市音別町本町*, 根室市厚床* 3: むつ市金曲

気象庁震度階級は、最大震度の地点と敷地近傍の観測地点である「むつ市金曲」の震度を記載。地震諸元は、「気象庁地震カタログ」による。なお、小数点以下の数値については、四捨五入して記載。また、気象庁震度階級で、*がついているのは地方公共団体または防災科学技術研究所の震度観測点。

第5-2表 敷地内3観測点で観測された主な地震の諸元

No.	発震日時	震央位置		マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	震源 距離 (km)	震央地名	発生様式 [※]
		東経 (°)	北緯 (°)						
1	2013. 02. 02 23: 17	143.2275	42.7020	6.5	101.95	222	244	十勝地方南部	DE型
2	2014. 06. 15 02: 31	141.1067	39.3950	5.5	94	218	237	岩手県内陸南部	DC型
3	2014. 07. 08 18: 05	141.2667	42.6483	5.6	3	144	144	胆振地方中東部	地殻内
4	2014. 08. 10 12: 43	142.2783	41.1333	6.1	51	90	103	青森県東方沖	プレート間

※:「プレート間」はプレート間地震,「DE型」及び「DC型」は海洋プレート内地震,「地殻内」は内陸地殻内地震。

第5-3表 敷地内3観測点の解放基盤表面位置における
観測記録の比較に用いた地震の諸元

No.	発震日時	震央位置		マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	震源 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
		東経 (°)	北緯 (°)						
1	2012. 12. 07 17: 18	143.8670	38.0198	7.3	49	433	436	147.9	83.5
2	2013. 01. 08 16: 51	142.4392	40.1197	5.4	34.22	170	174	143.3	78.6
3	2013. 02. 02 23: 17	143.2275	42.7020	6.5	101.95	222	244	47.0	65.3
4	2013. 02. 26 19: 07	141.2263	41.4237	2.6	7.62	8	11	347.8	46.4
5	2013. 04. 19 12: 05	150.9572	45.3008	7.0	125	901	909	57.6	82.1
6	2013. 05. 16 08: 46	141.9253	40.3430	5.0	12.42	126	127	152.8	84.4
7	2013. 05. 24 14: 44	153.2210	54.8920	8.3	598	1744	1844	26.3	71.1
8	2013. 10. 26 02: 10	144.5687	37.1963	7.1	56	543	546	147.1	84.1
9	2013. 11. 15 11: 00	142.0585	41.4600	5.3	63.15	69	93	80.0	47.5
10	2013. 11. 28 02: 45	141.5265	42.0133	5.0	89.5	77	118	17.6	40.7
11	2013. 12. 27 19: 31	142.3267	40.2125	5.0	37.69	156	161	143.9	76.4
12	2014. 06. 09 07: 50	141.6100	40.9567	4.6	82	54	98	145.3	33.4
13	2014. 06. 15 02: 31	141.1067	39.3950	5.5	94	218	237	183.2	66.7
14	2014. 07. 05 07: 42	142.1350	39.6750	5.9	49	201	207	157.7	76.3
15	2014. 07. 08 18: 05	141.2667	42.6483	5.6	3	144	144	0.7	88.8
16	2014. 07. 25 13: 18	142.0867	41.5417	4.9	66	73	99	73.3	47.9
17	2014. 08. 10 12: 43	142.2783	41.1333	6.1	51	90	103	105.6	60.5
18	2014. 09. 10 10: 09	141.9250	40.1333	4.9	67	147	162	156.9	65.5
19	2014. 10. 03 09: 57	142.6267	40.1650	5.7	28	176	178	138.1	81.0
20	2014. 10. 11 11: 35	143.2433	40.9517	6.1	36	174	177	104.3	78.3
21	2014. 10. 11 14: 20	143.2900	40.9200	5.6	34	178	182	105.1	79.2
22	2014. 10. 14 06: 24	141.7417	40.9983	4.4	81	57	99	133.5	35.1

第5-4表(1) 敷地内3観測点における到来方向別の検討に用いた地震の諸元(その1)

No.	発震日時	震央位置		マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	震源 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)	震央の 方位
		東経 (°)	北緯 (°)							
1	2012. 12. 05 06: 52	142.3265	41.9162	4.4	69.41	109	130	55.0	57.5	東側
2	2012. 12. 22 15: 20	142.6680	41.3088	4.4	35.84	119	124	92.0	73.2	東側
3	2013. 01. 01 12: 32	141.7228	40.4405	4.0	104.6	109	151	158.3	46.2	南側
4	2013. 01. 02 21: 00	143.0087	42.2182	4.3	55.41	175	184	56.2	72.4	東側
5	2013. 01. 08 16: 51	142.4392	40.1197	5.4	34.22	170	174	143.3	78.6	南側
6	2013. 01. 17 14: 13	142.7543	42.0810	4.9	48.21	149	157	56.8	72.1	東側
7	2013. 02. 27 19: 24	142.0197	41.4735	4.1	65.67	66	93	78.3	45.1	東側
8	2013. 04. 11 12: 05	142.0570	41.5728	4.3	65.32	72	97	70.1	47.8	東側
9	2013. 04. 23 02: 50	142.1543	41.8697	4.3	73.86	95	120	52.7	52.1	東側
10	2013. 05. 16 08: 46	141.9253	40.3430	5.0	12.42	126	127	152.8	84.4	南側
11	2013. 06. 20 10: 49	142.5448	40.7388	4.9	29.15	129	132	121.7	77.3	東側
12	2013. 06. 25 08: 12	142.0072	41.4870	4.2	64.52	65	92	76.8	45.2	東側
13	2013. 07. 10 14: 22	141.5857	39.6303	4.9	80.6	194	210	171.3	67.4	南側
14	2013. 07. 26 04: 05	142.4625	40.1443	4.9	34.65	169	173	142.2	78.4	南側
15	2013. 08. 07 16: 51	142.2427	41.2082	4.5	60.92	85	105	100.8	54.4	東側
16	2013. 08. 12 09: 51	142.3363	41.9193	4.8	69.07	110	130	55.1	57.9	東側
17	2013. 08. 17 01: 41	142.3993	41.9110	4.1	69.27	114	134	56.9	58.7	東側
18	2013. 08. 22 15: 53	142.9953	42.3192	4.8	53.81	180	188	53.0	73.4	東側
19	2013. 10. 10 07: 46	142.1238	40.0758	4.4	48.06	160	167	152.1	73.3	南側
20	2013. 10. 21 12: 33	143.0482	42.3208	4.6	50.22	184	191	53.8	74.7	東側
21	2013. 10. 24 13: 04	141.1950	41.3732	4.5	111.93	5	112	294.7	2.6	西側
22	2013. 11. 15 11: 00	142.0585	41.4600	5.3	63.15	69	93	80.0	47.5	東側
23	2013. 11. 24 01: 26	142.5067	42.3240	4.4	44.99	150	157	43.8	73.3	北側
24	2013. 11. 28 02: 45	141.5265	42.0133	5.0	89.5	77	118	17.6	40.7	北側
25	2013. 12. 13 13: 24	142.0157	40.9785	4.0	55.8	77	95	122.7	54.1	東側
26	2013. 12. 26 03: 43	142.0430	41.0368	4.1	55.58	76	94	117.6	53.8	東側
27	2013. 12. 27 19: 31	142.3267	40.2125	5.0	37.69	156	161	143.9	76.4	南側
28	2014. 01. 09 13: 31	142.6462	42.0593	4.7	60.21	140	153	55.7	66.7	東側
29	2014. 01. 16 08: 11	142.3075	41.9295	4.0	56.19	109	123	53.9	62.7	東側
30	2014. 01. 16 10: 12	142.7237	40.0602	5.1	28.07	190	193	138.6	81.6	南側

つづく

第5-4表(2) 敷地内3観測点における到来方向別の検討に用いた地震の諸元(その2)

つづき

No.	発震日時	震央位置		マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	震源 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)	震央の 方位
		東経 (°)	北緯 (°)							
31	2014. 02. 11 15: 05	142.3295	41.9162	4.6	72.37	110	131	55.1	56.7	東側
32	2014. 03. 29 16: 39	143.2608	40.9160	4.8	26	176	178	105.4	81.6	東側
33	2014. 04. 18 09: 02	142.1947	42.6055	4.2	110.1	160	194	29.2	55.5	北側
34	2014. 05. 06 08: 00	142.0433	41.4957	4.5	64.29	68	94	76.6	46.6	東側
35	2014. 05. 14 08: 03	142.5687	41.9927	4.5	61.84	131	145	56.8	64.7	東側
36	2014. 05. 19 21: 02	142.0115	40.9707	4.2	56.77	77	96	123.4	53.6	東側
37	2014. 06. 09 07: 50	141.6100	40.9567	4.6	82	54	98	145.3	33.4	南側
38	2014. 07. 08 18: 05	141.2667	42.6483	5.6	3	144	144	0.7	88.8	北側
39	2014. 07. 26 13: 18	142.0867	41.5417	4.9	66	73	99	73.3	47.9	東側
40	2014. 08. 10 12: 43	142.2783	41.1333	6.1	51	90	103	105.6	60.5	東側
41	2014. 08. 14 21: 50	142.6483	42.0633	4.1	63	141	154	55.6	65.9	東側
42	2014. 08. 15 12: 19	142.5800	41.5283	4.3	61	113	129	79.8	61.6	東側
43	2014. 08. 20 11: 57	142.2550	41.1350	4.2	50	88	101	105.8	60.4	東側
44	2014. 08. 27 13: 48	143.1900	41.0417	5.4	42	167	172	101.4	75.9	東側
45	2014. 09. 06 17: 31	142.5083	42.0483	4.4	64	130	145	53.4	63.8	東側
46	2014. 09. 10 10: 09	141.9250	40.1333	4.9	67	147	162	156.9	65.5	南側
47	2014. 09. 26 13: 26	142.6750	42.1017	4.1	62	138	151	52.7	65.8	東側
48	2014. 09. 26 17: 49	142.0550	41.5783	4.0	66	72	97	69.6	47.9	東側
49	2014. 10. 03 09: 57	142.6267	40.1650	5.7	28	176	178	138.1	81.0	南側
50	2014. 10. 11 11: 36	143.2433	40.9517	6.1	36	174	177	104.3	78.3	東側
51	2014. 10. 11 14: 20	143.2900	40.9200	5.6	34	178	182	105.1	79.2	東側
52	2014. 10. 14 06: 24	141.7417	40.9983	4.4	81	57	99	133.5	35.1	東側
53	2014. 10. 15 03: 08	143.3967	40.8650	5.0	35	189	192	106.1	79.5	東側
54	2014. 10. 22 09: 20	142.4650	40.5517	4.1	69	136	153	130.6	63.1	東側
55	2014. 10. 27 13: 33	142.0583	40.7650	4.3	92	95	132	133.6	45.9	東側

第5-5表 はぎ取り地盤構造モデル

標高 T. P. (m)	層厚 (m)	密度 ρ (t/m ³)	S波速度 V_S (m/s)	P波速度 V_P (m/s)	減衰定数 [※]			
					水平		鉛直	
					h_0	α	h_0	α
28	2	1.87	196	924	0.0608	0.67	0.0103	0.58
26	1	1.87						
25	9	1.71	295	1360	0.2857	0.64	0.0229	0.71
16	10	1.83	575	1453	0.0969	0.67	0.0106	0.58
6	15	1.70	351	1607	0.3472	0.86	1.0000	0.51
9	9	1.70						
18	16	1.90	454	1793	0.0152	0.79	0.1073	0.29
34	16	1.90						
50	168	1.88	630	1816	0.0463	0.97	0.0231	0.78
218	82	2.00	910	2197	0.0797	0.87	0.7692	0.98
300	∞	—						

※減衰定数 $h = h_0 \cdot f^{-\alpha}$

第 5-6 表 統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデル

標高 T.P. (m)	層厚 (m)	密度 ρ (t/m ³)	S波速度 V_S (m/s)	P波速度 V_P (m/s)	減衰定数	備考
-218	82	2.00	910	2197	0.01	解放基盤表面
-300	180	2.10	990	2510	0.01	
-480	1220	2.20	1450	2820	0.01	
-1700	∞	2.60	3150	5660	—	地震基盤面

第 5-7 表 理論的手法に用いる地盤構造モデル

標高 T. P. (m)	層厚 (m)	密度 ρ (t/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数	備考
-218	82	2.00	910	2197	0.005	解放基盤表面
-300	180	2.10	990	2510	0.005	
-480	1220	2.20	1450	2820	0.005	
-1700	1300	2.60	3150	5660	0.003333	地震基盤面
-3000	12000	2.69	3580	6180	0.001667	
-15000	10000	2.80	3700	6400	0.001667	
-25000	∞	3.20	4100	7100	0.001	

第6-1表 「想定三陸沖北部の地震」と「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の震源パラメータの比較

	想定三陸沖北部の地震		2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震
地震規模	M _w 8.3		M _w 9.0
断層面積 (km ²)	16844		100000
短周期レベル (Nm/s ²)	1.88×10 ²⁰		3.49×10 ²⁰
直近SMGAの短周期レベル (Nm/s ²)	1.12×10 ²⁰ (SMGA1)	1.73×10 ²⁰	1.86×10 ²⁰ (SMGA1)
	1.32×10 ²⁰ (SMGA3)		
敷地と直近SMGA中心との距離 (km)	109 (SMGA1)		102 (SMGA1)
	132 (SMGA3)		

第6-2表 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」検討ケース一覧

	基本モデル		SMG A位置の不確かさケース	
	連動考慮範囲	三陸沖北部～ 宮城県沖	三陸沖北部～ 根室沖	三陸沖北部～ 宮城県沖
SMG Aの位置	過去の地震を踏まえた設定		SMG A 1を敷地に近い位置に設定	
SMG A 1, 2 の短周期レベル	地震調査研究推進本部（2017） ⁽⁵⁹⁾ による短周期レベルの1.4倍			
SMG A 3～7 の短周期レベル	地震調査研究推進本部（2017） ⁽⁵⁹⁾ による短周期レベル			

第 6-3 表(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の断層パラメータ
 (基本モデル及び SMGA 位置の不確かさケース)

項目		設定値		設定方法	
		三陸沖北部	三陸沖中南部 ～宮城県沖		
巨視的 震源特性	断層上端深さ h (km)	12.6	12.3	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	断層長さ L (km)	200	300	プレート沈み込み等深線及び断層面積に基づき設定	
	断層幅 W (km)	200	200	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	断層面積 S (km ²)	40000	60000	佐藤他 (1989) ⁽⁶⁰⁾ $\log S = M_w - 4.07$	
	走向 θ (°)	180	200	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	傾斜角 δ (°)	10 (海溝側) 20 (陸側)	12 (海溝側) 21 (陸側)	同上	
	モーメントマグニチュード M_w	9.0		2011 年東北地方太平洋沖地震と同等の地震規模を設定	
	S 波速度 β (km/s)	3.9		地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	3.0		諸井他 (2013) ⁽⁵²⁾ を参照	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.68×10^{10}		地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾ $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	4.00×10^{22}		Kanamori (1977) ⁽⁶¹⁾ $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$	
	平均すべり量 D (m)	8.5		$D = M_0 / (\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.08		$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 / (\pi / S)^{3/2}$		
微視的 震源特性	全 SMGA	面積 S_a (km ²)	12500		諸井他 (2013) ⁽⁵²⁾ $S_a = 0.125 S$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	1.00×10^{22}		$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	17.1		Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	24.6		$\Delta \sigma_a = (S / S_a) \Delta \sigma$
		短周期レベル A_a (N・m/s ²)	3.49×10^{20}		$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2}$
	各 SMGA		SMGA 1, 2	SMGA 3 ~ 5	
		面積 S_{ai} (km ²)	2500	2500	$S_{ai} = S_a / 5$
		地震モーメント M_{0ai} (N・m)	2.00×10^{21}	2.00×10^{21}	$M_{0ai} = \mu S_{ai} D_{ai}$
		平均すべり量 D_{ai} (m)	17.1	17.1	$D_{ai} = D_a \gamma_i / \sum (\gamma_i^3)$, $\gamma_i = r_i / r = (S_{ai} / S_a)^{1/2}$
		応力降下量 $\Delta \sigma_{ai}$ (MPa)	34.5	24.6	$\Delta \sigma_{ai} = \Delta \sigma_a$, 三陸沖北部は 1.4 倍
		短周期レベル A_{ai} (N・m/s ²)	1.86×10^{20}	1.33×10^{20}	$A_{ai} = 4 \pi (S_{ai} / \pi)^{1/2} \Delta \sigma_{ai} \beta^2$
		ライズタイム τ_{ai} (s)	8.33	8.33	$\tau_{ai} = 0.5 W_{ai} / V_r$, $W_{ai} = S_{ai}^{1/2}$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	87500		$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	3.00×10^{22}		$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	7.3		$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
実効応力 σ_b (MPa)		4.9		$\sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$	
ライズタイム τ_b (s)		33.33		$\tau_b = 0.5 W_b / V_r$, $W_b = W$	

第 6-3 表(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室沖の連動) の断層パラメータ
 (基本モデル及び SMGA 位置の不確かさケース)

項目		設定値		設定方法	
		三陸沖北部	十勝沖 ～根室沖		
巨視的 震源特性	断層上端深さ h (km)	12.6	17.0	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	断層長さ L (km)	200	400	プレート沈み込み等深線及び断層面積に基づき設定	
	断層幅 W (km)	200	150	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	断層面積 S (km ²)	40000	60000	佐藤他 (1989) ⁽⁶⁰⁾ $\log S = M_f - 4.07$	
	走向 θ (°)	180	245	プレート沈み込み等深線を参考に設定	
	傾斜角 δ (°)	10 (海溝側) 20 (陸側)	10 (海溝側) 30 (陸側)	同上	
	モーメントマグニチュード M_f	9.0		2011 年東北地方太平洋沖地震と同等の地震規模を設定	
	S 波速度 β (km/s)	3.9		地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	3.0		諸井他 (2013) ⁽⁵²⁾ を参照	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.68×10^{10}		地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾ $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	4.00×10^{22}		Kanamori (1977) ⁽⁶¹⁾ $\log M_0 = 1.5M_f + 9.1$	
	平均すべり量 D (m)	8.5		$D = M_0 / (\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.08		$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi / S)^{3/2}$		
微視的 震源特性	全 SMGA	面積 S_a (km ²)	12500		諸井他 (2013) ⁽⁵²⁾ $S_a = 0.125 S$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	1.00×10^{22}		$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	17.1		Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	24.6		$\Delta \sigma_a = (S / S_a) \Delta \sigma$
		短周期レベル A_a (N・m/s ²)	3.49×10^{20}		$A_a = (\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}$
	各 SMGA		SMGA 1, 2	SMGA 6, 7	
		面積 S_{ai} (km ²)	2500	3750	$S_{ai} = S \times 0.125/2$
		地震モーメント M_{0ai} (N・m)	2.00×10^{21}	3.00×10^{21}	M_{0a1} 及び M_{0a2} は $M_{0ai} = \mu S_{ai} D_{ai}$ $M_{0a6} = M_{0a7} = [M_{0a} \cdot (M_{0a1} + M_{0a2})] / 2$
		平均すべり量 D_{ai} (m)	17.1	17.1	D_{a1} 及び D_{a2} は $D_{ai} = D_a \gamma_i / \Sigma (\gamma_i^3)$ $\gamma_i = r_i / r = (S_{ai} / S_a)^{1/2}$ $D_{a6} = D_{a7} = M_{0a6} / (\mu S_{a6})$
		応力降下量 $\Delta \sigma_{ai}$ (MPa)	34.5	24.6	$\Delta \sigma_{ai} = \Delta \sigma_a$, 三陸沖北部は 1.4 倍
		短周期レベル A_{ai} (N・m/s ²)	1.86×10^{20}	1.63×10^{20}	$A_{ai} = 4 \pi (S_{ai} / \pi)^{1/2} \Delta \sigma_{ai} \beta^2$
		ライズタイム τ_{ai} (s)	8.33	10.21	$\tau_{ai} = 0.5 W_{ai} / V_r$, $W_{ai} = S_{ai}^{1/2}$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	87500		$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	3.00×10^{22}		$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	7.3		$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
実効応力 σ_b (MPa)		4.9		$\sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$	
ライズタイム τ_b (s)		33.33		$\tau_b = 0.5 W_b / V_r$, $W_b = W$	

第6-4表 2011年東北地方太平洋沖地震の各種震源モデルと「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」(基本モデル)とのパラメータの比較

(a) 田島他(2013)⁽⁶³⁾が取りまとめた各種震源モデルとの比較

		SMGA 総面積 (km ²)	SMGA全体の 短周期レベル (Nm/s ²)	【参考】 SMGAの応力降下量 (MPa)
田島他 (2013) ⁽⁶³⁾ による 取りまとめ	Kurahashi and Irikura (2013) ⁽⁶⁴⁾	5628	1.74×10^{20}	21.44 [*]
	Asano and Iwata (2012) ⁽⁶⁵⁾	5042	1.67×10^{20}	18.95 [*]
	佐藤 (2012) ⁽⁶⁶⁾	11475	3.51×10^{20}	28.82 [*]
	川辺・釜江 (2013) ⁽⁶⁷⁾	6300	1.74×10^{20}	18.26 [*]
	平均値	6730	2.05×10^{20}	—
2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震(基本モデル)		12500	3.49×10^{20}	34.5 (SMGA 1, 2) 24.6 (SMGA 3~7)

[田島他(2013)⁽⁶³⁾より抜粋・一部加筆]

※: 文献に記載されている各SMGAの応力降下量を単純平均して算出。

(b) SMGA面積比を変えた場合の諸井他(2013)⁽⁵²⁾の震源モデルとの比較

	SMGA 面積比 ^{*1}	SMGA 1個の 面積 (km ²)	SMGA 1個の 短周期レベル (Nm/s ²)
諸井他(2013) ⁽⁵²⁾	0.080	1600 ^{*2} (40km×40km)	1.66×10^{20} ^{*3}
	0.125	2500 (50km×50km)	1.33×10^{20}
	0.180	3600 ^{*2} (60km×60km)	1.11×10^{20} ^{*3}
	0.245	4900 ^{*2} (70km×70km)	9.49×10^{19} ^{*3}
2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震(基本モデル) SMGA 1, 2	0.125	2500 (50km×50km)	1.86×10^{20}

※1: 断層全体の面積(100000km²)に対するSMGA総面積の割合。

※2: 断層全体の面積及びSMGA面積比から算出されるSMGA総面積を、諸井他(2013)⁽⁵²⁾の震源モデルにおけるSMGAの個数(5個)で等分して算出。

※3: ※2で算出したSMGA 1個の面積及び諸井他(2013)⁽⁵²⁾に示される断層パラメータを用いて、地震調査研究推進本部(2017)⁽⁵⁹⁾の式により算出。

第 6-5 表(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の地震動評価
に用いる要素地震の諸元

[三陸沖北部]

項 目		設定値
発生日時		2001 年 8 月 14 日 5 時 11 分
気象庁マグニチュード		6.4
震源位置	東経 (°)	142.4365
	北緯 (°)	40.9955
震源深さ (km)		37.69
走向 (°)		30 ; 174
傾斜 (°)		72 ; 22
すべり角 (°)		103 ; 55
地震モーメント (N・m)		3.88×10^{18}
コーナー振動数 (Hz)		0.36
応力降下量 (MPa)		24.0

第 6-5 表(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の地震動評価
に用いる要素地震の諸元

[三陸沖中南部]

項 目		設定値
発生日時		2015 年 5 月 13 日 6 時 12 分
気象庁マグニチュード		6.8
震源位置	東経 (°)	142.1502
	北緯 (°)	38.8628
震源深さ (km)		46.24
走向 (°)		26 ; 178
傾斜 (°)		68 ; 25
すべり角 (°)		101 ; 64
地震モーメント (N・m)		1.71×10^{19}
コーナー振動数 (Hz)		0.29
応力降下量 (MPa)		38.8

[宮城県沖]

項 目		設定値
発生日時		2011 年 3 月 10 日 6 時 23 分
気象庁マグニチュード		6.8
震源位置	東経 (°)	143.0448
	北緯 (°)	38.1722
震源深さ (km)		9.30
走向 (°)		22 ; 213
傾斜 (°)		68 ; 23
すべり角 (°)		85 ; 101
地震モーメント (N・m)		5.51×10^{18}
コーナー振動数 (Hz)		0.22
応力降下量 (MPa)		11.8

第 6-5 表(3) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の地震動評価
に用いる要素地震の諸元

[十勝沖]

項 目		設定値
発生日時		2008 年 9 月 11 日 9 時 20 分
気象庁マグニチュード		7.1
震源位置	東経 (°)	144.1515
	北緯 (°)	41.7755
震源深さ (km)		30.86
走向 (°)		235 ; 28
傾斜 (°)		15 ; 76
すべり角 (°)		116 ; 83
地震モーメント (N・m)		1.78×10^{19}
コーナー振動数 (Hz)		0.16
応力降下量 (MPa)		11.3

[根室沖]

項 目		設定値
発生日時		2004 年 11 月 29 日 3 時 32 分
気象庁マグニチュード		7.1
震源位置	東経 (°)	145.2755
	北緯 (°)	42.9460
震源深さ (km)		48.17
走向 (°)		242 ; 28
傾斜 (°)		26 ; 68
すべり角 (°)		122 ; 75
地震モーメント (N・m)		3.65×10^{19}
コーナー振動数 (Hz)		0.20
応力降下量 (MPa)		27.1

第 6-6 表 「想定海洋プレート内地震」 検討ケース一覧

	地震規模	断層面位置	断層面上端深さ	短周期レベル (Nm/s ²)
基本モデル	M 7.2 M _w 7.1	敷地直近となる位置	海洋性地殻 下端	7.67×10 ¹⁹ [地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ に基づく値]
短周期レベル の不確かさケース	M 7.2 M _w 7.1		海洋性地殻 下端	1.15×10 ²⁰ [地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ に基づく値]
断層位置 の不確かさケース	M 7.2 M _w 7.1		海洋性地殻 上端	7.67×10 ¹⁹ [地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ に基づく値]
地震規模 の不確かさケース	M _w 7.4		海洋性地殻 下端	1.15×10 ²⁰ [地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ に基づく値]

第6-7表 「想定海洋プレート内地震」の断層パラメータ
(基本モデル)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_w	7.1	2011年4月7日宮城県沖の地震の M_w と同等の地震規模を設定	
	断層上端深さ h (km)	74.78	敷地前面のプレートの沈み込み深さによる	
	断層長さ L (km)	23.72	断層面積より設定	
	断層幅 W (km)	16.17	同上	
	断層面積 S (km ²)	384	$S=(49\pi^4\beta^4M_0^2)/(16A^2S_a)$	
	走向 θ (°)	0	海溝軸に沿って設定	
	傾斜角 δ (°)	32	プレート上面に対して60°	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S波速度 β (km/s)	4.0	佐藤・巽(2002) ⁽⁶⁹⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.88	Geller(1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r=0.72\beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.80×10^{10}	佐藤・巽(2002) ⁽⁶⁹⁾ $\rho=3.0\text{g/cm}^3$, $\mu=\rho\beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	4.74×10^{19}	2011年4月7日宮城県沖の地震の M_0 と同等の地震モーメントを設定	
	平均すべり量 D (m)	2.57	$D=M_0/(\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	15.37	$\Delta\sigma=7/16\times M_0(\pi/S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	7.67×10^{19}	地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ $A=9.84\times 10^{10}\times (M_0\times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	アスペリティ	面積 S_a (km ²)	76	地震調査研究推進本部(2017) ⁽⁵⁹⁾ $S_a=1.25\times 10^{-16}\times (M_0\times 10^7)^{2/3}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	1.88×10^{19}	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	5.15	Somerville et al.(1999) ⁽⁶²⁾ $D_a=\xi D$
		応力降下量 $\Delta\sigma_a$ (MPa)	77.6	$\Delta\sigma_a=A/(4\beta^2(\pi S_a)^{0.5})$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	308	$S_b=S-S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	2.86×10^{19}	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	1.94	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	14.6	$\sigma_b=(D_b/W_b)/(D_a/W_a)\Delta\sigma_a$ $W_a=8.08\text{km}$, $W_b=16.17\text{km}$
Q値 (Hz)		$114 f^{0.92}$	佐藤・巽(2002) ⁽⁶⁹⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		18	浅野他(2004) ⁽⁷¹⁾ を参照	

第 6-8 表 (1) 「想定海洋プレート内地震」の断層パラメータ
(短周期レベルの不確かさケース)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_w	7.1	2011 年 4 月 7 日宮城県沖の地震の M_w と同等の地震規模を設定	
	断層上端深さ h (km)	74.78	敷地前面のプレートの沈み込み深さによる	
	断層長さ L (km)	23.72	断層面積より設定	
	断層幅 W (km)	16.17	同上	
	断層面積 S (km ²)	384	$S = (49 \pi^4 \beta^4 M_0^2) / (16 A^2 S_a)$	
	走向 θ (°)	0	海溝軸に沿って設定	
	傾斜角 δ (°)	32	プレート上面に対して 60°	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S 波速度 β (km/s)	4.0	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.88	Geller (1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r = 0.72 \beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.80×10^{10}	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾ $\rho = 3.0 \text{ g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	4.74×10^{19}	2011 年 4 月 7 日宮城県沖の地震の M_w と同等の地震規模を設定	
	平均すべり量 D (m)	2.57	$D = M_0 / (\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	15.37	$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi / S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	1.15×10^{20}	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $A = 9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ の 1.5 倍		
微視的震源特性	アスペリティ	面積 S_a (km ²)	76	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $S_a = 1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	1.88×10^{19}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	5.15	Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	116.4	$\Delta \sigma_a = A / (4 \beta^2 (\pi S_a)^{0.5})$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	308	$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	2.86×10^{19}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	1.94	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	21.9	$\sigma_b = (D_b / W_b) / (D_a / W_a) \Delta \sigma_a$ $W_a = 8.08 \text{ km}$, $W_b = 16.17 \text{ km}$
Q 値 (Hz)		$114 f^{0.92}$	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
高域遮断振動数 f_{max} (Hz)		18	浅野他 (2004) ⁽⁷¹⁾ を参照	

第 6-8 表 (2) 「想定海洋プレート内地震」の断層パラメータ
(断層位置の不確かさケース)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_W	7.1	2011 年 4 月 7 日宮城県沖の地震の M_W と同等の地震規模を設定	
	断層上端深さ h (km)	68.60	敷地前面のプレートの沈み込み深さによる	
	断層長さ L (km)	23.72	断層面積より設定	
	断層幅 W (km)	16.17	同上	
	断層面積 S (km ²)	384	$S = (49 \pi^4 \beta^4 M_0^2) / (16 A^2 S_a)$	
	走向 θ (°)	0	海溝軸に沿って設定	
	傾斜角 δ (°)	32	プレート上面に対して 60°	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S 波速度 β (km/s)	4.0	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.88	Geller (1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r = 0.72 \beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.80×10^{10}	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾ $\rho = 3.0 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	4.74×10^{19}	2011 年 4 月 7 日宮城県沖の地震の M_W と同等の地震規模を設定	
	平均すべり量 D (m)	2.57	$D = M_0 / (\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	15.37	$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi / S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	7.67×10^{19}	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $A = 9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	アスペリティ	面積 S_a (km ²)	76	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $S_a = 1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	1.88×10^{19}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	5.15	Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	77.6	$\Delta \sigma_a = A / (4 \beta^2 (\pi S_a)^{0.5})$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	308	$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	2.86×10^{19}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	1.94	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	14.6	$\sigma_b = (D_b / W_b) / (D_a / W_a) \Delta \sigma_a$ $W_a = 8.08 \text{km}$, $W_b = 16.17 \text{km}$
Q 値 (Hz)		114 $f^{0.92}$	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		18	浅野他 (2004) ⁽⁷¹⁾ を参照	

第 6-8 表 (3) 「想定海洋プレート内地震」の断層パラメータ
(地震規模の不確かさケース)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_w	7.4	2011 年 4 月 7 日宮城県沖の地震の M_w に不確かさを考慮して設定	
	断層上端深さ h (km)	74.78	敷地前面のプレートの沈み込み深さによる	
	断層長さ L (km)	53.04	断層面積より設定	
	断層幅 W (km)	16.17	同上	
	断層面積 S (km ²)	858	$S = (49 \pi^4 \beta^4 M_0^2) / (16 A^2 S_a)$	
	走向 θ (°)	0	海溝軸に沿って設定	
	傾斜角 δ (°)	32	プレート上面に対して 60°	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S 波速度 β (km/s)	4.0	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.88	Geller (1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r = 0.72 \beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	4.80×10^{10}	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾ $\rho = 3.0 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N·m)	1.58×10^{20}	Kanamori (1977) ⁽⁶¹⁾ $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$	
	平均すべり量 D (m)	3.85	$D = M_0 / (\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	15.37	$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi / S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	1.15×10^{20}	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $A = 9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	全アスペリテイ	面積 S_a (km ²)	170	地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ $S_a = 1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$
		地震モーメント M_{0a} (N·m)	6.28×10^{19}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	7.70	Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	77.6	$\Delta \sigma_a = A / (4 \beta^2 (\pi S_a)^{0.5})$
	各アスペリテイ	面積 S_a (km ²)	85	$S_{ai} = S_a / 2$
		地震モーメント M_{0ai} (N·m)	3.14×10^{19}	$M_{0ai} = M_{0a} / 2$
		平均すべり量 D_a (cm)	7.70	$D_{ai} = M_{0ai} / (\mu S_a D_a)$
		応力降下量 $\Delta \sigma_{ai}$ (MPa)	77.6	$\Delta \sigma_{ai} = \Delta \sigma_a$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	688	$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N·m)	9.57×10^{19}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	2.90	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	14.6	$\sigma_b = (D_b / W_b) / (D_a / W_a) \Delta \sigma_a$ $W_a = 8.08 \text{km}$, $W_b = 16.17 \text{km}$
Q 値 (Hz)		114 $f^{0.92}$	佐藤・巽 (2002) ⁽⁶⁹⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		18	浅野他 (2004) ⁽⁷¹⁾ を参照	

第 6-9 表 「横浜断層による地震」 検討ケース一覧

	地震規模	地震モーメント (Nm)	傾斜角 (°)	アスペリティ	
				位置	応力降下量 (MPa)
基本モデル	M 7.0 [*] M _w 6.5	7.83×10 ¹⁸	60	地質調査結果により評価された範囲で、敷地に近い位置	13.62
応力降下量の不確かさケース	M 7.0 [*] M _w 6.5	7.83×10 ¹⁸	60		20.43 (基本モデルの1.5倍)
断層傾斜角の不確かさケース	M 7.1 [*] M _w 6.6	1.17×10 ¹⁹	45		13.17

※武村(1990)⁽⁸⁷⁾による地震モーメントと気象庁マグニチュードの関係式により算出.

第6-10表 「横浜断層による地震」の断層パラメータ
(基本モデル)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_w	6.5	Kanamori (1977) ⁽⁶¹⁾ $M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	
	断層上端深さ h (km)	3.0	微小地震データ等を参考に設定	
	断層長さ L (km)	27.0	敷地の特性から得られる地震規模を上回るよう保守的に設定	
	断層幅 W (km)	13.9	地震発生層厚さ (12km) と傾斜角から設定	
	断層面積 S (km ²)	375.3	$S = L \times W$	
	走向 θ (°)	195	地質調査結果に基づき設定	
	傾斜角 δ (°)	60	同上	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S波速度 β (km/s)	3.58	地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.58	Geller (1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r = 0.72 \beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	3.45×10^{10}	地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾ $\rho = 2.69 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	7.83×10^{18}	入倉・三宅 (2001) ⁽⁴⁰⁾ $M_0 = (S/4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$	
	平均すべり量 D (m)	0.606	$D = M_0 / (\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	2.63	$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi/S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	1.05×10^{19}	壇他 (2001) ⁽⁵⁶⁾ $A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	アスペリテイ	面積 S_a (km ²)	72.3	$S_a = \pi r^2$ $r = (7 \pi M_0 \beta^2) / (4 A R)$, $R = (S/\pi)^{0.5}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	3.02×10^{18}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	1.211	Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	13.62	$\Delta \sigma_a = \Delta \sigma (S/S_a)$
		短周期レベル A_a (Nm/s ²)	1.05×10^{19}	$A_a = 4 \pi (S_a/\pi)^{0.5} \Delta \sigma_a \beta^2$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	303.0	$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	4.81×10^{18}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	0.461	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	3.17	$\sigma_b = (D_b/W_b) / (D_a/W_a) \Delta \sigma_a$ $W_a = S_a^{0.5}$, $W_b = W$
		短周期レベル A_b (Nm/s ²)	5.02×10^{18}	$A_b = 4 \pi (S_b/\pi)^{0.5} \sigma_b \beta^2$
Q値 (Hz)		243 $f^{-0.69}$	川瀬・松尾 (2004) ⁽⁷³⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		6.0	鶴来他 (1997) ⁽⁷⁴⁾	

第 6-11 表(1) 「横浜断層による地震」の断層パラメータ
(応力降下量の不確かさケース)

項目		設定値	設定方法	
巨視的震源特性	モーメントマグニチュード M_w	6.5	Kanamori (1977) ⁽⁶¹⁾ $M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	
	断層上端深さ h (km)	3.0	微小地震データ等を参考に設定	
	断層長さ L (km)	27.0	敷地の特性から得られる地震規模を上回るよう保守的に設定	
	断層幅 W (km)	13.9	地震発生層厚さ (12km) と傾斜角から設定	
	断層面積 S (km ²)	375.3	$S = L \times W$	
	走向 θ (°)	195	地質調査結果に基づき設定	
	傾斜角 δ (°)	60	同上	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S波速度 β (km/s)	3.58	地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.58	Geller (1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r = 0.72 \beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	3.45×10^{10}	地震調査研究推進本部 (2004) ⁽³⁴⁾ $\rho = 2.69 \text{g/cm}^3$, $\mu = \rho \beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	7.83×10^{18}	入倉・三宅 (2001) ⁽⁴⁰⁾ $M_0 = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$	
	平均すべり量 D (m)	0.606	$D = M_0 / (\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	2.63	$\Delta \sigma = 7/16 \times M_0 (\pi / S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	1.05×10^{19}	壇他 (2001) ⁽⁵⁶⁾ $A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	アスペリテイ	面積 S_a (km ²)	72.3	$S_a = \pi r^2$ $r = (7 \pi M_0 \beta^2) / (4 A R)$, $R = (S / \pi)^{0.5}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	3.02×10^{18}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	1.211	Somerville et al. (1999) ⁽⁶²⁾ $D_a = \xi D$
		応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	20.43	$\Delta \sigma_a = \Delta \sigma (S / S_a)$ の 1.5 倍
		短周期レベル A_a (Nm/s ²)	1.58×10^{19}	$A_a = 4 \pi (S_a / \pi)^{0.5} \Delta \sigma_a \beta^2$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	303.0	$S_b = S - S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	4.81×10^{18}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	0.461	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	4.76	$\sigma_b = (D_b / W_b) / (D_a / W_a) \Delta \sigma_a$ $W_a = S_a^{0.5}$, $W_b = W$
		短周期レベル A_b (Nm/s ²)	7.53×10^{18}	$A_b = 4 \pi (S_b / \pi)^{0.5} \sigma_b \beta^2$
Q値 (Hz)		$243 f^{0.69}$	川瀬・松尾 (2004) ⁽⁷³⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		6.0	鶴来他 (1997) ⁽⁷⁴⁾	

第6-11表(2) 「横浜断層による地震」の断層パラメータ
(断層傾斜角の不確かさケース)

項目		設定値	設定方法	
巨視的断層面	モーメントマグニチュード M_w	6.6	Kanamori(1977) ⁽⁶¹⁾ $M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	
	断層上端深さ h (km)	3.0	微小地震データ等を参考に設定	
	断層長さ L (km)	27.0	基本モデルの長さを採用	
	断層幅 W (km)	17.0	地震発生層厚さ(12km)と傾斜角から設定	
	断層面積 S (km ²)	459.0	$S=L \times W$	
	走向 θ (°)	195	地質調査結果に基づき設定	
	傾斜角 δ (°)	45	同上	
	破壊伝播形式	放射状	設定	
	S波速度 β (km/s)	3.58	地震調査研究推進本部(2004) ⁽³⁴⁾	
	破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.58	Geller(1976) ⁽⁷⁰⁾ $V_r=0.72\beta$	
	剛性率 μ (N/m ²)	3.45×10^{10}	地震調査研究推進本部(2004) ⁽³⁴⁾ $\rho=2.69\text{g/cm}^3$, $\mu=\rho\beta^2$	
	地震モーメント M_0 (N・m)	1.17×10^{19}	入倉・三宅(2001) ⁽⁴⁰⁾ $M_0=(S/4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$	
	平均すべり量 D (m)	0.741	$D=M_0/(\mu S)$	
	平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	2.90	$\Delta\sigma=7/16 \times M_0(\pi/S)^{3/2}$	
短周期レベル A (Nm/s ²)	1.20×10^{19}	壇他(2001) ⁽⁵⁶⁾ $A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		
微視的震源特性	アスペリテイ	面積 S_a (km ²)	101.2	$S_a=\pi r^2$ $r=(7\pi M_0 \beta^2)/(4AR)$, $R=(S/\pi)^{0.5}$
		地震モーメント M_{0a} (N・m)	5.17×10^{18}	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
		平均すべり量 D_a (m)	1.481	Somerville et al.(1999) ⁽⁶²⁾ $D_a=\xi D$
		応力降下量 $\Delta\sigma_a$ (MPa)	13.17	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma(S/S_a)$
		短周期レベル A_a (Nm/s ²)	1.20×10^{19}	$A_a=4\pi(S_a/\pi)^{0.5}\Delta\sigma_a\beta^2$
	背景領域	面積 S_b (km ²)	357.8	$S_b=S-S_a$
		地震モーメント M_{0b} (N・m)	6.55×10^{18}	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
		平均すべり量 D_b (m)	0.531	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
		実効応力 σ_b (MPa)	2.79	$\sigma_b=(D_b/W_b)/(D_a/W_a)\Delta\sigma_a$ $W_a=S_a^{0.5}$, $W_b=W$
		短周期レベル A_b (Nm/s ²)	4.80×10^{18}	$A_b=4\pi(S_b/\pi)^{0.5}\sigma_b\beta^2$
Q値 (Hz)		$243 f^{0.69}$	川瀬・松尾(2004) ⁽⁷³⁾	
高域遮断振動数 f_{\max} (Hz)		6.0	鶴来他(1997) ⁽⁷⁴⁾	

第6-12表 各距離減衰式の概要

距離減衰式	データベース 対象地域	地震タイプ	主なパラメータ	M _w の範囲	距離の範囲	地盤条件・種別
Kanno et al. (2006) ⁽⁷⁵⁾	主に国内	内陸地殻内, プレート間, 海洋プレート内	M _w , 断層最短距離, 震源深さ, AVS30 [※]	5.5~8.2	1~500km	100<AVS30 [※] <1400m/s
Zhao et al. (2006) ⁽⁷⁶⁾			M _w , 断層最短距離, 震源深さ	5.0~8.3	0.3~300km	Soft soil~Hard rock (Hard rock V _s =2000m/s)
内山・翠川 (2006) ⁽⁷⁷⁾	日本周辺		M _w , 断層最短距離, 震源深さ	5.5~8.3	300km 以内	150≤AVS30 [※] ≤750m/s

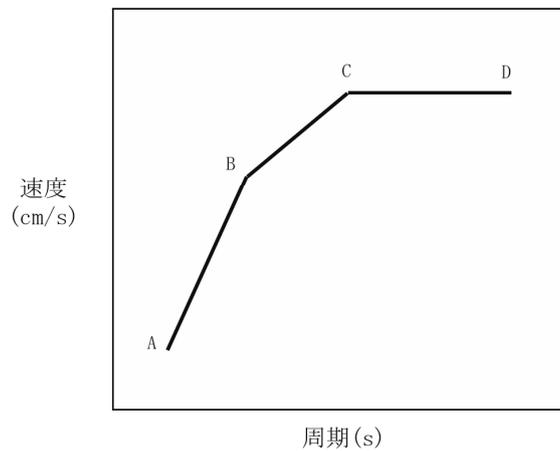
※AVS30：地表から深さ30mまでの地盤の平均S波速度。

第6-13表 検討対象地震

No.	地震名	日時	モーメント マグニチュード M _w
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/ 6/14, 8:43	6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/ 6, 13:30	6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/ 3/12, 3:59	6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/ 3/26, 17:31	6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/ 7/26, 7:13	6.1
6	1996年宮城県北部（鬼首）地震	1996/ 8/11, 3:12	6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/ 5/13, 14:38	6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/ 9/ 3, 16:58	5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/ 3/15, 22:31	5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/ 6/25, 18:50	5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/ 3/19, 18:56	5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/ 2/25, 16:23	5.8
13	2004年北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/ 4/20, 6:11	5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/ 3/10, 2:25	5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/ 7/ 5, 19:18	5.0

第 6-14 表 設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV のコントロール・ポイント

設計用応答スペクトル		コントロール・ポイント			
		A	B	C	D
S_s-AH	周期 (s)	0.02	0.1	0.523	5
	速度 (cm/s)	1.909	25.46	133.3	133.3
S_s-AV	周期 (s)	0.02	0.1	0.523	5
	速度 (cm/s)	1.273	16.97	88.87	88.87



擬似速度応答スペクトル

第 6-15 表 設計用模擬地震波 S_s-AH, S_s-AV の振幅包絡線の経時的変化

設計用模擬地震波	マグニチュード M	等価震源 距離 X _{eq} (km)	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的変化 (s)		
				T _b	T _c	T _d
S _s -AH S _s -AV	8.3	201	160.93	16.60	47.50	160.93

第 6-16 表 設計用模擬地震波 S_s-AH, S_s-AV の作成結果

設計用 模擬地震波	最大加速度 振幅値 (cm/s ²)	S _I 比	応答スペクトル比		
			平均値	最小値	標準偏差
S _s -AH	600	1.03	1.02	0.93	0.03
S _s -AV	400	1.03	1.01	0.86	0.03

$$S_I \text{比} = \frac{\int_{0.1}^{2.5} Sv(T)dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{Sv}(T)dt}$$

S_I : 応答スペクトル強さ

$Sv(T)$: 設計用模擬地震波の擬似速度応答スペクトル (cm/s)

$\bar{Sv}(T)$: 目標とする設計用応答スペクトル (cm/s)

T : 固有周期 (s)

第 6-17 表 基準地震動 Ss-A 及び Ss-B1~Ss-B4

基準地震動		最大加速度振幅値 (cm/s ²)		
		水平方向 1 (H1)	水平方向 2 (H2)	鉛直方向 (V)
Ss-A	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動	600		400
Ss-B1	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町)	620		320
Ss-B2	2008 年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム右岸地山)	450	490	320
Ss-B3	2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎)	430	400	300
Ss-B4	2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東)	540	500	—

第 6-18 表 評価対象とする活断層の諸元

震源として考慮する活断層	断層長さ (km)	マグニチュード M	平均活動間隔 (年)	等価震源距離 λ_{eq} (km)
横浜断層	15.4	7.0 ^{※1}	24000	23
尻屋崎南東沖断層	14.5	6.8	2400	32
恵山沖断層	47	7.6	7200	77
函館平野西縁断層帯 (海域南東)	26	7.5 ^{※2}	3100	75
函館平野西縁断層帯 (海域南西)	28	7.5 ^{※2}	3100	80
青森湾西岸断層帯	31	7.3	4500	79
津軽山地西縁断層帯北部	16	7.3 ^{※2}	2400	81
津軽山地西縁断層帯南部	23	7.3 ^{※2}	3600	88
折爪断層	53	7.7	8300	115
出戸西方断層	11	6.8 ^{※3}	2400	38
上原子断層＋七戸西方断層	51	7.7	83000	83
根岸西方断層	38	7.5	6300	66

※1：基本モデルの断層面積から入倉・三宅 (2001) ⁽⁴⁰⁾ により算出。

※2：地震調査研究推進本部 (2009) ⁽¹⁶⁾ による評価の上限値を採用。

※3：孤立した短い活断層として設定。

第 6-19 表(1) 各領域における最大地震規模
(領域震源, プレート間地震)

領域震源区分※ ¹	地震調査研究推進本部 モデル 1	地震調査研究推進本部 モデル 2
①十勝沖・根室沖※ ²	M6.9	M8.0
	M7.1	
②三陸沖北部※ ²	M7.0	M7.9
	M7.1~7.6	
③三陸沖北部～房総沖海溝寄り	M8.0	M8.0
④三陸沖中部	M8.0	M8.2

※¹ : 領域震源区分は, 地震調査研究推進本部 (2013)⁽⁸⁴⁾ による。

※² : 地震調査研究推進本部モデル 1 の上段は震源不特定, 下段は繰り返し以外の特定震源の地震規模を示す。

第 6-19 表 (2) 各領域における最大地震規模
(領域震源, 海洋プレート内地震)

領域震源区分※ ¹	地震調査研究推進本部 モデル 1	地震調査研究推進本部 モデル 2
①三陸沖北部 ②三陸沖中部 ③東北陸側プレート内	M7.5	M8.2
④十勝沖・根室沖 ⑤千島陸側プレート内※ ²	M7.5	M8.2
	M8.2	
	M7.5	
⑥三陸沖北部～房総沖海溝寄り	M8.2	M8.2

※¹ : 領域震源区分は, 地震調査研究推進本部 (2013)⁽⁸⁴⁾ による。

※² : 地震調査研究推進本部モデル 1 の上段は震源不特定, 中段はやや浅い地震, 下段はやや深い地震を示す。

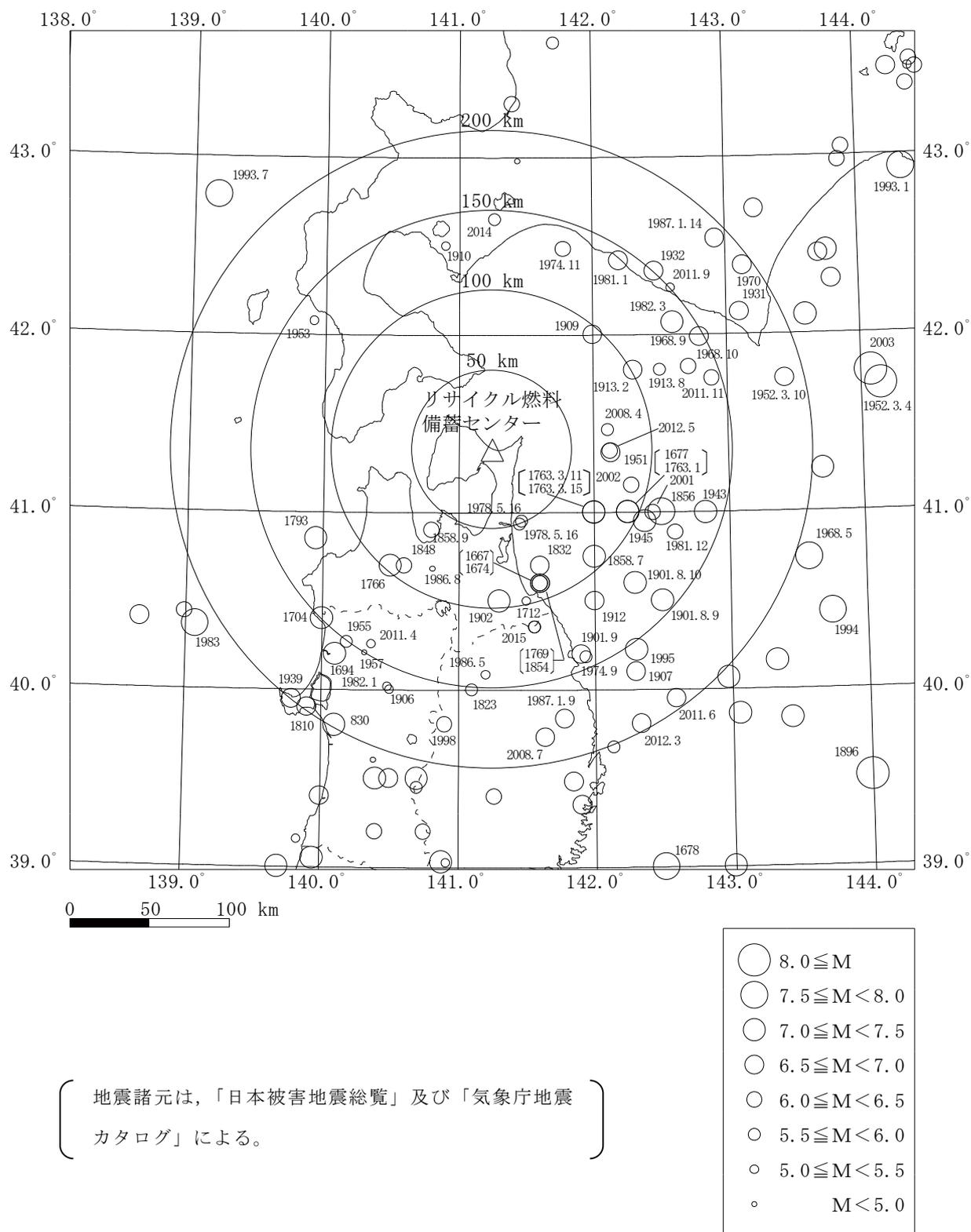
第 6-19 表(3) 各領域における最大地震規模
(領域震源, 内陸地殻内地震)

領域震源区分 ^{※1}	地震調査研究推進本部 モデル 1	地震調査研究推進本部 モデル 2
①東北日本弧外帯	M6.8	M7.3
②東北日本弧内帯	M7.2	M7.3
③東北日本弧外帯北部 ^{※2}	M6.8	M7.3
④東北日本弧内帯北部 ^{※2}	M7.2	M7.3
⑤千島弧外帯西端部	M6.8	M7.3
⑥浦河沖 ^{※3}	M7.1	M7.3
⑦礼文樺戸帯	M6.8	M7.3
⑧日本海東縁変動帯	M7.3	M7.5

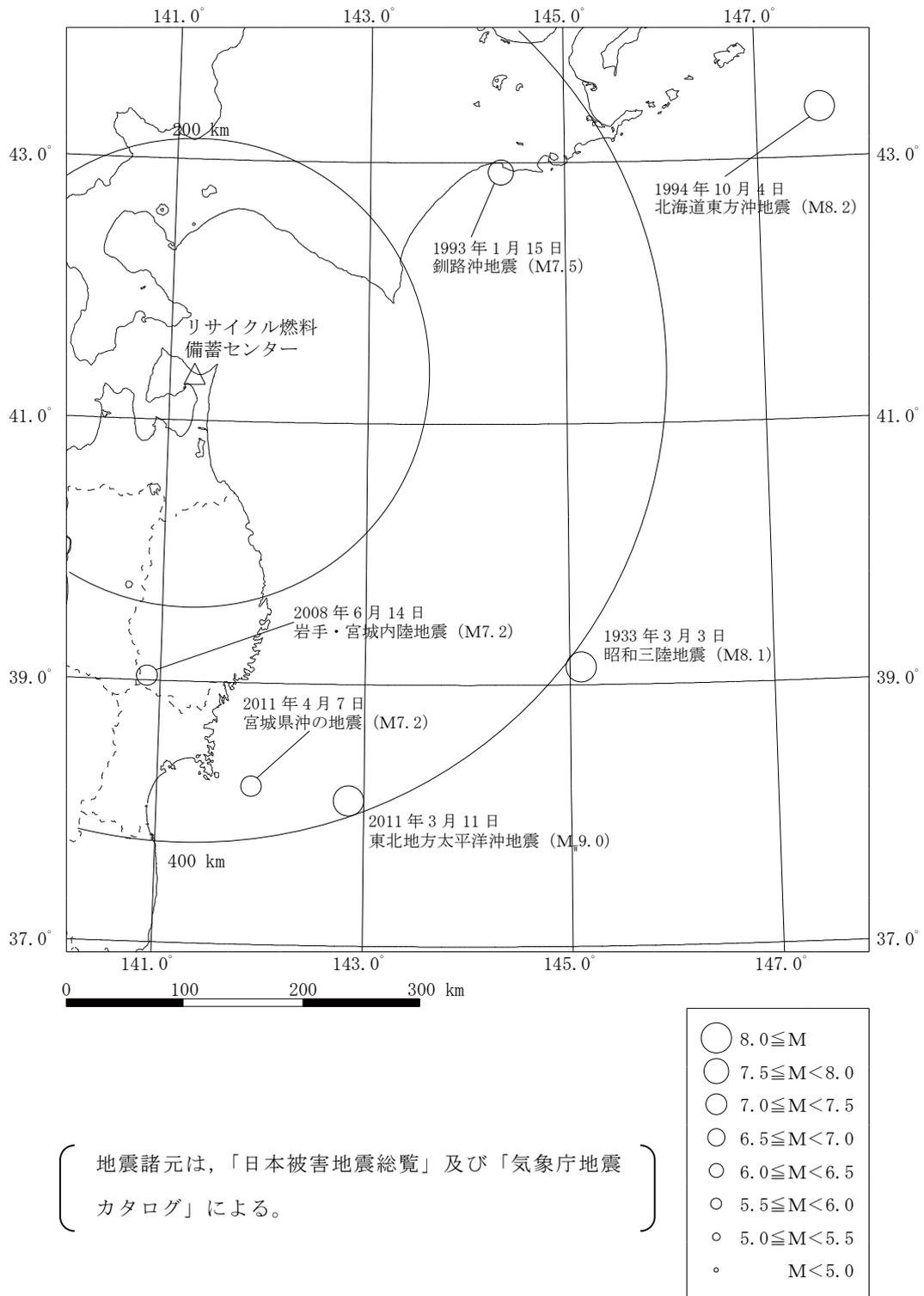
※1：領域震源区分は，地震調査研究推進本部（2013）⁽⁸⁴⁾による。

※2：東北日本弧外帯（内帯）のうち，北緯 40°～43° の範囲に限定した小領域。

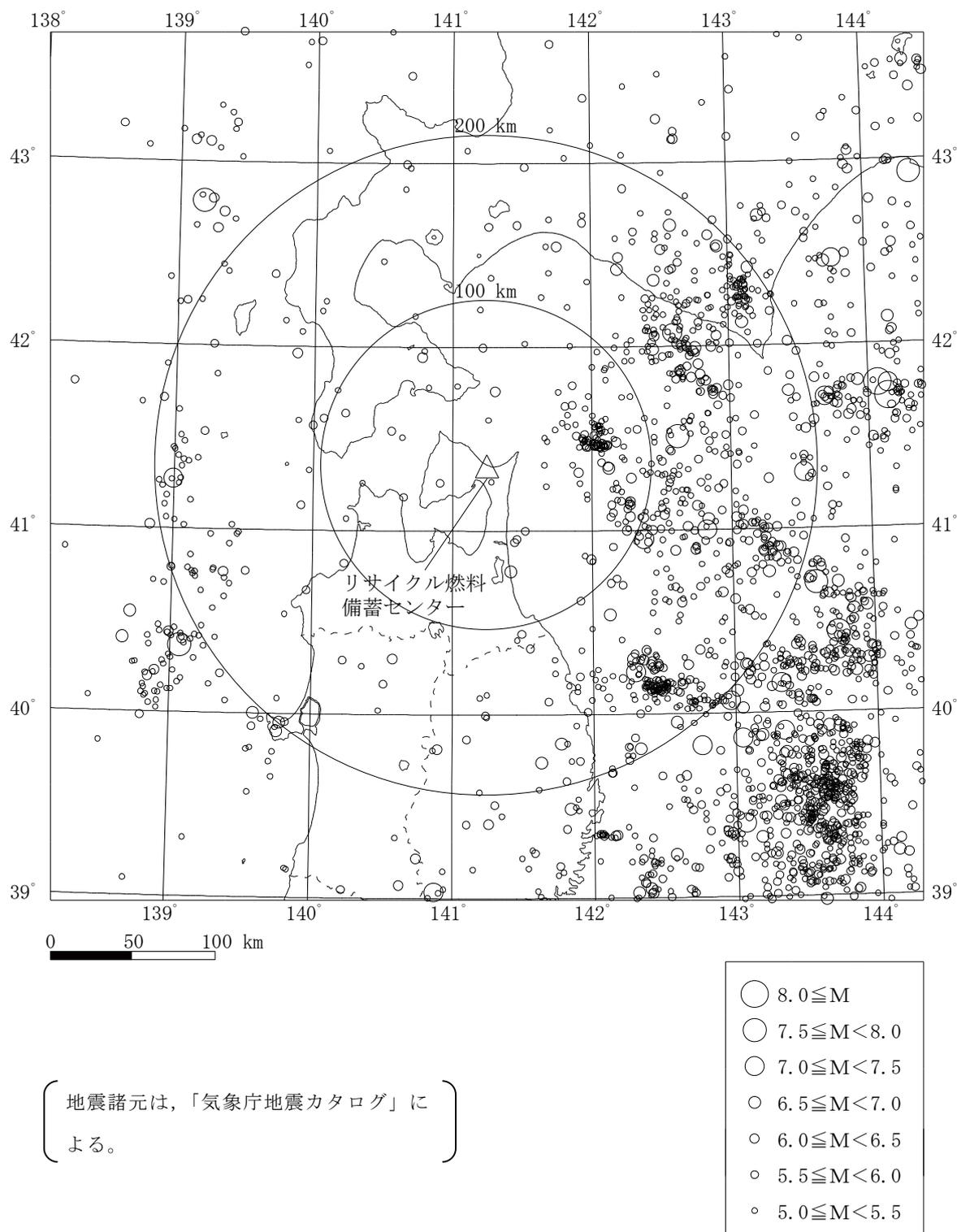
※3：千島弧外帯西端部のうち，地震調査研究推進本部（2005）⁽⁸⁵⁾において，「浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震」の地域区分に設定されている小領域。



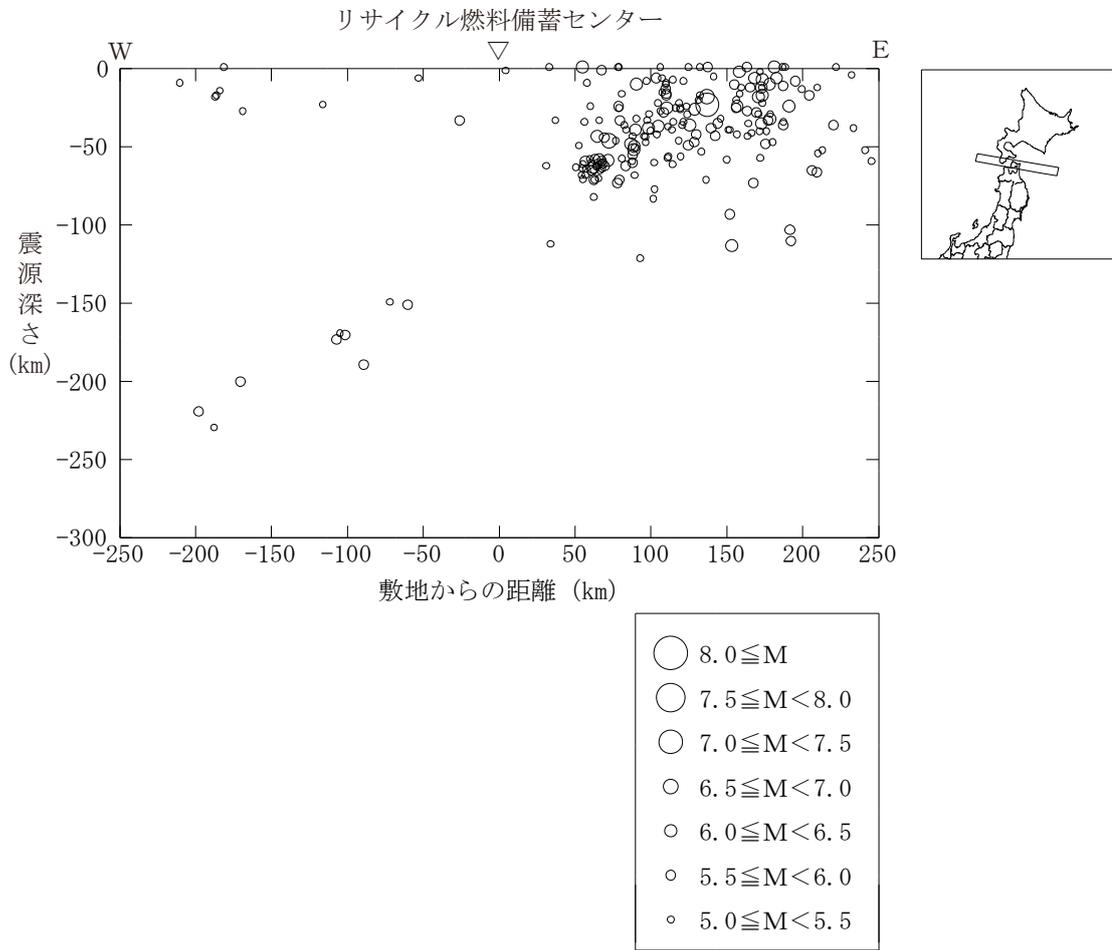
第2-1 図(1) 敷地周辺における主な被害地震の震央分布
(敷地からの震央距離 200km 程度以内)



第2-1図(2) 敷地周辺における主な被害地震の震央分布
(敷地からの震央距離 200km 程度以遠)

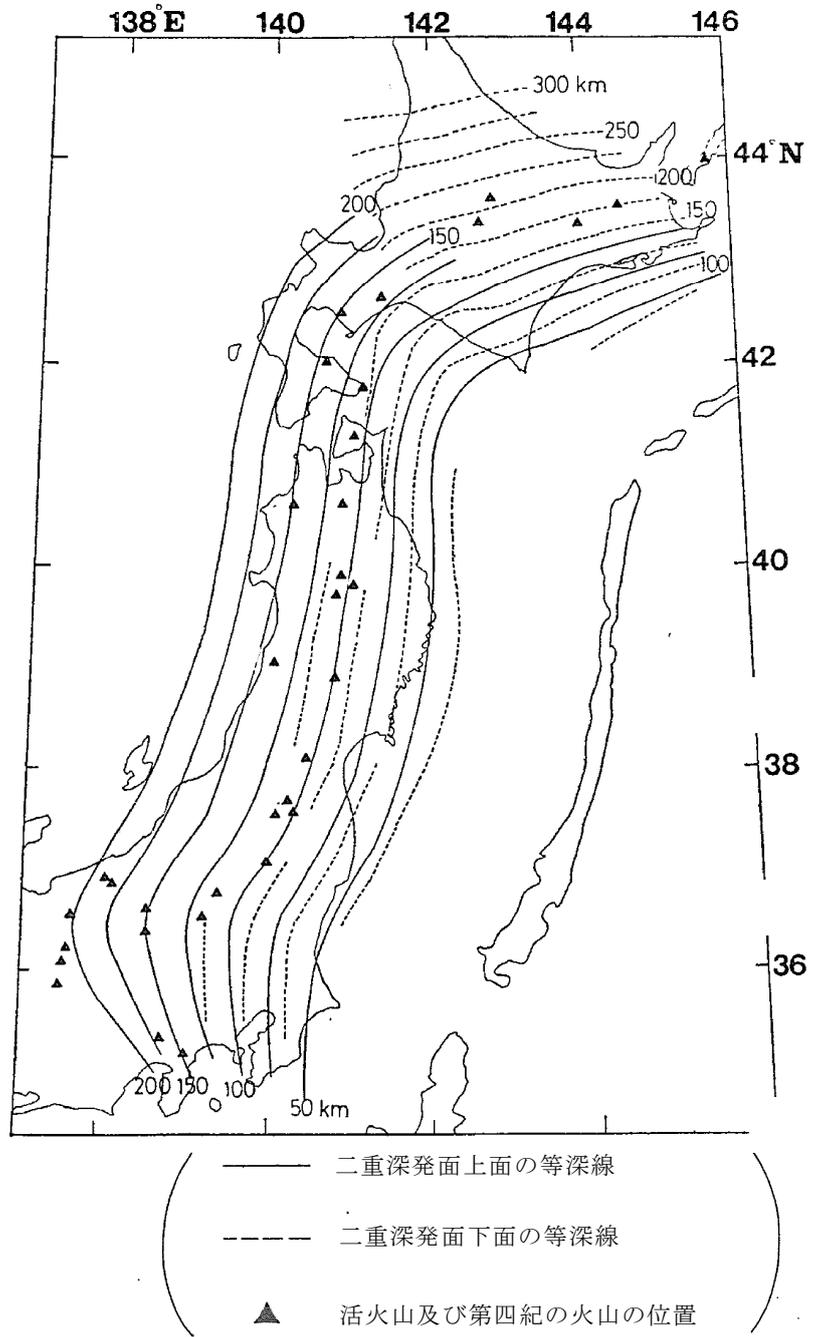


第 2-2 図 敷地周辺におけるM5以上の地震の震央分布
(1923年1月～2015年12月)

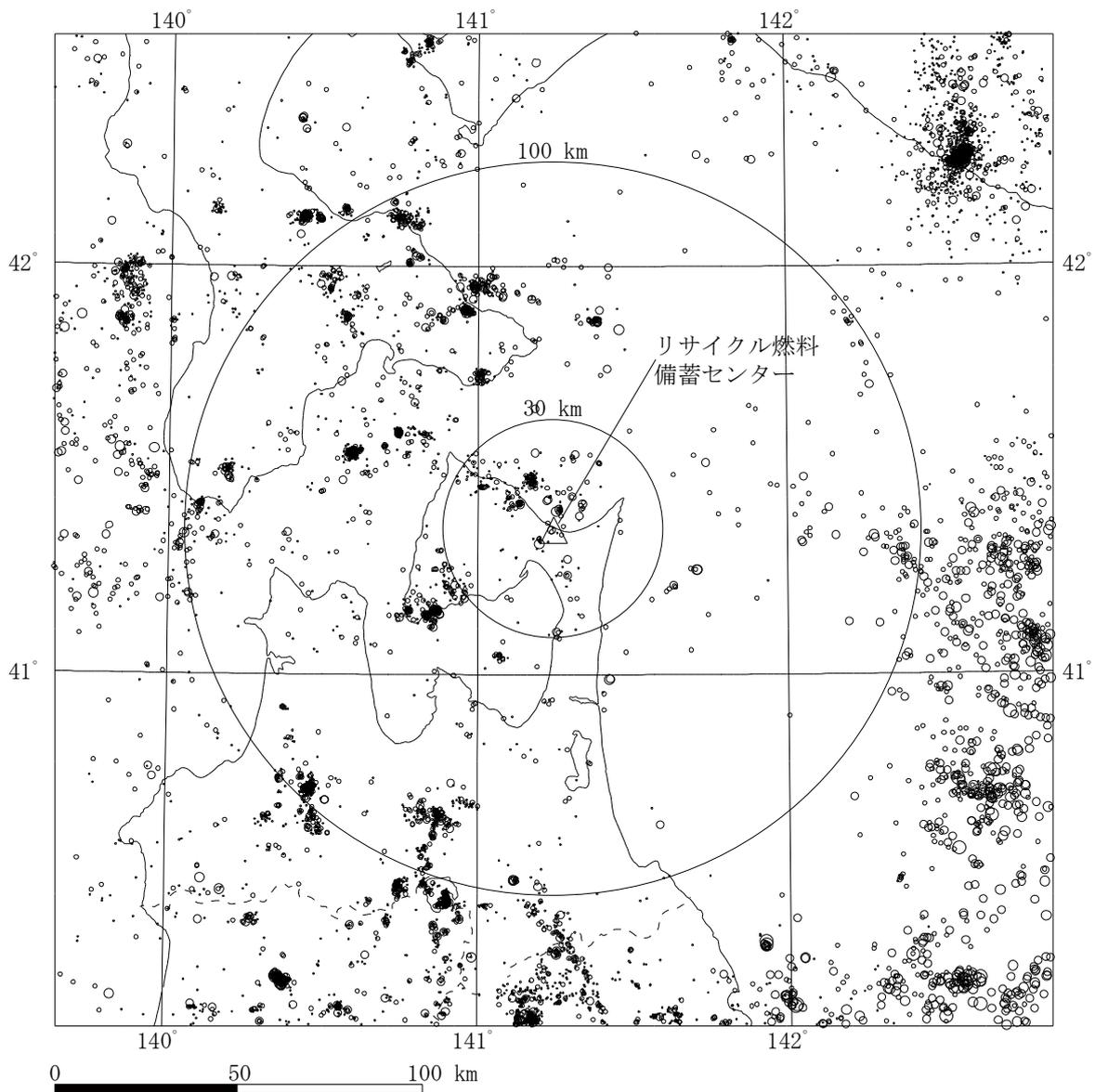


(地震諸元は、「気象庁地震カタログ」に
よる。)

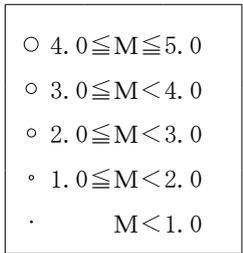
第 2-3 図 敷地周辺におけるM 5 以上の地震の震源鉛直分布
(1923 年 1 月～2015 年 12 月)



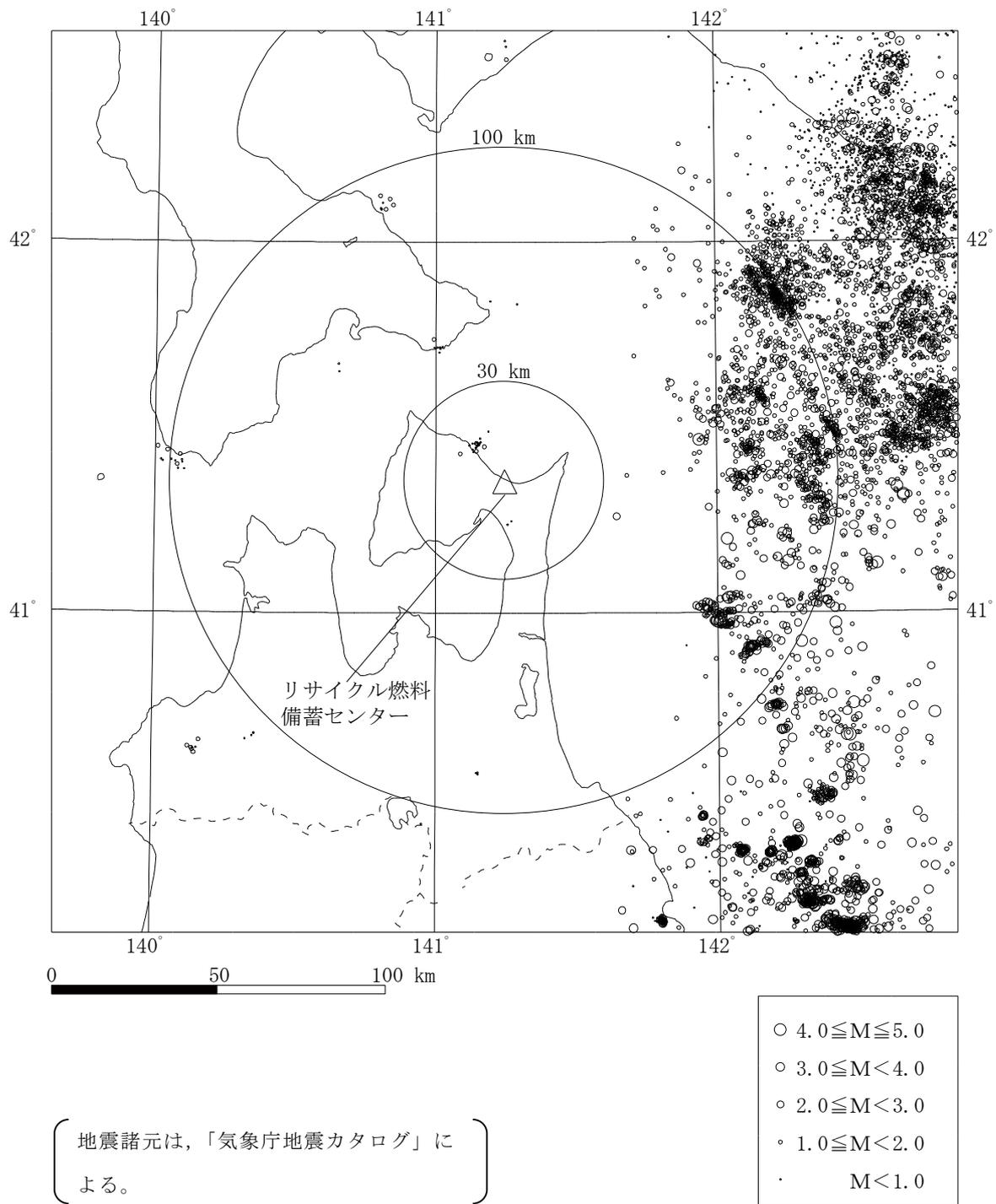
第2-4図 深発地震の震源の等深線
 (「長谷川他(1983)」による。)



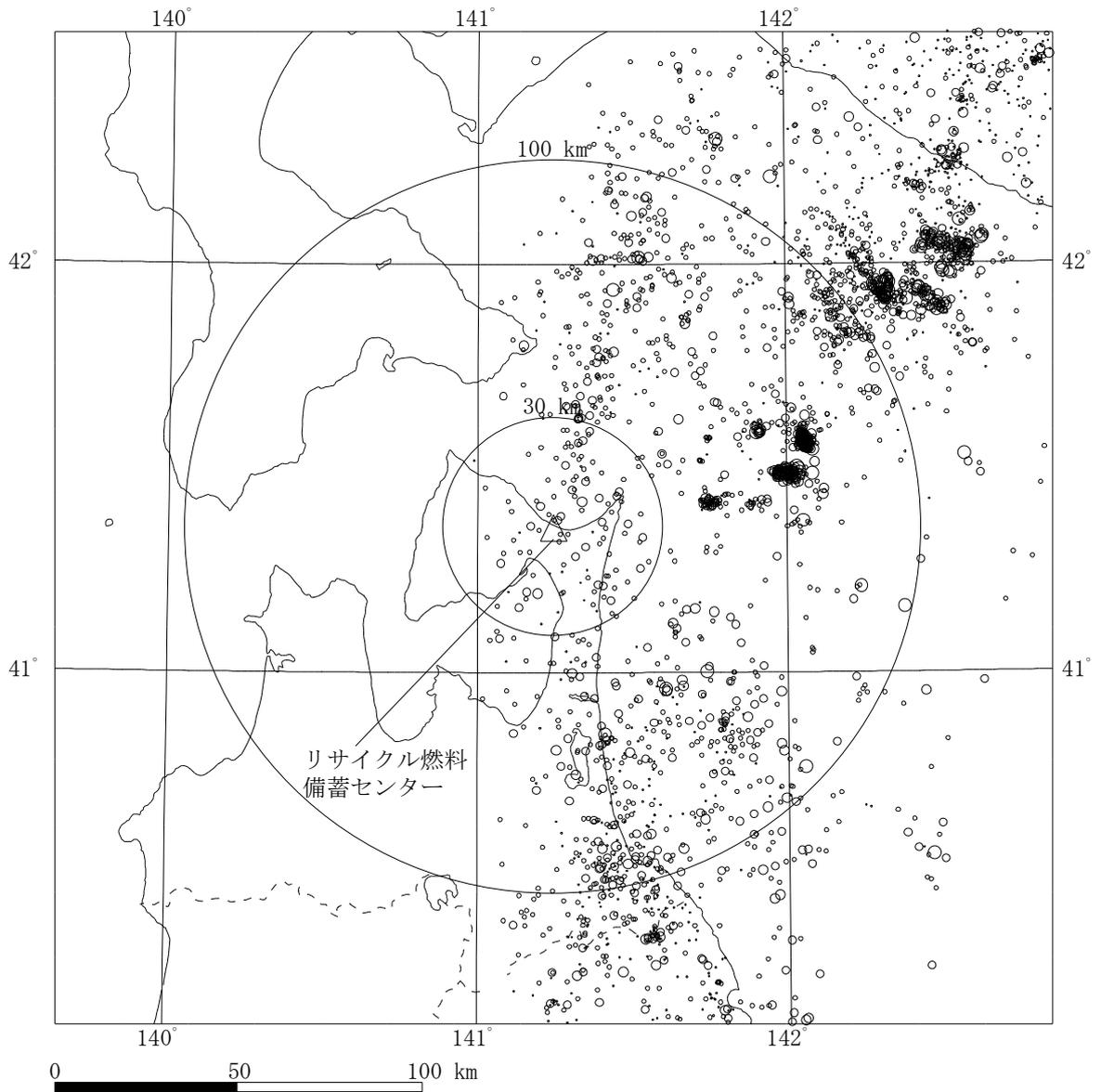
地震諸元は、「気象庁地震カタログ」による。



第2-5図(1) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震央分布(震源深さ0~30km)
(2011年1月~2015年12月)



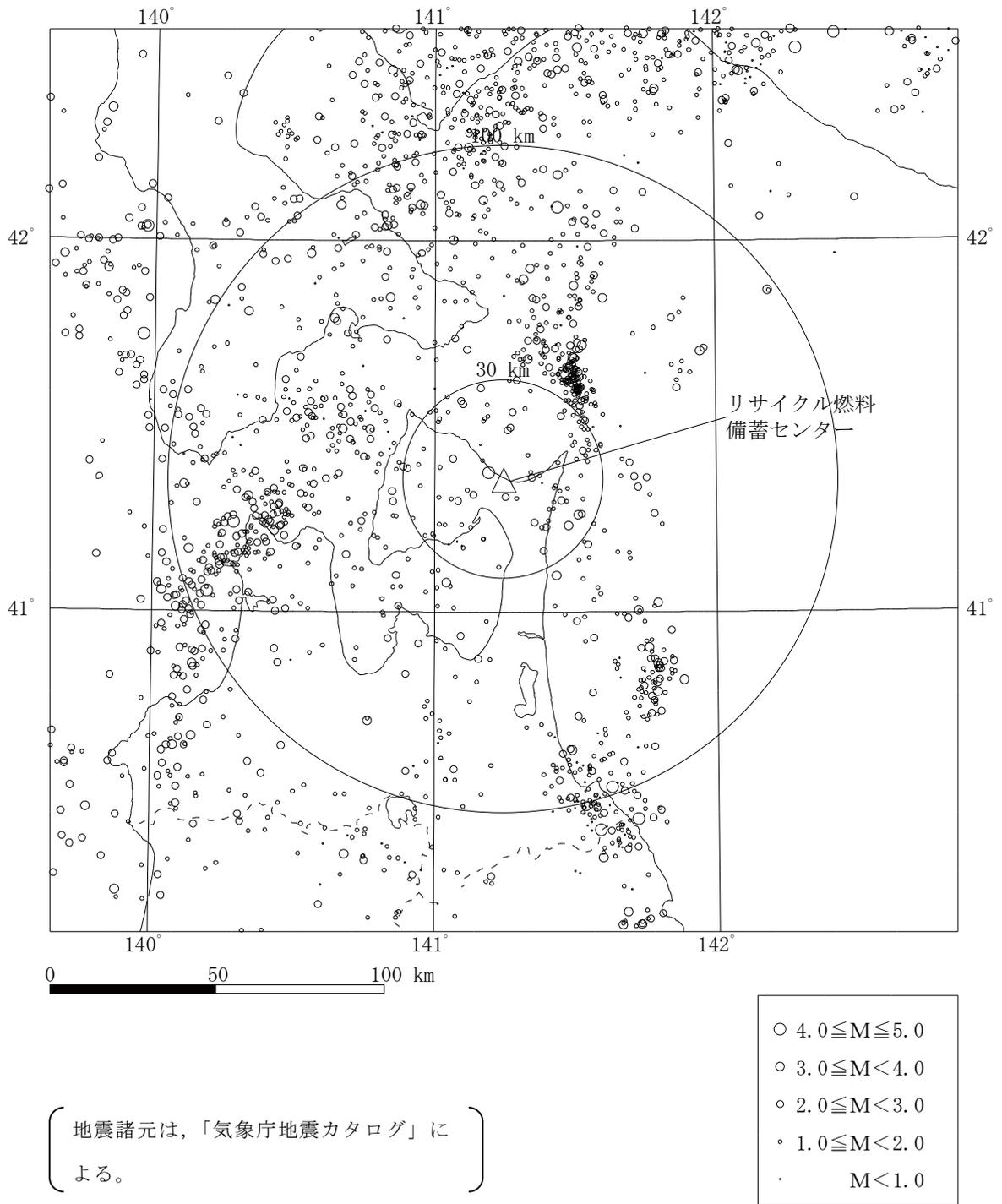
第2-5図(2) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震央分布（震源深さ30~60km）
 （2011年1月~2015年12月）



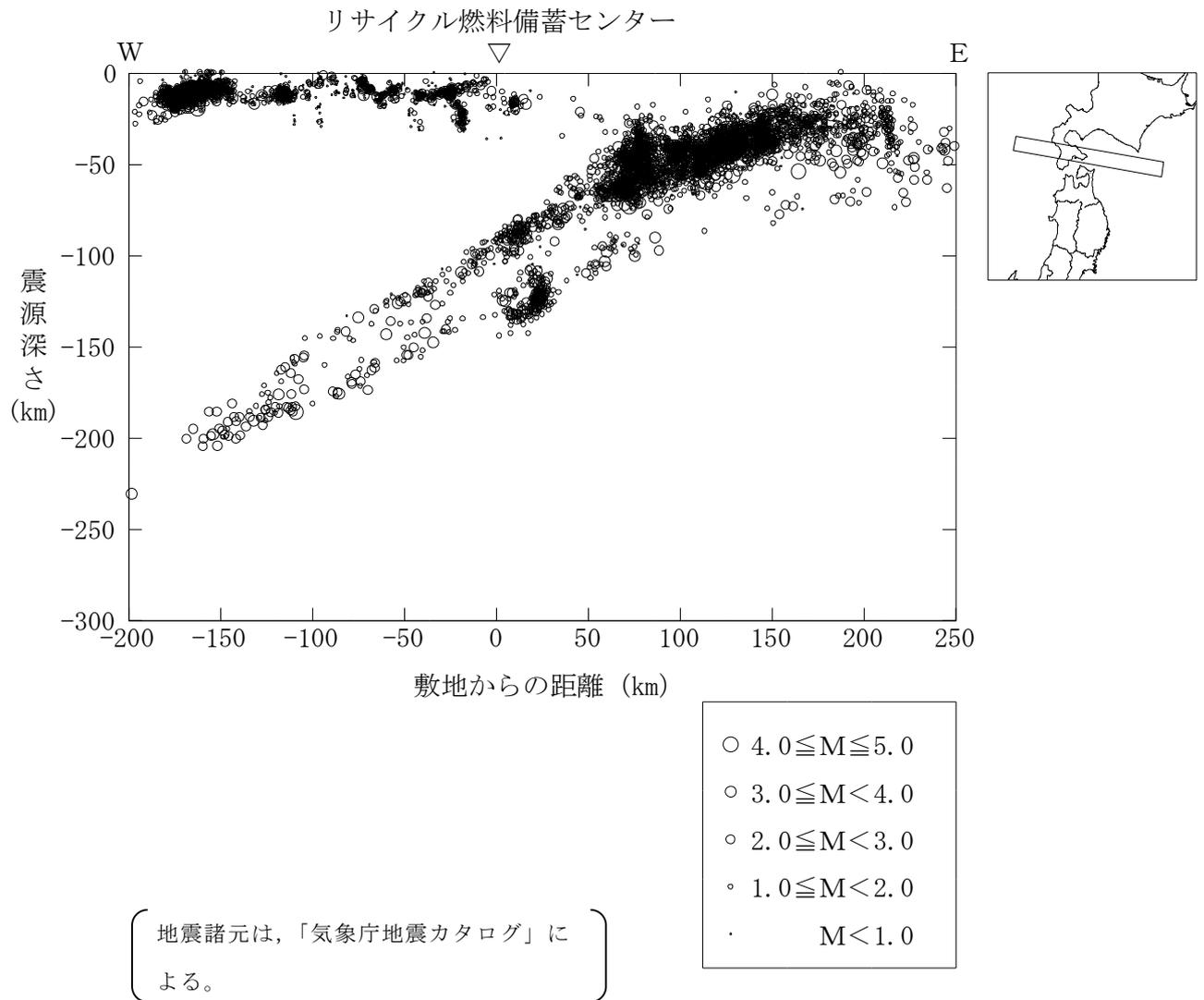
地震諸元は、「気象庁地震カタログ」による。

- $4.0 \leq M \leq 5.0$
- $3.0 \leq M < 4.0$
- $2.0 \leq M < 3.0$
- $1.0 \leq M < 2.0$
- ・ $M < 1.0$

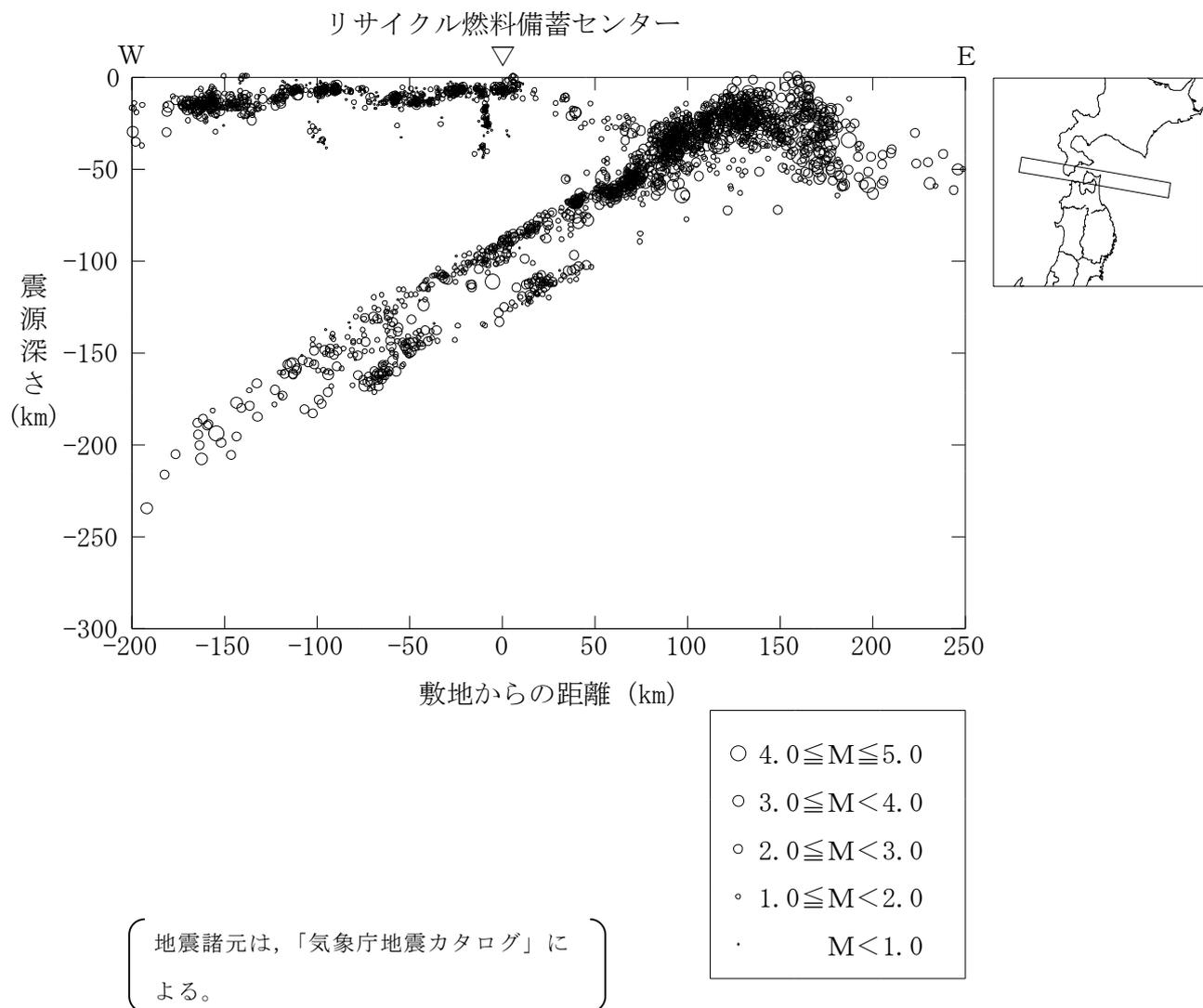
第2-5図(3) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震央分布(震源深さ60~100km)
(2011年1月~2015年12月)



第2-5図(4) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震央分布(震源深さ100km以上)
(2011年1月~2015年12月)

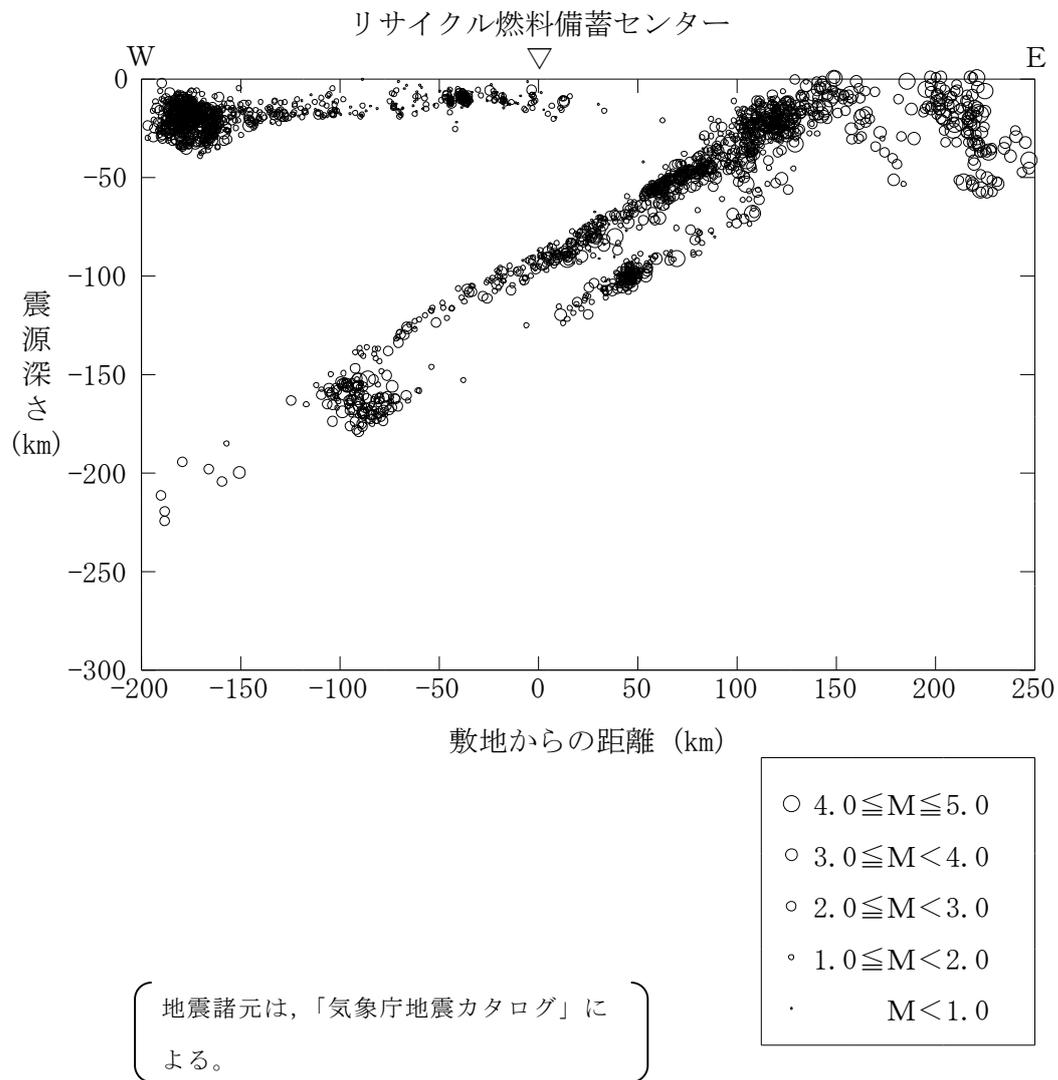


第2-6図(1) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震源鉛直分布(その1)
(2011年1月~2015年12月)



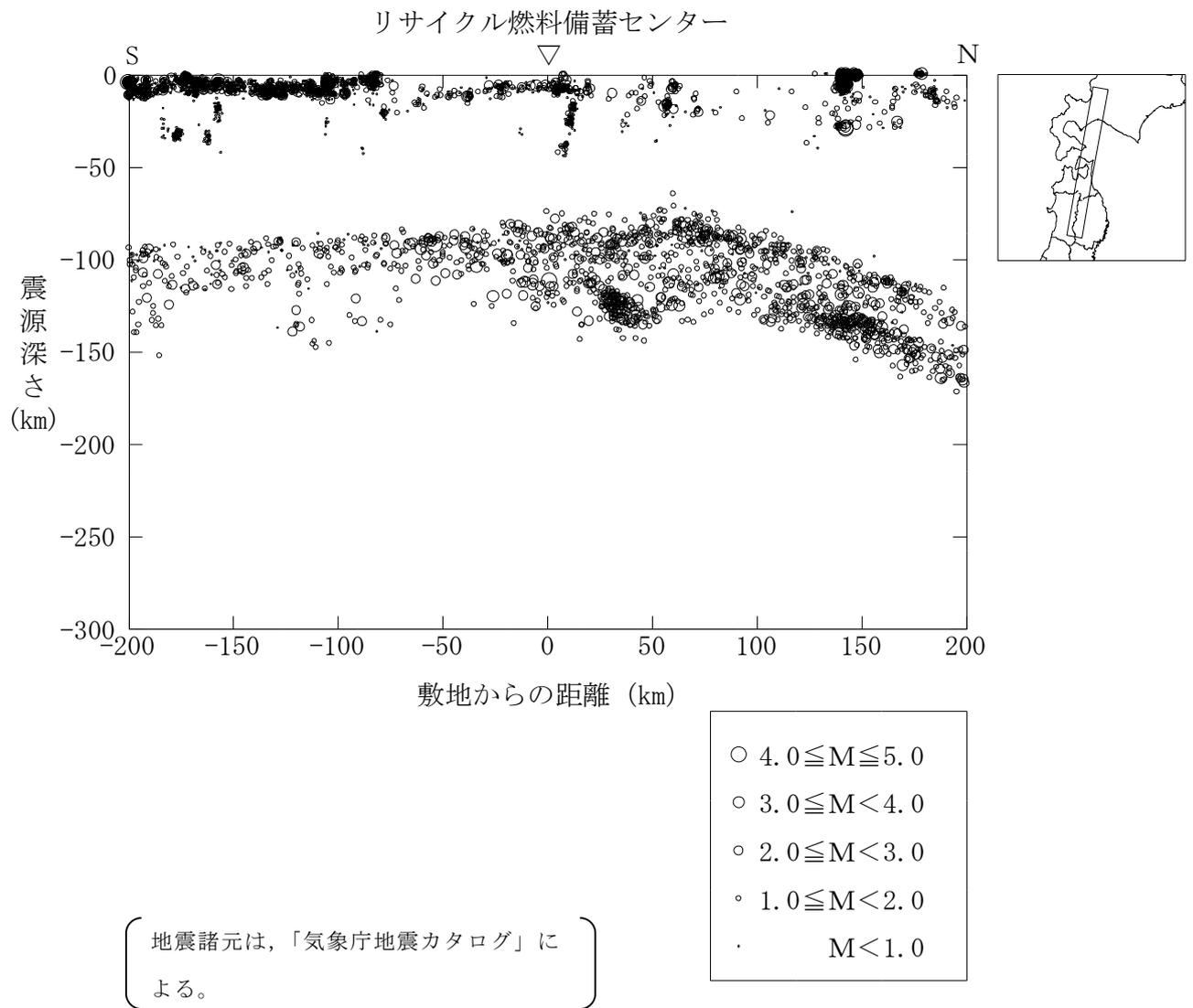
第2-6図(2) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震源鉛直分布(その2)

(2011年1月~2015年12月)

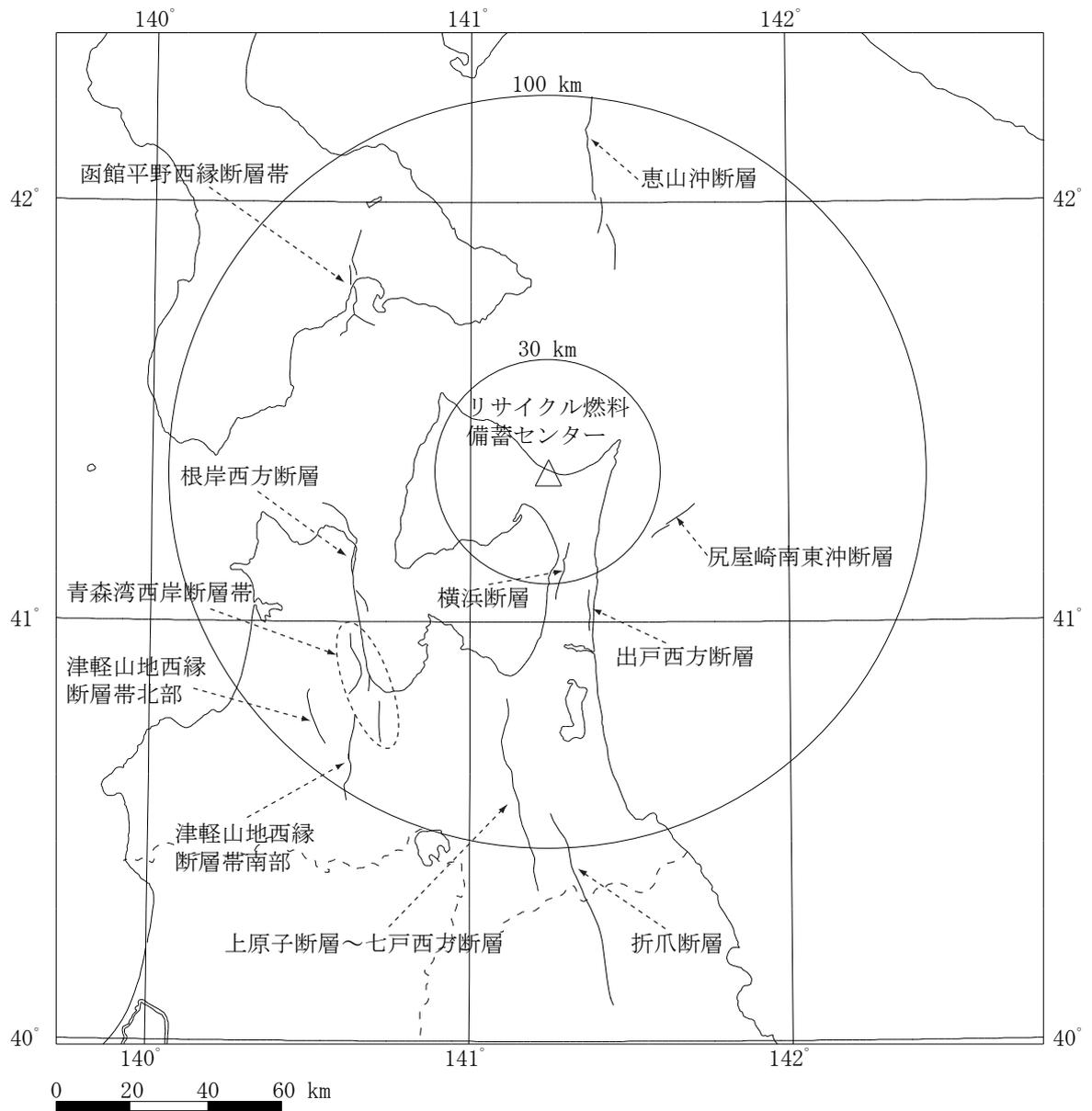


第2-6図(3) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震源鉛直分布(その3)

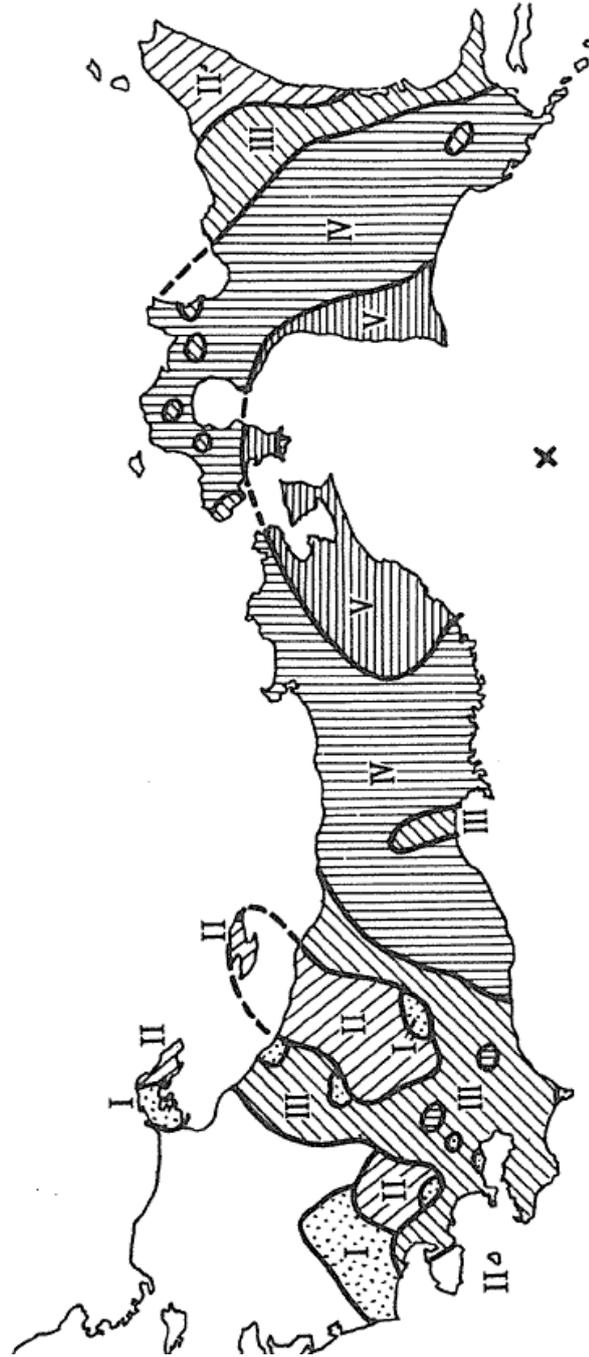
(2011年1月~2015年12月)



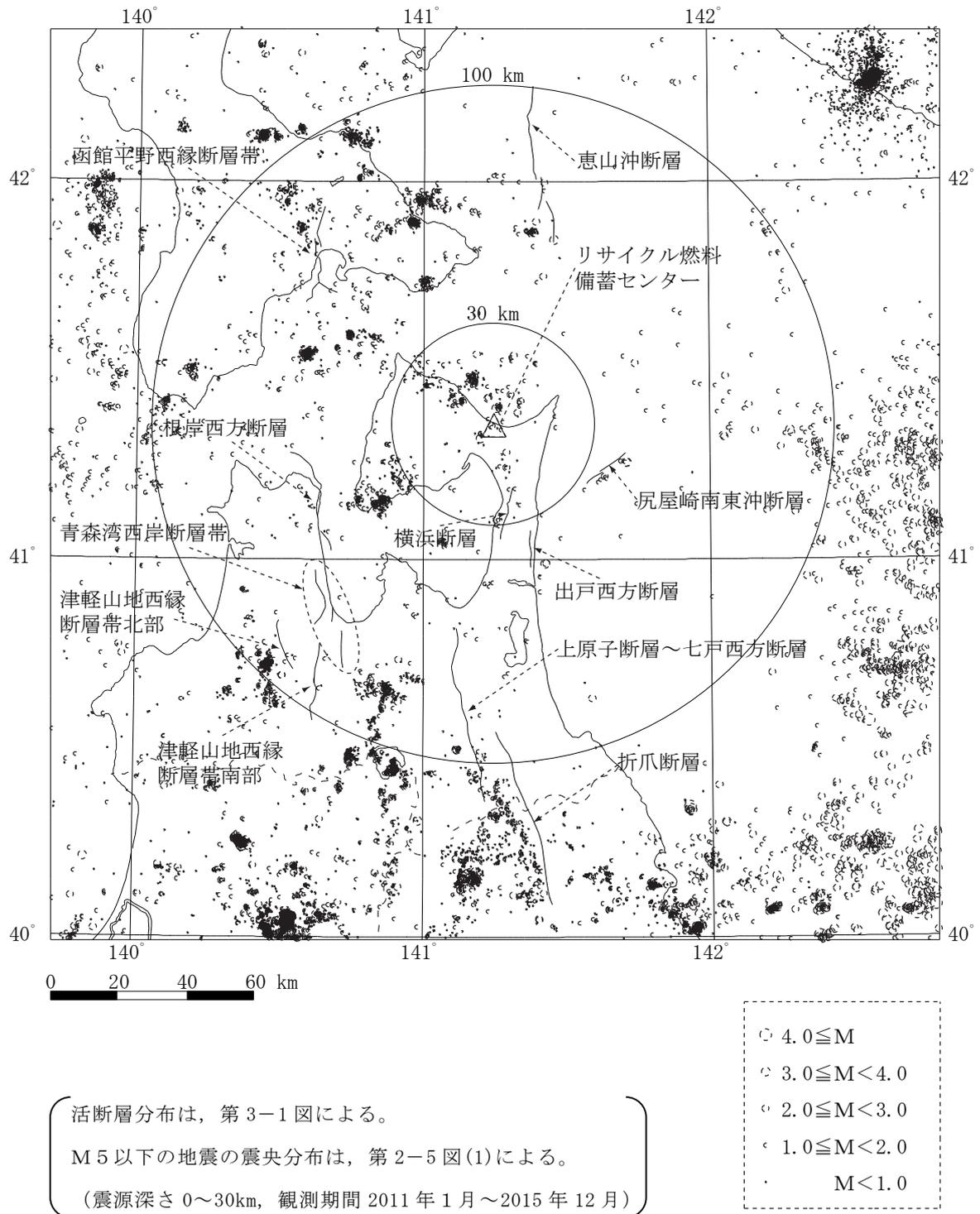
第2-6図(4) 敷地周辺におけるM5以下の地震の震源鉛直分布(その4)
(2011年1月~2015年12月)



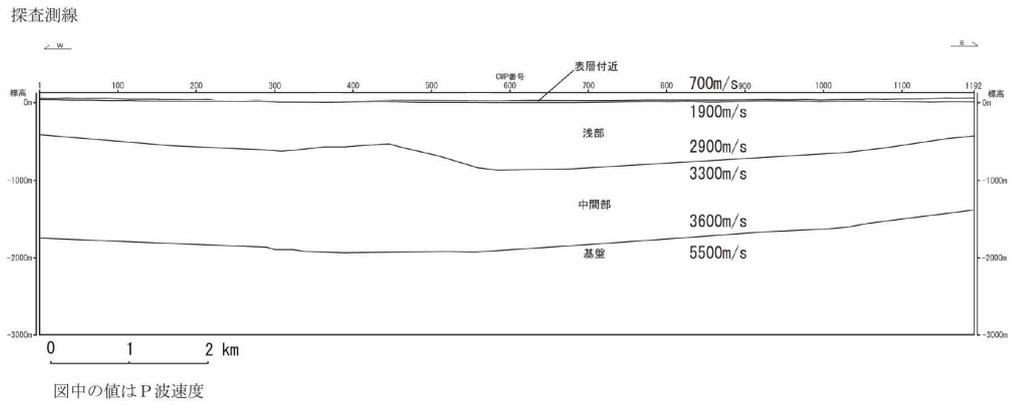
第3-1図 敷地周辺における活断層分布



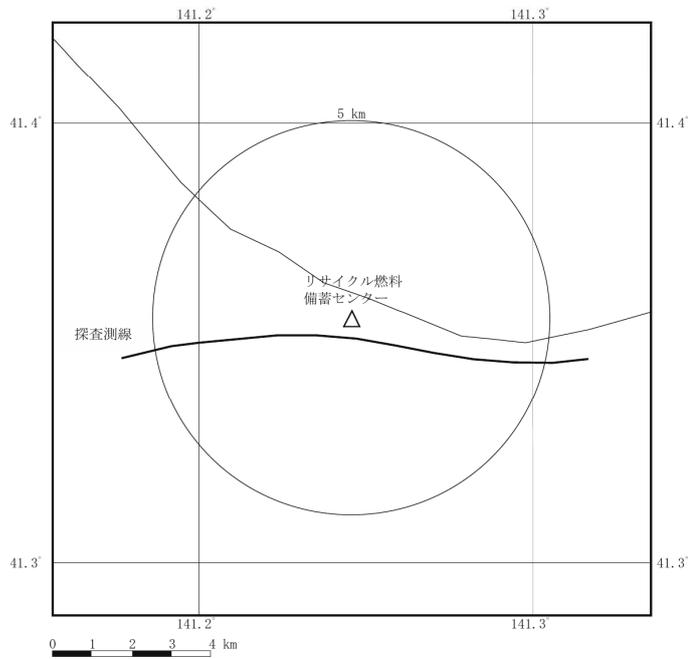
第4-1図 1968年十勝沖地震 (M7.9) の震度分布
 (「日本被害地震総覧」による。)



第4-3図 敷地周辺における活断層分布とM5以下の地震の震央分布



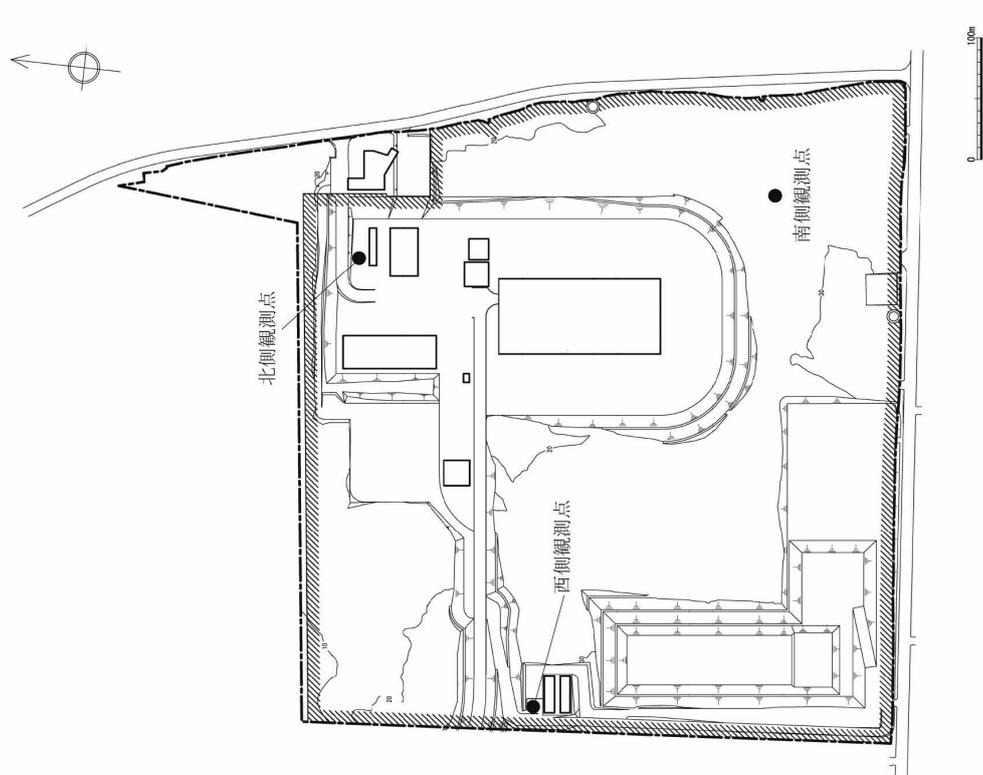
(a) 屈折法地震探査結果



(b) 測線位置図

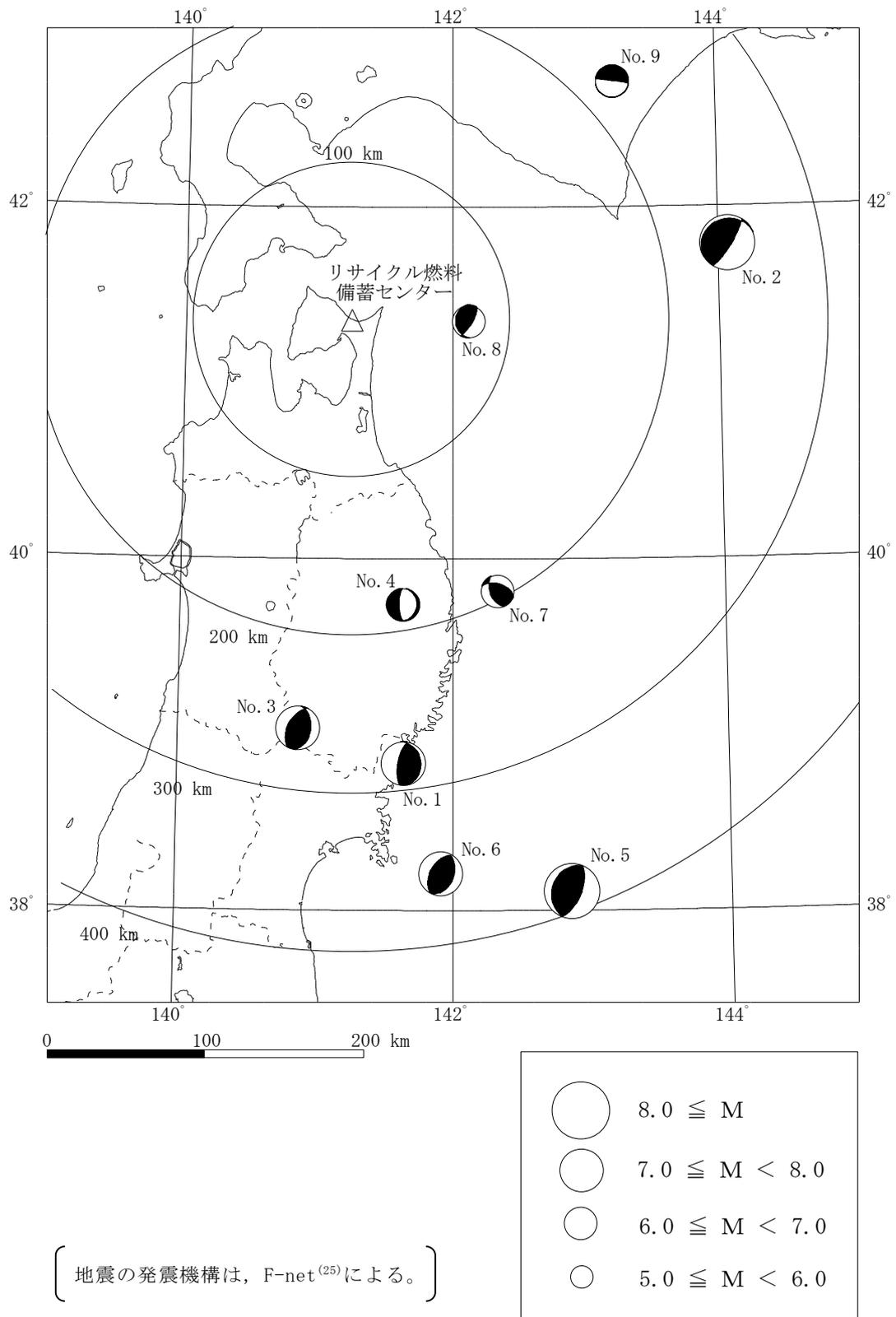
第5-2図 屈折法地震探査による敷地及び敷地周辺の速度構造

標高 T.P. (m)	西側観測点		北側観測点		南側観測点	
	地震計	地層	地震計	地層	地震計	地層
+ 28	▽G.L. ○※1	表土 田名部層	▽G.L. ○※4	表土 田名部層	▽G.L. ○※5	表土 田名部層
- 9	○※1		○※4		○※5	
- 22 - 34	○※1					
-218	○※3	砂子又層	○※4	砂子又層	○※5	砂子又層
-300	○※2					

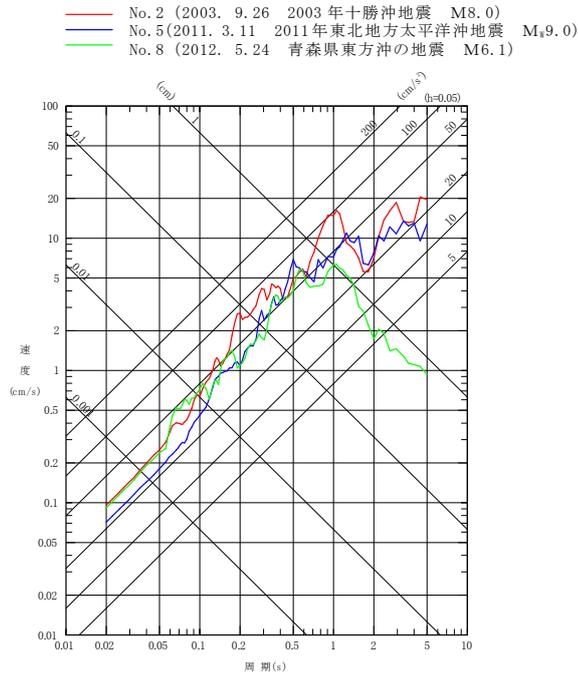


- ※1 : 2001年7月観測開始
- ※2 : 2001年10月観測開始
- ※3 : 2011年9月観測開始
- ※4 : 2012年10月観測開始
- ※5 : 2012年12月観測開始

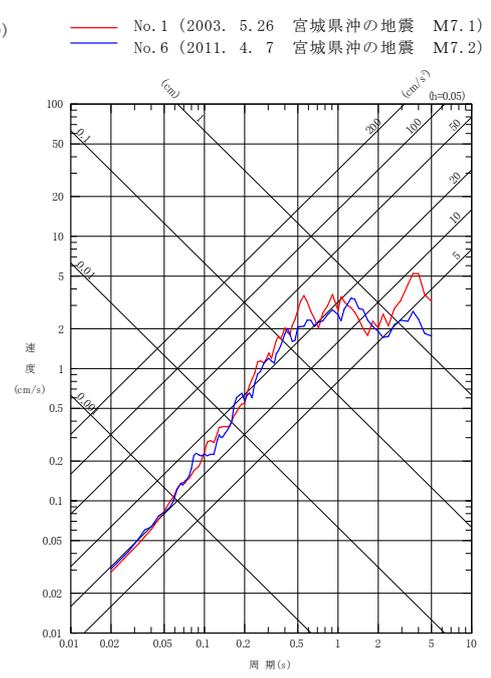
第5-3図 敷地における地震観測点



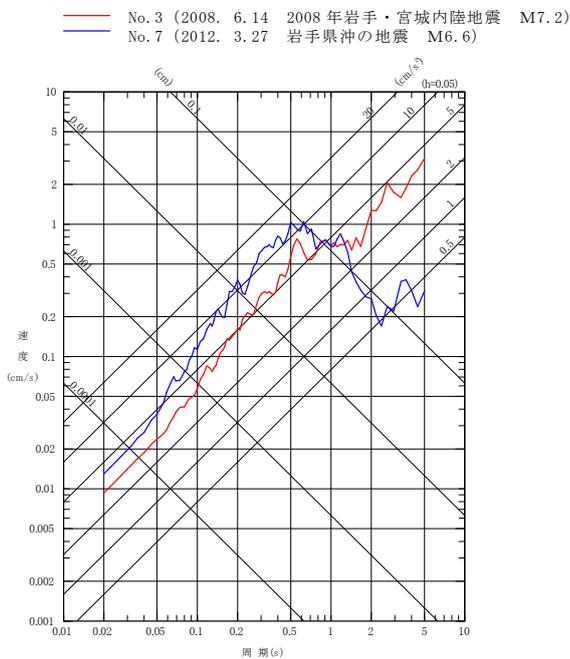
第5-4図 西側観測点で観測された主な地震の震央分布と発震機構



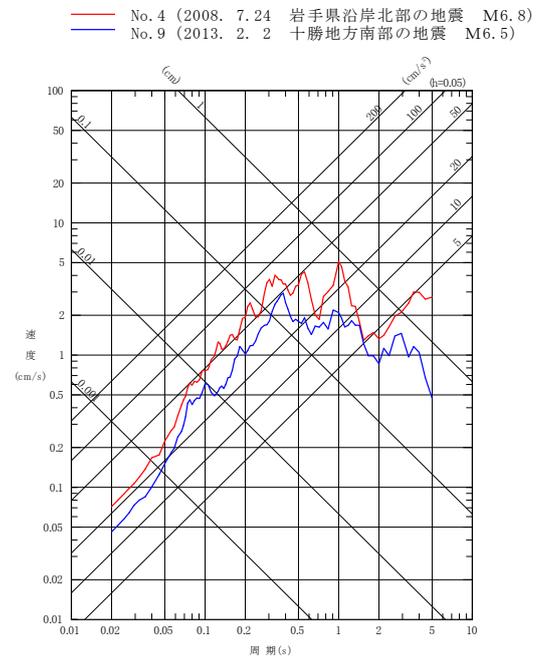
プレート間地震



海洋プレート内地震 (DC型)



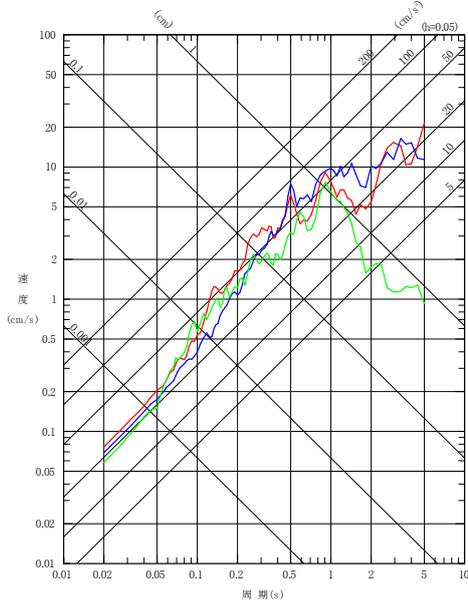
内陸地殻内地震



海洋プレート内地震 (DE型)

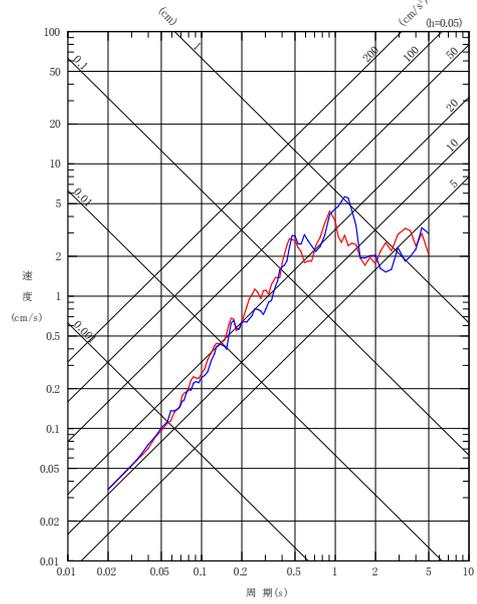
第5-5図(1) 西側観測点における主な観測記録の応答スペクトル (標高 -300m, NS方向)

- No. 2 (2003. 9. 26 2003年十勝沖地震 M8.0)
- No. 5 (2011. 3. 11 2011年東北地方太平洋沖地震 M_s9.0)
- No. 8 (2012. 5. 24 青森県東方沖の地震 M6.1)



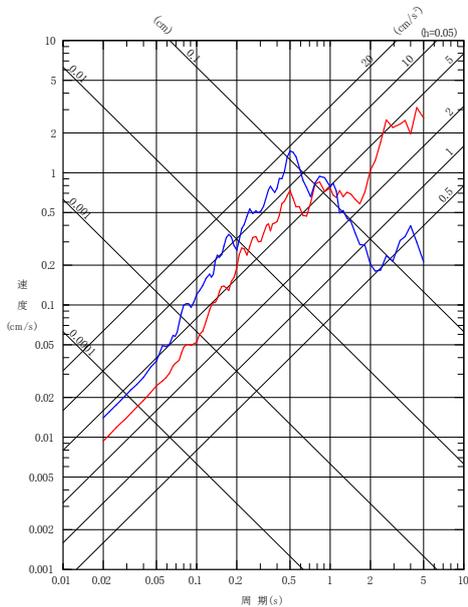
プレート間地震

- No. 1 (2003. 5. 26 宮城県沖の地震 M7.1)
- No. 6 (2011. 4. 7 宮城県沖の地震 M7.2)



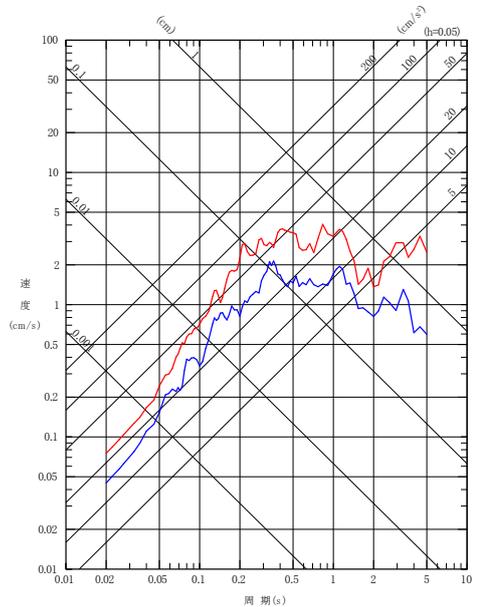
海洋プレート内地震 (DC型)

- No. 3 (2008. 6. 14 2008年岩手・宮城内陸地震 M7.2)
- No. 7 (2012. 3. 27 岩手県沖の地震 M6.6)



内陸地殻内地震

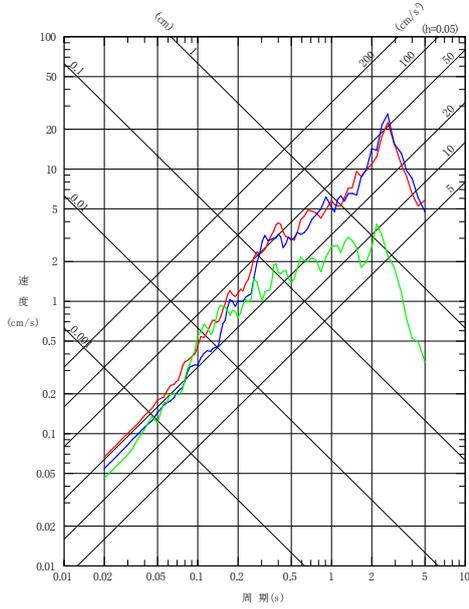
- No. 4 (2008. 7. 24 岩手県沿岸北部の地震 M6.8)
- No. 9 (2013. 2. 2 十勝地方南部の地震 M6.5)



海洋プレート内地震 (DE型)

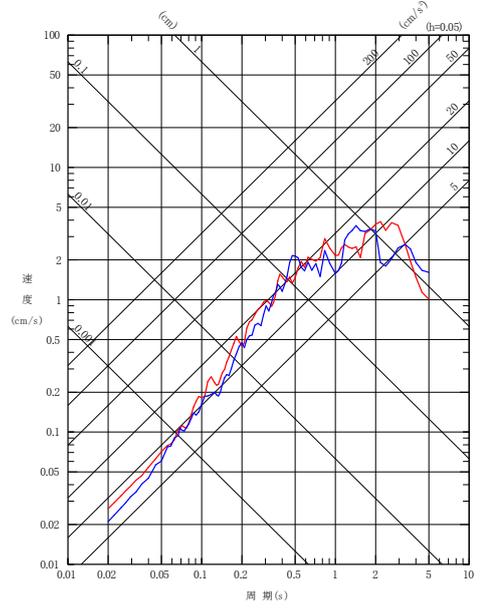
第5-5図(2) 西側観測点における主な観測記録の応答スペクトル
(標高 -300m, EW方向)

- No. 2 (2003. 9. 26 2003年十勝沖地震 M8.0)
- No. 5 (2011. 3. 11 2011年東北地方太平洋沖地震 M_s9.0)
- No. 8 (2012. 5. 24 青森県東方沖の地震 M6.1)



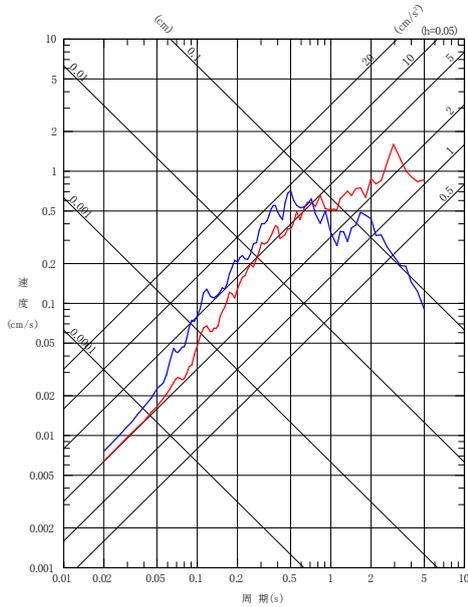
プレート間地震

- No. 1 (2003. 5. 26 宮城県沖の地震 M7.1)
- No. 6 (2011. 4. 7 宮城県沖の地震 M7.2)



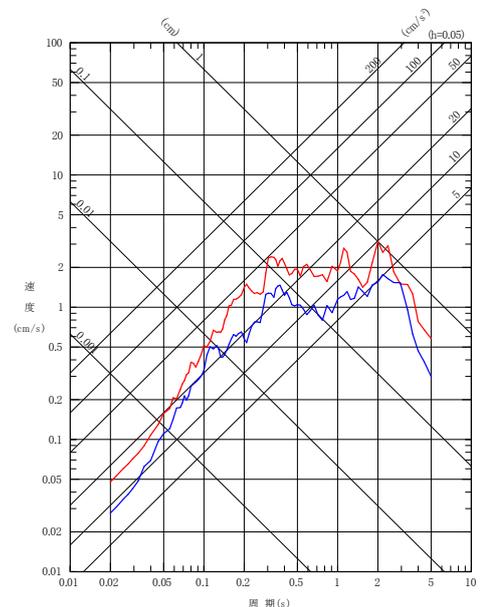
海洋プレート内地震 (DC型)

- No. 3 (2008. 6. 14 2008年岩手・宮城内陸地震 M7.2)
- No. 7 (2012. 3. 27 岩手県沖の地震 M6.6)



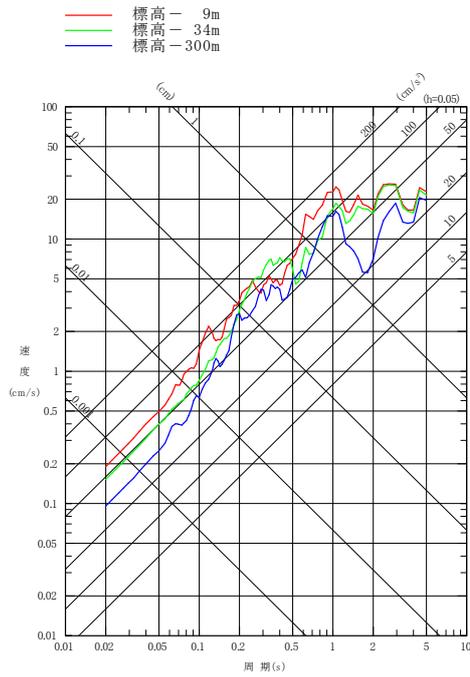
内陸地殻内地震

- No. 4 (2008. 7. 24 岩手県沿岸北部の地震 M6.8)
- No. 9 (2013. 2. 2 十勝地方南部の地震 M6.5)



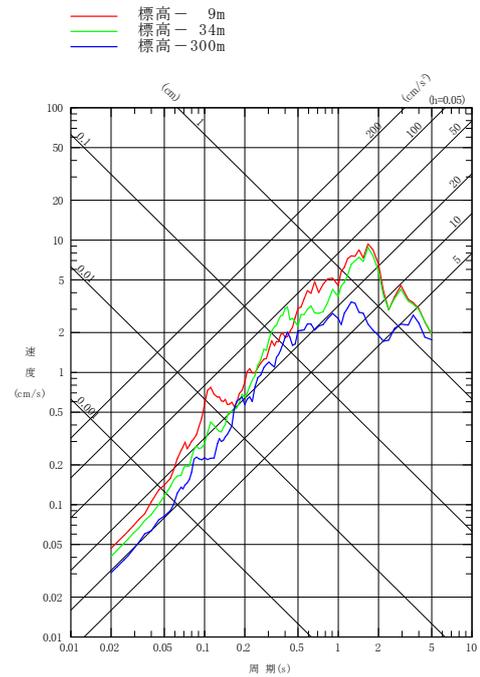
海洋プレート内地震 (DE型)

第5-5図(3) 西側観測点における主な観測記録の応答スペクトル
(標高 -300m, UD方向)



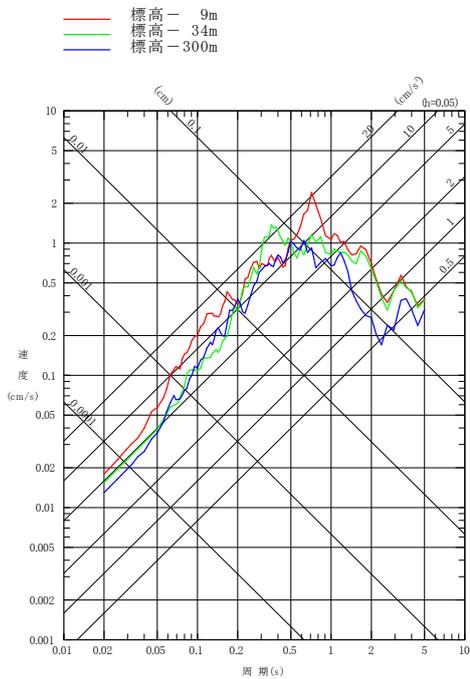
No. 2 (2003. 9. 26 2003年十勝沖地震 M8.0)

プレート間地震



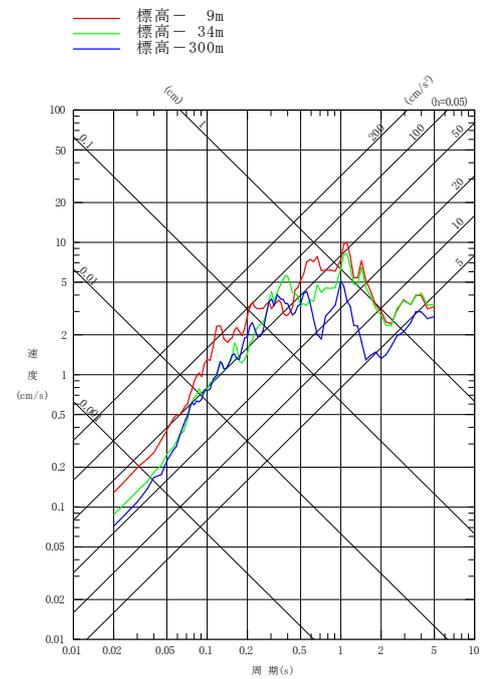
No. 6 (2011. 4. 7 宮城県沖の地震 M7.2)

海洋プレート内地震 (DC型)



No. 7 (2012. 3. 27 岩手県沖の地震 M6.6)

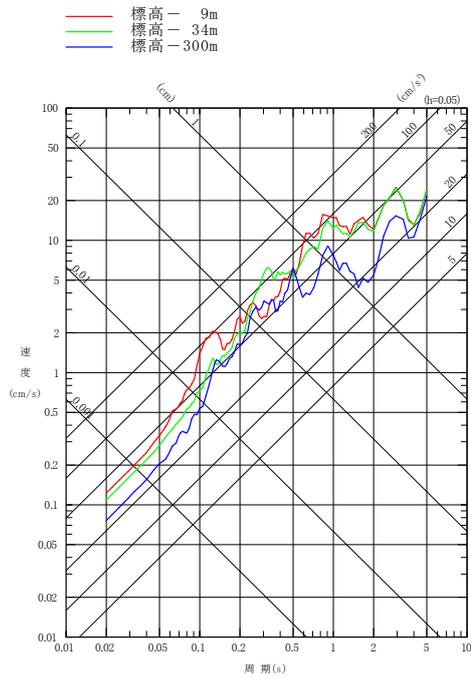
内陸地殻内地震



No. 4 (2008. 7. 24 岩手県沿岸北部の地震 M6.8)

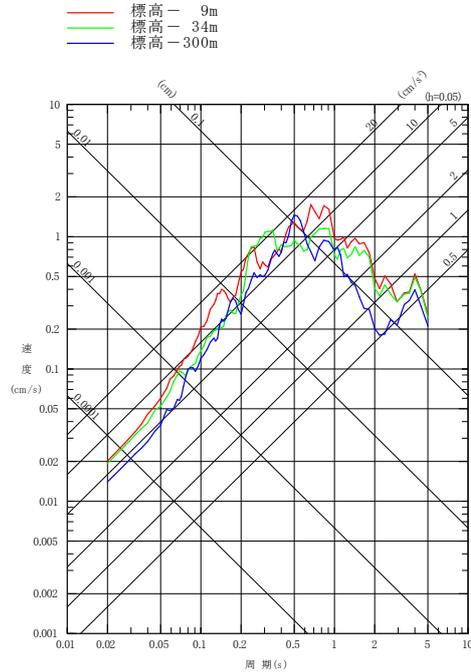
海洋プレート内地震 (DE型)

第5-6図(1) 西側観測点における主な観測記録の深度別
応答スペクトル (NS方向)



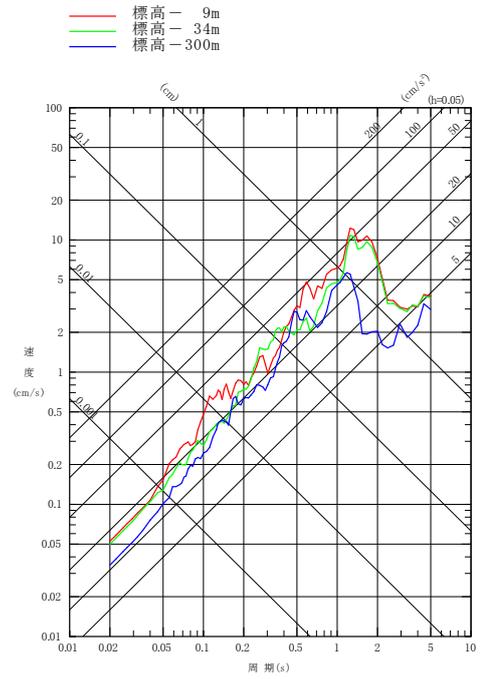
No. 2 (2003. 9. 26 2003年十勝沖地震 M8.0)

プレート間地震



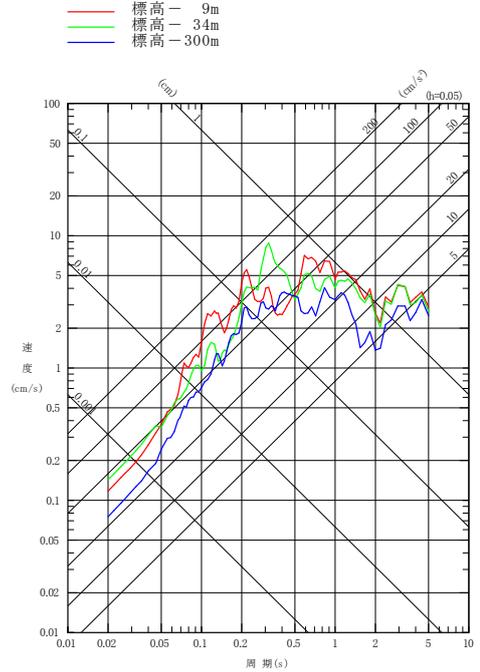
No. 7 (2012. 3. 27 岩手県沖の地震 M6.6)

内陸地殻内地震



No. 6 (2011. 4. 7 宮城県沖の地震 M7.2)

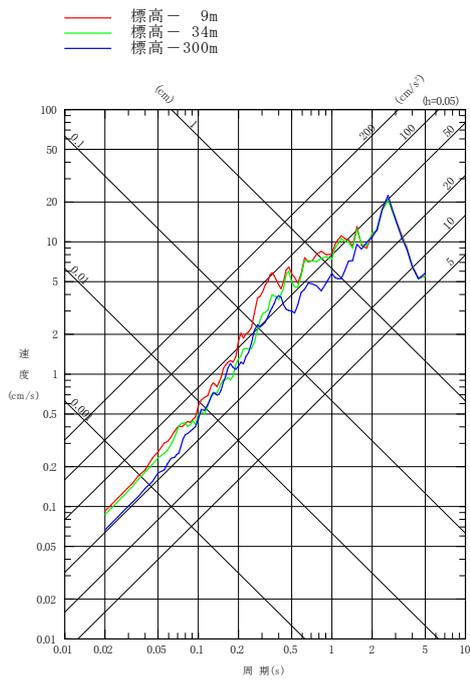
海洋プレート内地震 (DC型)



No. 4 (2008. 7. 24 岩手県沿岸北部の地震 M6.8)

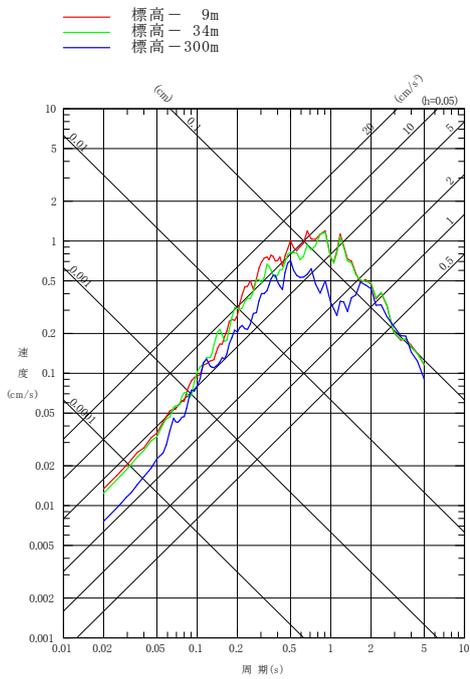
海洋プレート内地震 (DE型)

第5-6図(2) 西側観測点における主な観測記録の深度別
応答スペクトル (EW方向)



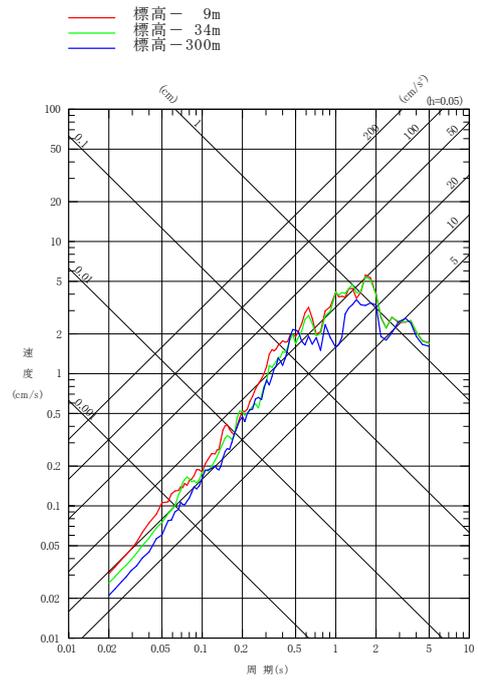
No. 2 (2003. 9. 26 2003年十勝沖地震 M8.0)

プレート間地震



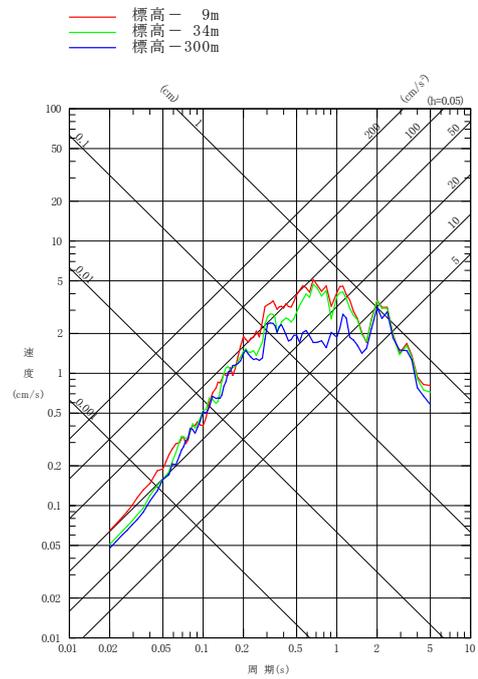
No. 7 (2012. 3. 27 岩手県沖の地震 M6.6)

内陸地殻内地震



No. 6 (2011. 4. 7 宮城県沖の地震 M7.2)

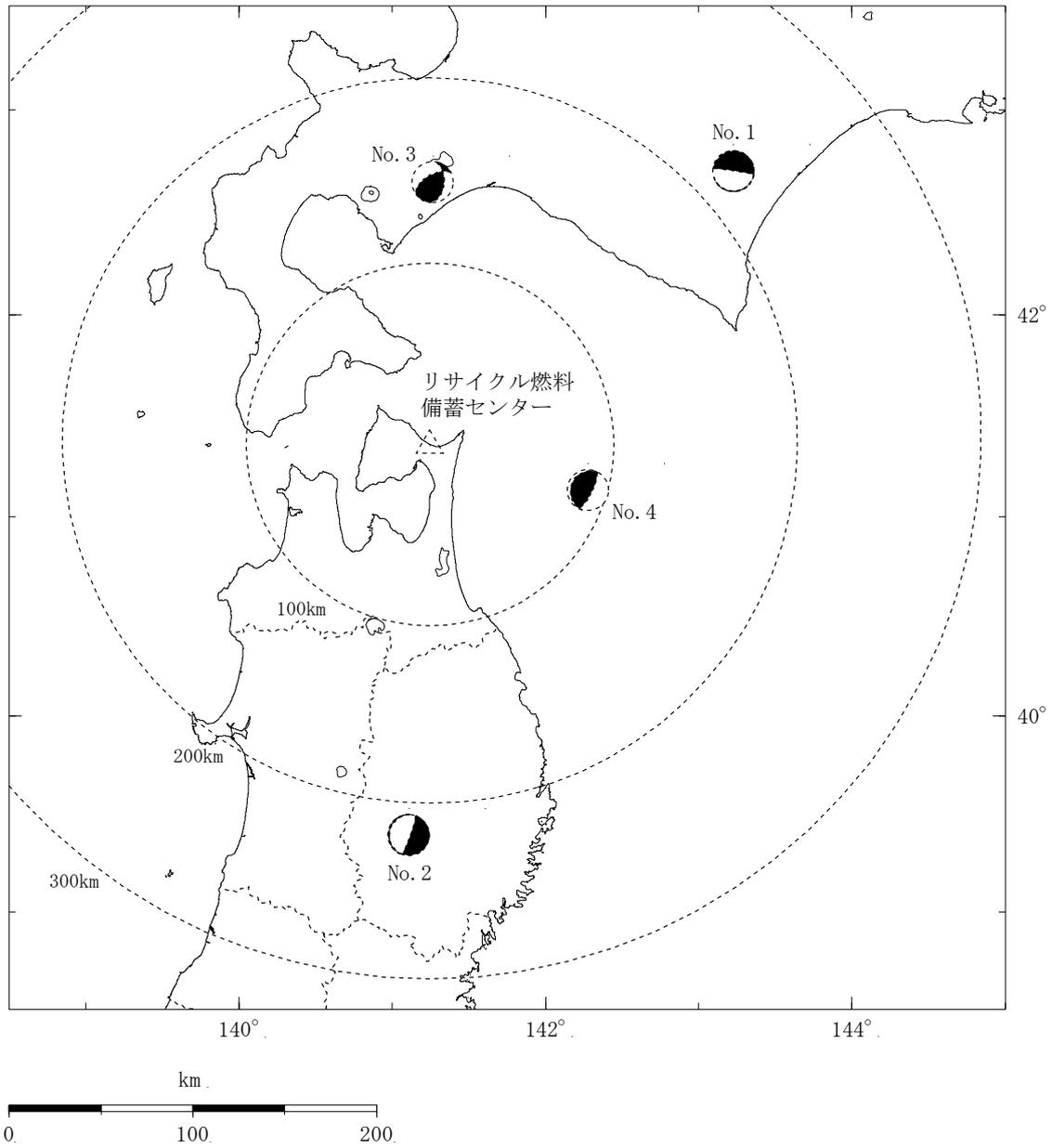
海洋プレート内地震 (DC型)



No. 4 (2008. 7. 24 岩手県沿岸北部の地震 M6.8)

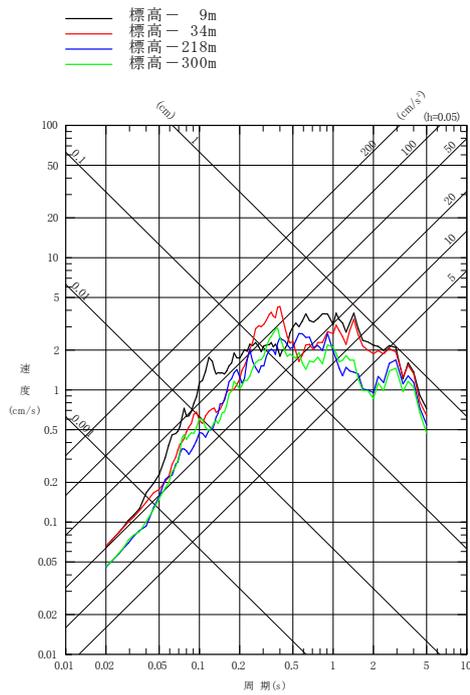
海洋プレート内地震 (DE型)

第5-6図(3) 西側観測点における主な観測記録の深度別
応答スペクトル (UD方向)

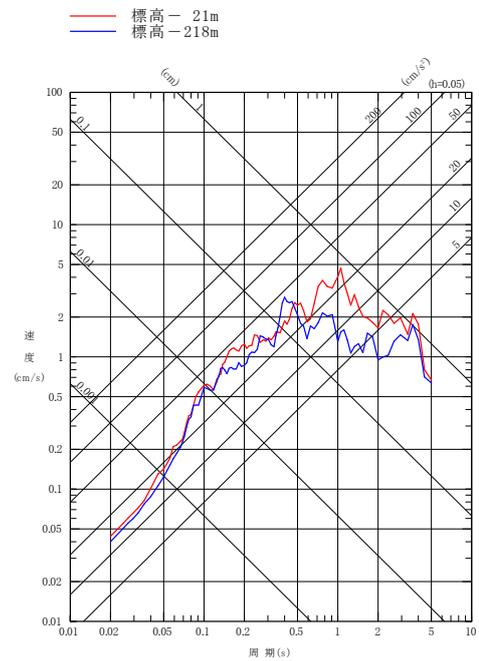


〔地震の発震機構は、F-net⁽²⁵⁾による。〕

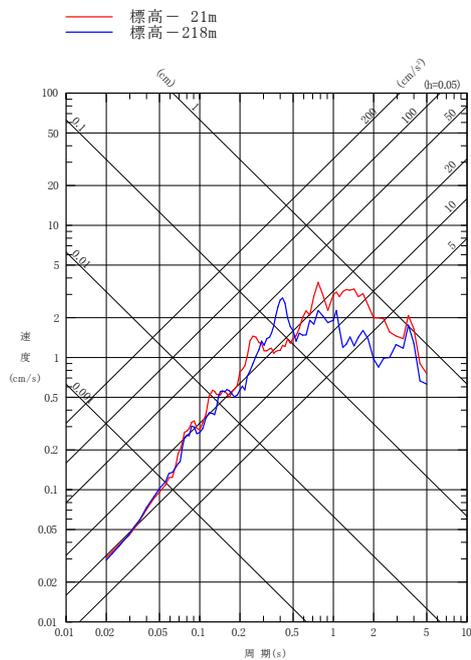
第5-7図 敷地内3観測点で観測された主な地震の震央分布と発震機構



西側観測点

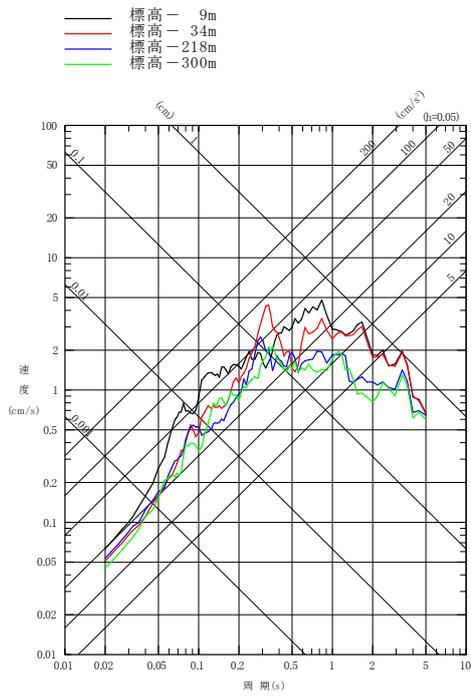


北側観測点

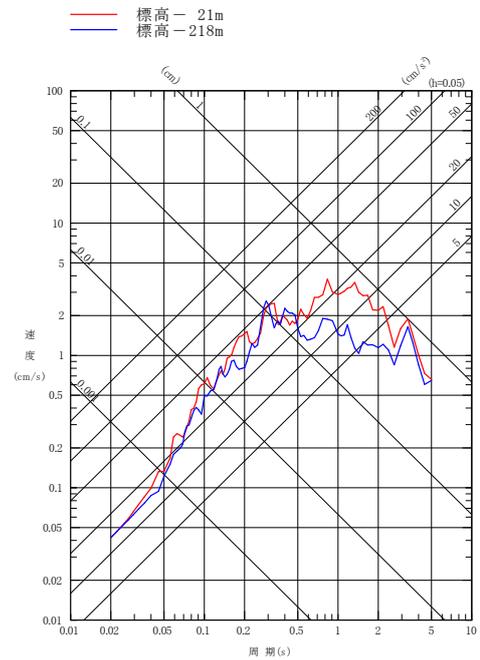


南側観測点

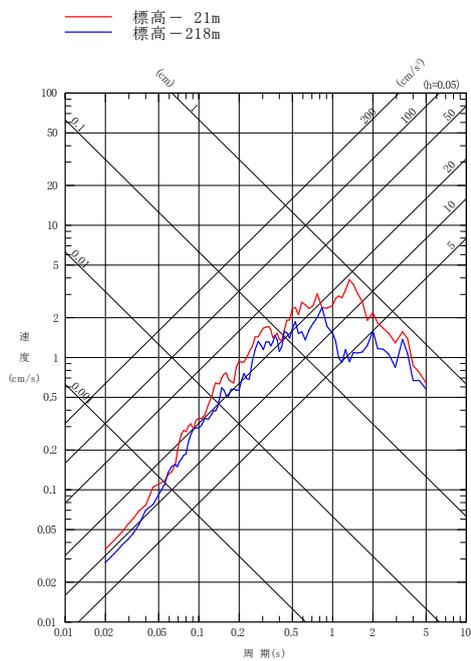
第5-8図(1) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
 No. 1 2013. 2. 2 十勝地方南部の地震 M6.5
 [海洋プレート内地震 (DE型)] (NS方向)



西側観測点

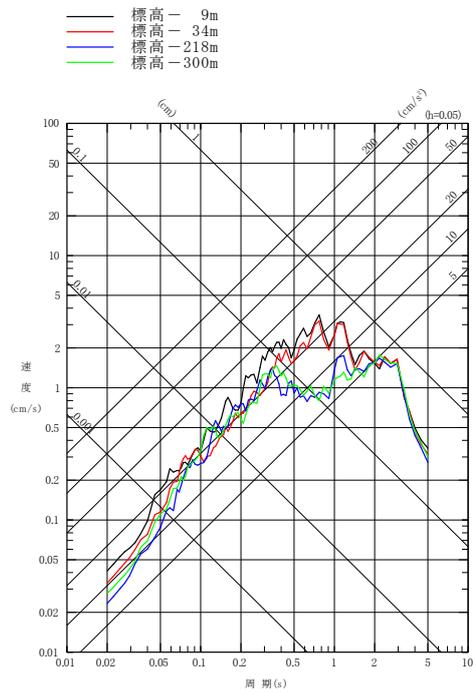


北側観測点

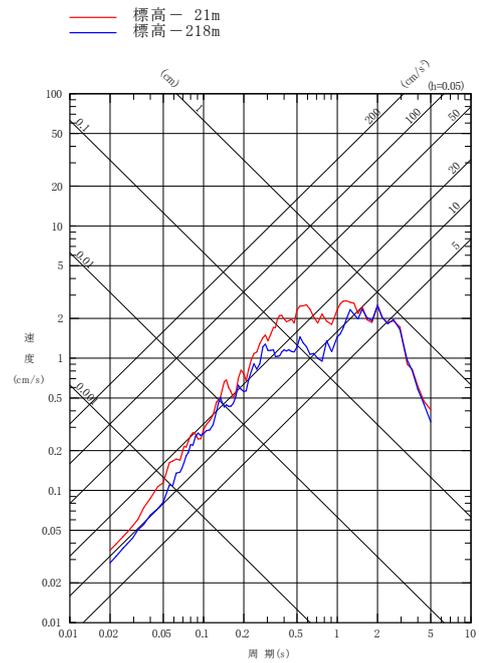


南側観測点

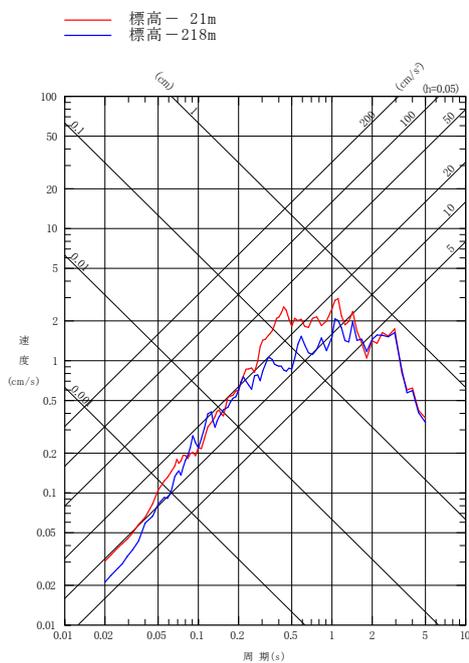
第5-8図(2) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
 No. 1 2013. 2. 2 十勝地方南部の地震 M6.5
 [海洋プレート内地震 (DE型)] (EW方向)



西側観測点

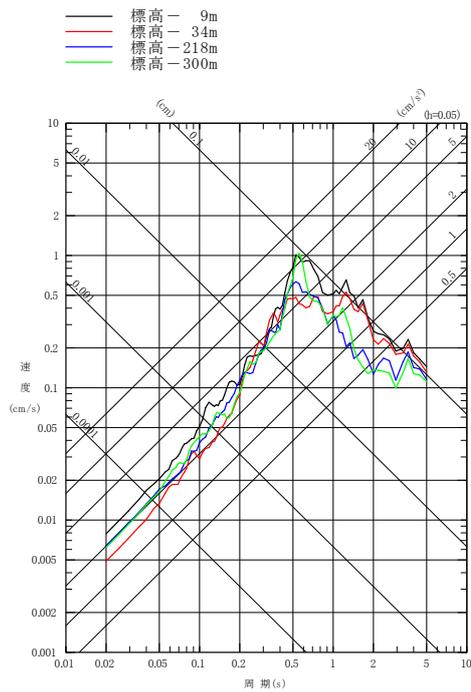


北側観測点

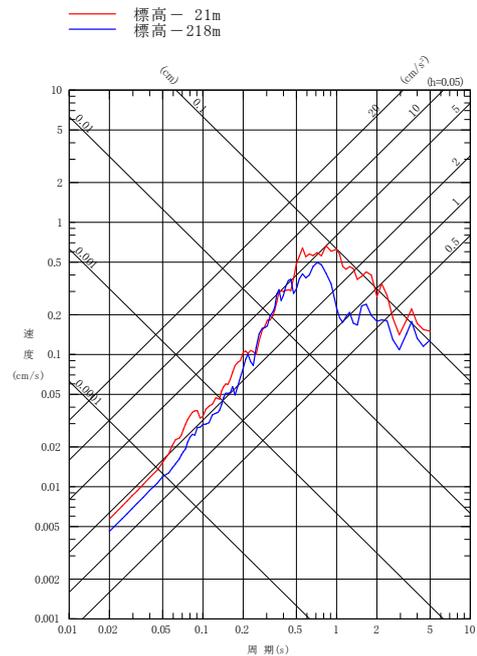


南側観測点

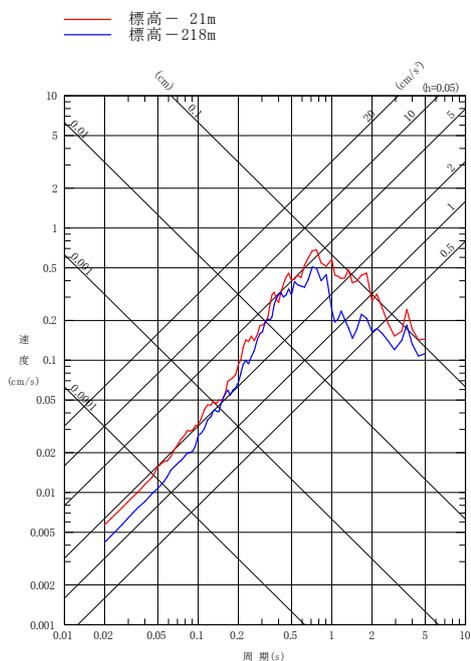
第5-8図(3) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 1 2013. 2. 2 十勝地方南部の地震 M6.5
[海洋プレート内地震 (DE型)] (UD方向)



西側観測点

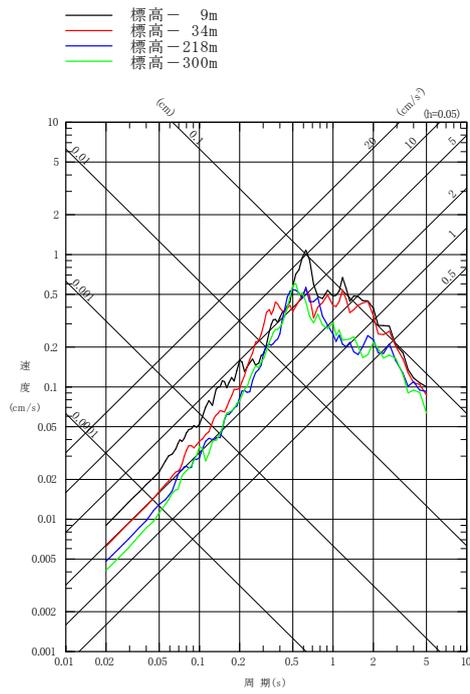


北側観測点

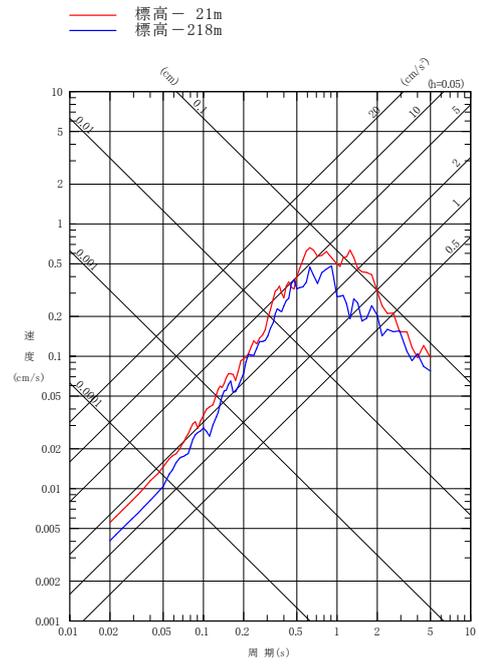


南側観測点

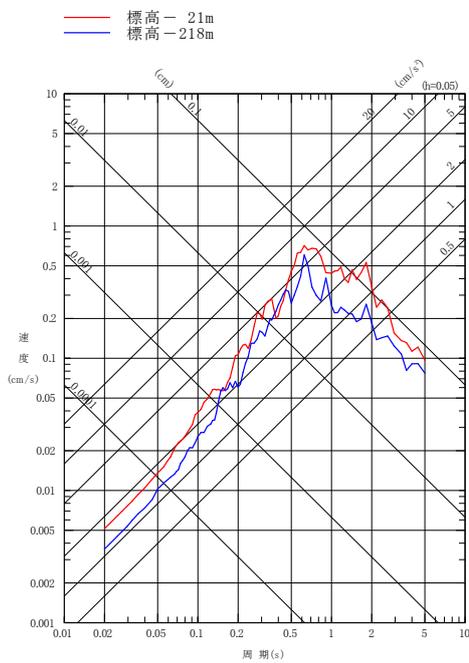
第5-8図(4) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 2 2014. 6. 15 岩手県内陸南部の地震 M5.5
[海洋プレート内地震 (DC型)] (NS方向)



西側観測点

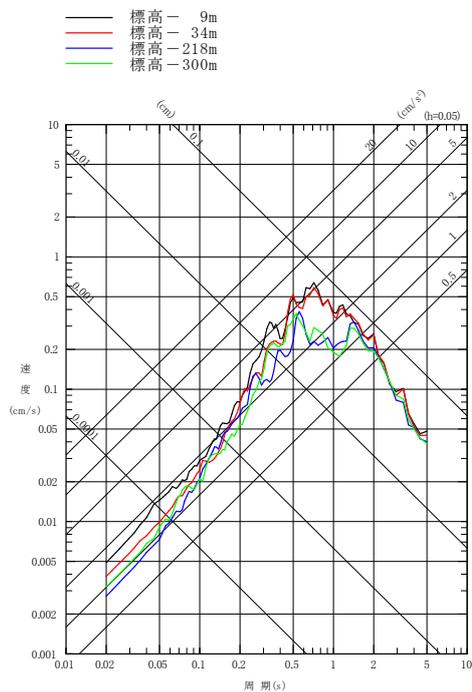


北側観測点

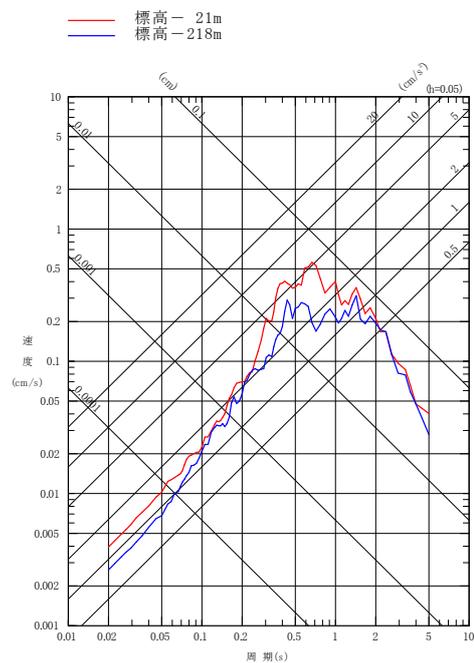


南側観測点

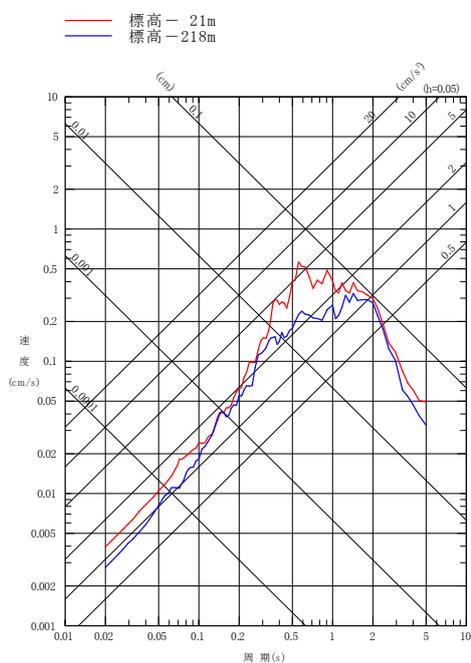
第5-8 図(5) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 2 2014. 6. 15 岩手県内陸南部の地震 M5.5
[海洋プレート内地震 (DC型)] (EW方向)



西側観測点

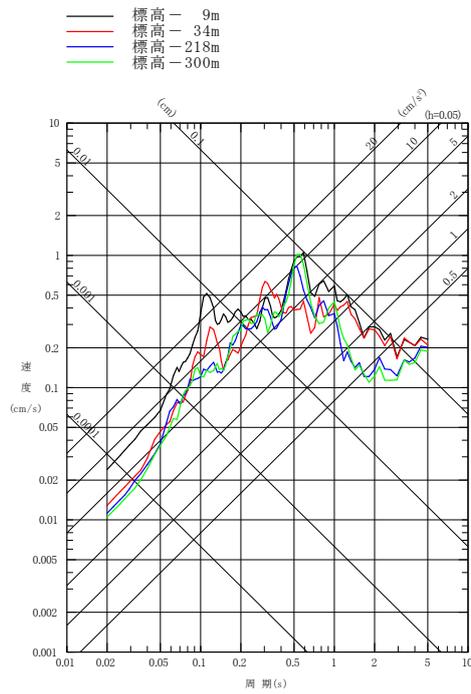


北側観測点

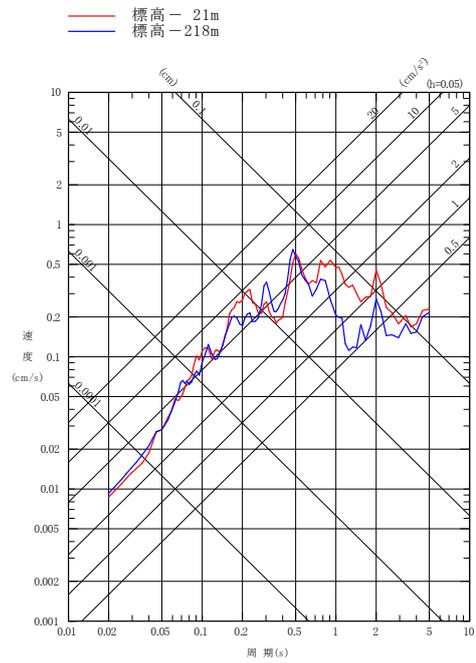


南側観測点

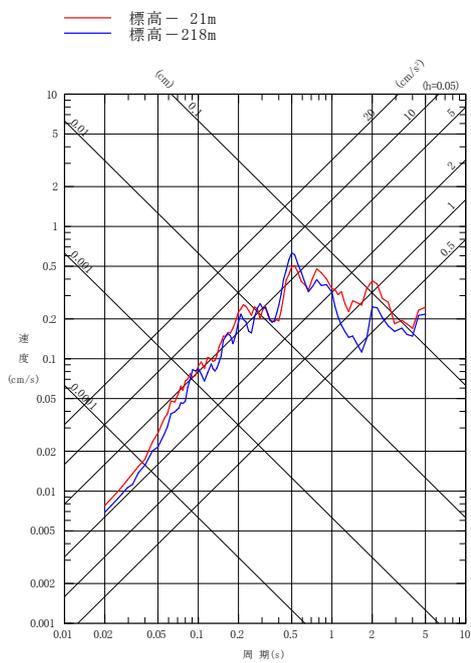
第5-8図(6) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 2 2014. 6. 15 岩手県内陸南部の地震 M5.5
[海洋プレート内地震 (DC型)] (UD方向)



西側観測点

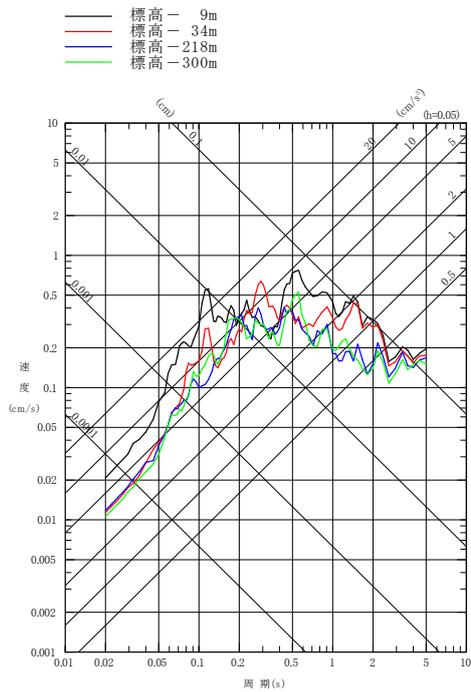


北側観測点

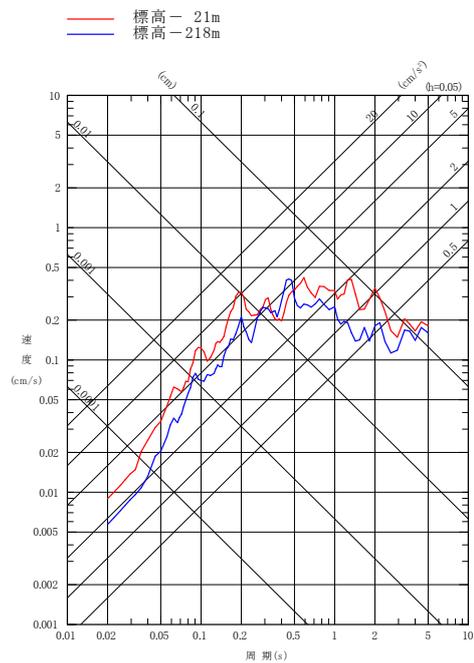


南側観測点

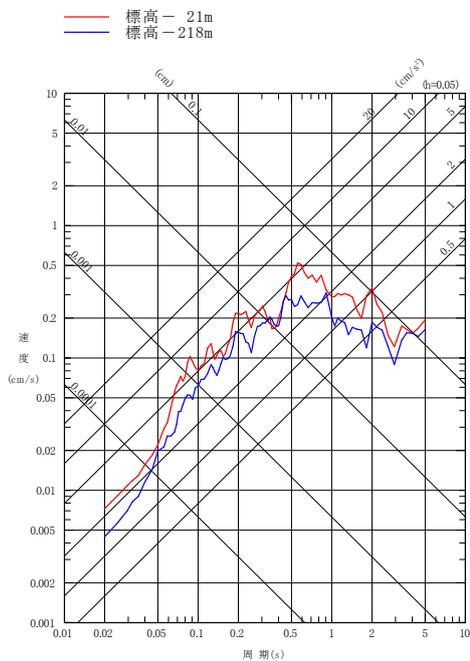
第5-8図(7) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 3 2014. 7. 8 胆振地方中東部の地震 M5.6
[内陸地殻内地震] (NS方向)



西側観測点

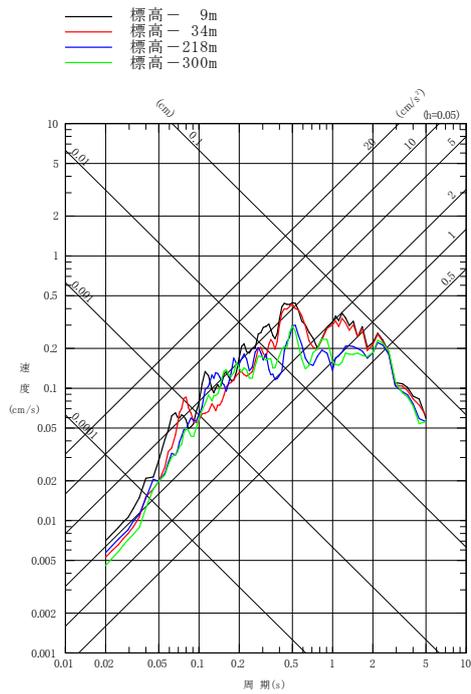


北側観測点

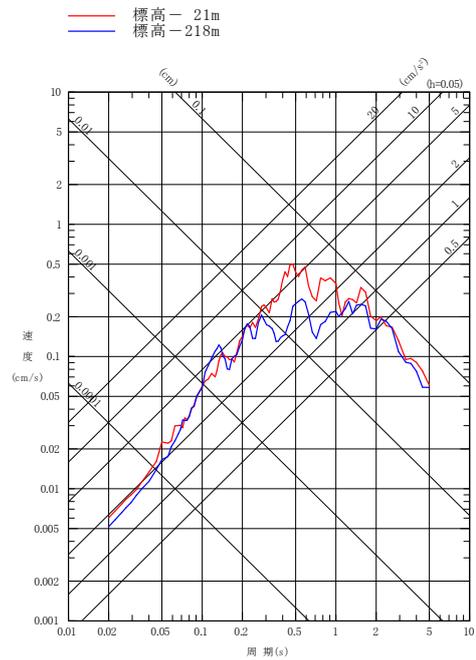


南側観測点

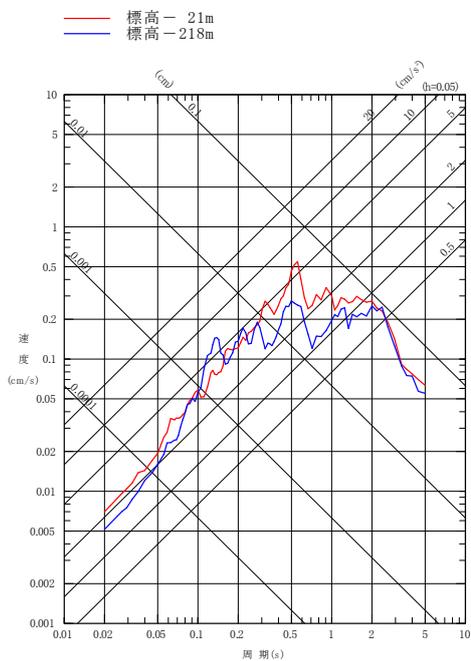
第5-8 図(8) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 3 2014. 7. 8 胆振地方中東部の地震 M5.6
[内陸地殻内地震] (EW 方向)



西側観測点

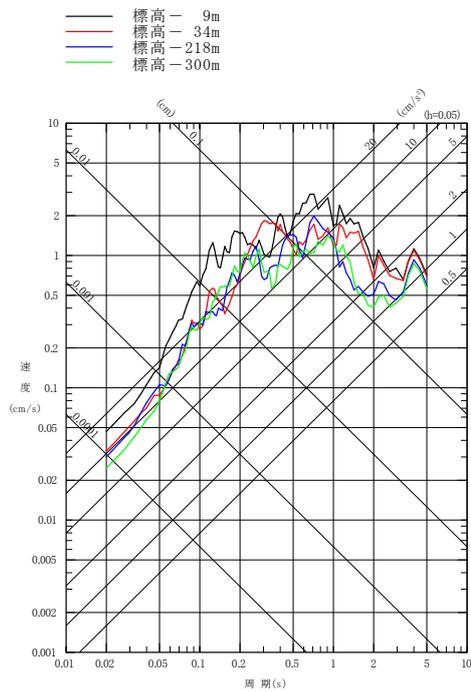


北側観測点

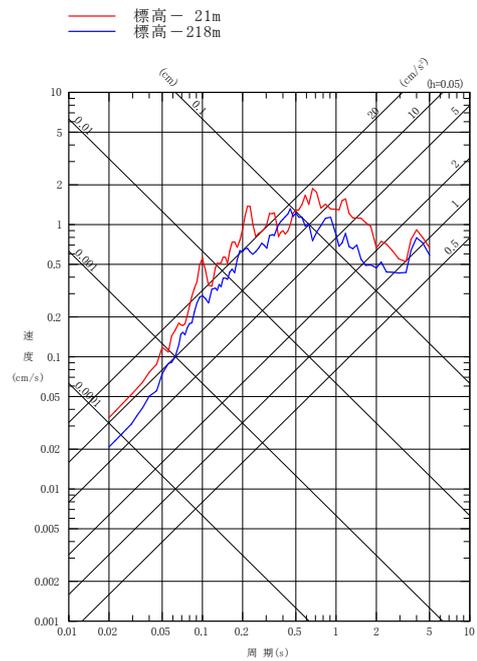


南側観測点

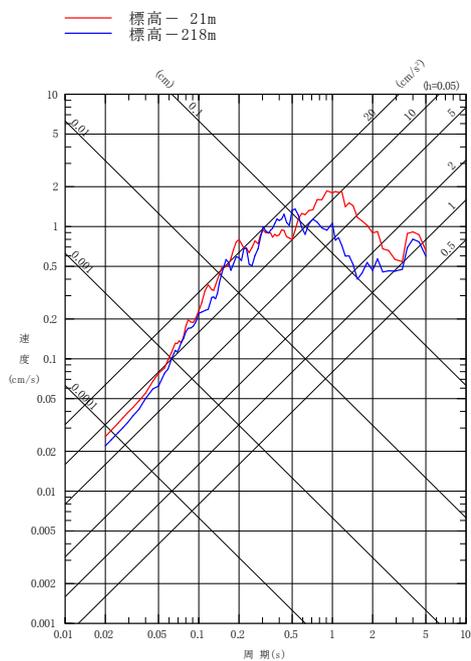
第5-8図(9) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 3 2014. 7. 8 胆振地方中東部の地震 M5.6
[内陸地殻内地震] (UD方向)



西側観測点

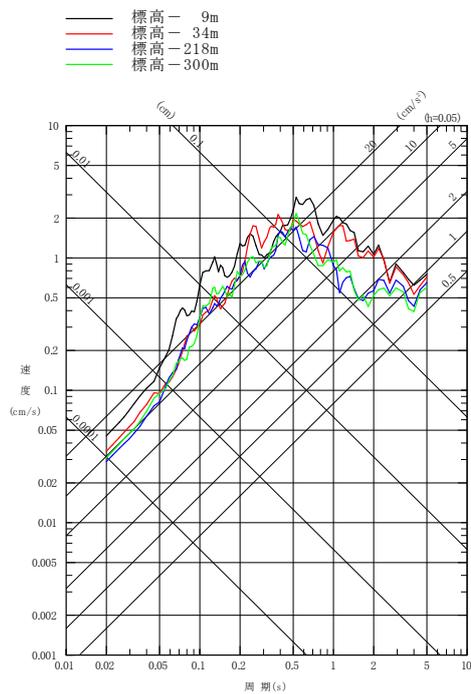


北側観測点

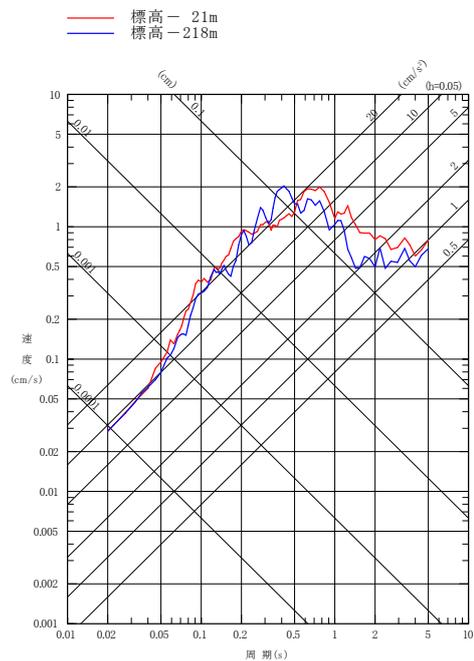


南側観測点

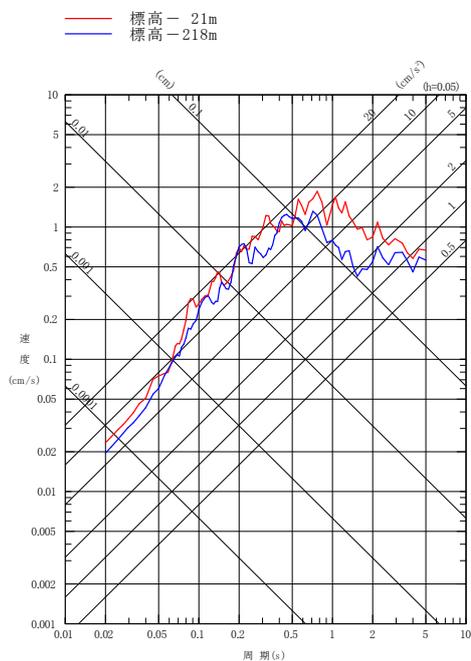
第5-8図(10) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 4 2014. 8.10 青森県東方沖の地震 M6.1
[プレート間地震] (NS方向)



西側観測点

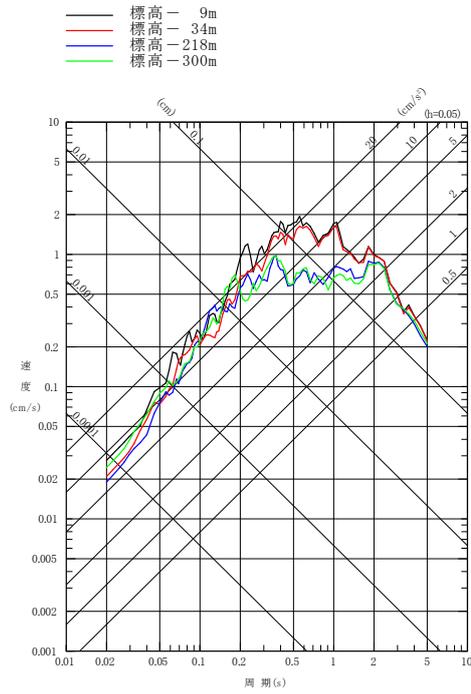


北側観測点

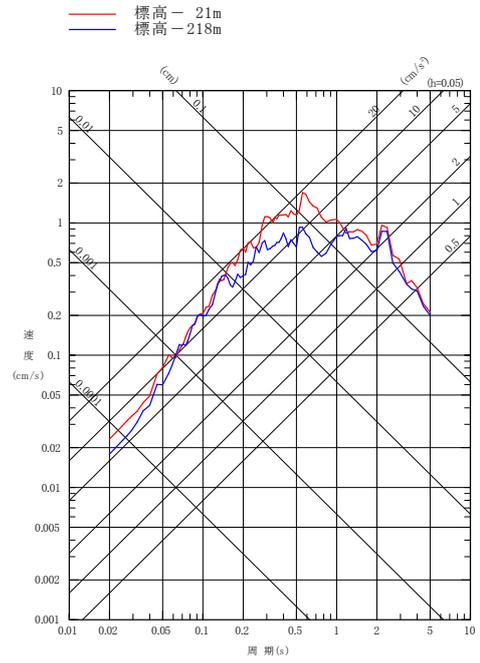


南側観測点

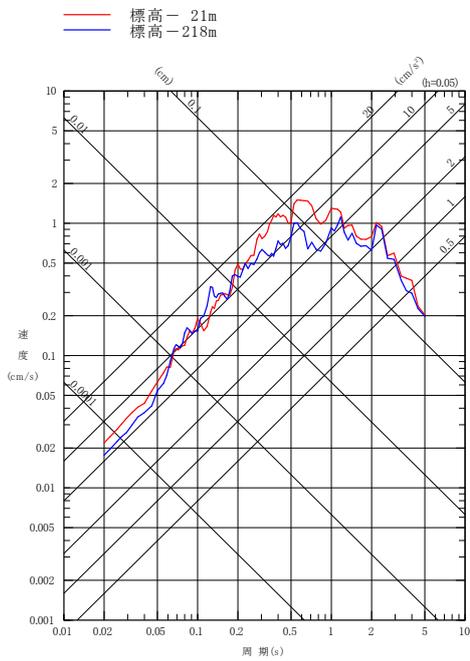
第5-8図(11) 敷地内3観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 4 2014. 8.10 青森県東方沖の地震 M6.1
[プレート間地震] (EW方向)



西側観測点

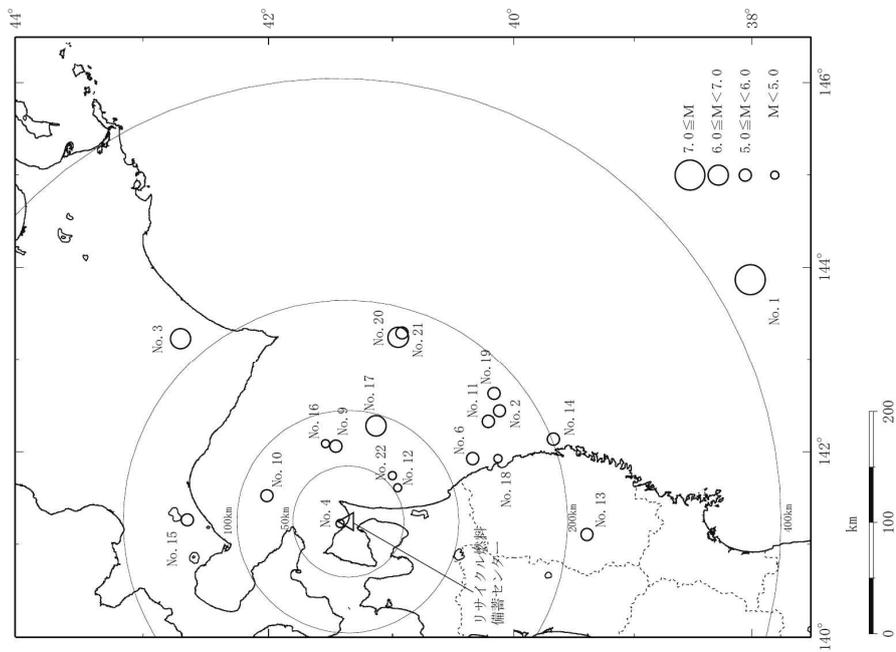


北側観測点

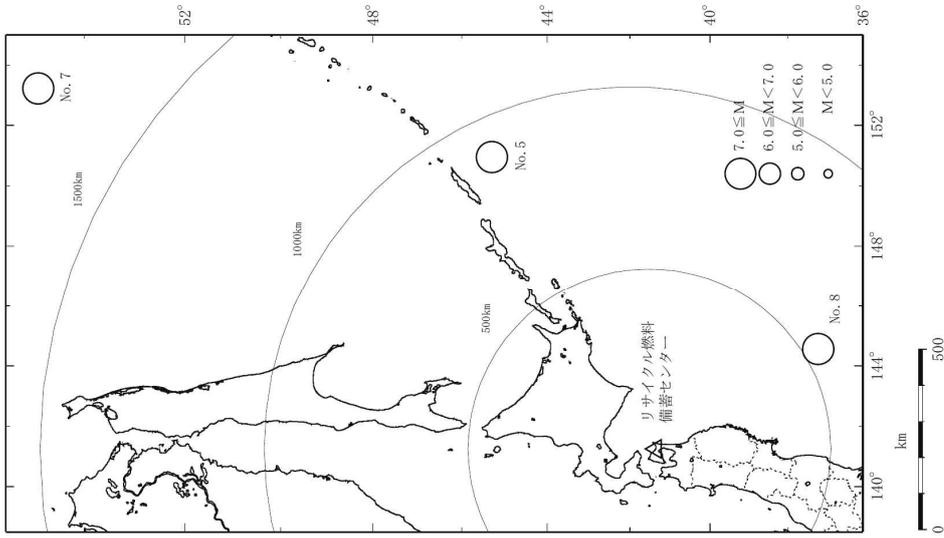


南側観測点

第 5-8 図(12) 敷地内 3 観測点における主な観測記録の深度別応答スペクトル
No. 4 2014. 8.10 青森県東方沖の地震 M6.1
[プレート間地震] (UD 方向)

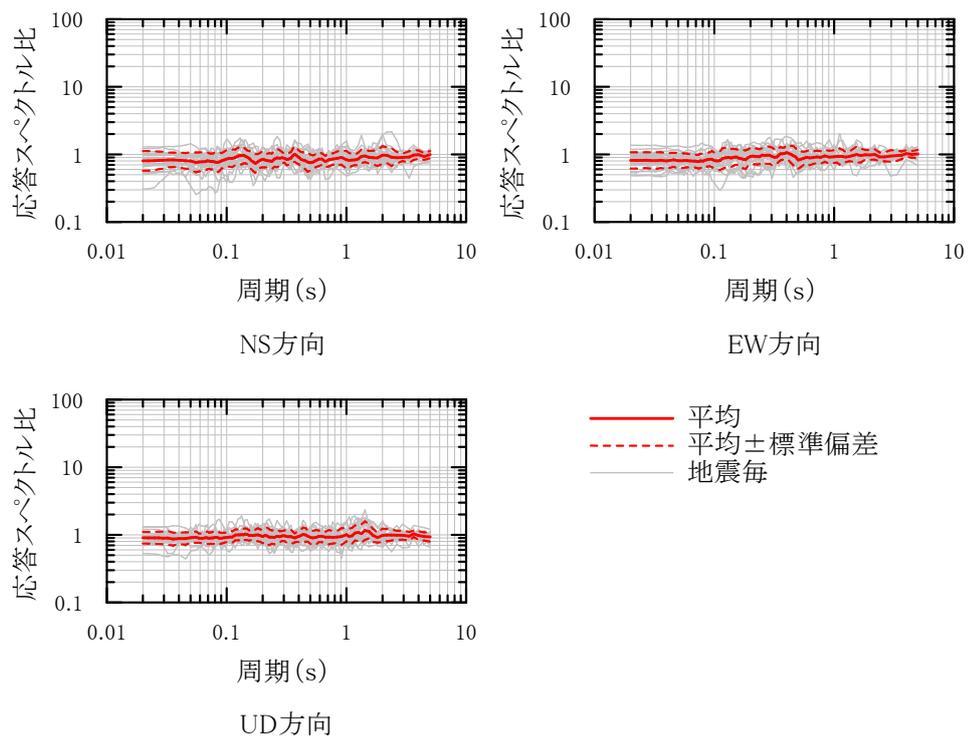


(a) 敷地からの震央距離 400km 程度以内

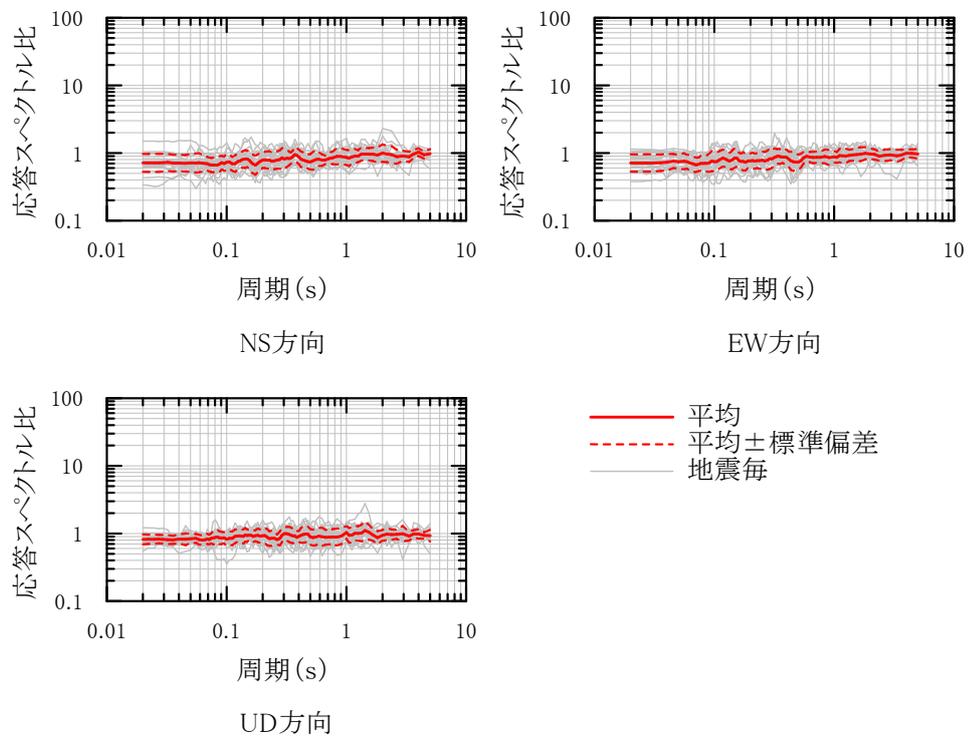


(b) 敷地からの震央距離 500km 程度以遠

第 5-9 図 敷地内 3 観測点の解放基盤表面位置における観測記録における地震の震央分布

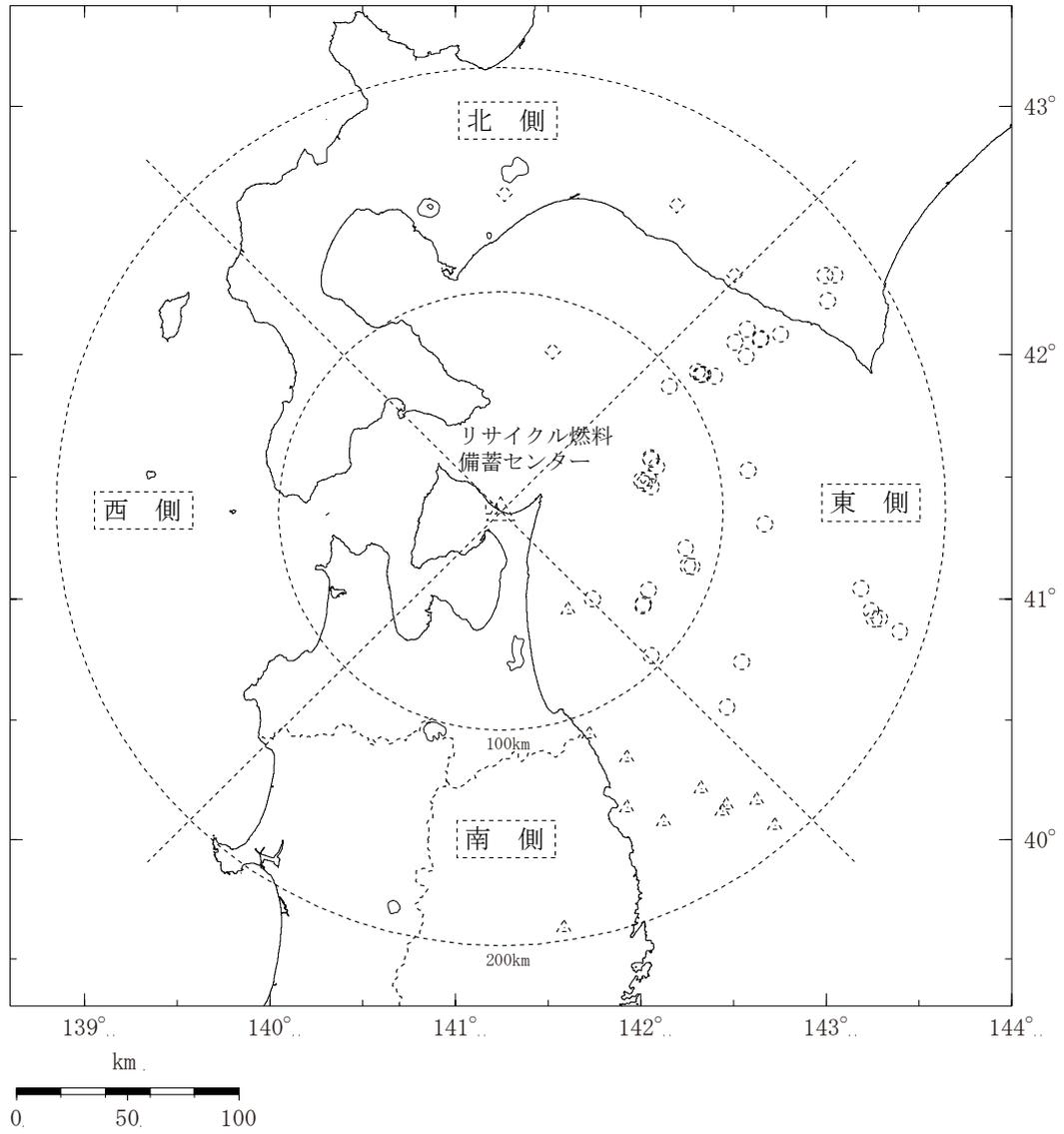


北側観測点／西側観測点

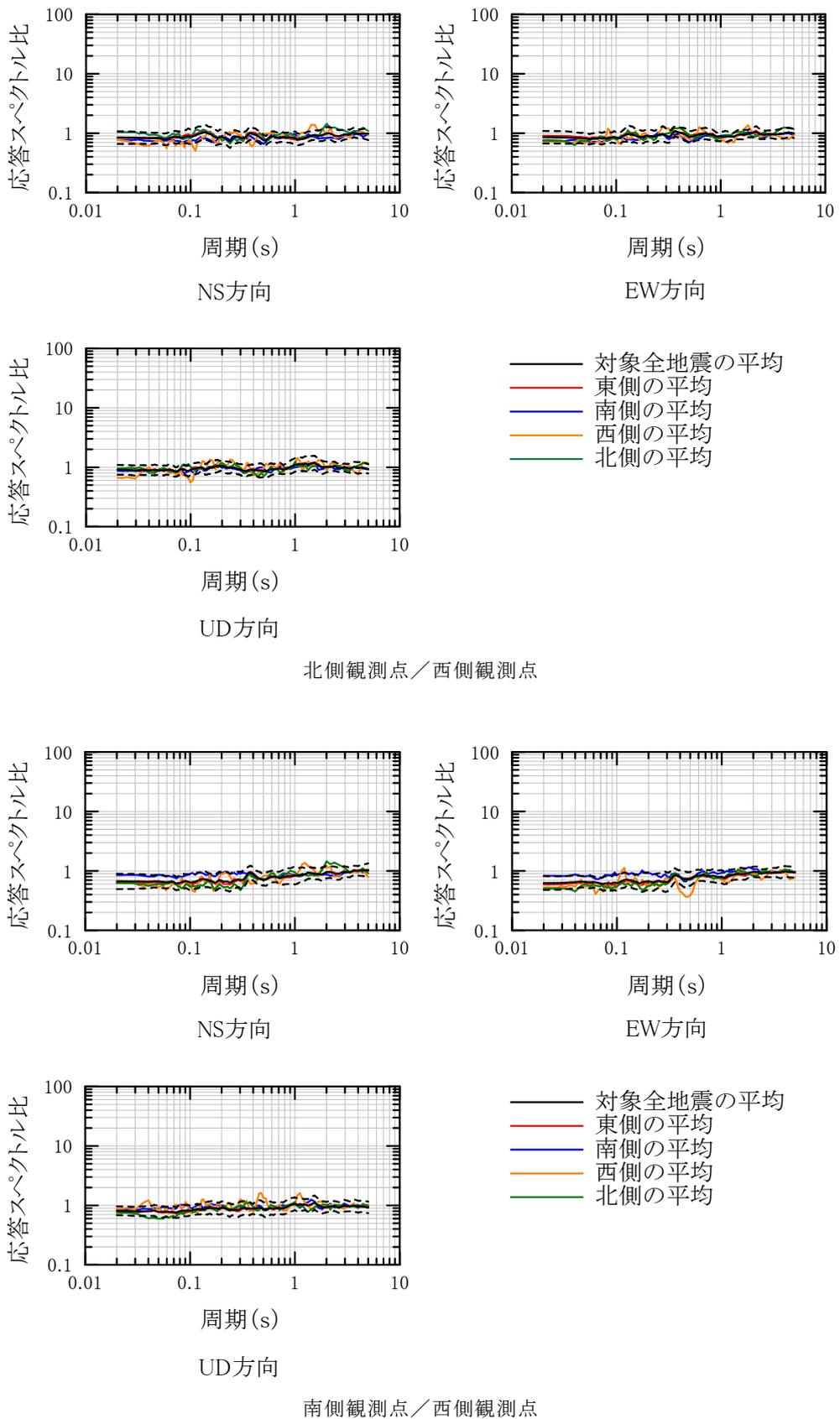


南側観測点／西側観測点

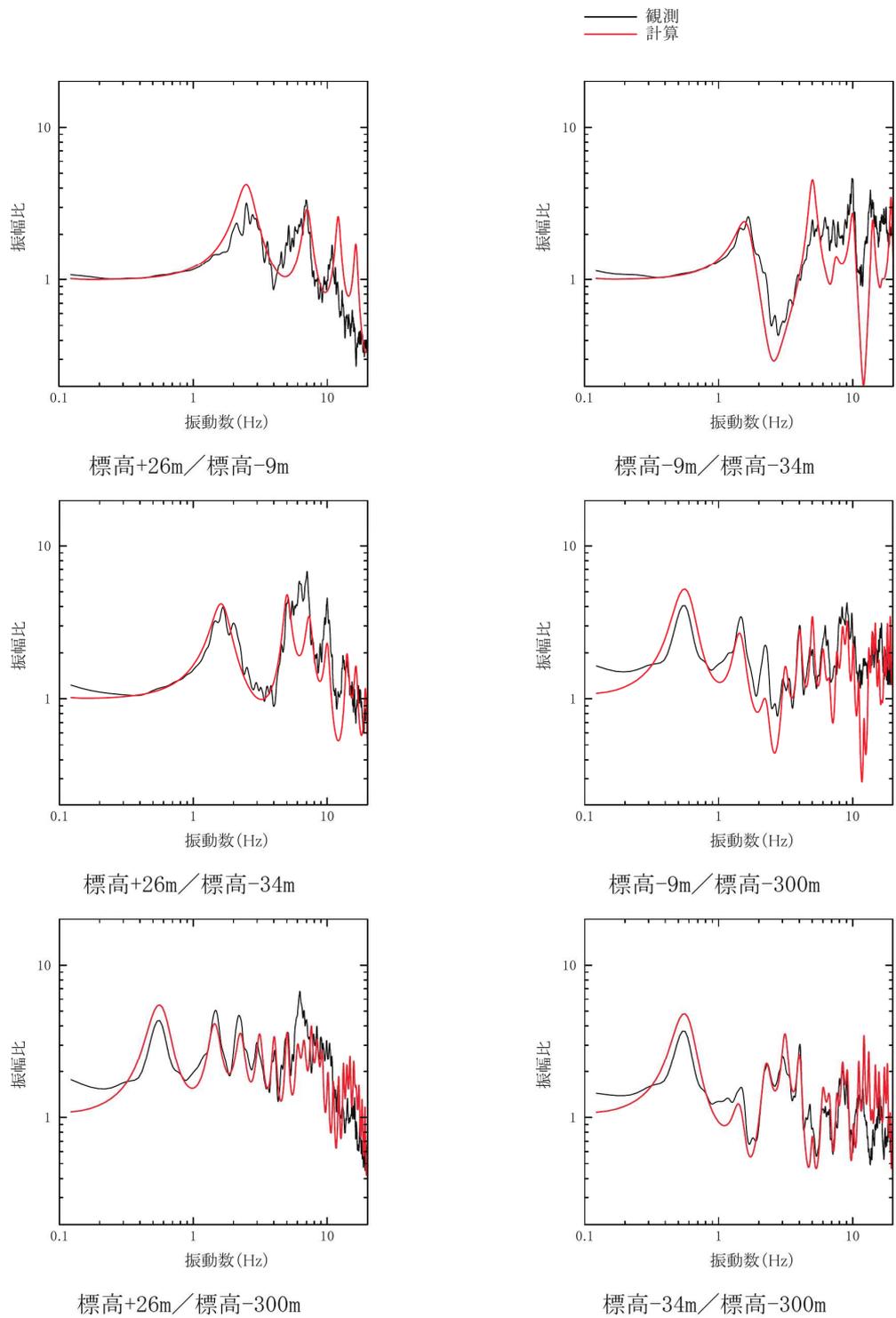
第5-10図 敷地内3観測点の解放基盤表面位置における観測記録の比較



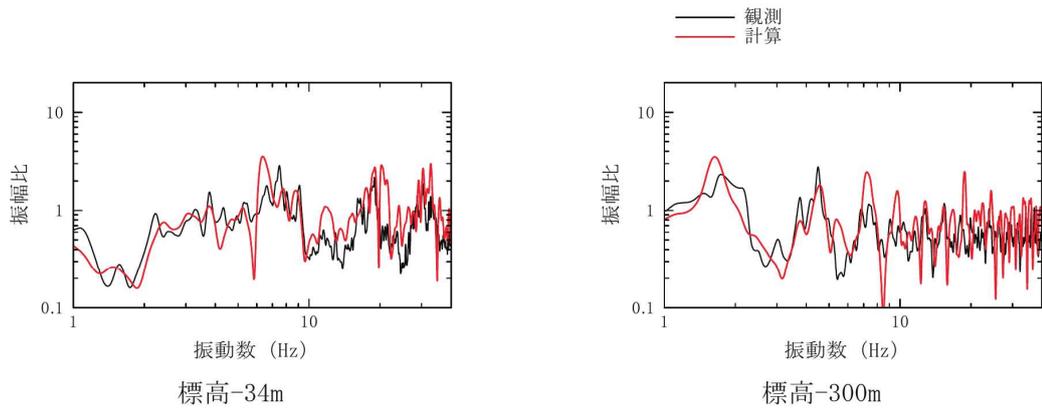
第 5-11 図 敷地内 3 観測点における到来方向別の検討に用いた地震の震央分布



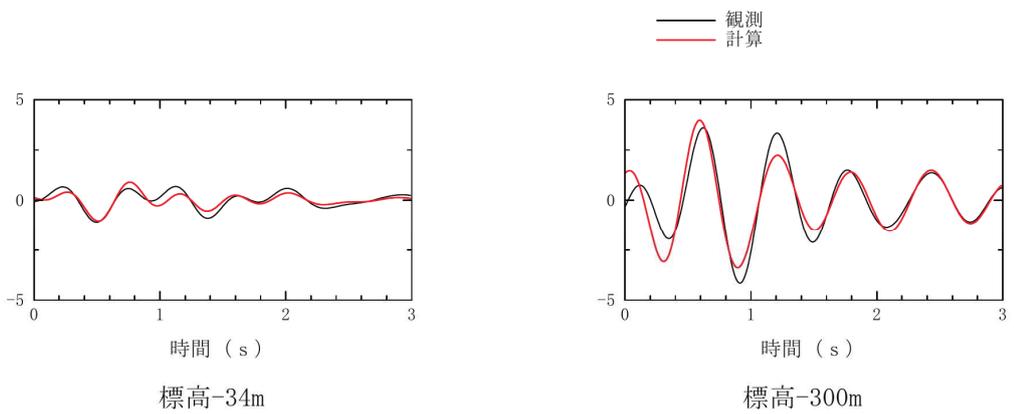
第 5-12 図 敷地内 3 観測点における到来方向別の検討



第 5-13 図(1) 西側観測点の観測記録とはぎ取り地盤構造モデルによる伝達関数の比較 (水平方向)

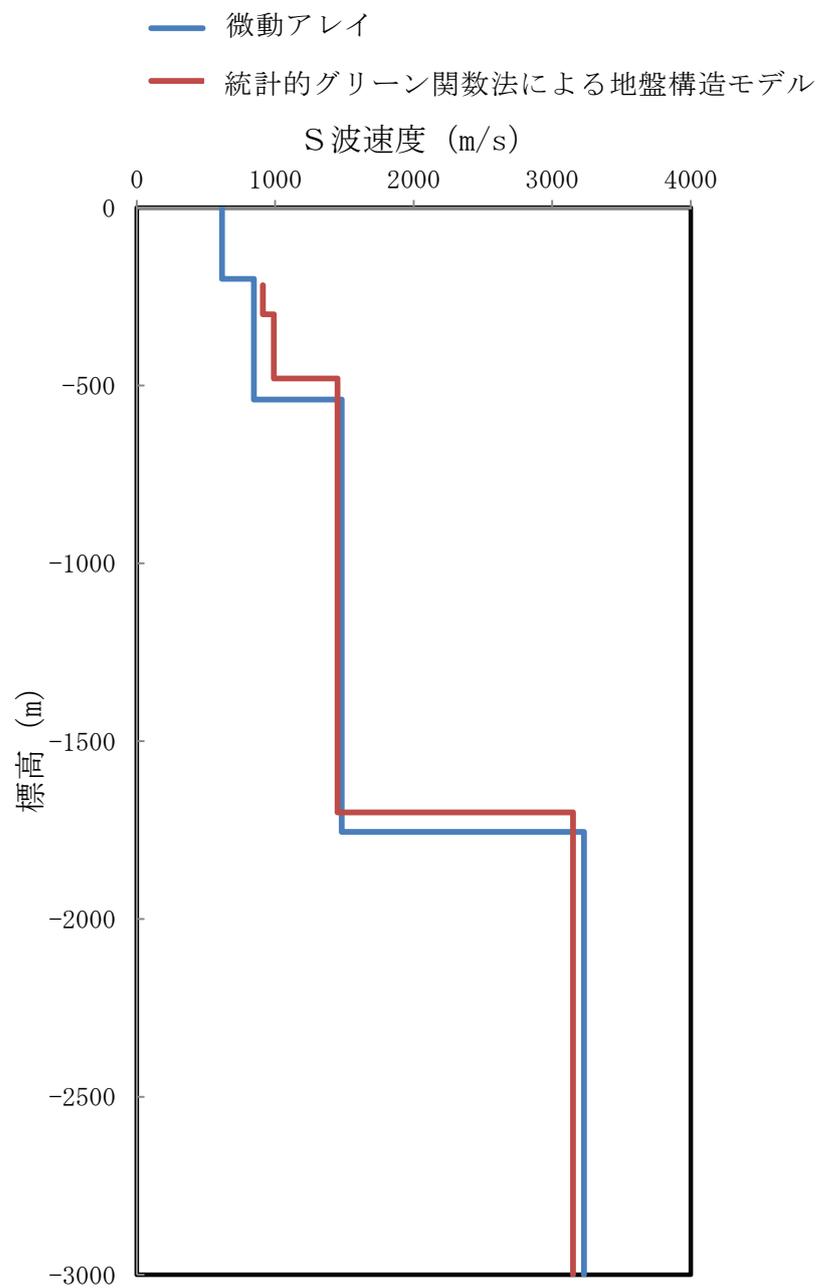


P波部水平／上下スペクトル振幅比

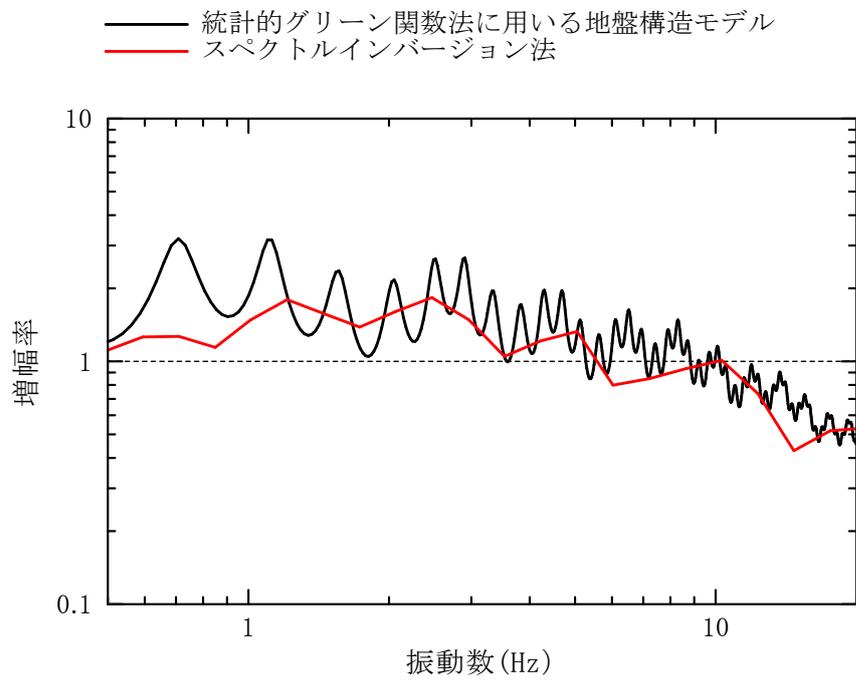


レシーバー関数

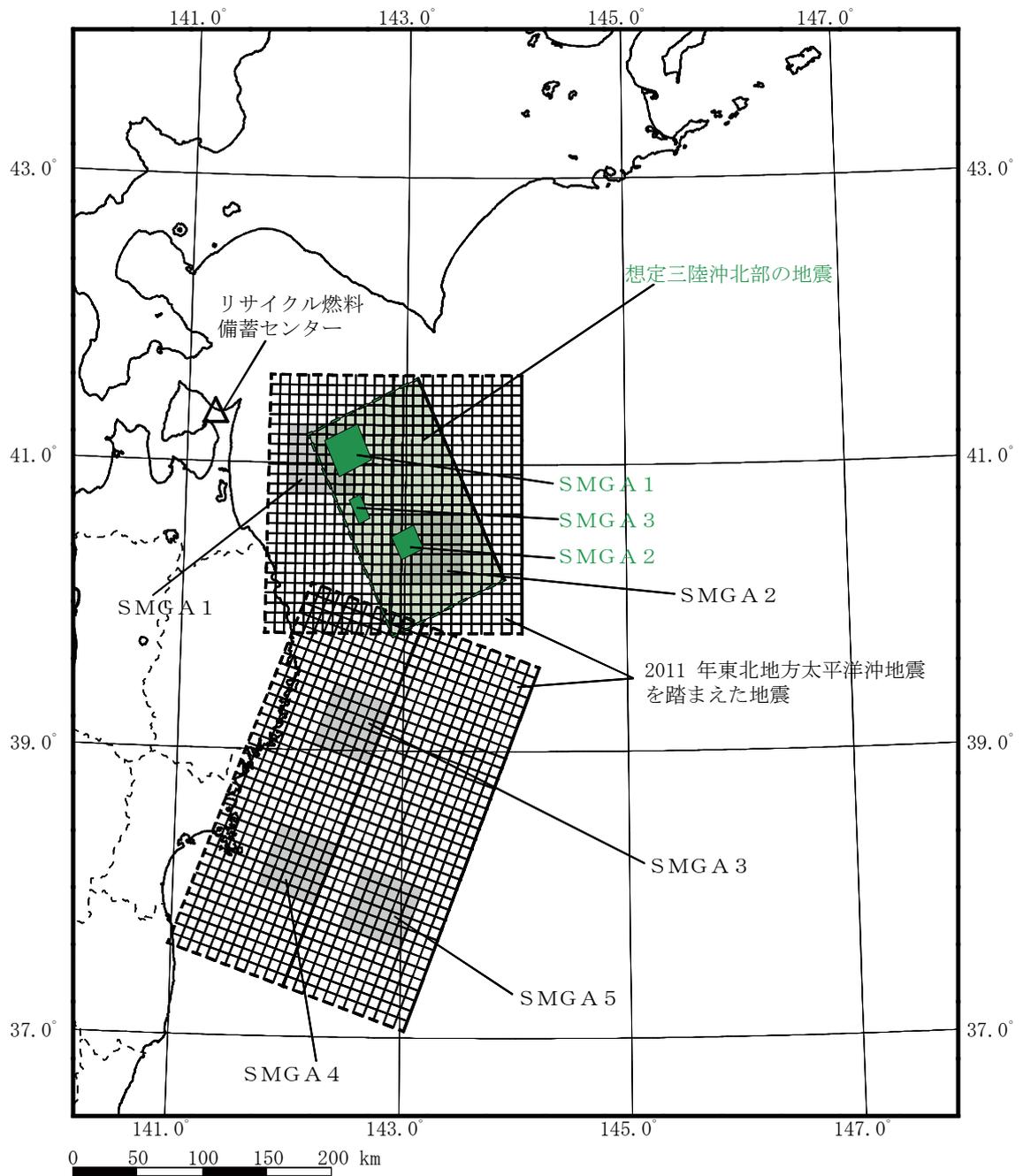
第 5-14 図 西側観測の観測記録と統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデルによる P 波部水平／上下スペクトル振幅比とレシーバー関数の比較



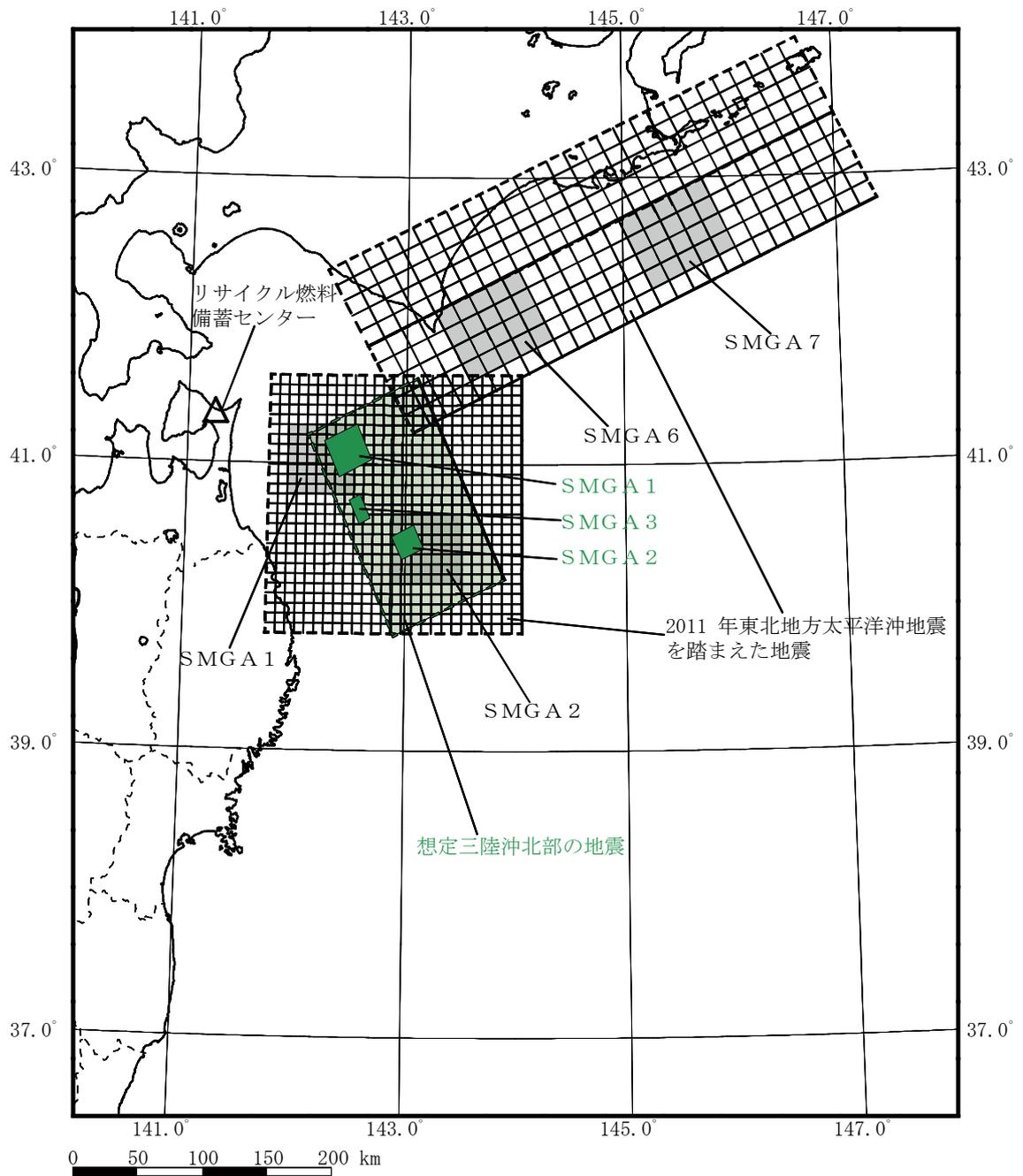
第5-15図 敷地近傍の微動アレイ探査と統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデルとの比較



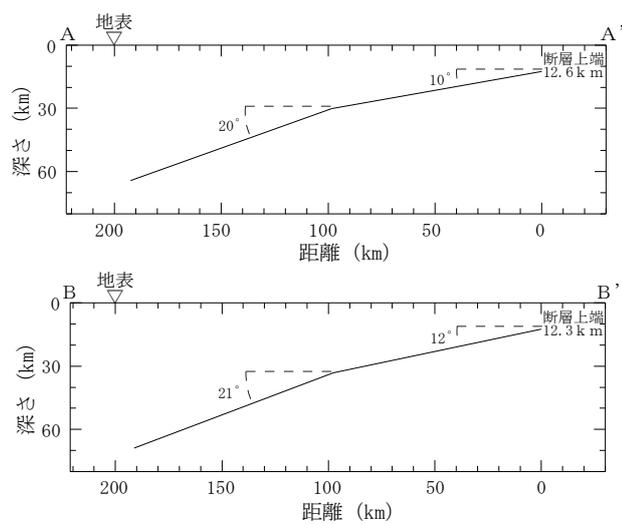
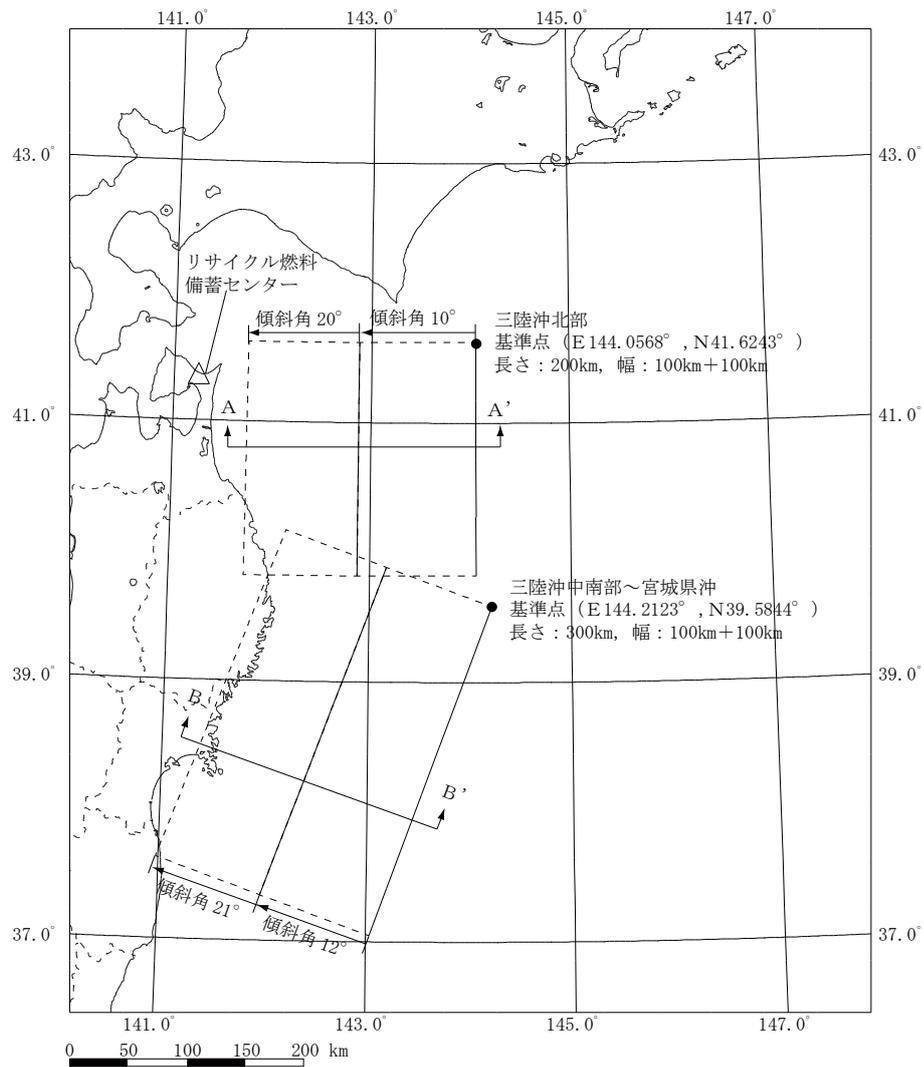
第 5-16 図 統計的グリーン関数法に用いる地盤構造モデルと
 スペクトルインバージョン法による地盤増幅特性の比較



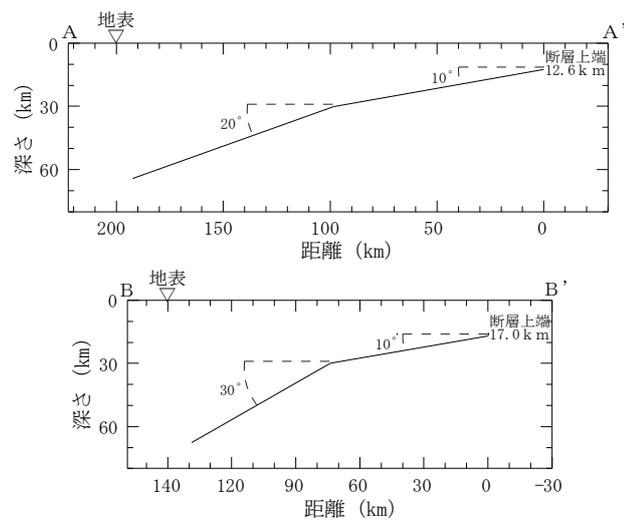
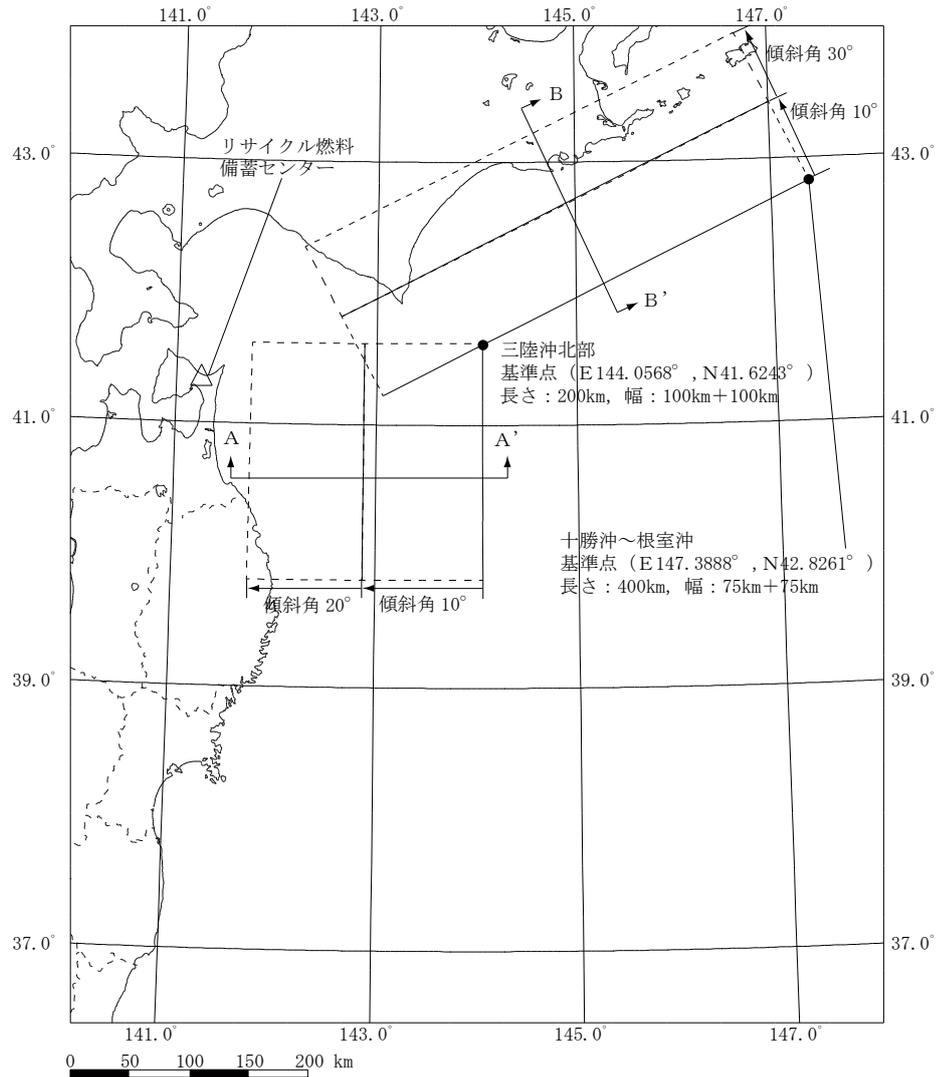
第 6-1 図(1) 「想定三陸沖北部の地震」及び「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」(三陸沖北部～宮城県沖の連動)の断層面比較



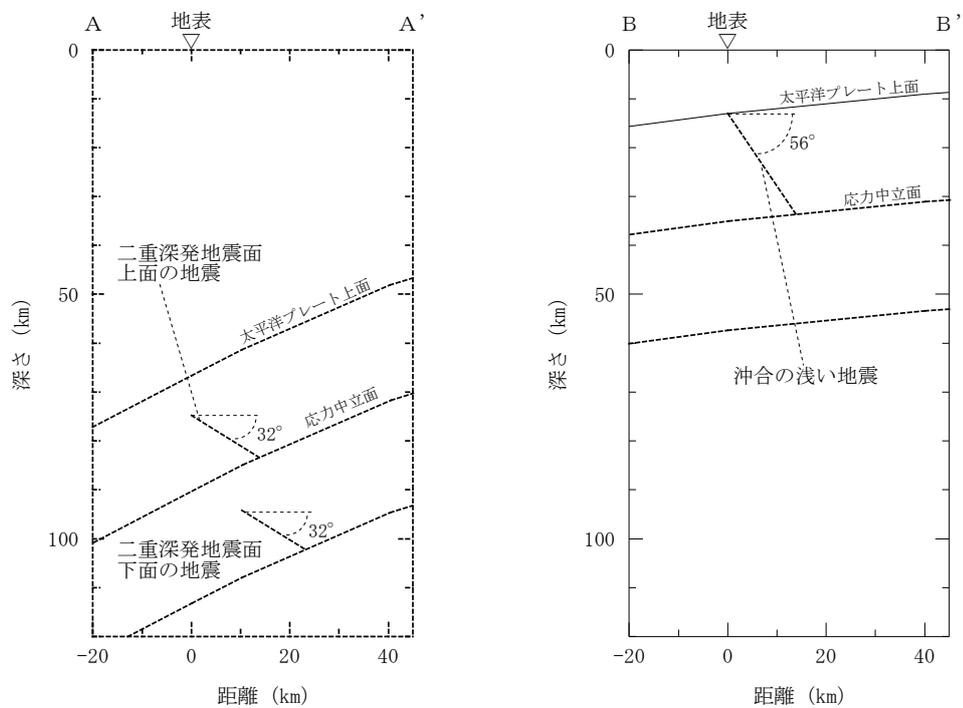
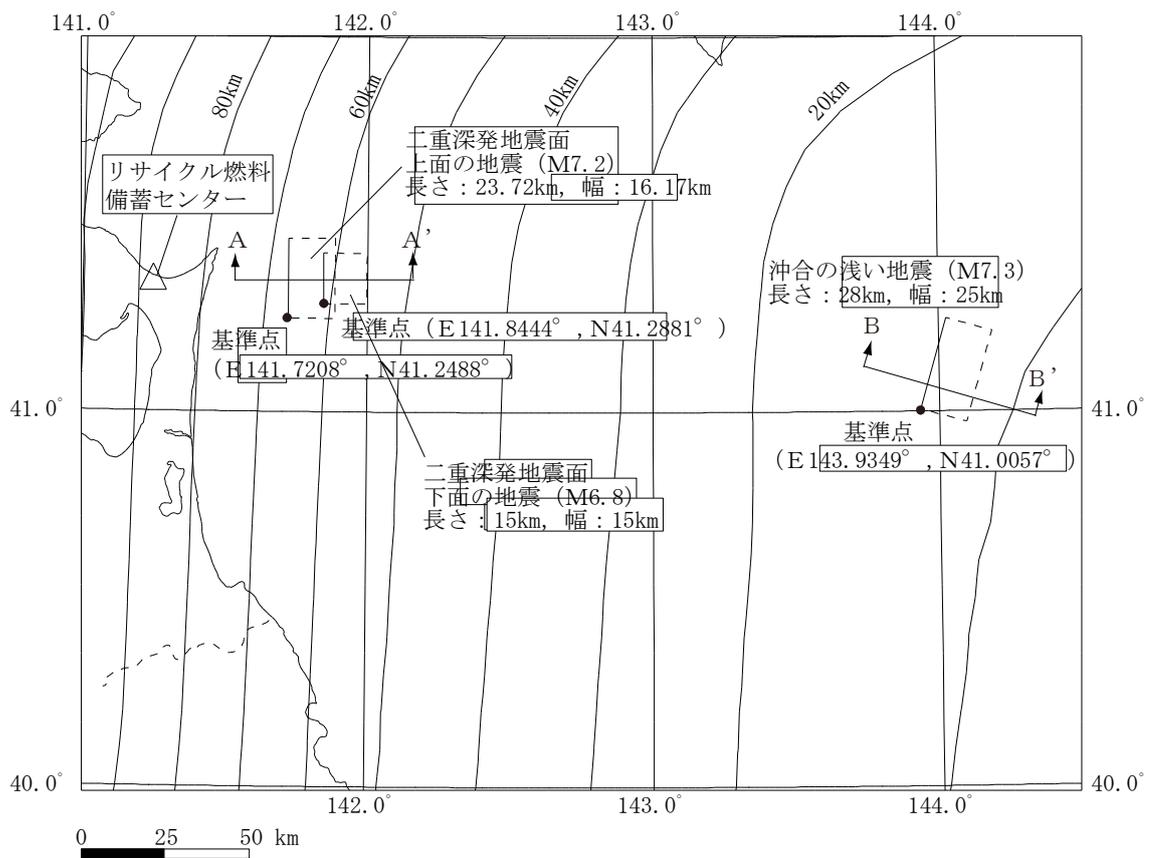
第 6-1 図(2) 「想定三陸沖北部の地震」及び「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」(三陸沖北部～根室沖の連動)の断層面比較



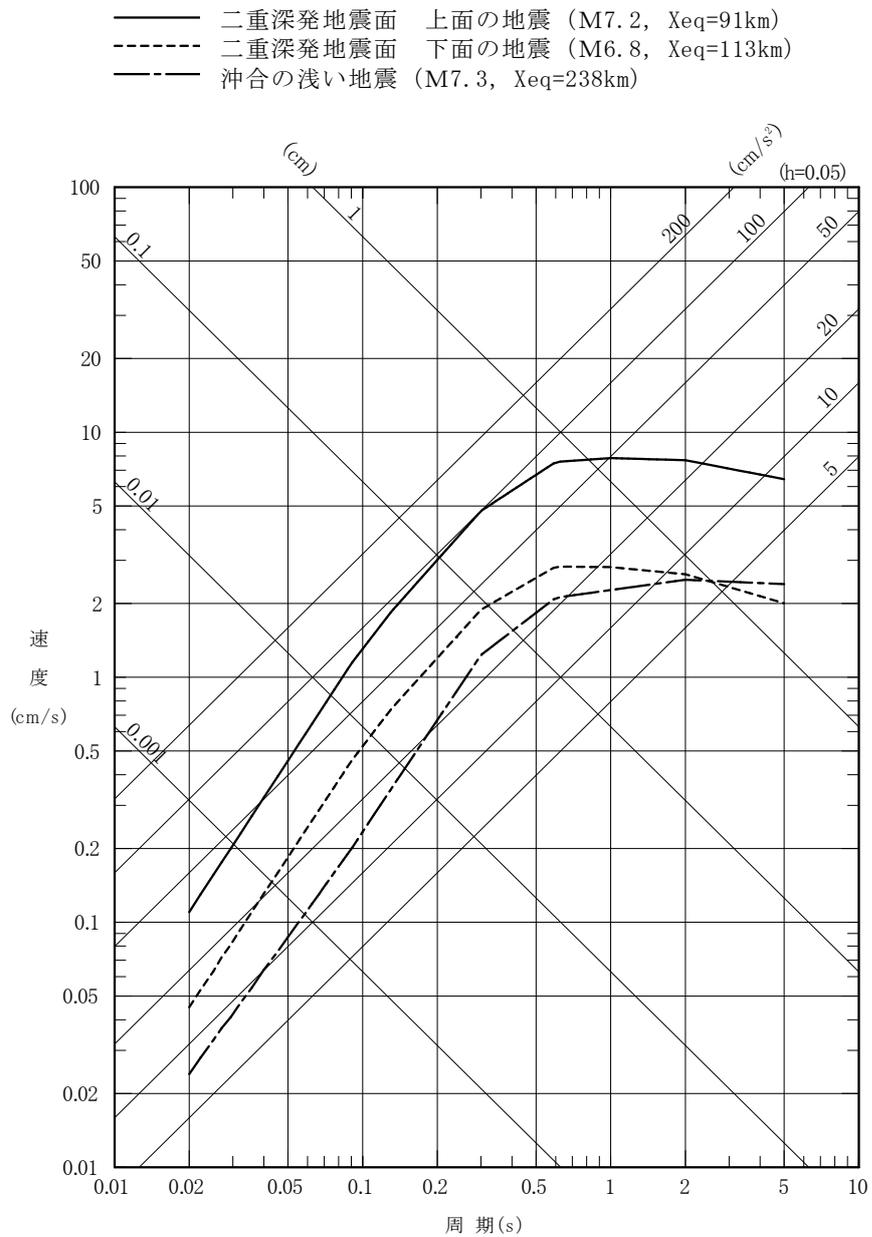
第 6-2 図(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
(三陸沖北部～宮城県沖) の断層面の位置



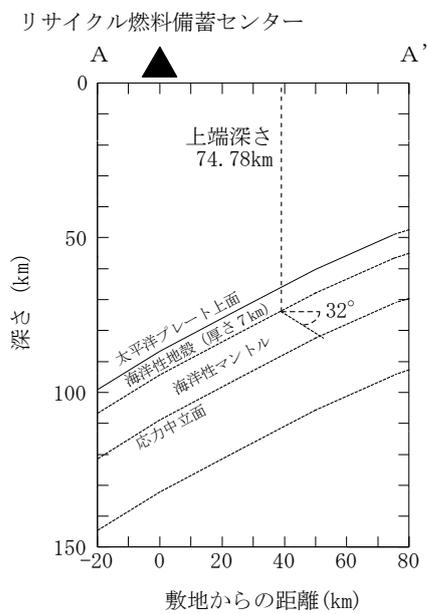
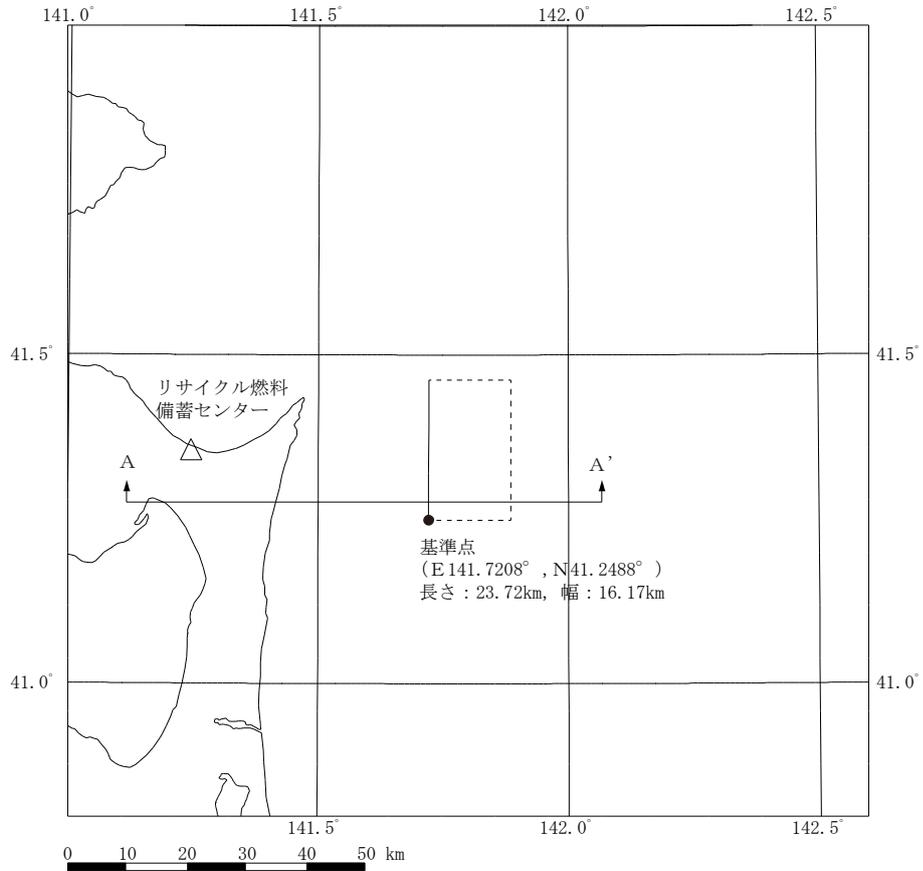
第 6-2 図(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
(三陸沖北部～根室沖) の断層面の位置



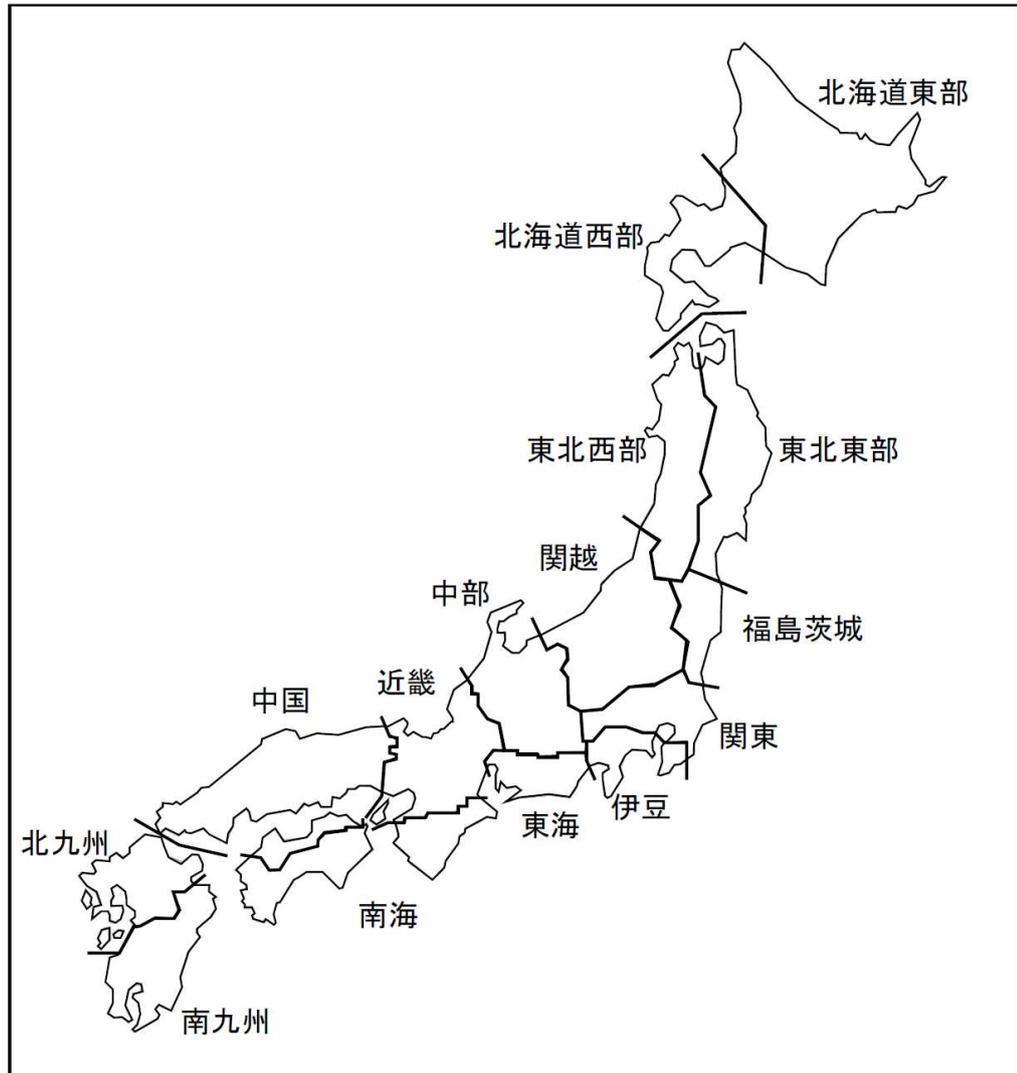
第 6-3 図 敷地に影響を与える海洋プレート内地震の断層面の位置



第 6-4 図 敷地に影響を与える海洋プレート内地震の地震動評価結果

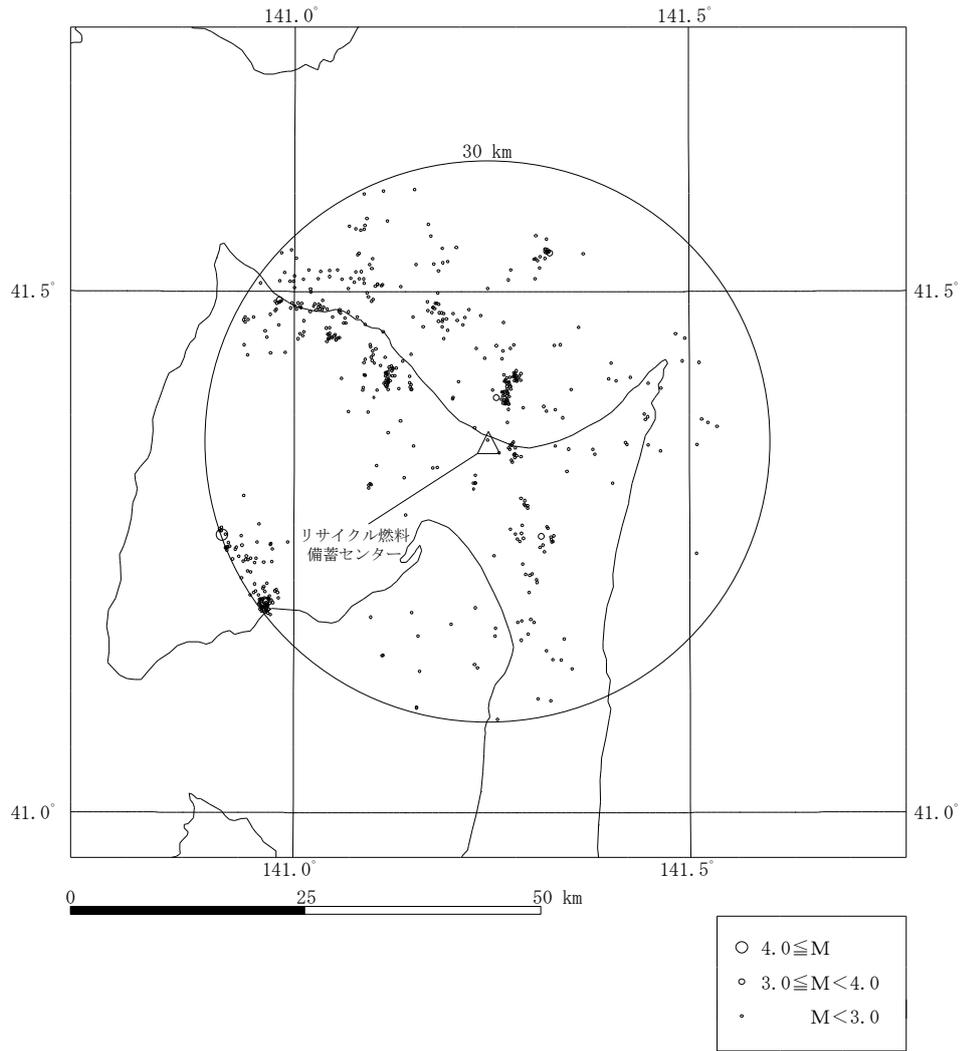


第 6-5 図 「想定海洋プレート内地震」の断層面の位置



地震域	M区分	最浅 (km)	D10% (km)	D50% (km)	D90% (km)	最深 (km)	データ数	D90%-D10% (km)	震源域 上端深さ 最浅値 (飯田式)
東北 東部	$2.0 \leq M < 2.5$	0.0	5.8	10.4	13.7	29.6	288	7.9	-0.7
	$2.5 \leq M < 3.0$	0.0	6.4	11.3	15.9	29.7	97	9.5	-1.3
	$3.0 \leq M < 3.5$	0.0	7.3	11.0	13.1	29.3	44	5.8	-1.4
	$3.5 \leq M < 4.0$	8.7	9.8	12.2	15.7	29.5	20	5.9	5.9
	$4.0 \leq M$	3.2	7.6	9.1	13.2	14.7	11	5.6	-10.5
	全データ	0.0	6.2	10.7	13.8	29.7	460	7.6	-10.5

第 6-6 図 原子力安全基盤機構 (2004) による地震域の区分
及び敷地が位置する地震域 (東北東部) における
地震発生層上下限層のパラメータ (抜粋)



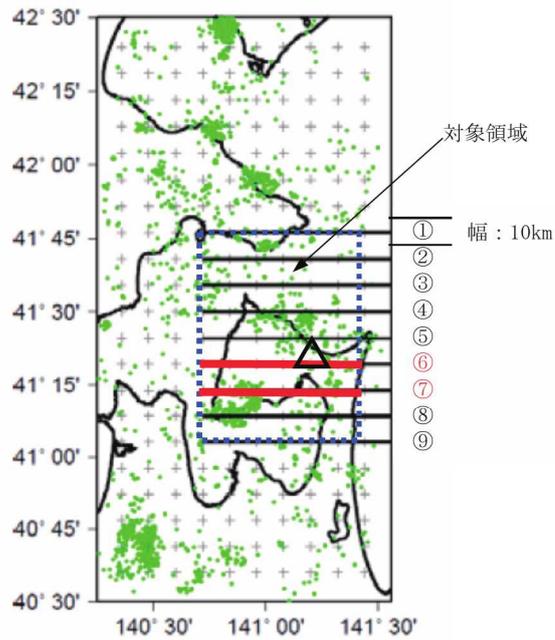
(a) 敷地周辺で発生した地震の震央分布

(気象庁地震カタログ, 1997年10月~2012年8月の深さ60km以浅の地震)

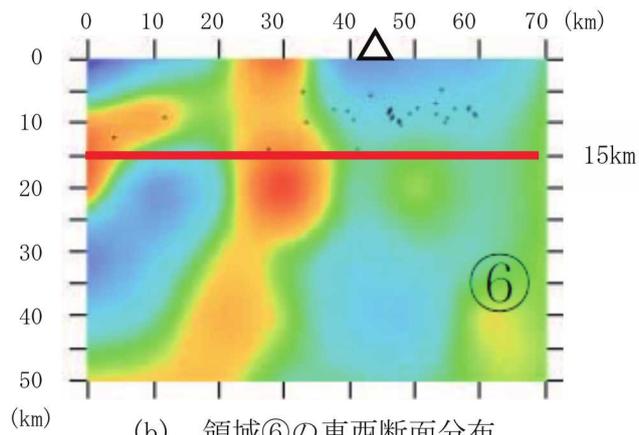
(b) 敷地周辺で発生した地震から算定した地震発生上下限層のパラメータ

M区分	最浅 (km)	D10% (km)	D50% (km)	D90% (km)	最深 (km)	データ数	D90%-D10% (km)
M<2.0	0.0	6.3	8.7	12.2	26.8	492	5.9
2.0 ≤ M < 2.5	4.5	5.9	9.3	12.6	13.6	27	6.7
2.5 ≤ M < 3.0	5.8	6.1	8.8	13.0	13.3	17	6.9
3.0 ≤ M < 3.5	6.2	6.2	6.7	13.2	13.2	4	7.0
3.5 ≤ M < 4.0	7.1	7.1	7.1	7.8	7.8	2	—
4.0 ≤ M	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	1	—
全データ	0.0	6.3	8.7	12.5	26.8	543	6.3

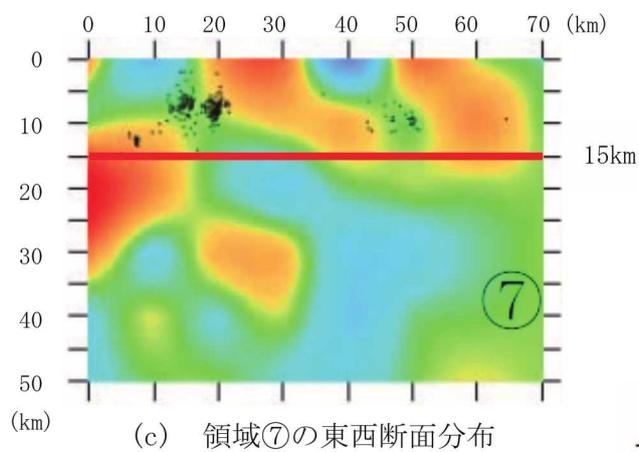
第6-7図 敷地周辺の地震分布から算定した地震発生層上下限層のパラメータ



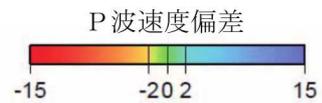
(a) 対象領域



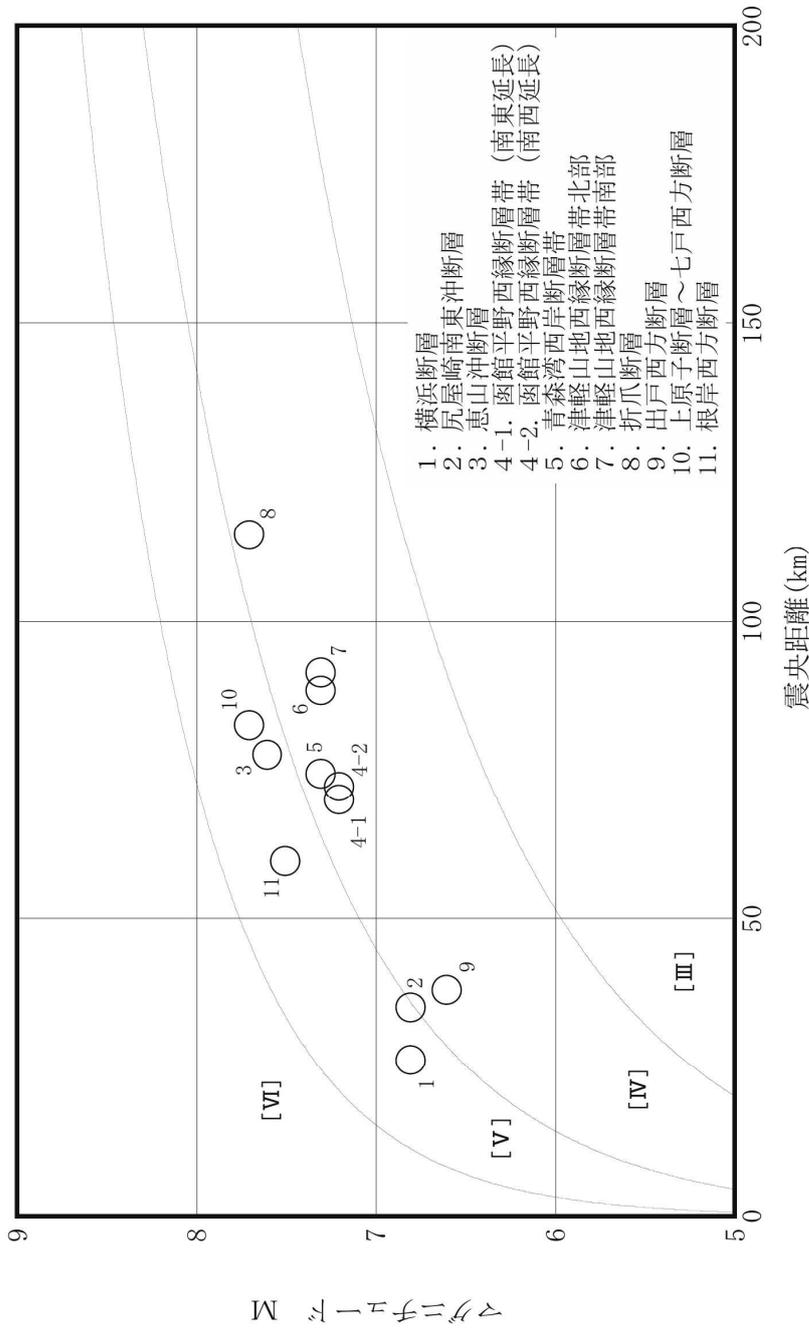
(b) 領域⑥の東西断面分布



(c) 領域⑦の東西断面分布



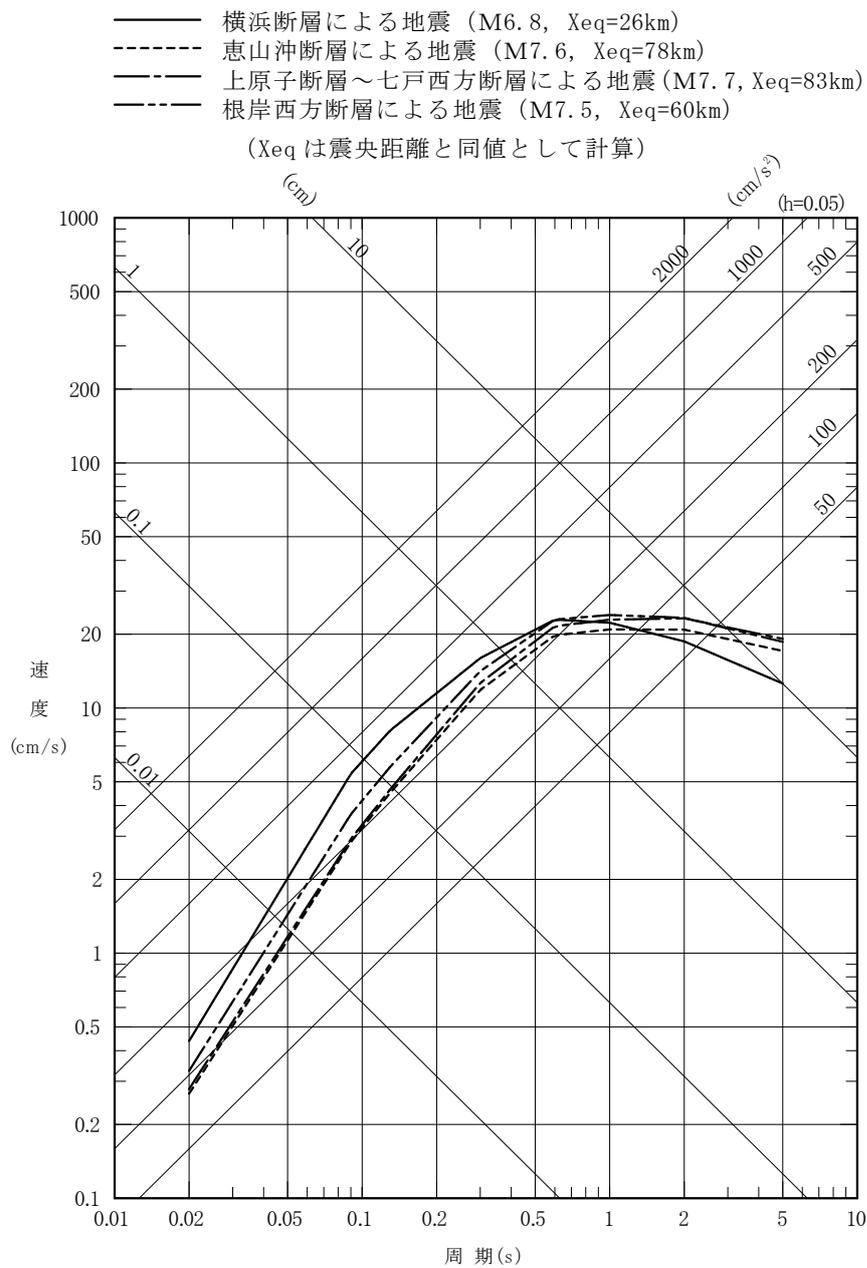
第6-8図 敷地周辺における地震波トモグラフィ解析結果 (P波速度偏差)



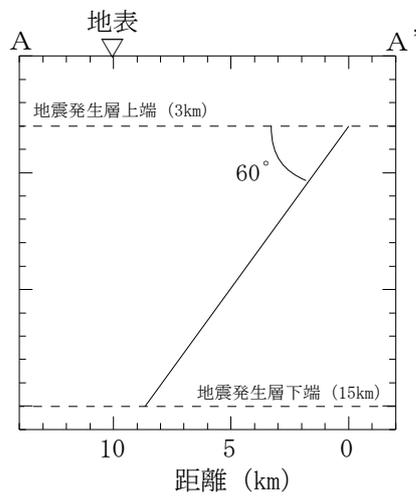
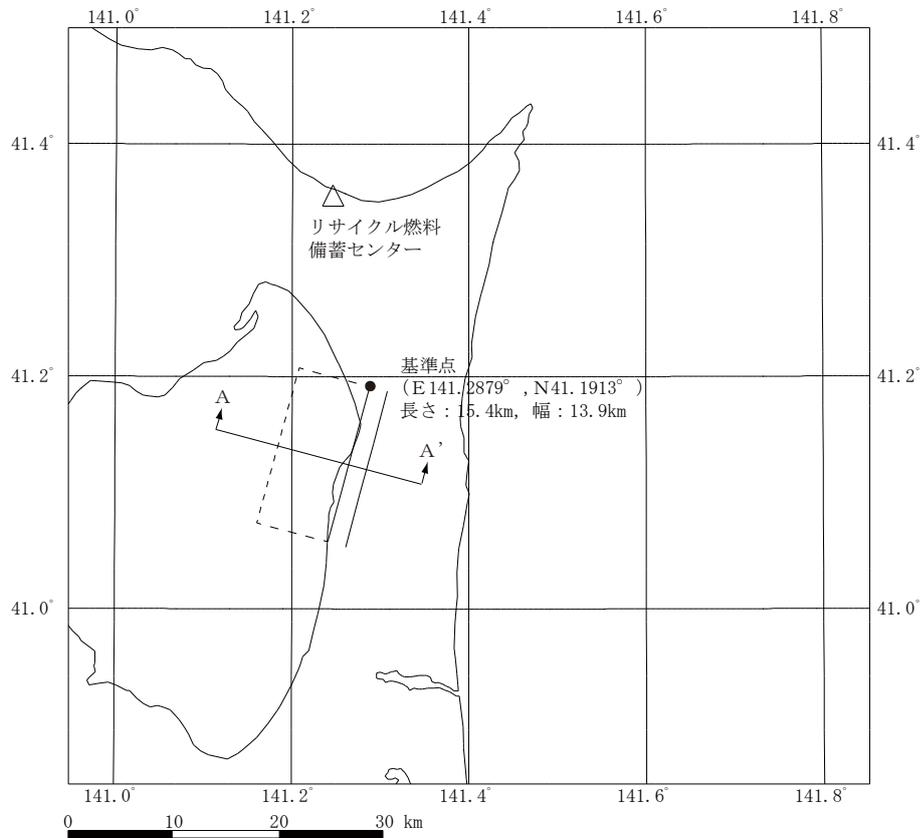
- 1. 横浜断層
- 2. 尻屋崎南東沖断層
- 3. 恵山沖断層
- 4-1. 函館平野西縁断層帯 (南東延長)
- 4-2. 函館平野西縁断層帯 (南西延長)
- 5. 青森湾西岸断層帯
- 6. 津軽山地西縁断層帯北部
- 7. 津軽山地西縁断層帯南部
- 8. 折爪断層
- 9. 出戸西方断層
- 10. 上原子断層～七戸西方断層
- 11. 根岸西方断層

[IV], [V], [VI]は、1996年以前の気象庁震度階で、震度階の境界線は、村松 (1969)⁽⁴⁶⁾及び勝又ほか (1971)⁽⁴⁷⁾による。
 図中の番号は、第3-1表に対応しており、地震のマグニチュード及び震央距離の値についても同表による。

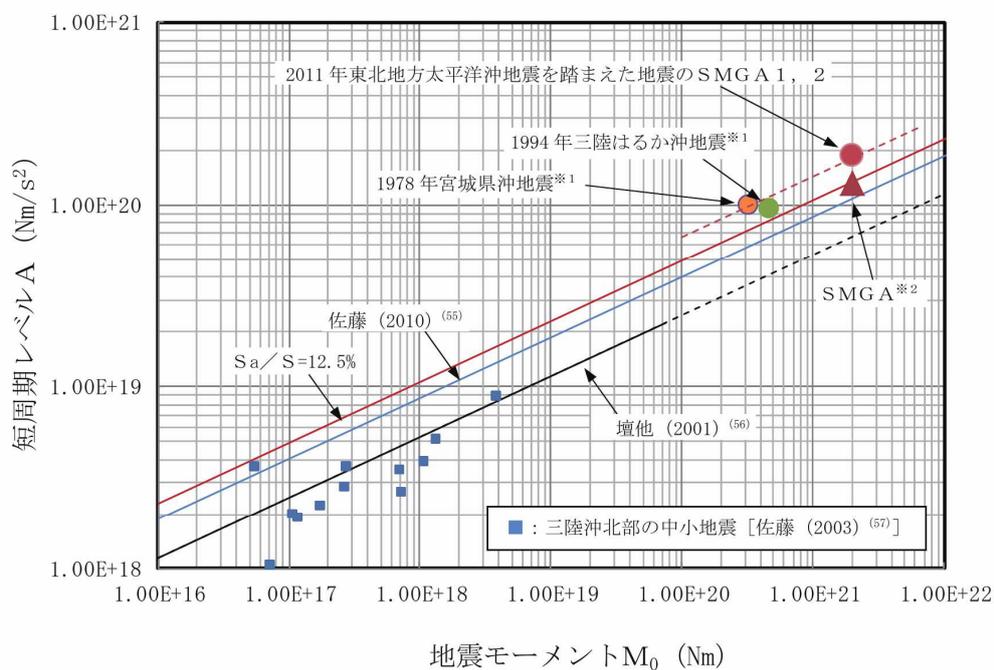
第6-9図 敷地周辺の主な活断層から想定される地震のマグニチュードー震央距離と震度の関係



第 6-10 図 敷地に影響を与える内陸地殻内地震の地震動評価結果



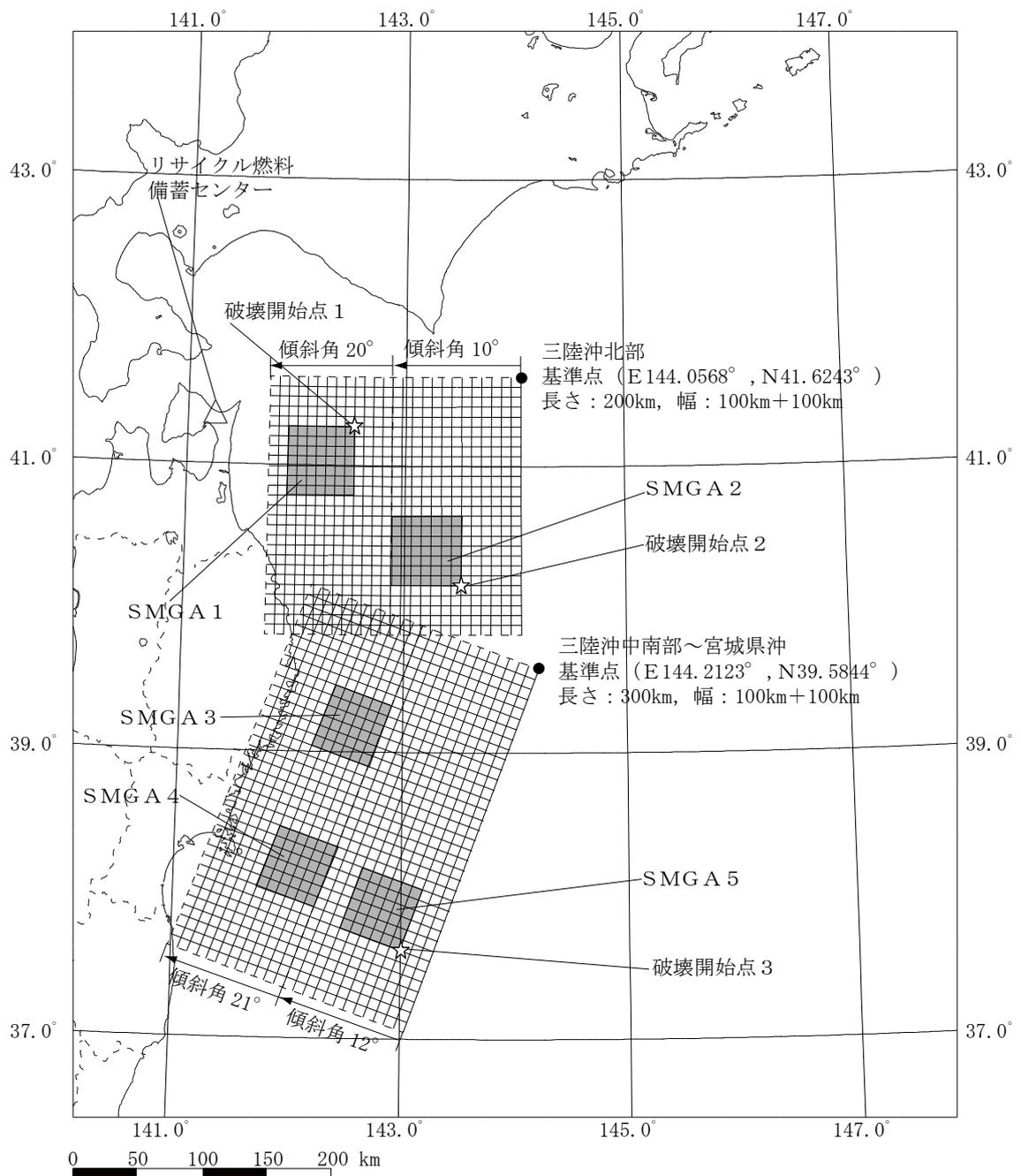
第 6-11 図 「横浜断層による地震」の断層面の位置



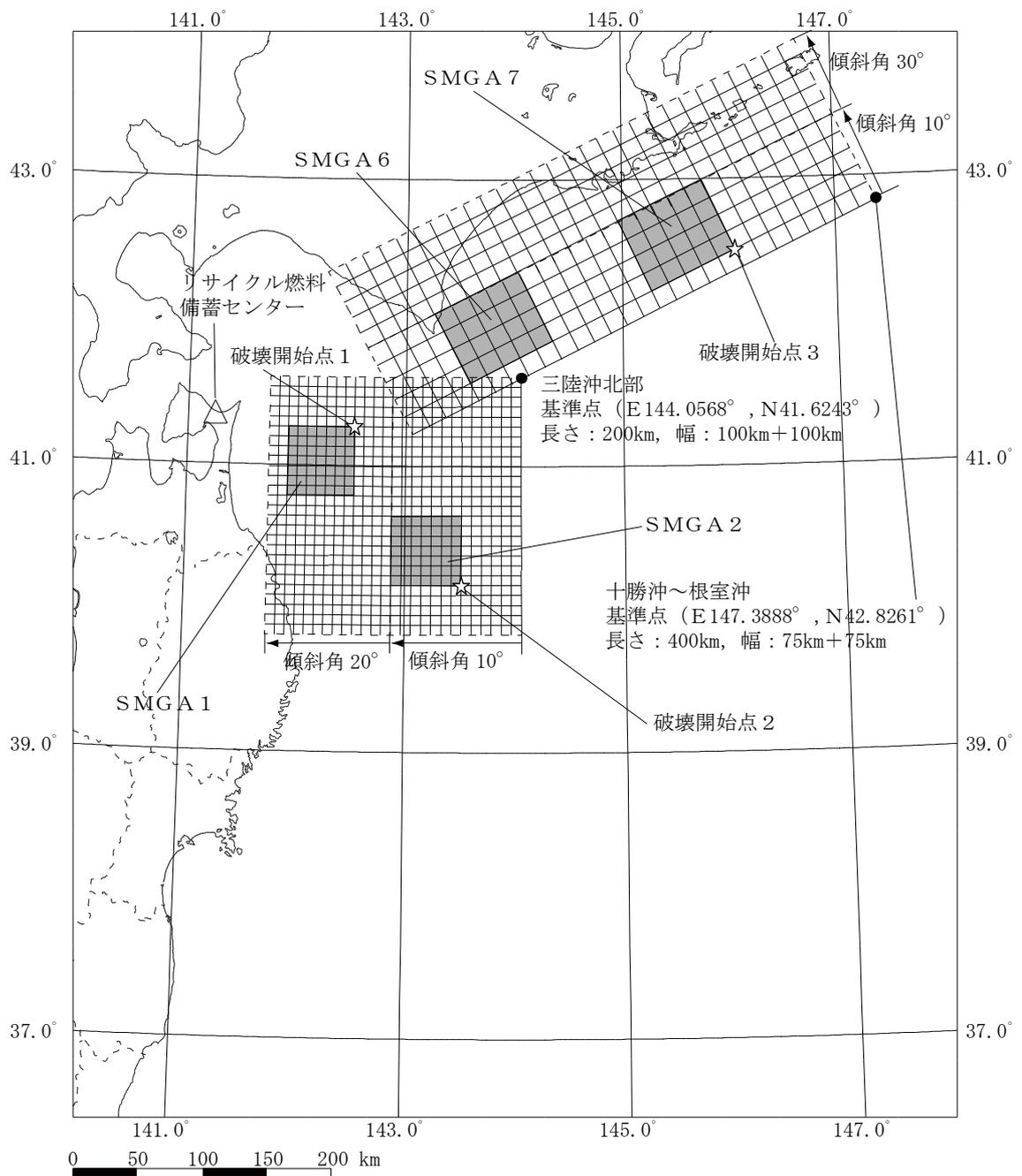
※1 : 片岡他 (2006) ⁽⁵⁸⁾ による。

※2 : 諸井他 (2013) ⁽⁵²⁾ の1個のSMGAをここではひとつの地震として表示している。

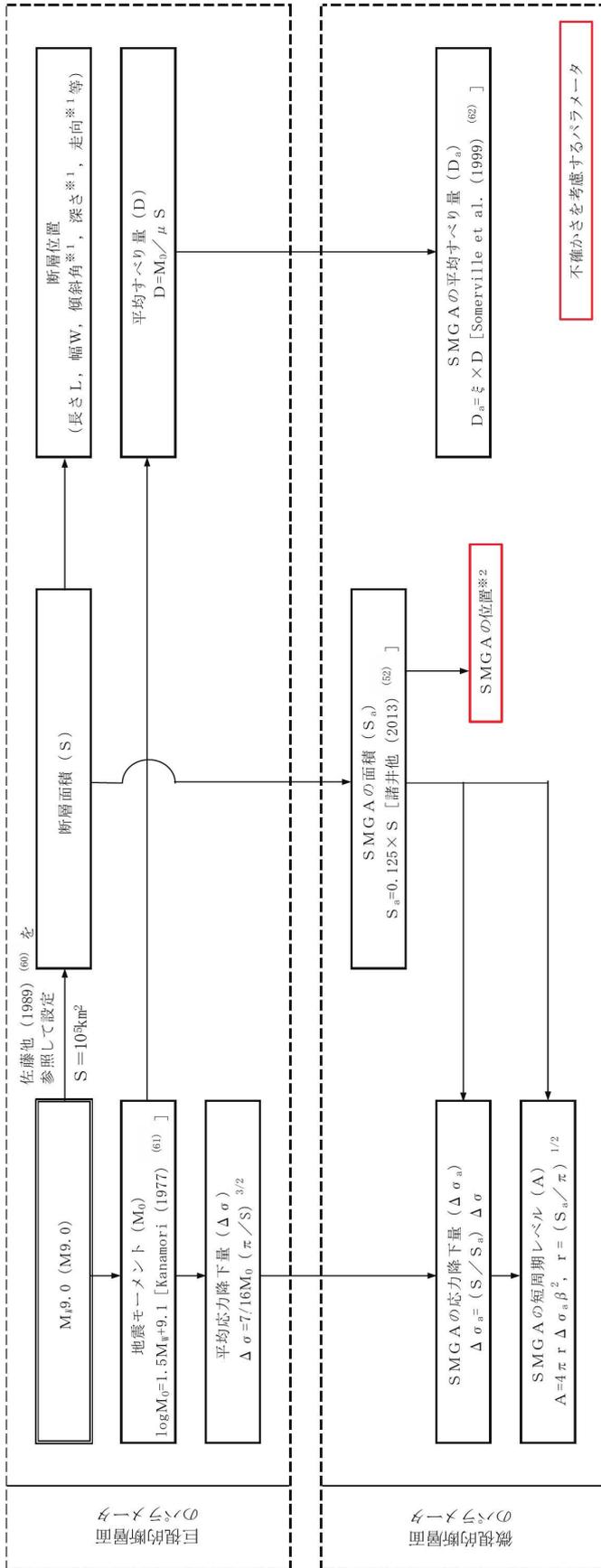
第6-12図 短周期レベルと既往スケーリング則との比較



第 6-13 図(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の断層モデル
 (基本モデル)



第 6-13 図(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室沖の連動) の断層モデル
 (基本モデル)



参考文献を付記していない数式は、地震調査研究推進本部 (2017) (59) による。

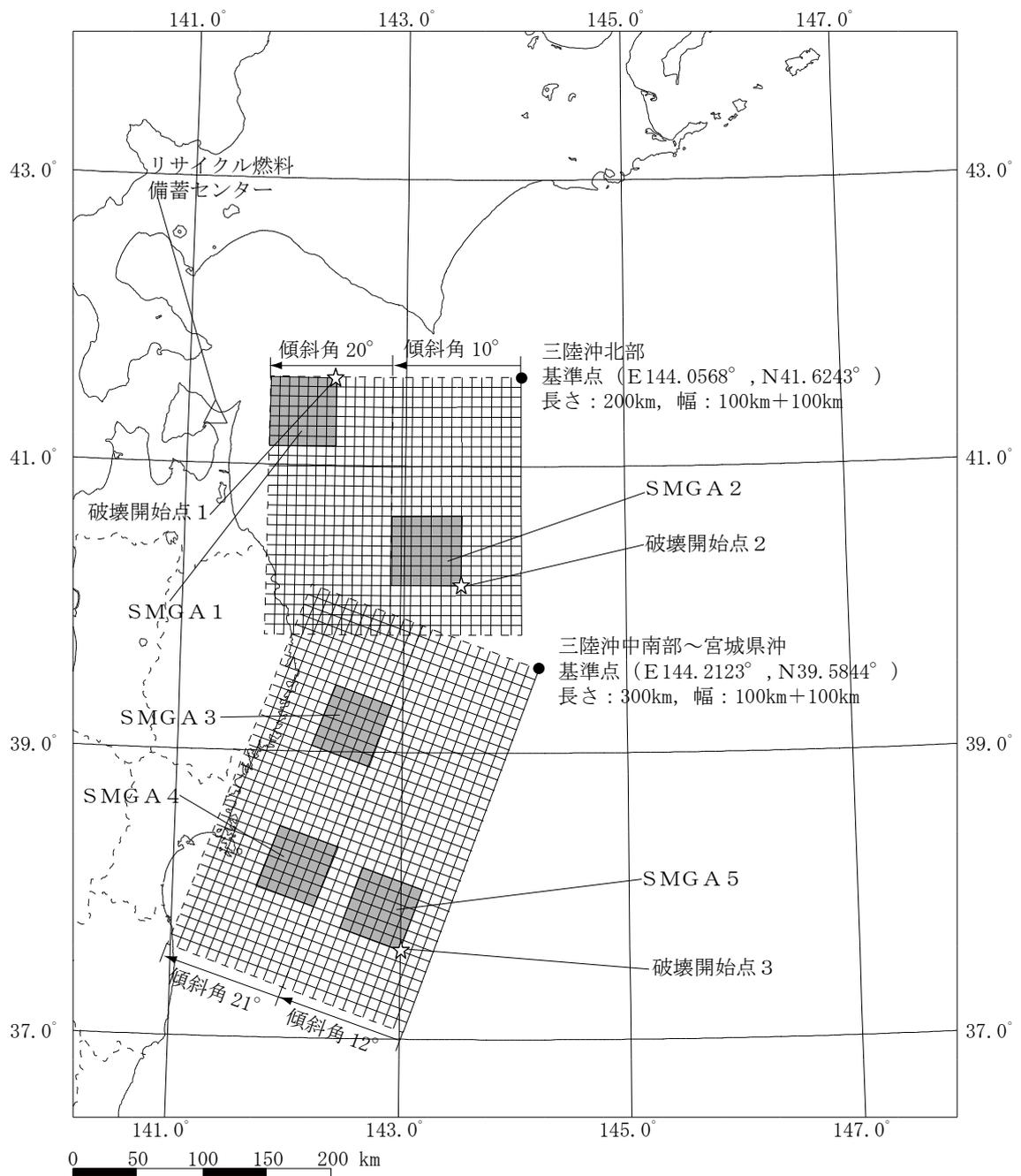
※1：海洋プレート の形状・もぐりこみ角度等を考慮して設定。

※2：過去の地震のすべり分布に基づき各領域に設定。

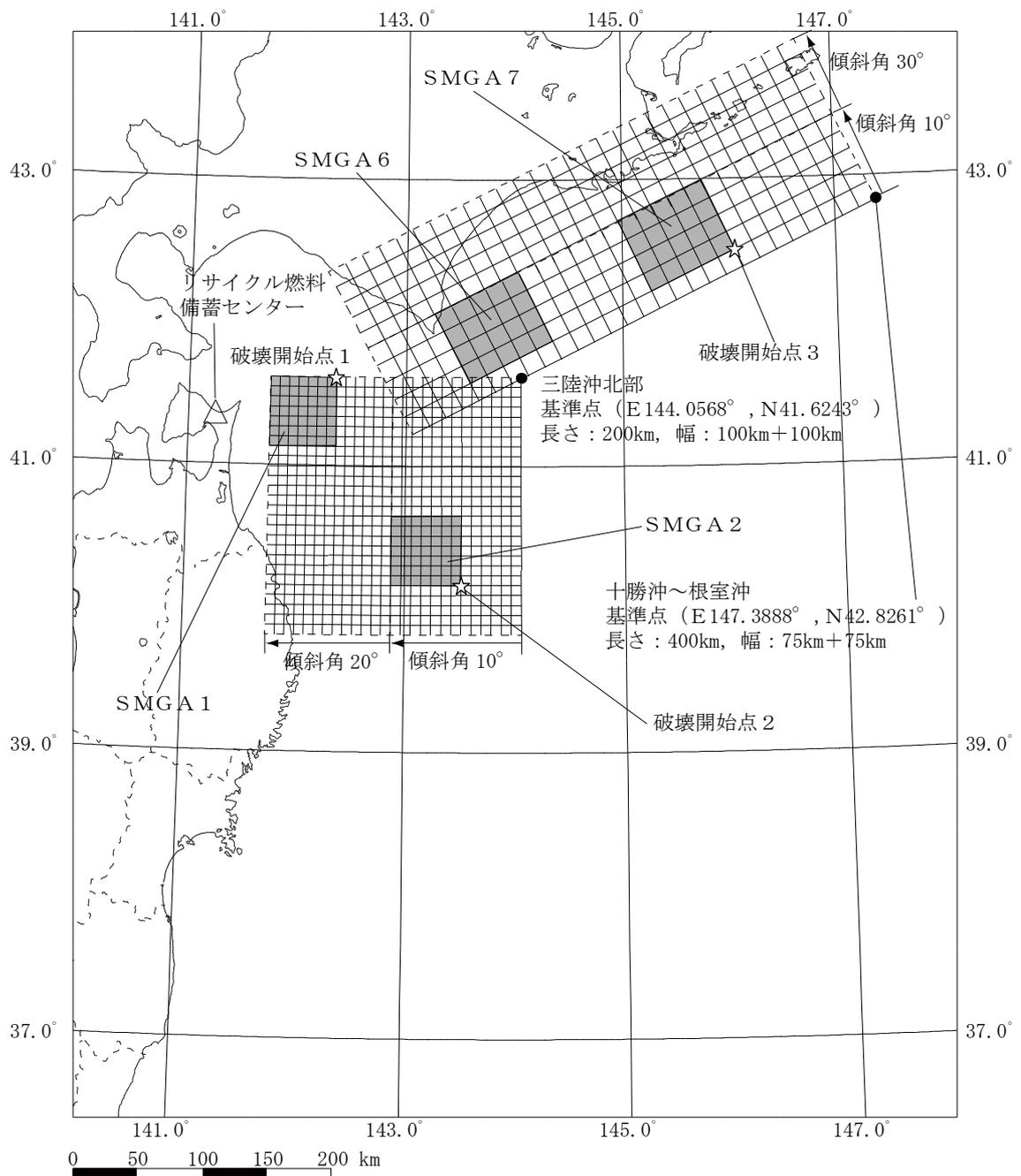
その他パラメータ

- S 波速度 β , 剛性率 μ : 地震調査研究推進本部 (2004) (34) と同様, プレート上面の海洋性地殻の値を参照し設定した。
 - 破壊伝播速度 V_r : 諸井ほか (2013) (62) における東北地方太平洋沖地震の震源インバージョン結果を参照し, $V_r = 3.0 \text{ km/s}$ とした。
- なお, この値は, 地震調査研究推進本部 (2004) (34) による三陸沖北部の地震 ($M_w 8.3$) の評価において採用されている値 ($V_r = 2.5 \text{ km/s}$) よりも大きな値となっている。

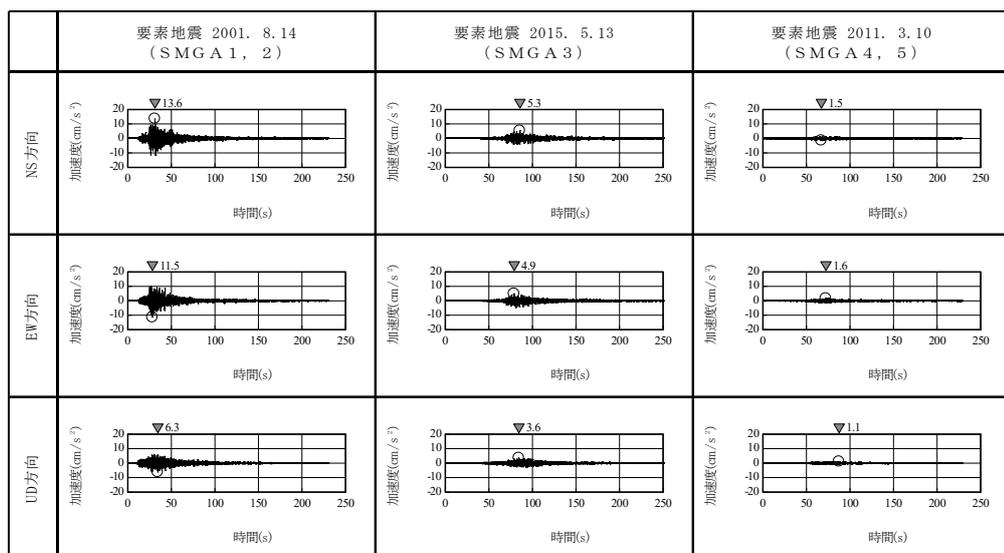
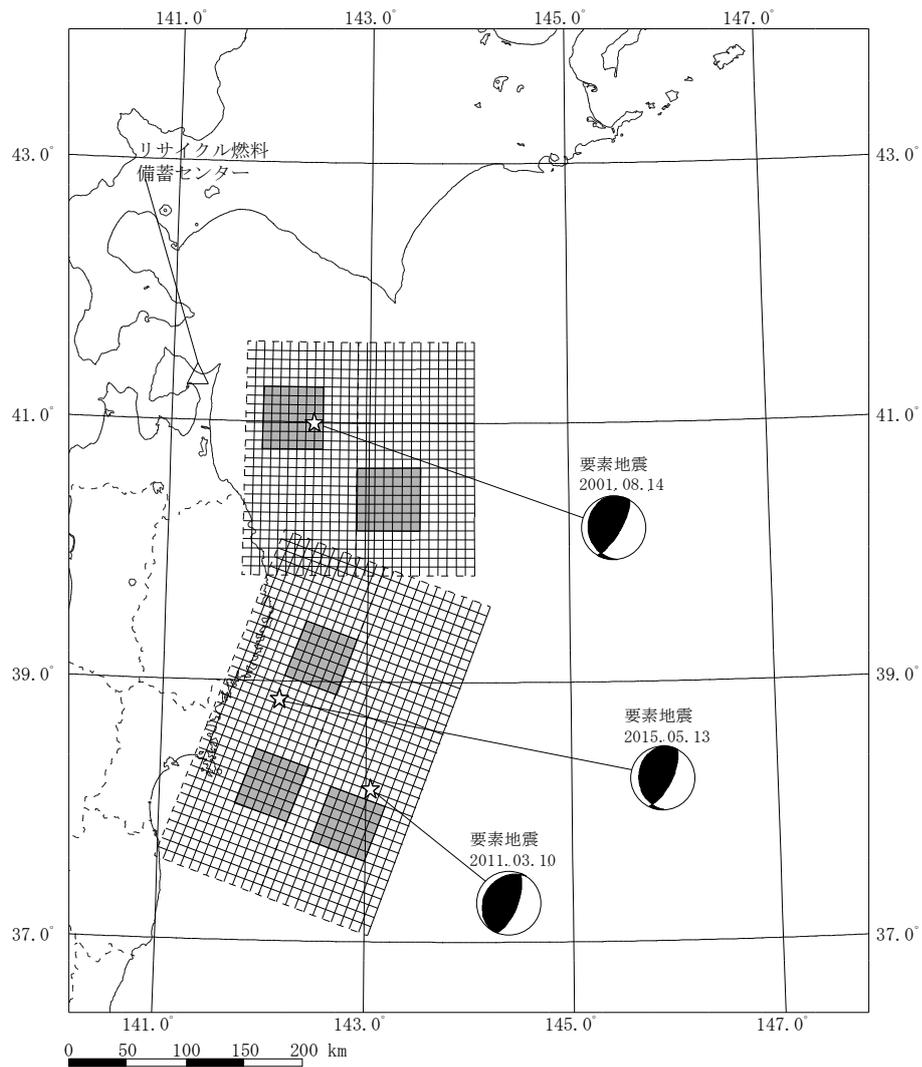
第 6-14 図 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の断層モデルのパラメータの設定フロー



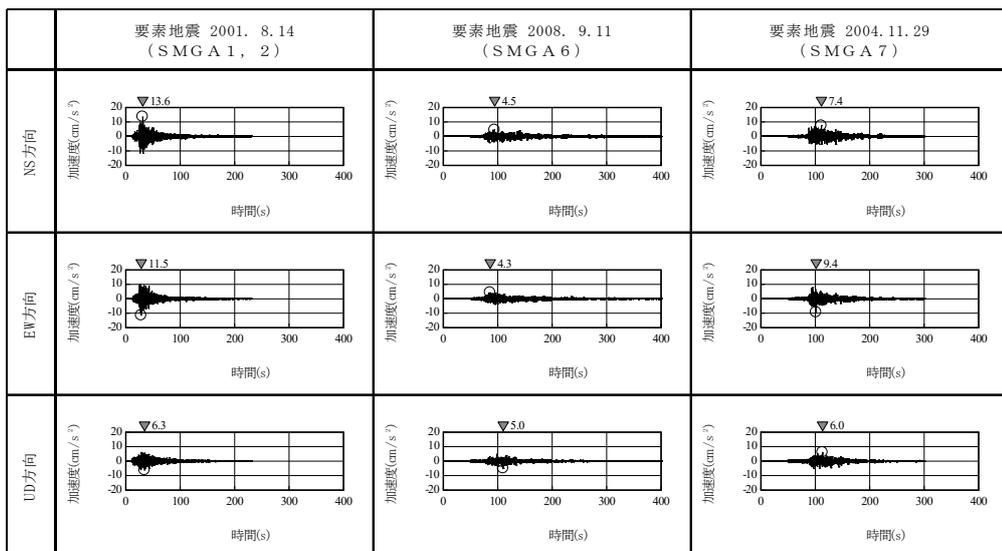
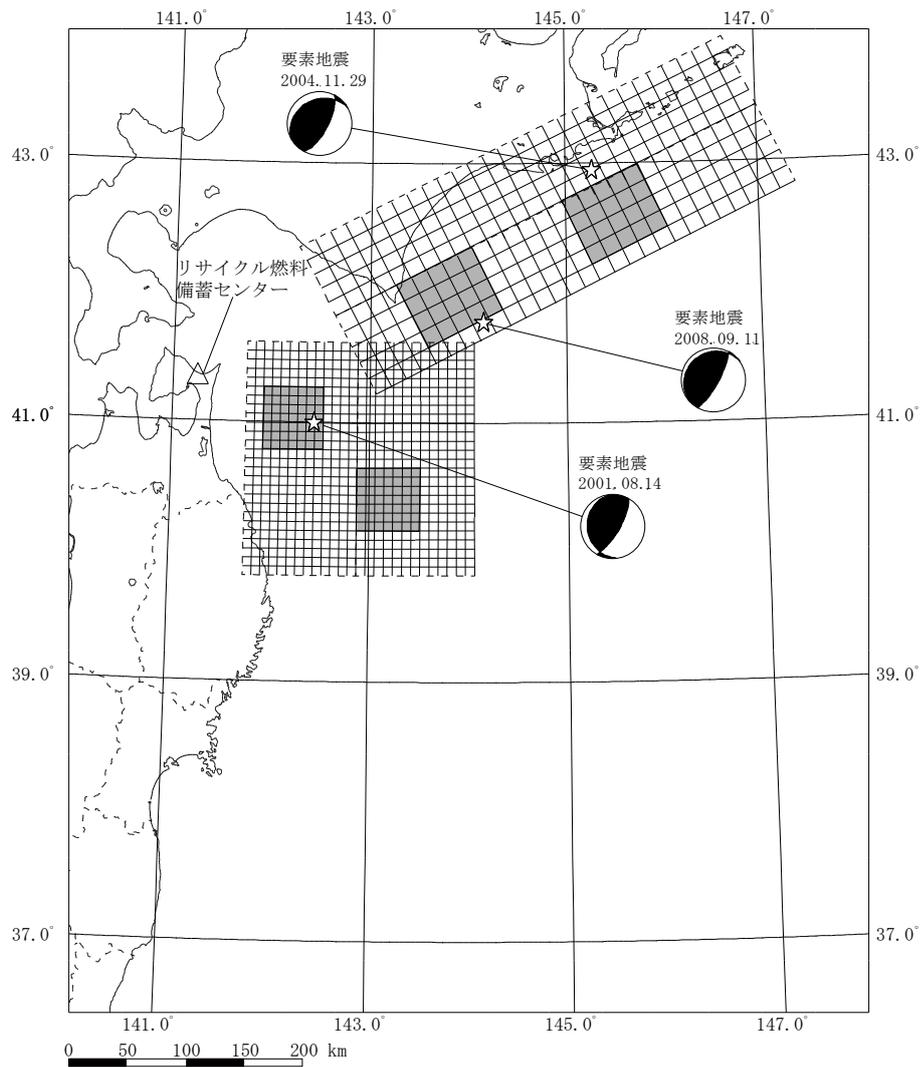
第 6-15 図(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の断層モデル
 (SMGA 位置の不確かさケース)



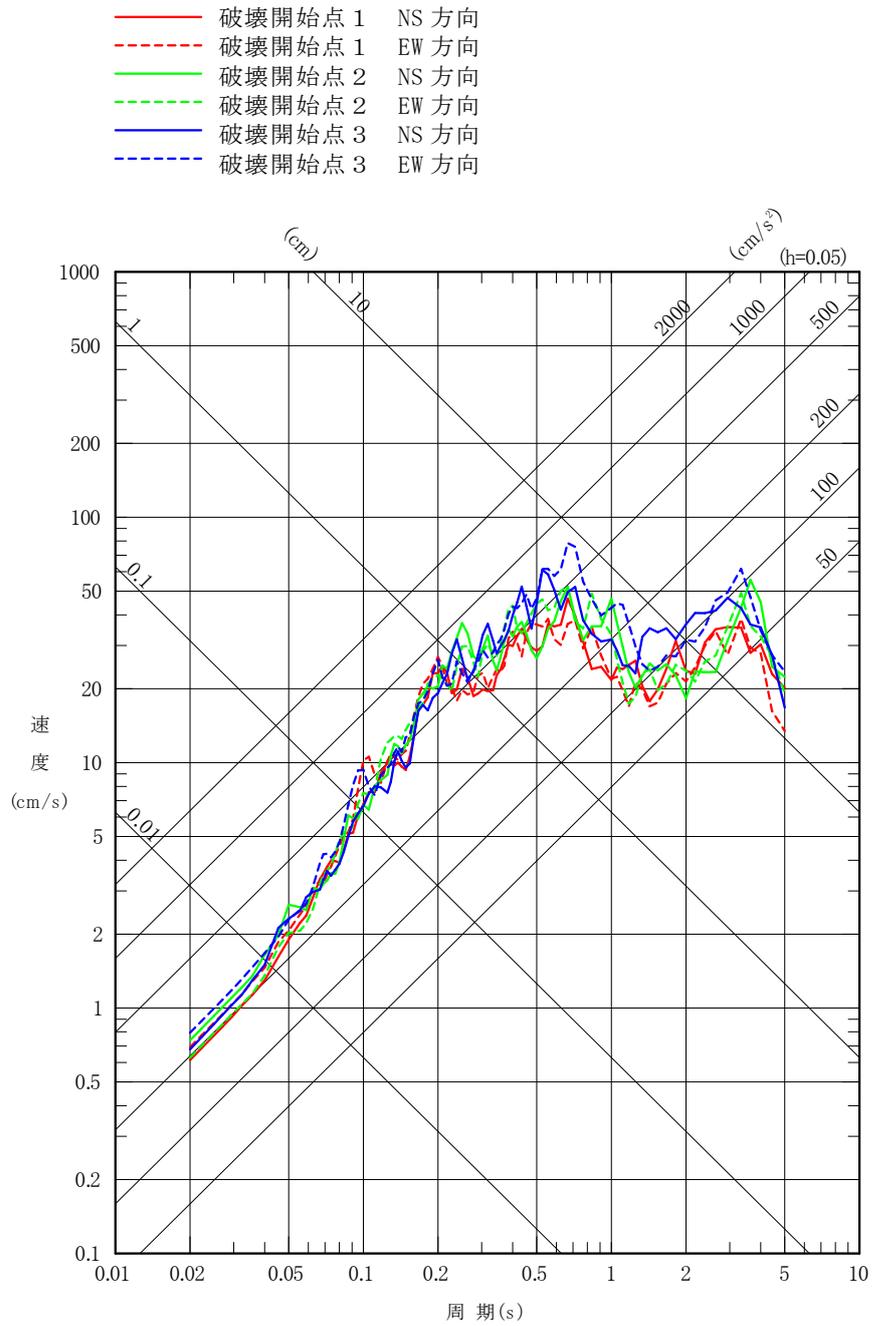
第 6-15 図(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室沖の連動) の断層モデル
 (SMGA 位置の不確かさケース)



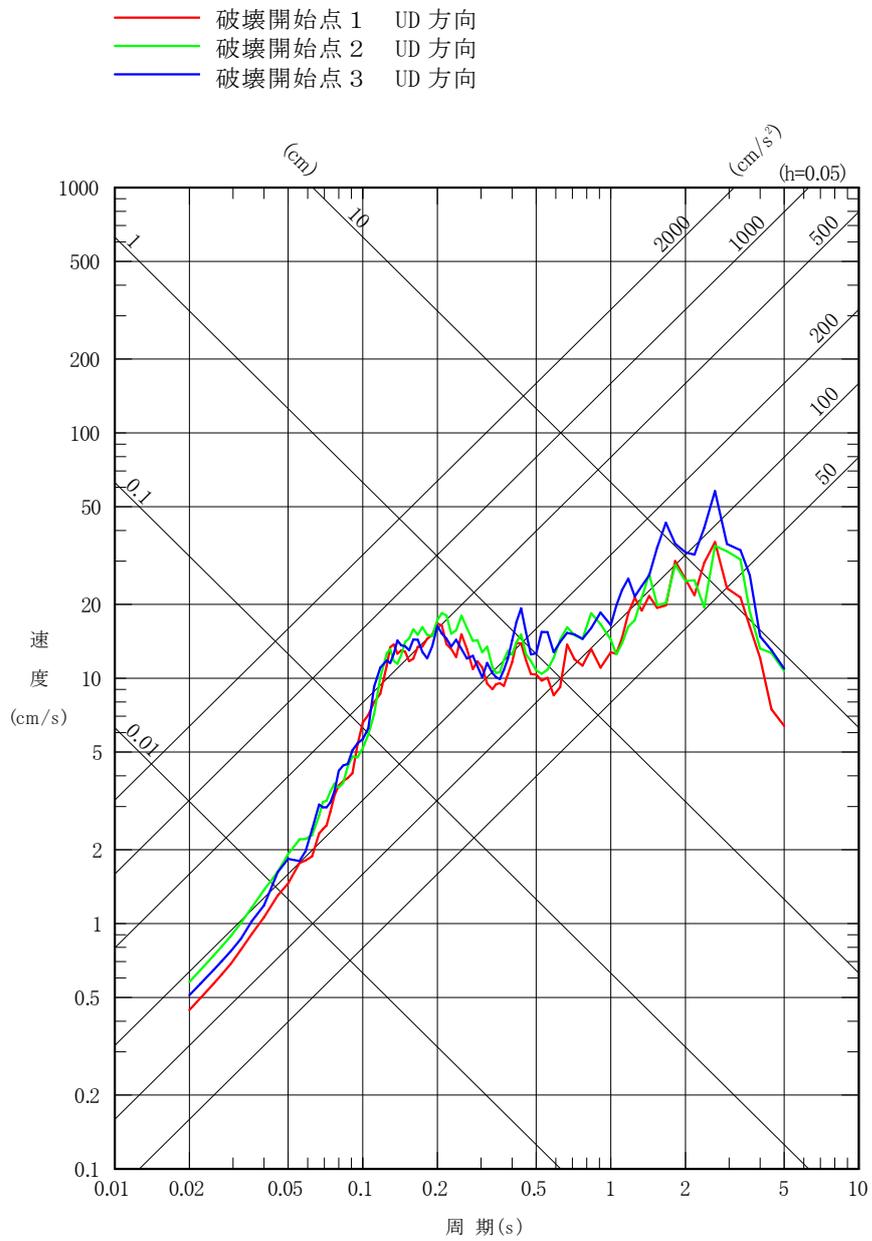
第6-16 図(1) 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
(三陸沖北部～宮城県沖の連動)の地震動評価に用いる要素地震



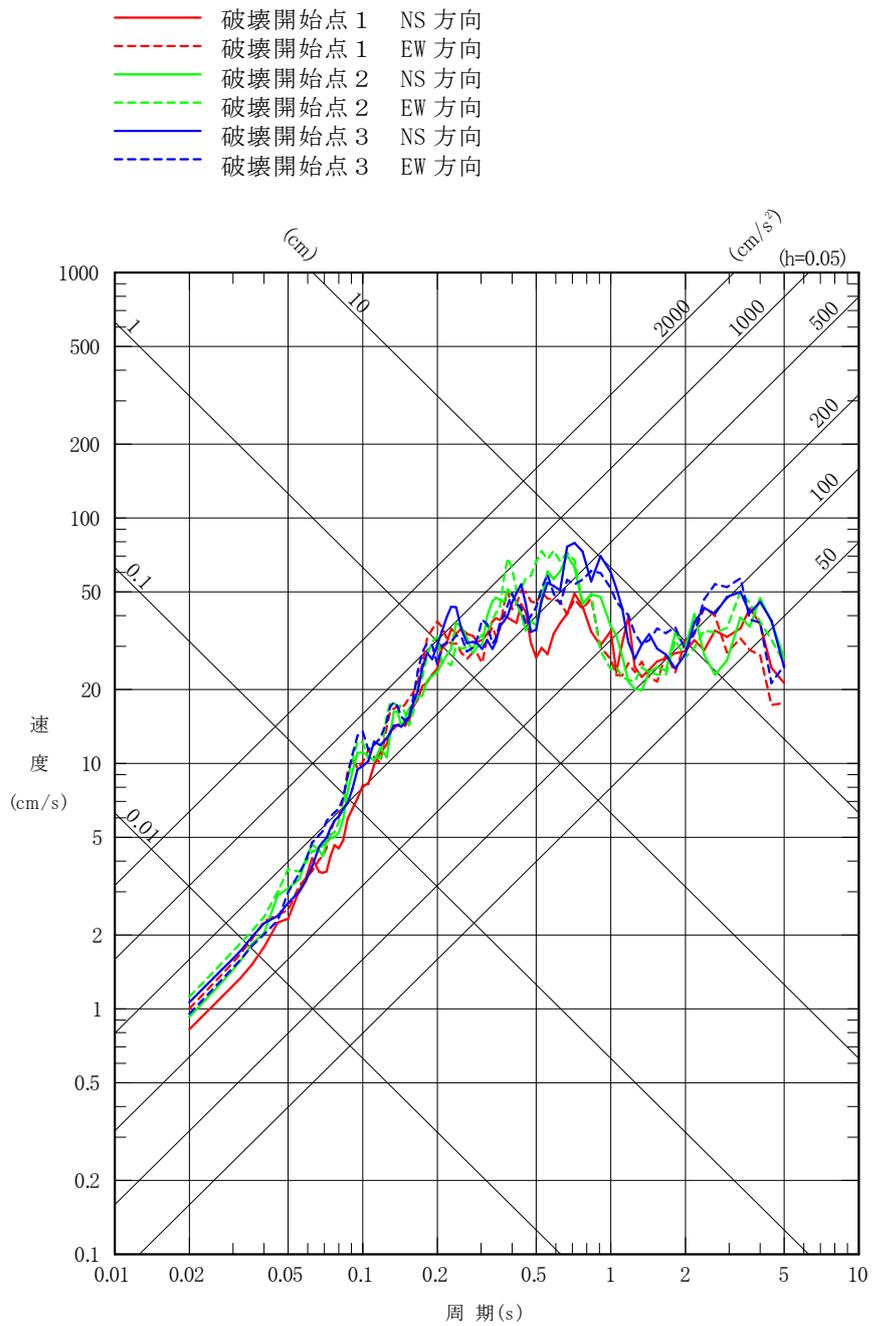
第6-16 図(2) 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
(三陸沖北部～根室沖の連動)の地震動評価に用いる要素地震



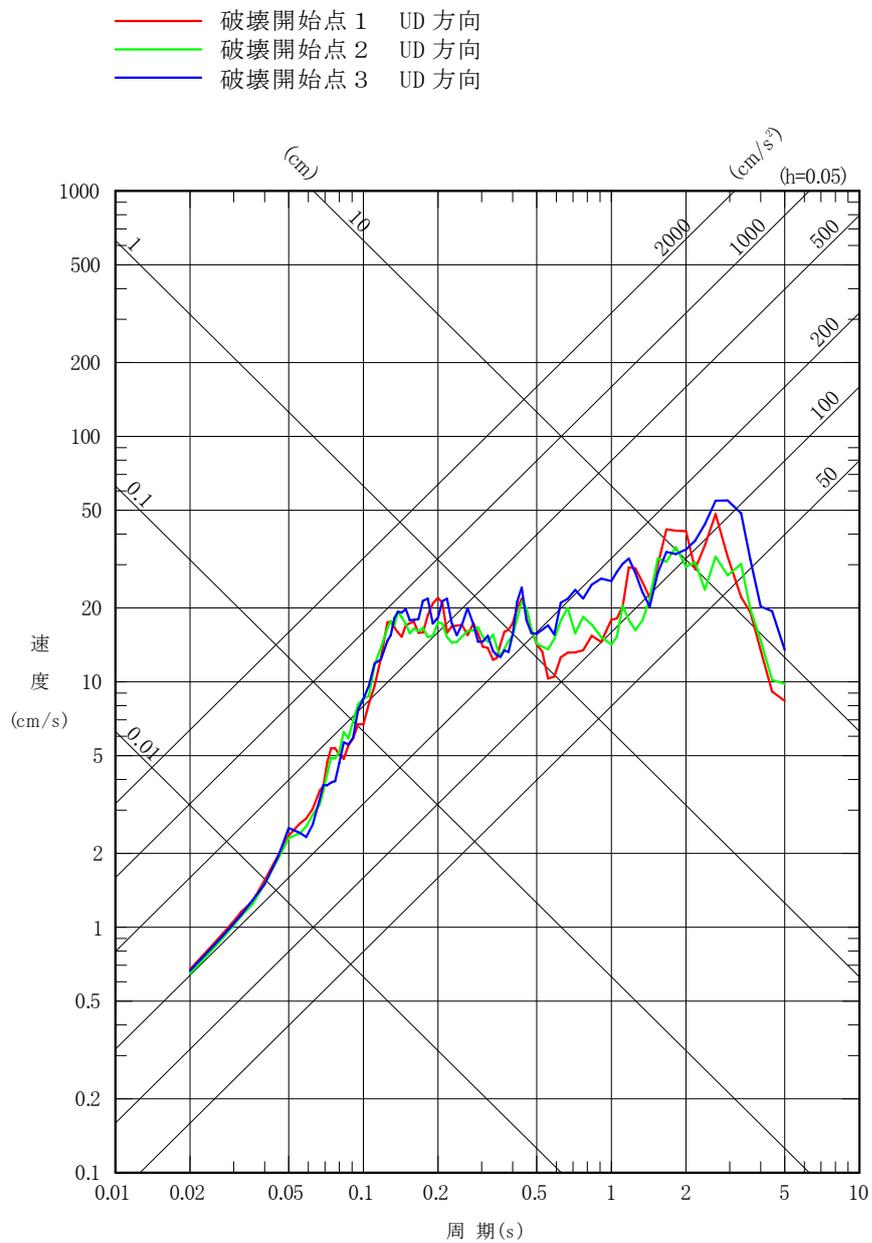
第 6-17 図(1) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 水平方向)



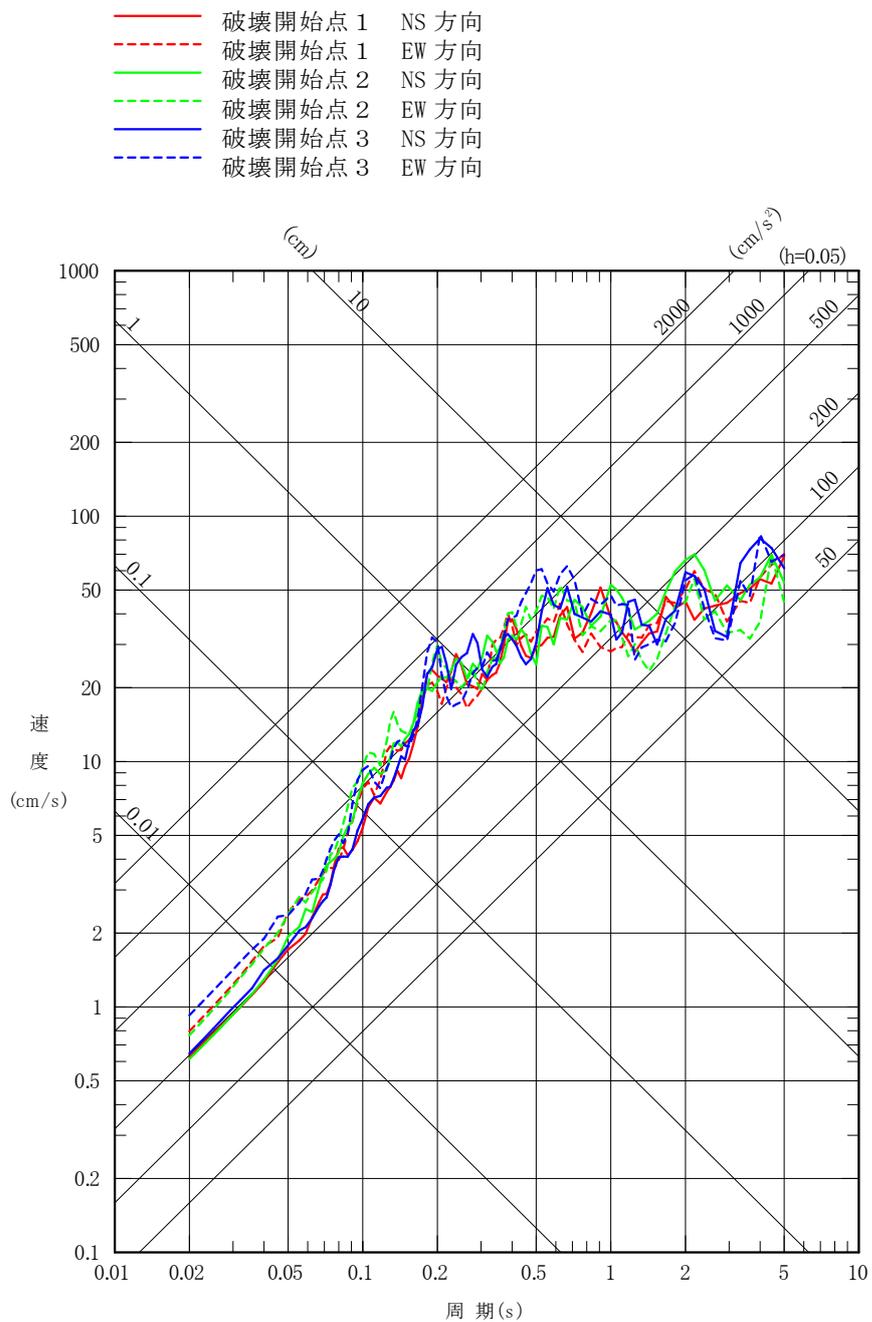
第 6-17 図(2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 鉛直方向)



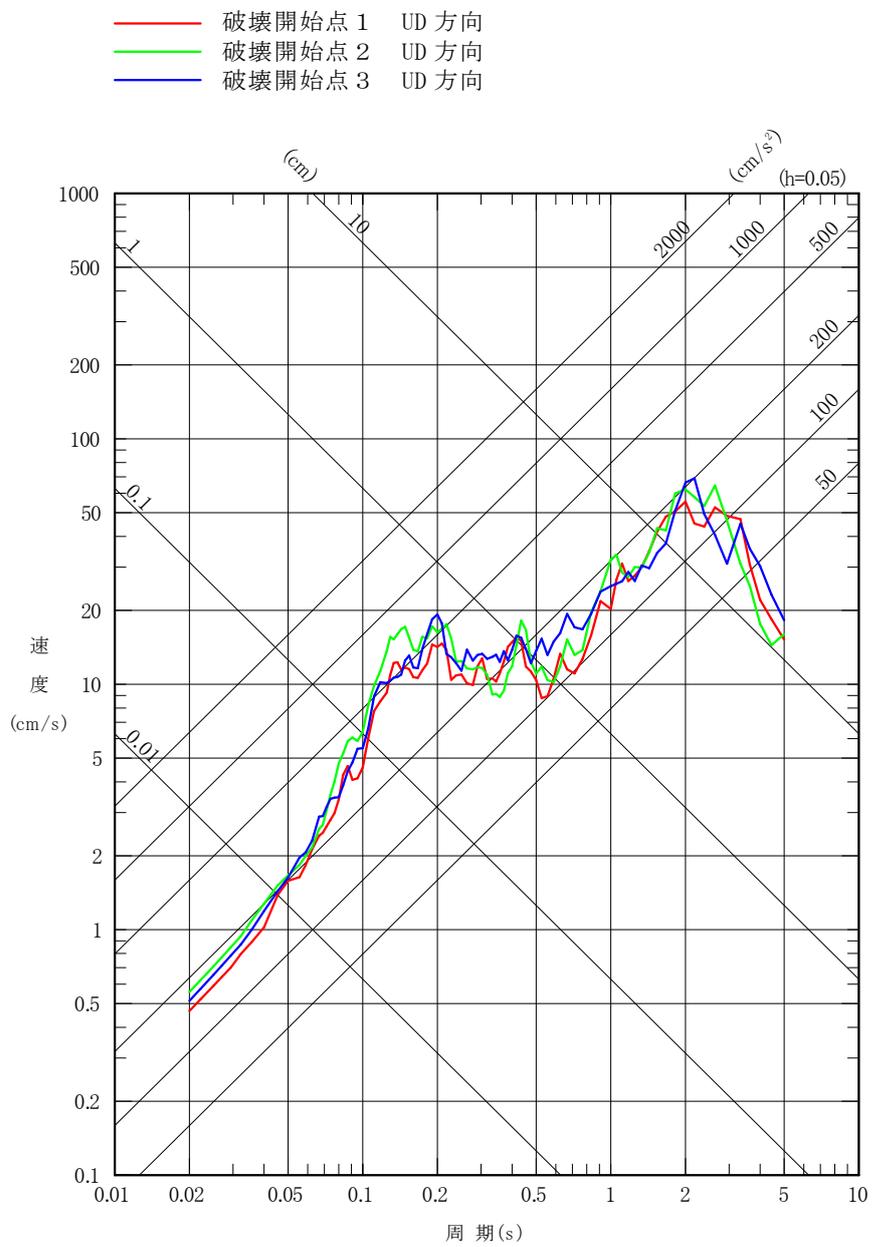
第 6-17 図(3) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, SMGA 位置の不確かさ
 ケース, 水平方向)



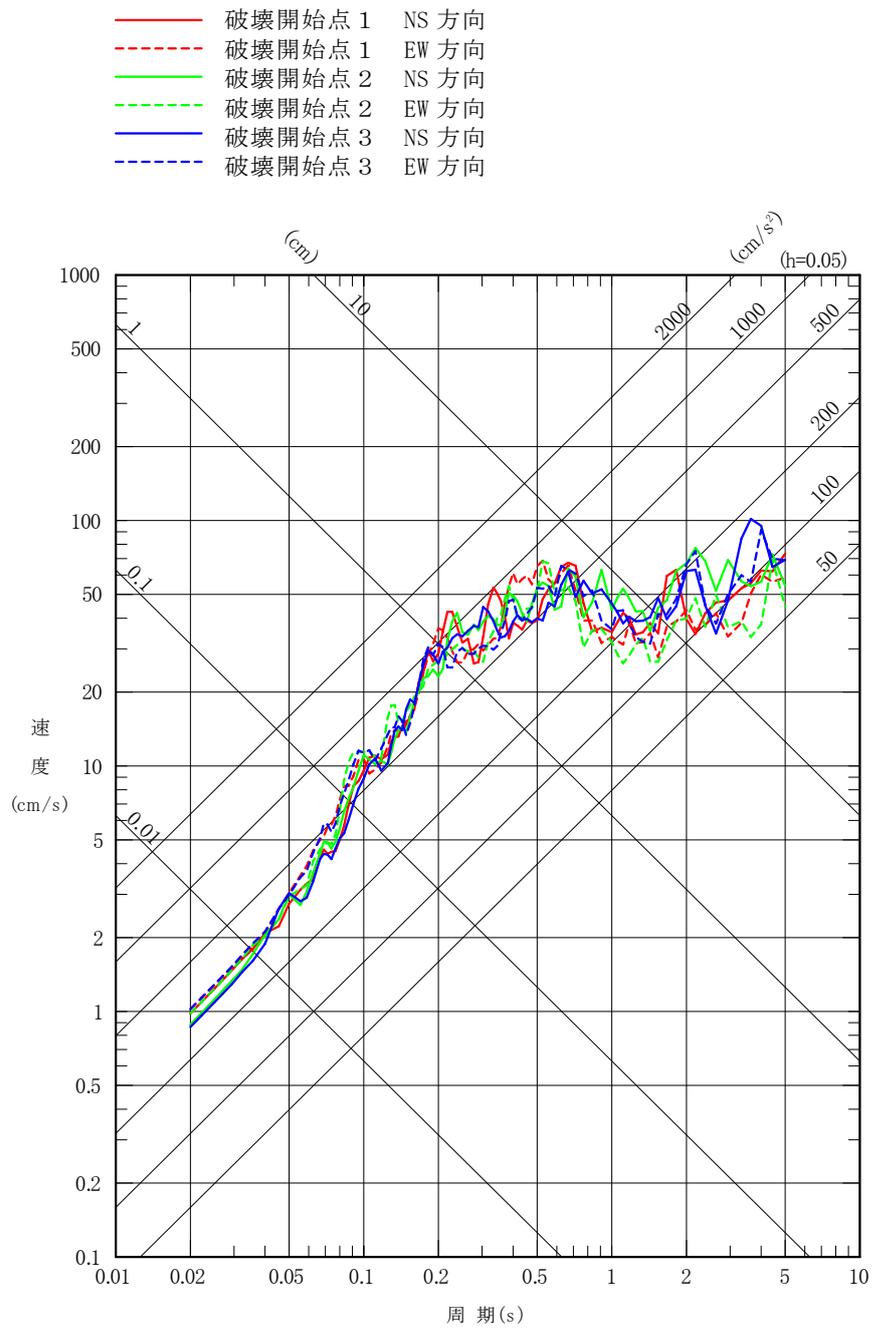
第 6-17 図(4) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～宮城県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, SMGA位置の不確かさ
 ケース, 鉛直方向)



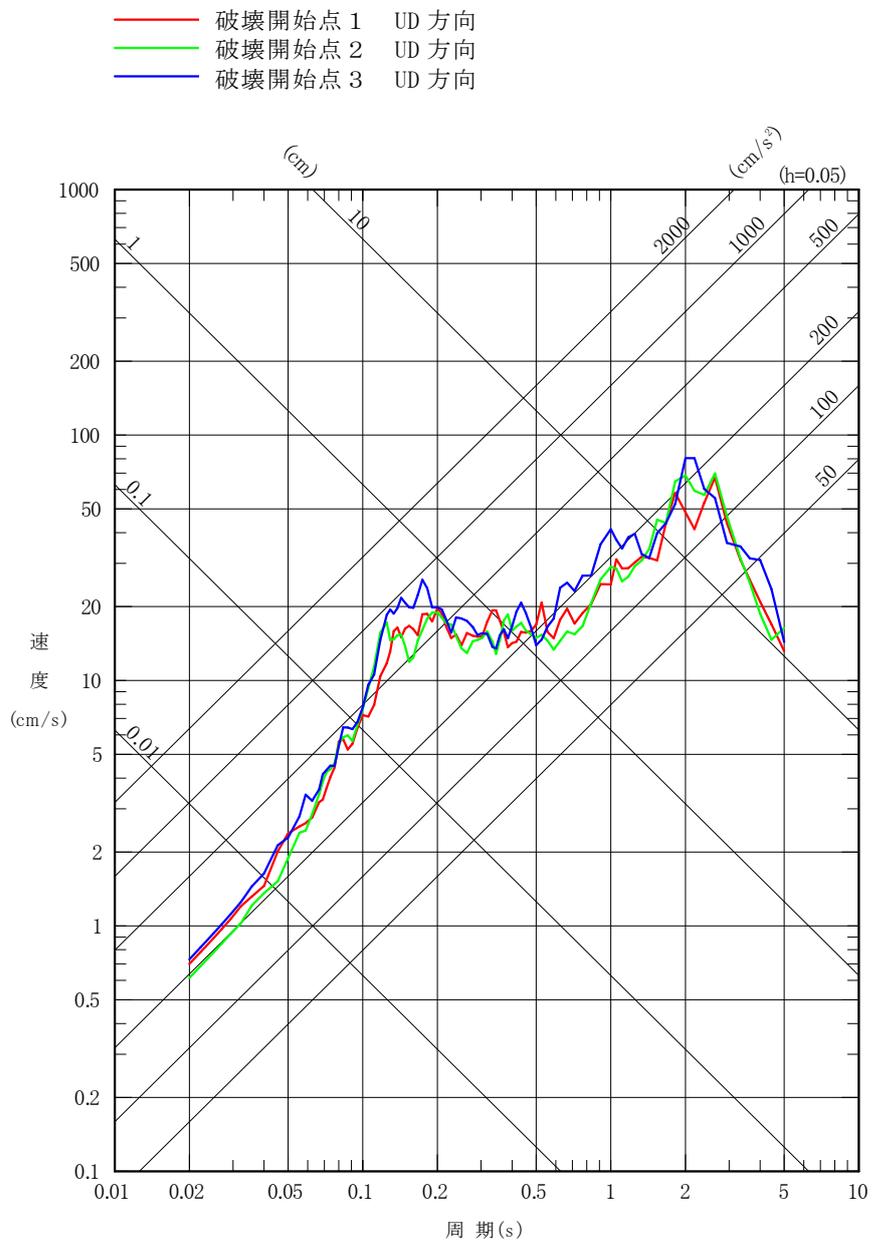
第 6-17 図 (5) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 水平方向)



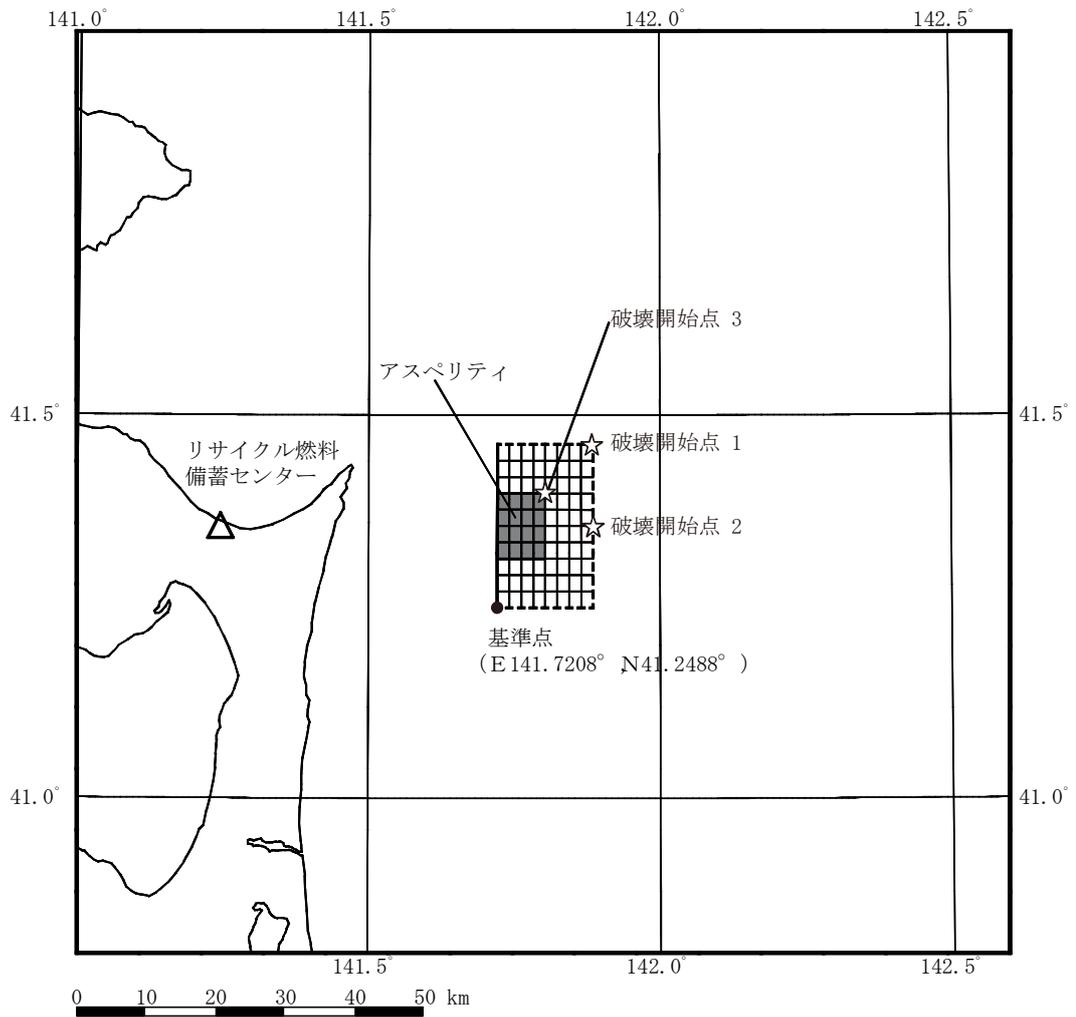
第 6-17 図(6) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室県沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 鉛直方向)



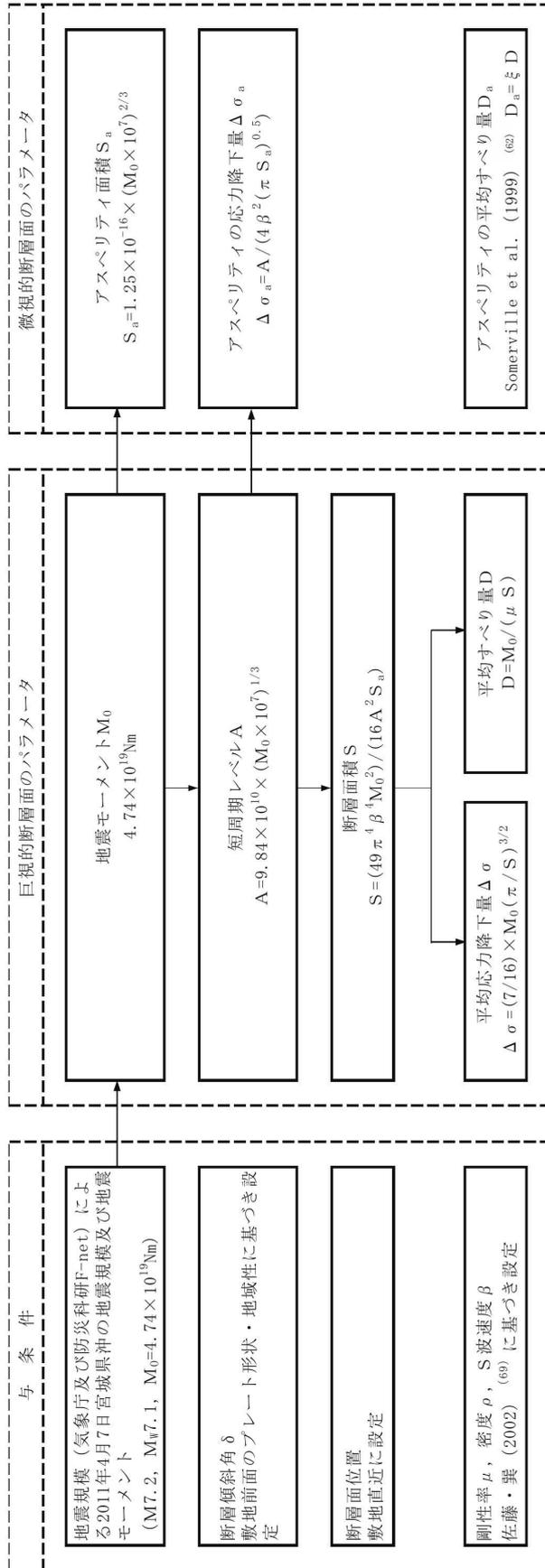
第 6-17 図(7) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, SMG A位置の不確かさ
 ケース, 水平方向)



第 6-17 図(8) 「2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」
 (三陸沖北部～根室沖の連動) の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, SMGA 位置の不確かさ
 ケース, 鉛直方向)

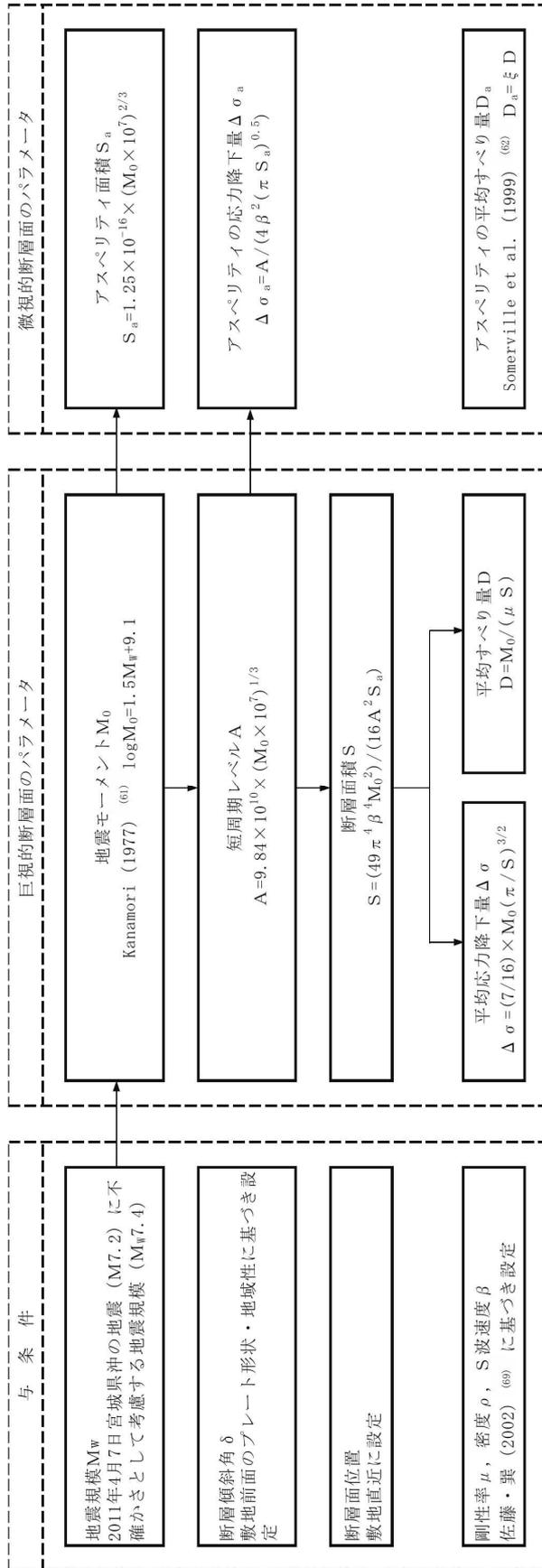


第 6-18 図 「想定海洋プレート内地震」の断層モデル
(基本モデル及び短周期レベルの不確かさケース)



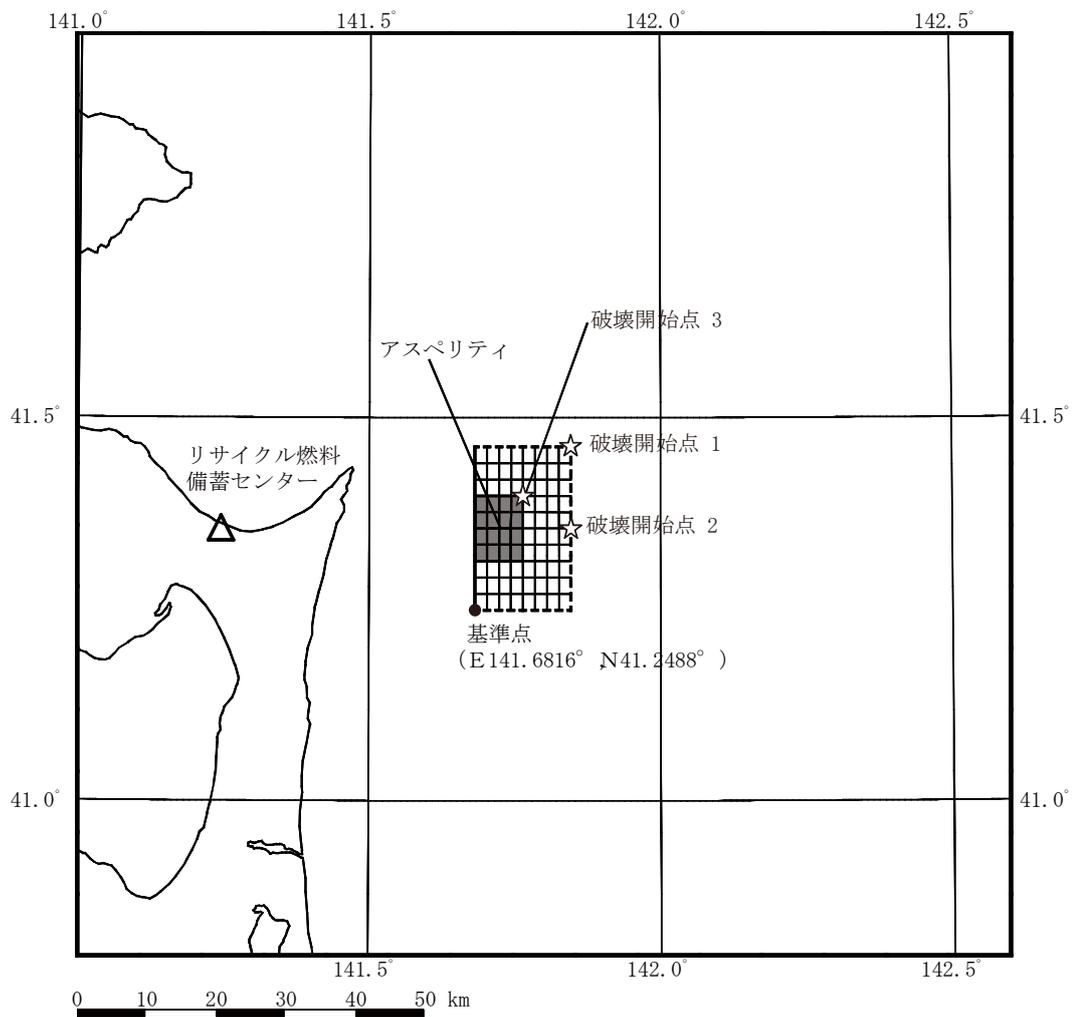
参考文献を付記していない数式は、地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁶⁰⁾ による。

第6-19図(1) 「想定海洋プレート内地震」の断層モデルのパラメータの設定フロー (基本モデル, 短周期レベルの不確かさケース, 断層位置の不確かさケース)

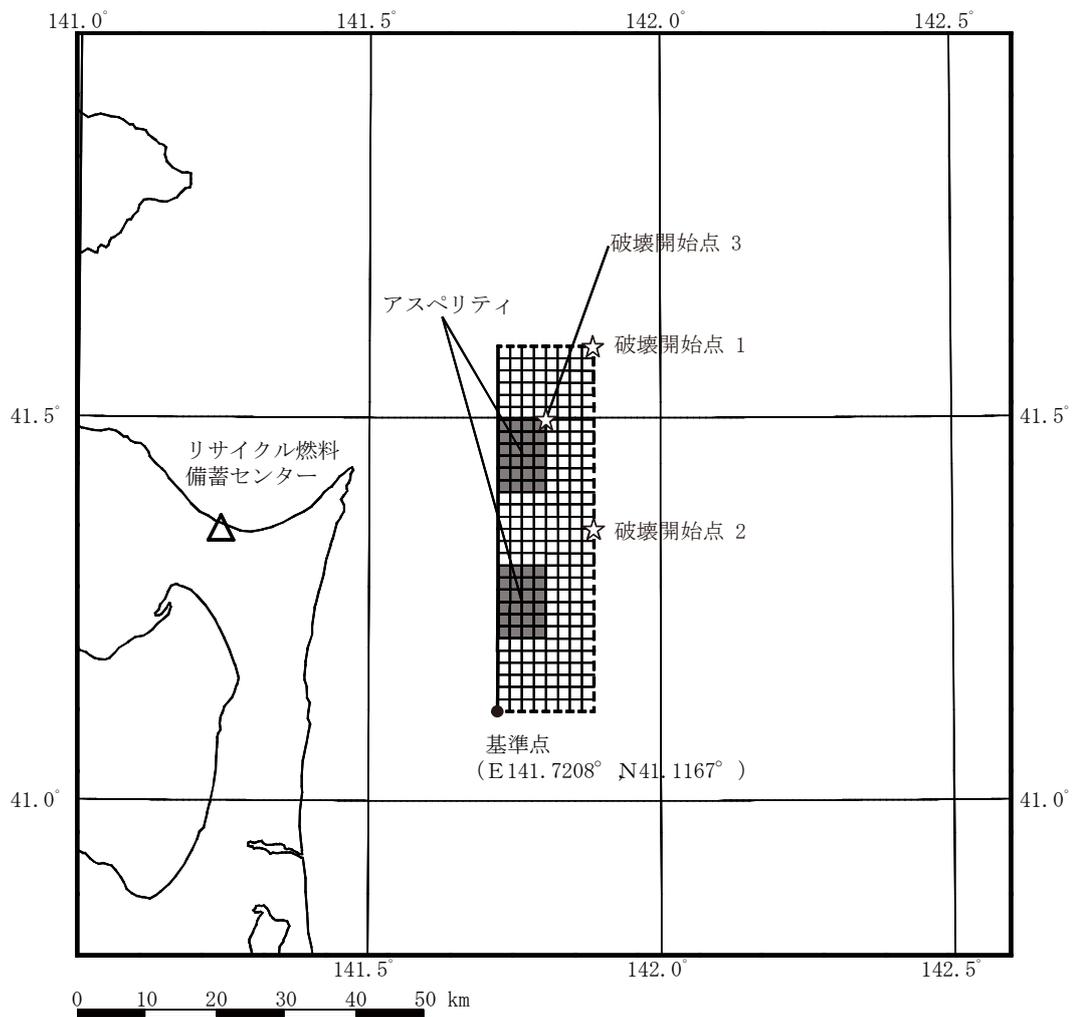


参考文献を付記していない数式は、地震調査研究推進本部 (2017) (69) による。

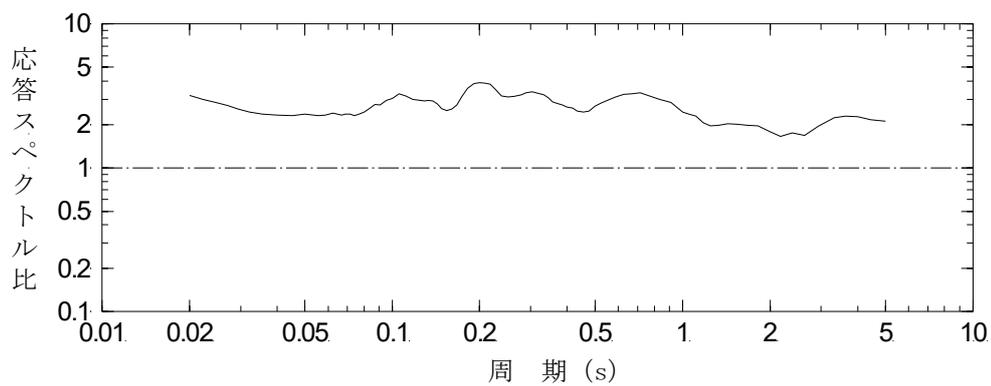
第6-19図(2) 「想定海洋プレート内地震」の断層モデルのパラメータの設定フロー
(地震規模の不確かさケース)



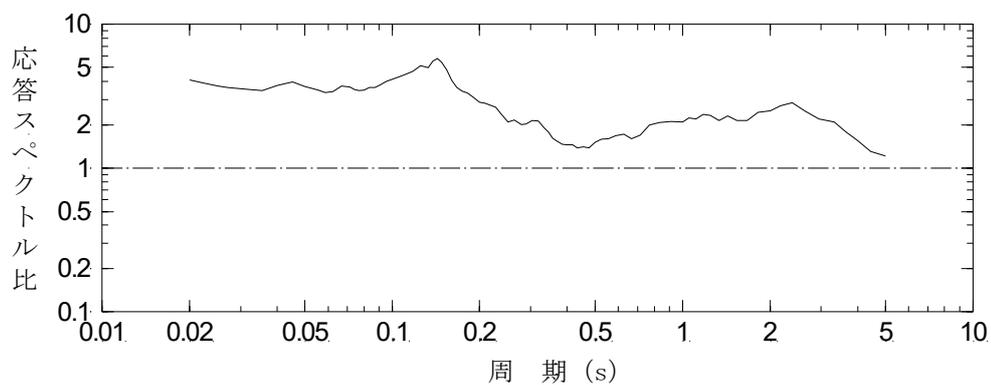
第 6-20 図(1) 「想定海洋プレート内地震」の断層モデル
(断層位置の不確かさケース)



第 6-20 図(2) 「想定海洋プレート内地震」の断層モデル (地震規模の不確かさケース)



(a) 水平方向



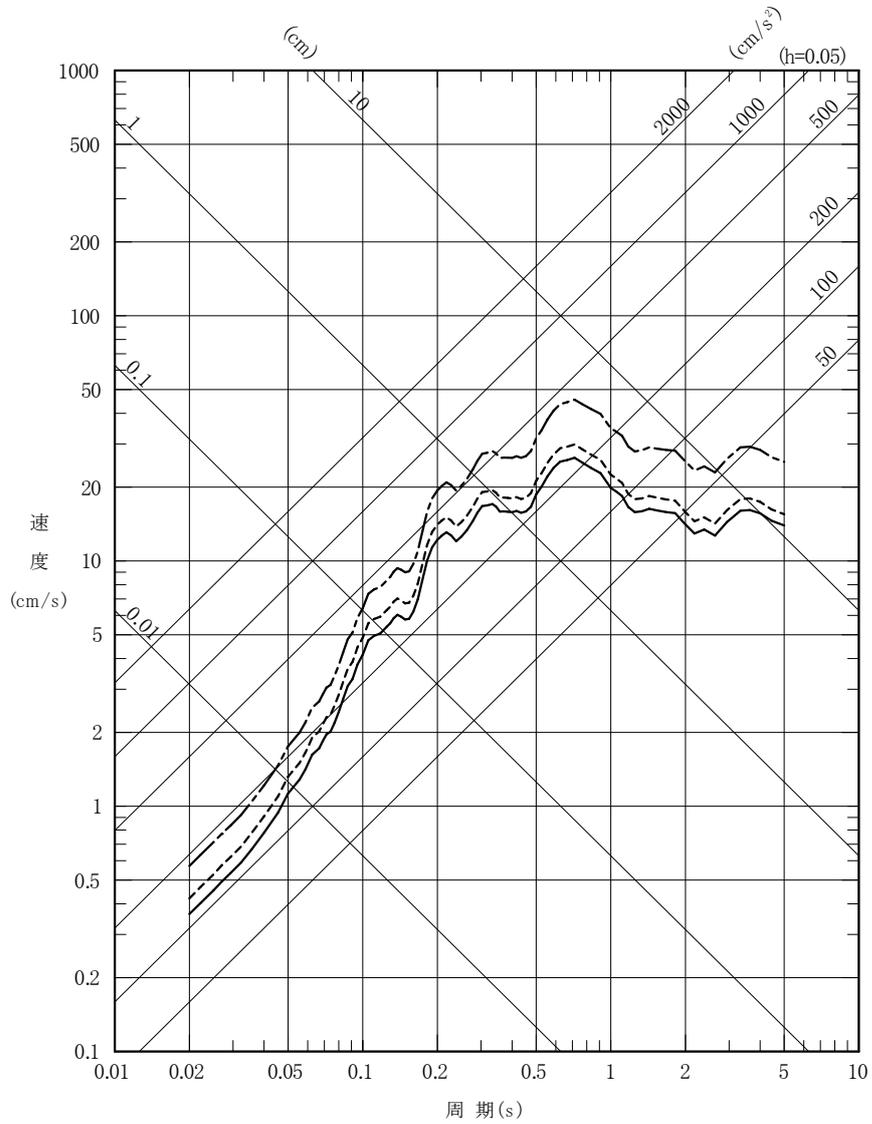
(b) 鉛直方向

実線は、観測記録に基づく解放基盤表面相当位置（標高-218m）の応答スペクトルと、Noda et al. (2002)による応答スペクトルとの比を表す。応答スペクトル比の算定には、2001年7月から2013年4月までの間に観測されたM5.0以上、震源距離200km程度以内である海洋プレート内地震の5記録を用いた。

第6-21図 海洋プレート内地震の観測記録に基づく応答スペクトル比

- 基本モデル及び短周期レベルの不確かさケース (M7.2, $X_{eq}=89\text{km}$)
- 断層位置の不確かさケース (M7.2, $X_{eq}=82\text{km}$)
- — — 地震規模の不確かさケース (M7.5^{*}, $X_{eq}=90\text{km}$)

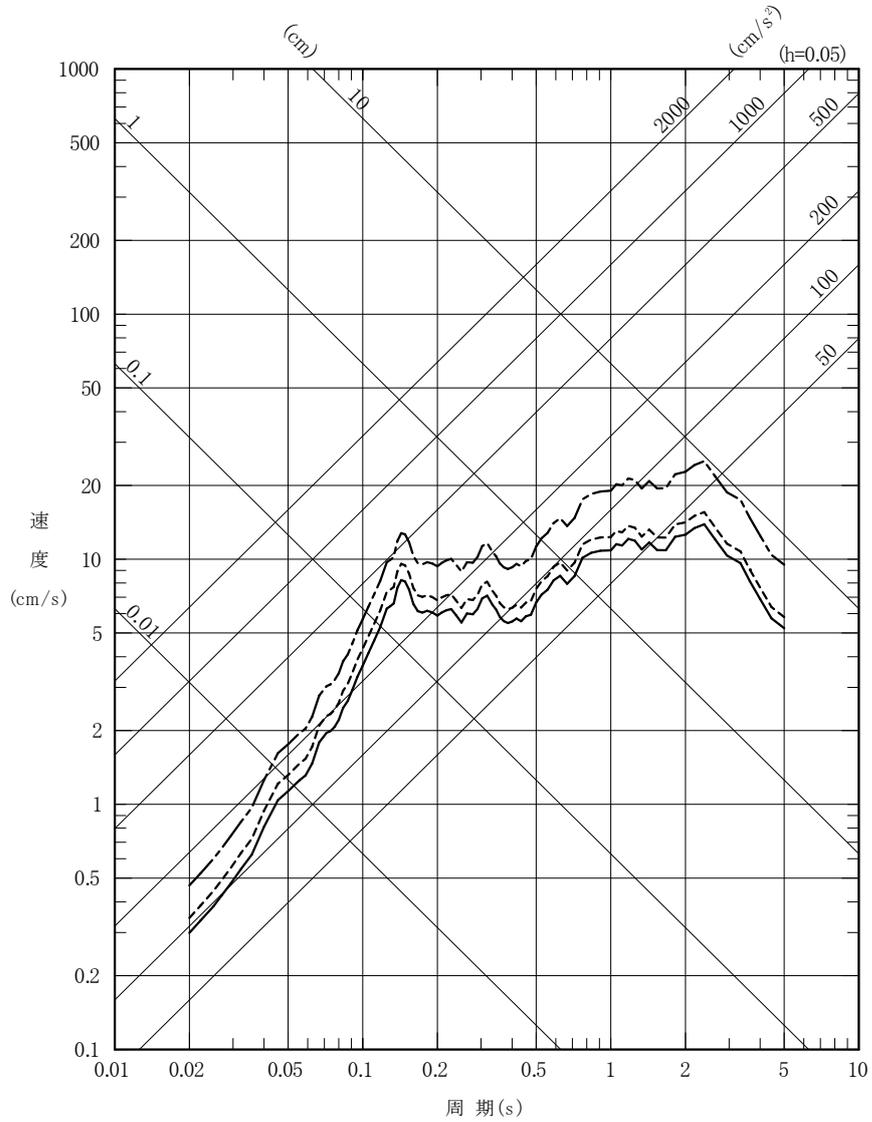
※：2011年4月7日宮城県沖の地震のMと M_w の関係性を踏まえて設定。



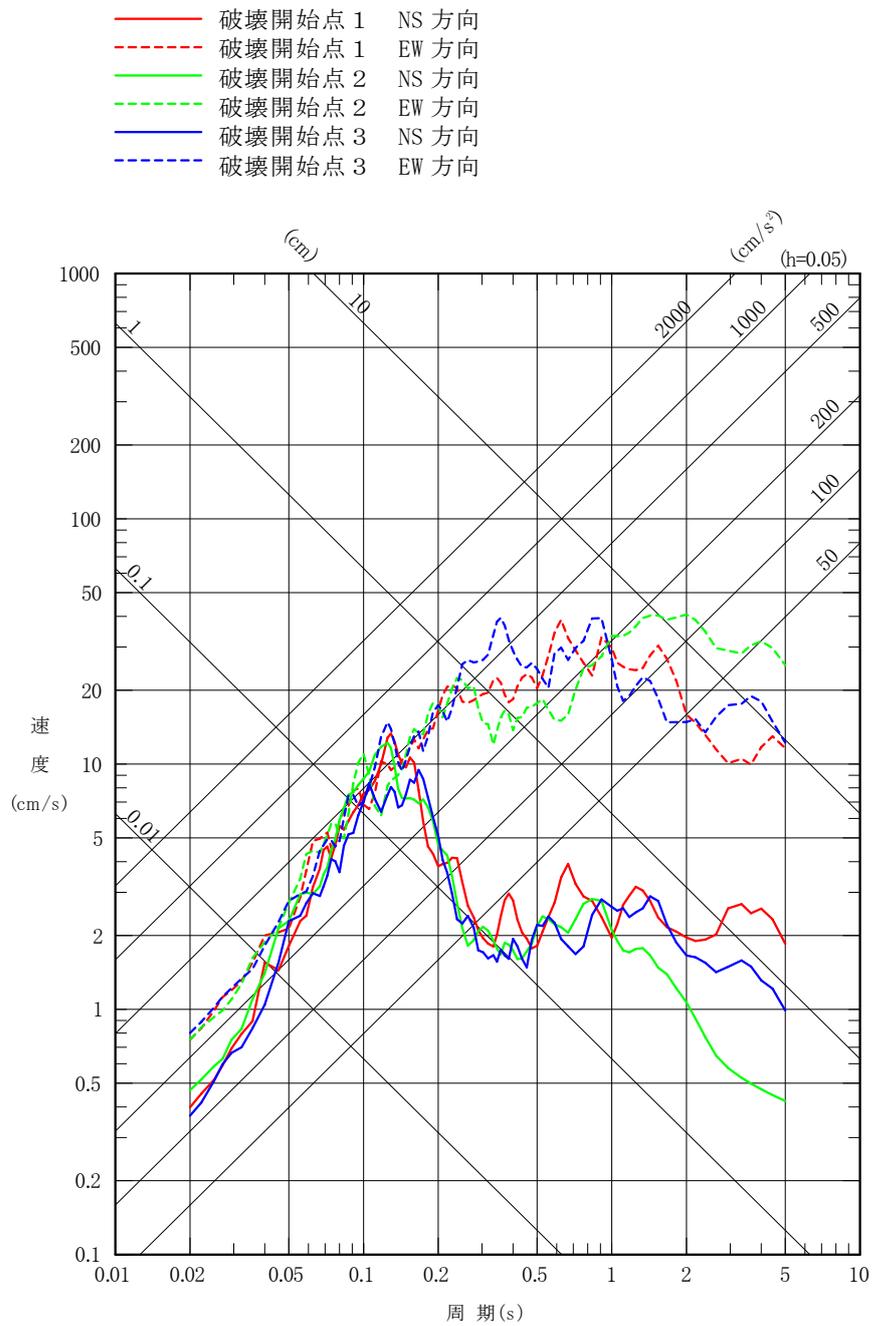
第6-22図(1) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
(応答スペクトルに基づく手法, 水平方向)

- 基本モデル及び短周期レベルの不確かさケース (M7.2, $X_{eq}=89\text{km}$)
- - - 断層位置の不確かさケース (M7.2, $X_{eq}=82\text{km}$)
- — 地震規模の不確かさケース (M7.5*, $X_{eq}=90\text{km}$)

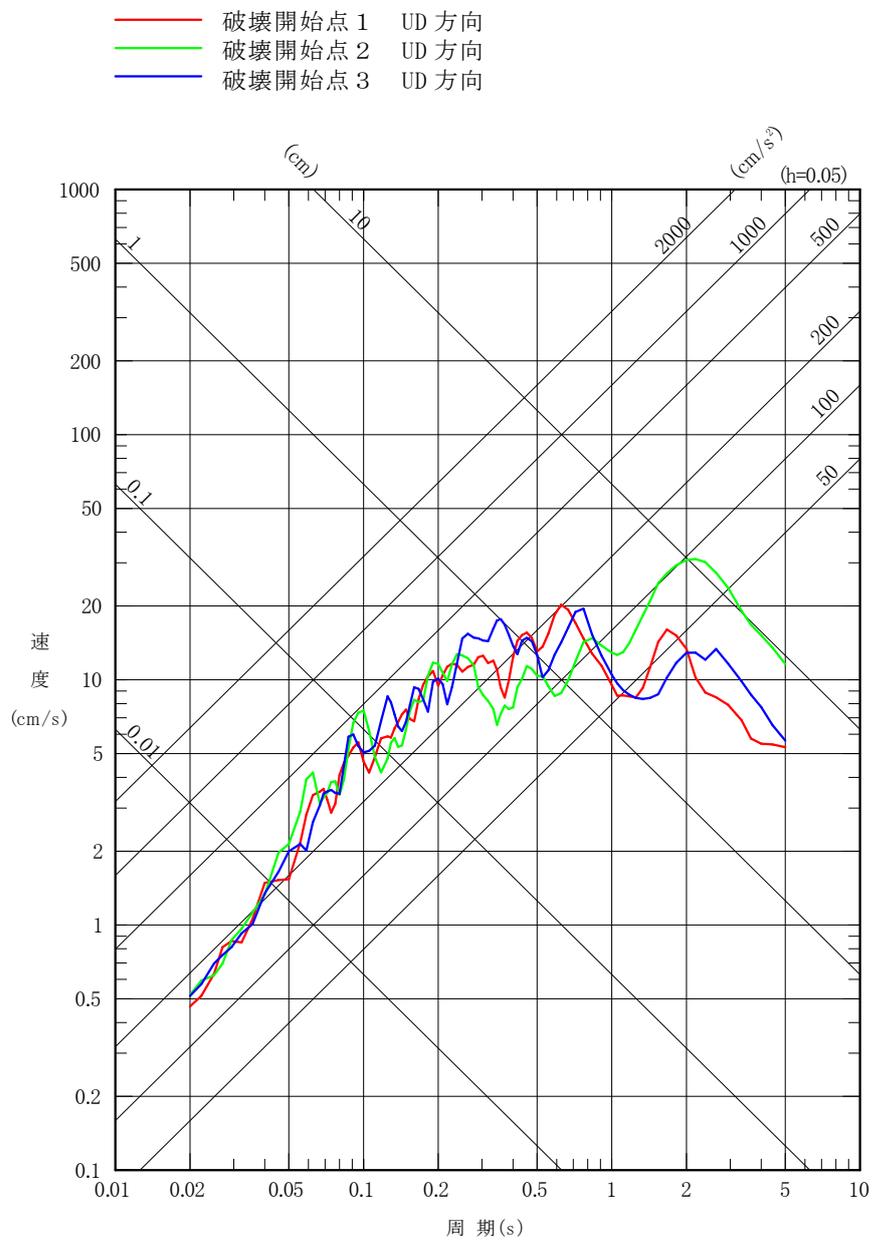
※：2011年4月7日宮城県沖の地震のMと M_w の関係性を踏まえて設定。



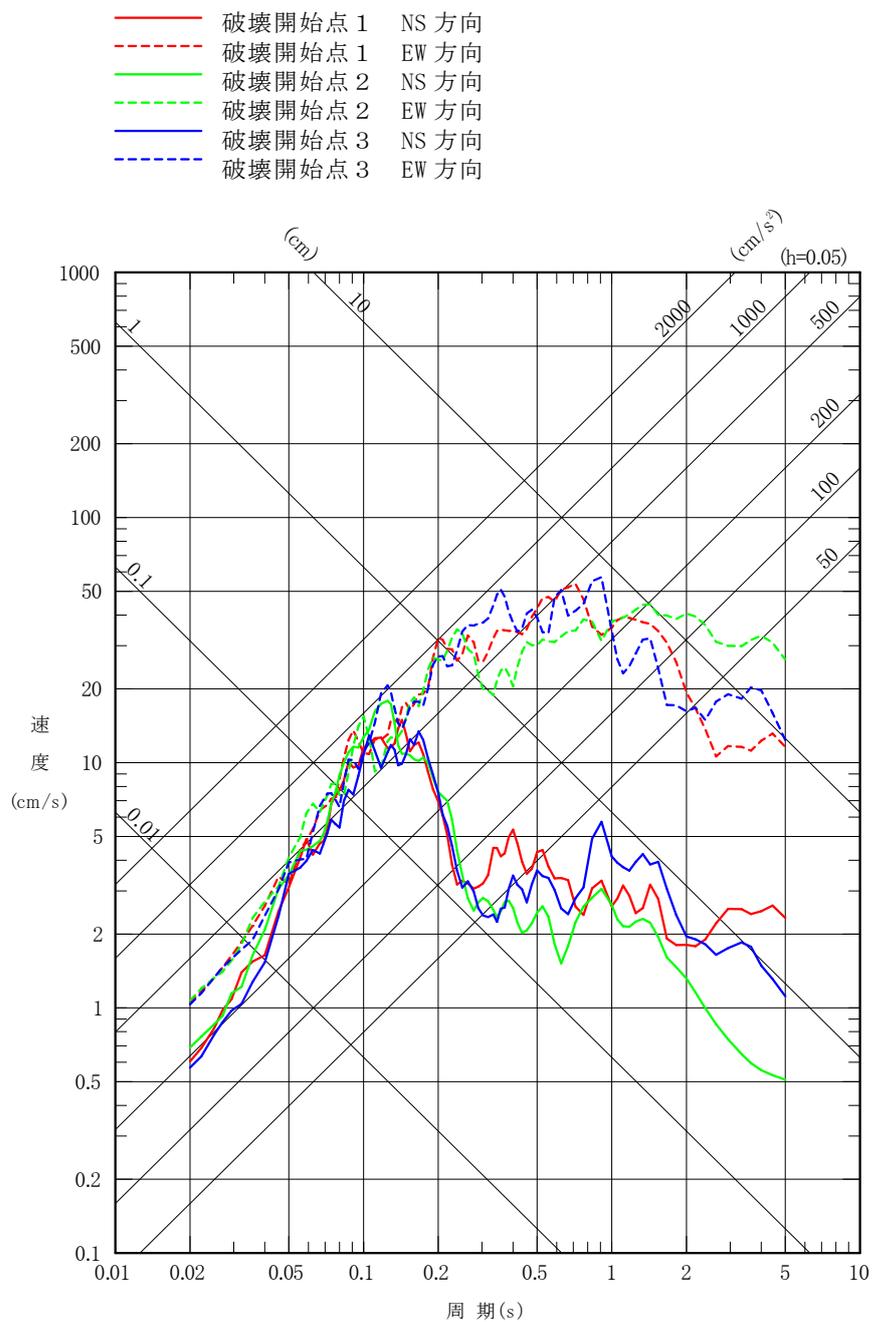
第6-22図(2) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
(応答スペクトルに基づく手法, 鉛直方向)



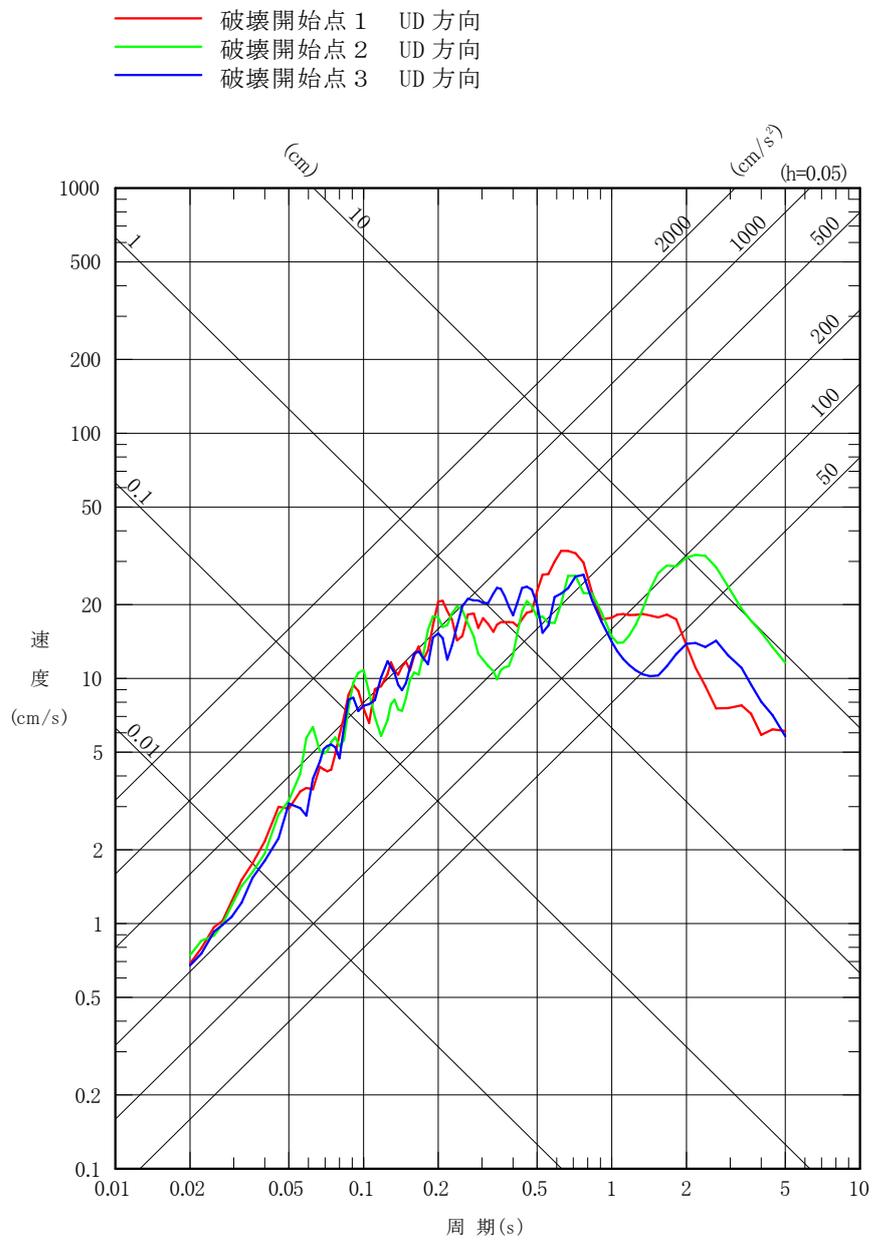
第 6-23 図(1) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
(断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 水平方向)



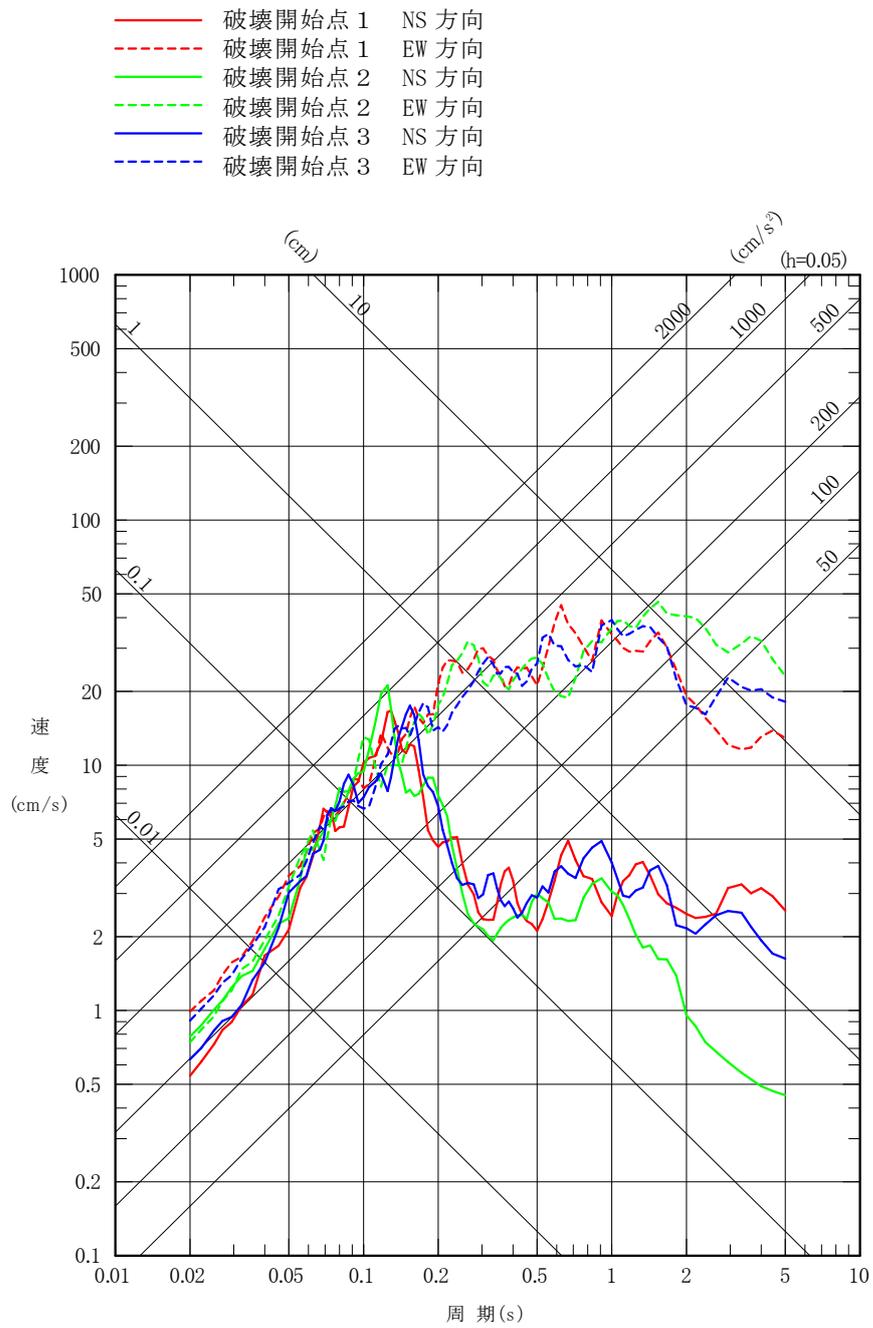
第 6-23 図(2) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 鉛直方向)



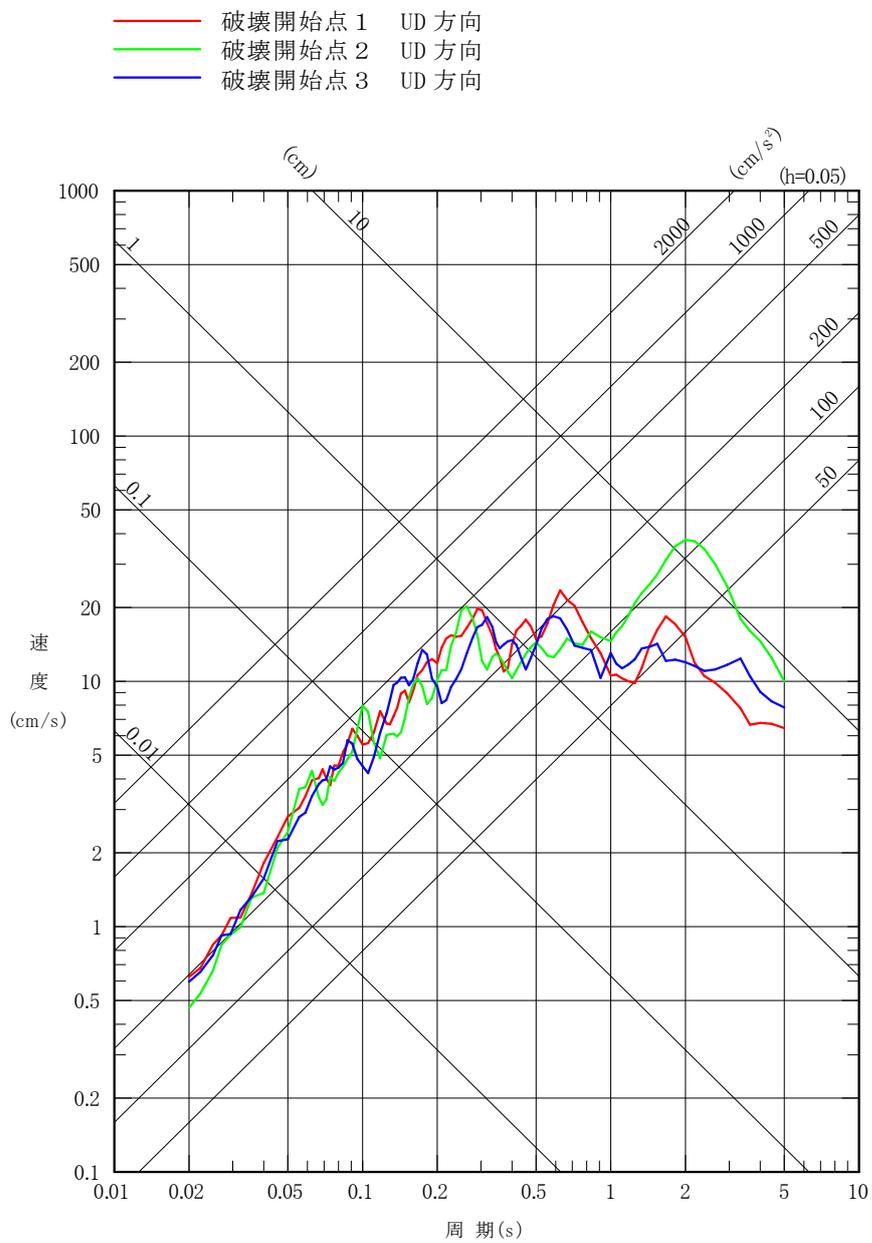
第 6-23 図 (3) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 短周期レベルの不確かさ
 ケース, 水平方向)



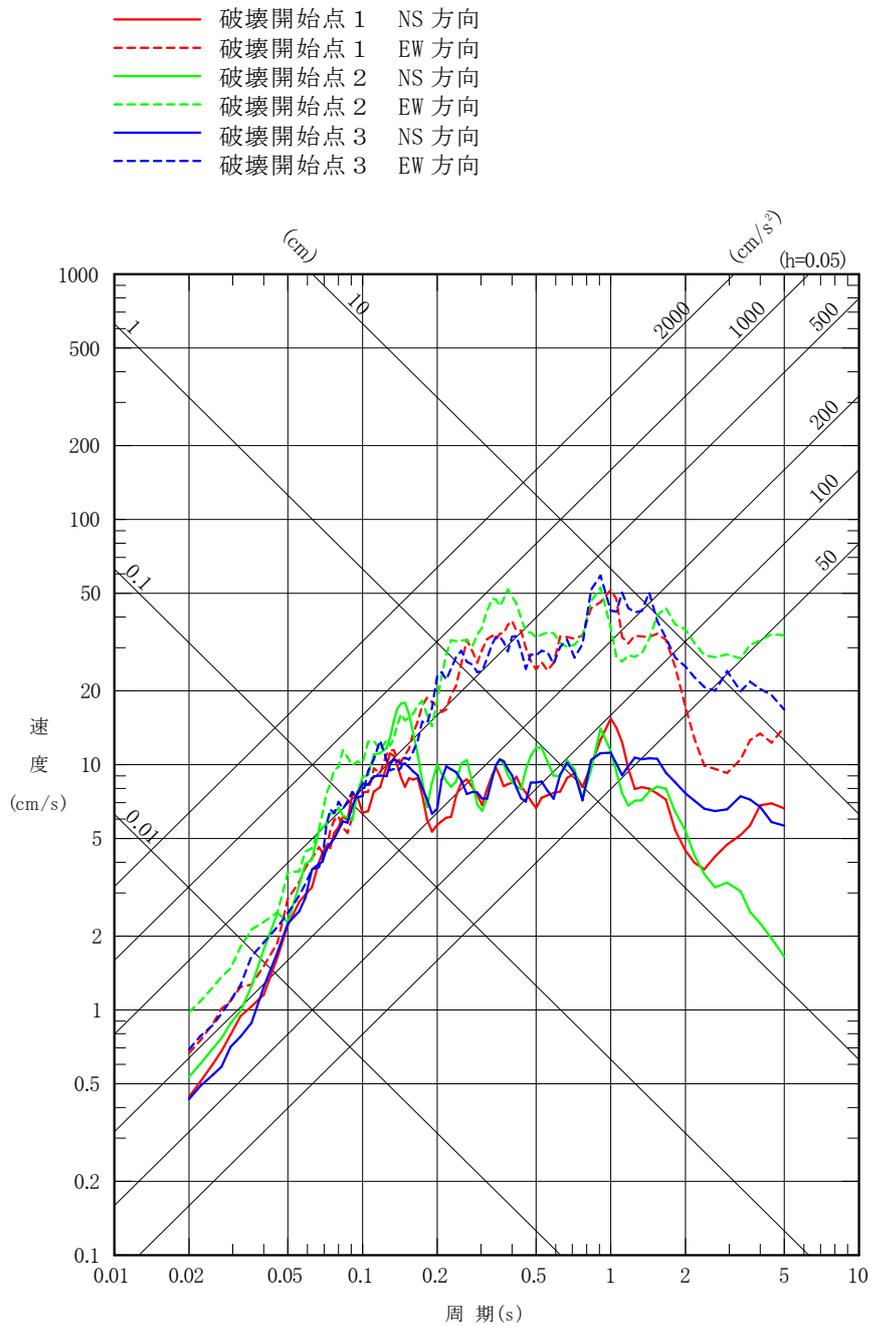
第 6-23 図(4) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 短周期レベルの不確かさ
 ケース, 鉛直方向)



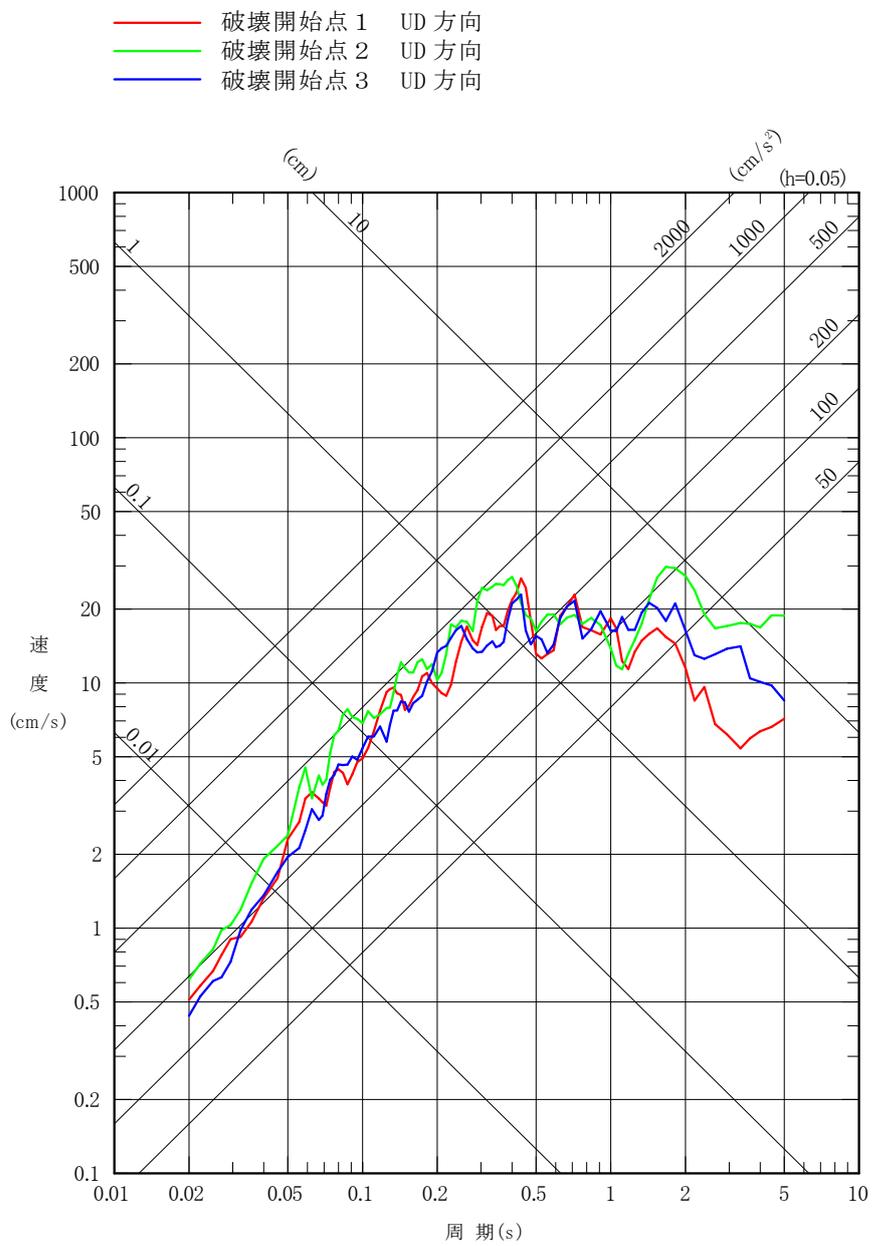
第 6-23 図(5) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 断層位置の不確かさケース,
 水平方向)



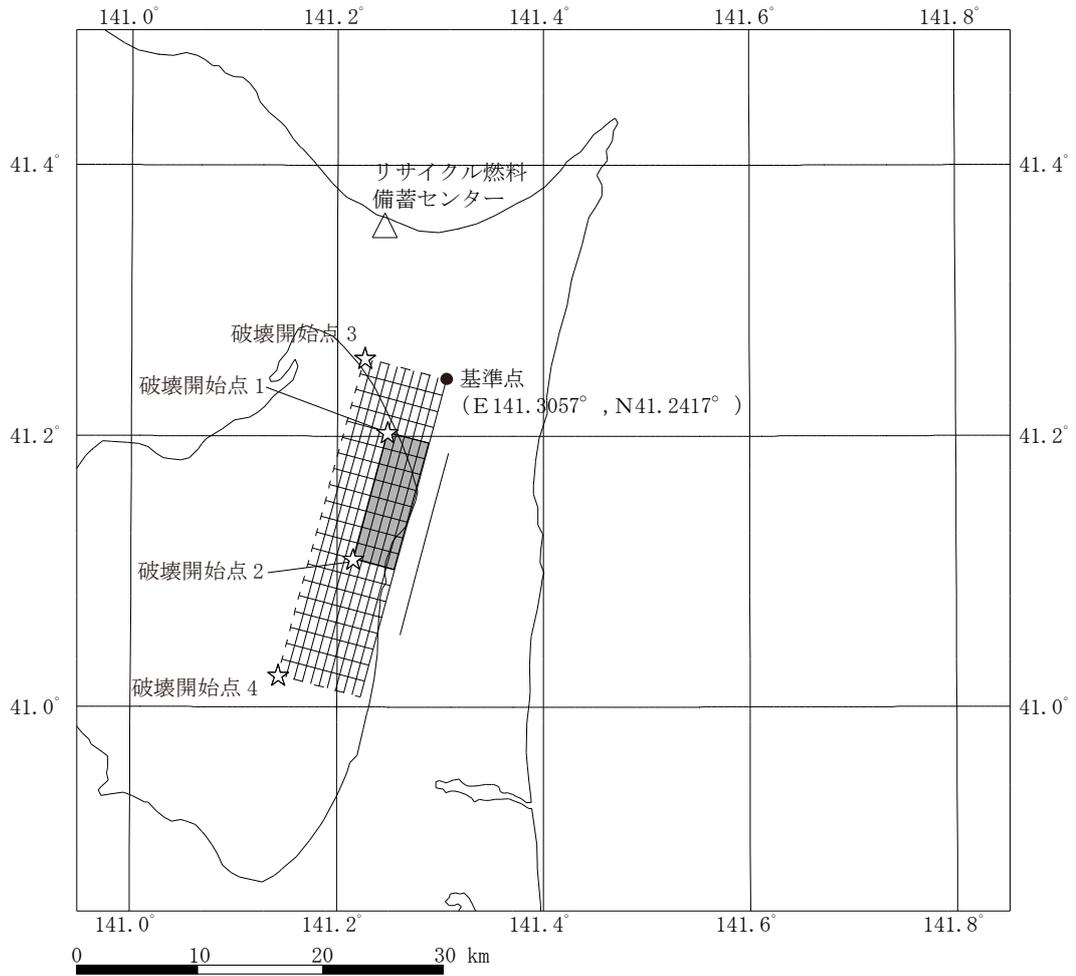
第 6-23 図 (6) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 断層位置の不確かさケース,
 鉛直方向)



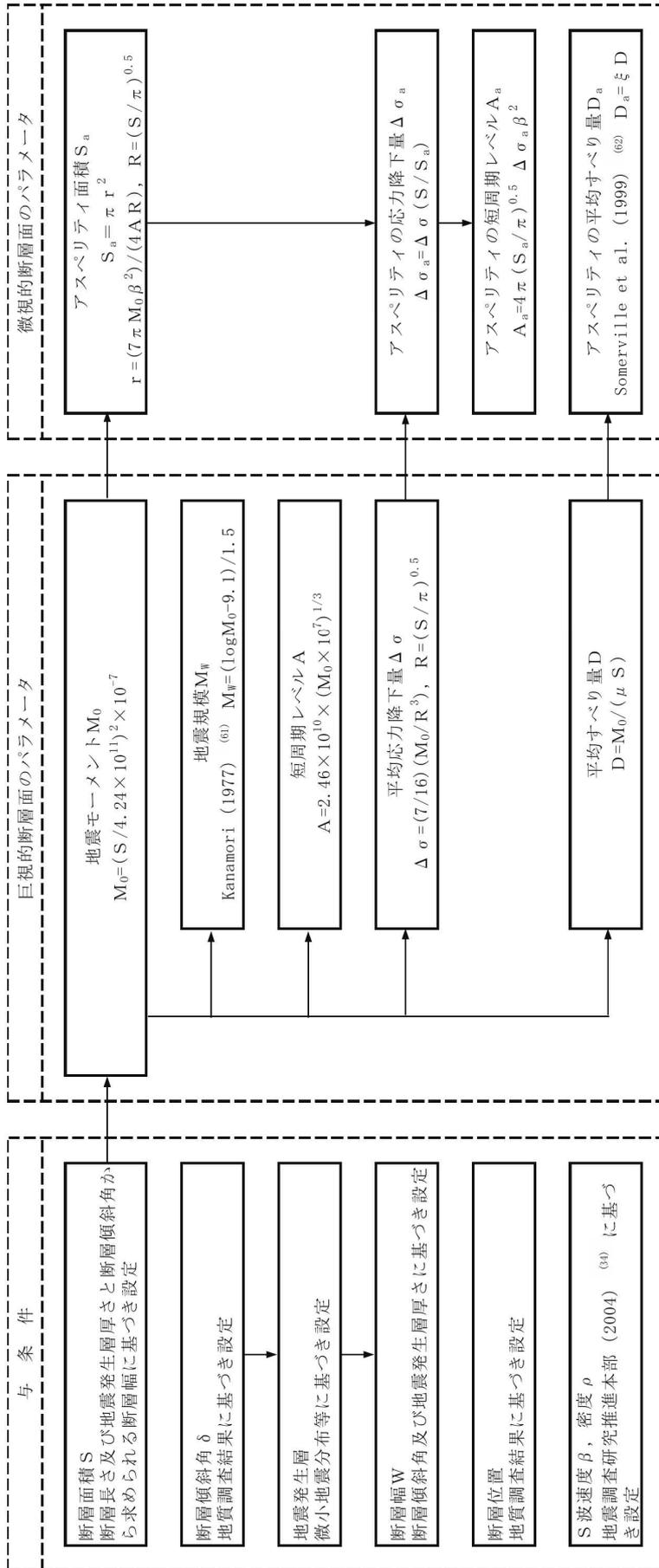
第 6-23 図(7) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
(断層モデルを用いた手法, 地震規模の不確かさケース,
水平方向)



第 6-23 図 (8) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 地震規模の不確かさケース,
 鉛直方向)

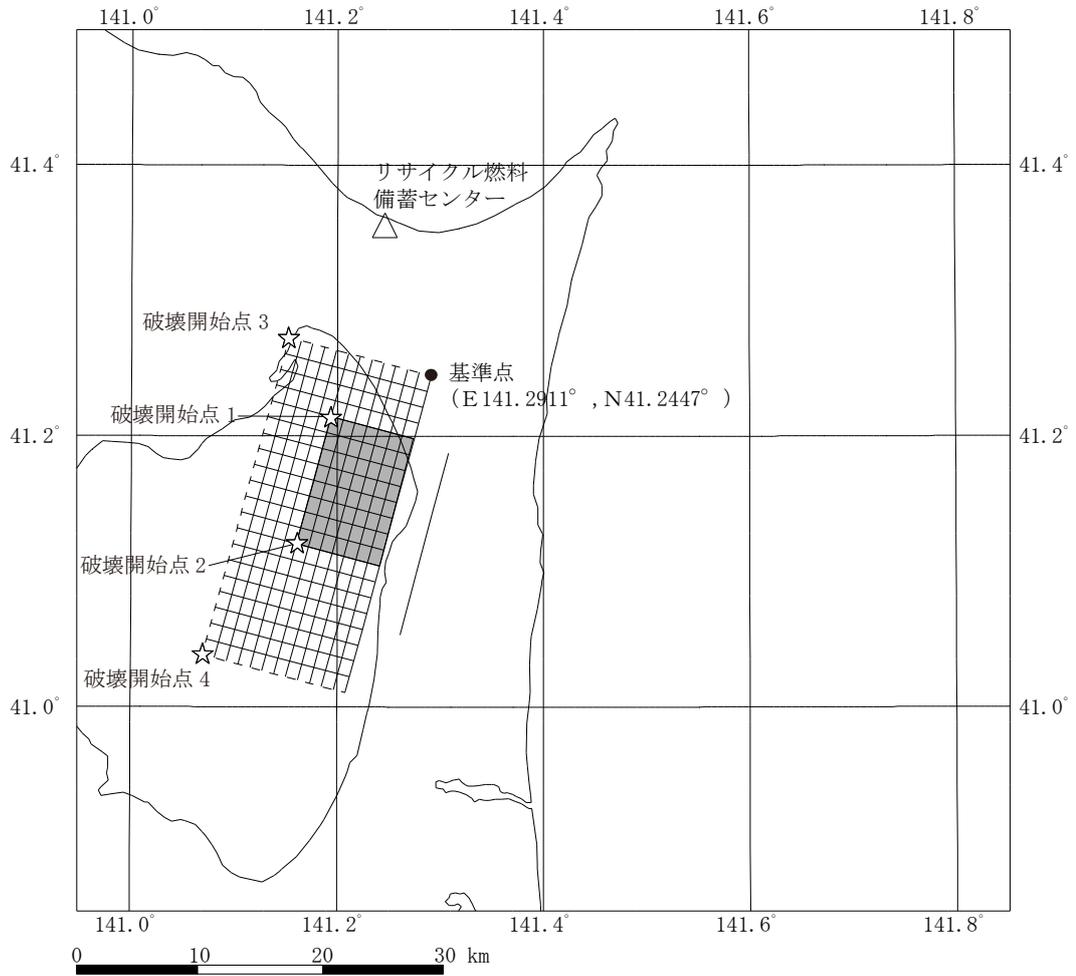


第 6-24 図 「横浜断層による地震」の断層モデル
(基本モデル及び応力降下量の不確かさケース)

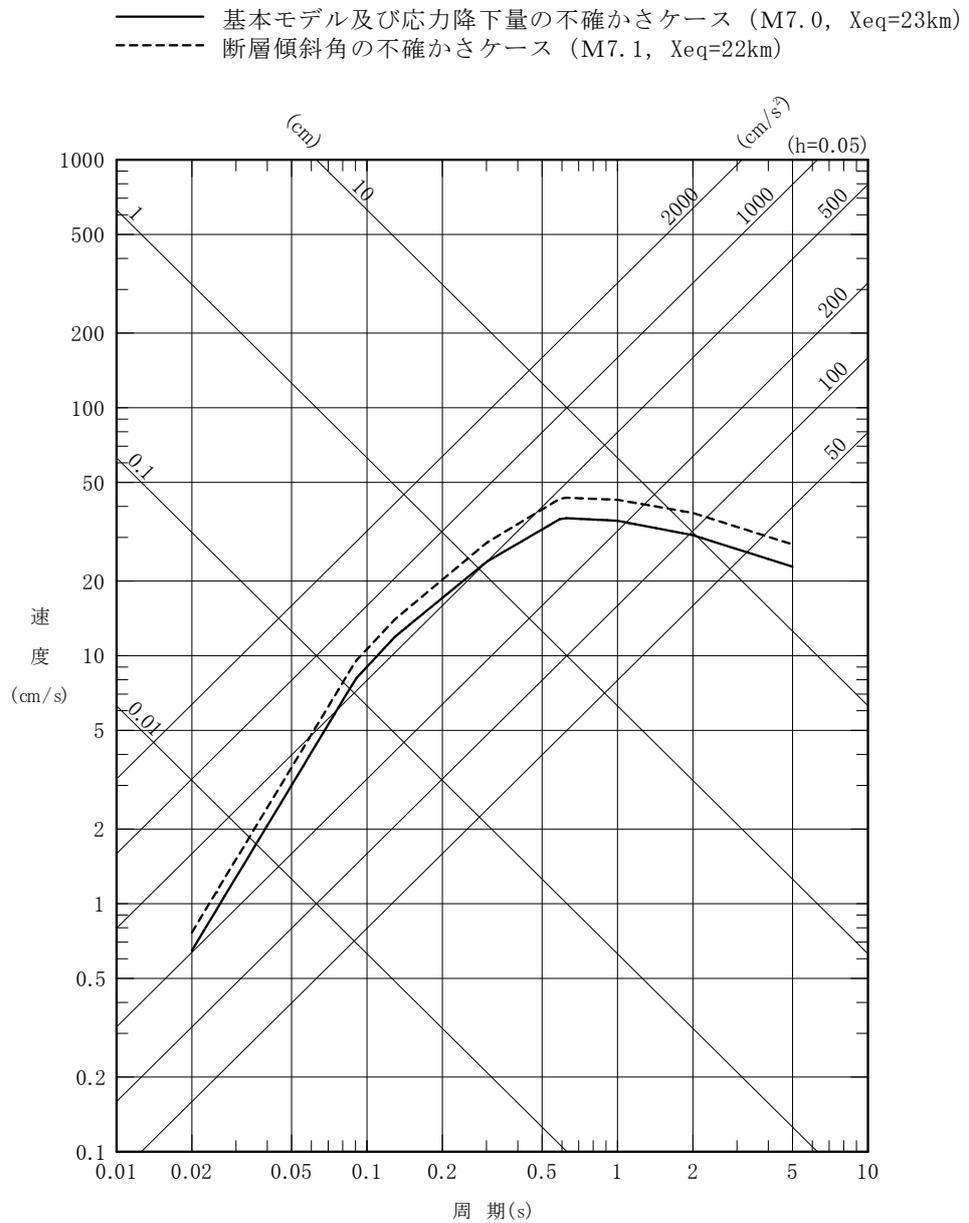


参考文献を付記していない数式は、地震調査研究推進本部 (2017) ⁽⁵⁹⁾ による。

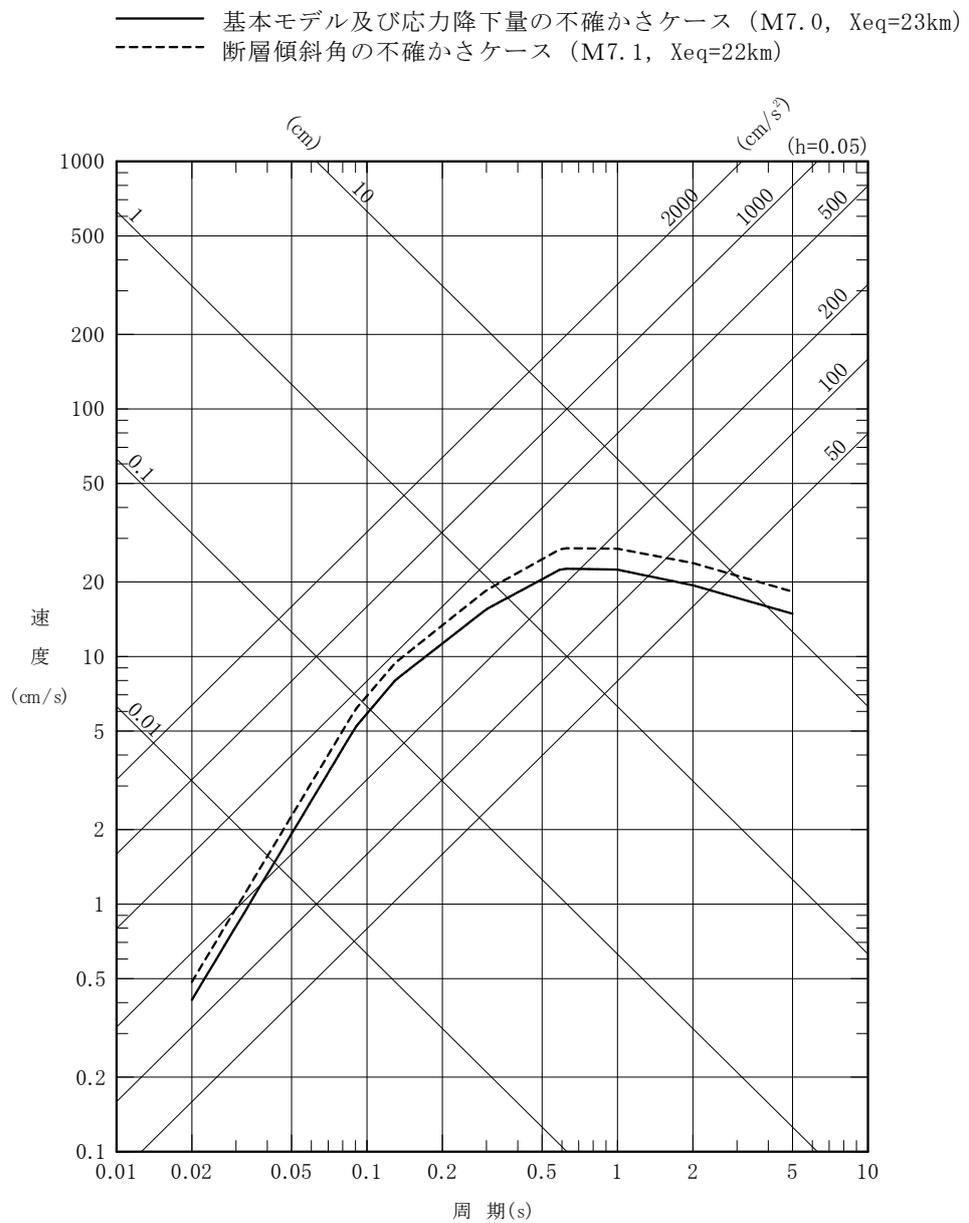
第 6-25 図 「横浜断層による地震」の断層モデルのパラメータの設定フロー



第 6-26 図 「横浜断層による地震」の断層モデル
(断層傾斜角の不確かさケース)



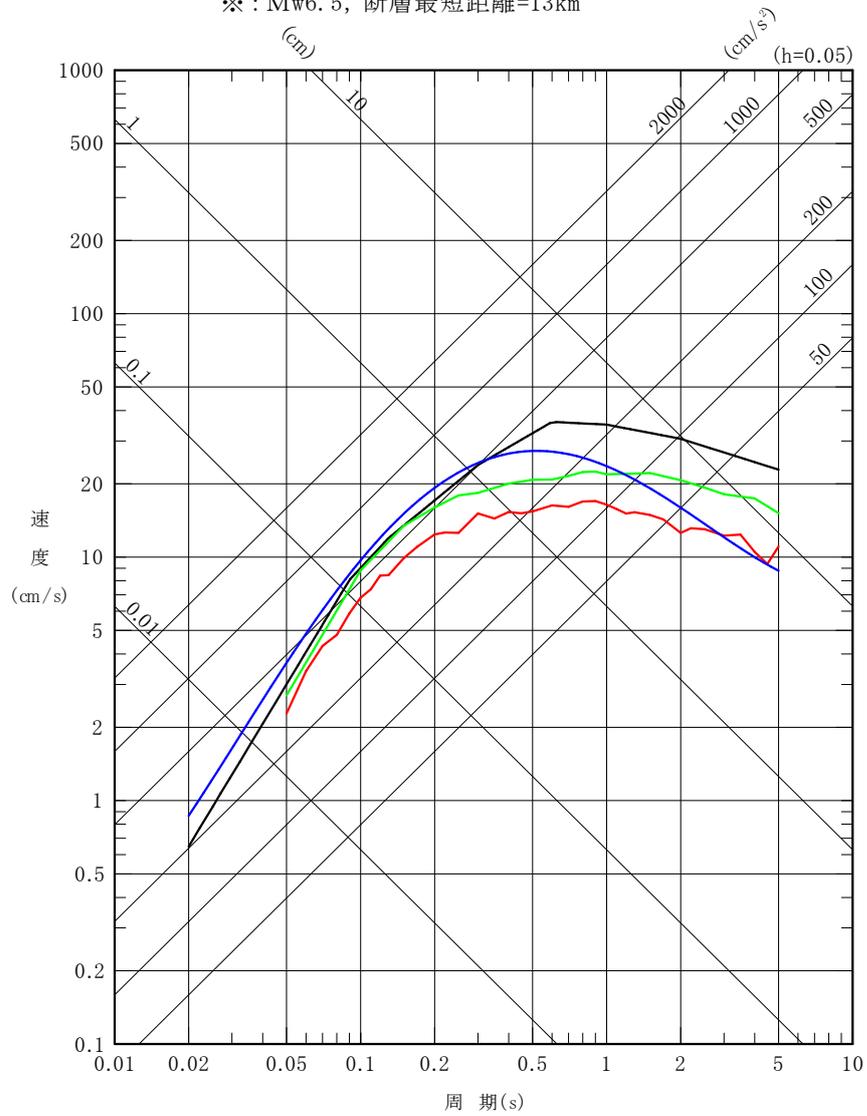
第 6-27 図(1) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (応答スペクトルに基づく手法, 水平方向)



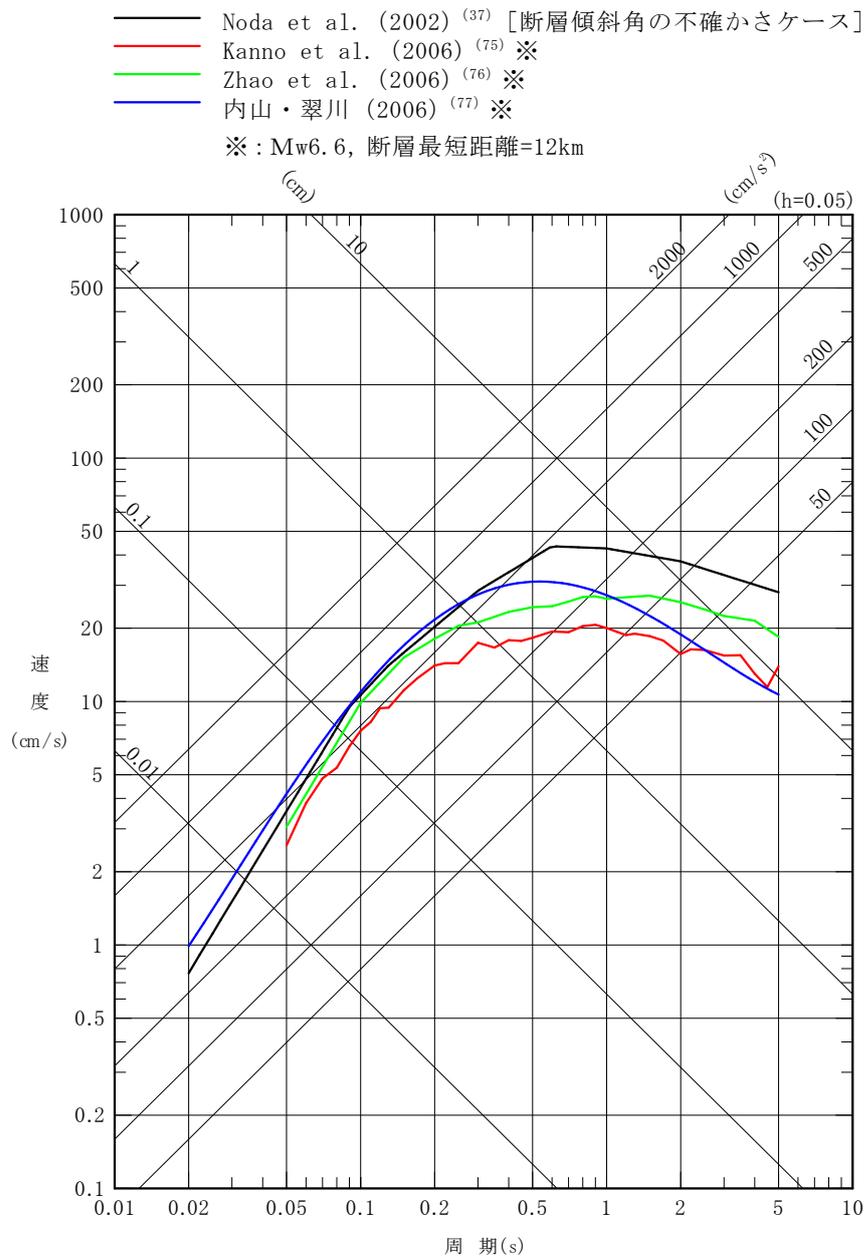
第 6-27 図(2) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (応答スペクトルに基づく手法, 鉛直方向)

- Noda et al. (2002) ⁽³⁷⁾ [基本モデル及び応力降下量の不確かさケース]
- Kanno et al. (2006) ⁽⁷⁵⁾ ※
- Zhao et al. (2006) ⁽⁷⁶⁾ ※
- 内山・翠川 (2006) ⁽⁷⁷⁾ ※

※ : Mw6.5, 断層最短距離=13km

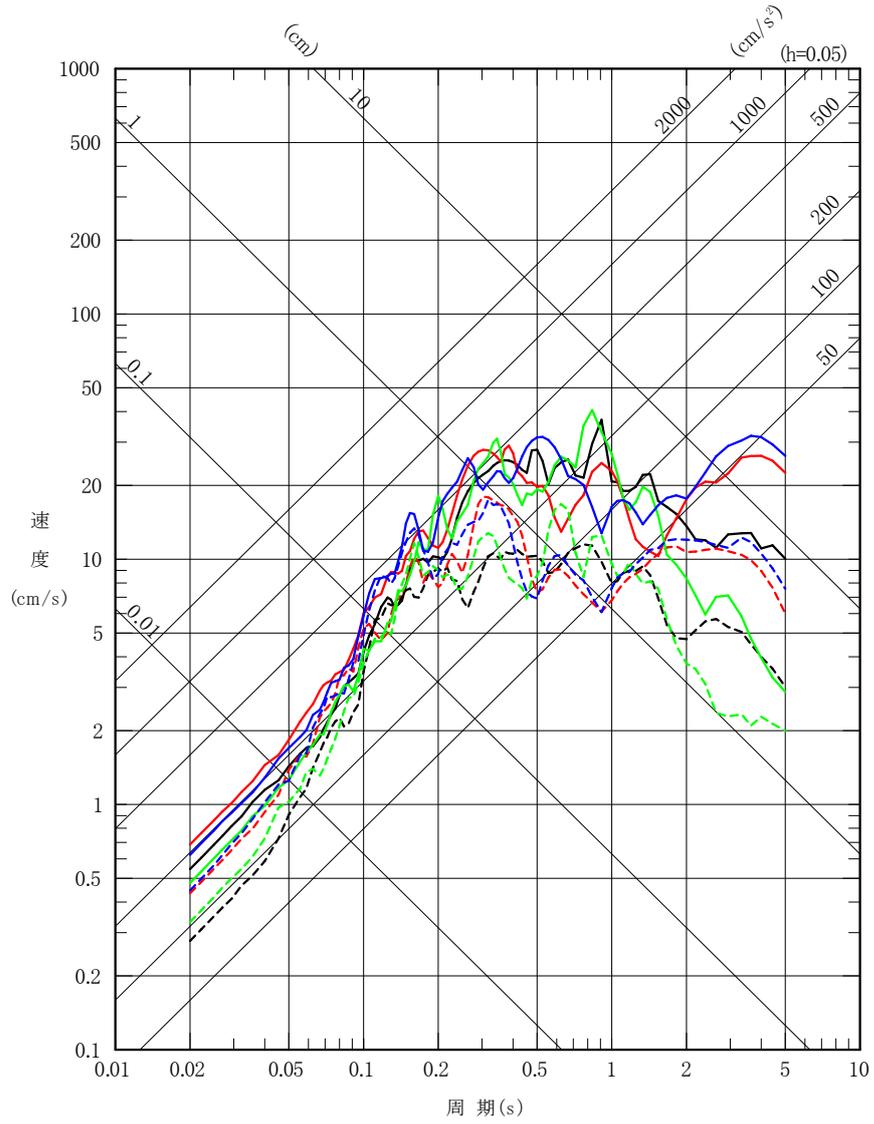


第 6-28 図(1) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (他の距離減衰式に基づく応答スペクトル, 基本モデル及び応力降下量の不確かさケース, 水平方向)

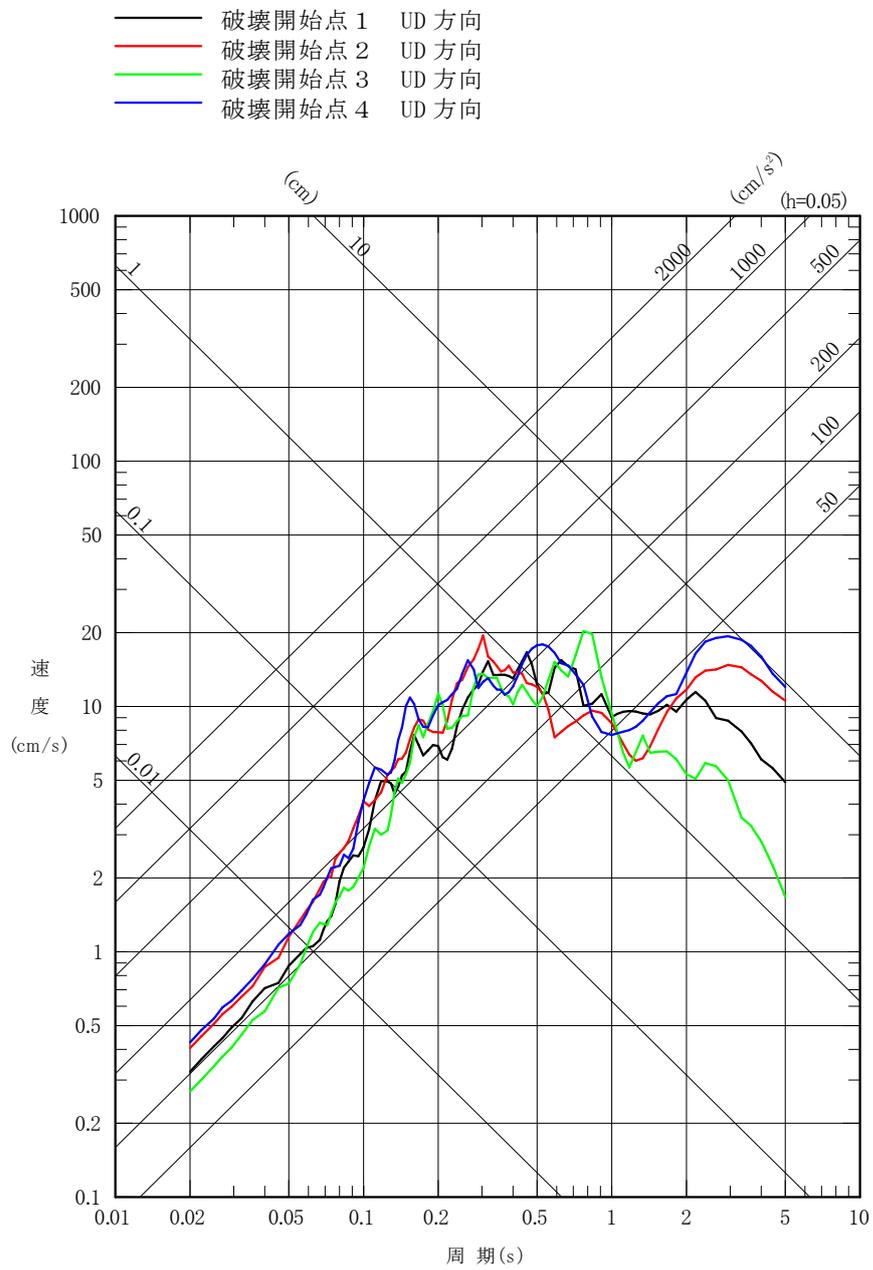


第 6-28 図(2) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (他の距離減衰式に基づく応答スペクトル, 基本モデル及び応力降下量の不確かさケース, 鉛直方向)

- 破壊開始点 1 NS 方向
- - - 破壊開始点 1 EW 方向
- 破壊開始点 2 NS 方向
- - - 破壊開始点 2 EW 方向
- 破壊開始点 3 NS 方向
- - - 破壊開始点 3 EW 方向
- 破壊開始点 4 NS 方向
- - - 破壊開始点 4 EW 方向

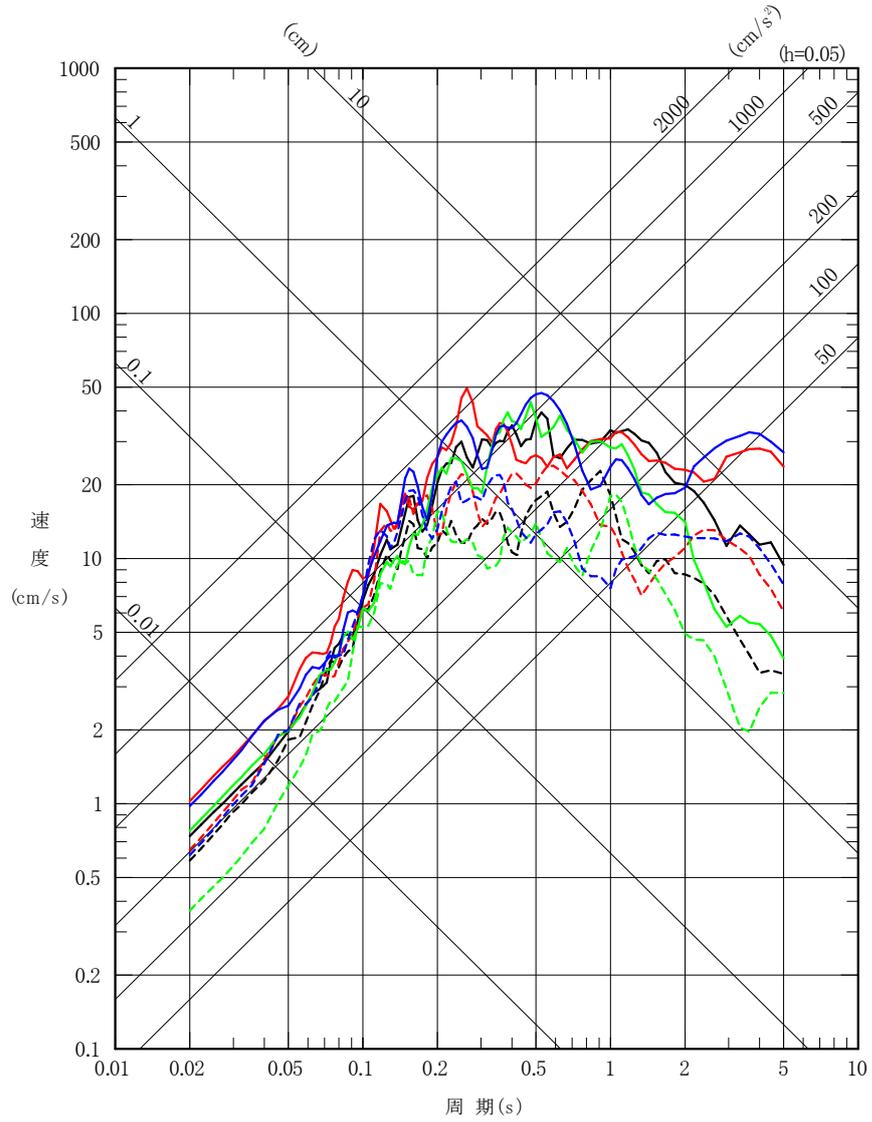


第 6-29 図(1) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
(断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 水平方向)

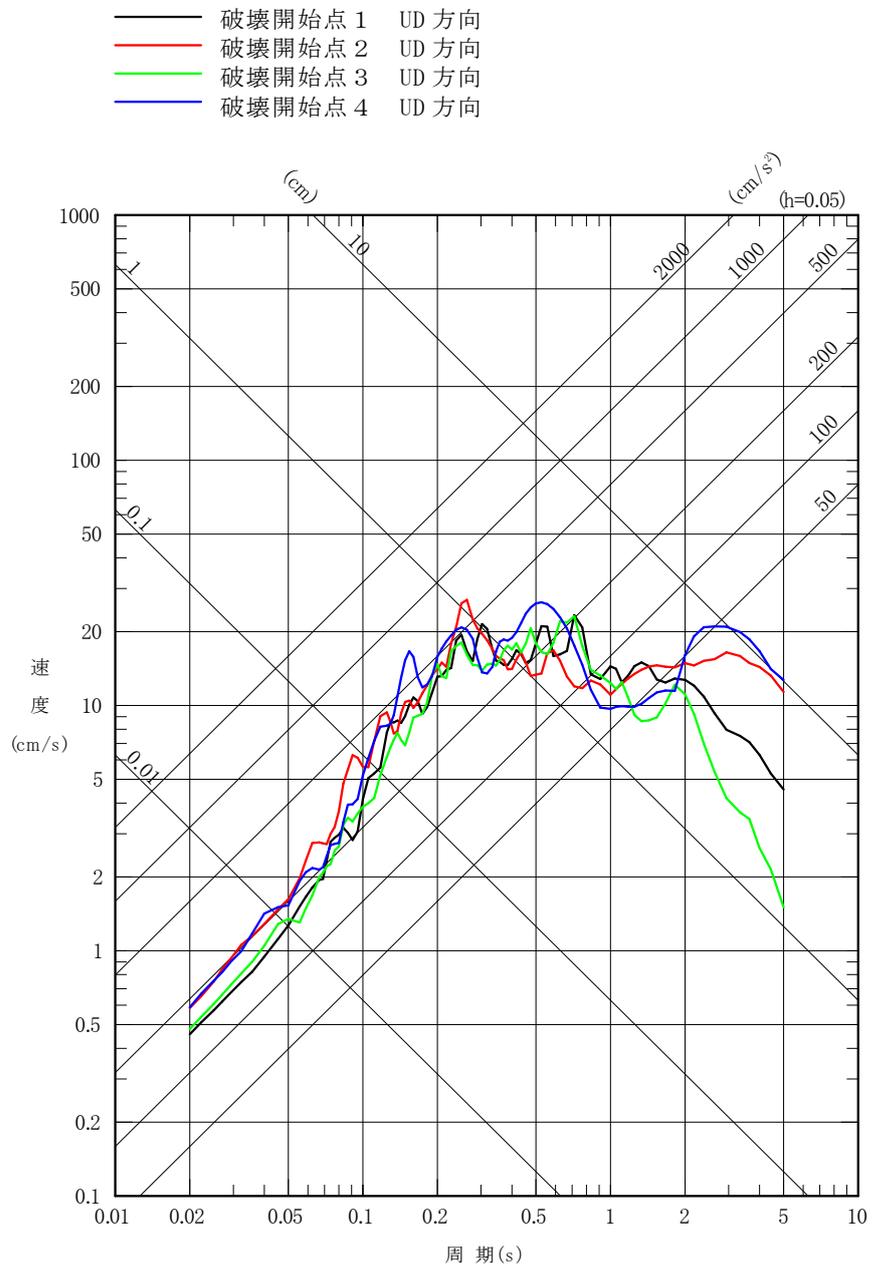


第 6-29 図(2) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 基本モデル, 鉛直方向)

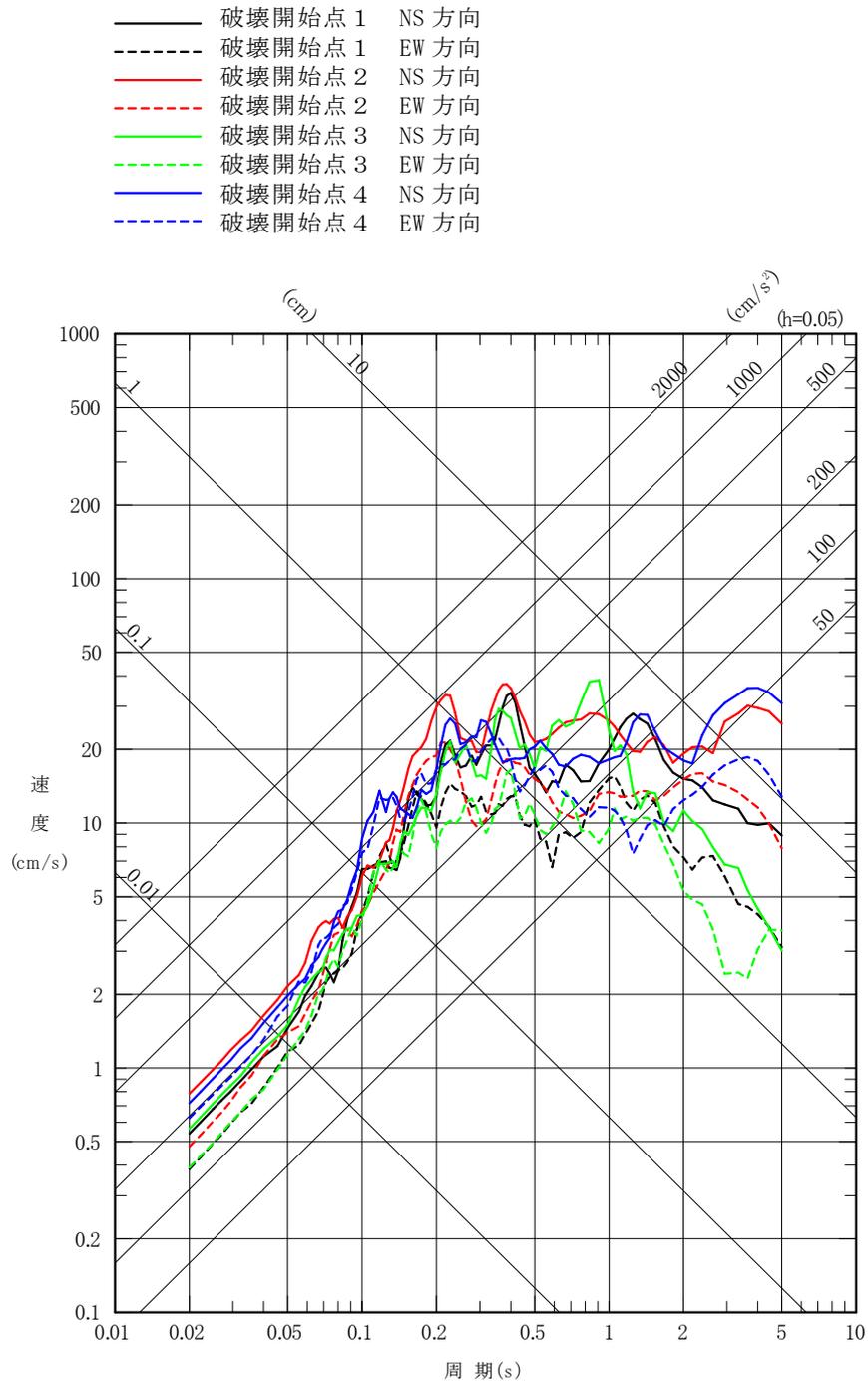
- 破壊開始点 1 NS 方向
- - - 破壊開始点 1 EW 方向
- 破壊開始点 2 NS 方向
- - - 破壊開始点 2 EW 方向
- 破壊開始点 3 NS 方向
- - - 破壊開始点 3 EW 方向
- 破壊開始点 4 NS 方向
- - - 破壊開始点 4 EW 方向



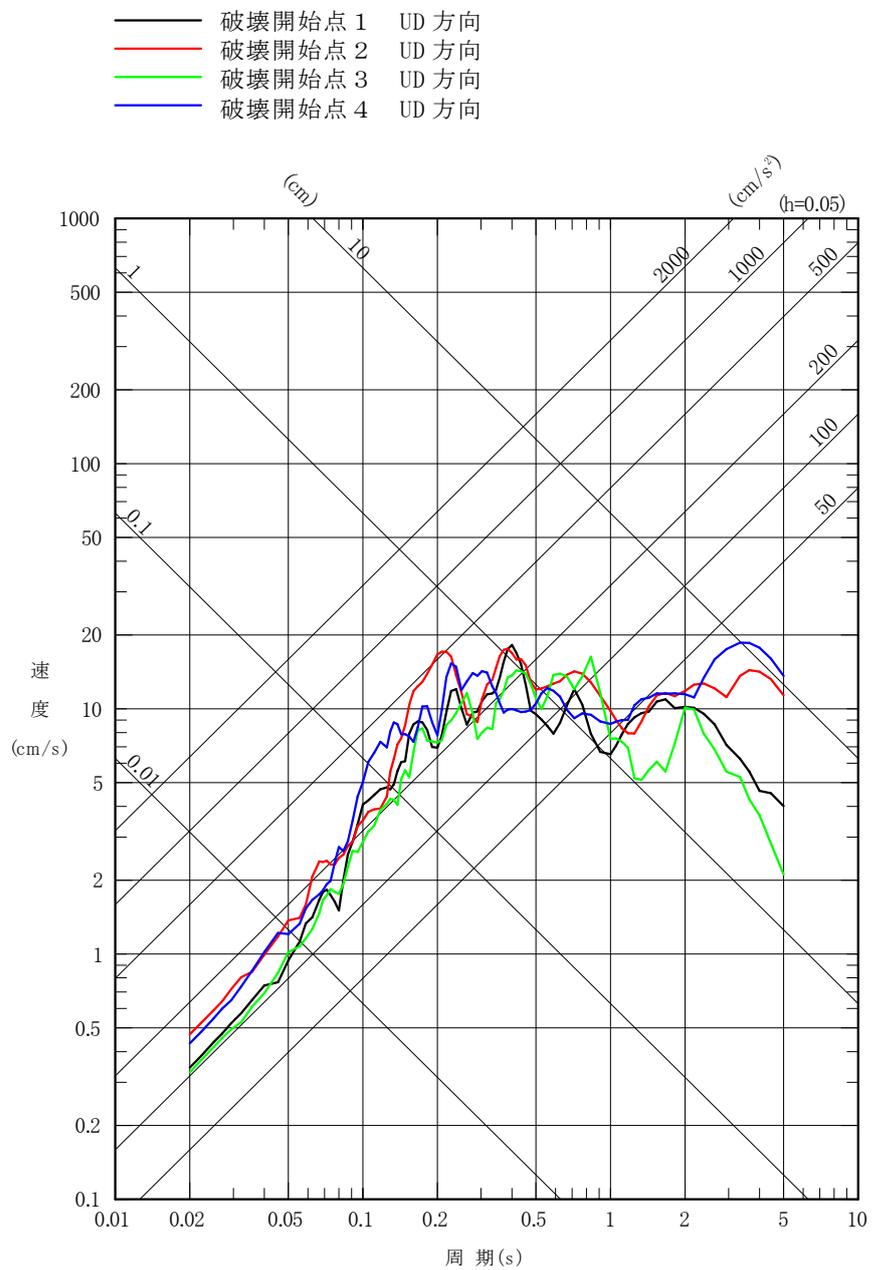
第 6-29 図(3) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 応力降下量の不確かさ
 ケース, 水平方向)



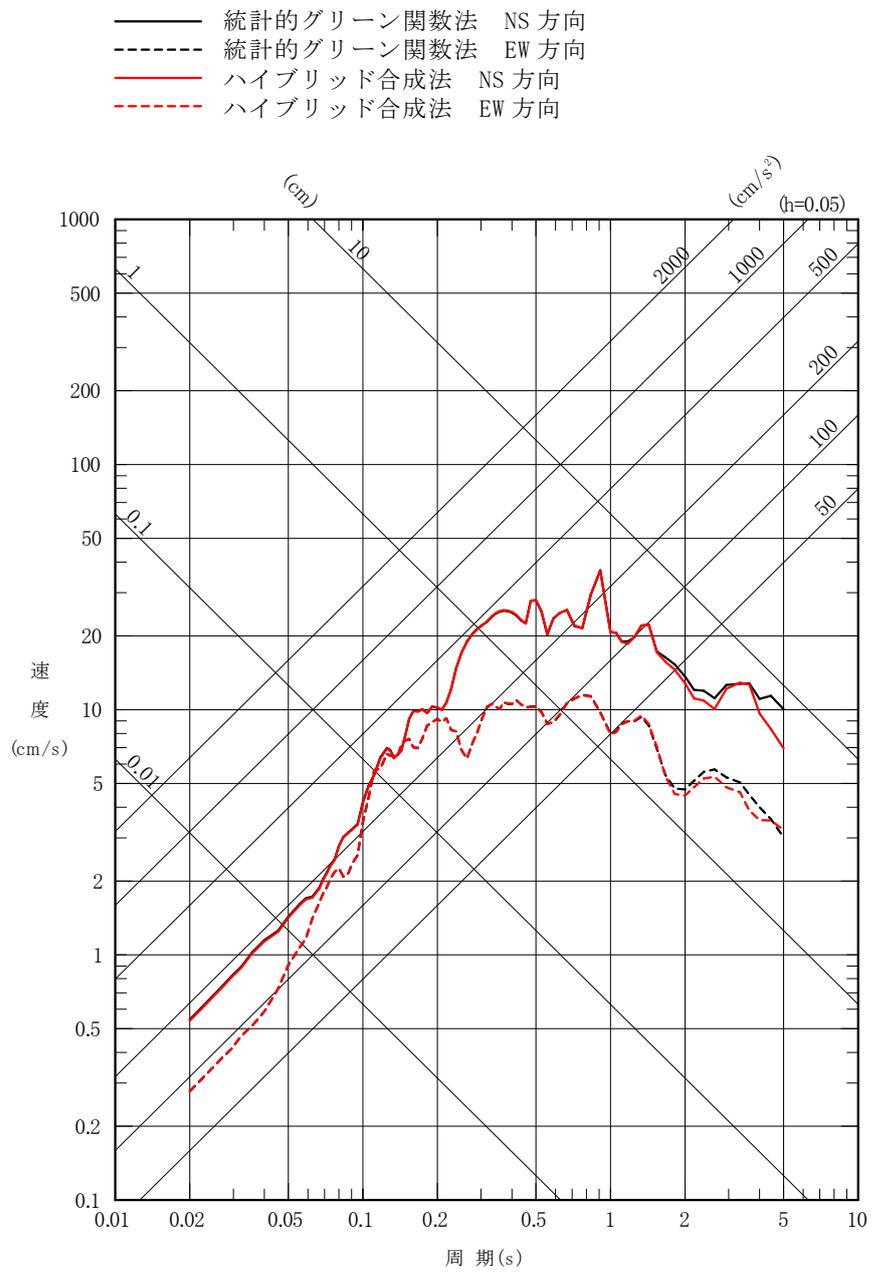
第 6-29 図(4) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 応力降下量の不確かさ
 ケース, 鉛直方向)



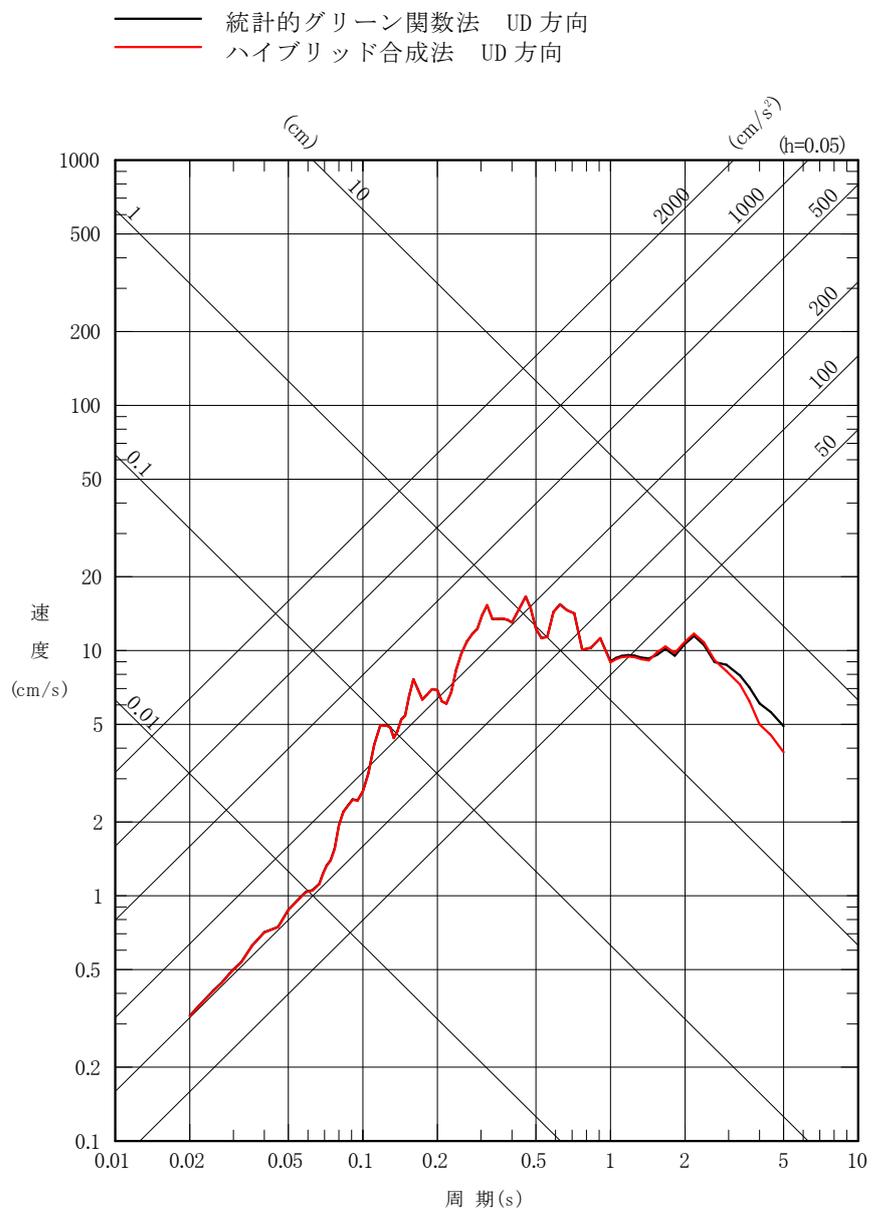
第 6-29 図(5) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 断層傾斜角の不確かさ
 ケース, 水平方向)



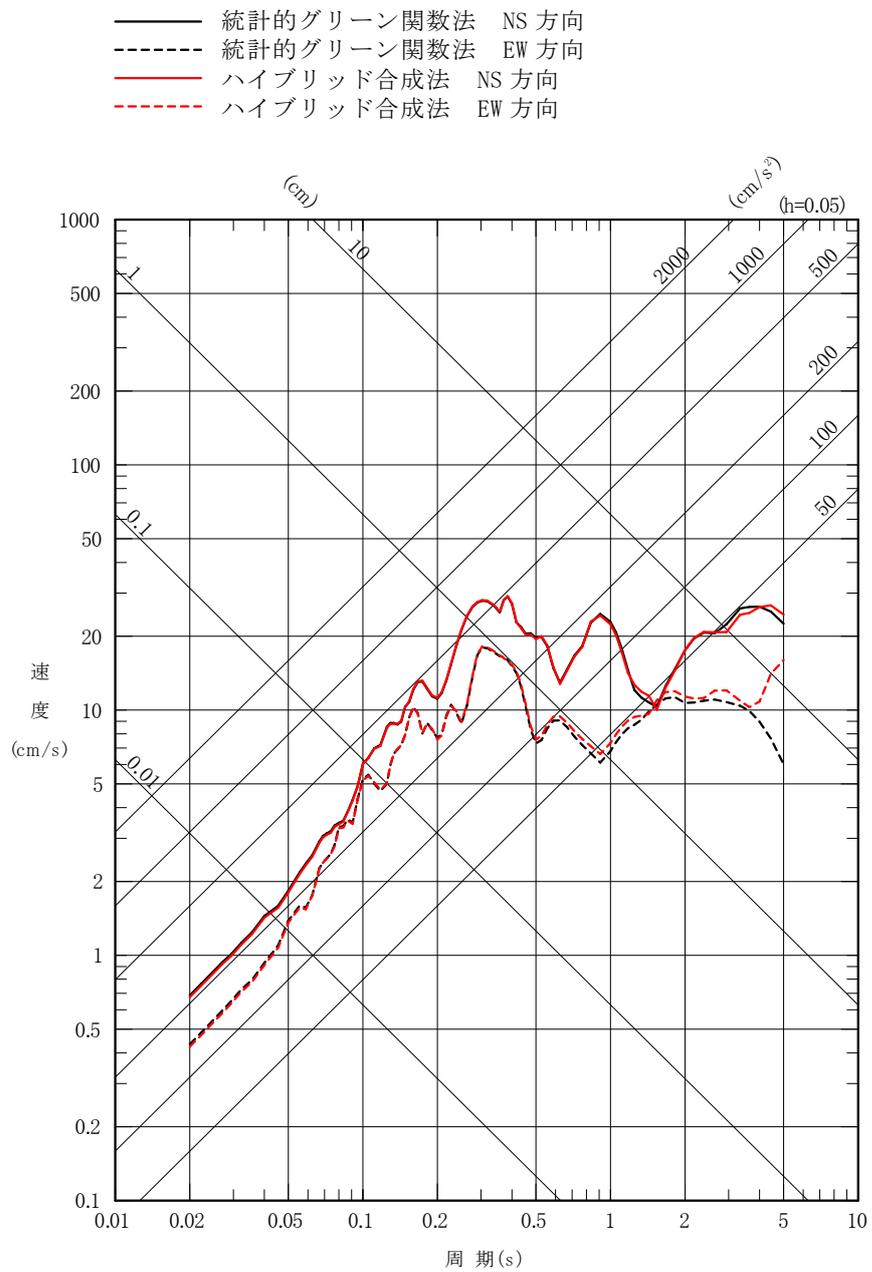
第 6-29 図(6) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (断層モデルを用いた手法, 断層傾斜角の不確かさ
 ケース, 鉛直方向)



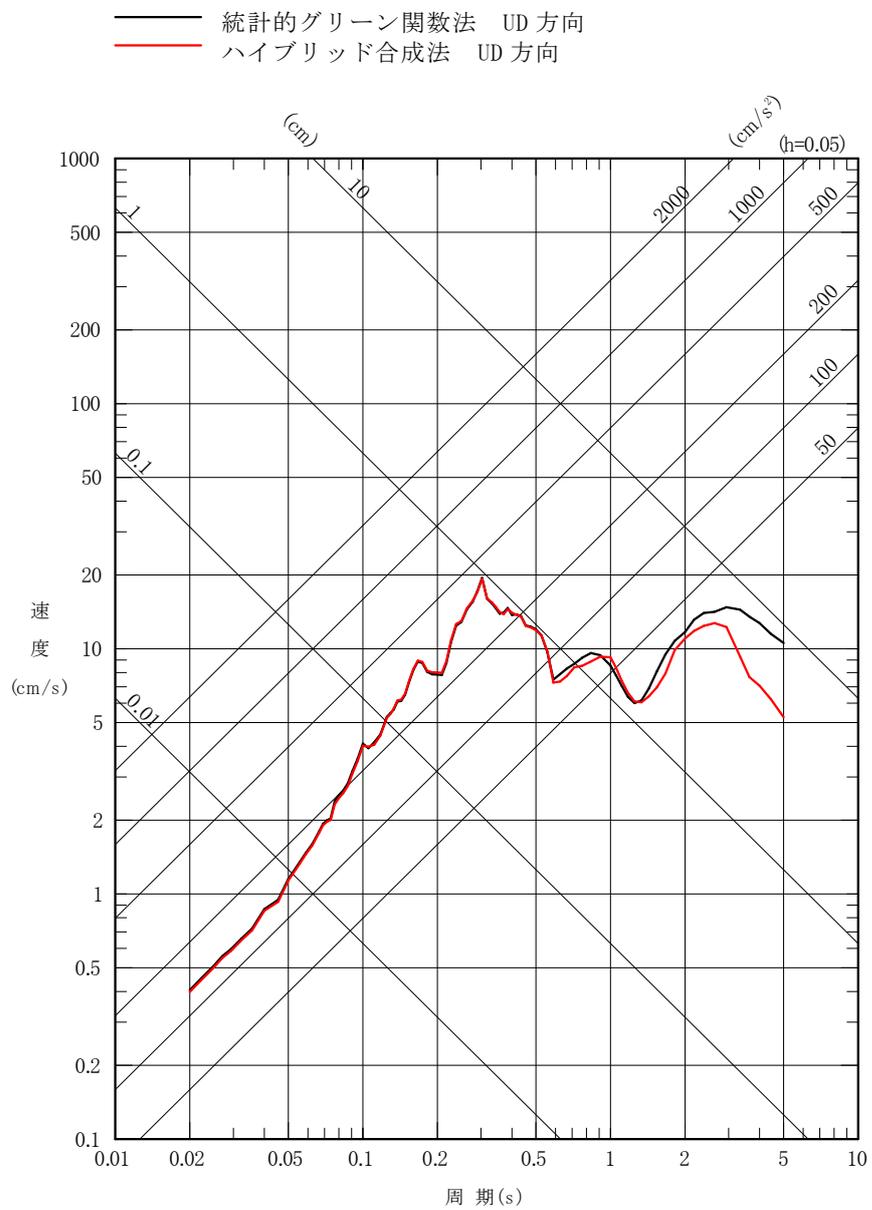
第 6-30 図(1) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 1,
 水平方向)



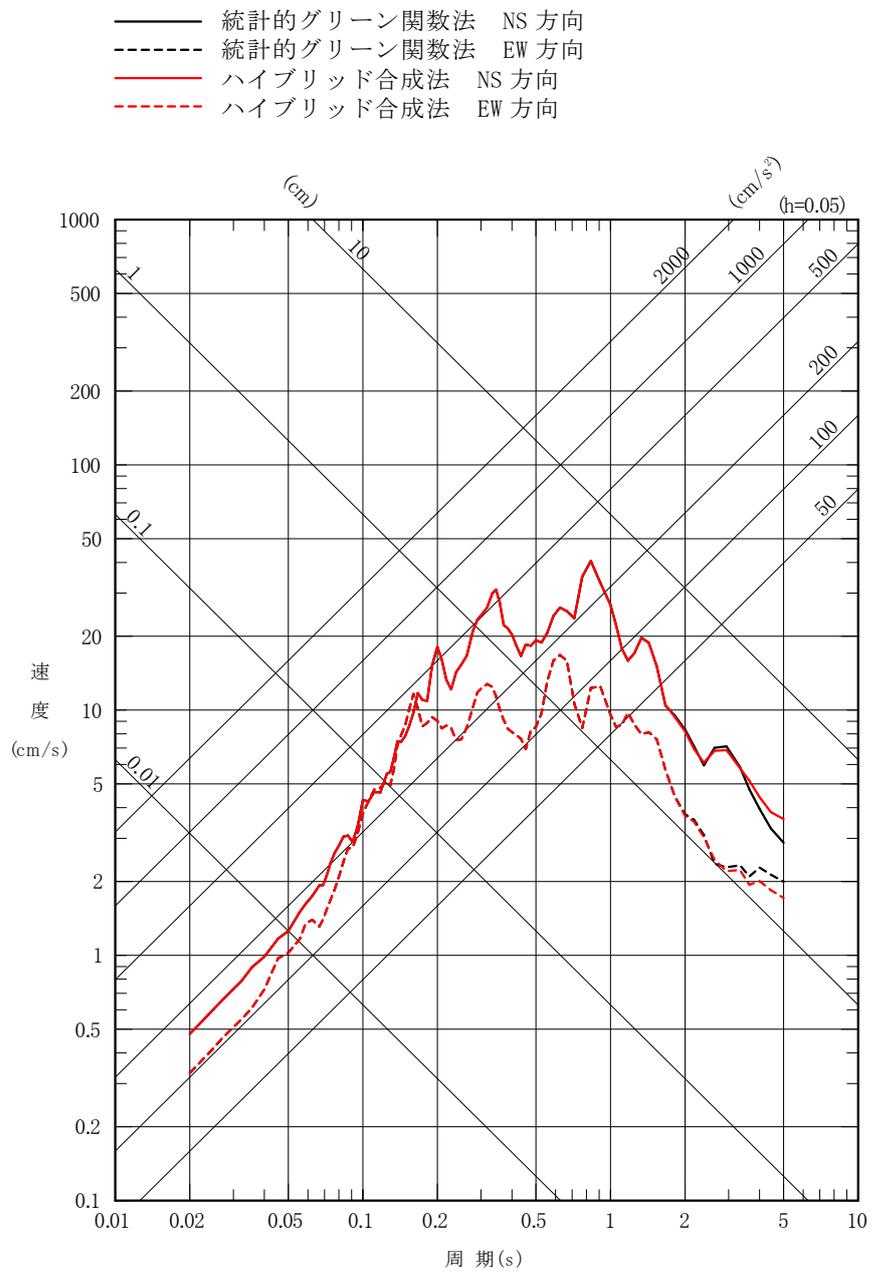
第 6-30 図(2) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 1,
 鉛直方向)



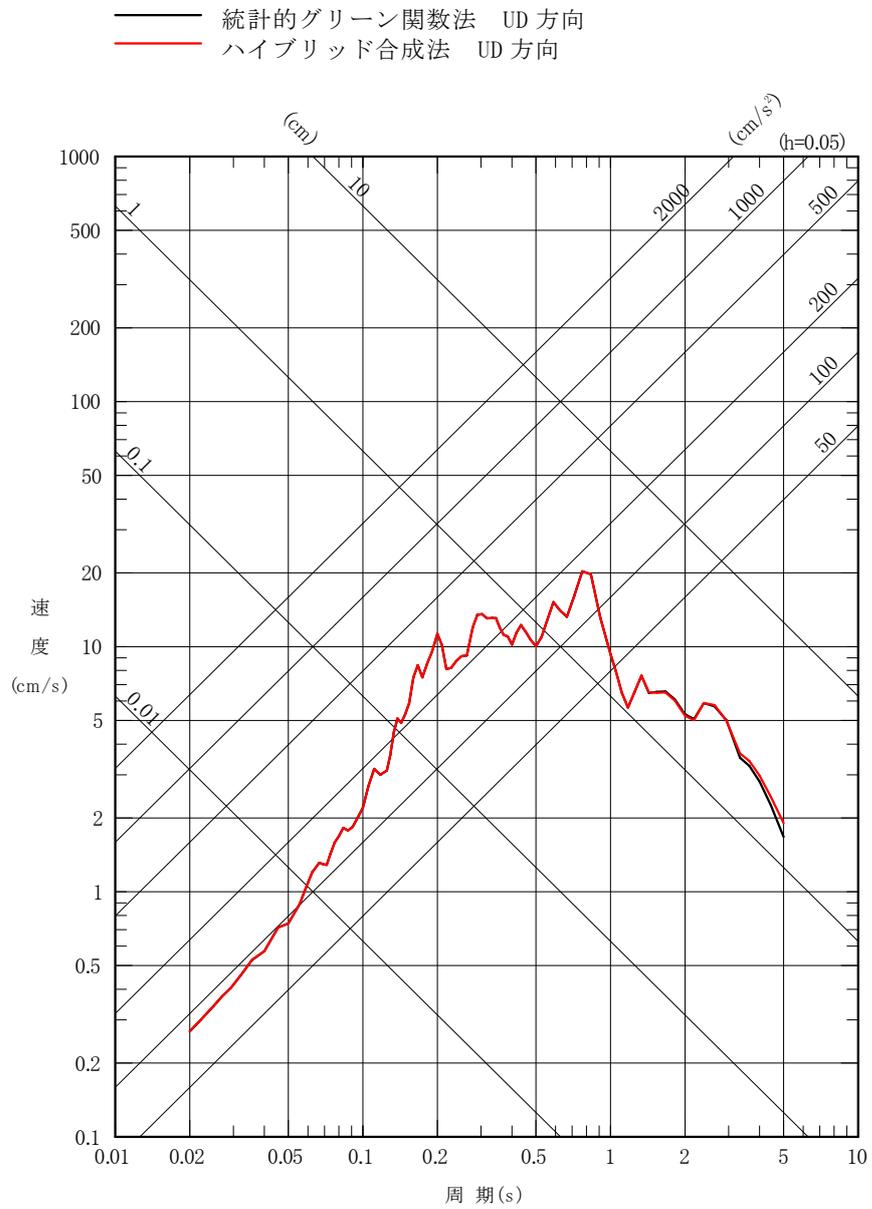
第 6-30 図(3) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 2, 水平方向)



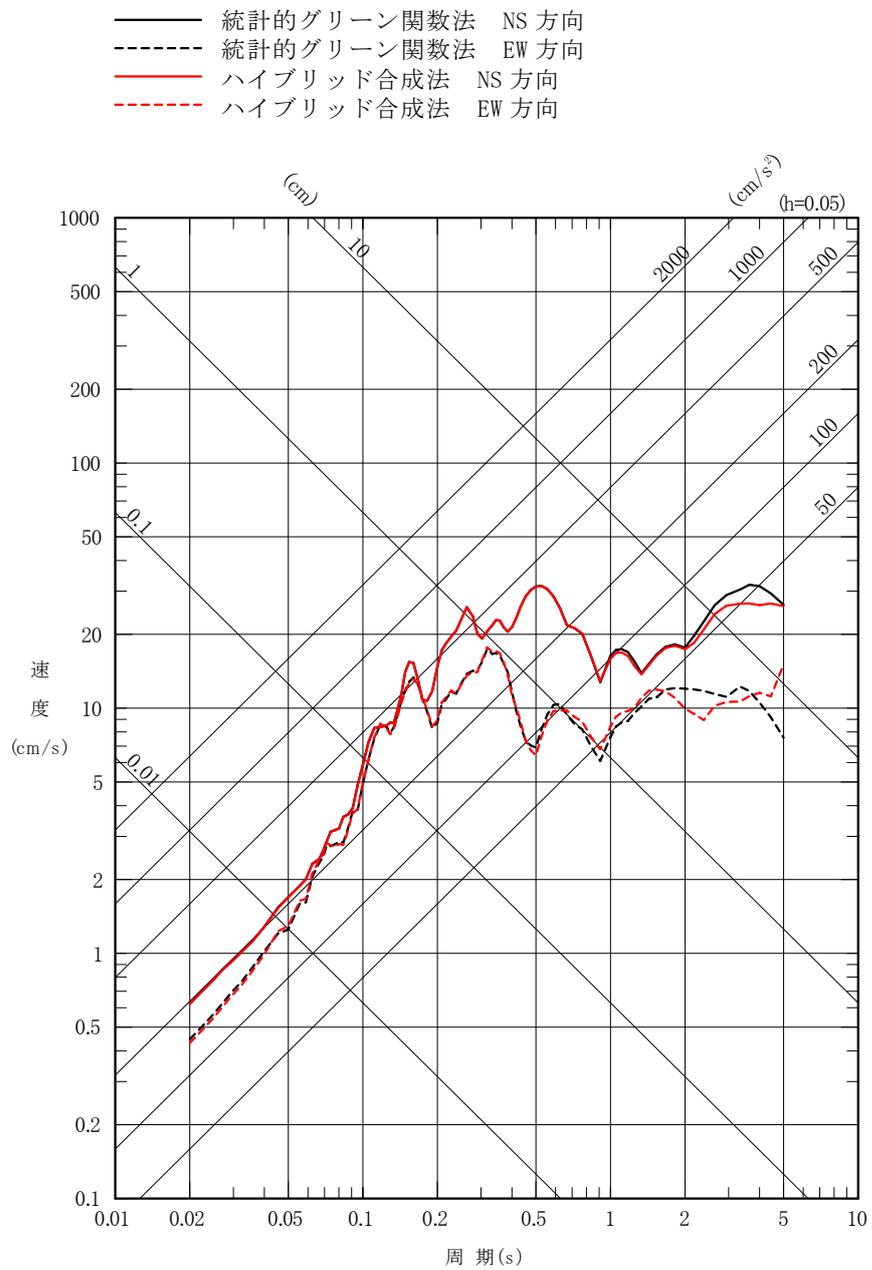
第 6-30 図(4) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 2, 鉛直方向)



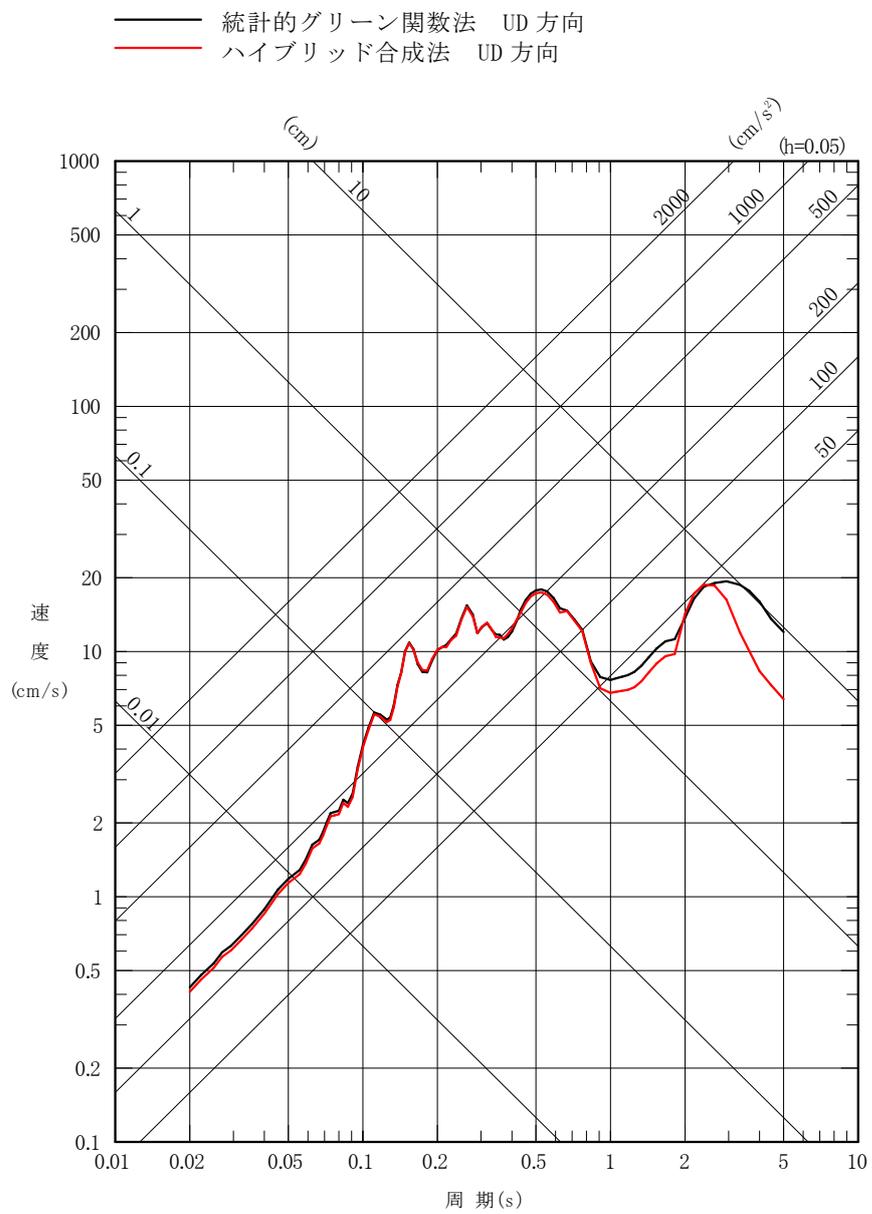
第 6-30 図(5) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 3,
 水平方向)



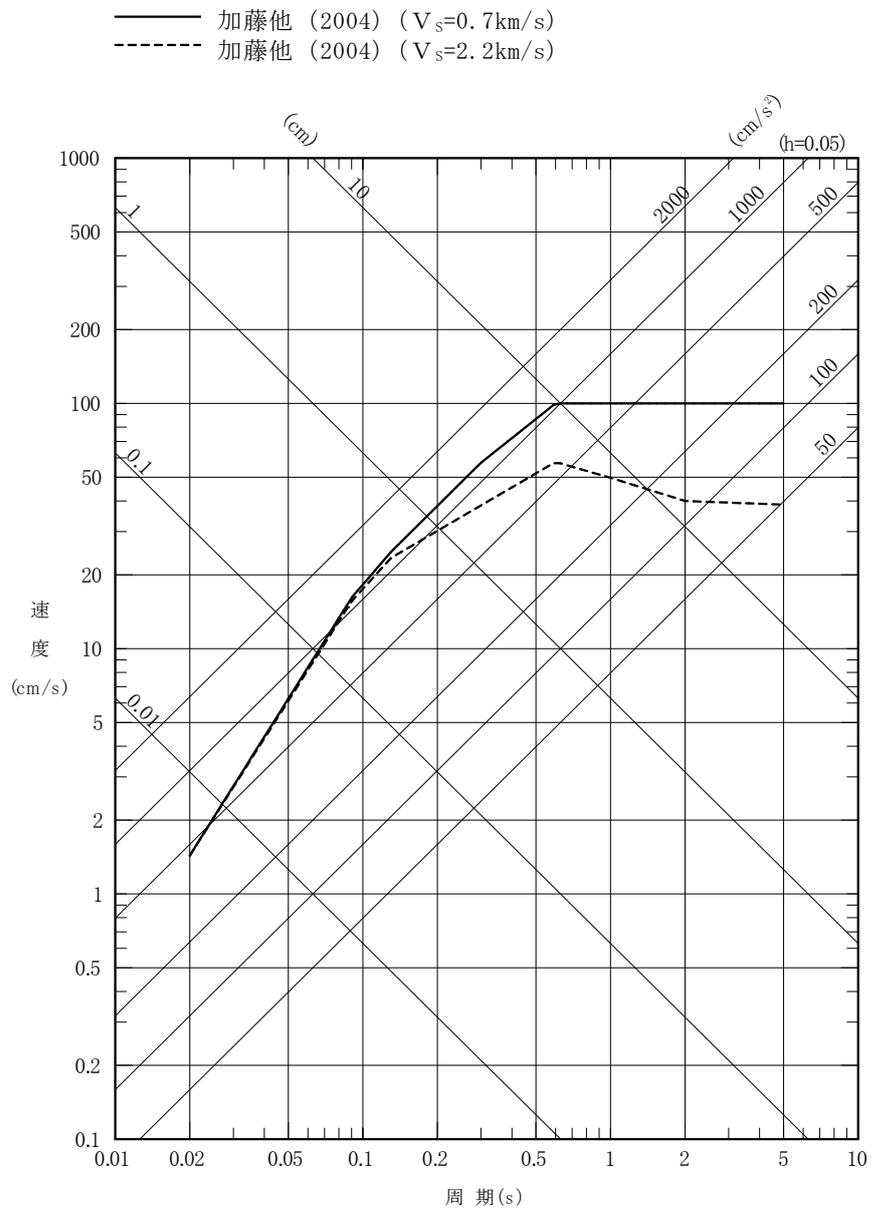
第 6-30 図(6) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 3,
 鉛直方向)



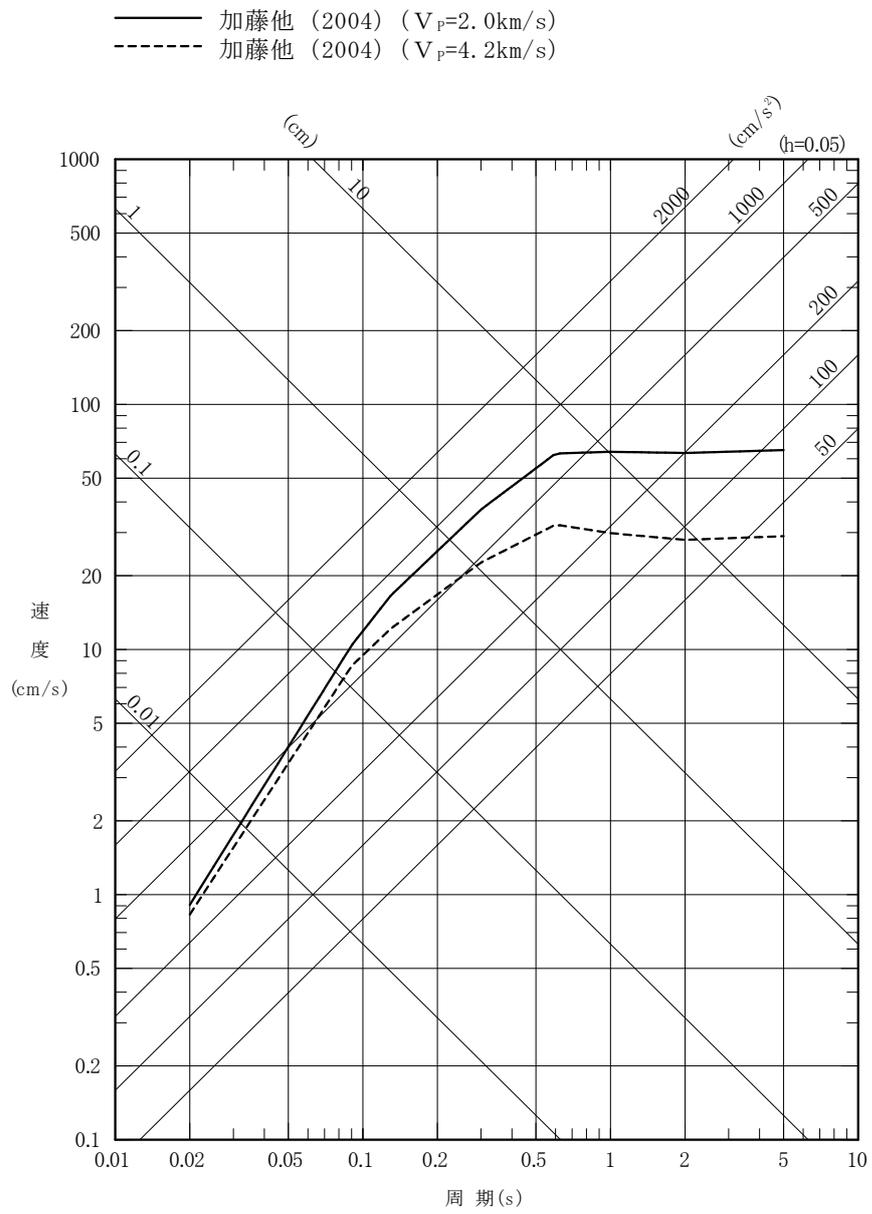
第 6-30 図(7) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 4,
 水平方向)



第 6-30 図(8) 「横浜断層による地震」の応答スペクトル
 (ハイブリッド合成法, 基本モデル, 破壊開始点 4,
 鉛直方向)

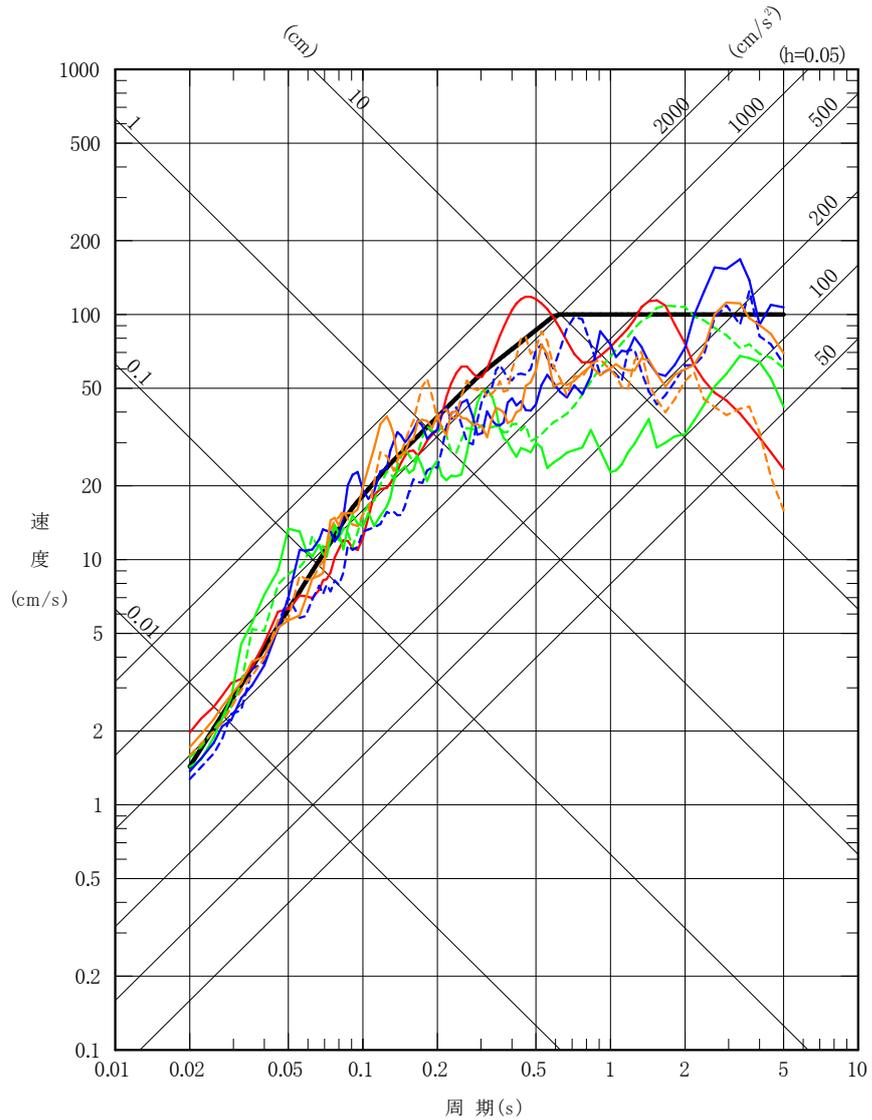


第 6-31 図(1) 加藤他 (2004) による応答スペクトル (水平方向)

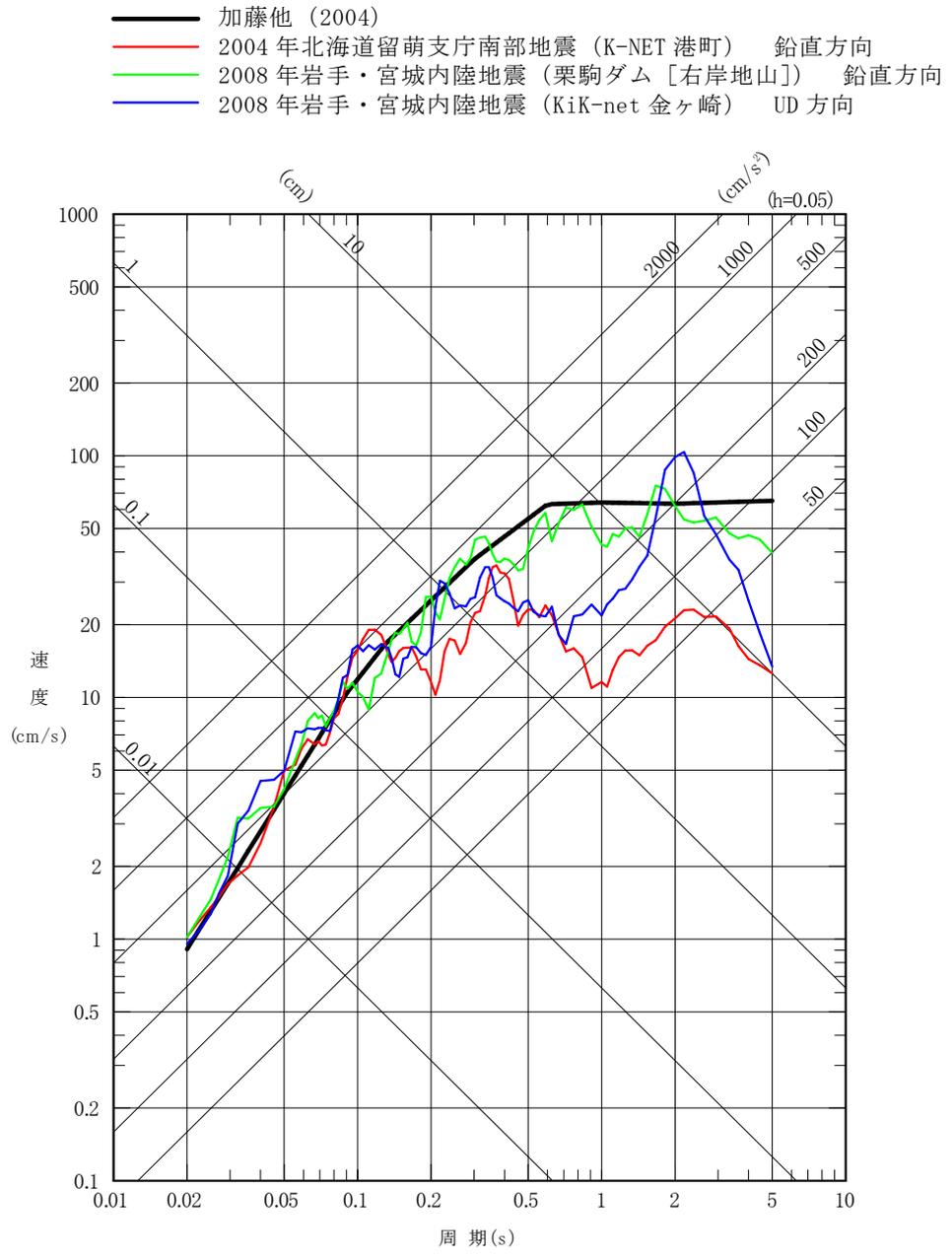


第 6-31 図(2) 加藤他 (2004) による応答スペクトル (鉛直方向)

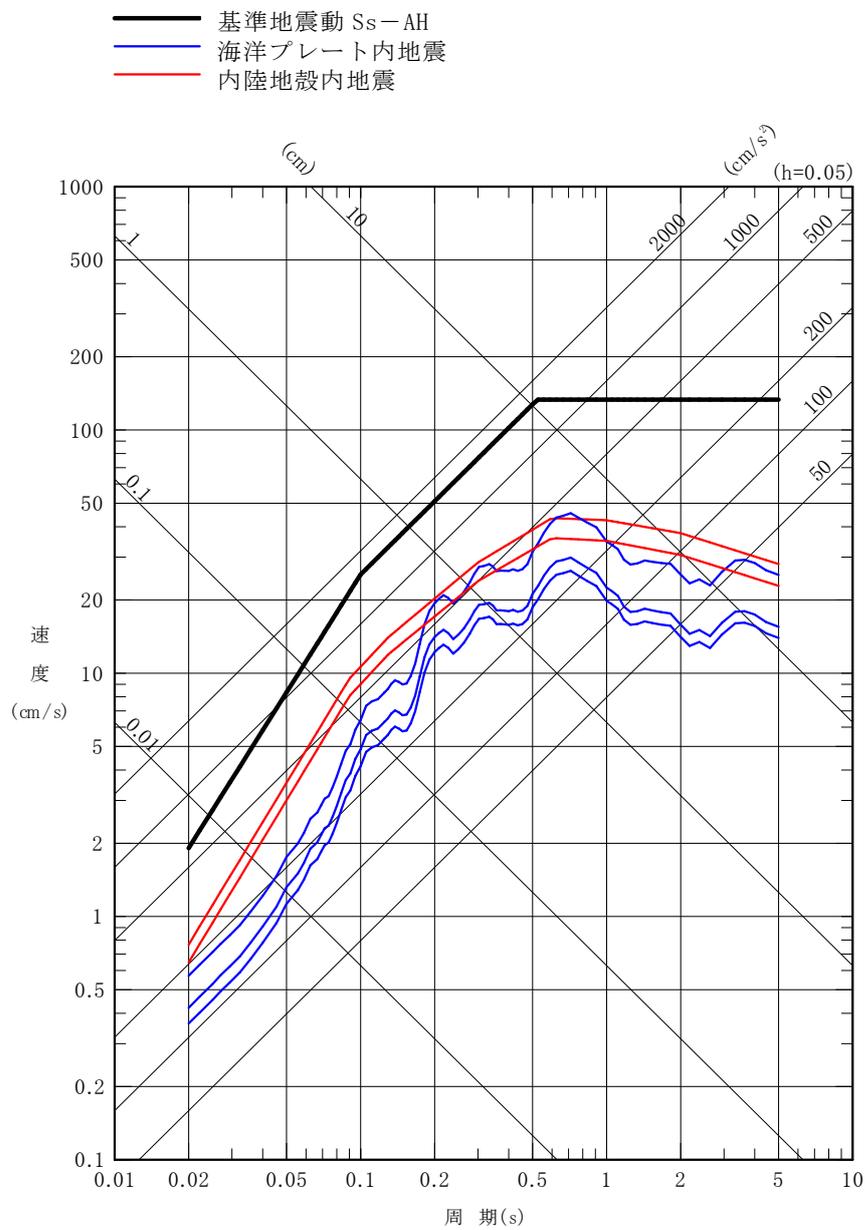
- 加藤他 (2004)
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 水平方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) ダム軸方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 上下流方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) NS方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) EW方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) NS方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) EW方向



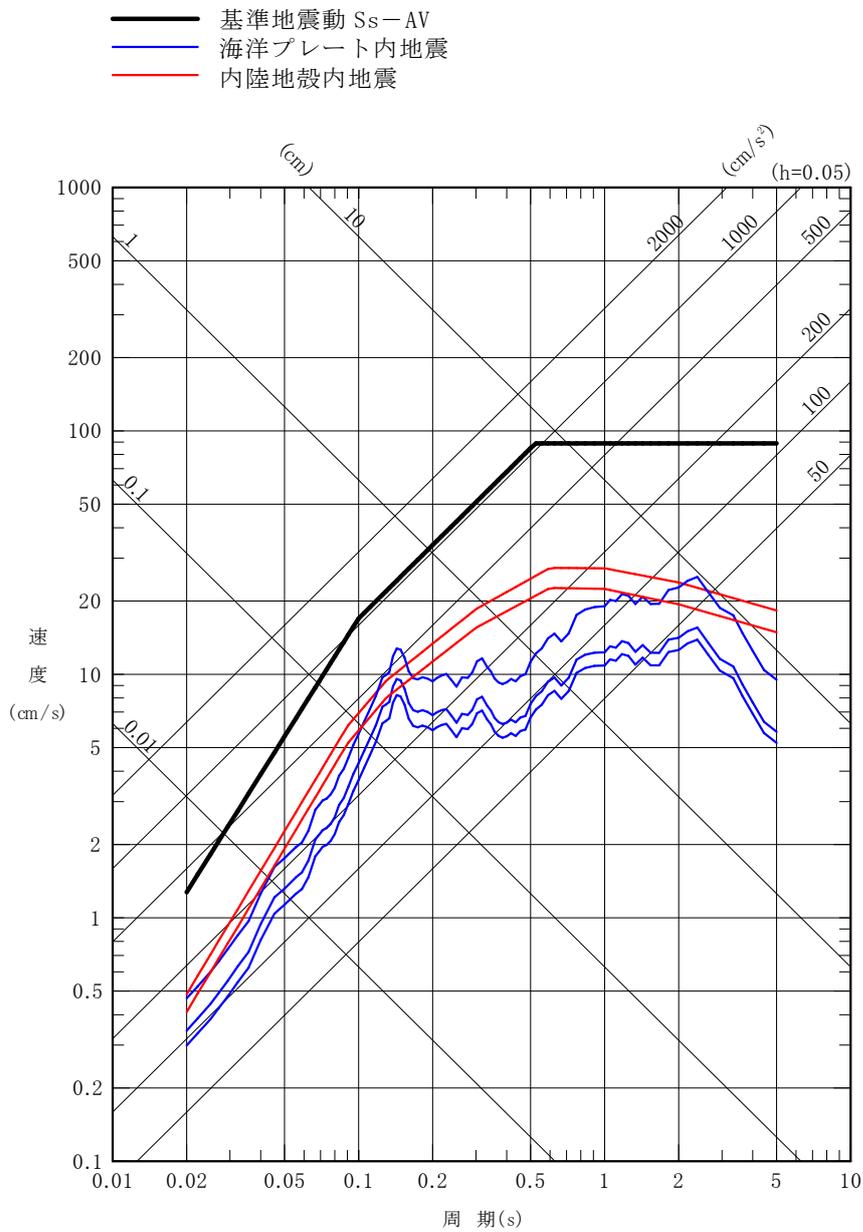
第 6-32 図(1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (水平方向)



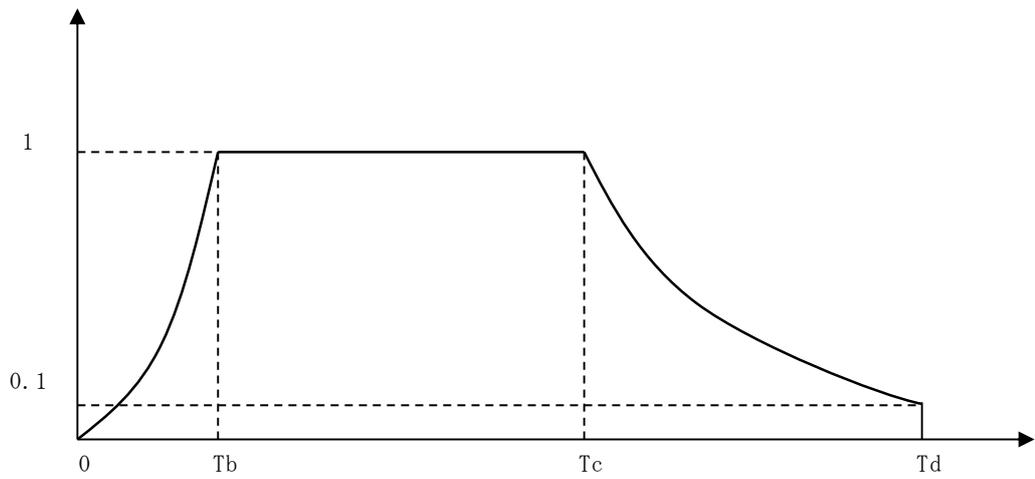
第 6-32 図 (2) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (鉛直方向)



第 6-33 図(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (水平方向)



第 6-33 図(2) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (鉛直方向)



$$T_b = 10^{0.5M - 2.93}$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M - 1.0}$$

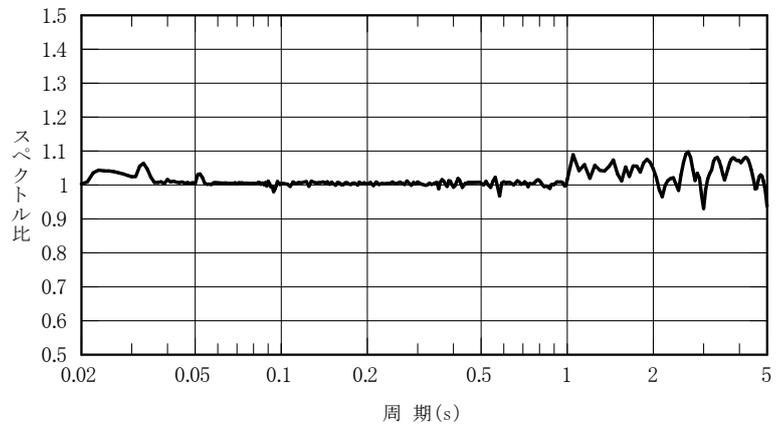
$$T_d - T_c = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6}$$

ここで,

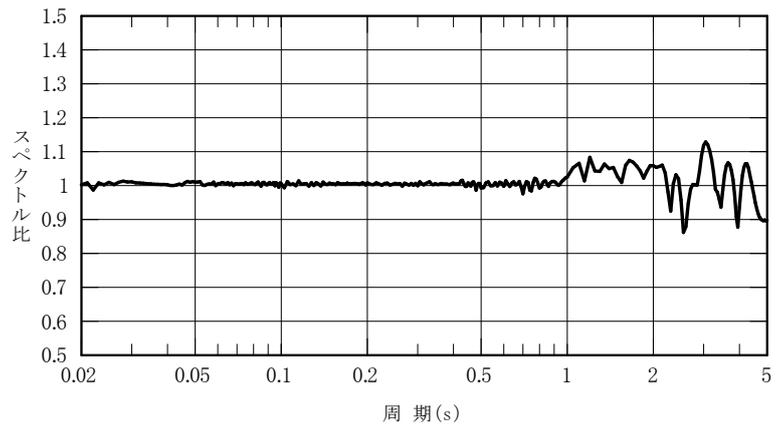
$M = 8.3$

$X_{eq} = 201 \text{ k m}$

第 6-34 図 継続時間及び振幅包絡線の経時的変化

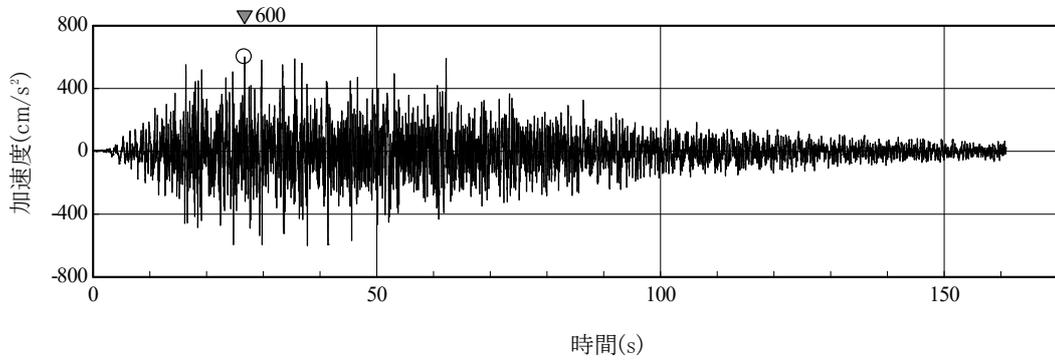


(a) S_s-AH (水平方向)

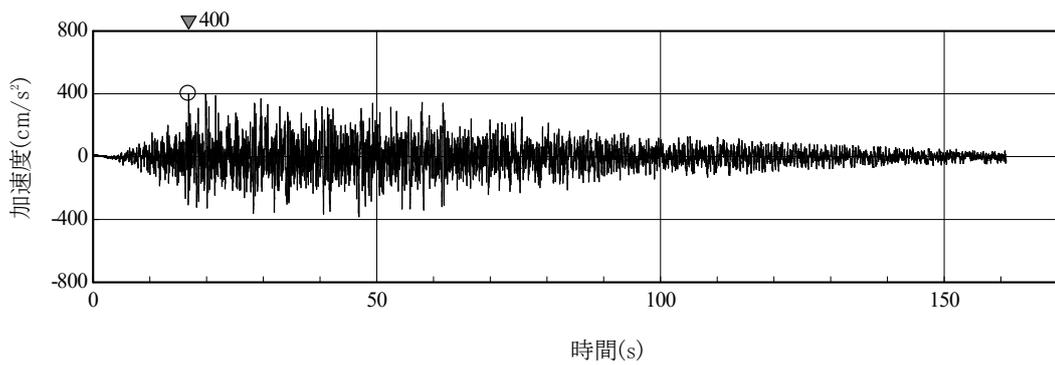


(b) S_s-AV (鉛直方向)

第 6-35 図 設計用応答スペクトル S_s-AH , S_s-AV に対する
設計用模擬地震波 S_s-AH , S_s-AV の応答スペクトル比

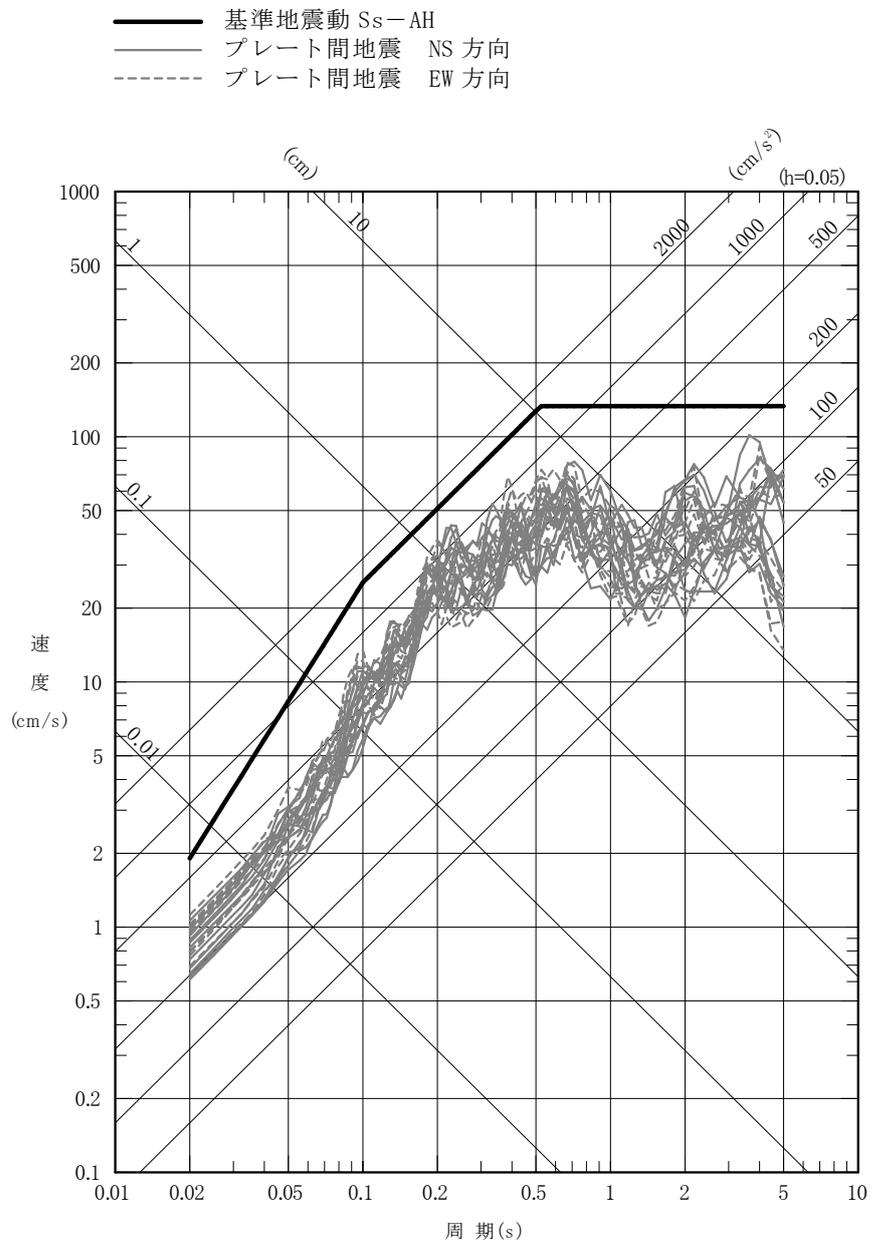


(a) Ss-AH (水平方向)

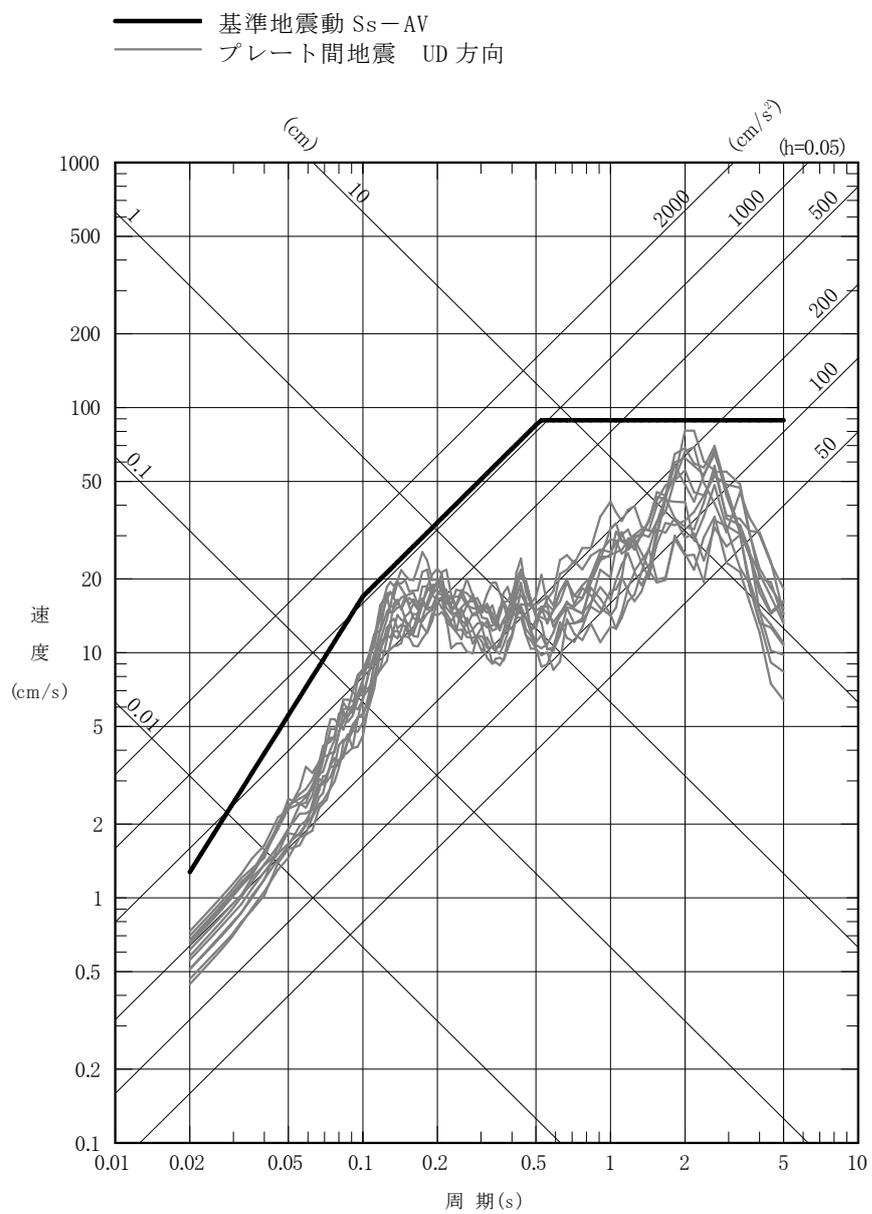


(b) Ss-AV (鉛直方向)

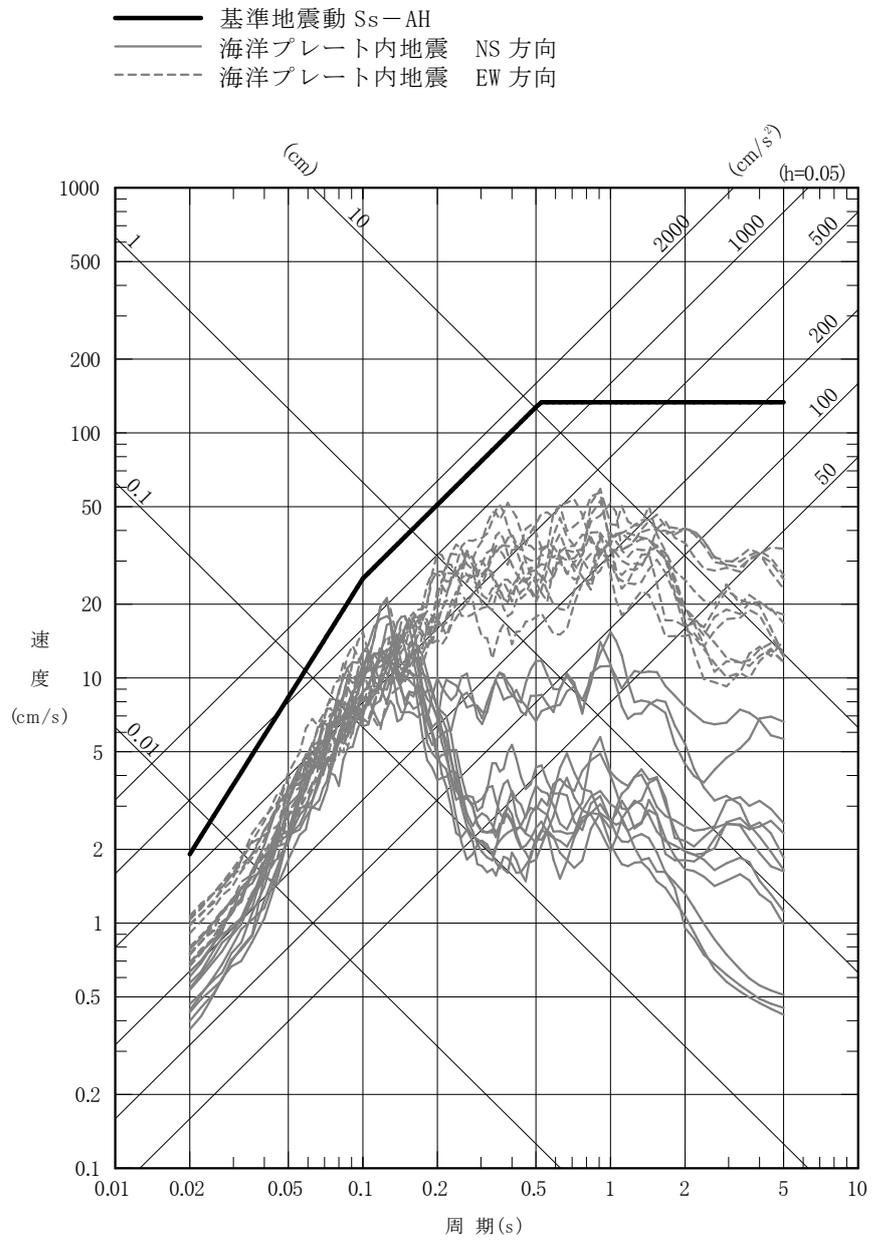
第 6-36 図 設計用模擬地震波 Ss-AH, Ss-AV の時刻歴波形



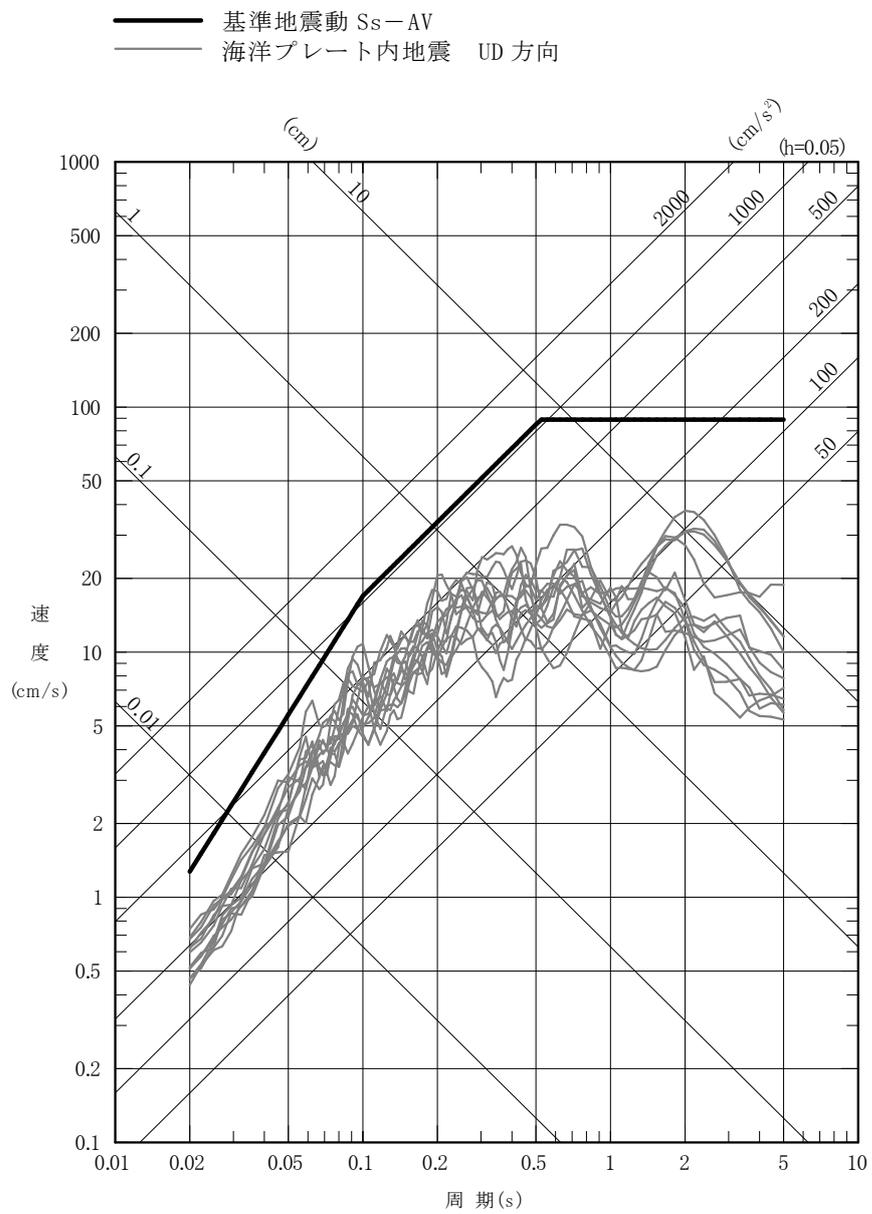
第 6-37 図(1) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (プレート間地震, 水平方向)



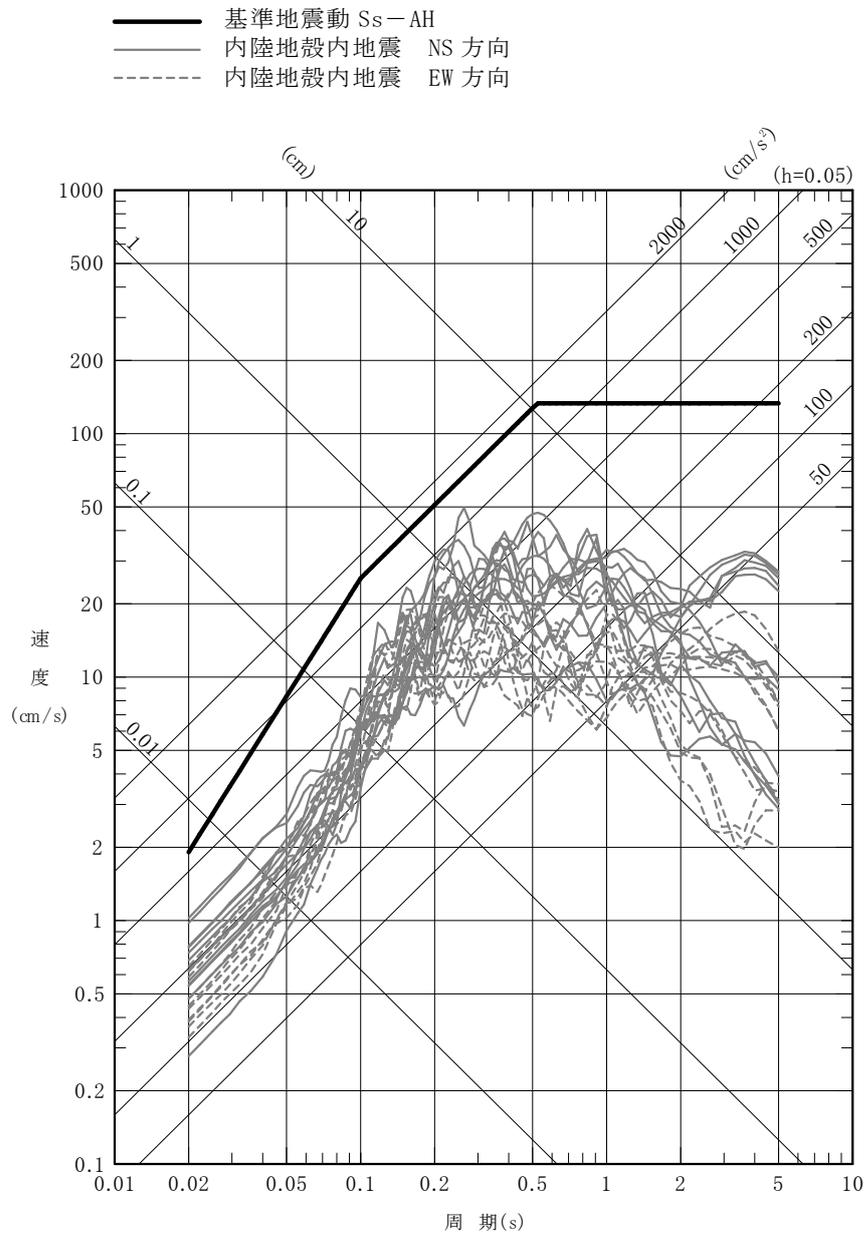
第 6-37 図(2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (プレート間地震, 鉛直方向)



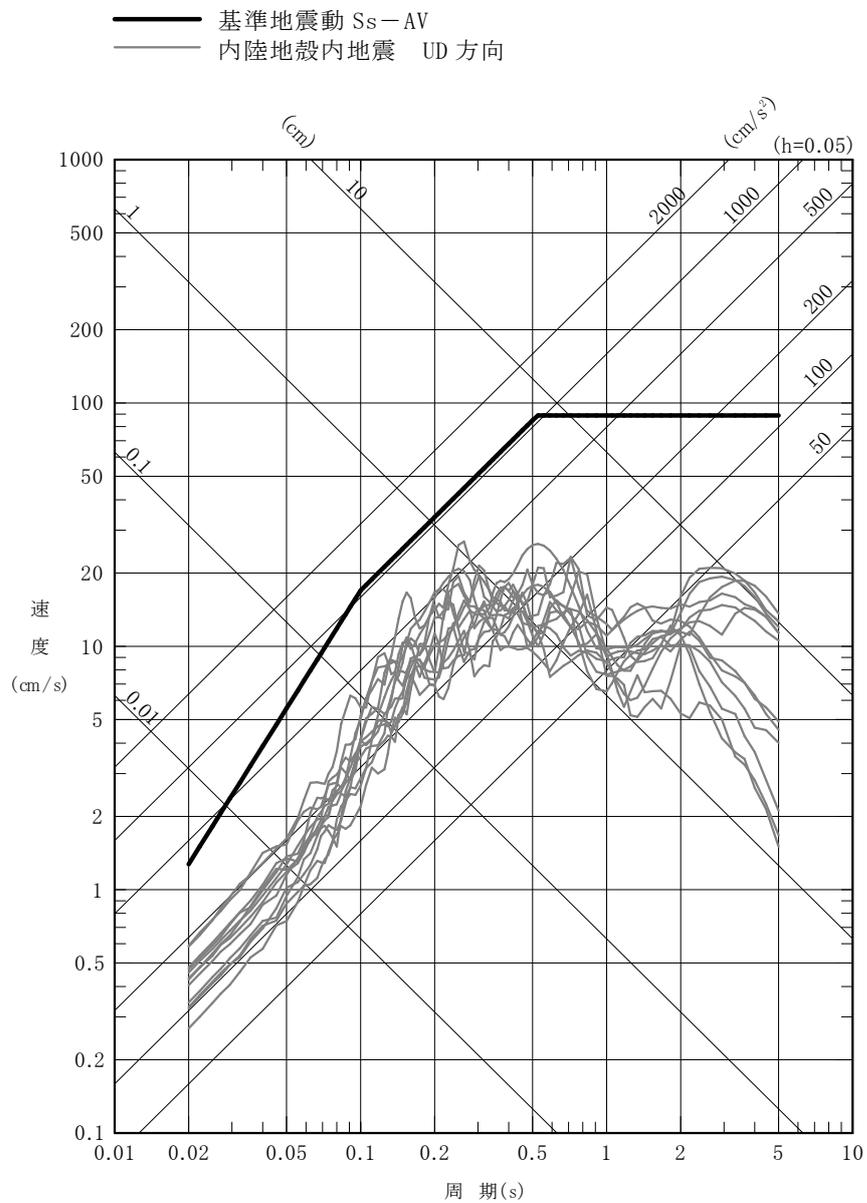
第 6-37 図(3) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (海洋プレート内地震, 水平方向)



第 6-37 図(4) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (海洋プレート内地震, 鉛直方向)

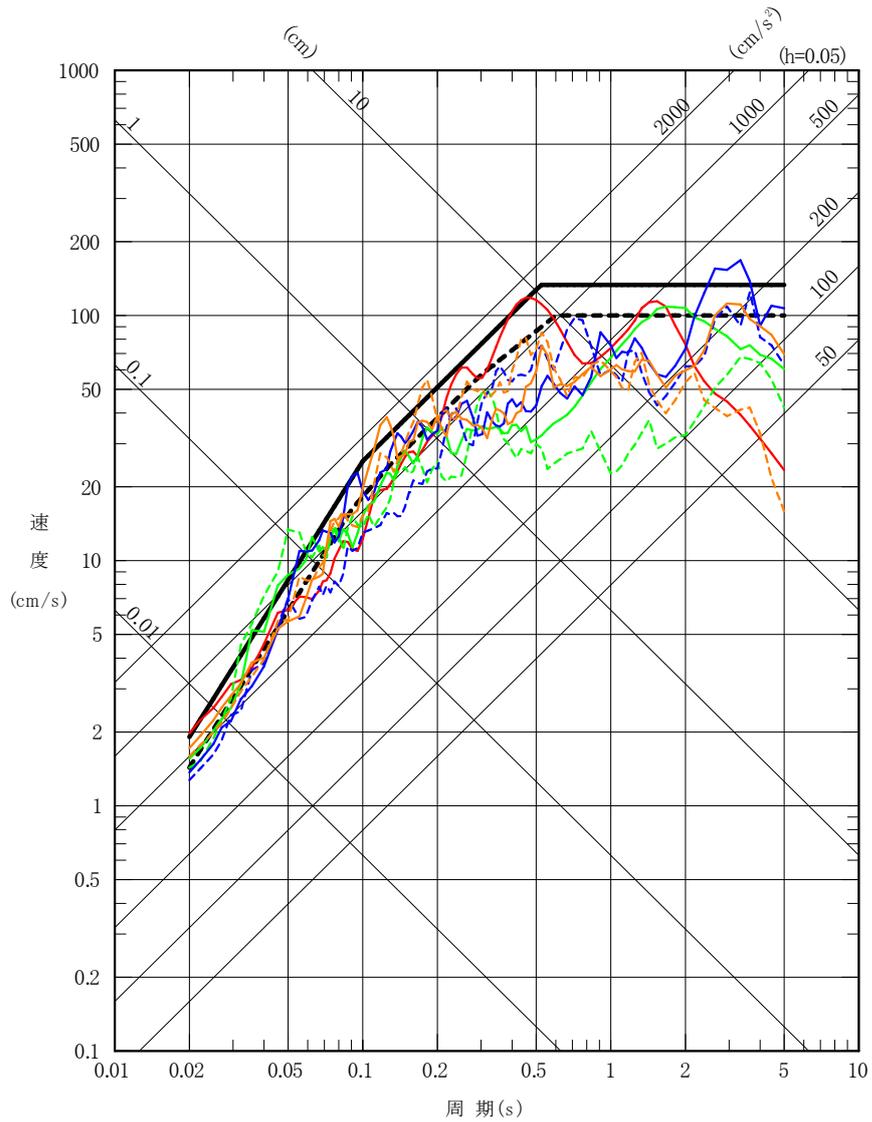


第 6-37 図(5) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (内陸地殻内地震, 水平方向)



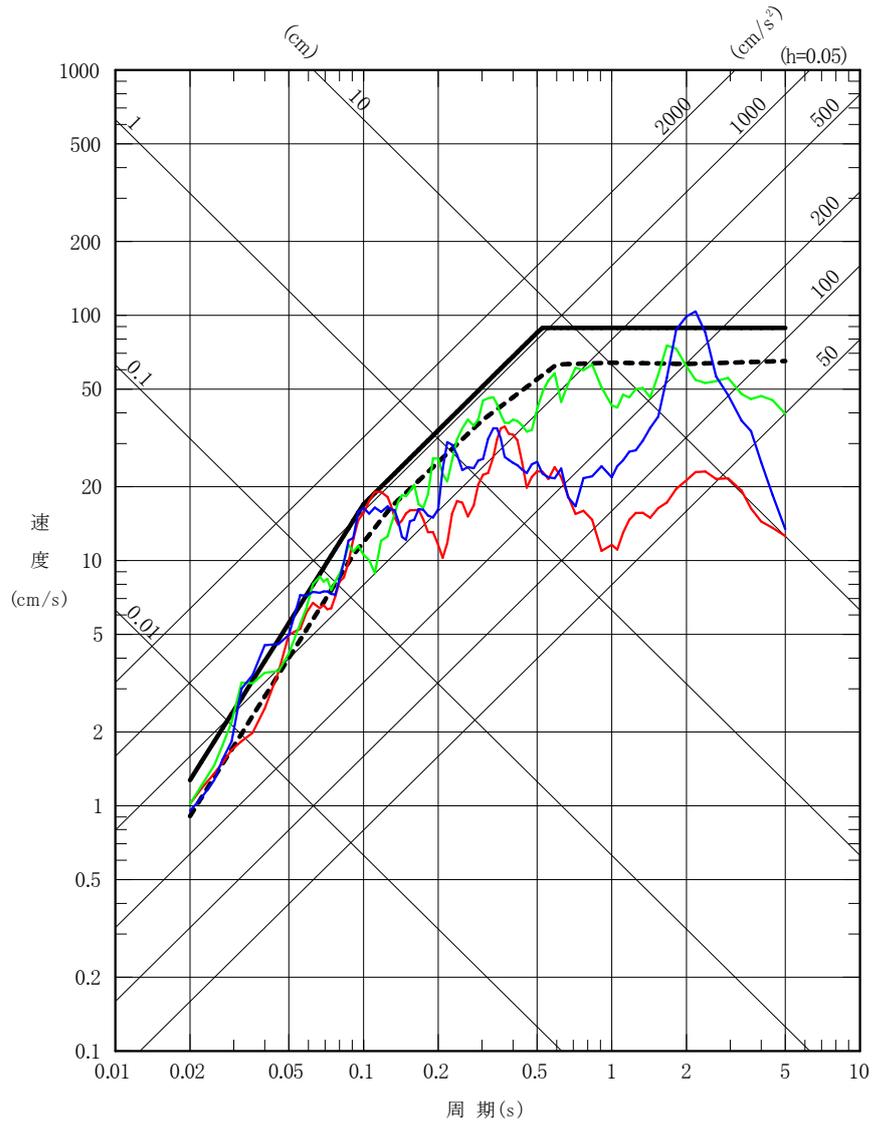
第 6-37 図(6) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (内陸地殻内地震, 鉛直方向)

- 基準地震動 Ss-AH
- - - 加藤他 (2004)
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 水平方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) ダム軸方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 上下流方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) NS方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) EW方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) NS方向
- - - 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) EW方向



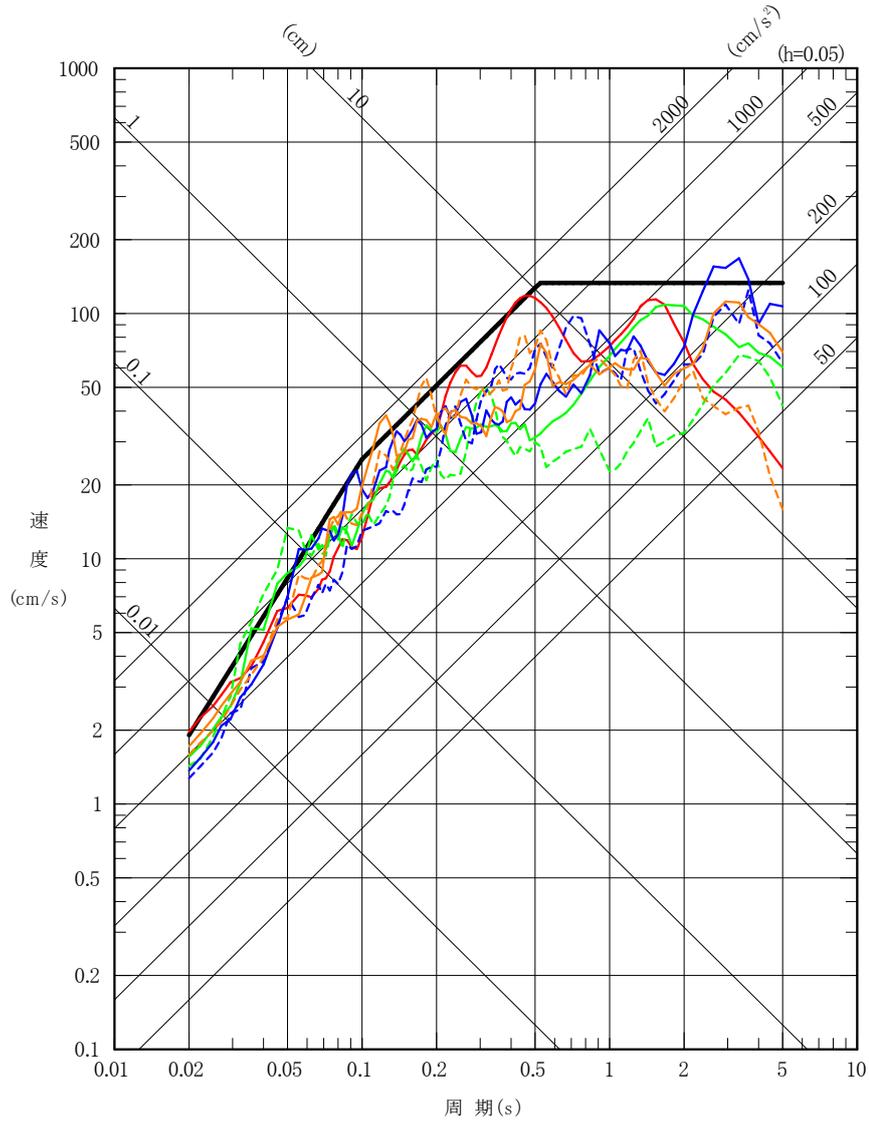
第6-38図(1) 震源を特定せず策定する地震動と基準地震動 Ss-A の比較 (水平方向)

- 基準地震動 S_S-AV
- - - 加藤他 (2004)
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 鉛直方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 鉛直方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) UD方向



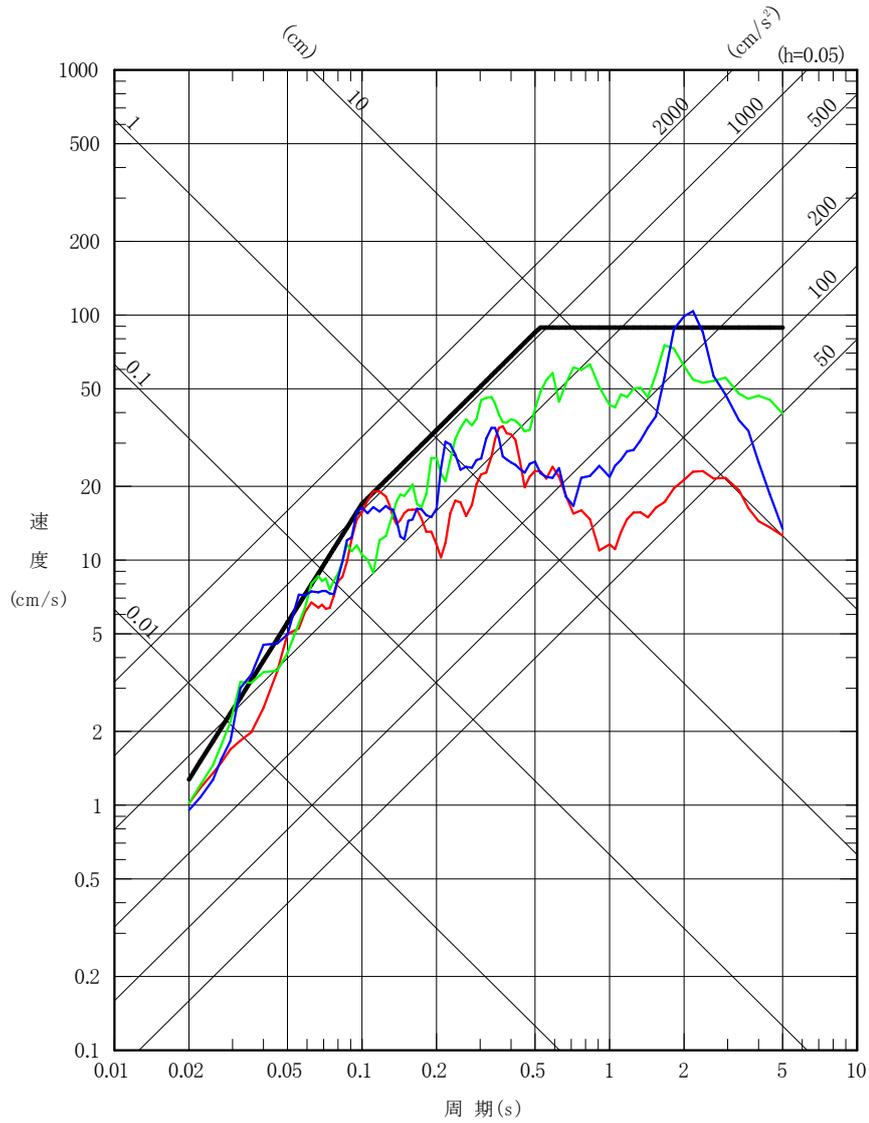
第 6-38 図(2) 震源を特定せず策定する地震動と
基準地震動 S_S-A の比較 (鉛直方向)

- 基準地震動 Ss-AH
- 基準地震動 Ss-B1H 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 水平方向
- 基準地震動 Ss-B2H1 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 水平方向 1
- - - 基準地震動 Ss-B2H2 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 水平方向 2
- 基準地震動 Ss-B3H1 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) 水平方向 1
- - - 基準地震動 Ss-B3H2 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) 水平方向 2
- 基準地震動 Ss-B4H1 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) 水平方向 1
- - - 基準地震動 Ss-B4H2 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東) 水平方向 2

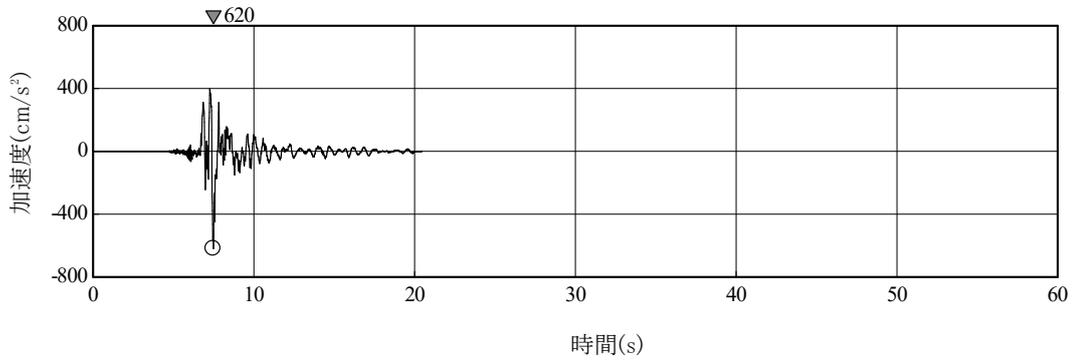


第 6-39 図(1) 基準地震動 Ss-A 及び
基準地震動 Ss-B1~Ss-B4 (水平方向)

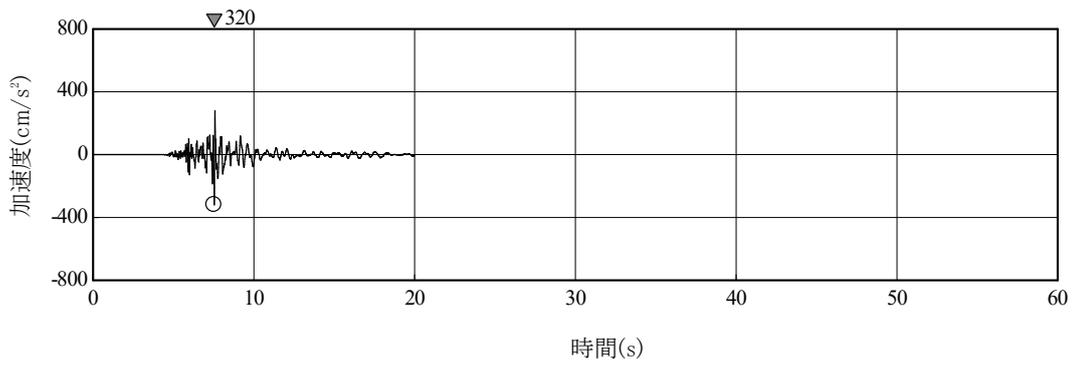
- 基準地震動 Ss-AV
- 基準地震動 Ss-B1V 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 鉛直方向
- 基準地震動 Ss-B2V 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 鉛直方向
- 基準地震動 Ss-B3V 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) 鉛直方向



第 6-39 図(2) 基準地震動 Ss-A 及び
基準地震動 Ss-B1~Ss-B3 (鉛直方向)

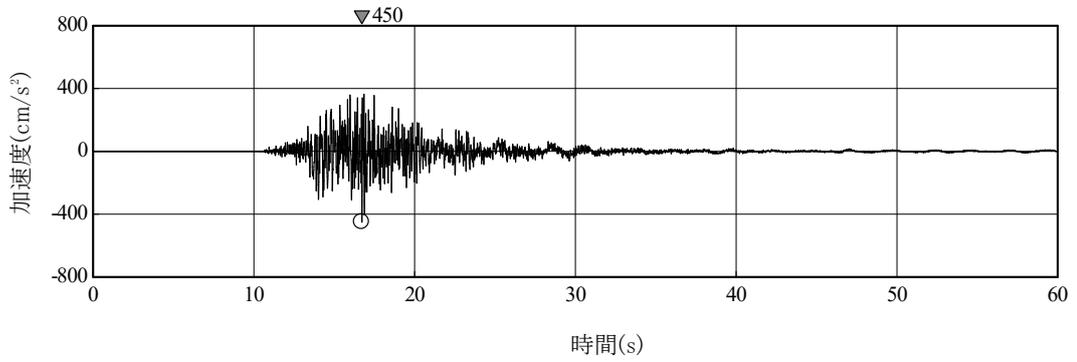


(a) S_s-B1H (水平方向)

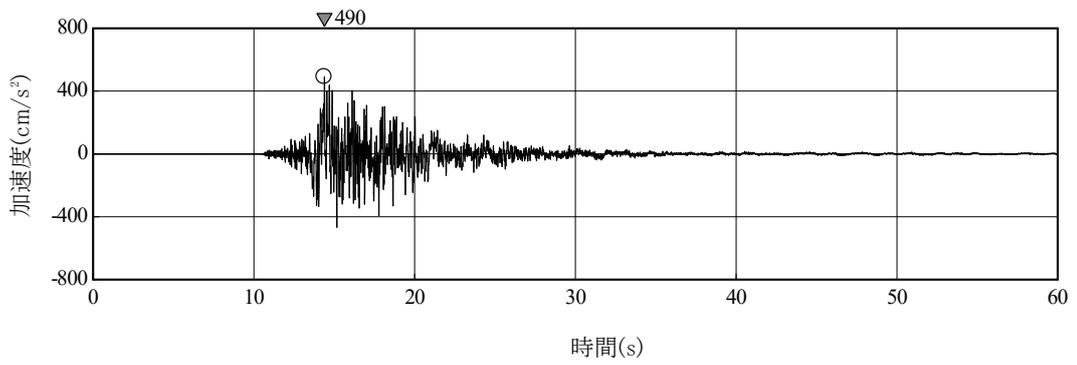


(b) S_s-B1V (鉛直方向)

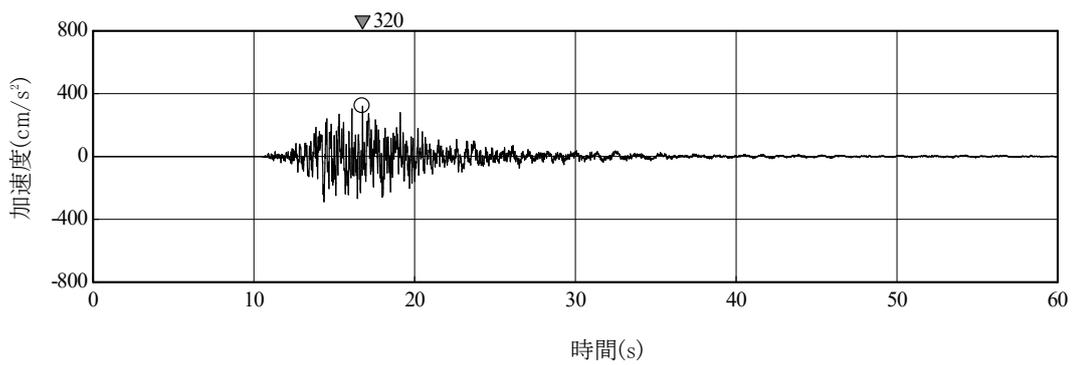
第 6-40 図(1) 基準地震動 S_s-B1 の時刻歴波形



(a) S_S-B2H1 (水平方向 1)

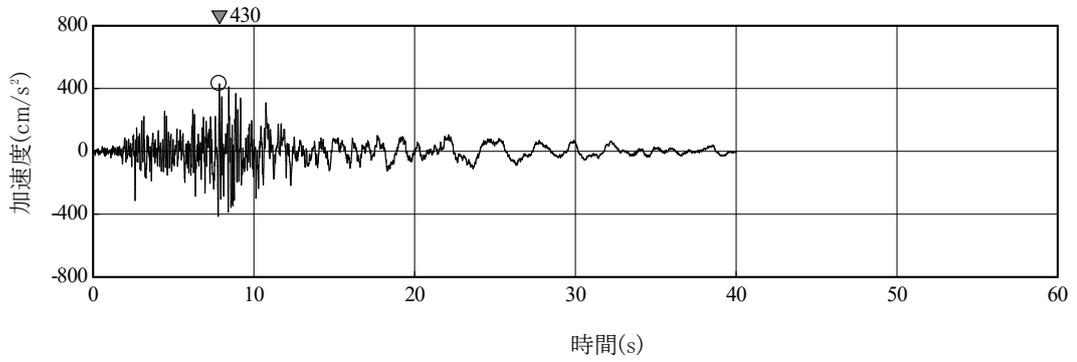


(b) S_S-B2H2 (水平方向 2)

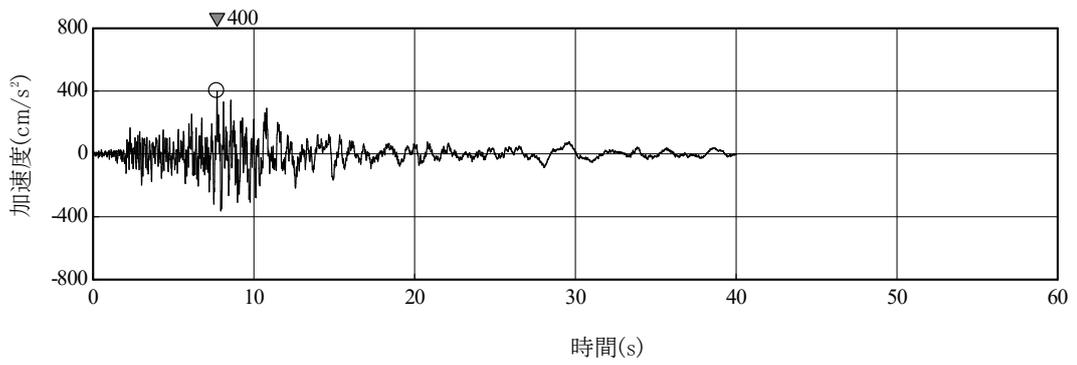


(c) S_S-B2V (鉛直方向)

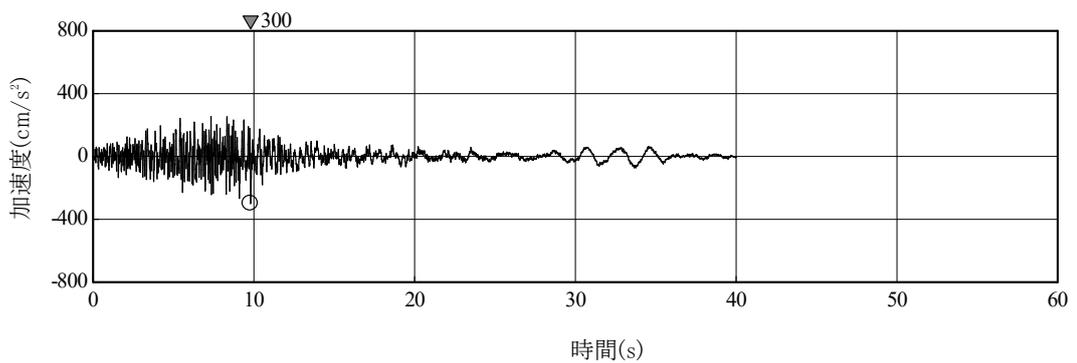
第 6-40 図 (2) 基準地震動 S_S-B2 の時刻歴波形



(a) S_S-B3H1 (水平方向 1)

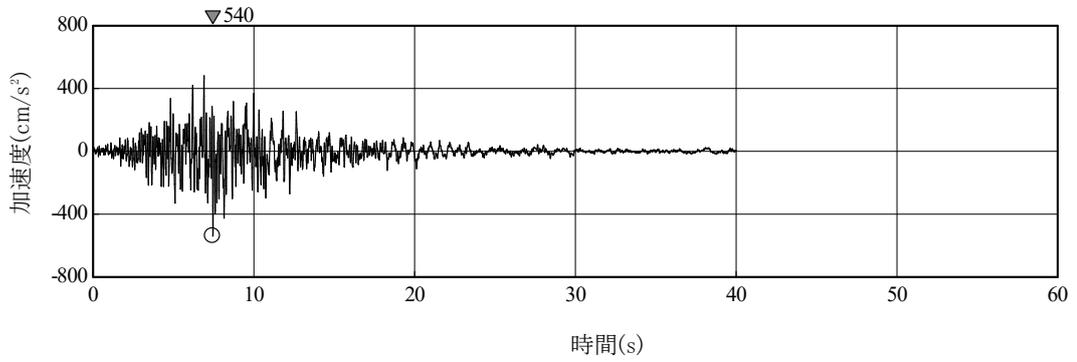


(b) S_S-B3H2 (水平方向 2)

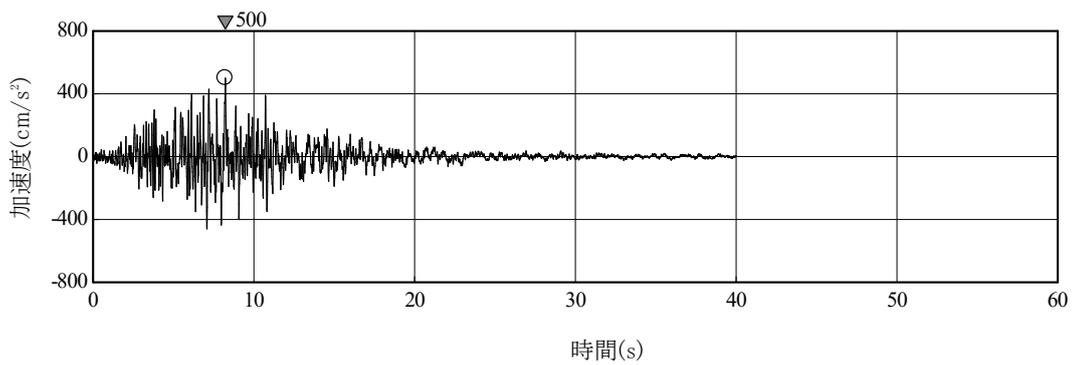


(c) S_S-B3V (鉛直方向)

第 6-40 図 (3) 基準地震動 S_S-B3 の時刻歴波形

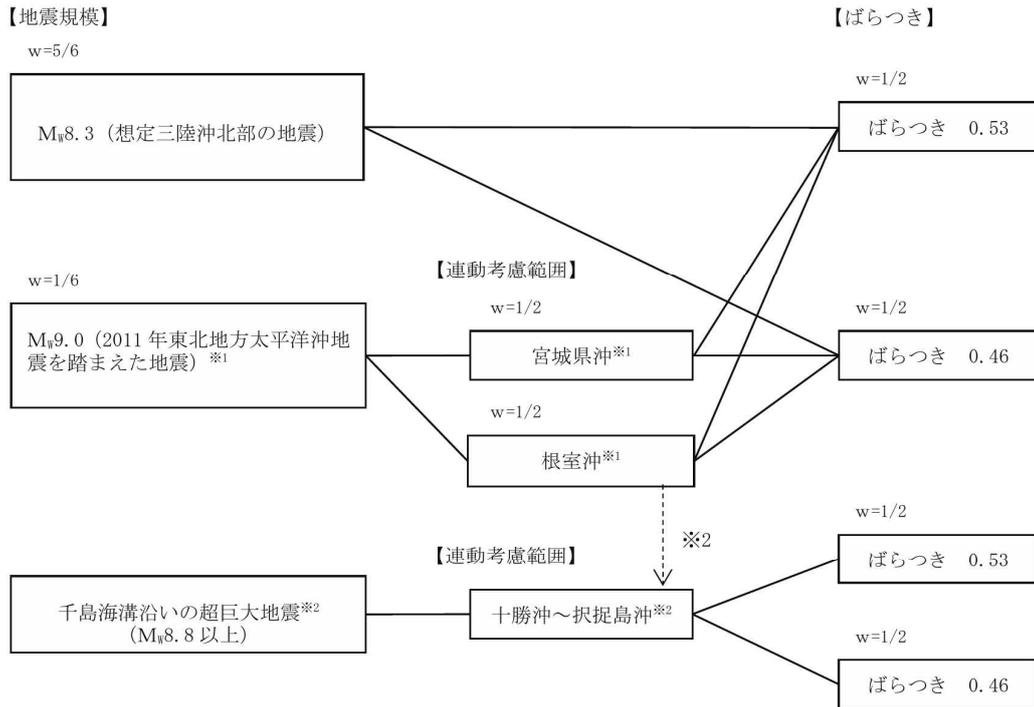


(a) S_S-B4H1 (水平方向 1)



(b) S_S-B4H2 (水平方向 2)

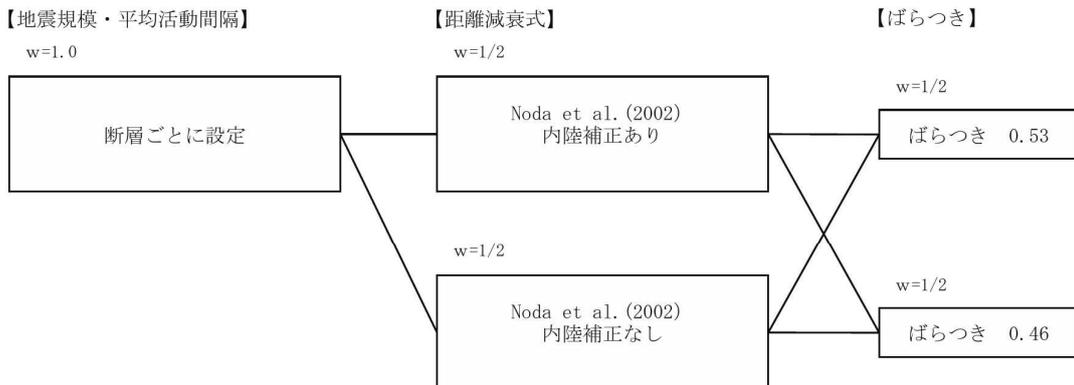
第 6-40 図(4) 基準地震動 S_S-B4 の時刻歴波形



地震動評価手法：断層モデルを用いた手法による。

※1：地震調査研究推進本部(2004)，地震調査研究推進本部(2013)による平均発生間隔を踏まえて，三陸沖北部～宮城県沖の連動及び三陸沖北部～根室沖の連動による地震の発生間隔は，それぞれ1200年に1回と設定。
 ※2：千島海溝沿いの超巨大地震の発生間隔は，地震調査研究推進本部(2017)を踏まえて300年に1回（1200年に4回）と設定。ただし，※1より，1200年に1回，2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震として十勝・根室沖と三陸沖北部が連動することを，十勝・根室沖を震源領域に含む千島海溝沿いの超巨大地震の1回として数える。このため，千島海溝沿いの超巨大地震として追加するのは，1200年で3回とする。
 地震動は，敷地への影響を考慮し，2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震（三陸沖北部～根室沖の連動）の地震動評価の代用による。

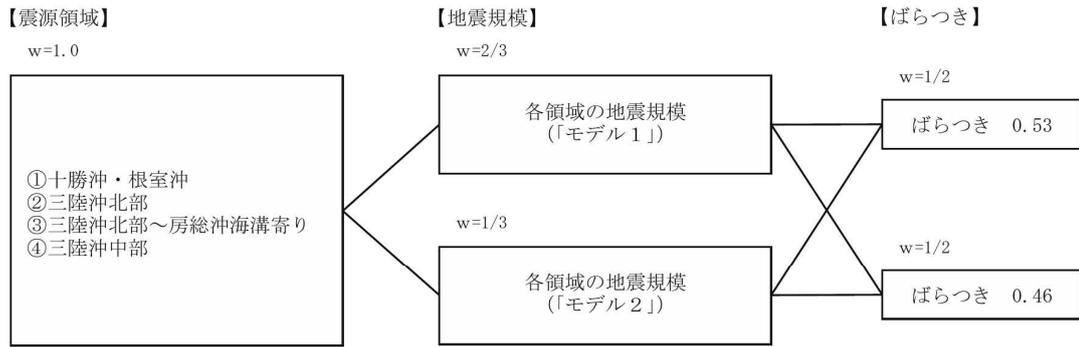
(a) プレート間地震



地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

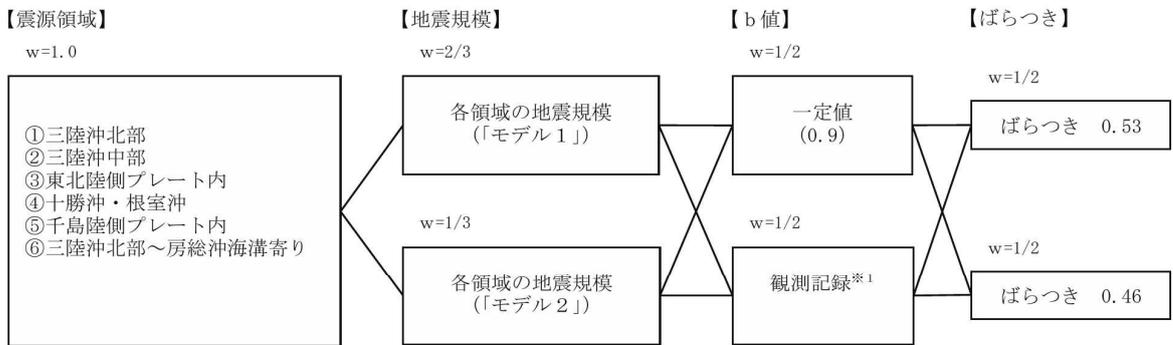
(b) 活断層による地震

第6-41図(1) ロジックツリー（特定震源）



地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

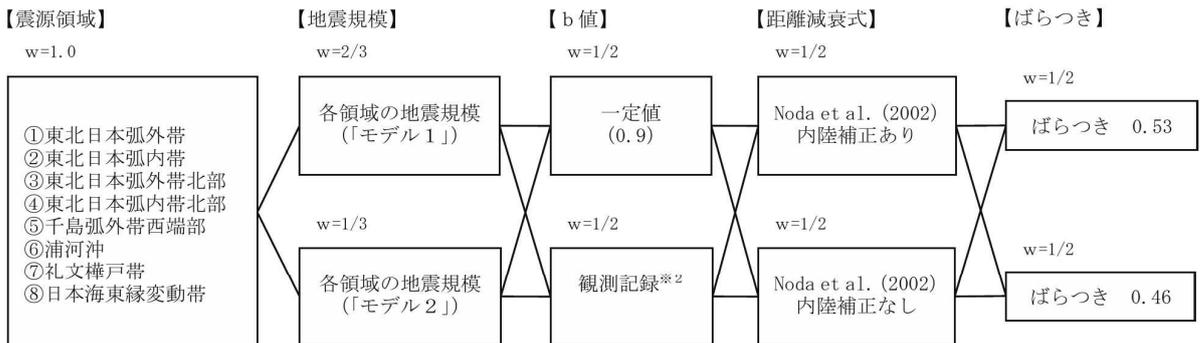
(a) プレート間地震



地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

※1：敷地に近い震源領域③でのみ考慮。

(b) 海洋プレート内地震

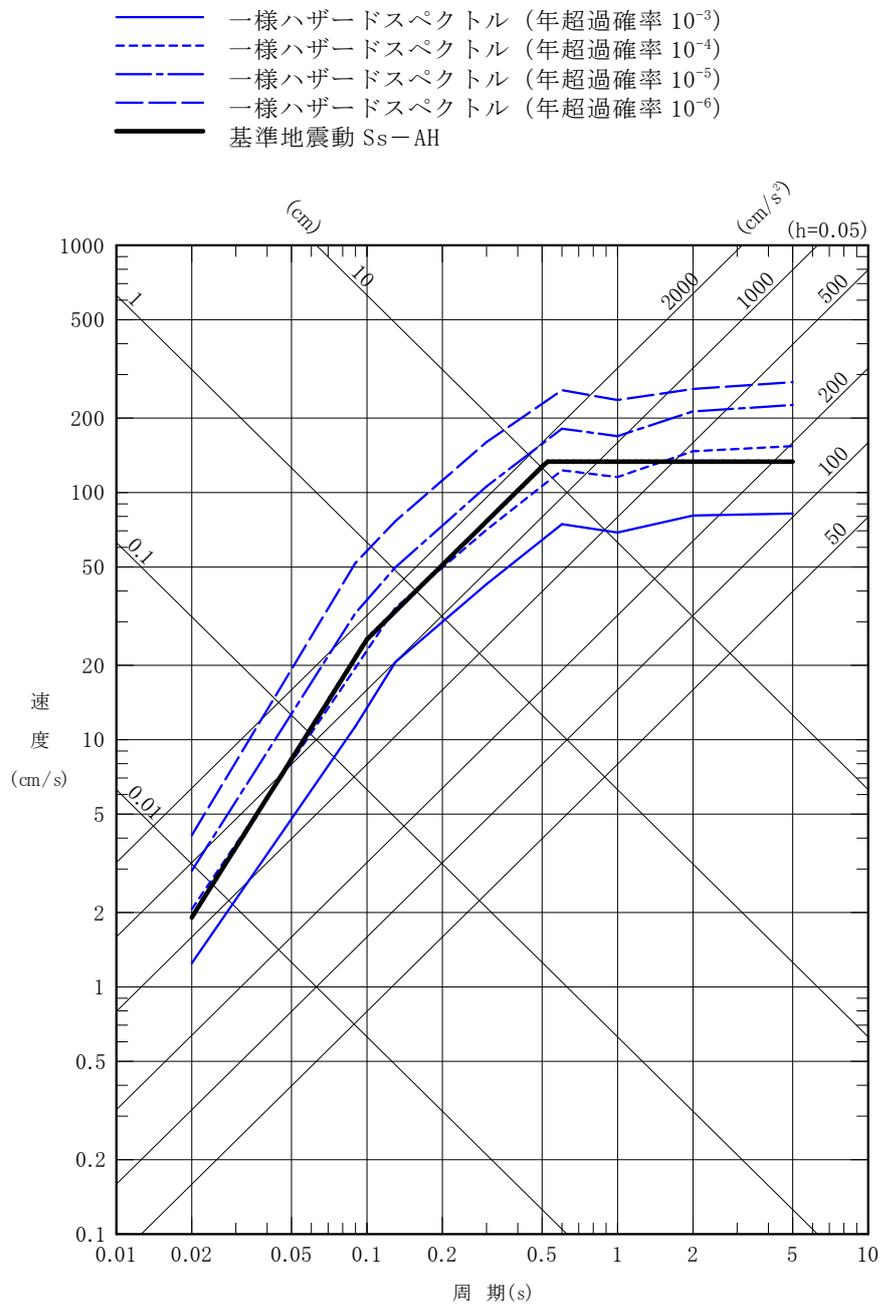


地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

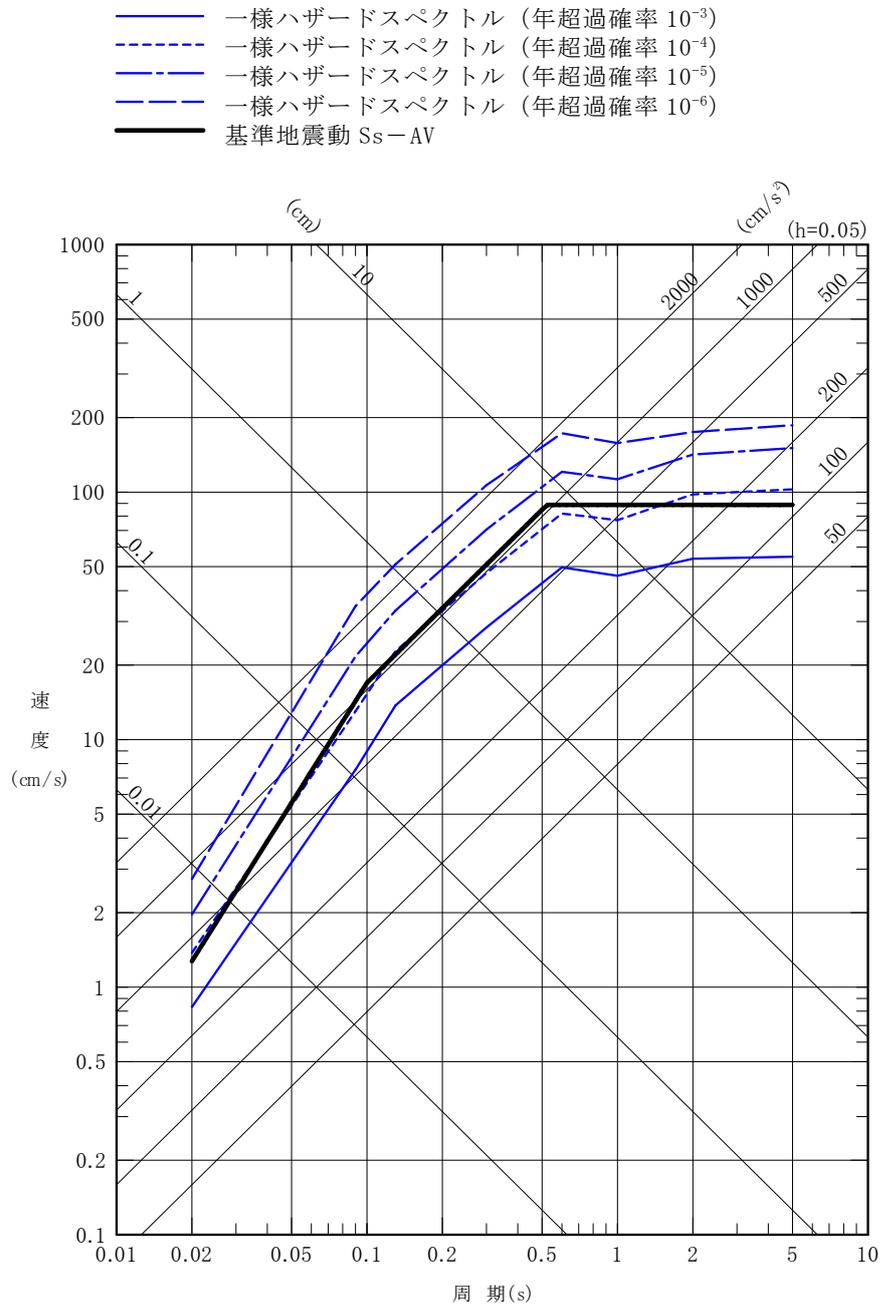
※2：敷地に近い震源領域①, ②, ③, ④でのみ考慮。

(c) 内陸地殻内地震

第6-41図(2) ロジックツリー (領域震源)

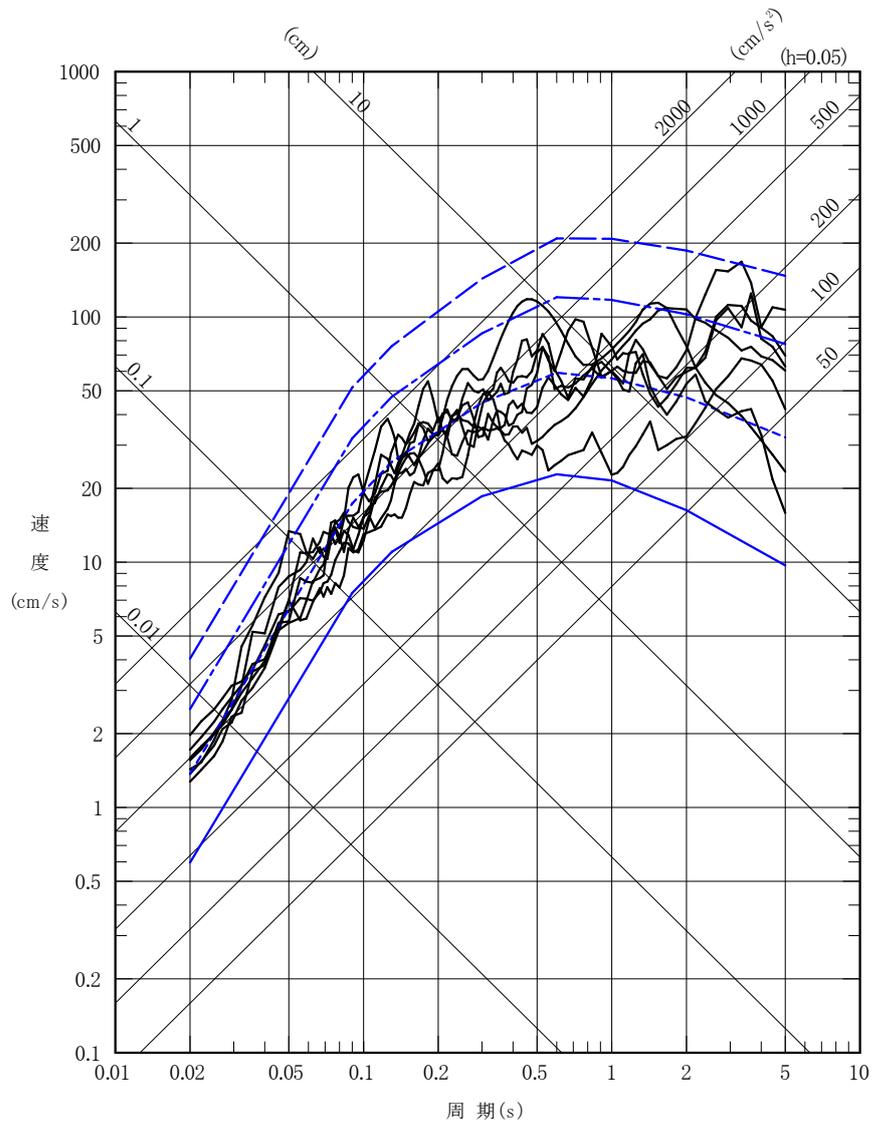


第 6-42 図(1) 基準地震動 Ss-A と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



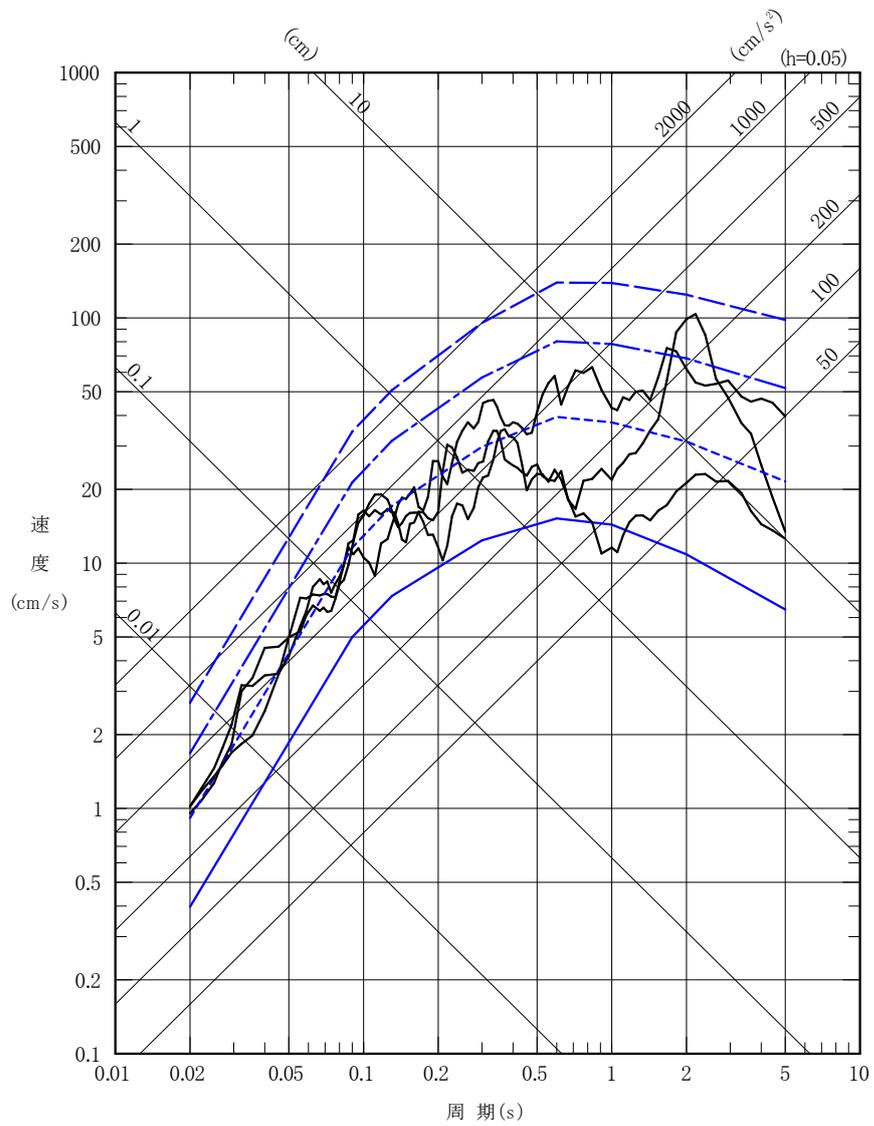
第 6-42 図 (2) 基準地震動 S_s-A と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

- 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-3})
- - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-4})
- 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-5})
- - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-6})
- 基準地震動 S_s-B (B1~B4)



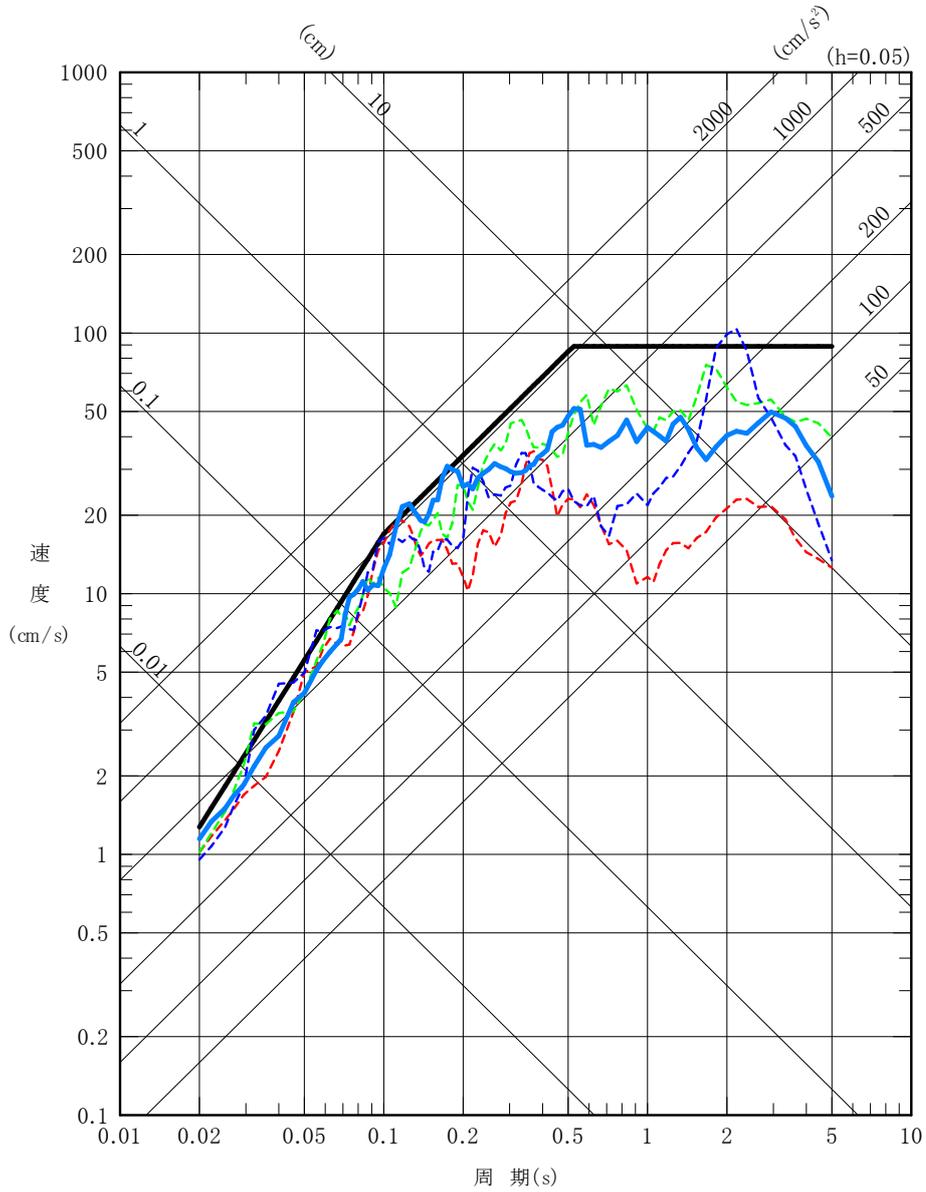
第 6-43 図(1) 基準地震動 $S_s-B1 \sim S_s-B4$ と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 同様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-3})
- - - 同様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-4})
- 同様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-5})
- - - 同様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-6})
- 基準地震動 S_s-B (B1~B3)

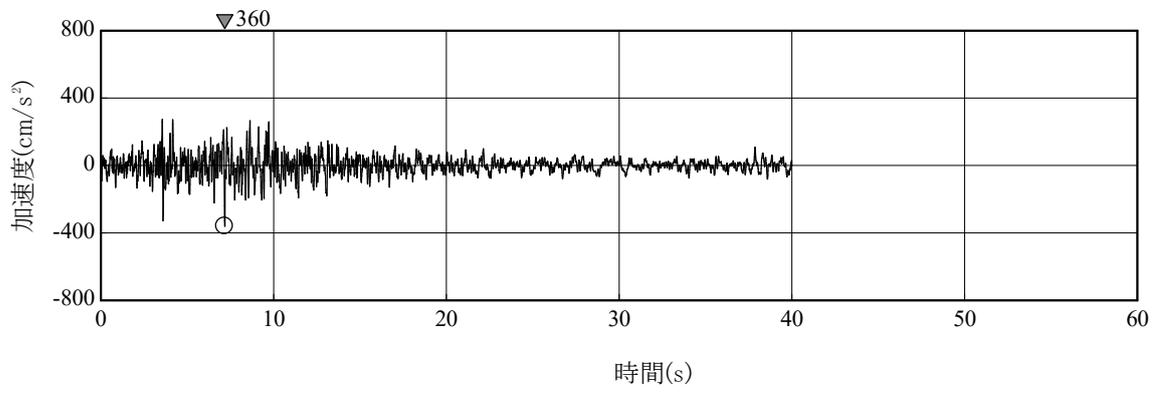


第 6-43 図(2) 基準地震動 $S_s-B1 \sim S_s-B3$ と同様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

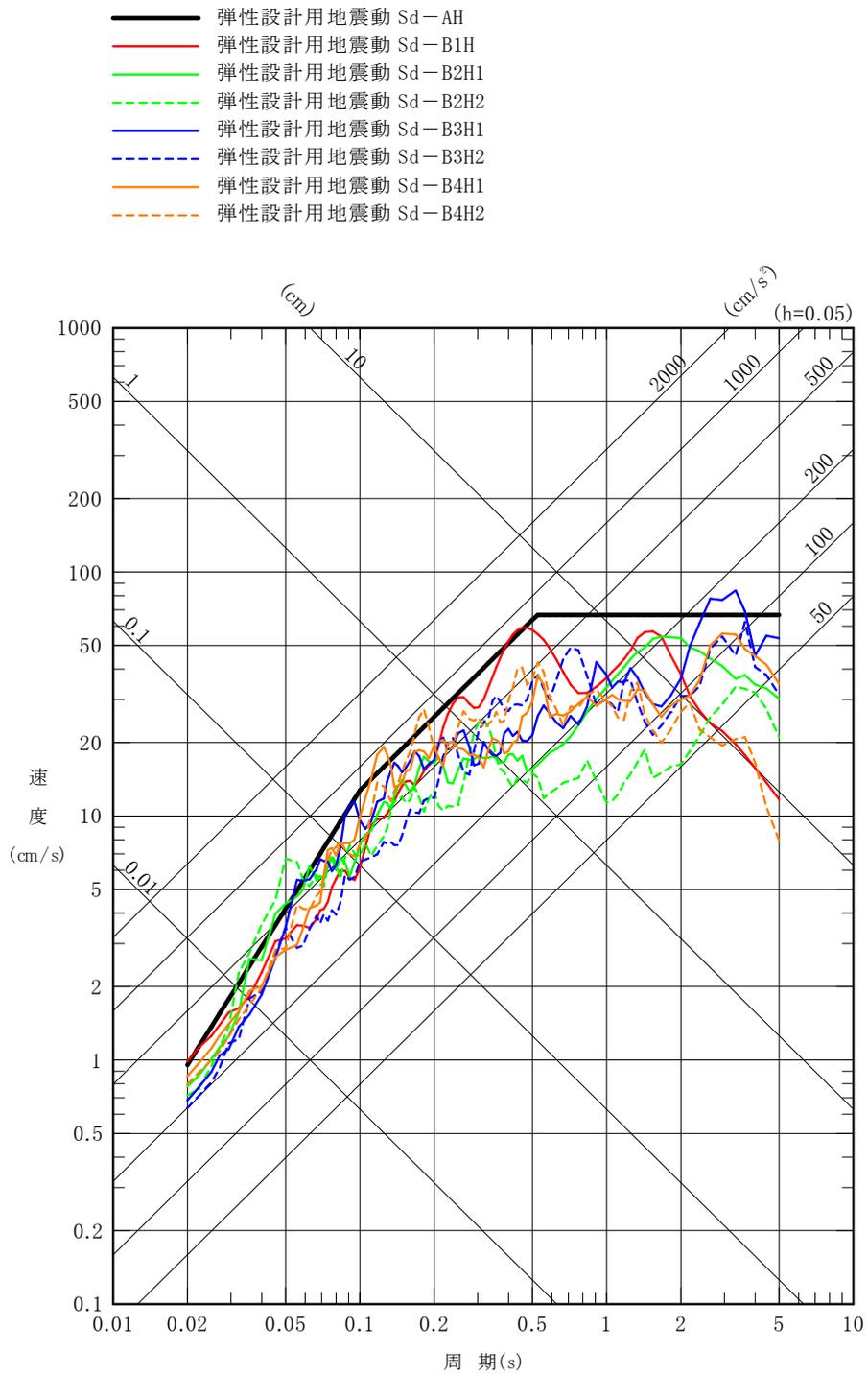
- 基準地震動 Ss-AV
- - - 基準地震動 Ss-B1V 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 鉛直方向
- · - 基準地震動 Ss-B2V 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 鉛直方向
- · - 基準地震動 Ss-B3V 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) 鉛直方向
- 一関東評価用地震動



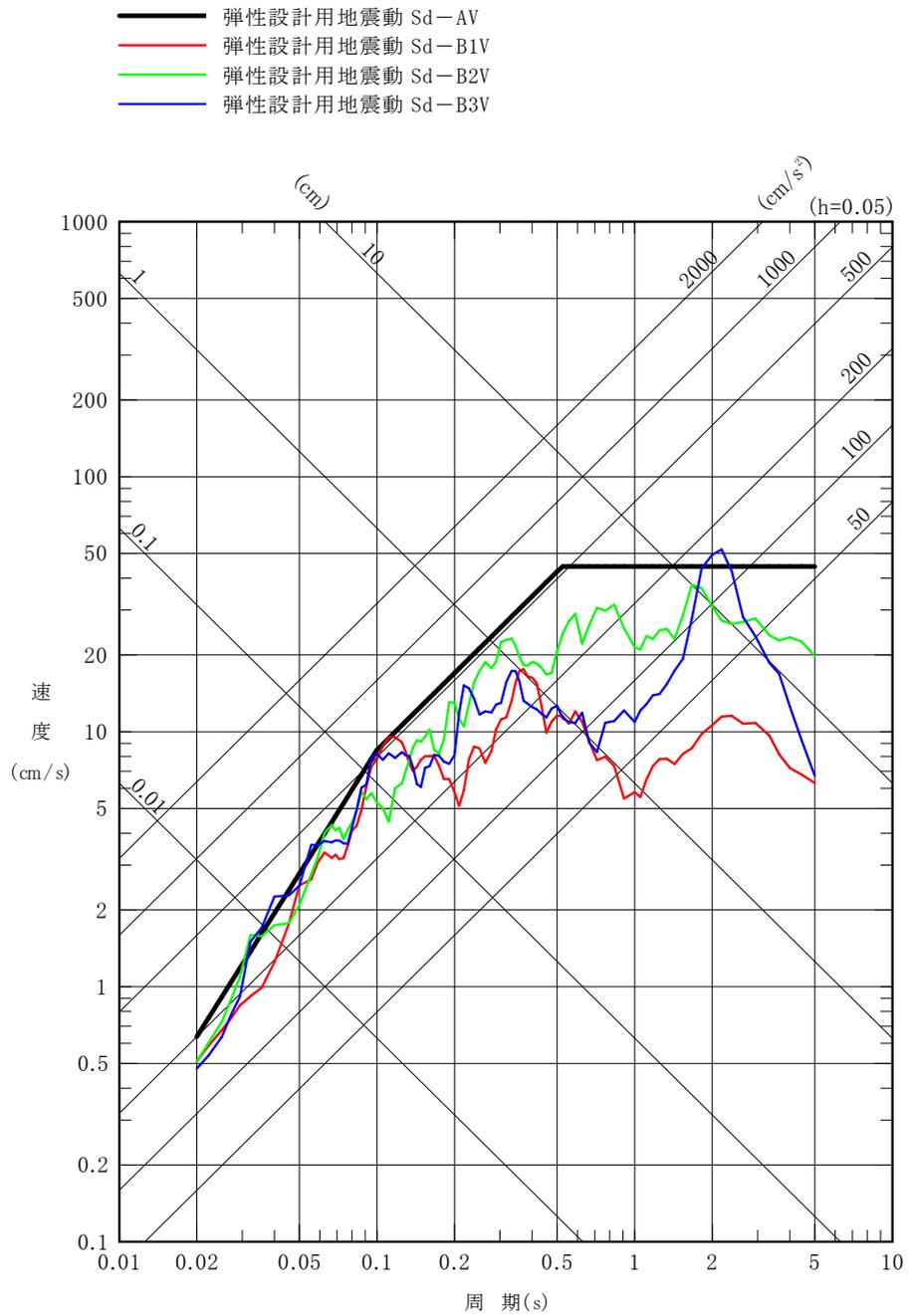
第7-1図 一関東評価用地震動 (鉛直方向) の応答スペクトル



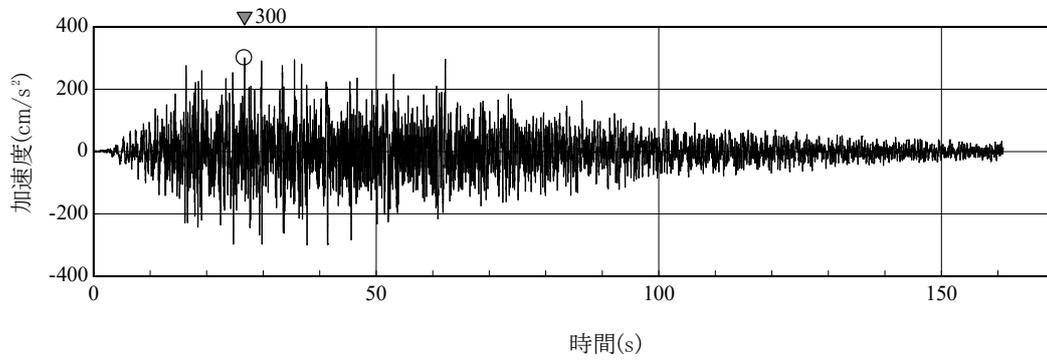
第7-2図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の時刻歴波形



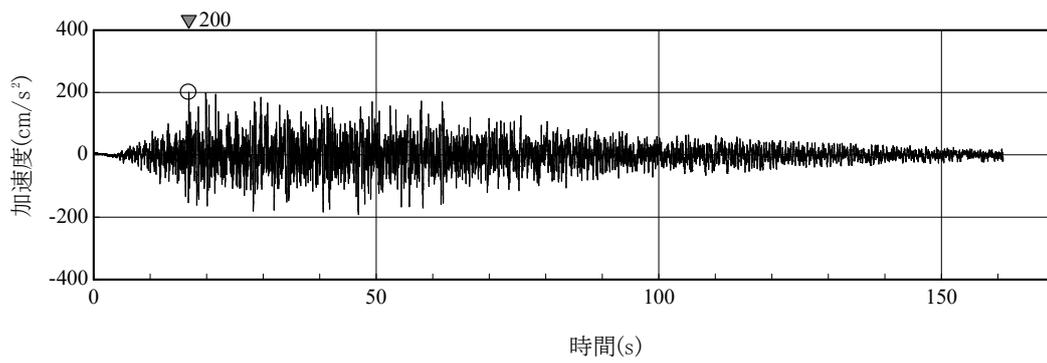
第 7-3 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-A 及び弾性設計用地震動 Sd-B1～Sd-B4 の
 応答スペクトル (水平方向)



第 7-3 図(2) 弾性設計用地震動 Sd-A 及び弾性設計用地震動 Sd-B1~Sd-B3 の
 応答スペクトル (鉛直方向)

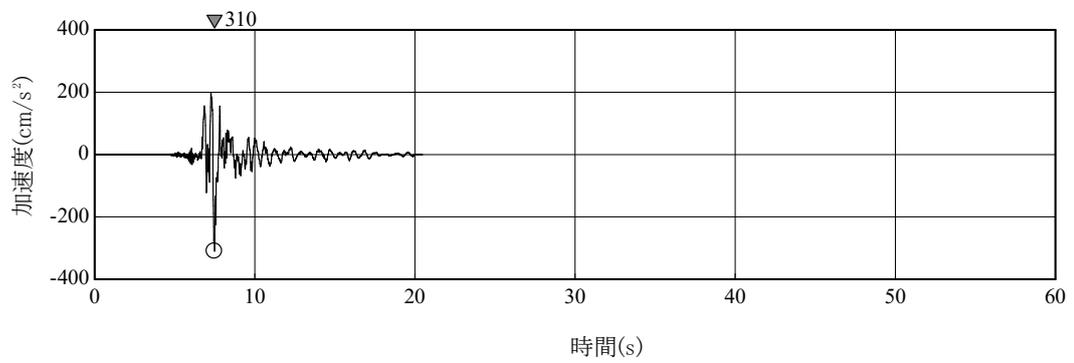


(a) Sd-AH (水平方向)

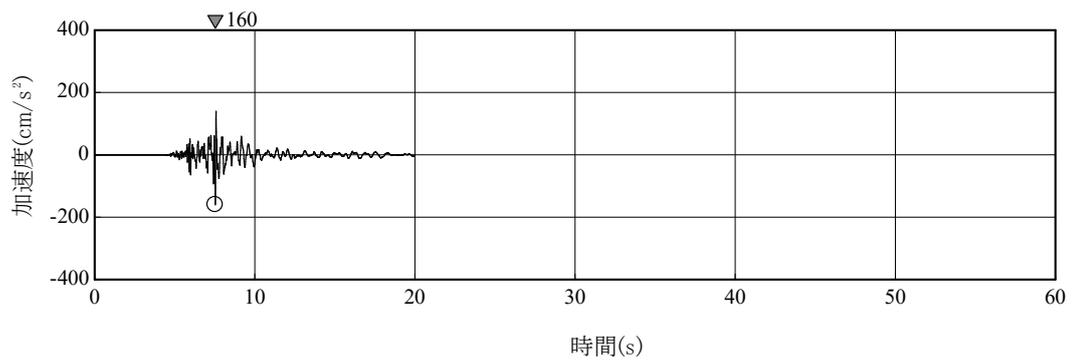


(b) Sd-AV (鉛直方向)

第7-4図 弾性設計用地震動 Sd-AH, Sd-AV の時刻歴波形

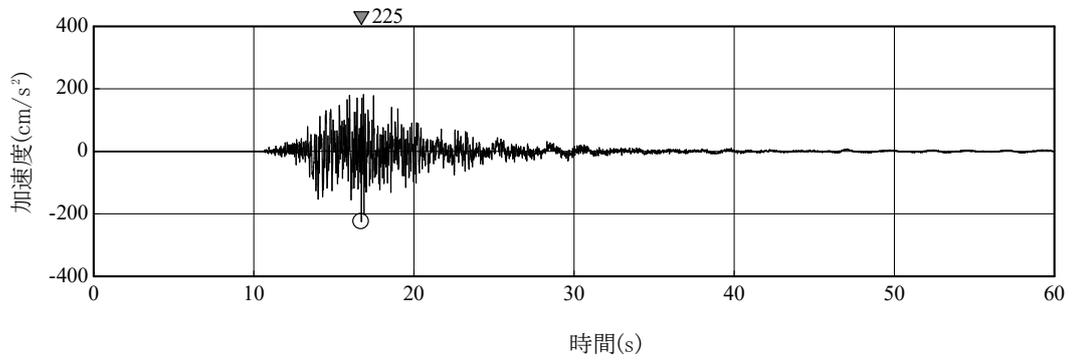


(a) Sd-B1H (水平方向)

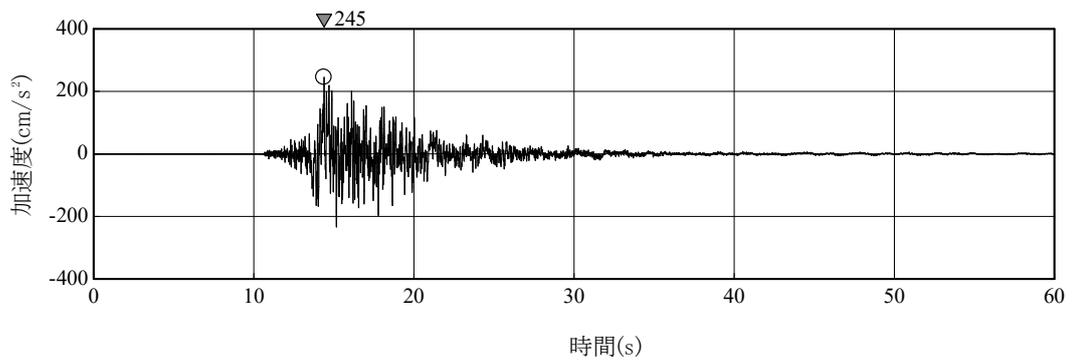


(b) Sd-B1V (鉛直方向)

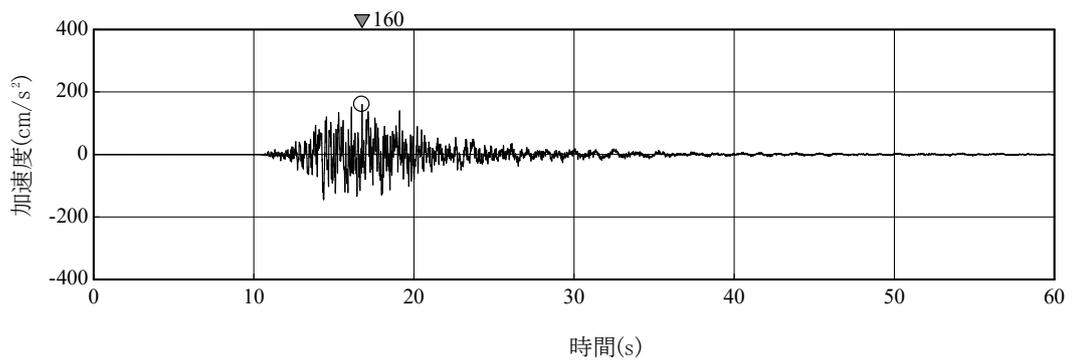
第 7-5 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-B1 の時刻歴波形



(a) Sd-B2H1 (水平方向 1)

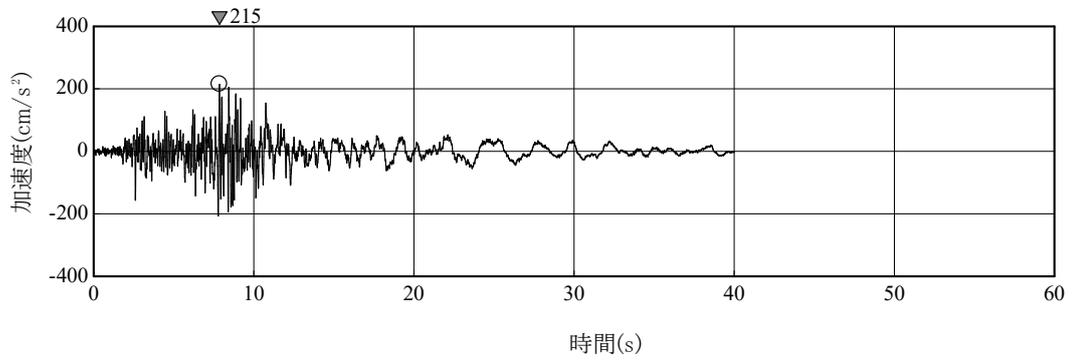


(b) Sd-B2H2 (水平方向 2)

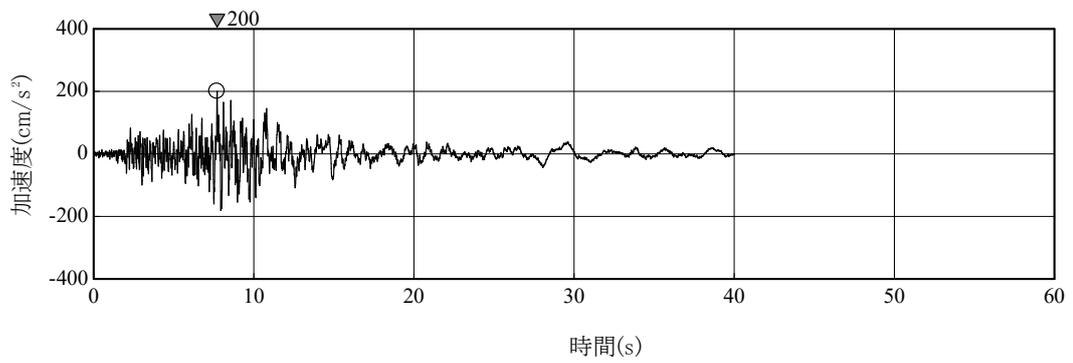


(c) Sd-B2V (鉛直方向)

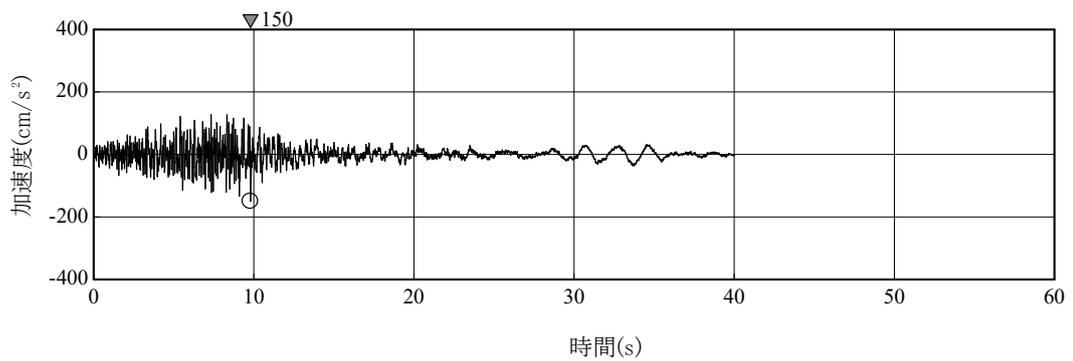
第 7-5 図(2) 弾性設計用地震動 Sd-B2 の時刻歴波形



(a) Sd-B3H1 (水平方向 1)

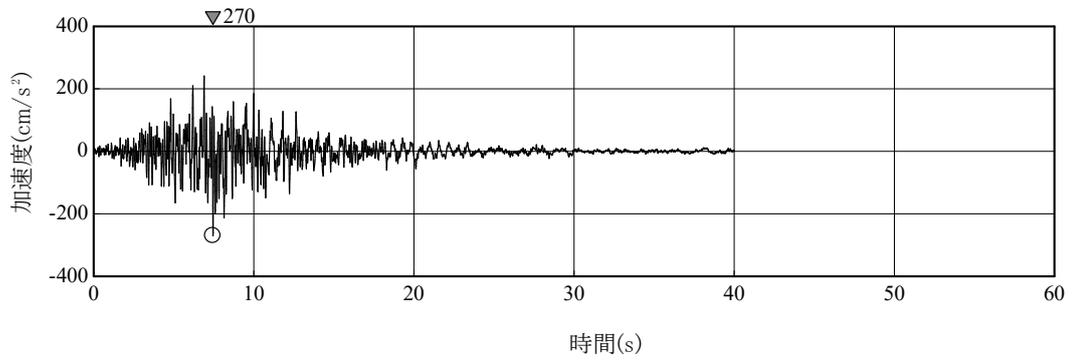


(b) Sd-B3H2 (水平方向 2)

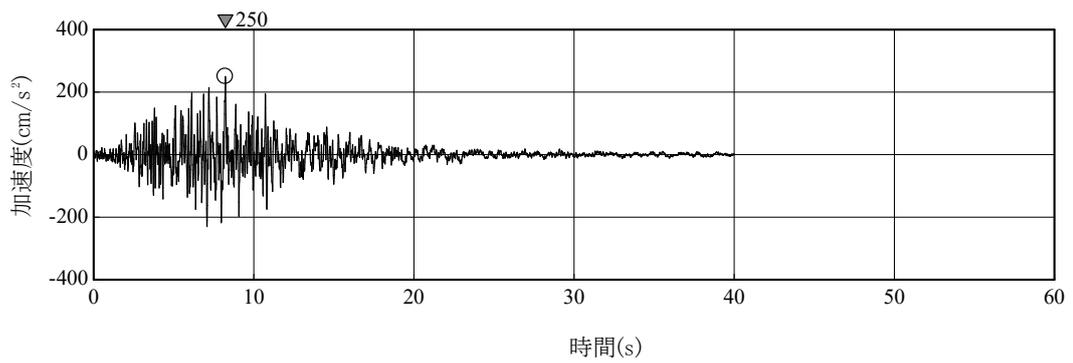


(c) Sd-B3V (鉛直方向)

第 7-5 図(3) 弾性設計用地震動 Sd-B3 の時刻歴波形

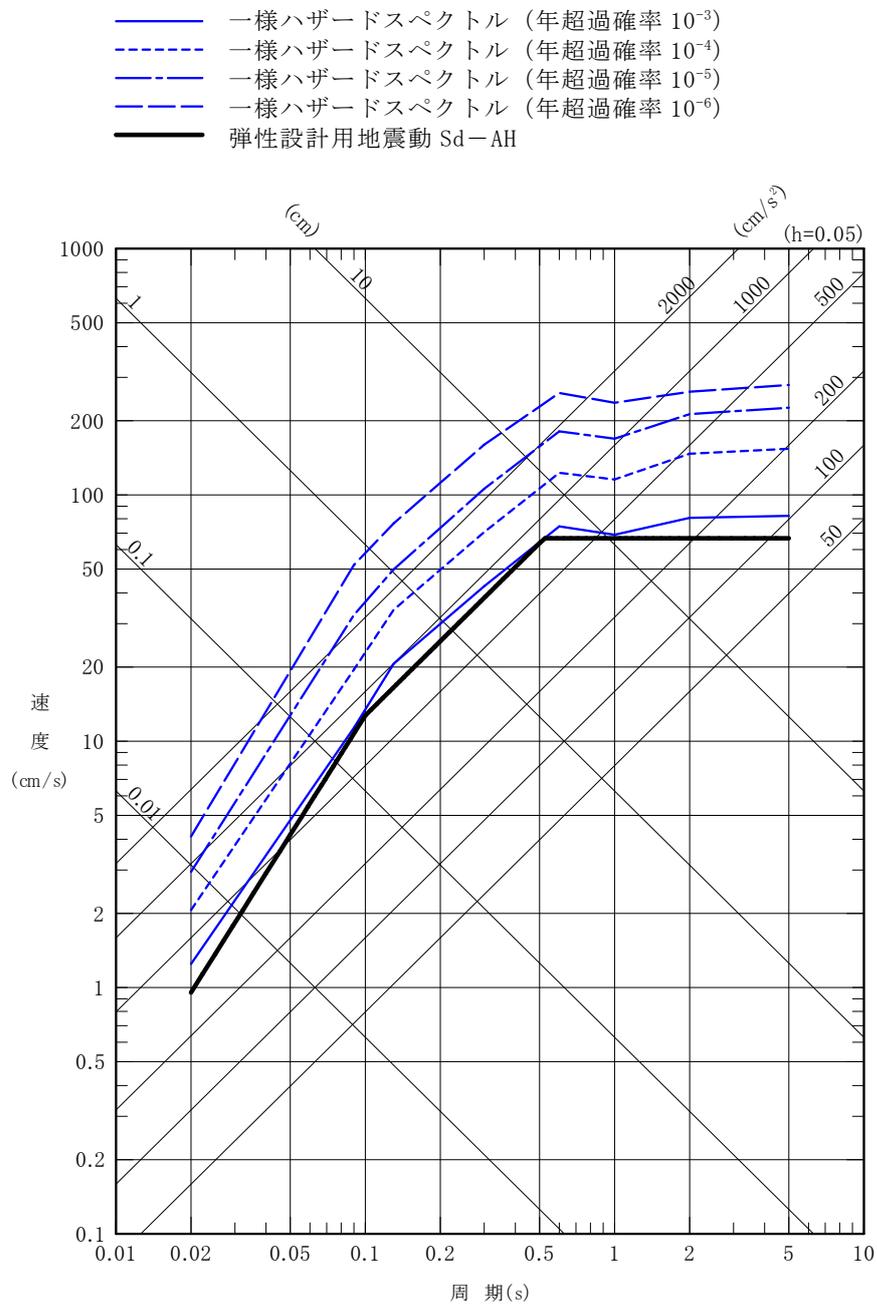


(a) Sd-B4H1 (水平方向 1)

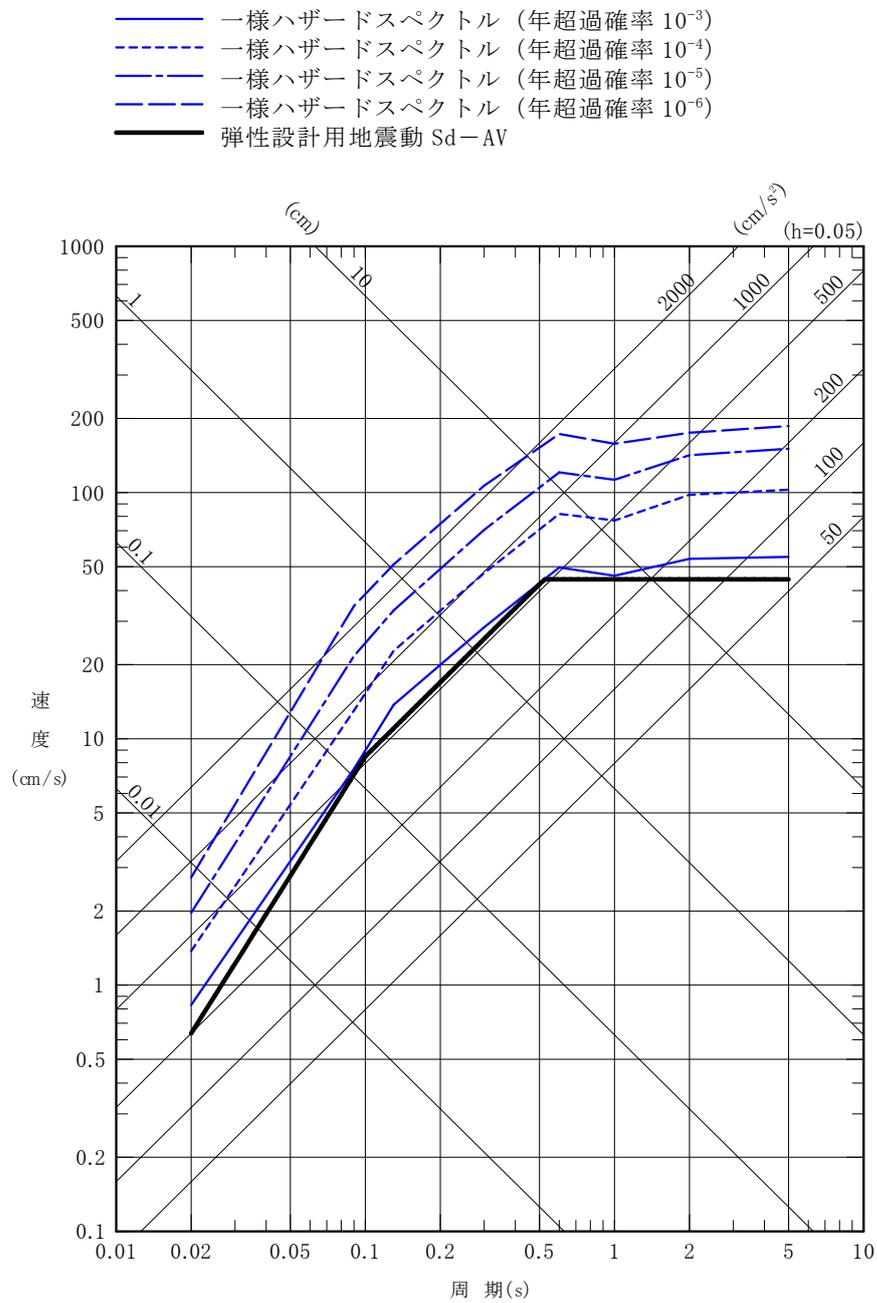


(b) Sd-B4H2 (水平方向 2)

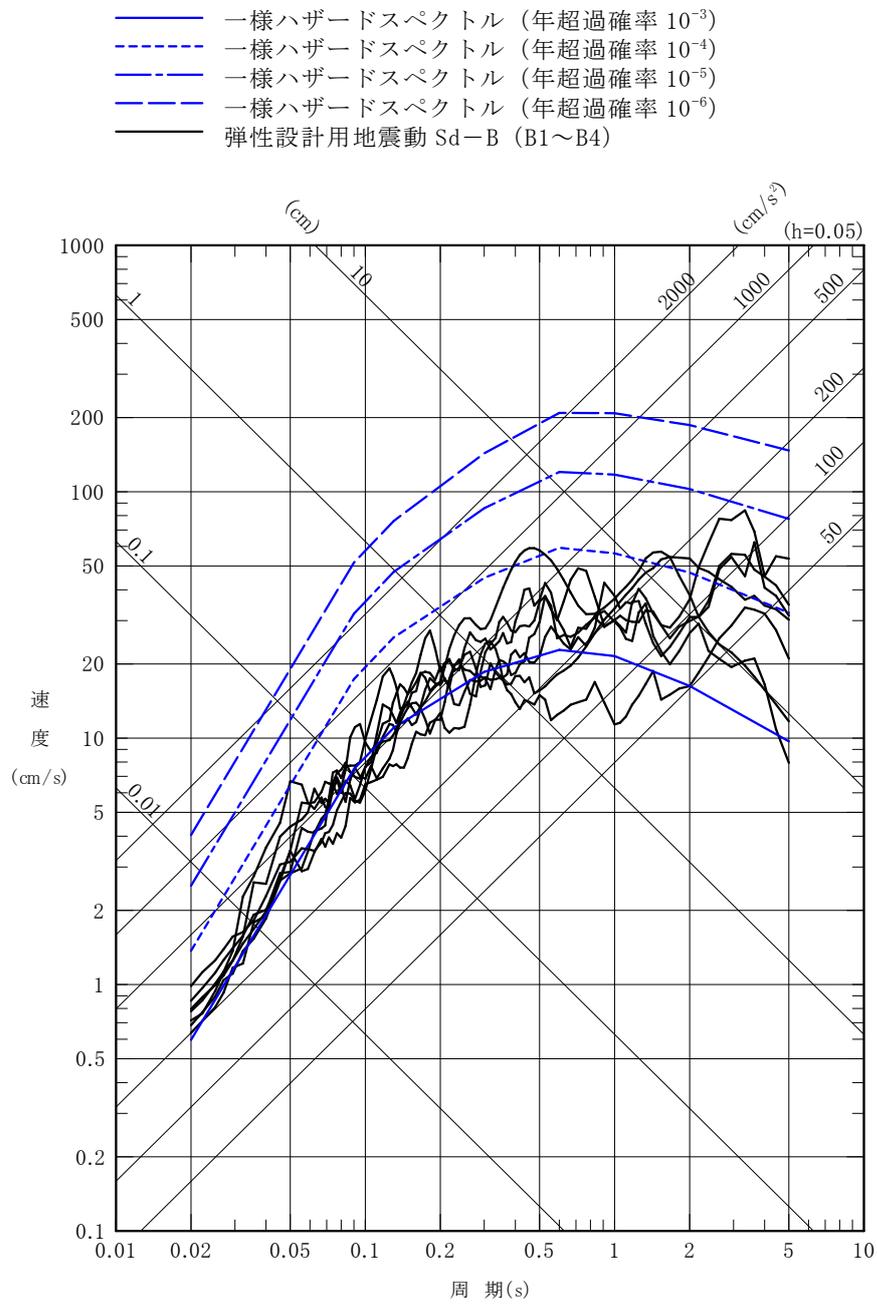
第 7-5 図(4) 弾性設計用地震動 Sd-B4 の時刻歴波形



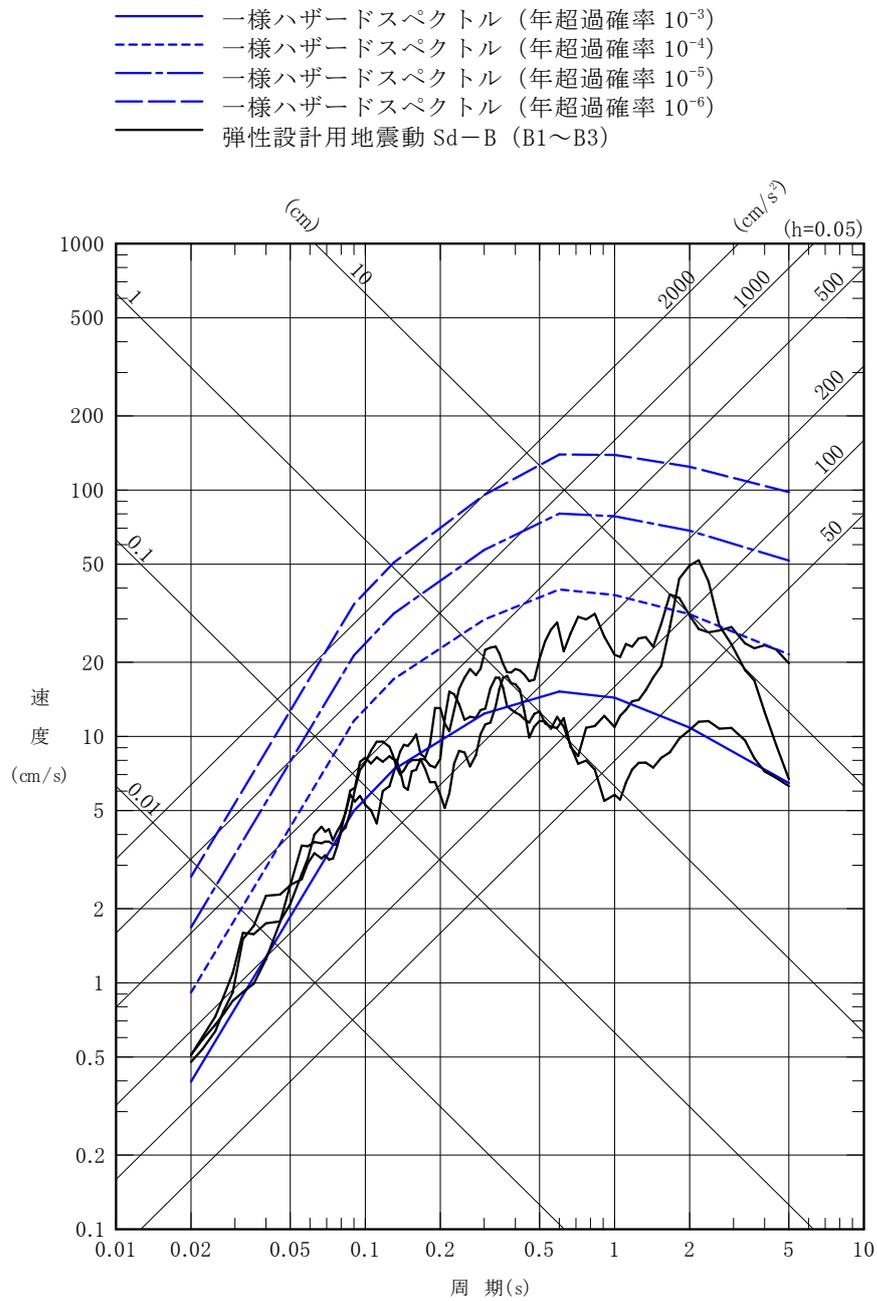
第7-6図(1) 弾性設計用地震動 Sd-A と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



第7-6図(2) 弾性設計用地震動 Sd-A と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



第 7-7 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-B1~Sd-B4 と同様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



第 7-7 図(2) 弾性設計用地震動 Sd-B1~Sd-B3 と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針

目 次*

1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 地盤の物性値	3
4. 基礎の許容支持力	13
4.1 直接基礎の許容支持力	13
4.2 杭基礎の許容支持力	14
5. 地質断面図	16
6. 使用済燃料貯蔵建屋の耐震評価における地盤のモデル化	20
6.1 入力地震動算定に用いる地下構造モデル	20
6.2 地震応答解析に用いる地盤の解析モデル	22

*：令和3年8月20日付け原規規発第2108202号にて変更認可され、今回申請で変更がない事項については、当該事項を記載した章、節又は項等の表題に「前回申請に同じ」と記載する。

1. 概要 前回申請と同じ

本資料は、「5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に基づき、使用済燃料貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）の耐震安全性評価を実施するに当たり、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の地盤物性値の設定及び支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

2. 基本方針 前回申請に同じ

貯蔵施設は、技術基準規則第6条に適合するため、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設置されたものとする。

貯蔵施設には、施設に大きな影響を及ぼすような地震の発生によって崩壊するおそれがある斜面は存在せず、貯蔵施設は耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設置される。

貯蔵施設のうち、使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）は杭基礎とし、耐震Bクラス施設に適用される地震力及び基準地震動 S_s による地震力が作用した場合においても貯蔵建屋を十分に支持することができる地盤に設置されたものとする。

貯蔵施設のうち、電気設備をはじめとする耐震Cクラス施設、設備は、耐震Cクラス施設に適用される地震力が作用した場合においても当該施設、設備を十分に支持することができる地盤に設置されたものとする。

施設、設備は、貯蔵建屋に設置される施設、設備、貯蔵建屋以外の建屋に設置される施設、設備、直接地盤に設置される施設、設備のいずれかに類別される。

貯蔵建屋に設置される施設、設備は、貯蔵建屋に支持させる。貯蔵建屋は杭基礎とし、耐震Bクラス施設に適用される地震力及び基準地震動 S_s による地震力が作用した場合においても貯蔵建屋を十分に支持することができる地盤に支持させるため、貯蔵建屋に設置される施設、設備は、施設に適用される地震力が作用した場合においても当該施設、設備を十分に支持することができる地盤に設置されたものとなる。

貯蔵建屋以外の建屋に設置される施設、設備は、当該建屋に支持させる。当該建屋は直接基礎とし、施設に適用される地震力と同等である建築基準法に基づく地震力が作用した場合においても当該建屋を十分に支持することができる地盤に支持させるため、貯蔵建屋以外の建屋に設置される施設、設備は、施設に適用される地震力が作用した場合においても当該施設、設備を十分に支持することができる地盤に設置されたものとなる。

直接地盤に設置される施設、設備は直接基礎とし、重量や形状を考慮し、地盤が当該施設、設備を十分に支持することができるものであることを確認する。これにより、建屋外に設置される施設、設備は、施設に適用される地震力が作用した場合においても当該施設、設備を十分に支持することができる地盤に設置されたものとなる。

3. 地盤の物性値 前回申請に同じ

対象施設を設置する地盤の物理特性，強度特性，変形特性等の物性値については，原位置試験及び室内試験から得られた各種物性値を基に設定する。地盤の物性値は，事業変更許可申請書（添付書類四）に記載した値を用いることを基本とする。

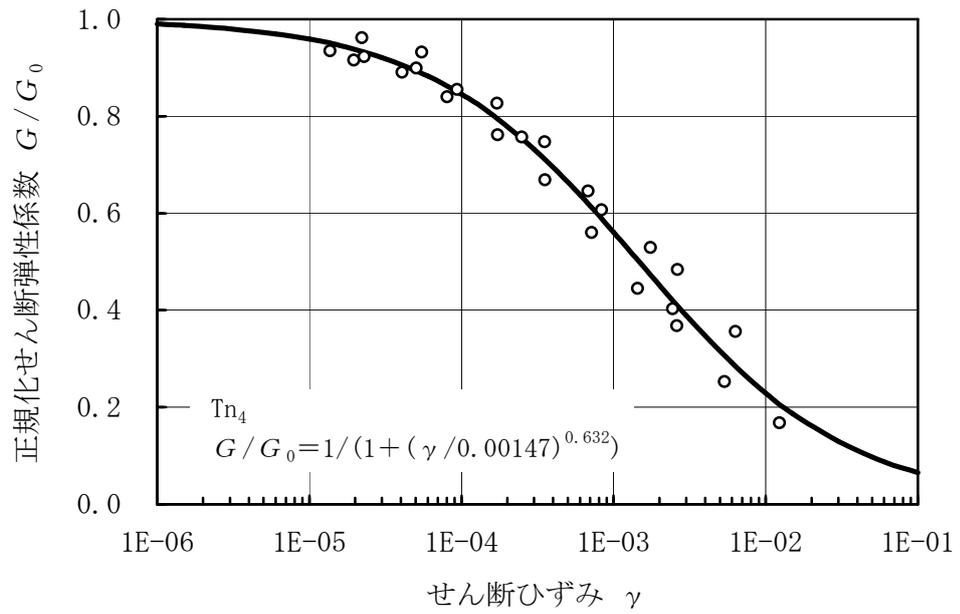
地盤の物性値及びその設定根拠を第3-1表，第3-2表に示す。動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を第3-1図～第3-7図に示す。

第3-1表 地盤の物性値

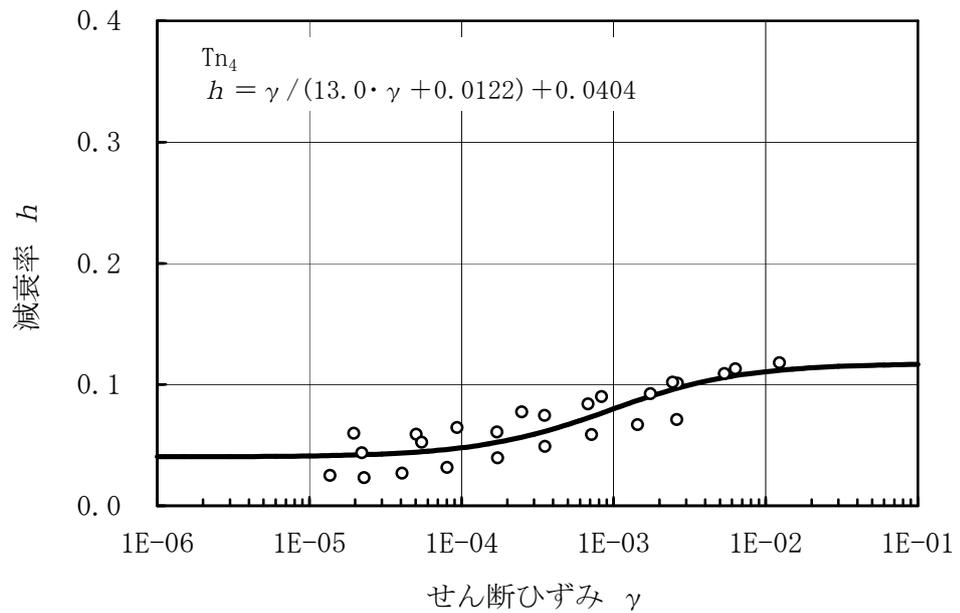
	物理特性	強度特性		静的変形特性		動の変形特性			
	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	ピーク強度 C (N/mm ²)	残留強度 C_r (N/mm ²)	初期変形係数 E_0 (N/mm ²)	静ポアソン比 ν	動せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	正規化せん断弾性係数のひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$	減衰率のひずみ依存性 $h \sim \gamma$
盛土・埋土 (bk)	1.75	0.035	0.033	16.4	0.19	50.6	0.49	$\frac{1}{1+(\gamma/0.000495)^{0.860}}$	$\frac{\gamma}{6.06 \cdot \gamma + 0.00455} + 0.0259$
ローム (Lm)	1.47	0.085	0.084	21.8	0.21	231	0.46	$\frac{1}{1+(\gamma/0.000743)^{0.744}}$	$\frac{\gamma}{12.3 \cdot \gamma + 0.00625} + 0.0226$
中位段丘堆積物 (M)	1.79	0.073	0.071	11.6	0.13	71.8	0.49	$\frac{1}{1+(\gamma/0.000463)^{0.796}}$	$\frac{\gamma}{10.9 \cdot \gamma + 0.00270} + 0.0216$
上部砂質・粘性土 (Tn ₅)	1.80	0.231	0.213	29.1	0.19	227	0.48	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00151)^{0.775}}$	$\frac{\gamma}{14.2 \cdot \gamma + 0.00876} + 0.0165$
中部砂質土 (Tn ₄)	1.59	0.140	0.116	26.3	0.09	256	0.47	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00147)^{0.632}}$	$\frac{\gamma}{13.0 \cdot \gamma + 0.0122} + 0.0404$
中部粘性土 (Tn ₃)	1.91	0.297	0.233	13.4	0.19	284	0.47	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00105)^{0.730}}$	$\frac{\gamma}{14.5 \cdot \gamma + 0.00549} + 0.0252$
下部砂質土 (Tn ₂)	1.92	0.621	0.551	172	0.11	376	0.45	$\frac{1}{1+(\gamma/0.000819)^{0.814}}$	$\frac{\gamma}{12.3 \cdot \gamma + 0.00287} + 0.0094$
下部粘性土 (Tn ₁)	1.69	0.277	0.184	106	0.20	333	0.46	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00594)^{0.448}}$	$\frac{\gamma}{24.6 \cdot \gamma + 0.00273} + 0.0116$
上部軽石混じり砂岩 (Sn ₄)	1.82	0.301-0.0152・Z	0.300-0.0140・Z	104-4.91・Z	0.15	326-5.11・Z	0.45	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00173)^{0.809}}$	$\frac{\gamma}{11.7 \cdot \gamma + 0.00784} + 0.0237$
中部軽石混じり砂岩 (Sn ₃)	1.83	0.728-0.00289・Z	0.741-0.00239・Z	386	0.15	288-4.54・Z	0.44	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00228)^{0.957}}$	$\frac{\gamma}{5.46 \cdot \gamma + 0.0205} + 0.0177$
火山礫凝灰岩 (Sn ₂)	2.01	1.34	1.24	422	0.19	1,230	0.41	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00180)^{0.801}}$	$\frac{\gamma}{6.45 \cdot \gamma + 0.0236} + 0.0229$
下部軽石混じり砂岩 (Sn ₁)	1.77	1.12	1.04	606	0.14	172-3.77・Z	0.42	$\frac{1}{1+(\gamma/0.00271)^{0.956}}$	$\frac{\gamma}{6.27 \cdot \gamma + 0.0232} + 0.0118$
	・ Z は標高 (m) を示す。 ・ 強度特性 (ピーク強度・残留強度) は右図により設定する。 ただし、残留強度の場合は C を C _r に置き換える。 ・ すべり安全率の算定には、安全側に盛土・埋土 (bk) , ローム層 (Lm) , 中位段丘堆積物 (M) の強度は無視する。								

第3-2表 地盤の物性値の設定根拠

	物理特性	強度特性		静的変形特性		動的変形特性		
	湿潤密度 ρ_t	ピーク強度 C	残留強度 C_r	初期変形係数 E_0	静ポアソン比 ν	動せん断弾性係数 G_0	動ポアソン比 ν_d	$G/G_0, h$ の ひずみ依存性
盛土・埋土 (bk)	ブロック試料から採取した供試体の湿潤密度	ブロック試料から採取した供試体の三軸圧縮試験			ブロック試料から採取した供試体の超音波速度測定による V_s と湿潤密度により算定	ブロック試料から採取した供試体の超音波速度測定による V_p, V_s により算定	ブロック試料から採取した供試体の繰返し三軸試験 (変形特性)	
ローム (Lm)								
中段丘堆積物 (M)								
上部砂質・粘性土 (Tn5)	ボーリングコア試料から採取した供試体の湿潤密度	ボーリングコア試料から採取した供試体の三軸圧縮試験			P S 検層による V_s と湿潤密度により算定	P S 検層による V_p, V_s により算定	ボーリングコア試料から採取した供試体の繰返し三軸試験 (変形特性)	
中部砂質土 (Tn4)								
中部粘性土 (Tn3)								
下部砂質土 (Tn2)								
下部粘性土 (Tn1)								
上部軽石混じり砂岩 (Sn4)								
中部軽石混じり砂岩 (Sn3)								
火山礫凝灰岩 (Sn2)								
下部軽石混じり砂岩 (Sn1)								

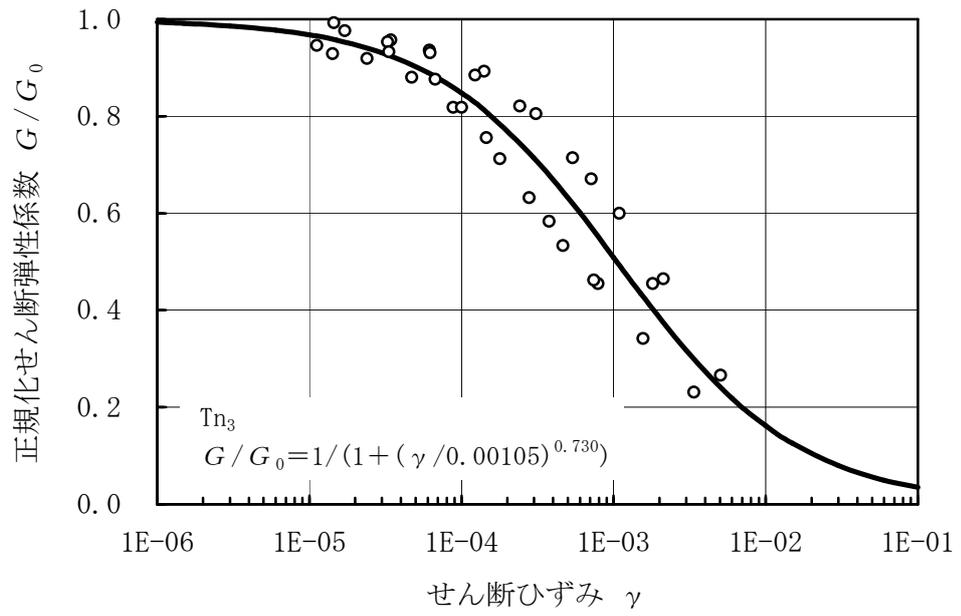


(a) 動の変形特性

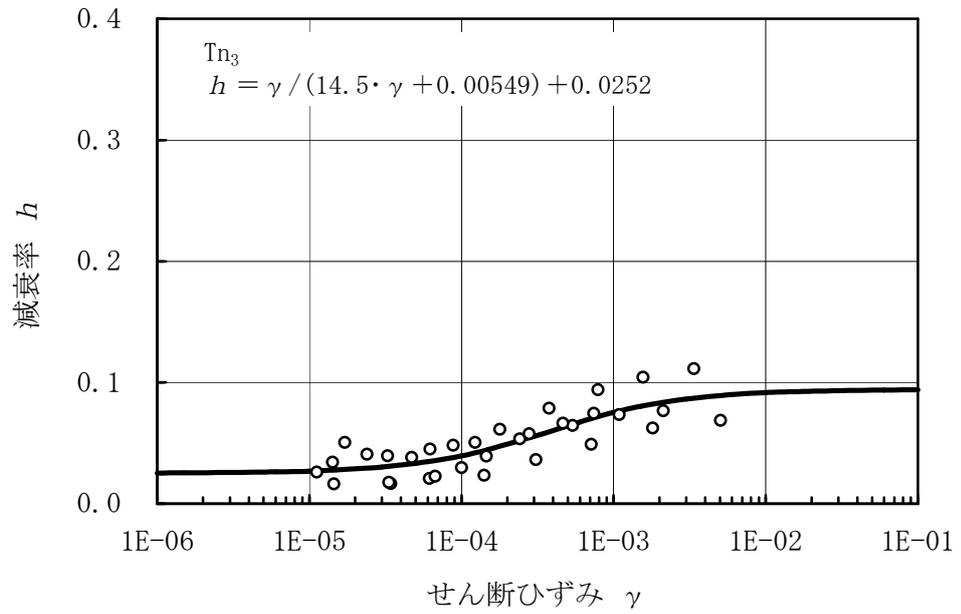


(b) 減衰特性

第 3 - 1 図 動的ひずみ依存特性 (Tn_4)

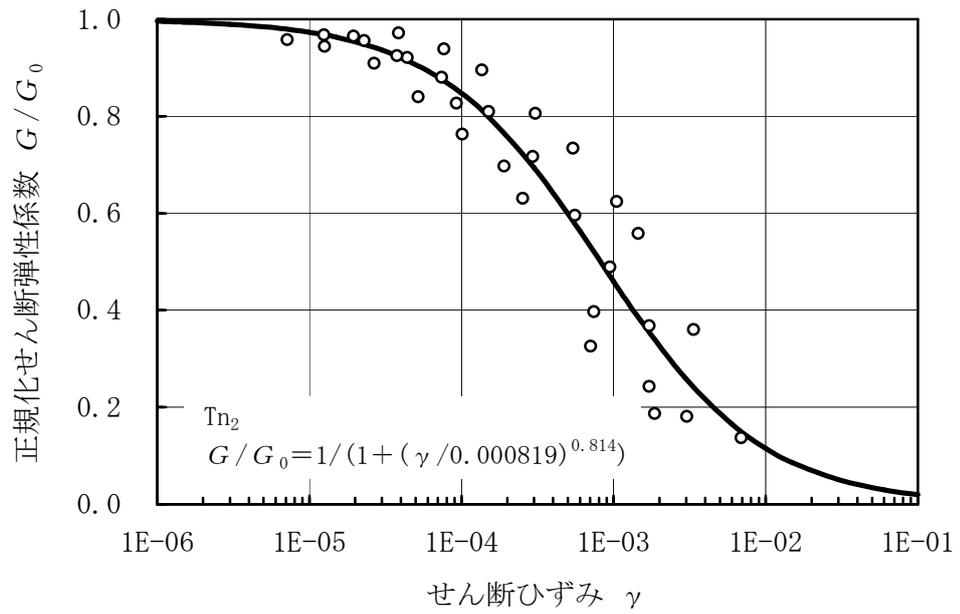


(a) 動的変形特性

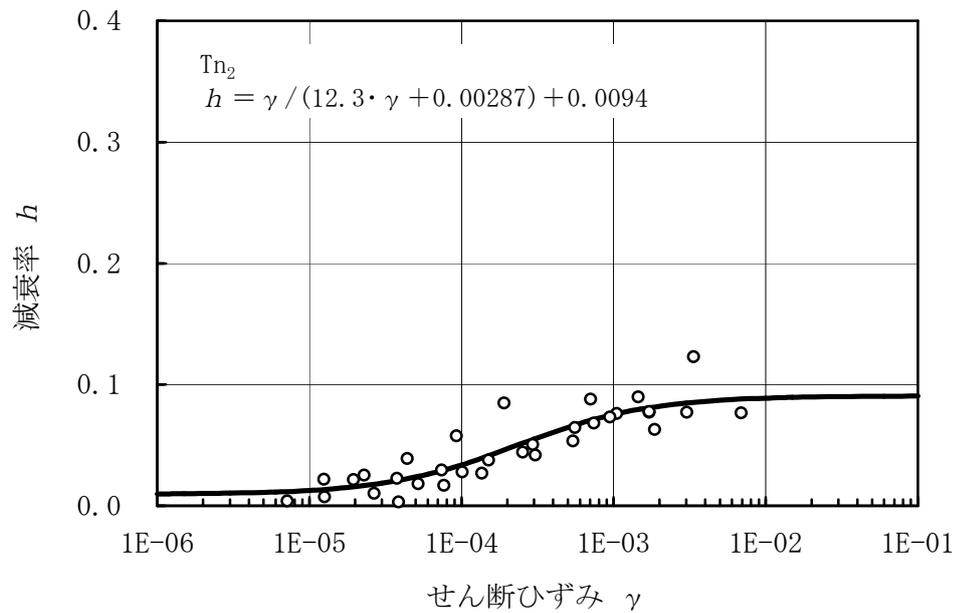


(b) 減衰特性

第 3 - 2 図 動的ひずみ依存特性 (T_{n3})

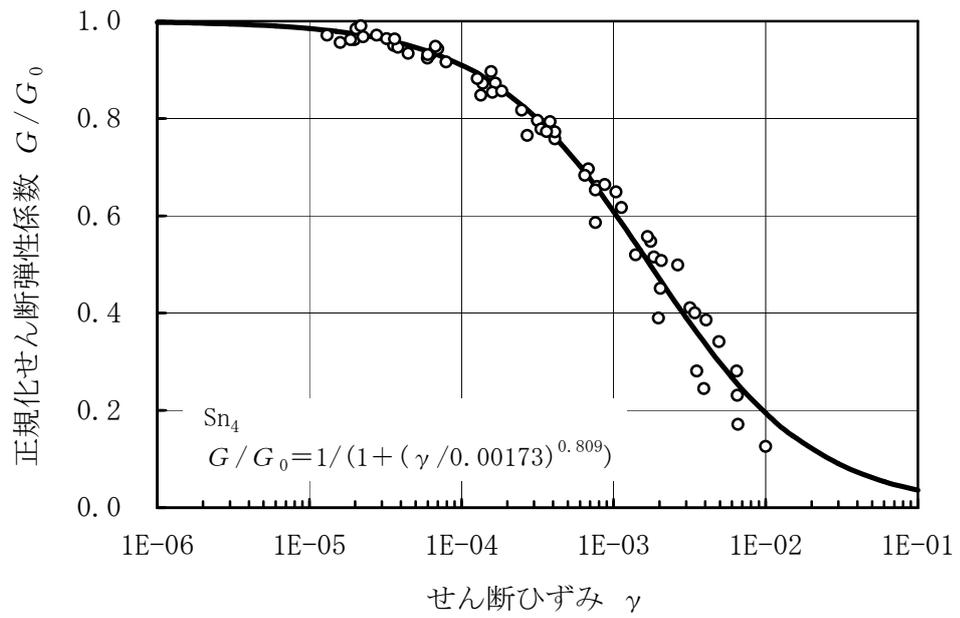


(a) 動の変形特性

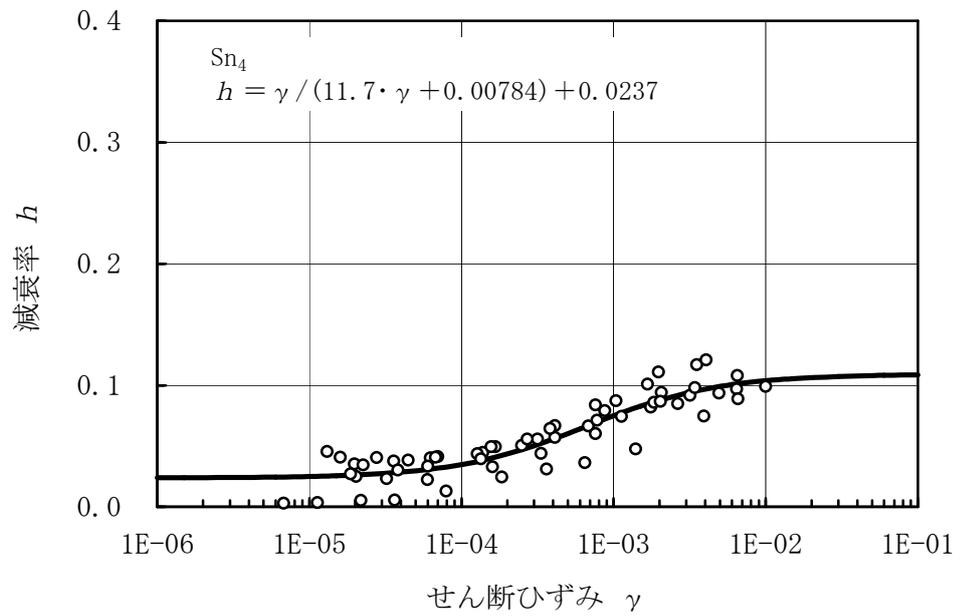


(b) 減衰特性

第 3 - 3 図 動的ひずみ依存特性 (T_{n_2})

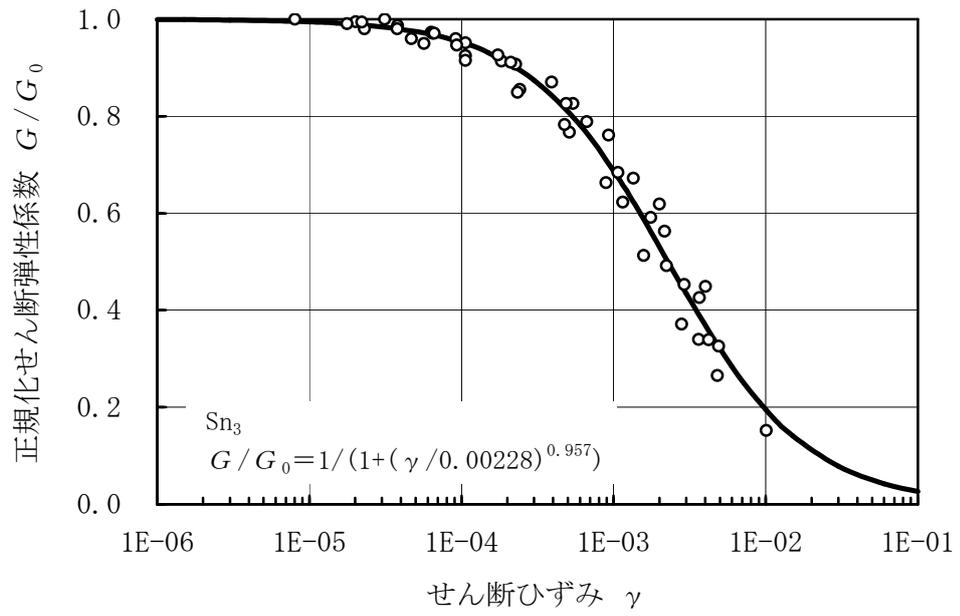


(a) 動の変形特性

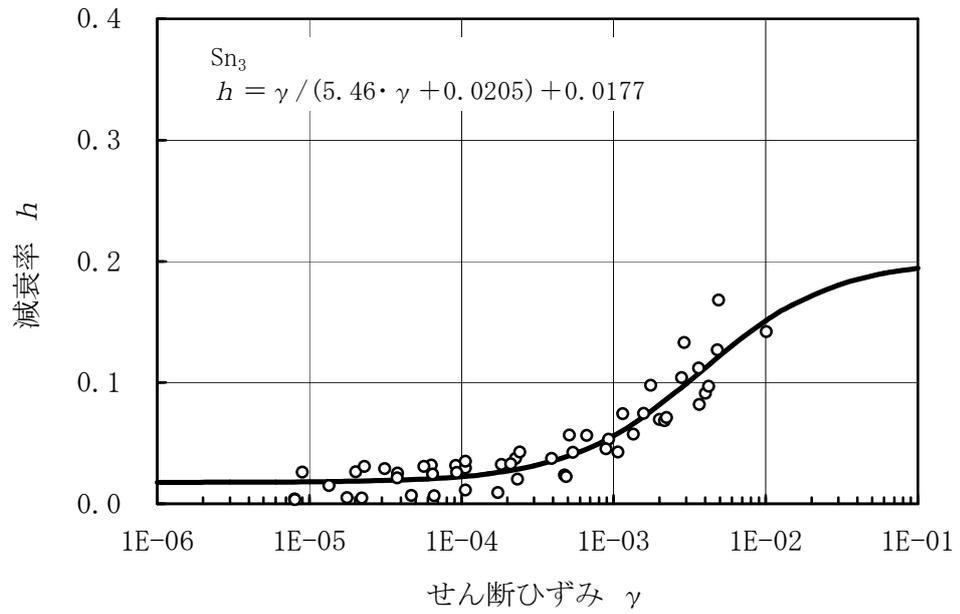


(b) 減衰特性

第 3 - 4 図 動的ひずみ依存特性 (Sn₄)

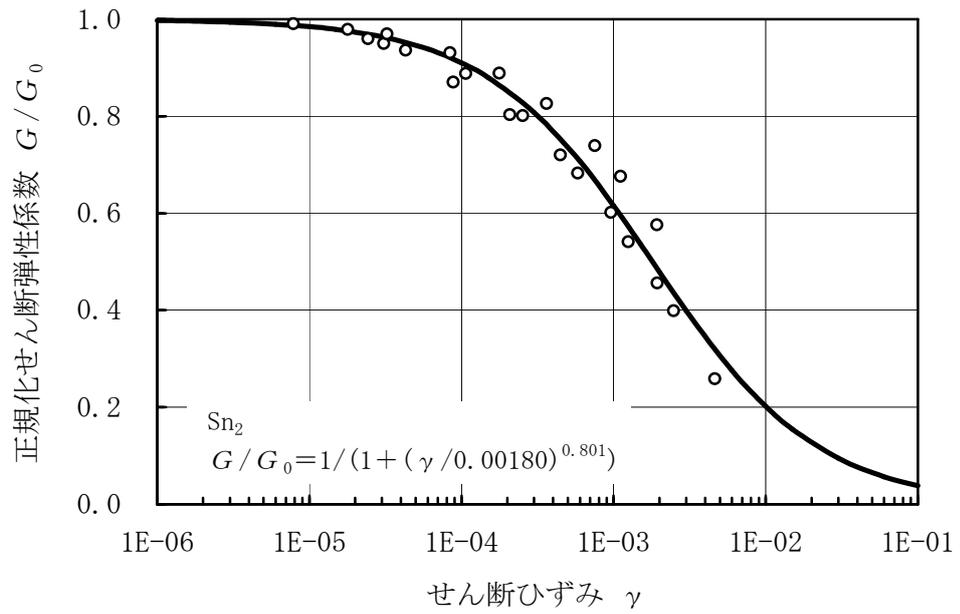


(a) 動の変形特性

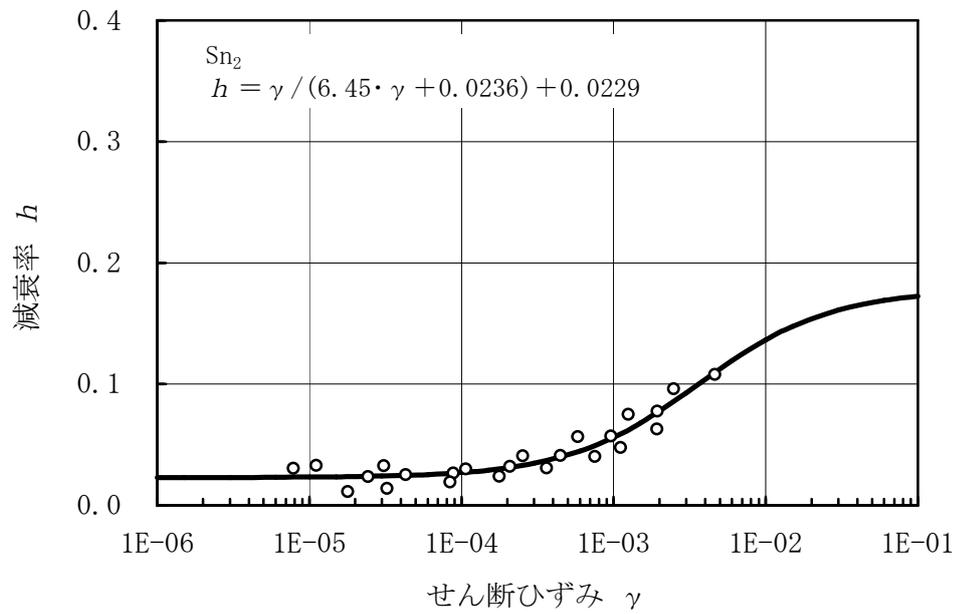


(b) 減衰特性

第 3 - 5 図 動的ひずみ依存特性 (Sn₃)

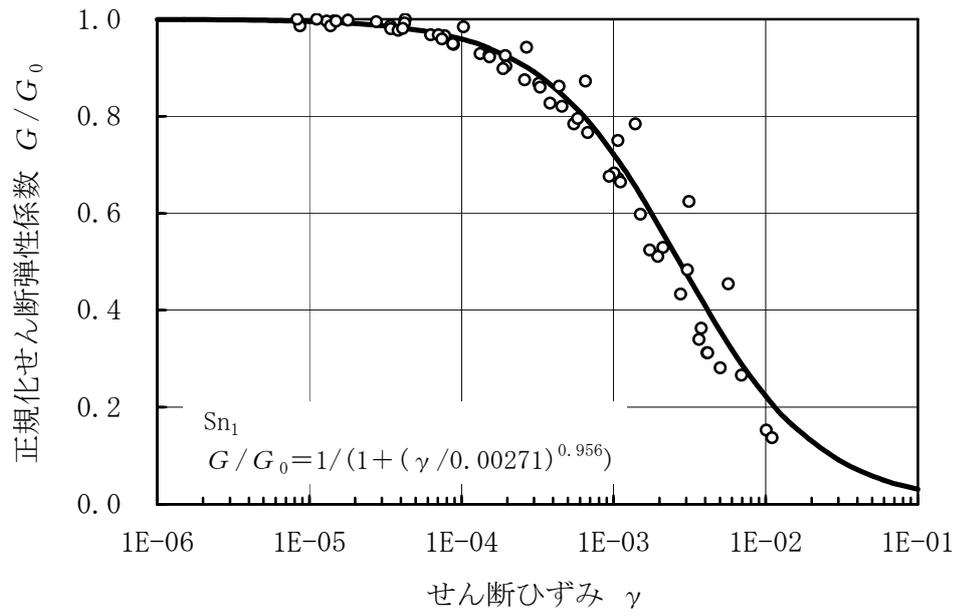


(a) 動的変形特性

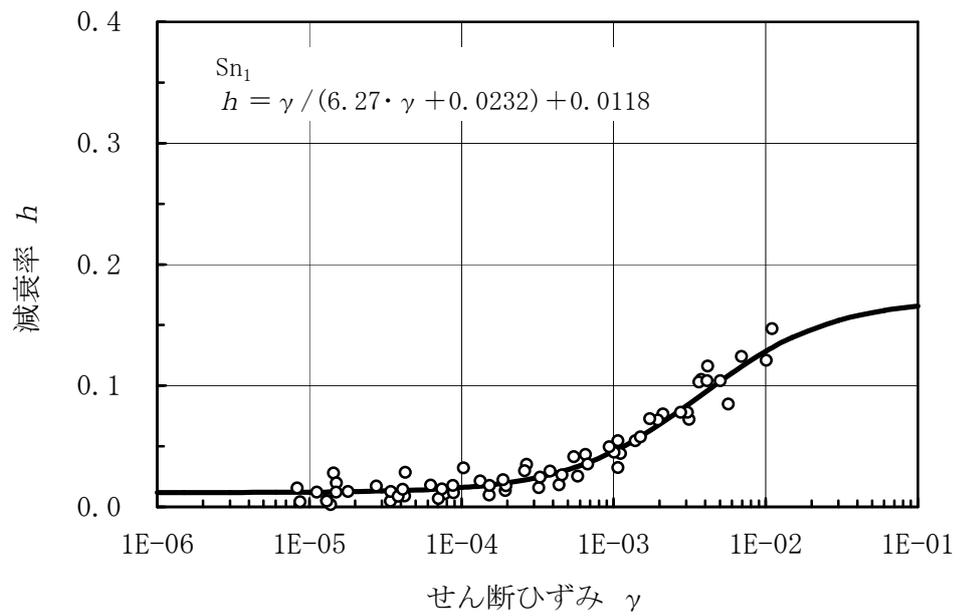


(b) 減衰特性

第3-6図 動的ひずみ依存特性 (Sn₂)



(a) 動の変形特性



(b) 減衰特性

第 3 - 7 図 動的ひずみ依存特性 (S_{n1})

4. 基礎の許容支持力

4.1 直接基礎の許容支持力 前回申請に同じ

直接基礎の許容支持力は、建築基準法施行令に示される値を用いる方法、建築基準法施行令の関連告示に示される原位置試験（平板載荷試験等）の方法、建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会）の支持力式で施設、設備の支持地盤の室内土質試験等に基づき算定する方法のいずれかを用いることとし、地盤の状況や、施設、設備の重量や形状等に応じて算定する。

直接基礎の極限鉛直支持力を算定するための支持力式（建築基礎構造設計指針）を以下に示す。

$$R_u = q_u \cdot A = (i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \cdot A$$

R_u : 直接基礎の極限鉛直支持力 (kN)

q_u : 単位面積当たりの極限鉛直支持力度 (kN/m²)

A : 基礎の底面積 (m²)

N_c, N_γ, N_q : 支持力係数 (第4-1表参照)

c : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

γ_1 : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m³)

(γ_1, γ_2 には、地下水位以下の場合には水中単位体積重量を用いる)

α, β : 基礎の形状係数 (第4-2表参照)

η : 基礎の寸法効果による補正係数

$$\eta = (B/B_0)^{-1/3} \quad (\text{ただし, } B, B_0 \text{の単位はm, } B_0=1\text{m})$$

i_c, i_γ, i_q : 荷重の傾斜に対する補正係数

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_\gamma = (1 - \theta/\phi)^2 \quad (\text{ただし, } \theta > \phi \text{の場合には } i_\gamma = 0)$$

ϕ : 土の内部摩擦角 (°)

θ : 荷重の傾斜角 (°)

$\tan \theta = H/V$ (H: 水平荷重, V: 鉛直荷重) で、かつ

$$\tan \theta \leq \mu \quad (\mu \text{は基礎底面の摩擦係数})$$

B : 基礎幅 (m)

D_f : 根入れ深さ (m)

第4-1表 支持力係数

ϕ	N_c	N_γ	N_q
0°	5.1	1.0	0.0
5°	6.5	1.6	0.1
10°	8.3	2.5	0.4
15°	11.0	3.9	1.1
20°	14.8	6.4	2.9
25°	20.7	10.7	6.8
28°	25.8	14.7	11.2
30°	30.1	18.4	15.7
32°	35.5	23.2	22.0
34°	42.2	29.4	31.1
36°	50.6	37.8	44.4
38°	61.4	48.9	64.1
40° 以上	75.3	64.2	93.7

第4-2表 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
α	1.0	1.2	$1.0 + 0.2B/L$	1.2
β	0.5	0.3	$0.5 - 0.2B/L$	0.3

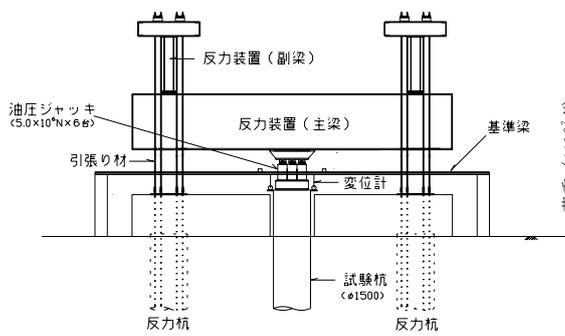
B : 長方形の短辺長さ, L : 長方形の長辺長さ

4.2 杭基礎の許容支持力

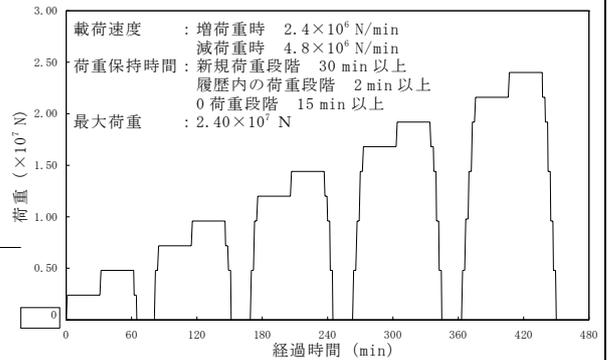
杭の支持力試験を実施している貯蔵建屋については、杭基礎の極限支持力を支持力試験結果から設定する。杭の載荷試験の概要を第4-3図に示す。

① 杭の押し込み試験

載荷試験による評価は地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」に準拠する。



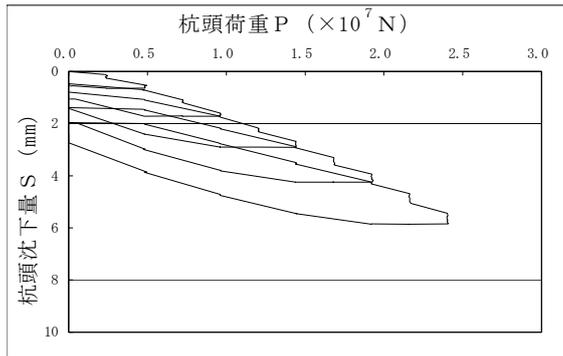
杭の押し込み試験の装置図 (断面図)



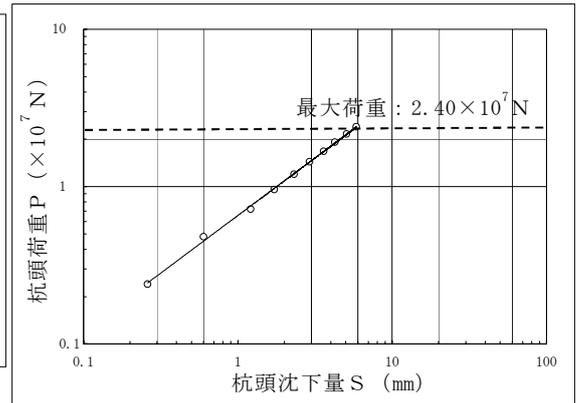
杭の押し込み試験の載荷パターン

② 試験結果

荷重と杭頭沈下量の関係を下図に示す。両対数で描いた荷重—杭頭沈下量曲線上に明瞭な折れ点が現れていないことから、杭及び基礎地盤の支持力は、最大荷重の 2.40×10^7 N で第1限界抵抗力に達していないと判断される。



荷重-杭頭沈下曲線



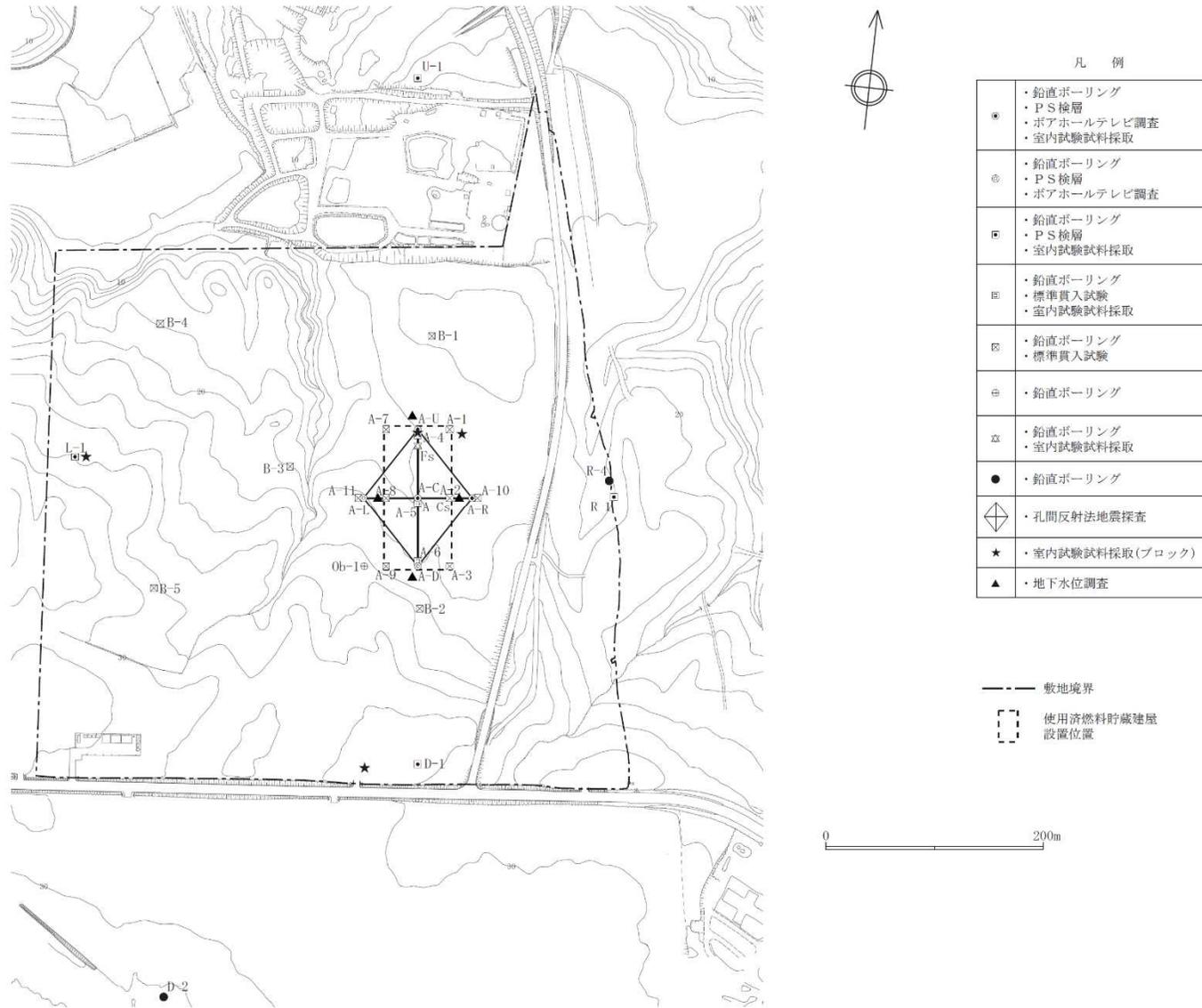
logP-logS 曲線

第4-3図 杭の載荷試験の概要

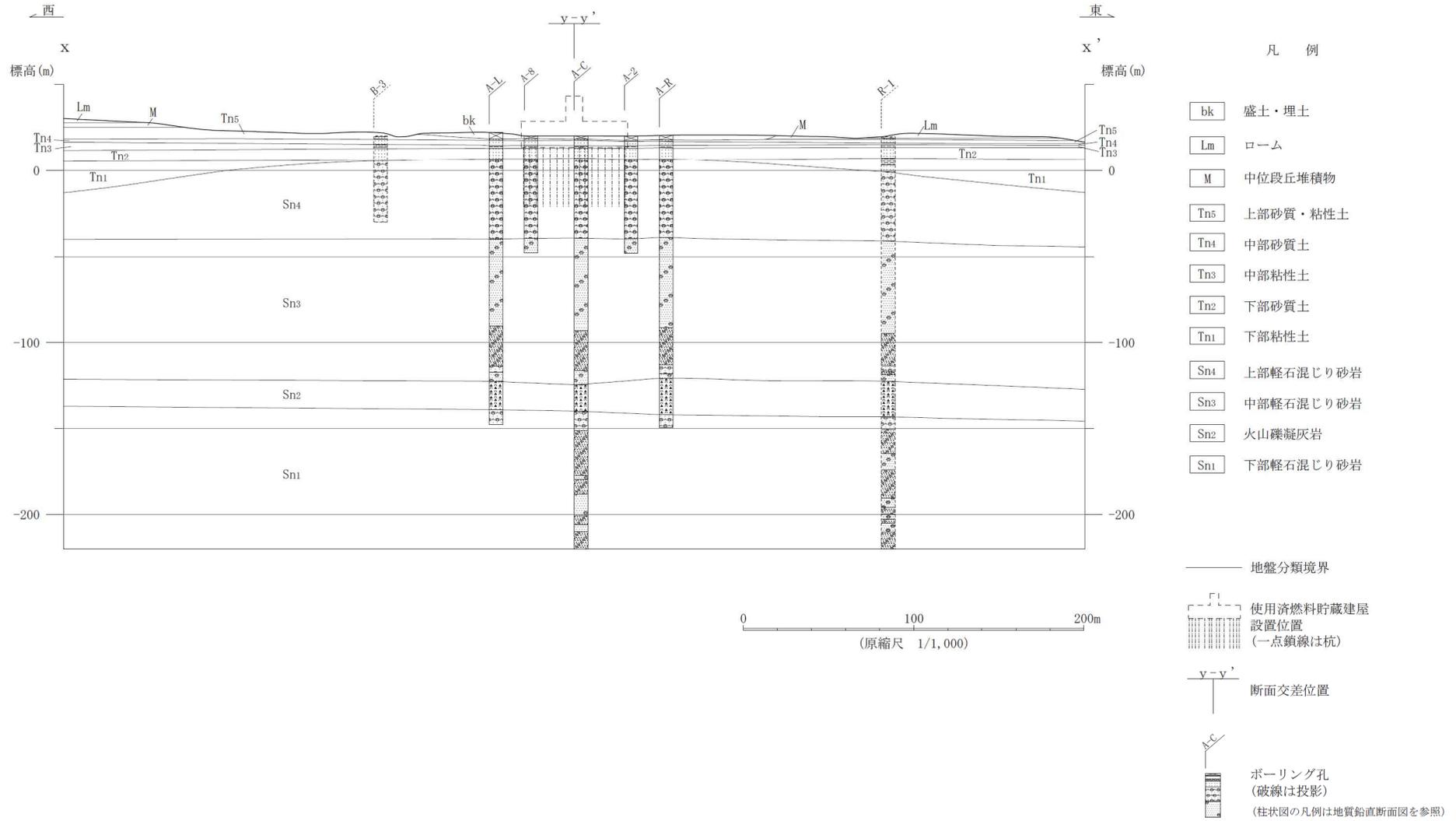
5. 地質断面図 前回申請に同じ

貯蔵建屋の地震応答解析に用いる地質断面図は、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき、岩盤、堆積物及び埋戻土の分布を設定し作成する。

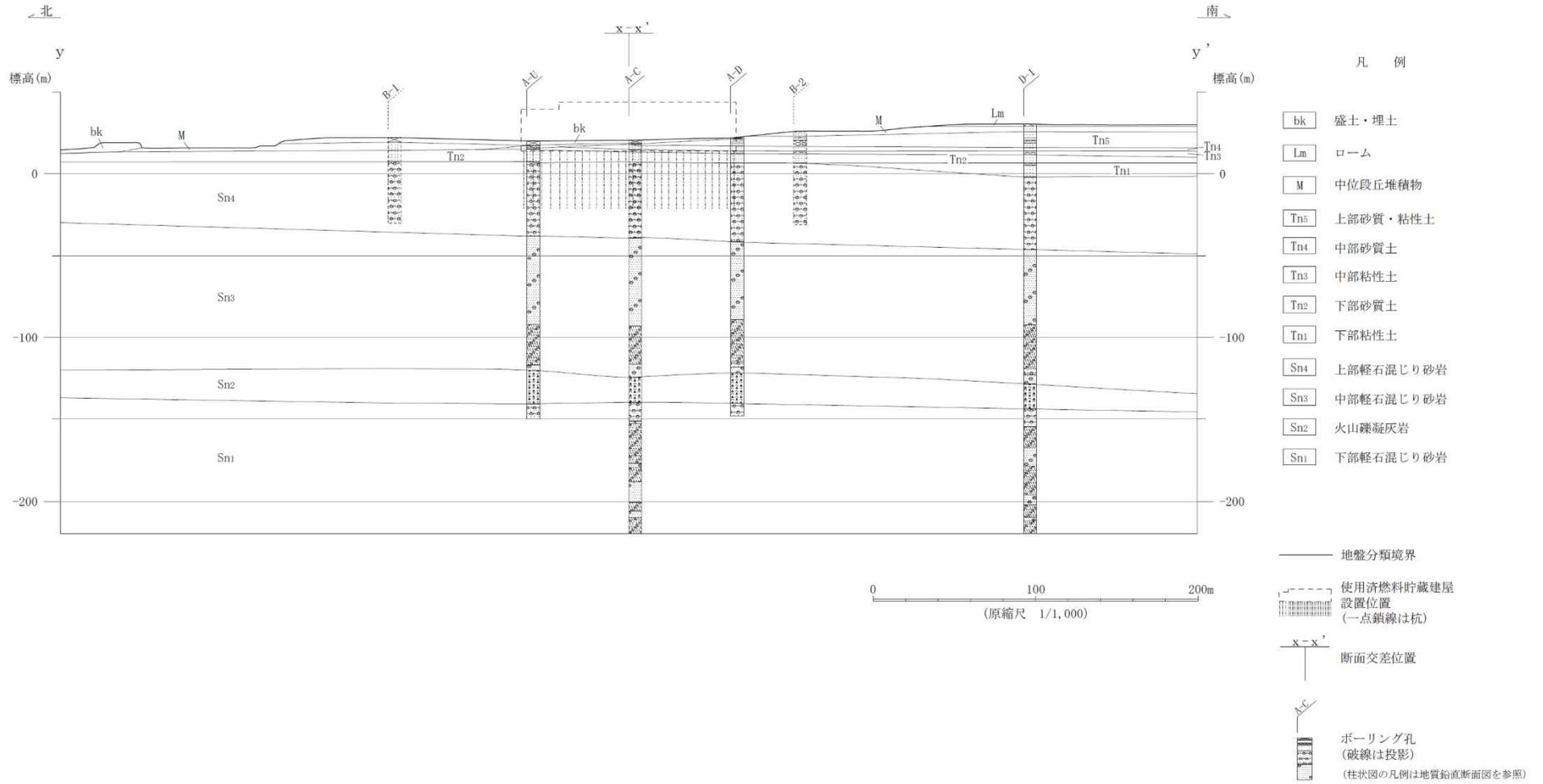
敷地内で実施したボーリング調査位置図を第5-1図に、地質断面図を第5-2図及び第5-3図に示す。



第 5 - 1 図 敷地内で実施したボーリング調査位置図



第5-2図 地質断面図 (東西方向)

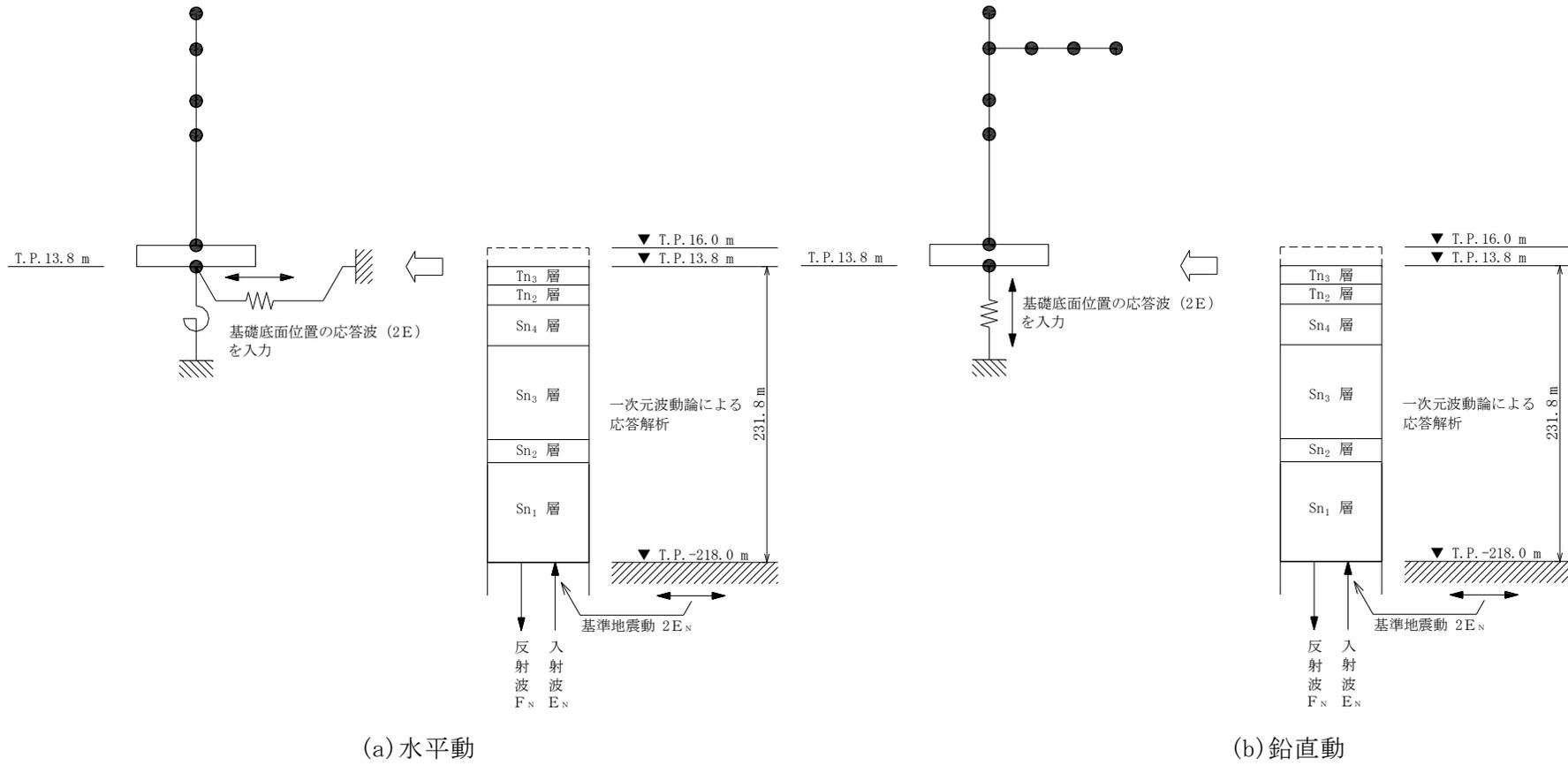


第 5 - 3 図 地質断面図 (南北方向)

6. 使用済燃料貯蔵建屋の耐震評価における地盤のモデル化

6.1 入力地震動算定に用いる地下構造モデル

入力地震動算定に用いる地下構造モデルについては、解放基盤表面 T.P. -218m から建屋地震応答解析モデル底面位置の地層をモデル化する。入力地震動算定の概念図を第 6-1 図に示す。



第 6 - 1 図 入力地震動算定の概念図

6.2 地震応答解析に用いる地盤の解析モデル

地震応答解析に用いる地盤の解析モデルとして、第5-1図に示すボーリング孔の位置で実施したPS検層の結果を基本として設定する。地盤の解析モデルを第6-1表に示す。

第6-1表 地震応答解析に用いる地盤の解析モデル

標高 T.P. (m)	地層	湿潤 密度 ρ_t (g/cm ³)	初期 せん断 弾性係数 G_0 (N/mm ²)	せん断波 速度*1 V_s (m/s)	粗密波 速度*2 V_p (m/s)	ポアソン 比 ν	せん断剛性の ひずみ依存性 $G/G_0 - \gamma^{*3}$	減衰定数の ひずみ依存性 $h - \gamma^{*3}$ (%)
16.0	Tn ₄	1.59	256	400	1690	0.47	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00147)^{0.632}}$	$\frac{\gamma}{13.0 \cdot \gamma + 0.0122} + 0.0404$
15.0	Tn ₃	1.91	284	390	1620	0.47	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00105)^{0.730}}$	$\frac{\gamma}{14.5 \cdot \gamma + 0.00549} + 0.0252$
13.5	Tn ₂	1.92	376	440	1470	0.45	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.000819)^{0.814}}$	$\frac{\gamma}{12.3 \cdot \gamma + 0.00287} + 0.0094$
7.0	Sn ₄ *4	1.82	409	470	1570	0.45	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00173)^{0.809}}$	$\frac{\gamma}{11.7 \cdot \gamma + 0.00784} + 0.0237$
-39.5	Sn ₃ *4	1.83	655	600	1830	0.44	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00228)^{0.957}}$	$\frac{\gamma}{5.46 \cdot \gamma + 0.0205} + 0.0177$
-122.0	Sn ₂	2.01	1230	780	2000	0.41	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00180)^{0.801}}$	$\frac{\gamma}{6.45 \cdot \gamma + 0.0236} + 0.0229$
-140.0	Sn ₁	1.77	847	690	1860	0.41	$\frac{1}{1 + (\gamma/0.00271)^{0.956}}$	$\frac{\gamma}{6.27 \cdot \gamma + 0.0232} + 0.0118$
-218.0	解放基盤	1.99	1274	800	2020	0.41	—	—

注*1：湿潤密度 ρ および初期せん断弾性係数 G_0 より、 $V_s = \sqrt{G_0/\rho}$ を用いて換算した値。

注*2：湿潤密度 ρ および初期側方拘束変形係数 D_0 より、 $V_p = \sqrt{D_0/\rho}$ を用いて換算した値。

ここで、 $D_0 = K_0 + 4/3 G_0$ 、 $K_0 = 2(1 + \nu)/3(1 - 2\nu) \cdot G_0$ とする。

注*3： γ はせん断ひずみ (%) を示す。

注*4：標高依存性のあるデータに関しては、地層ごとに地層の平均標高（層の中央標高）より平均値として設定。

添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針

目次*

1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針	3
3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点	3
3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計	3
3.3 接続部の観点による設計	4
3.4 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋内施設の設計	4
3.5 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋外施設の設計	5
4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針	6
4.1 耐震評価方針	6
4.2 評価部位	7
4.3 設計用地震動又は地震力	7
4.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	7
4.5 許容限界	7
4.5.1 建物・構築物	8
4.5.2 機器・配管系	8
5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	9

*：令和3年8月20日付け原規規発第2108202号にて変更認可され、今回申請で変更がない事項については、当該事項を記載した章、節又は項等の表題に前回申請に同じと記載する。

1. 概要 前回申請に同じ

本資料は、「添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」の「3.3 波及的影響に対する考慮」に基づき、基本的安全機能を確保する上で必要な施設及びその他の安全機能を有する施設の耐震設計を行うに際して、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

2. 基本方針 前回申請に同じ

基本的安全機能を確保する上で必要な施設のうち耐震設計上の重要度分類のSクラスに属する施設である金属キャスク及びBクラスに属する施設のうち基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

なお、基本的安全機能を確保する上で必要な施設のうち、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は基本的安全機能を有していない。

また、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は金属キャスクを搬送する設備であることから金属キャスクへの波及的影響を考慮する設備として整理する。

3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針 前回申請に同じ

3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点

金属キャスク及び貯蔵建屋の設計においては、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈別記2」（以下「別記2」という。）に記載の以下の4つの観点で実施する。

- ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- ② 基本的安全機能を確保する上で必要な施設とその他の安全機能を有する施設との接続部における相互影響
- ③ 貯蔵建屋内におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響
- ④ 貯蔵建屋外におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響

以上の①～④の具体的な設計方法を以下に示す。

3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計

貯蔵建屋を対象に、別記2①「設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響」の観点で、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

(1) 地盤の不等沈下による影響

下位クラスの施設が設置される地盤の不等沈下により、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわないよう、以下の通り設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の不等沈下を想定しても貯蔵建屋に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と貯蔵建屋の間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設と貯蔵建屋への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、不等沈下を起こさない十分な支持性能をもつ地盤に下位クラスを設置する。

下位クラス施設を貯蔵建屋に要求される支持性能が十分でない地盤に設置する場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、貯蔵建屋の基本的安全機能を保持する設計とする。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、貯蔵建屋の基本的安全機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、不等沈下を想定し、貯蔵建屋の基本的安全機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に、その設計方針を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

(2) 建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と貯蔵建屋との相対変位により、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわないよう、以下の通り設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設と貯蔵建屋との相対変位を想定しても、下位クラス施設が貯蔵建屋に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設と貯蔵建屋との相対変位により、下位クラス施設が貯蔵建屋に衝突する位置にある場合には、衝突部分の接触状況の確認、建屋全体評価又は局部評価を実施し、衝突に伴い、貯蔵建屋について、基本的安全機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

以上の設計方針のうち、建屋全体評価又は局部評価を実施して設計する下位クラス施設を「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に、その設計方針を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.3 接続部の観点による設計

金属キャスク及び貯蔵建屋を対象に別記 2 ②「基本的安全機能を確保する上で必要な施設とその他の安全機能を有する施設との接続部における相互影響」の観点で、金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわないよう下位クラスを設計する。

金属キャスク及び貯蔵建屋と下位クラス施設との接続部は、原則として下位クラス施設の損傷により、金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を損なうおそれがないよう設計とする。

金属キャスク及び貯蔵建屋と接続する下位クラス施設の損傷により、金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を損なうおそれがある場合には、接続部以降の下位クラスについて、金属キャスク及び貯蔵建屋の設計に用いる地震動又は地震力に対して、構造強度等を確保するように設計する。

以上の設計方針のうち、金属キャスク及び貯蔵建屋と接続する下位クラス施設を「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に、その設計方針を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.4 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋内施設の設計

金属キャスク及び貯蔵建屋を対象に別記 2 ③「建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で、金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても金属キャスク及び貯蔵建屋に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と金属キャスク及び貯蔵建屋の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を金属キャスク及び貯蔵建屋への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に配置する場合には、下位クラス施設が金属キャスク及び貯蔵建屋の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位ク

ラス施設が損傷，転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，構造強度設計を行う，又は下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，金属キャスク及び貯蔵建屋の基本的安全機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に，その設計方針を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.5 損傷，転倒及び落下等の観点による建屋外施設の設計

金属キャスクを対象に別記 2④「建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で，金属キャスクの基本的安全機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても金属キャスクに衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と金属キャスクの間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を金属キャスクへの波及的影響を及ぼす可能性がある位置に配置する場合には，下位クラス施設が金属キャスクの設計に用いる地震動又は地震力に対して，下位クラス施設が損傷，転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，金属キャスクの基本的安全機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，構造強度設計を行う，又は下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，金属キャスクの基本的安全機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に，その設計方針を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」にて選定した施設の耐震設計方針を以下に示す。

なお、「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」にて選定した施設の波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設は、金属キャスクのみである。

4.1 評価方針

(1) 貯蔵建屋

貯蔵建屋は、上位クラス施設である金属キャスクの受入れ作業、払い出し作業及び貯蔵保管を行う施設であることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に対して、主要構造部材の評価を実施する。

(2) 受入れ区域天井クレーン

受入れ区域天井クレーンは、上位クラス施設である金属キャスクの上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に対して、主要構造部材の評価を実施する。

(3) 搬送台車

搬送台車は、上位クラス施設である金属キャスクの移送に使用していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、金属キャスクに波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に対して、構造上、転倒しないことを確認する。

(4) 検査架台

検査架台は、上位クラス施設である金属キャスクの検査の際に側面に設置している。金属キャスクの搬送中は、金属キャスク（貯蔵架台）と床面との固縛がされていないため金属キャスクのロッキング振動により金属キャスクと検査架台の衝突が考えられる。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力により、金属キャスクの基本的安全機能への影響を考慮し、金属キャスクの衝突部位を選定し評価を実施する。

(5) 防火用シャッター

防火用シャッターは、上位クラス施設である金属キャスクの移動の際に上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力により、防火用シャッターが落下した

際の金属キャスクの基本的安全機能への影響を考慮し、金属キャスクの衝突部位を選定し評価を実施する。

(6) 中性子線エリアモニタ

中性子線エリアモニタは、上位クラス施設である金属キャスクの移動の際に上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力により、中性子線エリアモニタが落下した際の金属キャスクの基本的安全機能への影響を考慮し、金属キャスクの衝突部位を選定し評価を実施する。

4.2 評価部位

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価対象部位は、評価対象下位クラスの損傷、転倒及び落下等を防止するよう、主要構造部材、支持部及び固定部等を対象とするとともに、対象設備の構造及び波及的影響の観点を考慮し、JEAG4601を含む工事計画での実績を参照した上で、耐震評価上厳しい箇所を選定する。

また、下位クラス施設の落下、転倒を想定して設計する施設については、上位クラス施設の機能に影響がないよう上位クラスの衝突部位を選定する。

4.3 設計用地震動又は地震力

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設耐震設計においては、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

各施設の設計に適用する地震動又は地震力は、「添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」の「4.3 設計用地震力」に示す。

4.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ耐震設計上考慮する状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また、落下、転倒を想定し、上位クラス施設の機能に影響がない設計とする場合は、落下、転倒に伴い発生する荷重を組み合わせる。

各施設の設計に適用する荷重の種類及び組合せは、「添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」の「5.2 荷重の種類」及び「5.3 荷重の組合せ」に示す。

4.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界設定の考え方を、以下建物・構築物、機器・配管系に分けて示す。

4.5.1 建物・構築物

貯蔵建屋について、「添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」の「5.4 許容限界」に示す。

4.5.2 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の接続部における相互影響及び損傷、転倒及び落下等を防止する場合は、許容限界として、評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定する。

また、落下、転倒を想定する場合は、下位クラスの施設の落下、転倒に伴い発生する荷重により、上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること、また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討 前回申請に同じ

工事段階においても、金属キャスク及び貯蔵建屋の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおり施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は、別記2の4つの観点のうち、③及び④の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響について、プラントウォークダウンにより実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下等を想定した場合に金属キャスク及び貯蔵建屋に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと、又は間に衝撃に耐えうる障壁、干渉物等が設置されていること、仮置資材等については固縛など、転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし、仮置資材等の下位クラス施設自体が、明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下等により、金属キャスク及び貯蔵建屋に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討したり、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。すなわち、下位クラス施設の配置を変更したり、間に緩衝物等を設置したり、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定

目次*

1. 概要	1
2. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	2
2.1 不等沈下又は相対変位の観点	2
2.2 接続部の観点	2
2.3 建屋内施設の損傷，転倒及び落下等の観点	2
2.4 建屋外施設の損傷，転倒及び落下等の観点	3
3. 今回申請設備について	前回申請

*：令和3年8月20日付け原規発第2108202号にて変更認可され，今回申請に関係しない事項については，目次において前回申請と記載し，本申請では記載しない。
また，同様に認可され，今回申請で変更がない事項については，当該事項を記載した章，節又は項等の表題に前回申請に同じと記載する。

図表目次

第2-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷、転倒及び落下等）・・・ 3

1. 概要 前回申請と同じ

本資料は、「添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針」の「3. 波及的影響を考慮した施設の設計」に基づき、選定した設備を説明するものである。

2. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設 前回申請に同じ

「添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針」の「3. 波及的影響を考慮した施設の設計」に基づき、構造強度等を確保するように設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

2.1 不等沈下又は相対変位の観点

(1) 地盤の不等沈下による影響

使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）に隣接する下位クラス施設はなく、貯蔵建屋から一番近い位置に設置する建物である出入管理建屋についても離隔距離が十分であり不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれはない。このため地盤の不等沈下による波及的影響を及ぼすおそれがある施設はない。

(2) 建屋間の相対変位による影響

貯蔵建屋に隣接する下位クラス施設の設置はないため、建屋間の相対変位による影響による波及的影響を及ぼすおそれがある施設はない。

2.2 接続部の観点

金属キャスク及び貯蔵建屋と接続する下位クラス施設については、下位クラス施設の損傷により金属キャスク及び貯蔵建屋に影響を及ぼさない設計としていることから、接続部の観点で波及的影響を及ぼすおそれがある施設はない。

2.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下等の観点

(1) 貯蔵建屋

下位クラス施設である貯蔵建屋は、金属キャスクの受入れ作業、払い出し作業及び貯蔵保管を行う施設であることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(2) 受入れ区域天井クレーン

下位クラス施設である受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクの上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(3) 搬送台車

下位クラス施設である搬送台車は、金属キャスクの搬送に使用していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、金属キャスクの波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(4) 検査架台

下位クラス施設である検査架台は、金属キャスクの検査の際に側面に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、金

属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(5) 防火シャッター

下位クラス施設である防火シャッターは、金属キャスクの搬送の際に上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(6) 中性子線エリアモニタ

下位クラス施設である中性子線エリアモニタは、金属キャスクの搬送の際に上部に設置していることから、金属キャスクの設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により、金属キャスクに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第2-1表に示す。

第2-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷、転倒及び落下等）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
金属キャスク	貯蔵建屋
	受入れ区域天井クレーン
	搬送台車
	検査架台
	防火シャッター
	中性子線エリアモニタ

2.4 建屋外施設の損傷、転倒及び落下等の観点

貯蔵建屋に隣接する下位クラス施設の設置はなく、金属キャスクの受入れ作業、払い出し作業の際のルートについても波及的影響を及ぼすおそれのある隣接する下位クラスはないため、建屋外の施設の損傷、転倒及び落下等による影響による波及的影響を及ぼすおそれがある施設はない。

3. 今回申請設備について 前回申請

添付 5-1-4 地震応答解析の基本方針

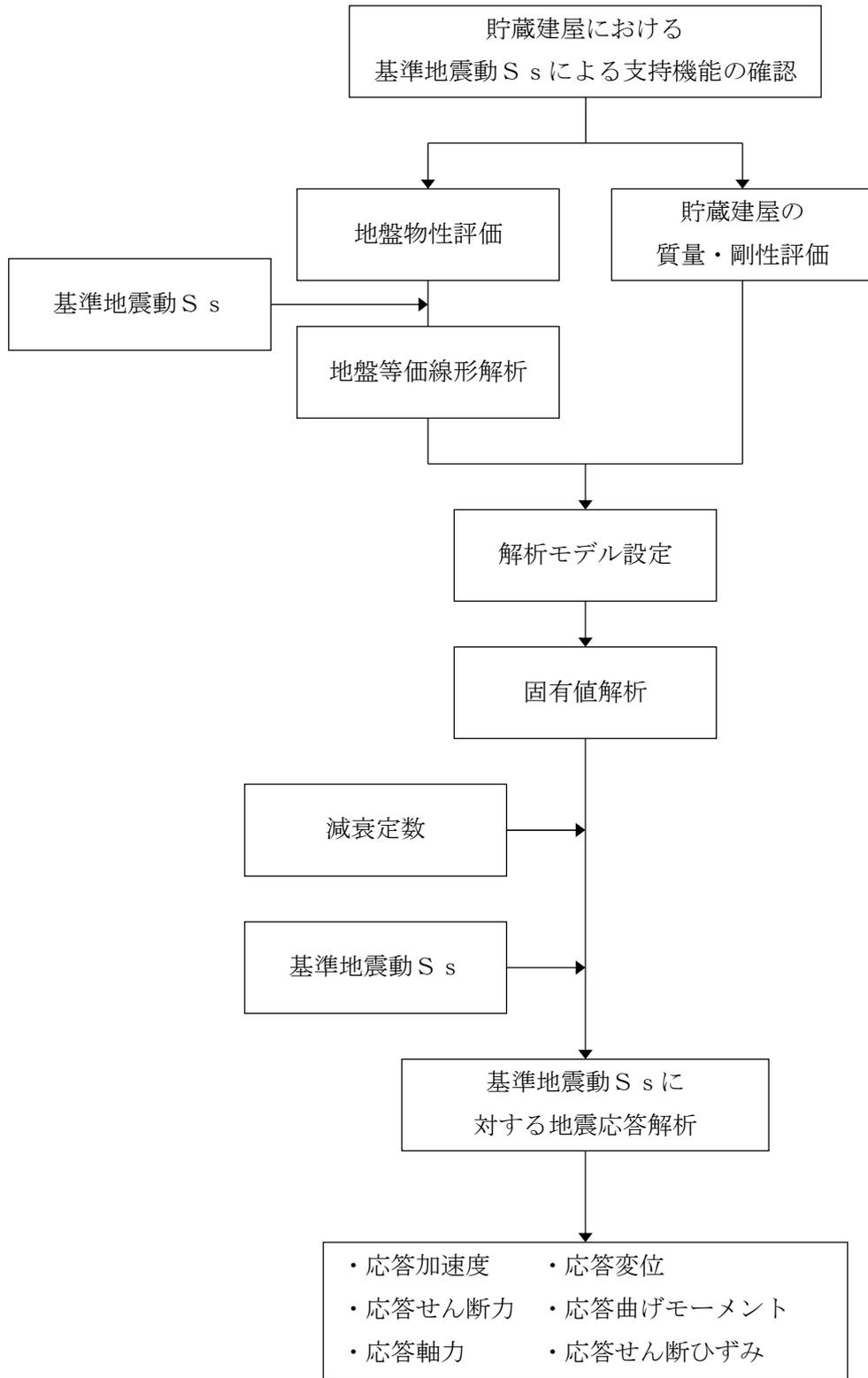
目 次

1. 概要	1
2. 地震応答解析の方針	4
2.1 貯蔵建屋	4
2.2 機器系	6
3. 設計用減衰定数	7

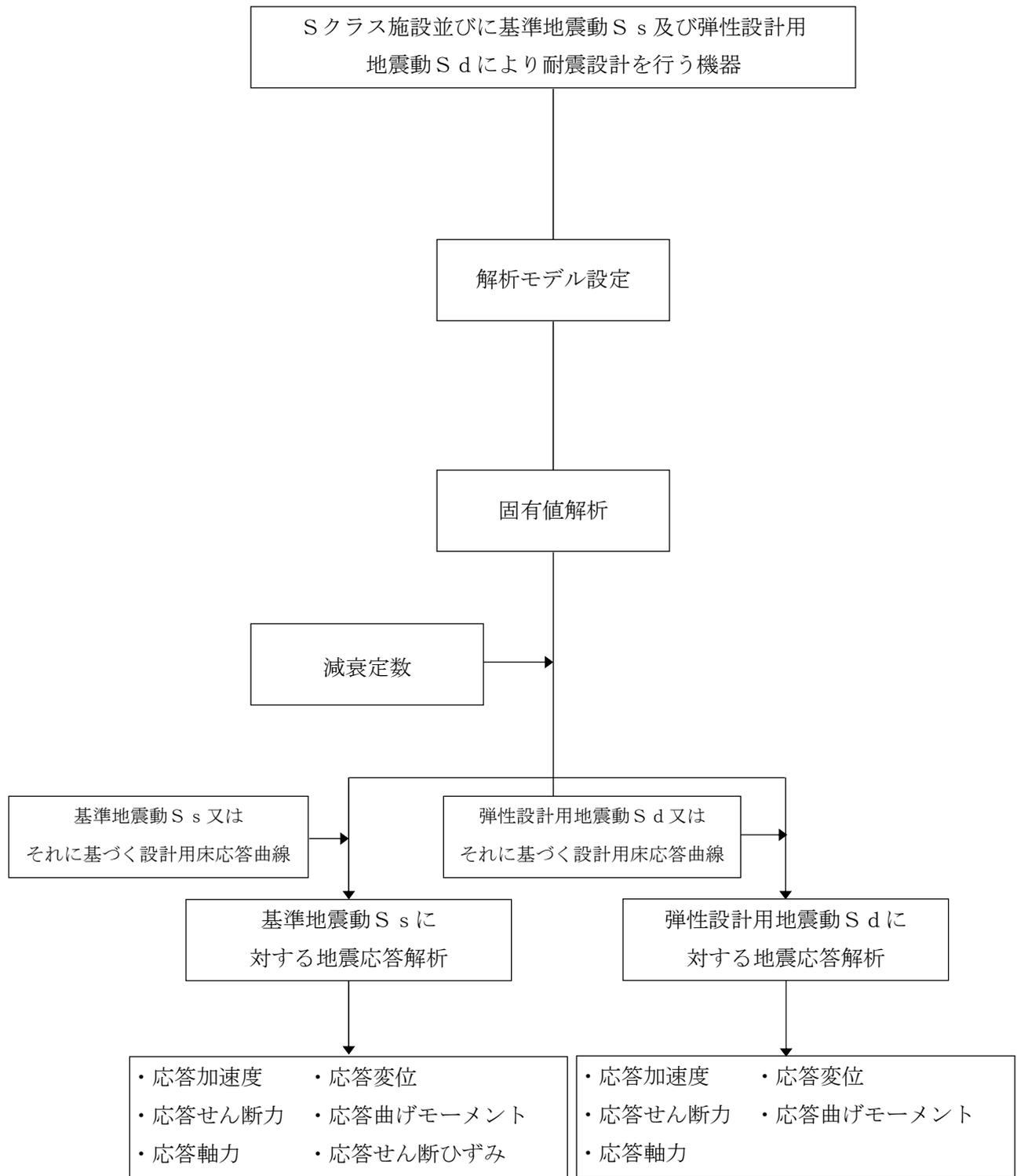
1. 概要

本資料は、添付書類「5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」のうち「4.3 設計用地震力」に基づき、使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）及び機器の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針を説明するものである。

第1-1図及び第1-2図に貯蔵建屋及び機器の地震応答解析の手順をそれぞれ示す。



第 1 - 1 図 貯蔵建屋の地震応答解析の手順



第 1 - 2 図 機器の地震応答解析の手順

2. 地震応答解析の方針

2.1 貯蔵建屋

(1) 入力地震動

解放基盤表面は、地盤調査の結果から、S波速度が0.7km/s以上であるT.P.-218mとしている。

貯蔵建屋の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に、地盤条件を適切に考慮した上で、1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。

地盤条件を考慮する場合には、地盤の地震応答解析から得られるひずみに応じた剛性及び減衰を考慮する。

(2) 解析方法及び解析モデル

地震応答解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、適切な解析条件を設定する。また、貯蔵建屋の地震応答解析及び床応答曲線の策定は時刻歴応答解析法による。

貯蔵建屋の地震応答解析に当たっては、貯蔵建屋の剛性はそれらの形状、構造特性等を考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

地震応答解析には、貯蔵建屋と杭及び地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、杭及び基礎版の平面形状、地盤の剛性等を考慮して定める。

地盤－杭－建物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地盤の地震応答におけるひずみレベルを考慮して定める。

地震応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する貯蔵建屋の支持機能を検討するための地震応答解析において、貯蔵建屋の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつきを適切に考慮する。また、ばらつきによる変動が貯蔵建屋の振動性状や応答性状に及ぼす影響を考慮した地震応答解析により設計用地震力を設定する。

貯蔵建屋の3次元応答性状については、貯蔵建屋の3次元モデルによる解析に基づき、構造特性を考慮して評価する。

3次元応答性状等の評価は、周波数応答解析法による。解析方法及び解析モデルについては、添付書類「5-2-1 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する説明書」に示す。

a. 解析方法

貯蔵建屋の地震応答は、(1)式が多質点系の振動方程式を Newmark- β 法 ($\beta = 1/4$) を用いた直接積分法により求める。

$$[m] \cdot \{\ddot{x}\}_t + [c] \cdot \{\dot{x}\}_t + [k] \cdot \{x\}_t = -[m] \cdot \{\ddot{y}\}_t \quad (1)$$

ここで、

- [m] : 質量マトリックス
- [c] : 減衰マトリックス
- [k] : 剛性マトリックス
- $\{\ddot{x}\}_t$: 時刻 t の加速度ベクトル
- $\{\dot{x}\}_t$: 時刻 t の速度ベクトル
- $\{x\}_t$: 時刻 t の変位ベクトル
- $\{\ddot{y}\}_t$: 時刻 t の入力加速度ベクトル

ここで、時刻 $t + \Delta t$ における解を次のようにして求める。なお、 Δt は時間メッシュを示す。

$$\{x\}_{t+\Delta t} = \{x\}_t + \{\dot{x}\}_t \cdot \Delta t + \left[\left(\frac{1}{2} - \beta \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} \right] \cdot \Delta t^2 \quad (2)$$

$$\{\dot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\dot{x}\}_t + \frac{1}{2} \cdot [\{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}] \cdot \Delta t \quad (3)$$

$$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{x}\}_t + \{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} \quad (4)$$

(2), (3)及び(4)式を(1)式に代入して整理すると、加速度応答増分ベクトルが次のように求められる。

$$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = -[A]^{-1} \cdot ([B] + [m] \cdot \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t}) \quad (5)$$

ここで、

$$[A] = [m] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot [c] + \beta \cdot \Delta t^2 \cdot [k]$$

$$[B] = \left(\Delta t \cdot [c] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t^2 \cdot [k] \right) \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} + \Delta t \cdot [k] \cdot \{\dot{x}\}_t$$

$$\{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} - \{\ddot{y}\}_t$$

(5)式を(2), (3)及び(4)式に代入することにより、時刻 $t + \Delta t$ の応答が時刻 t の応答から求められる。

b. 解析モデル

貯蔵建屋の質点系地震応答解析モデルを以下に示す。

水平方向は、杭を含む地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は、杭を含む地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。

2.2 機器系

(1) 入力地震動又は入力地震力

機器系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d 、又は当該機器系の設置床における設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波とする。設計用床応答曲線の作成方法については、添付 5-1-5 「設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

機器系のうち共振のおそれがあり、地震応答解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 S_d を基に線形解析により作成した設計用床応答曲線の応答加速度を 1/2 倍したものをを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

地震応答解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。

剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。

具体的な解析方法及び解析モデルについては各設備の強度に関する計算書に示す。

3. 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987 ((一社) 日本電気協会)」、「原子力発電所耐震設計技術指針 追補版 J E A G 4 6 0 1-1991 ((一社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。), 及び「原子力発電所耐震設計技術規定 J E A C 4 6 0 1-2008 ((一社) 日本電気協会)」(以下「J E A C 4 6 0 1-2008」という。)に記載されている減衰定数を設備の種類, 構造等により適切に選定するとともに, 試験等で妥当性が確認された値も用いる。

具体的には第3-1表及び第3-2表に示す値を用いる。

入力地震動による貯蔵建屋の応答レベル及び構造形状の複雑さを踏まえ, 既往の知見から第3-1表に示すとおり鉄筋コンクリートに対して5%と設定する。

第3-1表 貯蔵建屋の減衰定数

対象設備		使用材料	減衰定数 (%)	
			水平方向	鉛直方向
使用済燃料 貯蔵建屋	建屋	鉄筋コンクリート	5	5
		鉄骨	2	2
	地盤	—	J E A C 4 6 1 6-2009 の近似法により算定*	

注記* : 地盤条件, 杭及び基礎形状等に基づき, 「乾式キャスク使用済燃料中間建屋の基礎構造の設計技術規定 J E A C 4 6 1 6-2009 ((一社) 日本電気協会)」による近似法により算定

第3-2表 機器の減衰定数

設 備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
使用済燃料貯蔵設備本体	1.0	1.0* ¹
受入れ区域天井クレーン	2.0* ²	2.0* ²
搬送台車		

注記*1 : 既往の研究等において、設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値

*2 : 既往の研究等において、試験及び解析等により妥当性が評価されている値

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究」(2000~2001年)

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」(1995~1998年)

添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針

目 次

1. 概 要	1
2. 設計用床応答曲線作成に係る基本方針及び作成方法	1
2.1 基本方針	1
2.2 解析方法	3
2.3 減衰定数	3
2.4 数値計算用諸元.....	3
2.5 応答スペクトル作成位置.....	5
2.6 応答スペクトルの適用方法.....	5
2.7 設計用床応答曲線の作成.....	6
3. 地震応答解析モデル.....	6
4. 最大加速度及び設計用床応答曲線.....	8
4.1 弾性設計用地震動 S_d	8
4.2 基準地震動 S_s	8

1. 概要

本資料は、添付資料「添付5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」のうち「4.2 動的地震力」に基づき、機器の動的解析に用いる設計用床応答曲線の作成方針及びその方針に基づき作成した設計用床応答曲線に関して説明するものである。

2. 設計用床応答曲線作成に係る基本方針及び作成方法

2.1 基本方針

- (1) 添付資料「添付5-2-1 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する計算書」のうち「8.2 地震応答解析」に基づき策定した使用済燃料貯蔵建屋の解析モデルに対して、入力地震動を用いた時刻歴応答解析を行い、各質点位置における加速度応答時刻歴を求める。入力地震動は、添付資料「添付5-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に基づくものとして、表 2-1 に示す。
- (2) (1) で求めた各質点の加速度応答時刻歴を入力として、減衰付 1 自由度系の最大応答スペクトルを必要な減衰定数の値に対して求める。
- (3) (2) で求めた床応答スペクトルに対し、使用済燃料貯蔵建屋の固有周期のシフトを考慮し、周期方向に $\pm 10\%$ の拡幅を行い、設計用床応答曲線とする。

表2-1 入力地震動

種類	地震動名	最大加速度 (cm/s ²)		
		NS成分	EW成分	UD成分
基準地震動 S _s	応答スペクトルに基づく地震動	S _s -A	600	400
	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	S _s -B 1	620	320
	断層モデルを用いた手法による地震動	S _s -B 2 H 1	450	320
		S _s -B 2 H 2	490	
		S _s -B 3 H 1	430	300
		S _s -B 3 H 2	400	
		S _s -B 4 H 1	540	—
		S _s -B 4 H 2	500	

注：弾性設計用地震動S_dは、基準地震動S_sに0.5を乗じたものとする。

2.2 解析方法

2.1 (1) で述べた方針で動的解析を行い、各モデルの各質点における応答加速度の時刻歴を求める。この応答加速度の時刻歴を入力波として応答スペクトルを作成する。すなわち、入力波の絶対加速度を \ddot{Y}_n とおけば、質点系の振動方程式は、

$$\ddot{Z}_n + 2 \cdot h \cdot \omega \cdot \dot{Z}_n + \omega^2 \cdot Z_n = -\ddot{Y}_n \dots\dots\dots (2.1)$$

ただし、

- ω : 質点系の固有円振動数
- Z_n : n 質点上の質点の相対変位
- h : 減衰定数

地震の間の $\ddot{Y}_n + \ddot{Z}_n$ の最大値を ω 及びhをパラメータとして求め、応答スペクトルを作成する(図2-1 参照)。応答スペクトルの作成には、解析コード「S e i s m i c A n a l y s i s S y s t e m (S A S)」を使用した。

2.3 減衰定数

動的解析には原則として表 2-2 の減衰定数を用いる。

表 2-2 減衰定数

項 目	減衰定数 (%)		備 考
	S _d に対する動的解析	S _s に対する動的解析	
溶接構造物	1.0	1.0	金属キャスク
天井クレーン	2.0	2.0	—

2.4 数値計算用諸元

固有周期作成幅	0.05~1.0 s
固有周期計算間隔	
0.05 ~ 0.1 s	$\Delta \omega = 4.0 \text{ rad/s}$
0.1 ~ 0.15 s	$\Delta \omega = 1.5 \text{ rad/s}$
0.15 ~ 0.3 s	$\Delta \omega = 0.8 \text{ rad/s}$
0.3 ~ 0.6 s	$\Delta \omega = 0.6 \text{ rad/s}$
0.6 ~ 1.0 s	$\Delta \omega = 0.5 \text{ rad/s}$

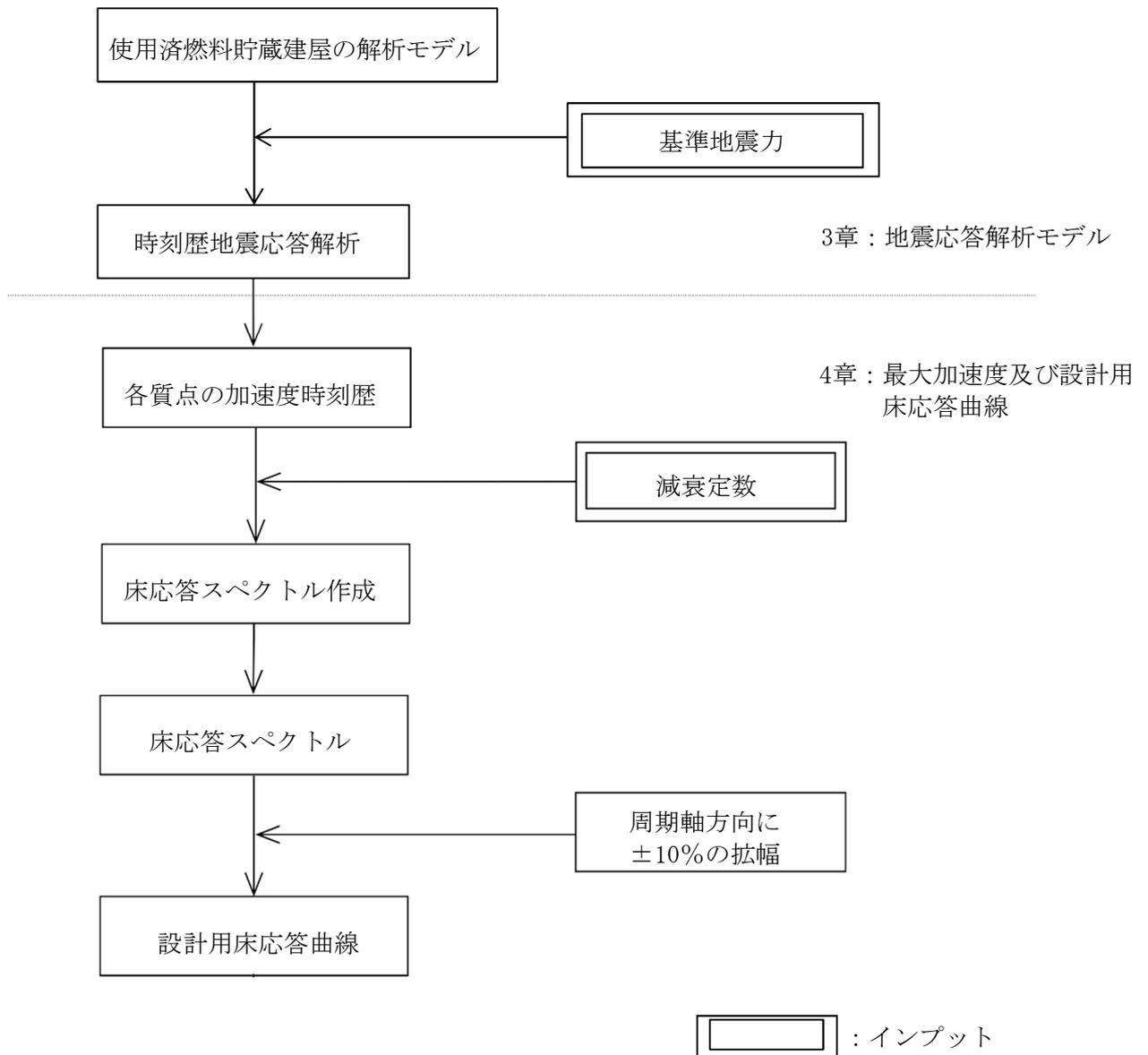


図 2-1 作成フロー図

2.5 応答スペクトル作成位置

図3-1～図3-2 に示す解析モデルの各質点について応答スペクトルを作成する。

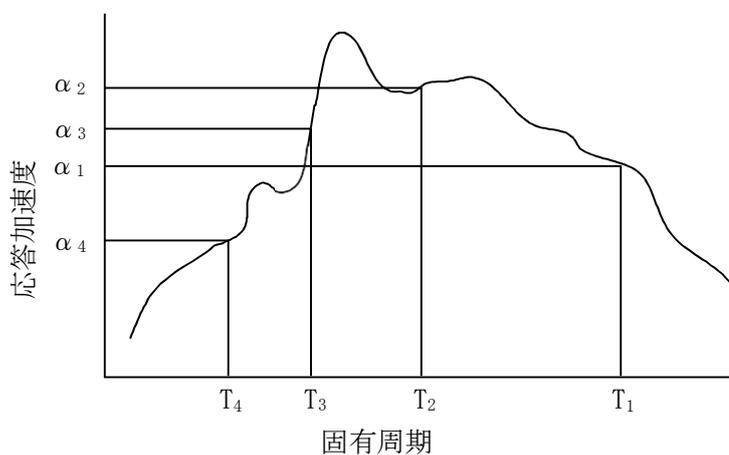
2.6 応答スペクトルの適用方法

(1) 概要

機器の設計用地震力を動的解析によって求める場合は、それぞれの据付位置における応答スペクトルを使用して設計震度を定める。この場合、以下のように応答スペクトルを修正して使用する。

(2) 運用方法

- a. 応答スペクトルは、基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震応答解析から得られる応答波を用いて作成した応答スペクトルを固有周期の多少のずれにより、応答に大幅な変化が生じないように周期軸方向に $\pm 10\%$ の拡幅を行ったものとする。ただし、材料物性のばらつき等を考慮した地震応答解析の応答波を用いて作成する応答スペクトルについては、 $\pm 10\%$ の拡幅は考慮しない。また、評価対象設備に応じて振動方向に合わせ、水平方向（NS，EW）及び鉛直方向（UD）の各方向の応答スペクトルを使用する。
- b. 建屋床より自立する機器については、設置階の応答スペクトルを用い、建屋壁より支持される機器及び建屋中間階に設置される機器については、上下階の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。ただし、応答スペクトルの運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。
- c. 応答スペクトルを用いて動的解析を行う場合には、以下に示す方法によりモード合成を行うものとする。



T_i : i 次の固有周期

α_i : T_i に対応する応答加速度

ϕ_{im} : i 次の m 質点の固有モード

β_i : i 次の刺激係数

A_m : m 質点の応答加速度

$$A_m = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\beta_i \cdot \phi_{im} \cdot \alpha_i)^2}$$

2.7 設計用床応答曲線の作成

建屋における設計用床応答曲線の作成方法は以下のとおりとする。

2.7.1 建屋

建屋のコンクリート強度を設計基準強度，地盤の物性を標準地盤とした解析ケース（以下「基本ケース」という。）の応答波を用いて作成した応答スペクトルに対して，周期軸方向に±10%拡幅したものに，建屋の剛性（コンクリート剛性），地盤物性及びその他の材料物性のばらつきを考慮した解析ケース（以下「ばらつきケース」）の応答波を用いて作成した応答スペクトルを包絡したものを設計用床応答曲線とする。

3. 地震応答解析モデル

(1) 使用済燃料貯蔵建屋

水平方向の地震応答解析モデルを図3-1 に，鉛直方向の地震応答解析モデル図3-2 に示す。水平方向の地震応答解析モデルは，地盤との相互作用を考慮し，曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとする。

鉛直方向の地震応答解析モデルは，地盤との相互作用を考慮し，耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した質点系モデルとする。

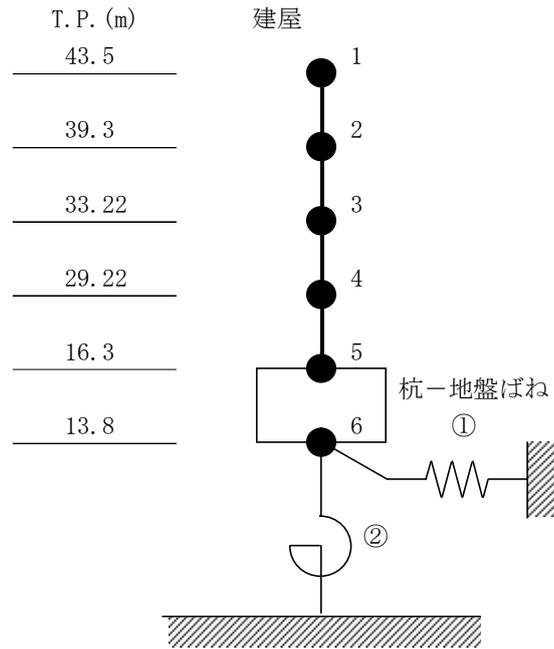


図3-1 使用済燃料貯蔵建屋地震応答解析モデル（水平方向）

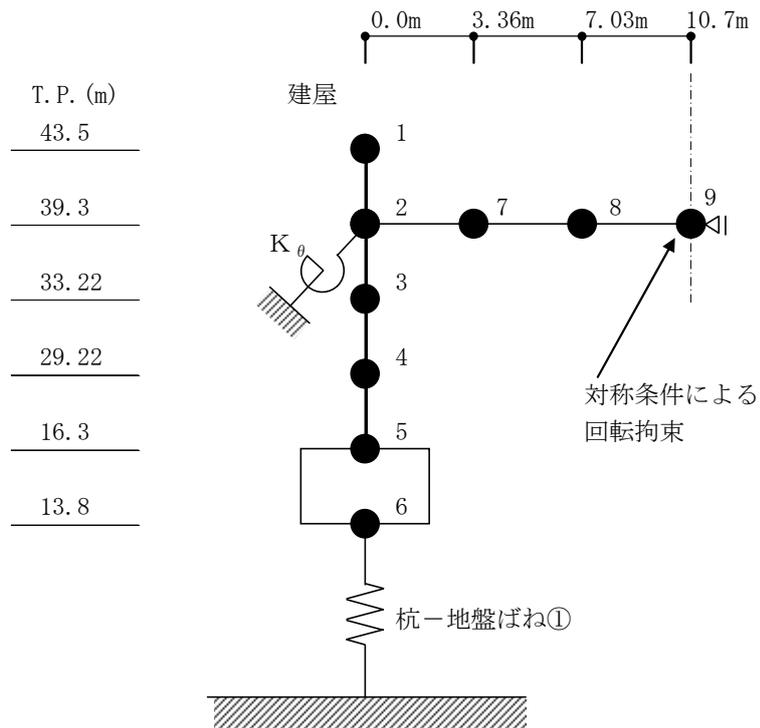


図3-2 使用済燃料貯蔵建屋地震応答解析モデル（鉛直方向）

4. 最大加速度及び設計用床応答曲線

本項では、使用済燃料貯蔵建屋の各床面（金属キャスク、天井クレーン設置位置）の設計用最大加速度及び設計用床応答曲線を示す。

4.1 弾性設計用地震動 S_d

設計用最大加速度及び設計用床応答曲線（ S_d ）を示す。

(1) 床応答加速度一覧表

使用済燃料貯蔵建屋の各床面（金属キャスク、天井クレーン設置位置）の設計用最大加速度を表 4.1に示す。

(2) 設計用床応答曲線の図番

作成床面及び減衰定数に応じた設計用床応答曲線の図番を表 4.2に示す。

4.2 基準地震動 S_s

設計用最大加速度及び設計用床応答曲線（ S_s ）を示す。

(1) 床応答加速度一覧表

使用済燃料貯蔵建屋の各床面（金属キャスク、天井クレーン設置位置）の設計用最大加速度を表 4.3に示す。

(2) 設計用床応答曲線の図番

作成床面及び減衰定数に応じた設計用床応答曲線の図番を表 4.4に示す。

表 4.1-1 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (1/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.0$								
			S_d -A			S_d -B1			S_d -B2H1		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.57	0.64	0.32	0.60	0.62	0.20	0.24	0.25	0.21*1
	5	16.30	0.51	0.53	0.31	0.56	0.56	0.19	0.22	0.20	0.18*1

表 4.1-1 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (2/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.0$								
			S_d -B2H2			S_d -B3H1			S_d -B3H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.26	0.28	—*1	0.27	0.38	0.23*2	0.30	0.32	—*2
	5	16.30	0.24	0.27	—*1	0.24	0.27	0.21*2	0.26	0.27	—*2

表 4.1-1 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (3/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.0$					
			S_d -B4H1			S_d -B4H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.32	0.36	—	0.39	0.45	—
	5	16.30	0.29	0.31	—	0.36	0.36	—

*1: S_d -B2の鉛直方向震度については S_d -B2H1の鉛直方向欄に記す。

*2: S_d -B3の鉛直方向震度については S_d -B3H1の鉛直方向欄に記す。

表 4.1-2 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (1/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.2$								
			S_d -A			S_d -B1			S_d -B2H1		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.68	0.77	0.38	0.72	0.75	0.24	0.29	0.30	0.25*1
	5	16.30	0.62	0.64	0.37	0.67	0.67	0.23	0.26	0.24	0.22*1

表 4.1-2 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (2/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.2$								
			S_d -B2H2			S_d -B3H1			S_d -B3H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.32	0.34	—*1	0.32	0.45	0.27*2	0.36	0.39	—*2
	5	16.30	0.28	0.32	—*1	0.29	0.33	0.25*2	0.32	0.32	—*2

表 4.1-2 弾性設計用地震動 S_d 設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (3/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$) $\times 1.2$					
			S_d -B4H1			S_d -B4H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.38	0.44	—	0.47	0.54	—
	5	16.30	0.35	0.38	—	0.43	0.43	—

*1: S_d -B2の鉛直方向震度については S_d -B2H1の鉛直方向欄に記す。

*2: S_d -B3の鉛直方向震度については S_d -B3H1の鉛直方向欄に記す。

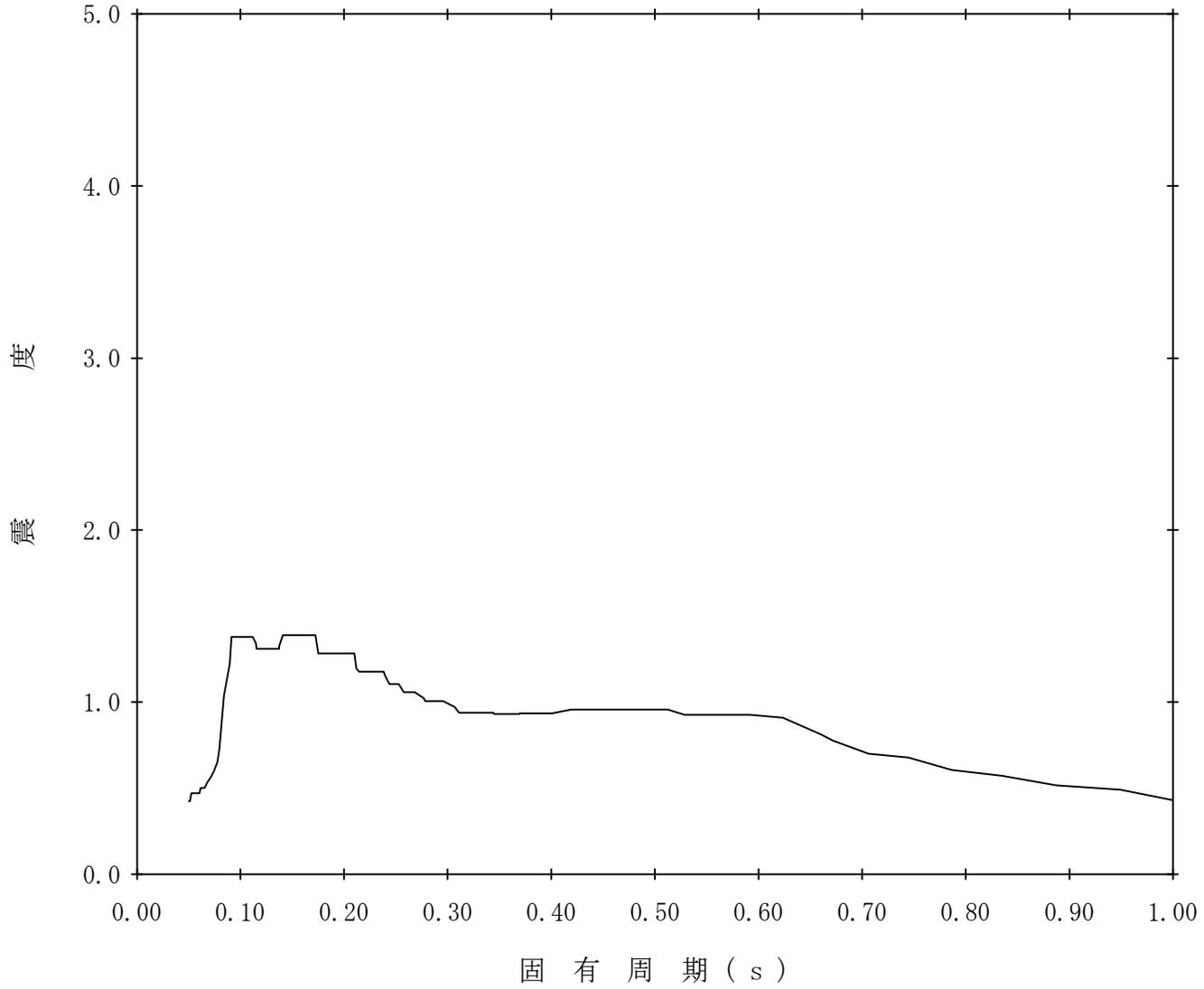
表 4.2 弾性設計用地震動 S_d 設計用床応答曲線一覧表（使用済燃料貯蔵建屋）（その1）

地震動	建屋	方向	質点番号	標高 T. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S_d	使用済燃料 貯蔵建屋	水平 方向	4	29.220	2.0	SB - SdH - SB 1
			5	16.300	1.0	SB - SdH - SB 2

表 4.2 弾性設計用地震動 S_d 設計用床応答曲線一覧表（使用済燃料貯蔵建屋）（その2）

地震動	建屋	方向	質点番号	標高 T. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S_d	使用済燃料 貯蔵建屋	鉛直 方向	4	29.220	2.0	SB - SdV - SB 1
			5	16.300	1.0	SB - SdV - SB 2

構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 29.220m 【SB-SdV-SB1】
減衰定数：2.0% 波形名：弾性設計用地震動 S d ——— 鉛直方向



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 16.300m 【SB-SdV-SB2】
減衰定数：1.0% 波形名：弾性設計用地震動 S d ——— 鉛直方向

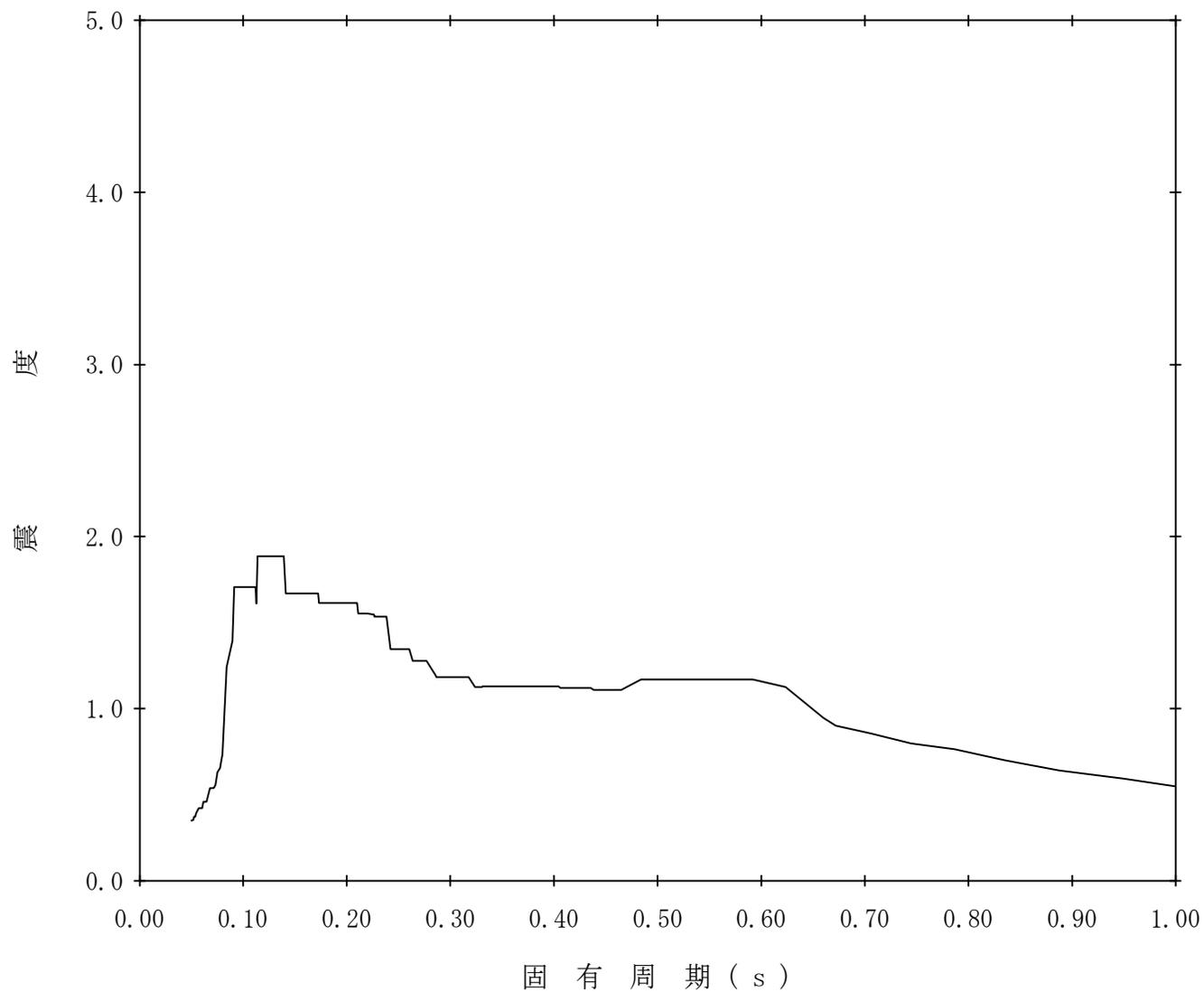


表 4.3-1 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (1/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.0								
			S _s -A			S _s -B1			S _s -B2H1		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	1.07	1.19	0.60	1.12	1.17	0.38	0.44	0.51	0.41* ¹
	5	16.30	0.98	1.03	0.58	1.06	1.09	0.36	0.41	0.42	0.39* ¹

表 4.3-1 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (2/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.0								
			S _s -B2H2			S _s -B3H1			S _s -B3H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.56	0.58	—* ¹	0.57	0.73	0.44* ²	0.58	0.61	—* ²
	5	16.30	0.50	0.56	—* ¹	0.48	0.54	0.40* ²	0.55	0.52	—* ²

表 4.3-1 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (3/3)

建屋	質点番号	T.P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.0					
			S _s -B4H1			S _s -B4H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.63	0.73	—	0.76	0.91	—
	5	16.30	0.52	0.59	—	0.70	0.71	—

*1: S_s-B2の鉛直方向震度についてはS_s-B2H1の鉛直方向欄に記す。

*2: S_s-B3の鉛直方向震度についてはS_s-B3H1の鉛直方向欄に記す。

表 4.3-2 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (1/3)

建屋	質点番号	T. P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.2								
			S _s -A			S _s -B1			S _s -B2H1		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	1.21	1.36	0.71	1.35	1.39	0.41	0.49	0.54	0.47* ¹
	5	16.30	1.10	1.15	0.69	1.27	1.29	0.38	0.45	0.43	0.44* ¹

表 4.3-2 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (2/3)

建屋	質点番号	T. P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.2								
			S _s -B2H2			S _s -B3H1			S _s -B3H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.57	0.62	—* ¹	0.60	0.79	0.50* ²	0.66	0.73	—* ²
	5	16.30	0.51	0.58	—* ¹	0.52	0.60	0.45* ²	0.63	0.61	—* ²

表 4.3-2 基準地震動 S_s設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (3/3)

建屋	質点番号	T. P. (m)	最大加速度 (×9.8 m/s ²) ×1.2					
			S _s -B4H1			S _s -B4H2		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
貯蔵建屋 使用済燃料	4	29.22	0.73	0.81	—	0.87	1.02	—
	5	16.30	0.62	0.71	—	0.81	0.82	—

*1: S_s-B2の鉛直方向震度についてはS_s-B2H1の鉛直方向欄に記す。

*2: S_s-B3の鉛直方向震度についてはS_s-B3H1の鉛直方向欄に記す。

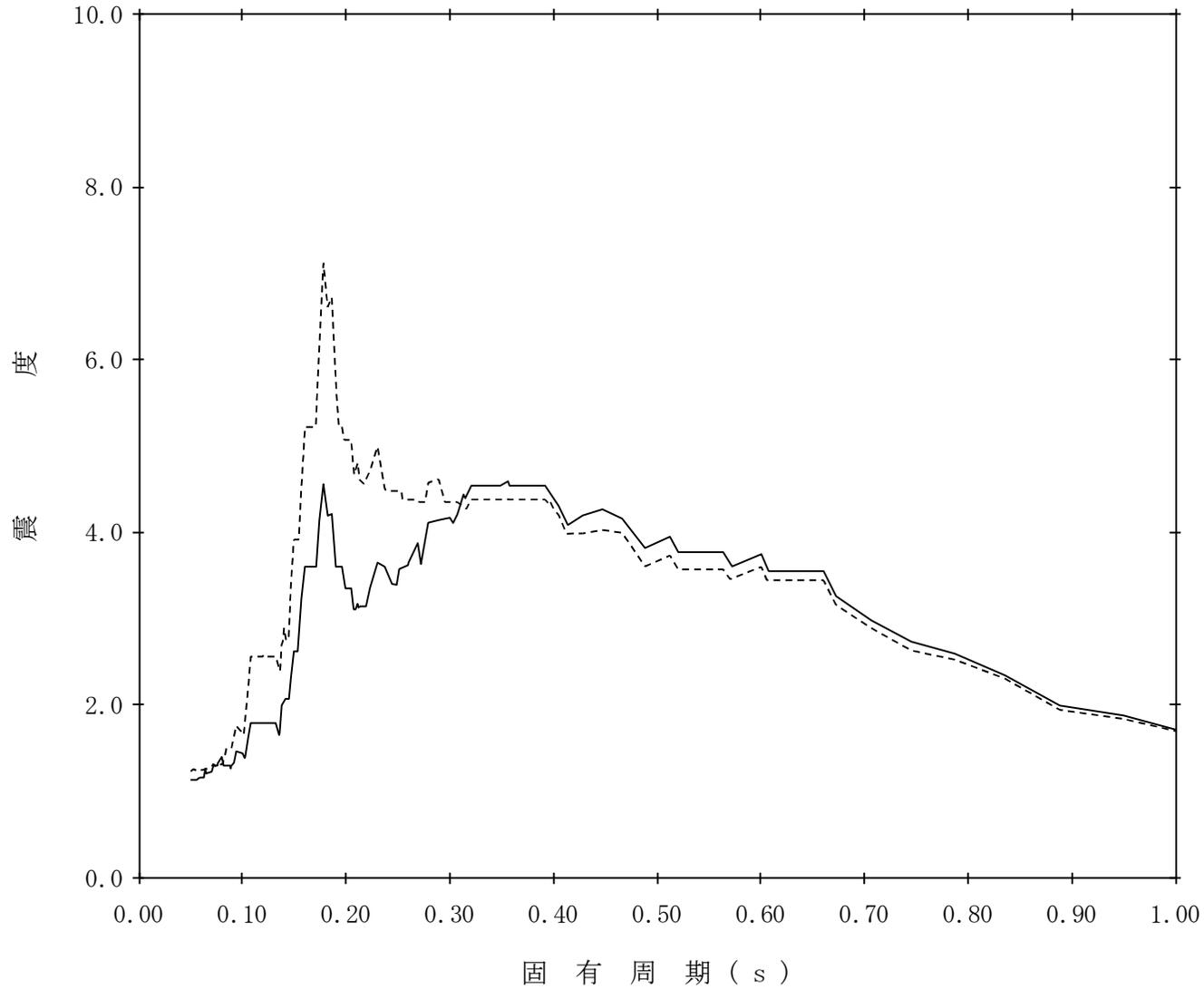
表 4.4 基準地震動 S_s 設計用床応答曲線一覧表（使用済燃料貯蔵建屋）（その1）

地震動	建屋	方向	質点番号	標高 T. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S_s	使用済燃料 貯蔵建屋	水平 方向	4	29.220	2.0	SB - S_sH - SB 1
			5	16.300	1.0	SB - S_sH - SB 2

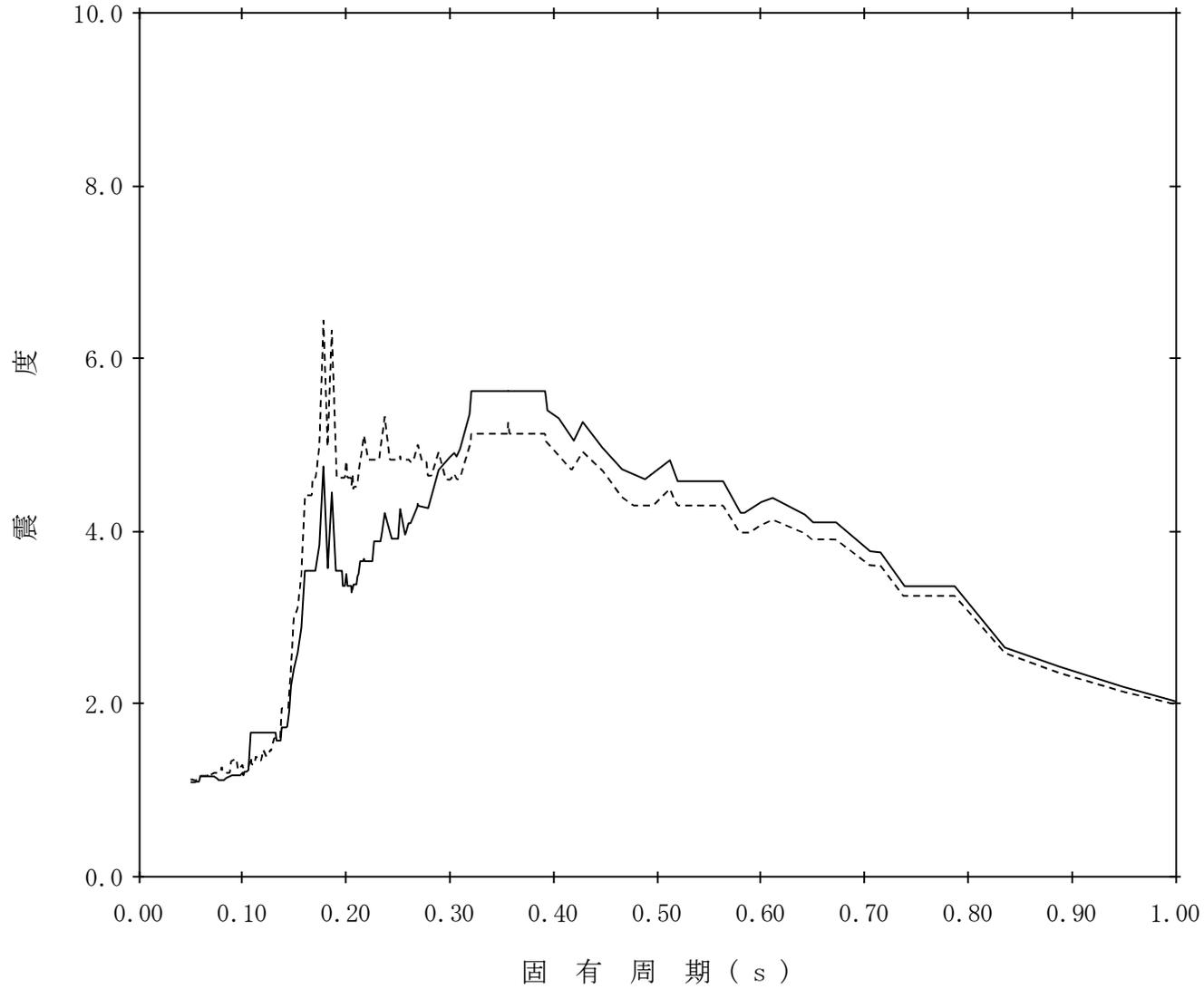
表 4.4 基準地震動 S_s 設計用床応答曲線一覧表（使用済燃料貯蔵建屋）（その2）

地震動	建屋	方向	質点番号	標高 T. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S_s	使用済燃料 貯蔵建屋	鉛直 方向	4	29.220	2.0	SB - S_sV - SB 1
			5	16.300	1.0	SB - S_sV - SB 2

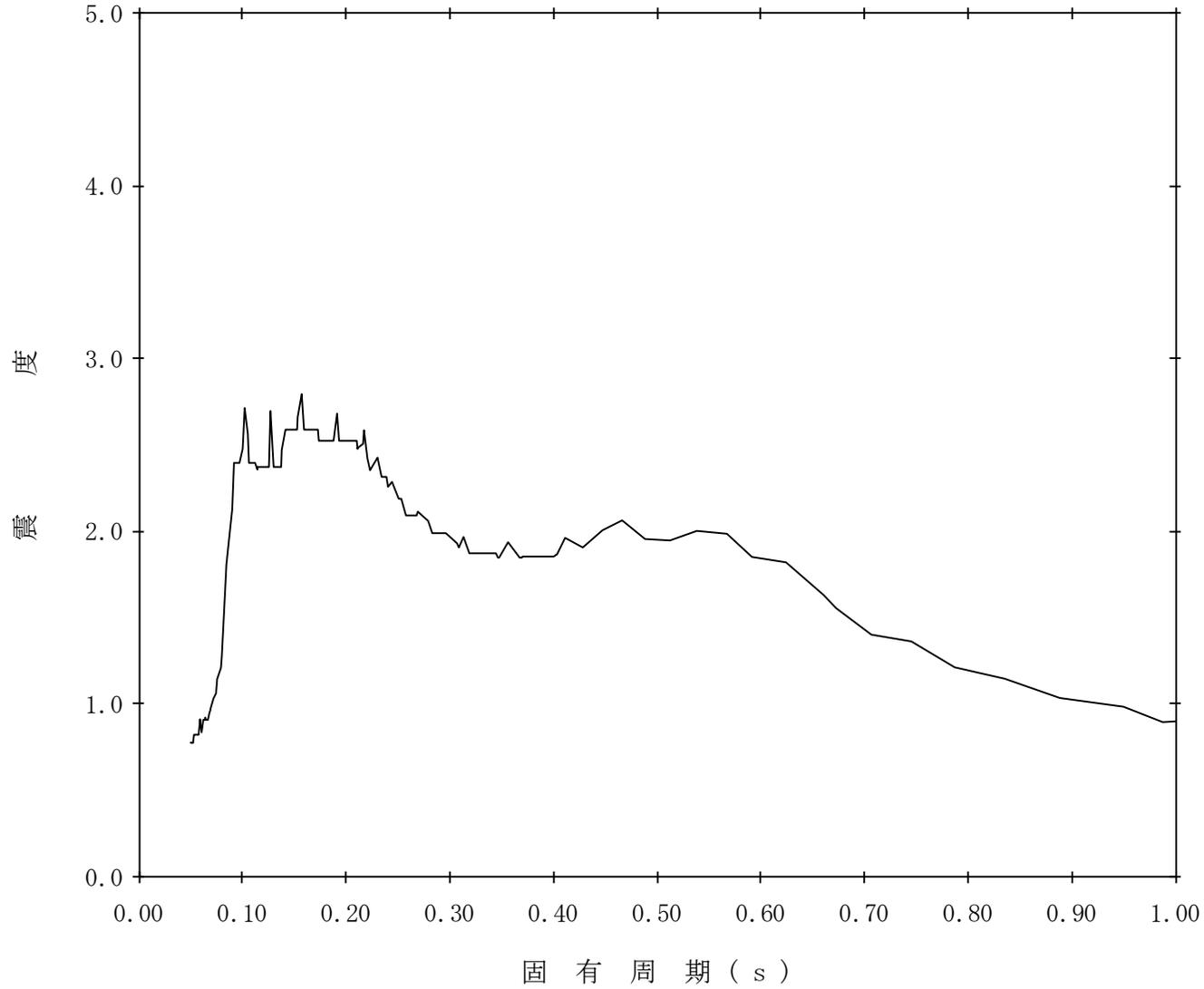
【SB-SsH-SB1】
構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 29.220m ——— NS方向
減衰定数：2.0% 波形名：基準地震動 S s - - - - - EW方向



【SB-SsH-SB2】
構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 16.300m ——— NS方向
減衰定数：1.0% 波形名：基準地震動 S s - - - - - EW方向



【SB-SsV-SB1】
構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 29.220m 鉛直方向
減衰定数：2.0% 波形名：基準地震動 S s



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋 標高：T.P. 16.300m 【SB-SsV-SB2】
減衰定数：1.0% 波形名：基準地震動 S s ——— 鉛直方向

