

R F S 発官 4 第 18 号  
令和 5 年 3 月 28 日

原子力規制委員会 殿

青森県むつ市大字関根字水川目 596 番地 1  
リサイクル燃料貯蔵株式会社  
代表取締役社長 高橋 泰成

使用済燃料貯蔵施設に関する  
設計及び工事の計画の変更の認可申請書

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 43 条の 8 第 2 項の規定に基づき、別紙のとおり使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の計画の変更を申請致します。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
商業機密あるいは防護上の観点  
から公開できません。

一、氏名又は名称及び住所並びに代表者の氏名

氏名又は名称         リサイクル燃料貯蔵株式会社  
住           所         青森県むつ市大字関根字水川目 596 番地 1  
代表者の氏名         代表取締役社長     高橋 泰成

二、工事を行う事業所の名称及び所在地

名           称         リサイクル燃料備蓄センター  
所   在   地         青森県むつ市

三、変更に係る使用済燃料貯蔵施設の区分並びに設計及び工事の方法

|                        |  |
|------------------------|--|
| 区                    分 | 使用済燃料貯蔵設備本体<br>使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）<br>その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設のうち<br>使用済燃料貯蔵建屋 |
|------------------------|--|

設計及び工事の方法         別添 I のとおり

四、工事工程表

工事工程表は令和 4 年 8 月 16 日付け原規規発第 2208161 号にて認可された工事工程表による。

五、設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムは令和 4 年 8 月 16 日付け原規規発第 2208161 号にて認可された設計及び工事に係る品質マネジメントシステムによる。

## 六、変更の理由

平成 22 年 8 月 27 日付け平成 22・06・16 原第 7 号にて認可され、令和 3 年 8 月 20 日付け原規規発第 2108202 号、令和 4 年 8 月 16 日付け原規規発第 2208161 号をもって変更の認可を受け、令和 4 年 9 月 30 日 RFS 発官 4 第 8 号にて変更を届け出た設計及び工事の計画（本変更認可申請書において以下「既設工認」という。）について、事業変更許可（令和 5 年 2 月 8 日付け原規規発第 2302082 号）を踏まえて変更する。

## 別添 I 設計及び工事の方法

既設工認の「設計及び工事の方法」のうち「基本設計方針」の「1.5 地震による損傷の防止」について以下のとおり変更する。

なお、「1.5 地震による損傷の防止」以外の「設計及び工事の方法」については既設工認に同じである。

| 変更前   | 変更後   |
|---|---|
| <p>1.5 地震による損傷の防止</p> <p>1.5.1 地盤</p> <p>使用済燃料貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）は、使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則（令和2年4月1日施行。以下「技術基準規則」という。）第六条に適合するため、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。</p> <p>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。</p> <p>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<math>S_s</math>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。</p> <p>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。</p> <p>また、貯蔵建屋は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化や揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、基本的安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。</p> <p>また、貯蔵建屋は、変位が生ずるおそれがない地盤（将来活動する可能性のある断層等の露頭がない地盤）に設置する。</p> <p>1.5.2 耐震設計</p> <p>(1) 耐震設計の基本方針</p> <p>耐震設計は、以下の項目に従って行う。</p> <p>a. 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料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。</p> <p>b. 使用済燃料貯蔵施設は、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。</p> <p>c. Sクラスの施設は、基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>機器系については、その施設に要求される機能を保持する設計とし、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ことを確認する。</p> <p>また、弾性設計用地震動<math>S_d</math>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。</p> <p>d. Sクラスの施設について、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。</p> | <p>1.5 地震による損傷の防止</p> <p>1.5.1 地盤</p> <p>使用済燃料貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）は、使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則（令和2年4月1日施行。以下「技術基準規則」という。）第六条に適合するため、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。</p> <p>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。</p> <p>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<math>S_s</math>による地震力（「基準地震動<math>S_s</math>」とは令和5年2月8日付け原規規発第2302082号にて、事業変更許可を受けた基準地震動をいう。）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。</p> <p>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。</p> <p>また、貯蔵建屋は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化や揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、基本的安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。</p> <p>また、貯蔵建屋は、変位が生ずるおそれがない地盤（将来活動する可能性のある断層等の露頭がない地盤）に設置する。</p> <p>1.5.2 耐震設計</p> <p>（変更なし）</p> |

| 変更前  | 変更後           |
|--|---------------|
| <p>また、基準地震動 <math>S_s</math> 及び弾性設計用地震動 <math>S_d</math> 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算定するものとする。</p> <p>e. 貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、Bクラスの設計とし、かつ、基準地震動 <math>S_s</math> 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。</p> <p>f. 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。</p> <p>g. 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 <math>S_d</math> に 2 分の 1 を乗じたものとする。</p> <p>h. 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。</p> <p>(2) 耐震設計上の重要度分類</p> <p>使用済燃料貯蔵施設は、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」に分類するとともに、耐震設計上の重要度を次のように分類する。</p> <p>基本的安全機能を確保する上で必要な施設</p> <p>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</p> <p>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<br/>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</p> <p>その他の安全機能を有する施設</p> <p>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であり、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性を確保する必要がある施設</p> <p>上記に基づく施設の耐震性評価の考え方を第 1.5.2 表に示す。</p> <p>第 1.5.2 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。</p> <p>(3) 地震力の算定法</p> <p>耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。</p> <p>a. 静的地震力</p> <p>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 <math>C_i</math> 及び震度に基づき算定する。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>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 <math>C_i</math> に、次に示す施設の耐震</p> | <p>(変更なし)</p> |

| 変更前  | 変更後           |
|--|---------------|
| <p>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。</p> <p>Bクラス 1.5<br/>Cクラス 1.0</p> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_0</math> 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。</p> <p>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 <math>C_i</math> に乗じる施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数 <math>C_0</math> は 1.0 以上とする。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>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(a)に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> 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。</p> <p>Sクラス 3.0<br/>Bクラス 1.5<br/>Cクラス 1.0</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>上記(a)及び(b)の標準せん断力係数 <math>C_0</math> 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。</p> <p>b. 動的地震力</p> <p>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。</p> <p>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 <math>S_d</math> 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。</p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> による地震力は、基準地震動 <math>S_s</math> 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。</p> <p>また、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力は、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> 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 <math>S_d</math> は、基準地震動 <math>S_s</math> 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。</p> <p>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 <math>S_s</math> 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。</p> <p>(a) 入力地震動</p> <p>貯蔵建屋設置位置周辺は、地質調査の結果によれば、貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る砂子又層が十分な広がりをもって存在することが確認されている。貯蔵建屋は、この砂子又層に杭を介して支持させることとする。</p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的知見に基づき適切なものを策定する。基準地震動 <math>S_s</math> を策定する解放基盤表面は、砂子又層の S 波速度が 0.7km/s 以上を有する標高 -218m の位置に想定すること</p> | <p>(変更なし)</p> |

| 変更前   | 変更後           |
|---|---------------|
| <p>とする。</p> <p>建物・機器の動的解析モデルに対する水平方向及び鉛直方向の入力地震動は、この解放基盤表面で定義された基準地震動から、建物及び地盤が地震動に与える影響を考慮して定めることとする。</p> <p>(b) 動的解析法</p> <p>イ. 貯蔵建屋</p> <p>動的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、適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定する。貯蔵建屋の動的解析は、原則として、時刻歴応答解析法による。</p> <p>貯蔵建屋の動的解析に当たっては、貯蔵建屋の剛性はその形状、構造特性及び材料特性を十分考慮して評価し、集中質点系及び3次元FEMモデルに置換した解析モデルを設定する。</p> <p>動的解析には、建屋・杭と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、杭の配置状況、地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験等に基づき適切に定める。</p> <p>地盤－建屋・杭連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。なお、貯蔵建屋への入力地震動における計算での減衰定数については、各基準地震動により生じる地盤のひずみに応じた値とする。</p> <p>基準地震動<math>S_s</math>に対する応答解析において、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応答解析を行う。</p> <p>ロ. 機器・配管系</p> <p>動的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。</p> <p>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。</p> <p>配管系については、耐震設計上の重要度分類においてCクラスの施設の配管のみであるため動的解析は実施しない。</p> <p>c. 設計用減衰定数</p> <p>地震応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準に基づき、設備の種類、構造等により適切に選定する。</p> <p>(4) 荷重の組合せと許容限界</p> <p>耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。</p> <p>a. 耐震設計上考慮する状態</p> <p>地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>イ. 貯蔵時の状態</p> <p>金属キャスクを貯蔵している状態</p> <p>ロ. 設計用自然条件</p> <p>設計上基本的に考慮しなければならない自然条件</p> <p>(b) 機器・配管系</p> | <p>(変更なし)</p> |

| 変更前   | 変更後           |
|---|---------------|
| <p>イ. 貯蔵時の状態<br/>金属キャスクを貯蔵している状態</p> <p>b. 荷重の種類</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>イ. 常時作用している荷重, すなわち固定荷重及び積載荷重</p> <p>ロ. 貯蔵時の状態で施設に作用する荷重</p> <p>ハ. 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重</p> <p>ニ. 地震力, 風荷重, 雪荷重, 降下火砕物の荷重</p> <p>ただし, ロ. 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。</p> <p>また, ニ. 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。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>イ. 常時作用している荷重, すなわち死荷重</p> <p>ロ. 貯蔵時の状態で作用する荷重</p> <p>ハ. 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重</p> <p>ニ. 地震力</p> <p>c. 荷重の組合せ</p> <p>地震力と他の荷重との組合せは以下による。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>イ. 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<br/>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。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>イ. Sクラス</p> <p>(i) 弾性設計用地震動 <math>S_d</math> 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<br/>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<br/>合わせる。</p> <p>(ii) 基準地震動 <math>S_s</math> 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<br/>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。</p> <p>ロ. Bクラス</p> <p>(i) 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<br/>態で作作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(ii) 共振のおそれのある場合については, 弾性設計用地震動 <math>S_d</math> に2分の1を乗じた地震力と, 常時作<br/>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<br/>を組み合わせる。</p> <p>ハ. Cクラス</p> <p>(i) 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<br/>態で作作用する荷重とを組み合わせる。</p> <p>(c) 荷重の組合せ上の留意事項</p> <p>動的地震力については, 水平2方向と鉛直方向とを適切に組み合わせ算定するものとする。</p> | <p>(変更なし)</p> |

| 変更前   | 変更後           |
|---|---------------|
| <p>d. 許容限界</p> <p>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。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>イ. 貯蔵建屋</p> <p>(i) 弾性設計用地震動<math>S_d</math>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</p> <p>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。</p> <p>(ii) 保有水平耐力</p> <p>建物・構築物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。</p> <p>(iii) 基準地震動<math>S_s</math>との組合せに対する許容限界</p> <p>貯蔵建屋が構造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。</p> <p>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。</p> <p>ロ. Cクラスの建物・構築物</p> <p>上記イ. (i)による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(b) 機器・配管系</p> <p>イ. Sクラスの機器系</p> <p>(i) 基準地震動<math>S_s</math>による地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>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ように応力、荷重等を制限する値を許容限界とする。</p> <p>(ii) 弾性設計用地震動<math>S_d</math>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</p> <p>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。</p> <p>ロ. Bクラス及びCクラスの機器系</p> <p>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<math>S_s</math>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。</p> <p>(5) 設計における留意事項</p> <p>a. 波及的影響に対する考慮</p> <p>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<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>による地震力を適用する。</p> <p>波及的影響の評価に当たっては、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。なお、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間を踏まえて</p> | <p>(変更なし)</p> |

| 変更前  | 変更後           |
|--|---------------|
| <p>適切に設定する。また、波及的影響の確認においては水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設、設備を選定し評価する。</p> <p>なお、原子力施設の地震被害情報をもとに、4つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し、新たな検討事項が抽出された場合には、その観点を追加する。</p> <p>(a) 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</p> <p>イ. 相対変位</p> <p>基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>ロ. 不等沈下</p> <p>基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>(b) 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</p> <p>基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>(c) 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</p> <p>基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>(d) 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</p> <p>イ. 基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>ロ. 基準地震動<math>S_s</math>又は基準地震動<math>S_s</math>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。</p> <p>(6) 周辺斜面</p> <p>貯蔵建屋の周辺斜面は、基準地震動<math>S_s</math>による地震力に対して、貯蔵建屋に影響を及ぼすような崩壊を起こすおそれがないものとする。</p> <p>なお、貯蔵建屋設置位置付近に存在する斜面は、最大高さ約13mであり、斜面勾配は最大1:2で、高さ5m毎に幅1.5mの小段を設けている。また、斜面法尻と貯蔵建屋との距離が50m以上確保されている。</p> <p>したがって、斜面の崩壊に対して基本的安全機能が損なわれるおそれはない。</p> | <p>(変更なし)</p> |

第 1.5.2 表 施設の耐震性評価の考え方

|                      | 主要設備<br>(注1)   |       | 直接支持構造物<br>(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<br>(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<br>天井クレーン<br>・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<br>・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"> <li>・仮置架台</li> <li>・たて起こし架台</li> <li>・検査架台</li> <li>・圧縮空気供給設備</li> <li>・蓋間圧力検出器</li> <li>・表面温度検出器</li> <li>・給排気温度検出器</li> <li>・表示・警報装置</li> <li>・廃棄物貯蔵室</li> <li>・エリアモニタリング設備</li> <li>・周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備</li> <li>・無停電電源装置</li> <li>・電源車</li> <li>・共用無停電電源装置</li> <li>・軽油貯蔵タンク(地下式)</li> <li>・通信連絡設備</li> <li>・消防用設備</li> <li>・その他</li> </ul> | C     | ・機器, 電気計装設備等の支持構造物 | C     | ・貯蔵建屋<br>・事務建屋 等                | —                              | Cクラス施設に適用される静的地震力                  |

(変更なし)

(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。

添付書類 1 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書との  
整合性に関する説明書

添付書類 1-1 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書

「本文（四号）」との整合性に関する説明書

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付書類 1-1 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書「本文（四号）」との整合性に関する説明書」のうち、

5. 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可との整合性

四、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備並びに貯蔵の方法

1. 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備

ロ．使用済燃料貯蔵施設の一般構造

(6) 耐震構造

について変更する。

なお、上記以外の「5. 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可との整合性」については既設工認に同じである。

5. 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可との整合性

四、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備並びに貯蔵の方法 1. 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備 ロ. 使用済燃料貯蔵施設の一般構造 (6) 耐震構造

| 事業変更許可申請書 (本文四号)  | 事業変更許可申請書 (添付書類六) 該当事項   | 設計及び工事の計画 該当事項  | 整合性   | 備考 |
|---|--|---|---|----|
| <p>四、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備並びに貯蔵の方法</p> <p>1. 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ. 使用済燃料貯蔵施設の一般構造</p> <p>(6) 耐震構造</p> <p><u>□(6)-①使用済燃料貯蔵施設は、地震力に十分耐えることができるよう次の方針に基づき耐震設計を行う。</u></p> <p>a. <u>□(6)-a.-①使用済燃料貯蔵施設は、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以下のとおりSクラス、Bクラス又は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。</u></p> <p><u>基本的安全機能を確保する上で必要な施設</u></p> <p><u>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</u></p> <p><u>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使用済燃料貯蔵建屋</u></p> <p><u>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</u></p> <p><u>その他の安全機能を有する施設</u></p> <p><u>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</u></p> | <p>1.1.6 耐震設計</p> <p>1.1.6.1 耐震設計の基本方針</p> <p><u>使用済燃料貯蔵施設は、地震力に十分耐えることができるよう次の方針に基づき耐震設計を行う。</u></p> <p>(1) <u>使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料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。</u></p> <p style="text-align: center;">&lt;中略&gt;</p> <p>(4) <u>使用済燃料貯蔵建屋 (以下 1.1.6 では「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。</u></p> <p><u>なお、貯蔵建屋は、杭基礎構造とし、杭先端は基準地震動による地震力が作用した場合においても十分な支持性能をもつ地盤に支持させる。</u></p> <p style="text-align: center;">&lt;中略&gt;</p> <p>(7) <u>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。</u></p> <p>1.1.6.2 耐震設計上の重要度分類</p> <p><u>使用済燃料貯蔵施設は、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。</u></p> <p><u>基本的安全機能を確保する上で必要な施設</u></p> <p><u>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</u></p> <p><u>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</u></p> <p><u>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</u></p> | <p>別添 I</p> <p>別添 I 基本設計方針</p> <p>別添 I 1 共通項目</p> <p>別添 I 1.5 地震による損傷の防止</p> <p>別添 I 1.5.1 地盤</p> <p style="text-align: center;">&lt;中略&gt;</p> <p><u>□(6)-f.-①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<math>S_s</math>による地震力(「基準地震動<math>S_s</math>」)とは令和5年2月8日付け原規規発第2302082号にて、設置(変更)許可を受けた基準地震動をいう。)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。</u></p> <p style="text-align: center;">&lt;中略&gt;</p> <p>別添 I 1.5.2 耐震設計</p> <p>(1) 耐震設計の基本方針</p> <p>耐震設計は、以下の項目に従って行う。</p> <p>a. <u>□(6)-b.-①使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料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。</u></p> <p>b. <u>□(6)-①、□(6)-a.-①使用済燃料貯蔵施設は、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。</u></p> <p style="text-align: center;">&lt;中略&gt;</p> <p>e. <u>□(6)-c.-①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<math>S_s</math>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。</u></p> | <p>設工認の□(6)-f.-①は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-f.-①と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-b.-①は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-b.-①と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-①、□(6)-a.-①は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-①、□(6)-a.-①と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-c.-①は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-c.-①と同義であり、整合している。</p> |    |

| 事業変更許可申請書（本文四号）   | 事業変更許可申請書（添付書類六）該当事項   | 設計及び工事の計画 該当事項   | 整合性  | 備考 |
|---|--|--|--|----|
| <p>b. <u>□(6)-b.-①使用済燃料貯蔵施設は、基準地震動による地震力に対して、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。</u></p> <p>c. <u>□(6)-c.-①Bクラスの施設のうち、使用済燃料貯蔵建屋は基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。</u><br/> <u>使用済燃料貯蔵建屋は、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施設であるため、遮蔽機能及び除熱機能が損なわれるおそれがない設計とする。</u></p> <p>d. <u>□(6)-d.-①基準地震動は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものを策定する。基準地震動を策定する解放基盤表面は、砂子又層のS波速度が0.7km/s以上を有する標高-218mの位置に想定することとする。</u><br/> <u>策定した基準地震動の応答スペクトルを第1図及び第2図に、加速度時刻歴波形を第3図～第8図に示す。</u><br/> <u>□(6)-d.-②また、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定する。</u></p> <p>e. <u>□(6)-e.-①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、建物・構築物については、安全機能を有する設備は使用済燃料貯蔵建屋のみであるため、Bクラスとして地震層せん断力係数Ciに1.5を乗じて求められる水平地震力に十分耐えられるように設計する。機器・配管系については、地震層せん断力係数Ciに、それぞれ3.0、1.5及び1.0を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度を</u></p> | <p><u>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</u></p> <p><u>その他の安全機能を有する施設</u></p> <p><u>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</u></p> <p>1.1.6.3 基準地震動及び弾性設計用地震動<br/> <u>＜中略＞</u><br/> <u>また、上記基準地震動に工学的判断から求められる係数0.5を乗じて弾性設計用地震動を設定する。弾性設計用地震動の最大加速度振幅値を第1.1-2表に、応答スペクトルを第1.1-2図に示す。</u></p> <p>1.1.6.4 地震力の算定法<br/> <u>使用済燃料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。</u></p> <p>(1) 動的地震力<br/> <u>動的地震力は、Sクラスの施設に適用することとする。</u><br/> <u>添付書類四「5.地震」に示す基準地震動による地震力は、基準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。</u><br/> <u>また、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、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。</u><br/> <u>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。</u></p> <p>a. 入力地震動<br/> <u>貯蔵建屋設置位置周辺は、地質調査の結果によ</u></p> | <p><u>＜中略＞</u></p> <p>h. <u>□(6)-g.-①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。</u></p> <p>(2) 耐震設計上の重要度分類<br/> <u>□(6)-a.-①使用済燃料貯蔵施設は、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」に分類するとともに、耐震設計上の重要度を次のように分類する。</u><br/> <u>基本的安全機能を確保する上で必要な施設</u><br/> <u>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</u><br/> <u>□(6)-a.-①, □(6)-c.-①B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</u><br/> <u>□(6)-a.-①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</u><br/> <u>その他の安全機能を有する施設</u><br/> <u>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であり、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性を確保する必要がある施設</u></p> <p>(3) 地震力の算定法<br/> <u>耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法に</u></p> | <p>設工認の<u>□(6)-g.-①</u>は事業変更許可申請書(本文)の<u>□(6)-g.-①</u>と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の<u>□(6)-a.-①</u>は事業変更許可申請書(本文)の<u>□(6)-a.-①</u>と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の<u>□(6)-a.-①</u>, <u>□(6)-c.-①</u>は事業変更許可申請書(本文)の<u>□(6)-a.-①</u>, <u>□(6)-c.-①</u>と同義であり、整合している。</p> |    |

| 事業変更許可申請書（本文四号）  | 事業変更許可申請書（添付書類六）該当事項  | 設計及び工事の計画 該当事項  | 整合性  | 備考 |
|--|---|---|--|----|
| <p>20%増しとした水平震度から求められる水平地震力に十分耐えられるように設計する。</p> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_o</math> を 0.2 以上とし、使用済燃料貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p>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 <math>C_i</math> に乗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 <math>C_o</math> は 1.0 以上とする。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)-e.-② 鉛直地震力は、震度 0.3 以上を基準とし、使用済燃料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。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)- e.-③ 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。</p> <p>f. <input type="checkbox"/> (6)-f.-① 使用済燃料貯蔵建屋は、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、当該建屋を十分に支持することができる地盤に杭を介して設置する。</p> <p>g. <input type="checkbox"/> (6)-g.-① 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。<input type="checkbox"/> (6)-g.-② この波及的影響の評価に当たっては、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行う。なお、影響評価においては、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の設計に用いる地震動及び地震力を適用する。</p> | <p>れば、貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る砂子又層が十分な広がりをもって存在することが確認されている。貯蔵建屋は、この砂子又層に杭を介して支持させることとする。</p> <p>解放基盤表面は、砂子又層の S 波速度が 0.7km/s 以上を有する標高 -218m の位置に想定することとする。</p> <p>建物・機器の動的解析モデルに対する水平方向及び鉛直方向の入力地震動は、この解放基盤表面で定義された基準地震動から、建物及び地盤が地震動に与える影響を考慮して定めることとする。</p> <p>(2) 静的地震力</p> <p>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 <math>C_i</math> 及び震度に基づき算定する。</p> <p>a. 貯蔵建屋</p> <p>水平地震力は、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> 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。</p> <p>Bクラス 1.5</p> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_o</math> を 0.2 以上とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p>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 <math>C_i</math> に乗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 <math>C_o</math> は 1.0 以上とする。</p> <p>b. 機器・配管系</p> <p>耐震設計上の重要度分類の各クラスの水平地震力は、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> 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。</p> <p>Sクラス 3.0</p> <p>Bクラス 1.5</p> <p>Cクラス 1.0</p> | <p>よる。</p> <p>a. 静的地震力</p> <p><input type="checkbox"/> (6)-e.-① 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 <math>C_i</math> 及び震度に基づき算定する。</p> <p>(a) 建物・構築物</p> <p>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 <math>C_i</math> 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。</p> <p>Bクラス 1.5</p> <p>Cクラス 1.0</p> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_o</math> 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。</p> <p>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 <math>C_i</math> に乗じる施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数 <math>C_o</math> は 1.0 以上とする。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)-e.-① (b) 機器・配管系</p> <p>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(a)に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> 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。</p> <p>Sクラス 3.0</p> <p>Bクラス 1.5</p> <p>Cクラス 1.0</p> <p><input type="checkbox"/> (6)-e.-② 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。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)-e.-③ Sクラスの施設については、水</p> | <p>設工認の <input type="checkbox"/> (6)-e.-① は事業変更許可申請書(本文)の <input type="checkbox"/> (6)-e.-① を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>設工認の <input type="checkbox"/> (6)-e.-① は事業変更許可申請書(本文)の <input type="checkbox"/> (6)-e.-① を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>設工認の <input type="checkbox"/> (6)-e.-② は事業変更許可申請書(本文)の <input type="checkbox"/> (6)-e.-② と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の <input type="checkbox"/> (6)-e.-③</p> |    |

| 事業変更許可申請書 (本文四号) | 事業変更許可申請書 (添付書類六) 該当事項  | 設計及び工事の計画 該当事項  | 整合性   | 備考        |
|------------------|---|---|---|-----------|
|                  | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>上記 a. 及び b. の標準せん断力係数 <math>C_0</math> 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。</p> <p>＜中略＞</p> <p>1.1.6.6 設計における留意事項</p> <p>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、基準地震動又は基準地震動による地震力を適用する。</p> <p>----- 中略 -----</p> <p>事業変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項</p> <p>2.1.3 貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象</p> <p>(4) その他自然災害等</p> <p>a. 自然災害</p> <p>(a) 地震</p> <p>耐震設計に当たっては、使用済燃料貯蔵建屋は十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とする。また、使用済燃料貯蔵施設は、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分類ごとに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設計とする。また、基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、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</p> | <p>設計及び工事の計画 該当事項</p> <p>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。</p> <p>上記(a)及び(b)の標準せん断力係数 <math>C_0</math> 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。</p> <p>b. 動的地震力</p> <p>＜中略＞</p> <p>□(6)-d.-②また、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力は、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> 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で算定する。ここで、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> は、基準地震動 <math>S_s</math> 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。</p> <p>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 <math>S_s</math> 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。</p> <p>(a) 入力地震動</p> <p>□(6)-d.-①貯蔵建屋設置位置周辺は、地質調査の結果によれば、貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る砂子又層が十分な広がりをもって存在することが確認されている。貯蔵建屋は、この砂子又層に杭を介して支持させることとする。</p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的知見に基づき適切なものを策定する。基準地震動 <math>S_s</math> を策定する解放基盤表面は、砂子又層のS波速度が 0.7km/s 以上を有する標高 -218m の位置に想定することとする。</p> <p>＜中略＞</p> <p>(5) 設計における留意事項</p> <p>a. 波及的影響に対する考慮</p> <p>□(6)-g.-②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</p> | <p>整合性</p> <p>は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-e.-③と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-d.-②は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-d.-②と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-d.-①は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-d.-①と同義であり、整合している。</p> <p>設工認の□(6)-g.-②は事業変更許可申請書(本文)の□(6)-g.-②と同義であり、整合している。</p> | <p>備考</p> |

| 事業変更許可申請書（本文四号） | 事業変更許可申請書（添付書類六）該当事項 | 設計及び工事の計画 該当事項  | 整合性                                       | 備考 |
|-----------------|----------------------|---|---|----|
|                 | <p>なわなない設計とする。</p>   | <p>設計及び工事の計画 該当事項</p> <p>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 <math>S_s</math> 又は基準地震動 <math>S_s</math> による地震力を適用する。</p> <p>波及的影響の評価に当たっては、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。なお、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間を踏まえて適切に設定する。また、波及的影響の確認においては水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設、設備を選定し評価する。</p> <p>なお、原子力施設の地震被害情報をもとに、4つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し、新たな検討事項が抽出された場合には、その観点を追加する。</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> | <p>書(本文)の□(6)-g.-②を具体的に記載しており、整合している。</p> |    |

添付書類 1-2 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書

「本文（七号）」との整合性に関する説明書

今回の申請に係る本説明は、既設工認に同じである。

添付書類 3 使用済燃料貯蔵施設の技術基準への  
適合性に関する説明書

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付書類3 使用済燃料貯蔵施設の技術基準への適合性に関する説明書」及び「添付書類3 添付」のうち、

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

5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針

5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針

5-2-1 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する計算書

5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書

5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書

について変更する。

なお、上記以外の「添付書類3 使用済燃料貯蔵施設の技術基準への適合性に関する説明書」及び「添付書類3 添付」については既設工認に同じである。

添付書類3 添付

## 目次

- 5 主要な使用済燃料貯蔵施設の耐震性に関する説明書
  - 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針
    - 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
    - 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針
    - 5-1-3 波及的影響に係る基本方針
      - 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定
    - 5-1-4 地震応答解析の基本方針
    - 5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針
  - 5-2 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する説明書
    - 5-2-1 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する計算書
  - 5-3 金属キャスクの耐震性に関する説明書
    - 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))
  - 5-4 貯蔵架台の耐震性に関する説明書
    - 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))
  - 5-5 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する説明書
    - 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書
  - 5-6 搬送台車の耐震性に関する説明書
    - 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書
  - 5-7 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に関する説明書
    - 5-7-1 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の  
金属キャスクへの影響評価結果
  
- 11 使用済燃料の受入施設 (搬送設備及び受入設備) に関する説明書
  - 11-2 搬送台車の金属キャスクの取扱いに関する説明書
  
- 18 計算機プログラム (解析コード) に関する説明書
  - 18-1 計算機プログラム (解析コード) に関する説明書  
(建屋関係)
  - 18-2 計算機プログラム (解析コード) に関する説明書  
(金属キャスク関係)
  
- 19 図面
  - 19-3 構造図
    - 19-3-1 使用済燃料貯蔵設備本体の構造図

- 19-3-1-1 金属キャスクの構造図
- 19-3-1-2 貯蔵架台の構造図
- 19-3-2 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）の構造図
- 19-3-3 使用済燃料貯蔵建屋の構造図

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

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1 申請設備に係る耐震設計の基本方針」に同じである。

## 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  |
| 3. 活断層の分布状況             | 3  |
| 4. 地震の分類                | 4  |
| 5. 地盤構造モデルの設定           | 5  |
| 6. 基準地震動                | 6  |
| 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 | 6  |
| 6.2 震源を特定せず策定する地震動      | 9  |
| 6.3 基準地震動の策定            | 12 |
| 6.4 基準地震動の超過確率          | 14 |
| 7. 弾性設計用地震動             | 15 |
| 8. 参考文献                 | 16 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 1. 概要」に同じである。

## 2. 敷地周辺の地震発生状況

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 2. 敷地周辺の地震発生状況」に同じである。

### 3. 活断層の分布状況

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 3. 活断層の分布状況」に同じである。

#### 4. 地震の分類

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 4. 地震の分類」に同じである。

## 5. 地盤構造モデルの設定

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 5. 地盤構造モデルの設定」に同じである。

## 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

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-1 基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の策定概要 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」に同じである。

#### (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<sup>(27)(50)</sup>を用い、得られていない場合は統計的グリーン関数法<sup>(26)(27)(28)</sup>あるいは統計的グリーン関数法と理論的手法<sup>(29)</sup>によるハイブリッド合成法<sup>(51)</sup>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)<sup>(34)</sup>及び諸井他 (2013)<sup>(52)</sup>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<sup>(34)(52)(53)</sup>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)<sup>(17)</sup>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)<sup>(54)</sup>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)<sup>(55)</sup>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)<sup>(63)</sup>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)<sup>(52)</sup>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SMGA1及びSMGA2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SMG

A面積比は過小な設定とはなっていない。

「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、内閣府(2020・2022)<sup>(88)(89)</sup>に示されているモデルの内、敷地に近く影響が大きい日本海溝(三陸・日高沖)モデルを比較した結果、敷地に最も近いSMGAの応力降下量、短周期レベルについては、第6-4表(c)に示すように、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルが日本海溝(三陸・日高沖)モデルを上回る値となっており、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

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-1 基準地震動S<sub>s</sub>及び弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の策定概要 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (2) 検討用地震の地震動評価 a.プレート間地震 (b) 不確かさを考慮するパラメータの設定」に同じである。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-1 基準地震動S<sub>s</sub>及び弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の策定概要 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (2) 検討用地震の地震動評価 a.プレート間地震 (c) 応答スペクトルに基づく地震動評価」に同じである。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-1 基準地震動S<sub>s</sub>及び弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の策定概要 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (2) 検討用地震の地震動評価 a.プレート間地震 (d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価」に同じである。

b. 想定海洋プレート内地震

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-1 基準地震動S<sub>s</sub>及び弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の策定概要 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (2) 検討用地震の地震動評価 b. 想定海洋プレート内地震」に同じである。

c. 内陸地殻内地震

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-1 基準地震動S<sub>s</sub>及び弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の策定概要 6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (2) 検討用地震の地震動評価 c. 内陸地殻内地震」に同じである。

## 6.2 震源を特定せず策定する地震動

### (1) 策定方法

「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定する。

### (2) 震源を特定せず策定する地震動の策定

「震源を特定せず策定する地震動」については、次に示す方針により策定する。

「震源を特定せず策定する地震動」の策定に当たっては、「全国共通に考慮すべき地震動」及び「地域性を考慮する地震動」の2種類を検討対象とする。

「全国共通に考慮すべき地震動」の策定に当たっては、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記2」に示された震源近傍における観測記録を基に得られた次の知見をすべて用いる。

- ・2004年北海道留萌支庁南部地震において、防災科学研究所が運用する全国強震観測網の港町観測点における観測記録から推定された基盤地震動。
- ・震源近傍の多数の地震観測記録に基づいて策定された地震基盤相当面における標準的な応答スペクトル（以下「標準応答スペクトル」という。）。標準応答スペクトルのコントロール・ポイントの値を第6-13表に示す。

「地域性を考慮する地震動」の策定に当たっては、事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された「2008年岩手・宮城内陸地震」及び「2000年鳥取県西部地震」について、震源近傍における観測記録を用いる。検討対象地震を第6-14表に示す。

#### a. 全国共通に考慮すべき地震動

##### (a) 2004年北海道留萌支庁南部地震

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）<sup>(82)</sup>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。

##### (b) 標準応答スペクトルを考慮した地震動

第6-13表に示した標準応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成し、この模擬地震波を地震基盤相当面（地盤構造モデルの地震基盤面。Vs=3150m/sである標高-1700mの位置）に入力し、解放基盤表面における地震動（以下「標準応答スペクトルを考慮した地震動」という。）を設定する。なお、地盤構造モデルは、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とする。

地震基盤相当面における模擬地震波は、一様乱数位相を用いた正弦波の重ね合わせによる模擬地震波と、2011年5月3日に発生した下北半島の地震の敷地における実観測記録の位相を用いた模擬地震波とする。ここで、一様乱数位相を用いた模擬地震波の継続時間と振幅包絡線は、Noda et al. (2002)<sup>(37)</sup>に基づき第6-31図の形状とし、振幅包絡線の経時的变化を第6-15表に示す。地震基盤相当面における模擬地震波の作成結果を第6-16表に、標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比を第6-32図に、時刻歴波形を第6-33図に示す。設定した標準応答スペクトルを考慮した地震動の応答スペクトルを第6-34図に示す。

解放基盤表面における一様乱数位相を用いた模擬地震波と実観測記録の位相を用いた模擬地震波との比較結果を第6-35図に示す。これより、実観測記録の位相を用いた模擬地震波より一様乱数位相を用いた模擬地震波のほうが、解放基盤表面における最大加速度が大きく、金属キャスク固有周期での応答スペクトルが大きいことから、一様乱数位相を用いた模擬地震波を選定する。

#### b. 地域性を考慮する地震動

第6-13表に示した検討対象地震のうち、Mw6.5程度以上の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可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)<sup>(79)</sup>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）<sup>(80)</sup>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）<sup>(81)</sup>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。

#### c. 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

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）」、「標準応答スペクトルを考慮した地震動」の応答スペクトルを第6-36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 6-37 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 6-37 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 6-17 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 6-38 図の形状とし、振幅包絡線の経時的変化を第 6-18 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 6-19 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 6-39 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 6-40 図に、最大加速度振幅値を第 6-20 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 6-41 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 6-42 図に示す。第 6-20 表に示す 5 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  $S_s-B3$ , 「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) 及び「標準応答スペクトルを考慮した地震動」を  $S_s-B5$  として設定する。その応答スペクトルを第 6-43 図に、加速度時刻歴波形を第 6-44 図に示す。

#### 6.4 基準地震動の超過確率

日本原子力学会（2007）<sup>(83)</sup>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）<sup>(84)</sup>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6-45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6-21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6-22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）<sup>(86)</sup>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<sub>s</sub>-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6-46図に示す。基準地震動 S<sub>s</sub>-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<sub>s</sub>-B1～S<sub>s</sub>-B5 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6-47図に示す。基準地震動 S<sub>s</sub>-B1～S<sub>s</sub>-B5 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

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  
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) (欠番)
- (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
- (88) 内閣府 (2020) : 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について (概要報告) [https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko\\_chishima/model/pdf/honbun.pdf](https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/honbun.pdf)
- (89) 内閣府 (2022) : 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震による震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書 [https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko\\_chishima/model/pdf/hokoku\\_honbun.pdf](https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/hokoku_honbun.pdf)

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～<br>宮城県沖 | 三陸沖北部～<br>根室沖      | 三陸沖北部～<br>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<br>の短周期レベル | 地震調査研究推進本部（2017） <sup>(59)</sup> による短周期レベルの1.4倍 |                |                    |                |
| SMG A 3～7<br>の短周期レベル  | 地震調査研究推進本部（2017） <sup>(59)</sup> 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<br>～宮城県沖                                     |   |   |
| 巨視的<br>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 <sup>2</sup> )     | 40000                                 | 60000   | 佐藤他 (1989) <sup>(60)</sup> $\log S = M_w - 4.07$  |   |
|                               | 走向 $\theta$ (°)               | 180                                   | 200   | プレート沈み込み等深線を参考に設定   |   |
|                               | 傾斜角 $\delta$ (°)              | 10 (海溝側)<br>20 (陸側)                   | 12 (海溝側)<br>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 $\beta$ (km/s)          | 3.9                                   |   | 地震調査研究推進本部 (2004) <sup>(34)</sup>   |   |
|                               | 破壊伝播速度 $V_r$ (km/s)           | 3.0                                   |   | 諸井他 (2013) <sup>(52)</sup> を参照  |   |
|                               | 剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> ) | $4.68 \times 10^{10}$                 |   | 地震調査研究推進本部 (2004) <sup>(34)</sup> $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$ ,<br>$\mu = \rho \beta^2$ |   |
|                               | 地震モーメント $M_0$ (N・m)           | $4.00 \times 10^{22}$                 |   | Kanamori (1977) <sup>(61)</sup> $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$                              |   |
|                               | 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<br>震源特性                   | 全<br>SMGA                     | 面積 $S_a$ (km <sup>2</sup> )           | 12500   |   | 諸井他 (2013) <sup>(52)</sup> $S_a = 0.125 S$  |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0a}$ (N・m)                | $1.00 \times 10^{22}$                               |   | $M_{0a} = \mu S_a D_a$  |
|                               |                               | 平均すべり量 $D_a$ (m)                      | 17.1  |   | Somerville et al. (1999) <sup>(62)</sup><br>$D_a = \xi D$                                 |
|                               |                               | 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 <sup>2</sup> )    | $3.49 \times 10^{20}$                               |   | $A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2}$   |
|                               | 各<br>SMGA                     |                                       | SMGA 1, 2   | SMGA 3 ~ 5  |   |
|                               |                               | 面積 $S_{ai}$ (km <sup>2</sup> )        | 2500  | 2500  | $S_{ai} = S_a / 5$  |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0ai}$ (N・m)               | $2.00 \times 10^{21}$                               | $2.00 \times 10^{21}$   | $M_{0ai} = \mu S_{ai} D_{ai}$   |
|                               |                               | 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 <sup>2</sup> ) | $1.86 \times 10^{20}$                               | $1.33 \times 10^{20}$   | $A_{ai} = 4 \pi (S_{ai} / \pi)^{1/2} \Delta \sigma_{ai} \beta^2$                          |
|                               |                               | ライズタイム $\tau_{ai}$ (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 <sup>2</sup> )           | 87500   |   | $S_b = S - S_a$   |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0b}$ (N・m)                | $3.00 \times 10^{22}$                               |   | $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$   |
|                               |                               | 平均すべり量 $D_b$ (m)                      | 7.3   |   | $D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$  |
| 実効応力 $\sigma_b$ (MPa)         |                               | 4.9                                   |   | $\sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$  |   |
| ライズタイム $\tau_b$ (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<br>～根室沖                                       |   |   |
| 巨視的<br>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 <sup>2</sup> )     | 40000                                 | 60000   | 佐藤他 (1989) <sup>(60)</sup> $\log S = M_w - 4.07$  |   |
|                               | 走向 $\theta$ (°)               | 180                                   | 245   | プレート沈み込み等深線を参考に設定   |   |
|                               | 傾斜角 $\delta$ (°)              | 10 (海溝側)<br>20 (陸側)                   | 10 (海溝側)<br>30 (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 $\beta$ (km/s)          | 3.9                                   |   | 地震調査研究推進本部 (2004) <sup>(34)</sup>   |   |
|                               | 破壊伝播速度 $V_r$ (km/s)           | 3.0                                   |   | 諸井他 (2013) <sup>(52)</sup> を参照  |   |
|                               | 剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> ) | $4.68 \times 10^{10}$                 |   | 地震調査研究推進本部 (2004) <sup>(34)</sup> $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$ ,<br>$\mu = \rho \beta^2$ |   |
|                               | 地震モーメント $M_0$ (N・m)           | $4.00 \times 10^{22}$                 |   | Kanamori (1977) <sup>(61)</sup> $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$                              |   |
|                               | 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<br>震源特性                   | 全<br>SMGA                     | 面積 $S_a$ (km <sup>2</sup> )           | 12500   |   | 諸井他 (2013) <sup>(52)</sup> $S_a = 0.125 S$  |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0a}$ (N・m)                | $1.00 \times 10^{22}$                             |   | $M_{0a} = \mu S_a D_a$  |
|                               |                               | 平均すべり量 $D_a$ (m)                      | 17.1  |   | Somerville et al. (1999) <sup>(62)</sup><br>$D_a = \xi D$   |
|                               |                               | 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 <sup>2</sup> )    | $3.49 \times 10^{20}$                             |   | $A_a = (\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}$   |
|                               | 各<br>SMGA                     |                                       | SMGA 1, 2   | SMGA 6, 7   |   |
|                               |                               | 面積 $S_{ai}$ (km <sup>2</sup> )        | 2500  | 3750  | $S_{ai} = S \times 0.125/2$   |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0ai}$ (N・m)               | $2.00 \times 10^{21}$                             | $3.00 \times 10^{21}$   | $M_{0a1}$ 及び $M_{0a2}$ は $M_{0ai} = \mu S_{ai} D_{ai}$<br>$M_{0a6} = M_{0a7} = [M_{0a} - (M_{0a1} + M_{0a2})] / 2$  |
|                               |                               | 平均すべり量 $D_{ai}$ (m)                   | 17.1  | 17.1  | $D_{a1}$ 及び $D_{a2}$ は $D_{ai} = D_a \gamma_i / \Sigma (\gamma_i^3)$<br>$\gamma_i = r_i / r = (S_{ai} / S_a)^{1/2}$<br>$D_{a6} = D_{a7} = M_{0a6} / (\mu S_{a6})$ |
|                               |                               | 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 <sup>2</sup> ) | $1.86 \times 10^{20}$                             | $1.63 \times 10^{20}$   | $A_{ai} = 4 \pi (S_{ai} / \pi)^{1/2} \Delta \sigma_{ai} \beta^2$  |
|                               |                               | ライズタイム $\tau_{ai}$ (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 <sup>2</sup> )           | 87500   |   | $S_b = S - S_a$   |
|                               |                               | 地震モーメント $M_{0b}$ (N・m)                | $3.00 \times 10^{22}$                             |   | $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$   |
|                               |                               | 平均すべり量 $D_b$ (m)                      | 7.3   |   | $D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$  |
| 実効応力 $\sigma_b$ (MPa)         |                               | 4.9                                   |   | $\sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$  |   |
| ライズタイム $\tau_b$ (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)<sup>(63)</sup>が取りまとめた各種震源モデルとの比較

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

[田島他(2013)<sup>(63)</sup>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)<sup>(52)</sup>の震源モデルとの比較

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

※1: 断層全体の面積(100000km<sup>2</sup>)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)<sup>(52)</sup>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)<sup>(52)</sup>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)<sup>(59)</sup>の式により算出。

(c) 内閣府 (2020・2022) <sup>(88)(89)</sup> の日本海溝 (三陸・日高沖) モデルとの比較

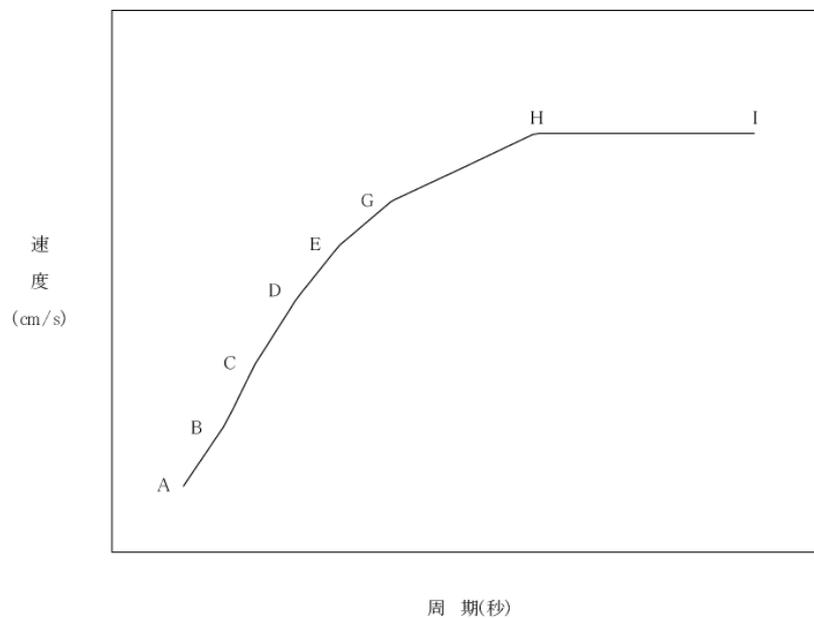
|  | SMG A1 個の<br>地震モーメント (※)<br>(Nm) | SMG A1 個の<br>面積 (※)<br>(km <sup>2</sup> ) | SMG A1 個の<br>応力降下量 (※)<br>(MPa) | SMG A1 個の<br>短周期レベル (※)<br>(Nm/s <sup>2</sup> ) |
|--|----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| 内閣府 (2020・<br>2022) <sup>(88)(89)</sup>    | $1.8 \times 10^{21}$             | 2746.6                                    | 30.0                            | $1.70 \times 10^{20}$                           |
| 2011 年東北地方<br>太平洋沖地震を<br>踏まえた地震<br>(基本モデル) | $2.0 \times 10^{21}$             | 2500                                      | 34.5                            | $1.86 \times 10^{20}$                           |

※：敷地に最も近い SMG A の値

第 6-13 表 標準応答スペクトルのコントロール・ポイント

| 標準応答<br>スペクトル |              | コントロール・ポイント |       |       |        |        |
|---------------|--------------|-------------|-------|-------|--------|--------|
|               |              | A           | B     | C     | D      | E      |
| 水平方向          | 周期<br>(s)    | 0.02        | 0.03  | 0.04  | 0.06   | 0.09   |
|               | 速度<br>(cm/s) | 1.910       | 3.500 | 6.300 | 12.000 | 20.000 |
| 鉛直方向          | 周期<br>(s)    | 0.02        | 0.03  | 0.04  | 0.06   | 0.09   |
|               | 速度<br>(cm/s) | 1.273       | 2.500 | 4.400 | 7.800  | 13.000 |

| 標準応答<br>スペクトル |              | コントロール・ポイント |        |        |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|--------|--------|
|               |              | F           | G      | H      | I      |
| 水平方向          | 周期<br>(s)    | 0.15        | 0.30   | 0.60   | 5.00   |
|               | 速度<br>(cm/s) | 31.000      | 43.000 | 60.000 | 60.000 |
| 鉛直方向          | 周期<br>(s)    | 0.15        | 0.30   | 0.60   | 5.00   |
|               | 速度<br>(cm/s) | 19.000      | 26.000 | 35.000 | 35.000 |



擬似速度応答スペクトル

第 6-14 表 検討対象地震

| No. | 地震名             | 日時                | モーメント<br>マグニチュード<br>$M_w$ |
|-----|-----------------|-------------------|---------------------------|
| 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                       |

第6-15表 標準応答スペクトルに基づく地震基盤相当面における  
模擬地震波の振幅包絡線の経時的变化

| 標準応答スペクトル    | マグニチュード<br>M | 等価震源<br>距離<br>Xeq (km) | 継続時間<br>(s) | 振幅包絡線の経時的变化 (s) |                |                |
|--------------|--------------|------------------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|
|              |              |                        |             | T <sub>b</sub>  | T <sub>c</sub> | T <sub>d</sub> |
| 水平方向<br>鉛直方向 | 7.0          | 10                     | 29.80       | 3.72            | 16.31          | 29.80          |

第 6-16 表 標準応答スペクトルに基づく地震基盤相当面における  
模擬地震波の作成結果

| 標準応答<br>スペクトル | 最大加速度<br>振幅値<br>(cm/s <sup>2</sup> ) | S <sub>I</sub> 比 | 応答スペクトル比 |      |      |
|---------------|--------------------------------------|------------------|----------|------|------|
|               |                                      |                  | 平均値      | 最小値  | 標準偏差 |
| 水平方向          | 600                                  | 1.04             | 1.02     | 0.92 | 0.03 |
| 鉛直方向          | 400                                  | 1.01             | 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

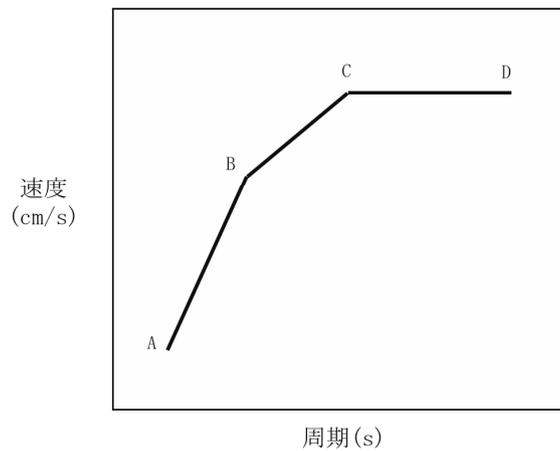
$Sv(T)$  : 設計用模擬地震波の擬似速度応答スペクトル (cm/s)

$\bar{Sv}(T)$  : 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 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 6-18 表 設計用模擬地震波 Ss-AH, Ss-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<br>M | 等価震源<br>距離<br>X <sub>eq</sub> (km) | 継続時間<br>(s) | 振幅包絡線の経時的変化 (s) |                |                |
|----------------|--------------|------------------------------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|
|                |              |                                    |             | T <sub>b</sub>  | T <sub>c</sub> | T <sub>d</sub> |
| Ss-AH<br>Ss-AV | 8.3          | 201                                | 160.93      | 16.60           | 47.50          | 160.93         |

第 6-19 表 設計用模擬地震波 S<sub>s</sub>-AH, S<sub>s</sub>-AV の作成結果

| 設計用<br>模擬地震波       | 最大加速度<br>振幅値<br>(cm/s <sup>2</sup> ) | S <sub>I</sub> 比 | 応答スペクトル比 |      |      |
|--------------------|--------------------------------------|------------------|----------|------|------|
|                    |                                      |                  | 平均値      | 最小値  | 標準偏差 |
| S <sub>s</sub> -AH | 600                                  | 1.03             | 1.02     | 0.93 | 0.03 |
| S <sub>s</sub> -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 6-20 表 基準地震動 Ss-A 及び Ss-B1~Ss-B5

| 基準地震動 |                               | 最大加速度振幅値 (cm/s <sup>2</sup> ) |             |          |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|----------|
|       |                               | 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         | —        |
| Ss-B5 | 標準応答スペクトルを考慮した地震動             | 697                           |             | 442      |

第 6-21 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<br>(km) | マグニチュード<br>M      | 平均活動間隔<br>(年) | 等価震源距離<br>$\chi_{eq}$<br>(km) |
|------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------------------|
| 横浜断層             | 15.4         | 7.0 <sup>※1</sup> | 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 <sup>※2</sup> | 3100          | 75                            |
| 函館平野西縁断層帯 (海域南西) | 28           | 7.5 <sup>※2</sup> | 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 <sup>※2</sup> | 2400          | 81                            |
| 津軽山地西縁断層帯南部      | 23           | 7.3 <sup>※2</sup> | 3600          | 88                            |
| 折爪断層             | 53           | 7.7               | 8300          | 115                           |
| 出戸西方断層           | 11           | 6.8 <sup>※3</sup> | 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) <sup>(40)</sup> により算出。

※ 2 : 地震調査研究推進本部 (2009) <sup>(16)</sup> 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 6-22 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※ <sup>1</sup>   | 地震調査研究推進本部<br>モデル 1 | 地震調査研究推進本部<br>モデル 2 |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| ①十勝沖・根室沖※ <sup>2</sup> | M6.9                | M8.0                |
|                        | M7.1                |                     |
| ②三陸沖北部※ <sup>2</sup>   | 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                |

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

※<sup>2</sup> : 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 6-22 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※ <sup>1</sup>                 | 地震調査研究推進本部<br>モデル 1 | 地震調査研究推進本部<br>モデル 2 |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| ①三陸沖北部<br>②三陸沖中部<br>③東北陸側プレート内       | M7.5                | M8.2                |
| ④十勝沖・根室沖<br>⑤千島陸側プレート内※ <sup>2</sup> | 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                |

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

※<sup>2</sup> : 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。

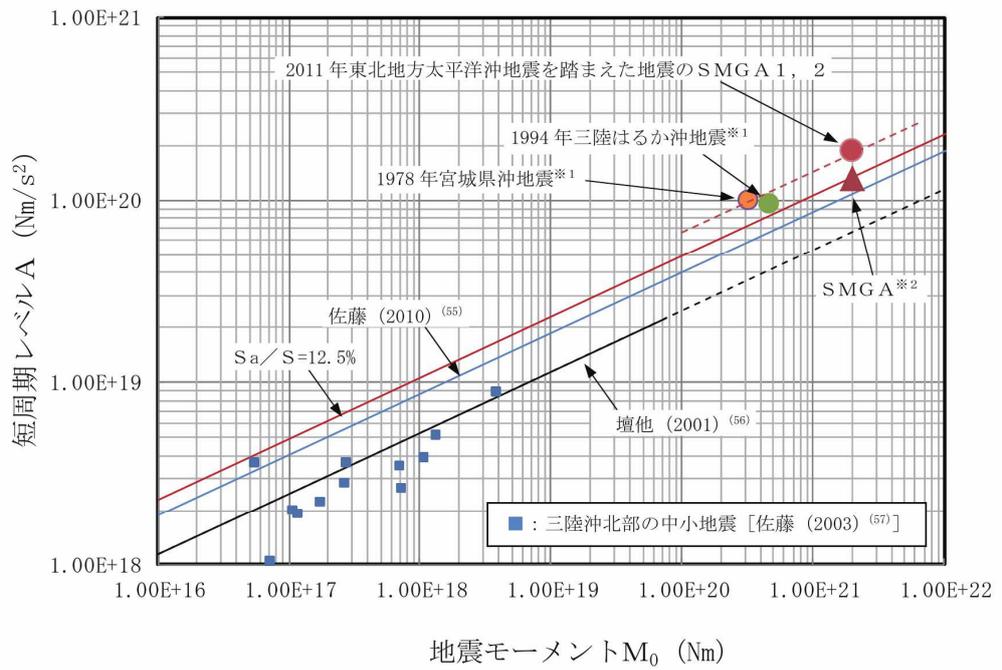
第 6-22 表(3) 各領域における最大地震規模  
(領域震源, 内陸地殻内地震)

| 領域震源区分 <sup>※1</sup>     | 地震調査研究推進本部<br>モデル 1 | 地震調査研究推進本部<br>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 <sup>※2</sup> | M6.8                | M7.3                |
| ④東北日本弧内帯北部 <sup>※2</sup> | M7.2                | M7.3                |
| ⑤千島弧外帯西端部                | M6.8                | M7.3                |
| ⑥浦河沖 <sup>※3</sup>       | 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）<sup>(84)</sup>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。

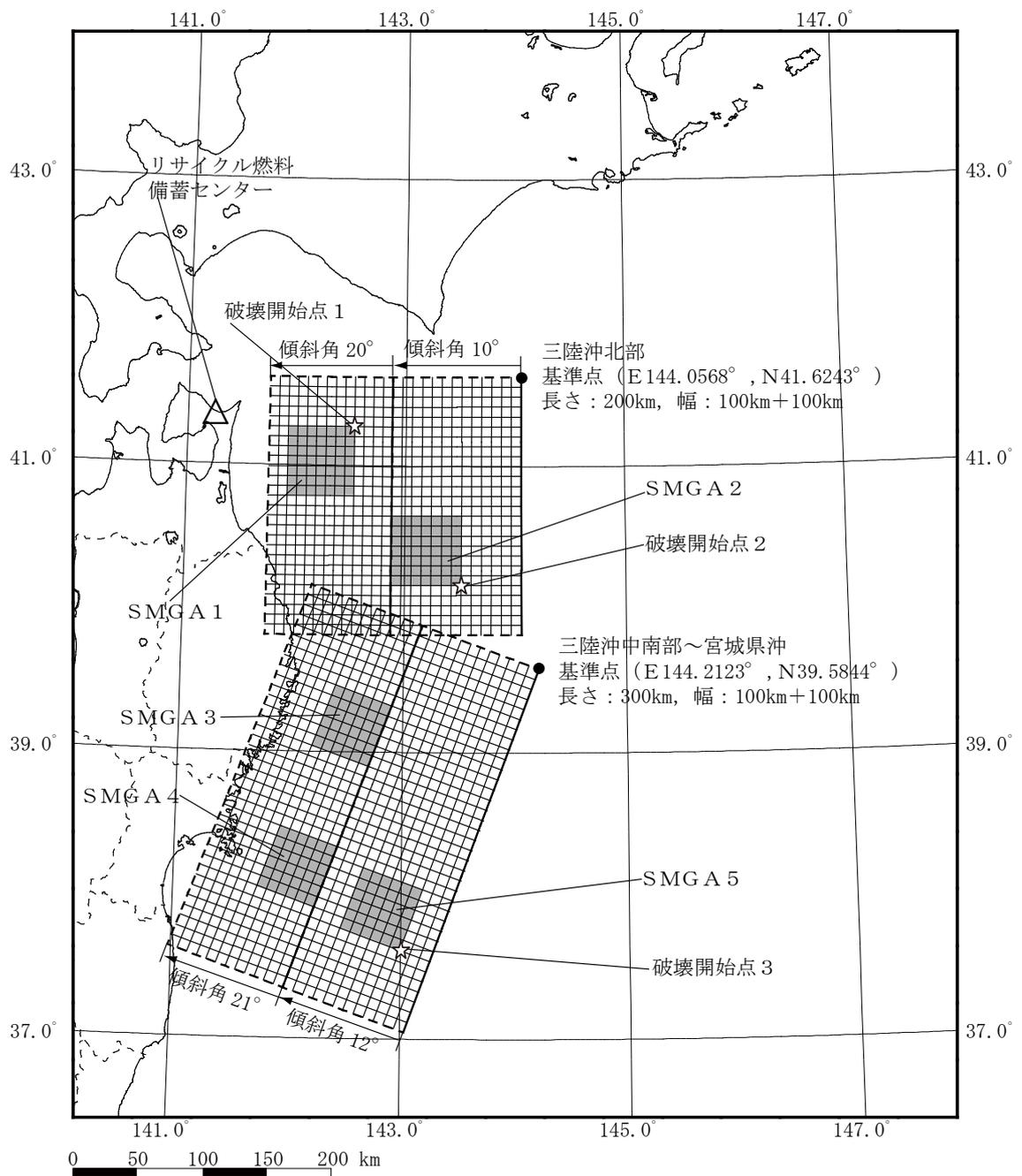
※3：千島弧外帯西端部のうち、地震調査研究推進本部（2005）<sup>(85)</sup>において、「浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震」の地域区分に設定されている小領域。



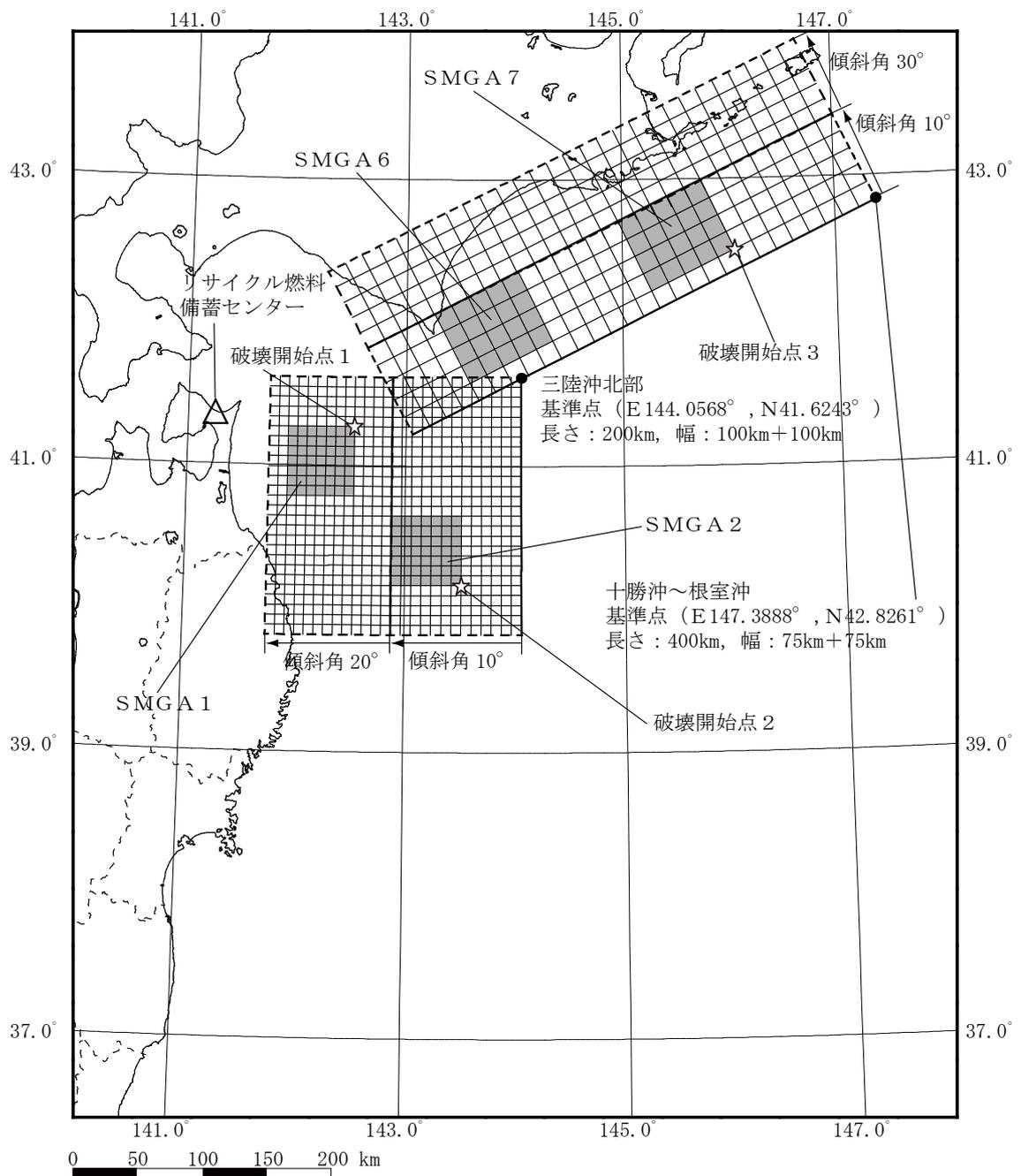
※1：片岡他（2006）<sup>(58)</sup>による。

※2：諸井他（2013）<sup>(52)</sup>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。

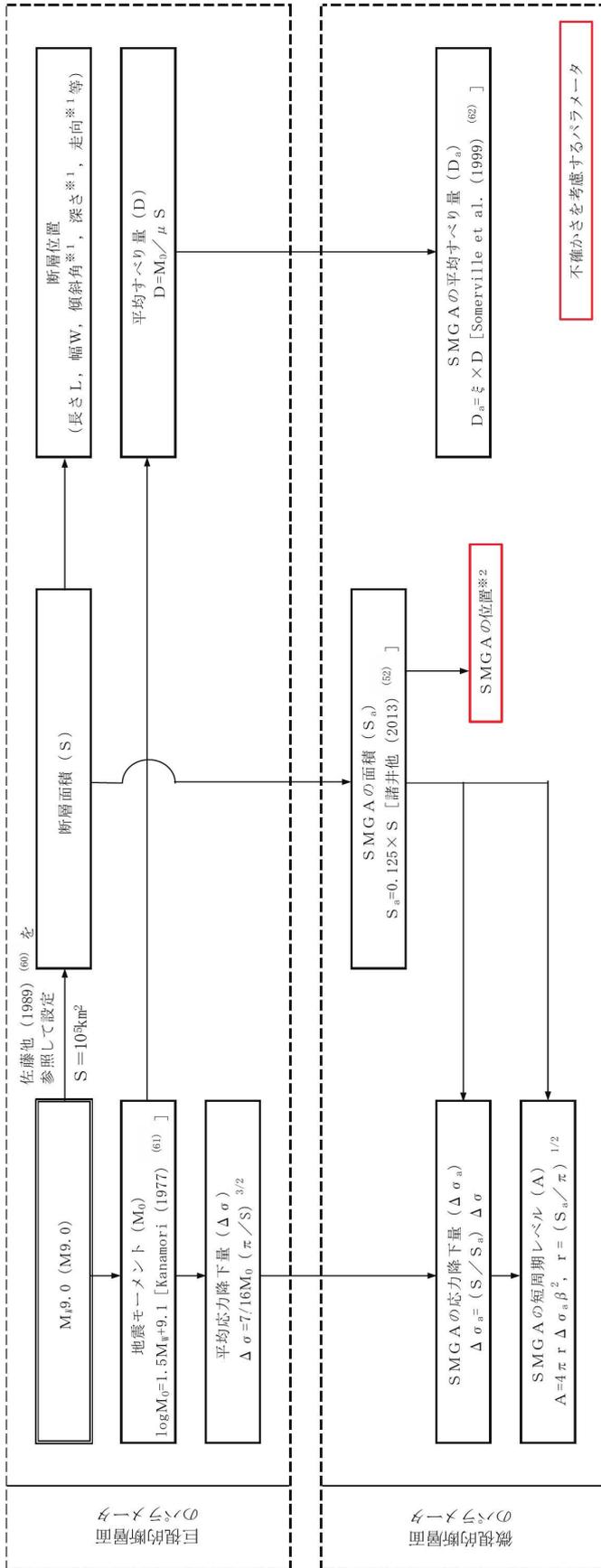
第6-12図 短周期レベルと既往スケーリング則との比較



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。

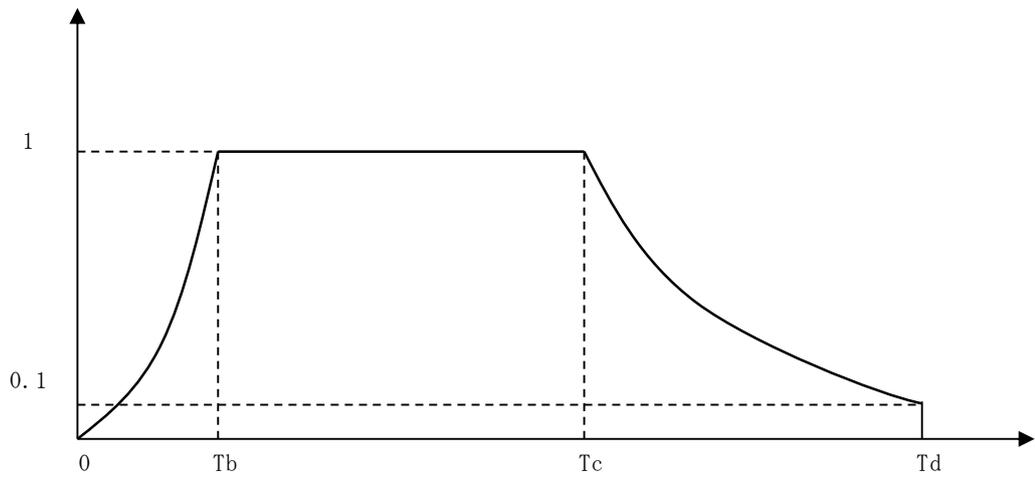
※1：海洋プレートとの形状・もぐりこみ角度等を考慮して設定。

※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  $\beta$ , 剛性率  $\mu$  : 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 ( $M_0 8.3$ ) 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



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

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

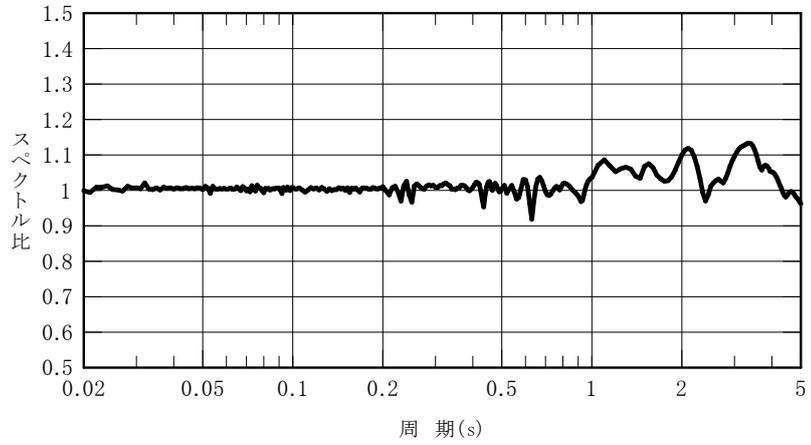
$$T_d - T_c = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6}$$

ここで,

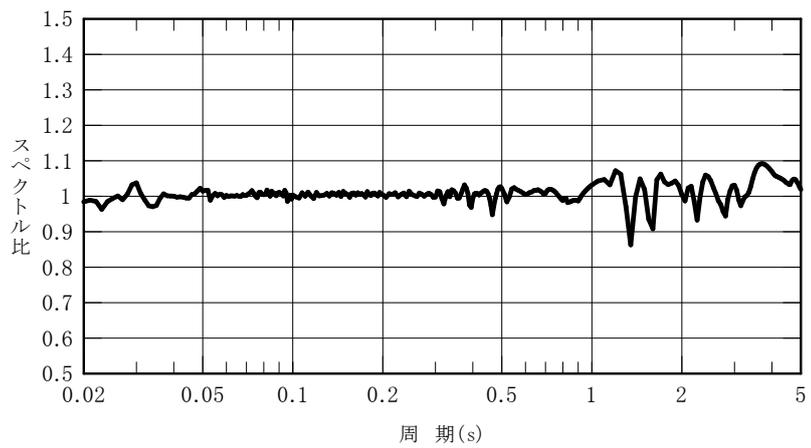
M 7.0

$X_{eq} = 10$  k m

第6-31図 継続時間及び振幅包絡線の経時的変化  
(標準応答スペクトルに基づく模擬地震波)

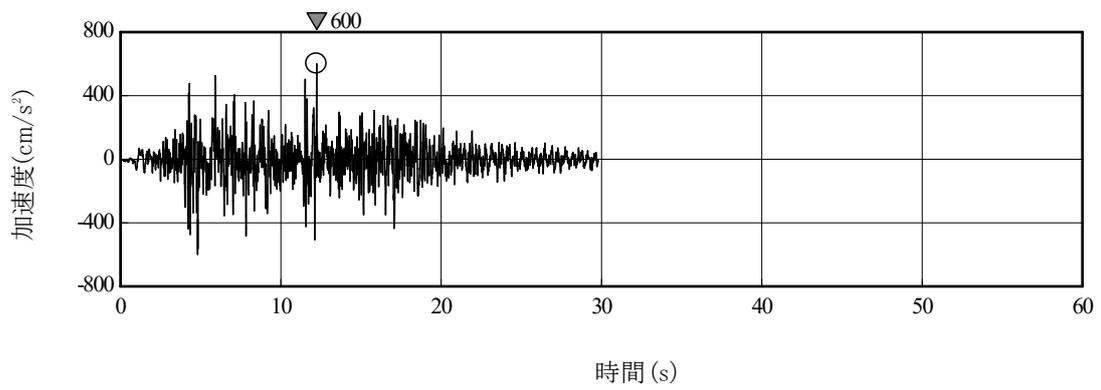


(a) 水平方向

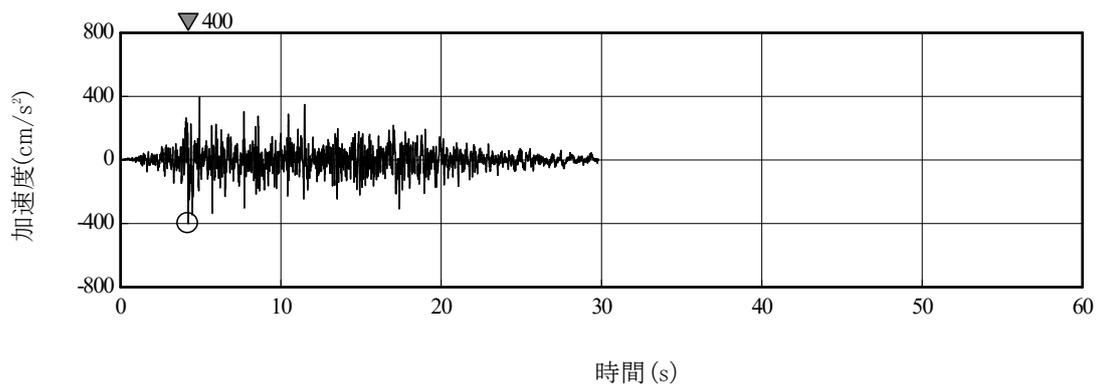


(b) 鉛直方向

第 6-32 図 標準応答スペクトルに対する  
模擬地震波の応答スペクトル比

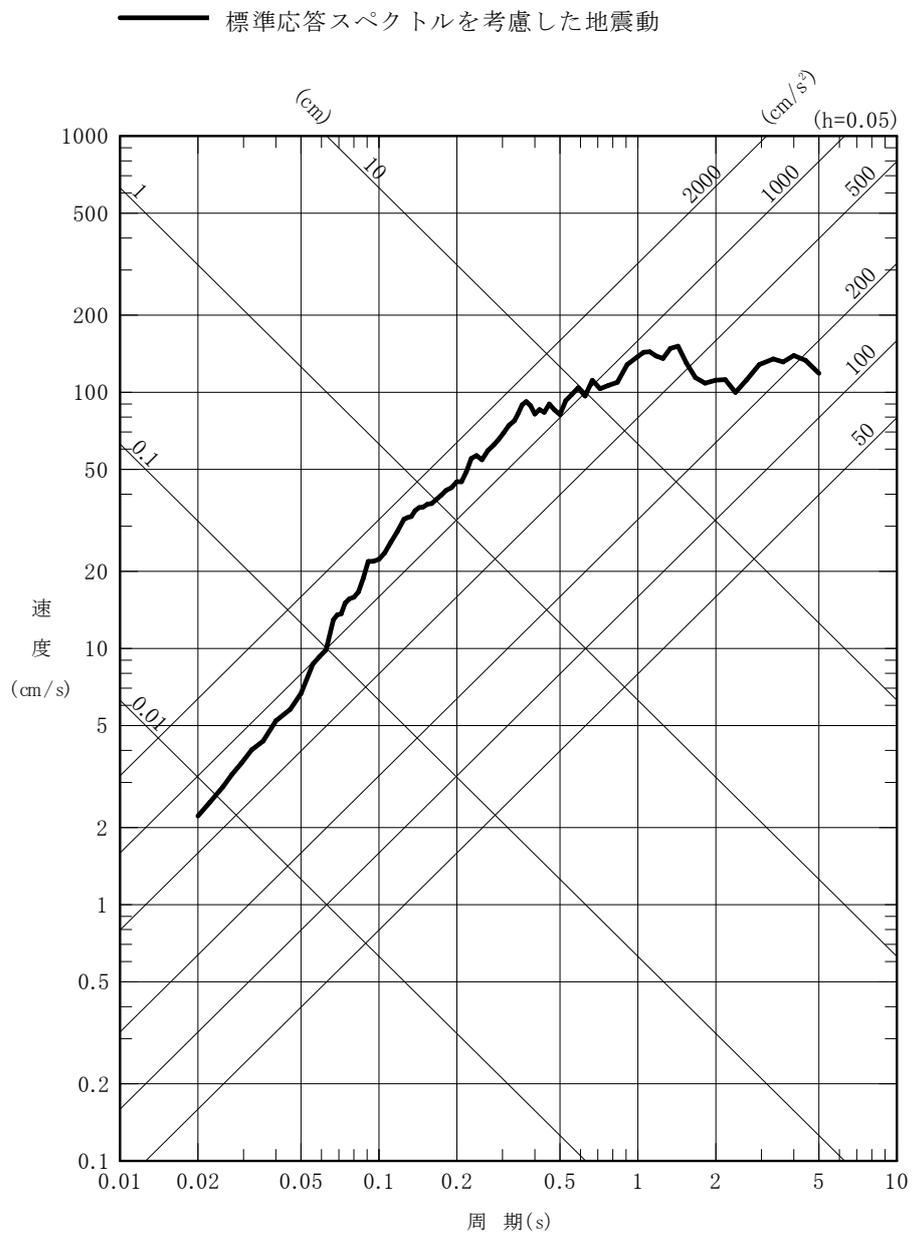


(a) 水平方向

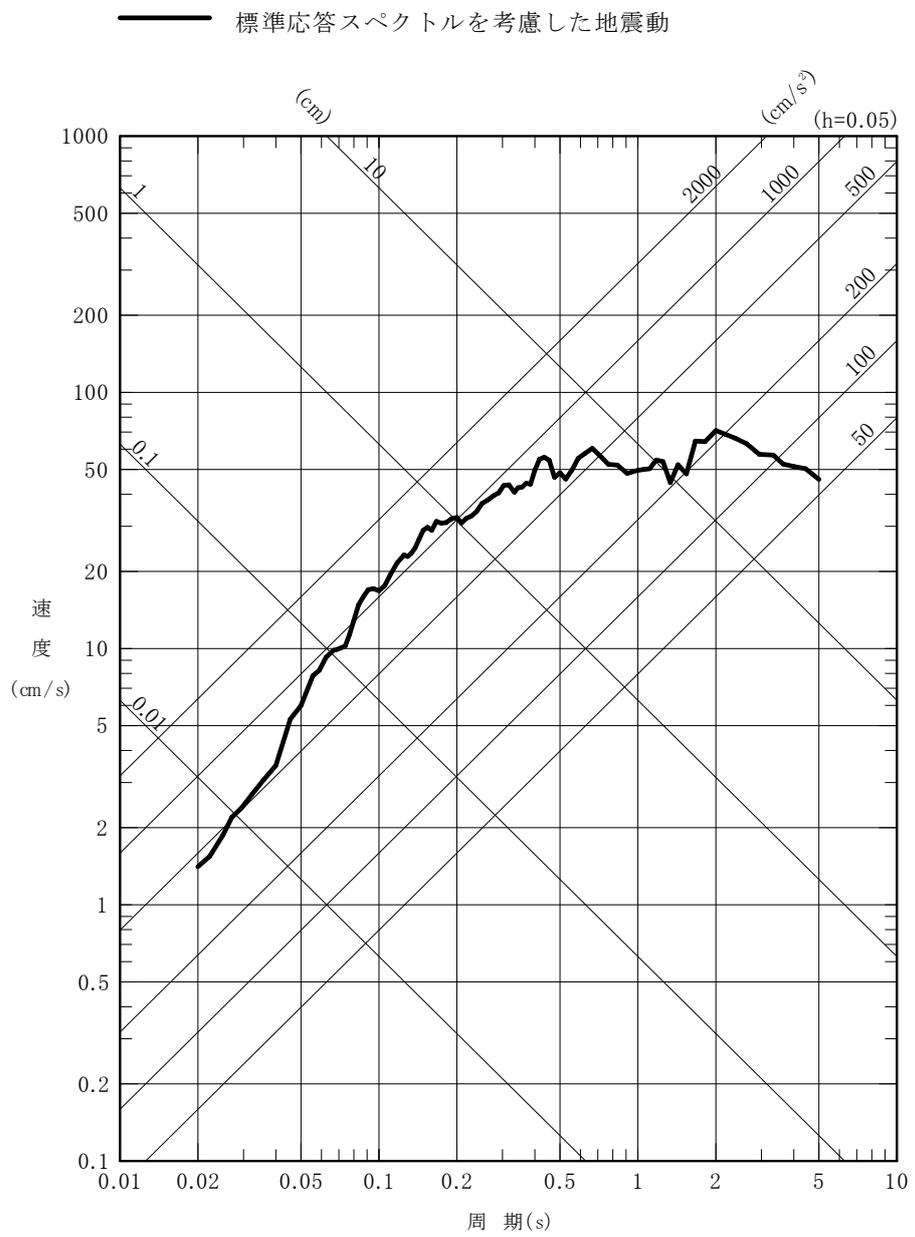


(b) 鉛直方向

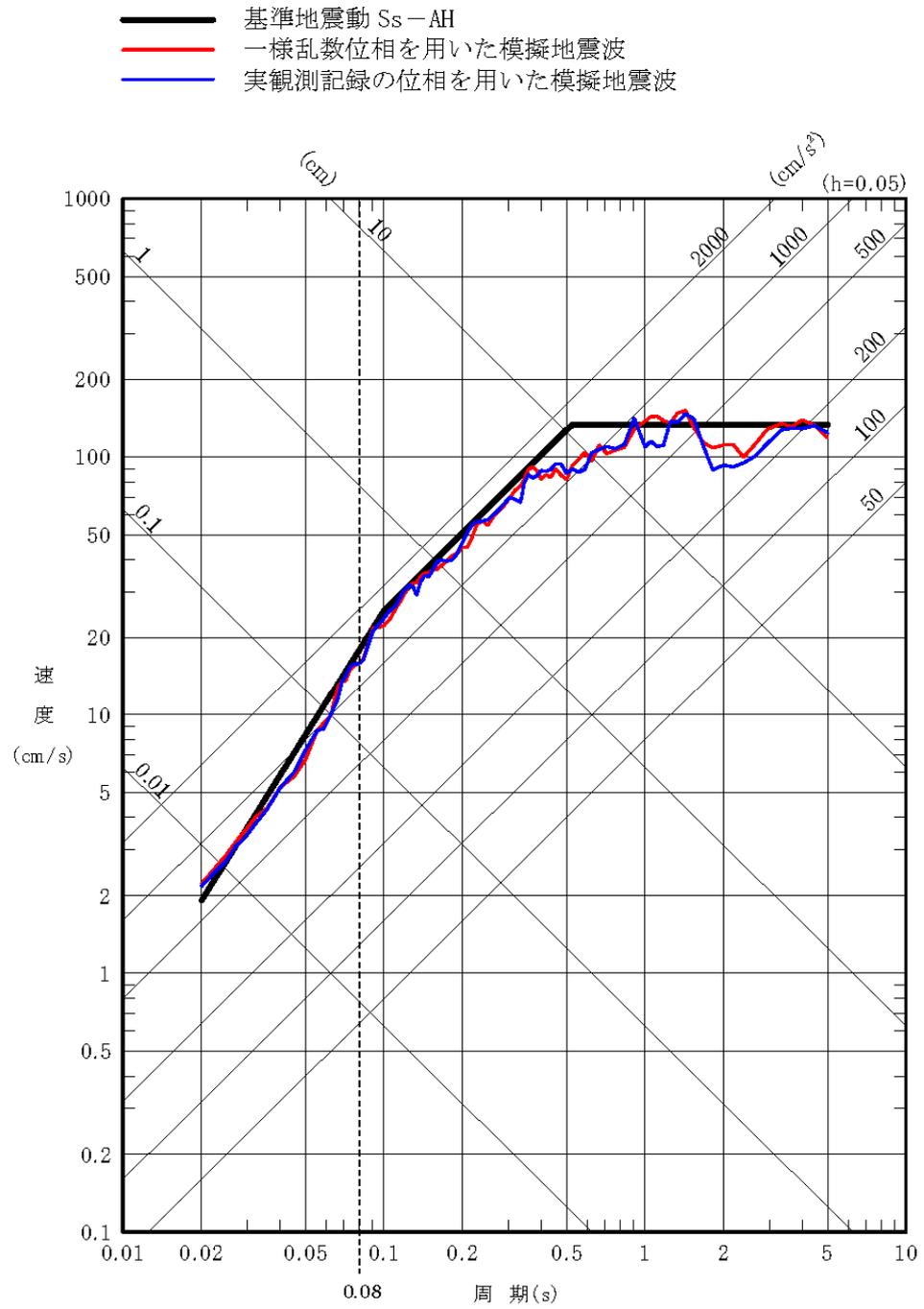
第 6-33 図 標準応答スペクトルに基づく地震基盤相当面における  
模擬地震波の時刻歴波形



第 6-34 図(1) 標準応答スペクトルを考慮した地震動の  
 応答スペクトル (水平方向)

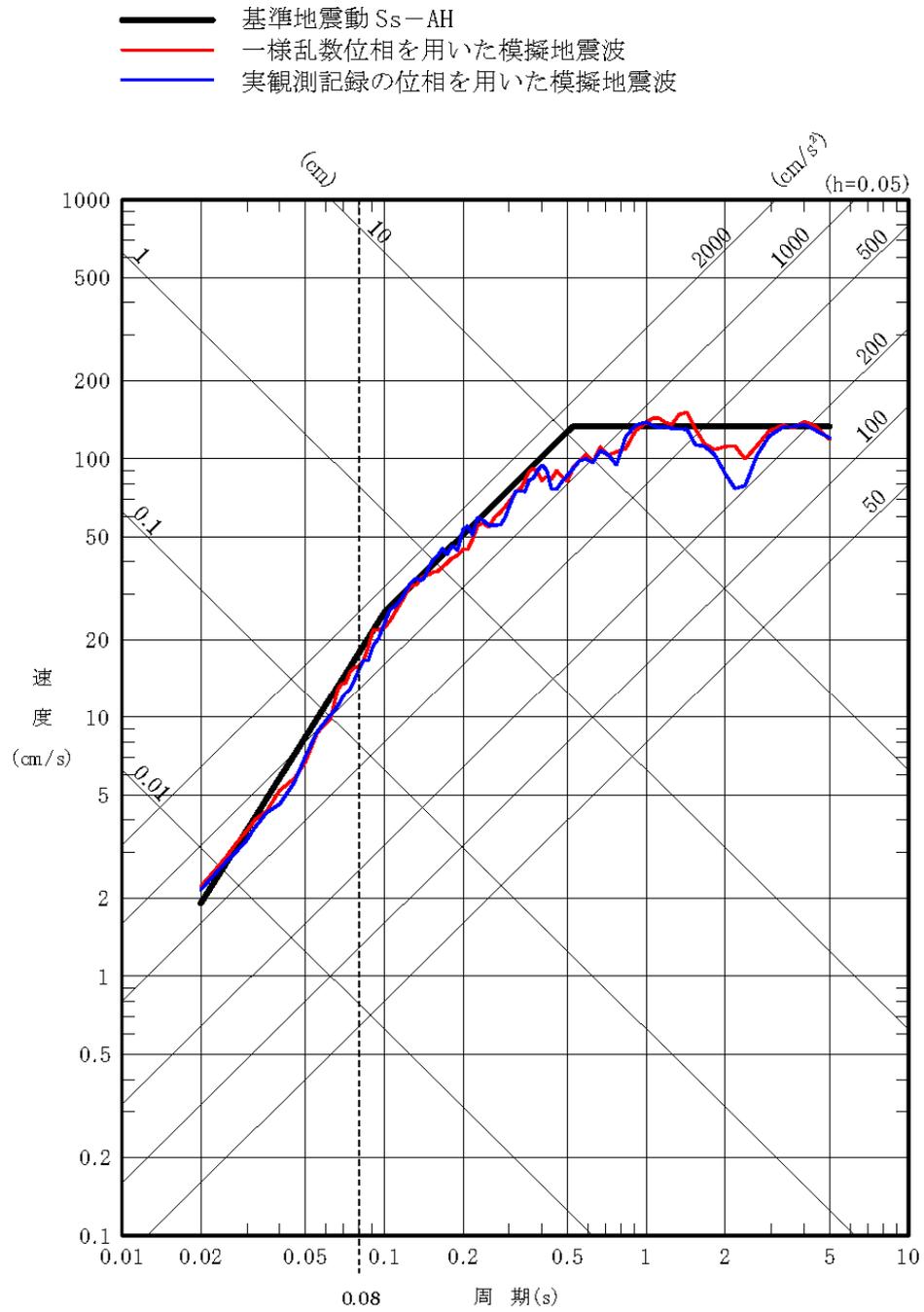


第 6-34 図(2) 標準応答スペクトルを考慮した地震動の  
 応答スペクトル (鉛直方向)



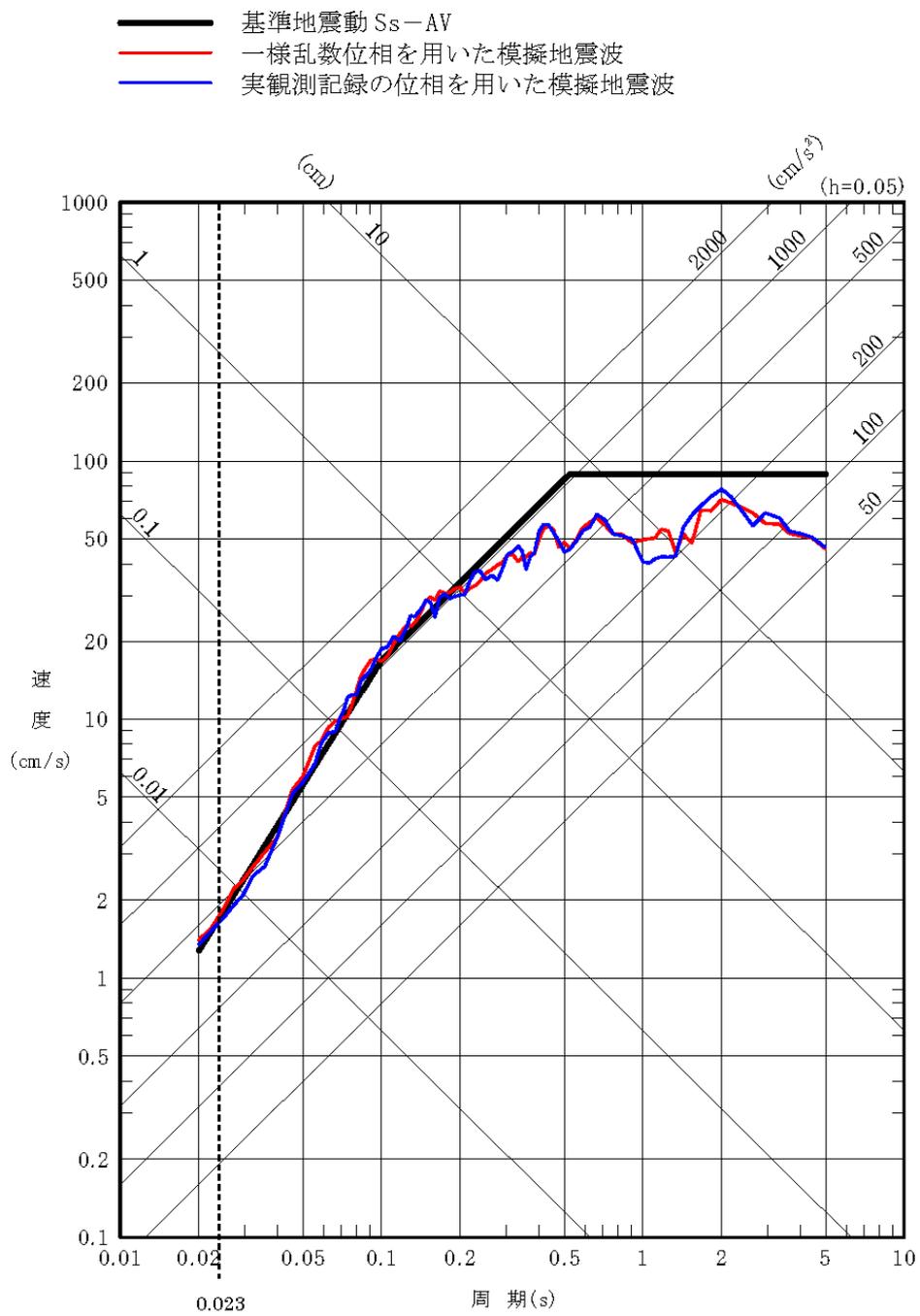
(金属キャスク固有周期：0.08 秒（水平，1 次），0.023 秒（鉛直，2 次）)

第 6-35 図(1) 解放基盤表面における模擬地震波の応答スペクトルの比較  
(NS 方向)



(金属キャスク固有周期：0.08 秒 (水平, 1 次), 0.023 秒 (鉛直, 2 次))

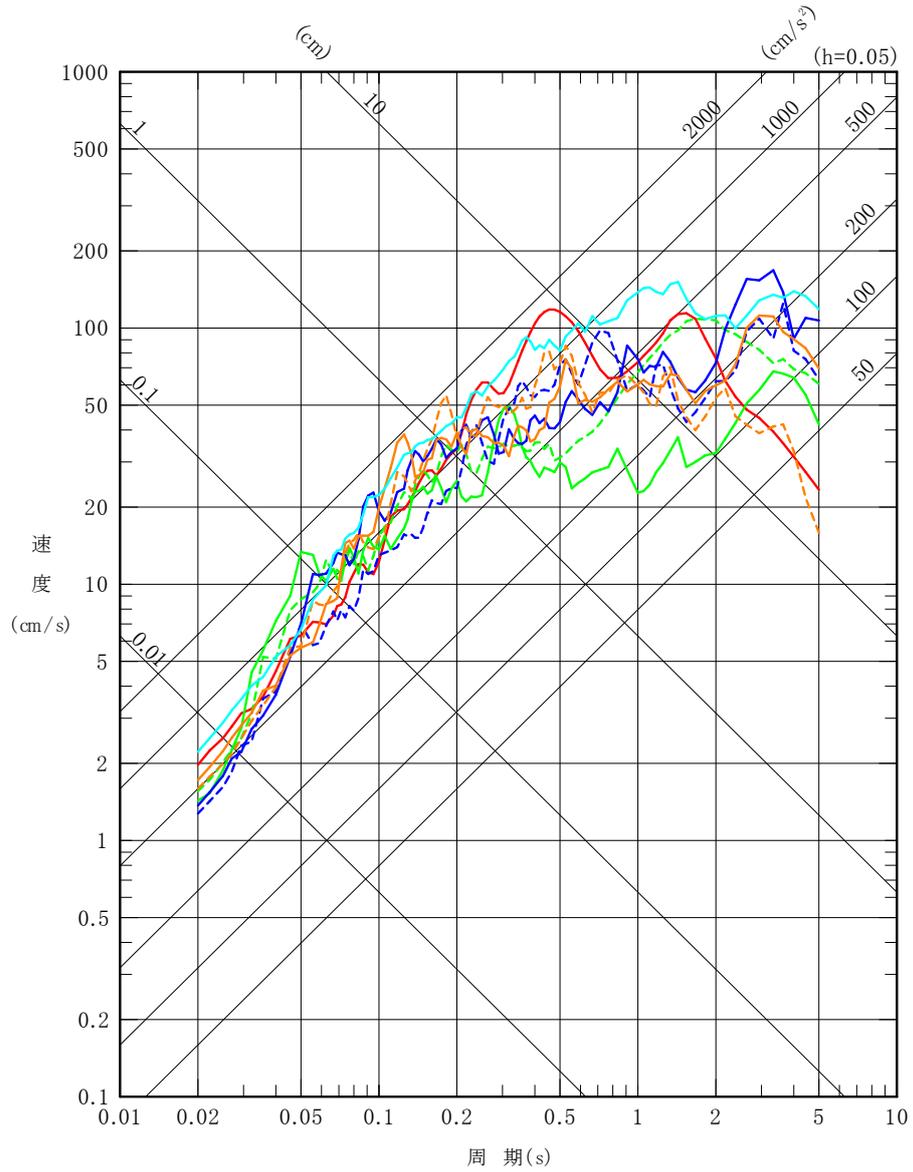
第 6-35 図(2) 解放基盤表面における模擬地震波の応答スペクトルの比較 (EW 方向)



(金属キャスク固有周期：0.08 秒 (水平, 1 次), 0.023 秒 (鉛直, 2 次))

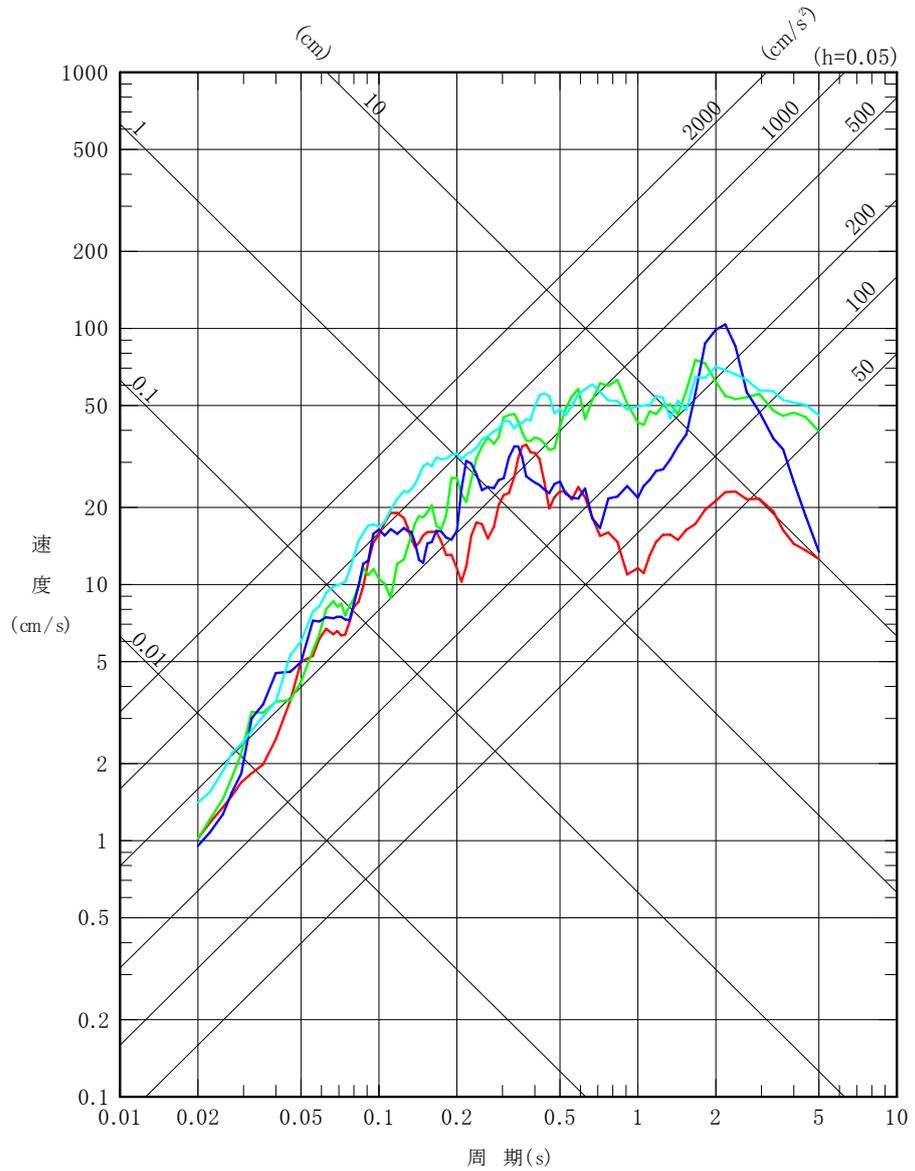
第 6-35 図(3) 解放基盤表面における模擬地震波の応答スペクトルの比較  
(UD 方向)

- 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
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動 水平方向

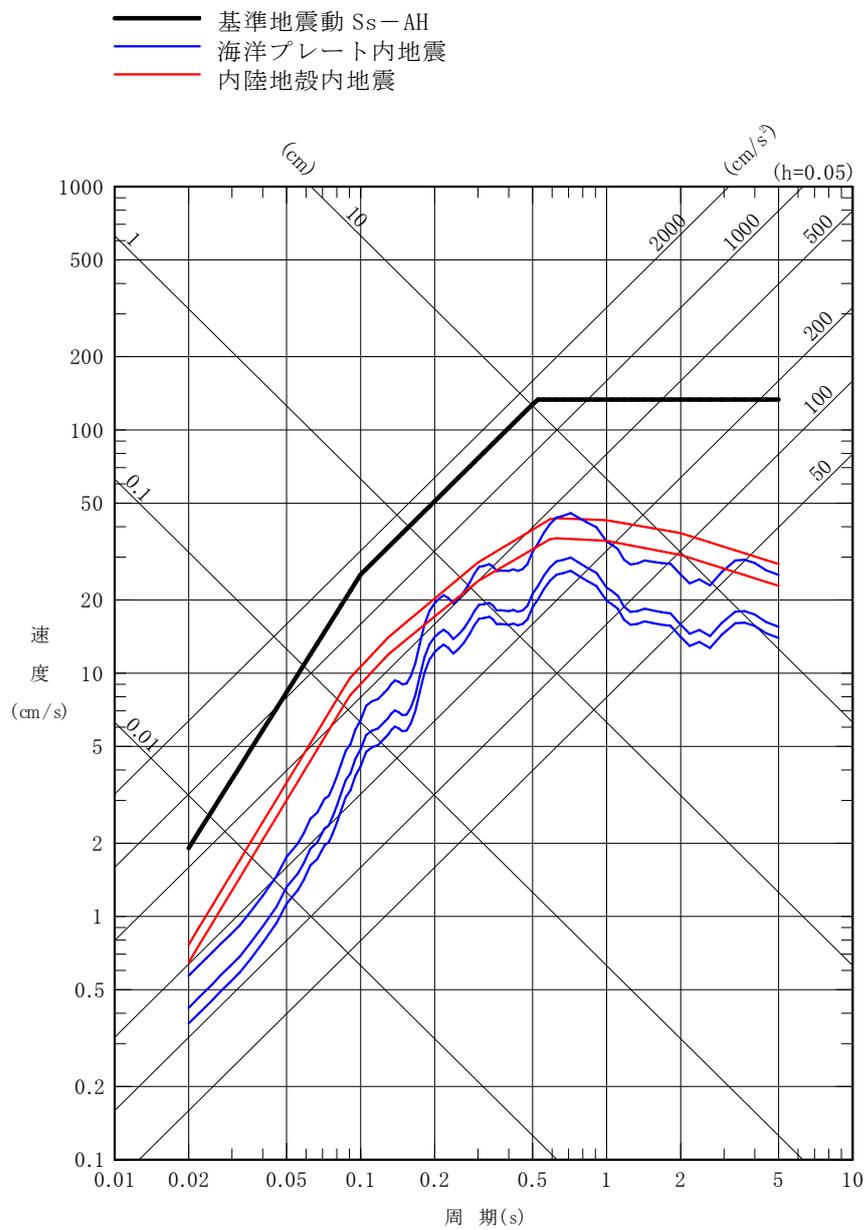


第 6-36 図(1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (水平方向)

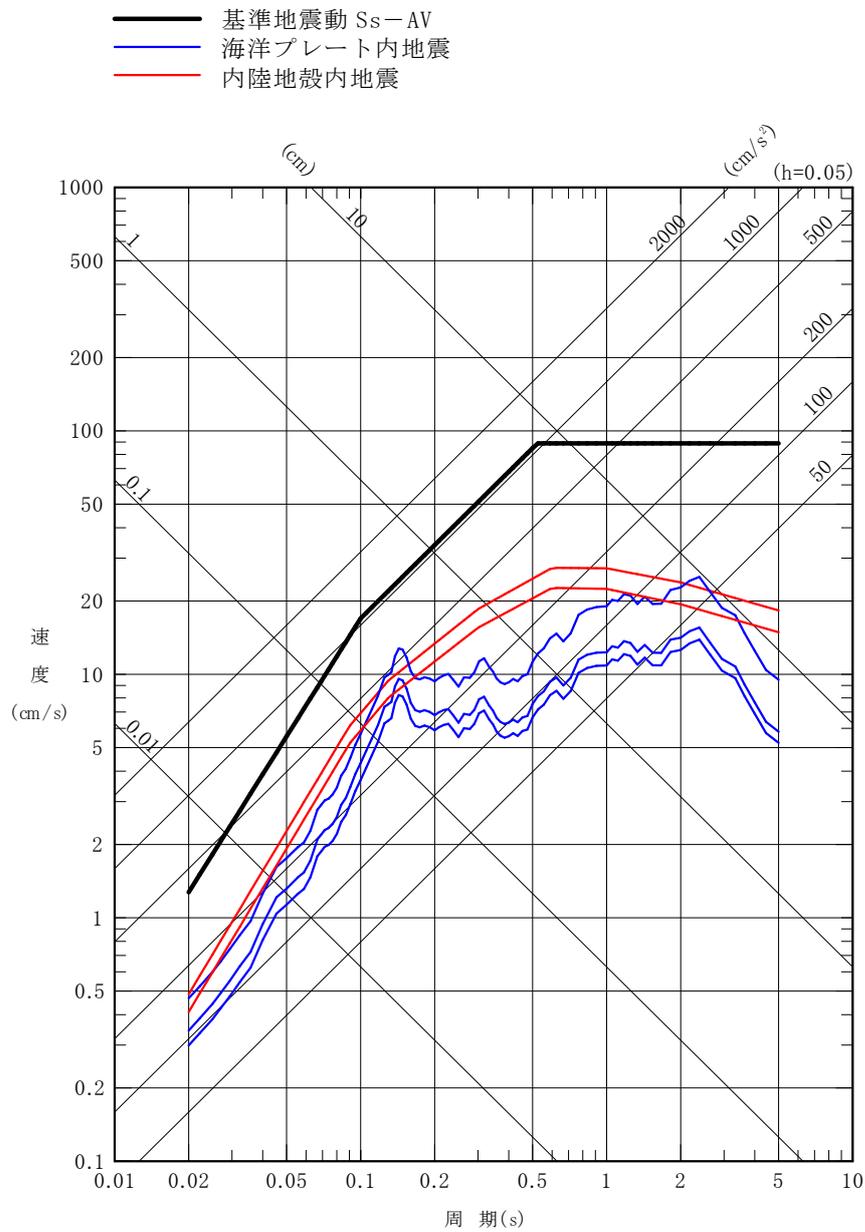
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 鉛直方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 鉛直方向
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) UD方向
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動 鉛直方向



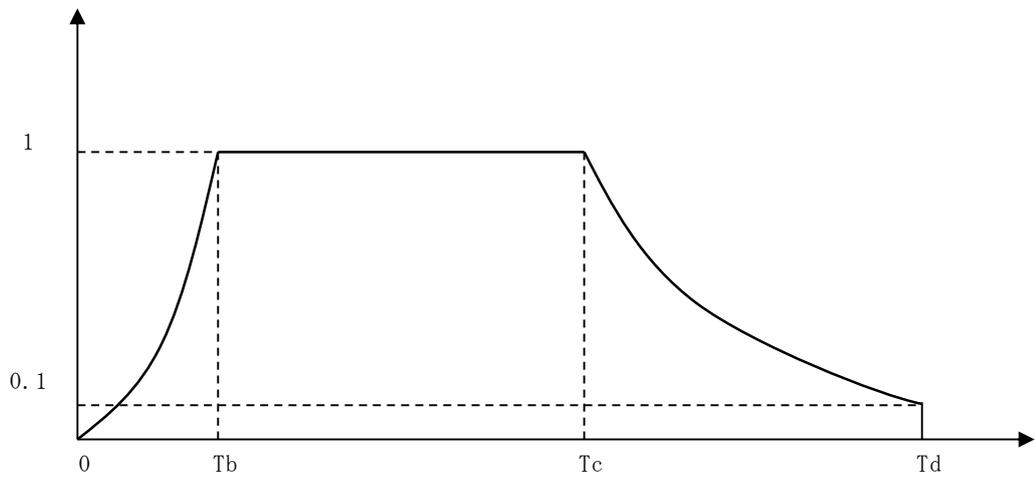
第 6-36 図(2) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (鉛直方向)



第 6-37 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 6-37 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)



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

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

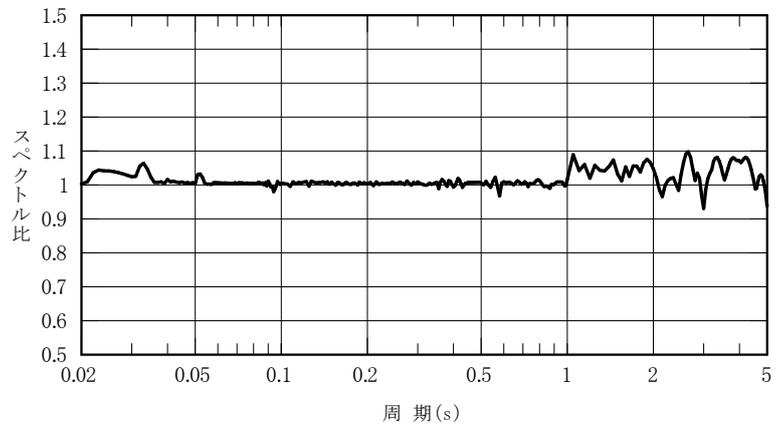
$$T_d - T_c = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6}$$

ここで,

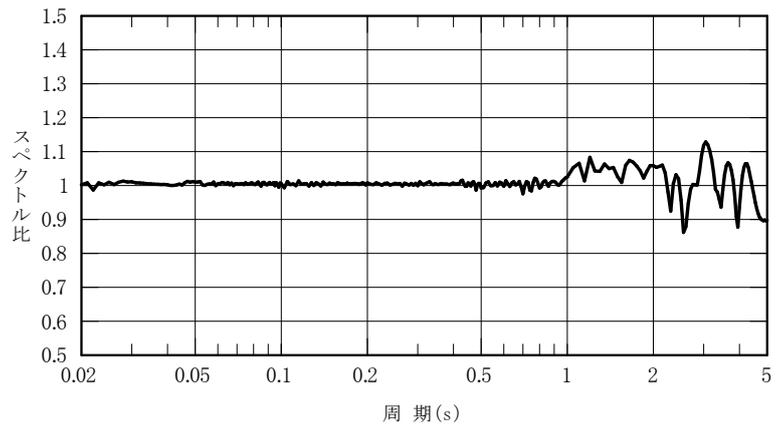
M 8.3

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

第 6-38 図 継続時間及び振幅包絡線の経時的変化  
(設計用模擬地震波 Ss-AH, Ss-AV)

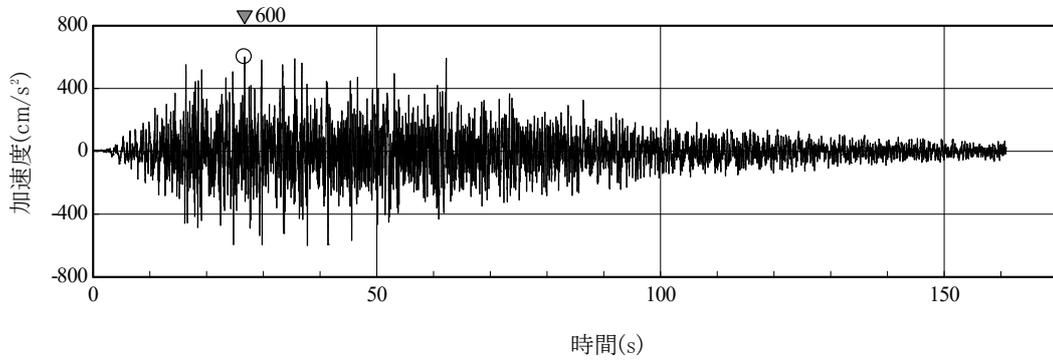


(a)  $S_s$ -AH (水平方向)

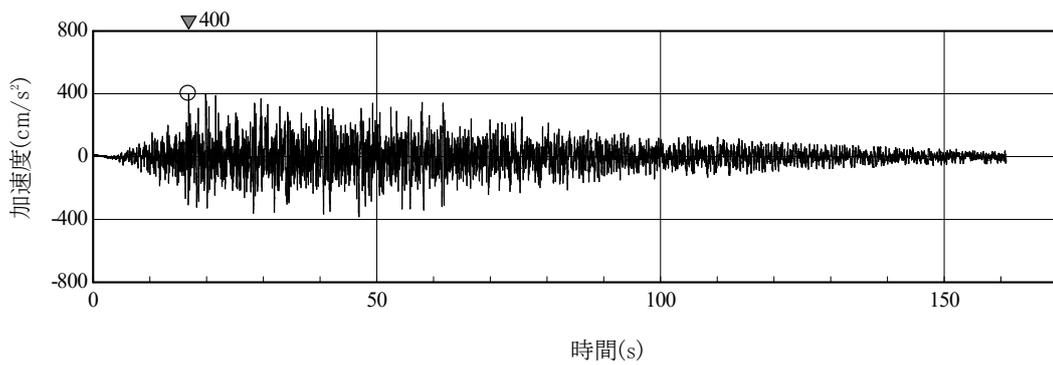


(b)  $S_s$ -AV (鉛直方向)

第 6-39 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

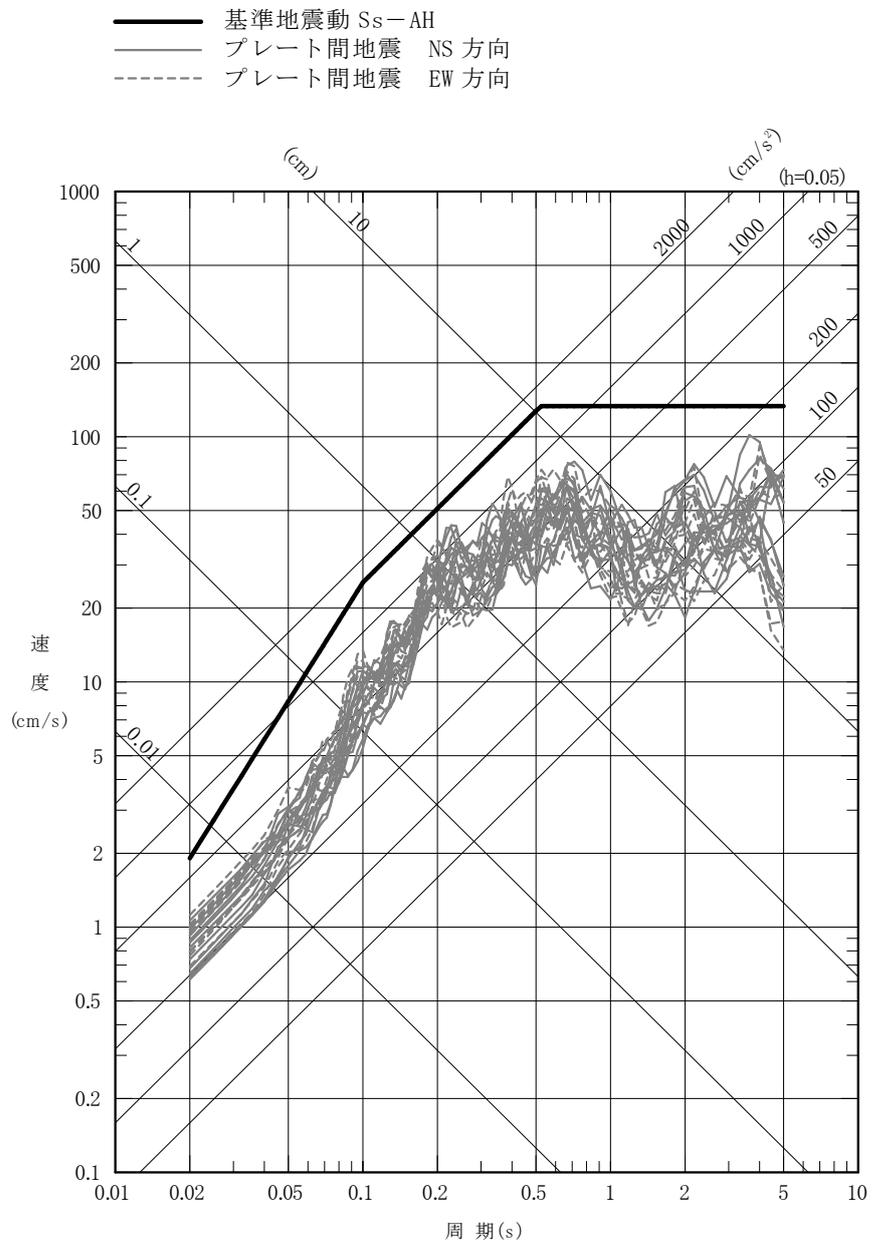


(a) Ss-AH (水平方向)

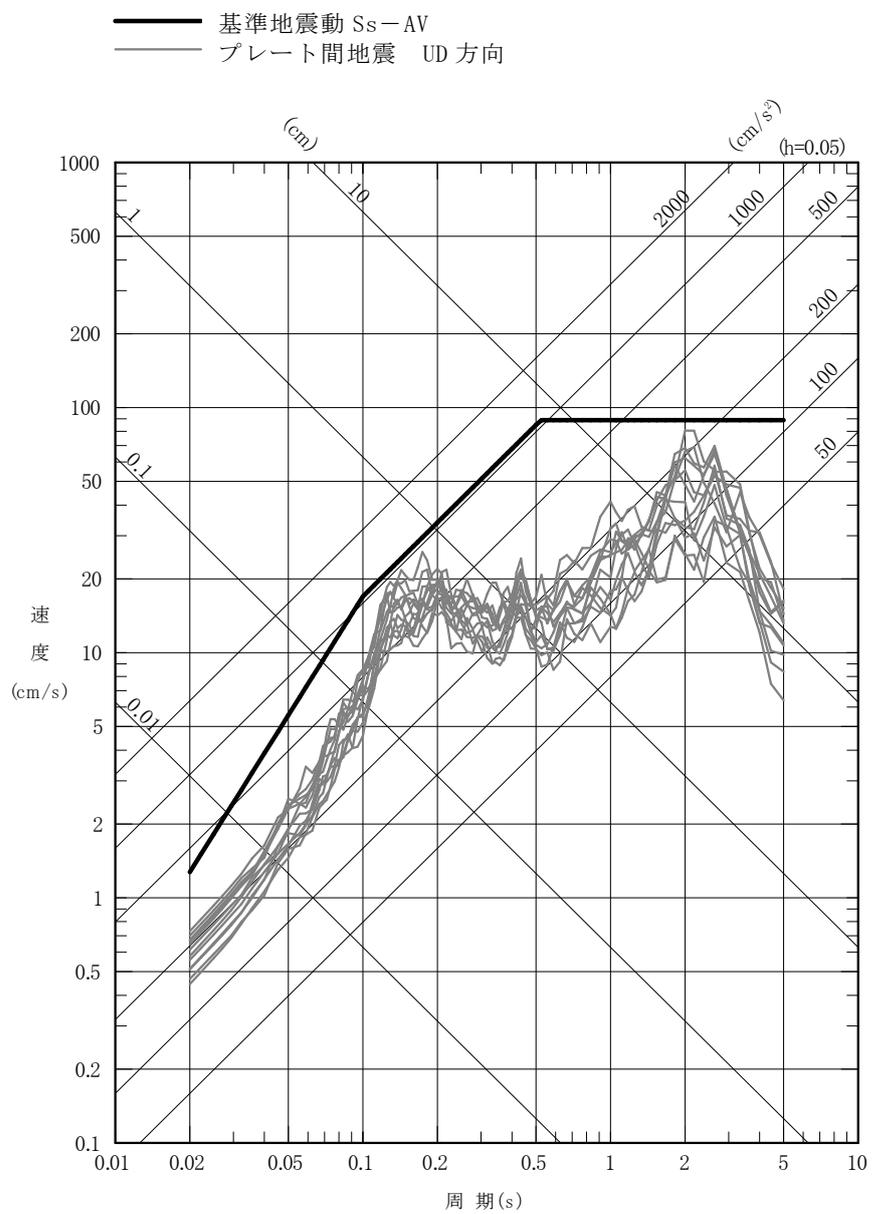


(b) Ss-AV (鉛直方向)

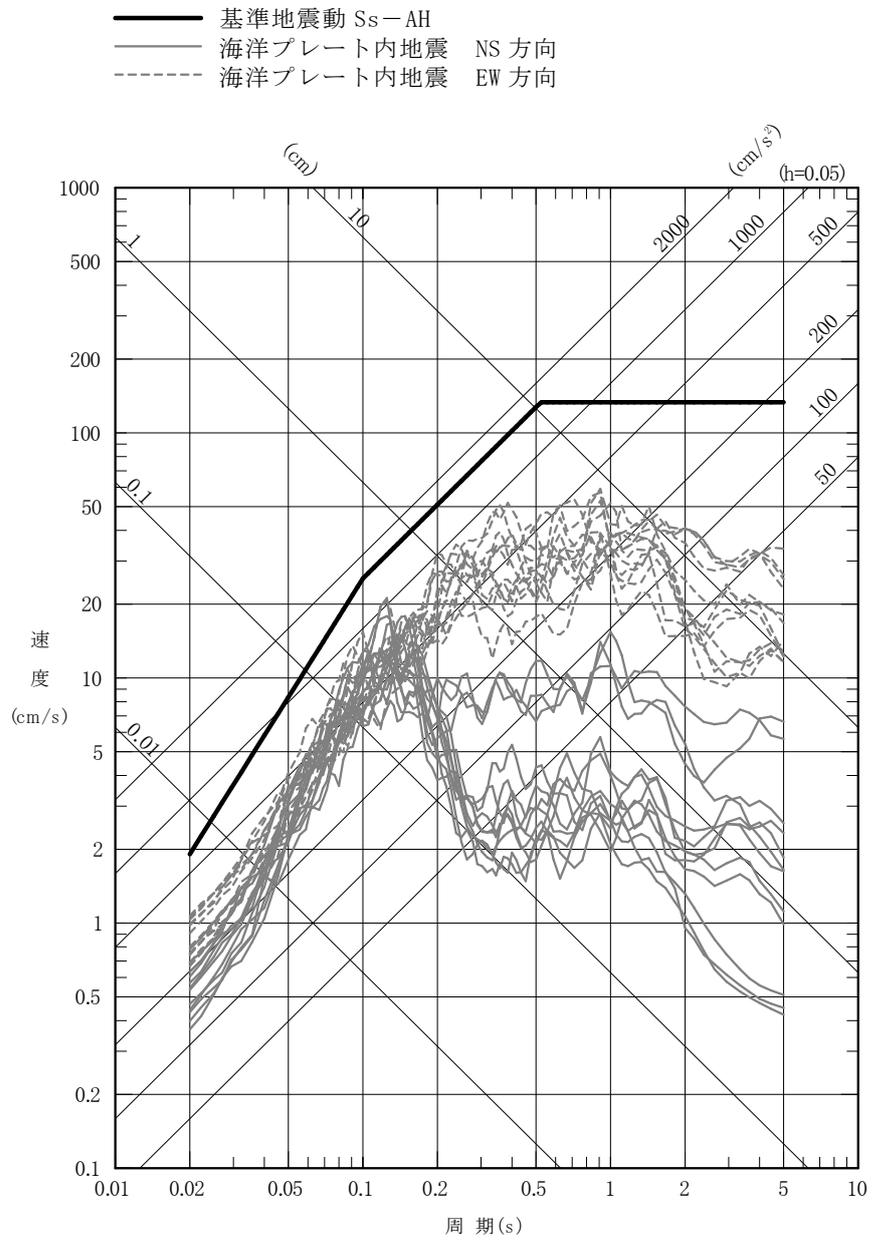
第 6-40 図 設計用模擬地震波 Ss-AH, Ss-AV の時刻歴波形



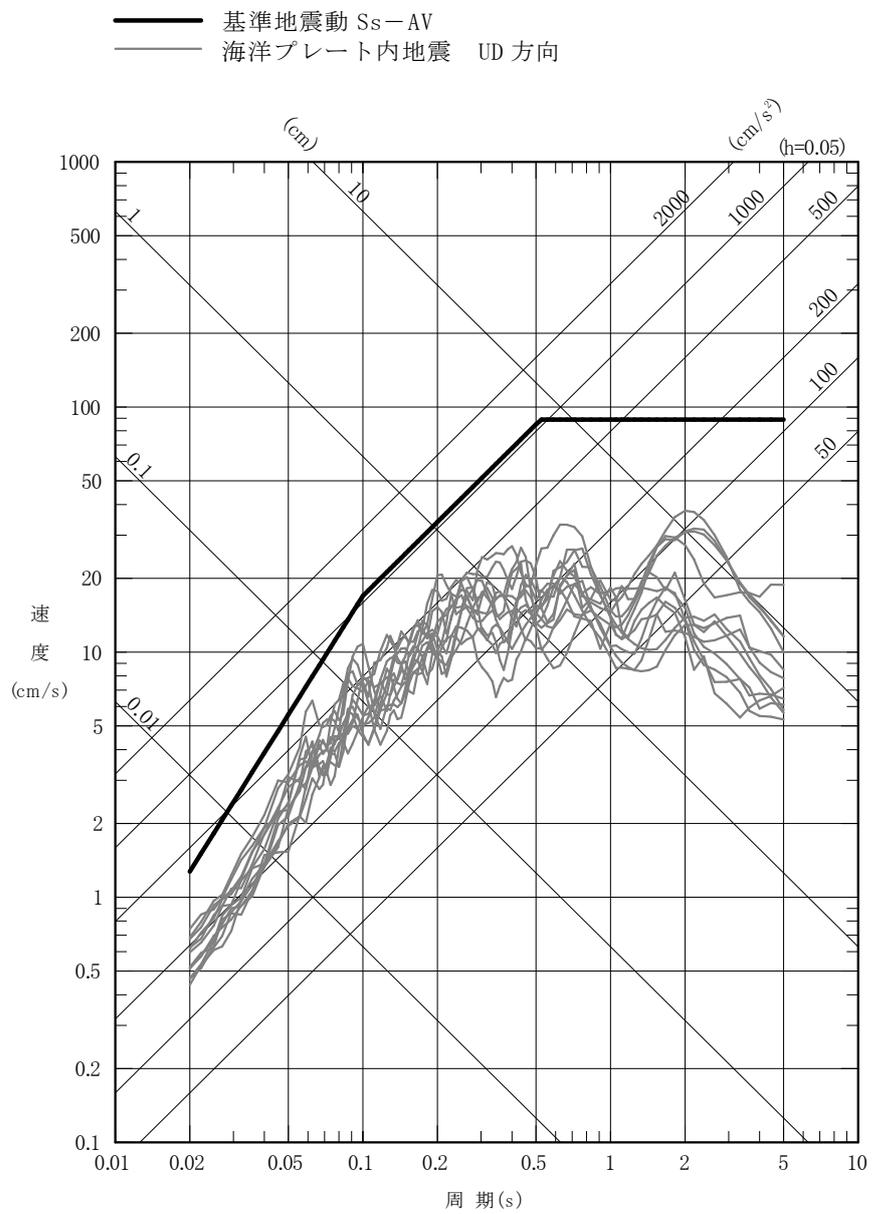
第 6-41 図(1) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と  
 基準地震動 Ss-A の比較 (プレート間地震, 水平方向)



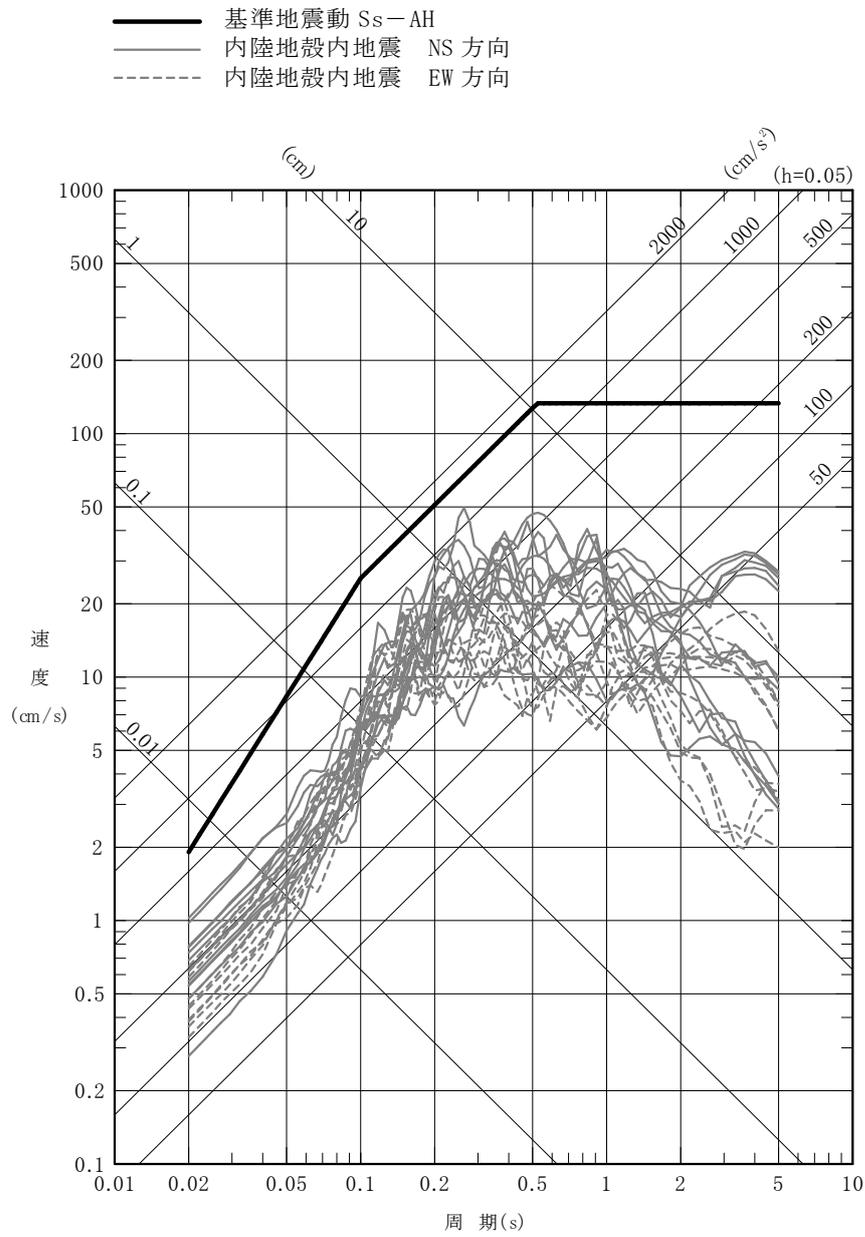
第 6-41 図(2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (プレート間地震, 鉛直方向)



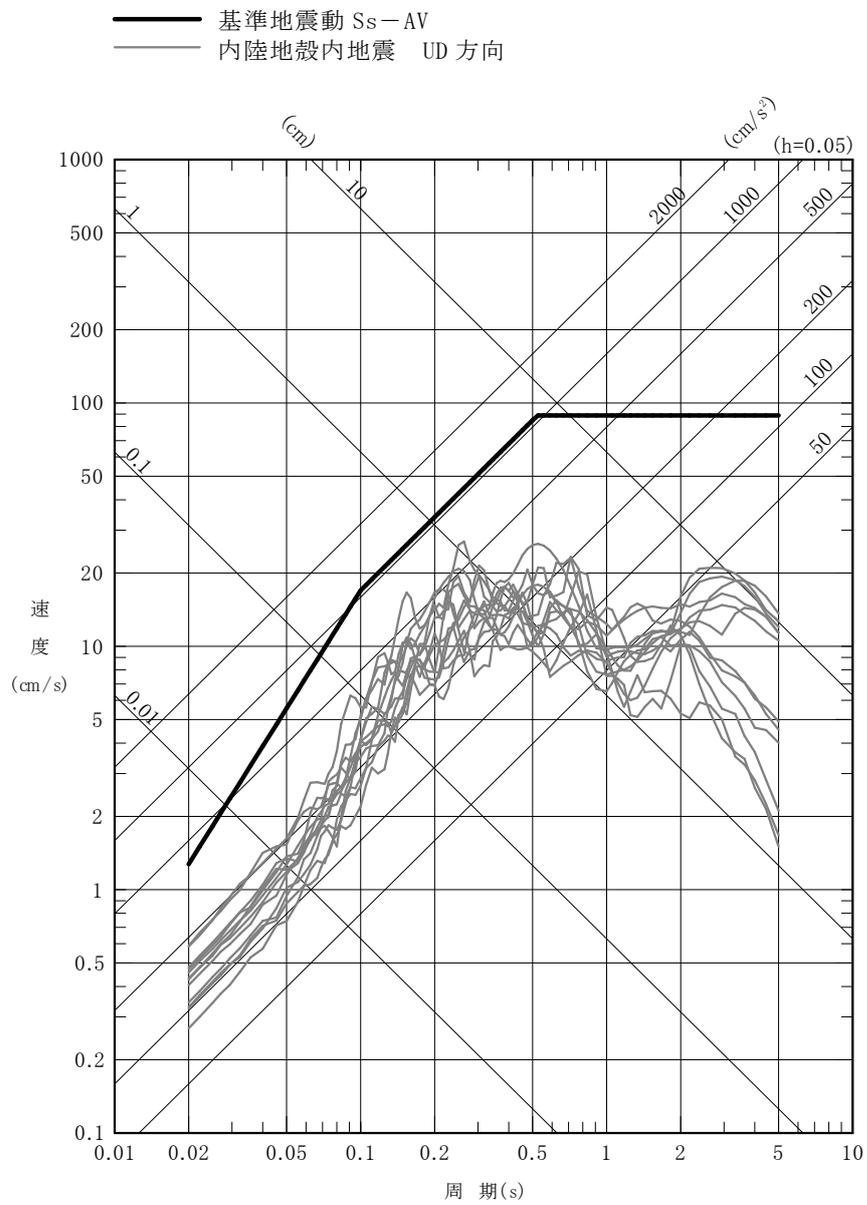
第 6-41 図(3) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (海洋プレート内地震, 水平方向)



第 6-41 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)

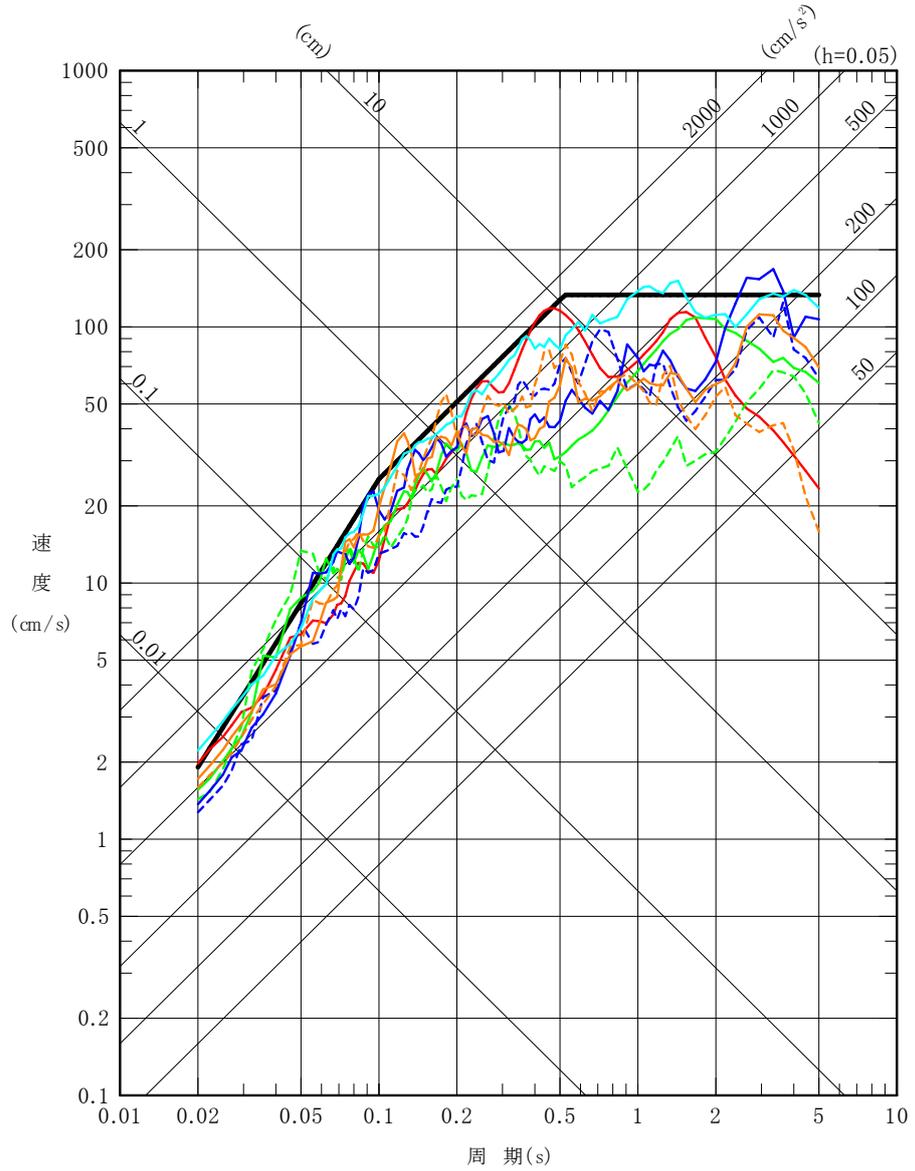


第 6-41 図(5) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (内陸地殻内地震, 水平方向)



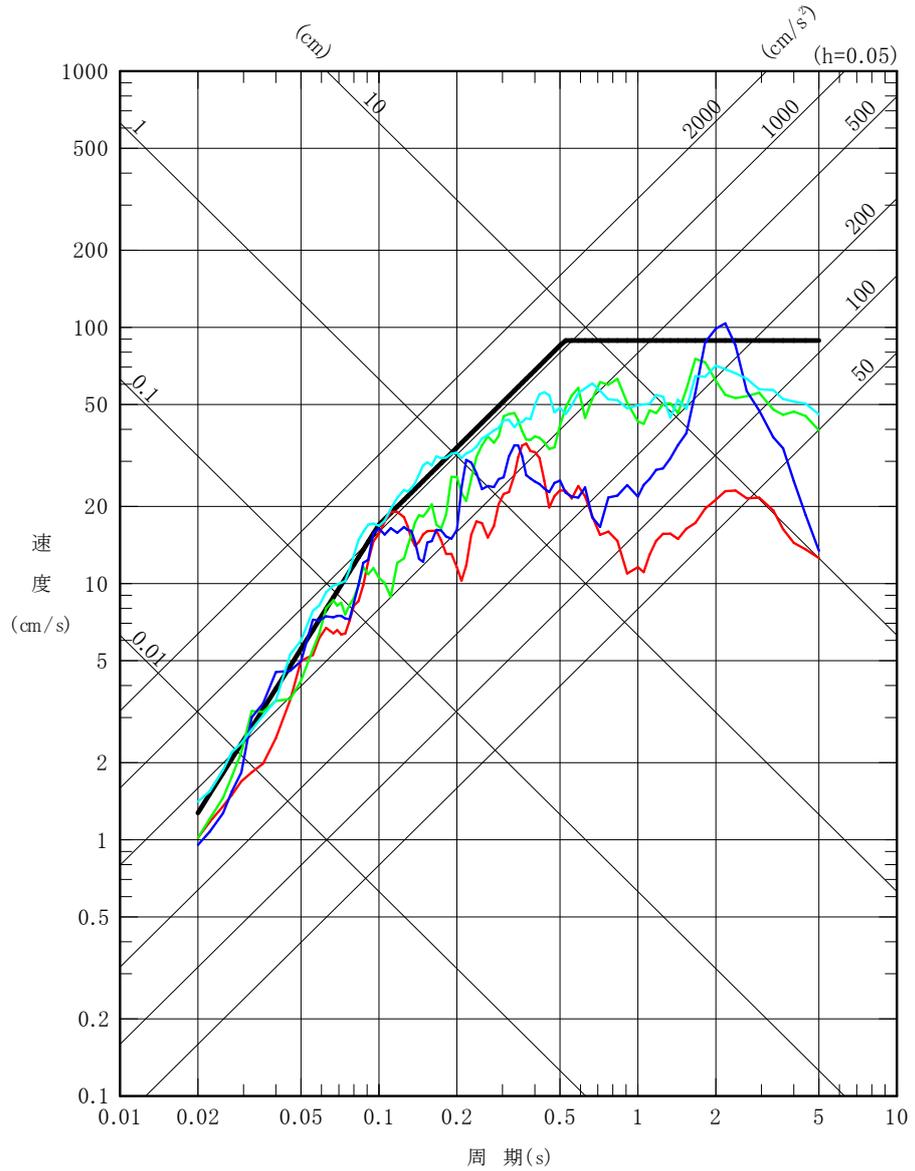
第 6-41 図(6) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較 (内陸地殻内地震, 鉛直方向)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-AH
- 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
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動 水平方向



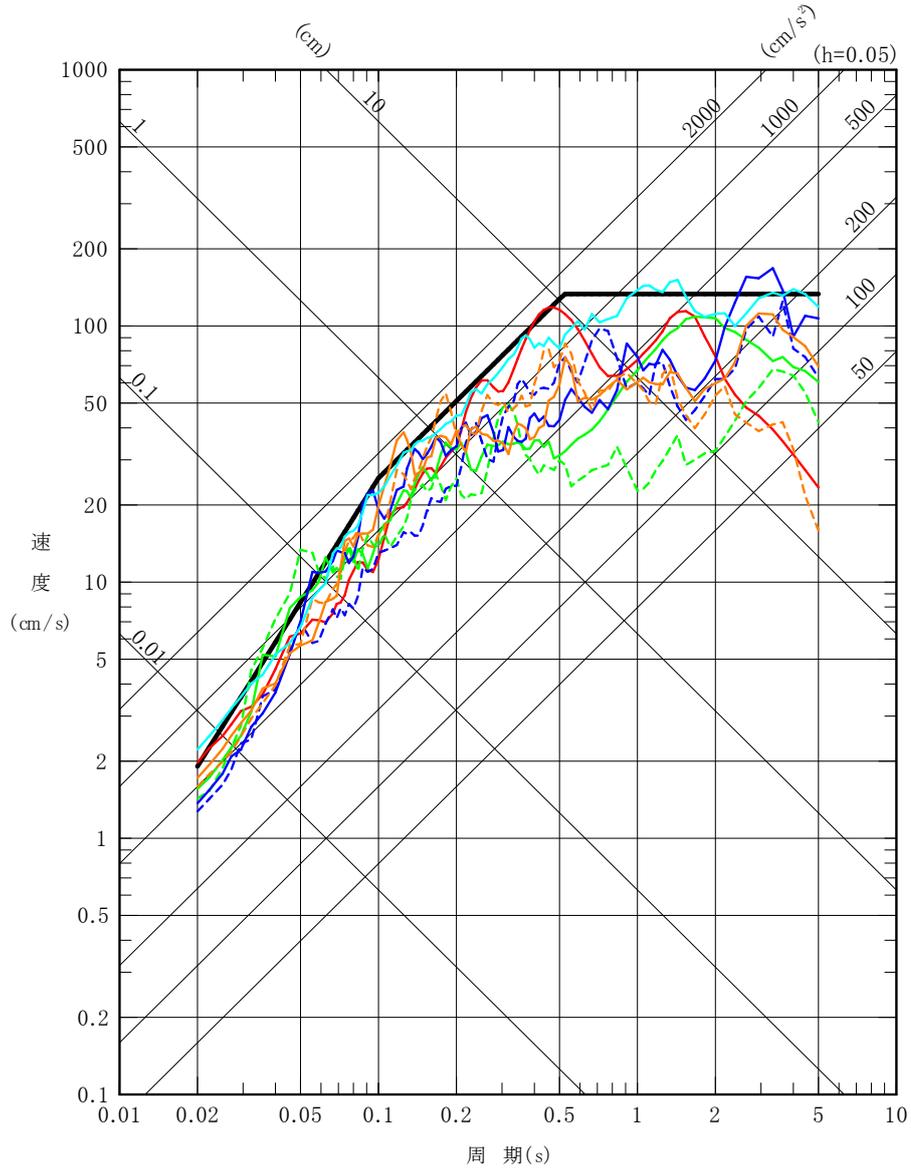
第 6-42 図(1) 震源を特定せず策定する地震動と  
基準地震動 S<sub>s</sub>-A の比較 (水平方向)

- 基準地震動 Ss-AV
- 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
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動 鉛直方向



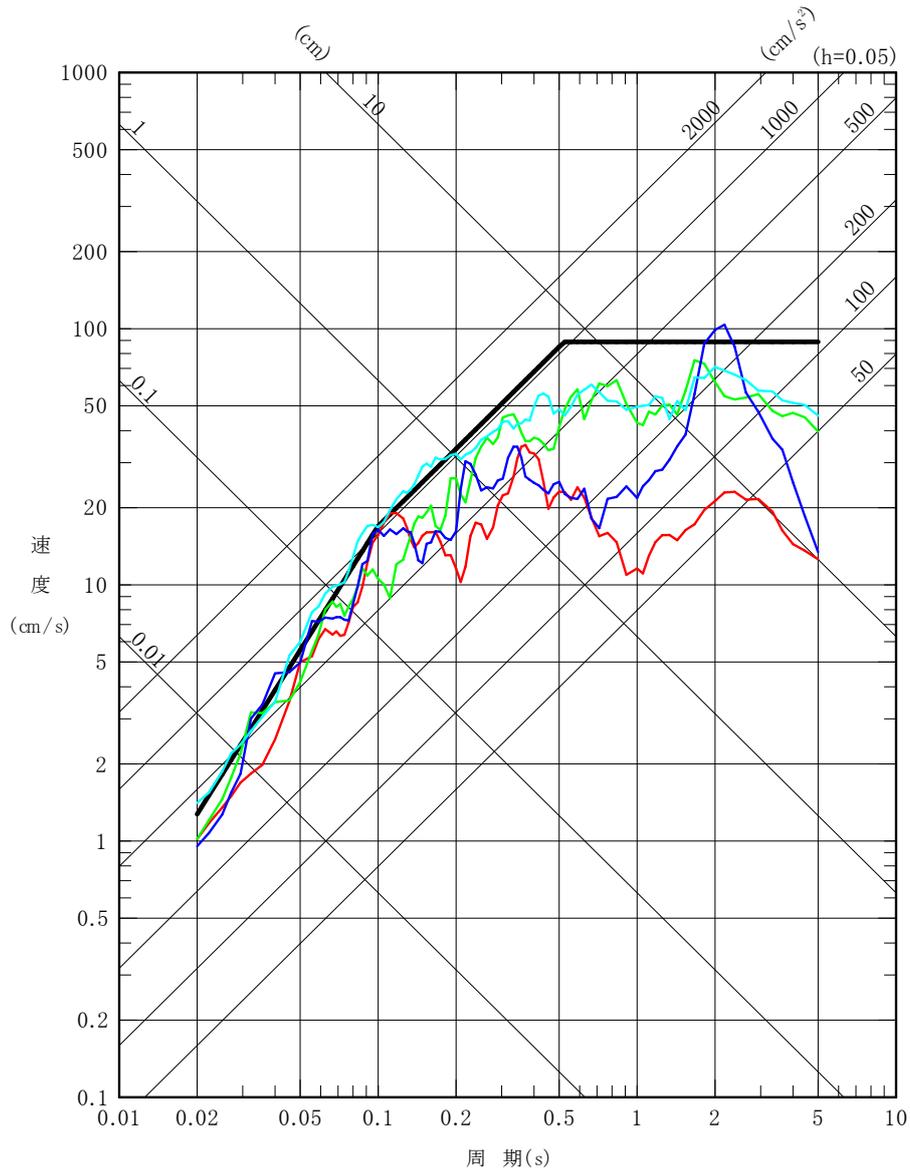
第 6-42 図(2) 震源を特定せず策定する地震動と  
基準地震動 Ss-A の比較 (鉛直方向)

- 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
- 基準地震動 Ss-B5H 標準応答スペクトルを考慮した地震動

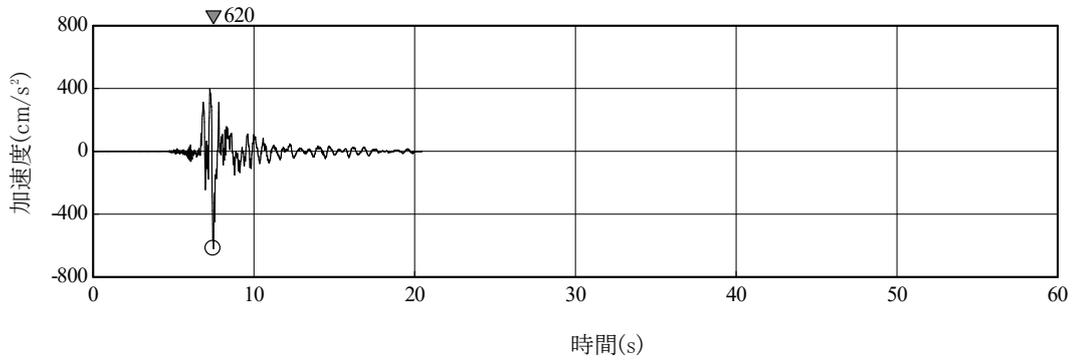


第 6-43 図(1) 基準地震動 Ss-A 及び  
基準地震動 Ss-B1~Ss-B5 (水平方向)

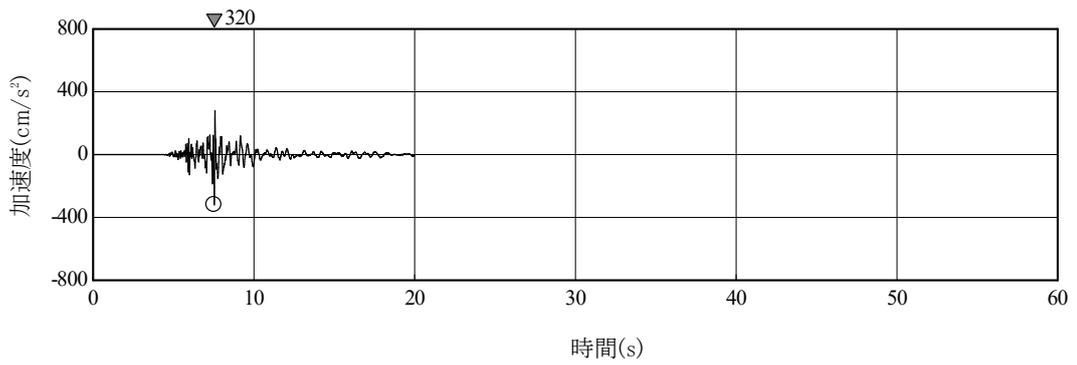
- 基準地震動 Ss-AV
- 基準地震動 Ss-B1V 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) 鉛直方向
- 基準地震動 Ss-B2V 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) 鉛直方向
- 基準地震動 Ss-B3V 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎) 鉛直方向
- 基準地震動 Ss-B5V 標準応答スペクトルを考慮した地震動



第 6-43 図 (2) 基準地震動 Ss-A 及び  
基準地震動 Ss-B1~Ss-B5 (鉛直方向)

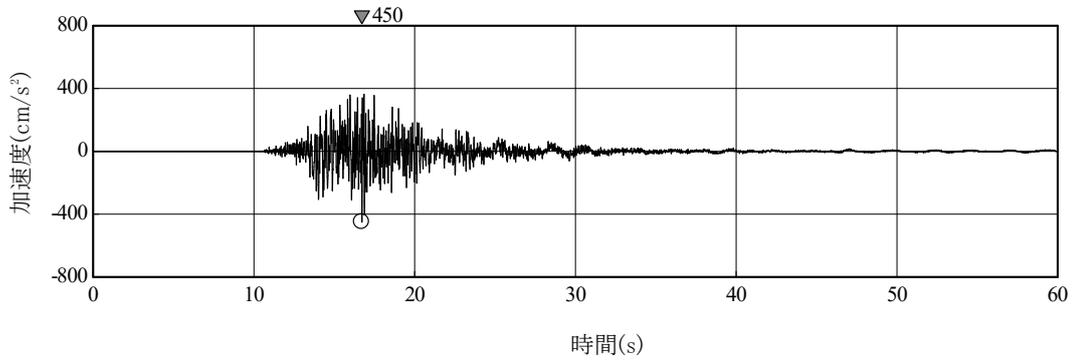


(a) S<sub>s</sub>-B1H (水平方向)

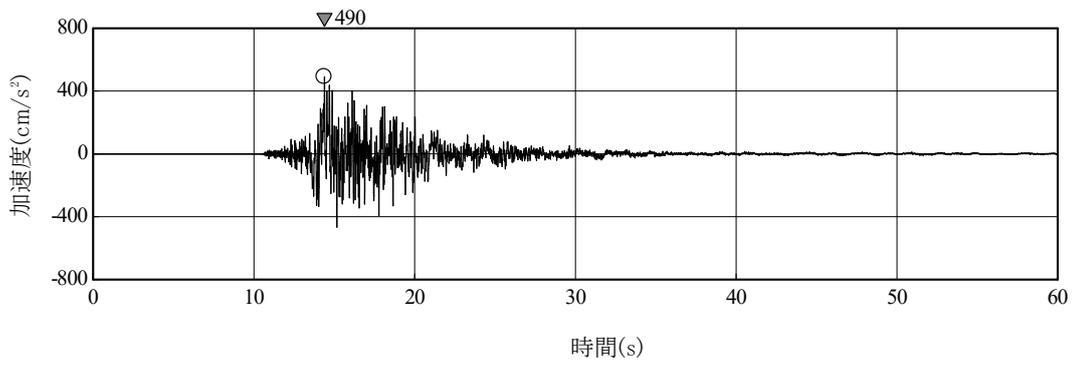


(b) S<sub>s</sub>-B1V (鉛直方向)

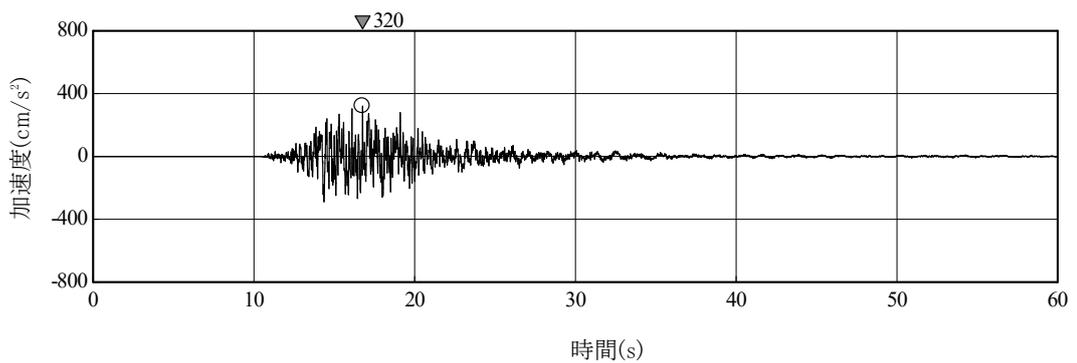
第 6-44 図(1) 基準地震動 S<sub>s</sub>-B1 の時刻歴波形



(a) S<sub>s</sub>-B2H1 (水平方向 1)

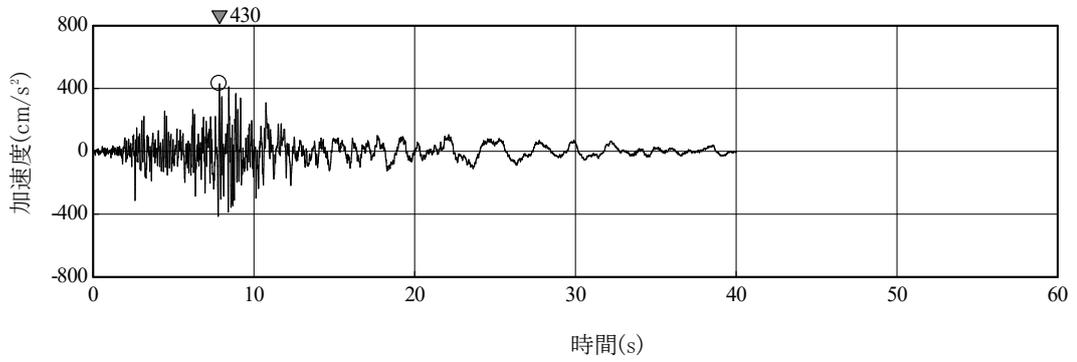


(b) S<sub>s</sub>-B2H2 (水平方向 2)

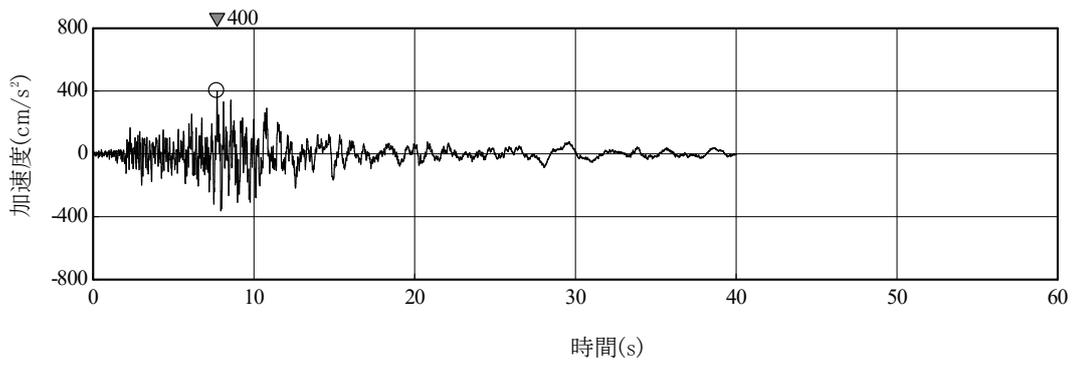


(c) S<sub>s</sub>-B2V (鉛直方向)

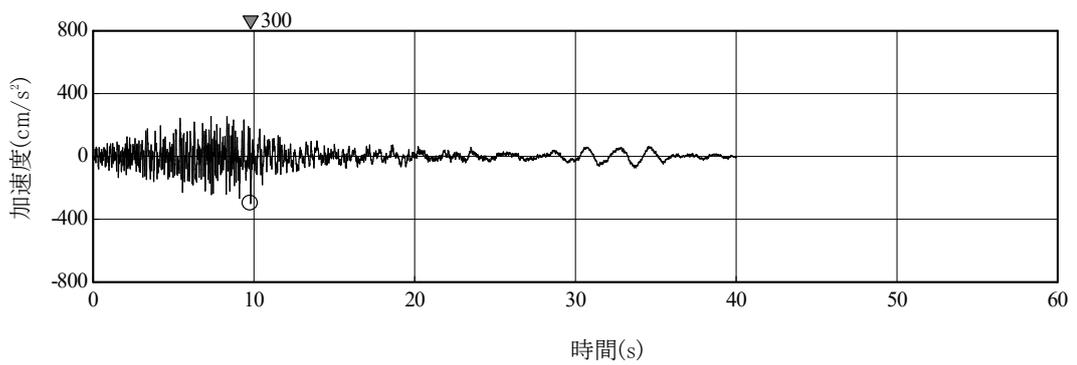
第 6-44 図 (2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-B2 の時刻歴波形



(a) S<sub>S</sub>-B3H1 (水平方向 1)

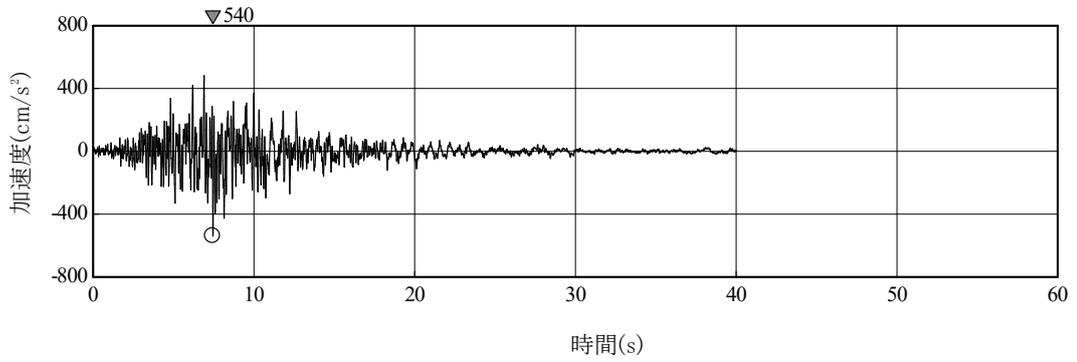


(b) S<sub>S</sub>-B3H2 (水平方向 2)

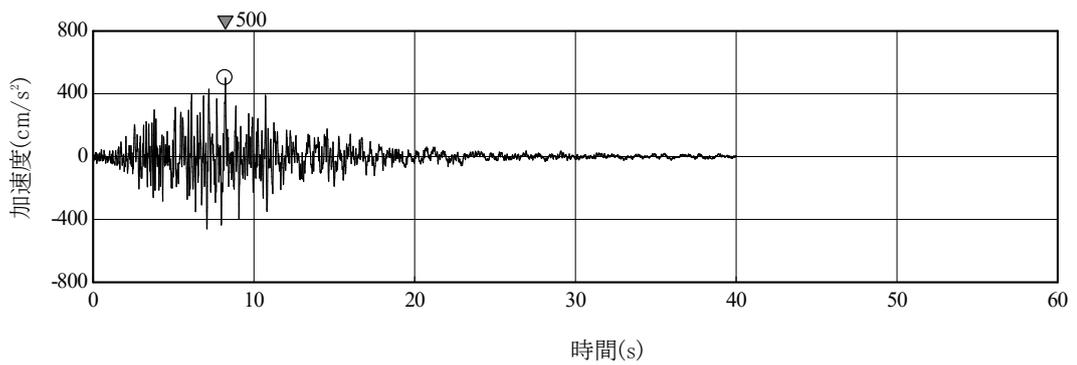


(c) S<sub>S</sub>-B3V (鉛直方向)

第 6-44 図 (3) 基準地震動 S<sub>S</sub>-B3 の時刻歴波形

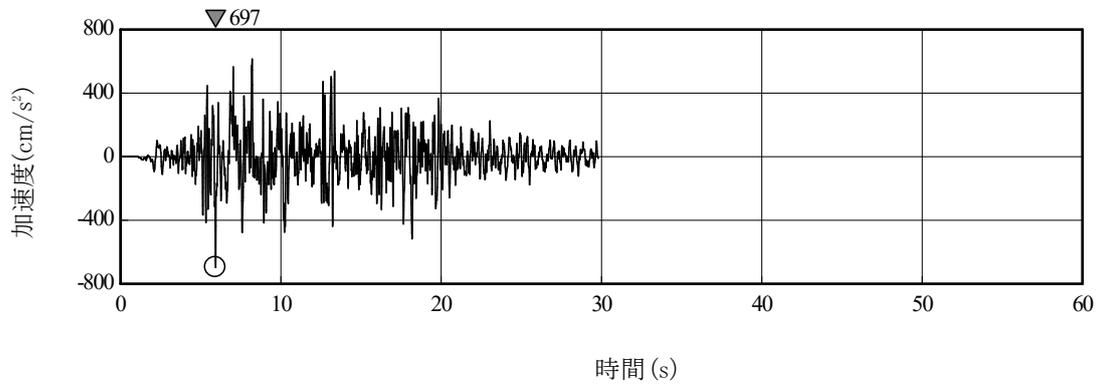


(a) S<sub>S</sub>-B4H1 (水平方向 1)

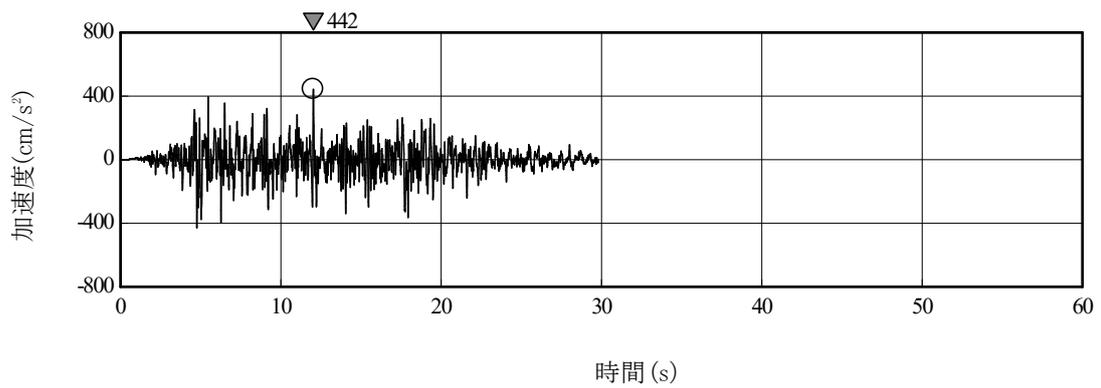


(b) S<sub>S</sub>-B4H2 (水平方向 2)

第 6-44 図(4) 基準地震動 S<sub>S</sub>-B4 の時刻歴波形

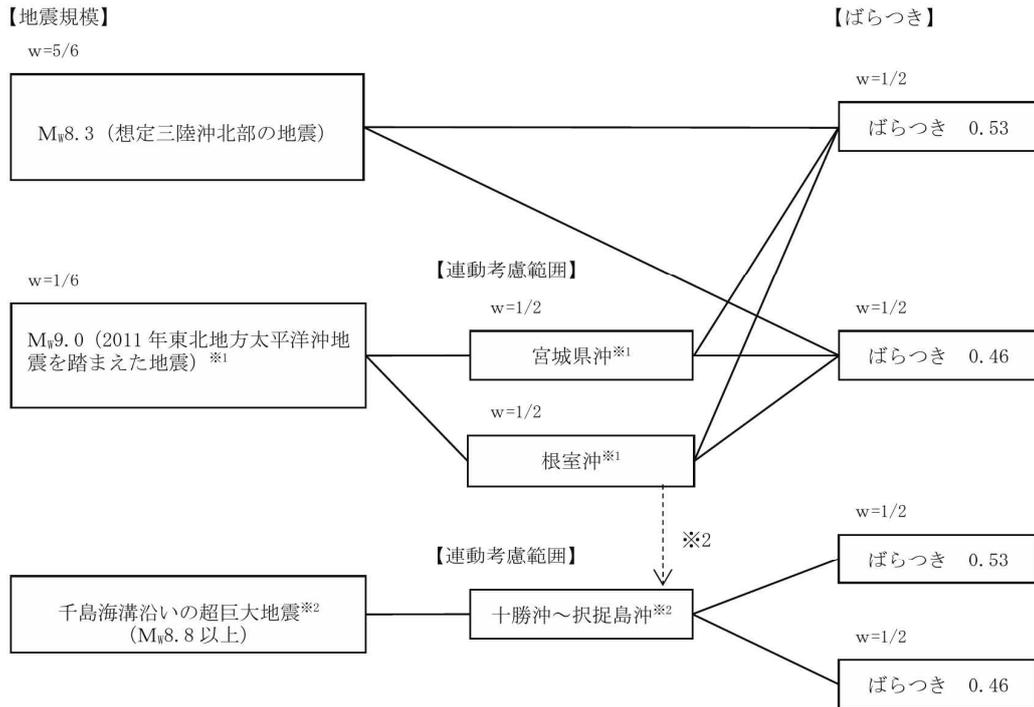


(a) Ss-B5H (水平方向)



(b) Ss-B5V (鉛直方向)

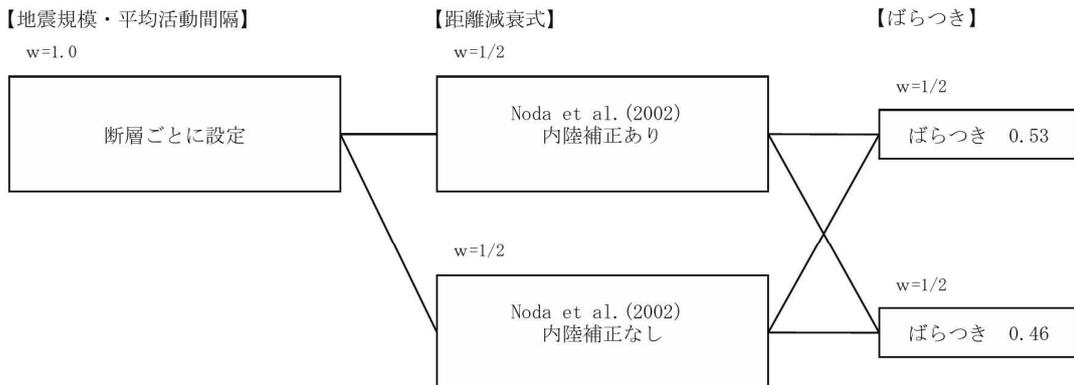
第 6-44 図 (5) 基準地震動 Ss-B5 の時刻歴波形



地震動評価手法：断層モデルを用いた手法による。

※<sup>1</sup>：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。  
 ※<sup>2</sup>：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，※<sup>1</sup>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。

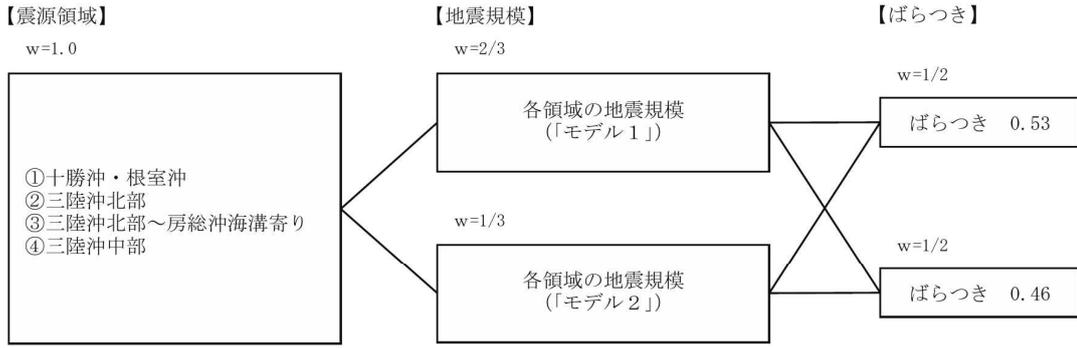
(a) プレート間地震



地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

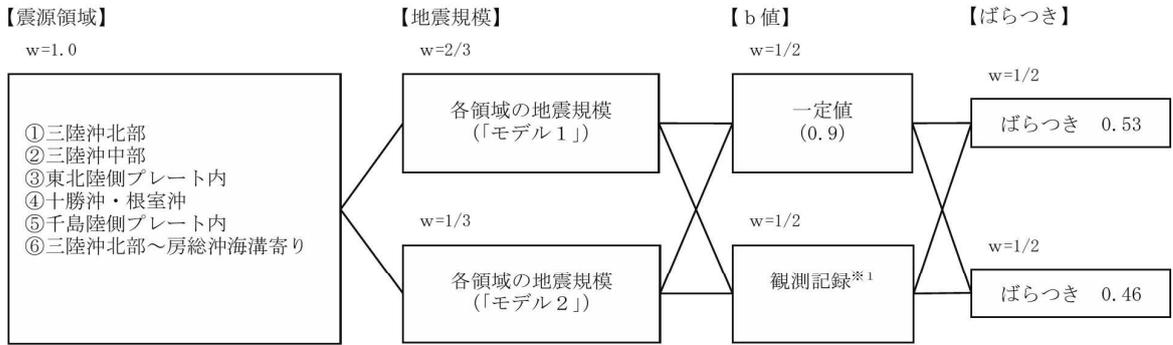
(b) 活断層による地震

第6-45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。

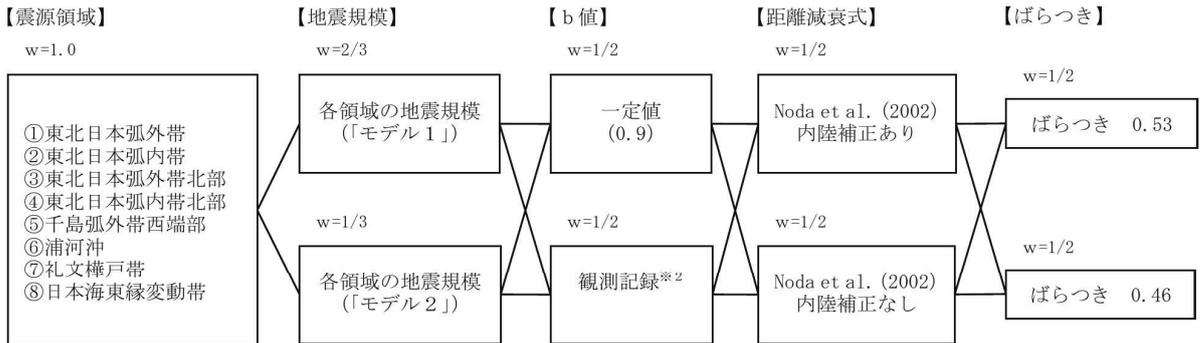
(a) プレート間地震



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

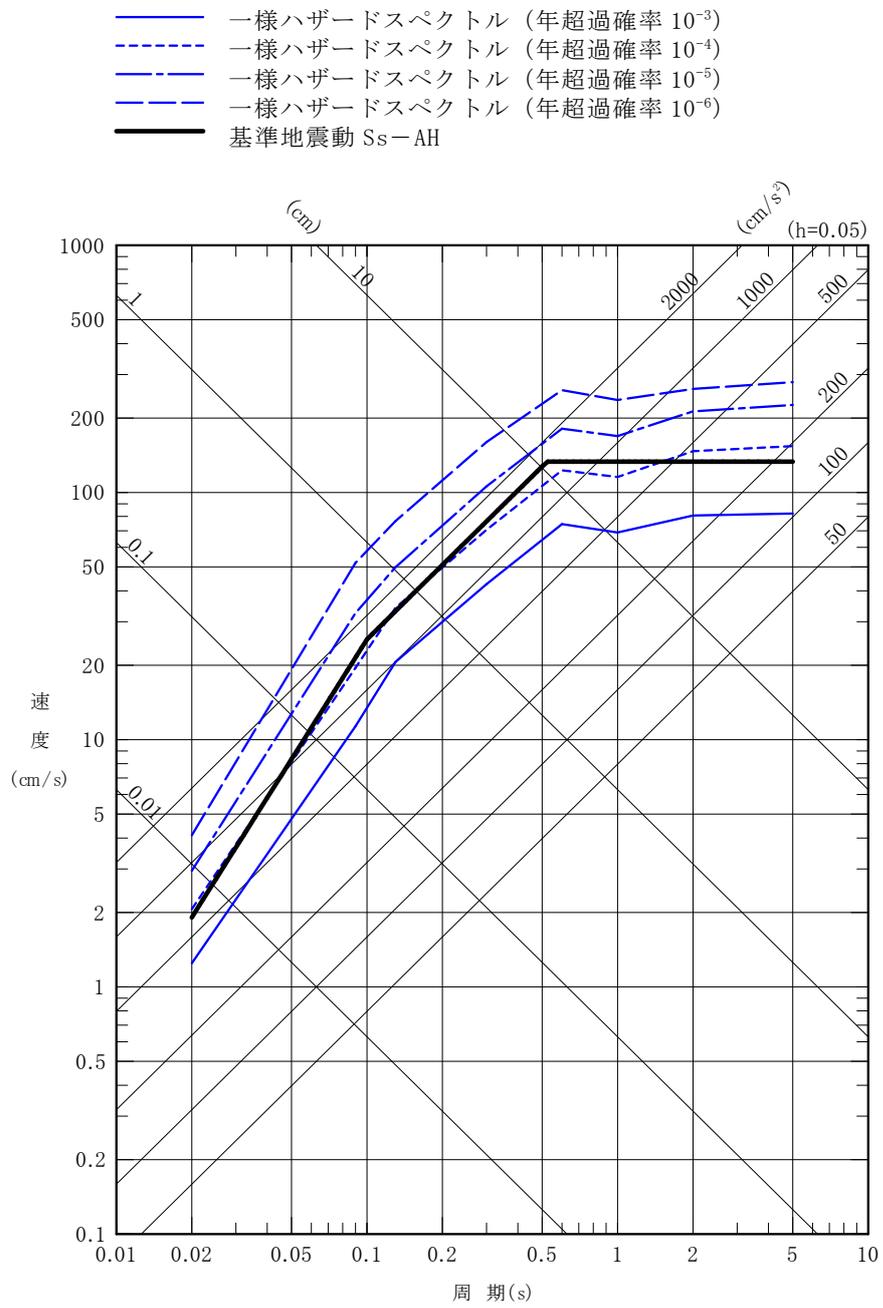


地震動評価手法：Noda et al. (2002) による。

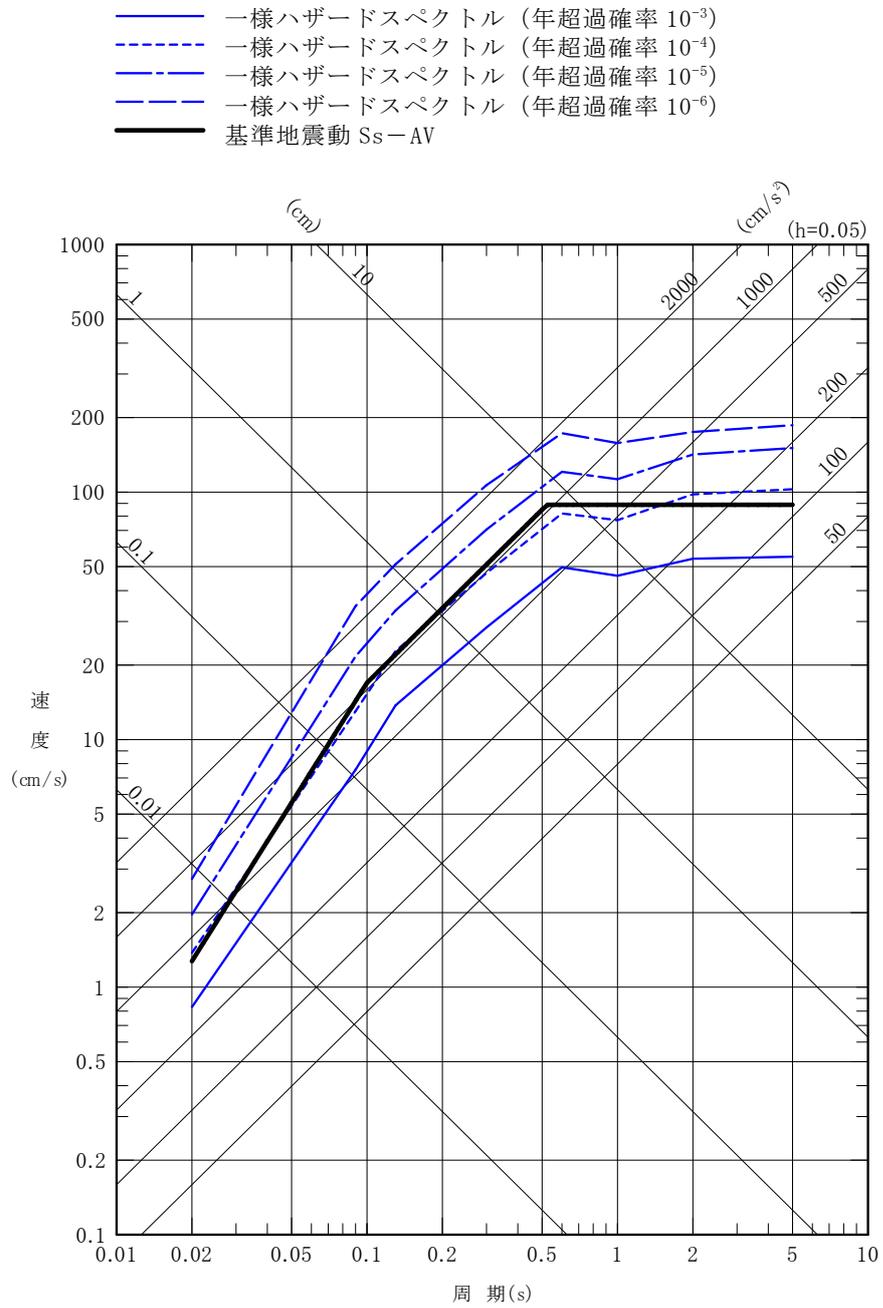
※ 2：敷地に近い震源領域①, ②, ③, ④でのみ考慮。

(c) 内陸地殻内地震

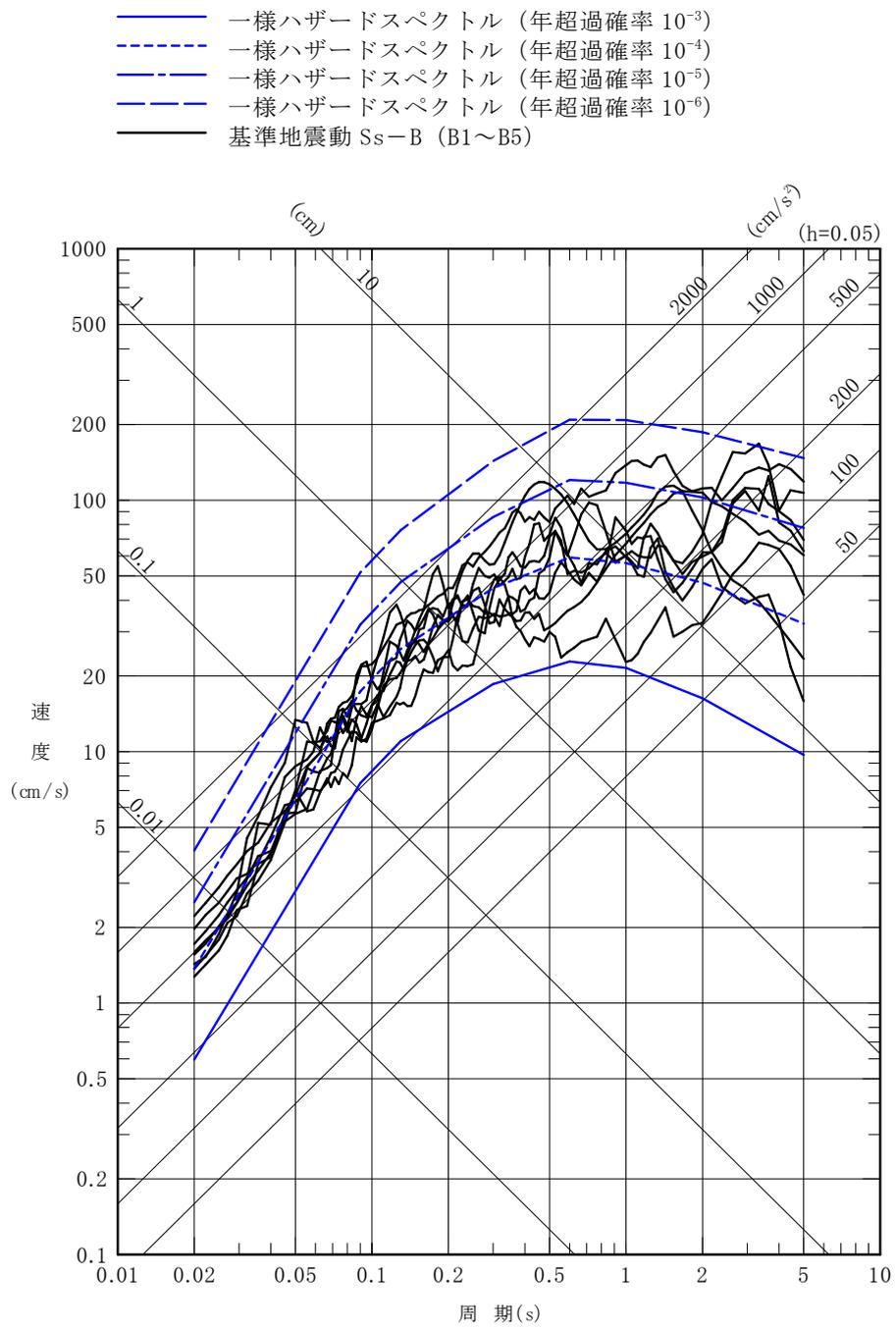
第 6-45 図(2) ロジックツリー (領域震源)



第 6-46 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)

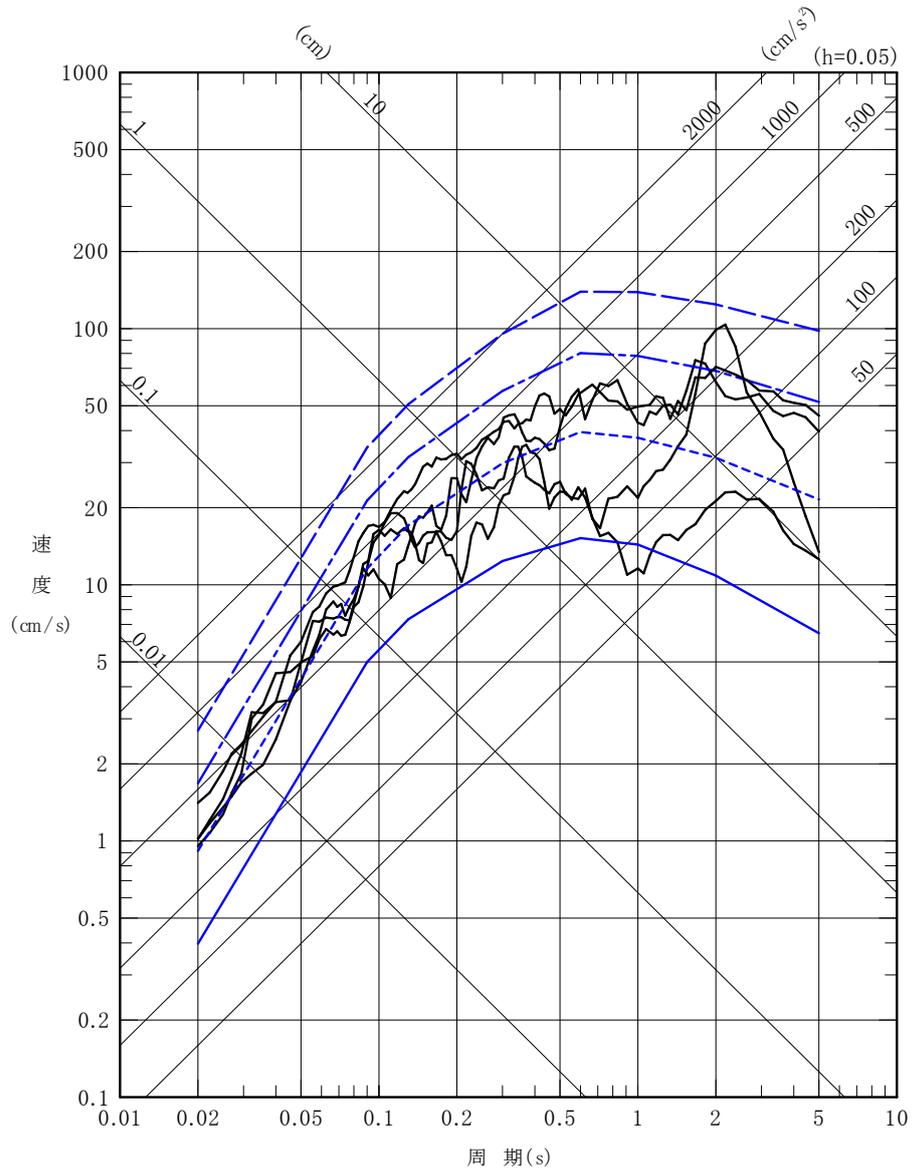


第 6-46 図 (2) 基準地震動  $S_s-A$  と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



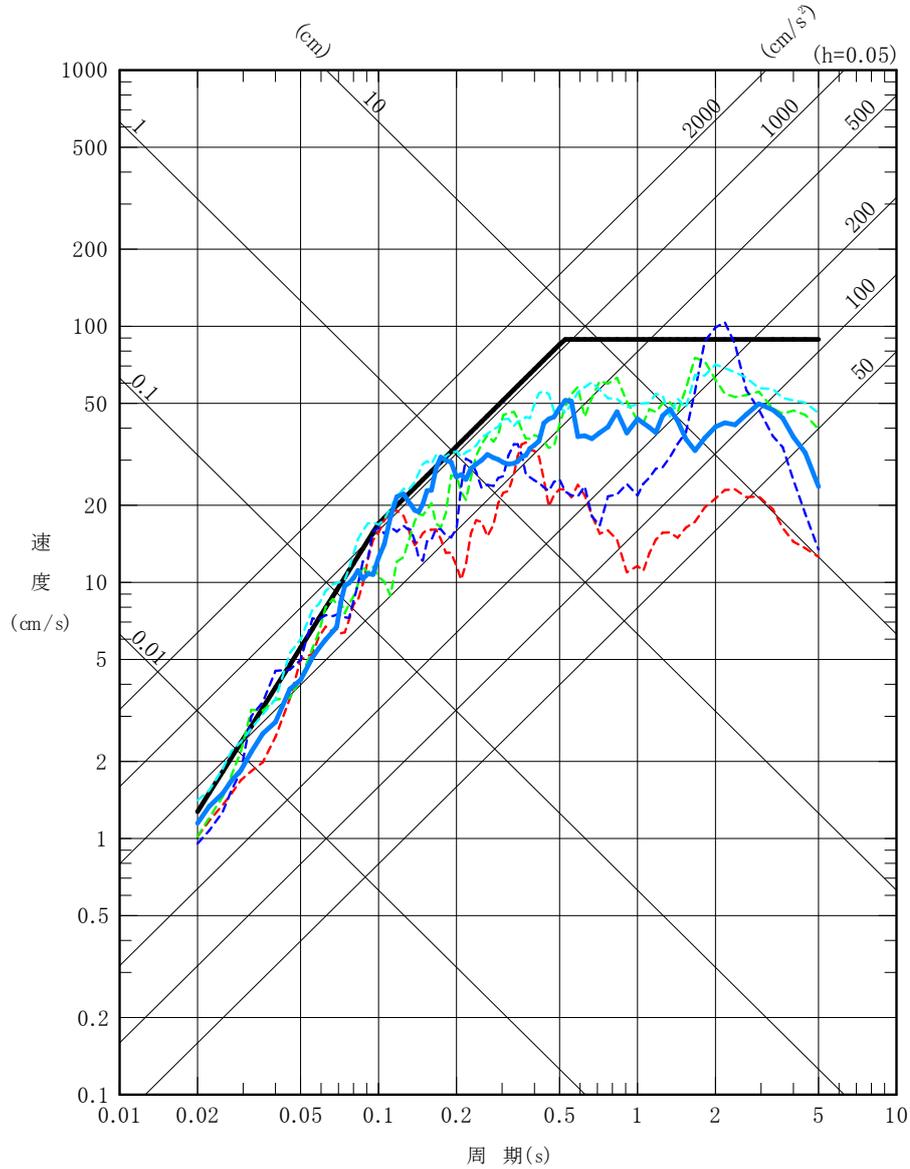
第 6-47 図(1) 基準地震動  $S_s-B1 \sim S_s-B5$  と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 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~B5)

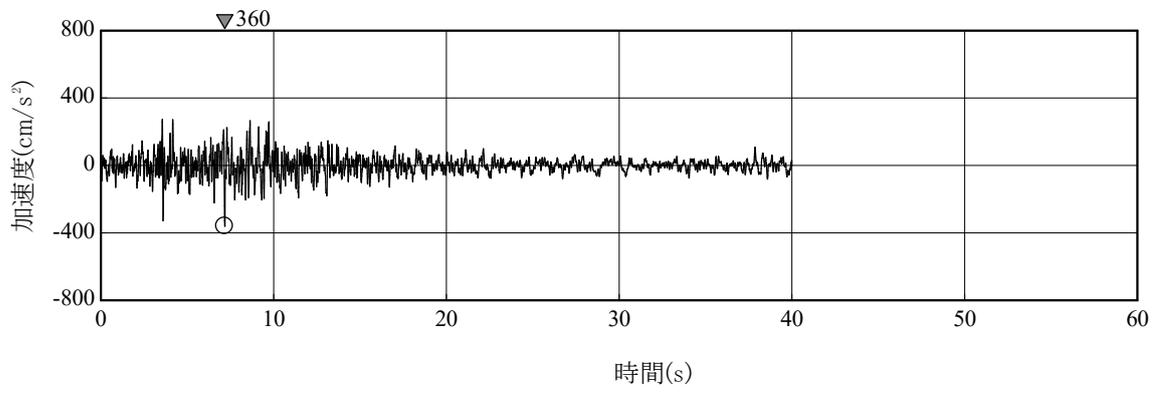


第 6-47 図(2) 基準地震動  $S_s-B1 \sim S_s-B5$  と同様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

- 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
- - 基準地震動 Ss-B5V 標準応答スペクトルを考慮した地震動
- 一関東評価用地震動

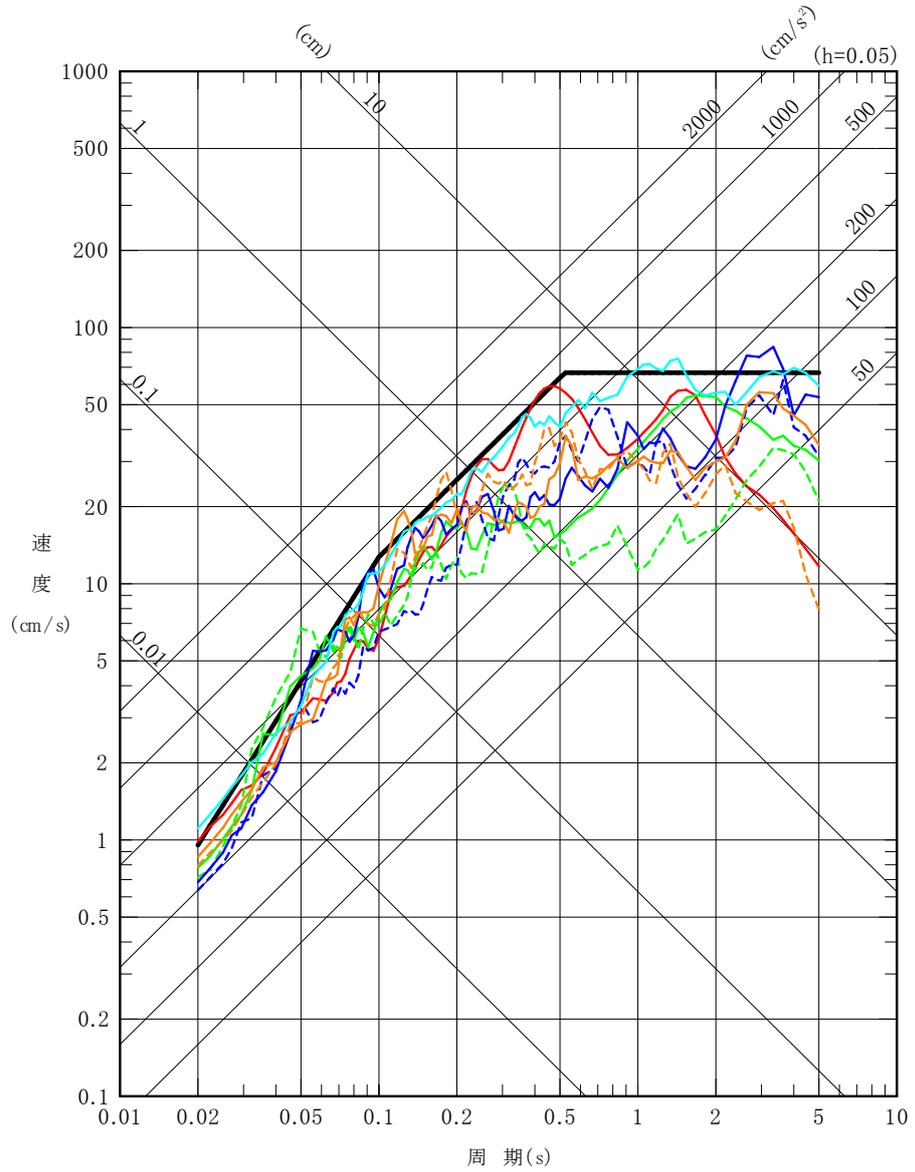


第7-1図 一関東評価用地震動 (鉛直方向) の応答スペクトル

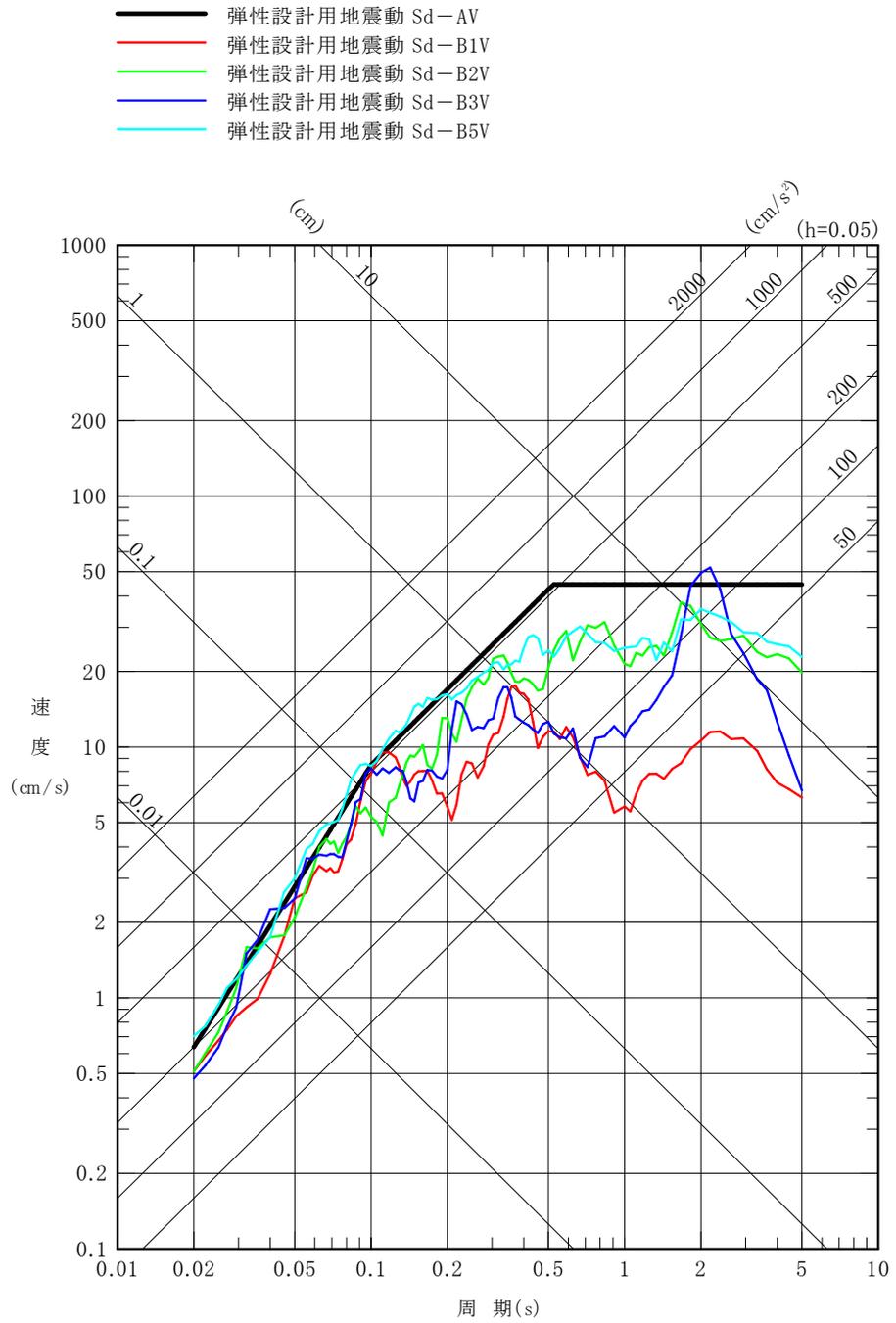


第7-2図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の時刻歴波形

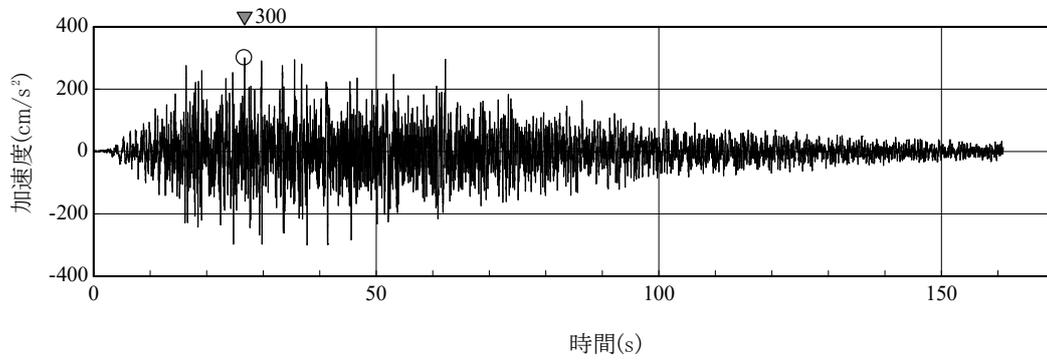
- 弾性設計用地震動 Sd-AH
- 弾性設計用地震動 Sd-B1H
- 弾性設計用地震動 Sd-B2H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B2H2
- 弾性設計用地震動 Sd-B3H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3H2
- 弾性設計用地震動 Sd-B4H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B4H2
- 弾性設計用地震動 Sd-B5H



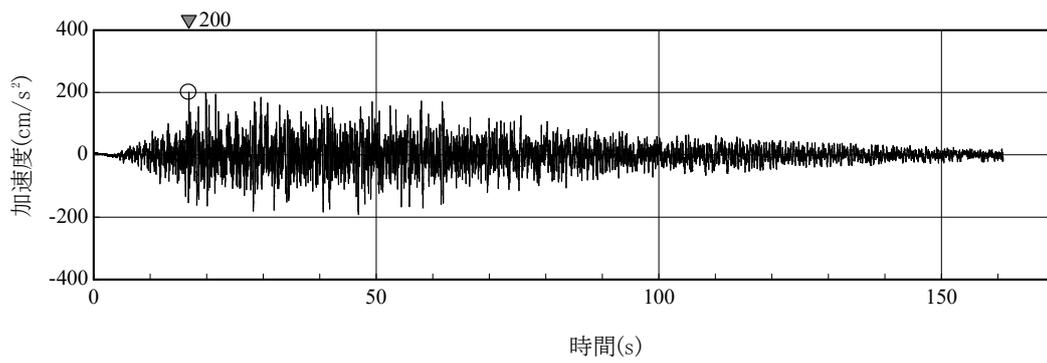
第 7-3 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-A 及び弾性設計用地震動 Sd-B1～Sd-B5 の  
 応答スペクトル (水平方向)



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-B5 の  
 応答スペクトル (鉛直方向)

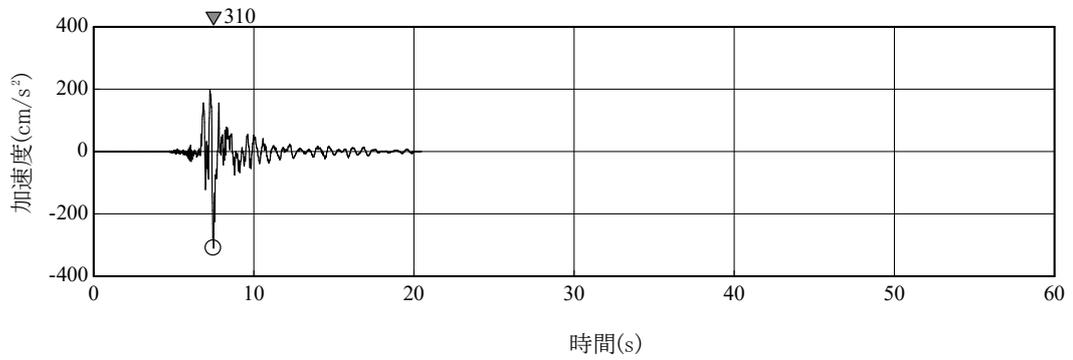


(a) Sd-AH (水平方向)

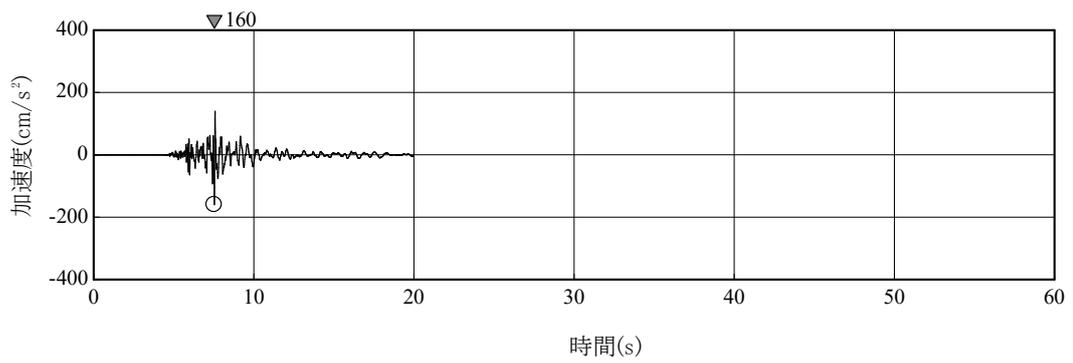


(b) Sd-AV (鉛直方向)

第7-4図 弾性設計用地震動 Sd-AH, Sd-AV の時刻歴波形

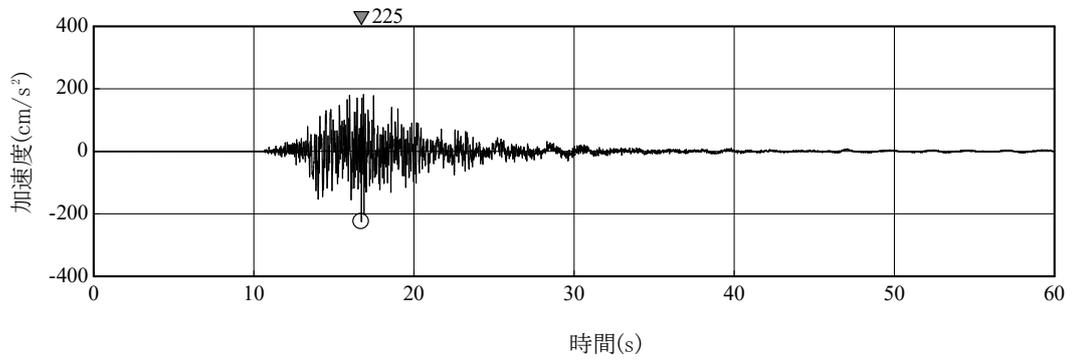


(a) Sd-B1H (水平方向)

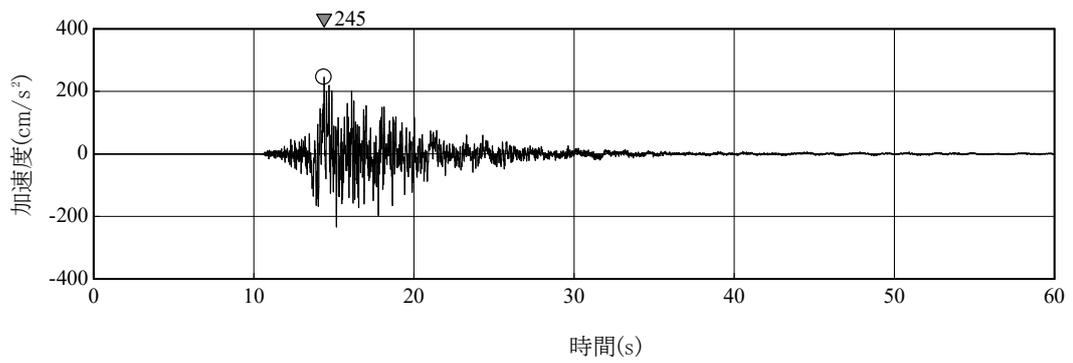


(b) Sd-B1V (鉛直方向)

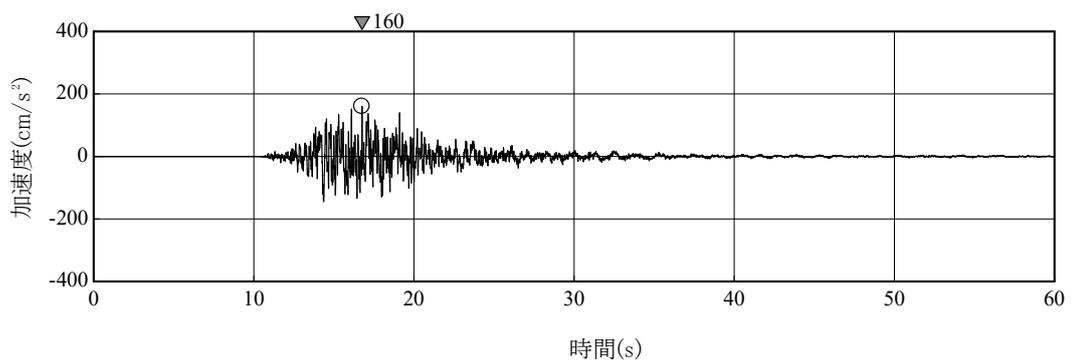
第 7-5 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-B1 の時刻歴波形



(a) Sd-B2H1 (水平方向 1)

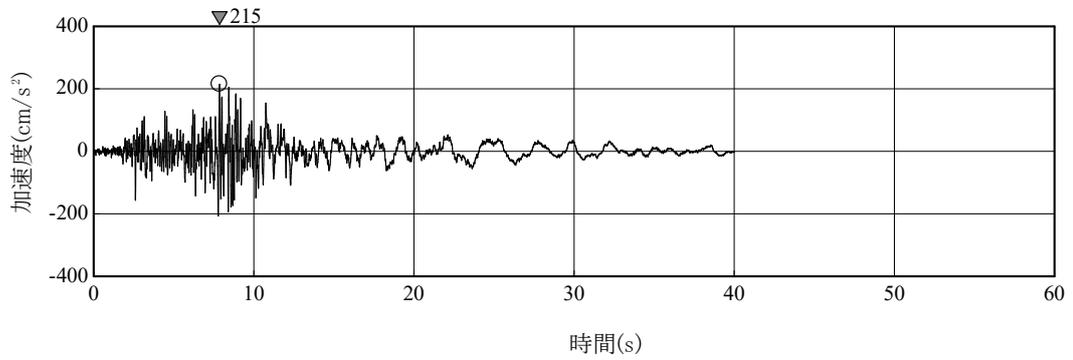


(b) Sd-B2H2 (水平方向 2)

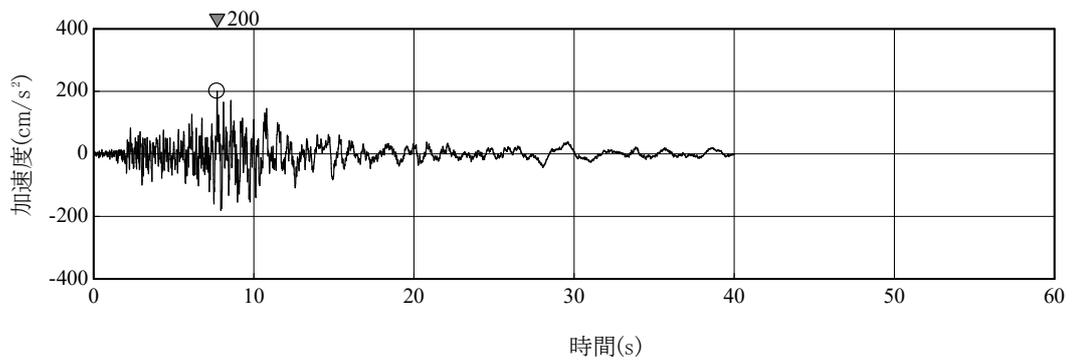


(c) Sd-B2V (鉛直方向)

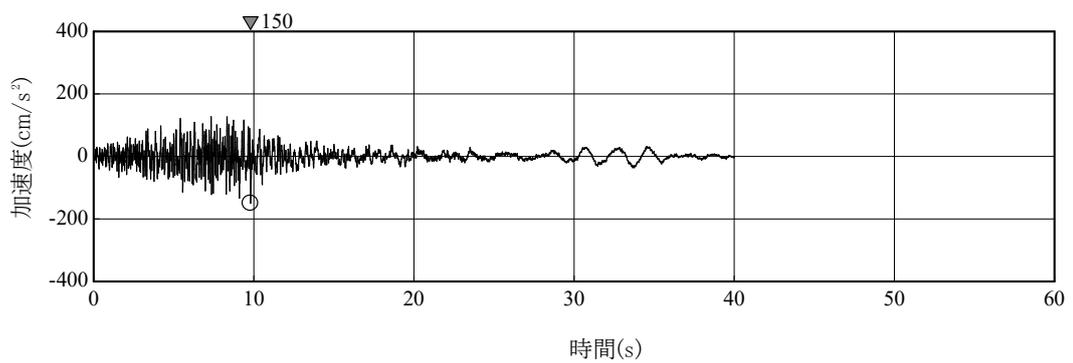
第 7-5 図(2) 弾性設計用地震動 Sd-B2 の時刻歴波形



(a) Sd-B3H1 (水平方向 1)

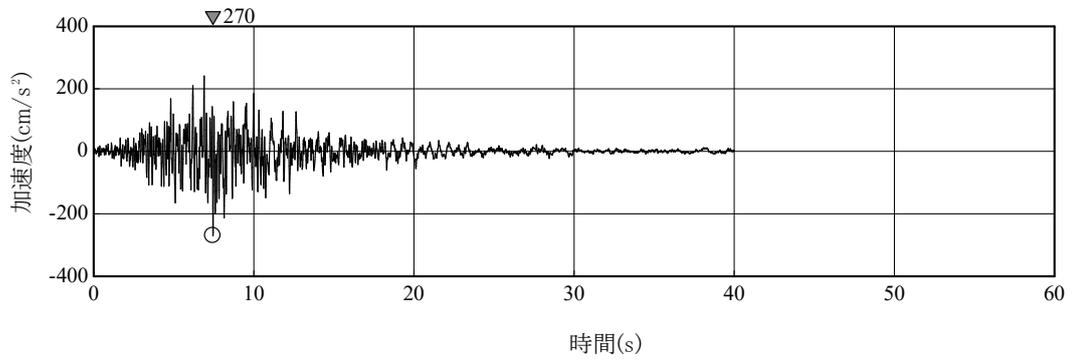


(b) Sd-B3H2 (水平方向 2)

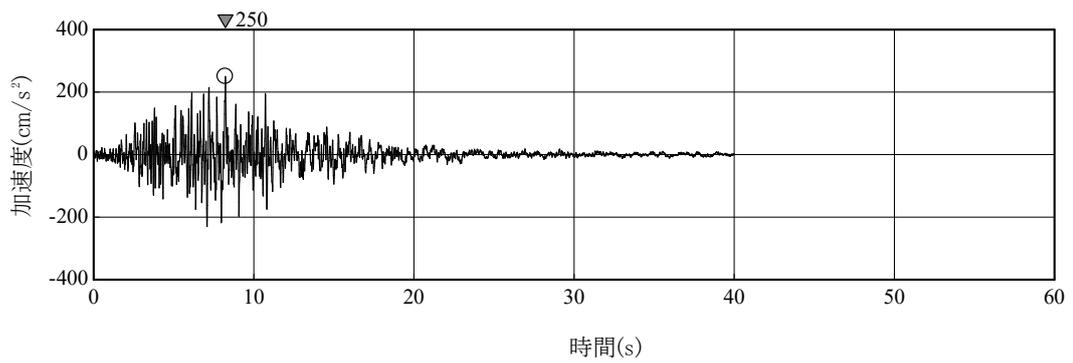


(c) Sd-B3V (鉛直方向)

第 7-5 図(3) 弾性設計用地震動 Sd-B3 の時刻歴波形

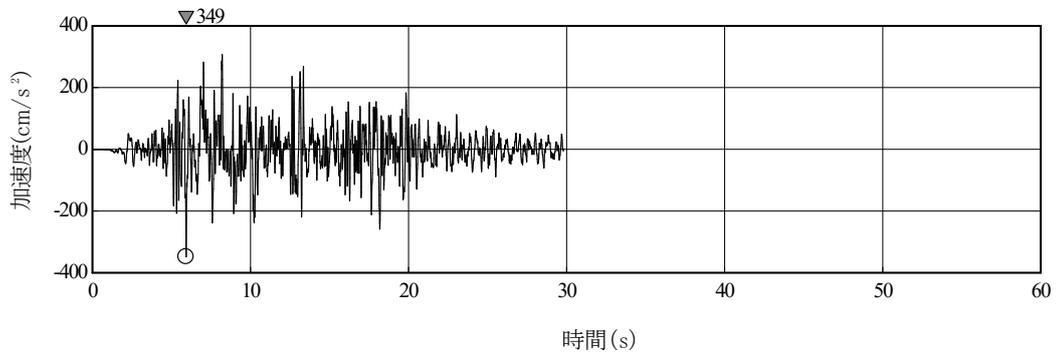


(a) Sd-B4H1 (水平方向 1)

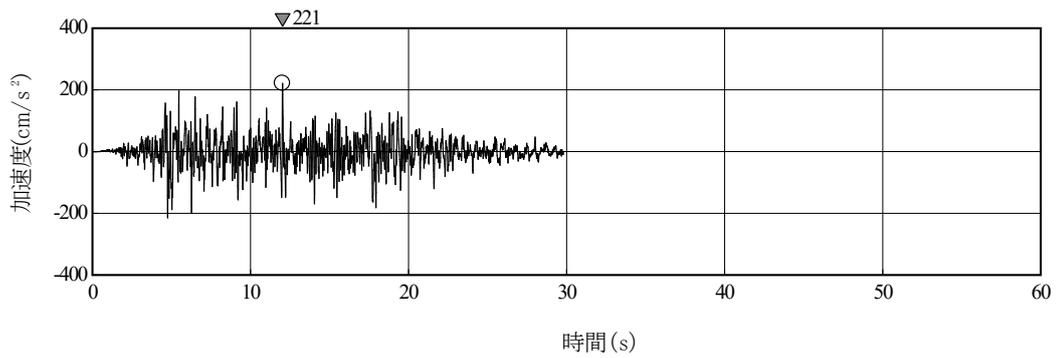


(b) Sd-B4H2 (水平方向 2)

第 7-5 図(4) 弾性設計用地震動 Sd-B4 の時刻歴波形

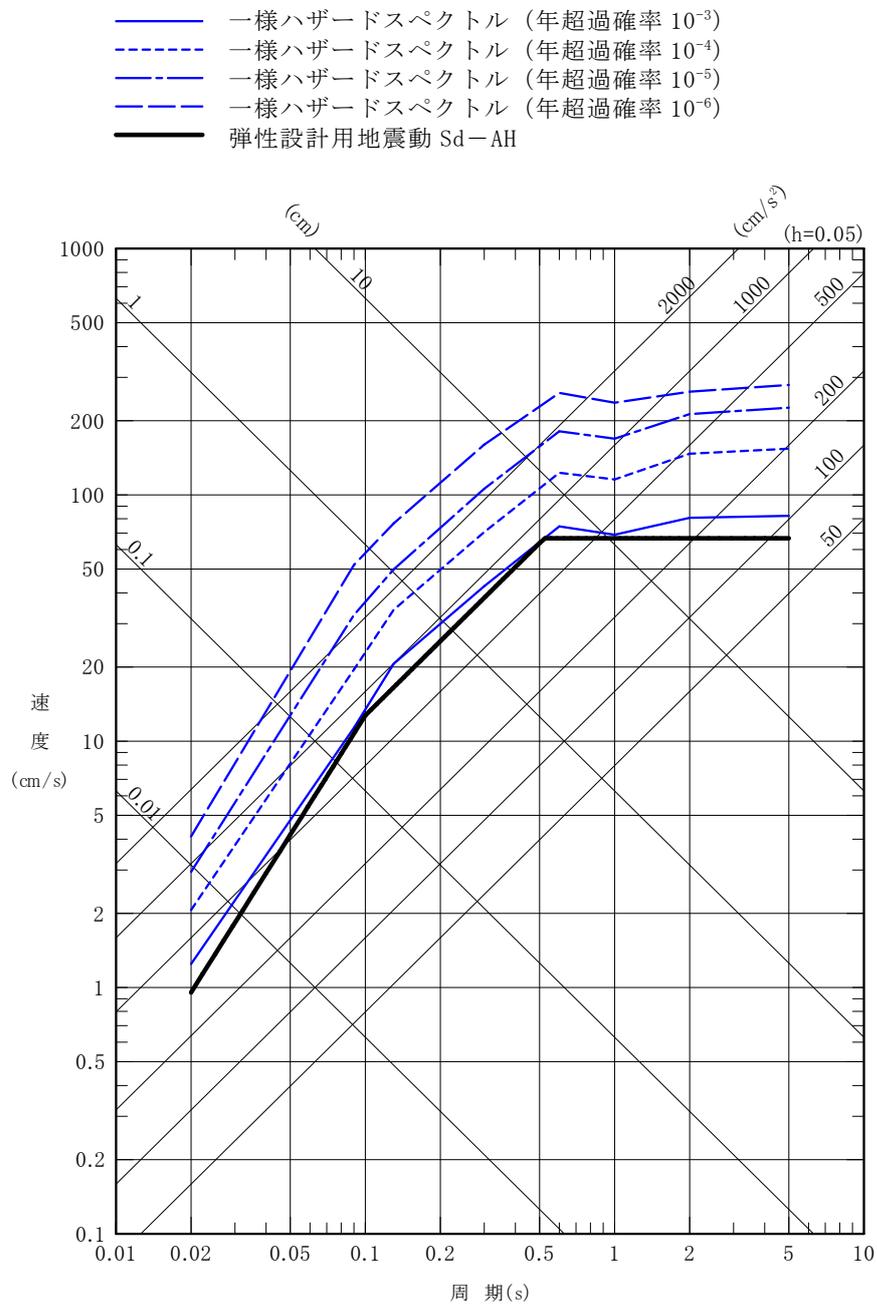


(a) Sd-B5H (水平方向)

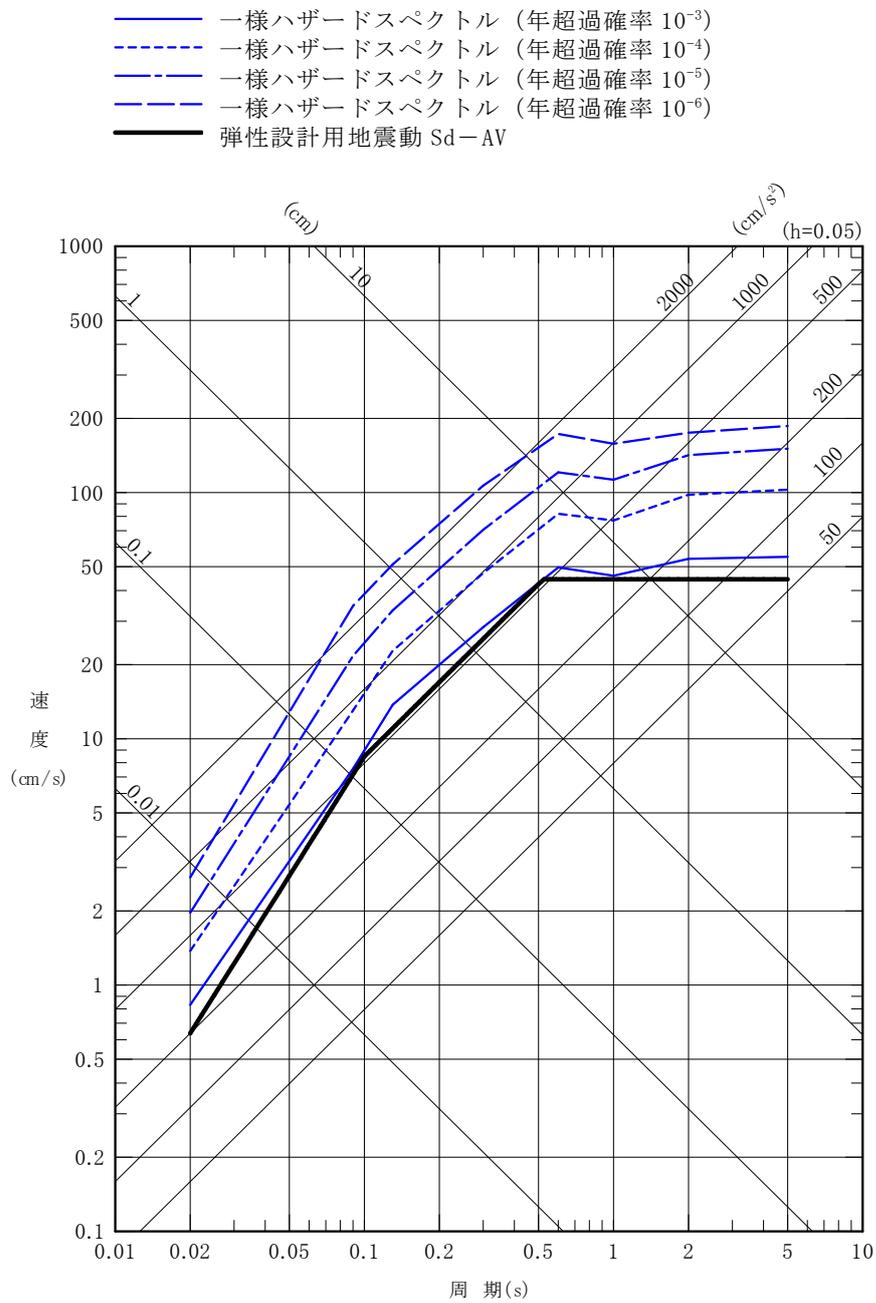


(b) Sd-B5V (鉛直方向)

第 7-5 図(5) 弾性設計用地震動 Sd-B5 の時刻歴波形

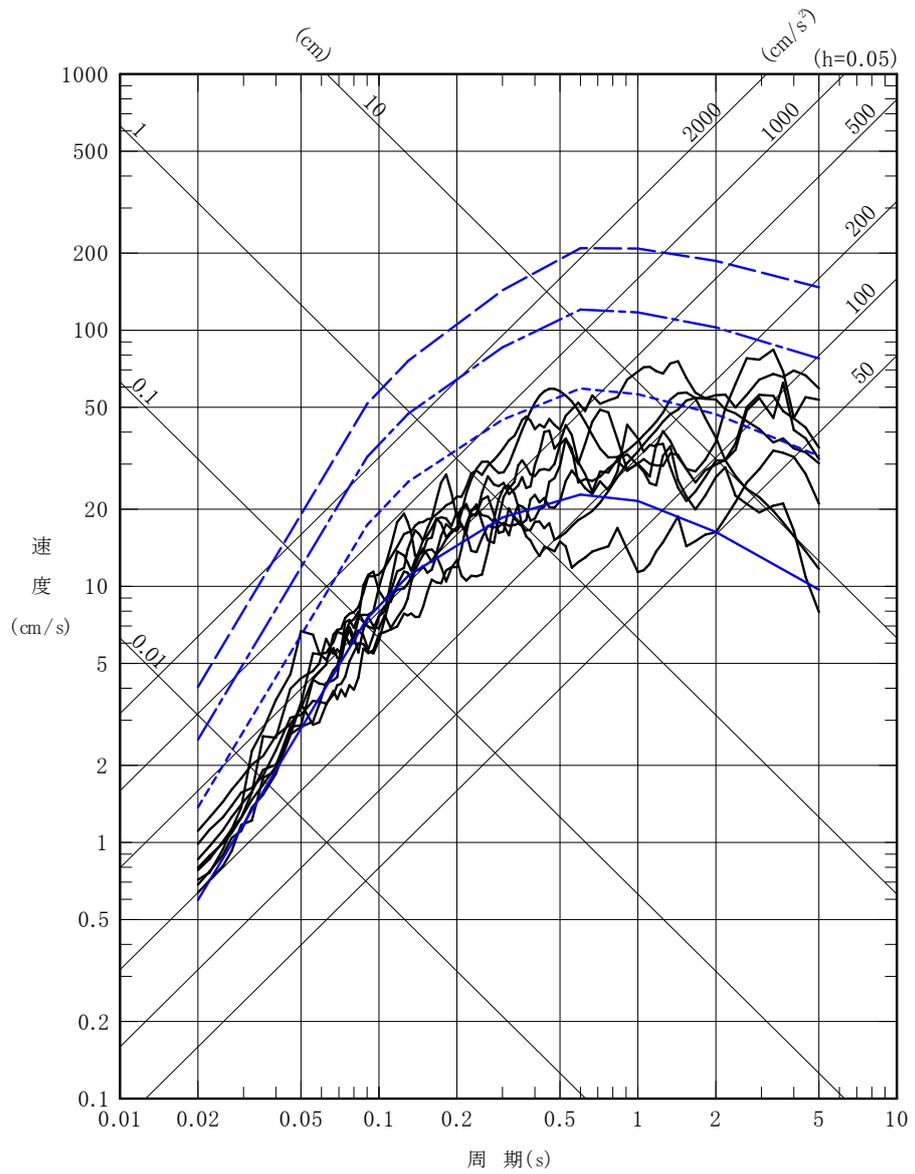


第7-6図(1) 弾性設計用地震動 Sd-A と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



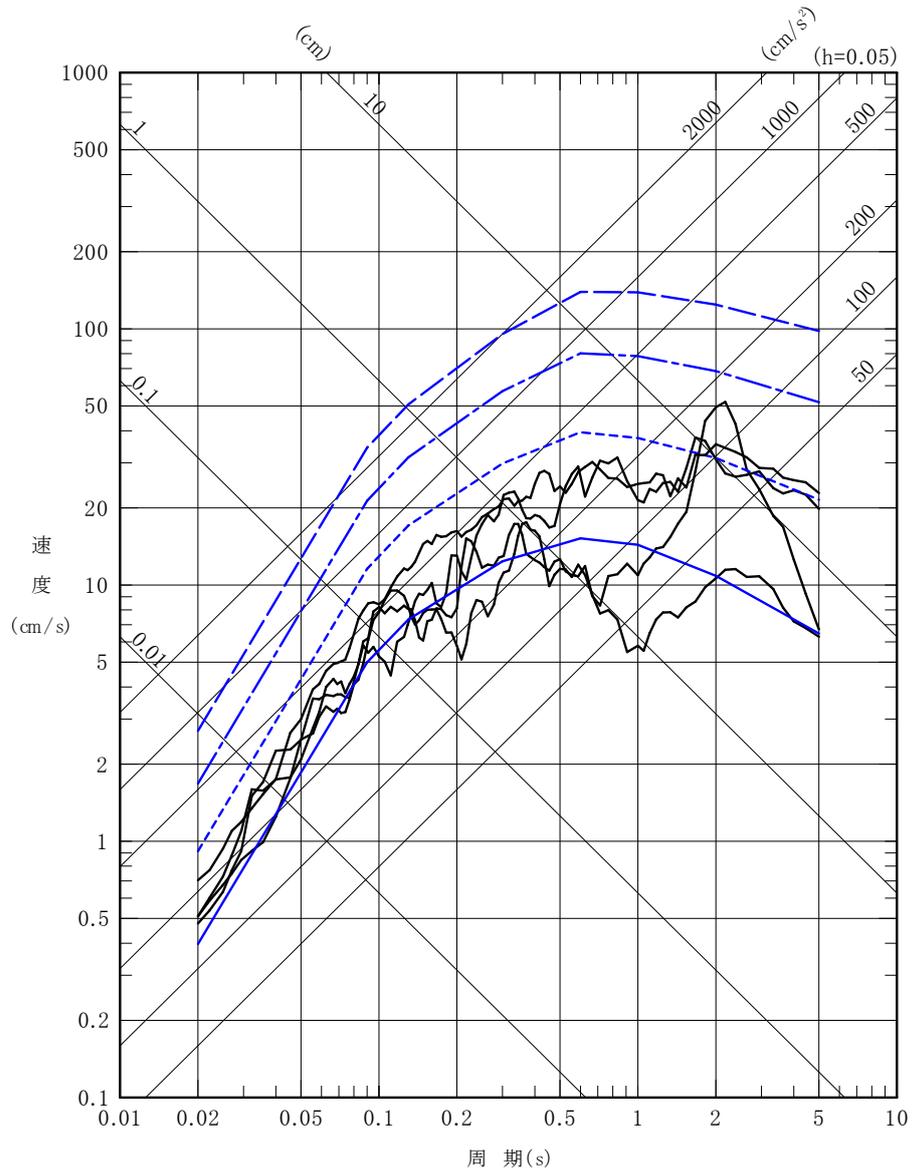
第7-6図(2) 弾性設計用地震動 Sd-A と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

- 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  $10^{-6}$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5)



第 7-7 図 (1) 弾性設計用地震動 Sd-B1~Sd-B5 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  $10^{-6}$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5)



第 7-7 図 (2) 弾性設計用地震動 Sd-B1~Sd-B5 と同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                       | 4 |
| 5. 地質断面図                          | 5 |
| 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 |
| 7. 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価            | 7 |
| 7.1 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造       | 7 |
| 7.2 使用済燃料貯蔵建屋基礎地盤の安定性             | 7 |
| 7.3 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価 | 8 |
| 7.4 地殻変動による基礎地盤の変形の影響             | 8 |
| 7.5 周辺斜面の安定性評価                    | 8 |

1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 1. 概要」に同じである。

## 2. 基本方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 2. 基本方針」に同じである。

### 3. 地盤の物性値

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 3. 地盤の物性値」に同じである。

#### 4. 基礎の許容支持力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 4. 基礎の許容支持力」に同じである。

5. 地質断面図

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 5. 地質断面図」に同じである。

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

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 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」に同じである。

## 7. 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価

### 7.1 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.1 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造」に同じである。

### 7.2 使用済燃料貯蔵建屋基礎地盤の安定性

#### (1) 解析条件

##### a. 基礎地盤及び貯蔵建屋のモデル化

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.2 使用済燃料貯蔵建屋地盤の安定性 (1) 解析条件 a. 基礎地盤及び貯蔵建屋のモデル化」に同じである。

##### b. 地震力

動的地震力としては、基準地震動 (Ss-A 及び Ss-B1~Ss-B5) を用い、解放基礎表面である基礎地盤のモデル下端から水平方向及び鉛直方向に同時に入力した。

また、Ss-A については水平地震動及び鉛直地震動の位相反転、Ss-B1~Ss-B5 については水平地震動の位相反転を考慮した場合についても検討した。

#### (2) 解析手法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.2 使用済燃料貯蔵建屋地盤の安定性 (2) 解析手法」に同じである。

#### (3) 解析結果

##### a. 支持力に対する安全性

貯蔵建屋基礎地盤の地盤分類、室内試験及び原位置試験の結果を評価して行った動的解析に基づく支持力に対する評価結果を第 7-1 表に示す。基礎地盤の支持力は、地盤の支持力  $4.58\text{N}/\text{mm}^2$  と評価され、地震時の最大接地圧約  $1.37\text{N}/\text{mm}^2$  は支持力を十分に下回る。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、支持力に対し十分な安全性を有している。

##### b. すべりに対する安全性

想定すべり線におけるすべり安全率を第 7-2 表に示す。貯蔵建屋基礎地盤におけるすべり安全率は 2.1 以上であり、評価基準値 1.5 を上回る。

また、すべり安全率が最小となるケースについて、地盤物性の強度のばらつき (平均強度  $-1.0 \times$  標準偏差 ( $\sigma$ ) 強度) を考慮した場合、すべり安全率は 1.54 であり、評価基準値 1.5 を上回る (第 7-3 表)。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、地震力によるすべりに対し十分な安全性を有している。

##### c. 沈下に対する安全性

貯蔵建屋基礎の傾斜の評価結果を第 7-4 表に示す。貯蔵建屋基礎の最大相対変位は 0.6cm、傾斜は約  $1/10,000$  であり、貯蔵建屋基礎の傾斜は、基本設計段階の目安値である  $1/2,000$  を十分に下回る。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、沈下に対し十分な安全性を有している。

#### 7.3 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.3 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価」に同じである。

#### 7.4 地殻変動による基礎地盤の変形の影響

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.4 地盤変動による基礎地盤の変形の影響」に同じである。

#### 7.5 周辺斜面の安定性評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 7.5 周辺斜面の安定性評価」に同じである。

第7-1表 基礎地盤の支持力 評価結果一覧

| 評価対象                     | 評価基準値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 地震時最大接地圧 (N/mm <sup>2</sup> ) |                     |                      |                      |                     |                     |                     |                     |                     |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          |                               | Ss-A                          | Ss-B1               | Ss-B2H1              | Ss-B2H2              | Ss-B3H1             | Ss-B3H2             | Ss-B4H1             | Ss-B4H2             | Ss-B5               |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>x-x' 断面 | 4.58                          | 1.28(-,-)<br>[41.89]          | 1.08(+,+)<br>[7.73] | 1.17(+,+)<br>[17.27] | 1.16(-,+)<br>[17.28] | 1.10(-,+)<br>[9.51] | 1.11(+,+)<br>[9.51] | 1.13(-,+)<br>[8.77] | 1.15(-,+)<br>[8.76] | 1.23(+,-)<br>[5.18] |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>y-y' 断面 | 4.58                          | 1.37(+,-)<br>[28.41]          | 1.14(-,+)<br>[7.73] | 1.26(+,+)<br>[17.27] | 1.26(+,+)<br>[17.28] | 1.19(-,+)<br>[9.51] | 1.19(+,+)<br>[9.51] | 1.23(+,+)<br>[8.77] | 1.23(+,+)<br>[8.76] | 1.32(+,-)<br>[5.18] |

※ 下線は、各断面における地震時最大接地圧の最大値を示す。  
 ※ Ssに記載の、(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※ [ ] は、発生時刻 (秒) を示す。  
 ※ Ss-B4は、水平方向のみに定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動 (鉛直方向) を用いた。

第7-2表 すべり安全率一覧

| 評価対象                     | 想定すべり線形状の<br>パターン | すべり安全率              |                    |                     |                     |                     |                     |                    |                    |                    |
|--------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                          |                   | Ss-A                | Ss-B1              | Ss-B2H1             | Ss-B2H2             | Ss-B3H1             | Ss-B3H2             | Ss-B4H1            | Ss-B4H2            | Ss-B5              |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>x-x' 断面 |                   | 2.6(-,-)<br>[41.67] | 2.5(+,+)<br>[7.99] | 8.3(+,+)<br>[14.40] | 4.6(+,+)<br>[14.80] | 5.5(+,+)<br>[11.25] | 4.6(-,+)<br>[11.17] | 6.3(+,+)<br>[9.97] | 4.2(-,+)<br>[8.68] | 2.7(-,-)<br>[7.41] |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>y-y' 断面 |                   | 2.2(+,-)<br>[41.68] | 2.1(-,+)<br>[8.00] | 6.4(-,+)<br>[14.40] | 3.8(-,+)<br>[14.78] | 4.3(+,+)<br>[11.26] | 3.6(+,+)<br>[11.17] | 5.0(-,+)<br>[7.99] | 3.6(+,+)<br>[8.69] | 2.2(+,-)<br>[7.42] |

※ 下線は、各断面におけるすべり安全率の最小値を示す。  
 ※ Ssに記載の、(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※ [ ] は、発生時刻 (秒) を示す。  
 ※ 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。  
 ※ Ss-B4は、水平方向のみに定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動 (鉛直方向) を用いた。

第7-3表 すべり安全率一覧

| 評価対象断面<br>及び地震動                        | 想定すべり線形状の<br>パターン | すべり安全率<br>〔平均強度〕            | すべり安全率<br>〔平均-1σ強度〕                       |
|--|-------------------|-----------------------------|---|
| y-y' 断面<br>【Ss-B1(-,+) <sup>※1</sup> 】 |                   | 2.1<br>[8.00] <sup>※2</sup> | 1.5 <sup>※3</sup><br>[8.01] <sup>※2</sup> |

※1 基準地震動Ss-B1の(-,+)は、水平反転を示す。  
 ※2 [ ] は、発生時刻 (秒) を示す。  
 ※3 すべり安全率1.54の小数第二位を切り捨てて表記

第7-4表 基礎底面の傾斜 評価結果一覧

| 評価対象                     | 上段：最大相対変位 (cm)， 下段：最大傾斜 |                    |                     |                     |                     |                    |                     |                    |                    |
|--------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                          | Ss-A                    | Ss-B1              | Ss-B2H1             | Ss-B2H2             | Ss-B3H1             | Ss-B3H2            | Ss-B4H1             | Ss-B4H2            | Ss-B5              |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>x-x' 断面 | 0.5(+,+)<br>[41.95]     | 0.6(-,+)<br>[8.02] | 0.2(+,+)<br>[15.29] | 0.2(-,+)<br>[15.17] | 0.2(-,+)<br>[11.27] | 0.3(+,+)<br>[8.48] | 0.2(-,+)<br>[8.65]  | 0.3(+,+)<br>[8.72] | 0.4(+,+)<br>[6.48] |
|                          | 1/13,000                | <b>1/10,000</b>    | 1/27,000            | 1/36,000            | 1/31,000            | 1/24,000           | 1/29,000            | 1/19,000           | 1/14,000           |
| 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>y-y' 断面 | 0.6(+,+)<br>[42.01]     | 0.4(-,+)<br>[8.11] | 0.2(-,+)<br>[15.96] | 0.2(+,+)<br>[18.51] | 0.2(+,+)<br>[9.48]  | 0.3(-,+)<br>[9.81] | 0.2(-,+)<br>[10.10] | 0.3(+,+)<br>[8.78] | 0.4(+,+)<br>[7.52] |
|                          | 1/22,000                | 1/36,000           | 1/65,000            | 1/60,000            | 1/74,000            | 1/49,000           | 1/56,000            | 1/43,000           | 1/32,000           |

※ 下線は、各断面における最大傾斜の最大値を示す。

※ Ssに記載の、(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [ ] は、発生時刻 (秒) を示す。

※ Ss-B4は、水平方向のみに定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動 (鉛直方向) を用いた。

添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-3 波及的影響に係る基本方針」  
に同じである。

添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-3-1 波及的影響を考慮する施設の選定」に同じである。

## 添付 5-1-4 地震応答解析の基本方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-1-4 地震応答解析の基本方針」に同じである。

## 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.....             | 3 |
| 2.6 応答スペクトルの適用方法.....            | 3 |
| 2.7 設計用床応答曲線の作成.....             | 3 |
| 3. 地震応答解析モデル.....                | 3 |
| 4. 最大加速度及び設計用床応答曲線.....          | 4 |
| 4.1 弾性設計用地震動 $S_d$ .....         | 4 |
| 4.2 基準地震動 $S_s$ .....            | 4 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 1. 概要」に同じである。

## 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に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 <sup>2</sup> ) |          |          |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------|
|                         |                          |                         | NS<br>成分                   | EW<br>成分 | UD<br>成分 |
| 基準地震動<br>S <sub>s</sub> | 応答スペクトルに基づく地震動           | S <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -B 1     | 620                        |          | 320      |
|                         | 断層モデルを用いた手法による地震動        | S <sub>s</sub> -B 2 H 1 | 450                        |          | 320      |
|                         |                          | S <sub>s</sub> -B 2 H 2 | 490                        |          |          |
|                         |                          | S <sub>s</sub> -B 3 H 1 | 430                        |          | 300      |
|                         |                          | S <sub>s</sub> -B 3 H 2 | 400                        |          |          |
|                         |                          | S <sub>s</sub> -B 4 H 1 | 540                        |          | —        |
|                         |                          | S <sub>s</sub> -B 4 H 2 | 500                        |          |          |
| 標準応答スペクトルを考慮した地震動       | S <sub>s</sub> -B 5      | 697                     |                            | 442      |          |

注：弾性設計用地震動S<sub>d</sub>は、基準地震動S<sub>s</sub>に0.5を乗じたものとする。

## 2.2 解析方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.2 解析方法」に同じである。

## 2.3 減衰定数

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.3 減衰定数」に同じである。

## 2.4 数値計算用諸元

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.4 数値計算用諸元」に同じである。

## 2.5 応答スペクトル作成位置

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.5 応答スペクトル作成位置」に同じである。

## 2.6 応答スペクトルの適用方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.6 応答スペクトルの適用方法」に同じである。

## 2.7 設計用床応答曲線の作成

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 2.7 設計用床応答曲線の作成」に同じである。

## 3. 地震応答解析モデル

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針 3. 地震応答解析モデル」に同じである。

#### 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<sub>d</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |          |                    |          |          |                      |          |                    |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------------------|----------|--------------------|
|               |      |              | S <sub>d</sub> -A                   |          |          | S <sub>d</sub> -B1 |          |          | S <sub>d</sub> -B2H1 |          |                    |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向           |
| 貯蔵建屋<br>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* <sup>1</sup> |
|               | 5    | 16.30        | 0.51                                | 0.53     | 0.31     | 0.56               | 0.56     | 0.19     | 0.22                 | 0.20     | 0.18* <sup>1</sup> |

表 4.1-1 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |                 |                      |          |                    |                      |          |                 |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|-----------------|----------------------|----------|--------------------|----------------------|----------|-----------------|
|               |      |              | S <sub>d</sub> -B2H2                |          |                 | S <sub>d</sub> -B3H1 |          |                    | S <sub>d</sub> -B3H2 |          |                 |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向        | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向           | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向        |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22        | 0.26                                | 0.28     | —* <sup>1</sup> | 0.27                 | 0.38     | 0.23* <sup>2</sup> | 0.30                 | 0.32     | —* <sup>2</sup> |
|               | 5    | 16.30        | 0.24                                | 0.27     | —* <sup>1</sup> | 0.24                 | 0.27     | 0.21* <sup>2</sup> | 0.26                 | 0.27     | —* <sup>2</sup> |

表 4.1-1 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |          |                      |          |          |                    |          |          |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
|               |      |              | S <sub>d</sub> -B4H1                |          |          | S <sub>d</sub> -B4H2 |          |          | S <sub>d</sub> -B5 |          |          |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22        | 0.32                                | 0.36     | —        | 0.39                 | 0.45     | —        | 0.53               | 0.54     | 0.34     |
|               | 5    | 16.30        | 0.29                                | 0.31     | —        | 0.36                 | 0.36     | —        | 0.46               | 0.48     | 0.32     |

\*1: S<sub>d</sub>-B2の鉛直方向震度についてはS<sub>d</sub>-B2H1の鉛直方向欄に記す。

\*2: S<sub>d</sub>-B3の鉛直方向震度についてはS<sub>d</sub>-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.<br>(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<br>方向  | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向  | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向    | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>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.<br>(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<br>方向  | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向    | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向    | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>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.<br>(m) | 最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$ |          |          |             |          |          |           |          |          |
|---------------|------|--------------|---|----------|----------|-------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|               |      |              | $S_d$ -B4H1                                       |          |          | $S_d$ -B4H2 |          |          | $S_d$ -B5 |          |          |
|               |      |              | NS<br>方向  | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向    | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向  | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22        | 0.38  | 0.44     | —        | 0.47        | 0.54     | —        | 0.64      | 0.64     | 0.41     |
|               | 5    | 16.30        | 0.35  | 0.38     | —        | 0.43        | 0.43     | —        | 0.56      | 0.57     | 0.38     |

\*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<br>T. P. (m) | 減衰定数<br>(%) | 図番         |
|-------|---------------|----------|------|-----------------|-------------|------------|
| $S_d$ | 使用済燃料<br>貯蔵建屋 | 水平<br>方向 | 4    | 29.220          | 2.0         | SB-SdH-SB1 |
|       |               |          | 5    | 16.300          | 1.0         | SB-SdH-SB2 |

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<br>T. P. (m) | 減衰定数<br>(%) | 図番         |
|-------|---------------|----------|------|-----------------|-------------|------------|
| $S_d$ | 使用済燃料<br>貯蔵建屋 | 鉛直<br>方向 | 4    | 29.220          | 2.0         | SB-SdV-SB1 |
|       |               |          | 5    | 16.300          | 1.0         | SB-SdV-SB2 |

構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T. P. 29. 220m

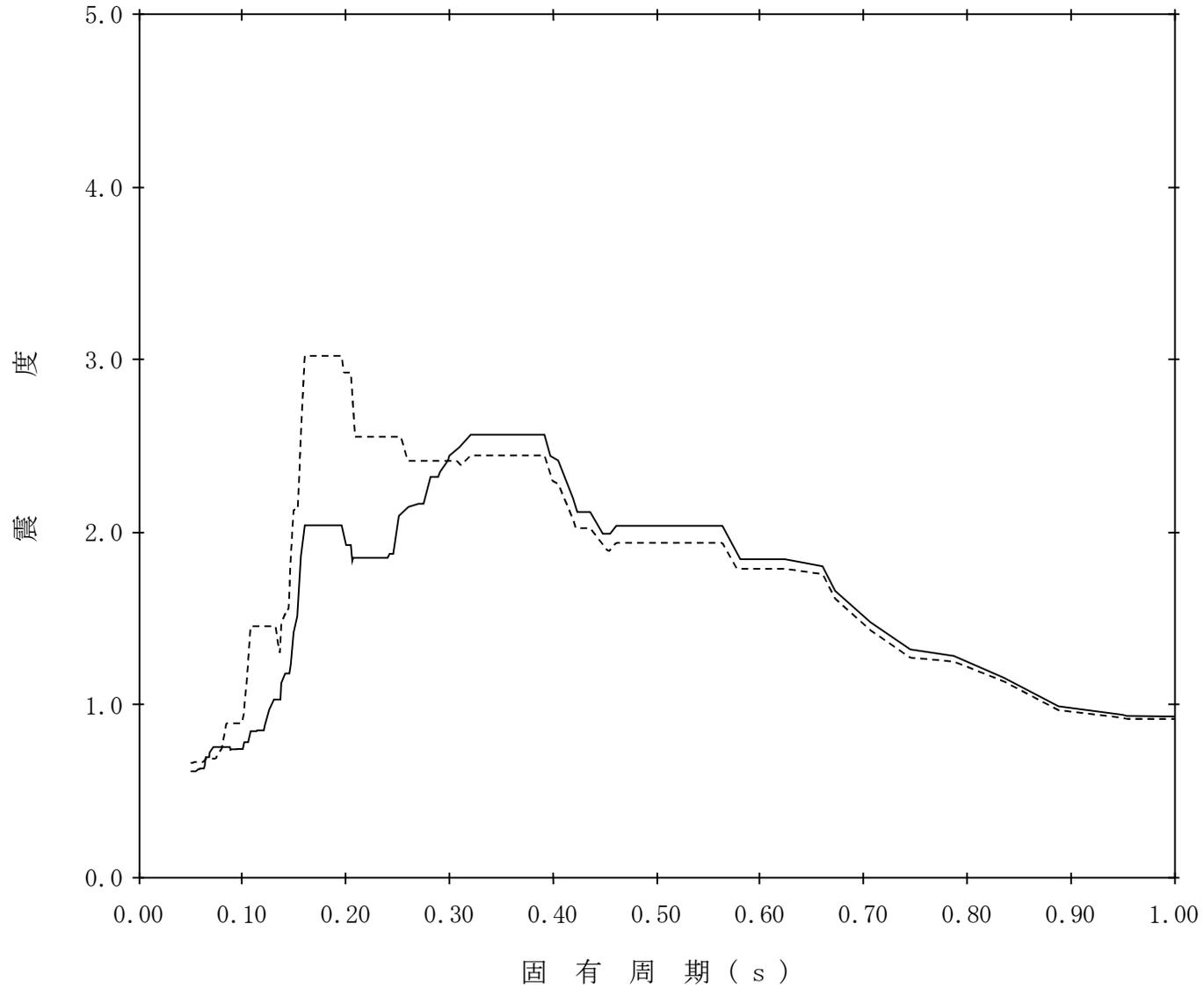
【SB-SdH-SB1】

減衰定数：2.0%

波形名：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>

—— NS方向

- - - - EW方向



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T. P. 16. 300m

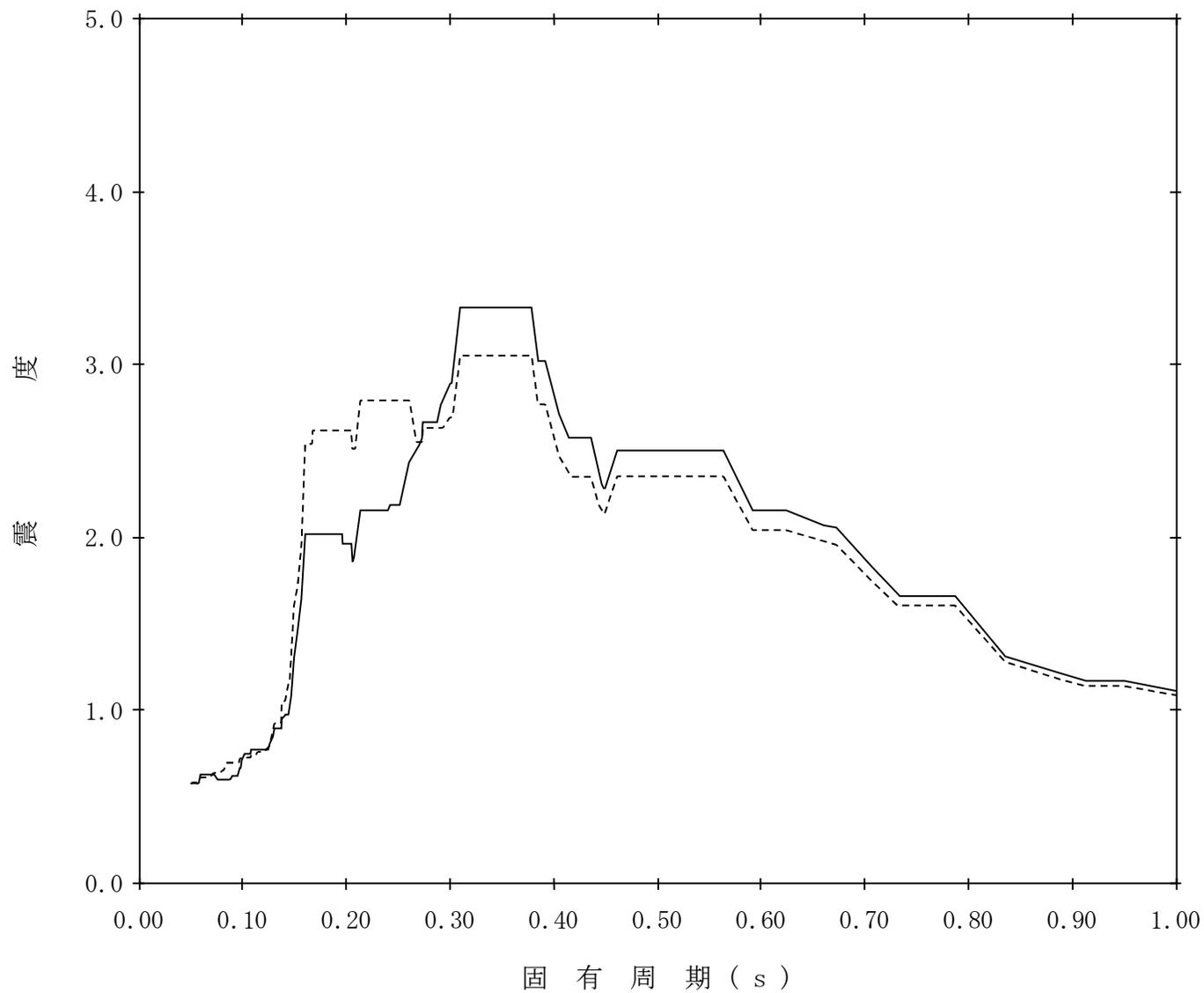
【SB-SdH-SB2】

減衰定数：1.0%

波形名：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>

—— NS方向

- - - - EW方向



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

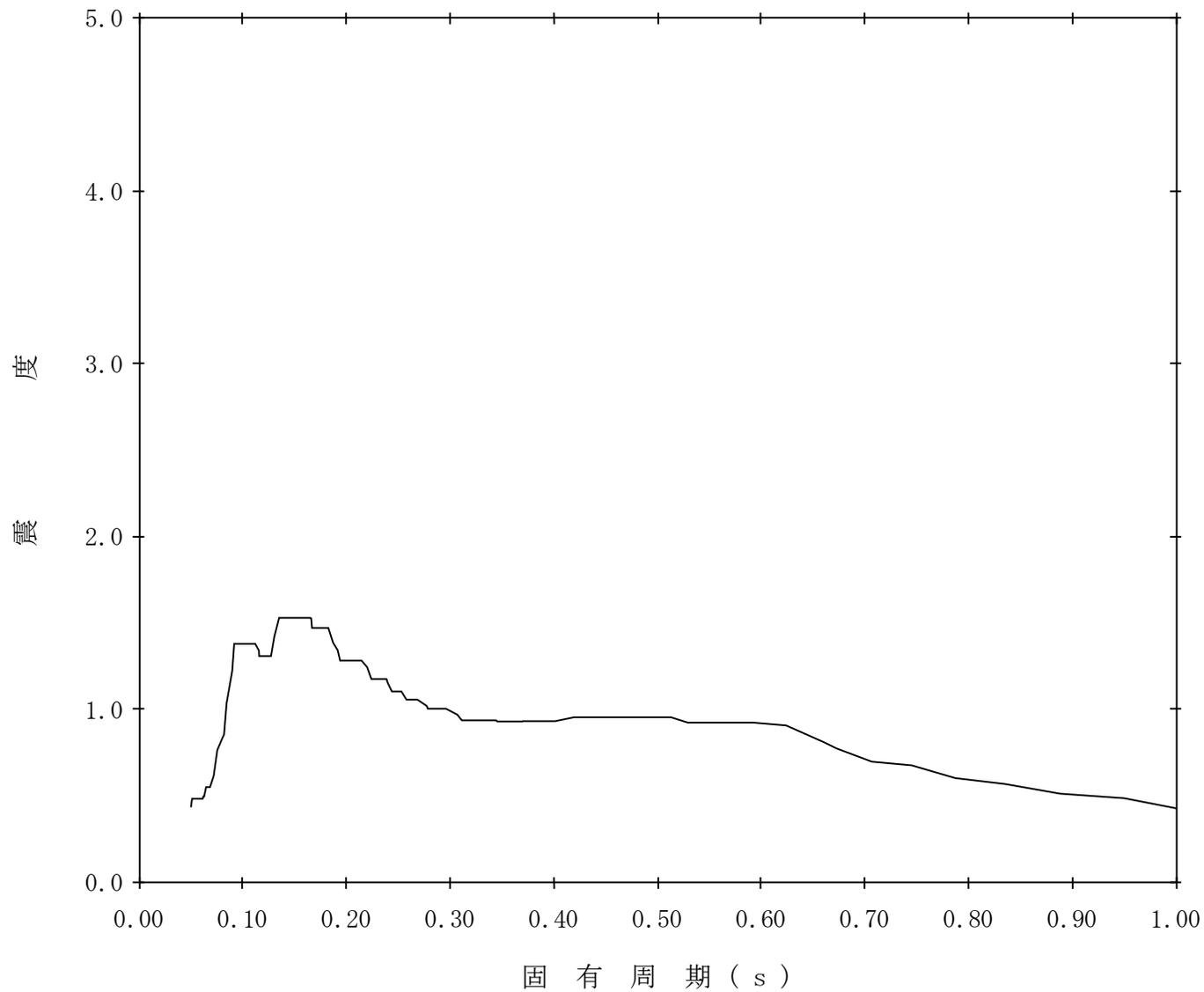
標高：T. P. 29. 220m

【SB-SdV-SB1】

—— 鉛直方向

減衰定数：2. 0%

波形名：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T.P. 16. 300m

【SB-SdV-SB2】

—— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>

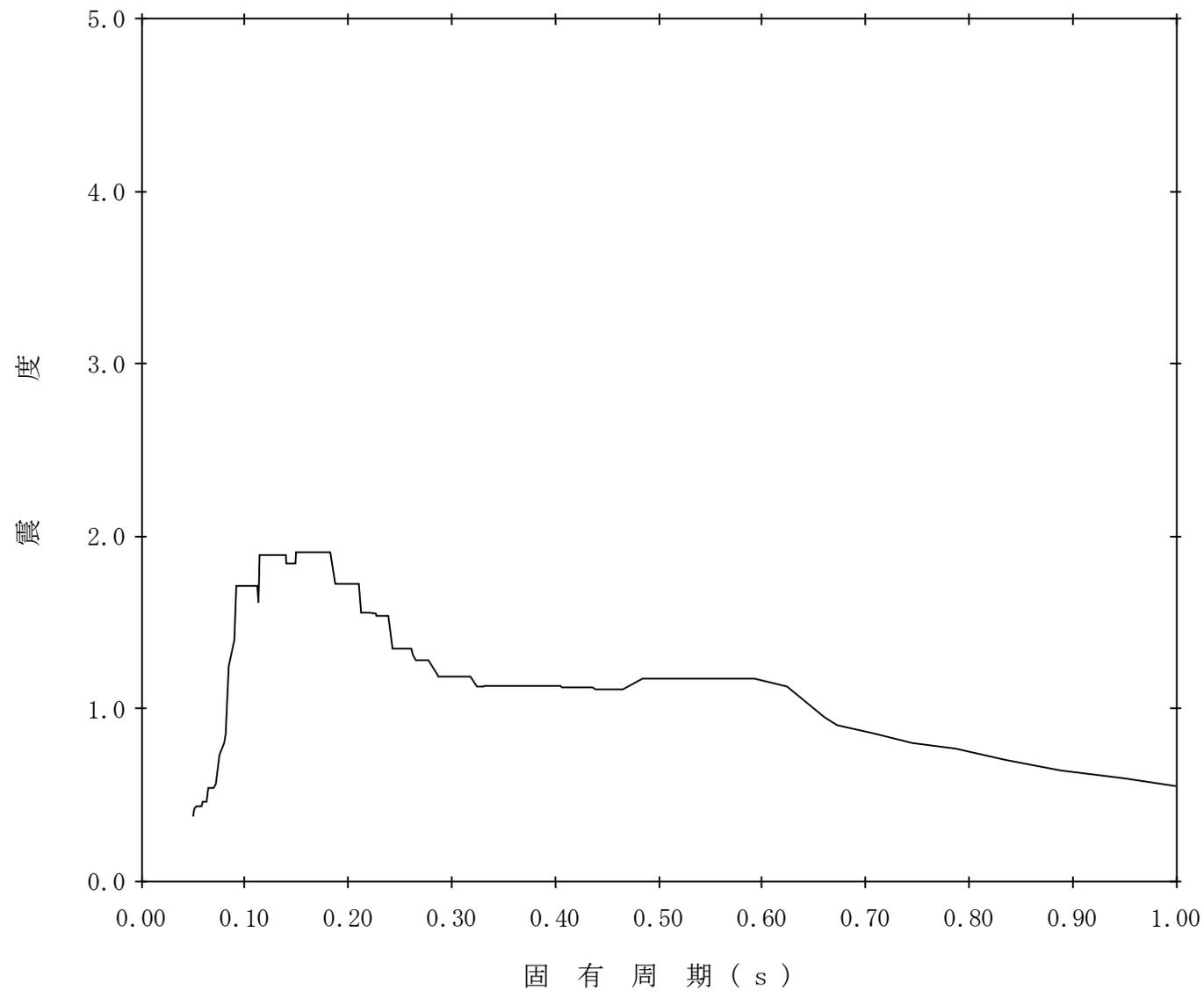


表 4.3-1 基準地震動 S<sub>s</sub>設計用最大加速度 (使用済燃料貯蔵建屋) (1/3)

| 建屋            | 質点番号 | T.P.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |          |                    |          |          |                      |          |                    |
|---------------|------|-------------|-------------------------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------------------|----------|--------------------|
|               |      |             | S <sub>s</sub> -A                   |          |          | S <sub>s</sub> -B1 |          |          | S <sub>s</sub> -B2H1 |          |                    |
|               |      |             | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向           |
| 貯蔵建屋<br>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* <sup>1</sup> |
|               | 5    | 16.30       | 0.98                                | 1.03     | 0.58     | 1.06               | 1.09     | 0.36     | 0.41                 | 0.42     | 0.39* <sup>1</sup> |

表 4.3-1 基準地震動 S<sub>s</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |                 |                      |          |                    |                      |          |                 |
|---------------|------|-------------|-------------------------------------|----------|-----------------|----------------------|----------|--------------------|----------------------|----------|-----------------|
|               |      |             | S <sub>s</sub> -B2H2                |          |                 | S <sub>s</sub> -B3H1 |          |                    | S <sub>s</sub> -B3H2 |          |                 |
|               |      |             | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向        | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向           | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向        |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22       | 0.56                                | 0.58     | —* <sup>1</sup> | 0.57                 | 0.73     | 0.44* <sup>2</sup> | 0.58                 | 0.61     | —* <sup>2</sup> |
|               | 5    | 16.30       | 0.50                                | 0.56     | —* <sup>1</sup> | 0.48                 | 0.54     | 0.40* <sup>2</sup> | 0.55                 | 0.52     | —* <sup>2</sup> |

表 4.3-1 基準地震動 S<sub>s</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.0 |          |          |                      |          |          |                    |          |          |
|---------------|------|-------------|-------------------------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
|               |      |             | S <sub>s</sub> -B4H1                |          |          | S <sub>s</sub> -B4H2 |          |          | S <sub>s</sub> -B5 |          |          |
|               |      |             | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22       | 0.63                                | 0.73     | —        | 0.76                 | 0.91     | —        | 0.97               | 0.99     | 0.65     |
|               | 5    | 16.30       | 0.52                                | 0.59     | —        | 0.70                 | 0.71     | —        | 0.85               | 0.87     | 0.61     |

\*1: S<sub>s</sub>-B2の鉛直方向震度についてはS<sub>s</sub>-B2H1の鉛直方向欄に記す。

\*2: S<sub>s</sub>-B3の鉛直方向震度についてはS<sub>s</sub>-B3H1の鉛直方向欄に記す。

表 4.3-2 基準地震動 S<sub>s</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.2 |          |          |                    |          |          |                      |          |          |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|
|               |      |              | S <sub>s</sub> -A                   |          |          | S <sub>s</sub> -B1 |          |          | S <sub>s</sub> -B2H1 |          |          |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>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<sub>s</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.2 |          |          |                      |          |          |                      |          |          |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|
|               |      |              | S <sub>s</sub> -B2H2                |          |          | S <sub>s</sub> -B3H1 |          |          | S <sub>s</sub> -B3H2 |          |          |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>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<sub>s</sub>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.<br>(m) | 最大加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> ) ×1.2 |          |          |                      |          |          |                    |          |          |
|---------------|------|--------------|-------------------------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
|               |      |              | S <sub>s</sub> -B4H1                |          |          | S <sub>s</sub> -B4H2 |          |          | S <sub>s</sub> -B5 |          |          |
|               |      |              | NS<br>方向                            | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向             | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 | NS<br>方向           | EW<br>方向 | 鉛直<br>方向 |
| 貯蔵建屋<br>使用済燃料 | 4    | 29.22        | 0.73                                | 0.81     | —        | 0.87                 | 1.02     | —        | 1.12               | 1.15     | 0.73     |
|               | 5    | 16.30        | 0.62                                | 0.71     | —        | 0.81                 | 0.82     | —        | 1.01               | 1.03     | 0.69     |

\*1: S<sub>s</sub>-B2の鉛直方向震度についてはS<sub>s</sub>-B2H1の鉛直方向欄に記す。

\*2: S<sub>s</sub>-B3の鉛直方向震度についてはS<sub>s</sub>-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<br>T. P. (m) | 減衰定数<br>(%) | 図番         |
|-------|---------------|----------|------|-----------------|-------------|------------|
| $S_s$ | 使用済燃料<br>貯蔵建屋 | 水平<br>方向 | 4    | 29.220          | 2.0         | SB-SsH-SB1 |
|       |               |          | 5    | 16.300          | 1.0         | SB-SsH-SB2 |

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<br>T. P. (m) | 減衰定数<br>(%) | 図番         |
|-------|---------------|----------|------|-----------------|-------------|------------|
| $S_s$ | 使用済燃料<br>貯蔵建屋 | 鉛直<br>方向 | 4    | 29.220          | 2.0         | SB-SsV-SB1 |
|       |               |          | 5    | 16.300          | 1.0         | SB-SsV-SB2 |

構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T. P. 29. 220m

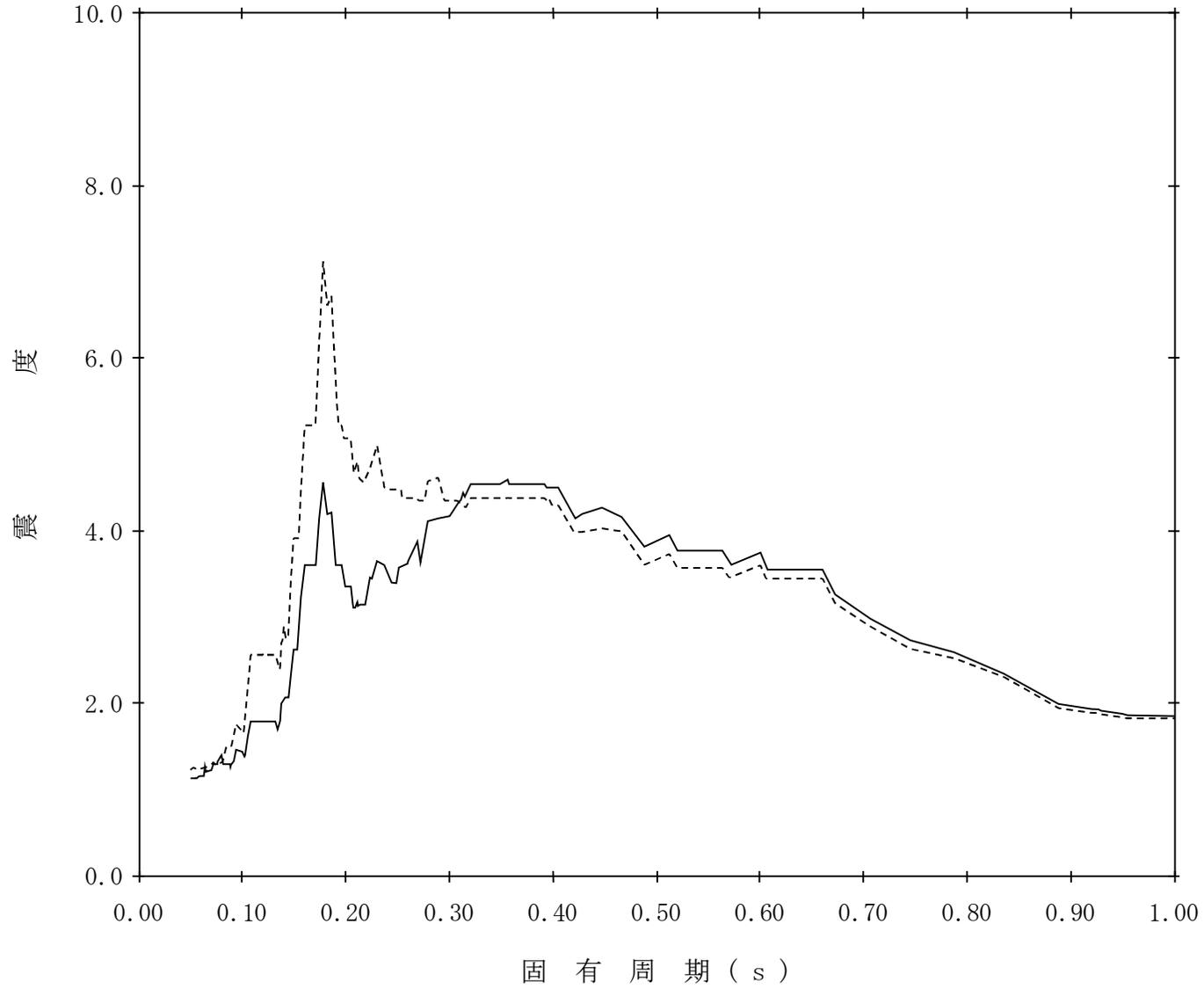
【SB-SsH-SB1】

—— NS方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S<sub>s</sub>

- - - - EW方向



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T. P. 16. 300m

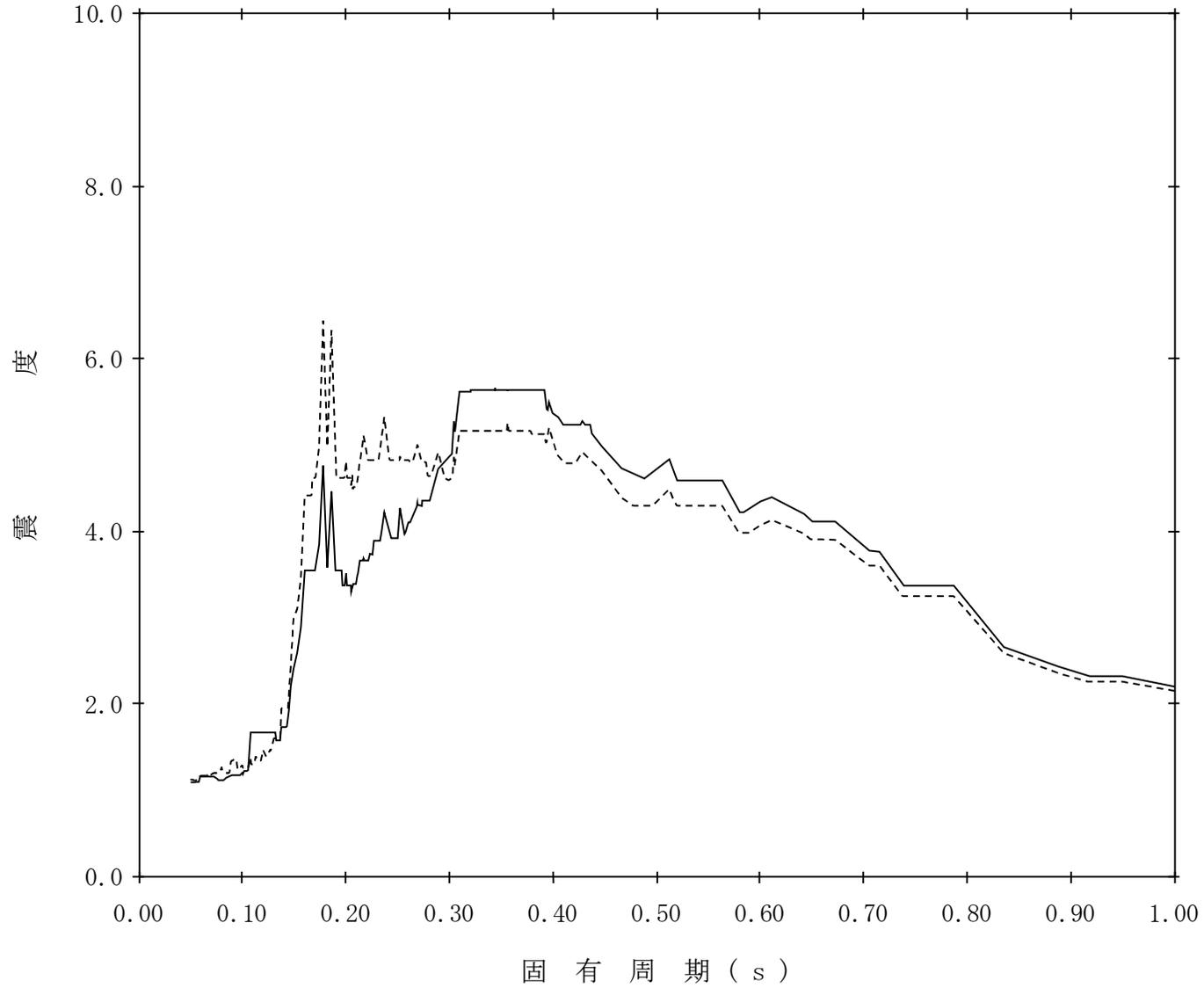
【SB-SsH-SB2】

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動  $S_s$

—— NS方向

- - - - EW方向



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

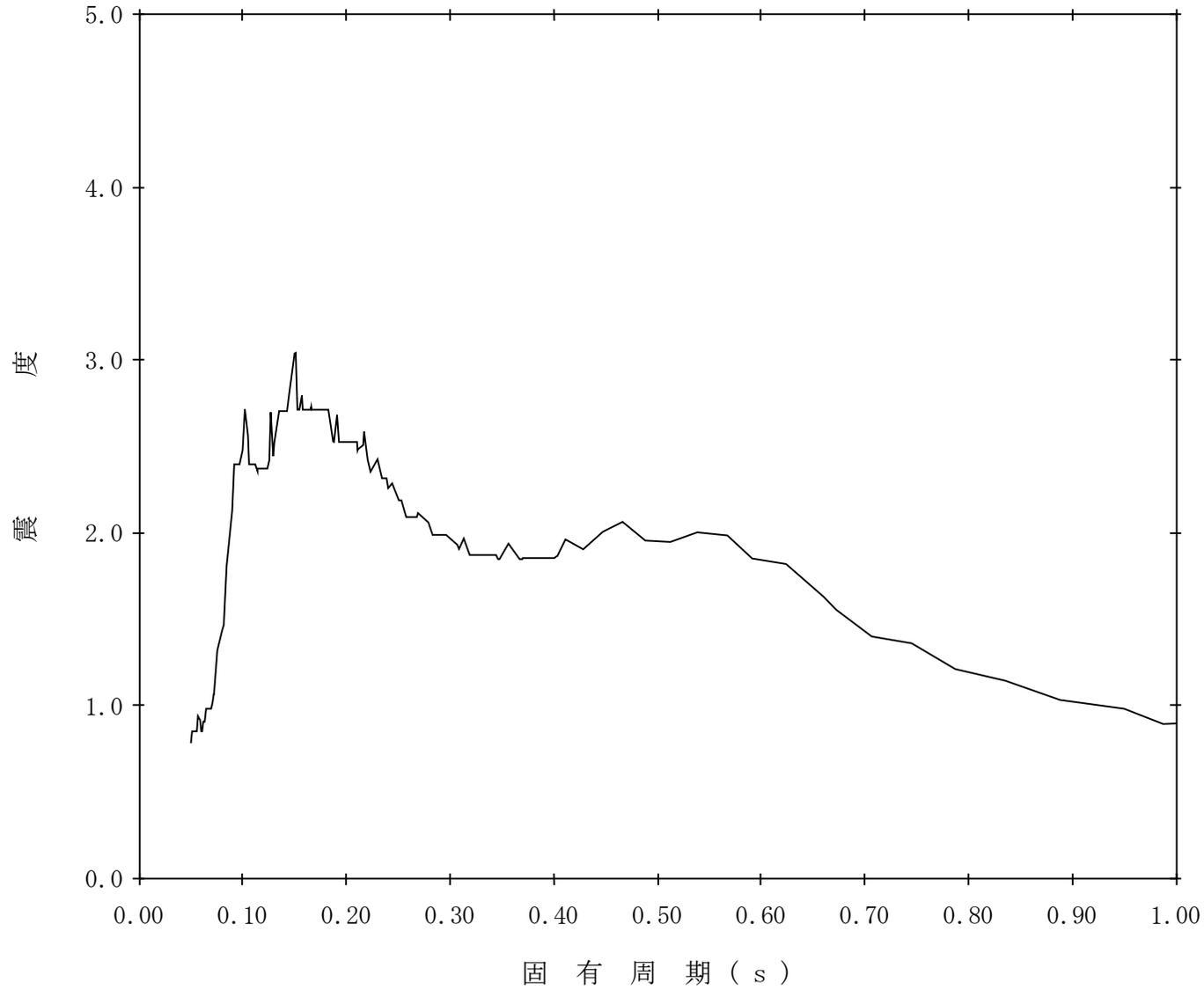
標高：T. P. 29. 220m

【SB-SsV-SB1】

—— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S<sub>s</sub>



構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

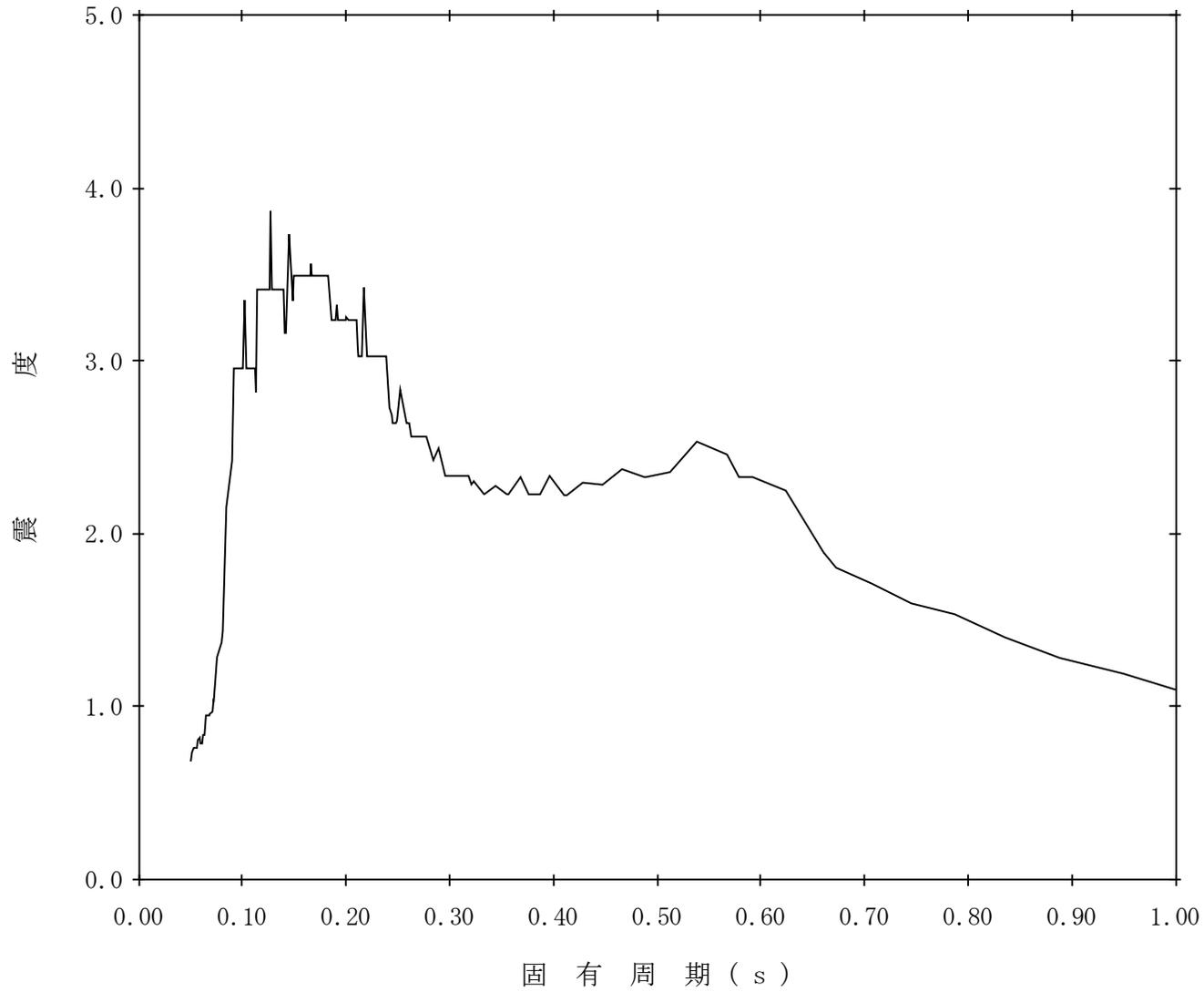
標高：T. P. 16.300m

【SB-SsV-SB2】

—— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S<sub>s</sub>



添付 5-2 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する説明書

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

## 目 次

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. 構造計画                            | 1   |
| 2. 設計基準                            | 2   |
| 3. 使用材料並びに材料の許容応力度及び材料強度           | 3   |
| 4. 設計用地震力                          | 4   |
| 5. 荷重及び荷重の組合せ                      | 5   |
| 6. 設計概要                            | 6   |
| 7. 保有水平耐力の検討                       | 7   |
| 8. 基準地震動 $S_s$ に対する機能保持検討          | 8   |
| 8.1 検討概要                           | 8   |
| 8.2 地震応答解析                         | 8   |
| 8.2.1 検討用地震動                       | 8   |
| 8.2.2 入力地震動                        | 17  |
| 8.2.3 地震応答解析モデル                    | 36  |
| 8.2.4 材料物性の不確かさ                    | 48  |
| 8.2.5 地震応答解析結果                     | 67  |
| 8.3 検討用地震力                         | 102 |
| 8.4 耐震壁及びフレーム部の検討                  | 105 |
| 8.5 基礎スラブの検討                       | 108 |
| 8.6 杭の検討                           | 114 |
| 8.7 ランウェイガーダの検討                    | 122 |
| 8.8 遮蔽ルーバの検討                       | 125 |
| 8.9 遮蔽扉の検討                         | 128 |
| 8.10 安全余裕の確認                       | 133 |
| 9. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価    | 135 |
| 9.1 検討概要                           | 135 |
| 9.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動 | 135 |
| 9.3 評価対象部位の選定                      | 135 |
| 9.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価方法        | 135 |
| 9.5 3 次元 FEM 解析による耐震性評価            | 139 |
| 9.6 基礎スラブの検討                       | 170 |
| 9.7 杭の検討                           | 176 |

別紙 液状化影響検討について

## 目次

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 図 8.2-1  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -A) .....                        | 9  |
| 図 8.2-2  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B1) .....                       | 10 |
| 図 8.2-3  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B2) .....                       | 11 |
| 図 8.2-4  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B3) .....                       | 12 |
| 図 8.2-5  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B4) .....                       | 13 |
| 図 8.2-6  | 設計用模擬地震波の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B5) .....                       | 14 |
| 図 8.2-7  | 設計用模擬地震波の加速度応答スペクトル (水平方向) .....                                | 15 |
| 図 8.2-8  | 設計用模擬地震波の加速度応答スペクトル (鉛直方向) .....                                | 16 |
| 図 8.2-9  | 建屋-杭-地盤連成系の地震応答解析モデル (水平動) .....                                | 18 |
| 図 8.2-10 | 建屋-杭-地盤連成系の地震応答解析モデル (鉛直動) .....                                | 18 |
| 図 8.2-11 | 地盤の最大応答加速度分布 (水平方向) .....                                       | 26 |
| 図 8.2-12 | 地盤の最大応答加速度分布 (鉛直方向) .....                                       | 27 |
| 図 8.2-13 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -A) .....                           | 28 |
| 図 8.2-14 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B1) .....                          | 29 |
| 図 8.2-15 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B2) .....                          | 30 |
| 図 8.2-16 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B3) .....                          | 31 |
| 図 8.2-17 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B4) .....                          | 32 |
| 図 8.2-18 | 入力地震動の加速度波形 (S <sub>s</sub> -B5) .....                          | 33 |
| 図 8.2-19 | 入力地震動の加速度応答スペクトル (水平方向) .....                                   | 34 |
| 図 8.2-20 | 入力地震動の加速度応答スペクトル (鉛直方向) .....                                   | 35 |
| 図 8.2-21 | 杭-地盤ばねの近似 .....   | 36 |
| 図 8.2-22 | 地震応答解析モデル (NS 方向) .....   | 37 |
| 図 8.2-23 | 地震応答解析モデル (EW 方向) .....   | 38 |
| 図 8.2-24 | 地震応答解析モデル (鉛直方向) .....  | 39 |
| 図 8.2-25 | 耐震壁のせん断応力度-せん断ひずみ度関係 .....                                      | 41 |
| 図 8.2-26 | 耐震壁のせん断応力度-せん断ひずみ度関係の履歴特性 .....                                 | 42 |
| 図 8.2-27 | 耐震壁の曲げモーメント-曲率関係 .....  | 43 |
| 図 8.2-28 | 耐震壁の曲げモーメント-曲率関係の履歴特性 .....                                     | 44 |
| 図 8.2-29 | フレーム部のせん断力-層間変形角の関係 .....                                       | 45 |
| 図 8.2-30 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布<br>(水平方向, S <sub>s</sub> -AH) .....  | 55 |
| 図 8.2-31 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布<br>(水平方向, S <sub>s</sub> -B1H) ..... | 56 |
| 図 8.2-32 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布<br>(鉛直方向, S <sub>s</sub> -AV) .....  | 57 |
| 図 8.2-33 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布                                      |    |

|          |   |    |
|----------|---|----|
|          | (鉛直方向, $S_s-B5V$ )  | 58 |
| 図 8.2-34 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形<br>(水平方向, $S_s-A$ )                 | 59 |
| 図 8.2-35 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形<br>(水平方向, $S_s-B1$ )                | 60 |
| 図 8.2-36 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形<br>(鉛直方向, $S_s-A$ )                 | 61 |
| 図 8.2-37 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形<br>(鉛直方向, $S_s-B5$ )                | 62 |
| 図 8.2-38 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度応答スペクトル<br>(水平方向)                      | 63 |
| 図 8.2-39 | 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度応答スペクトル<br>(鉛直方向)                      | 64 |
| 図 8.2-40 | 固有周期及び刺激関数<br>(基本ケース, $S_s-A$ , $S_s-B1$ 及び $S_s-B5$ , NS 方向) | 71 |
| 図 8.2-41 | 固有周期及び刺激関数<br>(基本ケース, $S_s-A$ , $S_s-B1$ 及び $S_s-B5$ , EW 方向) | 72 |
| 図 8.2-42 | 固有周期及び刺激関数<br>(基本ケース, $S_s-A$ , $S_s-B1$ 及び $S_s-B5$ , 鉛直方向)  | 73 |
| 図 8.2-43 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B2$ 及び $S_s-B3$ , NS 方向)              | 74 |
| 図 8.2-44 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B2$ 及び $S_s-B3$ , EW 方向)              | 75 |
| 図 8.2-45 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B2$ 及び $S_s-B3$ , 鉛直方向)               | 76 |
| 図 8.2-46 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B4$ , NS 方向)                          | 77 |
| 図 8.2-47 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B4$ , EW 方向)                          | 78 |
| 図 8.2-48 | 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, $S_s-B4$ , 鉛直方向)                           | 79 |
| 図 8.2-49 | 最大応答加速度 (基本ケース, NS 方向)  | 80 |
| 図 8.2-50 | 最大応答変位 (基本ケース, NS 方向)   | 80 |
| 図 8.2-51 | 最大応答せん断力 (基本ケース, NS 方向)                                       | 81 |
| 図 8.2-52 | 最大応答曲げモーメント (基本ケース, NS 方向)                                    | 81 |
| 図 8.2-53 | 最大応答加速度 (基本ケース, EW 方向)  | 82 |
| 図 8.2-54 | 最大応答変位 (基本ケース, EW 方向)   | 82 |
| 図 8.2-55 | 最大応答せん断力 (基本ケース, EW 方向)                                       | 83 |
| 図 8.2-56 | 最大応答曲げモーメント (基本ケース, EW 方向)                                    | 83 |
| 図 8.2-57 | せん断スケルトンと最大応答値 (基本ケース, NS 方向)                                 | 84 |
| 図 8.2-58 | せん断スケルトンと最大応答値 (基本ケース, EW 方向)                                 | 85 |
| 図 8.2-59 | 曲げスケルトンと最大応答値 (基本ケース, NS 方向)                                  | 86 |
| 図 8.2-60 | 曲げスケルトンと最大応答値 (基本ケース, EW 方向)                                  | 87 |
| 図 8.2-61 | 最大応答加速度 (基本ケース, 鉛直方向, 受入屋根)                                   | 88 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 図 8.2-62 | 最大応答加速度（基本ケース，鉛直方向，建屋部）                 | 88  |
| 図 8.2-63 | 最大応答軸力（基本ケース，鉛直方向，建屋部）                  | 89  |
| 図 8.2-64 | 最大応答せん断力（基本ケース，鉛直方向，受入屋根）               | 90  |
| 図 8.2-65 | 最大応答曲げモーメント（基本ケース，鉛直方向，受入屋根）            | 90  |
| 図 8.2-66 | 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）             | 91  |
| 図 8.2-67 | 最大応答変位（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）              | 91  |
| 図 8.2-68 | 最大応答せん断力（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）            | 92  |
| 図 8.2-69 | 最大応答曲げモーメント（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）         | 92  |
| 図 8.2-70 | 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）             | 93  |
| 図 8.2-71 | 最大応答変位（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）              | 93  |
| 図 8.2-72 | 最大応答せん断力（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）            | 94  |
| 図 8.2-73 | 最大応答曲げモーメント（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）         | 94  |
| 図 8.2-74 | せん断スケルトンと最大応答値（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）      | 95  |
| 図 8.2-75 | せん断スケルトンと最大応答値（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）      | 96  |
| 図 8.2-76 | 曲げスケルトンと最大応答値（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）       | 97  |
| 図 8.2-77 | 曲げスケルトンと最大応答値（地盤剛性の不確かさケース，EW 方向）       | 98  |
| 図 8.2-78 | 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根）         | 99  |
| 図 8.2-79 | 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，建屋部）          | 99  |
| 図 8.2-80 | 最大応答軸力（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，建屋部）           | 100 |
| 図 8.2-81 | 最大応答せん断力（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根）        | 101 |
| 図 8.2-82 | 最大応答曲げモーメント<br>（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根） | 101 |
| 図 8.5-1  | 解析モデル図                                  | 109 |
| 図 8.5-2  | 検討用地震力における基礎スラブの応力図（G 通り）               | 110 |
| 図 8.5-3  | 検討用地震力における基礎スラブの応力図（1 通り）               | 111 |
| 図 8.6-1  | 応答変位法による杭応力の算定方法（概念図）                   | 117 |
| 図 8.6-2  | 杭の応力解析結果（EW 方向）                         | 118 |
| 図 8.8-1  | 遮蔽ルーバの構造                                | 125 |
| 図 8.9-1  | 評価対象とする遮蔽扉 1 階伏図（T.P. 16.3）             | 128 |
| 図 8.9-2  | 遮蔽扉の概要（SSD-4）                           | 128 |
| 図 8.9-3  | 遮蔽扉の応力算定の考え方                            | 130 |
| 図 9.1-1  | 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討フロー          | 136 |
| 図 9.5-1  | 水平 2 方向評価用模擬波の加速度波形（2DE-A）              | 141 |
| 図 9.5-2  | 水平 2 方向評価用模擬波の加速度波形（2DE-B1）             | 142 |
| 図 9.5-3  | 水平 2 方向評価用模擬波の加速度応答スペクトル                | 143 |
| 図 9.5-4  | 入力地震動の加速度波形（2DE-A）                      | 146 |
| 図 9.5-5  | 入力地震動の加速度波形（2DE-B1）                     | 147 |
| 図 9.5-6  | 水平 2 方向評価用の入力地震動の加速度応答スペクトル             | 148 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 図 9.5-7  | 解析モデル (全体)   | 150 |
| 図 9.5-8  | 解析モデル (断面)   | 150 |
| 図 9.5-9  | 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 16.3 m)                                | 151 |
| 図 9.5-10 | 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 29.22 m)                               | 151 |
| 図 9.5-11 | 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 33.22 m)                               | 152 |
| 図 9.5-12 | 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 39.3 m)                                | 152 |
| 図 9.5-13 | 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 43.5 m)                                | 153 |
| 図 9.5-14 | 3次元 FEM モデルによる固有モード (NS 方向)  | 155 |
| 図 9.5-15 | 3次元 FEM モデルによる固有モード (EW 方向)  | 155 |
| 図 9.5-16 | 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による加速度応答<br>スペクトルの比較 (2DE-A, NS 方向)  | 157 |
| 図 9.5-17 | 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による加速度応答<br>スペクトルの比較 (2DE-A, EW 方向)  | 157 |
| 図 9.5-18 | 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による加速度応答<br>スペクトルの比較 (2DE-B1, NS 方向) | 158 |
| 図 9.5-19 | 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による加速度応答<br>スペクトルの比較 (2DE-B1, EW 方向) | 158 |
| 図 9.5-20 | エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法   | 166 |
| 図 9.5-21 | 3次元的な応答特性を踏まえたせん断スケルトン上の最大応答値<br>(NS 方向)                           | 168 |
| 図 9.5-22 | 3次元的な応答特性を踏まえたせん断スケルトン上の最大応答値<br>(EW 方向)                           | 169 |
| 図 9.6-1  | 解析モデル図   | 171 |
| 図 9.6-2  | 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (G 通り)   | 172 |
| 図 9.6-3  | 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (1 通り)   | 173 |
| 図 9.7-1  | 応答変位法による杭応力の算定方法 (概念図)   | 179 |
| 図 9.7-2  | 杭の応力解析結果 (水平 2 方向)   | 180 |

表目次

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 表 8.2-1  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -A) .....  | 19 |
| 表 8.2-2  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -B1) .....   | 20 |
| 表 8.2-3  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -B2) .....   | 21 |
| 表 8.2-4  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -B3) .....   | 22 |
| 表 8.2-5  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -B4) .....   | 23 |
| 表 8.2-6  | 地盤定数 (S <sub>s</sub> -B5) .....   | 24 |
| 表 8.2-7  | 建屋モデル諸元 (NS 方向) .....   | 37 |
| 表 8.2-8  | 建屋モデル諸元 (EW 方向) .....   | 38 |
| 表 8.2-9  | 建屋モデル諸元 (鉛直方向) .....  | 39 |
| 表 8.2-10 | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (S <sub>s</sub> -A, S <sub>s</sub> -B1 及び S <sub>s</sub> -B5) .....    | 40 |
| 表 8.2-11 | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (S <sub>s</sub> -B2 及び S <sub>s</sub> -B3) .....                       | 40 |
| 表 8.2-12 | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (S <sub>s</sub> -B4) .....   | 40 |
| 表 8.2-13 | せん断応力度のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$ 関係, NS 方向) .....   | 46 |
| 表 8.2-14 | せん断応力度のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$ 関係, EW 方向) .....   | 46 |
| 表 8.2-15 | 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M- $\phi$ 関係, NS 方向) .....   | 47 |
| 表 8.2-16 | 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M- $\phi$ 関係, EW 方向) .....   | 47 |
| 表 8.2-17 | せん断力のスケルトン曲線 (Q- $\delta$ 関係, NS 方向, 4 層) .....   | 47 |
| 表 8.2-18 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -A, +1 $\sigma$ ) .....                                | 49 |
| 表 8.2-19 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -A, -1 $\sigma$ ) .....                                | 50 |
| 表 8.2-20 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -B1, +1 $\sigma$ ) .....                               | 51 |
| 表 8.2-21 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -B1, -1 $\sigma$ ) .....                               | 52 |
| 表 8.2-22 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -B5, +1 $\sigma$ ) .....                               | 53 |
| 表 8.2-23 | 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (S <sub>s</sub> -B5, -1 $\sigma$ ) .....                               | 54 |
| 表 8.2-24 | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね<br>(地盤剛性の不確かさケース, +1 $\sigma$ ) .....                                  | 65 |
| 表 8.2-25 | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね<br>(地盤剛性の不確かさケース, -1 $\sigma$ ) .....                                  | 66 |
| 表 8.2-26 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -A, S <sub>s</sub> -B1 及び S <sub>s</sub> -B5, NS 方向) ..... | 68 |
| 表 8.2-27 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -A, S <sub>s</sub> -B1 及び S <sub>s</sub> -B5, EW 方向) ..... | 68 |
| 表 8.2-28 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -A, S <sub>s</sub> -B1 及び S <sub>s</sub> -B5, 鉛直方向) .....  | 68 |
| 表 8.2-29 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B2 及び S <sub>s</sub> -B3, NS 方向) .....                    | 69 |
| 表 8.2-30 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B2 及び S <sub>s</sub> -B3, EW 方向) .....                    | 69 |
| 表 8.2-31 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B2 及び S <sub>s</sub> -B3, 鉛直方向) .....                     | 69 |
| 表 8.2-32 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B4, NS 方向) .....  | 70 |
| 表 8.2-33 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B4, EW 方向) .....  | 70 |
| 表 8.2-34 | 固有値解析結果 (基本ケース, S <sub>s</sub> -B4, 鉛直方向) .....   | 70 |

|          |                                    |     |
|----------|------------------------------------|-----|
| 表 8.3-1  | 検討用水平地震力                           | 103 |
| 表 8.3-2  | 検討用転倒モーメント                         | 103 |
| 表 8.3-3  | 検討用鉛直地震力                           | 103 |
| 表 8.3-4  | 荷重の組合せ                             | 104 |
| 表 8.4-1  | 耐震壁のせん断ひずみ (基本ケース, NS 方向)          | 106 |
| 表 8.4-2  | 耐震壁のせん断ひずみ (材料の不確かさ考慮ケース, NS 方向)   | 106 |
| 表 8.4-3  | 耐震壁のせん断ひずみ (基本ケース, EW 方向)          | 107 |
| 表 8.4-4  | 耐震壁のせん断ひずみ (材料の不確かさ考慮ケース, EW 方向)   | 107 |
| 表 8.5-1  | 基礎スラブの断面検討結果                       | 113 |
| 表 8.6-1  | 杭の軸力算定結果 (EW 方向)                   | 115 |
| 表 8.6-2  | 最大押込み力の終局鉛直支持力に対する検討結果 (EW 方向)     | 116 |
| 表 8.6-3  | 最大引抜き力の終局引抜き抵抗力に対する検討結果 (EW 方向)    | 116 |
| 表 8.6-4  | 杭体の曲げモーメントと終局曲げ強度の比較 (EW 方向)       | 120 |
| 表 8.6-5  | 杭体のせん断力と終局せん断強度の比較 (EW 方向)         | 120 |
| 表 8.6-6  | 杭体の曲率と鉄筋降伏時の曲率の比較 (EW 方向)          | 121 |
| 表 8.7-1  | ランウェイガーダの荷重の組合せ                    | 122 |
| 表 8.7-2  | ランウェイガーダの部材応力                      | 122 |
| 表 8.7-3  | ランウェイガーダの断面検討結果                    | 124 |
| 表 8.8-1  | 地震時面外荷重に対する遮蔽ルーバの応力                | 126 |
| 表 8.8-2  | 地震時面外荷重に対する遮蔽ルーバの検討結果              | 126 |
| 表 8.8-3  | 地震時面内荷重に対する遮蔽ルーバの応力                | 127 |
| 表 8.8-4  | 地震時面内荷重に対する遮蔽ルーバの検討結果              | 127 |
| 表 8.9-1  | 評価対象とする遮蔽扉の概要                      | 129 |
| 表 8.9-2  | コンクリートの短期許容応力度                     | 129 |
| 表 8.9-3  | 鋼材の短期許容応力度                         | 129 |
| 表 8.9-4  | 検討用地震力                             | 130 |
| 表 8.9-5  | 遮蔽扉の評価結果 (SSD-1)                   | 132 |
| 表 8.9-6  | 遮蔽扉の評価結果 (SSD-2)                   | 132 |
| 表 8.9-7  | 遮蔽扉の評価結果 (SSD-4)                   | 132 |
| 表 8.10-1 | 検討用地震力と終局耐力の比較                     | 134 |
| 表 9.3-1  | 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性      | 137 |
| 表 9.4-1  | 水平 2 方向及び鉛直方向地震力により影響が想定される部位と評価方法 | 138 |
| 表 9.5-1  | 水平 2 方向評価用地震動                      | 139 |
| 表 9.5-2  | 水平 2 方向評価用地震動の組合せ                  | 140 |
| 表 9.5-3  | 地盤定数 (2DE-A 及び 2DE-B1)             | 145 |
| 表 9.5-4  | 材料の物性値                             | 149 |
| 表 9.5-5  | 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (水平 2 方向評価用地震動) | 149 |
| 表 9.5-6  | 固有値解析結果 (3 次元 FEM モデル) [NS 方向]     | 154 |

|          |                                     |     |
|----------|-------------------------------------|-----|
| 表 9.5-7  | 固有値解析結果 (3次元 FEM モデル) [EW 方向]       | 154 |
| 表 9.5-8  | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\alpha$ の算定 (NS 方向) | 160 |
| 表 9.5-9  | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\alpha$ の算定 (EW 方向) | 161 |
| 表 9.5-10 | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\beta$ の算定 (NS 方向)  | 162 |
| 表 9.5-11 | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\beta$ の算定 (EW 方向)  | 163 |
| 表 9.5-12 | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\zeta$ の算定 (NS 方向)  | 164 |
| 表 9.5-13 | 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\zeta$ の算定 (EW 方向)  | 164 |
| 表 9.5-14 | 3次元的な応答特性を踏まえた耐震壁のせん断ひずみ (NS 方向)    | 167 |
| 表 9.5-15 | 3次元的な応答特性を踏まえた耐震壁のせん断ひずみ (EW 方向)    | 167 |
| 表 9.6-1  | 基礎スラブの断面検討結果                        | 175 |
| 表 9.7-1  | 荷重の組合せケース (杭の検討)                    | 176 |
| 表 9.7-2  | 杭に作用する地震力の算定結果 (水平 2 方向)            | 177 |
| 表 9.7-3  | 最大押込み力の終局鉛直支持力に対する検討結果 (水平 2 方向)    | 178 |
| 表 9.7-4  | 最大引抜き力の終局引抜き抵抗力に対する検討結果 (水平 2 方向)   | 178 |
| 表 9.7-5  | 杭体の曲げモーメントと終局曲げ強度の比較 (水平 2 方向)      | 182 |
| 表 9.7-6  | 杭体のせん断力と終局せん断強度の比較 (水平 2 方向)        | 182 |
| 表 9.7-7  | 杭体の曲率と鉄筋降伏時の曲率の比較 (水平 2 方向)         | 183 |

1. 構造計画

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 1. 構造計画」に同じである。

## 2. 設計基準

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 2. 設計基準」に同じである。

3. 使用材料並びに材料の許容応力度及び材料強度

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 3. 使用材料並びに材料の許容応力度及び材料強度」に同じである。

#### 4. 設計用地震力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 4. 設計用地震力」に同じである。

5. 荷重及び荷重の組合せ

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 5. 荷重及び荷重の組合せ」に同じである。

## 6. 設計概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 6. 設計概要」に同じである。

7. 保有水平耐力の検討

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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 7. 保有水平耐力の検討」に同じである。

## 8. 基準地震動 $S_s$ に対する機能保持検討

### 8.1 検討概要

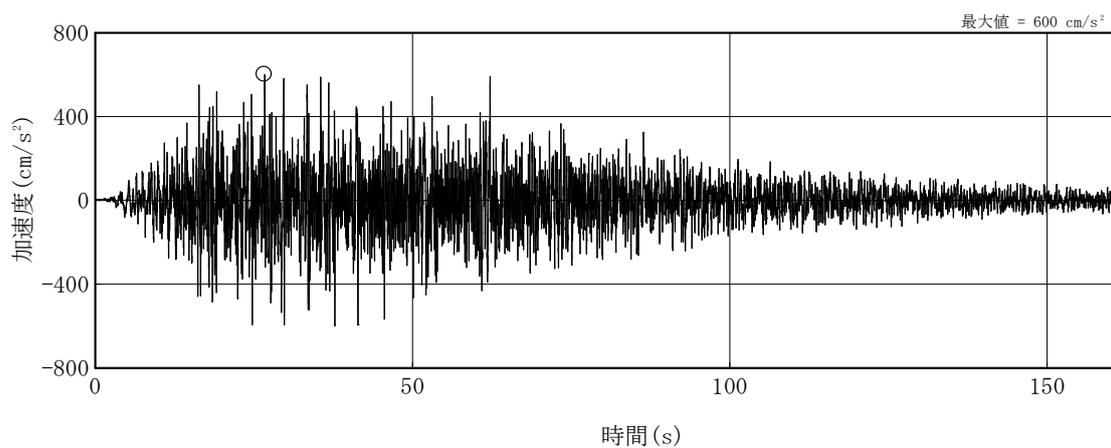
貯蔵建屋は、Sクラスの金属キャスクを収納し、その間接支持構造物であるため、基準地震動  $S_s$  に対して安全機能が保持できることを確認する。

### 8.2 地震応答解析

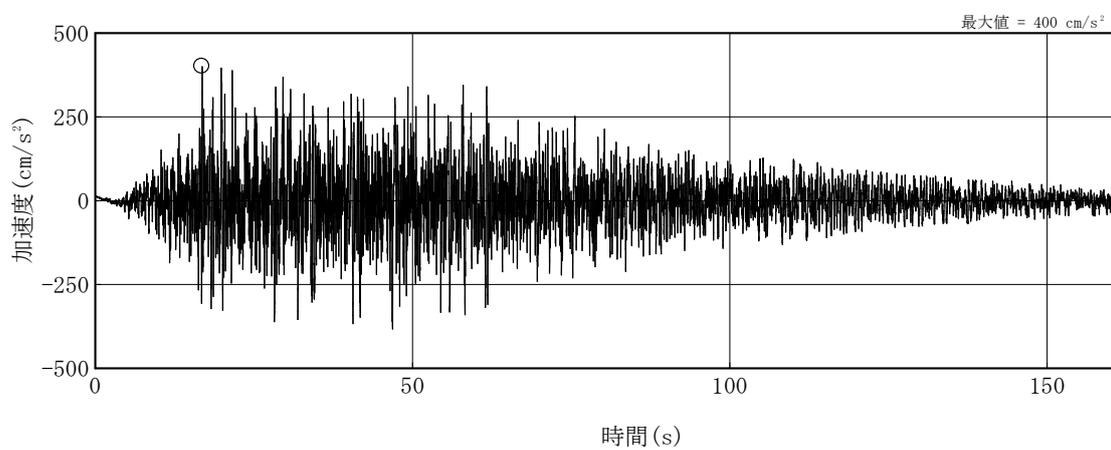
#### 8.2.1 検討用地震動

貯蔵建屋の検討用地震動は、水平方向及び鉛直方向それぞれに対して、基準地震動  $S_s$  として作成した設計用模擬地震波  $Ss-A$ ,  $Ss-B1$ ,  $Ss-B2$ ,  $Ss-B3$ ,  $Ss-B4$  及び  $Ss-B5$  を用いる。なお、 $Ss-B4$  の鉛直動については一関東評価用地震動として作成した模擬地震波を用いる。

これらの設計用模擬地震波の加速度波形を図 8.2-1～図 8.2-6 に、加速度応答スペクトルを図 8.2-7 及び図 8.2-8 に示す。



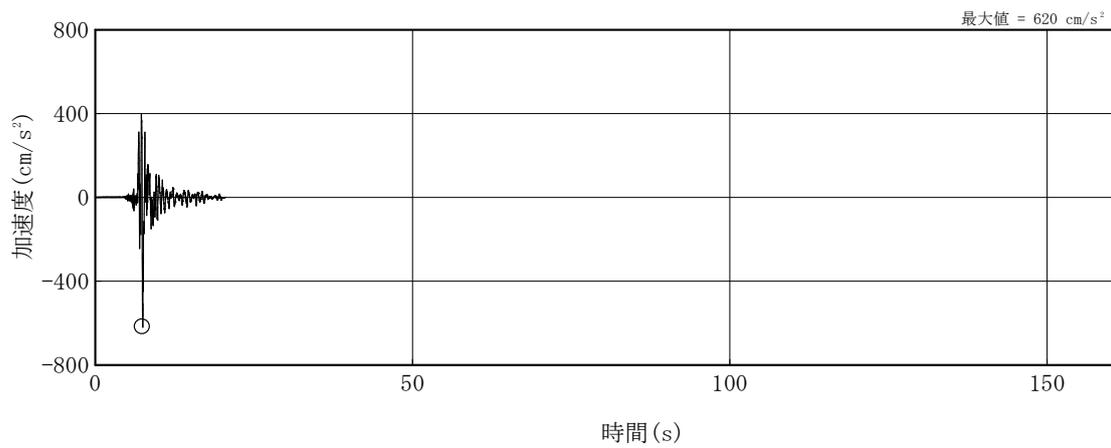
(1) Ss-AH



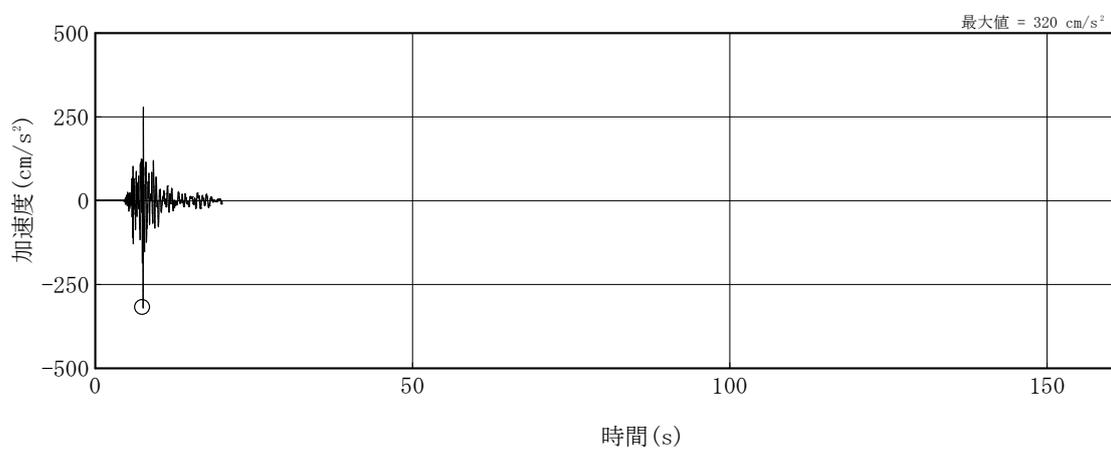
(2) Ss-AV

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-1 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-A)



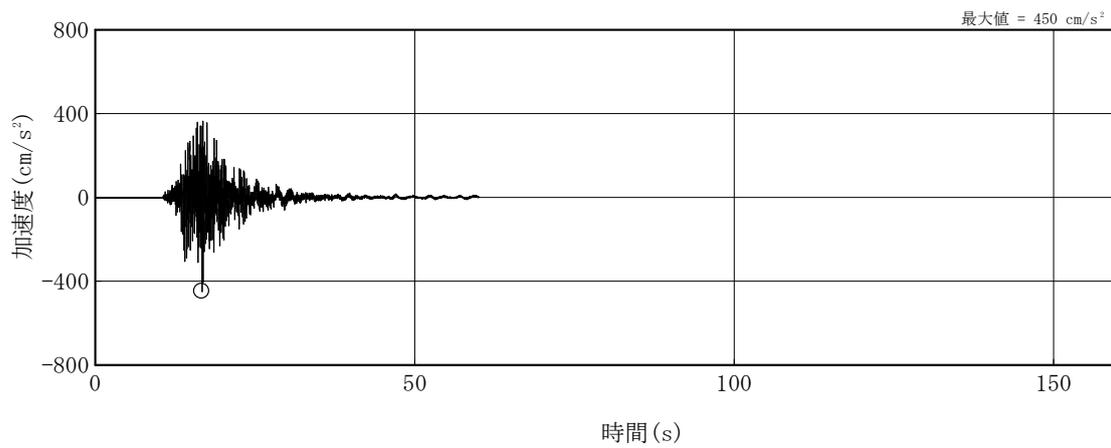
(1) Ss-B1H



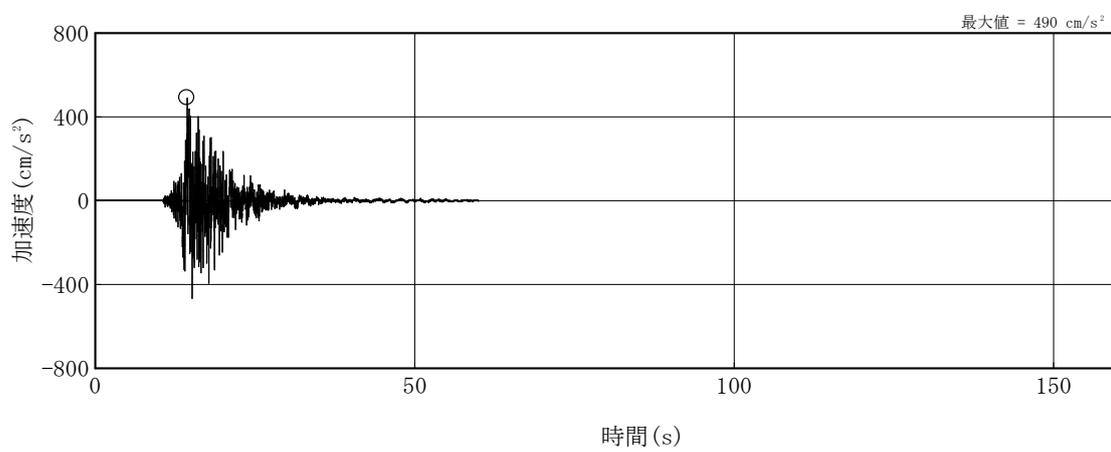
(2) Ss-B1V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

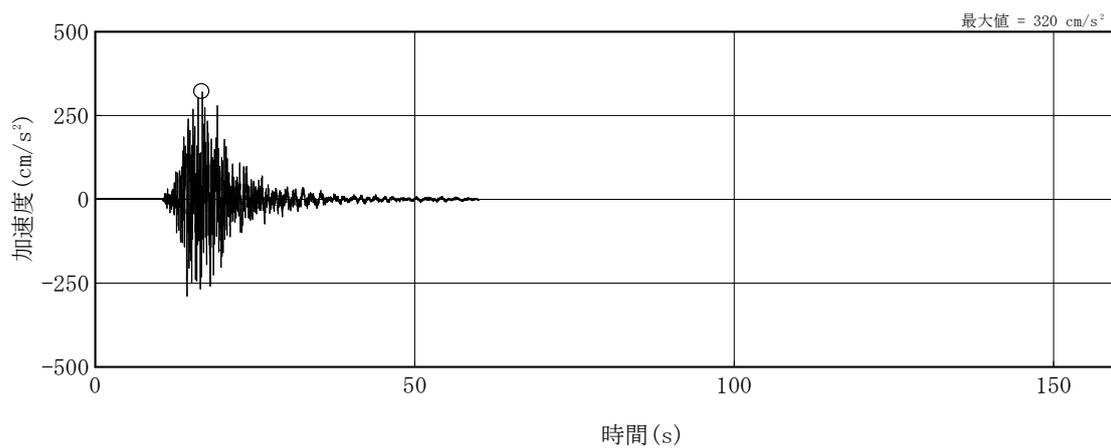
図 8.2-2 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-B1)



(1) Ss-B2H1



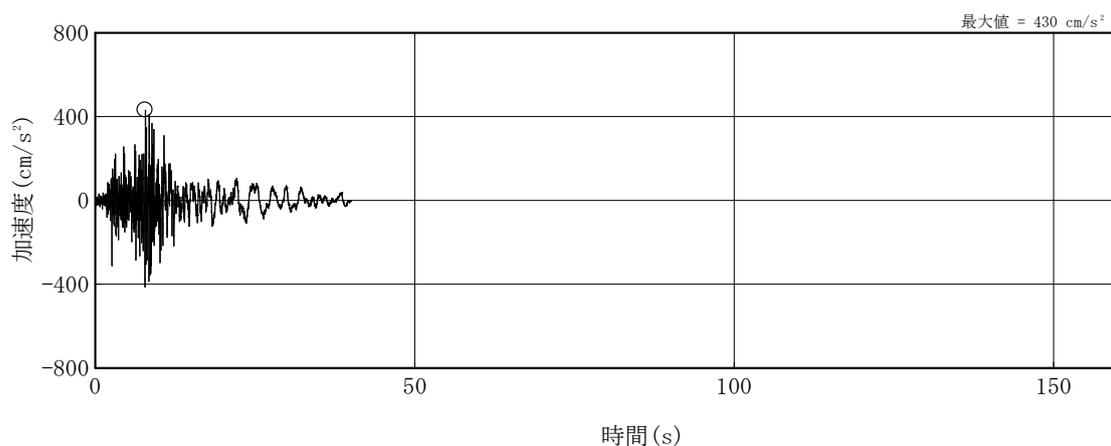
(2) Ss-B2H2



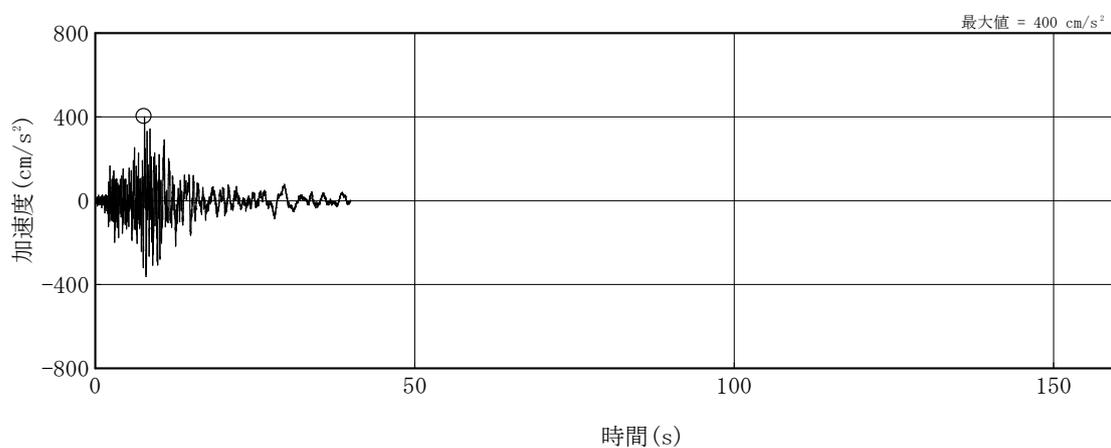
(3) Ss-B2V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

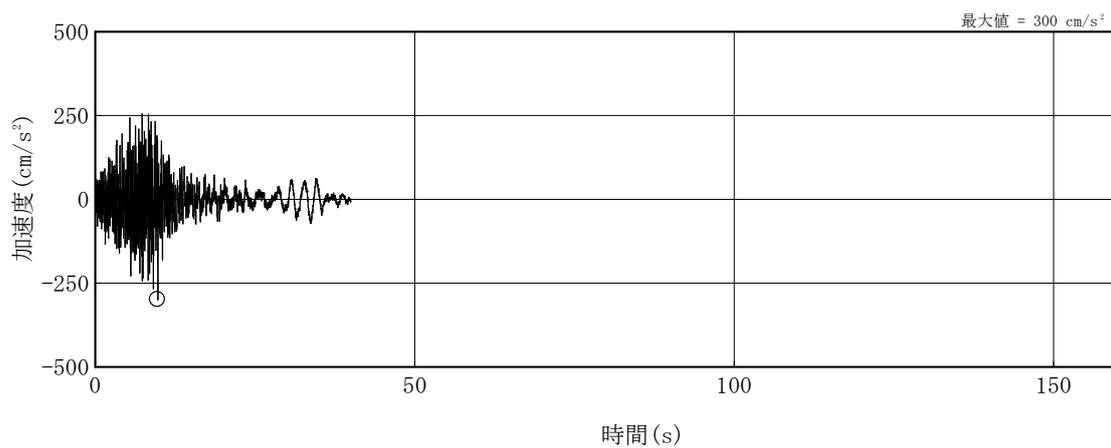
図 8.2-3 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-B2)



(1) Ss-B3H1



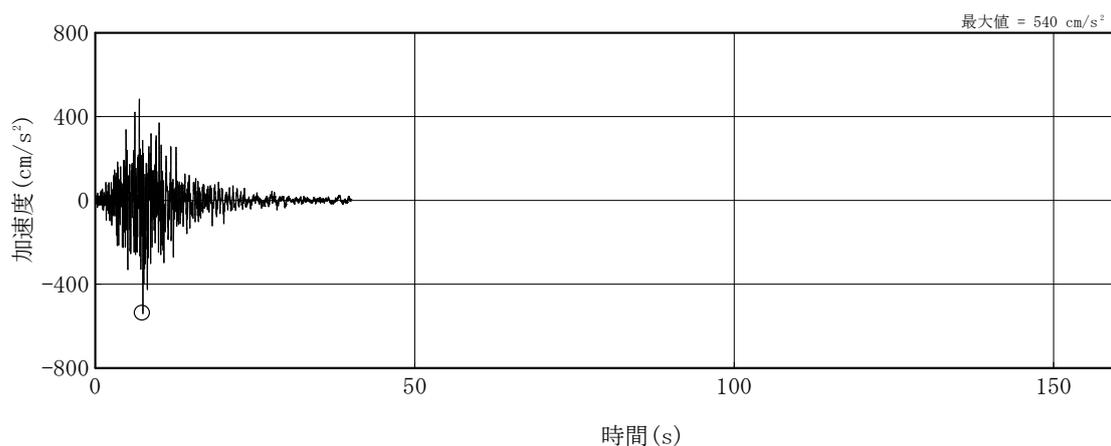
(2) Ss-B3H2



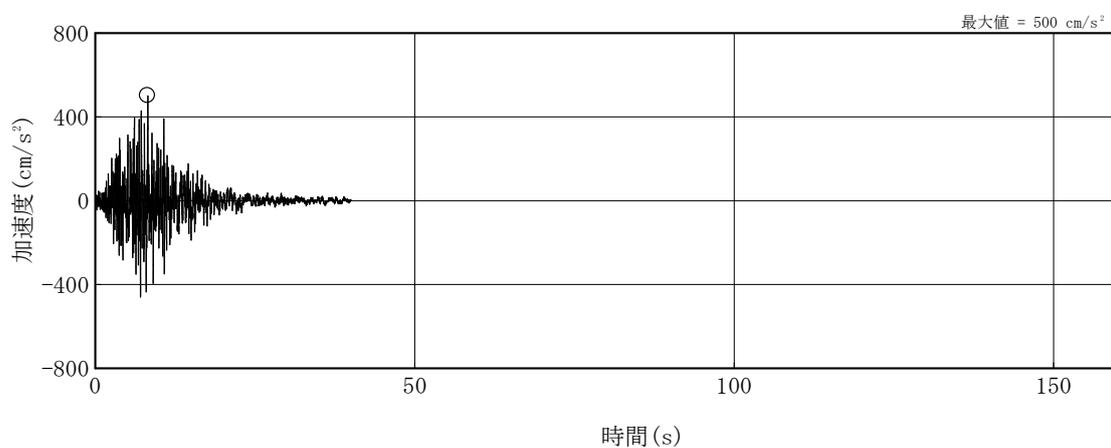
(3) Ss-B3V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

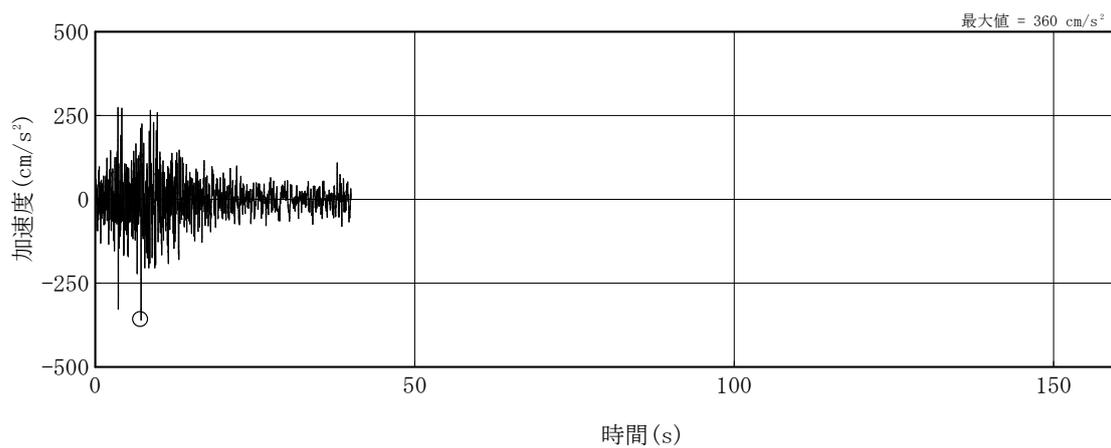
図 8.2-4 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-B3)



(1) Ss-B4H1



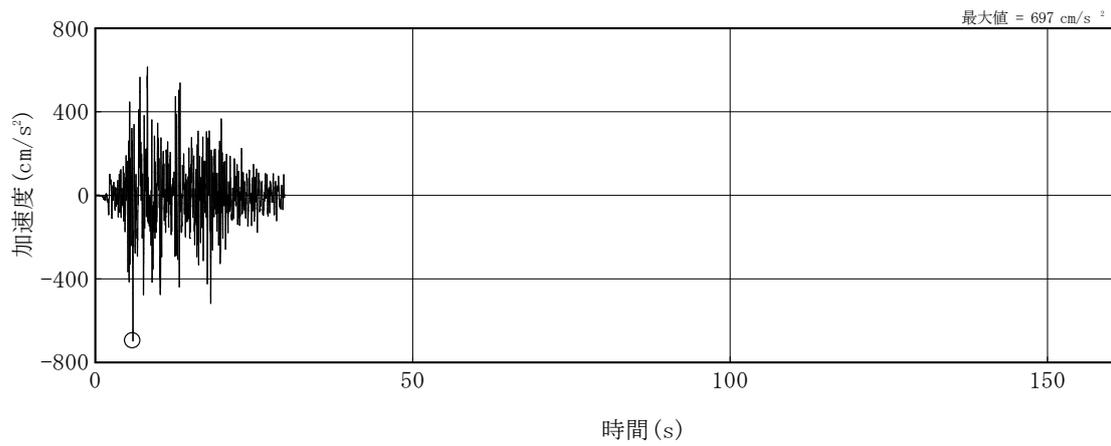
(2) Ss-B4H2



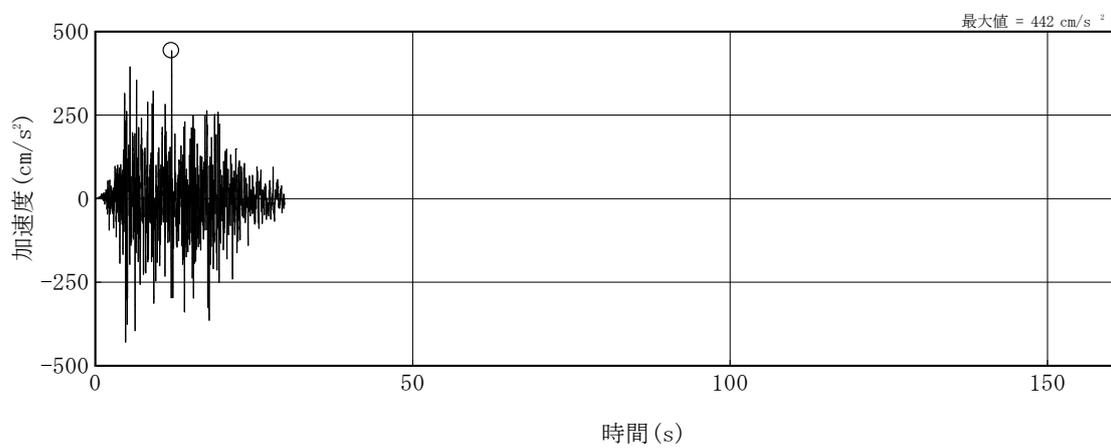
(3) 一関東評価用地震動(鉛直方向)

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向を示す。

図 8.2-5 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-B4)



(1) Ss-B5H



(2) Ss-B5V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-6 設計用模擬地震波の加速度波形 (Ss-B5)

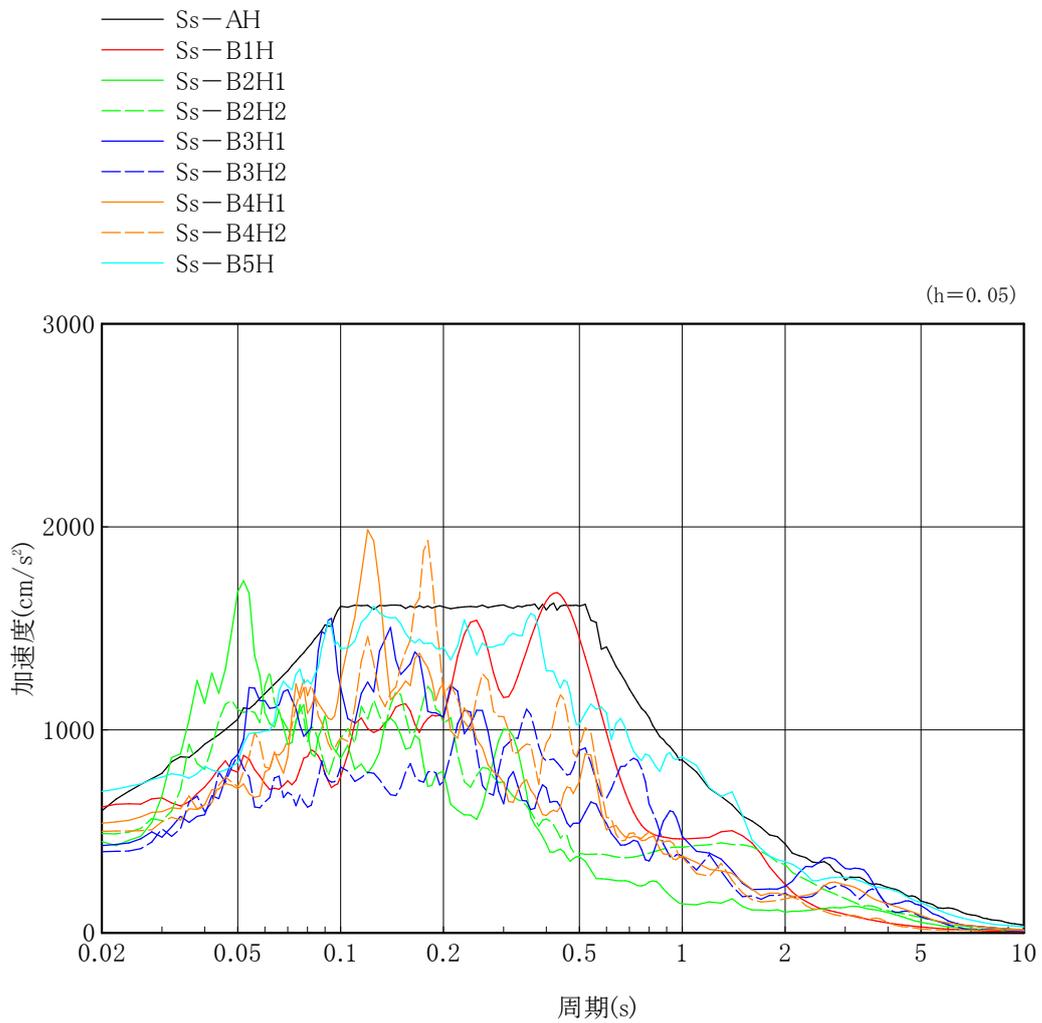


図 8.2-7 設計用模擬地震波の加速度応答スペクトル (水平方向)

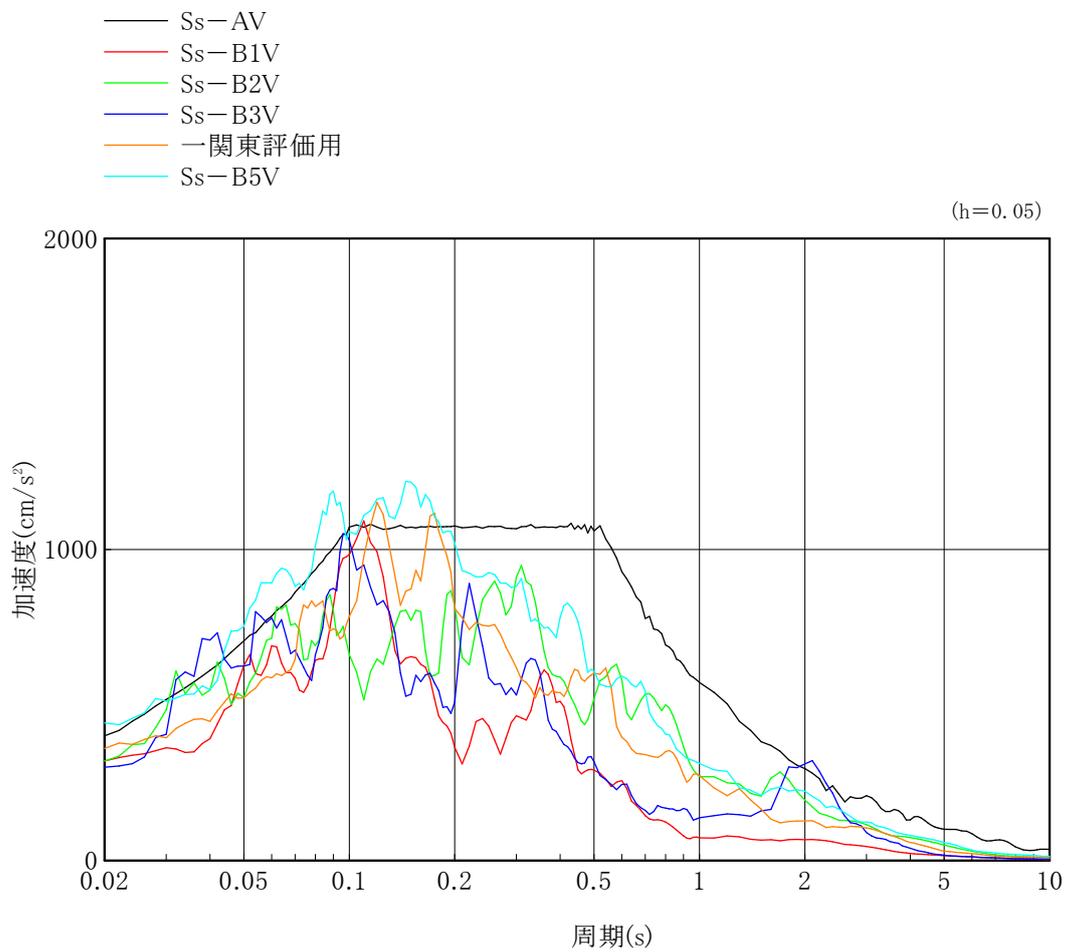


図 8.2-8 設計用模擬地震波の加速度応答スペクトル (鉛直方向)

## 8.2.2 入力地震動

### (1) 解析概要

入力地震動は、解放基盤表面で定義された基準地震動  $S_s$  から、一次元波動論に基づき求めた。

本敷地の解放基盤表面は、T.P. -218 m に想定されていることから、解析に用いる地盤モデルは図 8.2-9 及び図 8.2-10 に示すものとし、解放基盤表面に基準地震動  $S_s$  を入力して求めた基礎底面位置の応答波を建屋－杭－地盤連成系モデルへの入力地震動とする。

地盤定数を表 8.2-1～表 8.2-6 に示す。

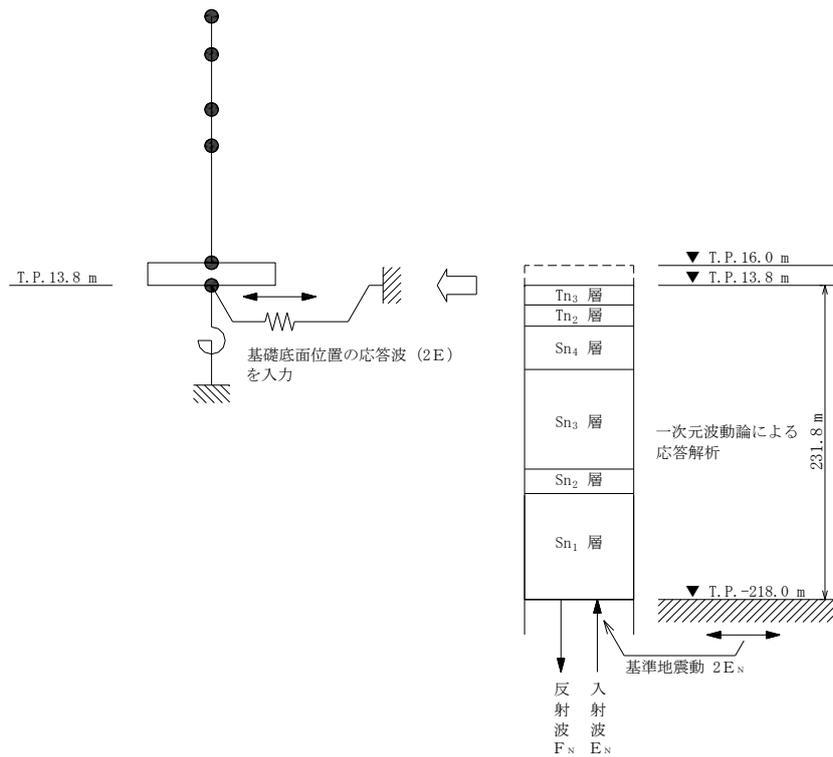


図 8.2-9 建屋－杭－地盤連成系の地震応答解析モデル（水平動）

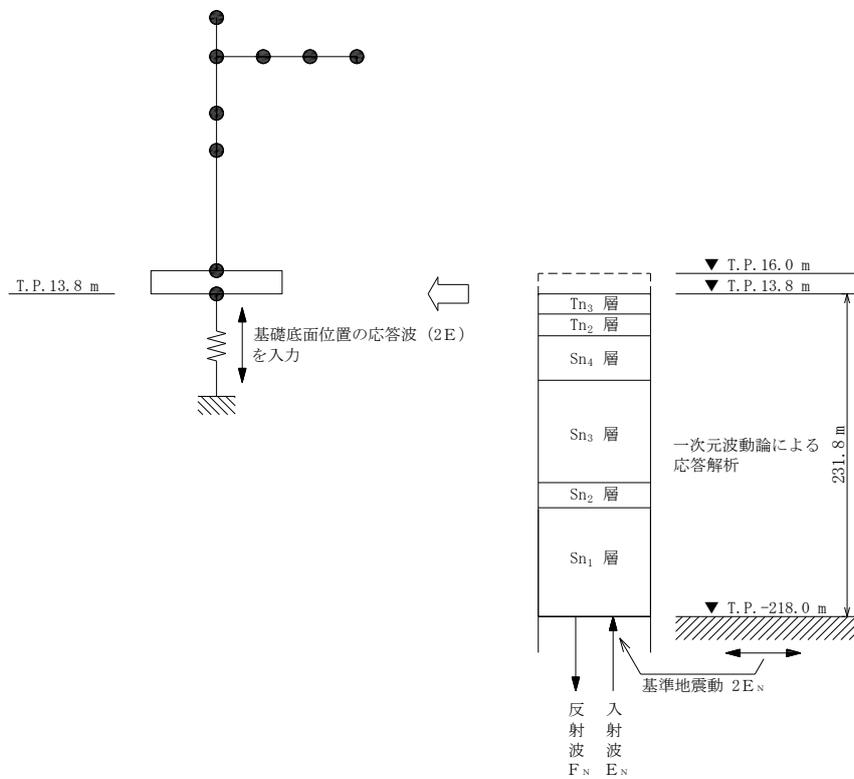


図 8.2-10 建屋－杭－地盤連成系の地震応答解析モデル（鉛直動）

表 8.2-1 地盤定数 (Ss-A)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                    | 256                                      | 3                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 400                    | 1450                   | 0.45                 | 1.92                                   | 879                                    | 301                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 400                    | 1540                   | 0.45                 | 1.82                                   | 835                                    | 286                                      | 6                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 540                    | 1800                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1520                                   | 524                                      | 4                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 700                    | 1960                   | 0.41                 | 2.01                                   | 2814                                   | 984                                      | 3                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 620                    | 1830                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1953                                   | 678                                      | 3                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-2 地盤定数 (Ss-B1)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                    | 256                                      | 3                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 400                    | 1450                   | 0.45                 | 1.92                                   | 879                                    | 301                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 400                    | 1540                   | 0.45                 | 1.82                                   | 835                                    | 286                                      | 6                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 540                    | 1800                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1520                                   | 524                                      | 4                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 700                    | 1960                   | 0.41                 | 2.01                                   | 2814                                   | 984                                      | 3                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 660                    | 1850                   | 0.42                 | 1.77                                   | 2179                                   | 762                                      | 2                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-3 地盤定数 (Ss-B2)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>$E$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>$G$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>$h$<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|------------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                      | 256  | 2                      |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 420                    | 1460                   | 0.45                 | 1.92                                   | 980                                      | 338  | 2                      |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 420                    | 1550                   | 0.45                 | 1.82                                   | 955                                      | 327  | 4                      |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 540                    | 1800                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1520                                     | 524  | 2                      |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 700                    | 1960                   | 0.41                 | 2.01                                   | 2814                                     | 984  | 2                      |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 620                    | 1830                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1953                                     | 678  | 2                      |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                     | 1274                                       | —                      |

表 8.2-4 地盤定数 (Ss-B3)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                    | 256                                      | 2                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 420                    | 1460                   | 0.45                 | 1.92                                   | 980                                    | 338                                      | 2                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 420                    | 1550                   | 0.45                 | 1.82                                   | 955                                    | 327                                      | 4                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 570                    | 1810                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1711                                   | 590                                      | 3                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 740                    | 1980                   | 0.41                 | 2.01                                   | 3144                                   | 1107                                     | 2                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 660                    | 1850                   | 0.42                 | 1.77                                   | 2179                                   | 762                                      | 2                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-5 地盤定数 (Ss-B4)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                    | 256                                      | 3                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 400                    | 1450                   | 0.45                 | 1.92                                   | 879                                    | 301                                      | 2                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 420                    | 1550                   | 0.45                 | 1.82                                   | 955                                    | 327                                      | 4                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 570                    | 1810                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1711                                   | 590                                      | 2                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 740                    | 1980                   | 0.41                 | 2.01                                   | 3144                                   | 1107                                     | 3                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 660                    | 1850                   | 0.42                 | 1.77                                   | 2179                                   | 762                                      | 2                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-6 地盤定数 (Ss-B5)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 753                                    | 256                                      | 3                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 400                    | 1450                   | 0.45                 | 1.92                                   | 879                                    | 301                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 400                    | 1540                   | 0.45                 | 1.82                                   | 835                                    | 286                                      | 6                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 540                    | 1800                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1520                                   | 524                                      | 4                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 650                    | 1940                   | 0.41                 | 2.01                                   | 2480                                   | 861                                      | 4                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 620                    | 1830                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1953                                   | 678                                      | 3                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

(2) 解析結果

以上の条件より計算される地盤の最大応答加速度分布を、水平動については図 8.2-11 に、鉛直動については図 8.2-12 に示す。また、入力地震動の加速度波形を図 8.2-13～図 8.2-18 に、加速度応答スペクトルを図 8.2-19 及び図 8.2-20 に示す。

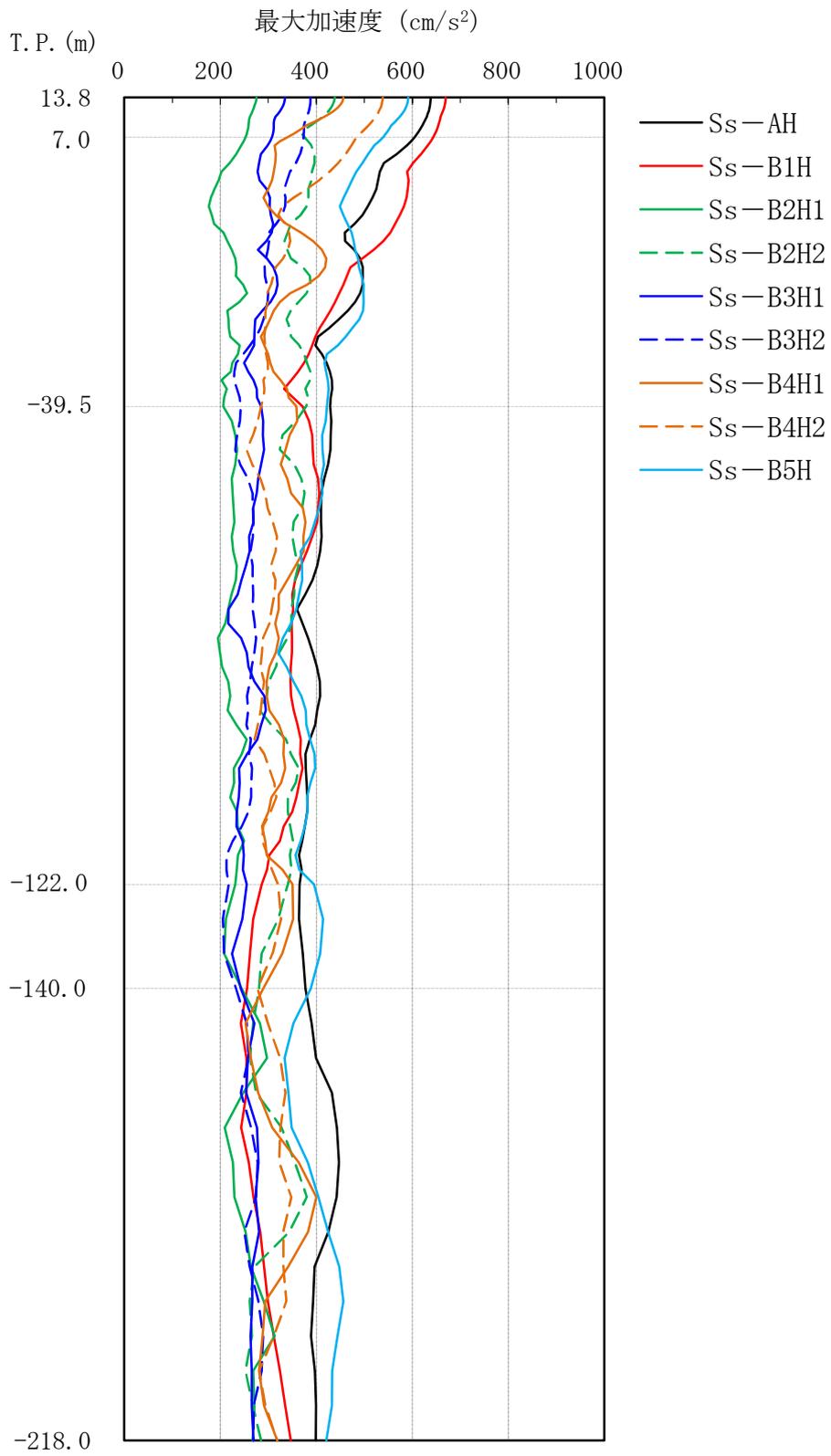


図 8.2-11 地盤の最大応答加速度分布 (水平方向)

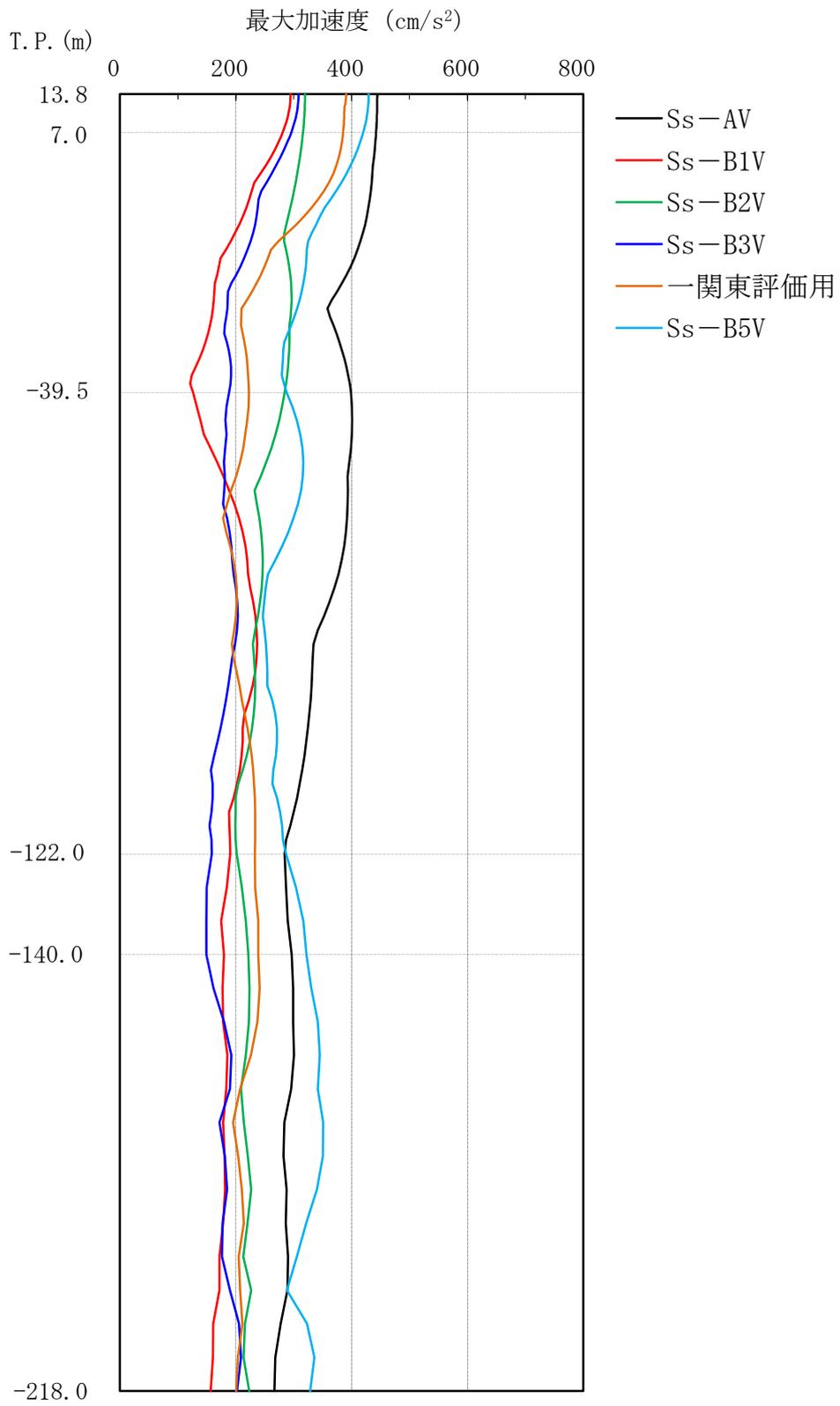
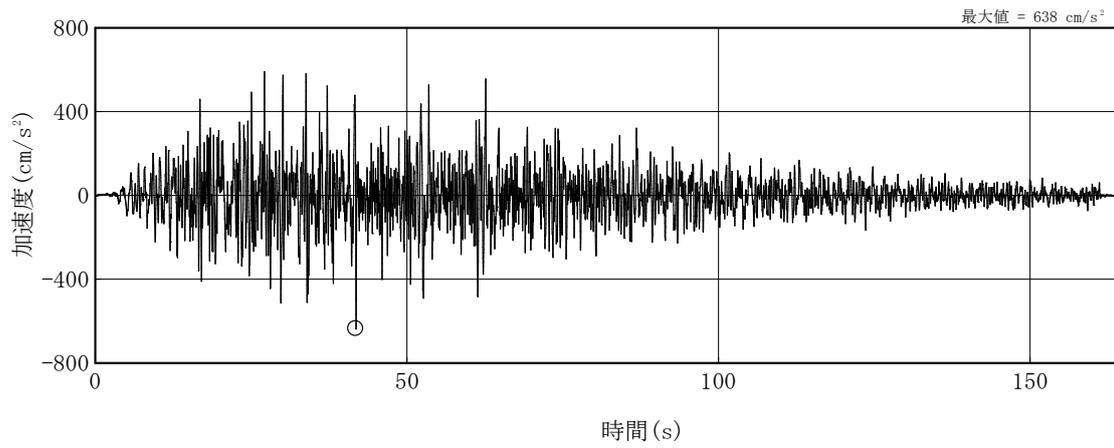
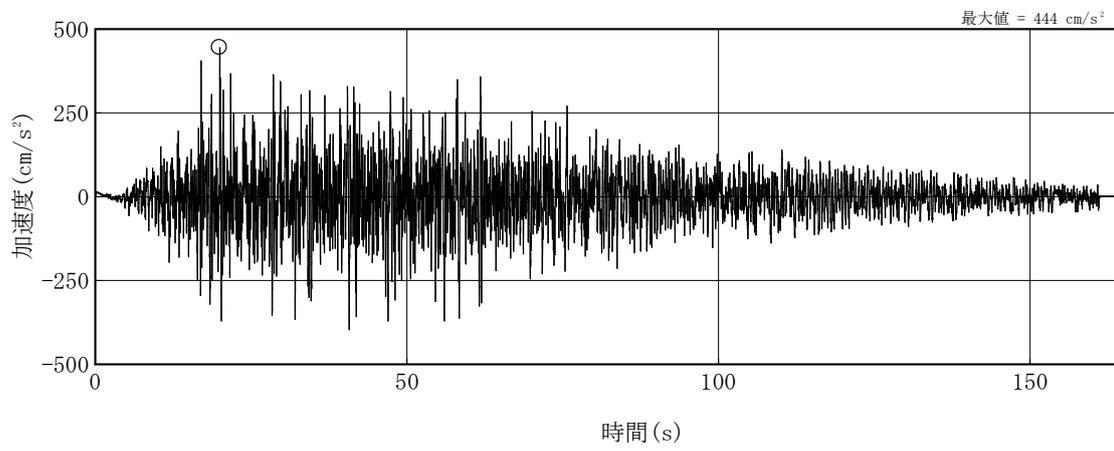


図 8.2-12 地盤の最大応答加速度分布 (鉛直方向)



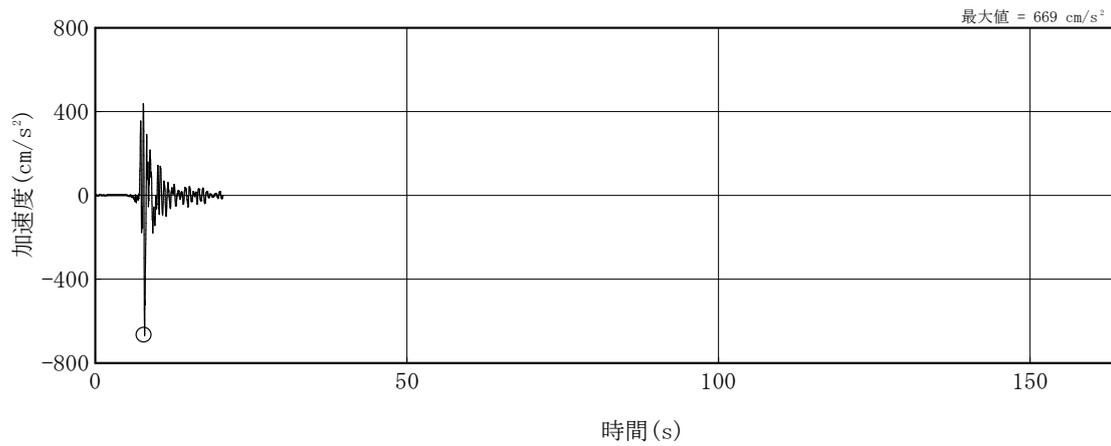
(1) Ss-AH



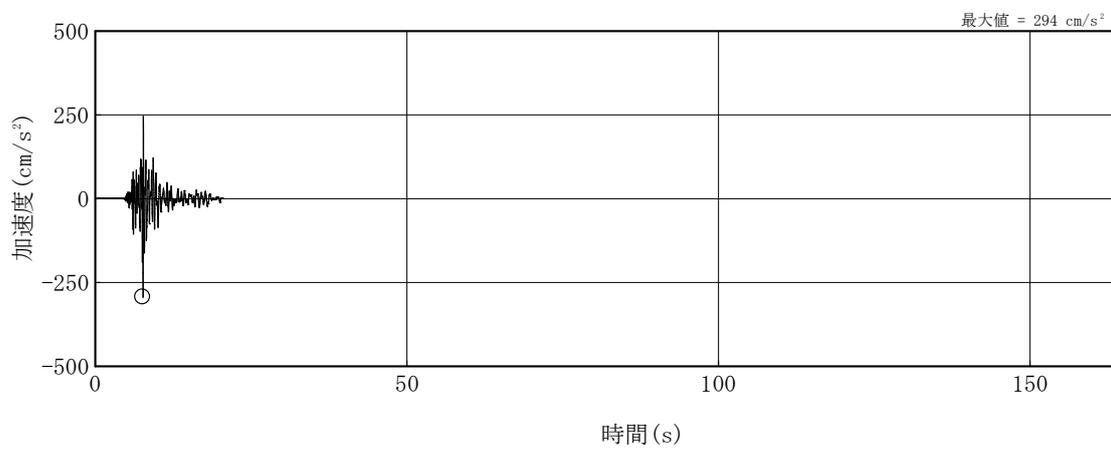
(2) Ss-AV

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-13 入力地震動の加速度波形 (Ss-A)



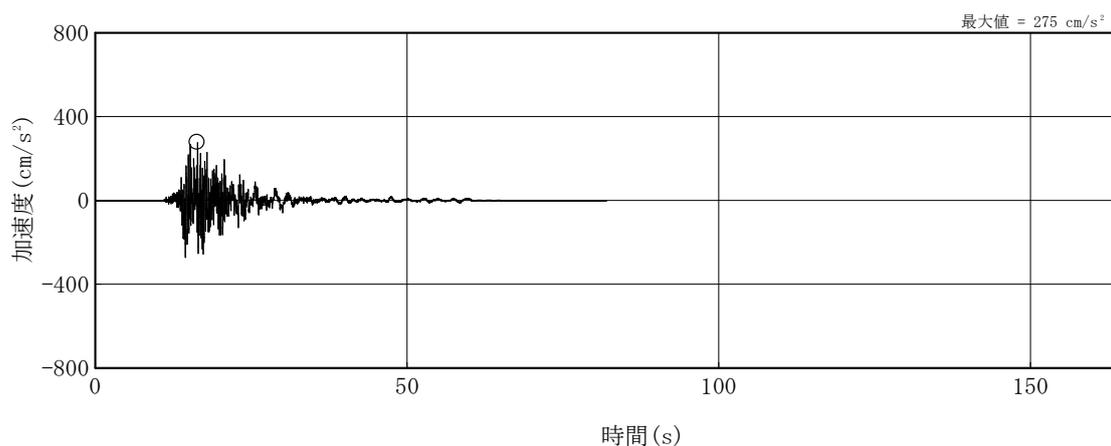
(1) Ss-B1H



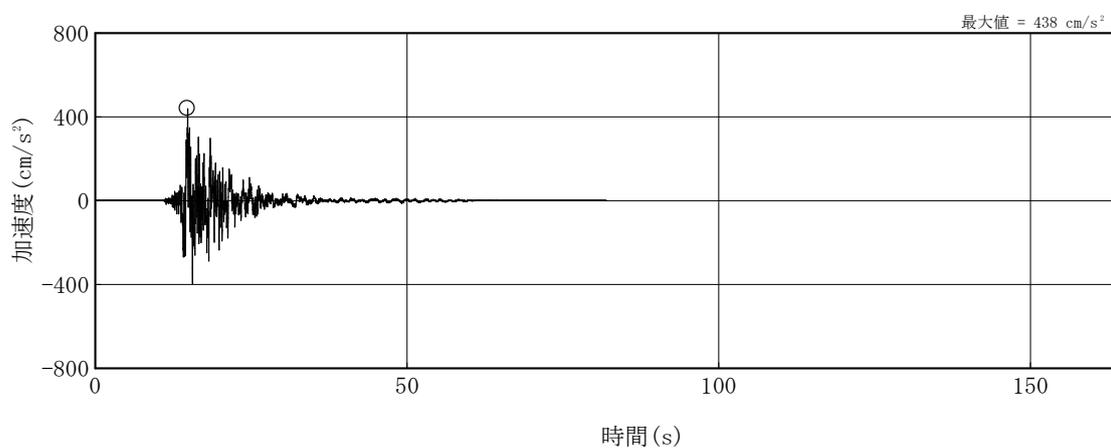
(2) Ss-B1V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

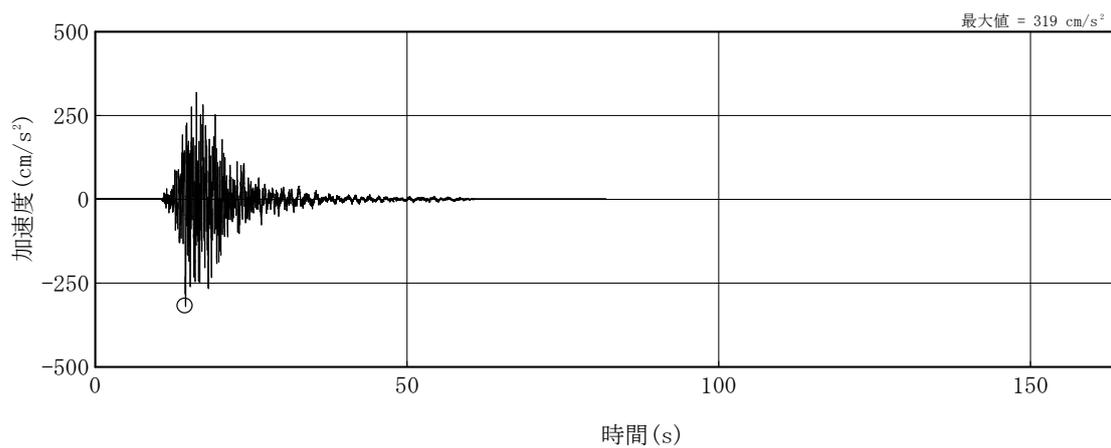
図 8.2-14 入力地震動の加速度波形 (Ss-B1)



(1) Ss-B2H1



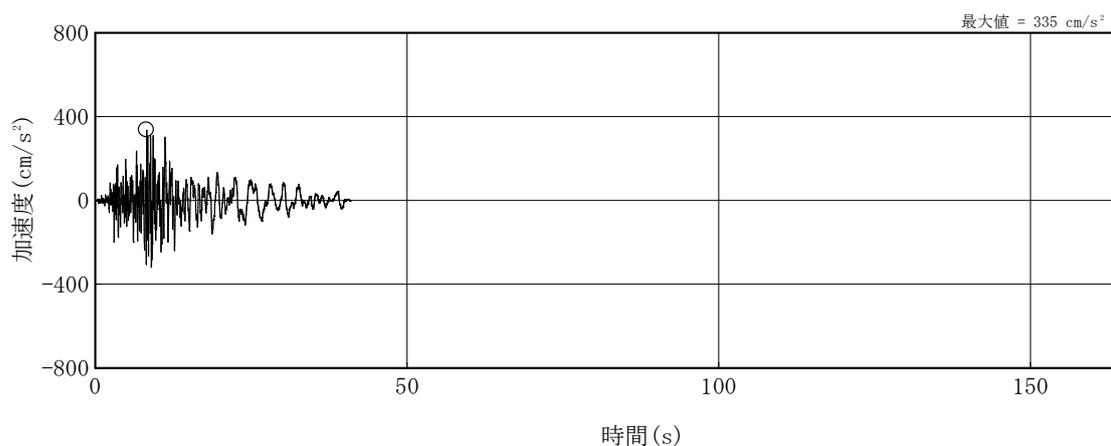
(2) Ss-B2H2



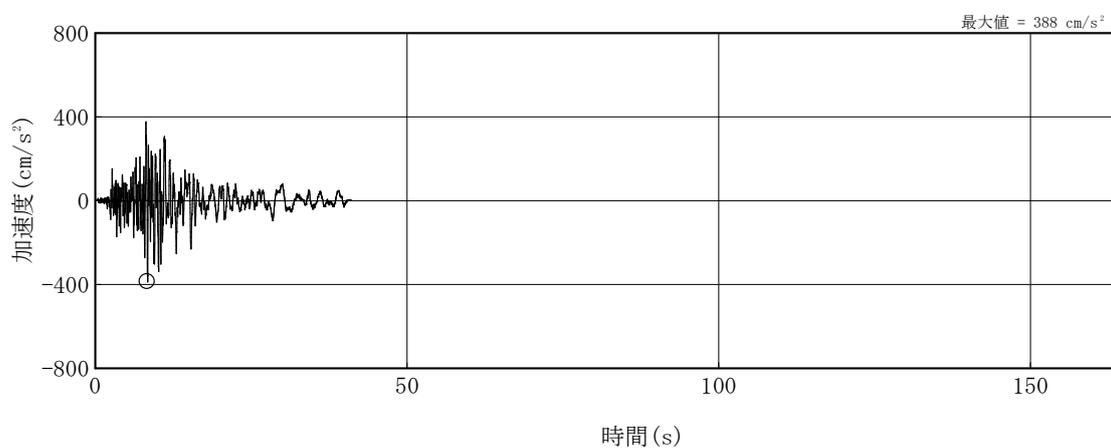
(3) Ss-B2V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

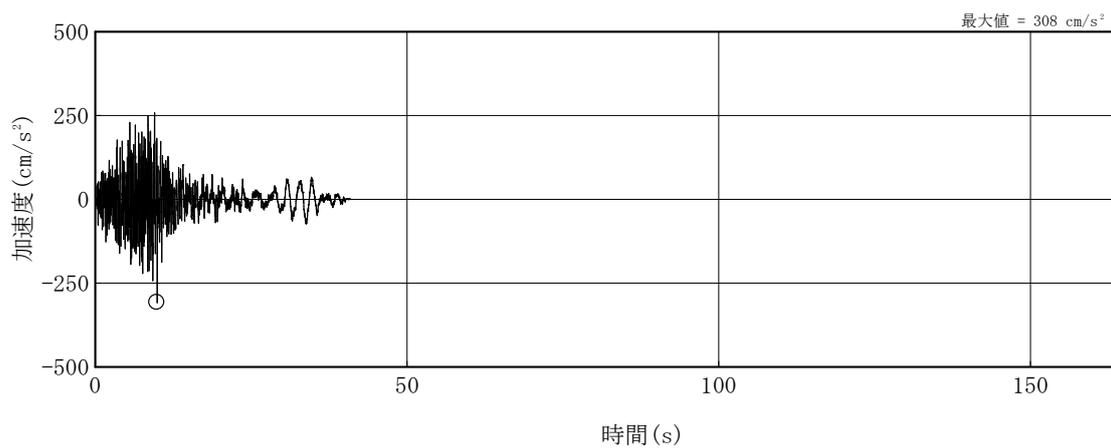
図 8.2-15 入力地震動の加速度波形 (Ss-B2)



(1) Ss-B3H1



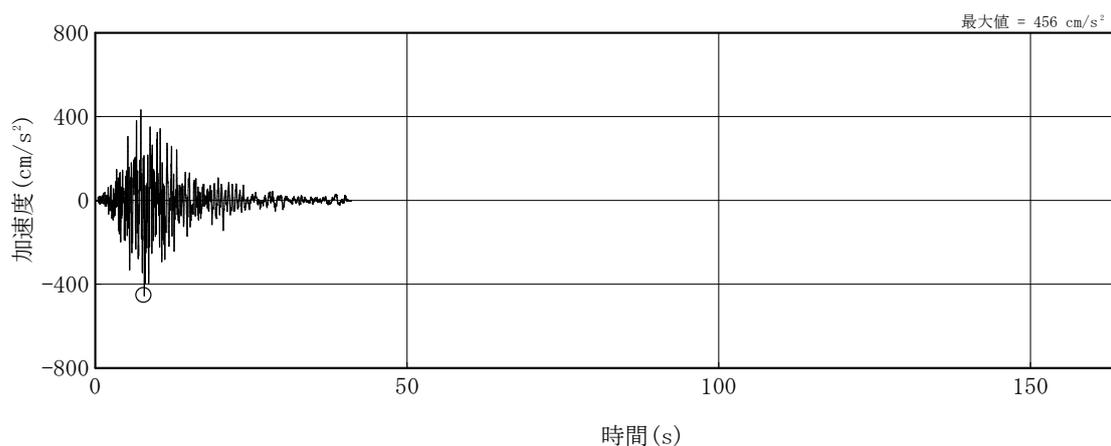
(2) Ss-B3H2



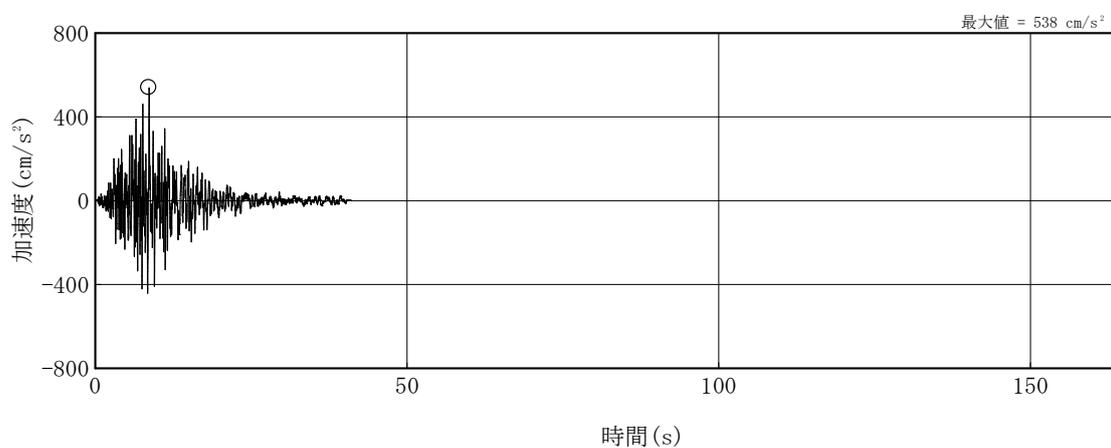
(3) Ss-B3V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

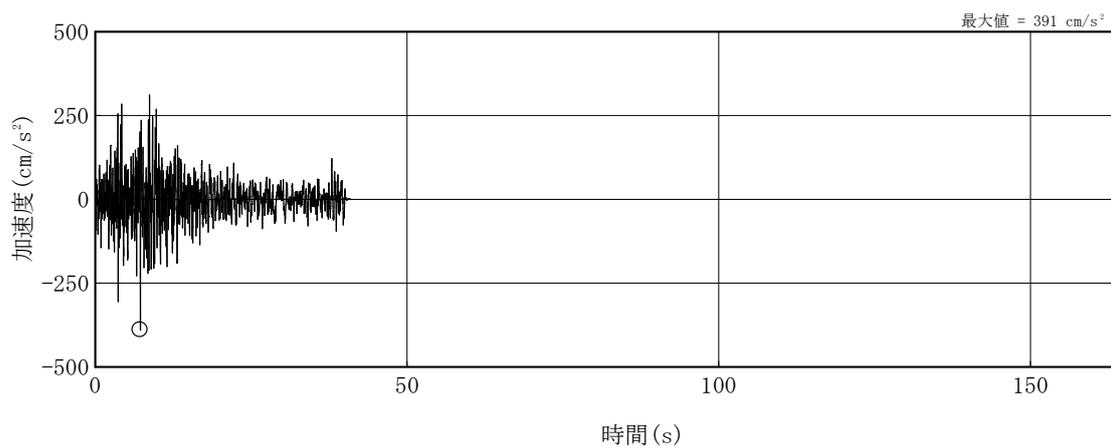
図 8.2-16 入力地震動の加速度波形 (Ss-B3)



(1) Ss-B4H1



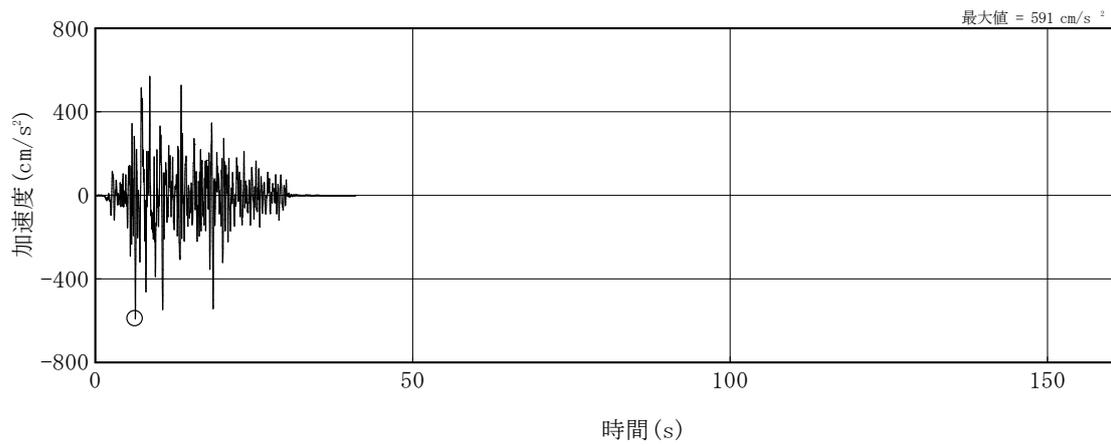
(2) Ss-B4H2



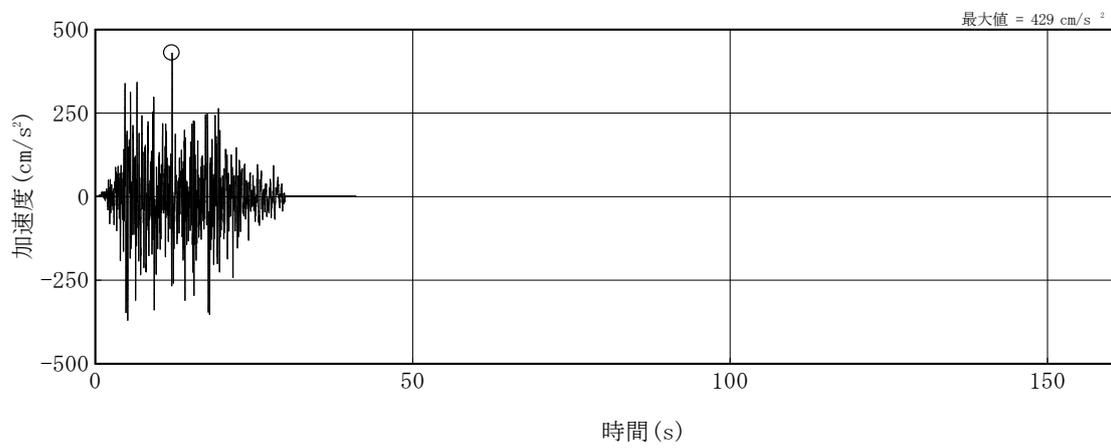
(3) 一関東評価用地震動（鉛直方向）

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向を示す。

図 8.2-17 入力地震動の加速度波形 (Ss-B4)



(1) Ss-B5H



(2) Ss-B5V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-18 入力地震動の加速度波形 (Ss-B5)

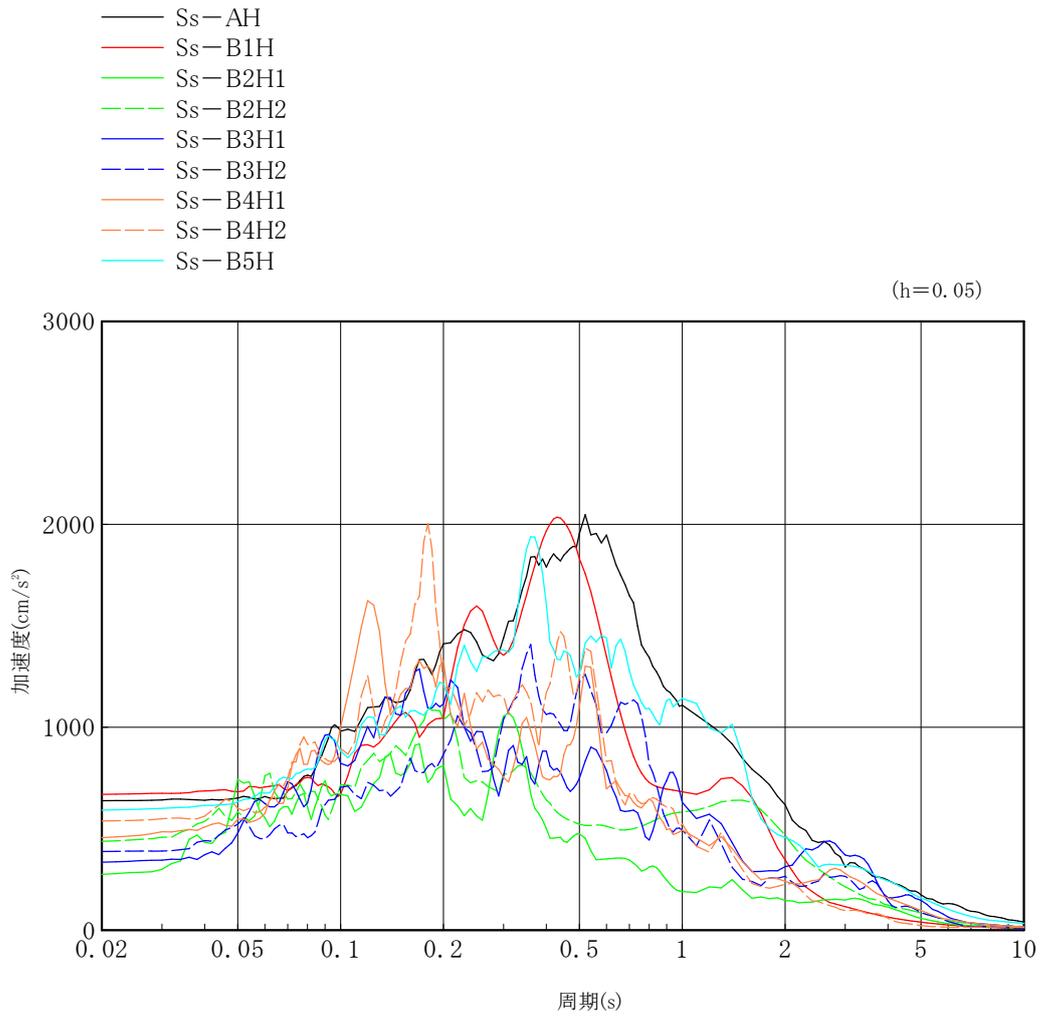


図 8.2-19 入力地震動の加速度応答スペクトル (水平方向)

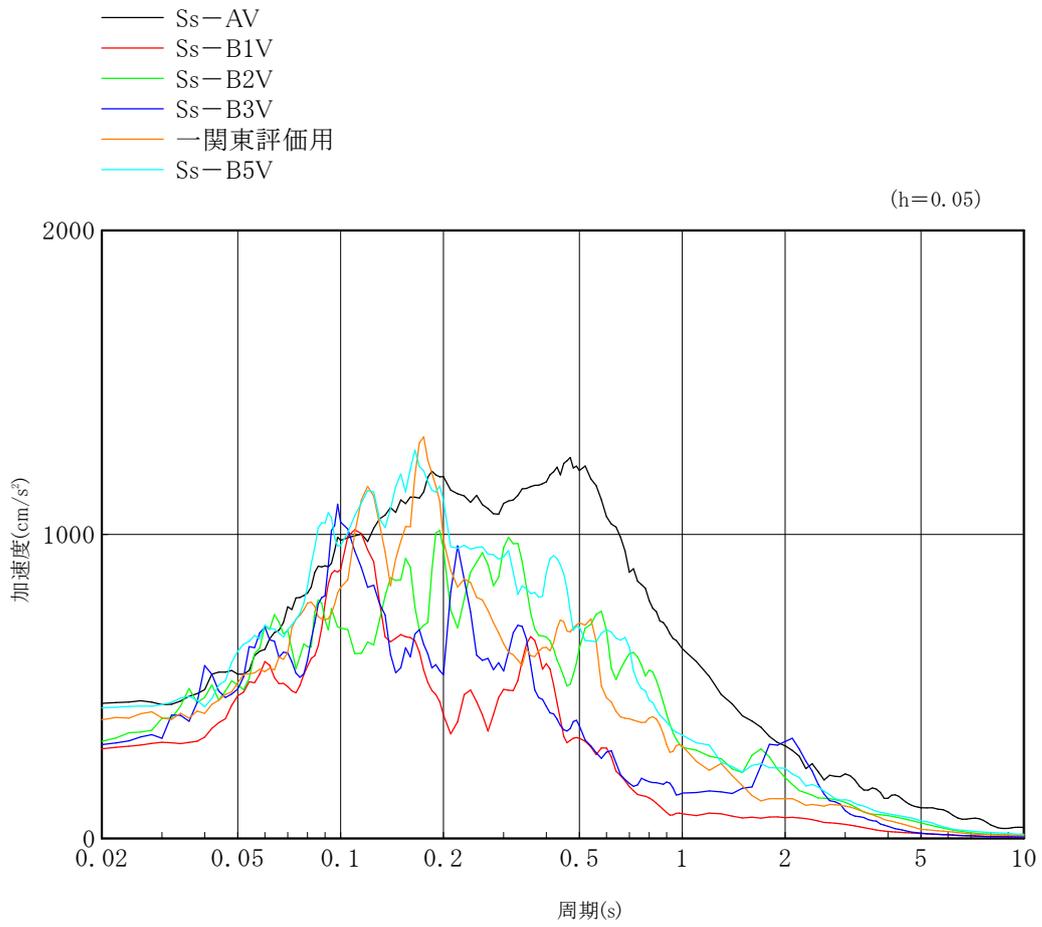


図 8.2-20 入力地震動の加速度応答スペクトル (鉛直方向)

### 8.2.3 地震応答解析モデル

#### (1) 地震応答解析モデルの概要

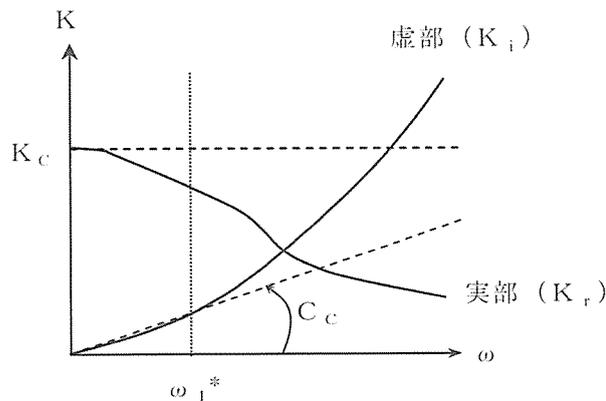
貯蔵建屋の地震応答計算に用いる水平方向の地震応答解析モデルは、建屋を曲げ変形とせん断変形をする質点系とし、杭と地盤の相互作用を考慮した水平ばね及び回転ばねで評価した建屋－杭－地盤連成系モデルとする。鉛直方向の解析モデルは、軸変形をする建屋部及び曲げ変形とせん断変形をする受入れ区域の屋根部から成る質点系とし、杭と地盤の相互作用を考慮した鉛直ばねで評価した建屋－杭－地盤連成系モデルとする。

水平ばね、回転ばね及び鉛直ばねは群杭効果を考慮して評価している。いずれのばねも振動数に依存した複素剛性として得られるが、図 8.2-21 に示すようにばね定数として実部の代表値 ( $K_c$ ) を、また、減衰係数 ( $C_c$ ) として建屋 1 次形の固有円振動数に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾きを採用することにより近似する。

地震応答解析モデル及びデータ諸元を、NS 方向については図 8.2-22 及び表 8.2-7 に、EW 方向については図 8.2-23 及び表 8.2-8 に、鉛直方向については図 8.2-24 及び表 8.2-9 に示す。また、地盤ばねの諸元を表 8.2-10～表 8.2-12 に示す。

ここで解析に用いるコンクリートの物性値及び建屋の減衰定数は次のとおりとする。

|         |   |
|---------|---|
| 設計基準強度  | : $F_c = \square \text{ N/mm}^2$ (上部躯体, 基礎スラブ)        |
| ヤング係数   | : $E = 2.52 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (上部躯体, 基礎スラブ) |
| ポアソン比   | : $\nu = 0.2$   |
| 建屋の減衰定数 | : 5 % (鉄筋コンクリート部分)<br>2 % (鉄骨部分)                      |



注記\* : 建屋－杭－地盤連成系の建屋 1 次形の固有円振動数を示す。

図 8.2-21 杭－地盤ばねの近似

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

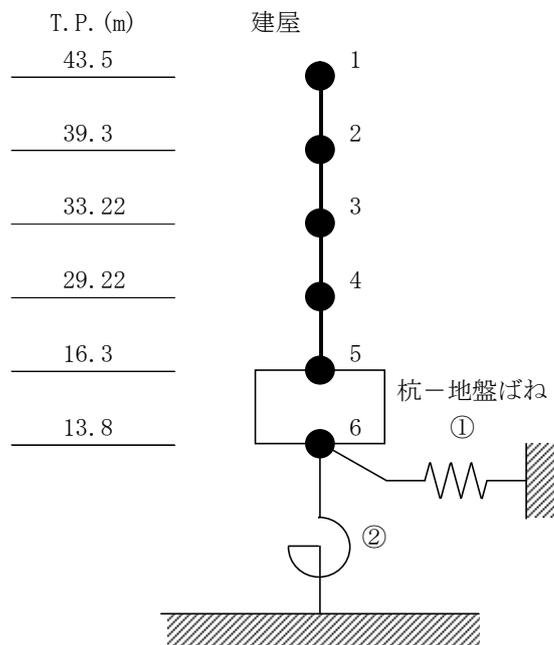


図 8.2-22 地震応答解析モデル (NS 方向)

表 8.2-7 建屋モデル諸元 (NS 方向)

| 建 屋            |                   |   |                                    |  |
|----------------|-------------------|---|------------------------------------|--|
| 質点番号           | 質点重量<br>W<br>(kN) | 回転慣性重量<br>$I_G$<br>( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ) | せん断面積<br>$A_s$<br>( $\text{m}^2$ ) | 断面二次モーメント<br>I<br>( $\times 10^3 \text{m}^4$ ) |
| 1              | 26540             | 259.9   | —                                  | —  |
| 2              | 55990             | 778.6   | 3.6                                | —  |
| 3              | 48110             | 949.8   | 114.8                              | 93.9   |
| 4              | 348330            | 5005.2  | 244.9                              | 225.8  |
| 5              | 872610            | 12742.0   | 338.2                              | 570.9  |
| 6              | 257970            | 3763.1  | 8282.0                             | 12080.2  |
| 総重量 1609550 kN |                   |   |                                    |  |

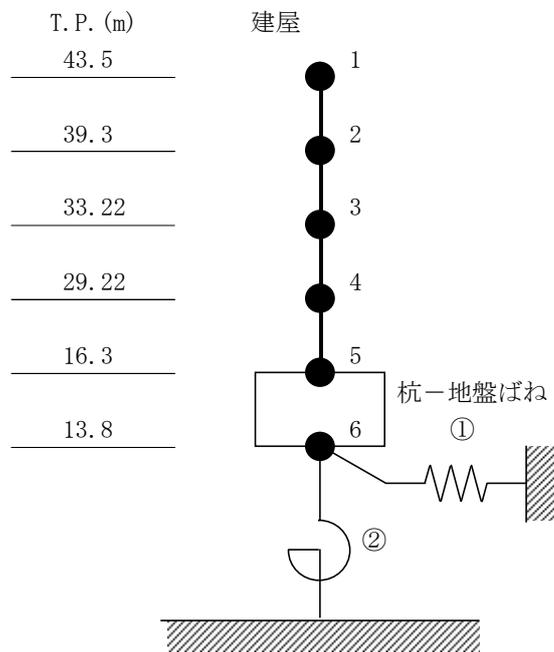


図 8.2-23 地震応答解析モデル (EW 方向)

表 8.2-8 建屋モデル諸元 (EW 方向)

| 建 屋            |                   |   |                                    |  |
|----------------|-------------------|---|------------------------------------|--|
| 質点番号           | 質点重量<br>W<br>(kN) | 回転慣性重量<br>$I_G$<br>( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ) | せん断面積<br>$A_s$<br>( $\text{m}^2$ ) | 断面二次モーメント<br>I<br>( $\times 10^3 \text{m}^4$ ) |
| 1              | 26540             | 2.2   | —                                  | —  |
| 2              | 55990             | 114.7   | 52.0                               | 0.43   |
| 3              | 48110             | 42.4  | 91.9                               | 35.0   |
| 4              | 348330            | 1102.4  | 147.1                              | 38.3   |
| 5              | 872610            | 2863.6  | 262.3                              | 204.1  |
| 6              | 257970            | 842.8   | 8282.0                             | 2704.6   |
| 総重量 1609550 kN |                   |   |                                    |  |

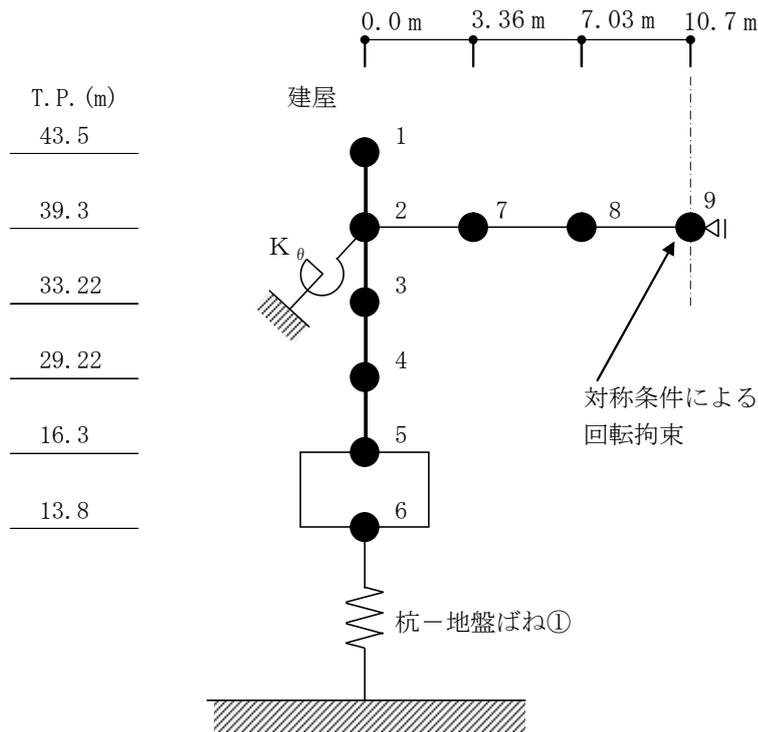


図 8.2-24 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 8.2-9 建屋モデル諸元 (鉛直方向)

| 建 屋  |                   |   |      |                   |   |   |                                     |
|--|-------------------|---|------|-------------------|---|---|-------------------------------------|
| 質点番号   | 質点重量<br>W<br>(kN) | 軸断面積<br>A <sub>v</sub><br>(m <sup>2</sup> ) | 質点番号 | 質点重量<br>W<br>(kN) | 回転慣性重量<br>I <sub>G</sub><br>(×10 <sup>3</sup> kN・m <sup>2</sup> ) | せん断断面積<br>A <sub>s</sub><br>(×10 <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> ) | 断面二次モーメント<br>I<br>(m <sup>4</sup> ) |
| 1  | 26540             | —   | 9    | 3740              | —   | —   | —                                   |
|  |                   | 75.4  |      |                   |   | 8.36  | 2.13                                |
| 2  | —                 | 234.2                                       | 8    | 7480              | 33.9  | 8.36  | 2.13                                |
| 3  | 48110             | 392.7                                       | 7    | 8030              | 36.5  | 8.36  | 2.13                                |
| 4  | 348330            | 688.5                                       | 2    | 36740             | 27.0  | —   | —                                   |
| 5  | 872610            | 8282.0                                      |      |                   |   | —   | —                                   |
| 6  | 257970            | —   |      |                   |   |   |                                     |
| 総重量 1609550 kN                                     |                   |   |      |                   |   |   |                                     |
| K <sub>θ</sub> = 4.27 × 10 <sup>7</sup> (kN・m/rad) |                   |   |      |                   |   |   |                                     |

表 8.2-10 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5)

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$             |          | 減衰係数 $C_c$          |            |
|--------|------|------------------------|----------|---------------------|------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $8.331 \times 10^7$    | kN/m     | $2.410 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $7.795 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $9.400 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.135 \times 10^8$    | kN/m     | $2.410 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $2.428 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $2.317 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $3.139 \times 10^8$    | kN/m     | $6.201 \times 10^6$ | kN・s/m     |

表 8.2-11 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (Ss-B2 及び Ss-B3)

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$             |          | 減衰係数 $C_c$          |            |
|--------|------|------------------------|----------|---------------------|------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $9.171 \times 10^7$    | kN/m     | $2.413 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $8.584 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $9.347 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.244 \times 10^8$    | kN/m     | $2.414 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $2.652 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $2.304 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $3.520 \times 10^8$    | kN/m     | $6.169 \times 10^6$ | kN・s/m     |

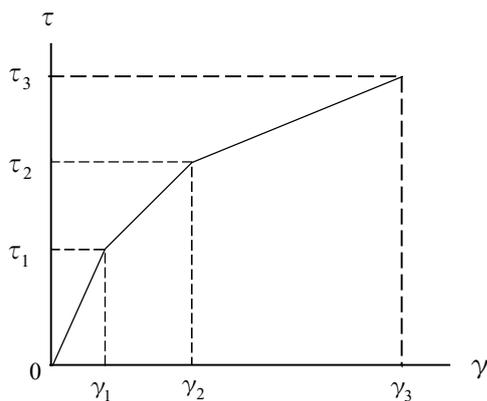
表 8.2-12 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね (Ss-B4)

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$             |          | 減衰係数 $C_c$          |            |
|--------|------|------------------------|----------|---------------------|------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $8.891 \times 10^7$    | kN/m     | $2.410 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $8.245 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $9.176 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.201 \times 10^8$    | kN/m     | $2.411 \times 10^6$ | kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $2.547 \times 10^{11}$ | kN・m/rad | $2.263 \times 10^9$ | kN・s・m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $3.379 \times 10^8$    | kN/m     | $6.056 \times 10^6$ | kN・s/m     |

(2) 建屋の復元力特性

a. 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係（ $\tau$ - $\gamma$ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係（ $\tau$ - $\gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1－2008）」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係を図 8.2-25 に示す。



- $\tau_1$  : 第一折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第二折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第一折点のせん断ひずみ度
- $\gamma_2$  : 第二折点のせん断ひずみ度
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ度 ( $\gamma_3=4.0 \times 10^{-3}$ )

図 8.2-25 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係

b. 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性は、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1－2008）」に基づき、最大点指向型モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性を図 8.2-26 に示す。

- ・ 0-A 間 : 弾性範囲
- ・ A-B 間 : 負側スケルトンの経験した最大点に向う。  
ただし、負側最大点が第一折点を超えていない時は第一折点に向う。
- ・ B-C 間 : 負側最大点指向
- ・ 安定状態は面積を持たない。

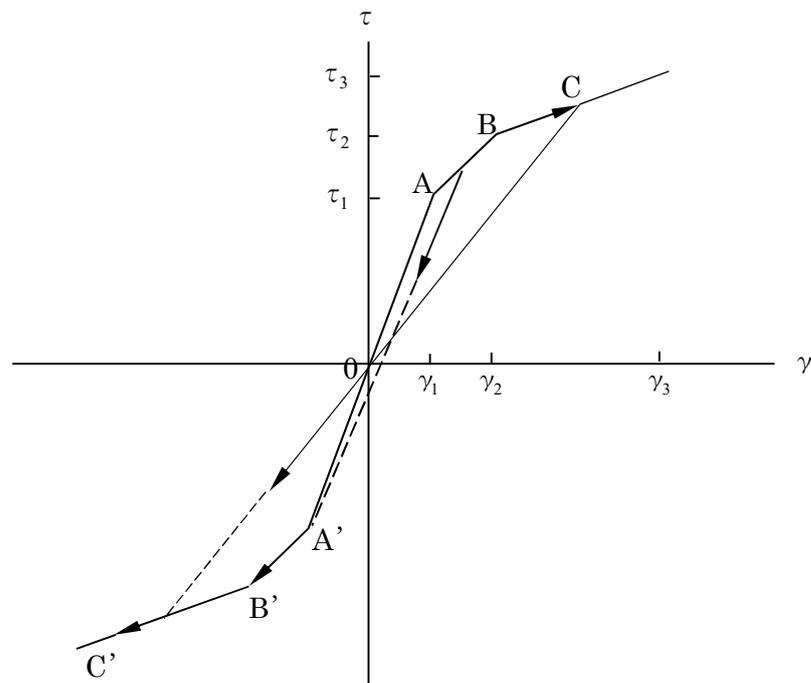
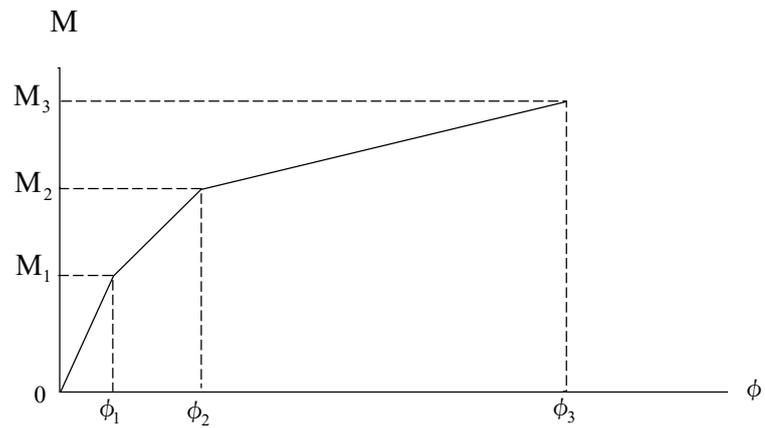


図 8.2-26 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の履歴特性

c. 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係) は, 「原子力発電所耐震設計技術規程 (J E A C 4 6 0 1 -2008)」に基づき, トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 8.2-27 に示す。



$M_1$  : 第一折点の曲げモーメント

$M_2$  : 第二折点の曲げモーメント

$M_3$  : 終局点の曲げモーメント

$\phi_1$  : 第一折点の曲率

$\phi_2$  : 第二折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 8.2-27 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

d. 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 - 2008）」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図 8.2-28 に示す。

- 0-A 間 : 弾性範囲
- A-B 間 : 負側スケルトンの経験した最大点に向う。  
ただし、負側最大点が第一折点を超えていない時は第一折点に向う。
- B-C 間 : 最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は最大値から  $2 \cdot M_1$  を減じた点とする。

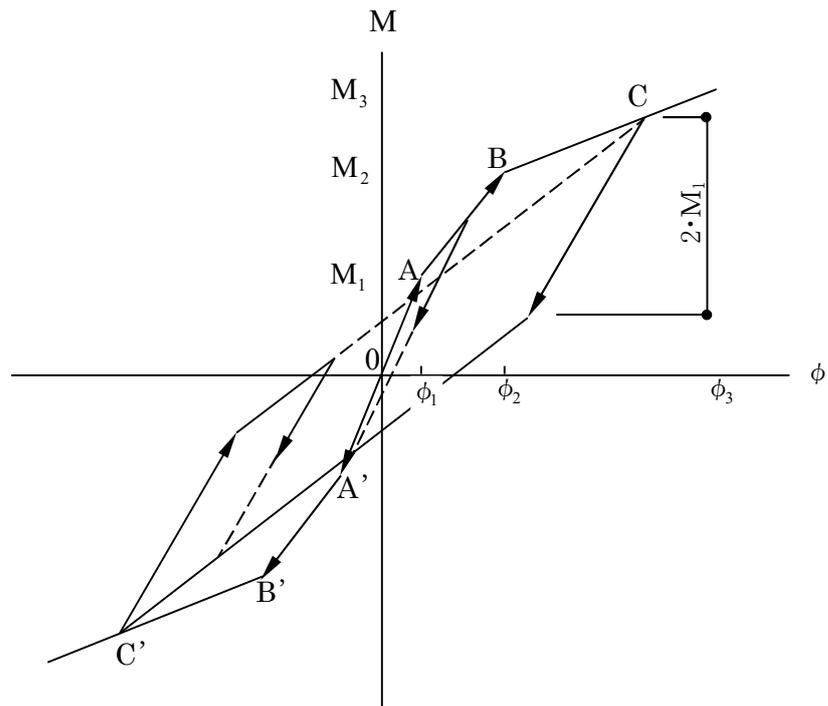


図 8.2-28 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

e. フレーム部の復元力特性

NS 方向の D, E 通り 4 層 (T.P. 39.3 m~43.5 m) のフレーム部のせん断力-層間変形角の関係は、部材に非線形特性を組み込んだフレームモデルの荷重増分解析を踏まえて、第 1 折れ点については、コンクリートのひび割れ強度に相当するせん断力として定め、終局点については、部材がおおむね塑性化しつつも、急速な変形の進展が生じないせん断力として定めた上で、図 8.2-29 に点線で示す解析結果をエネルギー等価法によりトリリニア型スケルトンとして第 2 折れ点を定めている。せん断力-層間変形角の関係を図 8.2-29 に示す。なお、履歴特性はディグレイディングトリリニア型モデルとする。

定めた第 2 折れ点の値は層間変形角でおおむね 1/200 に相当し、鉄筋の応力度は降伏点に収まる程度となっている。

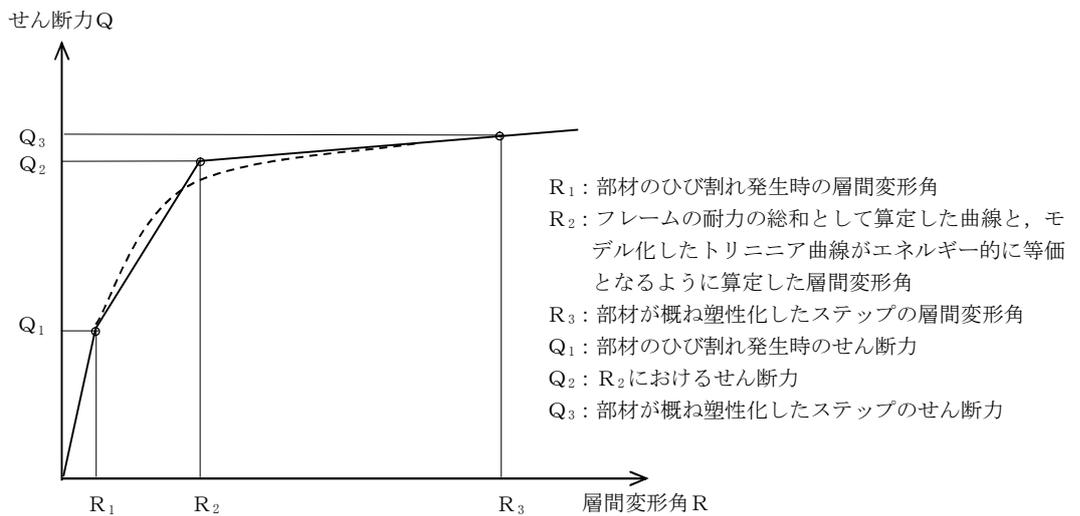


図 8.2-29 フレーム部のせん断力-層間変形角の関係

(3) 復元力特性の諸元

耐震壁について算定したせん断応力度のスケルトン曲線の諸元を表 8.2-13 及び表 8.2-14 に、曲げモーメントのスケルトン曲線の諸元を表 8.2-15 及び表 8.2-16 に示す。また、フレーム部について算定したせん断力のスケルトン曲線を表 8.2-17 に示す。

表 8.2-13 せん断応力度のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, NS 方向)

| NS 方向                   | せん断応力度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) |       | せん断ひずみ度<br>$\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |       |
|-------------------------|---------------------------------------|-------|--|-------|
| 3 層 T. P. 39.3~33.22 m  |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 1.953 | $\gamma_1$                               | 0.186 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.636 | $\gamma_2$                               | 0.558 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 3.089 | $\gamma_3$                               | 4.000 |
| 2 層 T. P. 33.22~29.22 m |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 1.943 | $\gamma_1$                               | 0.185 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.624 | $\gamma_2$                               | 0.555 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 2.836 | $\gamma_3$                               | 4.000 |
| 1 層 T. P. 29.22~16.3 m  |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 2.102 | $\gamma_1$                               | 0.200 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.838 | $\gamma_2$                               | 0.601 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 3.124 | $\gamma_3$                               | 4.000 |

表 8.2-14 せん断応力度のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, EW 方向)

| EW 方向                   | せん断応力度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) |       | せん断ひずみ度<br>$\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |       |
|-------------------------|---------------------------------------|-------|--|-------|
| 4 層 T. P. 43.5~39.3 m   |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 1.953 | $\gamma_1$                               | 0.186 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.636 | $\gamma_2$                               | 0.558 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 4.804 | $\gamma_3$                               | 4.000 |
| 3 層 T. P. 39.3~33.22 m  |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 1.953 | $\gamma_1$                               | 0.186 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.630 | $\gamma_2$                               | 0.558 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 3.718 | $\gamma_3$                               | 4.000 |
| 2 層 T. P. 33.22~29.22 m |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 1.943 | $\gamma_1$                               | 0.185 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.609 | $\gamma_2$                               | 0.555 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 3.550 | $\gamma_3$                               | 4.000 |
| 1 層 T. P. 29.22~16.3 m  |                                       |       |  |       |
| 第一折点                    | $\tau_1$                              | 2.102 | $\gamma_1$                               | 0.200 |
| 第二折点                    | $\tau_2$                              | 2.838 | $\gamma_2$                               | 0.601 |
| 終局点                     | $\tau_3$                              | 4.337 | $\gamma_3$                               | 4.000 |

表 8.2-15 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M- $\phi$  関係, NS 方向)

| NS 方向                   | 曲げモーメント<br>M (kN·m) |                     | 曲率<br>$\phi$ (1/m) |                        |
|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| 3 層 T. P. 39.3~33.22 m  |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $5.055 \times 10^6$ | $\phi_1$           | $2.137 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $9.914 \times 10^6$ | $\phi_2$           | $2.363 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $1.696 \times 10^7$ | $\phi_3$           | $4.299 \times 10^{-4}$ |
| 2 層 T. P. 33.22~29.22 m |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $1.153 \times 10^7$ | $\phi_1$           | $2.027 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $2.118 \times 10^7$ | $\phi_2$           | $2.266 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $3.896 \times 10^7$ | $\phi_3$           | $3.587 \times 10^{-4}$ |
| 1 層 T. P. 29.22~16.3 m  |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $2.729 \times 10^7$ | $\phi_1$           | $1.897 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $6.322 \times 10^7$ | $\phi_2$           | $1.888 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $1.154 \times 10^8$ | $\phi_3$           | $2.009 \times 10^{-4}$ |

表 8.2-16 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M- $\phi$  関係, EW 方向)

| EW 方向                   | 曲げモーメント<br>M (kN·m) |                     | 曲率<br>$\phi$ (1/m) |                        |
|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| 4 層 T. P. 43.5~39.3 m   |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $2.498 \times 10^5$ | $\phi_1$           | $2.288 \times 10^{-5}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $1.374 \times 10^6$ | $\phi_2$           | $2.863 \times 10^{-4}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $1.687 \times 10^6$ | $\phi_3$           | $3.312 \times 10^{-3}$ |
| 3 層 T. P. 39.3~33.22 m  |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $3.342 \times 10^6$ | $\phi_1$           | $3.787 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $5.498 \times 10^6$ | $\phi_2$           | $3.938 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $7.854 \times 10^6$ | $\phi_3$           | $7.523 \times 10^{-4}$ |
| 2 層 T. P. 33.22~29.22 m |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $3.897 \times 10^6$ | $\phi_1$           | $4.034 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $7.274 \times 10^6$ | $\phi_2$           | $4.340 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $1.063 \times 10^7$ | $\phi_3$           | $8.452 \times 10^{-4}$ |
| 1 層 T. P. 29.22~16.3 m  |                     |                     |                    |                        |
| 第一折点                    | M <sub>1</sub>      | $2.082 \times 10^7$ | $\phi_1$           | $4.047 \times 10^{-6}$ |
| 第二折点                    | M <sub>2</sub>      | $4.766 \times 10^7$ | $\phi_2$           | $3.744 \times 10^{-5}$ |
| 終局点                     | M <sub>3</sub>      | $6.164 \times 10^7$ | $\phi_3$           | $7.446 \times 10^{-4}$ |

表 8.2-17 せん断力のスケルトン曲線 (Q- $\delta$  関係, NS 方向, 4 層)

| NS 方向                 | せん断力<br>Q (kN) |       | 層間変形<br>$\delta$ (m) |       |
|-----------------------|----------------|-------|----------------------|-------|
| 4 層 T. P. 43.5~39.3 m |                |       |                      |       |
| 第一折点                  | Q <sub>1</sub> | 14700 | $\delta_1$           | 0.002 |
| 第二折点                  | Q <sub>2</sub> | 58700 | $\delta_2$           | 0.019 |
| 第三折点                  | Q <sub>3</sub> | 65800 | $\delta_3$           | 0.224 |

#### 8.2.4 材料物性の不確かさ

解析においては、「8.2.2 入力地震動」及び「8.2.3 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性の不確かさを考慮する。

材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、「8.2.5 地震応答解析結果」の基本ケースの結果に基づいて、建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施する。

選定する地震動は、基本ケースの地震応答解析のいずれかの応答値が最大となる地震動として、水平方向は Ss-A 及び Ss-B1、鉛直方向は Ss-A 及び Ss-B5 とする。

材料物性の不確かさとして、物理試験結果に基づく地盤剛性の標準偏差 $\pm 1\sigma$ の変動幅を考慮する。地盤剛性の不確かさを考慮した地盤物性を表 8.2-18～表 8.2-23 に示す。これらに基づき算定した地盤の最大応答加速度分布を図 8.2-30～図 8.2-33 に、入力地震動の加速度波形を図 8.2-34～図 8.2-37 に、加速度応答スペクトルを図 8.2-38 及び図 8.2-39 に示す。地盤ばねの諸元を表 8.2-24 及び表 8.2-25 に示す。

表 8.2-18 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-A, +1 $\sigma$ )

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>V <sub>s</sub><br>(m/s) | P波速度<br>V <sub>p</sub><br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 460                             | 2040                            | 0.47                 | 1.91                                   | 1208                                   | 410                                      | 2                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 440                             | 1610                            | 0.45                 | 1.92                                   | 1077                                   | 369                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 430                             | 1680                            | 0.45                 | 1.82                                   | 993                                    | 339                                      | 5                    |
| -39.5        |      |                 |                                 |                                 |                      |  |  |  |                      |
|              |      | -122.0          | Sn <sub>2</sub>                 | 780                             | 2170                 | 0.41                                   | 2.01                                   | 3448                                     | 1208                 |
| -140.0       |      |                 |                                 |                                 |                      |  |  |  |                      |
|              |      | -218.0          | 解放<br>基盤                        | 800                             | 2020                 | 0.41                                   | 1.99                                   | 3593                                     | 1274                 |

表 8.2-19 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-A,  $-1\sigma$ )

| T.P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|-------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8        | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 220                    | 1010                   | 0.47                 | 1.91                                   | 266                                    | 90                                       | 4                    |
| 13.5        |      | Tn <sub>2</sub> | 350                    | 1280                   | 0.45                 | 1.92                                   | 680                                    | 233                                      | 4                    |
| 7.0         | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 360                    | 1390                   | 0.45                 | 1.82                                   | 685                                    | 234                                      | 6                    |
| -39.5       |      | Sn <sub>3</sub> | 490                    | 1640                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1260                                   | 434                                      | 4                    |
| -122.0      |      | Sn <sub>2</sub> | 580                    | 1710                   | 0.41                 | 2.01                                   | 1910                                   | 665                                      | 4                    |
| -140.0      |      | Sn <sub>1</sub> | 570                    | 1690                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1656                                   | 577                                      | 3                    |
| -218.0      |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-20 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-B1, +1σ)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>V <sub>s</sub><br>(m/s) | P波速度<br>V <sub>p</sub><br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>ν | 密度<br>γ<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 460                             | 2040                            | 0.47             | 1.91                            | 1208                                   | 410                                      | 2                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 440                             | 1610                            | 0.45             | 1.92                            | 1077                                   | 369                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 430                             | 1680                            | 0.45             | 1.82                            | 993                                    | 339                                      | 6                    |
| -39.5        |      |                 |                                 |                                 |                  |                                 |  |  |                      |
|              |      | -122.0          | Sn <sub>2</sub>                 | 780                             | 2170             | 0.41                            | 2.01                                   | 3448                                     | 1208                 |
| -140.0       |      |                 |                                 |                                 |                  |                                 |  |  |                      |
|              |      | -218.0          | 解放<br>基盤                        | 800                             | 2020             | 0.41                            | 1.99                                   | 3593                                     | 1274                 |

表 8.2-21 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-B1,  $-1\sigma$ )

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 220                    | 1010                   | 0.47                 | 1.91                                   | 266                                    | 90                                       | 4                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 350                    | 1280                   | 0.45                 | 1.92                                   | 680                                    | 233                                      | 4                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 360                    | 1390                   | 0.45                 | 1.82                                   | 685                                    | 234                                      | 6                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 490                    | 1640                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1260                                   | 434                                      | 4                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 610                    | 1720                   | 0.41                 | 2.01                                   | 2169                                   | 760                                      | 3                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 570                    | 1690                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1656                                   | 577                                      | 3                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-22 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-B5, +1 $\sigma$ )

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 460                    | 2040                   | 0.47                 | 1.91                                   | 1208                                   | 410                                      | 2                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 440                    | 1610                   | 0.45                 | 1.92                                   | 1077                                   | 369                                      | 3                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 460                    | 1690                   | 0.45                 | 1.82                                   | 1130                                   | 387                                      | 5                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 580                    | 1950                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1783                                   | 614                                      | 4                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 780                    | 2170                   | 0.41                 | 2.01                                   | 3448                                   | 1208                                     | 3                    |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 660                    | 1960                   | 0.42                 | 1.77                                   | 2233                                   | 778                                      | 3                    |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

表 8.2-23 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤定数 (Ss-B5,  $-1\sigma$ )

| T.P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|-------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8        | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 220                    | 1010                   | 0.47                 | 1.91                                   | 266                                    | 90                                       | 4                    |
| 13.5        |      | Tn <sub>2</sub> | 350                    | 1280                   | 0.45                 | 1.92                                   | 680                                    | 233                                      | 4                    |
| 7.0         | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 360                    | 1390                   | 0.45                 | 1.82                                   | 685                                    | 234                                      | 6                    |
| -39.5       |      | Sn <sub>3</sub> | 460                    | 1630                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1105                                   | 379                                      | 5                    |
| -122.0      |      | Sn <sub>2</sub> | 580                    | 1710                   | 0.41                 | 2.01                                   | 1910                                   | 665                                      | 4                    |
| -140.0      |      | Sn <sub>1</sub> | 570                    | 1690                   | 0.42                 | 1.77                                   | 1656                                   | 577                                      | 3                    |
| -218.0      |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

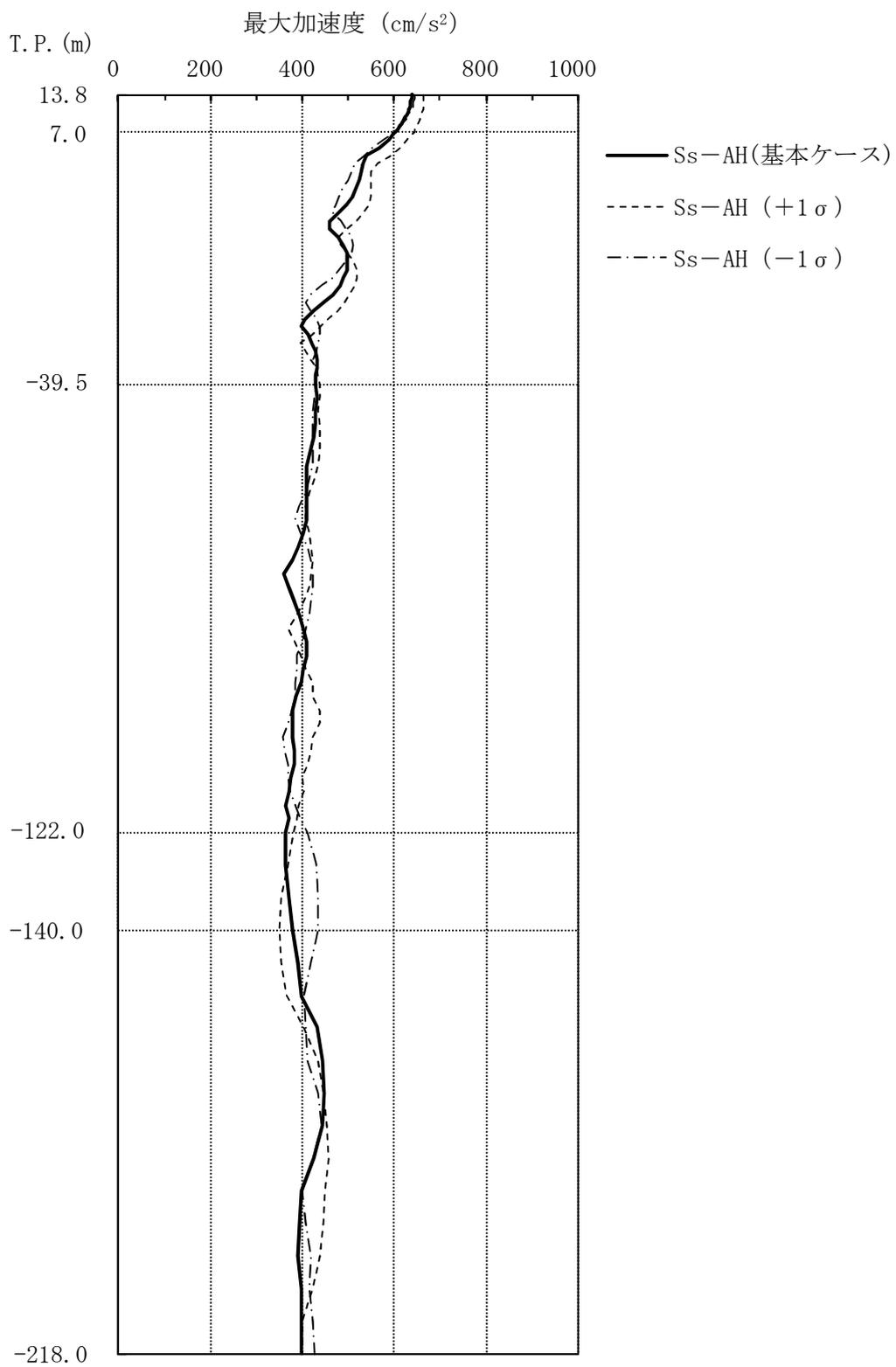


図 8.2-30 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布  
(水平方向, Ss-AH)

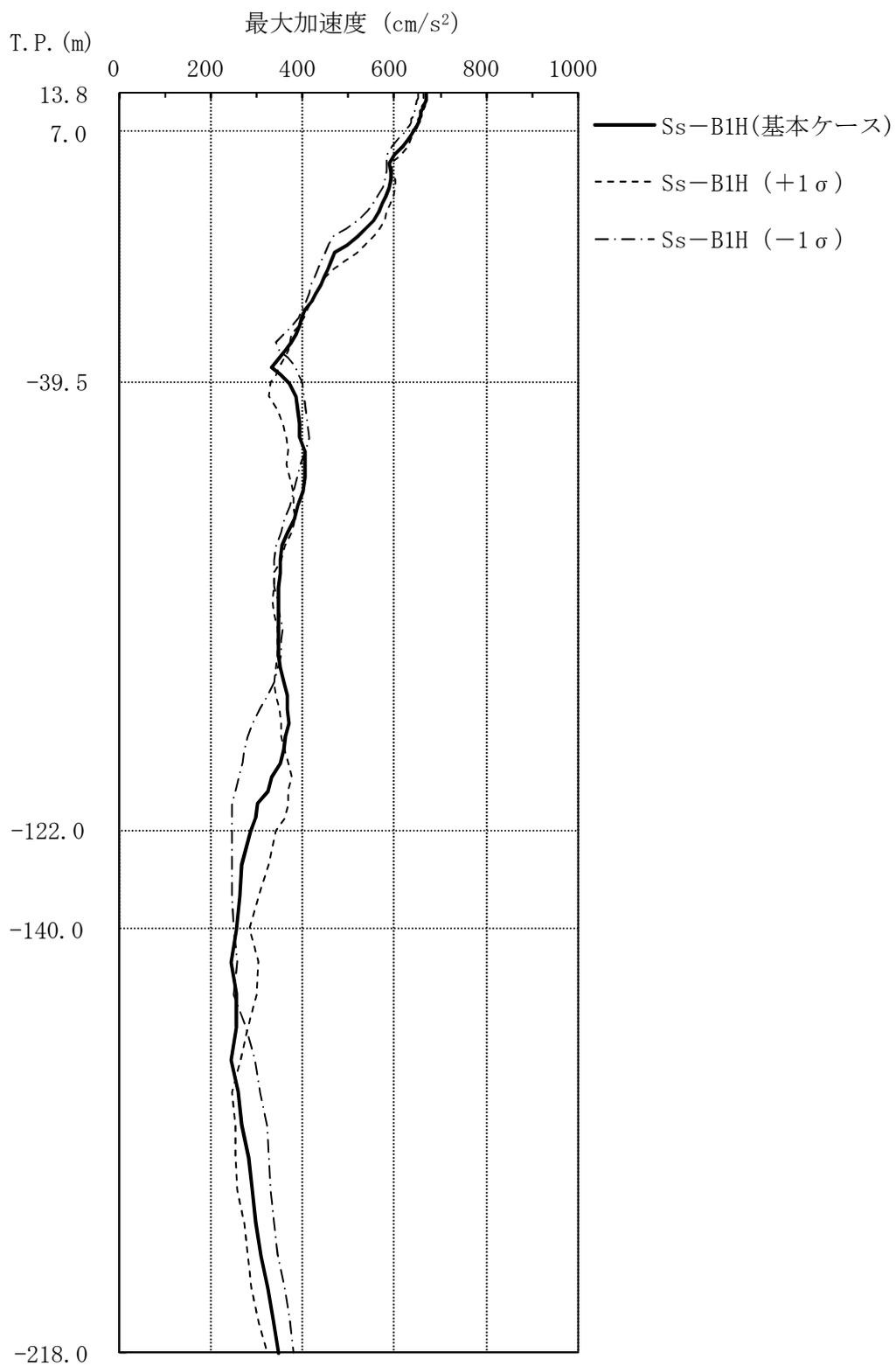


図 8.2-31 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布  
(水平方向, Ss-B1H)

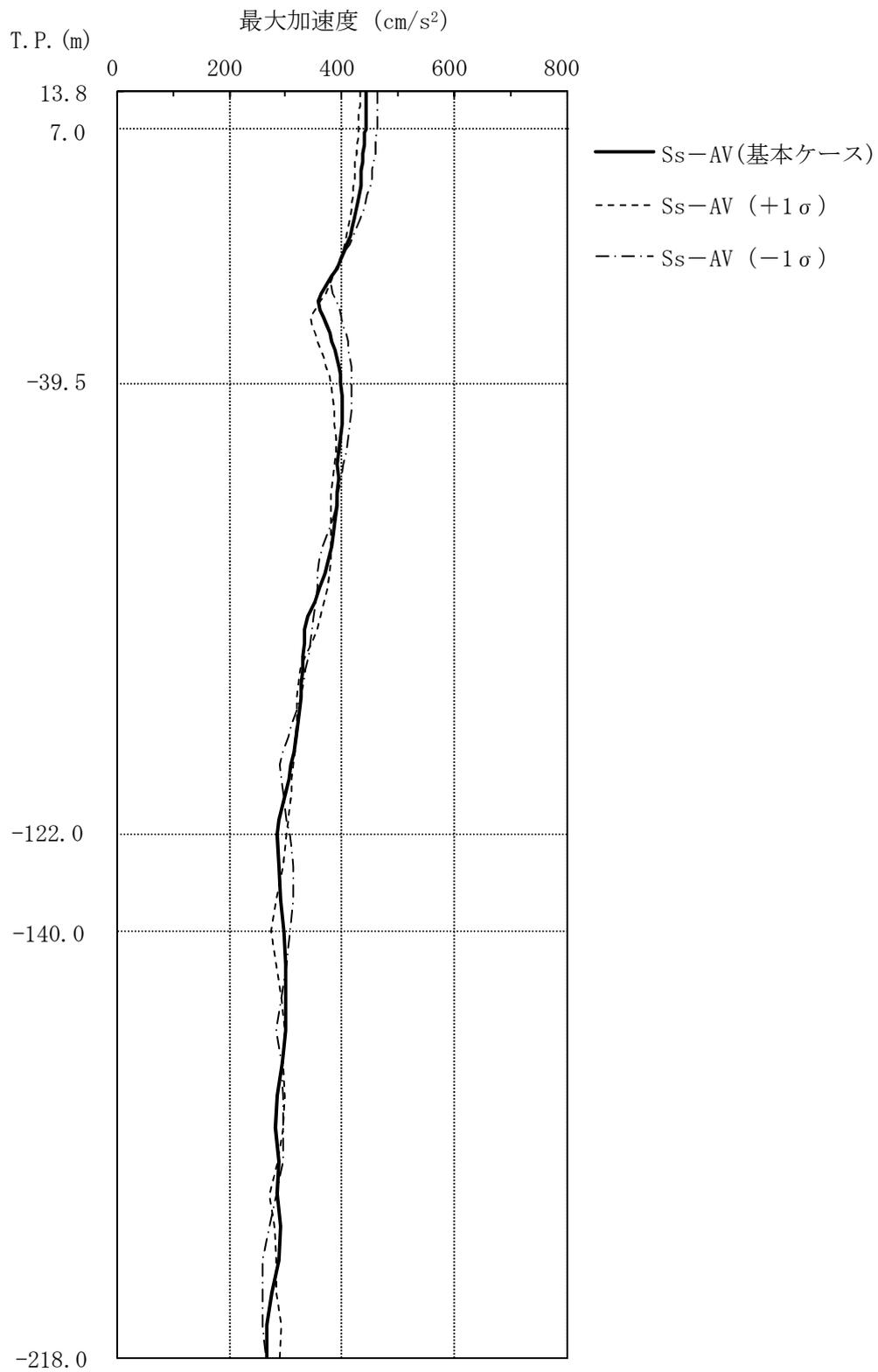


図 8.2-32 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布 (鉛直方向, Ss-AV)

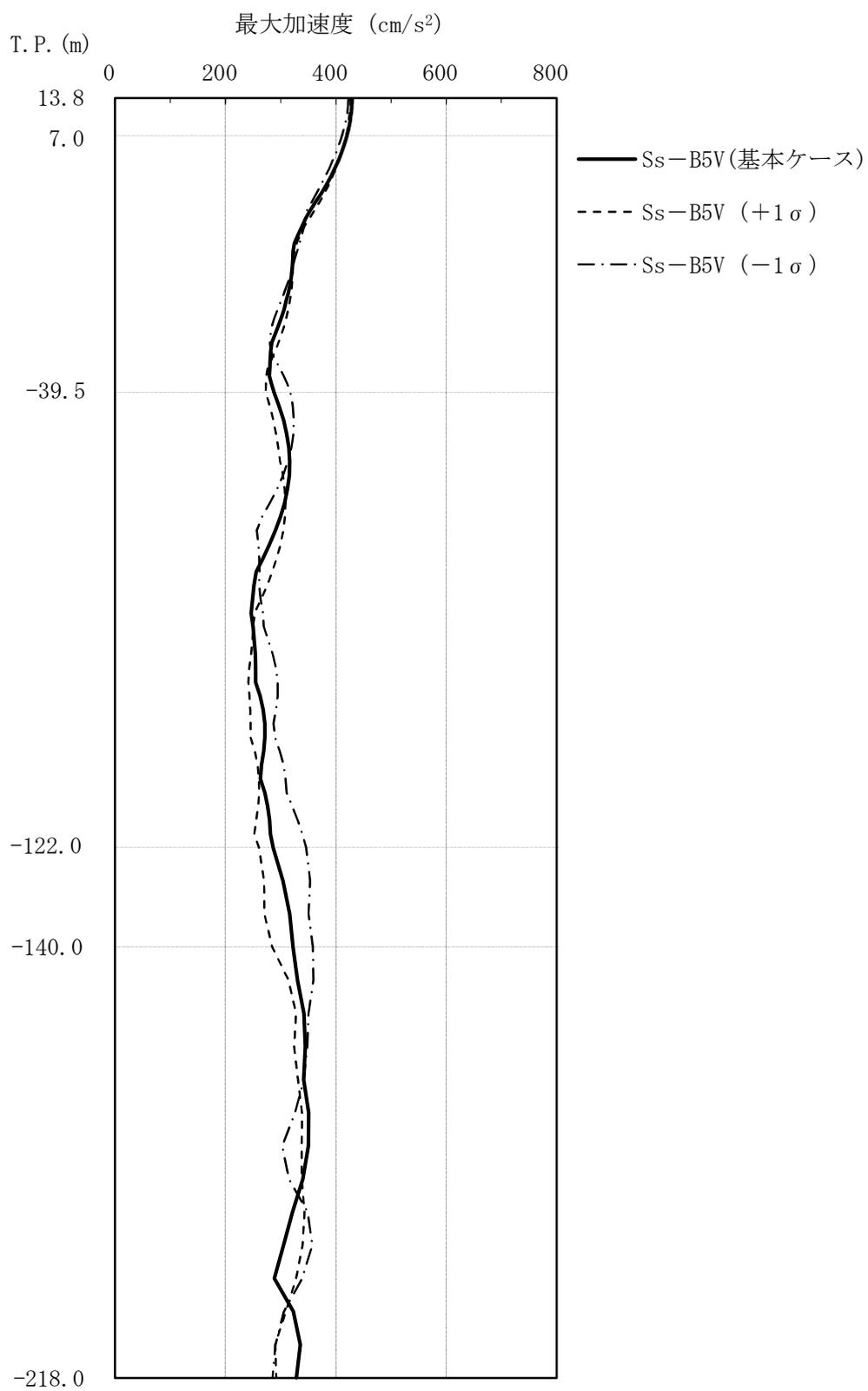
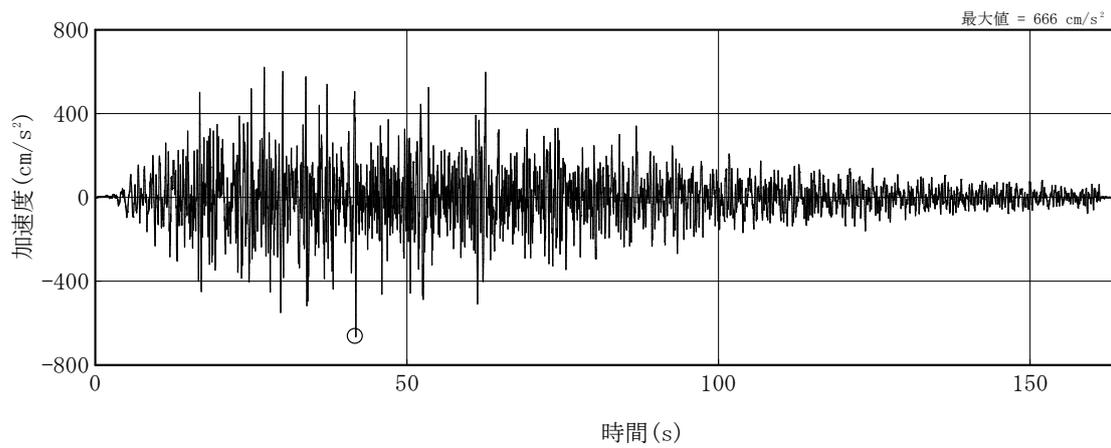
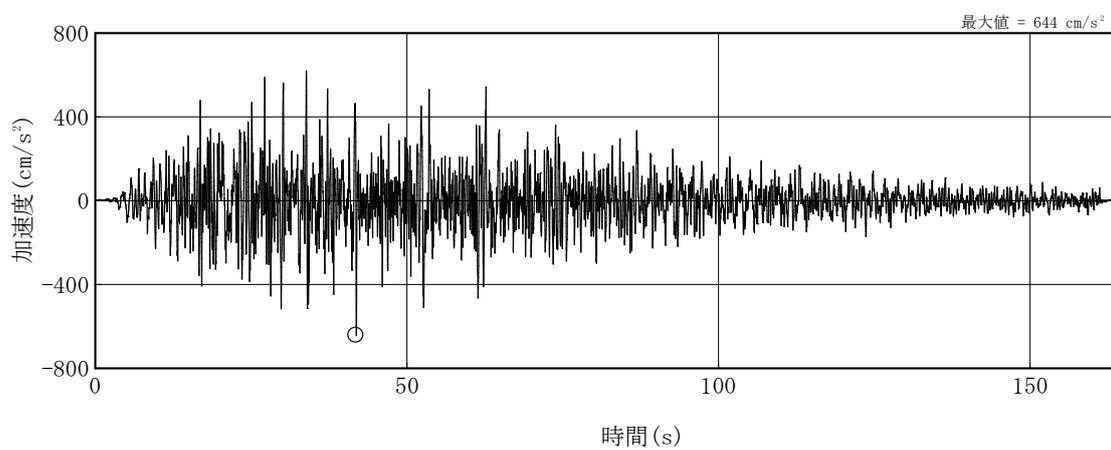


図 8.2-33 地盤剛性の不確かさを考慮した地盤の最大応答加速度分布  
(鉛直方向, Ss-B5V)



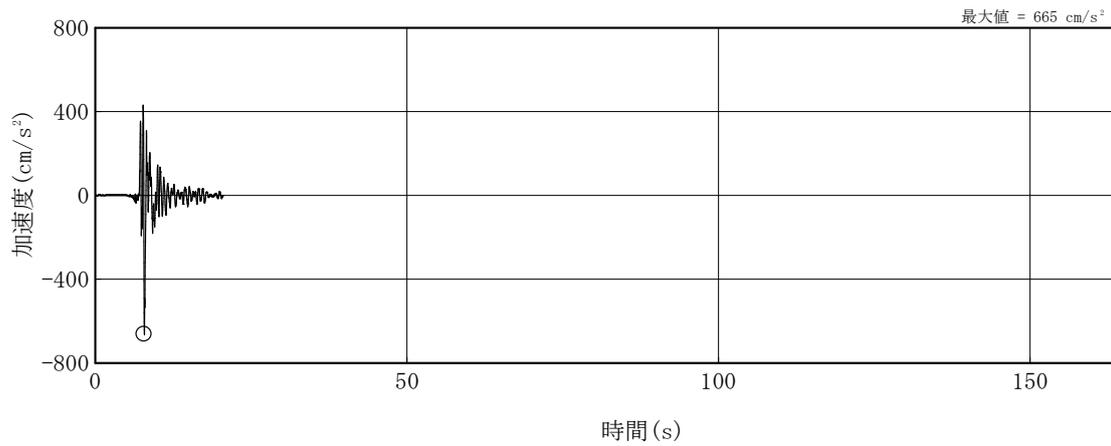
(1) Ss-AH (+1σ)



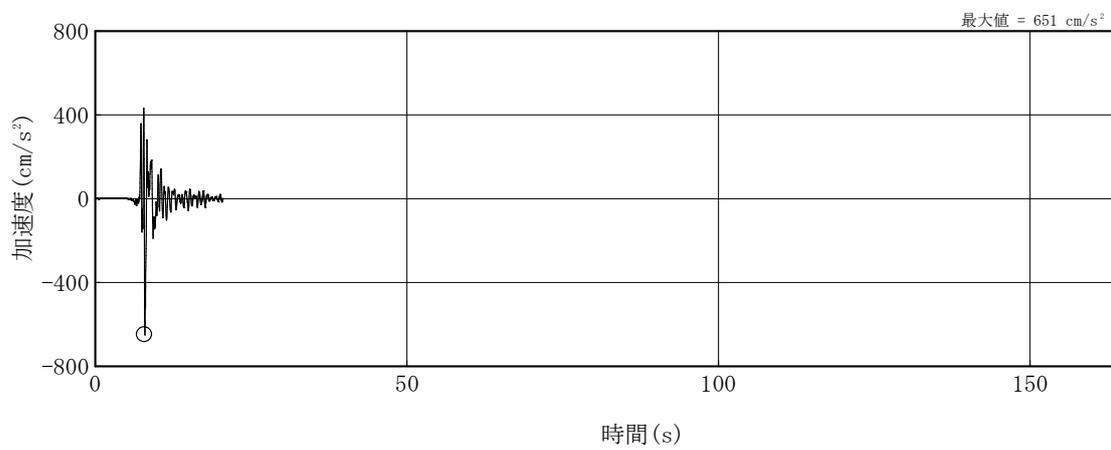
(2) Ss-AH (-1σ)

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向を示す。

図 8.2-34 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形（水平方向，Ss-A）



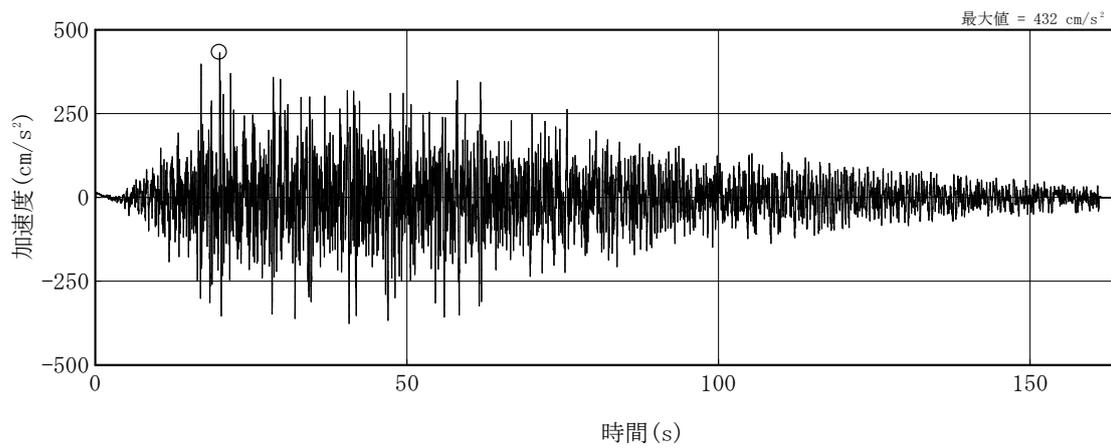
(1) Ss-B1H (+1σ)



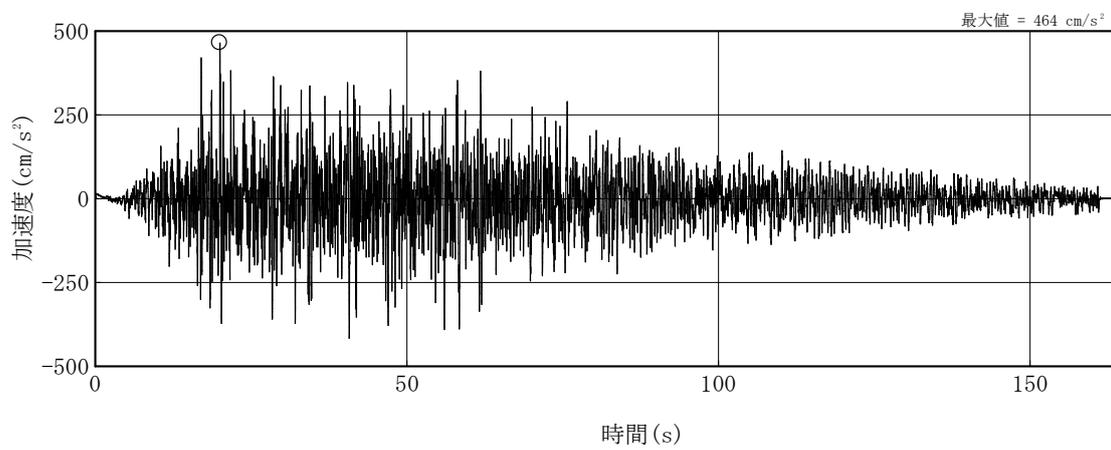
(2) Ss-B1H (-1σ)

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向を示す。

図 8.2-35 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形（水平方向，Ss-B1）



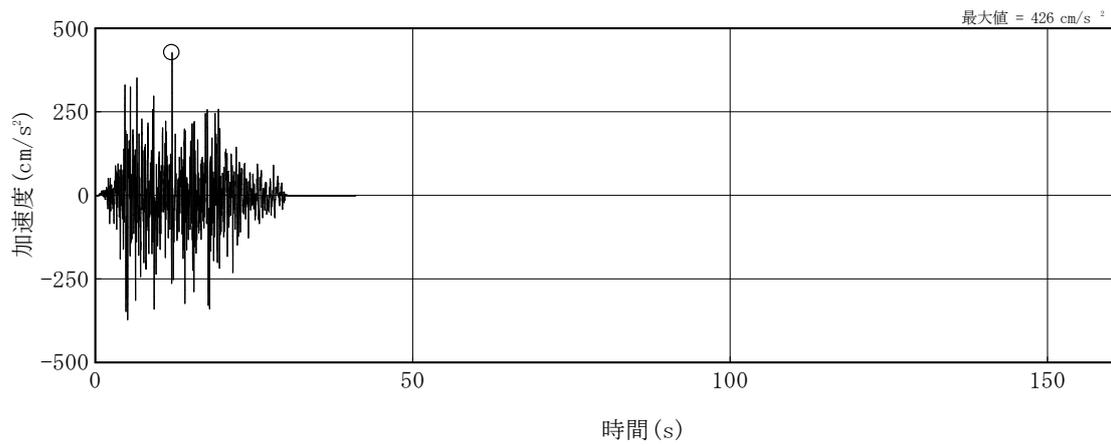
(1) Ss-AV (+1σ)



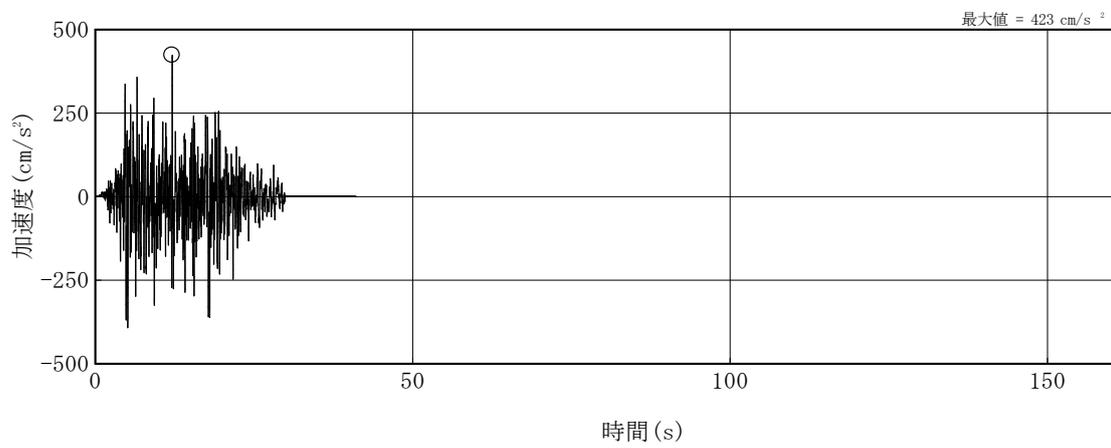
(2) Ss-AV (-1σ)

注：○印は最大値を，記号「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-36 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形（鉛直方向，Ss-A）



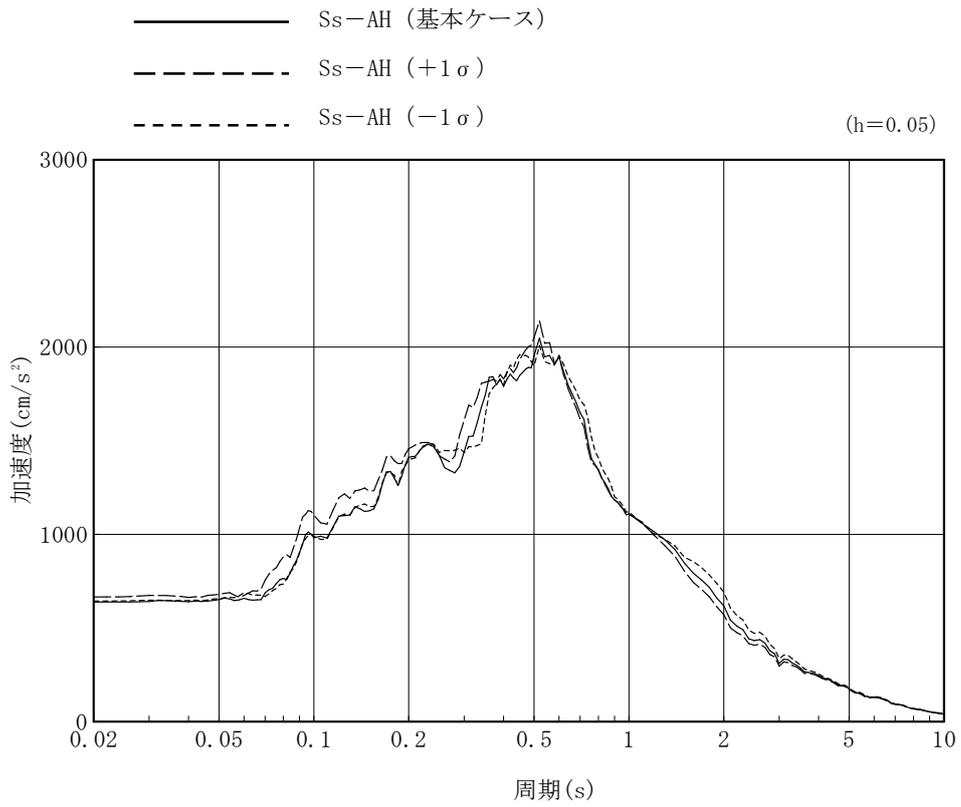
(1) Ss-B5V (+1σ)



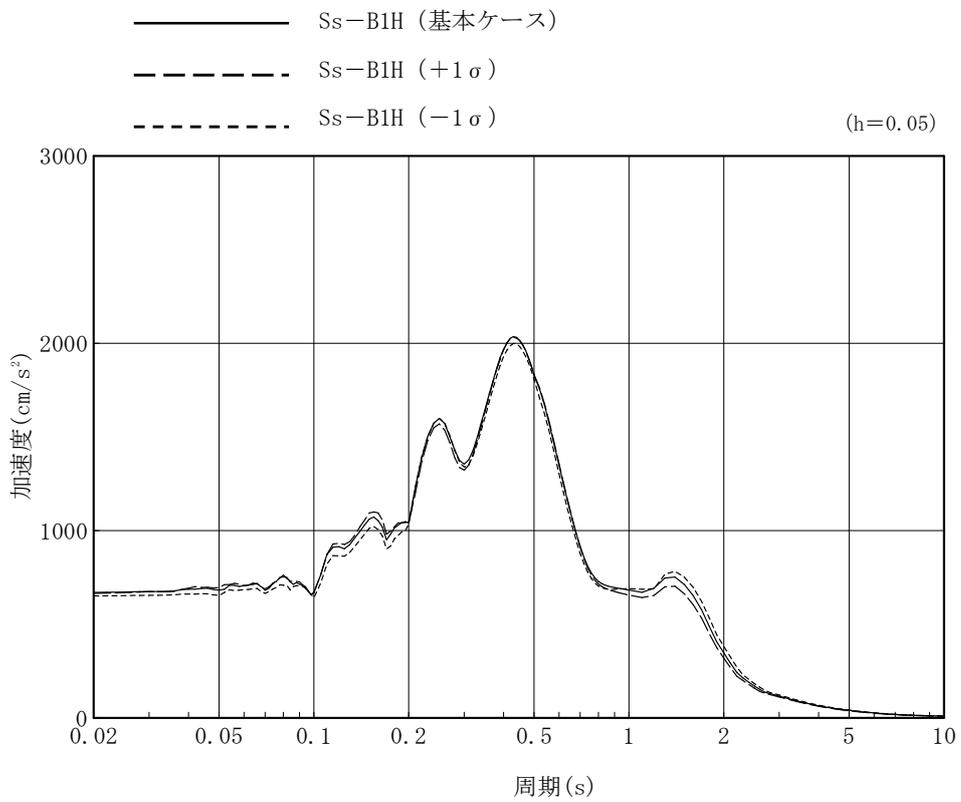
(2) Ss-B5V (-1σ)

注：○印は最大値を，記号「V」は鉛直方向を示す。

図 8.2-37 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度波形（鉛直方向，Ss-B5）



(1) Ss-AH



(2) Ss-B1H

図 8.2-38 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度応答スペクトル (水平方向)

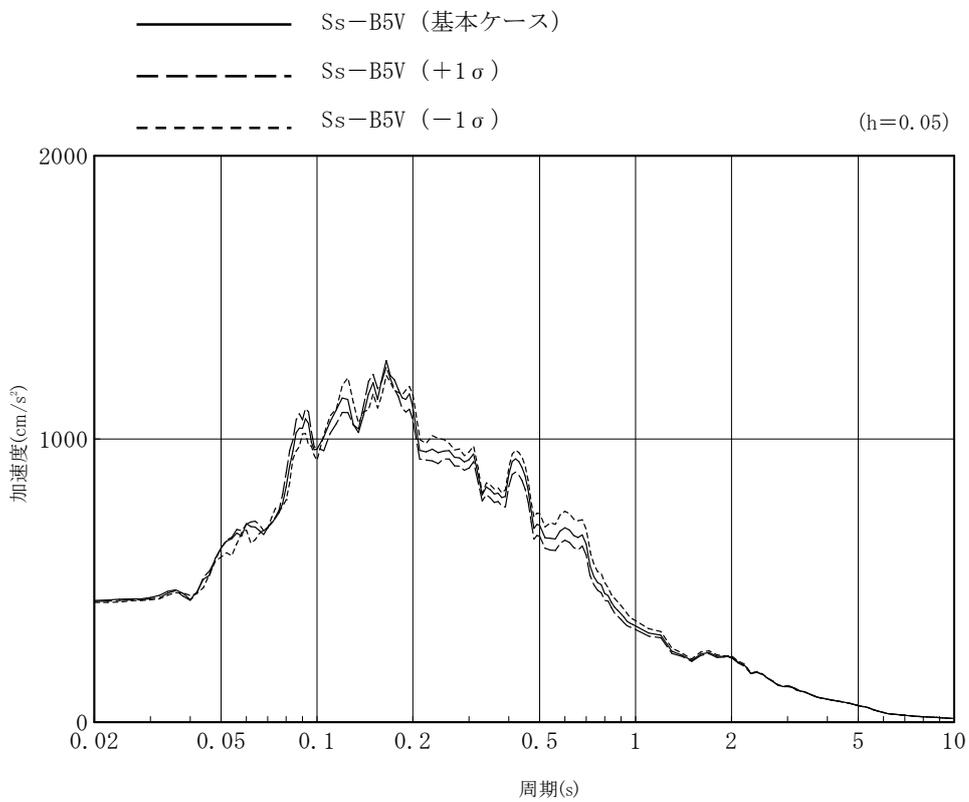
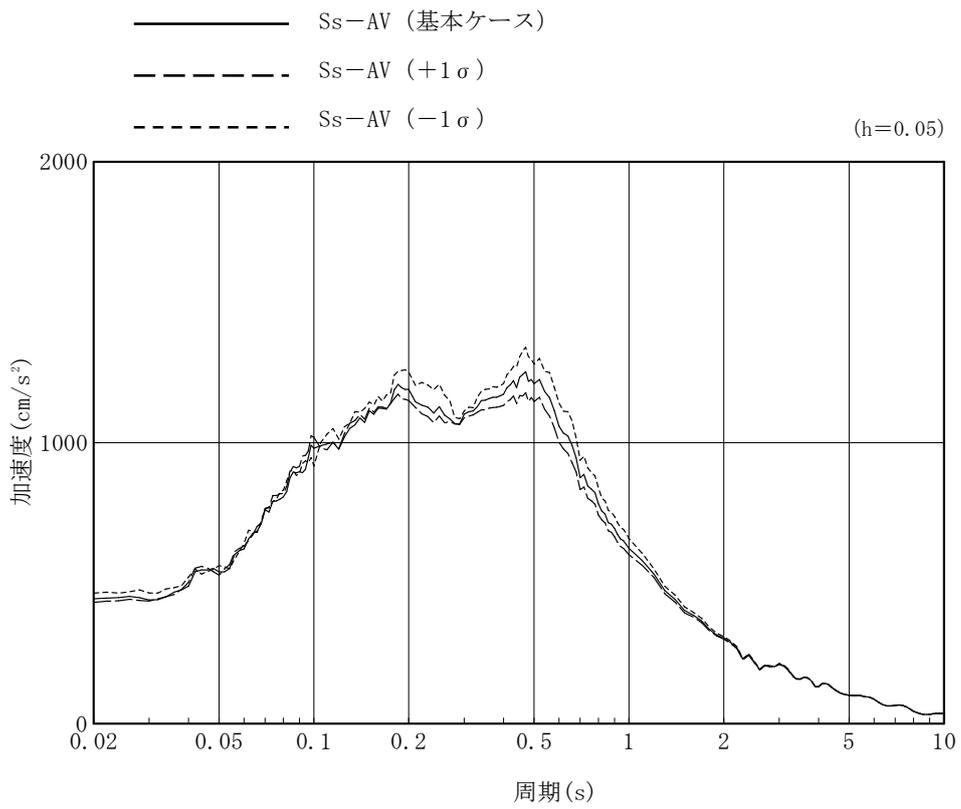


図 8.2-39 地盤剛性の不確かさを考慮した入力地震動の加速度応答スペクトル (鉛直方向)

表 8.2-24 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね(地盤剛性の不確かさケース,  $+1\sigma$ )

(1) Ss-A 及び Ss-B1

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$                      | 減衰係数 $C_c$                     |
|--------|------|---------------------------------|--------------------------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $1.029 \times 10^8$ kN/m        | $2.550 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $9.147 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $9.517 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.400 \times 10^8$ kN/m        | $2.549 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $2.819 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $2.348 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $3.771 \times 10^8$ kN/m        | $6.281 \times 10^6$ kN·s/m     |

(2) Ss-B5

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$                      | 減衰係数 $C_c$                     |
|--------|------|---------------------------------|--------------------------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $1.107 \times 10^8$ kN/m        | $2.550 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $9.655 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $9.317 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.492 \times 10^8$ kN/m        | $2.549 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $2.951 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $2.295 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $4.051 \times 10^8$ kN/m        | $6.149 \times 10^6$ kN·s/m     |

表 8.2-25 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね(地盤剛性の不確かさケース,  $-1\sigma$ )

(1) Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$                      | 減衰係数 $C_c$                     |
|--------|------|---------------------------------|--------------------------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $6.373 \times 10^7$ kN/m        | $2.190 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $6.435 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $9.186 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $8.685 \times 10^7$ kN/m        | $2.190 \times 10^6$ kN·s/m     |
|        | 回転成分 | $2.029 \times 10^{11}$ kN·m/rad | $2.265 \times 10^9$ kN·s·m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $2.524 \times 10^8$ kN/m        | $6.056 \times 10^6$ kN·s/m     |

### 8.2.5 地震応答解析結果

#### (1) 固有値解析結果

基本ケースの固有値解析結果を表 8.2-26～表 8.2-34 及び図 8.2-40～図 8.2-48 に示す。

#### (2) 地震応答解析結果

##### a. 基本ケース

基本ケースの基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析による各質点位置での最大応答値を、水平方向については図 8.2-49～図 8.2-60 に、鉛直方向については図 8.2-61～図 8.2-65 に示す。

##### b. 材料物性の不確かさケース

地盤剛性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果を基本ケースと比較して図 8.2-66～図 8.2-82 に示す。

表 8.2-26 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, NS 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.285    | 3.51     | 1.308  |
| 2   | 0.122    | 8.21     | -0.287 |
| 3   | 0.108    | 9.24     | -0.060 |
| 4   | 0.067    | 14.94    | -0.068 |

表 8.2-27 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, EW 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.250    | 4.00     | 1.294  |
| 2   | 0.110    | 9.10     | -0.274 |
| 3   | 0.070    | 14.27    | -0.062 |
| 4   | 0.051    | 19.50    | 0.044  |

表 8.2-28 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, 鉛直方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.182    | 5.50     | 3.252  |
| 2   | 0.143    | 6.98     | -2.291 |
| 3   | 0.040    | 25.02    | -0.096 |
| 4   | 0.033    | 30.62    | -0.095 |

表 8.2-29 固有値解析結果 (基本ケース, S<sub>s</sub>-B2 及び S<sub>s</sub>-B3, NS 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.272    | 3.68     | 1.342  |
| 2   | 0.119    | 8.42     | -0.387 |
| 3   | 0.106    | 9.40     | 0.002  |
| 4   | 0.067    | 14.97    | -0.074 |

表 8.2-30 固有値解析結果 (基本ケース, S<sub>s</sub>-B2 及び S<sub>s</sub>-B3, EW 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.240    | 4.17     | 1.315  |
| 2   | 0.107    | 9.38     | -0.302 |
| 3   | 0.069    | 14.48    | -0.060 |
| 4   | 0.051    | 19.50    | 0.049  |

表 8.2-31 固有値解析結果 (基本ケース, S<sub>s</sub>-B2 及び S<sub>s</sub>-B3, 鉛直方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.181    | 5.51     | 2.808  |
| 2   | 0.136    | 7.36     | -1.851 |
| 3   | 0.040    | 25.02    | -0.108 |
| 4   | 0.033    | 30.66    | -0.107 |

表 8.2-32 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-B4, NS 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.276    | 3.62     | 1.331  |
| 2   | 0.120    | 8.34     | -0.348 |
| 3   | 0.107    | 9.32     | -0.024 |
| 4   | 0.067    | 14.96    | -0.072 |

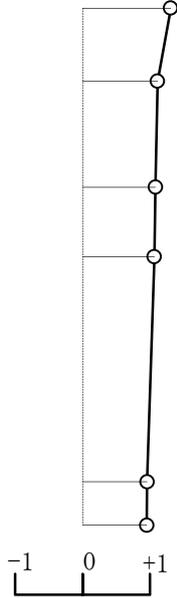
表 8.2-33 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-B4, EW 方向)

| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.244    | 4.11     | 1.307  |
| 2   | 0.108    | 9.25     | -0.291 |
| 3   | 0.070    | 14.38    | -0.061 |
| 4   | 0.051    | 19.50    | 0.047  |

表 8.2-34 固有値解析結果 (基本ケース, Ss-B4, 鉛直方向)

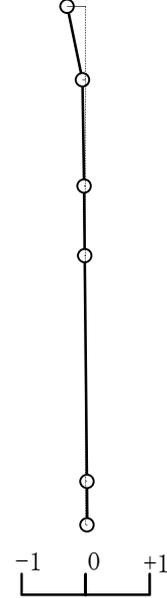
| 次 数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数   |
|-----|----------|----------|--------|
| 1   | 0.181    | 5.51     | 2.948  |
| 2   | 0.138    | 7.22     | -1.990 |
| 3   | 0.040    | 25.02    | -0.103 |
| 4   | 0.033    | 30.65    | -0.103 |

1次モード  
固有周期 0.285 (s)  
刺激係数 1.308

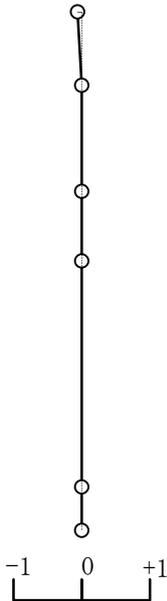


T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

2次モード  
固有周期 0.122 (s)  
刺激係数 -0.287



3次モード  
固有周期 0.108 (s)  
刺激係数 -0.060



T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

4次モード  
固有周期 0.067 (s)  
刺激係数 -0.068

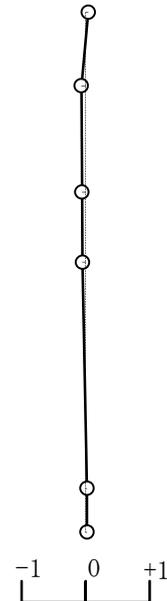
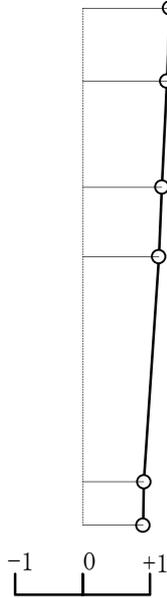


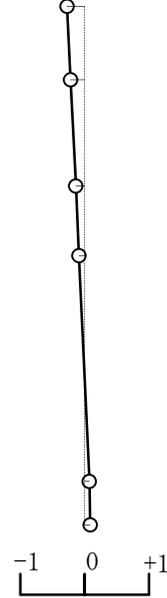
図 8.2-40 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, NS 方向)

1次モード  
固有周期 0.250 (s)  
刺激係数 1.294

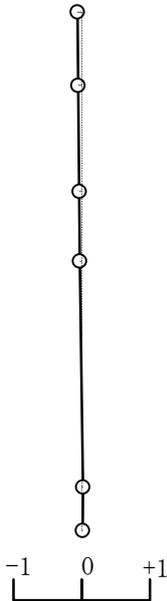


T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

2次モード  
固有周期 0.110 (s)  
刺激係数 -0.274



3次モード  
固有周期 0.070 (s)  
刺激係数 -0.062



T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

4次モード  
固有周期 0.051 (s)  
刺激係数 0.044

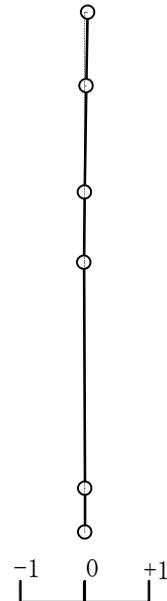
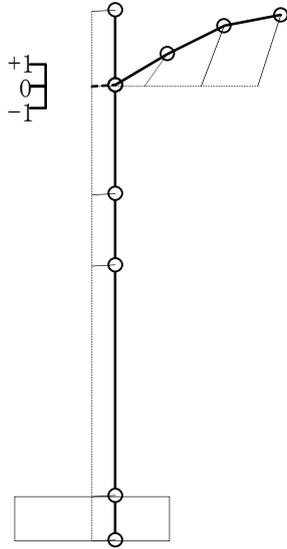


図 8.2-41 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, EW 方向)

1次モード

固有周期 0.182 (s)

刺激係数 3.252



2次モード

固有周期 0.143 (s)

刺激係数 -2.291

T. P. 43.5 (m)

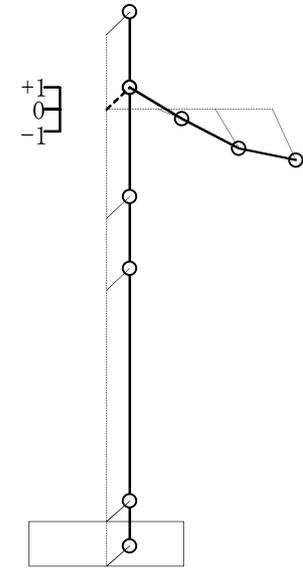
T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

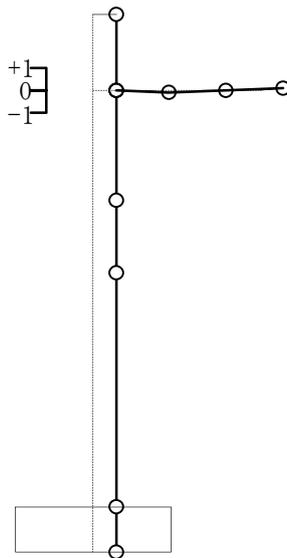
T. P. 13.8



3次モード

固有周期 0.040 (s)

刺激係数 -0.096



4次モード

固有周期 0.033 (s)

刺激係数 -0.095

T. P. 43.5 (m)

T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

T. P. 13.8

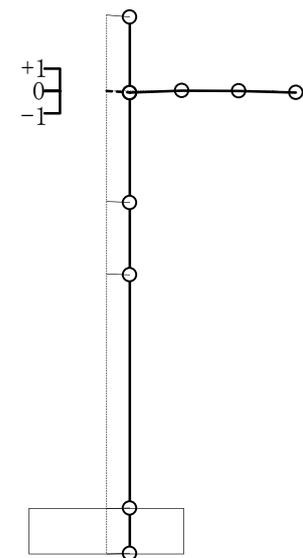
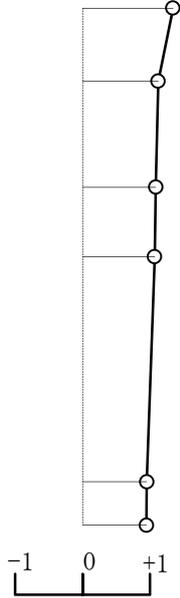


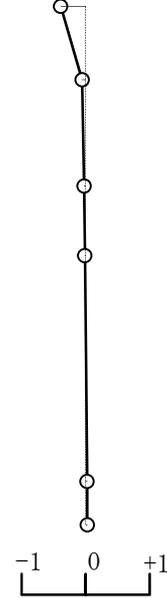
図 8.2-42 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-A, Ss-B1 及び Ss-B5, 鉛直方向)

1次モード  
固有周期 0.272 (s)  
刺激係数 1.342

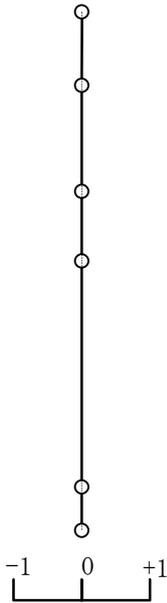


T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

2次モード  
固有周期 0.119 (s)  
刺激係数 -0.387



3次モード  
固有周期 0.106 (s)  
刺激係数 0.002



T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

4次モード  
固有周期 0.067 (s)  
刺激係数 -0.074

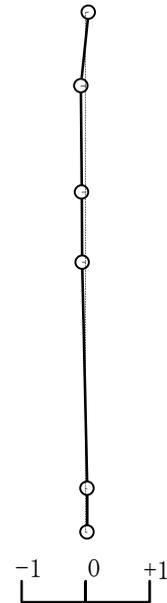
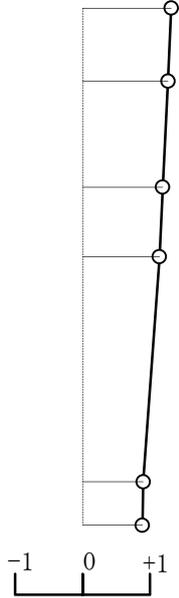


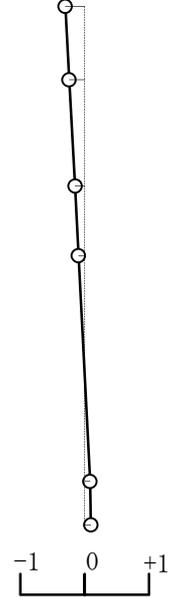
図 8.2-43 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-B2 及び Ss-B3, NS 方向)

1次モード  
固有周期 0.240 (s)  
刺激係数 1.315

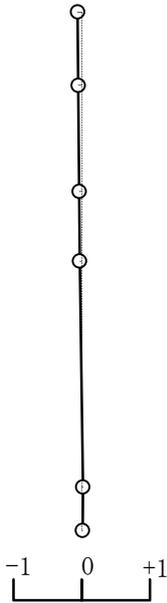


T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

2次モード  
固有周期 0.107 (s)  
刺激係数 -0.302



3次モード  
固有周期 0.069 (s)  
刺激係数 -0.060



T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

4次モード  
固有周期 0.051 (s)  
刺激係数 0.049

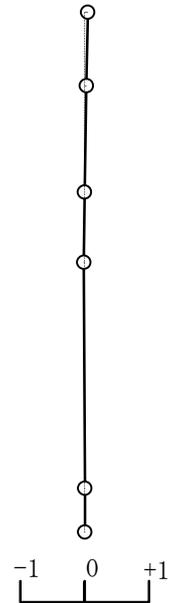
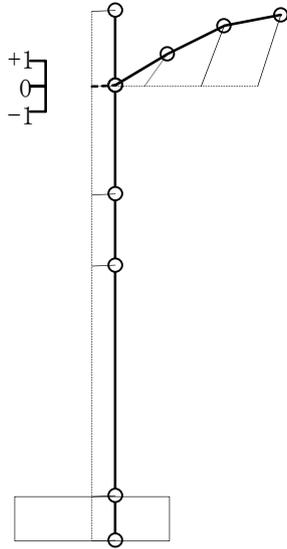


図 8.2-44 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-B2 及び Ss-B3, EW 方向)

1次モード

固有周期 0.181 (s)

刺激係数 2.808



2次モード

固有周期 0.136 (s)

刺激係数 -1.851

T. P. 43.5 (m)

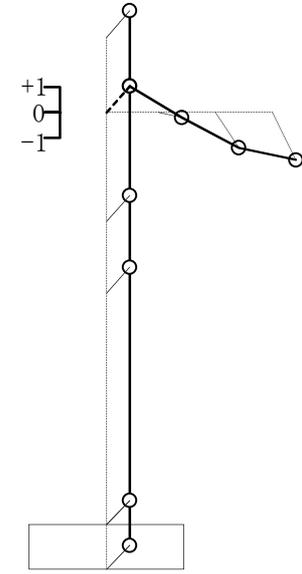
T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

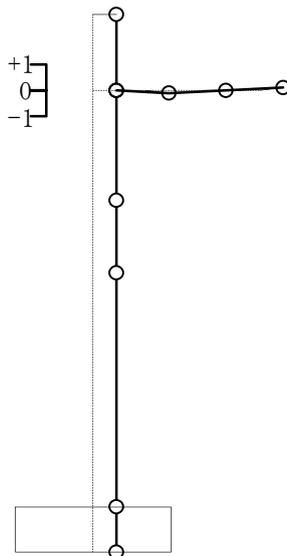
T. P. 13.8



3次モード

固有周期 0.040 (s)

刺激係数 -0.108



4次モード

固有周期 0.033 (s)

刺激係数 -0.107

T. P. 43.5 (m)

T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

T. P. 13.8

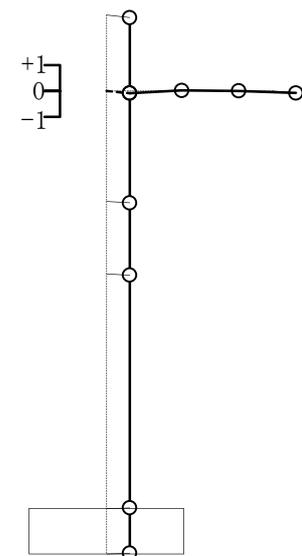
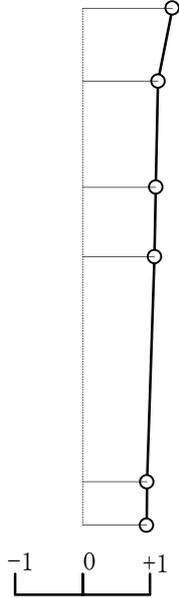


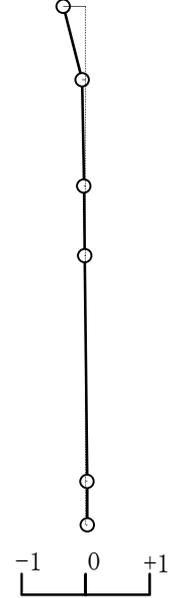
図 8.2-45 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, S<sub>s</sub>-B2 及び S<sub>s</sub>-B3, 鉛直方向)

1次モード  
固有周期 0.276 (s)  
刺激係数 1.331

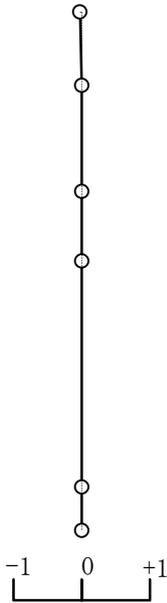


T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

2次モード  
固有周期 0.120 (s)  
刺激係数 -0.348



3次モード  
固有周期 0.107 (s)  
刺激係数 -0.024



T. P. 43.5 (m)  
T. P. 39.3  
T. P. 33.22  
T. P. 29.22  
T. P. 16.3  
T. P. 13.8

4次モード  
固有周期 0.067 (s)  
刺激係数 -0.072

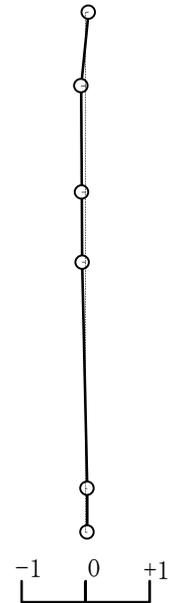
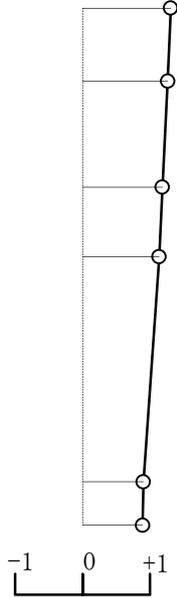


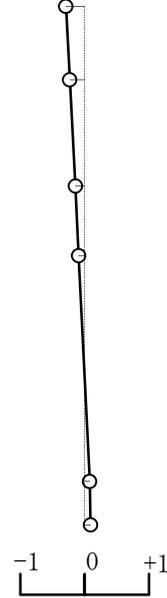
図 8.2-46 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-B4, NS 方向)

1次モード  
 固有周期 0.244 (s)  
 刺激係数 1.307

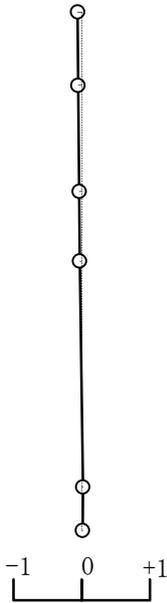


T. P. 43.5 (m)  
 T. P. 39.3  
 T. P. 33.22  
 T. P. 29.22  
 T. P. 16.3  
 T. P. 13.8

2次モード  
 固有周期 0.108 (s)  
 刺激係数 -0.291



3次モード  
 固有周期 0.070 (s)  
 刺激係数 -0.061



T. P. 43.5 (m)  
 T. P. 39.3  
 T. P. 33.22  
 T. P. 29.22  
 T. P. 16.3  
 T. P. 13.8

4次モード  
 固有周期 0.051 (s)  
 刺激係数 0.047

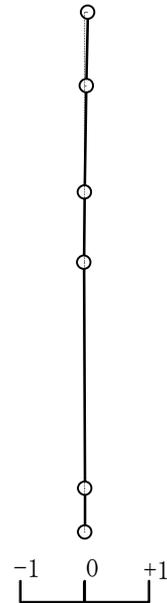
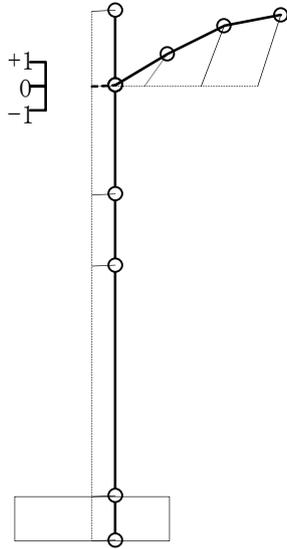


図 8.2-47 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-B4, EW 方向)

1次モード

固有周期 0.181 (s)

刺激係数 2.948



2次モード

固有周期 0.138 (s)

刺激係数 -1.990

T. P. 43.5 (m)

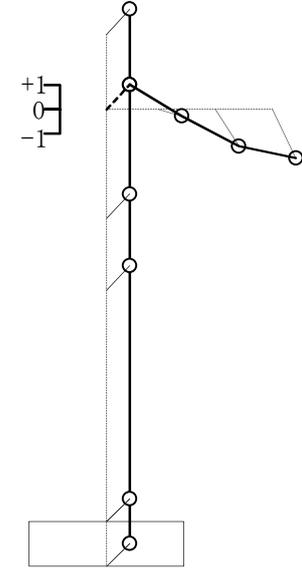
T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

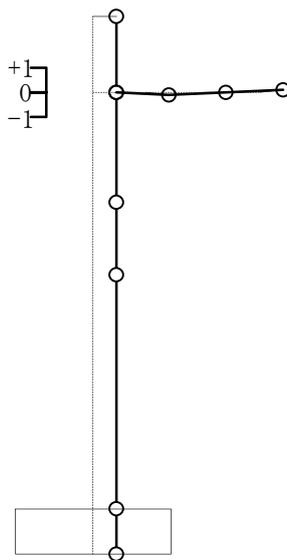
T. P. 13.8



3次モード

固有周期 0.040 (s)

刺激係数 -0.103



4次モード

固有周期 0.033 (s)

刺激係数 -0.103

T. P. 43.5 (m)

T. P. 39.3

T. P. 33.22

T. P. 29.22

T. P. 16.3

T. P. 13.8

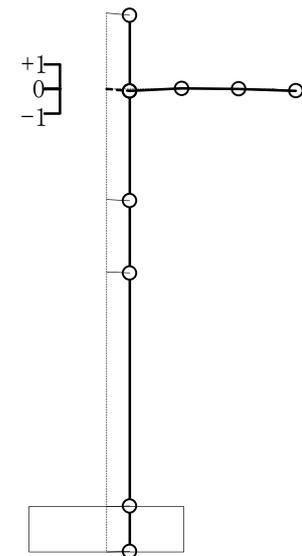


図 8.2-48 固有周期及び刺激関数 (基本ケース, Ss-B4, 鉛直方向)

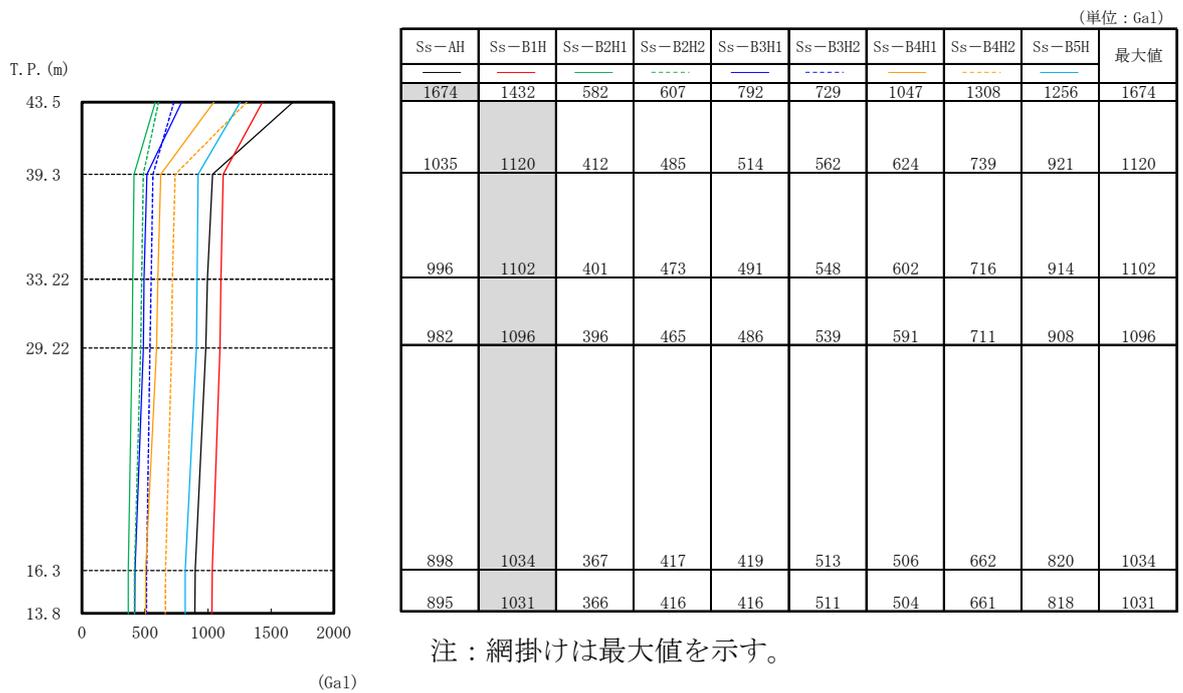


図 8.2-49 最大応答加速度 (基本ケース, NS 方向)

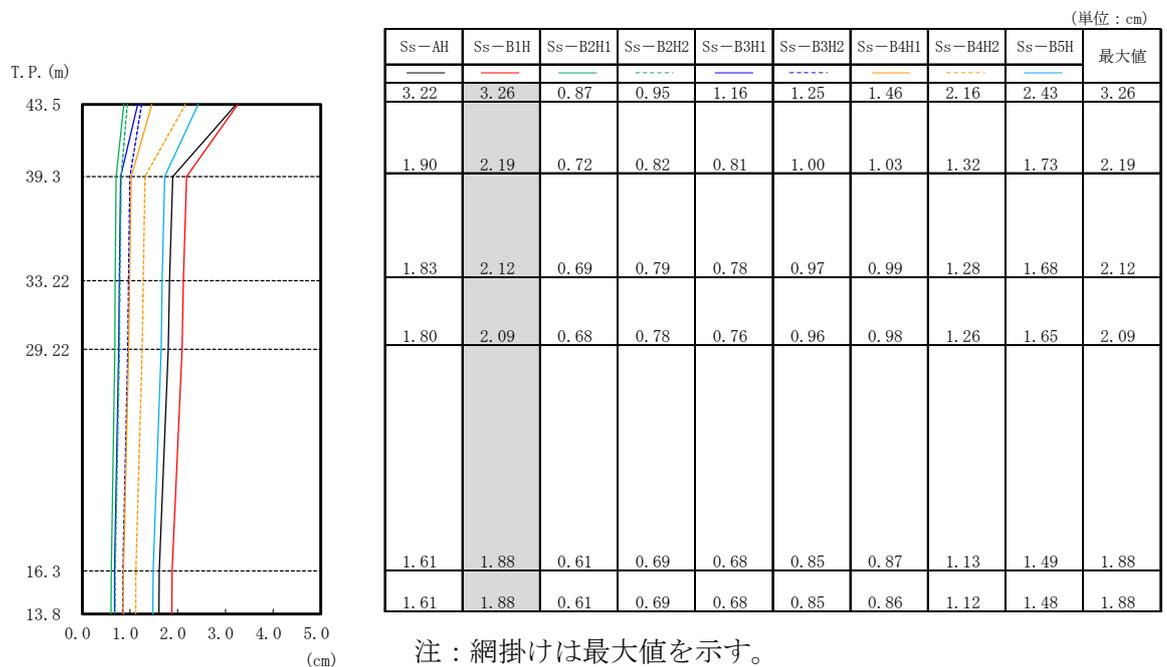
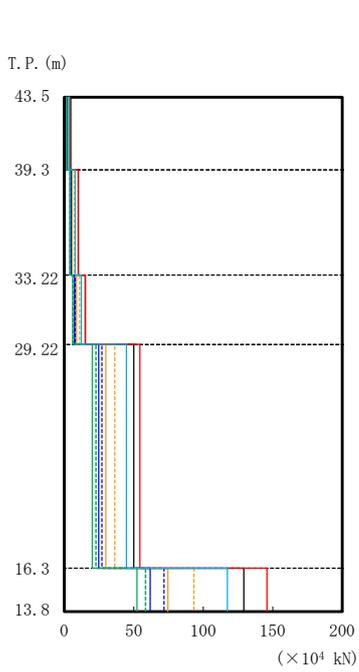


図 8.2-50 最大応答変位 (基本ケース, NS 方向)

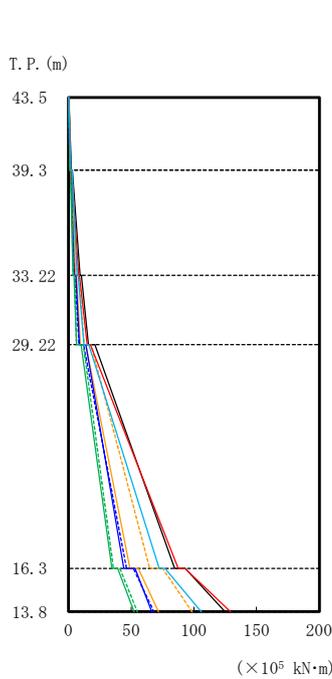


(単位:  $\times 10^4$  kN)

| Ss-AH  | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H | 最大値    |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 4.51   | 3.86   | 1.58    | 1.64    | 2.14    | 1.98    | 2.82    | 3.54    | 3.39   | 4.51   |
| 10.12  | 9.99   | 3.89    | 3.90    | 4.95    | 5.09    | 5.83    | 7.58    | 7.86   | 10.12  |
| 14.99  | 15.35  | 5.87    | 6.22    | 7.37    | 7.80    | 8.78    | 11.05   | 12.23  | 15.35  |
| 49.92  | 54.27  | 20.02   | 22.76   | 24.75   | 27.09   | 29.87   | 36.25   | 44.65  | 54.27  |
| 129.10 | 145.80 | 52.46   | 58.48   | 61.81   | 71.87   | 74.62   | 93.41   | 117.32 | 145.80 |
| 地盤ばね反力 |        |         |         |         |         |         |         |        |        |
| 133.71 | 156.33 | 55.55   | 63.12   | 62.11   | 77.87   | 76.65   | 99.71   | 123.58 | 156.33 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-51 最大応答せん断力 (基本ケース, NS 方向)



(単位:  $\times 10^5$  kN·m)

| Ss-AH  | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H | 最大値    |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 0.41   | 0.19   | 0.25    | 0.37    | 0.34    | 0.22    | 0.30    | 0.34    | 0.35   | 0.41   |
| 2.19   | 1.80   | 0.91    | 1.02    | 1.09    | 0.99    | 1.46    | 1.69    | 1.71   | 2.19   |
| 3.10   | 2.32   | 1.66    | 2.12    | 1.95    | 1.64    | 2.30    | 2.58    | 2.73   | 3.10   |
| 9.15   | 8.17   | 3.63    | 3.77    | 4.77    | 4.62    | 5.57    | 7.13    | 6.93   | 9.15   |
| 10.15  | 8.70   | 4.40    | 4.89    | 5.78    | 5.33    | 6.45    | 8.14    | 7.59   | 10.15  |
| 16.07  | 14.74  | 6.38    | 6.42    | 8.57    | 8.36    | 9.47    | 12.55   | 12.21  | 16.07  |
| 21.02  | 17.44  | 10.06   | 11.79   | 13.77   | 11.93   | 13.77   | 17.95   | 16.19  | 21.02  |
| 84.68  | 87.49  | 34.59   | 35.83   | 44.09   | 46.34   | 49.16   | 64.76   | 72.31  | 87.49  |
| 93.15  | 93.04  | 39.24   | 41.07   | 53.01   | 51.81   | 55.70   | 75.18   | 77.01  | 93.15  |
| 124.92 | 129.47 | 52.31   | 54.82   | 66.51   | 68.18   | 71.79   | 98.54   | 106.05 | 129.47 |
| 地盤ばね反力 |        |         |         |         |         |         |         |        |        |
| 123.63 | 128.74 | 51.73   | 54.18   | 65.25   | 67.28   | 70.56   | 97.32   | 105.02 | 128.74 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-52 最大応答曲げモーメント (基本ケース, NS 方向)

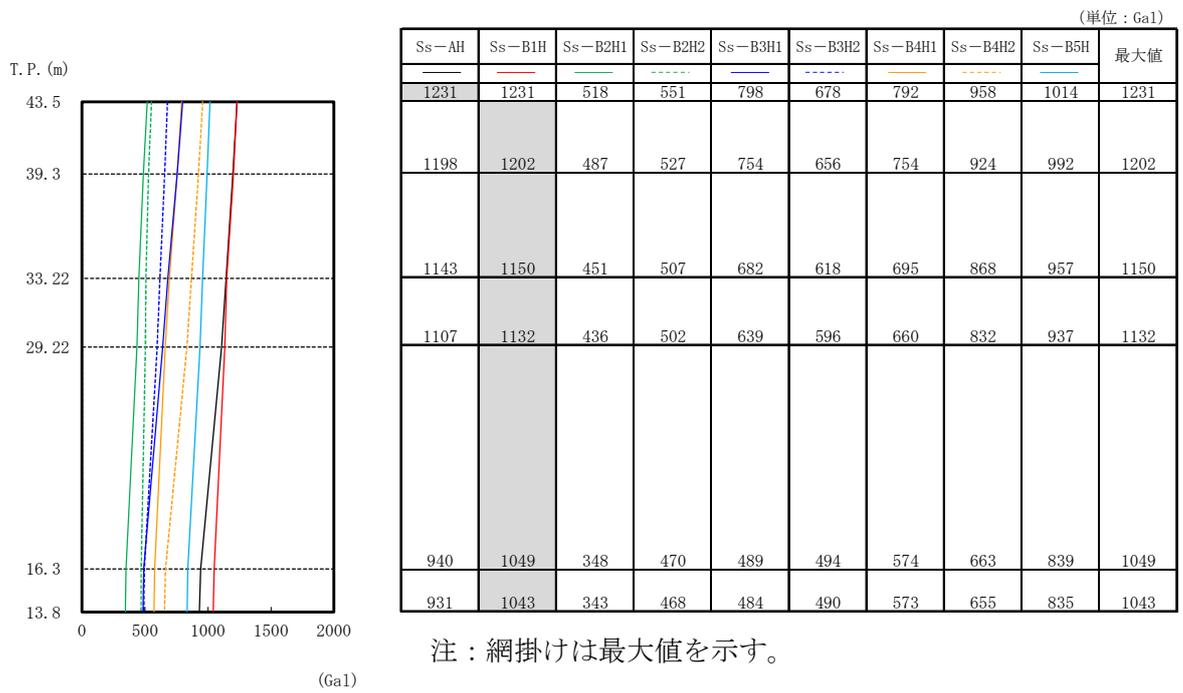


図 8.2-53 最大応答加速度 (基本ケース, EW 方向)

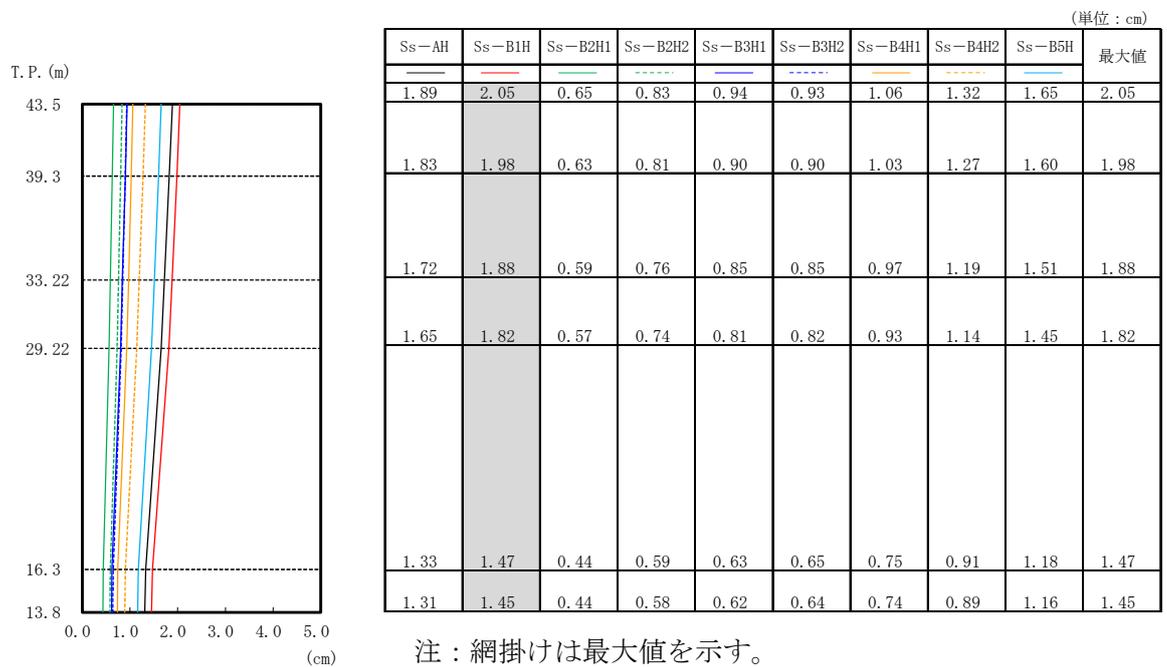
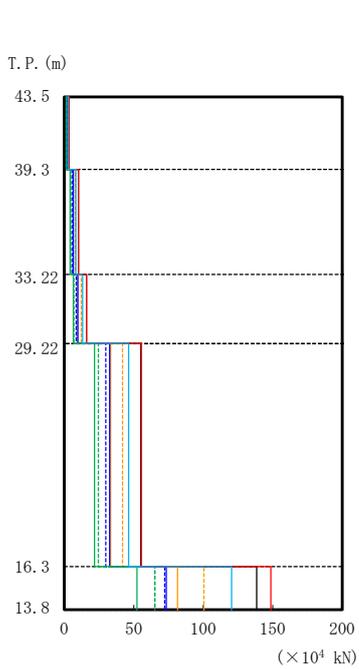


図 8.2-54 最大応答変位 (基本ケース, EW 方向)

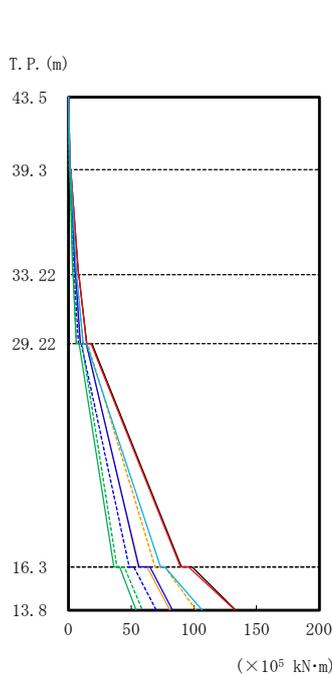


(単位:  $\times 10^4$  kN)

| Ss-AH  | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H | 最大値    |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 3.34   | 3.34   | 1.41    | 1.48    | 2.16    | 1.84    | 2.14    | 2.60    | 2.75   | 3.34   |
| 10.20  | 10.22  | 4.20    | 4.48    | 6.48    | 5.58    | 6.45    | 7.89    | 8.41   | 10.22  |
| 15.82  | 15.84  | 6.39    | 6.90    | 9.84    | 8.62    | 9.86    | 12.16   | 13.11  | 15.84  |
| 55.17  | 55.61  | 21.75   | 24.56   | 32.63   | 29.82   | 33.34   | 41.82   | 46.41  | 55.61  |
| 138.42 | 148.58 | 52.47   | 65.19   | 73.42   | 72.15   | 81.55   | 100.43  | 120.37 | 148.58 |
| 地盤ばね反力 |        |         |         |         |         |         |         |        |        |
| 149.00 | 164.93 | 54.24   | 72.42   | 77.05   | 79.95   | 88.69   | 107.26  | 132.15 | 164.93 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-55 最大応答せん断力 (基本ケース, EW 方向)



(単位:  $\times 10^5$  kN·m)

| Ss-AH  | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H | 最大値    |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 0.02   | 0.01   | 0.02    | 0.02    | 0.02    | 0.01    | 0.02    | 0.01    | 0.02   | 0.02   |
| 1.41   | 1.41   | 0.60    | 0.63    | 0.92    | 0.78    | 0.91    | 1.10    | 1.16   | 1.41   |
| 1.89   | 1.84   | 0.90    | 1.18    | 1.47    | 1.05    | 1.52    | 1.56    | 1.47   | 1.89   |
| 8.09   | 8.04   | 3.45    | 3.75    | 5.41    | 4.42    | 5.29    | 6.35    | 6.51   | 8.09   |
| 8.26   | 8.18   | 3.55    | 3.93    | 5.60    | 4.51    | 5.45    | 6.50    | 6.59   | 8.26   |
| 14.58  | 14.50  | 6.10    | 6.43    | 9.53    | 7.95    | 9.37    | 11.37   | 11.82  | 14.58  |
| 18.74  | 17.79  | 8.35    | 10.69   | 14.06   | 10.17   | 14.35   | 15.29   | 14.47  | 18.74  |
| 90.08  | 89.40  | 36.26   | 38.71   | 56.16   | 48.38   | 55.69   | 69.17   | 73.44  | 90.08  |
| 98.57  | 95.82  | 40.86   | 44.46   | 64.99   | 52.18   | 62.53   | 76.79   | 76.85  | 98.57  |
| 133.15 | 132.82 | 53.95   | 58.94   | 82.94   | 69.92   | 80.91   | 101.83  | 106.53 | 133.15 |
| 地盤ばね反力 |        |         |         |         |         |         |         |        |        |
| 132.33 | 132.30 | 53.68   | 58.76   | 82.38   | 69.62   | 80.26   | 101.21  | 106.12 | 132.33 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-56 最大応答曲げモーメント (基本ケース, EW 方向)

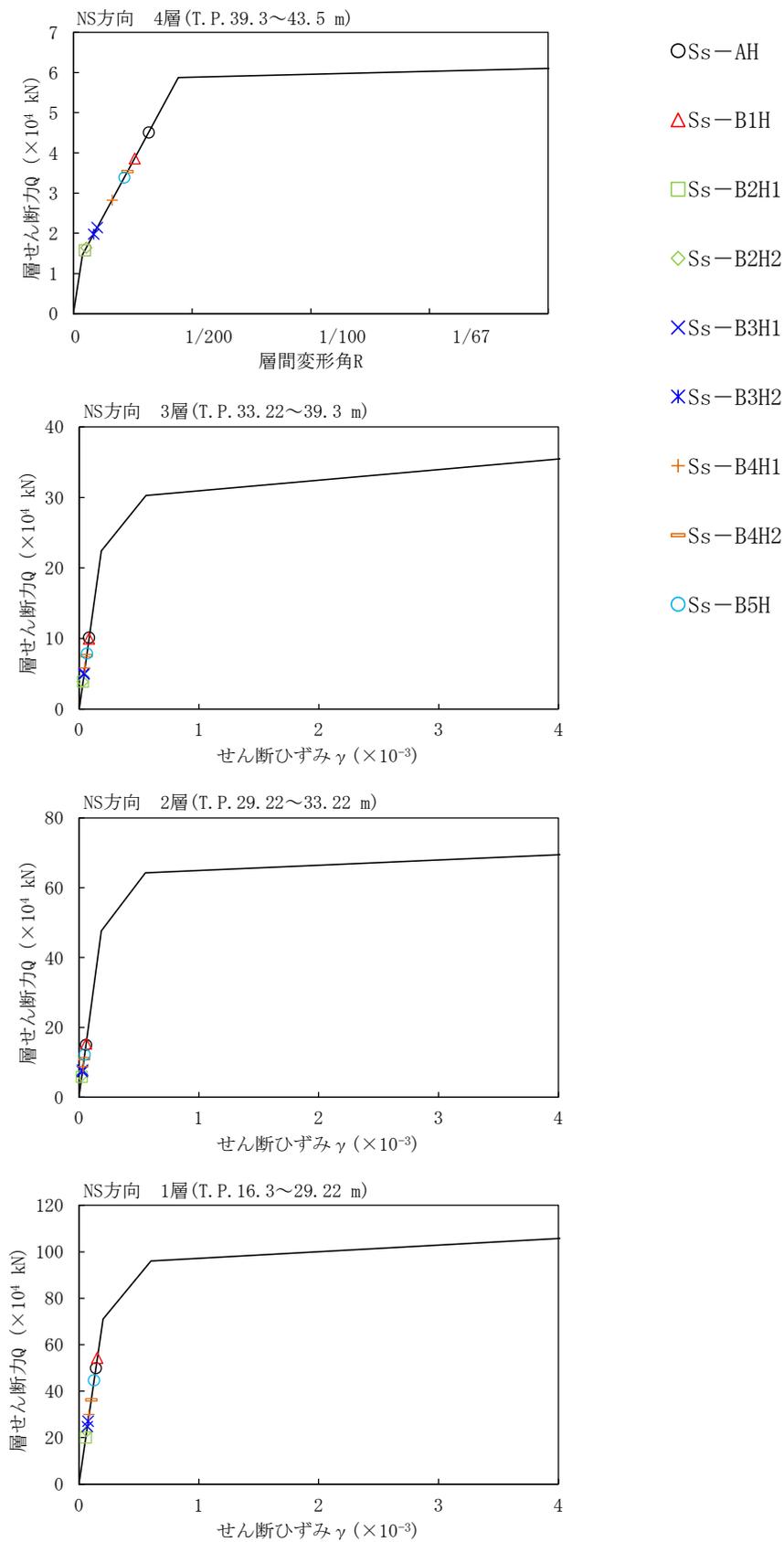


図 8.2-57 せん断スケルトンと最大応答値 (基本ケース, NS 方向)

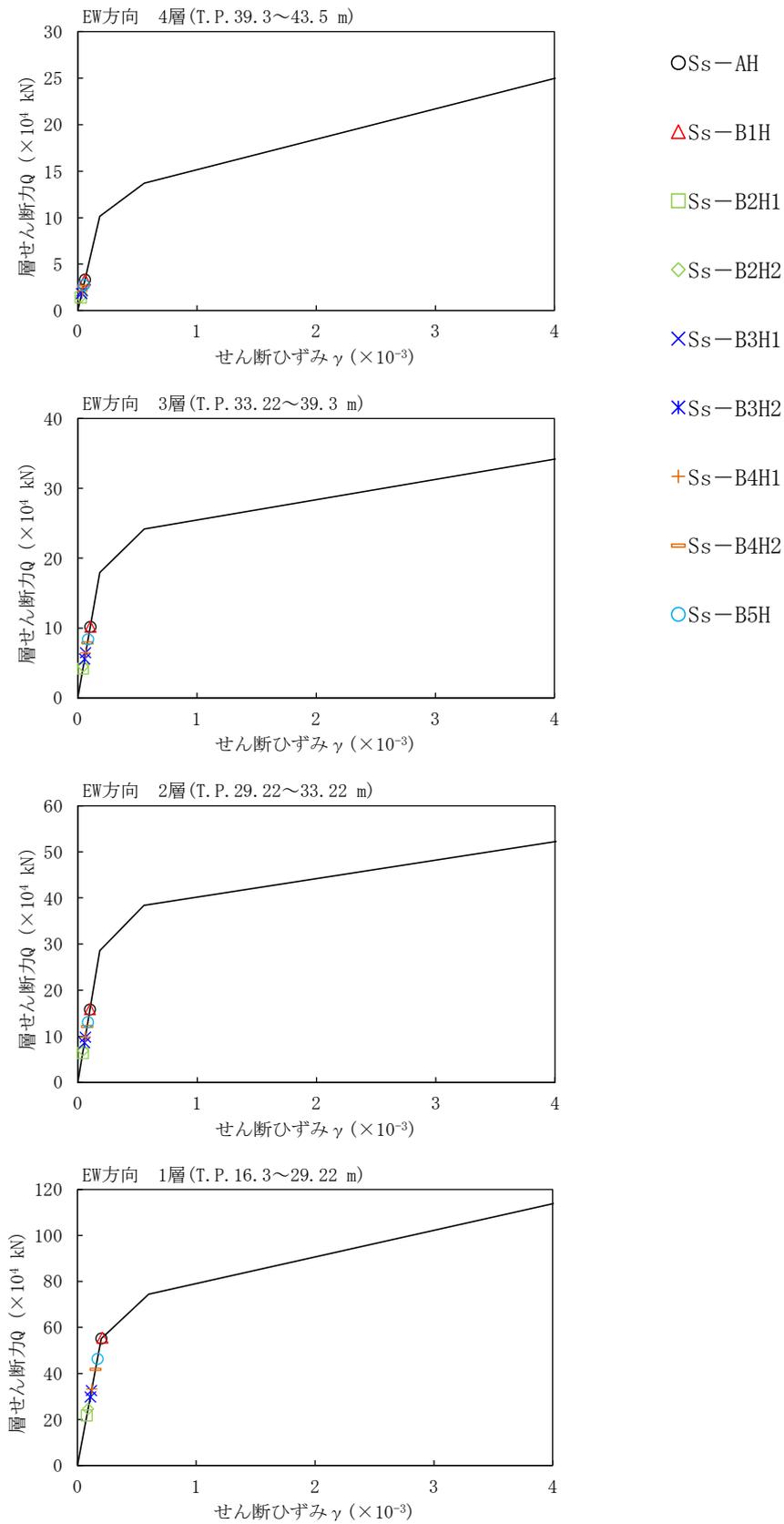


図 8.2-58 せん断スケルトンと最大応答値 (基本ケース, EW 方向)

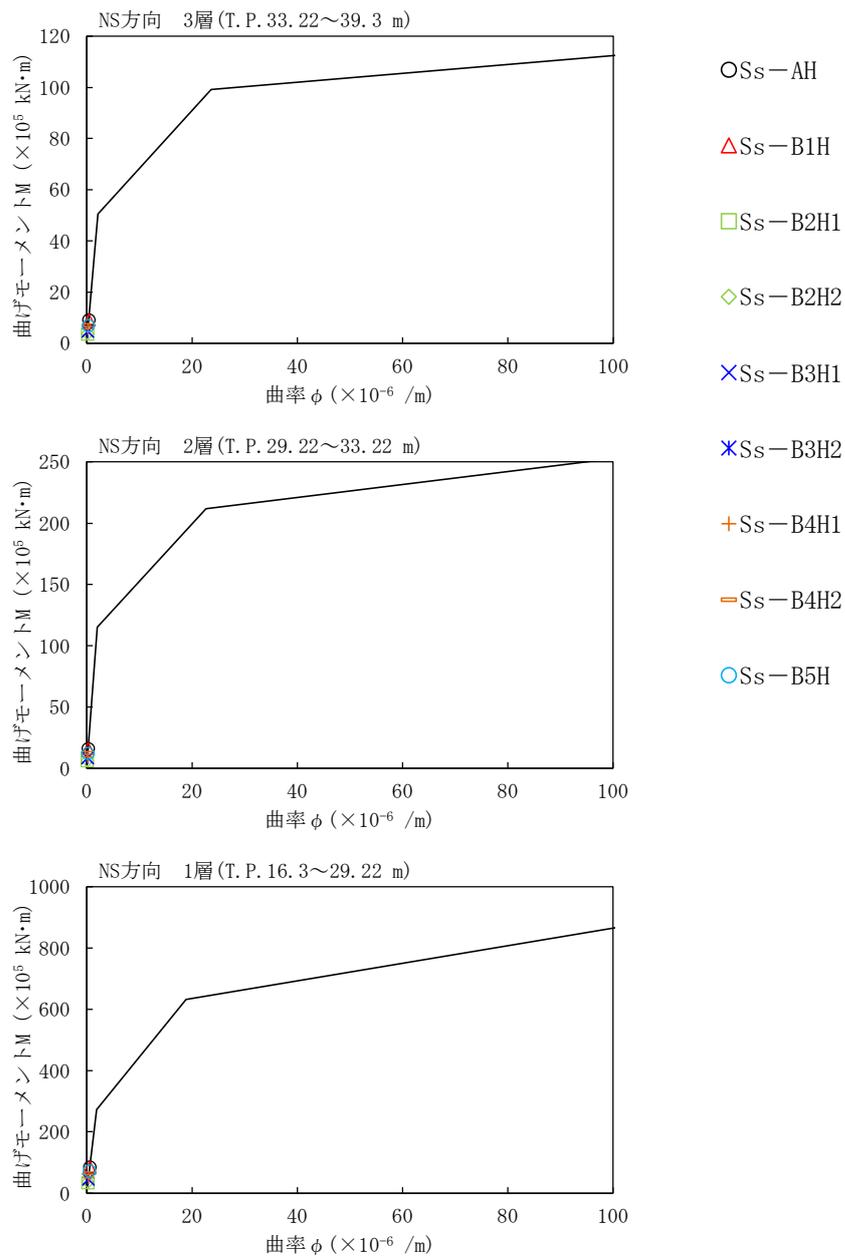


図 8.2-59 曲げスケルトンと最大応答値 (基本ケース, NS 方向)

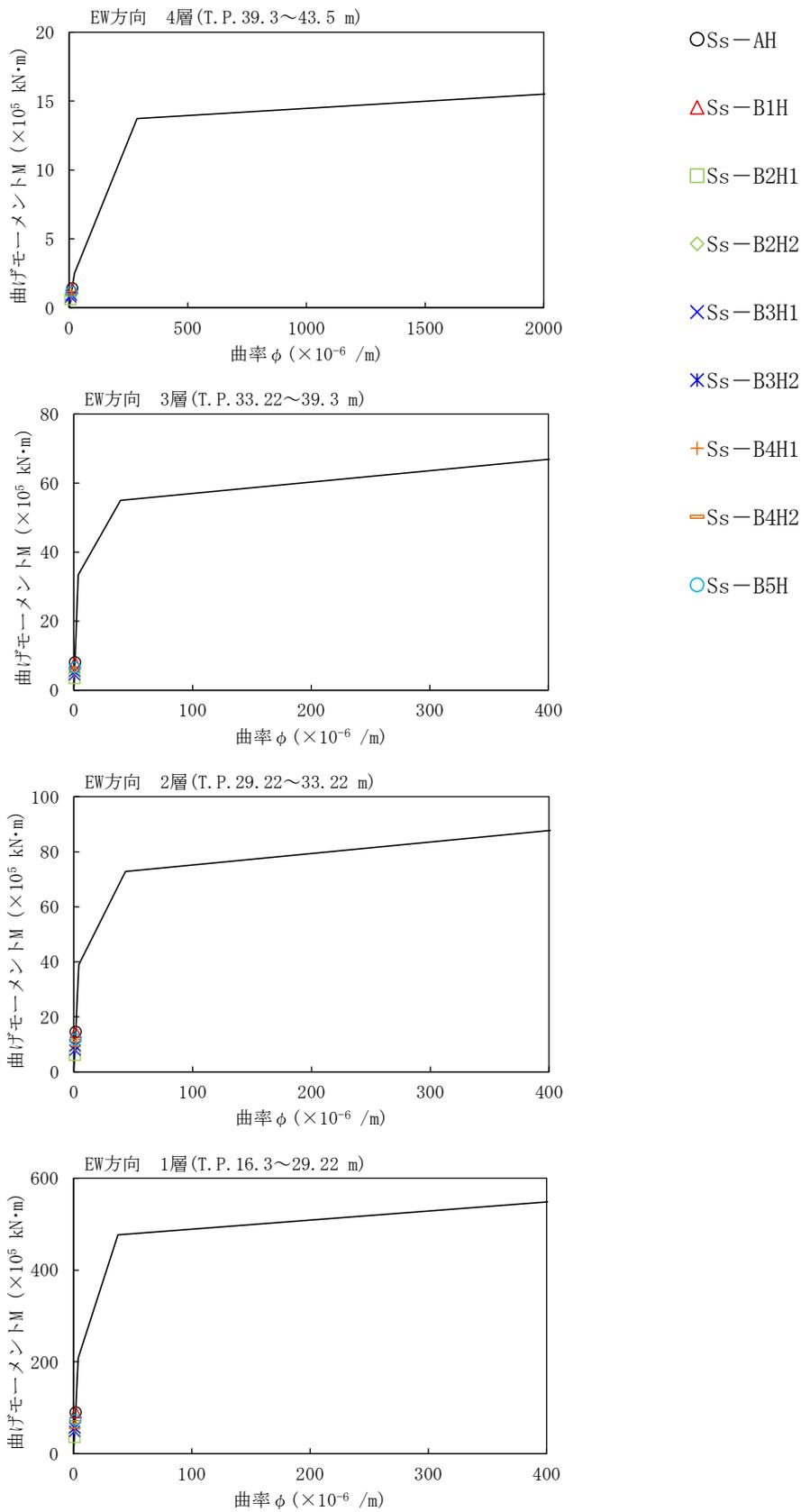
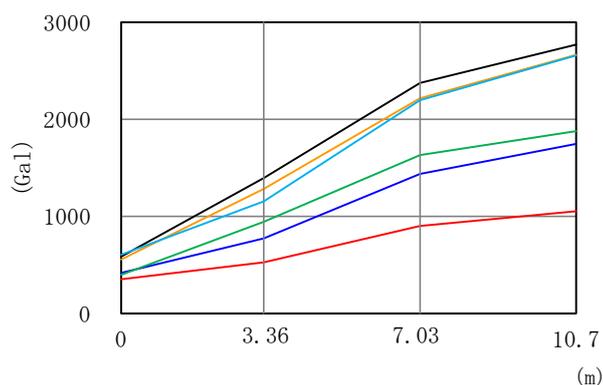


図 8.2-60 曲げスケルトンと最大応答値 (基本ケース, EW 方向)



(単位: Gal)

|        |   |     |      |      |      |
|--------|---|-----|------|------|------|
| Ss-AV  | — | 586 | 1396 | 2377 | 2770 |
| Ss-B1V | — | 352 | 526  | 901  | 1055 |
| Ss-B2V | — | 400 | 944  | 1632 | 1879 |
| Ss-B3V | — | 419 | 771  | 1439 | 1747 |
| 一関東評価用 | — | 559 | 1282 | 2216 | 2663 |
| Ss-B5V | — | 605 | 1154 | 2197 | 2658 |
| 最大値    |   | 605 | 1396 | 2377 | 2770 |

注: 網掛けは最大値を示す。

図 8.2-61 最大応答加速度 (基本ケース, 鉛直方向, 受入屋根)

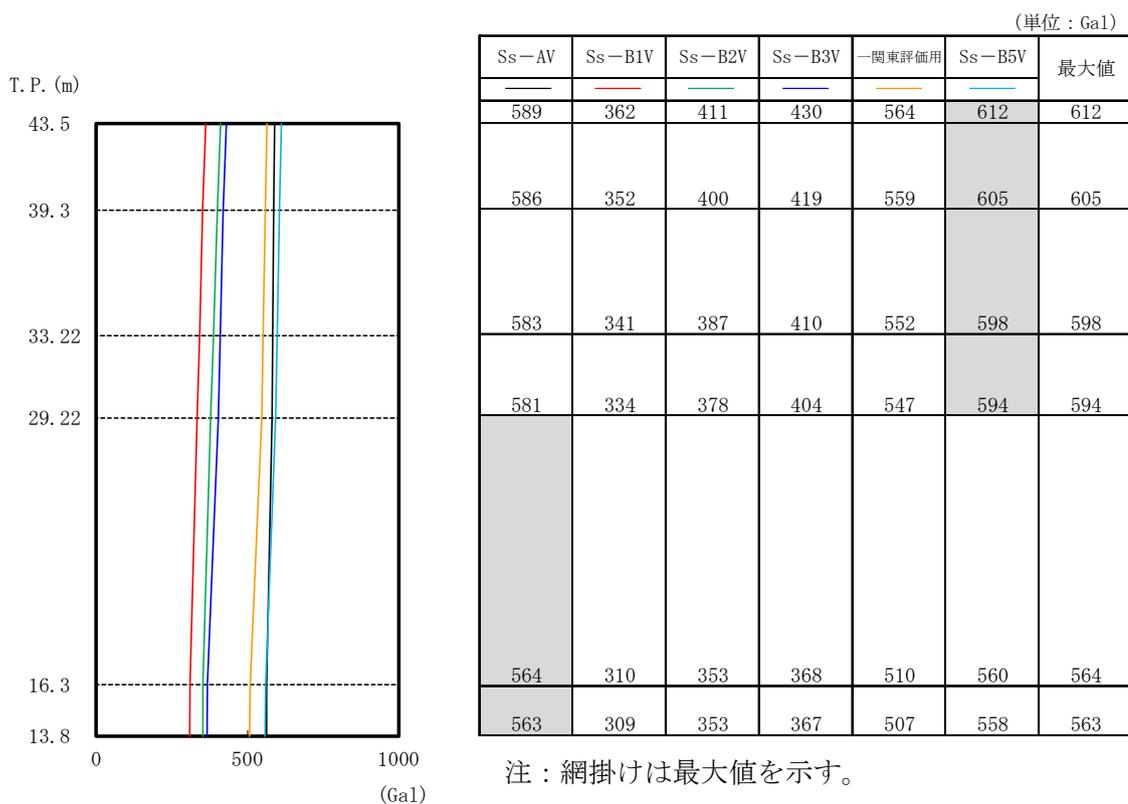
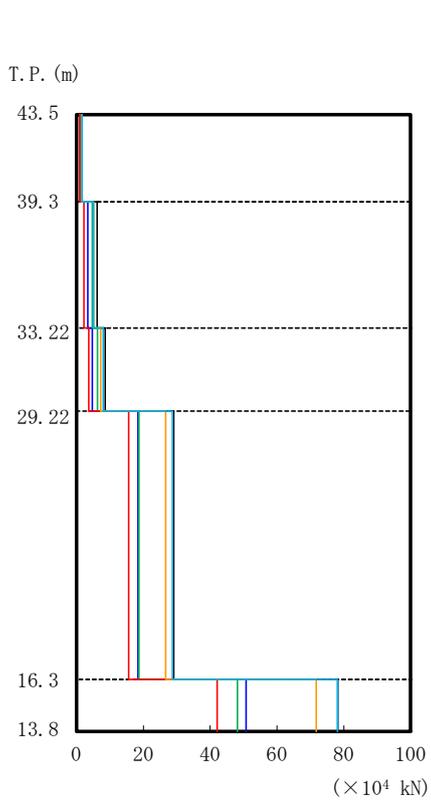


図 8.2-62 最大応答加速度 (基本ケース, 鉛直方向, 建屋部)

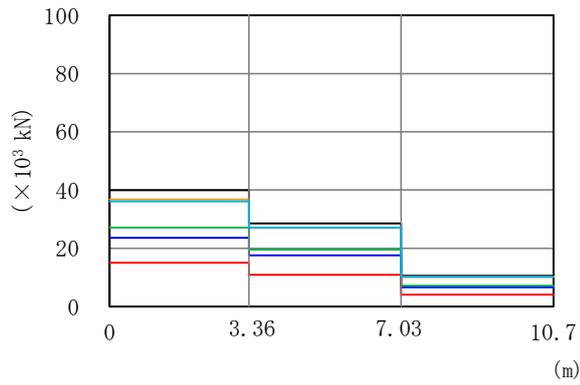


(単位:  $\times 10^4$  kN)

| Ss-AV  | Ss-B1V | Ss-B2V | Ss-B3V | 一関東評備用 | Ss-B5V | 最大値   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1.61   | 0.99   | 1.12   | 1.18   | 1.54   | 1.67   | 1.67  |
| 6.23   | 2.28   | 4.77   | 3.36   | 5.08   | 5.07   | 6.23  |
| 8.60   | 3.62   | 6.30   | 4.75   | 7.25   | 7.96   | 8.60  |
| 29.08  | 15.59  | 18.72  | 18.37  | 26.70  | 28.72  | 29.08 |
| 78.27  | 42.11  | 48.21  | 50.81  | 71.76  | 78.12  | 78.27 |
| 地盤ばね反力 |        |        |        |        |        |       |
| 82.29  | 38.67  | 55.23  | 49.02  | 67.62  | 75.29  | 82.29 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-63 最大応答軸力 (基本ケース, 鉛直方向, 建屋部)

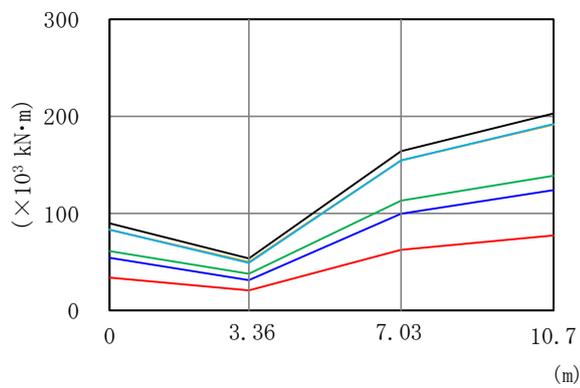


(単位:  $\times 10^3$  kN)

|        |   |       |       |       |
|--------|---|-------|-------|-------|
| Ss-AV  | — | 39.94 | 28.56 | 10.52 |
| Ss-B1V | — | 15.09 | 10.89 | 4.06  |
| Ss-B2V | — | 27.10 | 19.55 | 7.19  |
| Ss-B3V | — | 23.67 | 17.52 | 6.61  |
| 一関東評価用 | — | 36.73 | 26.97 | 10.19 |
| Ss-B5V | — | 36.12 | 27.13 | 10.24 |
| 最大値    |   | 39.94 | 28.56 | 10.52 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-64 最大応答せん断力（基本ケース，鉛直方向，受入屋根）



(単位:  $\times 10^3$  kN·m)

|        |   |       |       |        |        |
|--------|---|-------|-------|--------|--------|
| Ss-AV  | — | 90.00 | 53.68 | 164.26 | 202.86 |
| Ss-B1V | — | 33.94 | 20.64 | 62.40  | 77.16  |
| Ss-B2V | — | 61.20 | 37.84 | 113.22 | 139.11 |
| Ss-B3V | — | 54.32 | 31.24 | 99.65  | 123.92 |
| 一関東評価用 | — | 83.35 | 49.98 | 154.71 | 191.58 |
| Ss-B5V | — | 83.21 | 48.99 | 154.68 | 192.26 |
| 最大値    |   | 90.00 | 53.68 | 164.26 | 202.86 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-65 最大応答曲げモーメント（基本ケース，鉛直方向，受入屋根）

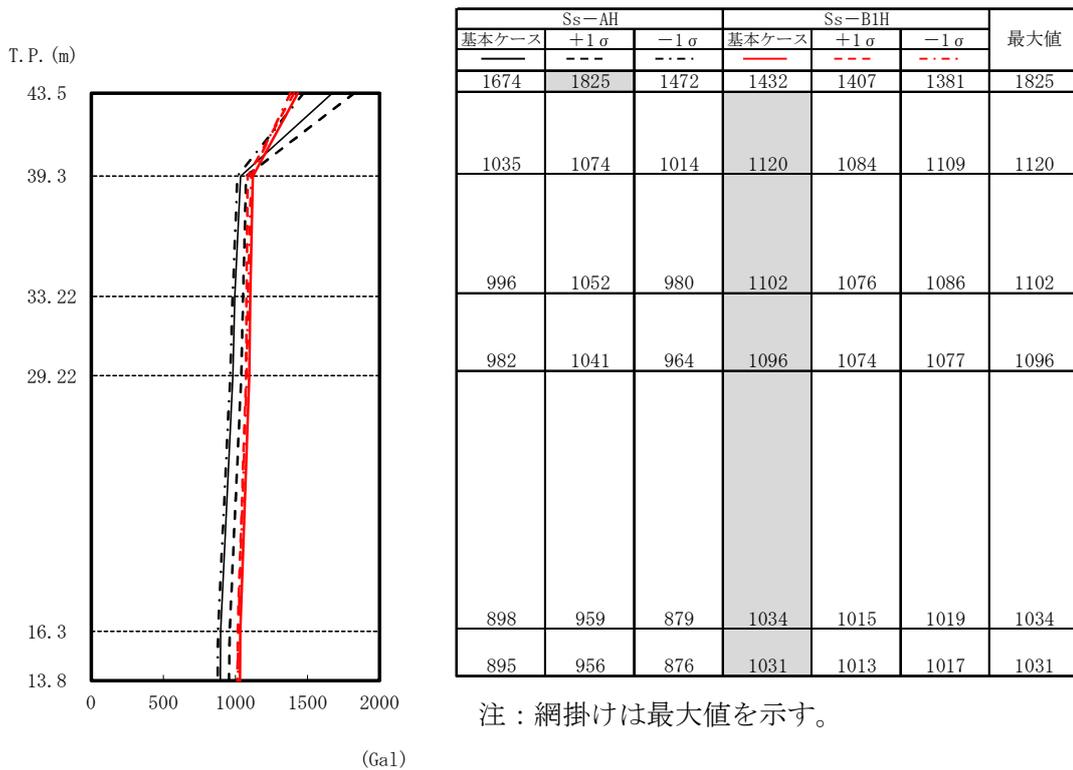


図 8.2-66 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）

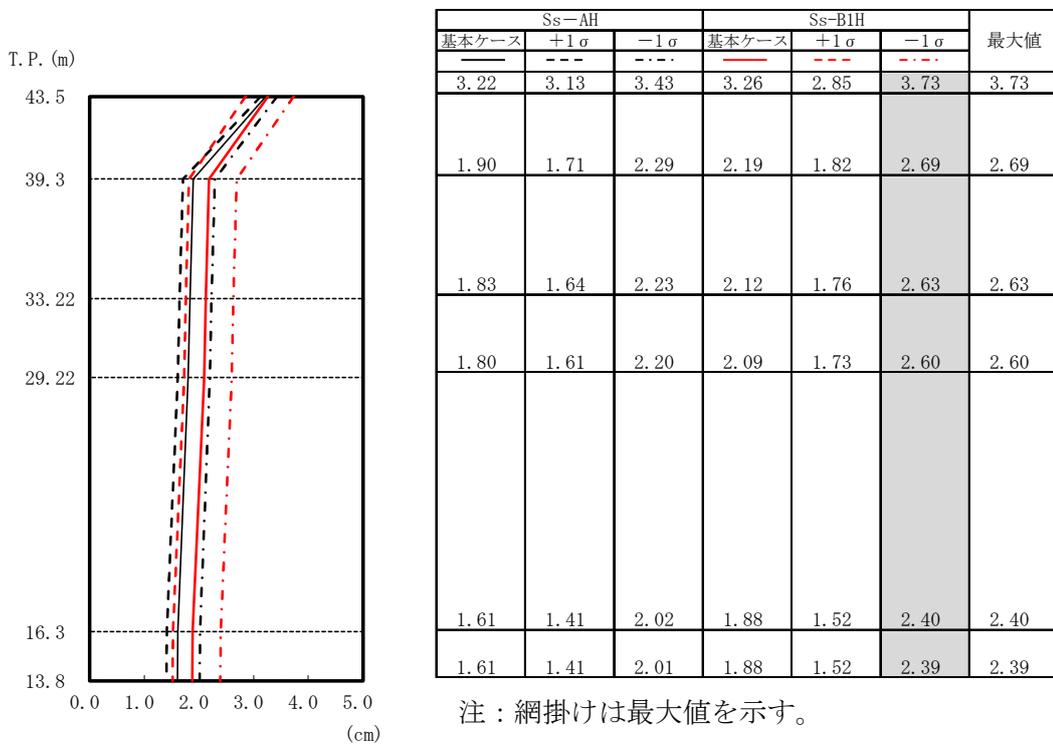
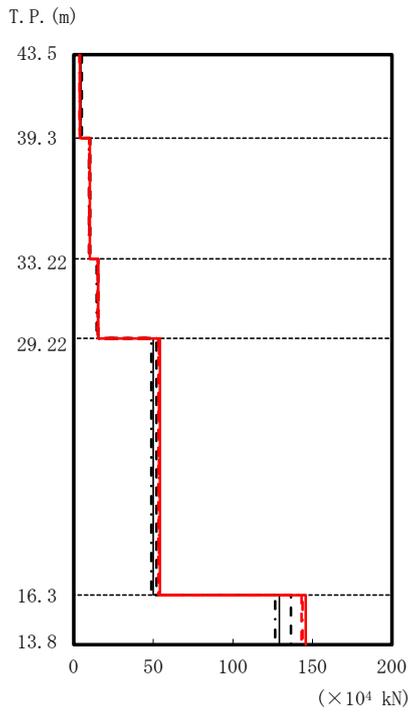


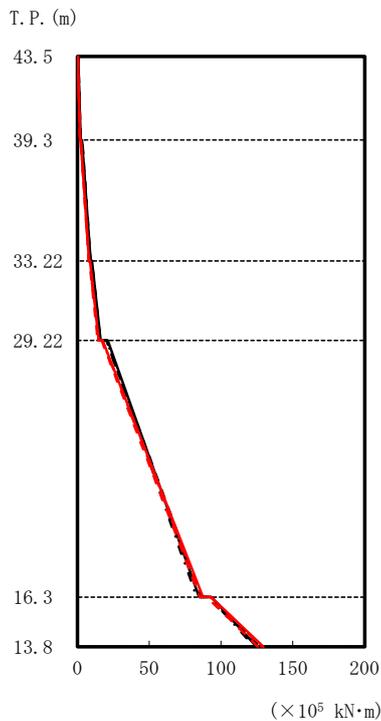
図 8.2-67 最大応答変位（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）



| 基本ケース  | Ss-AH  |        | 基本ケース  | Ss-B1H |        | 最大値    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | +1σ    | -1σ    |        | +1σ    | -1σ    |        |
| 4.51   | 4.93   | 3.98   | 3.86   | 3.80   | 3.72   | 4.93   |
| 10.12  | 10.31  | 9.54   | 9.99   | 9.76   | 9.77   | 10.31  |
| 14.99  | 15.25  | 14.36  | 15.35  | 14.97  | 15.09  | 15.35  |
| 49.92  | 52.03  | 48.84  | 54.27  | 53.10  | 53.42  | 54.27  |
| 129.10 | 136.58 | 126.57 | 145.80 | 143.04 | 143.80 | 145.80 |
| 地盤ばね反力 |        |        |        |        |        |        |
| 133.71 | 144.58 | 128.12 | 156.33 | 156.02 | 152.30 | 156.33 |

注：網掛けは最大値を示す。

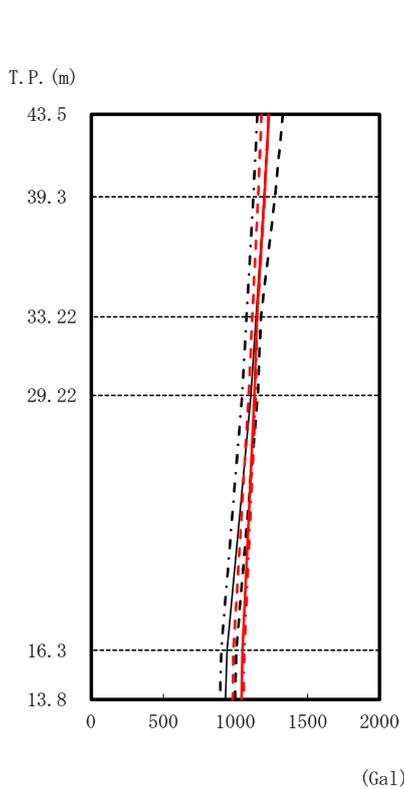
図 8.2-68 最大応答せん断力（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）



| 基本ケース  | Ss-AH  |        | 基本ケース  | Ss-B1H |        | 最大値    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | +1σ    | -1σ    |        | +1σ    | -1σ    |        |
| 0.41   | 0.45   | 0.34   | 0.19   | 0.18   | 0.19   | 0.45   |
| 2.19   | 2.33   | 1.97   | 1.80   | 1.75   | 1.71   | 2.33   |
| 3.10   | 3.26   | 2.82   | 2.32   | 2.22   | 2.20   | 3.26   |
| 9.15   | 9.18   | 8.57   | 8.17   | 7.84   | 8.02   | 9.18   |
| 10.15  | 10.01  | 9.57   | 8.70   | 8.24   | 8.58   | 10.15  |
| 16.07  | 15.93  | 15.27  | 14.74  | 14.16  | 14.56  | 16.07  |
| 21.02  | 19.94  | 20.31  | 17.44  | 16.83  | 17.34  | 21.02  |
| 84.68  | 86.05  | 83.00  | 87.49  | 85.30  | 86.33  | 87.49  |
| 93.15  | 93.13  | 91.90  | 93.04  | 90.00  | 92.52  | 93.15  |
| 124.92 | 126.88 | 123.21 | 129.47 | 125.76 | 128.46 | 129.47 |
| 地盤ばね反力 |        |        |        |        |        |        |
| 123.63 | 126.05 | 120.97 | 128.74 | 125.33 | 127.21 | 128.74 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-69 最大応答曲げモーメント（地盤剛性の不確かさケース，NS 方向）

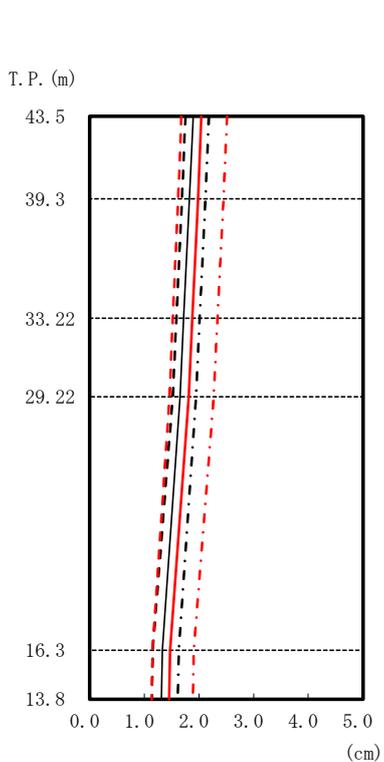


(単位: Gal)

| 基本ケース | Ss-AH |      | 基本ケース | Ss-BIH |      | 最大値  |
|-------|-------|------|-------|--------|------|------|
|       | +1σ   | -1σ  |       | +1σ    | -1σ  |      |
| 1231  | 1329  | 1152 | 1231  | 1181   | 1229 | 1329 |
| 1198  | 1274  | 1123 | 1202  | 1157   | 1201 | 1274 |
| 1143  | 1177  | 1076 | 1150  | 1116   | 1151 | 1177 |
| 1107  | 1154  | 1046 | 1132  | 1092   | 1141 | 1154 |
| 940   | 1006  | 901  | 1049  | 985    | 1061 | 1061 |
| 931   | 997   | 892  | 1043  | 980    | 1055 | 1055 |

注: 網掛けは最大値を示す。

図 8.2-70 最大応答加速度 (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)

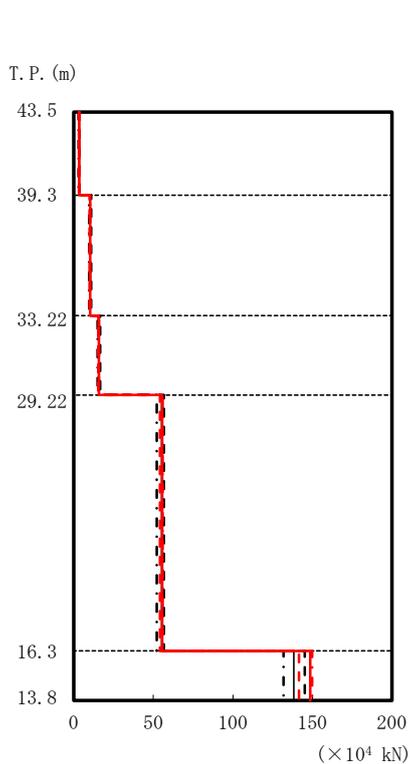


(単位: cm)

| 基本ケース | Ss-AH |      | 基本ケース | Ss-BIH |      | 最大値  |
|-------|-------|------|-------|--------|------|------|
|       | +1σ   | -1σ  |       | +1σ    | -1σ  |      |
| 1.89  | 1.75  | 2.18 | 2.05  | 1.68   | 2.51 | 2.51 |
| 1.83  | 1.69  | 2.12 | 1.98  | 1.62   | 2.45 | 2.45 |
| 1.72  | 1.59  | 2.01 | 1.88  | 1.52   | 2.34 | 2.34 |
| 1.65  | 1.52  | 1.95 | 1.82  | 1.46   | 2.27 | 2.27 |
| 1.33  | 1.15  | 1.63 | 1.47  | 1.15   | 1.91 | 1.91 |
| 1.31  | 1.14  | 1.61 | 1.45  | 1.14   | 1.89 | 1.89 |

注: 網掛けは最大値を示す。

図 8.2-71 最大応答変位 (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)

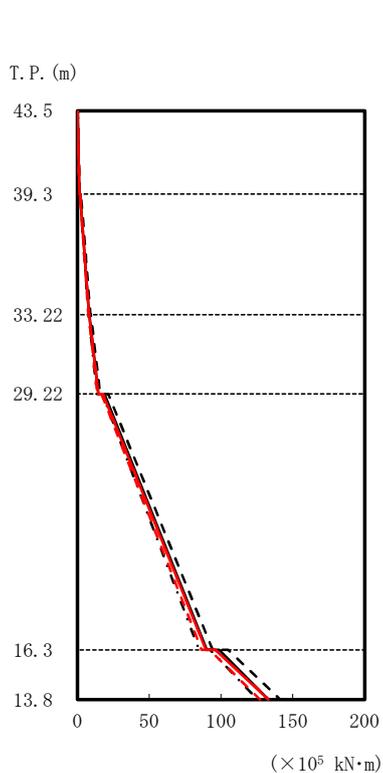


(単位:  $\times 10^4$  kN)

| 基本ケース  | Ss-AH       |             | 基本ケース  | Ss-BIH      |             | 最大値    |
|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|
|        | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ |        | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ |        |
|        | 3.34        | 3.61        | 3.34   | 3.20        | 3.34        | 3.61   |
|        | 10.20       | 10.90       | 10.22  | 9.81        | 10.22       | 10.90  |
|        | 15.82       | 16.59       | 15.84  | 15.30       | 15.84       | 16.59  |
|        | 55.17       | 56.44       | 55.61  | 54.15       | 55.82       | 56.44  |
|        | 138.42      | 145.26      | 148.58 | 141.39      | 149.77      | 149.77 |
| 地盤ばね反力 |             |             |        |             |             |        |
|        | 149.00      | 159.19      | 140.09 | 164.93      | 159.05      | 163.84 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-72 最大応答せん断力 (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)



(単位:  $\times 10^5$  kN·m)

| 基本ケース  | Ss-AH       |             | 基本ケース  | Ss-BIH      |             | 最大値    |
|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|
|        | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ |        | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ |        |
|        | 0.02        | 0.03        | 0.01   | 0.01        | 0.01        | 0.03   |
|        | 1.41        | 1.54        | 1.41   | 1.35        | 1.41        | 1.54   |
|        | 1.89        | 2.35        | 1.84   | 1.67        | 1.85        | 2.35   |
|        | 8.09        | 8.94        | 8.04   | 7.64        | 8.04        | 8.94   |
|        | 8.26        | 9.19        | 8.18   | 7.75        | 8.19        | 9.19   |
|        | 14.58       | 15.79       | 14.50  | 13.87       | 14.50       | 15.79  |
|        | 18.74       | 21.44       | 17.79  | 16.59       | 17.77       | 21.44  |
|        | 90.08       | 94.22       | 89.40  | 86.53       | 89.56       | 94.22  |
|        | 98.57       | 104.95      | 95.82  | 91.96       | 96.14       | 104.95 |
|        | 133.15      | 141.25      | 132.82 | 127.21      | 133.55      | 141.25 |
| 地盤ばね反力 |             |             |        |             |             |        |
|        | 132.33      | 140.78      | 124.13 | 132.30      | 127.00      | 132.63 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-73 最大応答曲げモーメント (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)

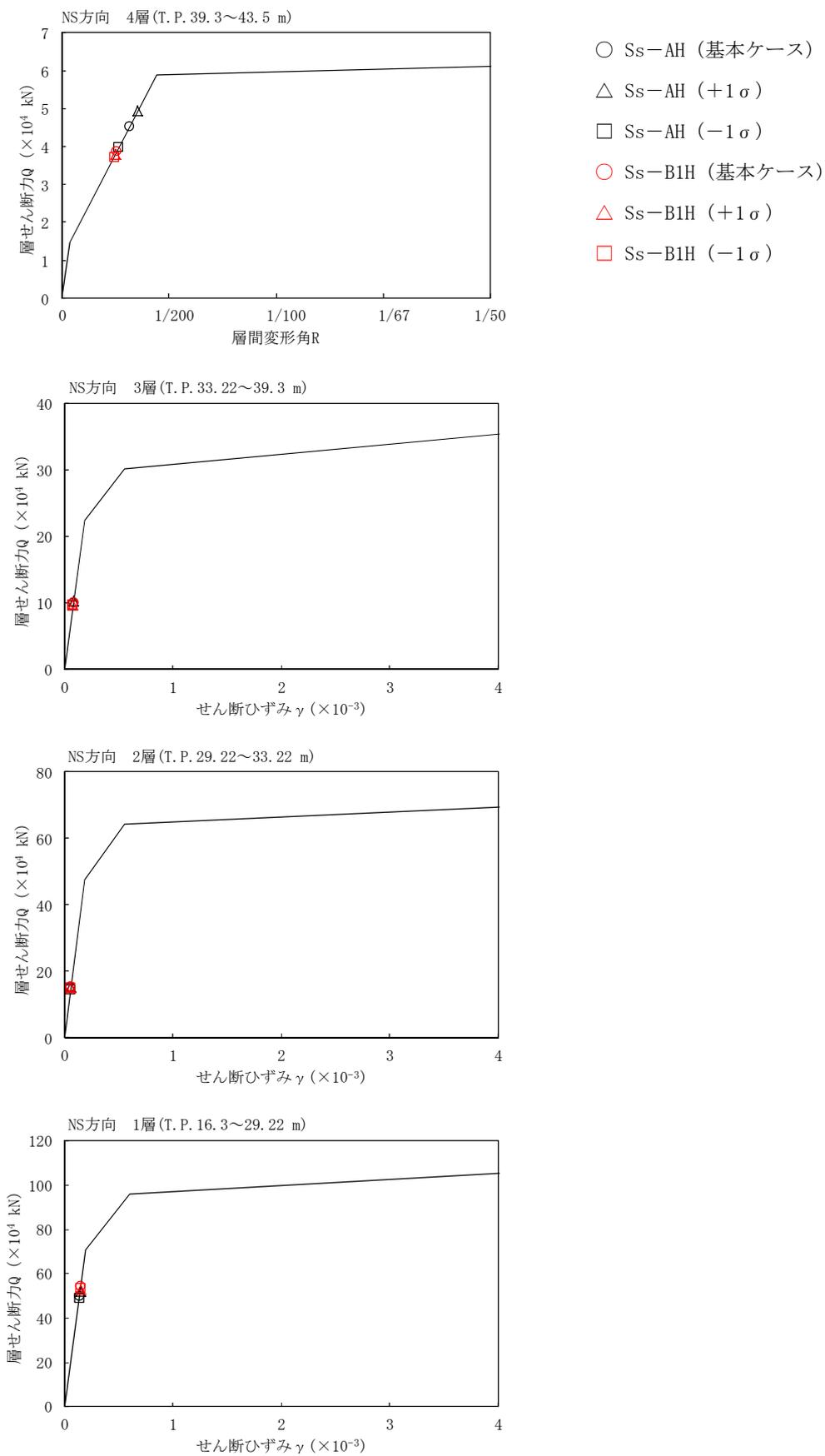


図 8.2-74 せん断スケルトンと最大応答値 (地盤剛性の不確かさケース, NS 方向)

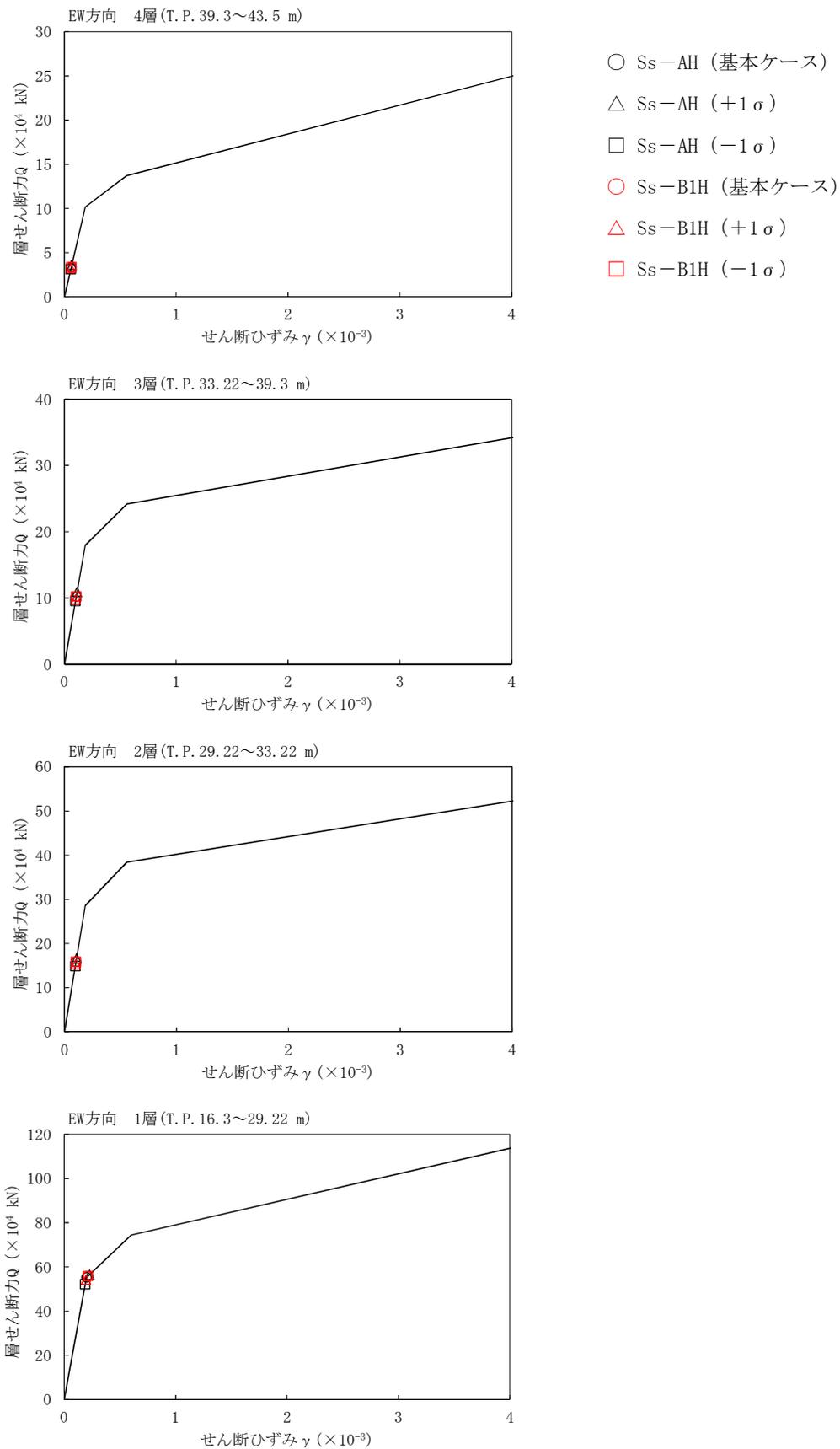


図 8.2-75 せん断スケルトンと最大応答値 (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)

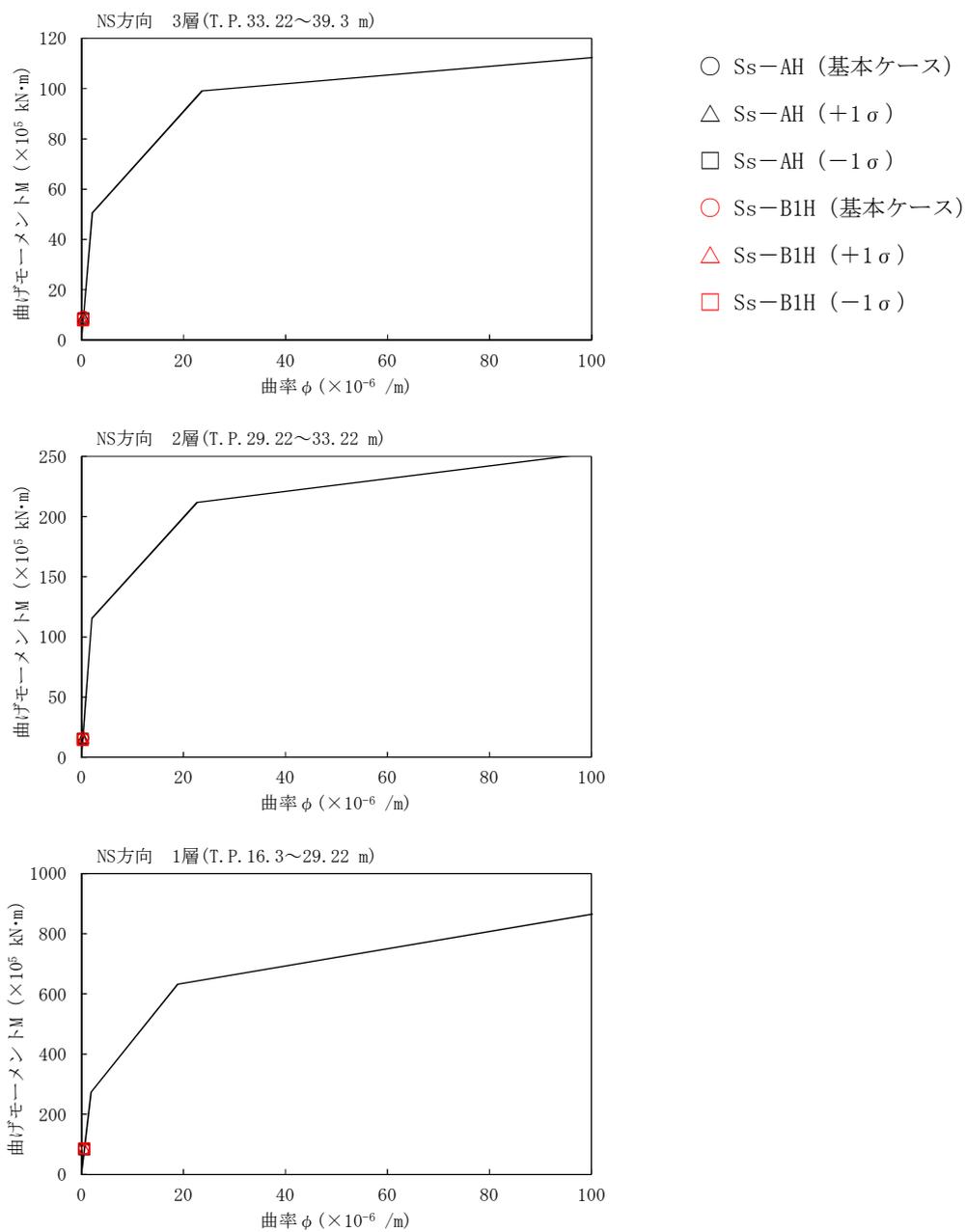


図 8.2-76 曲げスケルトンと最大応答値 (地盤剛性の不確かさケース, NS 方向)

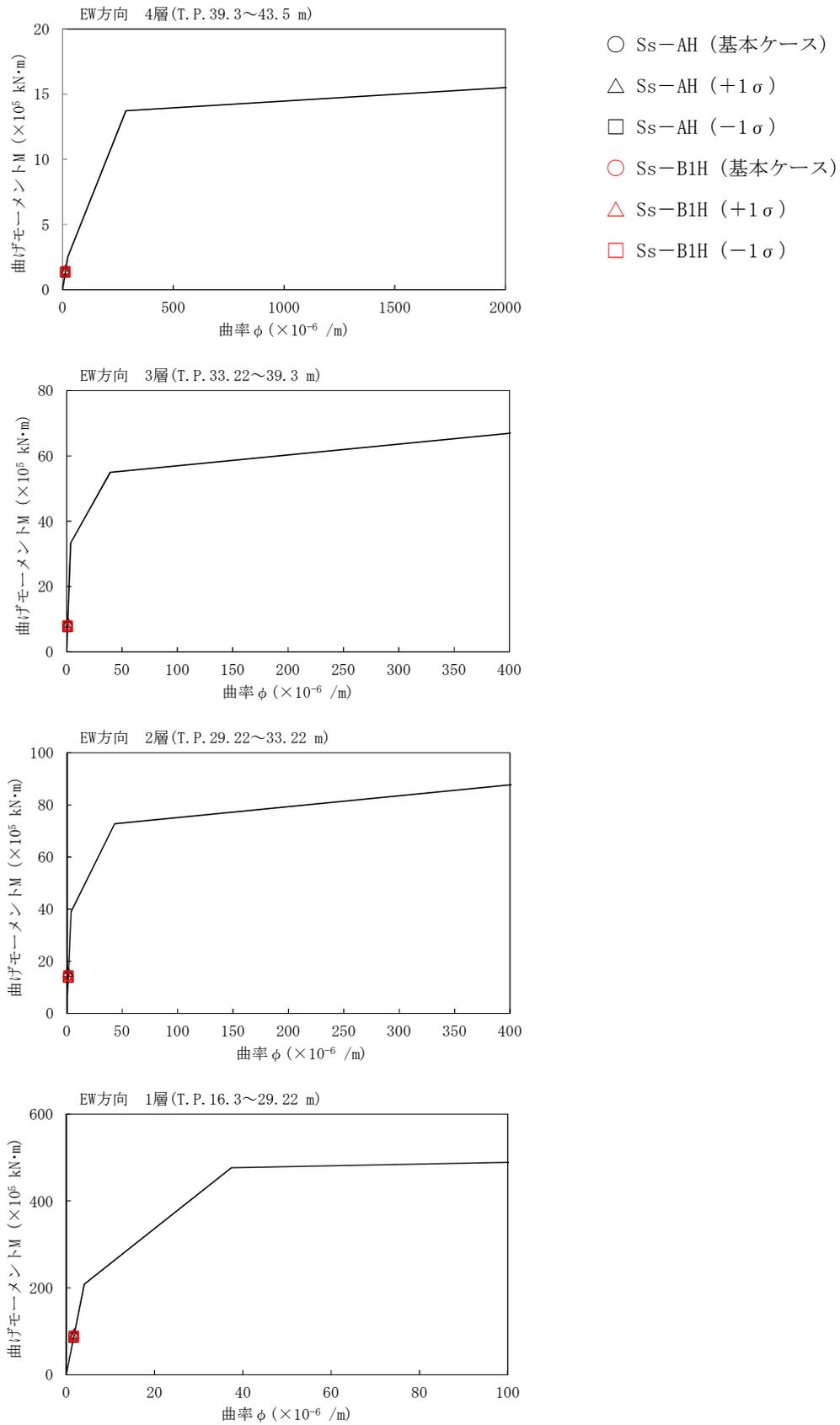
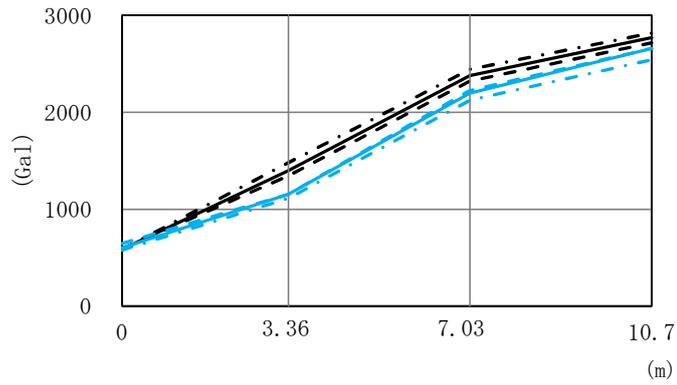


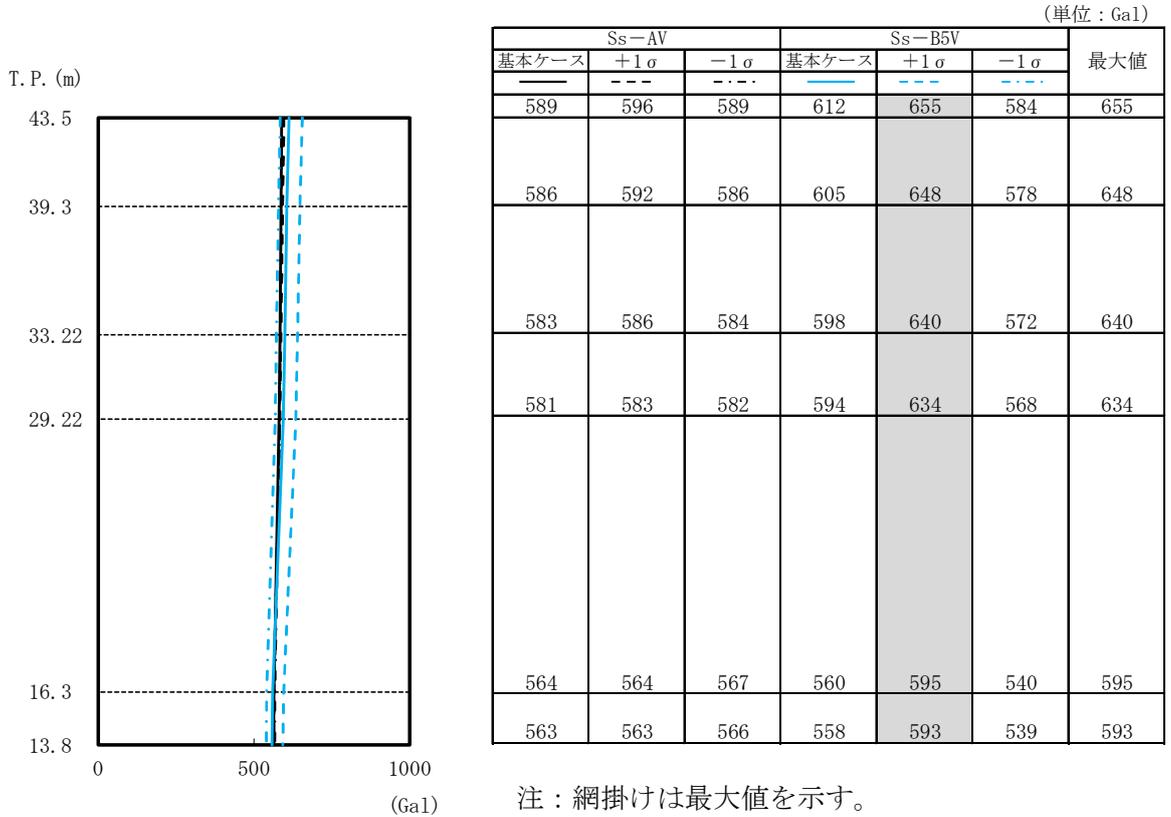
図 8.2-77 曲げスケルトンと最大応答値 (地盤剛性の不確かさケース, EW 方向)



|        |       | (Gal)   |     |      |      |      |
|--------|-------|---------|-----|------|------|------|
| Ss-AV  | 基本ケース | —       | 586 | 1396 | 2377 | 2770 |
|        | +1σ   | - - -   | 592 | 1345 | 2323 | 2715 |
|        | -1σ   | - · - · | 586 | 1479 | 2444 | 2815 |
| Ss-B5V | 基本ケース | —       | 605 | 1154 | 2197 | 2658 |
|        | +1σ   | - - -   | 648 | 1154 | 2224 | 2658 |
|        | -1σ   | - · - · | 578 | 1111 | 2124 | 2540 |
| 最大値    |       |         | 648 | 1479 | 2444 | 2815 |

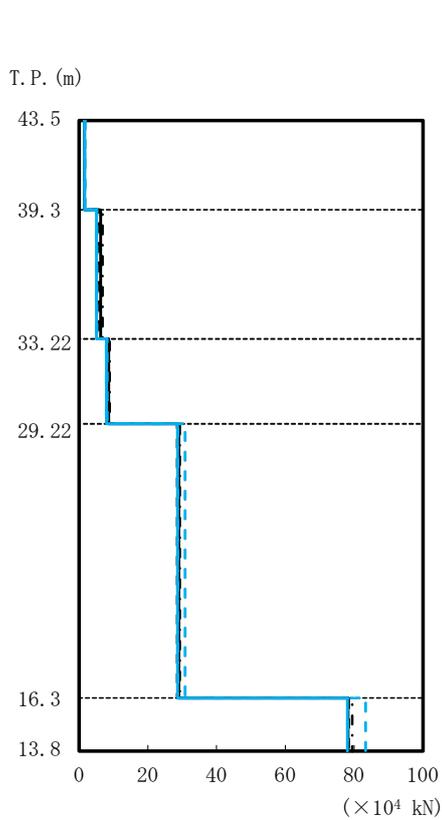
注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-78 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根）



注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-79 最大応答加速度（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，建屋部）

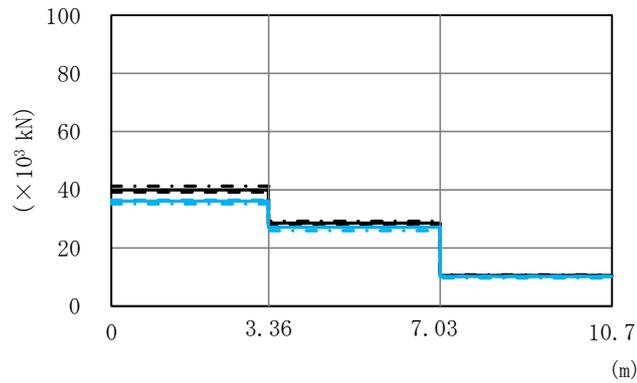


(単位:  $\times 10^4$  kN)

| 基本ケース  | Ss-AV       |             | Ss-B5V      |             | 最大値   |       |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|
|        | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ | +1 $\sigma$ | -1 $\sigma$ |       |       |
| 1.61   | 1.62        | 1.60        | 1.67        | 1.79        | 1.59  | 1.79  |
| 6.23   | 5.83        | 6.81        | 5.07        | 5.28        | 5.24  | 6.81  |
| 8.60   | 8.39        | 8.82        | 7.96        | 8.22        | 7.63  | 8.82  |
| 29.08  | 28.64       | 29.30       | 28.72       | 30.81       | 27.65 | 30.81 |
| 78.27  | 78.39       | 79.47       | 78.12       | 83.42       | 75.23 | 83.42 |
| 地盤ばね反力 |             |             |             |             |       |       |
| 82.29  | 83.31       | 80.99       | 75.29       | 82.90       | 68.74 | 83.31 |

注：網掛けは最大値を示す。

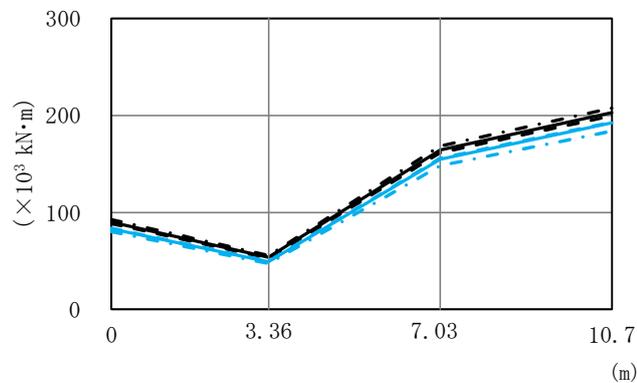
図 8.2-80 最大応答軸力（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，建屋部）



|        |             | ( $\times 10^3$ kN) |       |       |       |
|--------|-------------|---------------------|-------|-------|-------|
| Ss-AV  | 基本ケース       | —                   | 39.94 | 28.56 | 10.52 |
|        | +1 $\sigma$ | - - -               | 39.13 | 28.11 | 10.37 |
|        | -1 $\sigma$ | - · - ·             | 41.32 | 29.26 | 10.69 |
| Ss-B5V | 基本ケース       | —                   | 36.12 | 27.13 | 10.24 |
|        | +1 $\sigma$ | - - -               | 36.42 | 27.20 | 10.16 |
|        | -1 $\sigma$ | - · - ·             | 35.08 | 25.94 | 9.70  |
| 最大値    |             |                     | 41.32 | 29.26 | 10.69 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-81 最大応答せん断力（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根）



|        |             | ( $\times 10^3$ kN·m) |       |       |        |        |
|--------|-------------|-----------------------|-------|-------|--------|--------|
| Ss-AV  | 基本ケース       | —                     | 90.00 | 53.68 | 164.26 | 202.86 |
|        | +1 $\sigma$ | - - -                 | 88.35 | 52.67 | 161.61 | 199.68 |
|        | -1 $\sigma$ | - · - ·               | 92.65 | 55.54 | 168.45 | 207.70 |
| Ss-B5V | 基本ケース       | —                     | 83.21 | 48.99 | 154.68 | 192.26 |
|        | +1 $\sigma$ | - - -                 | 83.62 | 49.51 | 155.77 | 193.07 |
|        | -1 $\sigma$ | - · - ·               | 80.28 | 47.11 | 148.28 | 183.89 |
| 最大値    |             |                       | 92.65 | 55.54 | 168.45 | 207.70 |

注：網掛けは最大値を示す。

図 8.2-82 最大応答曲げモーメント（地盤剛性の不確かさケース，鉛直方向，受入屋根）

### 8.3 検討用地震力

検討用地震力は水平地震力と鉛直地震力を設定する。

検討用の水平地震力は、基準地震動  $S_s$  により材料の不確かさを考慮した地震応答解析を行って求めた動的水平地震力に余裕をみて設定した値とする。検討用の水平地震力を表 8.3-1 に、検討用の転倒モーメントを表 8.3-2 に示す。

検討用の鉛直地震力は、当該部分が支える重量に鉛直震度を乗じて算定する。鉛直震度は、基準地震動  $S_s$  により材料の不確かさを考慮した地震応答解析を行って求めた最大加速度を重力加速度で除した値に余裕をみて設定した。検討用の鉛直地震力（鉛直震度）を表 8.3-3 に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 - 2008）」に基づき、組合せ係数法を用いて次のとおりとする。

- ①  $1.0 \times$  水平地震力  $+ 0.4 \times$  鉛直地震力
- ②  $0.4 \times$  水平地震力  $+ 1.0 \times$  鉛直地震力

表 8.3-1 検討用水平地震力

( $\times 10^4$  kN)

| T. P. (m) | NS 方向  | EW 方向  |
|-----------|--------|--------|
| 43.5      | 5.06   | 3.85   |
| 39.3      | 11.14  | 11.25  |
| 33.22     | 16.89  | 16.64  |
| 29.22     | 56.99  | 58.40  |
| 16.3      | 164.15 | 173.18 |
| 13.8      |        |        |

表 8.3-2 検討用転倒モーメント

( $\times 10^5$  kN・m)

| T. P. (m) | NS 方向  | EW 方向  |
|-----------|--------|--------|
| 13.8      | 139.04 | 142.92 |

表 8.3-3 検討用鉛直地震力

(a) 壁・柱部

| T. P. (m) | 鉛直震度  |
|-----------|-------|
| 43.5      | 0.675 |
| 39.3      | 0.668 |
| 33.22     | 0.660 |
| 29.22     | 0.656 |
| 16.3      | 0.623 |

(b) 屋根鉄骨部

| T. P. (m) | 質点 No. | 鉛直震度  |
|-----------|--------|-------|
| 39.3      | 7      | 1.539 |
|           | 8      | 2.547 |
|           | 9      | 2.969 |

基礎スラブ及び杭の検討で用いる荷重の組合せは表 8.3-4 による。ただし、ランウェイガーダの検討で用いる荷重の組合せは、「8.7 ランウェイガーダの検討」に示すものとする。

表8.3-4 荷重の組合せ

| 荷重<br>ケース | 荷重の組合せ                                      | 検討箇所       |
|-----------|---|------------|
| C         | $VL^{*1} + 0.35 \cdot SNL + CL + SEL2^{*3}$ | 基礎スラブ<br>杭 |
| C'        | $VL'^{*2} + CL + SEL2^{*3}$                 | 杭          |

注記\*1：鉛直荷重（VL）は、固定荷重（DL）、配管荷重（PL）、機器荷重（EL）及び積載荷重（LL）を加え合わせたものである。

注記\*2：鉛直荷重（VL'）は、鉛直荷重（VL）から金属キャスク重量を除いたものである。

注記\*3：SEL2 は、検討用地震力による地震荷重を示す。

## 8.4 耐震壁及びフレーム部の検討

### (1) 耐震壁の検討

#### a. 検討方針

基準地震動  $S_s$  による各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 - 2008）」に基づく許容限界（ $2.0 \times 10^{-3}$ ）を超えないことを確認する。

#### b. 検討結果

基準地震動  $S_s$  による耐震壁の NS 方向のせん断ひずみを、基本ケースによる検討結果について表 8.4-1 に、材料の不確かさケースによる検討結果について表 8.4-2 に示す。同様に、EW 方向のせん断ひずみを表 8.4-3 及び表 8.4-4 に示す。

耐震壁のせん断ひずみは、最大で  $0.23 \times 10^{-3}$  (EW 方向, 1 層 T.P. 16.3 m ~ 29.22 m, 地盤剛性の不確かさ (+1 $\sigma$ ),  $S_s$ -AH) であり、 $2.0 \times 10^{-3}$  に対して十分に小さく、せん断スケルトンにおいてもおおむね第 1 折れ点以下となることから、耐震壁はおおむね弾性状態にとどまり、構造健全性を維持し、貯蔵建屋が担う基本的安全機能である遮蔽機能が損なわれないことを確認した。

### (2) フレーム部の検討

#### a. 検討方針

基準地震動  $S_s$  による第 4 層のフレーム部のせん断力-層間変形角の関係において、フレーム部が第 2 折れ点以下であることを確認する。

#### b. 検討結果

図 8.2-74 に示す NS 方向第 4 層のフレーム部のせん断力-層間変形角の関係によると、最も大きな応答を与える地盤剛性の不確かさケースにおいて、フレーム部は第 2 折れ点以下であることから、フレーム部の鉄筋は降伏点に収まる程度であり、構造健全性を維持し、貯蔵建屋が担う基本的安全機能である遮蔽機能が損なわれないことを確認した。

注記\*：フレーム部は排気口周りの柱及び梁である。

表 8.4-1 耐震壁のせん断ひずみ（基本ケース，NS 方向）

| T. P.<br>(m) | せん断ひずみ $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |        |         |         |         |         |         |         |        | 最大値  |
|--------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
|              | Ss-AH                                | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H |      |
| 33.22~39.3   | 0.08                                 | 0.08   | 0.03    | 0.03    | 0.04    | 0.04    | 0.05    | 0.06    | 0.07   | 0.08 |
| 29.22~33.22  | 0.06                                 | 0.06   | 0.02    | 0.02    | 0.03    | 0.03    | 0.03    | 0.04    | 0.05   | 0.06 |
| 16.3 ~29.22  | 0.14                                 | 0.15   | 0.06    | 0.06    | 0.07    | 0.08    | 0.08    | 0.10    | 0.13   | 0.15 |

表 8.4-2 耐震壁のせん断ひずみ（材料の不確かさ考慮ケース，NS 方向）

| T. P.<br>(m) | せん断ひずみ $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |        |             |        | 最大値  |
|--------------|--------------------------------------|--------|-------------|--------|------|
|              | 地盤剛性の不確かさ                            |        |             |        |      |
|              | +1 $\sigma$                          |        | -1 $\sigma$ |        |      |
|              | Ss-AH                                | Ss-B1H | Ss-AH       | Ss-B1H |      |
| 33.22~39.3   | 0.09                                 | 0.08   | 0.08        | 0.08   | 0.09 |
| 29.22~33.22  | 0.06                                 | 0.06   | 0.06        | 0.06   | 0.06 |
| 16.3 ~29.22  | 0.15                                 | 0.15   | 0.14        | 0.15   | 0.15 |

表 8.4-3 耐震壁のせん断ひずみ (基本ケース, EW 方向)

| T. P.<br>(m) | せん断ひずみ $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |        |         |         |         |         |         |         |        | 最大値  |
|--------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
|              | Ss-AH                                | Ss-B1H | Ss-B2H1 | Ss-B2H2 | Ss-B3H1 | Ss-B3H2 | Ss-B4H1 | Ss-B4H2 | Ss-B5H |      |
| 39.3 ~43.5   | 0.06                                 | 0.06   | 0.03    | 0.03    | 0.04    | 0.03    | 0.04    | 0.05    | 0.05   | 0.06 |
| 33.22~39.3   | 0.11                                 | 0.11   | 0.04    | 0.05    | 0.07    | 0.06    | 0.07    | 0.08    | 0.09   | 0.11 |
| 29.22~33.22  | 0.10                                 | 0.10   | 0.04    | 0.04    | 0.06    | 0.06    | 0.06    | 0.08    | 0.08   | 0.10 |
| 16.3 ~29.22  | 0.20                                 | 0.21   | 0.08    | 0.09    | 0.12    | 0.11    | 0.12    | 0.15    | 0.17   | 0.21 |

表 8.4-4 耐震壁のせん断ひずみ (材料の不確かさ考慮ケース, EW 方向)

| T. P.<br>(m) | せん断ひずみ $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |        |             |        | 最大値  |
|--------------|--------------------------------------|--------|-------------|--------|------|
|              | 地盤剛性の不確かさ                            |        |             |        |      |
|              | +1 $\sigma$                          |        | -1 $\sigma$ |        |      |
|              | Ss-AH                                | Ss-B1H | Ss-AH       | Ss-B1H |      |
| 39.3 ~43.5   | 0.07                                 | 0.06   | 0.06        | 0.06   | 0.07 |
| 33.22~39.3   | 0.11                                 | 0.10   | 0.10        | 0.11   | 0.11 |
| 29.22~33.22  | 0.11                                 | 0.10   | 0.10        | 0.10   | 0.11 |
| 16.3 ~29.22  | 0.23                                 | 0.20   | 0.19        | 0.21   | 0.23 |

## 8.5 基礎スラブの検討

### (1) 検討概要

検討用地震力により基礎スラブに生じる応力が、部材の終局強度以下であることを確認する。

### (2) 応力解析

検討用地震力に対する応力解析は、「1 基礎スラブの設計」と同様に行う。図8.5-1に示す位置についての主な荷重ケースの応力を図8.5-2及び図8.5-3に示す。

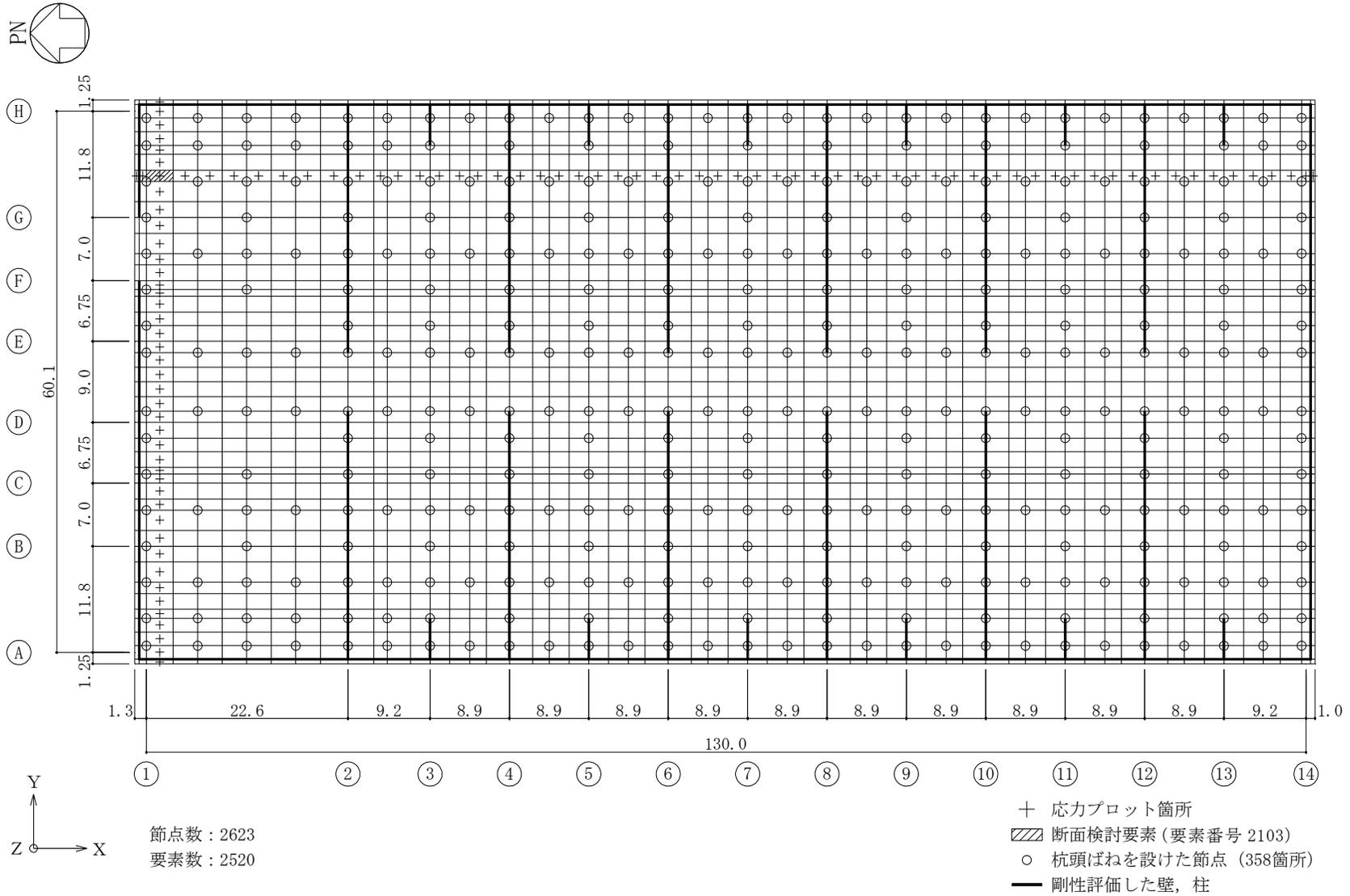
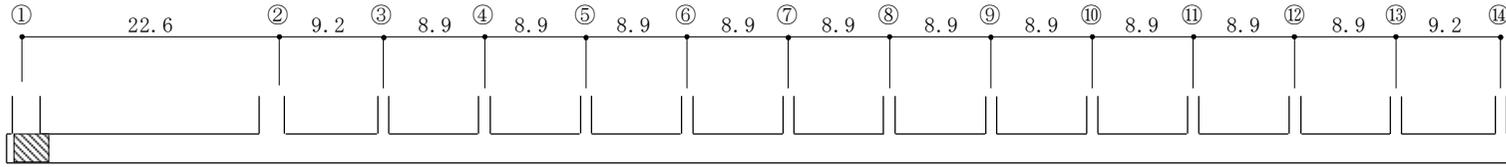


図 8.5-1 解析モデル図 (単位 : m)

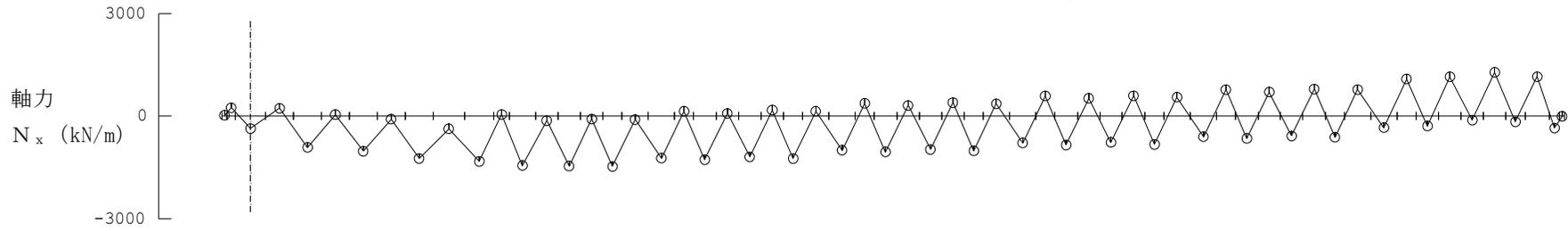
(単位：m)



要素番号 2103

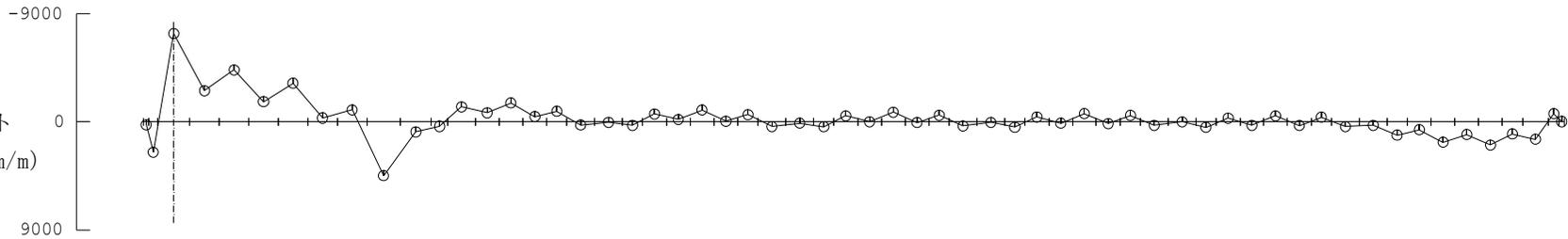
○ : -364

○ 荷重ケース C



○ : -7345

曲げ  
モーメント  
 $M_x$  (kN·m/m)



○ : -1353

せん断力  
 $Q_x$  (kN/m)

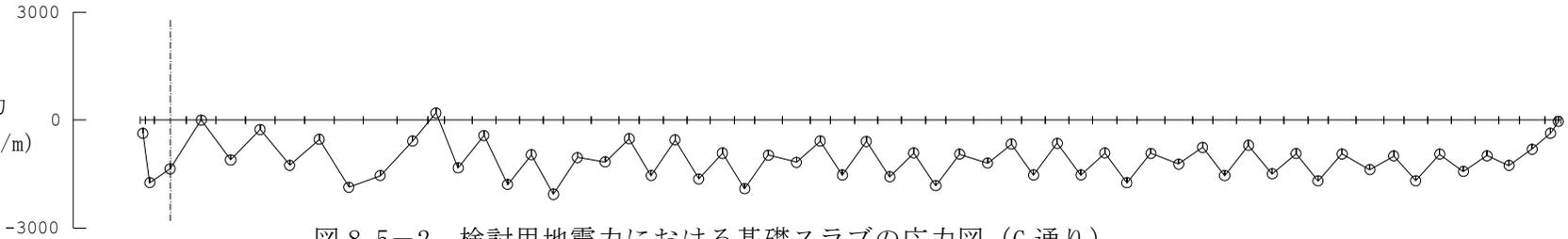


図 8.5-2 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (G 通り)

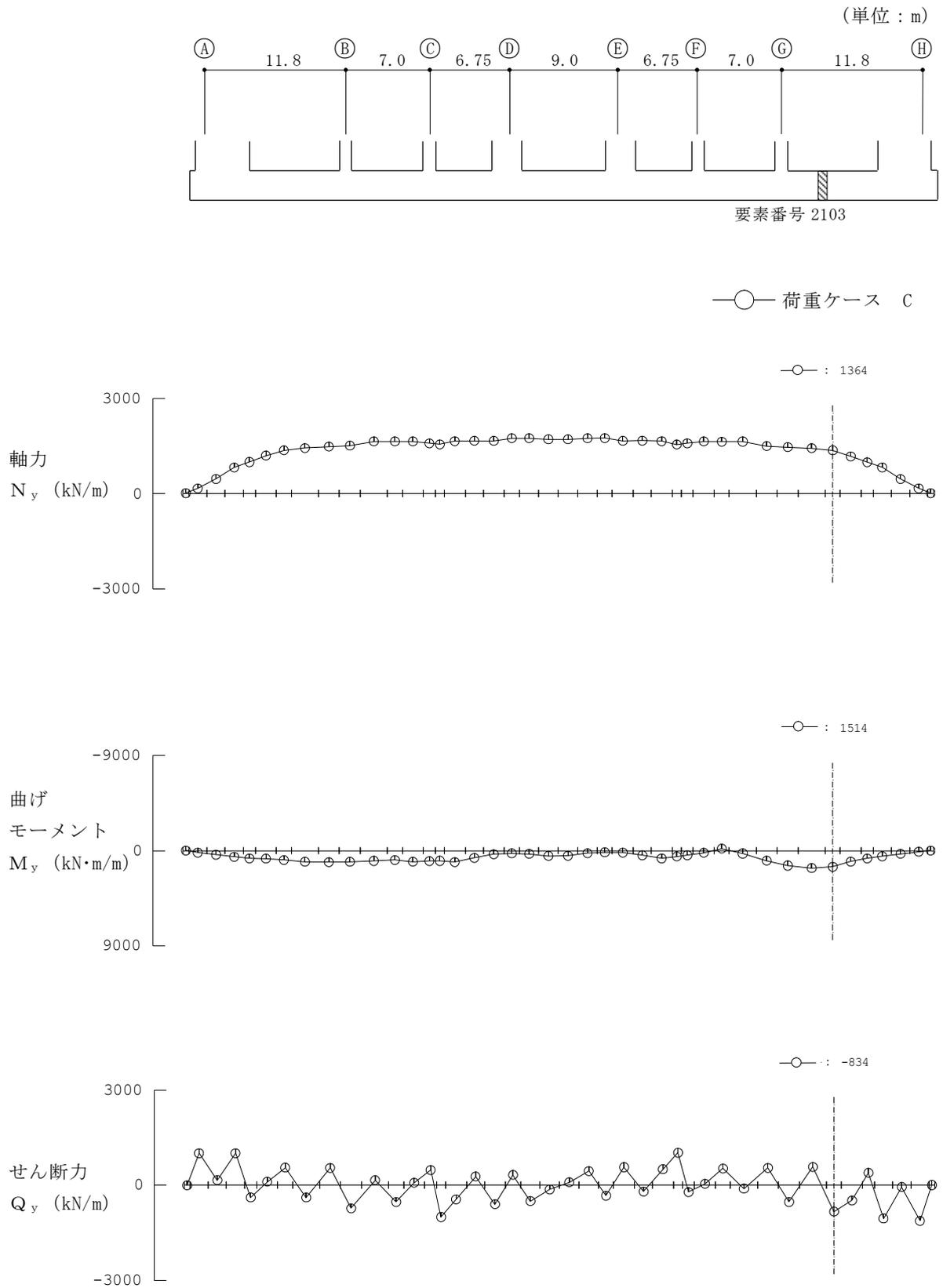


図 8.5-3 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (1 通り)

### (3) 断面検討

断面検討は、応力解析の結果から求まる軸力及び曲げモーメントに対しては、各要素について  $x$ 、 $y$ 、2 方向の仮想部材として「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準」付 5 の柱の曲げ終局強度を用いて必要鉄筋量の算定を行う。面外せん断力に対しては、各要素における面外せん断力が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準」第 15 条による短期許容せん断力以内であることを確認する。なお、上部に壁又は柱がある部分は上部の壁又は柱がせん断力を負担するものと考え、検討を行わない。

断面検討は各要素ですべての荷重ケースについて行い、そのうち必要鉄筋量が最も大きいもので配筋を確認する。

ここでは、図 8.5-1 に表す代表部材についての断面検討結果を表 8.5-1 に示す。表に示すように、基礎スラブの設計配筋は必要鉄筋量を上回っている。

基礎スラブの断面検討結果（表 8.5-1）に用いる記号の説明

$N$  : 軸力（圧縮を正とする。）

$M$  : 曲げモーメント

$b$  : 材の幅

$D$  : 材の全せい（ $D = \boxed{\phantom{0000}} \text{mm}$ ）

$p_t$  : 引張鉄筋比

$a_t$  : 引張鉄筋の断面積

$Q$  : 面外せん断力

$j$  : 応力中心距離で、断面の有効せい（ $0.85 \cdot D$ ）の  $7/8$  倍の値

$f_s$  : コンクリートの許容せん断応力度

$p_w$  : 面外せん断補強筋の鉄筋比

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

表 8.5-1 基礎スラブの断面検討結果

| 要素<br>番号 | 方向 | 荷 重<br>ケース | 検討応力        |               | $N/(b \cdot D)$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $M/(b \cdot D^2)$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $p_t$<br>(%) | $a_t$<br>(mm <sup>2</sup> /m) | 設計配筋<br>(断面積mm <sup>2</sup> /m)   | 荷 重<br>ケース | 検討応力<br>Q<br>(kN/m) | せん断力の検討                  |    |                       |              |
|----------|----|------------|-------------|---------------|---|---|--------------|-------------------------------|---|------------|---------------------|--------------------------|----|-----------------------|--------------|
|          |    |            | N<br>(kN/m) | M<br>(kN・m/m) |   |   |              |                               |   |            |                     | Q <sub>a</sub><br>(kN/m) | 判定 | p <sub>w</sub><br>(%) | 設計せん断<br>補強筋 |
| 2103     | x  | C          | 364         | 7345          | 0.15                                    | 1.18                                      | 0.40         | 10000                         |  | C          | 1353                | 2561                     | 可  | —                     | —            |
|          | y  | C          | -1364       | 1514          | -0.55                                   | 0.24                                      | 0.17         | 4250                          |   | C          | 834                 | 4048                     | 可  | —                     |              |

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 8.6 杭の検討

### (1) 検討方針

検討用地震力により杭に作用する地震力に対して、支持性能が確保されていることを確認する観点から、支持力及び水平力について「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（J E A C 4 6 1 6 -2009）」に示される方法に基づく検討を実施する。

支持力に関しては、杭に作用する軸力が終局鉛直支持力又は終局引抜き抵抗力以下であることを確認する。

水平力に関しては、杭体に生じる応力が終局曲げ強度及び終局せん断強度以下であること、かつ鉄筋降伏時の曲率 $\phi_y$ に対する杭体の曲率 $\phi$ の比が2以下であることを確認する。

(2) 検討用地震力により杭に作用する地震力

検討用地震力により杭に作用する軸力は、基礎スラブを剛体、基礎スラブ下の杭反力分布を三角形分布と仮定し、貯蔵建屋の転倒モーメントを軸力に換算し、鉛直震度による軸力及び建屋総重量から求まる軸力を組み合わせて算定する。このとき、最大軸力には下向きの鉛直震度を、最小軸力には上向きの鉛直震度を考慮している。

杭に作用する軸力の算定結果のうち、最大軸力が大きく、最小軸力が小さくなる短辺方向（EW 方向）について表 8.6-1 に示す。

表 8.6-1 杭の軸力算定結果（EW 方向）

（単位：kN/本，下向きを正とする。）

| 軸力状態  | 最大軸力 | 最小軸力 |
|-------|------|------|
| 荷重ケース | C    | C'   |
| 軸力    | 8814 | -731 |

(3) 支持力に対する検討

検討用地震力により杭に作用する最大押込み力（最大軸力）の終局鉛直支持力に対する検討結果を表 8.6-2 に示す。これより，検討用地震力により杭に作用する最大押込み力（下向きを正とする。）は，終局鉛直支持力以下となることを確認した。

表 8.6-2 最大押込み力の終局鉛直支持力に対する検討結果（EW 方向）  
（単位：kN/本）

|         |                |
|---------|----------------|
| 荷重ケース   | C              |
| 最大押込み力  | 8814           |
| 終局鉛直支持力 | 20000          |
| 支持力の検討  | 8814 < 20000 可 |

(4) 引抜き力に対する検討

検討用地震力により杭に作用する最大引抜き力（最小軸力）の終局引抜き抵抗力に対する検討結果を表 8.6-3 に示す。これより，検討用地震力により杭に作用する最大引抜き力（上向きを正とする。）は，終局引抜き抵抗力以下となることを確認した。

表 8.6-3 最大引抜き力の終局引抜き抵抗力に対する検討結果（EW 方向）  
（単位：kN/本）

|          |               |
|----------|---------------|
| 荷重ケース    | C'            |
| 最大引抜き力   | 731           |
| 終局引抜き抵抗力 | 14000         |
| 引抜き力の検討  | 731 < 14000 可 |

(5) 水平力に対する検討

検討用地震力により生じる杭応力は、図 8.6-1 に示すように上部構造の慣性力と地盤震動による杭応力を重ね合わせて求める（以下「応答変位法」という。）。上部構造の慣性力による杭応力は、貯蔵建屋の検討用地震力を各々の杭頭に均等配分して作用させることにより算定する。また、地盤震動による杭応力は、自由地盤の応答解析で求められる地盤変位を杭周地盤ばねを介して作用させることにより算定する。この際、地盤変位としては、杭先端位置に対する地盤の相対変位の最大値分布を作用させる。

応答変位法で用いる杭周地盤ばねは、「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（J E A C 4 6 1 6 - 2009）」に示される方法に基づき、群杭効果を考慮して評価する。なお、杭及び地盤ばねには非線形性を考慮する。

応力解析結果を短辺方向（EW 方向）について図 8.6-2 に示す。

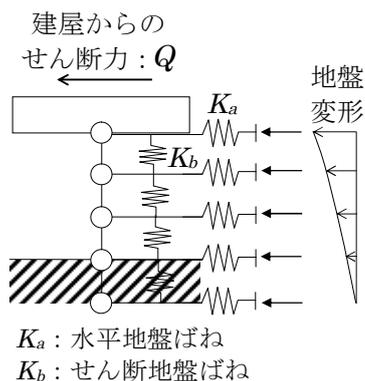


図 8.6-1 応答変位法による杭応力の算定方法（概念図）

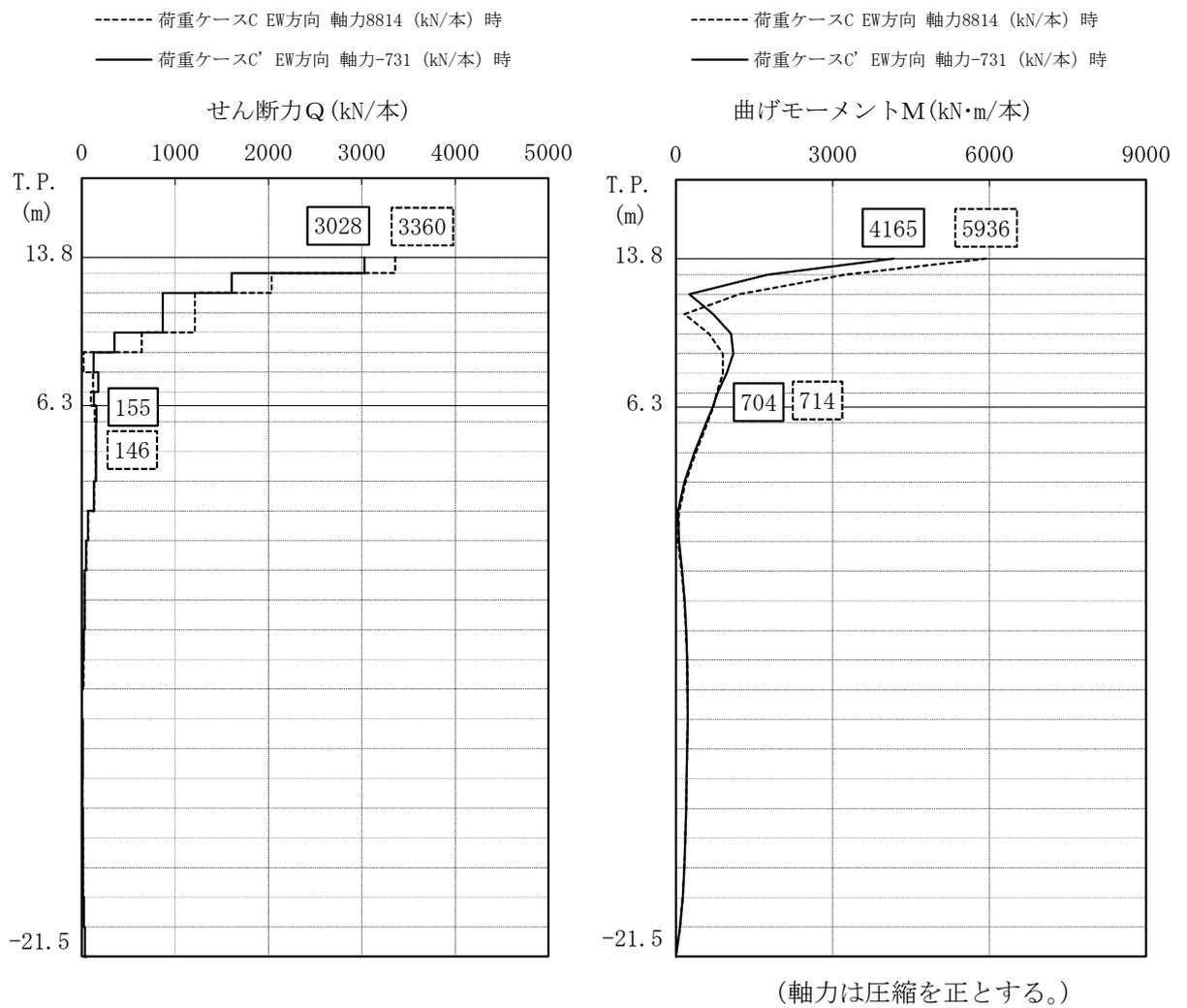


図 8.6-2 杭の応力解析結果 (EW 方向)

杭の終局強度は、下式により算定する。

a. 終局曲げ強度

終局曲げ強度 ( $M_u$ ) は以下により算定する。

(a) 圧縮側コンクリートの応力度分布を矩形分布とし、コンクリートの圧縮応力度はコンクリートの設計基準強度の 0.85 倍の値とし、引張応力度は無視する。

(b) 鉄筋の降伏応力度は、圧縮側、引張側共に降伏応力度とする。

b. 終局せん断強度

$$Q_u = \left\{ \frac{0.092 \cdot k_u \cdot k_p \cdot (17.7 + F_c)}{M / (Q \cdot D) + 0.12} + 0.846 \sqrt{p_w \cdot s \sigma_y} + 0.1 \cdot \sigma_0 \right\} \cdot b \cdot j \quad (8.1)$$

ここで、

$Q_u$  : 終局せん断強度 (N)

$k_u \cdot k_p$  : 補正係数

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$M$  : 検討用地震力による曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : 検討用地震力によるせん断力 (N)

$D$  : 杭径 (mm)

$p_w$  : せん断補強筋比 (小数)

$s \sigma_y$  : せん断補強筋の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_0$  : 軸方向応力度 (N/A) (N/mm<sup>2</sup>)

$N$  : 検討用地震力による軸力 (N)

$A$  : 断面積 (mm<sup>2</sup>)

$b$  : 等価正方形断面の幅 (0.89 · D) (mm)

$j$  : 等価正方形断面の応力中心距離 ( $j = 0.875 \cdot d$ ,  $d = 0.9 \cdot b$ ) (mm)

検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメントの終局曲げ強度に対する検討結果を表 8.6-4 に、せん断力の終局せん断強度に対する検討結果を表 8.6-5 に、それぞれ短辺方向 (EW 方向) に関して示す。

表 8.6-4 及び表 8.6-5 より、検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメント及びせん断力は、それぞれ終局強度以下となることを確認した。

また、表 8.6-6 に示す結果より、検討用地震力により杭体に生じる曲率  $\phi$  の鉄筋降伏時の曲率  $\phi_y$  に対する比は 2 以下であることを確認した。

表 8.6-4 杭体の曲げモーメントと終局曲げ強度の比較 (EW 方向)

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用地震力による<br>曲げモーメントM<br>(kN・m/本) | 終局曲げ強度<br>M <sub>u</sub><br>(kN・m/本) | $\frac{M_u}{M}$ |
|-----------|----|----|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 5936                              | 9863                                 | 1.66            |
|           |    | 下杭 | 714                               | 7616                                 | 10.66           |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 4165                              | 6856                                 | 1.64            |
|           |    | 下杭 | 704                               | 3712                                 | 5.27            |

表 8.6-5 杭体のせん断力と終局せん断強度の比較 (EW 方向)

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用<br>せん断力 <sub>D</sub> Q*<br>(kN/本) | 終局せん断強度<br>Q <sub>u</sub><br>(kN/本) | $\frac{Q_u}{D Q}$ |
|-----------|----|----|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 4200                                  | 6304                                | 1.50              |
|           |    | 下杭 | 183                                   | 2887                                | 15.77             |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 4966                                  | 6441                                | 1.29              |
|           |    | 下杭 | 194                                   | 2025                                | 10.43             |

注記\* : 検討用せん断力<sub>D</sub>Qは, 検討用地震力によるせん断力Qの 1.25 倍 (荷重ケース C' の上杭については $M_u/M=1.64$  倍) として算定

表 8.6-6 杭体の曲率と鉄筋降伏時の曲率の比較 (EW 方向)

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用地震力による<br>曲率 $\phi$<br>( $\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ) | 鉄筋降伏時の<br>曲率 $\phi_y$<br>( $\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ) | $\frac{\phi}{\phi_y}$ |
|-----------|----|----|---|--|-----------------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 1.77  | 2.73   | 0.65                  |
|           |    | 下杭 | 0.12  | 2.68   | 0.05                  |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 2.97  | 2.11   | 1.41                  |
|           |    | 下杭 | 0.11  | 1.92   | 0.06                  |

## 8.7 ランウェイガーダの検討

### (1) 検討概要

検討用地震力によりランウェイガーダに生じる応力が、部材の材料強度以下であることを確認する。

ランウェイガーダの荷重の組合せを表 8.7-1 に示す。

表 8.7-1 ランウェイガーダの荷重の組合せ

| 荷重ケース        | 荷重の組合せ  |
|--------------|---------|
| 検討用地震力に対する検討 | cDL+CL2 |

注：cDLは、ランウェイガーダ自重を示す。

CL2は、検討用地震力によるクレーンからの反力

### (2) 検討用応力

検討用地震力に対する応力は「1」と同様に算定する。ランウェイガーダの部材応力を表 8.7-2 に示す。

表 8.7-2 ランウェイガーダの部材応力

| 位置 | 荷重方向 | 応力                |      |
|----|------|-------------------|------|
|    |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 8215 |
| 中央 | 鉛直   | せん断力<br>(kN)      | 1341 |
|    |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 1827 |
|    | 水平   | せん断力<br>(kN)      | 503  |

(3) 断面検討

断面検討結果を表 8.7-3 に示す。

表 8.7-3 より, 検討用地震力によりランウェイガードに生じる応力度が材料強度以下であることを確認した。

ランウェイガードの断面算定表 (表 8.7-3) に用いる記号の説明

$f_b$  : 曲げに対する材料強度

$f_s$  : せん断に対する材料強度

$M$  : 曲げモーメント

$Z$  : 断面係数

$\sigma_b$  : 曲げ応力度 ( $x$  は鉛直方向,  $y$  は水平方向を示す。)

$Q$  : せん断力

$A_s$  : せん断断面積

$\tau$  : せん断応力度

表 8.7-3 ランウェイガードの断面検討結果

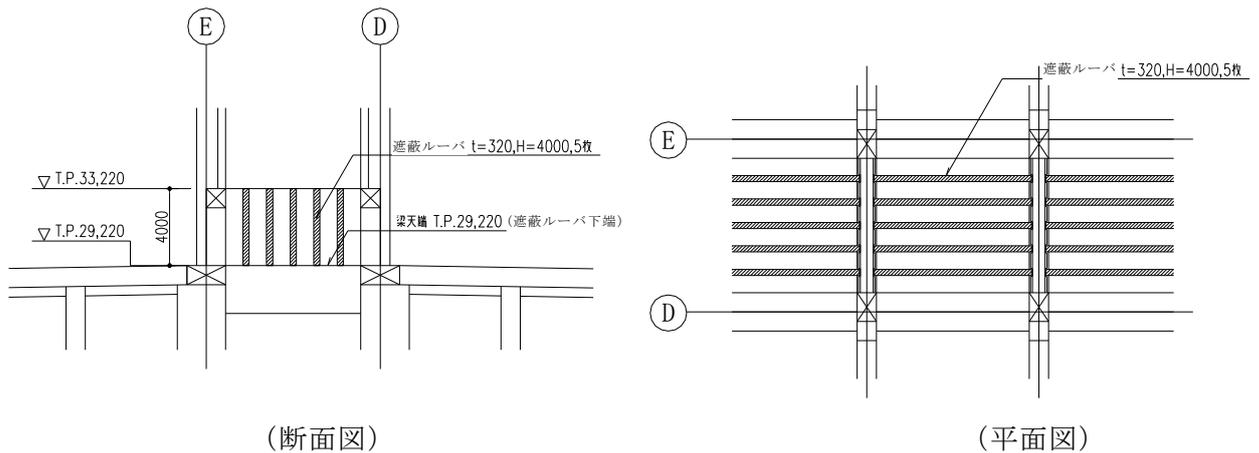
| 位置 | 荷重方向  | 材料強度                          |                               | 曲げモーメントに対する検討 |  |                                       |                                       |                           |                           |   | せん断力に対する検討 |  |                                |                    |
|----|-------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------|--|--------------------------------|--------------------|
|    |       | $f_b$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $f_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | M<br>(kN・m)   | Z<br>( $\times 10^6$ mm <sup>3</sup> ) | $\sigma_{bx}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{by}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\frac{\sigma_{bx}}{f_b}$ | $\frac{\sigma_{by}}{f_b}$ | $\frac{\sigma_{bx}}{f_b} + \frac{\sigma_{by}}{f_b}$ | Q<br>(kN)  | $A_s$<br>( $\times 10^3$ mm <sup>2</sup> ) | $\tau$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\frac{\tau}{f_s}$ |
| 中央 | 鉛直(x) | 199                           | 149                           | 8215          | 117.41                                 | 69.97                                 | —                                     | 0.36                      | —                         | 0.65  | 1341       | 55.52                                      | 24.16                          | 0.17               |
|    | 水平(y) | 258                           | 149                           | 1827          | 24.70                                  | —                                     | 73.97                                 | —                         | 0.29                      |   | 503        | 52.80                                      | 9.53                           | 0.07               |

注：鉄骨の材料は SN400B とする。

## 8.8 遮蔽ルーバの検討

### (1) 検討概要

遮蔽ルーバは排気塔内 T. P. 29. 22m～T. P. 33. 22m (H=4. 0m) に設置する t=320mm の R C 造の壁である。面外方向については水平震度による慣性力に対して検討し、面内方向については当該部分の層間変位による強制変形に対して検討する。



### (2) 検討用荷重

#### a. 地震時面外荷重

遮蔽ルーバ面外方向は E W 方向である。設計に用いる水平震度は以下のとおりとする。

- 機能維持検討用地震時

基準地震動  $S_s$  による地震応答解析結果に基づき余裕を見て設定した機能維持検討用の水平震度

$$K = 1.296$$

$$\omega = 24 \text{ kN/m}^3 \times 0.32 \text{ m} \times 1.296 = 9.95 \rightarrow 10.0 \text{ kN/m/m}$$

#### b. 地震時面内荷重

遮蔽ルーバ面内方向は N S 方向である。設計に用いる層間変位は D, E 通り T. P. 29. 22m～33. 22m とする。

- 機能維持検討用地震時

基準地震動  $S_s$  による地震応答解析結果に基づき余裕を見て設定した機能維持検討用の層間変位

$$\delta = 0.3 \text{ mm}$$

(3) 断面検討

a. 地震時面外荷重

地震時面外荷重に対する遮蔽ルーバの検討に用いるスパン (L) 及び部材厚 (t) は以下のとおりである。

スパン : L=9200 mm

部材厚 : t= 320 mm (d=240 mm , j=210 mm)

機能維持検討用地震時の遮蔽ルーバの応力は以下のとおりである。

表 8.8-1 地震時面外荷重に対する遮蔽ルーバの応力

|                       | 機能維持検討用<br>地震時 | 備考                       |
|-----------------------|----------------|--------------------------|
| 曲げモーメント<br>M (kN・m/m) | 105.8          | $M = \omega \cdot L^2/8$ |
| せん断力<br>Q (kN/m)      | 46.0           | $Q = \omega \cdot L/2$   |

これらの応力から算定される必要鉄筋量及びせん断応力度は以下のとおりであり、配筋量及び許容せん断応力度以下であることから、遮蔽ルーバの各使用材料の応力度は使用材料の許容応力度を超えない範囲に収まり、構造健全性を維持し、貯蔵建屋が担う基本的安全機能である遮蔽機能が損なわれないことを確認した。

表 8.8-2 地震時面外荷重に対する遮蔽ルーバの検討結果

|                                | 機能維持<br>検討用地震時 | 判定 |
|--------------------------------|----------------|----|
| 必要鉄筋量 (mm <sup>2</sup> /m) ※1  | 1328           | 可  |
| 配筋量 (mm <sup>2</sup> /m) ※2    | 1432           |    |
| せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) ※3 | 0.22           | 可  |
| 許容せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )  | 1.23           |    |

※1 : 必要鉄筋量の算定は  $req_{at} = M / (ft \cdot j)$  による。

※2 : 配筋は D19@200。

※3 : せん断応力度の算定は  $\tau = Q / (b \cdot j)$  による。

b. 地震時面内荷重

地震時面内荷重に対する遮蔽ルーバの検討に用いる層間変位は以下のとおりである。

機能維持検討用地震時層間変位： $\delta = 0.3 \text{ mm}$

機能維持検討用地震時の遮蔽ルーバの応力は以下のとおりである

表 8.8-3 地震時面内荷重に対する遮蔽ルーバの応力

|  | 機能維持検討用<br>地震時 | 備考                      |
|--|----------------|-------------------------|
| せん断変形角<br>$\gamma$                       | 0.3/4000       | $\gamma = \delta / H$   |
| せん断応力度<br>$\tau \text{ (N/mm}^2\text{)}$ | 0.788          | $\tau = G \cdot \gamma$ |

これらの応力から算定される必要鉄筋量は以下のとおりであり、配筋量以下であることから、遮蔽ルーバの各使用材料の応力度は使用材料の許容応力度を超えない範囲に収まり、構造健全性を維持し、貯蔵建屋が担う基本的安全機能である遮蔽機能が損なわれないことを確認した。

表 8.8-4 地震時面内荷重に対する遮蔽ルーバの検討結果

|  | 機能維持検討用<br>地震時 | 判定 |
|--|----------------|----|
| (必要鉄筋比 <sup>※1</sup> )                 | (0.00228)      | 可  |
| 必要鉄筋量 (mm <sup>2</sup> ) <sup>※2</sup> | 730            |    |
| 配筋量 (mm <sup>2</sup> ) <sup>※3</sup>   | 2864           |    |

※1 : 必要鉄筋比の算定は  $p_s = \tau / f_t$  による。

※2 : 必要鉄筋量の算定は  $req a_s = p_s \cdot t \cdot H$  による。

※3 : 配筋はD19@200 ダブル。

## 8.9 遮蔽扉の検討

### (1) 検討概要

検討用地震力により遮蔽扉に生じる応力が、部材の材料強度以下であることを確認する。

評価対象とする遮蔽扉は、図 8.9-1 に示す 3 カ所とする。遮蔽扉の概要を図 8.9-2 及び表 8.9-1 に示す。

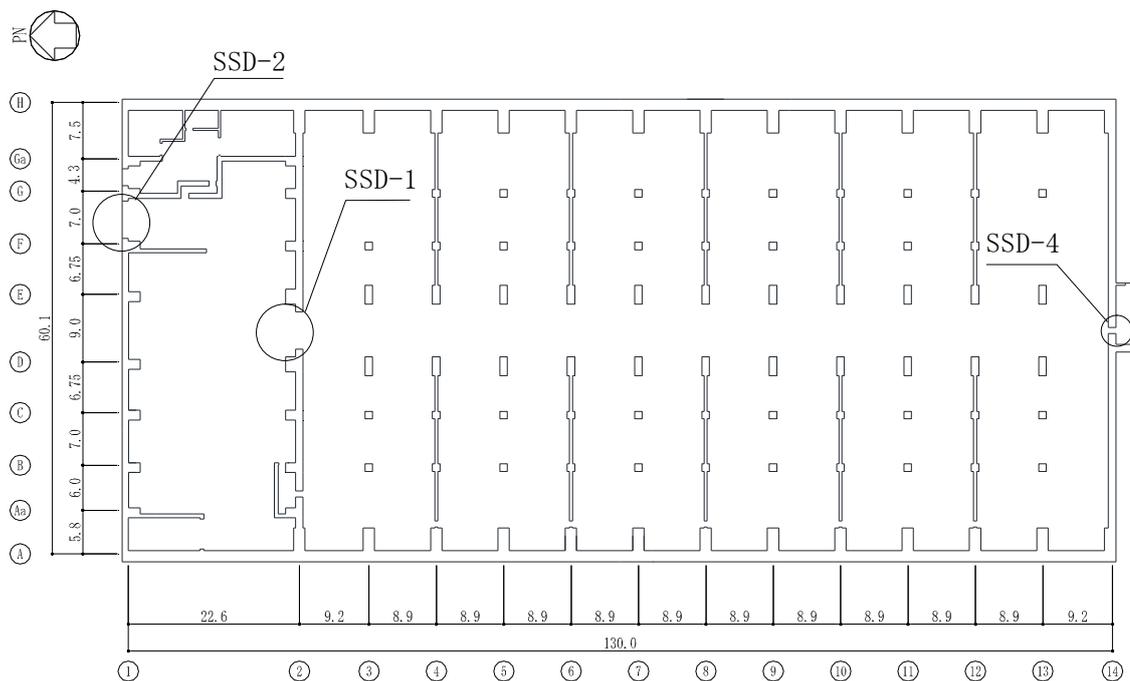


図 8.9-1 評価対象とする遮蔽扉 1 階伏図 (T.P.16.3) (単位：m)

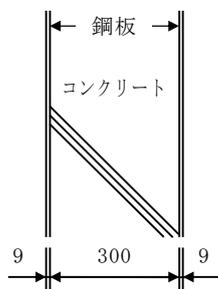


図 8.9-2 遮蔽扉の概要 (SSD-4) (単位：mm)

表 8.9-1 評価対象とする遮蔽扉の概要

|       | 形式   | 重量       | 構造概要   |
|-------|------|----------|--|
| SSD-1 | 横引き式 | 約 120ton | 開口寸法：幅 5.0m×高さ 7.0m<br>コンクリート厚：800mm<br>表面鋼板厚：12mm（材質 SS400） |
| SSD-2 | 横引き式 | 約 55ton  | 開口寸法：幅 5.0m×高さ 6.0m<br>コンクリート厚：□mm<br>表面鋼板厚：□mm（材質 外面□，内面□）  |
| SSD-4 | 片開き式 | 約 2.2ton | 開口寸法：幅 0.8m×高さ 2.1m<br>コンクリート厚：300mm<br>表面鋼板厚：9mm（材質 SS400）  |

注：

(2) 許容限界

コンクリートの短期許容応力度を表 8.9-2 に、鋼材の短期許容応力度を表 8.9-3 に示す。

表 8.9-2 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

| 部位                          | 圧縮 | せん断 |
|-----------------------------|----|-----|
| 上部構造<br>( $F_c = \square$ ) | □  | □   |

表 8.9-3 鋼材の短期許容応力度

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

| 部位    | 曲げ | せん断 |
|-------|----|-----|
| 遮蔽扉 □ | □  | □   |
| 遮蔽扉 □ | □  | □   |

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(3) 検討用地震力

検討用地震力は、基準地震動  $S_s$  により材料の不確かさを考慮した地震応答解析を行って求めた動的地震力に余裕をみて設定した値とする。

検討用地震力を表 8.9-4 に示す。

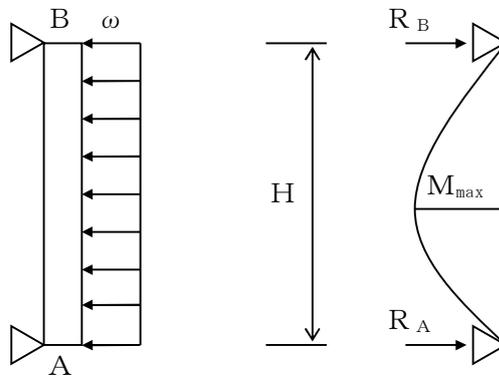
表 8.9-4 検討用地震力

| 据付場所及び<br>床面高さ (m) | 検討用地震力        |               |
|--------------------|---------------|---------------|
|                    | 水平方向<br>検討用震度 | 鉛直方向<br>検討用震度 |
| 1階 T. P. 16.3m     | 1.30          | 0.70          |

(4) 評価方法

a. 遮蔽扉に発生する応力の算定方法

検討用地震力により遮蔽扉に発生する応力は、図 8.9-3 に示す考え方に従い、次式により算定する。



注記：単位幅（幅 1.0m）として検討を行う。

図 8.9-3 遮蔽扉の応力算定の考え方

$$R_A = R_B = \omega \times H / 2 \quad (1)$$

$$M_{\max} = \omega \times H^2 / 8 \quad (2)$$

ここで、

$\omega$  : 遮蔽扉の支点間における分布荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$H$  : 遮蔽扉の支点間距離 (m)

$R_A$  : A端支点反力 (kN)

$R_B$  : B端支点反力 (kN)  
 $M_{max}$  : 最大曲げモーメント (kN・m)

- b. 遮蔽扉に発生する最大曲げモーメントの算定  
 遮蔽扉に発生する最大曲げモーメントは次式により算定する。

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{Z} \leq f_b \quad (3)$$

ここで,

$\sigma_b$  : 遮蔽扉に発生する最大曲げ応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $Z$  : 遮蔽扉鋼板の断面係数 (mm<sup>3</sup>)  
 $f_b$  : 遮蔽扉鋼板の短期許容曲げ応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

- c. 遮蔽扉に発生する最大せん断力の算定  
 遮蔽扉に発生する最大せん断力は次式により算定する。

$$Q_{max} = \max(R_A, R_B) \leq Q_a \quad (4)$$

ここで,

$Q_a$  : 遮蔽扉鋼板の短期許容せん断力 (kN)

$$Q_a = 1000 \cdot t \cdot f_s \times 10^{-3}$$

$t$  : 遮蔽扉鋼板の板厚 (mm)  
 $f_s$  : 遮蔽扉鋼板の短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

- d. コンクリート枠に発生する最大圧縮力の算定  
 コンクリート枠に発生する最大圧縮力は次式により算定する。

$$\sigma_c = \frac{R_A}{S} \leq f_c \quad (5)$$

ここで,

$\sigma_c$  : コンクリート枠に発生する最大圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $S$  : 遮蔽扉とコンクリート枠の接触面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $f_c$  : 躯体コンクリートの短期許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

(5) 評価結果

各遮蔽扉の評価結果を表 8.9-5～表 8.9-7 に示す。発生値はすべて許容値以内となることから、遮蔽扉の各使用材料の応力度は使用材料の許容応力度を超えない範囲に収まり、構造健全性を維持し、貯蔵建屋が担う基本的安全機能である遮蔽機能が損なわれないことを確認した。

表 8.9-5 遮蔽扉の評価結果 (SSD-1)

| 評価項目                                       | 発生値  | 許容値    | 発生値／許容値 |
|--|------|--------|---------|
| 遮蔽扉に発生する<br>曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )     | 21.5 | 235.0  | 0.10    |
| 遮蔽扉に発生する<br>せん断力 (kN)                      | 53.1 | 1620.0 | 0.04    |
| コンクリート枠に発生する<br>圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 1.33 | 22.0   | 0.07    |

表 8.9-6 遮蔽扉の評価結果 (SSD-2)

| 評価項目   | 発生値  | 許容値   | 発生値／許容値   |
|--|------|---|---|
| 遮蔽扉 (外側) に発生する<br>曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 19.0 |  |  |
| 遮蔽扉 (外側) に発生する<br>せん断力 (kN)                  | 27.4 |  |  |
| コンクリート枠に発生する<br>圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )   | 0.41 |  |  |

表 8.9-7 遮蔽扉の評価結果 (SSD-4)

| 評価項目                                       | 発生値  | 許容値    | 発生値／許容値 |
|--|------|--------|---------|
| 遮蔽扉に発生する<br>曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )     | 2.8  | 235.0  | 0.02    |
| 遮蔽扉に発生する<br>せん断力 (kN)                      | 6.5  | 1215.0 | 0.01    |
| コンクリート枠に発生する<br>圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 0.11 | 22.0   | 0.01    |

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

#### 8.10 安全余裕の確認

基準地震動  $S_s$  に対する安全余裕の確認は、建屋の終局耐力が検討用地震力に対して、十分な安全余裕を有していることを確認する。

検討用地震力と終局耐力の比較を表 8.10-1 に示す。なお、建屋の終局耐力は、耐震壁については、「8.2.3 地震応答解析モデル」の建屋の復元力特性に示す耐震壁のせん断応力度-せん断ひずみ関係における終局せん断応力度  $\tau_3$  に基づく値とし、NS 方向 4 層のフレーム部については、せん断力-層間変形角関係におけるせん断力  $Q_2$  とする。

以上の検討の結果、建屋の終局耐力は検討用地震力に対して、1.1 倍以上の安全余裕を有している。

表 8.10-1 検討用地震力と終局耐力の比較

(1) NS 方向

| T. P.<br>(m) | 検討用地震力<br>$Q_{S_s}$<br>( $\times 10^4$ kN) | 終局耐力<br>$Q_u$<br>( $\times 10^4$ kN) | $\frac{Q_u}{Q_{S_s}}^*$ |
|--------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 43.5         | 5.06                                       | 5.87                                 | 1.16                    |
| 39.3         | 11.14                                      | 35.46                                | 3.18                    |
| 33.22        | 16.89                                      | 69.45                                | 4.11                    |
| 29.22        | 56.99                                      | 105.65                               | 1.85                    |
| 16.3         |  |                                      |                         |

(2) EW 方向

| T. P.<br>(m) | 検討用地震力<br>$Q_{S_s}$<br>( $\times 10^4$ kN) | 終局耐力<br>$Q_u$<br>( $\times 10^4$ kN) | $\frac{Q_u}{Q_{S_s}}^*$ |
|--------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 43.5         | 3.85                                       | 24.98                                | 6.48                    |
| 39.3         | 11.25                                      | 34.17                                | 3.03                    |
| 33.22        | 16.64                                      | 52.22                                | 3.13                    |
| 29.22        | 58.40                                      | 113.76                               | 1.94                    |
| 16.3         |  |                                      |                         |

注記\* : 安全余裕

## 9. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価

### 9.1 検討概要

水平 2 方向及び鉛直方向地震力により、貯蔵建屋の耐震性に及ぼす影響について評価する。影響検討フローを図 9.1-1 に示す。

### 9.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動は、「8.2.5 地震応答解析結果」の基本ケースの検討結果に基づいて、建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施する。選定する地震動は、基本ケースの地震応答解析のいずれかの応答値が最大となる地震動として、基準地震動  $S_s-A$  及び  $S_s-B1$  の 2 波とする。

### 9.3 評価対象部位の選定

#### (1) 耐震評価上の構成部位の整理

貯蔵建屋の耐震評価上の構成部位を、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性の観点から、①荷重の組合せによる影響が想定されるもの、②3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものとして整理したものを表 9.3-1 に示す。

#### (2) 評価対象部位

①の荷重の組合せによる影響が想定されるものとして、基礎スラブ及び杭を抽出した。また、②の 3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものとして、耐震壁が挙げられる。

### 9.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価方法

水平 2 方向及び鉛直方向地震力により影響が想定される部位と評価方法を表 9.4-1 に示す。耐震壁については、水平 2 方向及び鉛直方向を同時に入力する地震応答解析により評価し、基礎スラブ及び杭については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せる方法として、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused By Three Spatial Components of an Earthquake」\*を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいた評価を行う。

注記\* : Regulatory Guide 1.92 (2006). Combining Modal Responses and Spatial Components in Seismic Response Analysis, Rev. 2, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC.

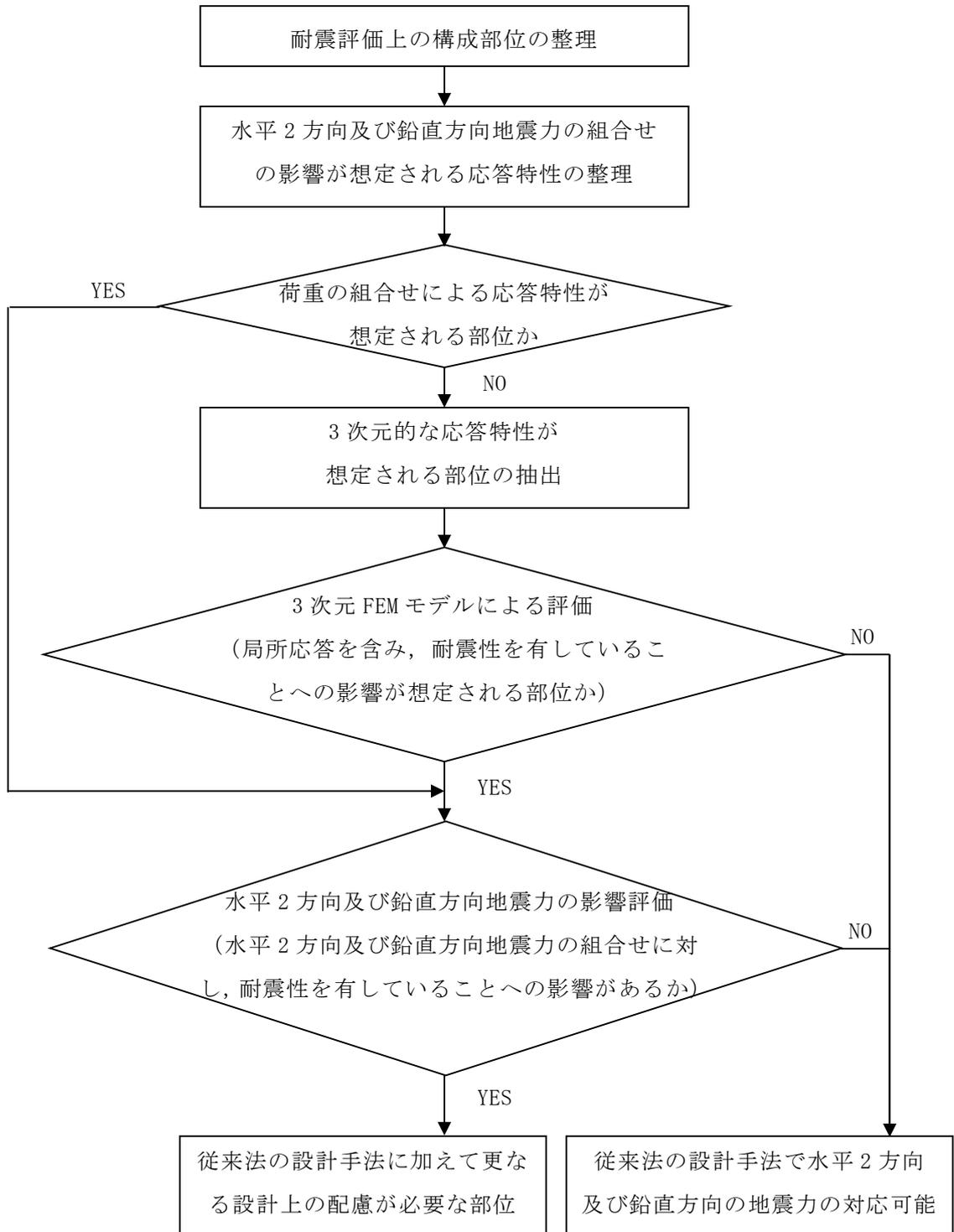


図 9.1-1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討フロー

表 9.3-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性

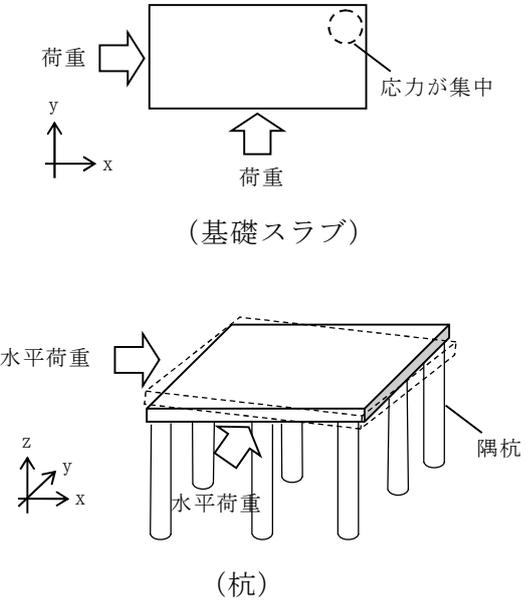
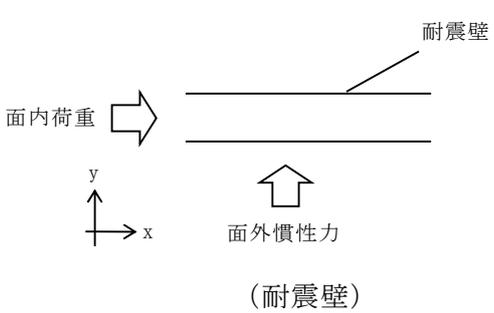
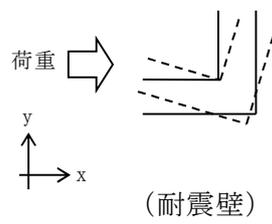
| 応答特性の種別               | 影響想定部位                                     |   |
|-----------------------|--|---|
| <p>①荷重の組合せによる応答特性</p> | <p>①-1<br/>直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中する部位</p> | <p>応力の集中する隅角部<br/>(例)</p>  <p>(基礎スラブ)</p> <p>(杭)</p> |
| <p>②3次元的な応答特性</p>     | <p>②-1<br/>面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい部位</p>   | <p>大スパンや吹き抜け部に設置された部位<br/>(例)</p>  <p>(耐震壁)</p>     |
|                       | <p>②-2<br/>加振方向以外の方向に励起される部位</p>           | <p>ねじれ挙動が想定される部位<br/>(例)</p>  <p>(耐震壁)</p>          |

表 9.4-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力により影響が想定される部位と評価方法

| 構造部位  | 応答特性の種別* | 選定方法                  | 評価方法                               |
|-------|----------|-----------------------|------------------------------------|
| 基礎スラブ | ①-1      | 荷重の組合せによる応答特性         | 3 方向組合せ係数法により評価する                  |
| 杭     | ①-1      |                       |                                    |
| 耐震壁   | ②-1, ②-2 | 3次元 FEM モデルによる応答結果による | 水平 2 方向及び鉛直方向を同時に入力する地震応答解析により評価する |

注\* : 表 9.3-1 に示す応答特性の種別

## 9.5 3次元 FEM 解析による耐震性評価

### (1) 検討概要

水平 1 方向入力と水平 2 方向及び鉛直方向入力の応答を比較するために、貯蔵建屋の 3 次元 FEM モデルを用いて、水平 1 方向入力と水平 2 方向及び鉛直方向入力の解析を実施し、両者の比較により 3 次元的な応答特性が建屋評価に与える影響を検討する。

なお、3 次元 FEM 解析は、周波数応答解析による線形計算とする。

### (2) 検討用地震動

水平 2 方向評価用地震動は、建屋の応答が概ね線形範囲となるよう基準地震動  $S_s$  の加速度振幅を 2 分の 1 した波形を用いることとする。

検討で用いる地震動は、 $S_s-A$  及び  $S_s-B1$  とし、2 方向入力による解析において、上記地震動と組み合わせる直交方向の入力地震動を別途設定する。

水平 2 方向評価用地震動を表 9.5-1 に、組合せを表 9.5-2 に示す。

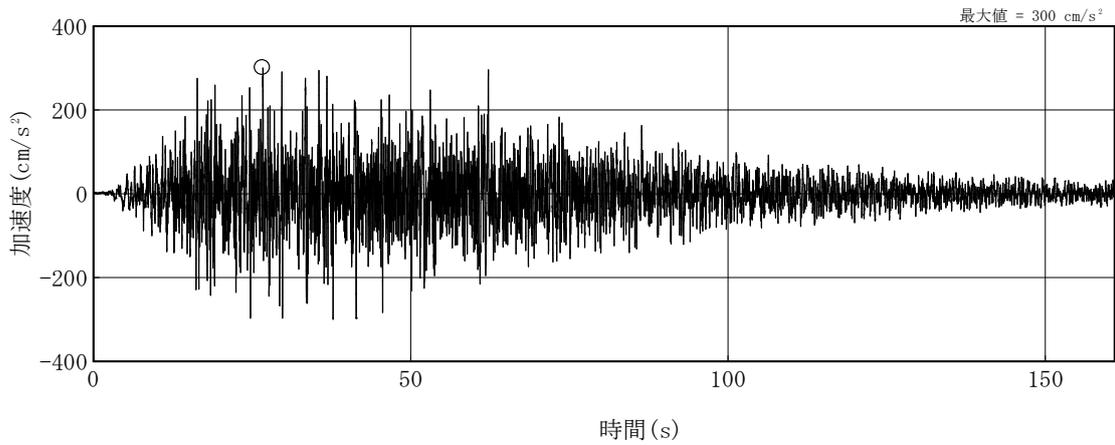
水平 2 方向評価用模擬波の加速度波形を図 9.5-1 及び図 9.5-2 に、加速度応答スペクトルを図 9.5-3 に示す。

表 9.5-1 水平 2 方向評価用地震動

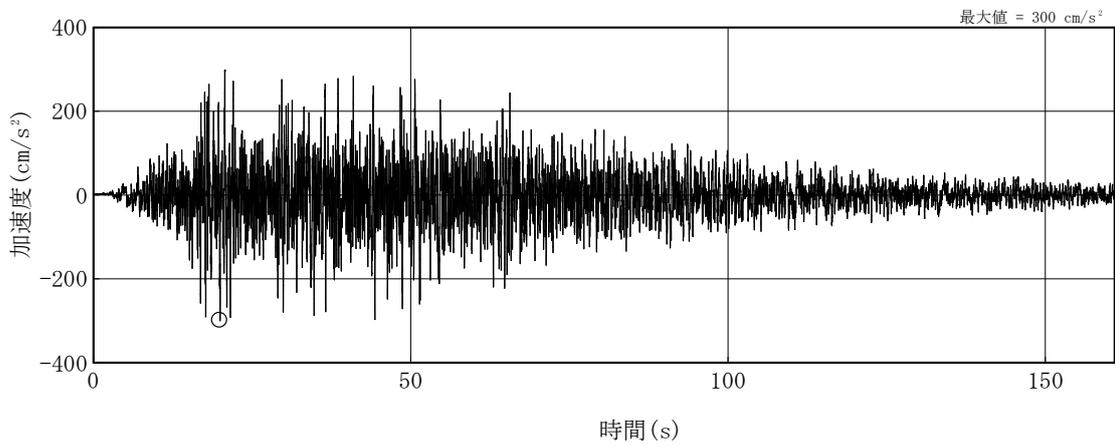
| 地震動名   |          | 成分   | 備考  |
|--------|----------|------|---|
| 2DE-A  | 2DE-AH1  | 水平 1 | $S_s-AH$ の加速度振幅を 2 分の 1 した波形                                    |
|        | 2DE-AH2  | 水平 2 | $S_s-AH$ の設計用応答スペクトルに適合するよう位相を変えた模擬地震波を作成し、その加速度振幅を 2 分の 1 した波形 |
|        | 2DE-AV   | 鉛直   | $S_s-AV$ の加速度振幅を 2 分の 1 した波形                                    |
| 2DE-B1 | 2DE-B1H1 | 水平 1 | 2004 年北海道留萌支庁南部地震の記録を用いて求めた地震動 (NS 成分) の加速度振幅を 2 分の 1 した波形      |
|        | 2DE-B1H2 | 水平 2 | 同上 (EW 成分)  |
|        | 2DE-B1V  | 鉛直   | 同上 (鉛直成分)   |

表 9.5-2 水平 2 方向評価用地震動の組合せ

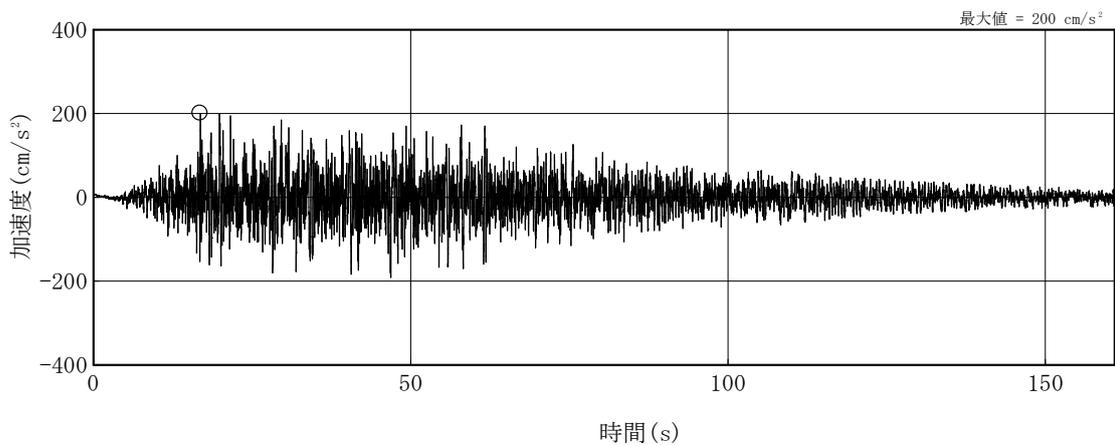
| 地震動名   | 3次元 FEM モデル<br>入力方向 |       | 水平 2 方向評価用地震動 |          |         |
|--------|---------------------|-------|---------------|----------|---------|
|        |                     |       | NS 方向         | EW 方向    | 鉛直方向    |
| 2DE-A  | 水平 1 方向入力           | NS 方向 | 2DE-AH1       | —        | —       |
|        |                     | EW 方向 | —             | 2DE-AH1  | —       |
|        | 3 方向同時入力            | NS 方向 | 2DE-AH1       | 2DE-AH2  | 2DE-AV  |
|        |                     | EW 方向 | 2DE-AH2       | 2DE-AH1  | 2DE-AV  |
| 2DE-B1 | 水平 1 方向入力           | NS 方向 | 2DE-B1H2      | —        | —       |
|        |                     | EW 方向 | —             | 2DE-B1H2 | —       |
|        | 3 方向同時入力            | NS 方向 | 2DE-B1H2      | 2DE-B1H1 | 2DE-B1V |
|        |                     | EW 方向 | 2DE-B1H1      | 2DE-B1H2 | 2DE-B1V |



(1) 2DE-AH1



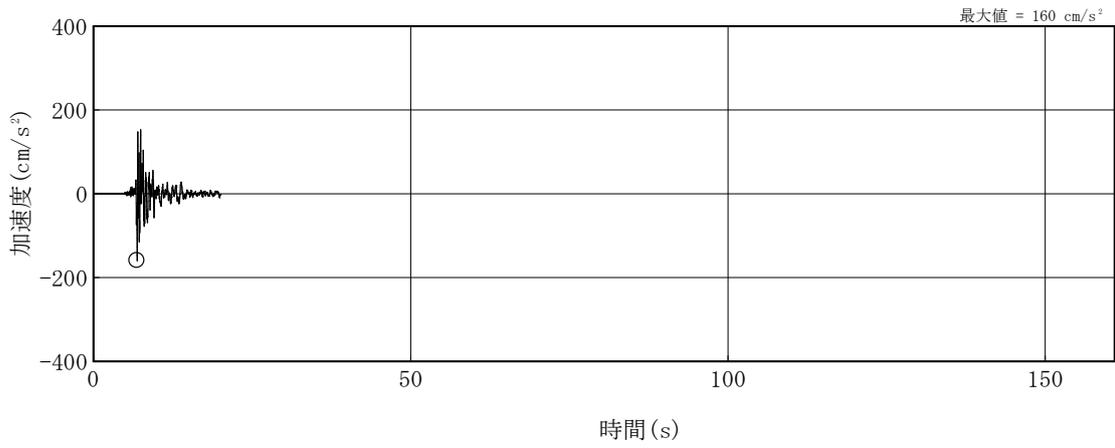
(2) 2DE-AH2



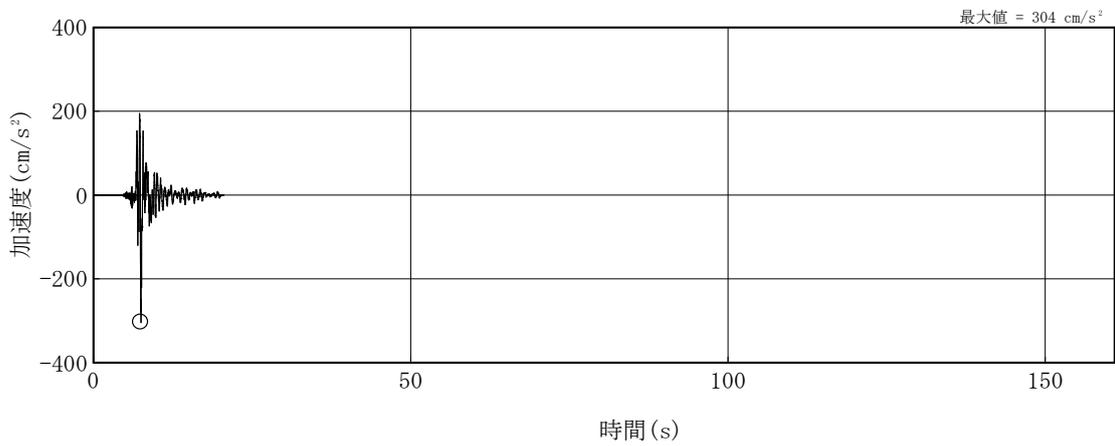
(3) 2DE-AV

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

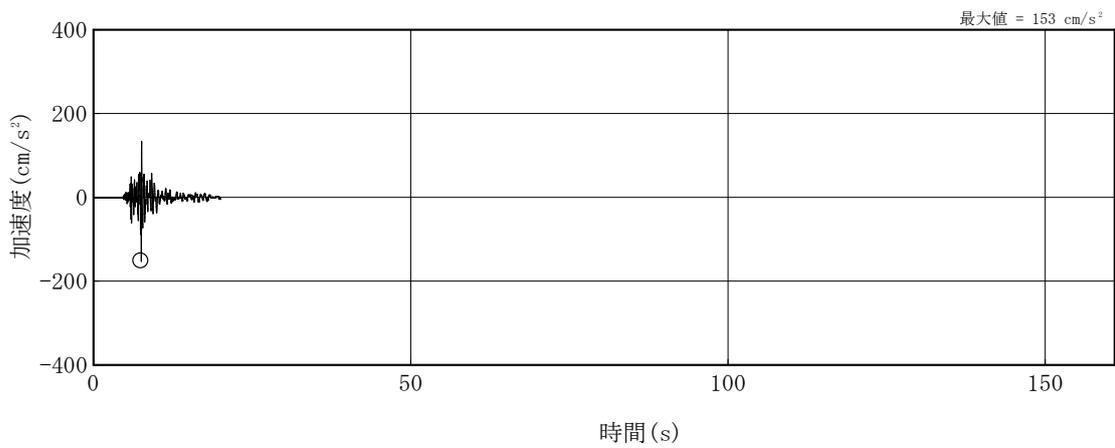
図 9.5-1 水平 2 方向評価用模擬波の加速度波形 (2DE-A)



(1) 2DE-B1H1



(2) 2DE-B1H2



(3) 2DE-B1V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 9.5-2 水平 2 方向評価用模擬波の加速度波形 (2DE-B1)

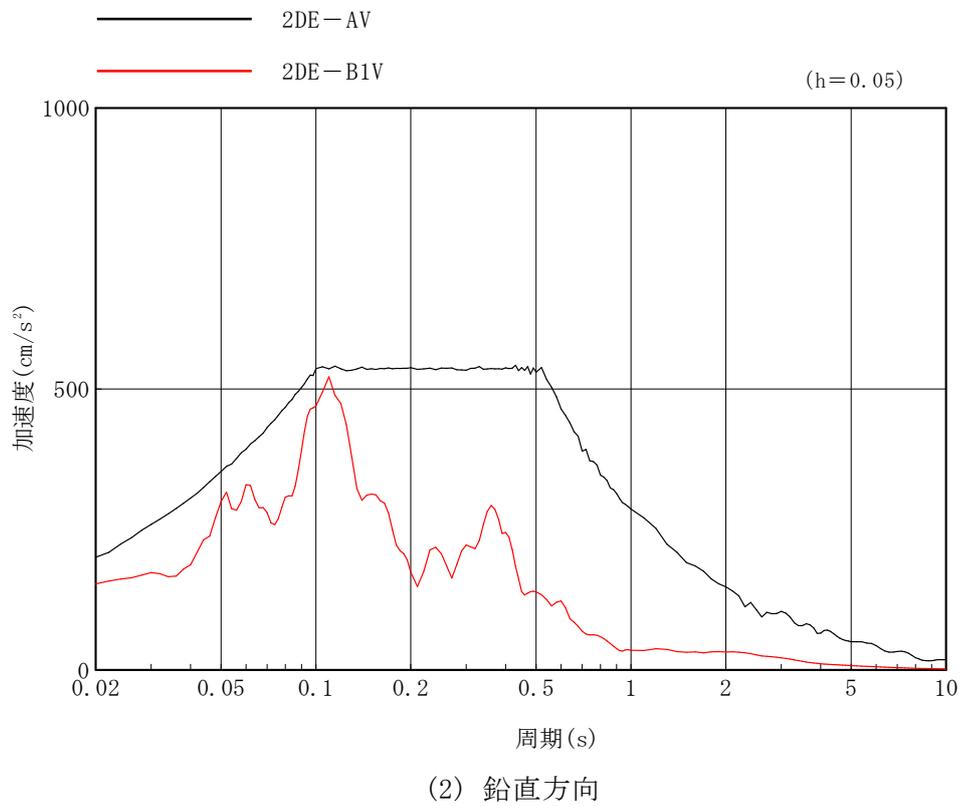
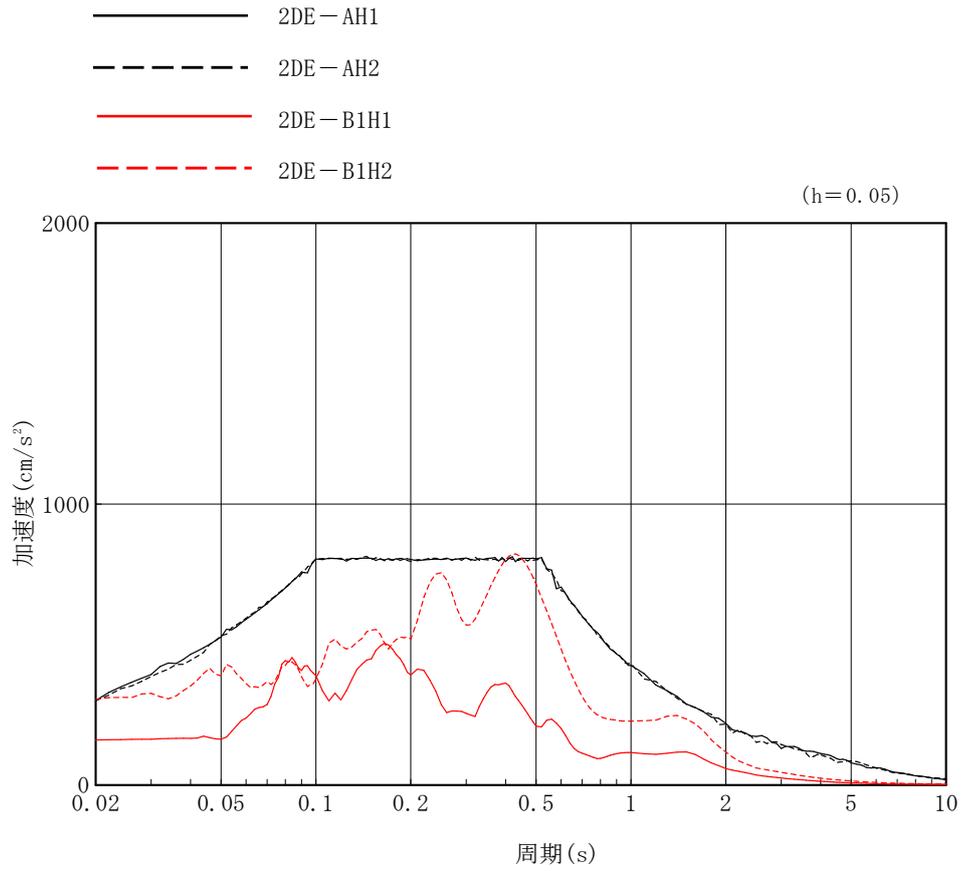


図 9.5-3 水平 2 方向評価用模擬波の加速度応答スペクトル

(3) 入力地震動

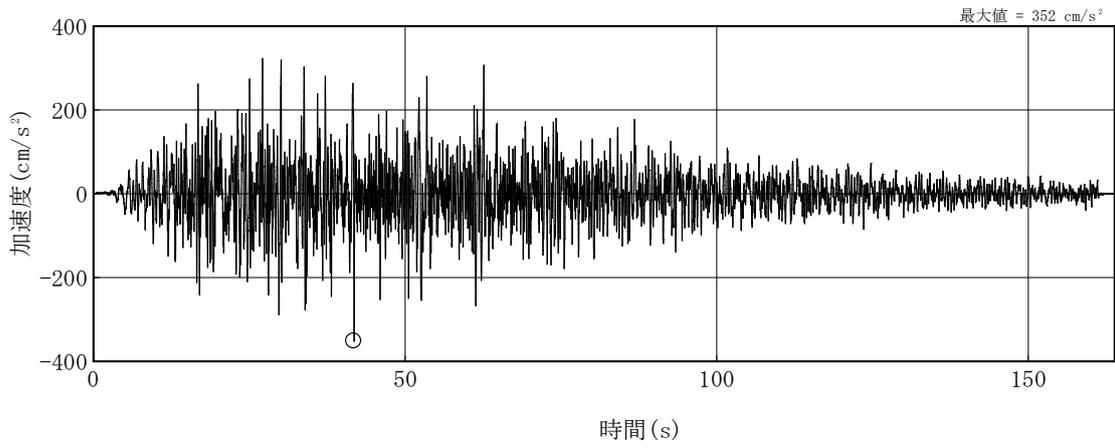
入力地震動は、水平 2 方向評価用模擬波を解放基盤表面に入力し、一次元波動論に基づき基礎底面位置の応答波として求める。

地盤定数を表 9.5-3 に示す。また、入力動の加速度波形を図 9.5-4 及び図 9.5-5 に、加速度応答スペクトルを図 9.5-6 に示す。

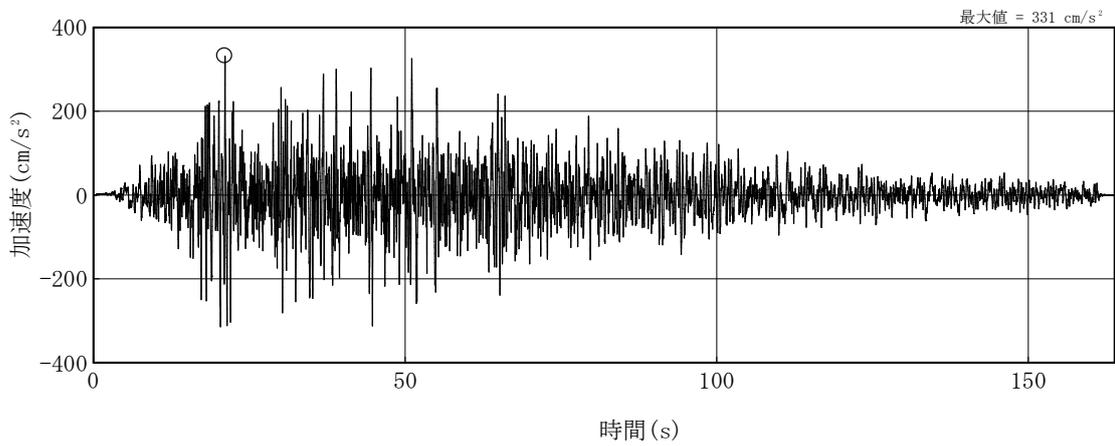
表 9.5-3 地盤定数 (2DE-A 及び 2DE-B1)

| T. P.<br>(m) | 地層名  | 地盤分類            | S波速度<br>$V_s$<br>(m/s) | P波速度<br>$V_p$<br>(m/s) | 初期<br>ポアソン比<br>$\nu$ | 密度<br>$\gamma$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング<br>係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h<br>(%) |
|--------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|
| 13.8         | 田名部層 | Tn <sub>3</sub> | 370                    | 1610                   | 0.47                 | 1.91                                   | 754                                    | 256                                      | 2                    |
| 13.5         |      | Tn <sub>2</sub> | 420                    | 1460                   | 0.45                 | 1.92                                   | 984                                    | 338                                      | 2                    |
| 7.0          | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 420                    | 1550                   | 0.45                 | 1.82                                   | 955                                    | 327                                      | 4                    |
| -39.5        |      | Sn <sub>3</sub> | 570                    | 1810                   | 0.44                 | 1.83                                   | 1706                                   | 590                                      | 3                    |
| -122.0       |      | Sn <sub>2</sub> | 740                    | 1980                   | 0.41                 | 2.01                                   | 3141                                   | 1107                                     | 3<br>(2)             |
| -140.0       |      | Sn <sub>1</sub> | 660                    | 1850                   | 0.42                 | 1.77                                   | 2176                                   | 762                                      | 2<br>(1)             |
| -218.0       |      | 解放<br>基盤        | 800                    | 2020                   | 0.41                 | 1.99                                   | 3593                                   | 1274                                     | —                    |

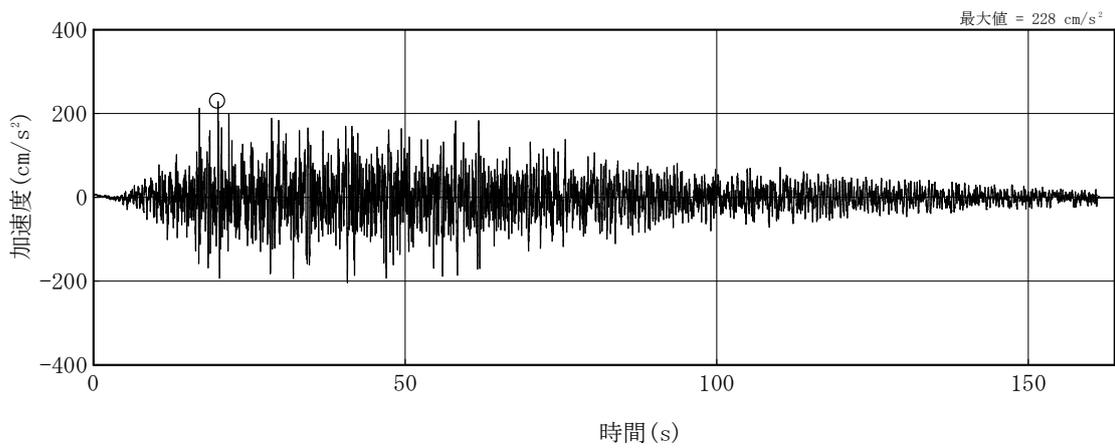
注：カッコ内の数字は 2DE-B1 の値を示す。



(1) 2DE-AH1



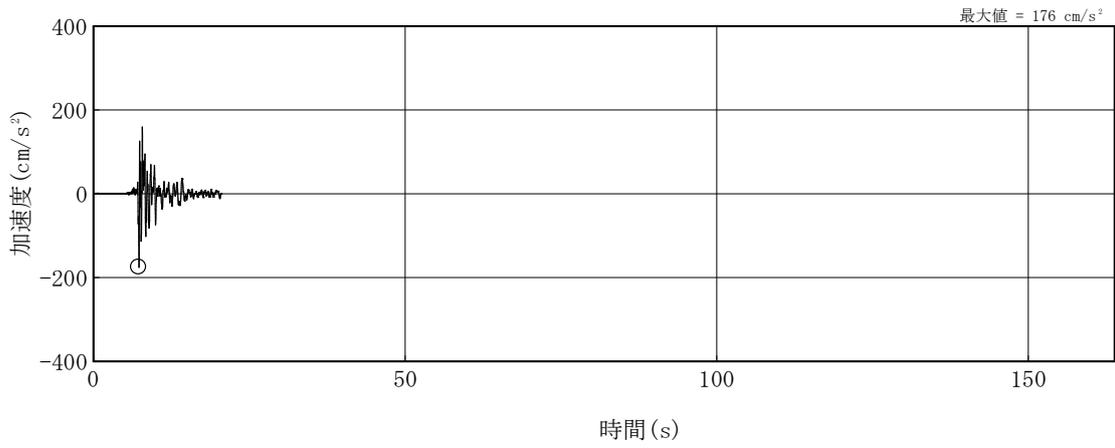
(2) 2DE-AH2



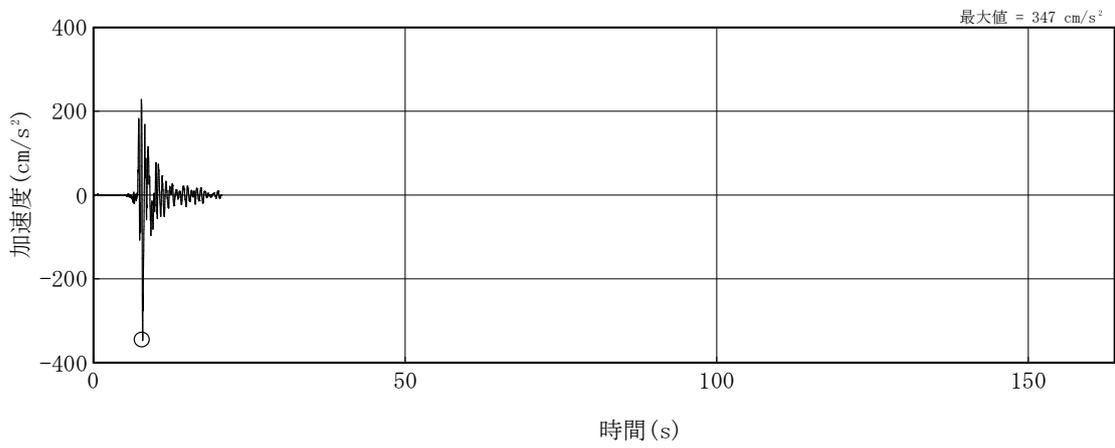
(3) 2DE-AV

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

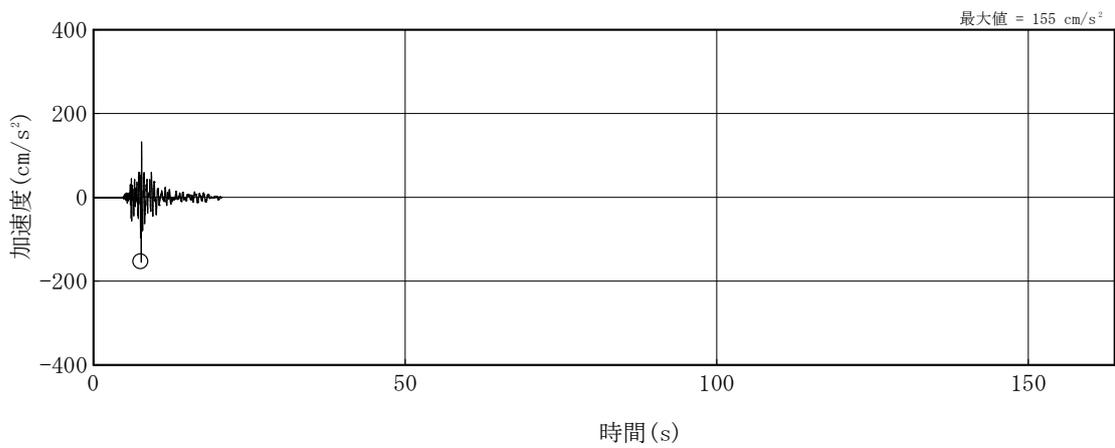
図 9.5-4 入力地震動の加速度波形 (2DE-A)



(1) 2DE-B1H1



(2) 2DE-B1H2



(3) 2DE-B1V

注：○印は最大値を，記号「H」は水平方向，「V」は鉛直方向を示す。

図 9.5-5 入力地震動の加速度波形 (2DE-B1)

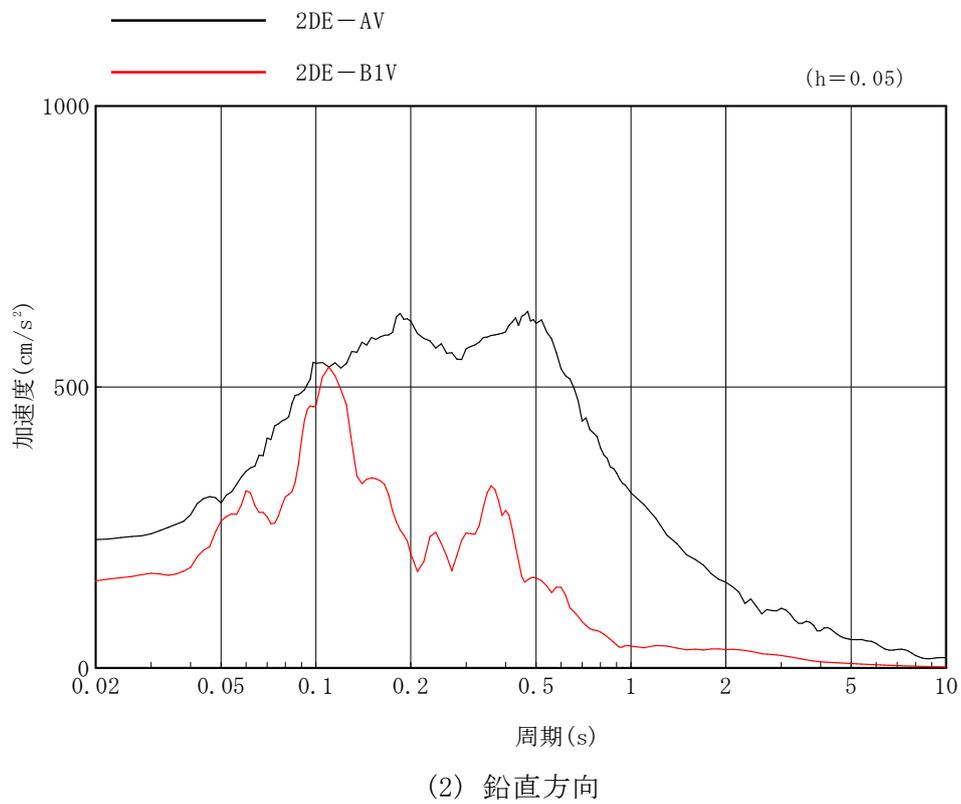
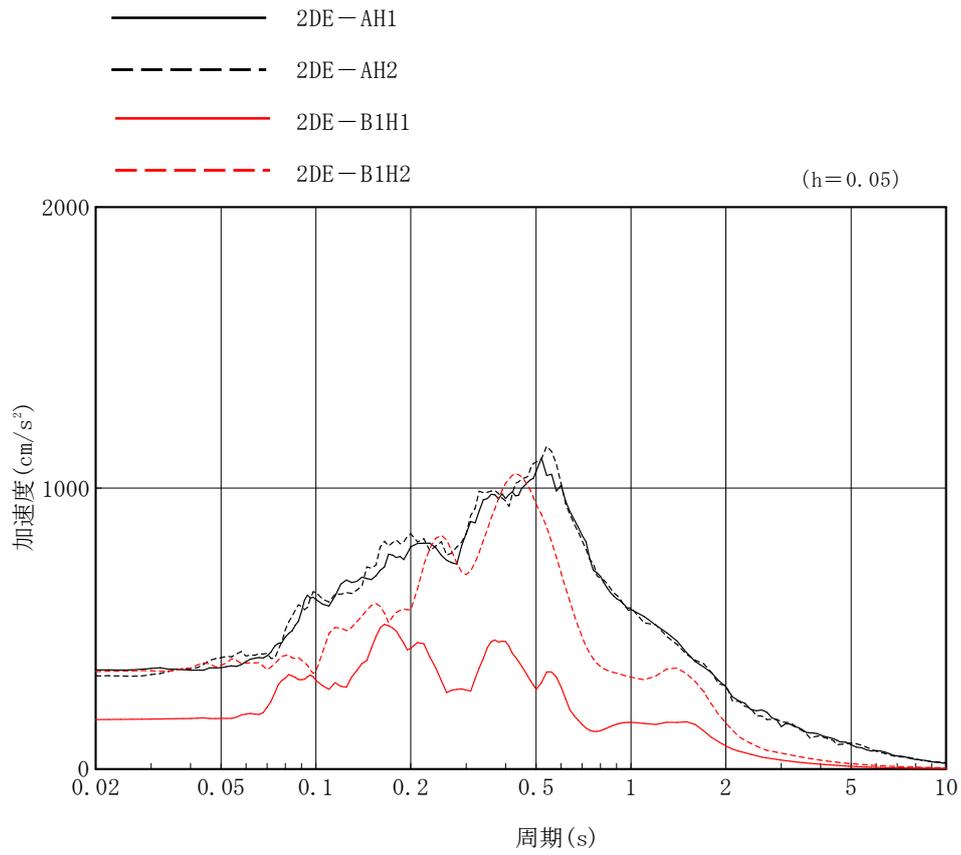


図 9.5-6 水平 2 方向評価用の入力地震動の加速度応答スペクトル

(4) 3次元 FEM 解析モデル

解析モデルに使用する FEM 要素は、柱及びはりにはビーム要素（一部シェル要素）、耐震壁、屋根及び床スラブはシェル要素、基礎スラブはソリッド要素とする。地盤ばねは基礎底面の節点に等価な離散化したばねとしてモデル化する。解析モデルを図 9.5-7 及び図 9.5-8 に、応答評価位置を図 9.5-9～図 9.5-13 に示す。また、解析に用いる材料の物性値を表 9.5-4 に、地盤ばねを表 9.5-5 に示す。

表 9.5-4 材料の物性値

|        | ヤング係数<br>E (N/mm <sup>2</sup> ) | ポアソン比<br>$\nu$ | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 減衰定数<br>h (%) |
|--------|---------------------------------|----------------|---|---------------|
| コンクリート | $2.52 \times 10^4$              | 0.2            | 24*                                     | 5             |
| 鋼材     | $2.05 \times 10^5$              | 0.3            | 77                                      | 2             |

注記\*：鉄筋コンクリートの単位体積重量

表 9.5-5 杭と地盤の相互作用を考慮した地盤ばね（水平 2 方向評価用地震動）

| 方向及び成分 |      | ばね定数 $K_c$                      | 減衰係数 $C_c$                     |
|--------|------|---------------------------------|--------------------------------|
| NS 方向  | 水平成分 | $9.171 \times 10^7$ kN/m        | $2.413 \times 10^6$ kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $8.584 \times 10^{11}$ kN・m/rad | $9.347 \times 10^9$ kN・s・m/rad |
| EW 方向  | 水平成分 | $1.244 \times 10^8$ kN/m        | $2.414 \times 10^6$ kN・s/m     |
|        | 回転成分 | $2.652 \times 10^{11}$ kN・m/rad | $2.304 \times 10^9$ kN・s・m/rad |
| 鉛直方向   | 鉛直成分 | $3.520 \times 10^8$ kN/m        | $6.169 \times 10^6$ kN・s/m     |

注：3次元 FEM 解析における地盤ばねは、基礎底面の節点に水平 2 方向及び鉛直方向の 3 方向のばねとダッシュポットに離散化してモデル化する。

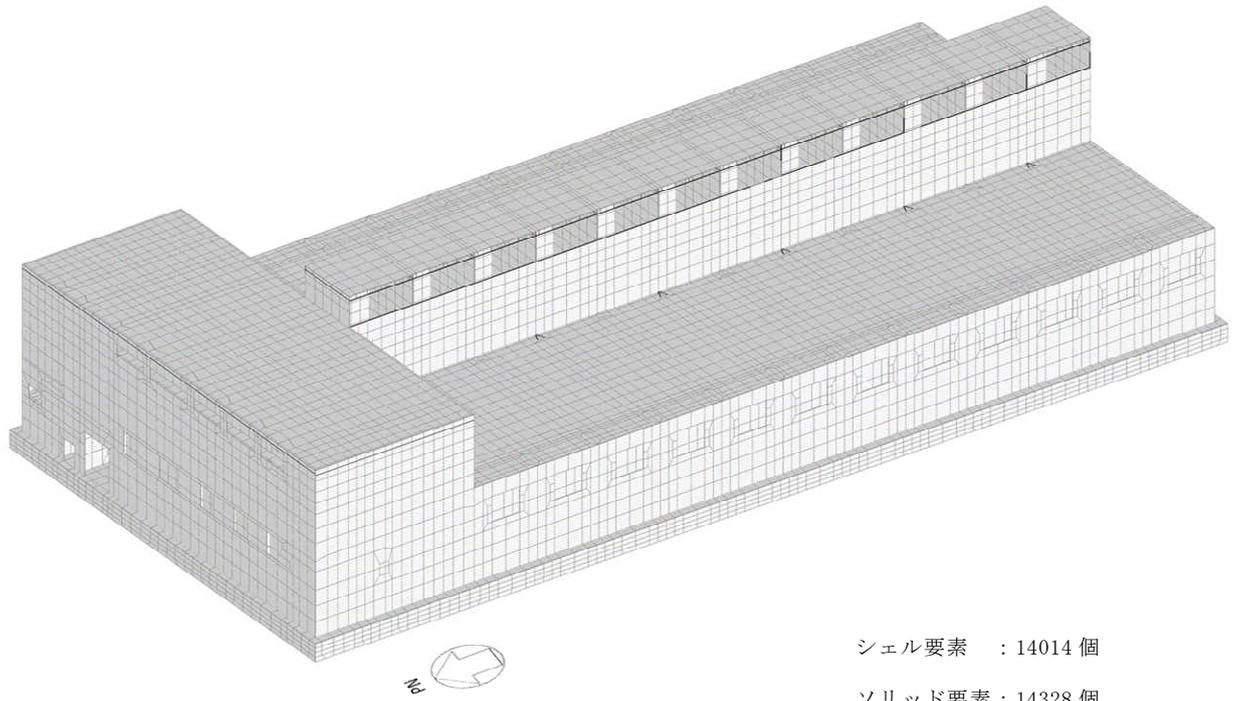


図 9.5-7 解析モデル (全体)

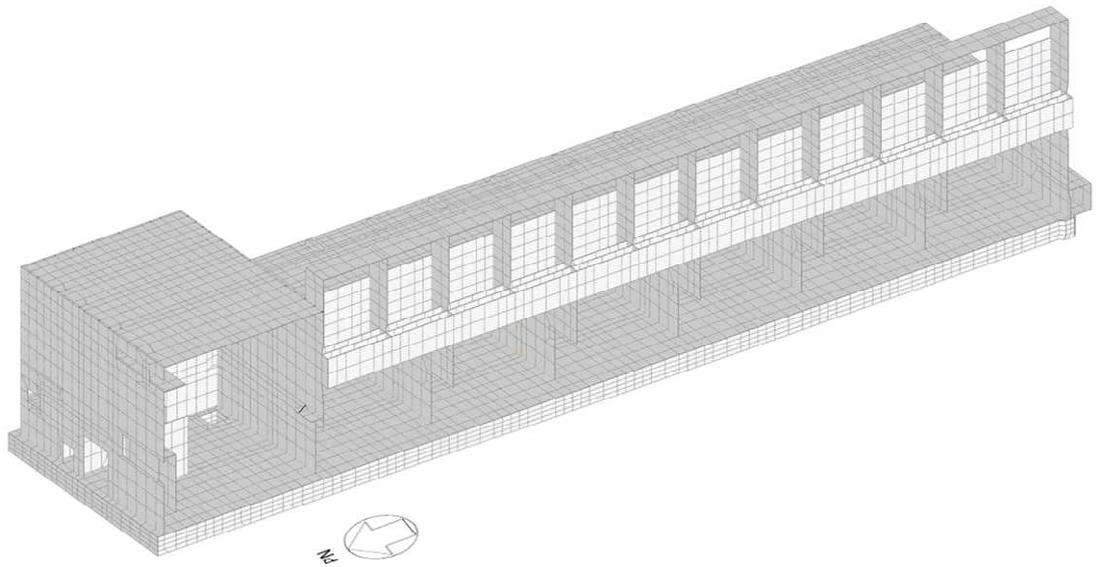
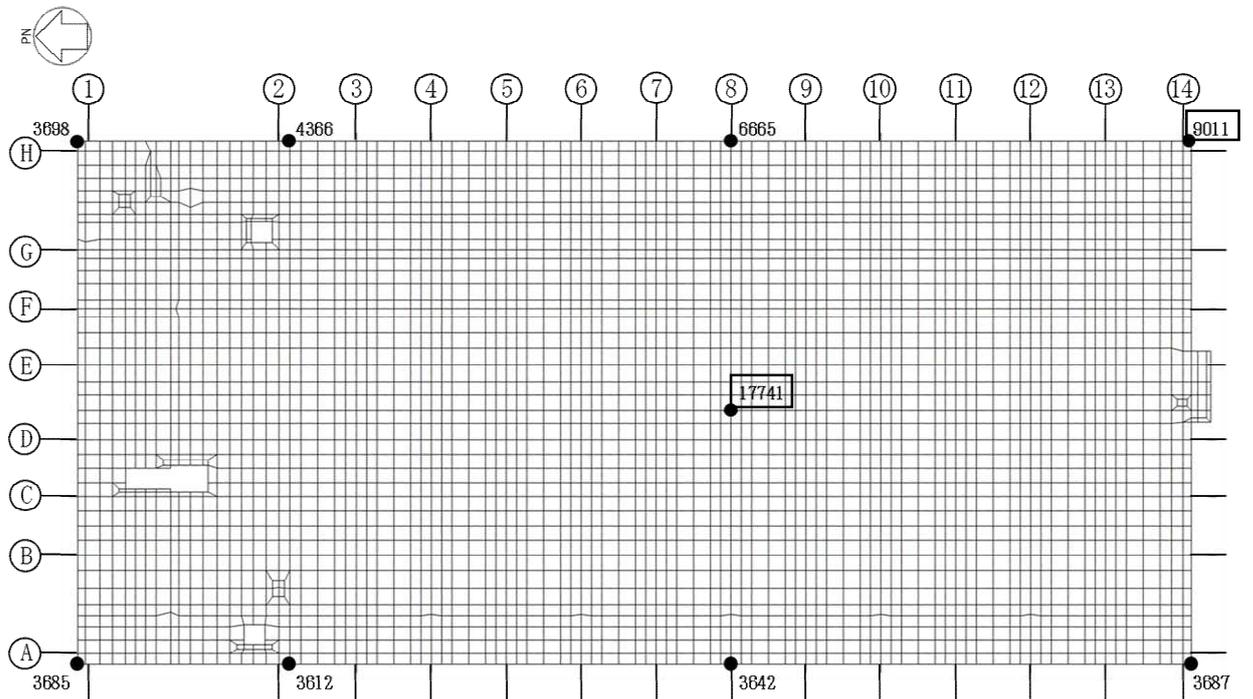
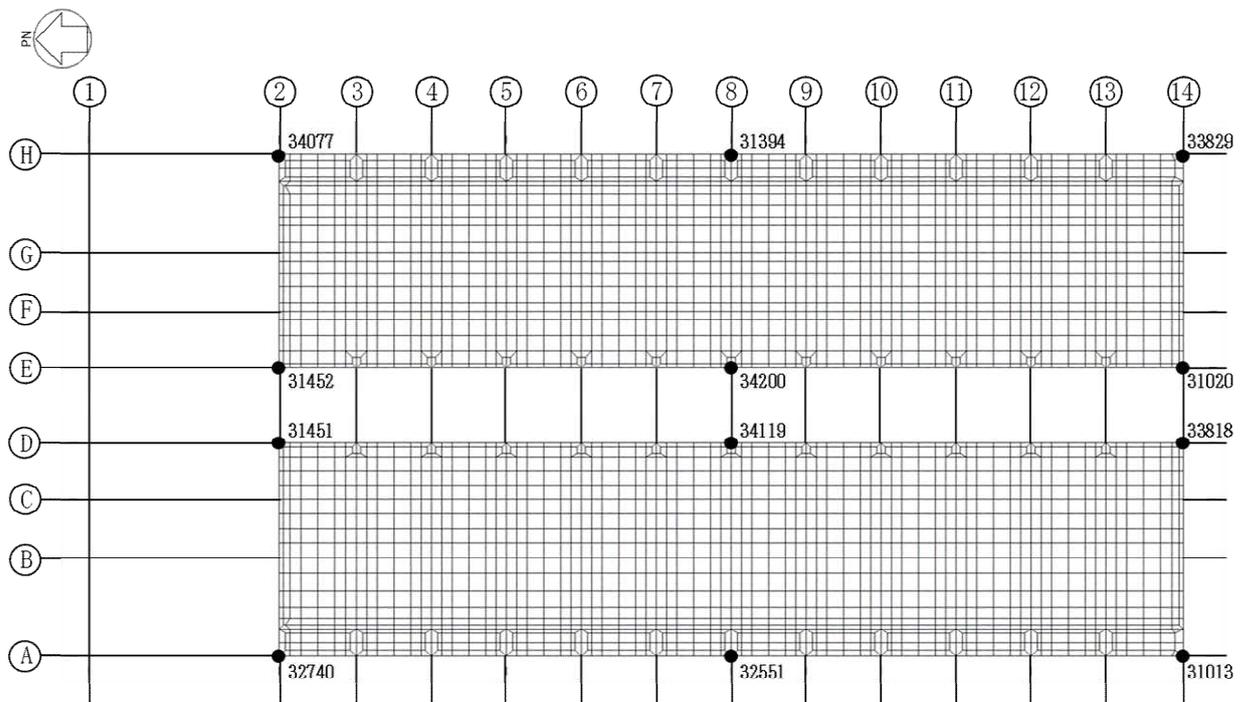


図 9.5-8 解析モデル (断面)



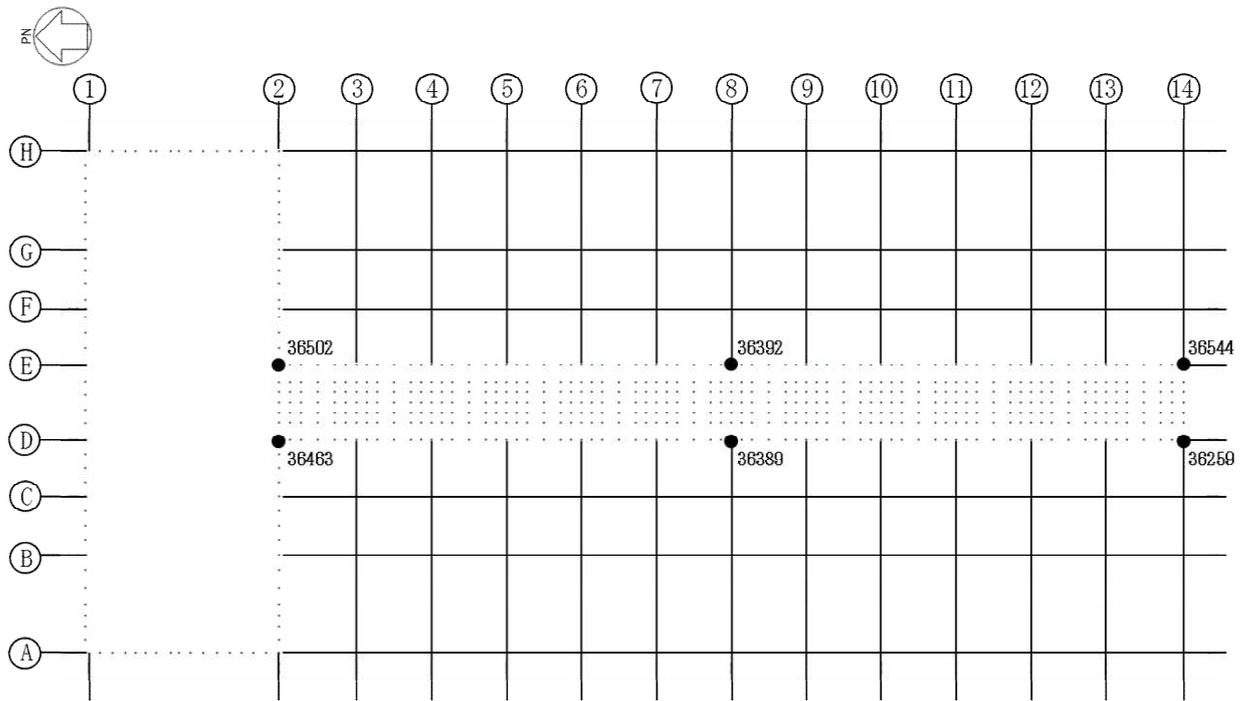
注：数字は評価点の節点番号を，□で囲まれた数字は加速度応答スペクトルの評価点を示す。

図 9.5-9 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 16.3 m)



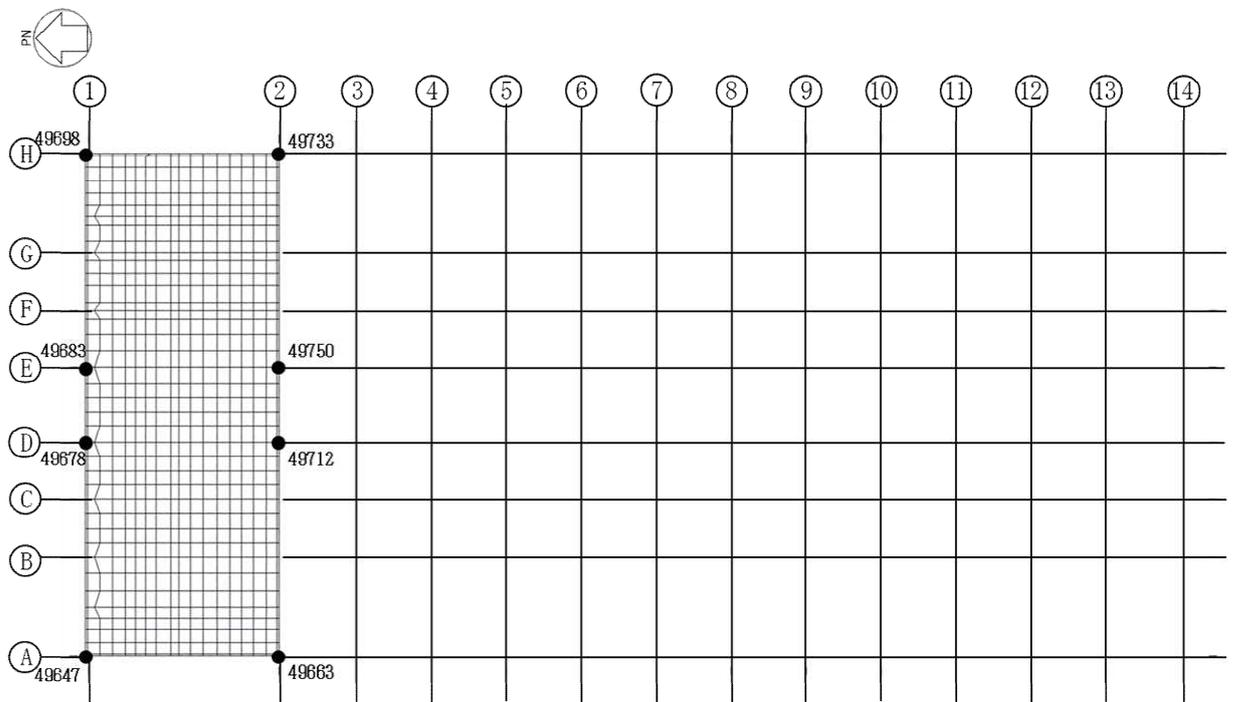
注：数字は評価点の節点番号を示す。

図 9.5-10 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 29.22 m)



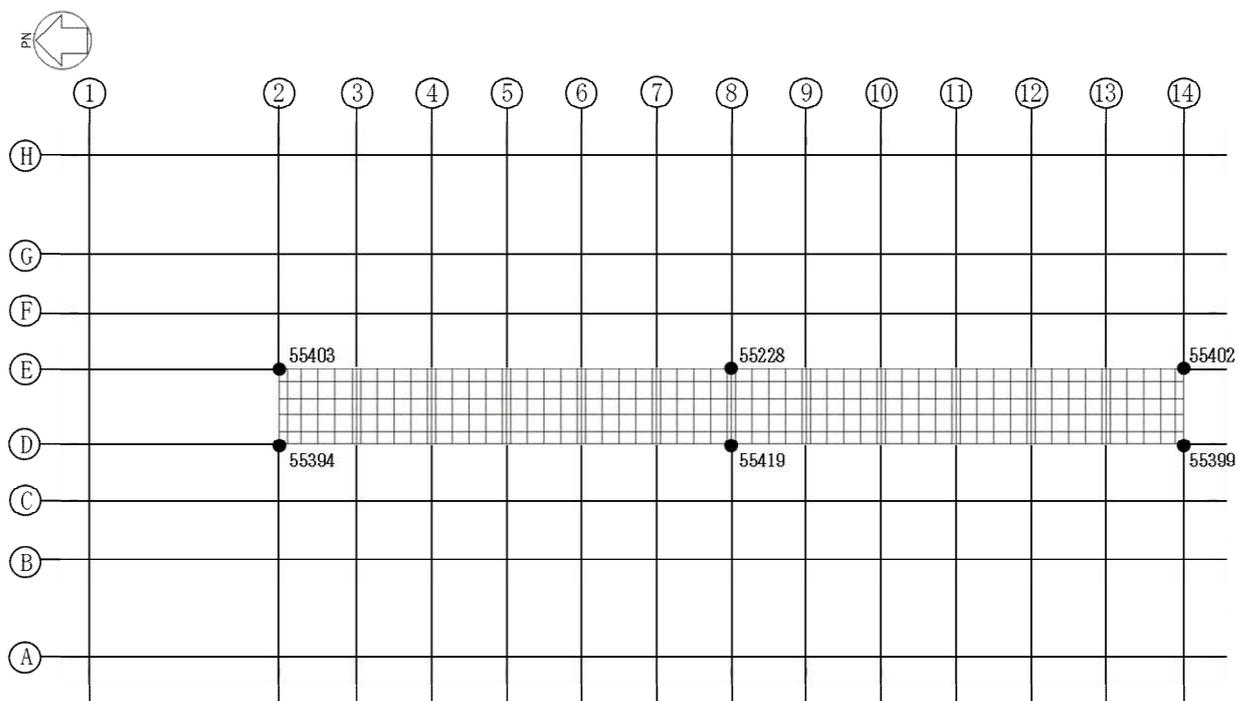
注：数字は評価点の節点番号を示す。

図 9.5-11 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 33.22 m)



注：数字は評価点の節点番号を示す。

図 9.5-12 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 39.3 m)



注：数字は評価点の節点番号を示す。

図 9.5-13 3次元 FEM モデルにおける応答評価位置 (T.P. 43.5 m)

(5) 固有値解析結果

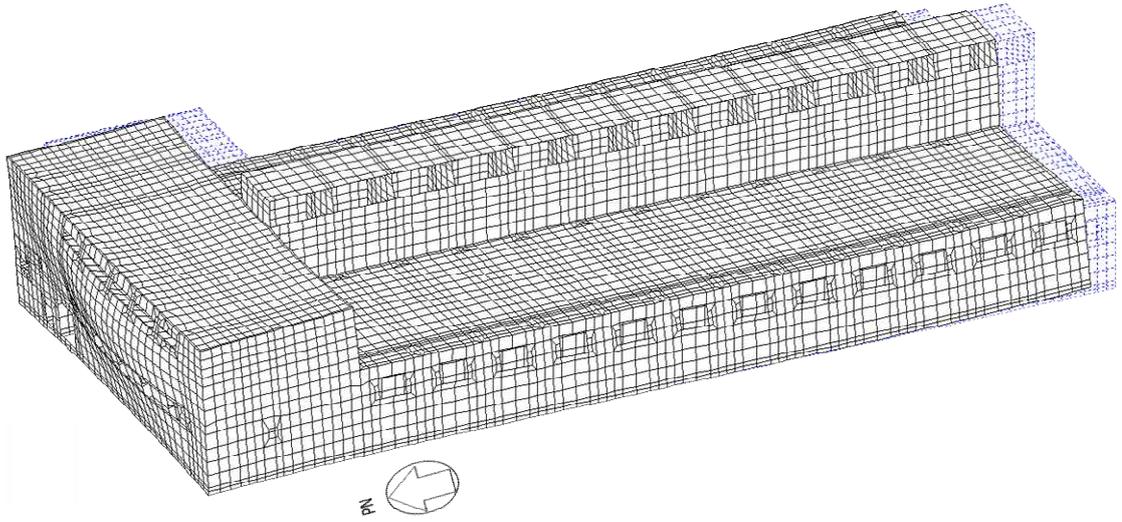
3次元 FEM モデルによる固有値解析結果を表 9.5-6 及び表 9.5-7, 図 9.5-14 及び図 9.5-15 に示す。

表 9.5-6 固有値解析結果 (3次元 FEM モデル) [NS 方向]

| 全体<br>次数 | 固有周期<br>(s) | 固有振動数<br>(Hz) | 刺激係数   |        |        | 備 考       |
|----------|-------------|---------------|--------|--------|--------|-----------|
|          |             |               | 水平X    | 水平Y    | 上下Z    |           |
| 1        | 0.284       | 3.526         | 1.870  | 0.000  | 0.007  | NS方向1次モード |
| 2        | 0.250       | 3.992         | -0.015 | -0.367 | -0.002 |           |
| 3        | 0.248       | 4.032         | -0.003 | 2.408  | -0.003 |           |
| 4        | 0.167       | 5.982         | -0.891 | -0.068 | 1.934  |           |
| 5        | 0.153       | 6.541         | -0.097 | 0.631  | 0.569  |           |

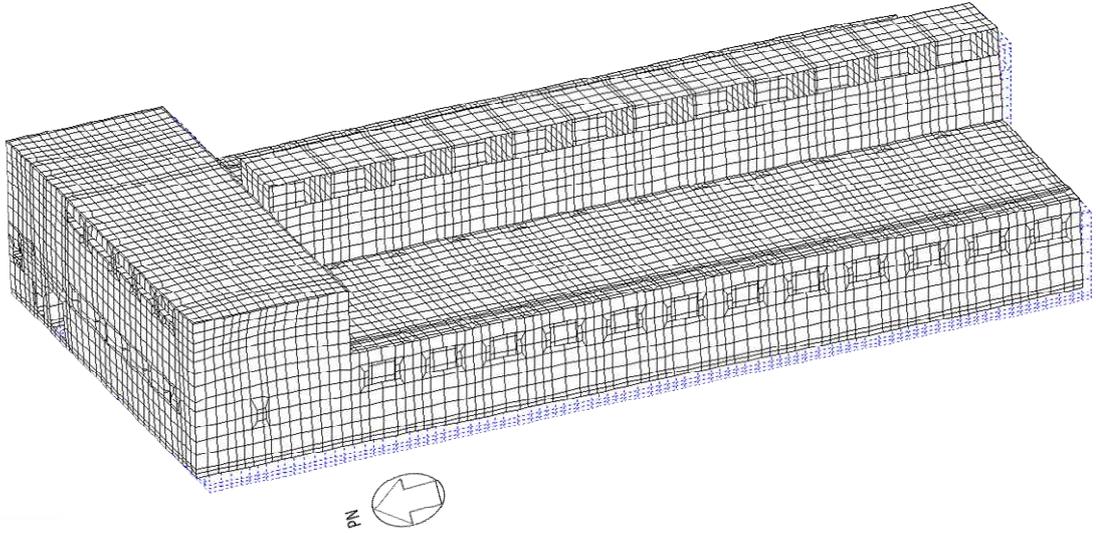
表 9.5-7 固有値解析結果 (3次元 FEM モデル) [EW 方向]

| 全体<br>次数 | 固有周期<br>(s) | 固有振動数<br>(Hz) | 刺激係数   |        |        | 備 考       |
|----------|-------------|---------------|--------|--------|--------|-----------|
|          |             |               | 水平X    | 水平Y    | 上下Z    |           |
| 1        | 0.283       | 3.536         | 1.825  | 0.000  | 0.005  |           |
| 2        | 0.250       | 4.005         | -0.017 | -0.297 | -0.002 |           |
| 3        | 0.246       | 4.069         | -0.003 | 2.389  | -0.002 | EW方向1次モード |
| 4        | 0.165       | 6.076         | -0.765 | -0.035 | 1.752  |           |
| 5        | 0.150       | 6.666         | -0.097 | 0.937  | 1.105  |           |



1 次モード

図 9.5-14 3次元 FEM モデルによる固有モード (NS 方向)



3 次モード

図 9.5-15 3次元 FEM モデルによる固有モード (EW 方向)

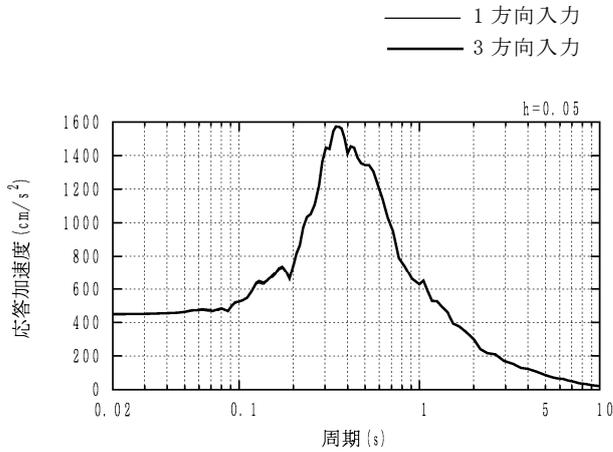
(6) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認は、水平 2 方向評価用の入力地震動を NS 方向及び EW 方向にそれぞれ 1 方向に入力した場合の応答と、3 方向同時入力した場合の応答を比較する。

2DE-A 及び 2DE-B1 について、3 方向同時入力の応答と 1 方向入力の加速度応答スペクトルを比較した結果を図 9.5-16～図 9.5-19 に示す。

各代表評価点において、1 方向入力及び 3 方向同時入力の差は小さく、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響は小さいことを確認した。

NS 方向 T.P. 16.3 m No. 17741



NS 方向 T.P. 16.3 m No. 9011

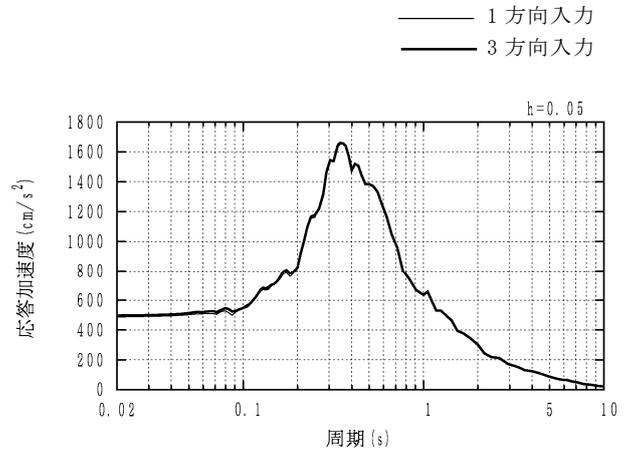
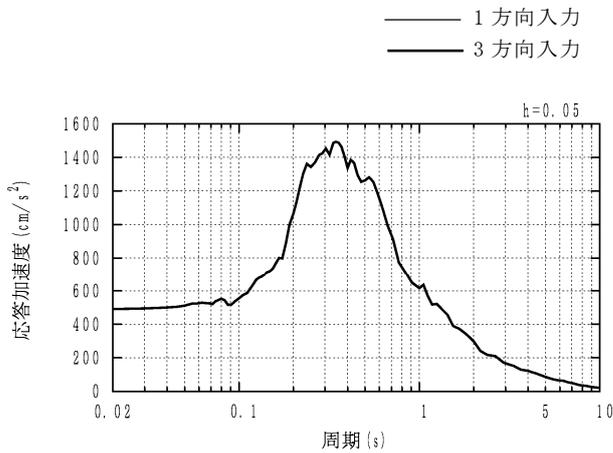


図 9.5-16 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による  
加速度応答スペクトルの比較 (2DE-A, NS 方向)

EW 方向 T.P. 16.3 m No. 17741



EW 方向 T.P. 16.3 m No. 9011

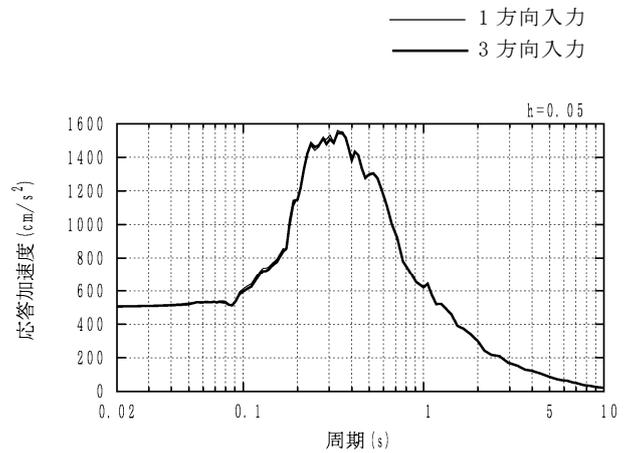
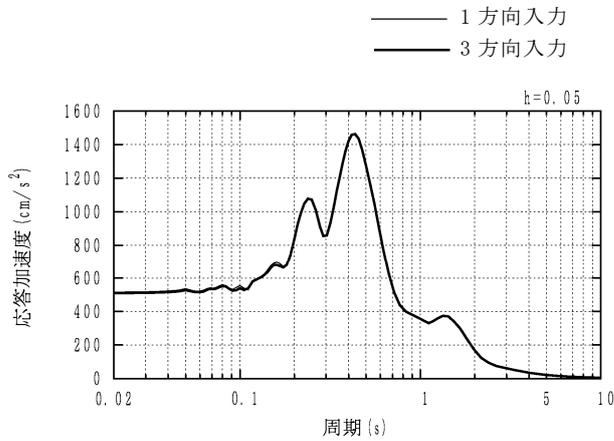


図 9.5-17 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による  
加速度応答スペクトルの比較 (2DE-A, EW 方向)

NS 方向 T.P. 16.3 m No. 17741



NS 方向 T.P. 16.3 m No. 9011

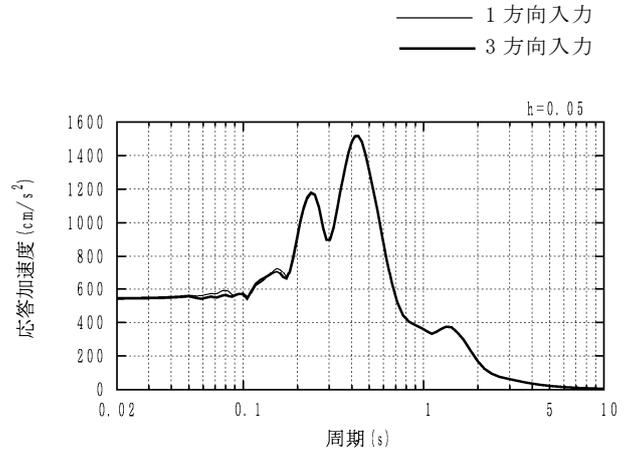
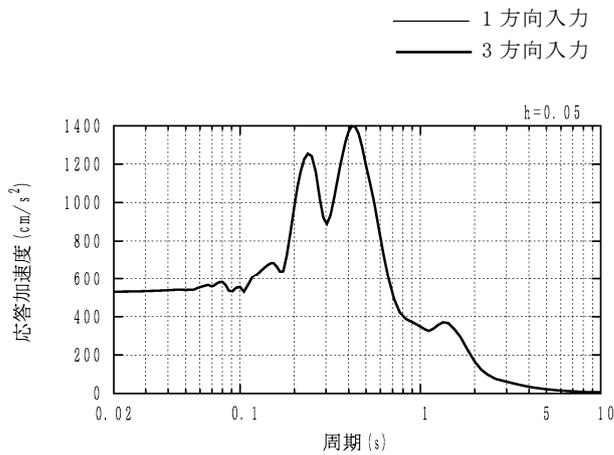


図 9.5-18 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による  
加速度応答スペクトルの比較 (2DE-B1, NS 方向)

EW 方向 T.P. 16.3 m No. 17741



EW 方向 T.P. 16.3 m No. 9011

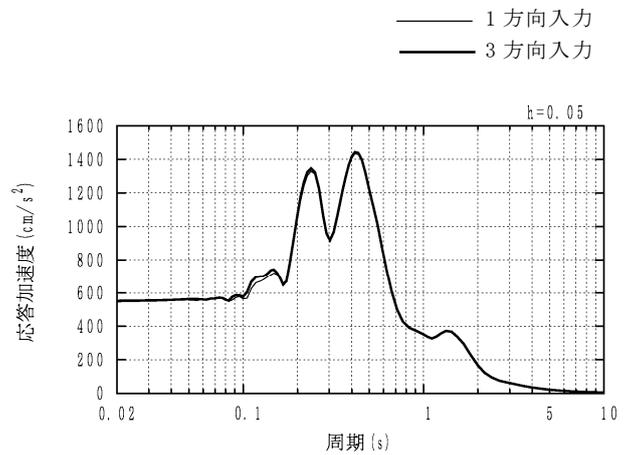


図 9.5-19 3次元 FEM モデルの 1 方向入力及び 3 方向同時入力による  
加速度応答スペクトルの比較 (2DE-B1, EW 方向)

(7) 2方向入力による耐震壁の評価

a. 応答補正比率の算出

3次元 FEM モデルによる 3 次元的な応答特性を踏まえた定量的な耐震性評価を行うため、質点系モデルの応答を補正する応答補正比率 $\zeta$ を算出する。

3次元 FEM モデルにおいて、1方向入力及び3方向同時入力の最大応答加速度を比較し、応答補正比率 $\alpha$ を算出する。また、3次元 FEM モデルによる1方向の最大応答加速度と質点系モデルによる最大応答加速度\*を比較し、応答補正比率 $\beta$ を算出する。得られた応答補正比率 $\alpha$ 及び $\beta$ を乗じて、建屋評価用の応答補正比率 $\zeta$ を算出する。なお、応答補正比率 $\alpha$ 及び $\beta$ は各層ごとに最大値を求め、局所的な応答を包絡するように設定する。

応答補正比率 $\zeta$ の算出式を以下に示す。

$$\text{応答補正比率 } \zeta = \alpha \times \beta \quad (9.1)$$

(ただし、 $\alpha \geq 1.0$ ,  $\beta \geq 1.0$ )

ここで、

$$\text{応答補正比率 } \alpha = \frac{\text{3方向同時入力による最大応答加速度}}{\text{1方向入力による最大応答加速度}} \quad (9.2)$$

$$\text{応答補正比率 } \beta = \frac{\text{FEMモデルの最大応答加速度}}{\text{質点系モデルの最大応答加速度}} \quad (9.3)$$

地震応答解析から得られた最大応答加速度及び応答補正比率 $\alpha$ 、 $\beta$ 及び $\zeta$ を表 9.5-8～表 9.5-13 に示す。

注記\*：水平2方向評価用地震動を入力とした質点系モデルによる水平方向の地震応答解析結果

表 9.5-8 建屋耐震評価用の応答補正比率  $\alpha$  の算定 (NS 方向)

| 評価点             |          |                | 最大応答加速度<br>(Gal) |     |        |     | 比率 $\alpha$<br>3方向/1方向 |        | 比率 $\alpha$ ( $1 \leq \alpha$ )<br>包絡値 |        |
|-----------------|----------|----------------|------------------|-----|--------|-----|------------------------|--------|--|--------|
| レベル<br>T.P. (m) | 質点<br>番号 | FEMモデル<br>節点番号 | 2DE-A            |     | 2DE-B1 |     | 2DE-A                  | 2DE-B1 | 2DE-A                                  | 2DE-B1 |
|                 |          |                | 1方向              | 3方向 | 1方向    | 3方向 |                        |        |  |        |
| 43.5            | 1        | 55228          | 777              | 777 | 745    | 753 | 1.00                   | 1.01   | 1.02                                   | 1.01   |
|                 |          | 55394          | 777              | 791 | 745    | 742 | 1.02                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 55399          | 777              | 790 | 745    | 744 | 1.02                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 55402          | 777              | 779 | 745    | 752 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 55403          | 777              | 777 | 745    | 754 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 55419          | 777              | 791 | 745    | 743 | 1.02                   | 1.00   |  |        |
| 39.3            | 2        | 49647          | 699              | 688 | 694    | 737 | 0.98                   | 1.06   | 1.01                                   | 1.06   |
|                 |          | 49663          | 710              | 698 | 702    | 747 | 0.98                   | 1.06   |  |        |
|                 |          | 49678          | 825              | 831 | 775    | 812 | 1.01                   | 1.05   |  |        |
|                 |          | 49683          | 823              | 828 | 775    | 811 | 1.01                   | 1.05   |  |        |
|                 |          | 49698          | 700              | 678 | 701    | 729 | 0.97                   | 1.04   |  |        |
|                 |          | 49712          | 782              | 779 | 743    | 764 | 1.00                   | 1.03   |  |        |
|                 |          | 49733          | 710              | 689 | 708    | 740 | 0.97                   | 1.05   |  |        |
|                 |          | 49750          | 780              | 771 | 742    | 761 | 0.99                   | 1.03   |  |        |
| 33.22           | 3        | 36259          | 694              | 717 | 691    | 692 | 1.03                   | 1.00   | 1.03                                   | 1.02   |
|                 |          | 36389          | 675              | 693 | 679    | 682 | 1.03                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 36392          | 675              | 679 | 678    | 685 | 1.01                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 36463          | 705              | 721 | 699    | 704 | 1.02                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 36502          | 702              | 708 | 697    | 709 | 1.01                   | 1.02   |  |        |
|                 |          | 36544          | 695              | 699 | 690    | 699 | 1.01                   | 1.01   |  |        |
| 29.22           | 4        | 31013          | 585              | 592 | 624    | 623 | 1.01                   | 1.00   | 1.03                                   | 1.02   |
|                 |          | 31020          | 678              | 688 | 679    | 679 | 1.01                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 31394          | 564              | 571 | 609    | 609 | 1.01                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 31451          | 680              | 697 | 685    | 683 | 1.03                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 31452          | 677              | 679 | 682    | 692 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 32551          | 565              | 577 | 610    | 608 | 1.02                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 32740          | 567              | 573 | 611    | 624 | 1.01                   | 1.02   |  |        |
|                 |          | 33818          | 677              | 692 | 679    | 684 | 1.02                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 33829          | 586              | 604 | 623    | 619 | 1.03                   | 0.99   |  |        |
|                 |          | 34077          | 564              | 559 | 612    | 620 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 34119          | 670              | 689 | 676    | 678 | 1.03                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 34200          | 670              | 673 | 675    | 682 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
| 16.3            | 5        | 3612           | 481              | 487 | 547    | 550 | 1.01                   | 1.01   | 1.02                                   | 1.01   |
|                 |          | 3642           | 484              | 491 | 548    | 544 | 1.01                   | 0.99   |  |        |
|                 |          | 3685           | 485              | 492 | 550    | 553 | 1.01                   | 1.01   |  |        |
|                 |          | 3687           | 488              | 496 | 550    | 544 | 1.02                   | 0.99   |  |        |
|                 |          | 3698           | 490              | 494 | 556    | 556 | 1.01                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 4366           | 484              | 487 | 551    | 551 | 1.01                   | 1.00   |  |        |
|                 |          | 6665           | 484              | 491 | 547    | 543 | 1.01                   | 0.99   |  |        |
|                 |          | 9011           | 488              | 497 | 549    | 542 | 1.02                   | 0.99   |  |        |
|                 |          | 17741          | 445              | 450 | 516    | 509 | 1.01                   | 0.99   |  |        |

表 9.5-9 建屋耐震評価用の応答補正比率  $\alpha$  の算定 (EW 方向)

| 評価点              |          |                | 最大応答加速度<br>(Gal) |     |        |     | 比率 $\alpha$<br>3方向/1方向 |        | 比率 $\alpha$ ( $1 \leq \alpha$ )<br>包絡値 |        |
|------------------|----------|----------------|------------------|-----|--------|-----|------------------------|--------|--|--------|
| レベル<br>T. P. (m) | 質点<br>番号 | FEMモデル<br>節点番号 | 2DE-A            |     | 2DE-B1 |     | 2DE-A                  | 2DE-B1 | 2DE-A                                  | 2DE-B1 |
|                  |          |                | 1方向              | 3方向 | 1方向    | 3方向 |                        |        |  |        |
| 43.5             | 1        | 55228          | 844              | 844 | 769    | 769 | 1.00                   | 1.00   | 1.00                                   | 1.01   |
|                  |          | 55394          | 724              | 722 | 686    | 691 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 55399          | 926              | 929 | 821    | 817 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 55402          | 926              | 929 | 821    | 817 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 55403          | 724              | 722 | 686    | 691 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 55419          | 844              | 844 | 769    | 769 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
| 39.3             | 2        | 49647          | 688              | 739 | 660    | 619 | 1.07                   | 0.94   | 1.07                                   | 1.06   |
|                  |          | 49663          | 694              | 675 | 664    | 681 | 0.97                   | 1.03   |  |        |
|                  |          | 49678          | 689              | 700 | 660    | 649 | 1.02                   | 0.98   |  |        |
|                  |          | 49683          | 687              | 679 | 658    | 665 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 49698          | 686              | 640 | 658    | 695 | 0.93                   | 1.06   |  |        |
|                  |          | 49712          | 689              | 686 | 661    | 666 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 49733          | 696              | 710 | 665    | 655 | 1.02                   | 0.98   |  |        |
|                  |          | 49750          | 689              | 687 | 661    | 666 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
| 33.22            | 3        | 36259          | 663              | 663 | 654    | 654 | 1.00                   | 1.00   | 1.00                                   | 1.01   |
|                  |          | 36389          | 702              | 701 | 671    | 670 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 36392          | 702              | 701 | 671    | 669 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 36463          | 644              | 643 | 631    | 632 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 36502          | 644              | 640 | 631    | 636 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 36544          | 663              | 665 | 654    | 653 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
| 29.22            | 4        | 31013          | 595              | 559 | 602    | 642 | 0.94                   | 1.07   | 1.06                                   | 1.07   |
|                  |          | 31020          | 598              | 609 | 607    | 597 | 1.02                   | 0.98   |  |        |
|                  |          | 31394          | 662              | 664 | 642    | 636 | 1.00                   | 0.99   |  |        |
|                  |          | 31451          | 619              | 622 | 615    | 613 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 31452          | 620              | 611 | 615    | 622 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 32551          | 662              | 658 | 643    | 645 | 0.99                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 32740          | 632              | 645 | 623    | 609 | 1.02                   | 0.98   |  |        |
|                  |          | 33818          | 598              | 589 | 606    | 616 | 0.98                   | 1.02   |  |        |
|                  |          | 33829          | 595              | 633 | 602    | 572 | 1.06                   | 0.95   |  |        |
|                  |          | 34077          | 633              | 615 | 623    | 641 | 0.97                   | 1.03   |  |        |
|                  |          | 34119          | 658              | 657 | 641    | 641 | 1.00                   | 1.00   |  |        |
|                  |          | 34200          | 658              | 659 | 641    | 637 | 1.00                   | 0.99   |  |        |
| 16.3             | 5        | 3612           | 511              | 510 | 545    | 544 | 1.00                   | 1.00   | 1.03                                   | 1.03   |
|                  |          | 3642           | 508              | 507 | 542    | 545 | 1.00                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 3685           | 513              | 498 | 545    | 563 | 0.97                   | 1.03   |  |        |
|                  |          | 3687           | 511              | 517 | 547    | 541 | 1.01                   | 0.99   |  |        |
|                  |          | 3698           | 516              | 531 | 547    | 530 | 1.03                   | 0.97   |  |        |
|                  |          | 4366           | 512              | 508 | 545    | 548 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 6665           | 509              | 510 | 542    | 538 | 1.00                   | 0.99   |  |        |
|                  |          | 9011           | 511              | 506 | 547    | 553 | 0.99                   | 1.01   |  |        |
|                  |          | 17741          | 491              | 491 | 531    | 531 | 1.00                   | 1.00   |  |        |

表 9.5-10 建屋耐震評価用の応答補正比率  $\beta$  の算定 (NS 方向)

| 評価点             |          |                | 最大応答加速度<br>(Gal) |     |               |     | 比率 $\beta$<br>3D-FEM/質点系 |        | 比率 $\beta$ ( $1 \leq \beta$ )<br>包絡値 |        |
|-----------------|----------|----------------|------------------|-----|---------------|-----|--------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| レベル<br>T.P. (m) | 質点<br>番号 | FEMモデル<br>節点番号 | 2DE-A            |     | 2DE-B1        |     | 2DE-A                    | 2DE-B1 | 2DE-A                                | 2DE-B1 |
|                 |          |                | 3D-FEM<br>1方向    | 質点系 | 3D-FEM<br>1方向 | 質点系 |                          |        |                                      |        |
| 43.5            | 1        | 55228          | 777              | 802 | 745           | 738 | 0.97                     | 1.01   | 1.00                                 | 1.01   |
|                 |          | 55394          | 777              |     | 745           |     | 0.97                     | 1.01   |                                      |        |
|                 |          | 55399          | 777              |     | 745           |     | 0.97                     | 1.01   |                                      |        |
|                 |          | 55402          | 777              |     | 745           |     | 0.97                     | 1.01   |                                      |        |
|                 |          | 55403          | 777              |     | 745           |     | 0.97                     | 1.01   |                                      |        |
|                 |          | 55419          | 777              |     | 745           |     | 0.97                     | 1.01   |                                      |        |
| 39.3            | 2        | 49647          | 699              | 586 | 694           | 595 | 1.19                     | 1.17   | 1.41                                 | 1.30   |
|                 |          | 49663          | 710              |     | 702           |     | 1.21                     | 1.18   |                                      |        |
|                 |          | 49678          | 825              |     | 775           |     | 1.41                     | 1.30   |                                      |        |
|                 |          | 49683          | 823              |     | 775           |     | 1.40                     | 1.30   |                                      |        |
|                 |          | 49698          | 700              |     | 701           |     | 1.19                     | 1.18   |                                      |        |
|                 |          | 49712          | 782              |     | 743           |     | 1.33                     | 1.25   |                                      |        |
|                 |          | 49733          | 710              |     | 708           |     | 1.21                     | 1.19   |                                      |        |
|                 |          | 49750          | 780              |     | 742           |     | 1.33                     | 1.25   |                                      |        |
| 33.22           | 3        | 36259          | 694              | 565 | 691           | 582 | 1.23                     | 1.19   | 1.25                                 | 1.20   |
|                 |          | 36389          | 675              |     | 679           |     | 1.19                     | 1.17   |                                      |        |
|                 |          | 36392          | 675              |     | 678           |     | 1.19                     | 1.16   |                                      |        |
|                 |          | 36463          | 705              |     | 699           |     | 1.25                     | 1.20   |                                      |        |
|                 |          | 36502          | 702              |     | 697           |     | 1.24                     | 1.20   |                                      |        |
|                 |          | 36544          | 695              |     | 690           |     | 1.23                     | 1.19   |                                      |        |
| 29.22           | 4        | 31013          | 585              | 556 | 624           | 575 | 1.05                     | 1.09   | 1.22                                 | 1.19   |
|                 |          | 31020          | 678              |     | 679           |     | 1.22                     | 1.18   |                                      |        |
|                 |          | 31394          | 564              |     | 609           |     | 1.01                     | 1.06   |                                      |        |
|                 |          | 31451          | 680              |     | 685           |     | 1.22                     | 1.19   |                                      |        |
|                 |          | 31452          | 677              |     | 682           |     | 1.22                     | 1.19   |                                      |        |
|                 |          | 32551          | 565              |     | 610           |     | 1.02                     | 1.06   |                                      |        |
|                 |          | 32740          | 567              |     | 611           |     | 1.02                     | 1.06   |                                      |        |
|                 |          | 33818          | 677              |     | 679           |     | 1.22                     | 1.18   |                                      |        |
|                 |          | 33829          | 586              |     | 623           |     | 1.05                     | 1.08   |                                      |        |
|                 |          | 34077          | 564              |     | 612           |     | 1.01                     | 1.06   |                                      |        |
|                 |          | 34119          | 670              |     | 676           |     | 1.21                     | 1.18   |                                      |        |
|                 |          | 34200          | 670              |     | 675           |     | 1.21                     | 1.17   |                                      |        |
| 16.3            | 5        | 3612           | 481              | 501 | 547           | 535 | 0.96                     | 1.02   | 1.00                                 | 1.04   |
|                 |          | 3642           | 484              |     | 548           |     | 0.97                     | 1.02   |                                      |        |
|                 |          | 3685           | 485              |     | 550           |     | 0.97                     | 1.03   |                                      |        |
|                 |          | 3687           | 488              |     | 550           |     | 0.97                     | 1.03   |                                      |        |
|                 |          | 3698           | 490              |     | 556           |     | 0.98                     | 1.04   |                                      |        |
|                 |          | 4366           | 484              |     | 551           |     | 0.97                     | 1.03   |                                      |        |
|                 |          | 6665           | 484              |     | 547           |     | 0.97                     | 1.02   |                                      |        |
|                 |          | 9011           | 488              |     | 549           |     | 0.97                     | 1.03   |                                      |        |
|                 |          | 17741          | 445              |     | 516           |     | 0.89                     | 0.96   |                                      |        |

表 9.5-11 建屋耐震評価用の応答補正比率  $\beta$  の算定 (EW 方向)

| 評価点              |          |                | 最大応答加速度<br>(Gal) |     |               |     | 比率 $\beta$<br>3D-FEM/質点系 |        | 比率 $\beta$ ( $1 \leq \beta$ )<br>包絡値 |        |
|------------------|----------|----------------|------------------|-----|---------------|-----|--------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| レベル<br>T. P. (m) | 質点<br>番号 | FEMモデル<br>節点番号 | 2DE-A            |     | 2DE-B1        |     | 2DE-A                    | 2DE-B1 | 2DE-A                                | 2DE-B1 |
|                  |          |                | 3D-FEM<br>1方向    | 質点系 | 3D-FEM<br>1方向 | 質点系 |                          |        |                                      |        |
| 43.5             | 1        | 55228          | 844              | 701 | 769           | 638 | 1.20                     | 1.21   | 1.32                                 | 1.29   |
|                  |          | 55394          | 724              |     | 686           |     | 1.03                     | 1.08   |                                      |        |
|                  |          | 55399          | 926              |     | 821           |     | 1.32                     | 1.29   |                                      |        |
|                  |          | 55402          | 926              |     | 821           |     | 1.32                     | 1.29   |                                      |        |
|                  |          | 55403          | 724              |     | 686           |     | 1.03                     | 1.08   |                                      |        |
|                  |          | 55419          | 844              |     | 769           |     | 1.20                     | 1.21   |                                      |        |
| 39.3             | 2        | 49647          | 688              | 678 | 660           | 626 | 1.01                     | 1.05   | 1.03                                 | 1.06   |
|                  |          | 49663          | 694              |     | 664           |     | 1.02                     | 1.06   |                                      |        |
|                  |          | 49678          | 689              |     | 660           |     | 1.02                     | 1.05   |                                      |        |
|                  |          | 49683          | 687              |     | 658           |     | 1.01                     | 1.05   |                                      |        |
|                  |          | 49698          | 686              |     | 658           |     | 1.01                     | 1.05   |                                      |        |
|                  |          | 49712          | 689              |     | 661           |     | 1.02                     | 1.06   |                                      |        |
|                  |          | 49733          | 696              |     | 665           |     | 1.03                     | 1.06   |                                      |        |
|                  |          | 49750          | 689              |     | 661           |     | 1.02                     | 1.06   |                                      |        |
| 33.22            | 3        | 36259          | 663              | 645 | 654           | 608 | 1.03                     | 1.08   | 1.09                                 | 1.10   |
|                  |          | 36389          | 702              |     | 671           |     | 1.09                     | 1.10   |                                      |        |
|                  |          | 36392          | 702              |     | 671           |     | 1.09                     | 1.10   |                                      |        |
|                  |          | 36463          | 644              |     | 631           |     | 1.00                     | 1.04   |                                      |        |
|                  |          | 36502          | 644              |     | 631           |     | 1.00                     | 1.04   |                                      |        |
|                  |          | 36544          | 663              |     | 654           |     | 1.03                     | 1.08   |                                      |        |
| 29.22            | 4        | 31013          | 595              | 624 | 602           | 595 | 0.95                     | 1.01   | 1.06                                 | 1.08   |
|                  |          | 31020          | 598              |     | 607           |     | 0.96                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 31394          | 662              |     | 642           |     | 1.06                     | 1.08   |                                      |        |
|                  |          | 31451          | 619              |     | 615           |     | 0.99                     | 1.03   |                                      |        |
|                  |          | 31452          | 620              |     | 615           |     | 0.99                     | 1.03   |                                      |        |
|                  |          | 32551          | 662              |     | 643           |     | 1.06                     | 1.08   |                                      |        |
|                  |          | 32740          | 632              |     | 623           |     | 1.01                     | 1.05   |                                      |        |
|                  |          | 33818          | 598              |     | 606           |     | 0.96                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 33829          | 595              |     | 602           |     | 0.95                     | 1.01   |                                      |        |
|                  |          | 34077          | 633              |     | 623           |     | 1.01                     | 1.05   |                                      |        |
|                  |          | 34119          | 658              |     | 641           |     | 1.05                     | 1.08   |                                      |        |
|                  |          | 34200          | 658              |     | 641           |     | 1.05                     | 1.08   |                                      |        |
| 16.3             | 5        | 3612           | 511              | 518 | 545           | 535 | 0.99                     | 1.02   | 1.00                                 | 1.02   |
|                  |          | 3642           | 508              |     | 542           |     | 0.98                     | 1.01   |                                      |        |
|                  |          | 3685           | 513              |     | 545           |     | 0.99                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 3687           | 511              |     | 547           |     | 0.99                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 3698           | 516              |     | 547           |     | 1.00                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 4366           | 512              |     | 545           |     | 0.99                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 6665           | 509              |     | 542           |     | 0.98                     | 1.01   |                                      |        |
|                  |          | 9011           | 511              |     | 547           |     | 0.99                     | 1.02   |                                      |        |
|                  |          | 17741          | 491              |     | 531           |     | 0.95                     | 0.99   |                                      |        |

表 9.5-12 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\zeta$ の算定 (NS 方向)

| 評価点             |          | 比率 $\alpha$<br>3方向/1方向 |        | 比率 $\beta$<br>3D-FEM/質点系 |        | 比率 $\zeta$<br>$\alpha \times \beta$ |        |
|-----------------|----------|------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| レベル<br>T.P. (m) | 質点<br>番号 | 2DE-A                  | 2DE-B1 | 2DE-A                    | 2DE-B1 | 2DE-A                               | 2DE-B1 |
| 43.5            | 1        | 1.02                   | 1.01   | 1.00                     | 1.01   | 1.02                                | 1.02   |
| 39.3            | 2        | 1.01                   | 1.06   | 1.41                     | 1.30   | 1.42                                | 1.39   |
| 33.22           | 3        | 1.03                   | 1.02   | 1.25                     | 1.20   | 1.29                                | 1.22   |
| 29.22           | 4        | 1.03                   | 1.02   | 1.22                     | 1.19   | 1.26                                | 1.22   |
| 16.3            | 5        | 1.02                   | 1.01   | 1.00                     | 1.04   | 1.02                                | 1.04   |

表 9.5-13 建屋耐震評価用の応答補正比率 $\zeta$ の算定 (EW 方向)

| 評価点             |          | 比率 $\alpha$<br>3方向/1方向 |        | 比率 $\beta$<br>3D-FEM/質点系 |        | 比率 $\zeta$<br>$\alpha \times \beta$ |        |
|-----------------|----------|------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| レベル<br>T.P. (m) | 質点<br>番号 | 2DE-A                  | 2DE-B1 | 2DE-A                    | 2DE-B1 | 2DE-A                               | 2DE-B1 |
| 43.5            | 1        | 1.00                   | 1.01   | 1.32                     | 1.29   | 1.33                                | 1.30   |
| 39.3            | 2        | 1.07                   | 1.06   | 1.03                     | 1.06   | 1.10                                | 1.12   |
| 33.22           | 3        | 1.00                   | 1.01   | 1.09                     | 1.10   | 1.09                                | 1.11   |
| 29.22           | 4        | 1.06                   | 1.07   | 1.06                     | 1.08   | 1.13                                | 1.15   |
| 16.3            | 5        | 1.03                   | 1.03   | 1.00                     | 1.02   | 1.03                                | 1.06   |

b. 耐震壁の評価結果

材料の不確かさを考慮した基準地震動  $S_s$  による質点系モデルの最大応答せん断力  $Q$  に、応答補正比率  $\alpha$  を乗じて耐震壁の評価を行う。

得られた値を質点系モデルの各層のスケルトンカーブ上にプロットし、耐震壁については、最大応答せん断ひずみが許容限界 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) を超えないことを確認する。

なお、第1折れ点を超える場合は、エネルギー一定則によりせん断ひずみを評価する。エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法を図 9.5-20 に示す。

各層の応答補正比率を乗じた最大応答せん断力及びせん断ひずみを表 9.5-14 及び表 9.5-15 に示す。補正後の応答をスケルトンカーブ上にプロットしたものを図 9.5-21 及び図 9.5-22 に示す。

耐震壁のせん断ひずみは、最大で  $0.28 \times 10^{-3}$  (EW 方向, 1 層, T. P. 16.3 m ~ 29.22m,  $S_s$ -AH) であり、 $2.0 \times 10^{-3}$  以下であることを確認した。

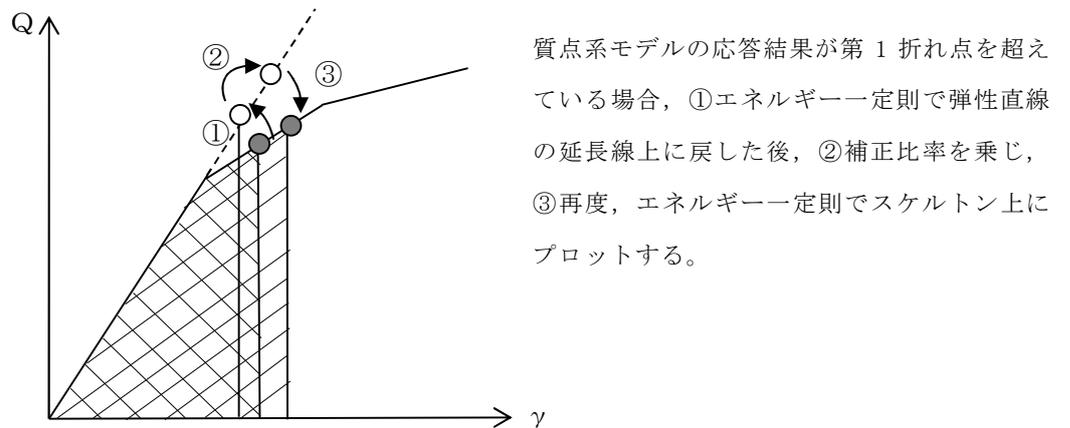
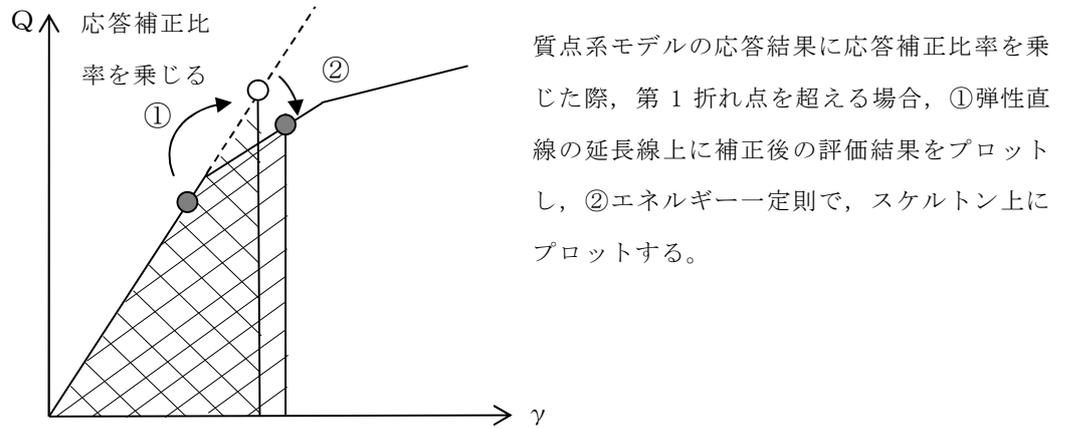
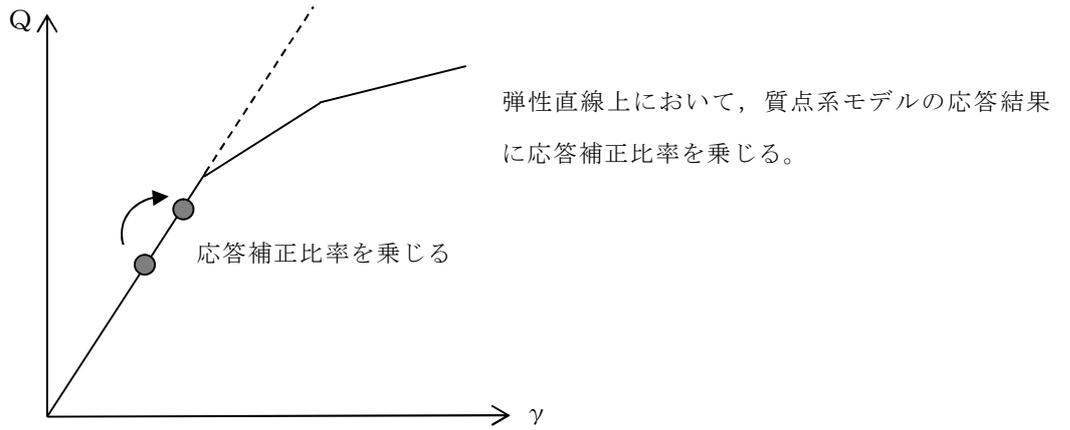


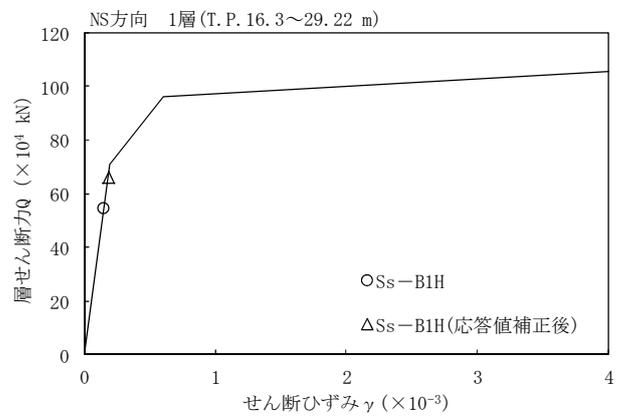
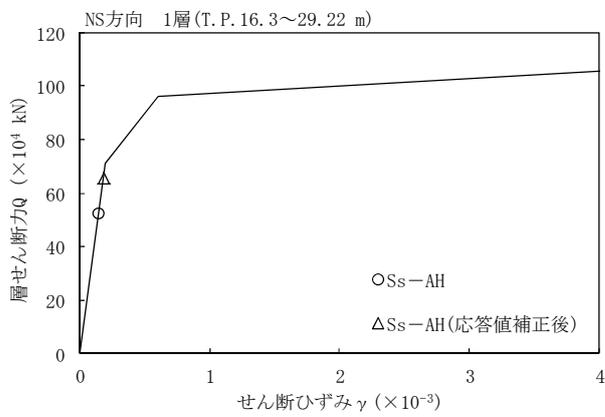
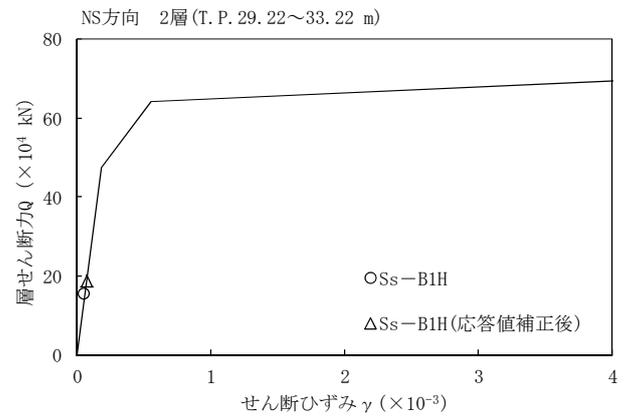
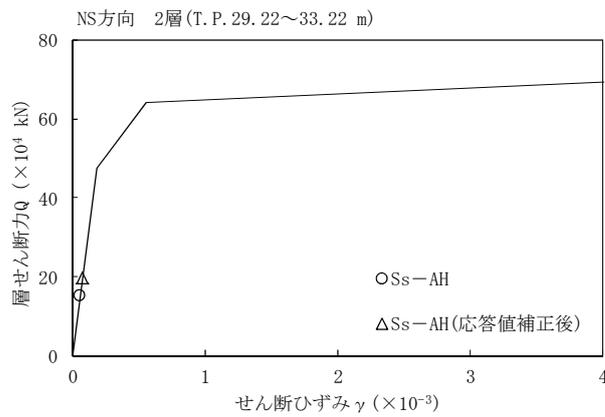
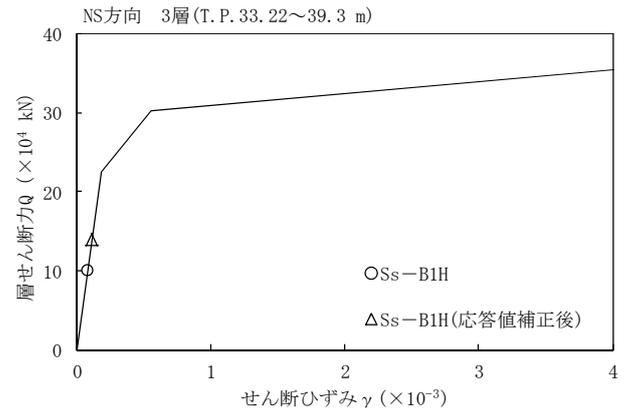
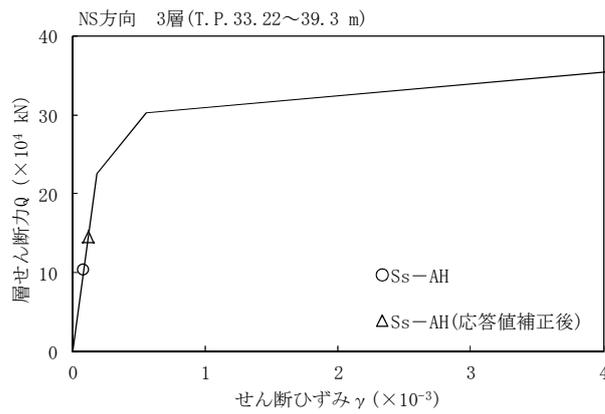
図 9.5-20 エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法

表 9.5-14 3次元的な応答特性を踏まえた耐震壁のせん断ひずみ (NS 方向)

| 入 力    | T. P.<br>(m) | 質点系モデル<br>の最大応答値      |                               | 応答補正<br>比率 $\xi$ | 応答補正後<br>(最大応答値 $\times \xi$ ) |                               |
|--------|--------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|        |              | せん断力                  | せん断ひずみ                        |                  | せん断力                           | せん断ひずみ                        |
|        |              | Q ( $\times 10^4$ kN) | $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |                  | Q ( $\times 10^4$ kN)          | $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |
| Ss-AH  | 33.22~39.3   | 10.31                 | 0.09                          | 1.42             | 14.63                          | 0.12                          |
|        | 29.22~33.22  | 15.25                 | 0.06                          | 1.29             | 19.67                          | 0.08                          |
|        | 16.3 ~29.22  | 52.03                 | 0.15                          | 1.26             | 65.56                          | 0.18                          |
| Ss-B1H | 33.22~39.3   | 9.99                  | 0.08                          | 1.39             | 13.89                          | 0.12                          |
|        | 29.22~33.22  | 15.35                 | 0.06                          | 1.22             | 18.73                          | 0.07                          |
|        | 16.3 ~29.22  | 54.27                 | 0.15                          | 1.22             | 66.21                          | 0.19                          |

表 9.5-15 3次元的な応答特性を踏まえた耐震壁のせん断ひずみ (EW 方向)

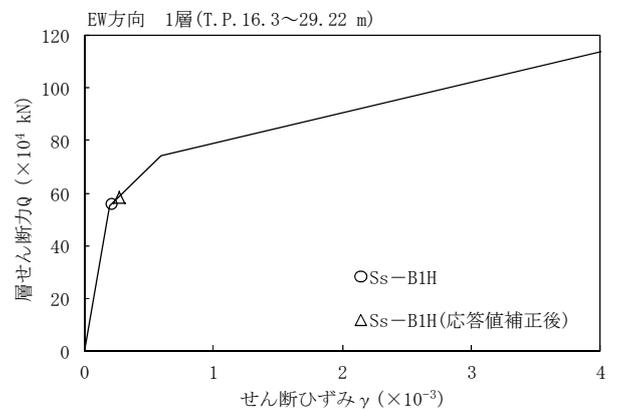
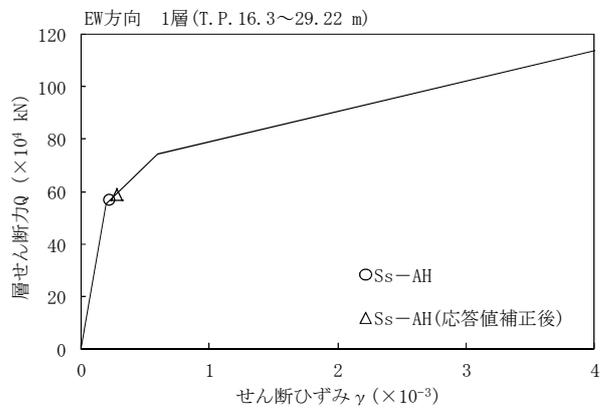
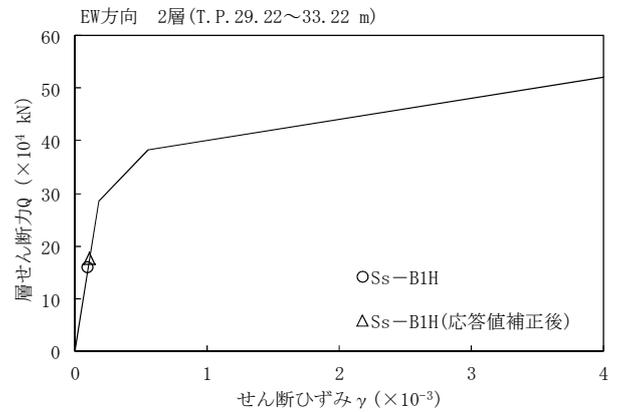
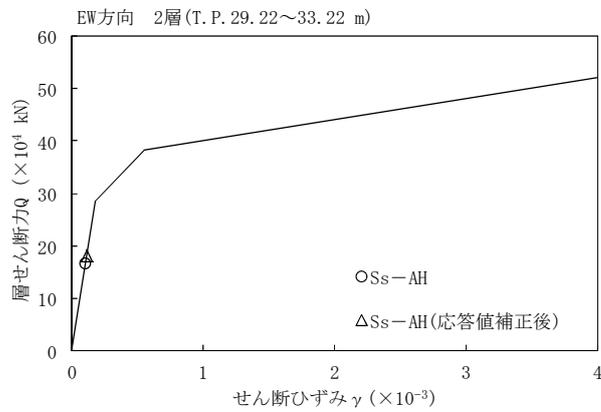
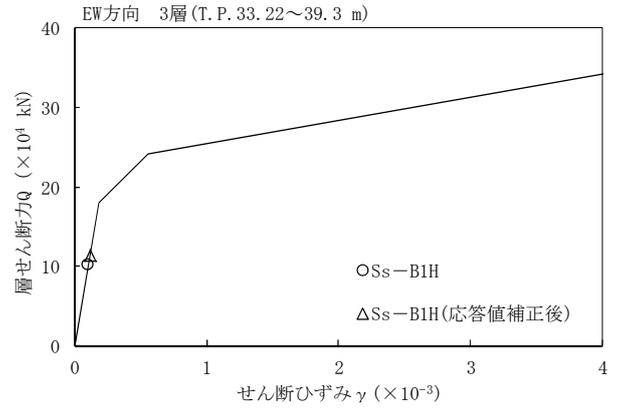
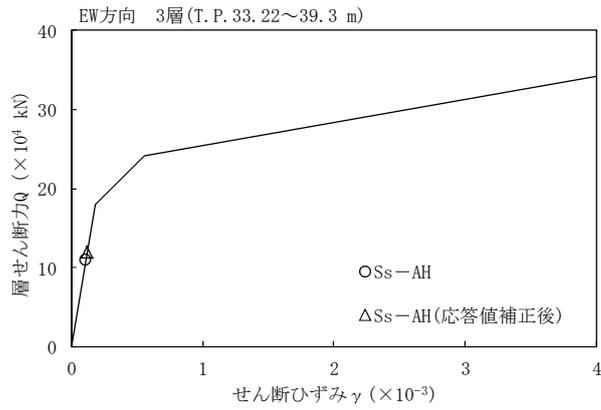
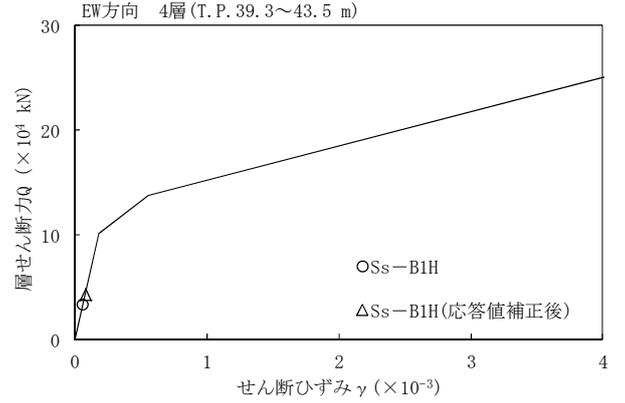
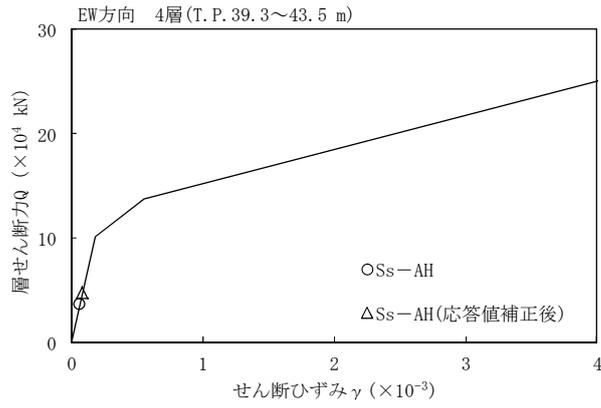
| 入 力    | T. P.<br>(m) | 質点系モデル<br>の最大応答値      |                               | 応答補正<br>比率 $\xi$ | 応答補正後<br>(最大応答値 $\times \xi$ ) |                               |
|--------|--------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|        |              | せん断力                  | せん断ひずみ                        |                  | せん断力                           | せん断ひずみ                        |
|        |              | Q ( $\times 10^4$ kN) | $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |                  | Q ( $\times 10^4$ kN)          | $\gamma$ ( $\times 10^{-3}$ ) |
| Ss-AH  | 39.3 ~43.5   | 3.61                  | 0.07                          | 1.33             | 4.80                           | 0.09                          |
|        | 33.22~39.3   | 10.90                 | 0.11                          | 1.10             | 11.99                          | 0.12                          |
|        | 29.22~33.22  | 16.59                 | 0.11                          | 1.09             | 18.09                          | 0.12                          |
|        | 16.3 ~29.22  | 56.44                 | 0.23                          | 1.13             | 59.14                          | 0.28                          |
| Ss-B1H | 39.3 ~43.5   | 3.34                  | 0.06                          | 1.30             | 4.34                           | 0.08                          |
|        | 33.22~39.3   | 10.22                 | 0.11                          | 1.12             | 11.44                          | 0.12                          |
|        | 29.22~33.22  | 15.84                 | 0.10                          | 1.11             | 17.58                          | 0.11                          |
|        | 16.3 ~29.22  | 55.82                 | 0.21                          | 1.15             | 58.79                          | 0.28                          |



(Ss-AH)

(Ss-B1H)

図 9.5-21 3次元的な応答特性を踏まえたせん断スケルトン上の最大応答値 (NS 方向)



(Ss-AH)

(Ss-B1H)

図 9.5-22 3次元的な応答特性を踏まえたせん断スkeleton上の最大応答値 (EW方向)

## 9.6 基礎スラブの検討

### (1) 検討概要

基礎スラブは、直交する水平2方向の荷重が応力として集中する部位であり、隅部に応力が集中する可能性があるため、検討用地震力を水平2方向及び鉛直方向から作用させた場合の応力解析を行い、部材の終局強度以下であることを確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力は、組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）に基づき検討を行う。

### (2) 応力解析

検討用地震力に対する応力解析は、「1 基礎スラブの設計」と同様に行う。

図 9.6-1 に示す位置についての主な荷重ケースの応力を図 9.6-2 及び図 9.6-3 に示す。

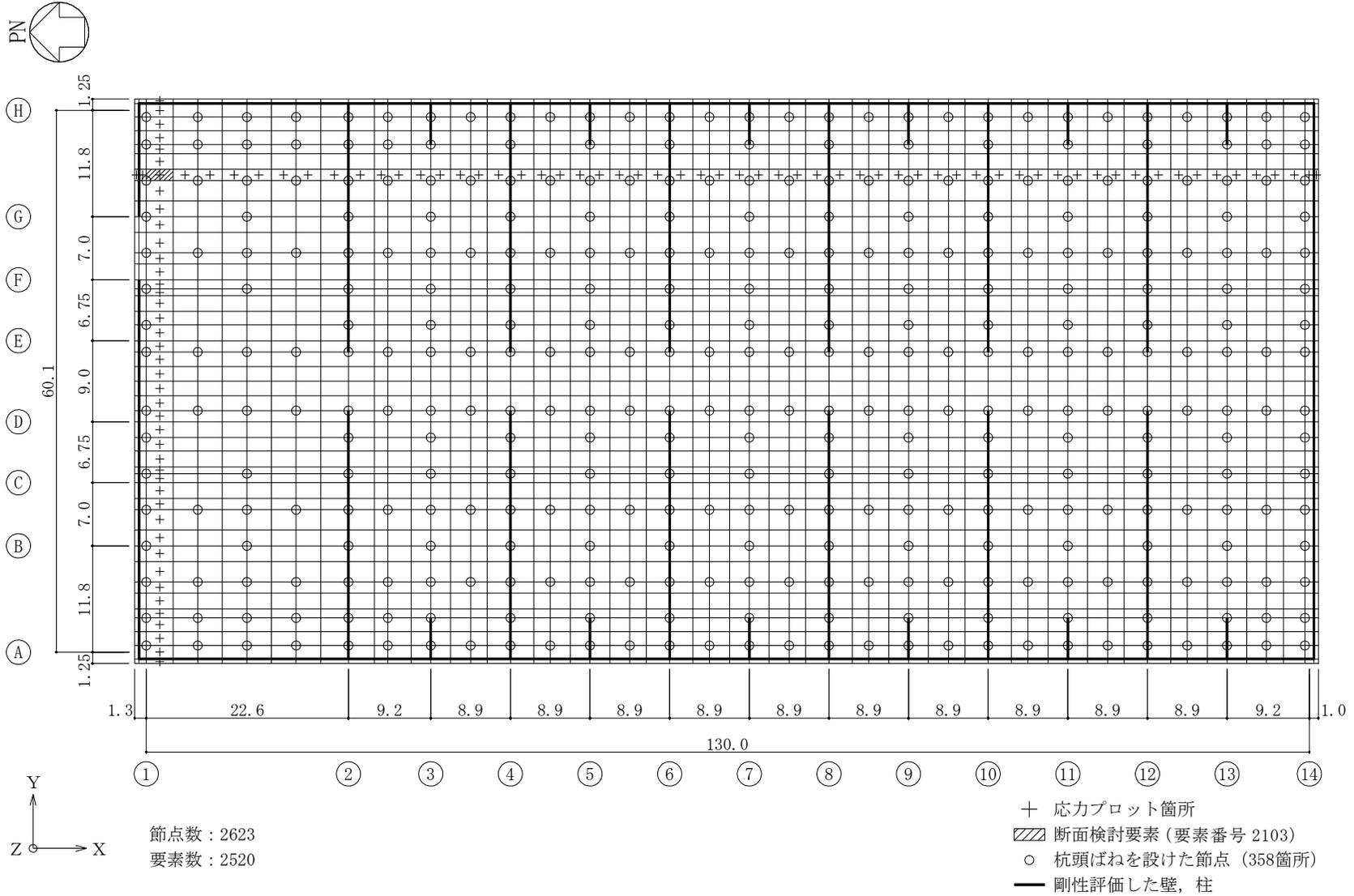
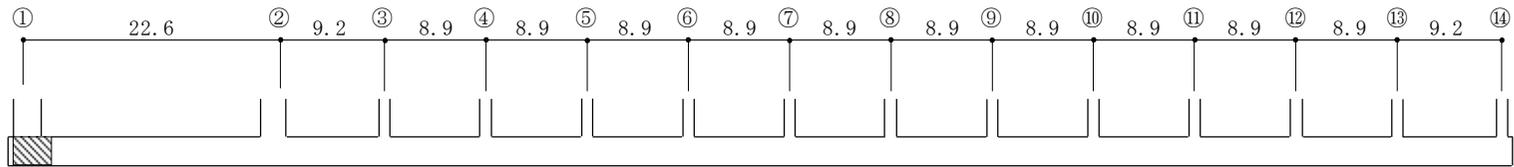


図 9.6-1 解析モデル図 (単位 : m)

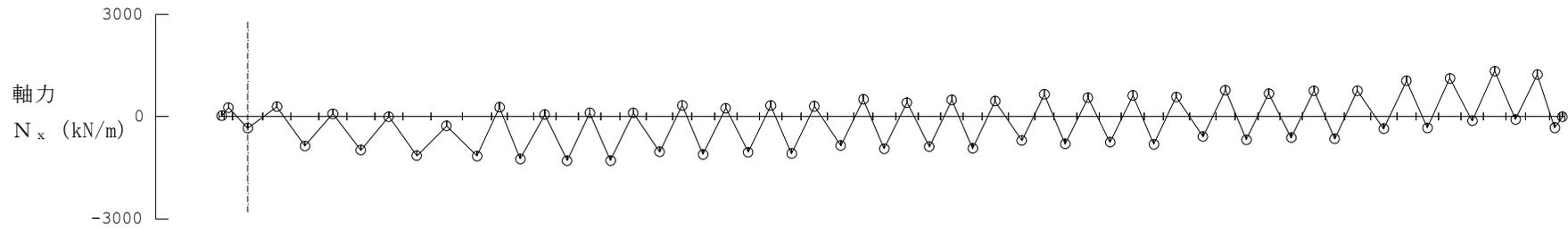
(単位：m)



要素番号 2103

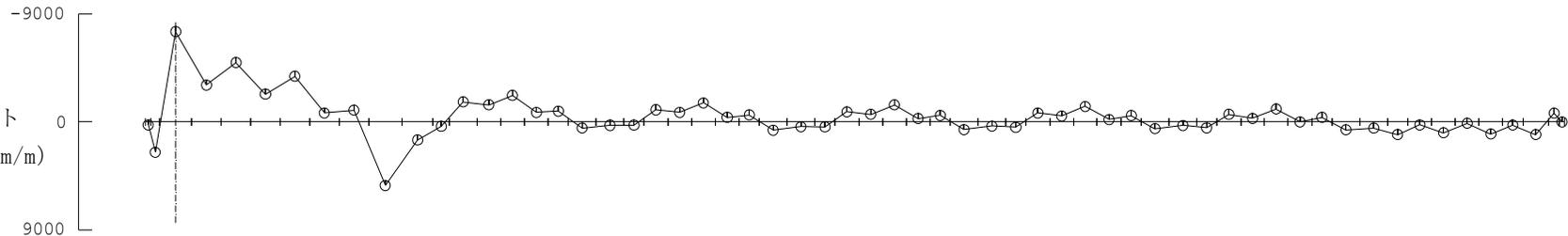
○ : -336

○ 荷重ケース C



○ : -7533

曲げ  
モーメント  
 $M_x$  (kN·m/m)



○ : -1538

せん断力  
 $Q_x$  (kN/m)

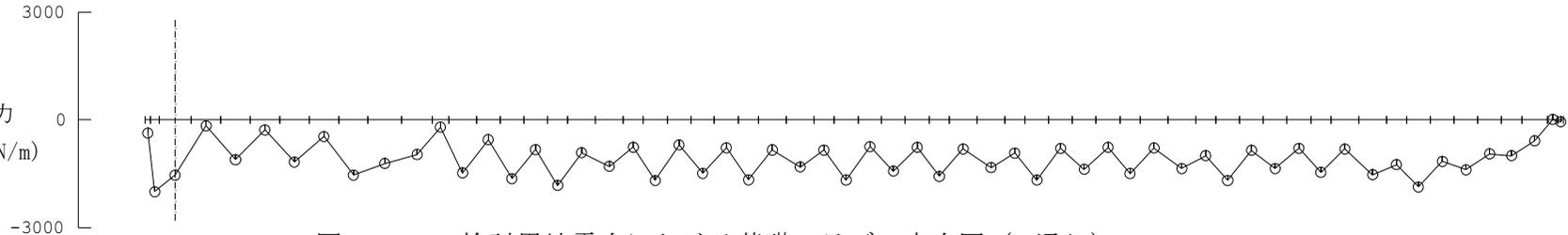


図 9.6-2 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (G 通り)

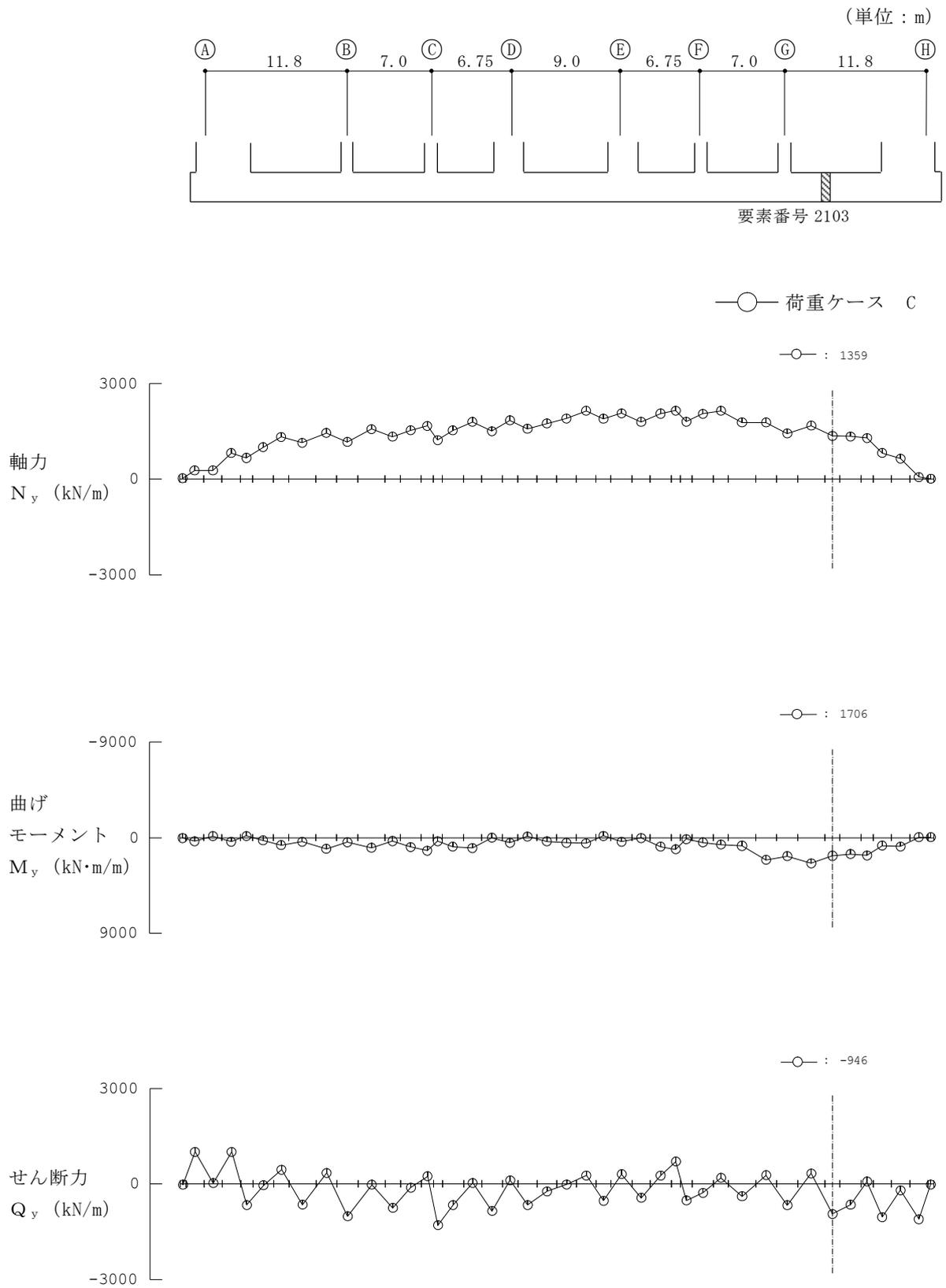


図 9.6-3 検討用地震力における基礎スラブの応力図 (1通り)

### (3) 断面検討

断面検討は、応力解析の結果から求まる軸力及び曲げモーメントに対しては、各要素について  $x$ 、 $y$ 、2 方向の仮想部材として「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準」付 5 の柱の曲げ終局強度を用いて必要鉄筋量の算定を行う。面外せん断力に対しては、各要素における面外せん断力が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準」第 15 条による短期許容せん断力以内であることを確認する。なお、上部に壁又は柱がある部分は上部の壁又は柱がせん断力を負担するものと考え、検討を行わない。

断面検討は各要素ですべての荷重ケースについて行い、そのうち必要鉄筋量が最も大きいもので配筋を確認する。

ここでは、図 9.6-1 に表す代表部材についての断面検討結果を表 9.6-1 に示す。表に示すように、基礎スラブの設計配筋は必要鉄筋量を上回っている。

基礎スラブの断面検討結果（表 9.6-1）に用いる記号の説明

- N : 軸力（圧縮を正とする。）
- M : 曲げモーメント
- b : 材の幅
- D : 材の全せい（ $D = \square$  mm）
- $p_t$  : 引張鉄筋比
- $a_t$  : 引張鉄筋の断面積
- Q : 面外せん断力
- j : 応力中心距離で、断面の有効せい（ $0.85 \cdot D$ ）の  $7/8$  倍の値
- $f_s$  : コンクリートの許容せん断応力度
- $p_w$  : 面外せん断補強筋の鉄筋比

表 9.6-1 基礎スラブの断面検討結果

| 要素<br>番号 | 方向 | 荷 重<br>ケース | 検討応力        |               | $N/(b \cdot D)$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $M/(b \cdot D^2)$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $p_t$<br>(%) | $a_t$<br>(mm <sup>2</sup> /m) | 設計配筋<br>(断面積mm <sup>2</sup> /m)   | 荷 重<br>ケース | 検討応力<br>Q<br>(kN/m) | せん断力の検討                  |    |                       |              |
|----------|----|------------|-------------|---------------|---|---|--------------|-------------------------------|---|------------|---------------------|--------------------------|----|-----------------------|--------------|
|          |    |            | N<br>(kN/m) | M<br>(kN・m/m) |   |   |              |                               |   |            |                     | Q <sub>a</sub><br>(kN/m) | 判定 | P <sub>w</sub><br>(%) | 設計せん断<br>補強筋 |
| 2103     | x  | C          | 336         | 7533          | 0.13                                    | 1.21                                      | 0.42         | 10500                         |  | C          | 1538                | 2858                     | 可  | —                     | —            |
|          | y  | C          | -1359       | 1706          | -0.54                                   | 0.27                                      | 0.18         | 4500                          |   | C          | 946                 | 4551                     | 可  | —                     |              |

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 9.7 杭の検討

### (1) 検討方針

水平2方向及び鉛直方向から杭に作用する地震力に対して、杭の支持性能が確保されていることを確認する。杭の支持力及び水平力について「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（J E A C 4 6 1 6 -2009）」に示される方法に基づく検討を実施する。

支持力に関しては、杭に作用する軸力が終局鉛直支持力又は終局引抜き抵抗力以下であることを確認する。

水平力に関しては、杭体に生じる応力が終局曲げ強度及び終局せん断強度以下であること、かつ鉄筋降伏時の曲率 $\phi_y$ に対する杭体の曲率 $\phi$ の比が2以下であることを確認する。

組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）に基づき設定した荷重の組合せケースを表9.7-1に示す。

表 9.7-1 荷重の組合せケース（杭の検討）

| 荷重ケース | 組合せ                        | 備考                      |
|-------|----------------------------|-------------------------|
| C     | + 1.0 NS + 0.4 EW + 0.4 UD | 杭の押し込み力が最大となる<br>ケースを想定 |
|       | + 0.4 NS + 1.0 EW + 0.4 UD |                         |
|       | + 0.4 NS + 0.4 EW + 1.0 UD |                         |
| C'    | - 1.0 NS - 0.4 EW - 0.4 UD | 杭の引抜き力が最大となるケ<br>ースを想定  |
|       | - 0.4 NS - 1.0 EW - 0.4 UD |                         |
|       | - 0.4 NS - 0.4 EW - 1.0 UD |                         |

注：鉛直力は鉛直下向きを正とする。

(2) 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより杭に作用する地震力

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより杭に作用する軸力は、基礎スラブを剛体、基礎スラブ下の杭反力分布を三角形分布と仮定し、貯蔵建屋の転倒モーメントを軸力に換算した値を水平2方向で合算し、これに鉛直震度による軸力及び建屋総重量から求まる軸力を組み合わせて算定する。このとき、最大軸力には下向きの鉛直震度を、最小軸力には上向きの鉛直震度を考慮している。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによって杭頭に作用する水平力は、貯蔵建屋の検討用地震力の水平2方向の合力を各々の杭頭に均等配分して作用させることにより算定する。

杭に作用する軸力及び水平力の算定結果のうち、表9.7-1に示した全組合せケースにおける最大軸力・最小軸力及び最大水平力を表9.7-2に示す。

表9.7-2 杭に作用する地震力の算定結果（水平2方向）

（単位：kN/本，下向きを正とする。）

| 軸力状態  | 最大軸力 | 最小軸力  |
|-------|------|-------|
| 荷重ケース | C    | C'    |
| 軸力    | 9484 | -1400 |
| 最大水平力 | 5173 | 5173  |

(3) 支持力に対する検討

検討用地震力により杭に作用する最大押込み力（最大軸力）の終局鉛直支持力に対する検討結果を表 9.7-3 に示す。これより、検討用地震力により杭に作用する最大押込み力（下向きを正とする。）は、終局鉛直支持力以下となることを確認した。

表 9.7-3 最大押込み力の終局鉛直支持力に対する検討結果（水平 2 方向）  
（単位：kN/本）

| 荷重ケース   | C              |
|---------|----------------|
| 最大押込み力  | 9484           |
| 終局鉛直支持力 | 20000          |
| 支持力の検討  | 9484 < 20000 可 |

(4) 引抜き力に対する検討

検討用地震力により杭に作用する最大引抜き力（最小軸力）の終局引抜き抵抗力に対する検討結果を表 9.7-4 に示す。これより、検討用地震力により杭に作用する最大引抜き力（上向きを正とする。）は、終局引抜き抵抗力以下となることを確認した。

表 9.7-4 最大引抜き力の終局引抜き抵抗力に対する検討結果（水平 2 方向）  
（単位：kN/本）

| 荷重ケース    | C'             |
|----------|----------------|
| 最大引抜き力   | 1400           |
| 終局引抜き抵抗力 | 14000          |
| 引抜き力の検討  | 1400 < 14000 可 |

(5) 水平力に対する検討

検討用地震力により生じる杭応力は、図 9.7-1 に示す応答変位法によって上部構造の慣性力と地盤震動による杭応力を重ね合わせて求める。上部構造の慣性力による杭応力は、貯蔵建屋の検討用地震力の水平 2 方向の合力を各々の杭頭に均等配分して作用させることにより算定することとし、表 9.7-2 に示した値を用いる。また、地盤震動による杭応力は、自由地盤の応答解析で求められる地盤変位を杭周地盤ばねを介して方向毎に作用させることにより算定する。この際、地盤変位としては、杭先端位置に対する地盤の相対変位の最大値分布を作用させる。

応答変位法で用いる杭周地盤ばねは、「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（J E A C 4 6 1 6 - 2009）」に示される方法に基づき、群杭効果を考慮して評価する。なお、杭及び地盤ばねには非線形性を考慮する。

水平 2 方向の地震力に対する応力解析結果を図 9.7-2 に示す。

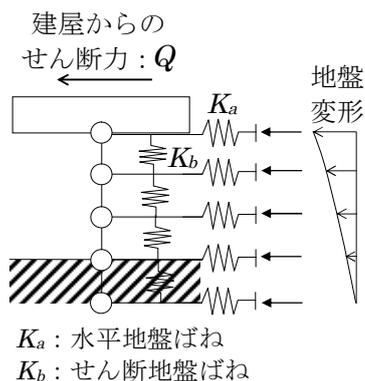


図 9.7-1 応答変位法による杭応力の算定方法（概念図）

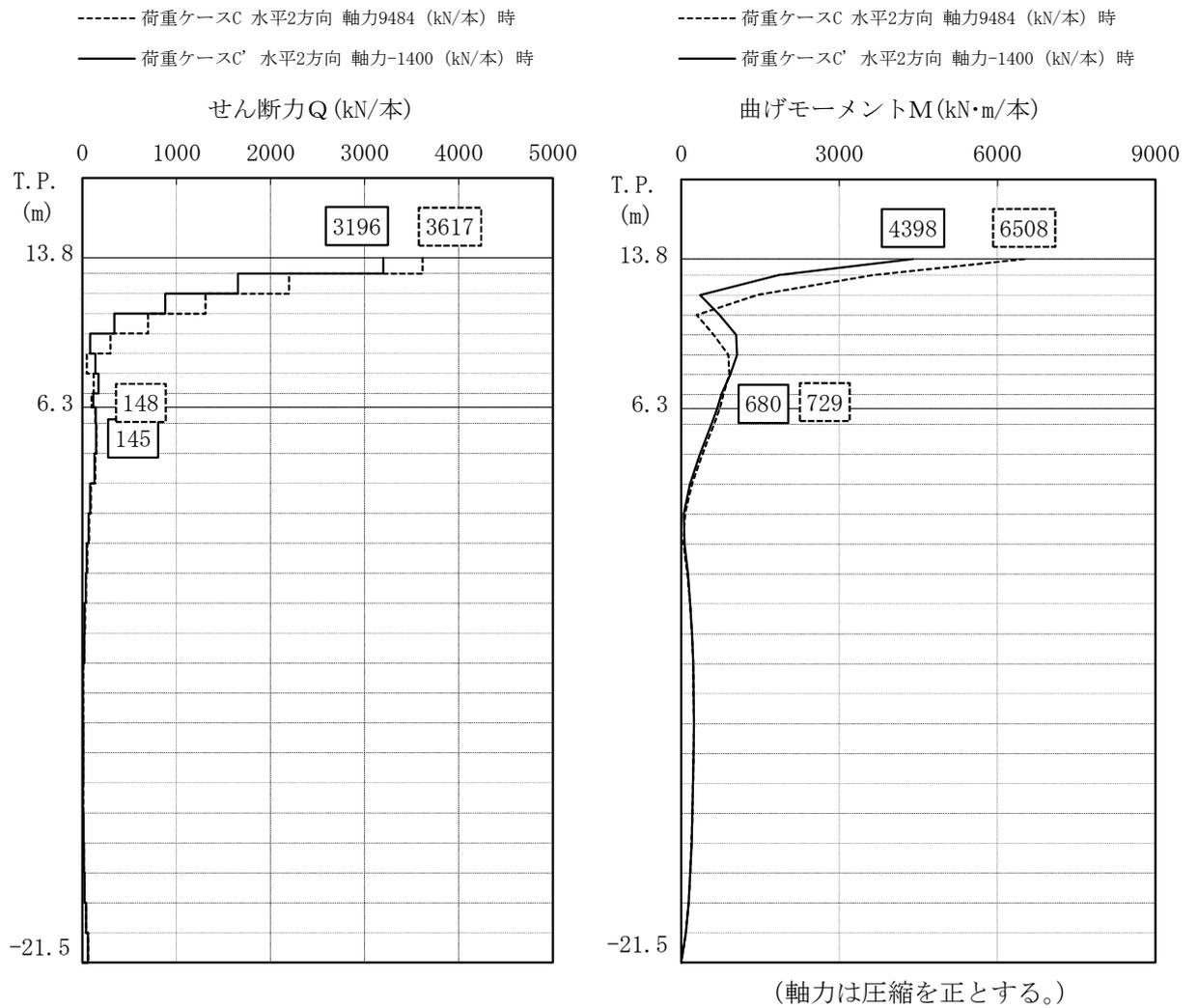


図 9.7-2 杭の応力解析結果 (水平 2 方向)

杭の終局強度は、下式により算定する。

a. 終局曲げ強度

終局曲げ強度 ( $M_u$ ) は以下により算定する。

(a) 圧縮側コンクリートの応力度分布を矩形分布とし、コンクリートの圧縮応力度はコンクリートの設計基準強度の 0.85 倍の値とし、引張応力度は無視する。

(b) 鉄筋の降伏応力度は、圧縮側、引張側共に降伏応力度とする。

b. 終局せん断強度

$$Q_u = \left\{ \frac{0.092 \cdot k_u \cdot k_p \cdot (17.7 + F_c)}{M / (Q \cdot D) + 0.12} + 0.846 \sqrt{p_w \cdot s \cdot \sigma_y} + 0.1 \cdot \sigma_0 \right\} \cdot b \cdot j \quad (9.4)$$

ここで、

- $Q_u$  : 終局せん断強度 (N)
- $k_u \cdot k_p$  : 補正係数
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M$  : 検討用地震力による曲げモーメント (N・mm)
- $Q$  : 検討用地震力によるせん断力 (N)
- $D$  : 杭径 (mm)
- $p_w$  : せん断補強筋比 (小数)
- $s \cdot \sigma_y$  : せん断補強筋の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_0$  : 軸方向応力度 (N/A) (N/mm<sup>2</sup>)
- $N$  : 検討用地震力による軸力 (N)
- $A$  : 断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $b$  : 等価正方形断面の幅 (0.89 · D) (mm)
- $j$  : 等価正方形断面の応力中心距離 ( $j = 0.875 \cdot d$ ,  $d = 0.9 \cdot b$ ) (mm)

検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメントの終局曲げ強度に対する検討結果を表 9.7-5 に、せん断力の終局せん断強度に対する検討結果を表 9.7-6 に示す。

表 9.7-5 及び表 9.7-6 より、検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメント及びせん断力は、それぞれ終局強度以下となることを確認した。

また、表 9.7-7 に示す結果より、検討用地震力により杭体に生じる曲率  $\phi$  の鉄筋降伏時の曲率  $\phi_y$  に対する比は 2 以下であることを確認した。

表 9.7-5 杭体の曲げモーメントと終局曲げ強度の比較（水平 2 方向）

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用地震力による<br>曲げモーメントM<br>(kN・m/本) | 終局曲げ強度<br>M <sub>u</sub><br>(kN・m/本) | $\frac{M_u}{M}$ |
|-----------|----|----|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 6508                              | 10017                                | 1.53            |
|           |    | 下杭 | 729                               | 7822                                 | 10.72           |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 4398                              | 6587                                 | 1.49            |
|           |    | 下杭 | 680                               | 3365                                 | 4.94            |

表 9.7-6 杭体のせん断力と終局せん断強度の比較（水平 2 方向）

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用<br>せん断力 <sub>D</sub> Q*<br>(kN/本) | 終局せん断強度<br>Q <sub>u</sub><br>(kN/本) | $\frac{Q_u}{DQ}$ |
|-----------|----|----|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 4521                                  | 6298                                | 1.39             |
|           |    | 下杭 | 185                                   | 2920                                | 15.78            |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 4762                                  | 6386                                | 1.34             |
|           |    | 下杭 | 181                                   | 2151                                | 11.88            |

注記\*：検討用せん断力<sub>D</sub>Qは、検討用地震力によるせん断力Qの 1.25 倍（荷重ケース C' の上杭については $M_u/M=1.49$  倍）として算定

表 9.7-7 杭体の曲率と鉄筋降伏時の曲率の比較（水平 2 方向）

| 荷重ケース     |    | 位置 | 検討用地震力による<br>曲率 $\phi$<br>( $\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ) | 鉄筋降伏時の<br>曲率 $\phi_y$<br>( $\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ) | $\frac{\phi}{\phi_y}$ |
|-----------|----|----|---|--|-----------------------|
| 最大<br>軸力時 | C  | 上杭 | 1.96  | 2.77   | 0.71                  |
|           |    | 下杭 | 0.12  | 2.73   | 0.05                  |
| 最小<br>軸力時 | C' | 上杭 | 3.84  | 2.09   | 1.84                  |
|           |    | 下杭 | 0.11  | 1.89   | 0.06                  |

## 別紙 液状化検討について

## 1. 概要

「8.6 杭の検討」に示す杭の耐震設計に関連して、杭周面の地盤の液状化の可能性について検討を実施する。

## 2. 液状化の評価方法

### (1) 液状化判定の検討手順

液状化検討には、乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（以下「JEAC4616-2009」という。）に示される方法に基づくFL値による判定（＝繰返しせん断応力比(R)／地震時せん断応力比(L)）を用いる。

その流れは、図1のとおりである。

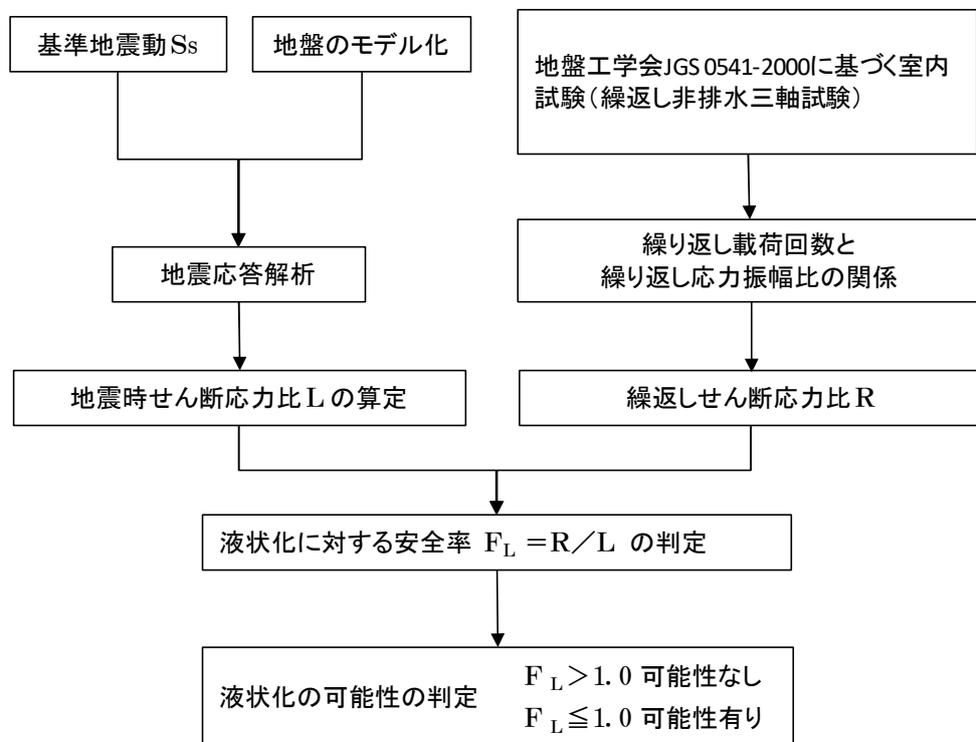


図1 地盤の地震応答解析を用いた液状化判定法

地盤モデルは「添付5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」の「表3-1 解析用物性値及びその設定根拠に示す地盤モデル」を用いている。検討に用いるせん断応力度は、検討対象の深度におけるせん断応力度を用いて地震時せん断応力比 L を算定する。

基準地震動による地盤の地震応答解析結果から求まる「地震時せん断応力比 (L)」と、室内試験結果から求まる「繰返しせん断応力比 (R)」を用いて求める液状化発生に対する安全率 (FL) が 1.0 を上回ることを確認する。

$$F_L = L/R \quad (1)$$

ここで

- $F_L$  : 液状化発生に対する安全率
- $L$  : 地震時せん断応力比
- $R$  : 繰り返しせん断応力比

(2) 液状化検討における地下水位の設定

液状化検討における地下水位の設定は、地下水位の観測結果（2016.4.1～2021.3.31）に基づき保守的な値となるよう、T.P. 14.0m（地表面下 2.0m）としている。地下水位の観測位置と観測結果を図 2 及び図 3 に示す。

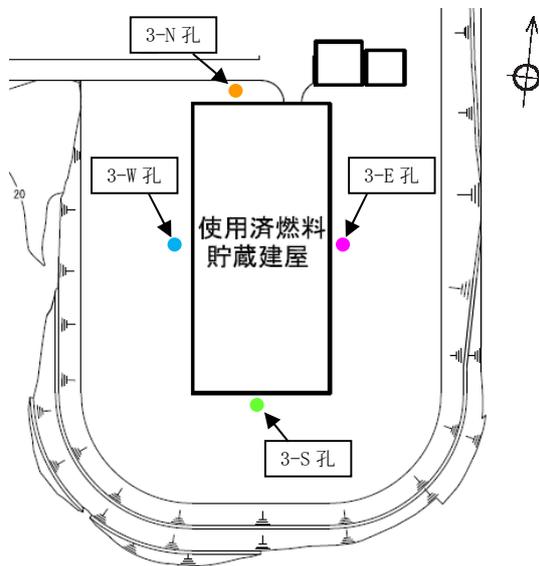


図 2 貯蔵建屋周辺地下水位観測位置

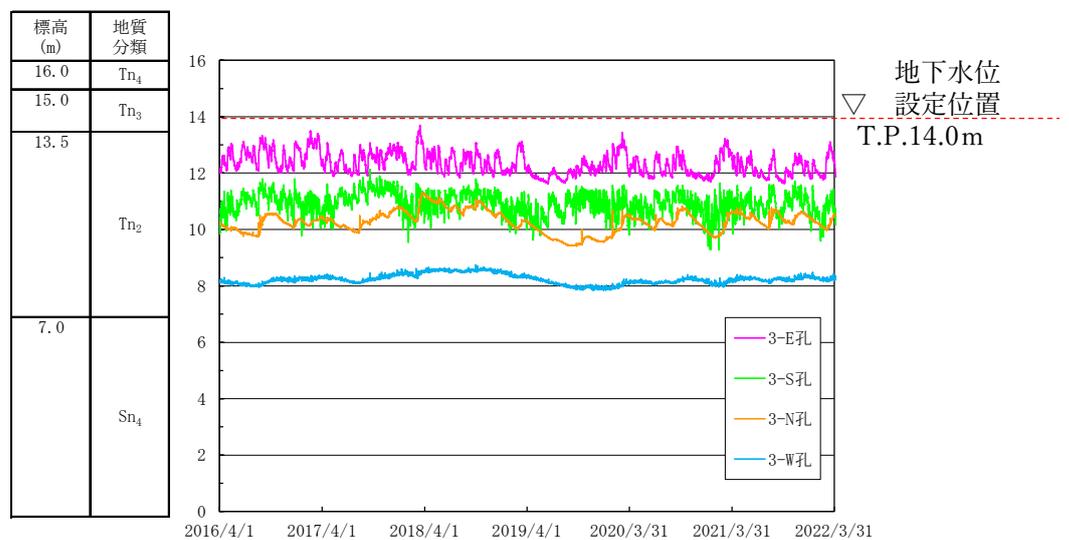


図 3 貯蔵建屋周辺地下水位の観測結果（2016.4.1～2022.3.31）

なお、敷地では上記の建屋周辺の地下水位の観測の他に、図4に示す位置でも地下水位の観測を実施している。その結果を図5に示す。

貯蔵建屋東側法尻の1-N-2孔の水位は概ね地表面下4m程度で安定しており、貯蔵建屋西側2-N-2孔の水位は概ね地表面下8mで安定している。水位の傾向は、建屋周辺の水位観測記録の傾向と整合して、敷地東側から西側にかけて水位が低下していることがわかる。

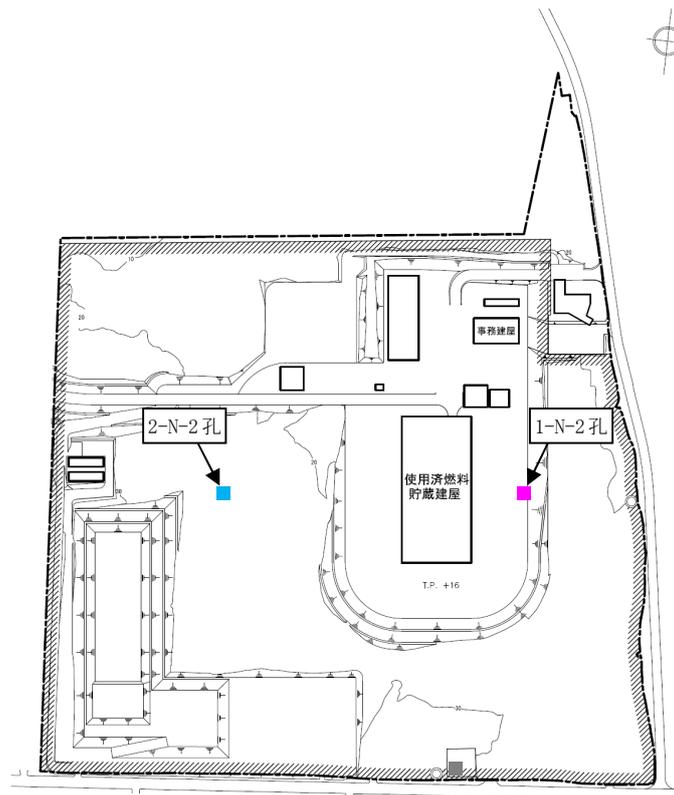


図4 敷地内地下水位観測位置

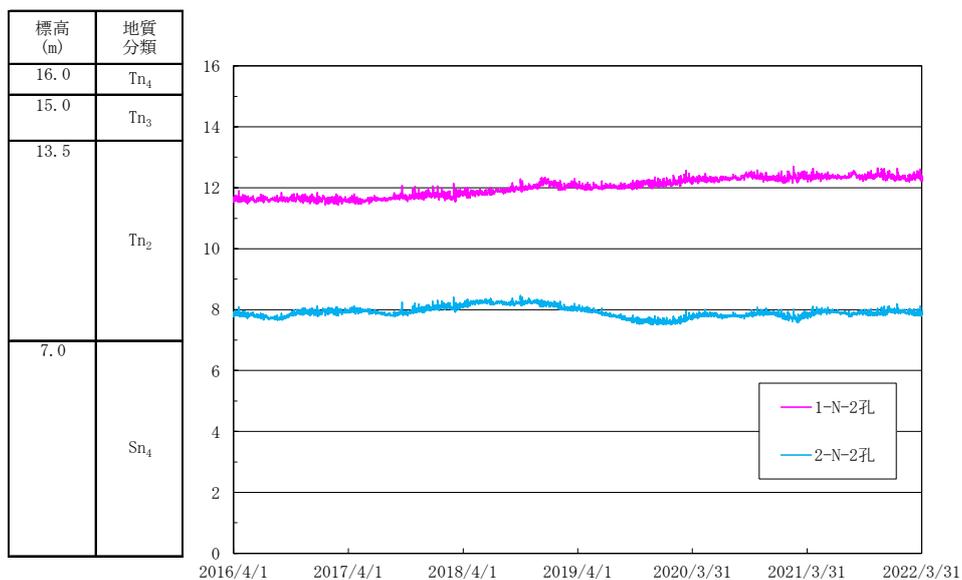


図5 敷地内地下水位の観測結果 (2016. 4. 1～2022. 3. 31)

(3) 地震時せん断応力比 L の算定

地震時せん断応力比 L は，上記の地震時せん断応力度と有効土被り圧の比率であり，下式で算定される。

$$L = \tau_d / \sigma'_z \quad (2)$$

ここに

- $\tau_d$  : 水平面に生じるせん断応力振幅  
 $\sigma'_z$  : 有効土被り圧（浮力を考慮した土被り圧）

(4) 繰返しせん断応力比 R の算定

繰返しせん断応力比 R の算定にあたっては，地盤工学会で定められた試験法に従ってその値を求めている。田名部層については，「JGS 0541-2020 土の繰返し非排水三軸試験方法」に，砂子又層については「JGS 0543-2009 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験方法」に従いその値を求めている。

土の繰返し非排水三軸試験においては，一定振幅の繰返し载荷においてひずみが 5% に達した際の繰返し応力振幅比 ( $\sigma_d / 2\sigma'_c$ ) として，中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験においては，一定振幅の繰返し载荷においてひずみが 7.5% に達した際の繰返し応力振幅比 ( $\tau_d / \sigma_c$ ) として求めている。

田名部層と砂子又層で異なる試験方法を適用している理由は，田名部層は砂子又層に比べてせん断強度が低いことから，比較的広く用いられている「土の繰返し非排水三軸試験方法」において，等方拘束状態からの軸差応力（主応力の差分の 1/2）によってせん断力の加力が可能であるのに対し，砂子又層のように，繰返しせん断応力比が 1.5 といったせん断強度が高い供試体の試験では，直接的にせん断力を加力することが可能な「中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験」を適用することが必要となることによるものである。

求めた繰返しせん断応力比 R の値は以下のとおりである。図 6 及び図 7 には田名部層および砂子又層の試験結果を，図 8 及び図 9 には室内試験に用いた供試体の採取位置を示す。

表 1 繰返しせん断応力比 R の値

|                                   | 繰返しせん断応力比 R |
|-----------------------------------|-------------|
| 田名部層下部砂質土 (Tn <sub>2</sub> 層)     | 0.956       |
| 砂子又層上部軽石混じり砂岩 (Sn <sub>4</sub> 層) | 1.504       |

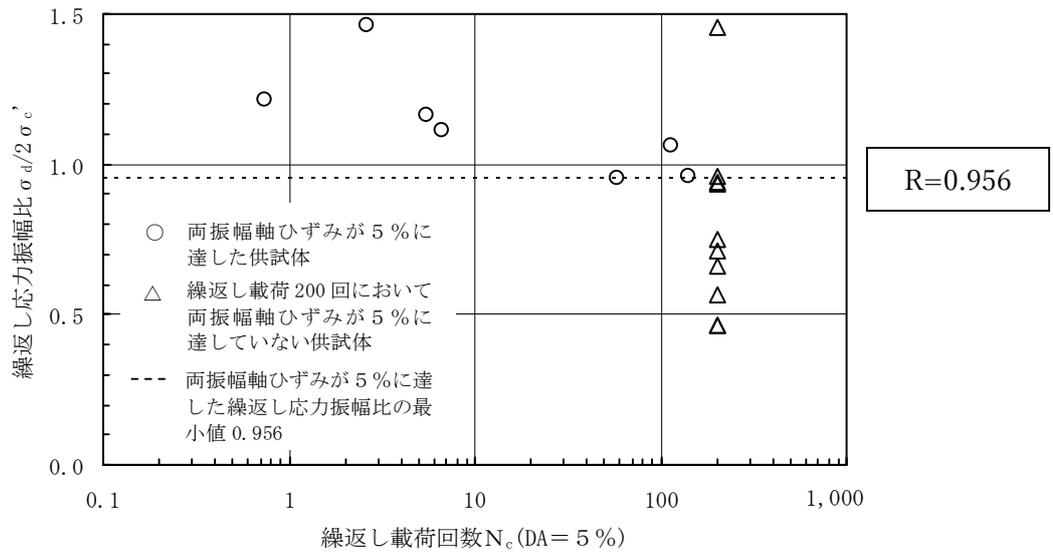


図6 土の繰返し非排水三軸試験結果 (田名部層下部砂質土 (Tn<sub>2</sub>))

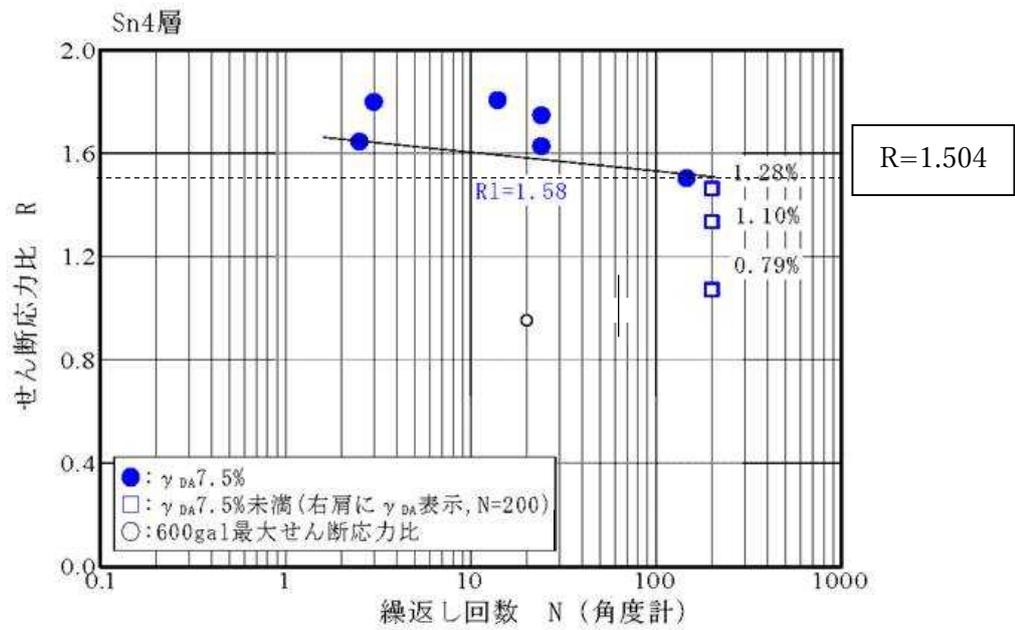


図7 中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験結果 (砂子又層上部軽石混じり砂岩 (Sn<sub>4</sub>))

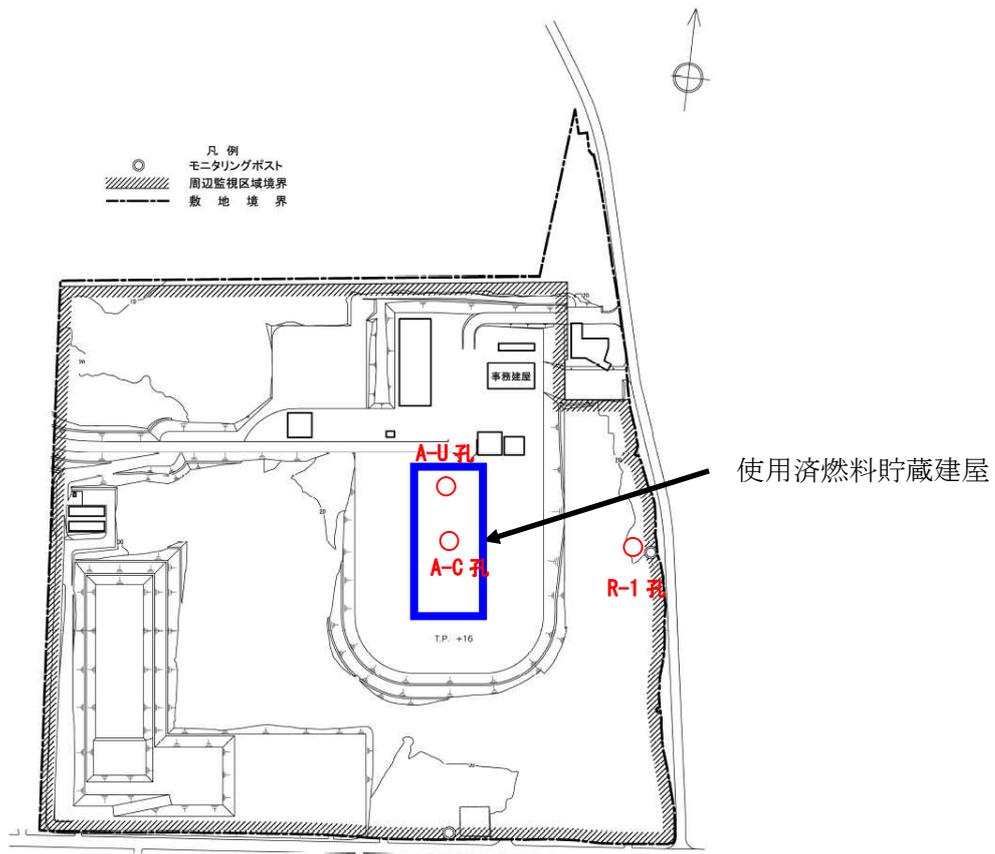


図8 田名部層の室内試験に用いる供試体採取位置

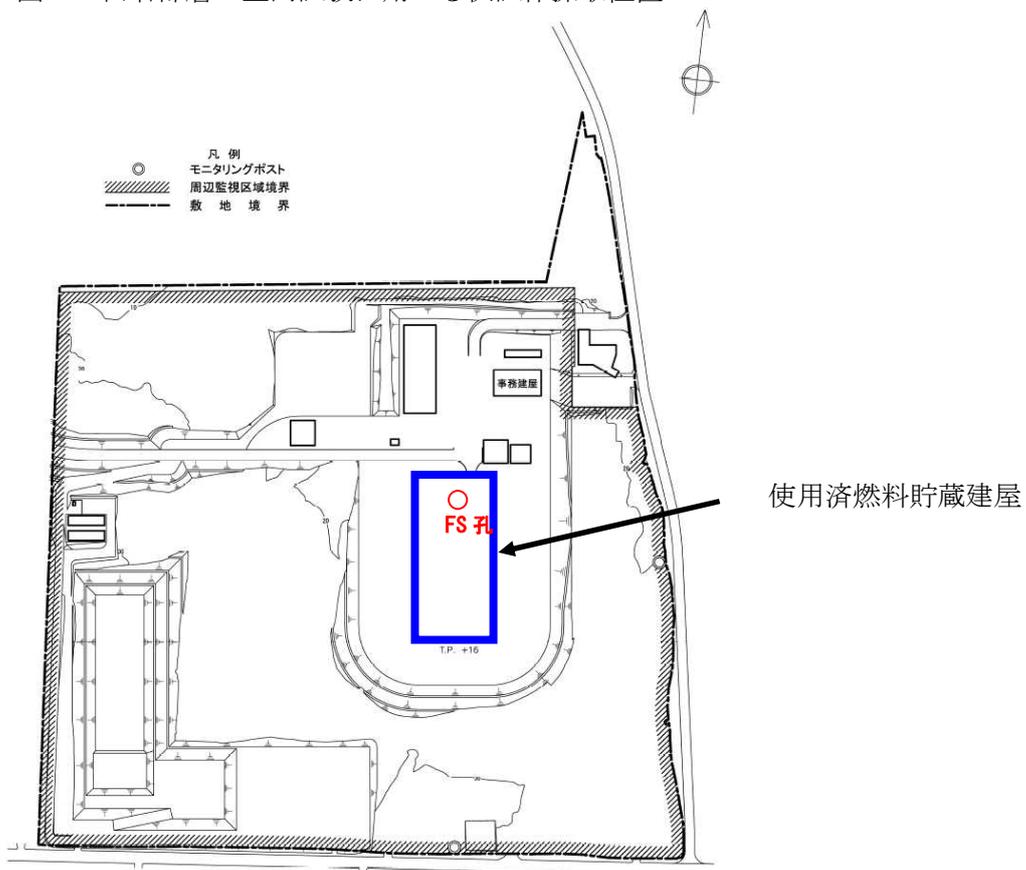


図9 砂子又層の室内試験に用いる供試体採取位置

### 3. 液状化検討対象層の選定

液状化検討対象層の選定にあたっては、日本建築学会「建築基礎構造設計指針」の「第4章 4.5節 地盤の液状化 1. 液状化判定」の項の、以下の記載に従っている。

- (1) 地表面から20m程度以浅の沖積層で、細粒分含有率が35%以下の土(飽和土層)。
- (2) 埋立地盤等の造成地盤で地表面から20m程度以深まで連続している場合には、造成地盤の下端まで以下の(2)の手順などにより液状化判定を行う必要がある。
- (3) 粘土分(0.05mm未満の粒径を持つ土粒子)含有率が10%以下、又は塑性指数が15%以下の埋立あるいは盛土地盤

上記の3つの条件と貯蔵建屋設置位置直下地盤との関係は以下のとおりである。

(1)の条件については、貯蔵建屋設置位置直下地盤が田名部層および砂子又層からなり、建屋を支持する基礎杭の先端は根入れ部先端でT.P.-21.5m(地表面標高はT.P.16.0m)であることから、対象となるのは、田名部層および砂子又層となるが、地下水位以浅の田名部層は液状化検討対象層から除外し、地下水位以深の田名部層下部砂質土(Tn<sub>2</sub>層)を液状化検討対象層としている。

砂子又層上部軽石混じり砂岩(Sn<sub>4</sub>層)は、土ではなく岩に分類されていることから、日本建築学会の基礎構造設計指針の考え方に従えば液状化検討対象層とはならないが、田名部層下部砂質土(Tn<sub>2</sub>層)と同様の手順でFL値の算定を行うこととした。

(2)の条件については、貯蔵建屋の設置されている地盤は自然地盤(地山)であり、「埋立地盤等の造成地盤」に当たらないことから、この条件で液状化対象層となることはない。

(3)の条件については、貯蔵建屋の設置されている地盤のうち、田名部層および砂子又層については自然地盤であり、「埋立あるいは盛土地盤」に当たらないことから、いずれもこの条件で液状化対象層となることはない。

参考として、表2に田名部層および砂子又層の細粒分含有率、粘土分含有率及び塑性指数を示す。

田名部層下部砂質土(Tn<sub>2</sub>層)については、粘土分含有率及び塑性指数の条件のいずれも(3)の条件に該当せず、砂子又層上部軽石混じり砂岩(Sn<sub>4</sub>層)については粘土分含有率が(3)の条件である10%を下回る値を示し、塑性指数については数値が得られていない。

表2 田名部層及び砂子又層の細粒分含有率，粘土分含有率及び塑性指数

| 地層分類            |                   | 層厚<br>(m) | 細粒分<br>含有率<br>(%) | 粘土分<br>含有率<br>(%) | 塑性指数<br>(%) |
|-----------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------|
| Tn <sub>4</sub> | 田名部層中部砂質土         | 1.0       | 33.8              | 5.5               | 22.9        |
| Tn <sub>3</sub> | 田名部層中部粘性土         | 1.5       | 55.3              | 19.6              | 8.5         |
| Tn <sub>2</sub> | 田名部層下部砂質土         | 6.5       | 13.5              | 4.4               | 49.4        |
| Sn <sub>4</sub> | 砂子又層上部<br>軽石混じり砂岩 | 46.5      | 16.9~29.0         | 3.8~7.0           | —           |

地下水位  
▽ 設定位置  
T.P.14.0m

以上の3つの条件より，液状化検討対象層は田名部層下部砂質土 (Tn<sub>2</sub>層) とするが，砂子又層上部軽石混じり砂岩 (Sn<sub>4</sub>層) についても FL 値の算出を行うこととした。表3に建屋直下地盤の概要を示す。

表3 建屋直下地盤の概要

| No. | 地層名  | 地盤分類            |                   | 上端深度<br>T.P. (m) | 層厚<br>(m) |
|-----|------|-----------------|-------------------|------------------|-----------|
| 1   | 田名部層 | Tn <sub>4</sub> | 田名部層中部<br>砂質土     | 16.0             | 1.0       |
| 2   |      | Tn <sub>3</sub> | 田名部層中部<br>粘性土     | 15.0             | 1.5       |
| 3   |      | Tn <sub>2</sub> | 田名部層下部<br>砂質土     | 13.5             | 6.5       |
| 4   | 砂子又層 | Sn <sub>4</sub> | 砂子又層上部<br>軽石混じり砂岩 | 7.0              | 46.5      |

地下水位  
▽ 設定位置  
T.P.14.0m

FL 値算定  
対象層

#### 4. 液状化判定結果

液状化判定結果を以下に記す。

表4 田名部層下部砂質土 (Tn<sub>2</sub>層) の液状化判定結果

| 地震動     | 繰返し応力<br>振幅比 R | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 地震時<br>せん断応力<br>比<br>$L = \tau / \sigma'v$ | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L) |
|---------|----------------|---|--|-----------------------------|
| Ss-AH   | 0.956          | 57.94                                       | 0.673                                      | 1.42                        |
| Ss-B1H  |                | 58.64                                       | 0.681                                      | 1.40                        |
| Ss-B2H1 |                | 27.00                                       | 0.313                                      | 3.05                        |
| Ss-B2H2 |                | 36.17                                       | 0.420                                      | 2.27                        |
| Ss-B3H1 |                | 30.75                                       | 0.357                                      | 2.67                        |
| Ss-B3H2 |                | 32.54                                       | 0.378                                      | 2.52                        |
| Ss-B4H1 |                | 34.64                                       | 0.402                                      | 2.37                        |
| Ss-B4H2 |                | 45.47                                       | 0.528                                      | 1.81                        |
| Ss-B5H  |                | 53.68                                       | 0.623                                      | 1.53                        |

注：ハッチングは F<sub>L</sub> 値の最小値を示す。

表5 砂子又層上部軽石混じり砂岩 (Sn<sub>4</sub>層) の液状化判定結果

| 地震動     | 繰返し応力<br>振幅比 R | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 地震時<br>せん断応力<br>比<br>$L = \tau / \sigma'v$ | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L) |
|---------|----------------|---|--|-----------------------------|
| Ss-AH   | 1.504          | 91.07                                       | 0.714                                      | 2.10                        |
| Ss-B1H  |                | 107.23                                      | 0.726                                      | 2.07                        |
| Ss-B2H1 |                | 42.09                                       | 0.330                                      | 4.55                        |
| Ss-B2H2 |                | 64.92                                       | 0.440                                      | 3.41                        |
| Ss-B3H1 |                | 38.04                                       | 0.354                                      | 4.24                        |
| Ss-B3H2 |                | 59.60                                       | 0.404                                      | 3.72                        |
| Ss-B4H1 |                | 43.82                                       | 0.408                                      | 3.68                        |
| Ss-B4H2 |                | 70.16                                       | 0.550                                      | 2.73                        |
| Ss-B5H  |                | 83.40                                       | 0.654                                      | 2.29                        |

注：ハッチングは F<sub>L</sub> 値の最小値を示す。

さらに、水平動2方向と上下動を同時入力した場合の液状化判定も行っており、その結果は以下のとおりである。

表6 田名部層下部砂質土 (Tn<sub>2</sub>層) の液状化判定結果  
(水平2方向及び上下動同時入力)

| 地震動   | 繰返し応力<br>振幅比 R | 水平1方向入力時                                    |                              | 水平2方向+鉛直方向<br>入力時                           |                              |
|-------|----------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
|       |                | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L*) | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L*) |
| Ss-A  | 0.956          | 57.94                                       | 1.42                         | 66.08                                       | 1.24                         |
| Ss-B1 |                | 58.64                                       | 1.40                         | 59.79                                       | 1.37                         |

注記： 地震時せん断応力比  $L = \tau / \sigma'v$

ハッチングはF<sub>L</sub>値の最小値を示す。

表7 砂子又層上部軽石混じり砂岩 (Sn<sub>4</sub>層) の液状化判定結果  
(水平2方向及び上下動同時入力)

| 地震動   | 繰返し応力<br>振幅比 R | 水平1方向入力時                                    |                              | 水平2方向+鉛直方向<br>入力時                           |                              |
|-------|----------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
|       |                | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L*) | 地震時<br>せん断応力<br>$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> ) | F <sub>L</sub> 判定<br>(=R/L*) |
| Ss-A  | 1.504          | 91.07                                       | 2.10                         | 103.01                                      | 1.86                         |
| Ss-B1 | 1.504          | 107.23                                      | 2.07                         | 118.57                                      | 2.01                         |

注記： 地震時せん断応力比  $L = \tau / \sigma'v$

ハッチングはF<sub>L</sub>値の最小値を示す。

以上より、杭周面地盤のFL値は1.0を上回り、液状化の可能性はないことが確認できる。

添付 5-3 金属キャスクの耐震性に関する説明書

添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ 2A))

## 目次

|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 概要             | 1  |
| 2. 基本方針           | 1  |
| 2.1 構造の説明         | 1  |
| 2.2 評価方針          | 1  |
| 2.3 記号の説明         | 1  |
| 2.4 数値の丸め方        | 1  |
| 3. 耐震評価箇所         | 1  |
| 3.1 金属キャスクの耐震評価箇所 | 1  |
| 4. 固有値解析          | 1  |
| 4.1 解析方針          | 1  |
| 4.2 固有値解析結果       | 2  |
| 5. 金属キャスクの応力評価    | 2  |
| 5.1 基本方針          | 2  |
| 5.2 荷重の組合せ及び許容応力  | 2  |
| 5.3 設計条件          | 2  |
| 5.4 応力評価方法        | 3  |
| 5.5 応力評価条件        | 4  |
| 5.6 評価結果          | 4  |
| 6. 金属キャスクの機能維持評価  | 23 |
| 6.1 機能維持評価方針      | 23 |
| 6.2 機能維持評価方法      | 23 |
| 6.3 機能維持評価条件      | 24 |
| 6.4 評価結果          | 24 |
| 7. 引用文献           | 26 |

## 図表目次

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 第 5-1 図  | 水平方向基準地震動 $S_s$ による床面の水平方向設計用床応答曲線…………… | 5  |
| 第 5-2 図  | 水平方向基準地震動 $S_d$ による床面の水平方向設計用床応答曲線…………… | 6  |
| 第 5-10 表 | 設計条件……………                               | 7  |
| 第 5-12 表 | 鉛直方向設計震度の評価結果……………                      | 8  |
| 第 5-22 表 | 評価結果……………                               | 9  |
| 第 5-23 表 | 疲労累積係数（一次蓋締付けボルト）……………                  | 14 |
| 第 5-24 表 | 疲労累積係数（カバープレート締付けボルト）……………              | 14 |
| 第 5-25 表 | 疲労累積係数（二次蓋締付けボルト）……………                  | 14 |
| 第 5-26 表 | 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態 $C_s$ ）……………        | 15 |
| 第 5-27 表 | バスケットの応力評価（供用状態 $C_s$ ）……………            | 18 |
| 第 5-28 表 | トラニオンの応力評価（供用状態 $C_s$ ）……………            | 18 |
| 第 5-29 表 | 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態 $D_s$ ）……………        | 19 |
| 第 5-30 表 | バスケットの応力評価（供用状態 $D_s$ ）……………            | 22 |
| 第 5-31 表 | トラニオンの応力評価（供用状態 $D_s$ ）……………            | 22 |
| 第 6-5 表  | 設計震度……………                               | 25 |
| 第 6-6 表  | 外筒の応力評価条件……………                          | 25 |
| 第 6-7 表  | 蓋部中性子遮蔽材カバーの応力評価条件……………                 | 25 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 1. 概要」に同じである。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造の説明

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.1 構造の説明」に同じである。

### 2.2 評価方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.2 評価方針」に同じである。

### 2.3 記号の説明

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.3 記号の説明」に同じである。

### 2.4 数値の丸め方

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.4 数値の丸め方」に同じである。

## 3. 耐震評価箇所

### 3.1 金属キャスクの耐震評価箇所

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 3.1 金属キャスクの耐震評価箇所」に同じである。

## 4. 固有値解析

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 4. 固有値解析」に同じである。

### 4.1 解析方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 4.1 解析方針」に同じである。

## 5. 金属キャスクの応力評価

### 5.1 基本方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.1 基本方針」に同じである。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の種類と組合せ

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.2.1 荷重の種類と組合せ」に同じである。

#### 5.2.2 使用材料の許容応力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.2.2 使用材料の許容応力」に同じである。

### 5.3 設計条件

設計条件を第 5-10 表に示す。

#### (1) 設計震度について

金属キャスク及び貯蔵架台は、耐震設計上の重要度分類 S クラスである。

##### a. 水平方向設計震度

4 章で求められた固有周期（ $T=0.080$  s）より、柔構造であると判断される。

##### (a) 基準地震動 $S_s$ による地震力

「資料 5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づく条件を用いて作成した水平方向基準地震動  $S_s$  による床面の水平方向設計用床応答曲線（第 5-1 図）又は、水平方向基準地震動  $S_s$  による建屋の最大応答加速度の 20% の割り増しより算出したものいずれか大きい方に余裕を持った保守的な設計用地震力とする。

##### (b) 弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力

「資料 5-1-5 設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づく条件を用いて作成した水平方向弾性設計用地震動  $S_d$  による床面の水平方向設計用床応答曲線（第 5-2 図）又は、水平方向弾性設計用地震動  $S_d$  による建屋の最大応答加速度の 20% の割り増しより算出したものいずれか大きい方を設計用地震力とする。

##### (c) 静的地震力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性

に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 5.3 設計条件 (1)設計震度について a. 水平方向設計震度 (c) 静的地震力」に同じである。

b. 鉛直方向設計震度

4章で求められた固有周期（ $T=0.023\text{ s}$ ）より，剛構造であると判断される。

(a) 基準地震動  $S_s$  による地震力

鉛直方向基準地震動  $S_s$  による建屋の最大応答加速度の 20%の割り増しより算出したものに余裕を持った保守的な設計用地震力とする。

(b) 弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力

鉛直方向弾性設計用地震動  $S_d$  による建屋の最大応答加速度の 20%の割り増しより算出したものを設計用地震力とする。

(c) 静的地震力

Sクラスの静的地震力（ $1.2C_v$ ）とする。

鉛直方向設計震度の評価結果を第5-12表に示す。

5.4 応力評価方法

5.4.1 一次蓋，一次蓋締付けボルト，胴，底板，底部中性子遮蔽材カバー，二次蓋及び二次蓋締付けボルト

今回の申請に係る本説明は，既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 5.4.1 一次蓋，一次蓋締付けボルト，胴，底板，底部中性子遮蔽材カバー，二次蓋及び二次蓋締付けボルト」に同じである。

5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト

今回の申請に係る本説明は，既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト」に同じである。

5.4.3 底板の平均支圧応力

今回の申請に係る本説明は，既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 5.4.3 底板の平均支圧応力」に同じである。

5.4.4 バスケット

今回の申請に係る本説明は，既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 5.4.4 バスケット」に同じである。

#### 5.4.5 下部トラニオン

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」と同じである。

#### 5.4.6 密封容器（ボルト）の疲労評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」と同じである。

#### 5.4.7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」と同じである。

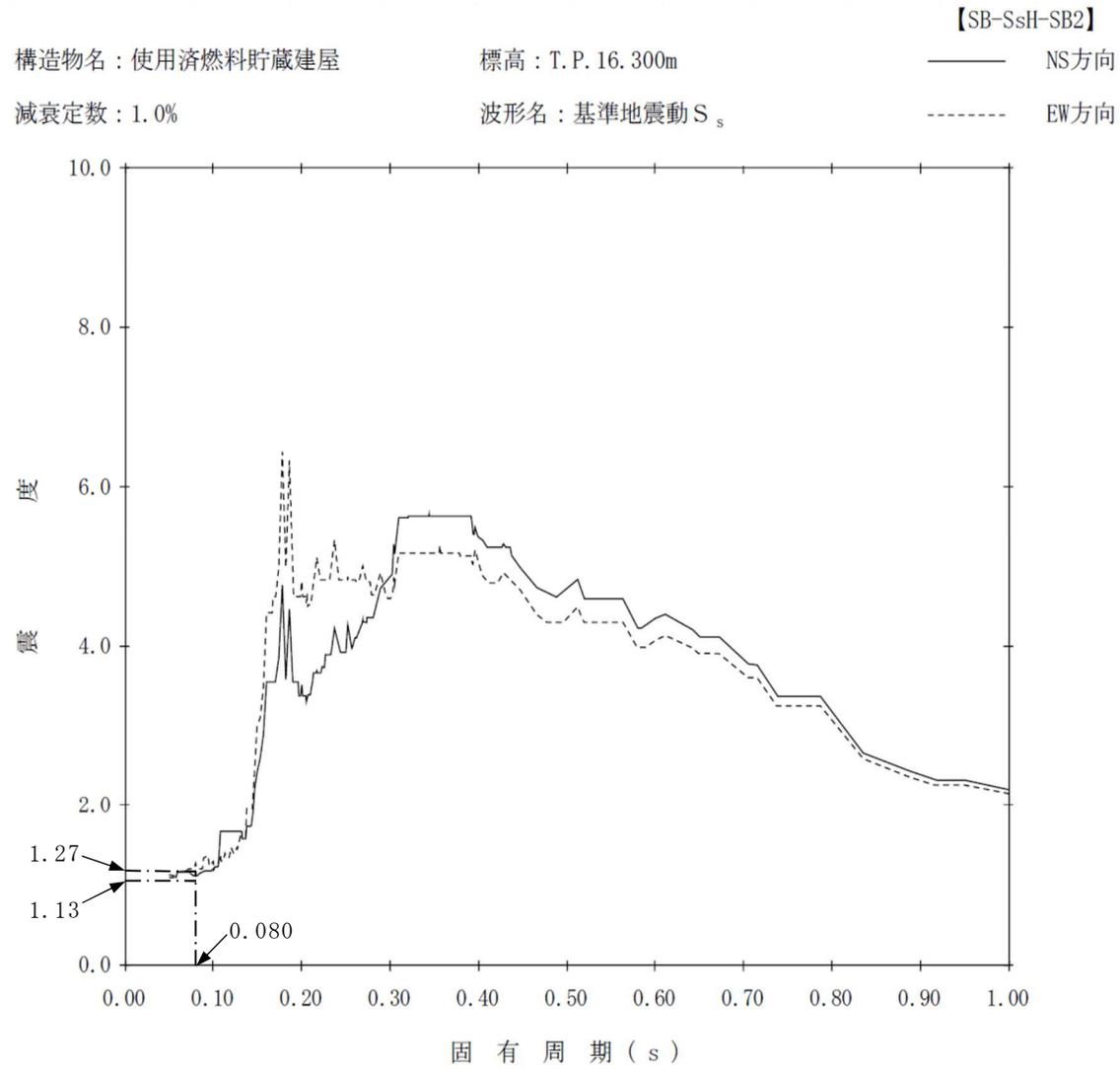
#### 5.5 応力評価条件

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」と同じである。

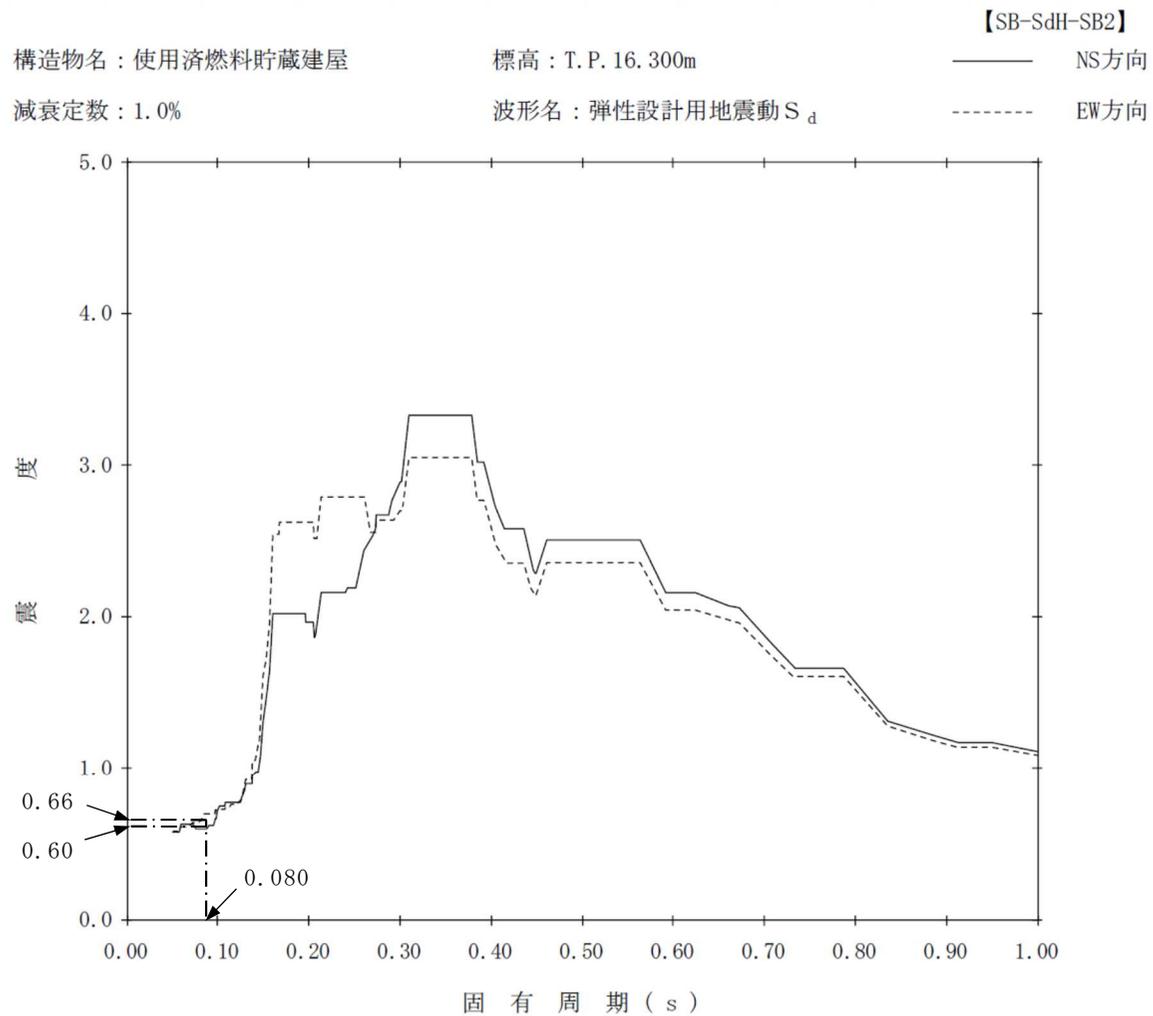
#### 5.6 評価結果

金属キャスクの耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。評価結果を第 5-22 表～第 5-25 表に示す。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、各評価点の応力分類における許容応力に対する計算値の裕度を第 5-26 表～第 5-31 表に示す。許容応力に対する計算値の裕度が 1.5 より大きいため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せが従来の耐震評価結果に影響を与えないことを確認した。



第5-1図 水平方向基準地震動  $S_s$  による床面の水平方向設計用床応答曲線



第5-2図 水平方向基準地震動 S<sub>d</sub>による床面の水平方向設計用床応答曲線

第 5-10 表 設計条件

| 機器名称   | 耐震設計上の重要度分類 | 据付場所及び床面高さ(m)                 | 固有周期(s) |               | 設計震度                      |              | 最高使用温度(℃) |
|--------|-------------|-------------------------------|---------|---------------|---------------------------|--------------|-----------|
|        |             |                               |         |               | 弾性設計用地震動 $S_d$<br>又は静的地震力 | 基準地震動 $S_s$  |           |
| 金属キャスク | S           | 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>T.P. 16.30*1 | 水平方向    | $T_H = 0.080$ | $C_H = 0.72$              | $C_H = 1.40$ | 150       |
|        |             |                               | 鉛直方向    | $T_V = 0.023$ | $C_V = 0.38$              | $C_V = 0.87$ |           |
| 貯蔵架台   |             |                               | 同上      |               |                           |              | 130       |

注記\*1：基準床レベルを示す。

第5-12表(1) 鉛直方向設計震度の評価結果（水平方向基準地震動  $S_s$ ）

|                            |
|----------------------------|
| 動的地震力（水平方向弾性設計用地震動 $S_s$ ） |
| 建屋の最大加速度より算出               |
| U D                        |
| <b>0.87*</b><br>(0.69)     |

\*：括弧内は1.2ZPAの値。設計では最大の1.2ZPAに余裕を持った保守的な震度を設定

第5-12表(2) 鉛直方向設計震度の評価結果（水平方向弾性設計用地震動  $S_d$  及び静的地震力）

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| 動的地震力（水平方向弾性設計用地震動 $S_d$ ） | 静的地震力    |
| 建屋の最大加速度より算出               | $1.2C_v$ |
| U D                        | U D      |
| <b>0.38</b>                | 0.29     |

第5-22表(1) 評価結果

(単位: MPa)

| 部 位                     | 材 料             | 許容応力<br>区分 | 一次一般膜応力強さ |      |      | 一次局部膜応力強さ |      |     | 一次膜+一次曲げ応力強さ |      |     | 一次+二次応力強さ |      |     |
|-------------------------|-----------------|------------|-----------|------|------|-----------|------|-----|--------------|------|-----|-----------|------|-----|
|                         |                 |            | 計算値       | 許容応力 | 評価点  | 計算値       | 許容応力 | 評価点 | 計算値          | 許容応力 | 評価点 | 計算値       | 許容応力 | 評価点 |
| 一次 蓋                    | 炭素鋼<br>(GLF1)   | 供用状態<br>Cs | 4         | 183  | ①-①' | -         | -    | -   | 18           | 274  | ②   | 48        | 366  | ②'  |
|                         |                 | 供用状態<br>Ds | 5         | 251  | ①-①' | -         | -    | -   | 18           | 377  | ②   | 49        | 366  | ②'  |
| 二次 蓋                    | 炭素鋼<br>(SGV480) | 供用状態<br>Cs | 1         | 236  | ③-③' | -         | -    | -   | 30           | 355  | ④   | 64        | 474  | ④'  |
|                         |                 | 供用状態<br>Ds | 1         | 286  | ③-③' | -         | -    | -   | 30           | 429  | ④   | 66        | 474  | ④'  |
| 胴                       | 炭素鋼<br>(GLF1)   | 供用状態<br>Cs | 1         | 183  | ⑨-⑨' | -         | -    | -   | 14           | 274  | ⑩   | 42        | 366  | ⑩'  |
|                         |                 | 供用状態<br>Ds | 2         | 251  | ⑨-⑨' | -         | -    | -   | 30           | 377  | ⑩   | 83        | 366  | ⑩'  |
| 底板                      | 炭素鋼<br>(GLF1)   | 供用状態<br>Cs | 2         | 183  | ⑪-⑪' | -         | -    | -   | 7            | 274  | ⑪'  | 17        | 366  | ⑫'  |
|                         |                 | 供用状態<br>Ds | 3         | 251  | ⑪-⑪' | -         | -    | -   | 10           | 377  | ⑫   | 32        | 366  | ⑫'  |
| 底部<br>中性子<br>遮蔽材<br>カバー | 炭素鋼<br>(SGV480) | 供用状態<br>Cs | 9         | 232  | ⑬-⑬' | -         | -    | -   | 47           | 348  | ⑭   | 112       | 465  | ⑭   |
|                         |                 | 供用状態<br>Ds | 10        | 282  | ⑬-⑬' | -         | -    | -   | 91           | 424  | ⑭   | 217       | 465  | ⑭   |

第5-22表(2) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位                     | 材 料                       | 許容応力<br>区分 | 一次一般膜応力強さ |      |     | 一次局部膜応力強さ |      |     | 一次膜+一次曲げ応力強さ |      |     | 一次+二次応力強さ |      |     |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|------|-----|-----------|------|-----|--------------|------|-----|-----------|------|-----|
|                         |                           |            | 計算値       | 許容応力 | 評価点 | 計算値       | 許容応力 | 評価点 | 計算値          | 許容応力 | 評価点 | 計算値       | 許容応力 | 評価点 |
| 一次蓋<br>(密封<br>シール<br>部) | 炭素鋼<br>(GLF1)             | 供用状態<br>Cs | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 10           | 183  | ⑦   | 61        | 183  | ⑮'  |
|                         |                           | 供用状態<br>Ds | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 10           | 183  | ⑦   | 61        | 183  | ⑮'  |
| 二次蓋<br>(密封<br>シール<br>部) | 炭素鋼<br>(GLF1)<br>(SGV480) | 供用状態<br>Cs | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 16           | 183  | ⑧   | 37        | 183  | ⑧   |
|                         |                           | 供用状態<br>Ds | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 16           | 183  | ⑧   | 37        | 183  | ⑧   |
| カバー<br>プレート             | ステンレス鋼<br>(SUS304)        | 供用状態<br>Cs | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 3            | 246  | ⑰   | 1*1       | 411  | ⑰   |
|                         |                           | 供用状態<br>Ds | —         | —    | —   | —         | —    | —   | 3            | 422  | ⑰   | 1*1       | 411  | ⑰   |

注記\*1：計算応力値の丸め値が0 MPaとなる場合，1 MPaを記載した。

第 5-22(3) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位                   | 材 料               | 許容応力<br>区分 | 平均引張応力 |      |     | 平均引張応力+曲げ応力 |      |     |
|-----------------------|-------------------|------------|--------|------|-----|-------------|------|-----|
|                       |                   |            | 計算値    | 許容応力 | 評価点 | 計算値         | 許容応力 | 評価点 |
| 一次蓋<br>締付け<br>ボルト     | 低合金鋼<br>(SNB23-3) | 供用状態<br>Cs | 247    | 554  | ⑤   | 335         | 831  | ⑤   |
|                       |                   | 供用状態<br>Ds | 241    | 831  | ⑤   | 337         | 831  | ⑤   |
| 二次蓋<br>締付け<br>ボルト     | 低合金鋼<br>(SNB23-3) | 供用状態<br>Cs | 251    | 565  | ⑥   | 275         | 847  | ⑥   |
|                       |                   | 供用状態<br>Ds | 244    | 848  | ⑥   | 274         | 848  | ⑥   |
| カバープレート<br>締付け<br>ボルト | 低合金鋼<br>(SNB23-3) | 供用状態<br>Cs | 138    | 554  | ⑱   | 142         | 831  | ⑱   |
|                       |                   | 供用状態<br>Ds | 138    | 831  | ⑱   | 146         | 831  | ⑱   |

第 5-22(4) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位 | 材 料           | 許容応力区分 | 平均支圧応力 |      |     |
|-----|---------------|--------|--------|------|-----|
|     |               |        | 計算値    | 許容応力 | 評価点 |
| 底板  | 炭素鋼<br>(GLF1) | 供用状態Cs | 1      | 183  | ⑪   |
|     |               | 供用状態Ds | 1      | 377  | ⑪   |

## 第 5-22(5) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位           | 材 料                               | 許容応力<br>区分 | 一次一般膜応力強さ |            |          | 一次一般膜＋一次曲げ応力強さ |            |          | 一次＋二次応力強さ |            |          |
|---------------|-----------------------------------|------------|-----------|------------|----------|----------------|------------|----------|-----------|------------|----------|
|               |                                   |            | 計算値       | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値            | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値       | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| バスケット<br>プレート | ボロン添加<br>ステンレス鋼板<br>(B-SUS304P-1) | 供用状態<br>Cs | 1         | ①          | 219      | 4              | ②          | 328      | —         | —          | —        |
|               |                                   | 供用状態<br>Ds | 2         | ①          | 291      | 6              | ②          | 437      | —         | —          | —        |

## 第 5-22(6) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位           | 材 料                               | 許容応力<br>区分 | 平均せん断応力 |     |          | 平均支圧応力 |     |          | 圧縮応力 |     |          |
|---------------|-----------------------------------|------------|---------|-----|----------|--------|-----|----------|------|-----|----------|
|               |                                   |            | 計算値     | 評価面 | 許容<br>応力 | 計算値    | 評価面 | 許容<br>応力 | 計算値  | 評価面 | 許容<br>応力 |
| バスケット<br>プレート | ボロン添加<br>ステンレス鋼板<br>(B-SUS304P-1) | 供用状態<br>Cs | 1       | ②   | 131      | 1      | ①   | 303      | 1    | ①   | 176      |
|               |                                   | 供用状態<br>Ds | 1       | ②   | 175      | 2      | ①   | 404      | 2    | ①   | 176      |

## 第 5-22(7) 評価結果

(単位：MPa)

| 部 位   | 材 料                         | 許容応力<br>区分             | 一次応力  |            |          |      |            |          |                    |            |          | 一次+二次応力 |            |          |      |            |          |
|-------|-----------------------------|------------------------|-------|------------|----------|------|------------|----------|--------------------|------------|----------|---------|------------|----------|------|------------|----------|
|       |                             |                        | せん断応力 |            |          | 曲げ応力 |            |          | 垂直応力とせん断<br>応力の組合せ |            |          | せん断応力   |            |          | 曲げ応力 |            |          |
|       |                             |                        | 計算値   | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値                | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値     | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| トラニオン | ステンレス鋼<br>(SUS630<br>H1150) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 44    | ①          | 341      | 104  | ①          | 591      | 129                | ①          | 591      | 88      | ①          | 682      | 209  | ①          | 1182     |
|       |                             | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 121   | ①          | 341      | 287  | ①          | 591      | 356                | ①          | 591      | 243     | ①          | 682      | 574  | ①          | 1182     |

第 5-23 表 疲労累積係数 (一次蓋締付けボルト)

| No.                                  | $S_P$<br>(MPa) | $S_\ell$<br>(MPa) | $S_\ell'$<br>(MPa) | $N_a$  | $N_c$ | $N_c / N_a$ |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------|-------|-------------|
| 疲労累積係数 $U_n = 0.0442$                |                |                   |                    |        |       |             |
| 1                                    | 1              | 0.5               | 0.6                | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{sd} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 2                                    | 4              | 2                 | 3                  | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{ss} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{ss} = 0.0542$ |                |                   |                    |        |       |             |

第 5-24 表 疲労累積係数 (カバープレート締付けボルト)

| No.                                  | $S_P$<br>(MPa) | $S_\ell$<br>(MPa) | $S_\ell'$<br>(MPa) | $N_a$  | $N_c$ | $N_c / N_a$ |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------|-------|-------------|
| 疲労累積係数 $U_n = 0.0413$                |                |                   |                    |        |       |             |
| 1                                    | 0.1            | 0.1               | 0.1                | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{sd} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 2                                    | 0.5            | 0.2               | 0.3                | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{ss} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{ss} = 0.0513$ |                |                   |                    |        |       |             |

第 5-25 表 疲労累積係数 (二次蓋締付けボルト)

| No.                                  | $S_P$<br>(MPa) | $S_\ell$<br>(MPa) | $S_\ell'$<br>(MPa) | $N_a$  | $N_c$ | $N_c / N_a$ |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------|-------|-------------|
| 疲労累積係数 $U_n = 0.0353$                |                |                   |                    |        |       |             |
| 1                                    | 1              | 0.5               | 0.6                | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{sd} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 2                                    | 4              | 2                 | 2                  | $10^6$ | 10000 | 0.0100      |
| 疲労累積係数 $U_{ss} = 0.0100$             |                |                   |                    |        |       |             |
| 疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{ss} = 0.0453$ |                |                   |                    |        |       |             |

第5-26表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態Cs）（1/3）

（単位：MPa）

| 部 位           | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度*2   |
|---------------|-------|----------------------|-----|------|--------|
| 一次蓋<br>(中央)   | ①-①'  | $P_m$                | 4   | 183  | 45.75  |
|               | ①     | $P_L + P_b$          | 9   | 274  | 30.44  |
|               | ①'    | $P_L + P_b$          | 2   | 274  | 137.00 |
|               | ①     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 3   | 366  | 122.00 |
|               | ①'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 1   | 366  | 366.00 |
| 一次蓋<br>(端部)   | ②     | $P_L + P_b$          | 18  | 274  | 15.22  |
|               | ②'    | $P_L + P_b$          | 18  | 274  | 15.22  |
|               | ②     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 45  | 366  | 8.13   |
|               | ②'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 48  | 366  | 7.62   |
| 二次蓋<br>(中央)   | ③-③'  | $P_m$                | 1   | 236  | 236.00 |
|               | ③     | $P_L + P_b$          | 15  | 355  | 23.66  |
|               | ③'    | $P_L + P_b$          | 16  | 355  | 22.18  |
|               | ③     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 474  | 118.50 |
|               | ③'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 5   | 474  | 94.80  |
| 二次蓋<br>(端部)   | ④     | $P_L + P_b$          | 30  | 355  | 11.83  |
|               | ④'    | $P_L + P_b$          | 30  | 355  | 11.83  |
|               | ④     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 54  | 474  | 8.77   |
|               | ④'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 64  | 474  | 7.40   |
| 一次蓋締付け<br>ボルト | ⑤     | 平均引張応力               | 247 | 554  | 2.24   |
|               |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 335 | 831  | 2.48   |
| 二次蓋締付け<br>ボルト | ⑥     | 平均引張応力               | 251 | 565  | 2.25   |
|               |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 275 | 847  | 3.08   |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-26表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態Cs）（2/3）

（単位：MPa）

| 部 位                  | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度*2   |
|----------------------|-------|----------------------|-----|------|--------|
| 胴<br>(一次蓋密封<br>シール部) | ⑦     | $P_L + P_b$          | 10  | 183  | 18.30  |
|                      | ⑦'    | $P_L + P_b$          | 10  | 183  | 18.30  |
|                      | ⑦     | $P_L + P_b + Q$      | 26  | 183  | 7.03   |
|                      | ⑦'    | $P_L + P_b + Q$      | 12  | 183  | 15.25  |
| 胴<br>(二次蓋密封<br>シール部) | ⑧     | $P_L + P_b$          | 16  | 183  | 11.43  |
|                      | ⑧'    | $P_L + P_b$          | 16  | 183  | 11.43  |
|                      | ⑧     | $P_L + P_b + Q$      | 37  | 183  | 4.94   |
|                      | ⑧'    | $P_L + P_b + Q$      | 9   | 183  | 20.33  |
| 胴<br>(中央)            | ⑨-⑨'  | $P_m$                | 1   | 183  | 183.00 |
|                      | ⑨     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 3   | 366  | 122.00 |
|                      | ⑨'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 2   | 366  | 183.00 |
| 胴<br>(下部)            | ⑩     | $P_L + P_b$          | 14  | 274  | 19.57  |
|                      | ⑩'    | $P_L + P_b$          | 14  | 274  | 19.57  |
|                      | ⑩     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 26  | 366  | 14.07  |
|                      | ⑩'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 42  | 366  | 8.71   |
| 底板<br>(中央)           | ⑪-⑪'  | $P_m$                | 2   | 183  | 91.50  |
|                      | ⑪     | $P_L + P_b$          | 6   | 274  | 45.66  |
|                      | ⑪'    | $P_L + P_b$          | 7   | 274  | 39.14  |
|                      | ⑪     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 366  | 91.50  |
|                      | ⑪'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 366  | 91.50  |
|                      | ⑪     | $\sigma_p$           | 1   | 183  | 183.00 |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-26表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態Cs）（3/3）

（単位：MPa）

| 部 位                     | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度*2   |
|-------------------------|-------|----------------------|-----|------|--------|
| 底板<br>(端部)              | ⑫     | $P_L + P_b$          | 5   | 274  | 54.80  |
|                         | ⑫'    | $P_L + P_b$          | 5   | 274  | 54.80  |
|                         | ⑫     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 12  | 366  | 30.50  |
|                         | ⑫'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 17  | 366  | 21.52  |
|                         | ⑫     | $\sigma_p$           | 1   | 183  | 183.00 |
| 底部中性子<br>遮蔽材カバー<br>(中央) | ⑬-⑬'  | $P_m$                | 9   | 232  | 25.77  |
|                         | ⑬     | $P_L + P_b$          | 19  | 348  | 18.31  |
|                         | ⑬'    | $P_L + P_b$          | 21  | 348  | 16.57  |
|                         | ⑬     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 10  | 465  | 46.50  |
|                         | ⑬'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 7   | 465  | 66.42  |
| 底部中性子<br>遮蔽材カバー<br>(端部) | ⑭     | $P_L + P_b$          | 47  | 348  | 7.40   |
|                         | ⑭'    | $P_L + P_b$          | 47  | 348  | 7.40   |
|                         | ⑭     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 112 | 465  | 4.15   |
|                         | ⑭'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 78  | 465  | 5.96   |
| 一次蓋<br>(密封シール部)         | ⑮     | $P_L + P_b$          | 7   | 183  | 26.14  |
|                         | ⑮'    | $P_L + P_b$          | 7   | 183  | 26.14  |
|                         | ⑮     | $P_L + P_b + Q$      | 30  | 183  | 6.10   |
|                         | ⑮'    | $P_L + P_b + Q$      | 61  | 183  | 3.00   |
| 二次蓋<br>(密封シール部)         | ⑯     | $P_L + P_b$          | 9   | 236  | 26.22  |
|                         | ⑯'    | $P_L + P_b$          | 9   | 236  | 26.22  |
|                         | ⑯     | $P_L + P_b + Q$      | 18  | 236  | 13.11  |
|                         | ⑯'    | $P_L + P_b + Q$      | 12  | 236  | 19.66  |
| カバープレート                 | ⑰     | $P_L + P_b$          | 3   | 246  | 82.00  |
|                         |       | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 1   | 411  | 411.00 |
| カバープレート<br>(密封シール部)     | ⑰'    | $P_L + P_b$          | 3   | 155  | 51.66  |
|                         |       | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 1   | 155  | 155.00 |
| カバープレート締<br>付けボルト       | ⑱     | 平均引張応力               | 138 | 554  | 4.01   |
|                         |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 139 | 831  | 5.97   |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-27表 バスケットの応力評価（供用状態Cs）  
（単位：MPa）

| 部 位           | 応力分類        | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*1   |
|---------------|-------------|-----|------------|------|--------|
| バスケット<br>プレート | $P_m$       | 1   | ①          | 219  | 219.00 |
|               | $P_m + P_b$ | 4   | ②          | 328  | 82.00  |
|               | $\sigma_s$  | 1   | ②          | 131  | 131.00 |
|               | $\sigma_p$  | 1   | ①          | 303  | 303.00 |
|               | $\sigma_c$  | 1   | ①          | 176  | 176.00 |

注記\*1：許容応力に対する計算値の裕度

第5-28表 トラニオンの応力評価（供用状態Cs）  
（単位：MPa）

| 部 位         | 応力の種類                 |                | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*2 |
|-------------|-----------------------|----------------|-----|------------|------|------|
| 下部<br>トラニオン | 一次<br>応力              | せん断応力          | 44  | ①          | 341  | 7.75 |
|             |                       | 曲げ応力           | 104 | ①          | 591  | 5.68 |
|             |                       | 垂直応力とせん断応力の組合せ | 129 | ①          | 591  | 4.58 |
|             | 一*1<br>次+<br>二次<br>応力 | せん断応力          | 88  | ①          | 682  | 7.75 |
|             |                       | 曲げ応力           | 209 | ①          | 1182 | 5.65 |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-29表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態D<sub>s</sub>）（1/3）

（単位：MPa）

| 部 位           | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度* <sup>2</sup> |
|---------------|-------|----------------------|-----|------|------------------|
| 一次蓋<br>（中央）   | ①-①'  | $P_m$                | 5   | 251  | 50.20            |
|               | ①     | $P_L + P_b$          | 9   | 377  | 41.88            |
|               | ①'    | $P_L + P_b$          | 2   | 377  | 188.50           |
|               | ①     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 366  | 91.50            |
|               | ①'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 2   | 366  | 183.00           |
| 一次蓋<br>（端部）   | ②     | $P_L + P_b$          | 18  | 377  | 20.94            |
|               | ②'    | $P_L + P_b$          | 18  | 377  | 20.94            |
|               | ②     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 46  | 366  | 7.95             |
|               | ②'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 49  | 366  | 7.46             |
| 二次蓋<br>（中央）   | ③-③'  | $P_m$                | 1   | 286  | 286.00           |
|               | ③     | $P_L + P_b$          | 15  | 429  | 28.60            |
|               | ③'    | $P_L + P_b$          | 16  | 429  | 26.81            |
|               | ③     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 474  | 118.50           |
|               | ③'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 5   | 474  | 94.80            |
| 二次蓋<br>（端部）   | ④     | $P_L + P_b$          | 30  | 429  | 14.30            |
|               | ④'    | $P_L + P_b$          | 30  | 429  | 14.30            |
|               | ④     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 54  | 474  | 8.77             |
|               | ④'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 66  | 474  | 7.18             |
| 一次蓋締付け<br>ボルト | ⑤     | 平均引張応力               | 241 | 831  | 3.44             |
|               |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 337 | 831  | 2.46             |
| 二次蓋締付け<br>ボルト | ⑥     | 平均引張応力               | 244 | 848  | 3.47             |
|               |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 274 | 848  | 3.09             |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-29表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態Ds）（2/3）

（単位：MPa）

| 部 位                  | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度*2   |
|----------------------|-------|----------------------|-----|------|--------|
| 胴<br>(一次蓋密封<br>シール部) | ⑦     | $P_L + P_b$          | 10  | 183  | 18.30  |
|                      | ⑦'    | $P_L + P_b$          | 10  | 183  | 18.30  |
|                      | ⑦     | $P_L + P_b + Q$      | 26  | 183  | 7.03   |
|                      | ⑦'    | $P_L + P_b + Q$      | 12  | 183  | 15.25  |
| 胴<br>(二次蓋密封<br>シール部) | ⑧     | $P_L + P_b$          | 16  | 183  | 11.43  |
|                      | ⑧'    | $P_L + P_b$          | 16  | 183  | 11.43  |
|                      | ⑧     | $P_L + P_b + Q$      | 37  | 183  | 4.94   |
|                      | ⑧'    | $P_L + P_b + Q$      | 9   | 183  | 20.33  |
| 胴<br>(中央)            | ⑨-⑨'  | $P_m$                | 2   | 251  | 125.50 |
|                      | ⑨     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 5   | 366  | 73.20  |
|                      | ⑨'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 4   | 366  | 91.50  |
| 胴<br>(下部)            | ⑩     | $P_L + P_b$          | 30  | 377  | 12.56  |
|                      | ⑩'    | $P_L + P_b$          | 30  | 377  | 12.56  |
|                      | ⑩     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 51  | 366  | 7.17   |
|                      | ⑩'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 83  | 366  | 4.40   |
| 底板<br>(中央)           | ⑪-⑪'  | $P_m$                | 3   | 251  | 83.66  |
|                      | ⑪     | $P_L + P_b$          | 7   | 377  | 53.85  |
|                      | ⑪'    | $P_L + P_b$          | 9   | 377  | 41.88  |
|                      | ⑪     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 8   | 366  | 45.75  |
|                      | ⑪'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 9   | 366  | 40.66  |
|                      | ⑪     | $\sigma_p$           | 1   | 377  | 377.00 |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-29表 密封容器及び二次蓋の応力評価（供用状態D<sub>s</sub>）（3/3）

（単位：MPa）

| 部 位                     | 応力評価点 | 応力分類                 | 計算値 | 許容応力 | 裕度* <sup>2</sup> |
|-------------------------|-------|----------------------|-----|------|------------------|
| 底板<br>(端部)              | ⑫     | $P_L + P_b$          | 10  | 377  | 37.70            |
|                         | ⑫'    | $P_L + P_b$          | 10  | 377  | 37.70            |
|                         | ⑫     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 24  | 366  | 15.25            |
|                         | ⑫'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 32  | 366  | 11.43            |
|                         | ⑫     | $\sigma_p$           | 1   | 377  | 377.00           |
| 底部中性子<br>遮蔽材カバー<br>(中央) | ⑬-⑬'  | $P_m$                | 10  | 282  | 28.20            |
|                         | ⑬     | $P_L + P_b$          | 16  | 424  | 26.50            |
|                         | ⑬'    | $P_L + P_b$          | 23  | 424  | 18.43            |
|                         | ⑬     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 19  | 465  | 24.47            |
|                         | ⑬'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 12  | 465  | 38.75            |
| 底部中性子<br>遮蔽材カバー<br>(端部) | ⑭     | $P_L + P_b$          | 91  | 424  | 4.65             |
|                         | ⑭'    | $P_L + P_b$          | 91  | 424  | 4.65             |
|                         | ⑭     | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 217 | 465  | 2.14             |
|                         | ⑭'    | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 152 | 465  | 3.05             |
| 一次蓋<br>(密封シール部)         | ⑮     | $P_L + P_b$          | 7   | 183  | 26.14            |
|                         | ⑮'    | $P_L + P_b$          | 7   | 183  | 26.14            |
|                         | ⑮     | $P_L + P_b + Q$      | 30  | 183  | 6.10             |
|                         | ⑮'    | $P_L + P_b + Q$      | 61  | 183  | 3.00             |
| 二次蓋<br>(密封シール部)         | ⑯     | $P_L + P_b$          | 9   | 236  | 26.22            |
|                         | ⑯'    | $P_L + P_b$          | 9   | 236  | 26.22            |
|                         | ⑯     | $P_L + P_b + Q$      | 18  | 236  | 13.11            |
|                         | ⑯'    | $P_L + P_b + Q$      | 12  | 236  | 19.66            |
| カバープレート                 | ⑰     | $P_L + P_b$          | 3   | 422  | 140.66           |
|                         |       | $P_L + P_b + Q^{*1}$ | 1   | 411  | 411.00           |
| カバープレート<br>締付けボルト       | ⑱     | 平均引張応力               | 138 | 831  | 6.02             |
|                         |       | 平均引張応力<br>+ 曲げ応力     | 146 | 831  | 5.69             |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-30表 バスケットの応力評価（供用状態Ds）

（単位：MPa）

| 部 位           | 応力分類        | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*1   |
|---------------|-------------|-----|------------|------|--------|
| バスケット<br>プレート | $P_m$       | 2   | ①          | 291  | 145.50 |
|               | $P_m + P_b$ | 6   | ②          | 437  | 72.83  |
|               | $\sigma_s$  | 1   | ②          | 175  | 175.00 |
|               | $\sigma_p$  | 2   | ①          | 404  | 202.00 |
|               | $\sigma_c$  | 2   | ①          | 176  | 88.00  |

注記\*1：許容応力に対する計算値の裕度

第5-31表 トラニオンの応力評価（供用状態Ds）

（単位：MPa）

| 部 位         | 応力の種類                 |                        | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*2 |
|-------------|-----------------------|------------------------|-----|------------|------|------|
| 下部<br>トラニオン | 一次<br>応力              | せん断応力                  | 121 | ①          | 341  | 2.81 |
|             |                       | 曲げ応力                   | 287 | ①          | 591  | 2.05 |
|             |                       | 垂直応力と<br>せん断応力<br>の組合せ | 356 | ①          | 591  | 1.66 |
|             | 一*1<br>次<br>十二次<br>応力 | せん断応力                  | 243 | ①          | 682  | 2.80 |
|             |                       | 曲げ応力                   | 574 | ①          | 1182 | 2.05 |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

## 6. 金属キャスクの機能維持評価

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6. 金属キャスクの機能維持評価」に同じである。

### 6.1 機能維持評価方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.1 機能維持評価方針」に同じである。

#### 6.1.1 荷重の種類とその組合せ

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.1.1 荷重の種類とその組合せ」に同じである。

#### 6.1.2 許容応力値

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.1.2 許容応力値」に同じである。

### 6.2 機能維持評価方法

#### 6.2.1 密封容器

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.2.1 密封容器」に同じである。

#### 6.2.2 バスケット

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.2.2 バスケット」に同じである。

#### 6.2.3 外筒（端板含む。）

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.2.3 外筒（端板含む。）」に同じである。

#### 6.2.4 蓋部中性子遮蔽材カバー

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性

に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.2.4 蓋部中性子遮蔽材カバー」に同じである。

### 6.3 機能維持評価条件

機能維持評価の設計震度を第6-5表に示す。また、外筒及び蓋部中性子遮蔽材カバーの応力評価条件を第6-6表及び第6-7表に示す。

### 6.4 評価結果

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A）） 6.4 評価結果」に同じである。

第 6-5 表 設計震度

| 評価事象                       | 方向 | 記号             | 設計震度 |
|----------------------------|----|----------------|------|
| S <sub>d</sub> *地震力が作用する場合 | 水平 | C <sub>H</sub> | 0.72 |
|                            | 鉛直 | C <sub>V</sub> | 0.38 |
| S <sub>s</sub> 地震力が作用する場合  | 水平 | C <sub>H</sub> | 1.40 |
|                            | 鉛直 | C <sub>V</sub> | 0.87 |

第 6-6 表 外筒の応力評価条件

| 項目                           | 記号               | 単位               | 数値      |
|------------------------------|------------------|------------------|---------|
| 外筒, 端板, 伝熱フィン及び側部中レジンの総質量    | m <sub>all</sub> | kg               | 15500   |
| 重力加速度                        | G                | m/s <sup>2</sup> | 9.80665 |
| 胴外径 (下部端板内径)                 | D <sub>d</sub>   | mm               | 2156    |
| 下部端板の板厚                      | t <sub>b</sub>   | mm               | 25      |
| 長方形板の最大応力の係数(下部端板の縦横比を考慮した値) | β <sub>1</sub>   | —                | 0.5     |
| 側部レジン充填部の圧力                  | p <sub>1</sub>   | MPa              |         |
| 最大のフィンピッチ幅                   | a <sub>1</sub>   | mm               |         |
| 長方形板の最大応力の係数(外筒の縦横比を考慮した値)   | β <sub>2</sub>   | —                | 0.65    |
| 外筒一区間当たりの側部レジンと外筒の質量         | m <sub>1</sub>   | kg               | 510     |
| 外筒一区間当たりの外筒の内面積              | A <sub>1</sub>   | mm <sup>2</sup>  |         |
| 外筒の板厚                        | t                | mm               | 20      |

第 6-7 表 蓋部中性子遮蔽材カバーの応力評価条件

| 項目                              | 記号             | 単位               | 数値      |
|---------------------------------|----------------|------------------|---------|
| 正方形板の最大応力の係数                    | β <sub>3</sub> | —                | 0.32    |
| 蓋部中性子遮蔽材カバーの質量                  | m <sub>2</sub> | kg               | 154.5   |
| 重力加速度                           | G              | m/s <sup>2</sup> | 9.80665 |
| 正方形板の一辺の長さ (蓋部中性子遮蔽材カバー直径の 1/2) | a <sub>2</sub> | mm               | 787.5   |
| 蓋部中性子遮蔽材カバーの板厚                  | t <sub>L</sub> | mm               | 40      |

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

## 7. 引用文献

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 7. 引用文献」に同じである。

添付 5-4 貯蔵架台の耐震性に関する説明書

添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書  
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

## 目次

|                        |   |
|------------------------|---|
| 1. 概要                  | 1 |
| 2. 基本方針                | 1 |
| 2.1 構造の説明              | 1 |
| 2.2 評価方針               | 1 |
| 2.3 記号の説明              | 1 |
| 2.4 数値の丸め方             | 1 |
| 3. 耐震評価箇所              | 1 |
| 3.1 貯蔵架台の耐震評価箇所        | 1 |
| 4. 固有値解析               | 1 |
| 5. 貯蔵架台の耐震評価           | 2 |
| 5.1 基本方針               | 2 |
| 5.2 荷重の組合せ及び許容応力, 許容荷重 | 2 |
| 5.3 設計条件               | 2 |
| 5.4 応力評価方法             | 2 |
| 5.5 応力評価条件             | 2 |
| 5.6 評価結果               | 3 |

## 図表目次

|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 第5-10表 | 設計条件                              | 4  |
| 第5-11表 | 設計震度                              | 5  |
| 第5-12表 | 貯蔵架台本体の応力評価条件                     | 5  |
| 第5-13表 | トラニオン固定ボルトの応力評価条件                 | 6  |
| 第5-14表 | トラニオン固定金具の応力評価条件                  | 6  |
| 第5-15表 | 架台固定ボルトの応力評価条件                    | 6  |
| 第5-16表 | 貯蔵架台脚部の応力評価条件                     | 7  |
| 第5-17表 | ボスの応力評価条件                         | 7  |
| 第5-18表 | 基礎ボルトの応力評価条件                      | 7  |
| 第5-19表 | 評価結果                              | 8  |
| 第5-20表 | 貯蔵架台の応力評価（供用状態C <sub>s</sub> ）    | 11 |
| 第5-21表 | コンクリート部の荷重評価（供用状態C <sub>s</sub> ） | 13 |
| 第5-22表 | 貯蔵架台の応力評価（供用状態D <sub>s</sub> ）    | 14 |
| 第5-23表 | コンクリート部の荷重評価（供用状態D <sub>s</sub> ） | 16 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 1. 概要」に同じである。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造の説明

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.1 構造の説明」に同じである。

### 2.2 評価方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.2 評価方針」に同じである。

### 2.3 記号の説明

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.3 記号の説明」に同じである。

### 2.4 数値の丸め方

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 2.4 数値の丸め方」に同じである。

## 3. 耐震評価箇所

### 3.1 貯蔵架台の耐震評価箇所

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 3.1 貯蔵架台の耐震評価箇所」に同じである。

## 4. 固有値解析

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 4. 固有値解析」に同じである。

## 5. 貯蔵架台の耐震評価

### 5.1 基本方針

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.1 基本方針」に同じである。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力、許容荷重

#### 5.2.1 荷重の種類と組合せ

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.2.1 荷重の種類と組合せ」に同じである。

#### 5.2.2 使用材料の許容応力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.2.2 使用材料の許容応力」に同じである。

#### 5.2.3 コンクリート部の許容荷重

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.2.3 コンクリート部の許容荷重」に同じである。

### 5.3 設計条件

設計条件を第 5-10 表に示す。

設計震度の評価方法は、「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」の 5.3 項と同様である。

### 5.4 応力評価方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-4-1 貯蔵架台の耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）） 5.4 応力評価方法」に同じである。

### 5.5 応力評価条件

貯蔵架台の設計震度を第 5-11 表に示す。また、貯蔵架台の各評価箇所の評価条件を第 5-12 表から第 5-18 表に示す。

## 5.6 評価結果

貯蔵架台の耐震評価結果を以下に示す。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。評価結果を第5-19表に示す。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、各評価点の応力の種類における許容応力に対する計算値の裕度を第5-20表、第5-22表に、コンクリート部の許容値に対する計算値の裕度を第5-21表、第5-23表に示す。評価対象となる部位のうち、トラニオン固定金具、コンクリート部については許容応力及び許容値に対する計算値の裕度が1.5より小さくなるため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響について詳細評価を実施する。建屋の最大加速度（1.2ZPA）に対して組合せ係数法を採用すると、水平2方向を考慮した設計震度は1.39となり、設計震度（1.40）に包絡され、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより設備が有する耐震性に影響がないことを確認した。

第5-10表 設計条件

| 機器名称   | 耐震設計上の重要度分類 | 据付場所及び床面高さ(m)                         | 固有周期(s) |             | 設計震度                  |             | 最高使用温度(°C) |
|--------|-------------|---------------------------------------|---------|-------------|-----------------------|-------------|------------|
|        |             |                                       |         |             | 弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度 | 基準地震動 $S_s$ |            |
| 金属キャスク | S           | 使用済燃料貯蔵建屋<br>T.P. 16.30* <sup>1</sup> | 水平方向    | $T_H=0.080$ | $C_H=0.72$            | $C_H=1.40$  | 150        |
|        |             |                                       | 鉛直方向    | $T_V=0.023$ | $C_V=0.38$            | $C_V=0.87$  |            |
| 貯蔵架台   |             |                                       | 同上      |             |                       |             | 130        |

注記\*1：基準床レベルを示す。

第5-11表 設計震度

| 評価事象                       | 方向 | 記号             | 設計震度 |
|----------------------------|----|----------------|------|
| S <sub>d</sub> *地震力が作用する場合 | 水平 | C <sub>H</sub> | 0.72 |
|                            | 鉛直 | C <sub>V</sub> | 0.38 |
| S <sub>s</sub> 地震力が作用する場合  | 水平 | C <sub>H</sub> | 1.40 |
|                            | 鉛直 | C <sub>V</sub> | 0.87 |

第5-12表 貯蔵架台本体の応力評価条件

| 項目                    | 記号              | 単位               | 数値                    |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| 重力加速度                 | G               | m/s <sup>2</sup> | 9.80665               |
| キャスク底面直径円周部の断面積       | A               | mm <sup>2</sup>  | 1.182×10 <sup>6</sup> |
| 金属キャスクの質量             | m <sub>c</sub>  | kg               | 118300                |
| 貯蔵架台の質量               | m <sub>s</sub>  | kg               | 15000                 |
| ポアソン比                 | ν               | —                | 0.3                   |
| 金属キャスク中心から最外周ボルトまでの距離 | a <sub>1</sub>  | mm               | 2015.3                |
| キャスク底面半径              | a <sub>2</sub>  | mm               | 990                   |
| 架台厚さ                  | t               | mm               | 190                   |
| 係数                    | β               | —                | 1.539                 |
| 金属キャスク底面から重心までの高さ     | h <sub>CG</sub> | mm               | 2672                  |

第5-13表 トラニオン固定ボルトの応力評価条件

| 項目                          | 記号    | 単位              | 数値                  |
|-----------------------------|-------|-----------------|---------------------|
| 固縛装置1組当たりのトラニオン固定ボルトの本数     | $n_t$ | —               | 2                   |
| トラニオン固定ボルト (M52) の断面積       | A     | mm <sup>2</sup> | $2.124 \times 10^3$ |
| 支点Oから固縛装置④のトラニオン固定金具中心までの距離 | $a_3$ | mm              | 2288                |
| 支点Oから金属キャスク中心までの距離          | $a_5$ | mm              | 990                 |

第5-14表 トラニオン固定金具の応力評価条件

| 項目             | 記号 | 単位              | 数値                  |
|----------------|----|-----------------|---------------------|
| トラニオン固定金具の断面積  | A  | mm <sup>2</sup> | $1.330 \times 10^4$ |
| トラニオン固定ボルト間距離  | L  | mm              | 360                 |
| トラニオン固定金具の断面係数 | Z  | mm <sup>3</sup> | $2.948 \times 10^5$ |

第5-15表 架台固定ボルトの応力評価条件

| 項目                        | 記号    | 単位              | 数値                  |
|---------------------------|-------|-----------------|---------------------|
| 架台固定ボルト (M56) の断面積        | A     | mm <sup>2</sup> | $2.463 \times 10^3$ |
| 床面から金属キャスク重心までの高さ         | $h_1$ | mm              | 2982                |
| 床面から貯蔵架台本体重心までの高さ         | $h_2$ | mm              | 215                 |
| 金属キャスク中心から架台固定ボルト(A)までの距離 | $a_6$ | mm              | 2015.3              |
| 金属キャスク中心から架台固定ボルト(B)までの距離 | $a_7$ | mm              | 1343.5              |
| 金属キャスク中心から架台固定ボルト(C)までの距離 | $a_8$ | mm              | 1007.6              |
| 金属キャスク中心から架台固定ボルト(D)までの距離 | $a_9$ | mm              | 671.8               |
| 架台固定ボルトの本数                | n     | —               | 10                  |

第5-16表 貯蔵架台脚部の応力評価条件

| 項目                | 記号        | 単位            | 数値                  |
|-------------------|-----------|---------------|---------------------|
| 貯蔵架台脚部 (A) 面積     | $A_1$     | $\text{mm}^2$ | $1.887 \times 10^4$ |
| 貯蔵架台脚部 (B) (D) 面積 | $A_2$     | $\text{mm}^2$ | $1.887 \times 10^4$ |
| 貯蔵架台脚部 (C) 面積     | $A_3$     | $\text{mm}^2$ | $1.137 \times 10^4$ |
| 貯蔵架台脚部総面積         | $A_{all}$ | $\text{mm}^2$ | $1.737 \times 10^5$ |

第5-17表 ボスの応力評価条件

| 項目     | 記号 | 単位            | 数値                  |
|--------|----|---------------|---------------------|
| ボスの断面積 | A  | $\text{mm}^2$ | $3.218 \times 10^3$ |

第5-18表 基礎ボルトの応力評価条件

| 項目               | 記号    | 単位            | 数値                  |
|------------------|-------|---------------|---------------------|
| 基礎ボルト (M56) の断面積 | A     | $\text{mm}^2$ | $2.463 \times 10^3$ |
| コンクリートの設計基準強度    | $F_c$ | MPa           |                     |
| 基礎ボルト頭の支圧面積      | $A_o$ | $\text{mm}^2$ | $3.794 \times 10^3$ |
| 基礎ボルトの谷径断面積      | $A_b$ | $\text{mm}^2$ | $1.967 \times 10^3$ |
| コンクリートのヤング係数     | $E_c$ | MPa           | $2.52 \times 10^4$  |

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 5-19 表 (1) 評価結果

(単位 : MPa)

| 部 位        | 材 料             | 許容応力<br>区分  | 一次応力 |            |          | 一次+二次応力 |            |          |
|------------|-----------------|-------------|------|------------|----------|---------|------------|----------|
|            |                 |             | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値     | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| 貯蔵架台<br>本体 | 炭素鋼<br>(SGV480) | 供用状態<br>C s | 76   | ①          | 234      | 152     | ①          | 468      |
|            |                 | 供用状態<br>D s | 131  | ①          | 281      | 261     | ①          | 562      |

第 5-19 表 (2) 評価結果

(単位 : MPa)

| 部 位           | 材 料                         | 許容応力<br>区分  | 一次応力 |            |          | 一次+二次応力 |            |          |
|---------------|-----------------------------|-------------|------|------------|----------|---------|------------|----------|
|               |                             |             | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値     | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| トラニオン<br>固定金具 | ステンレス鋼<br>(SUS630<br>H1150) | 供用状態<br>C s | 208  | ②          | 591      | 406     | ②          | 1182     |
|               |                             | 供用状態<br>D s | 572  | ②          | 591      | 1119    | ②          | 1182     |

第 5-19 表 (3) 評価結果

(単位 : MPa)

| 部 位            | 材 料               | 許容応力<br>区分             | 引張応力 |            |          | せん断応力 |            |          | 組合せ応力 |            |          |
|----------------|-------------------|------------------------|------|------------|----------|-------|------------|----------|-------|------------|----------|
|                |                   |                        | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値   | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値   | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| トラニオン<br>固定ボルト | 低合金鋼<br>(SNB23-3) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 157  | ③          | 478      | —     | —          | —        | —     | —          | —        |
|                |                   | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 432  | ③          | 478      | —     | —          | —        | —     | —          | —        |
| 架台固定<br>ボルト    | 低合金鋼<br>(SNB23-3) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 108  | ④          | 478      | 39    | ④          | 368      | 108   | ④          | 478      |
|                |                   | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 266  | ④          | 478      | 75    | ④          | 368      | 266   | ④          | 478      |

第 5-19 表 (4) 評価結果

(単位 : MPa)

| 部 位        | 材 料             | 許容応力<br>区分             | 圧縮応力 |            |          |
|------------|-----------------|------------------------|------|------------|----------|
|            |                 |                        | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| 貯蔵架台<br>脚部 | 炭素鋼<br>(SGV480) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 30   | ⑤          | 234      |
|            |                 | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 52   | ⑤          | 281      |

第 5-19 表 (5) 評価結果

(単位 : MPa)

| 部 位   | 材 料              | 許容応力<br>区分             | 引張応力 |            |          | せん断応力 |            |          | 組合せ応力 |            |          |
|-------|------------------|------------------------|------|------------|----------|-------|------------|----------|-------|------------|----------|
|       |                  |                        | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値   | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 | 計算値   | 評価点<br>(面) | 許容<br>応力 |
| ボス    | 低合金鋼<br>(SCM435) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 83   | ⑥          | 456      | 30    | ⑥          | 351      | 83    | ⑥          | 456      |
|       |                  | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 204  | ⑥          | 456      | 57    | ⑥          | 351      | 204   | ⑥          | 456      |
| 基礎ボルト | 低合金鋼<br>(SCM435) | 供用状態<br>C <sub>s</sub> | 108  | ⑦          | 456      | 39    | ⑦          | 351      | 108   | ⑦          | 456      |
|       |                  | 供用状態<br>D <sub>s</sub> | 266  | ⑦          | 456      | 75    | ⑦          | 351      | 266   | ⑦          | 456      |

第 5-19 表 (6) 評価結果

| 部 位     | 供用状態       | 引張荷重 (N)            |                     | せん断荷重 (N)           |                     | 引張荷重及びせん断荷重の組合せ (一) |     |
|---------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|
|         |            | 計算値                 | 許容荷重                | 計算値                 | 許容荷重                | 計算値                 | 許容値 |
| コンクリート部 | 供用状態<br>Cs | $2.644 \times 10^5$ | $6.708 \times 10^5$ | $9.412 \times 10^4$ | $5.192 \times 10^5$ | 0.19                | 1   |
|         | 供用状態<br>Ds | $6.547 \times 10^5$ | $8.944 \times 10^5$ | $1.831 \times 10^5$ | $6.923 \times 10^5$ | 0.61                | 1   |

第5-20表 貯蔵架台の応力評価（供用状態Cs）（1/2）

（単位：MPa）

| 部 位            | 応力の種類      |       | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*2  |
|----------------|------------|-------|-----|------------|------|-------|
| 貯蔵架台本体         | 一次応力       | せん断応力 | 2   | ①          | 135  | 67.50 |
|                |            | 曲げ応力  | 76  | ①          | 234  | 3.07  |
|                |            | 組合せ応力 | 76  | ①          | 234  | 3.07  |
|                | 一次+二次応力 *1 | せん断応力 | 3   | ①          | 270  | 90.00 |
|                |            | 曲げ応力  | 152 | ①          | 468  | 3.07  |
| トラニオン<br>固定金具  | 一次応力       | せん断応力 | 25  | ②          | 341  | 13.64 |
|                |            | 曲げ応力  | 203 | ②          | 591  | 2.91  |
|                |            | 組合せ応力 | 208 | ②          | 591  | 2.84  |
|                | 一次+二次応力 *1 | せん断応力 | 50  | ②          | 682  | 13.64 |
|                |            | 曲げ応力  | 406 | ②          | 1182 | 2.91  |
| トラニオン<br>固定ボルト | —          | 引張応力  | 157 | ③          | 478  | 3.04  |
| 架台固定ボルト        | —          | 引張応力  | 108 | ④          | 478  | 4.42  |
|                |            | せん断応力 | 39  | ④          | 368  | 9.43  |
|                |            | 組合せ応力 | 108 | ④          | 478  | 4.42  |
| 貯蔵架台脚部         | —          | 圧縮応力  | 30  | ⑤          | 234  | 7.80  |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-20表 貯蔵架台の応力評価（供用状態Cs）（2/2）

（単位：MPa）

| 部 位   | 応力の種類 |       | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*1  |
|-------|-------|-------|-----|------------|------|-------|
| ボス    | —     | 引張応力  | 83  | ⑥          | 456  | 5.49  |
|       |       | せん断応力 | 30  | ⑥          | 351  | 11.70 |
|       |       | 組合せ応力 | 83  | ⑥          | 456  | 5.49  |
| 基礎ボルト | —     | 引張応力  | 108 | ⑦          | 456  | 4.22  |
|       |       | せん断応力 | 39  | ⑦          | 351  | 9.00  |
|       |       | 組合せ応力 | 108 | ⑦          | 456  | 4.22  |

注記\*1：許容応力に対する計算値の裕度

第5-21表 コンクリート部の荷重評価（供用状態Cs）

| 荷重の種類                   | 計算値                 | 許容値                 | 裕度*1   |
|-------------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 引張荷重 (N)                | $2.644 \times 10^5$ | $6.708 \times 10^5$ | 2.53   |
| せん断荷重 (N)               | $9.412 \times 10^4$ | $5.192 \times 10^5$ | 5.51   |
| 引張荷重及びせん断荷重の<br>組合せ (-) | 0.19                | 1                   | 2.30*2 |

注記\*1：許容値に対する計算値の裕度

\*2：引張荷重及びせん断荷重の組合せの計算値は次式による。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2$$

ここで、 $p_a$ ：引張荷重のみに対する基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

$q_a$ ：せん断荷重のみに対する基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$p$ ：基礎ボルト1本当たりの引張荷重 (N)

$q$ ：基礎ボルト1本当たりのせん断荷重 (N)

引張、せん断の組合せ荷重の裕度は、計算値を許容値の1と等しくさせるために必要となる引張荷重 ( $p$ ) とせん断荷重 ( $q$ ) の計算値の増倍率を裕度とする。

第5-22表 貯蔵架台の応力評価（供用状態Ds）（1/2）

（単位：MPa）

| 部 位            | 応力の種類      |       | 計算値  | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*2  |
|----------------|------------|-------|------|------------|------|-------|
| 貯蔵架台本体         | 一次応力       | せん断応力 | 2    | ①          | 162  | 81.00 |
|                |            | 曲げ応力  | 131  | ①          | 281  | 2.14  |
|                |            | 組合せ応力 | 131  | ①          | 281  | 2.14  |
|                | 一次+二次応力 *1 | せん断応力 | 5    | ①          | 324  | 64.80 |
|                |            | 曲げ応力  | 261  | ①          | 562  | 2.15  |
| トラニオン<br>固定金具  | 一次応力       | せん断応力 | 69   | ②          | 341  | 4.94  |
|                |            | 曲げ応力  | 560  | ②          | 591  | 1.05  |
|                |            | 組合せ応力 | 572  | ②          | 591  | 1.03  |
|                | 一次+二次応力 *1 | せん断応力 | 138  | ②          | 682  | 4.94  |
|                |            | 曲げ応力  | 1119 | ②          | 1182 | 1.05  |
| トラニオン<br>固定ボルト | —          | 引張応力  | 432  | ③          | 478  | 1.10  |
| 架台固定ボルト        | —          | 引張応力  | 266  | ④          | 478  | 1.79  |
|                |            | せん断応力 | 75   | ④          | 368  | 4.90  |
|                |            | 組合せ応力 | 266  | ④          | 478  | 1.79  |
| 貯蔵架台脚部         | —          | 圧縮応力  | 52   | ⑤          | 281  | 5.40  |

注記\*1：地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2：許容応力に対する計算値の裕度

第5-22表 貯蔵架台の応力評価（供用状態Ds）（2/2）

（単位：MPa）

| 部 位   | 応力の種類 |       | 計算値 | 評価点<br>(面) | 許容応力 | 裕度*1 |
|-------|-------|-------|-----|------------|------|------|
| ボス    | —     | 引張応力  | 204 | ⑥          | 456  | 2.23 |
|       |       | せん断応力 | 57  | ⑥          | 351  | 6.15 |
|       |       | 組合せ応力 | 204 | ⑥          | 456  | 2.23 |
| 基礎ボルト | —     | 引張応力  | 266 | ⑦          | 456  | 1.71 |
|       |       | せん断応力 | 75  | ⑦          | 351  | 4.68 |
|       |       | 組合せ応力 | 266 | ⑦          | 456  | 1.71 |

注記\*1：許容応力に対する計算値の裕度

第5-23表 コンクリート部の荷重評価（供用状態Ds）

| 荷重の種類                   | 計算値                 | 許容値                 | 裕度*1   |
|-------------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 引張荷重 (N)                | $6.547 \times 10^5$ | $8.944 \times 10^5$ | 1.36   |
| せん断荷重 (N)               | $1.831 \times 10^5$ | $6.923 \times 10^5$ | 3.78   |
| 引張荷重及びせん断荷重の<br>組合せ (-) | 0.61                | 1                   | 1.28*2 |

注記\*1：許容値に対する計算値の裕度

\*2：引張荷重及びせん断荷重の組合せの計算値は次式による。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2$$

ここで、 $p_a$ ：引張荷重のみに対する基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

$q_a$ ：せん断荷重のみに対する基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$p$ ：基礎ボルト1本当たりの引張荷重 (N)

$q$ ：基礎ボルト1本当たりのせん断荷重 (N)

引張、せん断の組合せ荷重の裕度は、計算値を許容値の1と等しくさせるために必要となる引張荷重 ( $p$ ) とせん断荷重 ( $q$ ) の計算値の増倍率を裕度とする。

添付 5-5 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する説明書

添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書

## 目次

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1. 概要               | 1  |
| 2. 適用基準             | 2  |
| 3. 計算条件             | 3  |
| 4. 計算方法             | 4  |
| 5. 評価方法             | 5  |
| 6. 設計条件             | 6  |
| 7. 機器要目             | 7  |
| 8. 計算数値             | 8  |
| 8.1 クレーン本体ガードに生じる応力 | 8  |
| 8.2 脱線防止ラグに生じる応力    | 8  |
| 8.3 トロリストッパに生じる応力   | 8  |
| 8.4 走行レールウェブに生じる応力  | 8  |
| 8.5 横行レールウェブに生じる応力  | 8  |
| 9. 評価結果及び結論         | 9  |
| 9.1 固有周期            | 9  |
| 9.2 応力              | 9  |
| 10. 安全検討            | 10 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 1. 概要」に同じである。

## 2. 適用基準

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 2. 適用基準」に同じである。

### 3. 計算条件

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 3. 計算条件」に同じである。

#### 4. 計算方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 4. 計算方法」に同じである。

## 5. 評価方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 5. 評価方法」に同じである。

## 6. 設計条件

| 機器名称                | 耐震設計上の重要度分類 | 据付場所及び床面高さ(m)                                | 固有周期 (s)   |            |  | 水平方向設計震度        |               |                    | 鉛直方向設計震度              |          |
|---------------------|-------------|--|------------|------------|--|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|----------|
|                     |             |  | 走行方向(EW方向) | 横行方向(NS方向) | 鉛直方向   | 走行方向(EW方向)      | 横行方向(NS方向)    | 横行方向(NS方向)         | $C_{V1}$              | $C_{V2}$ |
| 受入れ区域<br>天井<br>クレーン | B           | 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>T.P.<br>+28.7* <sup>1</sup> | —          | T=0.016    | $T_{V1}=0.174^{*3}$<br>(0.098)<br>$T_{V2}=0.063$ | $C_H=0.08^{*2}$ | $C_{H1}=0.39$ | $C_{H2}=0.15^{*2}$ | $0.74^{*3}$<br>(0.70) | 0.25     |

9

| 最高使用温度(°C) | 周囲環境温度(°C) |
|------------|------------|
| —          | 45         |

注記 \*1: 走行レール天端レベルを示す  
\*2: 最大静止摩擦係数より求めた水平方向設計震度  
\*3: 空荷時と吊荷時の固有周期  $T_{V1}$  より求めた鉛直方向設計震度の比較による大きい場合の値。()内は震度の比較による小さい値を示す。

7. 機器要目

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 7. 機器要目」に同じである。

## 8. 計算数値

### 8.1 クレーン本体ガーダに生じる応力

(単位：MPa)

|           | 中央部曲げ応力       | 端部せん断応力   |
|-----------|---------------|-----------|
| クレーン本体ガーダ | $\sigma_t=91$ | $\tau=45$ |

### 8.2 脱線防止ラグに生じる応力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 8.2 脱線防止ラグに生じる応力」に同じである。

### 8.3 トロリストoppaに生じる応力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 8.3 トロリストoppaに生じる応力」に同じである。

### 8.4 走行レールウェブに生じる応力

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 8.4 走行レールウェブに生じる応力」に同じである。

### 8.5 横行レールウェブに生じる応力

(単位：MPa)

|       | 曲げ（圧縮）応力          | せん断応力      | 組合せ応力             |
|-------|-------------------|------------|-------------------|
| 横行レール | $\sigma_{c5}=143$ | $\tau_3=1$ | $\sigma_{c6}=143$ |

## 9. 評価結果及び結論

### 9.1 固有周期

(単位：s)

| 方向              | 固有周期   |
|-----------------|--|
| 走行方向<br>(EW 方向) | —  |
| 横行方向<br>(NS 方向) | $T = 0.016$                                    |
| 鉛直方向<br>(UD 方向) | $T_{v1} = 0.174^{*1}$<br>$T_{v2} = 0.063^{*2}$ |

\*1：ガーダ中央部にトロリがある場合

\*2：ガーダ端部にトロリがある場合

### 9.2 応力

(単位：MPa)

| 部材            |     | 材料     | 応力      | 算出応力                | 許容応力           | 判定 |
|---------------|-----|--------|---------|---------------------|----------------|----|
| クレーン本体<br>ガーダ | 中央部 | SM490A | 曲げ      | $\sigma_t = 91$     | $f_t = 281$    | 良  |
|               | 端部  | SM490A | せん断     | $\tau = 45$         | $f_s = 157$    | 良  |
| 脱線防止ラグ        |     | SS400  | 圧縮      | $\sigma_c = 50$     | $f_c = 177$    | 良  |
| トロリストッパ       |     | SM490A | 曲げ (引張) | $\sigma_{t1} = 19$  | $f_{t1} = 273$ | 良  |
|               |     |        | せん断     | $\tau_1 = 3$        | $f_{s1} = 157$ | 良  |
|               |     |        | 組合せ     | $\sigma_{t2} = 20$  | $f_{t2} = 273$ | 良  |
| 走行レール         |     | レール鋼   | 曲げ (圧縮) | $\sigma_{c3} = 147$ | $f_{c3} = 489$ | 良  |
|               |     |        | せん断     | $\tau_2 = 4$        | $f_{s2} = 325$ | 良  |
|               |     |        | 組合せ     | $\sigma_{c4} = 147$ | $f_{c4} = 563$ | 良  |
| 横行レール         |     | レール鋼   | 曲げ (圧縮) | $\sigma_{c5} = 143$ | $f_{c3} = 489$ | 良  |
|               |     |        | せん断     | $\tau_3 = 1$        | $f_{s2} = 325$ | 良  |
|               |     |        | 組合せ     | $\sigma_{c6} = 143$ | $f_{c4} = 563$ | 良  |

上記に示すとおり、算出応力は許容応力を下回っており、Bクラスの設計地震力に対して耐える設計である。

10. 安全検討

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-5-1 受入れ区域天井クレーンの耐震性に関する計算書 10. 安全検討」に同じである。

添付 5-6 搬送台車の耐震性に関する説明書

添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書

## 目次

|              |   |
|--------------|---|
| 1. 概要        | 1 |
| 2. 適用基準      | 2 |
| 3. 計算条件      | 3 |
| 4. 計算方法      | 4 |
| 5. 評価方法      | 5 |
| 6. 計算結果      | 6 |
| 6.1 設計条件     | 6 |
| 6.2 機器要目     | 6 |
| 6.3 評価結果及び結論 | 7 |

## 1. 概要

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 1. 概要」に同じである。

## 2. 適用基準

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 2. 適用基準」に同じである。

### 3. 計算条件

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 3. 計算条件」に同じである。

#### 4. 計算方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 4. 計算方法」に同じである。

## 5. 評価方法

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 5. 評価方法」に同じである。

## 6. 計算結果

## 6.1 設計条件

| 機器名称 | 耐震設計上の<br>重要度分類 | 据付場所及び床面高さ<br>(m)                         | 固有周期 (s) |      | 水平方向<br>設計震度 | 鉛直方向<br>設計震度             | 最高使用<br>温度<br>(℃) |
|------|-----------------|---|----------|------|--------------|--------------------------|-------------------|
|      |                 |   | 水平方向     | 鉛直方向 |              |                          |                   |
| 搬送台車 | B               | 使用済燃料<br>貯蔵建屋<br>T.P. 16.30* <sup>1</sup> | —        | —    | —            | C v = 0.96* <sup>2</sup> | 130               |

注記 \*1: 搬送台車走行床面レベルを示す。  
\*2: 床応答スペクトルの最大値を使用する。

## 6.2 機器要目

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 6.2 機器要目」に同じである。

### 6.3 評価結果及び結論

以下に示すとおり，計算応力値は許容応力値を下回っており，Bクラスの設計地震力に対して耐える設計である。

(単位：MPa)

| 部位           | 応力評価面 | 材料                         | 応力  | 計算応力値           | 許容応力値       | 判定 |
|--------------|-------|----------------------------|-----|-----------------|-------------|----|
| 搬送台<br>(中央部) | ①-①'  | ASTM A500B<br>(STKR400 相当) | 圧縮  | $\sigma_c = 6$  | $f_c = 187$ | 良  |
| 搬送台<br>(端部)  | ②-②'  | ASTM A36<br>(SS400 相当)     | 曲げ  | $\sigma_b = 56$ | $f_b = 212$ | 良  |
|              |       |                            | せん断 | $\tau = 6$      | $f_s = 122$ | 良  |
|              |       |                            | 組合せ | $\sigma = 57$   | $f_t = 212$ | 良  |

添付 5-7 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に関する説明書

添付 5-7-1 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の  
金属キャスクへの影響評価結果

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-7-1 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の金属キャスクへの影響評価結果」に同じである。

添付 11 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）  
に関する説明書

添付 11-2 搬送台車の金属キャスクの取扱いに関する説明書

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 11-2 搬送台車の金属キャスクの取扱いに関する説明書」に同じである。

添付 18 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書

## 目次

18-1 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書（建屋関係）

18-2 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書（金属キャスク関係）

添付 18-1 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書  
（建屋関係）

本説明は、既設工認の「18-1 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書（建屋関係）」に同じである。ただし、「6. TONBOSコード」は今回の申請に関係しない。

添付 18-2 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書  
（金属キャスク関係）

本説明は、既設工認の「18-2 計算機プログラム（解析コード）に関する説明書（金属キヤスク関係）」に同じである。ただし、今回の申請に関するものは「5.1 ABAQUSコード」及び「5.2 SASコード」のみである。

添付 19 図面

## 目次

### 19 図面

#### 19-3 構造図

##### 19-3-1 使用済燃料貯蔵設備本体の構造図

###### 19-3-1-1 金属キャスクの構造図

###### 19-3-1-2 貯蔵架台の構造図

##### 19-3-2 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）の構造図

##### 19-3-3 使用済燃料貯蔵建屋の構造図

添付 19-3 構造図

添付 19-3-1 使用済燃料貯蔵設備本体の構造図

添付 19-3-1-1 金属キャスクの構造図

今回の申請に係る本図面は、既設工認の「添付 19-3-1-1 金属キャスクの構造図」  
に同じである。

添付 19-3-1-2 貯蔵架台の構造図

今回の申請に係る本図面は、既設工認の「添付 19-3-1-2 貯蔵架台の構造図」に同じである。

添付 19-3-2 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）  
の構造図

本図面は、既設工認の「添付 19-3-2 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）の構造図」に同じである。ただし、今回の申請に係るのは「添付 19-3-2-1 受入れ区域天井クレーンの構造図」及び「添付 19-3-2-2 搬送台車の構造図」のみである。

添付 19-3-3 使用済燃料貯蔵建屋の構造図

今回の申請に係る本図面は、既設工認の「添付 19-3-3 使用済燃料貯蔵建屋の構造図」  
に同じである。