

【公開版】

資料2-7	令和2年3月9日
日本原燃株式会社	

六ヶ所廃棄物管理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第6条：地震による損傷の防止

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

- 1. 1 要求事項の整理
- 1. 2 要求事項に対する適合性
- 1. 3 規則への適合性

2. 耐震設計

2. 1 廃棄物管理施設の耐震設計

- 2. 1. 1 廃棄物管理施設の耐震設計の基本方針
- 2. 1. 2 耐震設計上の重要度分類
- 2. 1. 3 基礎地盤の支持性能
- 2. 1. 4 地震力の算定法
 - 2. 1. 4. 1 静的地震力
 - 2. 1. 4. 2 動的地震力
- 2. 1. 5 荷重の組合せと許容限界
 - 2. 1. 5. 1 耐震設計上考慮する状態
 - 2. 1. 5. 2 荷重の種類
 - 2. 1. 5. 3 荷重の組合せ
 - 2. 1. 5. 4 許容限界
- 2. 1. 6 設計における留意事項
 - 2. 1. 6. 1 波及的影響
 - 2. 1. 6. 2 一関評価用地震動（鉛直）
- 2. 1. 7 主要施設の耐震構造
- 2. 1. 8 安全上重要な施設の周辺斜面

2 章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

安全機能を有する施設について、事業許可基準規則と廃棄物管理施設安全審査指針との比較及び当該指針を踏まえたこれまでの許認可実績により、事業許可基準規則第6条において追加された又は明確化された要求事項を整理する。（第6－1表）

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (1/34)

<p>事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)</p>	<p>廃棄物管理施設安全審査指針</p>	<p>備考</p>
	<p>(廃棄物管理施設安全審査指針) ○廃棄物施設の安全性の評価の考え方 2. 検討結果 (1) 廃棄物管理施設は、再処理施設等の 廃棄施設を独立した事業として行うた めに設置するものであり、廃棄物管理 施設において取り扱う放射性廃棄物の 種類及び処理の方法が多種多様である としても、再処理施設等の廃棄施設に おいて行われてきている廃棄の形態に 包含されるものであると考えられるの で、再処理施設等の廃棄施設の安全性 を評価する際の基本的考え方に従って 廃棄物管理施設の安全性の評価を行う ことができる。 (2) 廃棄物管理施設の安全性の評価に当 たっては、原子力安全委員会が決定し た既存の各種安全審査指針を以下のと おり適用できる。 ② 再処理施設から発生した放射性廃 棄物を取り扱う廃棄物管理施設につ いては、次の指針の基本的な考え方 がそのまま適用できる。 ・「再処理施設安全審査指針」</p>	<p>廃棄物管理施設安全審査指針では 再処理施設審査指針の考え方に従 って評価を行う旨記載されている ため、以降は再処理施設安全審査 指針との比較を行う</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (2/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>第六条 廃棄物管理施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p>	<p>(指針 13) 再処理施設は、想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していること。また、建物・構築物は十分な強度・剛性及び耐力を有する構造とするとともに、重要な建物・構築物は安定な地盤に支持させること。</p>	<p>変更無し</p>
<p>(解釈) 1 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることをいう。この場合、上記の「弾性範囲の設計」とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ることをいう。</p>	<p>(指針 13 解説) 1 十分な「強度」を有する構造とは、建物・構築物に常時作用している荷重、運転時に作用する荷重及び想定される地震力が、建物・構築物に同時に作用した時にその結果発生する応力が、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以下である構造をいう。 十分な「剛性」を有する構造とは、その際に発生する変形が、過大とならないような剛性を有している構造をいう。 十分な「耐力」を有する構造とは、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構造をいう。</p>	

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (3/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>2 第2項に規定する「地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、地震により発生するおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）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、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）をいう。廃棄物管理施設は、耐震重要度に応じた、以下のクラス（以下「耐震重要度分類」という。）に分類するものとする。</p>	<p>(指針13)</p> <p>1 耐震設計上の重要度分類 再処理施設の耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、次のように分類する。</p>	<p>変更無し</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (4/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>一 Sクラス</p> <p>自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいものをいう。安全上重要な施設を有する廃棄物管理施設にあつては、津波防護機能を有する設備 (以下「津波防護施設」という。) 及び浸水防止機能を有する設備 (以下「浸水防止設備」という。) 並びに敷地における津波監視機能を有する施設 (以下「津波監視設備」という。) を含む。</p> <p>上記に規定する「環境への影響が大きい」とは、敷地周辺の公衆の実効線量が5ミリシーベルトを超えることをいう。</p>	<p>機能上の分類</p> <p>Aクラス…以下に示す機能を有する施設であつて、環境への影響、効果の大きいもの。</p> <p>① 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの。</p> <p>② 放射性物質を外部に放散する可能性のある事態を防止するために必要なもの。</p> <p>③ 上記のような事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なもの。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (5/34)

<p>事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p>	<p>備考</p>
<p>二 Bクラス 安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設をいう。なお、Sクラスに属する施設を有しない廃棄物管理施設のうち、安全機能を喪失した場合に敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低いものは、Cクラスに分類することができる。この場合において、上記の「敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低い」とは、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(昭和50年5月13日原子力委員会決定)を参考に、実効線量が発生事故当たり50マイクログローベルト以下であることをいう。</p> <p>三 Cクラス Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。</p>	<p>(1) 機能上の分類 Bクラス…上記において影響、効果が比較的小さいもの。</p> <p>Cクラス…Aクラス、Bクラス以外であつて、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの。</p>	<p>前記のとおり</p>

第 6 - 1 表 事業許可基準規則第 6 条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (6 / 34)

事業許可基準規則 第 6 条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(解釈)</p> <p>3 第 1 項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、耐震重要度分類の各クラスに属する廃棄物管理施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 安全上重要な施設 「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」(原規技発第 1306193 号 (平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定)) (以下「実用炉設置許可基準解釈」という。) 第 4 条 3 の一を準用すること。</p>	<p>(指針 13)</p> <p>2 耐震設計評価法及び荷重の組合せと許容限界 耐震設計評価法及び荷重の組合せと許容限界については、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のそれぞれの該当項目を適用するものとする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (7/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(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解釈第4条)</p> <p>3 第4条第1項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、耐震重要度分類の各クラスに属する設計基準対象施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラス (津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弾性設計用地震動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こと。 ・建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、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こ <p>と。</p>	<p>(耐震設計審査指針)</p> <p>7. 荷重の組合せと許容限界</p> <p>(1) 建物・構築物</p> <p>①Sクラスの建物・構築物</p> <p>i) 基準地震動 S_s との組合せと許容限界</p> <p>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力 (終局耐力時の変形) について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。</p> <p>ii) 弾性設計用地震動 S_d 等との組合せと許容限界</p> <p>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、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>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (8/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>・機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれ別の荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせた荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。なお、「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせて考慮すること。</p>	<p>(2) 機器・配管系 ①Sクラスの機器・配管系 ii)弾性設計用地震動Sd等との組合せと許容限界 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第 6 - 1 表 事業許可基準規則第 6 条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (9 / 34)

事業許可基準規則 第 6 条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>二 その他の安全機能を有する施設 実用炉設置許可基準解釈第 4 条 3 の二又は三を 準用すること。ただし、実用炉設置許可基準解 釈第 4 条 3 の二又は三を準用するに当たり、次 のとおりとする。</p> <p>① 実用炉設置許可基準解釈第 4 条 3 の二に規定 する「共振のおそれのある施設については、そ の影響についての検討を行うこと。」につい て、S クラスに属する施設を有しない廃棄物管 理施設に対しては、共振のおそれのある施設へ の影響の検討に用いる地震動として、弾性設計 用地震動に 2 分の 1 を乗じたものに代えて、建 築基準法等に基づく評価において使用する地震 動を参考に設定することができる。</p>	<p>再処理施設安全審査指針 (耐震設計審査指針) 6. 耐震設計方針 (1) 基本的な方針 ② B クラスの各施設は、以下に示す静的地 震力に耐えること。また、共振のおそれの ある施設については、その影響についての 検討を行うこと。 (耐震設計審査指針 解説) Ⅲ. 耐震設計方針について (2) 弾性設計用地震動 Sd の設定につい て なお、B クラスの施設について、「共振のお それのある施設については、その影響につ いての検討を行うこと」としたが、この検 討に用いる地震動に関しては、弾性設計用 地震動 Sd に 2 分の 1 を乗じたものとする ことができる。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (10/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(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解釈第4条 3)</p> <p>ニ Bクラス</p> <p>・ 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こと。また、共振のおおそのある施設については、その影響についての検討を行うこと。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。</p> <p>・ 建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、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>再処理施設安全審査指針</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>6. 耐震設計方針</p> <p>(1) 基本的な方針</p> <p>②Bクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。また、共振のおおそのある施設については、その影響についての検討を行うこと。</p> <p>(耐震設計審査指針 解説)</p> <p>Ⅲ. 耐震設計方針について</p> <p>(2) 弾性設計用地震動 Sd の設定について</p> <p>なお、Bクラスの施設について、「共振のおおそのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動 Sd に2分の1を乗じたものとすることができる。</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>7. 荷重の組合せと許容限界</p> <p>②Bクラス、Cクラスの建物・構築物</p> <p>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、上記① ii) の許容応力度を許容限界とする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (11/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>・機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果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こと。</p> <p>三 Cクラス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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こと。 ・建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、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こ <p>と。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果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こと。 	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>(2) 機器・配管系</p> <p>② Bクラス、Cクラスの機器・配管系 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>6. 耐震設計方針</p> <p>(1) 基本的な方針</p> <p>③ Cクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。</p> <p>(耐震設計審査指針) 7. 荷重の組合せと許容限界 (1) ②と同様</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (12/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(解釈) 4 第2項に規定する「地震力」の算定に当たっては、実用炉設置許可基準解釈第4条4の方法を準用すること。</p> <p>(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解釈第4条) 4 第4条第2項に規定する「地震力」の「算定」に当たっては、以下に示す方法によること。</p>		前記のとおり

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (13/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>一 弾性設計用地震動による地震力</p> <ul style="list-style-type: none"> 弾性設計用地震動は、基準地震動 (第4条第3項の「その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震」による地震動をいう。以下同じ。) 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こと。 弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定すること。なお、建物・構築物と地盤との相互作用、埋込み効果及び周辺地盤の非線形性について、必要に応じて考慮すること。 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うえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づき適切な解析条件を設定すること。 地震力の算定過程において建物・構築物の設置位置等で評価される入力地震動については、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮すること。また、敷地における観測記録に基づくとともに、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、その妥当性が示されていること。 	<p>(耐震設計審査指針)</p> <p>6. 耐震設計方針</p> <p>(2) 地震力の算定法</p> <p>②弾性設計用地震動Sdによる地震力</p> <p>弾性設計用地震動Sdは、基準地震動Ssに基づき、工学的判断により設定する。また、弾性設計用地震動Sdによる地震力は、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p> <p>(耐震設計審査指針 解説)</p> <p>Ⅲ. 耐震設計方針について</p> <p>(2) 弾性設計用地震動Sdの設定について</p> <p>弾性設計用地震動Sdと基準地震動Ssの応答スペクトルの比率(Sd/Ss)の値は、弾性設計用地震動Sdに求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5を下回らないような値で求められることが望ましい。</p>	<p>追加要求事項</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (14/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>二 静的地震力</p> <p>① 建物・構築物</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水平地震力は、地震層せん断力係数C_iに、次に示す施設の耐震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こと。 Sクラス 3. 0 Bクラス 1. 5 Cクラス 1. 0 <p>ここで、地震層せん断力係数C_iは、標準せん断力係数C_0を0. 2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とすること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ また、建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力を上回ることの確認が必要であり、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数C_iに乘じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、耐震重要度分類の各クラスともに1. 0とし、その際に用いる標準せん断力係数C_0は1. 0以上とする。この際、施設の重要度に応じた妥当な安全余裕を有していること。 ・ Sクラスの施設については、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。鉛直地震力は、震度0. 3以上を基準とし、建物・構築物の振動 	<p>6. 耐震設計方針</p> <p>(2) 地震力の算定方法</p> <p>③ 静的地震力</p> <p>静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p>i) 建物・構築物</p> <p>水平地震力は、地震層せん断力係数C_iに、次に示す施設の耐震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>Sクラス 3. 0</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C_iは、標準せん断力係数C_0を0. 2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>Sクラスの施設については、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。鉛直地震力は、震度0. 3を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直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>変更なし</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (15/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>特性及び地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定すること。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とすること。</p> <p>②機器・配管系</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記①に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記①の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めること。 なお、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させること。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とすること。なお、上記①及び②において標準せん断力係数C_0等を0.2以上としたことについては、発電用原子炉設置者に対し、個別の建物・構築物、機器・配管系の設計において、それぞれの重要度を適切に評価し、それぞれに対し適切な値を用いることにより、耐震性の高い施設の建設等を促すことを目的としている。耐震性向上の観点からどの施設に対してどの程度の割増し係数を用いれば良いかについては、設計又は建設に関わる者が一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定すること。 	<p>前記のとおり</p> <p>ii)機器・配管系</p> <p>各耐震クラスの地震力は、上記i)に示す地震層せん断力係数C_iに施設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、当該水平震度及び上記i)の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。</p> <p>なお、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。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (16/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(解積) 5 第3項に規定する「その供用中に当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震」による地震動（以下「基準地震動」という。）は、実用炉設置許可基準解釈第4条5の方針を準用すること。</p>		前記のとおり

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (17/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>(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解釈第4条)</p> <p>5 第4条第3項に規定する「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とし、次の方針により策定すること。</p> <p>一 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こと。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>(耐震設計審査指針 解説) II. 基準地震動 S_s の策定について (1) 基準地震動 S_s の性格について 旧指針においては、基準地震動に関して、地震動 S_1 及び地震動 S_2 の2種類を策定することとしていたが、今次改訂においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動 S_s として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。 この基準地震動 S_s は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。 (2) 基準地震動 S_s の策定に関して使用する用語の意味解釈は次による。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (18/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>上記の「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう上記の「基盤」とは、おおむねせん断波速度 $V_s = 700 \text{ m/s}$ 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。</p> <p>二 上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震 (以下「検討用地震」という。) を複数選定し、選定した検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を、解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定すること。</p> <p>上記の「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のややや沖合で起こるものを含む。</p> <p>上記の「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>① 「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度 $V_s = 700 \text{ m/s}$ 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。</p> <p>② 「活断層」とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。</p> <p>(3) 基準地震動 S_s の策定方針については</p> <p>① 検討用地震の選定に当たっては、敷地周辺の活断層の性質や過去の地震の発生状況を精査し、さらに、敷地周辺の中・小・微小地震の分布、応力場、地震発生様式 (プレートの形状・運動・相互作用を含む。) に関する既往の研究成果等を総合的に検討することとする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (19/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>上記の「海洋プレート内地震」とは、沈み込む（沈み込んだ）海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近又はそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」又は海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。</p> <p>なお、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、次に示す方針により策定すること。</p> <p>①内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、活断層の性質や地震発生状況を精査し、中・小・微小地震の分布、応力場、及び地震発生様式（プレートの形状・運動・相互作用を含む。）に関する既往の研究成果等を総合的に検討し、検討用地震を複数選定すること。</p> <p>②内陸地殻内地震に関しては、次に示す事項を考慮すること。</p>	<p>② 検討用地震は、次に示す地震発生様式等に着眼した分類により選定することとする。</p> <p>i)内陸地殻内地震 「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。</p> <p>ii)プレート間地震 「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。</p> <p>iii)海洋プレート内地震 「海洋プレート内地震」とは、沈み込む（沈み込んだ）海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。</p> <p>③ 震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (20/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>i) 震源として考慮する活断層の評価に当たっては、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査等の特性を活かし、これらを適切に組み合わせた調査を実施した上で、その結果を総合的に評価し活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすること。</p> <p>ii) 震源モデルの形状及び震源特性パラメータ等の評価に当たっては、孤立した短い活断層の扱いに留意するとともに、複数の活断層の連動を考慮すること。</p> <p>③プレート間地震及び海洋プレート内地震に関しては、国内のみならず世界で起きた大規模な地震を踏まえ、地震の発生機構及びテクトニクスの背景の類似性を考慮した上で震源領域の設定を行うこと。</p>	<p>④ 「基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ (ばらつき)」 の考慮に当たっては、基準地震動 Ss の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさ (ばらつき) の要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いることとする。</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>5. 基準地震動の策定</p> <p>(2) 敷地ごとに震源を特定し策定する地震動</p> <p>② 上記①の「敷地周辺の活断層の性質」に関しては、次に示す事項を考慮すること。</p> <p>i) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かによることができる。</p> <p>ii) 活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じた、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (21/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>④上記①で選定した検討用地震ごとに、下記</p> <p>i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び</p> <p>ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施して策定すること。なお、地震動評価に当たっては、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性(その地域における特性を含む。)を十分に考慮すること。</p> <p>i) 応答スペクトルに基づく地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。</p> <p>ii) 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>③上記①で選定した検討用地震ごとに、次に示す i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動 S_s を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性(その地域における特性を含む。)を十分に考慮することとする。</p> <p>i) 応答スペクトルに基づく地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。</p> <p>ii) 断層モデルを用いた手法による地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (22/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>⑤上記④の基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ(震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさ)については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮すること。</p>	<p>④ 上記③の基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)については、適切な手法を用いて考慮することとする。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (23/34)

<p>事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p>	<p>備考</p>
<p>⑥内陸地殻内地震について選定した検討用地震のうち、震源が敷地に極めて近い場合は、地表に変位を伴う断層全体を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討するとともに、これらの検討結果を踏まえた評価手法の適用性に留意の上、上記⑤の各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して基準地震動を策定すること。</p> <p>⑦検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること。</p> <p>⑧施設の構造に免震構造を採用する等、やや長周期の地震応答が卓越する施設等がある場合は、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定すること。</p>	<p>耐震設計審査指針 5項 基準地震動の策定 (2) ①～④及び耐震設計審査指針 解 説のII (1) ～ (3) と同様</p>	<p>前記のとおり</p>

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>三 上記の「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収集し、これらを基に、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こと。なお、上記の「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こと。</p> <p>①解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映するとともに、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮すること。</p> <p>②上記の「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動の妥当性については、申請時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認すること。その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考とすること。</p>	<p>(耐震設計審査指針) 5. 基準地震動の策定 (3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 Ss を策定することとする。</p> <p>(耐震設計審査指針 解説) II. 基準地震動 Ss の策定について (3) 基準地震動 Ss の策定方針について ⑤ 「震源を特定せず策定する地震動」の策定方針については、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての申請において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けたものである。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (25/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
	<p>この考え方を具現化して策定された基準地震動 S_s の妥当性については、申請時点における最新の知見に照らして個別に確認すべきである。なお、その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等を必要に応じて参考とすることが望ましい。</p>	<p>前記のとおり</p>

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>四 基準地震動の策定に当たっての調査については、目的に応じた調査手法を選定するとともに、調査手法の適用条件及び精度等に配慮することによって、調査結果の信頼性と精度を確保すること。</p> <p>また、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の地震動評価においては、適用する評価手法に必要な特性データに留意の上、地震波の伝播特性に係る次に示す事項を考慮すること。</p> <p>①敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震基盤の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価すること。なお、評価の過程において、地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、二次元的な地下構造により検討すること。</p>	<p>耐震設計審査指針 5項 基準地震動の策定 (2) ①～④及び耐震設計審査指針 解 説のⅡ (1) ～ (3) と同様</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (27/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>②上記①の評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施すること。</p> <p>なお、上記の「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」については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握すること。</p>	<p>⑥「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」については、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握しておくことが望ましいとの観点から、それぞれが対応する超過確率を安全審査において参照することとする。</p> <p>⑦検討用地震の選定や基準地震動 S_s の策定に当たって必要な調査や評価を行う際は、既往の資料等について、それらの精度に対する十分な考慮を行い、参照することとする。なお、既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示しなければならぬ。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (28/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>3 安全上重要な施設は、その供用中に当該安全上重要な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安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ。</p> <p>(解釈)</p> <p>6 第3項に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ。」ことを満たすために、基準地震動に対する廃棄物管理施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 安全上重要な施設のうち、二以外のもの ・基準地震動による地震力に対して、その安全機能が保持できること。</p>	<p>(指針13)</p> <p>再処理施設は、想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していること。また、建物・構築物は十分な強度・剛性及び耐力を有する構造とするとともに、重要な建物・構築物は安定な地盤に支持させること。</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>7. 荷重の組合せと許容限界 耐震安全性に関する設計方針の妥当性の評価に当たって考慮すべき荷重の組合せと許容限界についての基本的考え方は、以下に示すとおりである。</p>	<p>変更無し</p>

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>・建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。</p> <p>・機器・配管系については、通常時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること。なお、上記により求められる荷重により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。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>(1)建物・構築物 ①Sクラスの建物・構築物 i) 基準地震動 S_s との組合せと許容限界常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。 (2)機器・配管系 ①Sクラスの機器・配管系 i) 基準地震動 S_s との組合せと許容限界通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動 S_s による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相部分降伏し、塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼさないこと。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (30/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>なお、上記の「終局耐力」とは、構造物に 対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形 又は歪みが著しく増加する状態を構造物の終 局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷 重荷重をいう。</p>	<p>再処理施設安全審査指針 (耐震設計審査指針 解説) IV. 荷重の組合せと許容限界について (3) 建物・構造物の基準地震動 Ss との組合 せに対する項目中の「終局耐力」とは、構 造物に対する荷重を漸次増大した際、構造 物の変形又は歪みが著しく増加する状態を 構造物の終局状態と考え、この状態に至る 限界の最大荷重荷重を意味する。 (4) 機器・配管系の許容限界については、 「発生する応力に対して降伏応力又はこれ と同等な安全性」を有することを基本的な 考え方としたが、具体的には、電気事業法 に定める「発電用原子力設備に関する技術 基準」等がこれに相当する。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (31/34)

事業許可基準規則	再処理施設安全審査指針	備考
<p>第6条 (地震による損傷の防止)</p> <p>また、安全上重要な施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないよう設計すること。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・検討の内容等を含めて、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すとともに、安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用すること。</p> <p>なお、上記の「安全上重要な施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわない」とは、少なくとも以下に示す事項について、安全上重要な施設の安全機能への影響が無いことを確認することをいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・安全上重要な施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響 ・建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による安全上重要な施設への影響 ・建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による安全上重要な施設への影響 	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>(耐震設計審査指針)</p> <p>6. 耐震設計方針</p> <p>(1) 基本的な方針</p> <p>④ 上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。</p>	<p>前記のとおり</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (32/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止) (解釈)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>7 第3項に規定する「その共用中に当該安全上重要な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」の算定に当たっては、実用炉設置許可基準解釈第4条7に示す方法を準用すること。</p> <p>(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解釈第4条)</p> <p>7 第4条第3項に規定する「基準地震動による地震力」の算定に当たっては、以下に示す方法によること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動による地震力は、基準地震動を用いて、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定すること。なお、建物・構築物と地盤との相互作用、埋込み効果及び周辺地盤の非線形性について、必要に応じて考慮すること。 	<p>(耐震設計審査指針)</p> <p>6. 耐震設計方針</p> <p>(2) 地震力の算定法</p> <p>施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p>① 基準地震動 S_s による地震力</p> <p>基準地震動 S_s による地震力は、基準地震動 S_s を用いて、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p>	<p>追加要求事項</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (33/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>・基準地震動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、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定すること。</p> <p>・地震力の算定過程において建物・構築物の設置位置等で評価される入力地震動については、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮すること。また、敷地における観測記録に基づくとともに、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、その妥当性が示されていること。</p>	<p>再処理施設安全審査指針 (耐震設計審査指針 解説) Ⅲ. 耐震設計方針について (3) 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力の算定について 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力を地震応答解析に基づいて算定する場合には、応答解析法の適用範囲、適用制限等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定することとする。 なお、解放基盤表面が施設を設置する地盤に比して相当地に深い場合は、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅特性を十分に調査し、必要に応じて地震応答評価等に反映させることとする。</p>	<p>変更無し</p>

第6-1表 事業許可基準規則第6条と廃棄物管理施設安全審査指針 比較表 (34/34)

事業許可基準規則 第6条 (地震による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>4 安全上重要な施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ。</p> <p>(解釈)</p> <p>8 第4項は、安全上重要な施設の周辺斜面について、基準地震動による地震力を作用させた安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認するとともに、崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講ずることにより、安全上重要な施設に影響を及ぼすことがないように行うことを行う。</p> <p>また、安定解析に当たっては、次の方針によること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 安定性の評価対象としては、安全上重要な施設が内包された建屋等に影響を与えるおそれのある斜面とすること。 二 地質・地盤の構造、地盤等級区分、液化の可能性及び地下水の影響等を考慮して、すべり安全率等により評価すること。 三 評価に用いる地盤モデル、地盤パラメータ及び地震力の設定等は、基礎地盤の支持性能の評価に準じて行うこと。特に地下水の影響に留意すること。 	<p>(耐震設計審査指針)</p> <p>8.地震随伴事象に対する考慮 施設は、地震随伴事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。</p> <p>(1) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。</p>	<p>変更無し</p>

1. 2 要求事項に対する適合性

(1) 耐震構造

廃棄物管理施設は、次の方針に基づき耐震設計を行い、「事業許可基準規則」に適合するように設計する。

- (i) 廃棄物管理施設は、地震力に十分に耐えることができる構造とする。
- (ii) 廃棄物管理施設は、地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の観点から、耐震設計上の重要度をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。

Sクラスの施設：自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいもの。

Bクラスの施設：安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。

Cクラスの施設：Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

- (iii) 廃棄物管理施設は、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当該廃棄物管理施設を十分に支持することができる地盤に設置する。
- (iv) Sクラスの施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (v) 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知見から想定することが適切なものを選定することとし、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、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それぞれ策定する。策定した基準地震動の応答スペクトルを第6-1図に、加速度時刻歴波形を第6-2図に示す。解放基盤表面は、敷地地下で著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりをも有し、著しい風化を受けていない岩盤でS波速度が概ね 0.7 km/s 以上となる標高-70mとする。

また、弾性設計用地震動を以下のとおり設定する方針とする。

(a) 地震動設定の条件

基準地震動との応答スペクトルの比率について、工学的判断として以下を考慮し、 $S_s - B1$ から $B5$ 、 $S_s - C1$ から $C4$ に対して0.5、 $S_s - A$ に対して0.52と設定する。

- (i) 基準地震動との応答スペクトルの比率は、廃棄物管理施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率に対応し、その値は0.5程度である。

(ロ) 弾性設計用地震動は、発電用原子炉施設に関する「耐震設計審査指針」（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定，平成13年3月29日一部改訂）に基づく旧申請書等における基準地震動S1の応答スペクトルを概ね下回らないようにする。

(b) 弾性設計用地震動

震源を特定して策定する地震動（ $S_s - A$ ， $S_s - B1 \sim B5$ ）に対応する弾性設計用地震動の最大加速度は水平方向 364.0 cm/s^2 及び鉛直方向 242.8 cm/s^2 ，震源を特定せず策定する地震動（ $S_s - C1 \sim C4$ ）に対応する弾性設計用地震動の最大加速度は水平方向 310.0 cm/s^2 及び鉛直方向 160.0 cm/s^2 である。

(vi) 地震応答解析による地震力及び静的地震力の算定方針

(a) 地震応答解析による地震力

以下のとおり，地震応答解析による地震力を算定する方針とする。

(イ) Sクラスの施設の地震力の算定方針

基準地震動及び弾性設計用地震動から定まる入力地震動を用いて，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。

(ロ) Bクラスの施設の地震力の算定方針

Bクラスの施設のうち共振のおそれのある施設の影響検討に当たって，弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものから定まる入力地震動を用いることとし，加えてSクラスと同様に，水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせ，地震力を算定する。

(ハ) 入力地震動の設定方針

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動について，解放基盤表面からの伝播特性を考慮し，必要に応じて，地盤の非線形応答に

関する動的変形特性を考慮する。

(二) 地震応答解析方法

地震応答解析方法については、対象施設の形状、構造特性及び振動特性を踏まえ、解析手法の適用性及び適用限界を考慮のうえ、解析方法を選定するとともに、調査に基づく解析条件を設定する。また、対象施設の形状、構造特性及び振動特性を踏まえたモデル化を行う。

(b) 静的地震力

以下のとおり、静的地震力を算定する。

(i) 建物・構築物の水平地震力

水平地震力について、地震層せん断力係数に、施設の耐震重要度分類に応じた係数（Sクラスは3.0、Bクラスは1.5及びCクラスは1.0）を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定する。

ここで、地震層せん断力係数は、標準せん断力係数を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。

(ii) 建物・構築物の保有水平耐力

保有水平耐力について、必要保有水平耐力を上回るものとし、必要保有水平耐力については、地震層せん断力係数に乗じる係数を1.0、標準せん断力係数を1.0以上として算定する。

(ハ) 機器・配管系の地震力

機器・配管系の地震力について、建物・構築物で算定した地震層せん断力係数に施設の耐震重要度に応じた係数を乗じたものを水平震度と見なし、その水平震度と建物・構築物の鉛直震度をそれぞれ20%増しとして算定する。

(二) 鉛直地震力

Sクラスの施設については、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。鉛直地震力について、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定する。

(ホ) 標準せん断力係数の割増し係数

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

(vii) 荷重の組合せと許容限界の設定方針

(a) 建物・構築物

以下のとおり、建物・構築物の荷重の組合せ及び許容限界を設定する。

(i) 荷重の組合せ

常時作用している荷重，運転時の状態で施設に作用する荷重，積雪荷重及び風荷重と地震力を組み合わせる。

(ii) 許容限界

Sクラスの建物・構築物について、基準地震動による地震力との組合せにおいては、建物・構築物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、終局耐力に対し妥当な安全余裕を有することとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力が漸次増大し、その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大荷重負荷とする。Sクラス、Bクラス及びCクラス施設を有する建物・構築物について、基準地震動以外の地震動による地震力又

は静的地震力との組合せにおいては、地震力に対して概ね弾性状態に留まるように、発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

(b) 機器・配管系

以下のとおり、機器・配管系の荷重の組合せ及び許容限界を設定する。

(i) 荷重の組合せ

通常時に生じる荷重と地震力を組み合わせる。

(ii) 許容限界

Sクラスの機器・配管系について、基準地震動による地震力との組合せにおいては、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、その施設の機能に影響を及ぼすことがない限度に応力、荷重を制限する値を許容限界とする。なお、地震時又は地震後の機器の動的機能要求については、実証試験により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。

Sクラス、Bクラス及びCクラスの機器・配管系について、基準地震動以外の地震動による地震力又は静的地震力との組合せによる影響評価においては、応答が全体的に概ね弾性状態に留まることを許容限界とする。

(iii) 波及的影響に係る設計方針

安全上重要な施設は、以下のとおり、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

(a) 敷地全体を網羅した調査及び検討の内容を含めて、以下に示す4つ

の観点について、波及的影響の評価に係る事象選定を行う。

- (i) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (ii) 安全上重要な施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響
- (iii) 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒、落下による安全上重要な施設への影響
- (iv) 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒、落下による安全上重要な施設への影響
- (b) 各観点より選定した事象に対して波及的影響の評価を行い、波及的影響を考慮すべき施設を摘出する。
- (c) 波及的影響の評価に当たっては、安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。
- (d) これら4つの観点以外に追加すべきものがないかを、原子力発電所の地震被害情報をもとに確認し、新たな検討事象が抽出された場合には、その観点を追加する。
- (ix) 安全上重要な施設の周辺斜面は、基準地震動による地震力に対して、安全上重要な施設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。

1. 3 規則への適合性

「事業許可基準規則」第六条では、廃棄物管理施設に関する地震による損傷の防止について、以下の要求がされている。

(地震による損傷の防止)

第六条 廃棄物管理施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。

2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

3 安全上重要な施設は、その供用中に当該安全上重要な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安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

4 安全上重要な施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

<適合のための設計方針>

第1項及び第2項について

(1) 廃棄物管理施設は、耐震重要度に応じて以下に示すS、B及びCの3クラス（以下「耐震重要度分類」という。）に分類し、それぞれに応じた耐震設計を行う。

・ Sクラスの施設：自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に

直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設であって，環境への影響が大きいもの。

- ・ Bクラスの施設：安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。
- ・ Cクラスの施設：Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

(2) S，B及びCクラスの施設は，以下に示す地震力に対しておおむね弾性範囲に留まる設計とする。

- ・ Sクラス：弾性設計用地震動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。
- ・ Bクラス：静的地震力
共振のおそれのある施設については，弾性設計用地震動に2分の1を乗じた地震力。
- ・ Cクラス：静的地震力

a．弾性設計用地震動による地震力

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。

b. 静的地震力

(a) 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震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。

- ・ Sクラス 3.0
- ・ Bクラス 1.5
- ・ Cクラス 1.0

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

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

Sクラスの施設については、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。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求めた鉛直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。

(b) 機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記(a)に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水

平震度とし、当該水平震度及び上記(a)の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

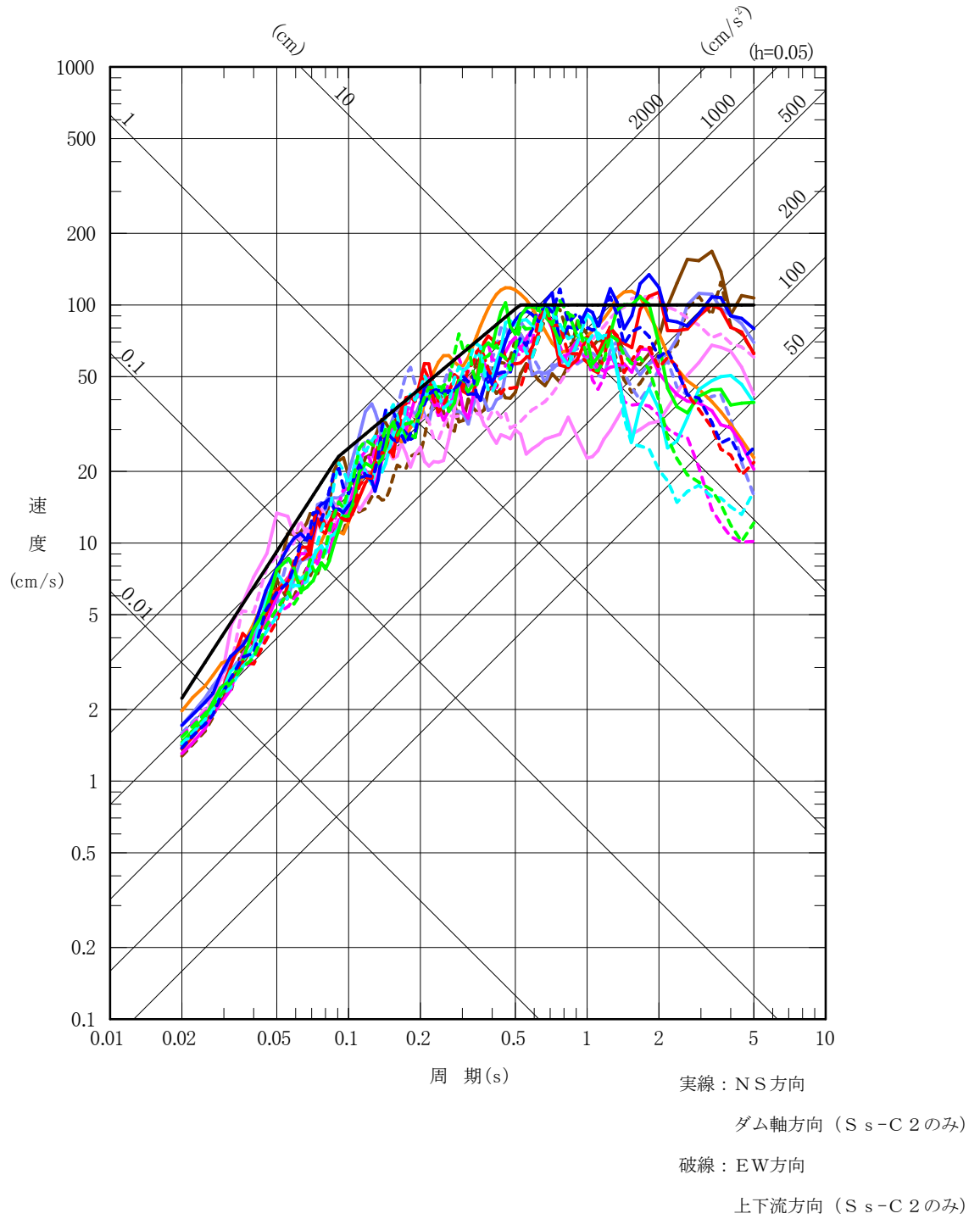
第3項について

- (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。
- (2) 安全上重要な施設は、基準地震動による地震力に対して安全機能を損なわれないよう設計する。

第4項について

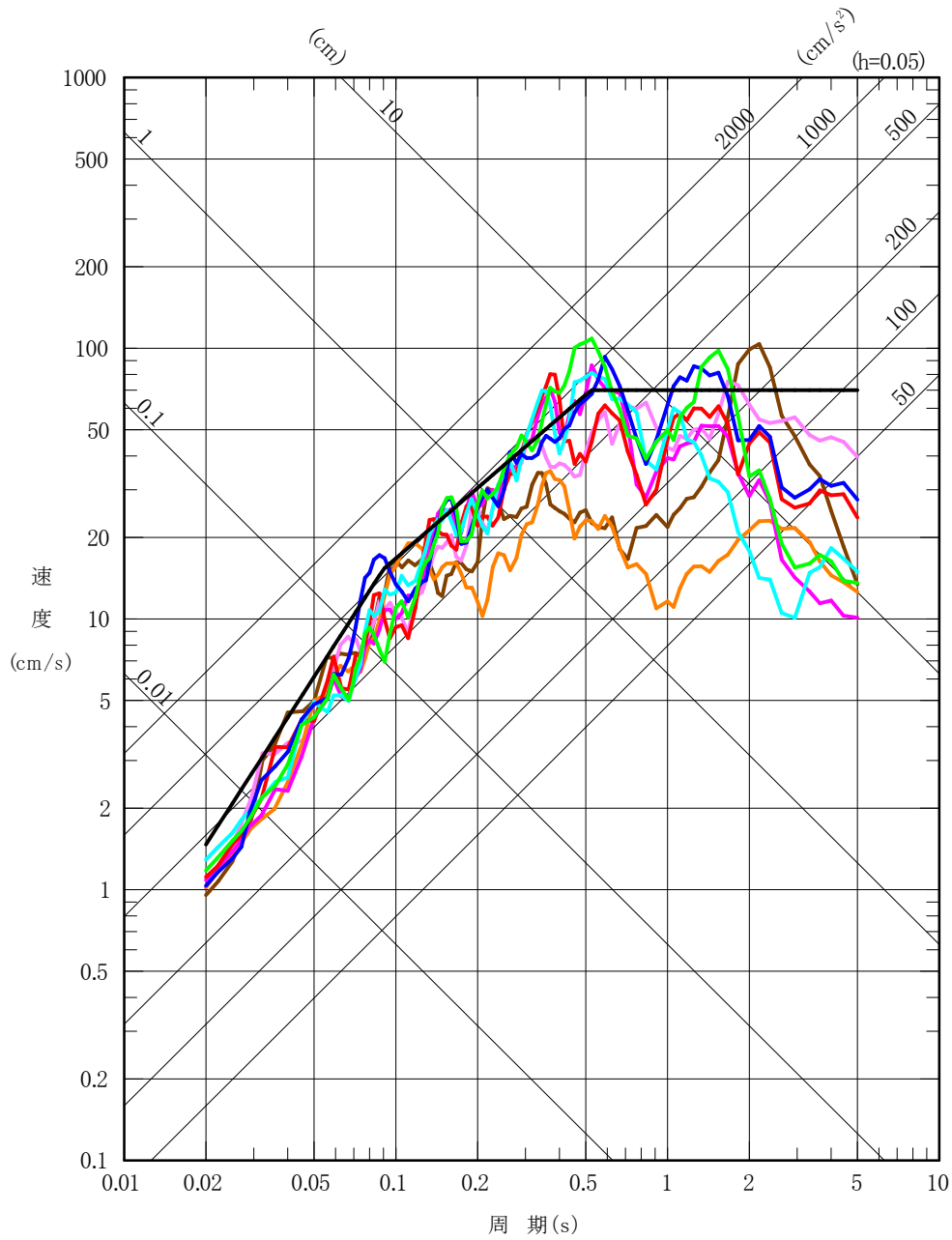
安全上重要な施設周辺においては、基準地震動による地震力に対して、施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こすおそれのある斜面はない。

- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B1
- 基準地震動 Ss-B2
- 基準地震動 Ss-B3
- 基準地震動 Ss-B4
- 基準地震動 Ss-B5
- 基準地震動 Ss-C1
- 基準地震動 Ss-C2
- 基準地震動 Ss-C3
- 基準地震動 Ss-C4

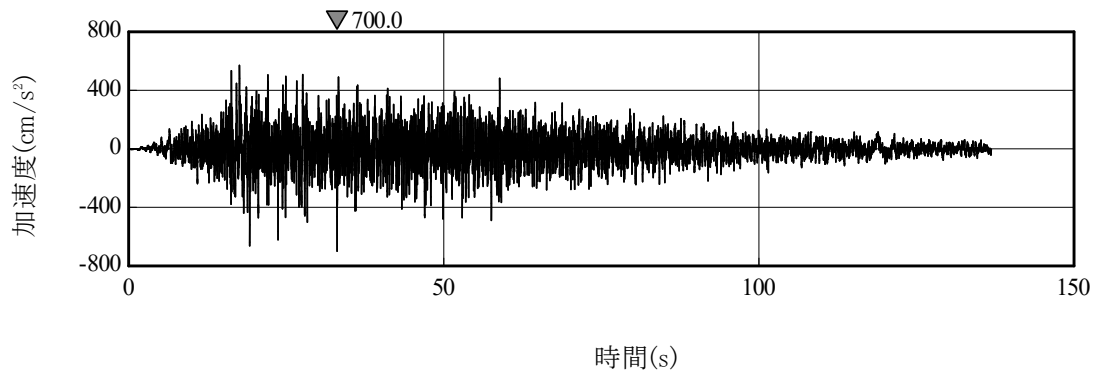


第6-1図(1) 基準地震動の応答スペクトル (水平方向)

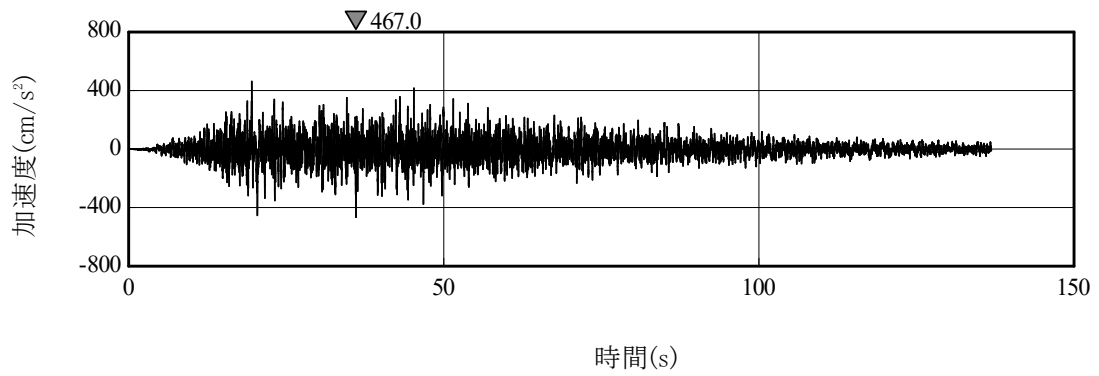
- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B1
- 基準地震動 Ss-B2
- 基準地震動 Ss-B3
- 基準地震動 Ss-B4
- 基準地震動 Ss-B5
- 基準地震動 Ss-C1
- 基準地震動 Ss-C2
- 基準地震動 Ss-C3



第6-1図(2) 基準地震動の応答スペクトル (鉛直方向)

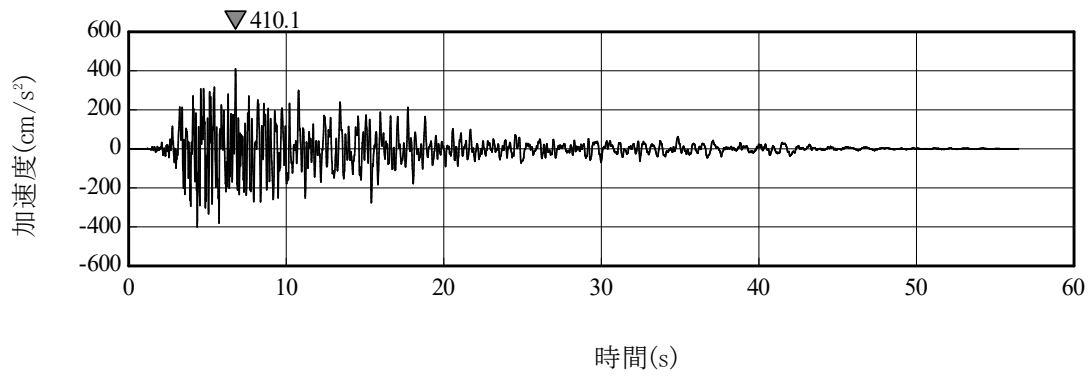


(a) 水平方向

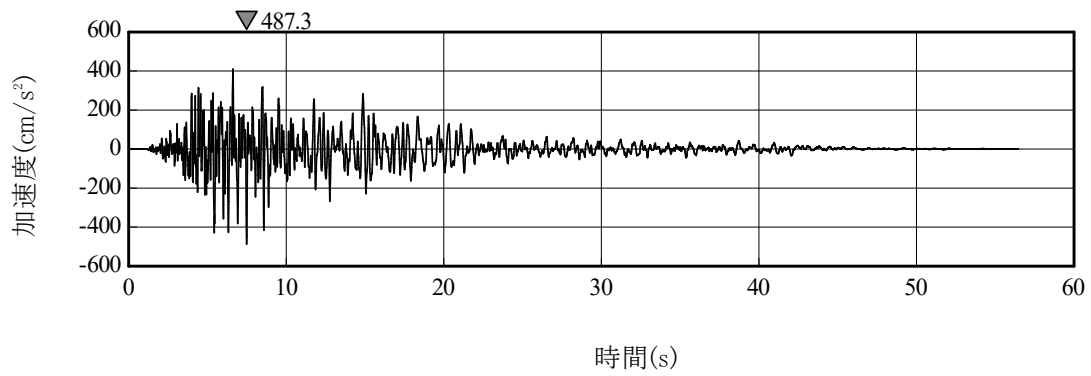


(b) 鉛直方向

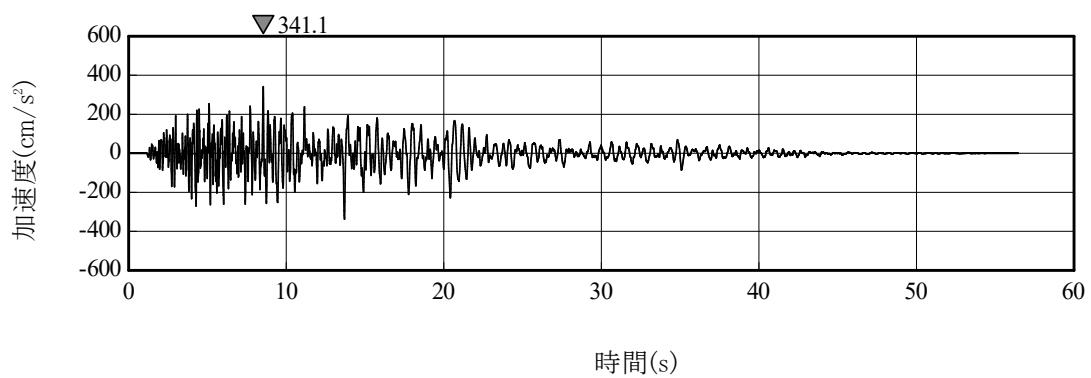
第6-2図(1) 基準地震動S_s-Aの設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形



(a) N S 方向

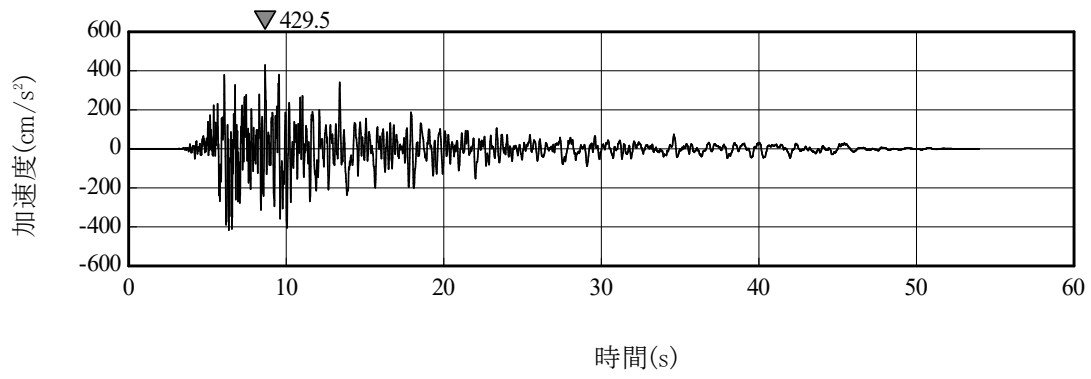


(b) E W 方向

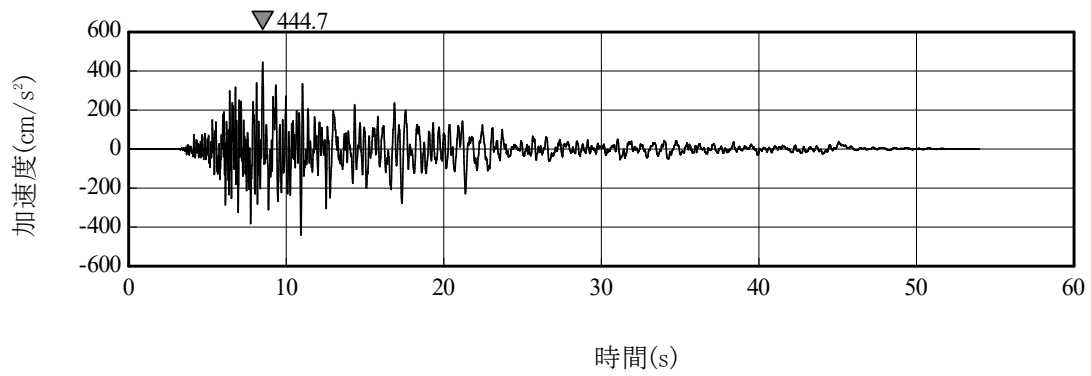


(c) U D 方向

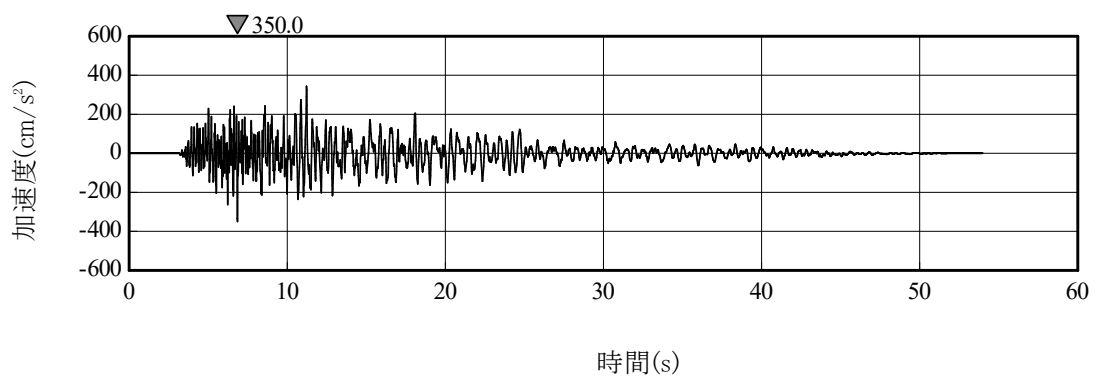
第 6 - 2 図(2) 基準地震動 S s - B 1 の加速度時刻歴波形



(a) N S方向

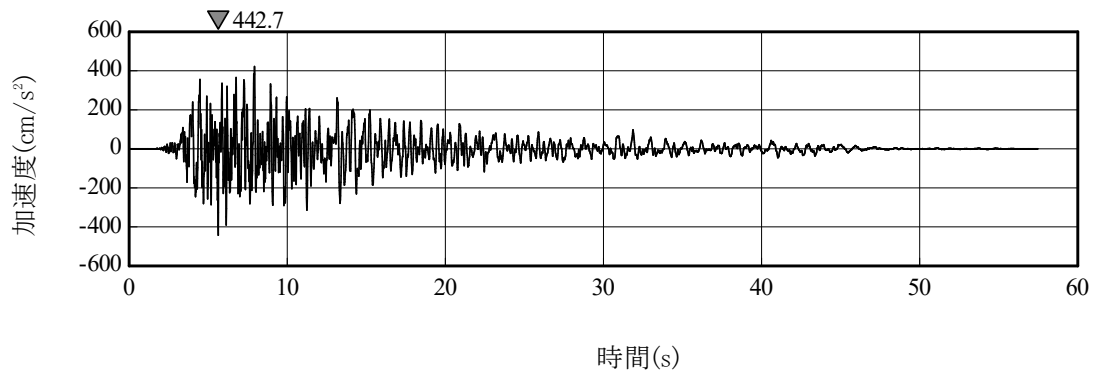


(b) E W方向

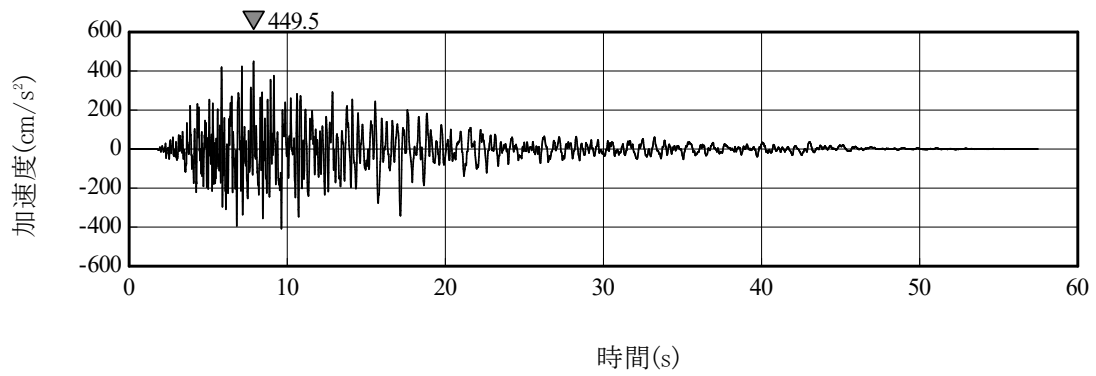


(c) U D方向

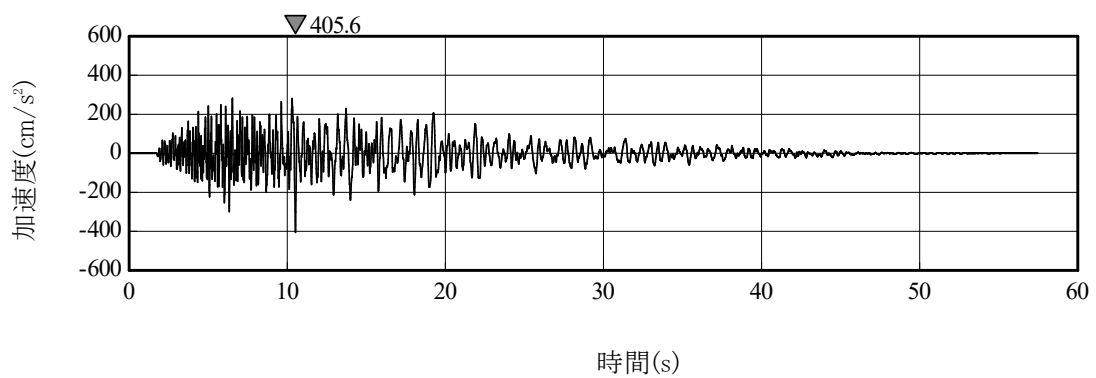
第6-2図(3) 基準地震動S_s-B2の加速度時刻歴波形



(a) N S 方向

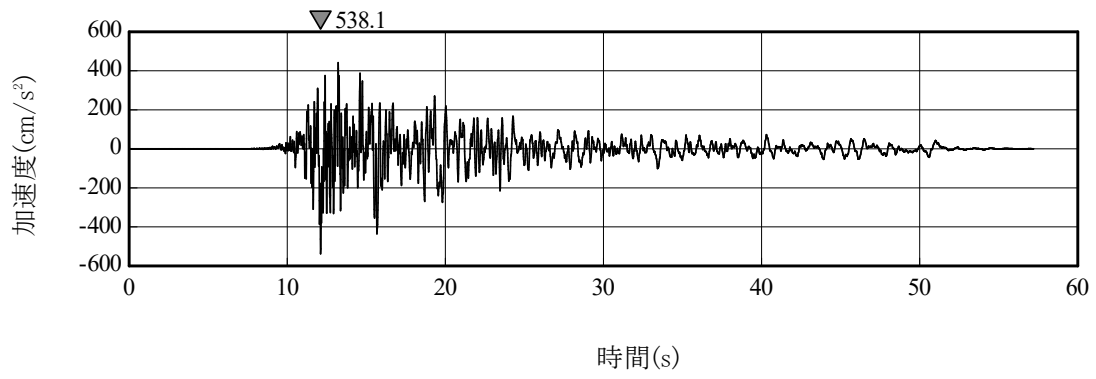


(b) E W 方向

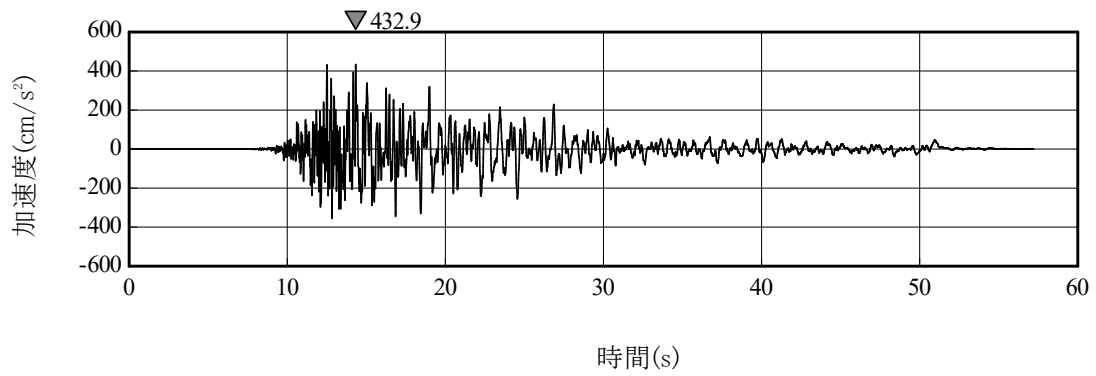


(c) U D 方向

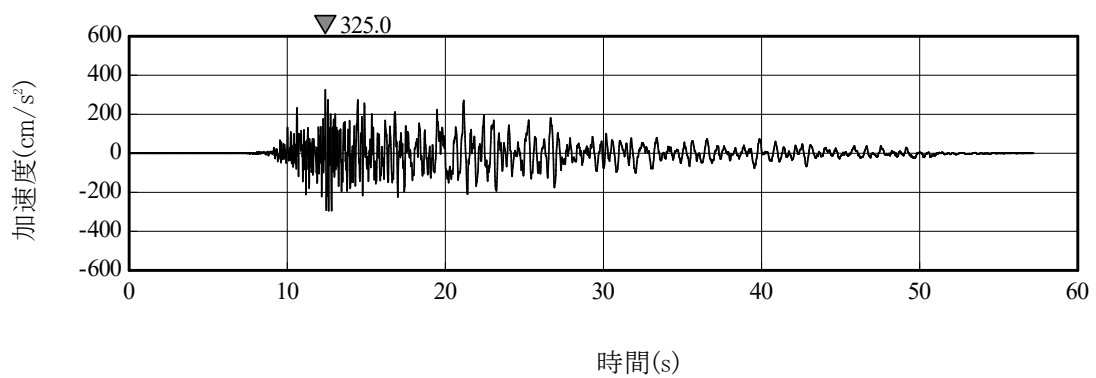
第 6 - 2 図(4) 基準地震動 S s - B 3 の加速度時刻歴波形



(a) N S 方向

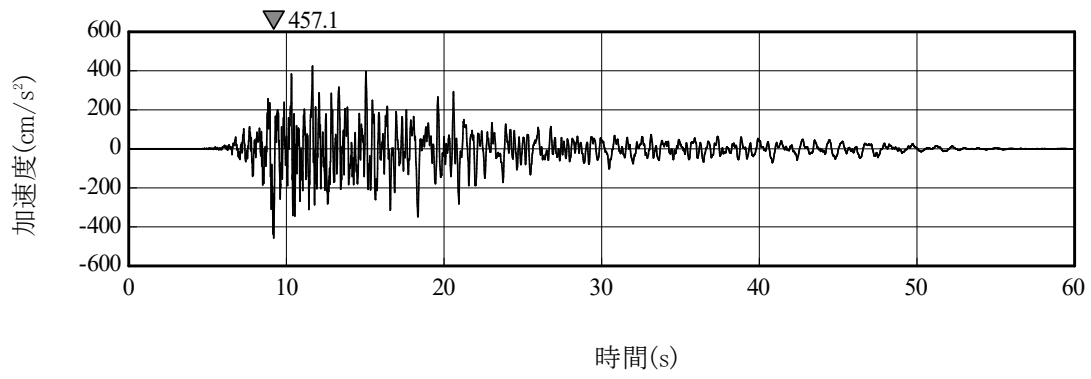


(b) E W 方向

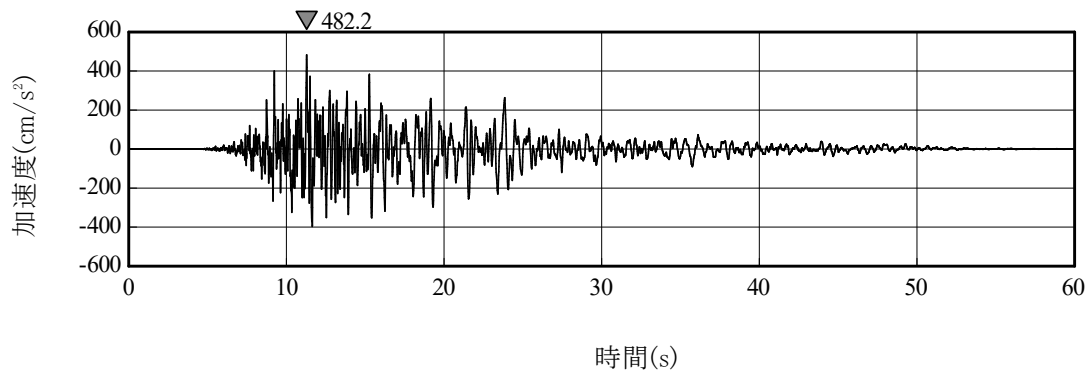


(c) U D 方向

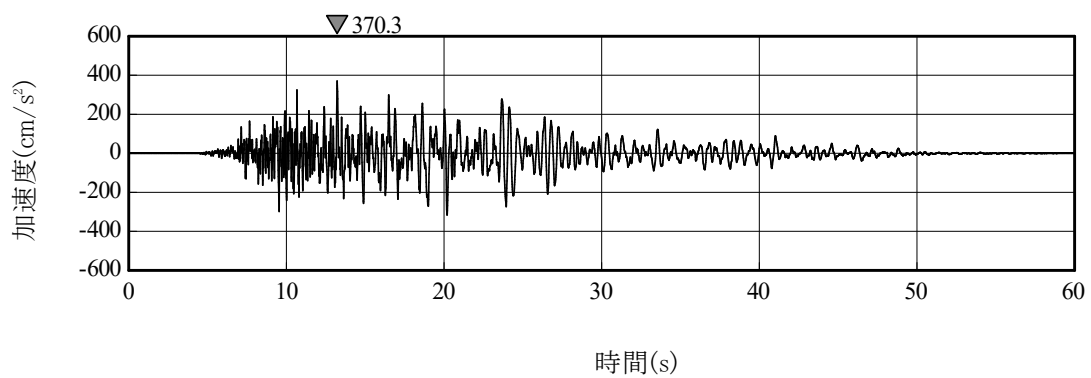
第 6 - 2 図(5) 基準地震動 S_s - B 4 の加速度時刻歴波形



(a) N S 方向

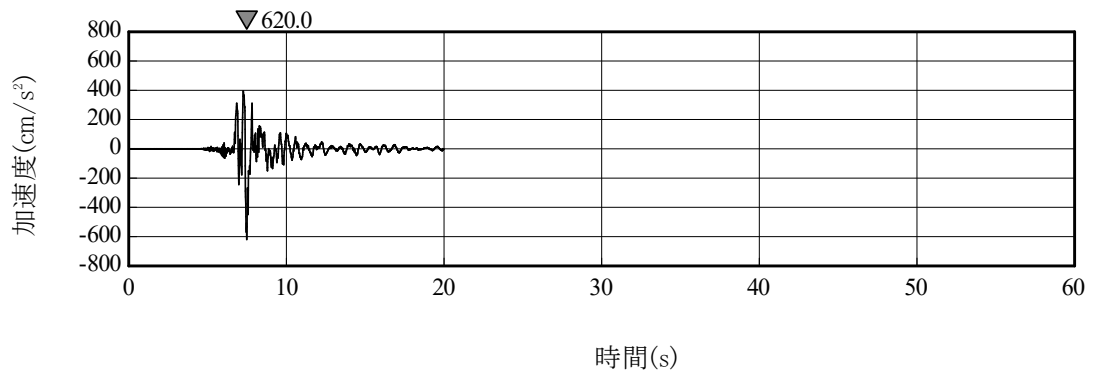


(b) E W 方向

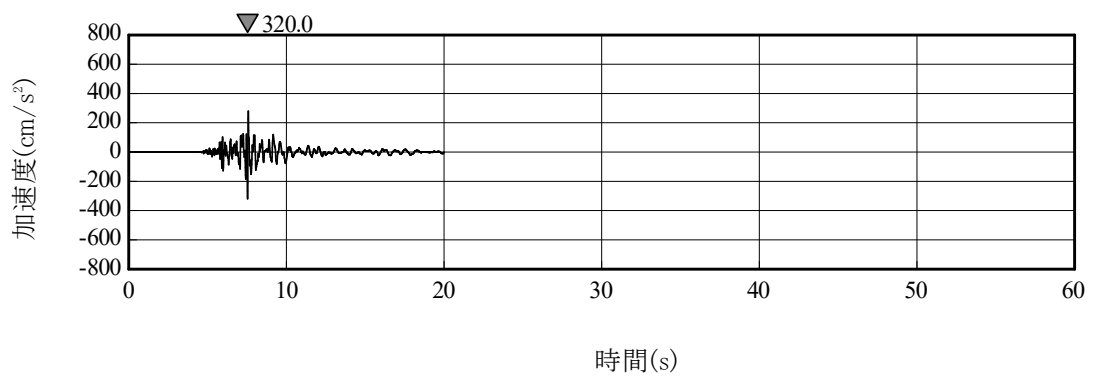


(c) U D 方向

第 6 - 2 図(6) 基準地震動 S_s - B 5 の加速度時刻歴波形

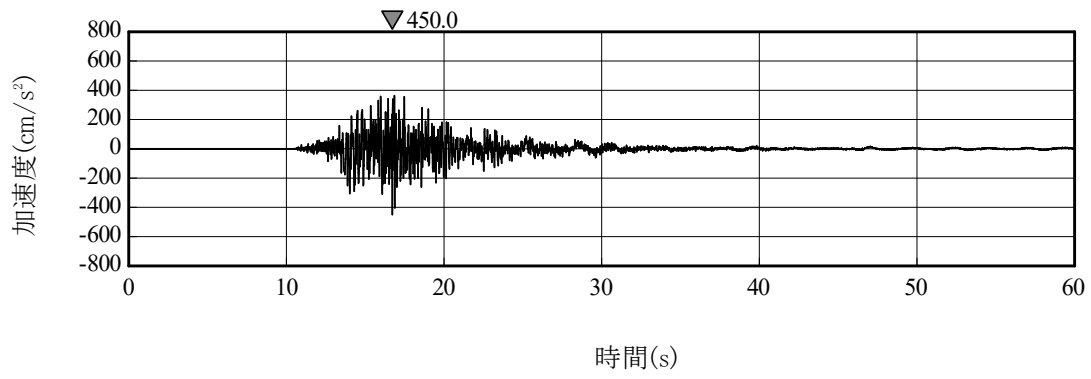


(a) 水平方向

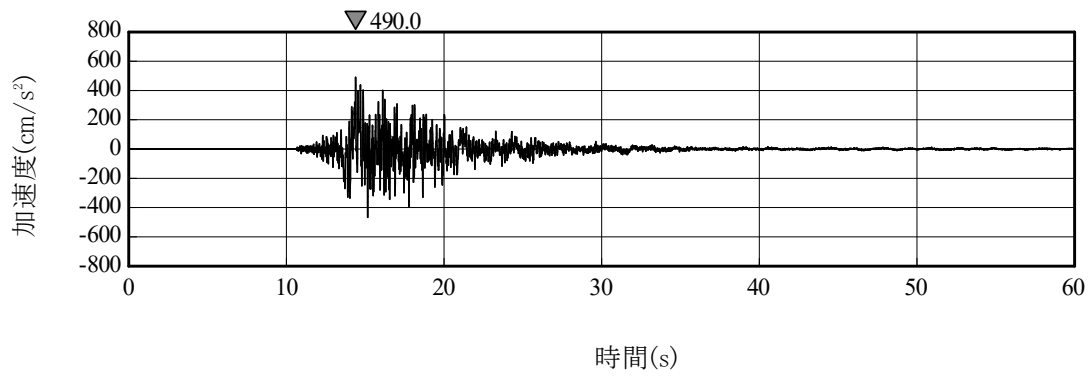


(b) 鉛直方向

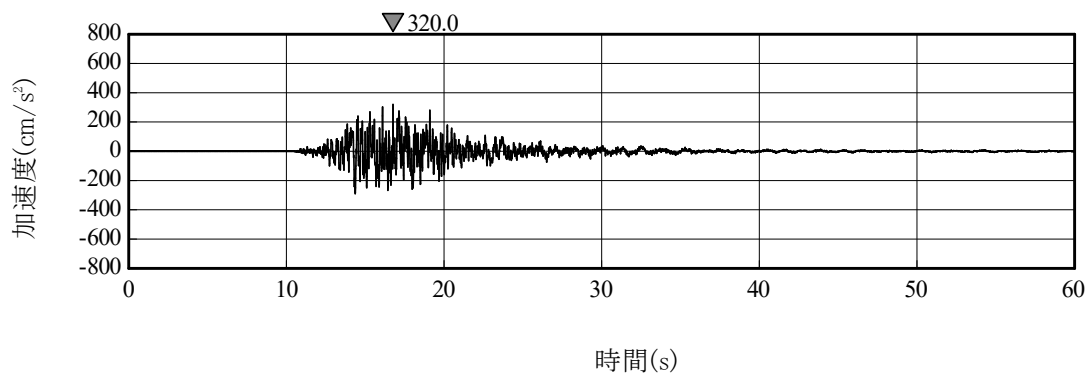
第6-2図(7) 基準地震動S_s-C1の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

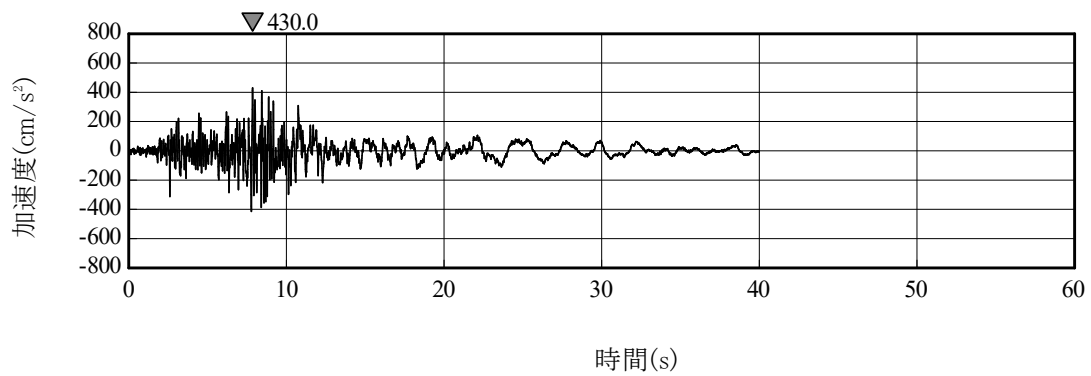


(b) 上下流方向

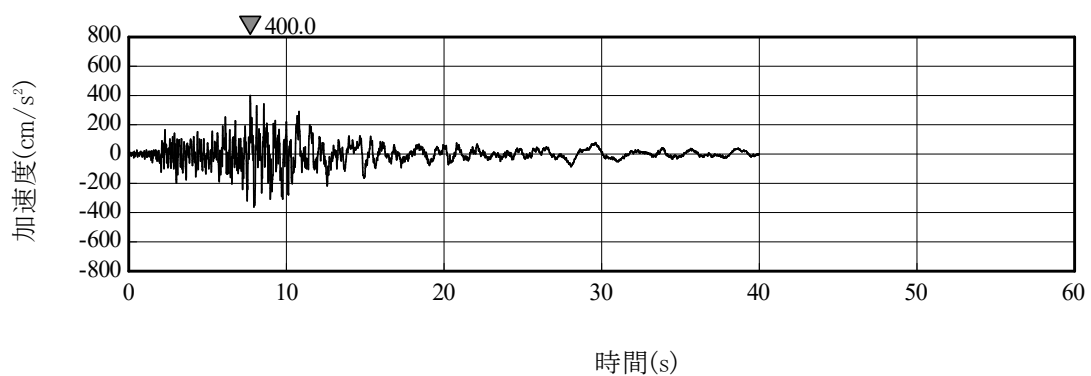


(c) 鉛直方向

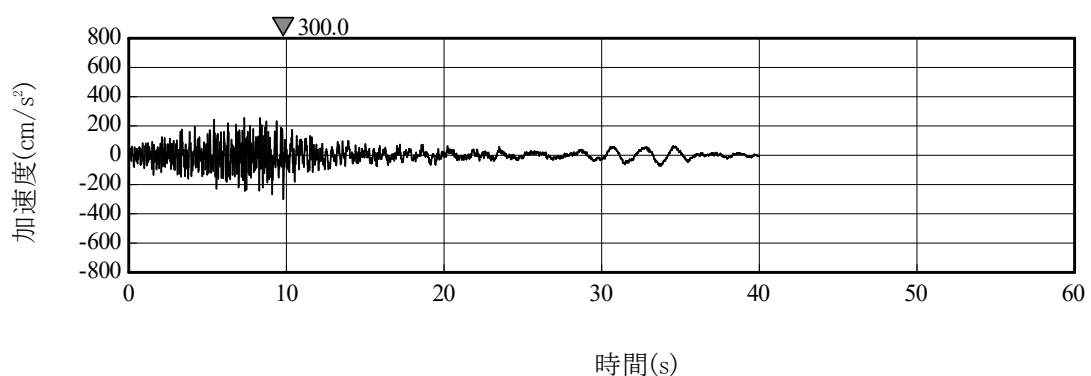
第6-2図(8) 基準地震動S_s-C₂の加速度時刻歴波形



(a) N S 方向

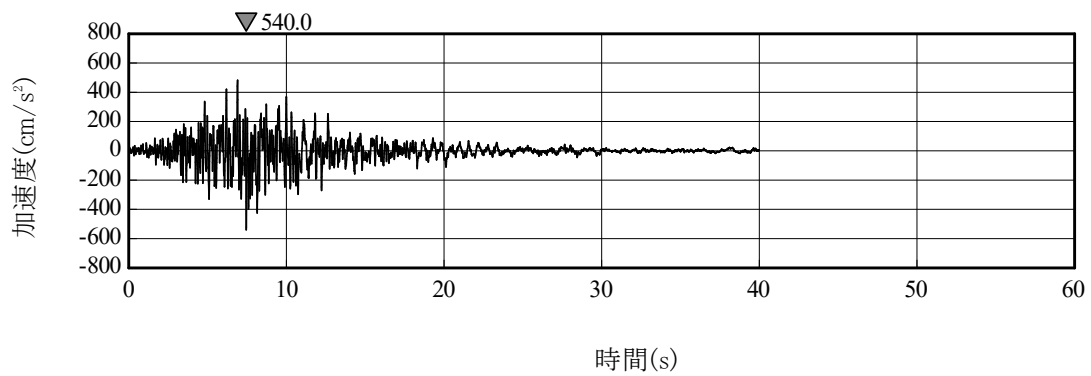


(b) E W 方向

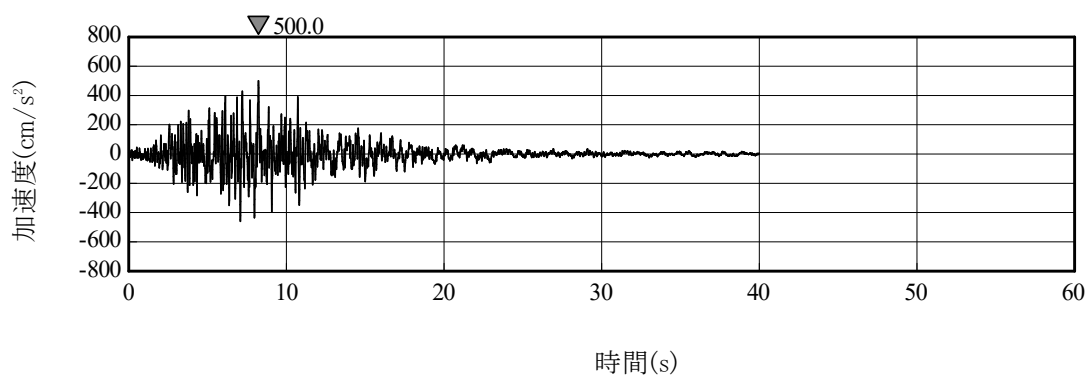


(c) U D 方向

第 6 - 2 図(9) 基準地震動 S_s - C 3 の加速度時刻歴波形



(a) N S方向



(b) E W方向

第6-2図(10) 基準地震動S_s-C4の加速度時刻歴波形

2. 耐震設計

廃棄物管理施設の耐震設計は、「事業許可基準規則」に適合するように「2. 1 廃棄物管理施設の耐震設計」に基づき設計する。

2. 1 廃棄物管理施設の耐震設計

2. 1. 1 廃棄物管理施設の耐震設計の基本方針

- (1) 廃棄物管理施設は、地震力に十分に耐えることができるように設計する。
- (2) 安全上重要な施設は、地震により発生するおそれのある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、耐震重要度に応じてSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれの耐震重要度に応じた地震力に十分に耐えることができるように設計する。
- (3) Sクラスの安全機能を有する施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。また、Sクラスの安全機能を有する施設は、弾性設計用地震動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ように設計する。
- (4) Bクラス及びCクラスの安全機能を有する施設は、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ように設計する。また、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。

2. 1. 2 耐震設計上の重要度分類

廃棄物管理施設の耐震設計上の重要度を、「事業許可基準規則」に基づき、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類する方針とする。

具体的には、旧申請書における再処理施設安全審査指針（昭和61年2月20日原子力安全委員会決定。）に基づく耐震重要度の分類であるAクラス及びA_sクラスをSクラス、Bクラス及びCクラスをそれぞれBクラス及びCクラスに置き換える。

(1) 耐震重要度による分類

a. Sクラスの施設

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいもの。

b. Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。

c. Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

(2) 耐震重要度分類上の留意事項

a. 廃棄物管理施設の安全機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割をもつもの及び支持構造物等の間接的な施設を含めて

健全性を保持する観点で、これらを主要設備，補助設備，直接支持構造物，間接支持構造物及び波及的影響を考慮すべき設備に区分する。

安全上要求される同一の機能上の分類に属する主要設備，補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが，間接支持構造物の支持機能及び波及的影響の評価については，それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障がないことを確認する。

上記に基づく耐震設計上の重要度分類を第6－1表に示す。

【補足説明資料2-1】

2. 1. 3 基礎地盤の支持性能

- (1) 安全機能を有する施設は，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当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設置する。
- (2) 建物・構造物が設置する地盤の支持性能については，基準地震動又は静的地震力により生じる施設の基礎地盤の接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準に基づく許容限界に対して，妥当な余裕を有するよう設計する。

2. 1. 4 地震力の算定法

廃棄物管理施設の耐震設計に用いる設計用地震力は、以下の方法で算定される静的地震力及び動的地震力とする。

2. 1. 4. 1 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震重要度分類に応じて以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

耐震重要度分類に応じて定める静的地震力を第6-2表に示す。

(1) 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震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。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類、地震層せん断力の係数の高さ方向の分布係数、地震地域係数を考慮して求められる値とする。

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

Sクラスの建物・構築物については、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。鉛直地震力は、震度0.3以

上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類を考慮して求めた鉛直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。

(2) 機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記(1)に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記(1)の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

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

【補足説明資料2-1】

2. 1. 4. 2 動的地震力

Sクラスの施設の設計に適用する動的地震力は、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、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。

Bクラスの施設のうち支持構造物の振動と共振のおそれのあるものについては、上記Sクラスの施設に適用する弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものから定める入力地震動を入力として、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。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせによる影響確認にあたっては、建物・構築物の構造特性を踏まえた3次元応答性状及びそれによる機器・配管系への影響を考慮し、水平2方向及び鉛直方向の地震力の影響が考えられる施設、設備については、水平2方向及び鉛直方向の地震力の組み合わせに対して、許容限界の範囲内にとどまることを確認する。

耐震重要度分類に応じて定める動的地震力を第6-3表に示す。

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を下回らないよう基準地震動に係数を乗じて設定する。

ここで、基準地震動に乗じる係数は、工学的判断として、原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見を踏まえた値とし、さらに、応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動 S_{s-A} に対しては、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂）」を踏まえて設定した廃棄物管理施設の基準地震動 S_1 の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。具体的には、工学的判断により基準地震動 S_{s-A} に対して係数0.52を乗じた地震動、基準地震動 $S_{s-B1} \sim B5$ 及び基準地震動 $S_{s-C1} \sim C4$ に対して係数0.5を乗じた地震動を弾性設計用地震動として設定する。

また、建物・構築物及び機器・配管系共に同じ値を採用することで、弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。

弾性設計用地震動の応答スペクトルを第6-3図に、弾性設計用地震動の加速度時刻歴波形を第6-4図に、弾性設計用地震動と基準地震動 S_1 の応答スペクトルの比較を第6-5図に、弾性設計用地震動と解放基盤表

面における地震動の一樣ハザードスペクトルの比較を第6-6図に示す。

弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B 1 ~ B 5 の年超過確率はおおむね $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 程度, S d - C 1 ~ C 4 の年超過確率はおおむね $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度である。

【補足説明資料2-1, 2-2】

(1) 入力地震動

地質調査の結果によれば, 廃棄物管理施設の設置位置周辺は, 新第三紀の鷹架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。

解放基盤表面は, この新第三紀の鷹架層の S 波速度が 0.7 km/s 以上を有する標高約 -70m の位置に想定することとする。

基準地震動は, 解放基盤表面で定義する。

建物・構築物の地震応答解析モデルに対する入力地震動は, 解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮して作成したものとするとともに, 必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

また, 必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

【補足説明資料2-3】

(2) 動的解析法

a. 建物・構築物

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を考慮のうえ, 適切な解析法を選定するとともに, 建物・

構築物に応じた解析条件を設定する。動的解析は、原則として、時刻歴応答解析法を用いて求めるものとする。

建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性、振動特性、減衰特性を十分考慮して評価し、集中質点系に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤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、基礎版の平面形状、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、弾性波試験によるものを用いる。

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

基準地震動及び弾性設計用地震動に対する応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

構築物のうち洞道の動的解析に当たっては、洞道と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法を用いる。地震応答解析手法は、地盤及び洞道の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形又は非線形解析のいずれかによる。地盤の地震応答解析モデルは、洞道と地盤の動的相互作用を考慮できる有限要素法を用いる。洞道の地震応答解析に用いる減衰定数については、地盤と洞道の非線形性を考慮して適切に設定する。

b. 機器・配管系

機器については、その形状を考慮して、1質点系モデル又は多質点系モデルに置換し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

配管系については、適切なモデルを作成し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法により応答を求める。

なお、剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大床応答加速度の1.2倍の加速度を静的に作用させて地震力を算定する。

動的解析に用いる減衰定数は、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

【補足説明資料2-5】

(3) 波及的影響の確認に適用される設計用地震力

波及的影響については、安全上重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。

2. 1. 5 荷重の組合せと許容限界

廃棄物管理施設に適用する荷重の組合せと許容限界は、以下によるものとする。

2. 1. 5. 1 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

(1) 建物・構築物

a. 運転時の状態

廃棄物管理施設が運転している状態。

b. 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪，風）。

(2) 機器・配管系

a. 運転時の状態

運転条件が所定の範囲内にある状態。

2. 1. 5. 2 荷重の種類

(1) 建物・構築物

a. 廃棄物管理施設のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧及び水圧

b. 運転時の状態で施設に作用する荷重

c. 設計用自然条件（積雪荷重及び風荷重）

ただし，運転時の荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には，地震時土圧，地震時水圧及び機器・配管系からの反力が含まれるものとする。

(2) 機器・配管系

a. 運転時の状態で施設に作用する荷重

ただし、施設に作用する荷重には、死荷重（自重）が含まれるものとする。また、屋外に設置される施設については、建物・構築物に準じる。

【補足説明資料2-1, 2-6】

2. 1. 5. 3 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

(1) 建物・構築物

Sクラスの建物・構築物について、基準地震動による地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重（固定荷重、積載荷重、土圧及び水圧）、運転時の状態で施設に作用する荷重、積雪荷重及び風荷重とする。Sクラス、Bクラス及びCクラス施設を有する建物・構築物について、基準地震動以外の地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重、積雪荷重とする。

(2) 機器・配管系

Sクラスの機器・配管系について、基準地震動による地震力、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。Bクラスの機器・配管系について、共振影響検討用の地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。Cクラスの機器・配管系について、静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。なお、屋外に設置される施設については、建物・

構築物に準じる。

(3) 荷重の組合せ上の留意事項

- a. ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。
- b. 耐震重要度の異なる施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては，支持される施設の耐震重要度に応じた地震力と常時作用している荷重，運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。
- c. 積雪荷重については，屋外に設置されている施設のうち，積雪による受圧面積が小さい施設や，常時作用している荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き，地震力との組合せを考慮する。
- d. 風荷重については，屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造，形状及び仕様の施設においては，地震力との組合せを考慮する。

【補足説明資料2-1, 2-6】

2. 1. 5. 4 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は以下のとおりとする。

(1) 建物・構築物

a. Sクラスの建物・構築物

(a) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物全体として変形能力（終局耐力時の変形）について十分

な余裕を有し，建物・構築物の終局耐力に対して，妥当な安全余裕を持たせることとする（評価項目は耐震壁のせん断ひずみ，構築物（洞道）のせん断力等）。

なお，終局耐力とは，建物・構築物に対する荷重を漸次増大していくとき，その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし，既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

- (b) 弾性設計用地震動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

Sクラスの建物・構築物については，地震力に対して概ね弾性状態に留まるように，発生する応力に対して，建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

- b. Bクラス及びCクラスの建物・構築物

上記 a. (b)による許容応力度を許容限界とする。

- c. 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物（屋外重要土木構造物である洞道を除く）については，当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して，耐震重要度に応じた適切な安全余裕を有していることを確認する。

- (2) 機器・配管系

- a. Sクラスの機器・配管系

- (a) 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

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すことがないものとする。

- (b) 弾性設計用地震動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

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ように、降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

b. Bクラス及びCクラスの機器・配管系

上記 a. (b)による応力を許容限界とする。

c. 動的機器

地震時及び地震後に動作を要求される機器・配管系については、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。

【補足説明資料2-1, 2-5】

2. 1. 6 設計における留意事項

2. 1. 6. 1 波及的影響

安全上重要な施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって、その安全機能が損なわれないものとする。

評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体をふかんした調査・検討を行い、安全上重要な施設の安全機能への影響がないことを確認する。

なお、原子力発電所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。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響

a. 不等沈下

安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下により、安全上重要な施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

b. 相対変位

安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設と安全上重要な施設の相対変位により、安全上重要な施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(2) 安全上重要な施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、安全上重要な施設に接続する下位クラス施設の損傷により、安全上重要な施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下による安全上重要な施設への影響

安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，建屋内の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下により，安全上重要な施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下による安全上重要な施設への影響

安全上重要な施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，建屋外の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下により，安全上重要な施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

【補足説明資料2-1】

2. 1. 6. 2 一関東評価用地震動（鉛直）

基準地震動 $S_s - C_4$ 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の地震力を組み合わせた影響評価を行う場合には，工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動（以下「一関東評価用地震動（鉛直）」という。）による地震力を用いる。

一関東評価用地震動（鉛直）は，一関東観測点における岩手・宮城内陸地震で得られた観測記録のNS方向及びEW方向のはぎとり解析により算定した基盤地震動の応答スペクトルを平均し，平均応答スペクトルを作成する。水平方向に対する鉛直方向の地震動の比3分の2を考慮し，平均応答スペクトルに3分の2を乗じた応答スペクトルを設定する。一関東観測点における岩手・宮城内陸地震で得られた鉛直方向の地中記録の位相を用いて，設定した応答スペクトルに適合するよう模擬地震波を作成する。

作成した模擬地震波により厳しい評価となるように振幅調整した地震動を一関東評価用地震動（鉛直）とする。

また、弾性設計用地震動 S d - C 4 についても、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の地震力を組み合わせた影響評価を行う場合には、上記で設定した一関東評価用地震動（鉛直）に 0.5 を乗じた地震動を用いる。

一関東評価用地震動（鉛直）の設計用応答スペクトルを第 6 - 7 図に、設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形を第 6 - 8 図に示す。

【補足説明資料2-1】

2. 1. 7 主要施設の耐震構造

(1) ガラス固化体受入れ建屋

ガラス固化体受入れ建屋は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上3階（地上高さ約23m）、地下2階、平面が約47m（南北方向）×約52m（東西方向）の建物であり、堅固な基礎版上に設置する。

建物は、十分な耐震性を有する構造とする。

(2) ガラス固化体貯蔵建屋

ガラス固化体貯蔵建屋は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上2階（地上高さ約14m）、地下2階、平面が約47m（南北方向）×約46m（東西方向）の建物であり、堅固な基礎版上に設置する。

建物は、相当に剛性が高く、十分な耐震性を有する構造とする。

(3) ガラス固化体貯蔵建屋B棟

ガラス固化体貯蔵建屋B棟は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で地上2階（地上高さ約14m）、地下2階、平面が約47m（南北方向）×約34m（東西方向）の建物であり、堅固な基礎版上に設置する。

建物は、相当に剛性が高く、十分な耐震性を有する構造とする。

(4) 貯蔵ピット

収納管は、貯蔵区域の天井スラブで懸架支持し、通風管は、貯蔵ピットの支持架構で固定支持する。収納管と通風管との間にはスペーサを設け、地震時の収納管の荷重をスペーサを介して支持架構で支持する構造とする。さらに、支持架構は、貯蔵区域を構成するそれぞれの壁面に固

定する。

(5) その他

その他の機器・配管系は、運転時荷重、地震荷重による荷重により不都合な応力が生じないように必要に応じロッドレストレイント、スナバ、その他の装置を使用し耐震性を確保する。

(6) 間接支持構造物

間接支持構造物については、支持する設備等の耐震重要度に応じた地震力に対して、支持機能が損なわれない設計とする。

2. 1. 8 安全上重要な施設の周辺斜面

安全上重要な施設の周辺斜面は、基準地震動による地震力に対して、安全上重要な施設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。なお、安全上重要な施設周辺においては、基準地震動による地震力に対して、施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こすおそれのある斜面はない。

第6-1表 耐震設計上の重要度分類

耐震クラス	施設区分	設備等		(注1)		直接支持構造物		(注2)		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき設備 (注4)
		施設名	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	適用範囲	震害クラス	適用範囲	適用範囲	適用範囲		
S	ガラス固化体を管理する施設	管理施設	取納管、通風管	S	機器、配管等の支持構造物	S	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	S	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	適用範囲
		構築物	貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器	S								
		構築物	貯蔵区域しゃへい	S								
B	ガラス固化体を取り扱う施設	構築物	ガラス固化体検査室しゃへい	S				ガラス固化体貯蔵建屋B棟	B	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	
		管理施設	貯蔵建屋床面走行クレーン(注5)	B								
		放射性廃棄物の受入施設	輸送容器搬送台車 ガラス固化体検査室天井クレーン ガラス固化体仮置き架台	B	機器、配管等の支持構造物	B						
C	放射性物質を内蔵しているか又はこれに関連した施設で、S、Bクラスに属さない施設	放射性廃棄物の受入施設	ガラス固化体検査装置(注9)	C	機器、配管等の支持構造物	C	ガラス固化体貯蔵建屋	ガラス固化体貯蔵建屋	C	ガラス固化体貯蔵建屋	ガラス固化体放射能測定装置(注9)	
		気体廃棄物の廃棄施設	取納管排気設備	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	C	ガラス固化体貯蔵建屋B棟		
			換気設備		C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	C	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	
			ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒(注7)		C		C		支持鉄塔、基礎			
			冷却空気出口シャフト(注8)		C		C					
			液体廃棄物の廃棄施設	廃水貯蔵設備	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体受入れ建屋	C	ガラス固化体受入れ建屋	
			固体廃棄物の廃棄施設	固体廃棄物貯蔵設備	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体受入れ建屋	C	ガラス固化体受入れ建屋	
			放射性廃棄物の受入施設	受入れ建屋天井クレーン	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	C	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	
			放射線管理施設	放射線監視設備	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	C	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	
			放射線管理施設	計測制御設備	C	機器、配管等の支持構造物	C	機器、配管等の支持構造物	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	C	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	

(注1) 設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。

(注2) 直接支持構造物とは、設備に直接取り付けられる支持構造物、又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(建物・構築物)であり、設備等に適用される地震力に対して支持機能を維持できる設計とする。

(注4) 波及的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であり、設備等に適用される地震力により、上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼさないように設計とする。

(注5) 貯蔵建屋床面走行クレーンはBクラスであるが、Sクラスのしゃへい容器と一体構造のため、Sクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。

(注6) ガラス固化体受入れ建屋は、検討用地震動S_cにて間接支持構造物としての検討を行う建物であるが、基準地震動S_sにて輸送容器に波及的影響を与えないよう設計する。

(注7) ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒は、検討用地震動S_cにて間接支持構造物としての検討を行う構造物であるが、基準地震動S_sにて安全上重要な施設に波及的影響を与えないよう設計する。

(注8) 冷却空気出口シャフトは、ガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟の各々の一部であるため、基準地震動S_sにて設計する。

(注9) ガラス固化体検査装置のうち、ガラス固化体放射能測定装置はCクラスであるが、ガラス固化体がガラス固化体放射能測定装置から移動しないよう基準地震動S_sにて設計する。

第6-2表 耐震重要度分類に応じて定める静的地震力

項目	耐震重要度 分類	静的地震力	
		水平	鉛直
建物・構築物	S	$Kh(3.0Ci)^{*1}$	$Kv(1.0Cv)^{*2}$
	B	$Kh(1.5Ci)$	—
	C	$Kh(1.0Ci)$	—
機器・配管系	S	$Kh(3.6Ci)^{*3}$	$Kv(1.2Cv)^{*4}$
	B	$Kh(1.8Ci)$	—
	C	$Kh(1.2Ci)$	—

*1 $Kh(3.0Ci)$ は、 $3.0Ci$ より定まる建物・構築物の水平地震力。

Ci は下式による。

$$Ci = Rt \cdot Ai \cdot Co$$

Rt ：振動特性係数

Ai ： Ci の分布係数

Co ：標準せん断力係数

*2 $Kv(1.0Cv)$ は、 $1.0Cv$ より定まる建物・構築物の鉛直地震力。

Cv は下式による。

$$Cv = 0.3 \cdot Rt$$

Rt ：振動特性係数

*3 $Kh(3.6Ci)$ は、 $3.6Ci$ より定まる機器・配管系の水平地震力。

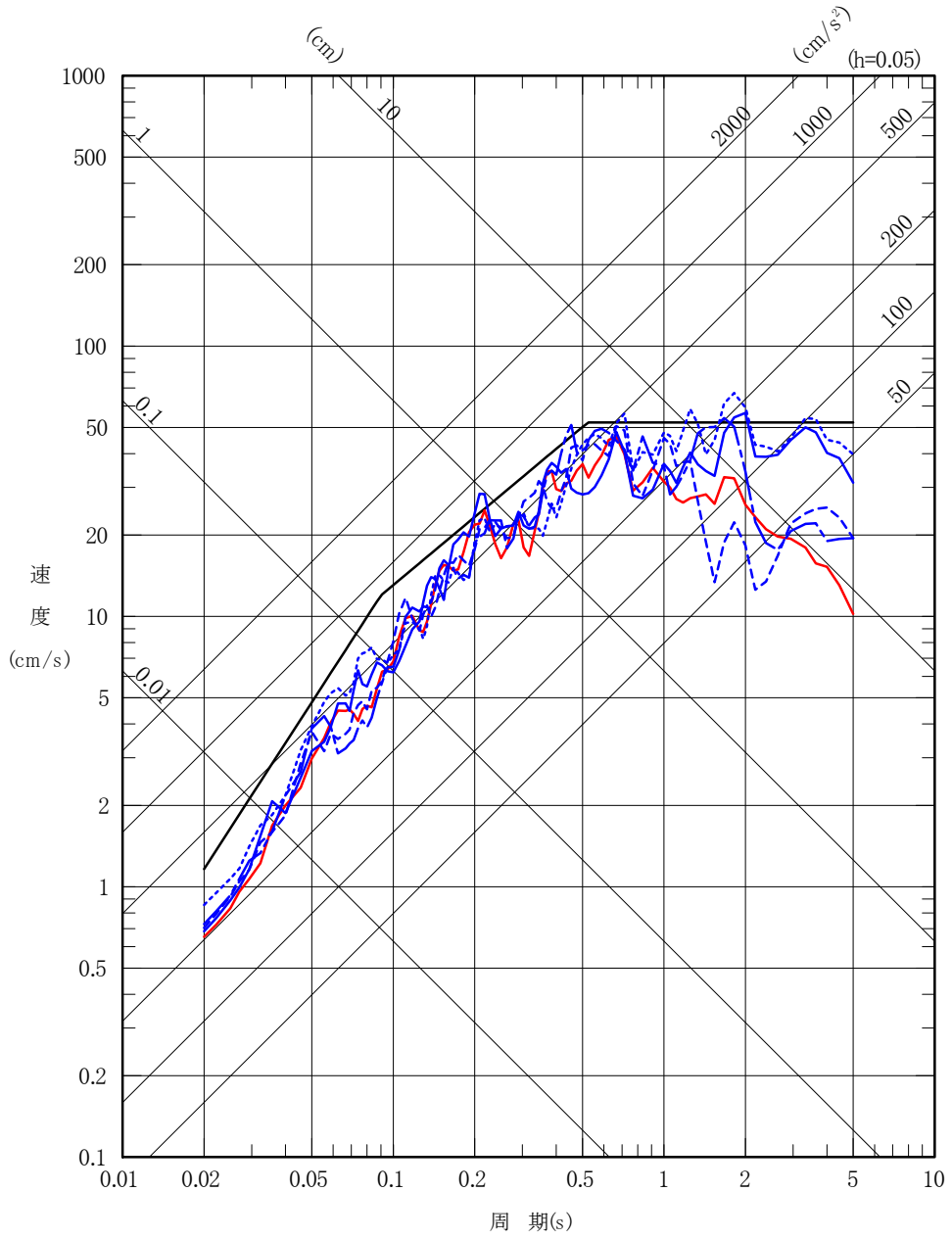
*4 $Kv(1.2Cv)$ は、 $1.2Cv$ より定まる機器・配管系の鉛直地震力。

第6-3表 耐震重要度分類に応じて定める動的地震力

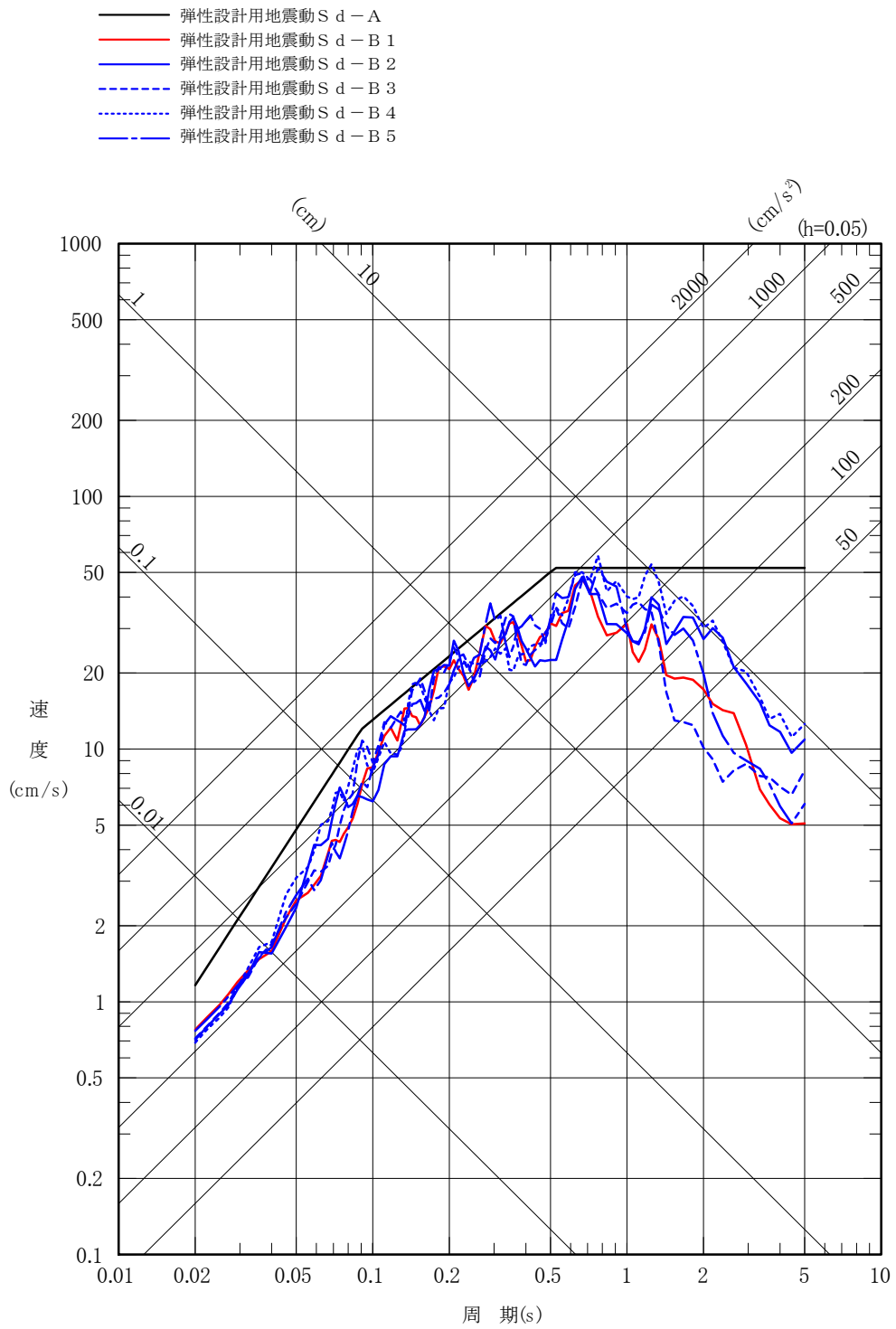
項目	耐震重要度 分類	動的地震力	
		水平	鉛直
建物・構築物	S	$Kh(S_s)^{*1}$ $Kh(S_d)^{*2}$	$K_v(S_s)^{*3}$ $K_v(S_d)^{*4}$
	B	$Kh(S_d/2)^{*5}$	$K_v(S_d/2)^{*6}$
	C	—	—
機器・配管系	S	$Kh(S_s)^{*1}$ $Kh(S_d)^{*2}$	$K_v(S_s)^{*3}$ $K_v(S_d)^{*4}$
	B	$Kh(S_d/2)^{*5}$	$K_v(S_d/2)^{*6}$
	C	—	—

- * 1 $Kh(S_s)$ は、水平方向の基準地震動 S_s に基づく水平地震力。
- * 2 $Kh(S_d)$ は、水平方向の弾性設計用地震動 S_d に基づく水平地震力。
- * 3 $K_v(S_s)$ は、鉛直方向の基準地震動 S_s に基づく鉛直地震力。
- * 4 $K_v(S_d)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動 S_d に基づく鉛直地震力。
- * 5 $Kh(S_d/2)$ は、水平方向の弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものに基づく水平地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用する。
- * 6 $K_v(S_d/2)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものに基づく鉛直地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用する。

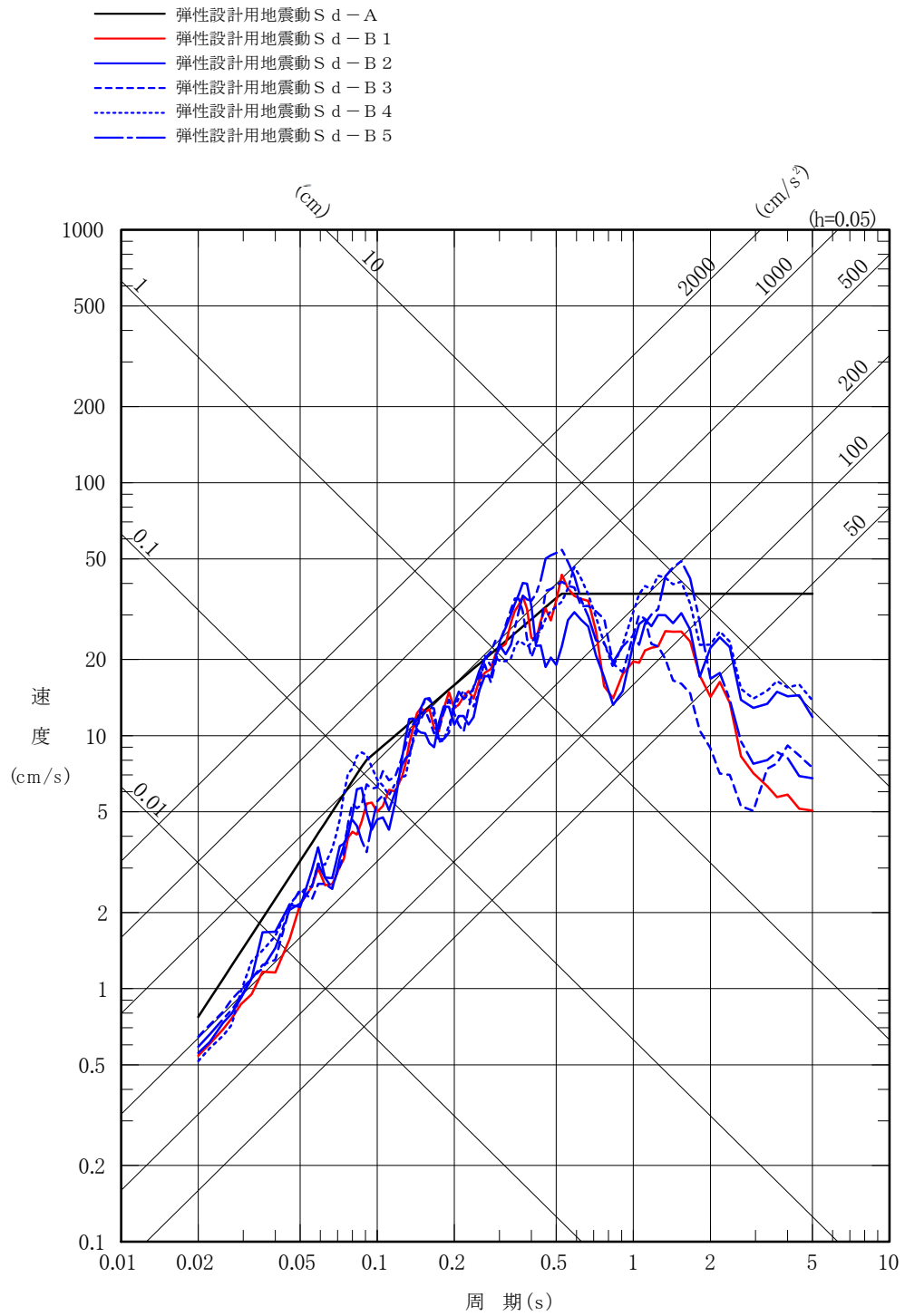
- 弾性設計用地震動 S d - A
- 弾性設計用地震動 S d - B 1
- 弾性設計用地震動 S d - B 2
- - 弾性設計用地震動 S d - B 3
- ⋯ 弾性設計用地震動 S d - B 4
- · - 弾性設計用地震動 S d - B 5



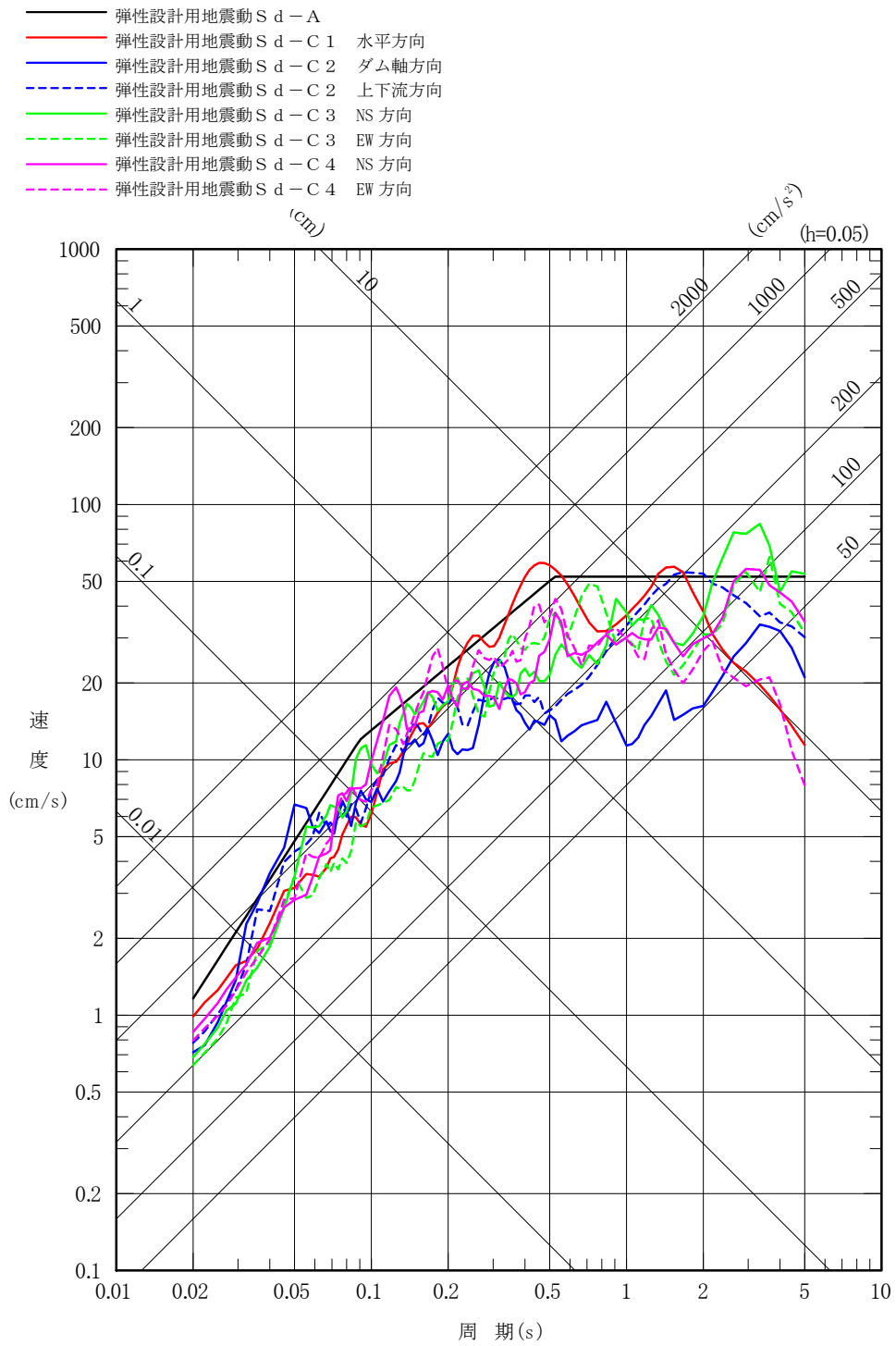
第 6 - 3 図(1) 弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル (NS 方向)



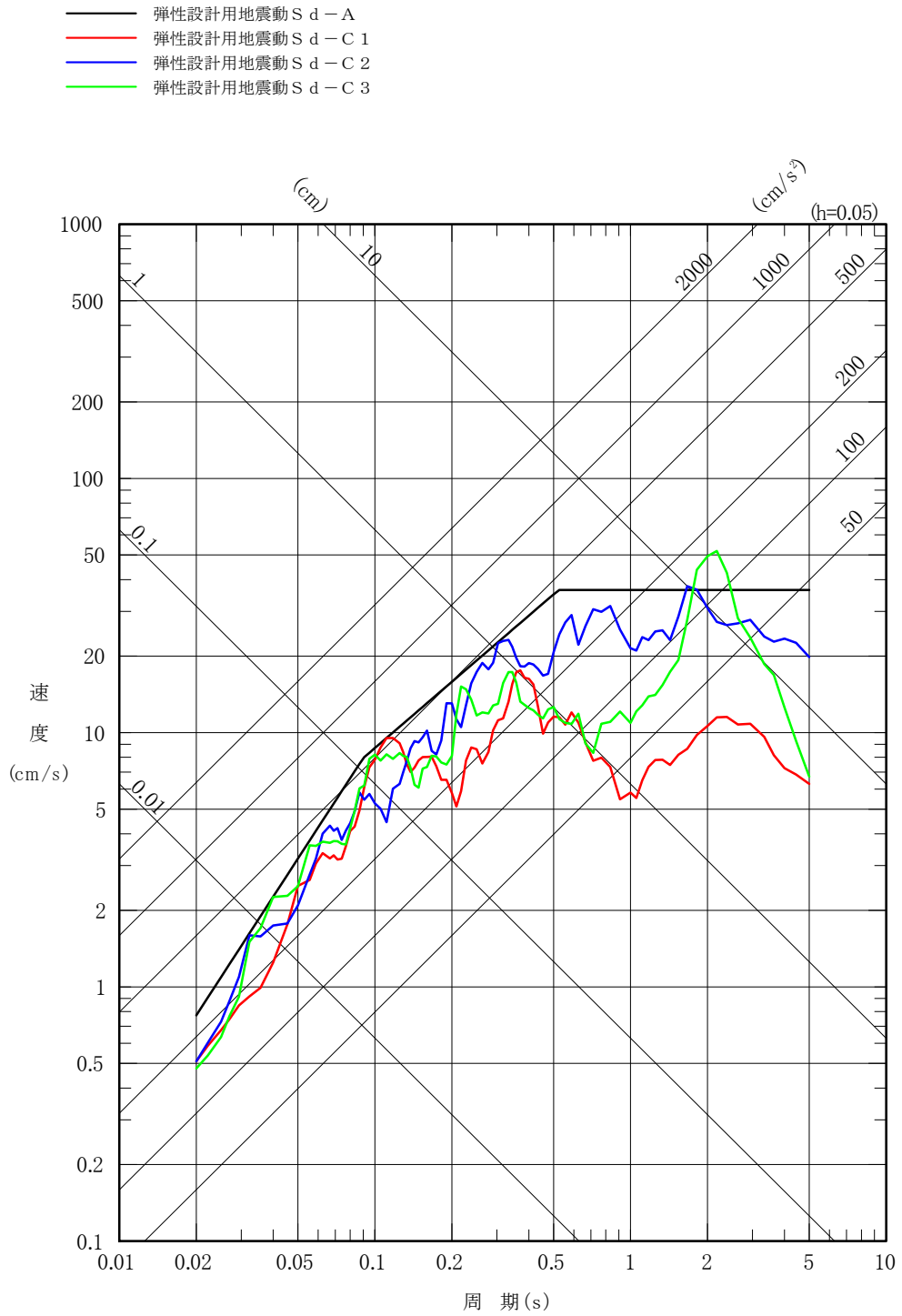
第 6 - 3 図(2) 弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル (EW方向)



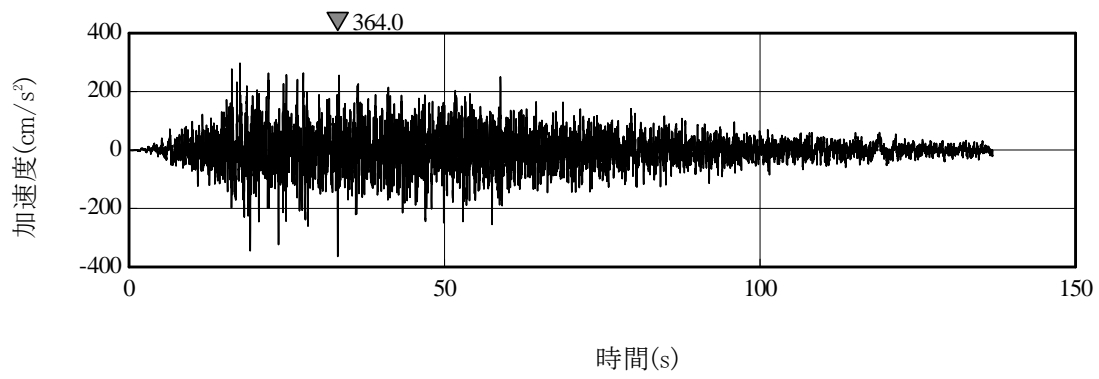
第 6 - 3 図(3) 弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル (UD 方向)



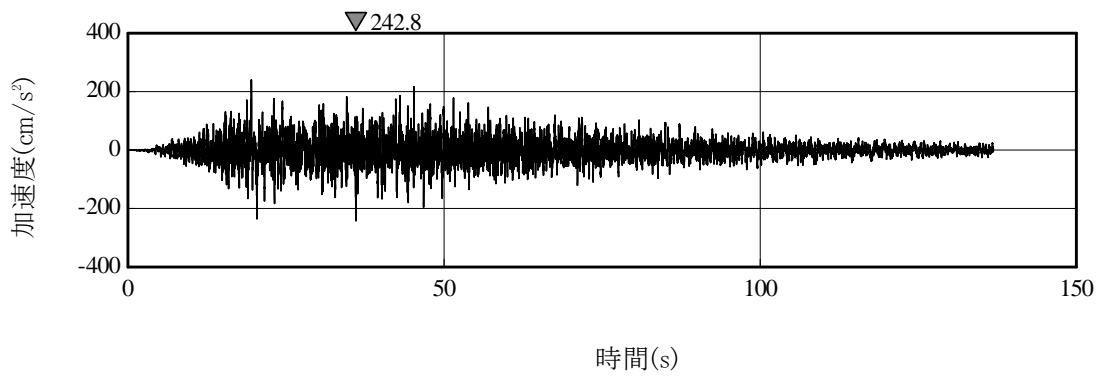
第 6 - 3 図(4) 弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル (水平方向)



第 6 - 3 図(5) 弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル (鉛直方向)

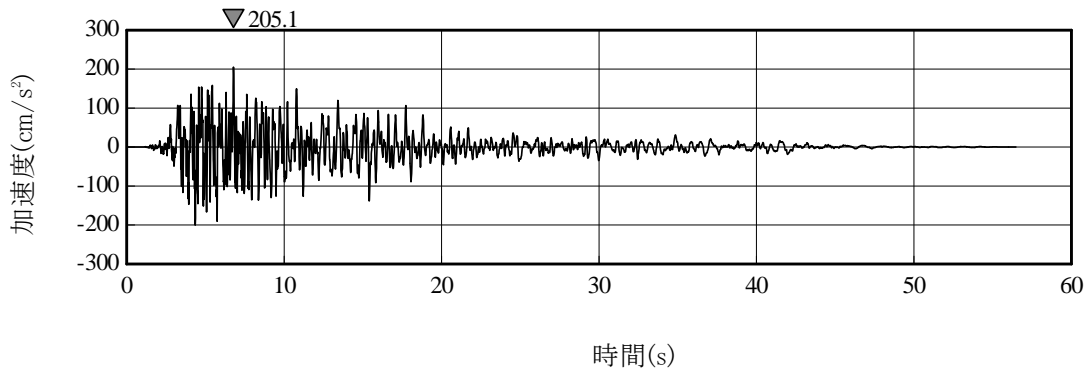


(a) $S_d - A_H$

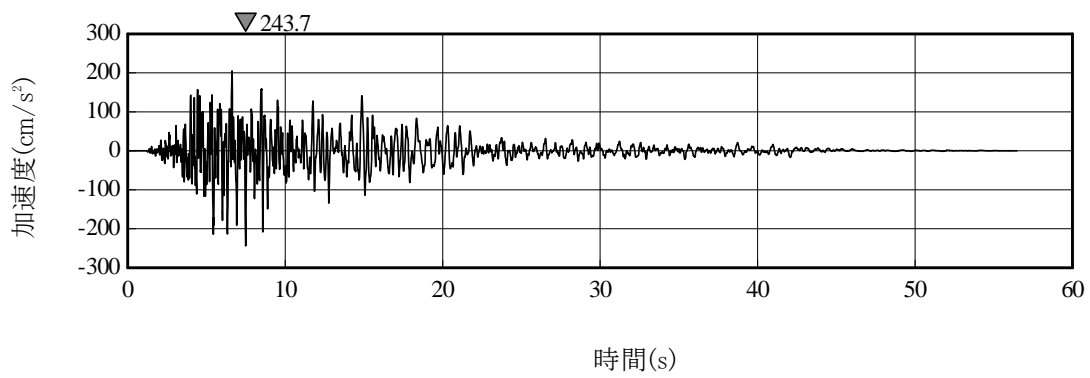


(b) $S_d - A_V$

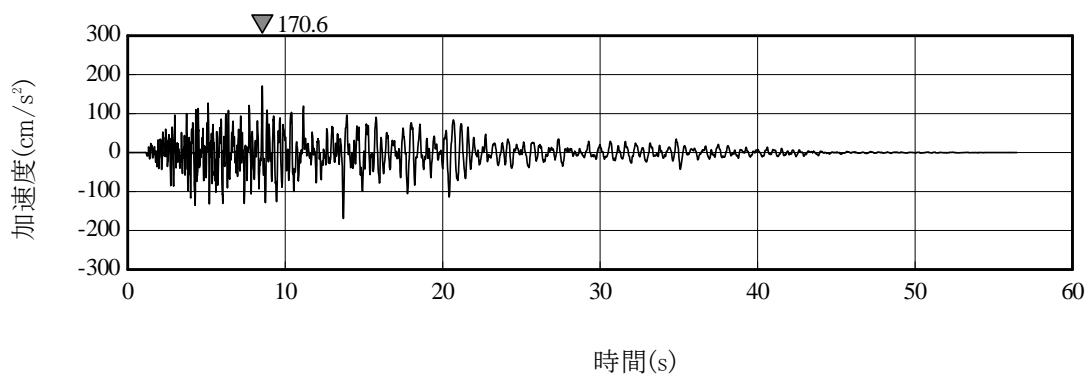
第6-4図(1) 弾性設計用地震動 $S_d - A_H$, $S_d - A_V$ の設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

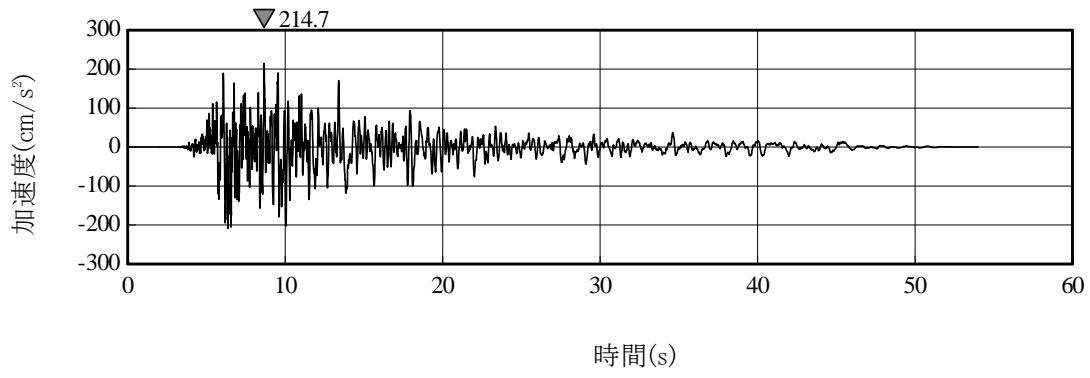


(b) EW方向

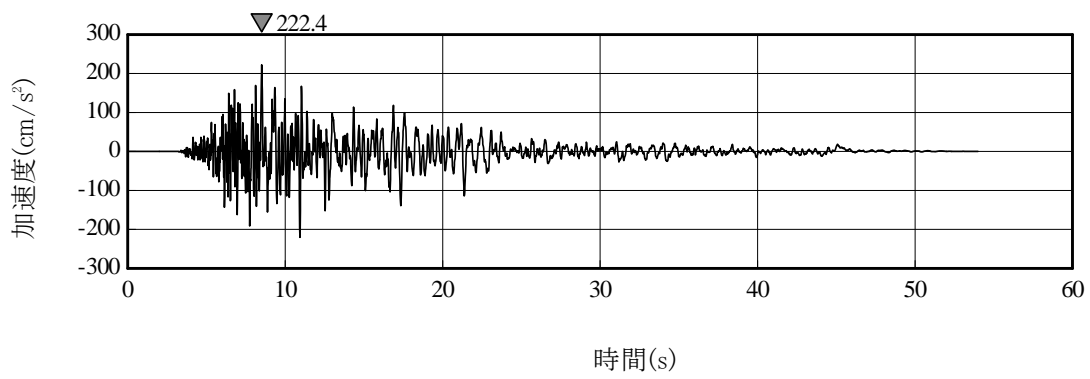


(c) UD方向

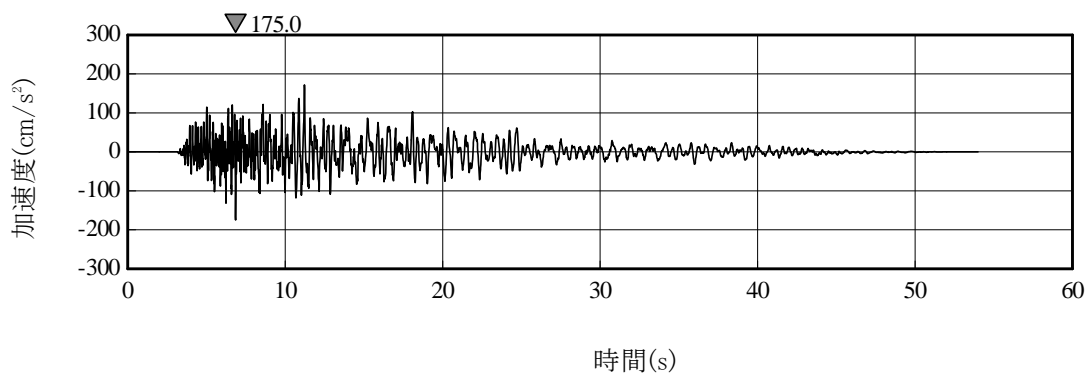
第6-4図(2) 弾性設計用地震動S d - B 1の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

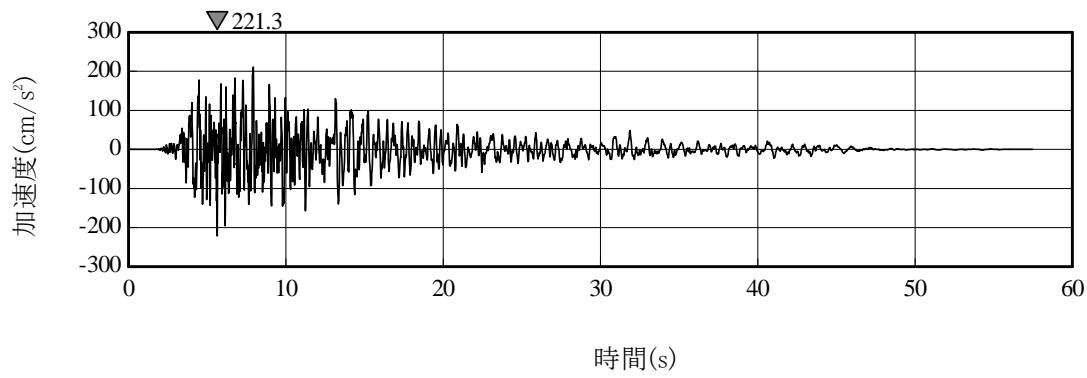


(b) EW方向

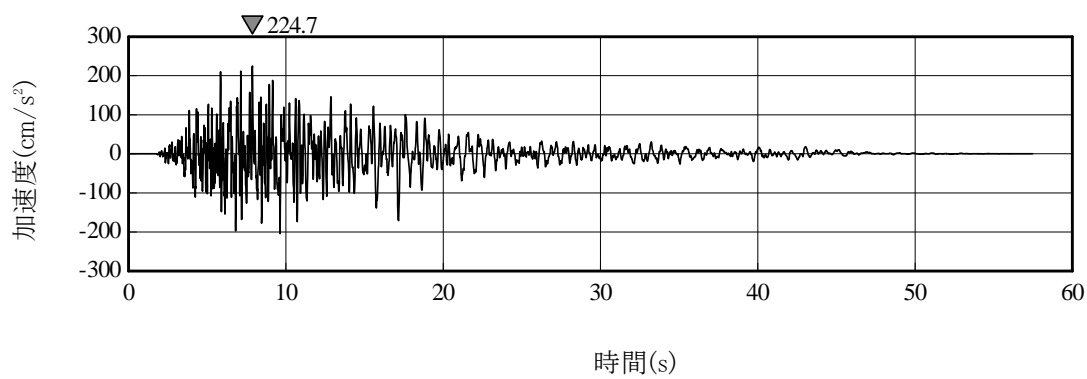


(c) UD方向

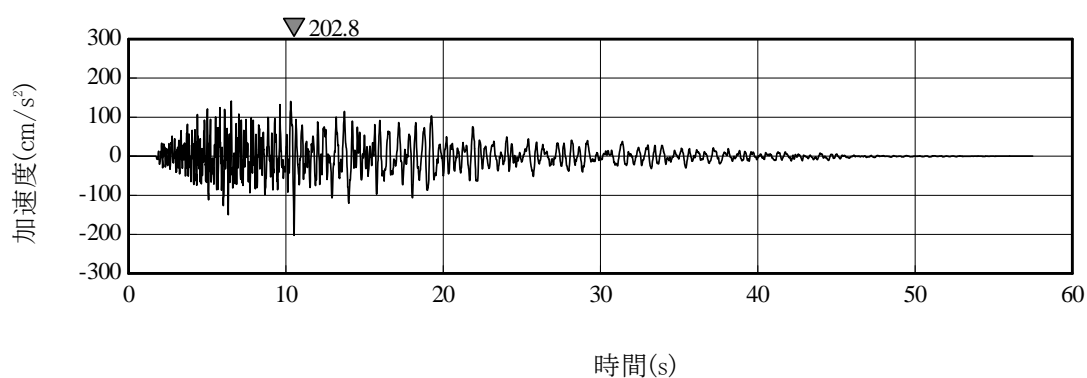
第6-4図(3) 弾性設計用地震動S d - B 2の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

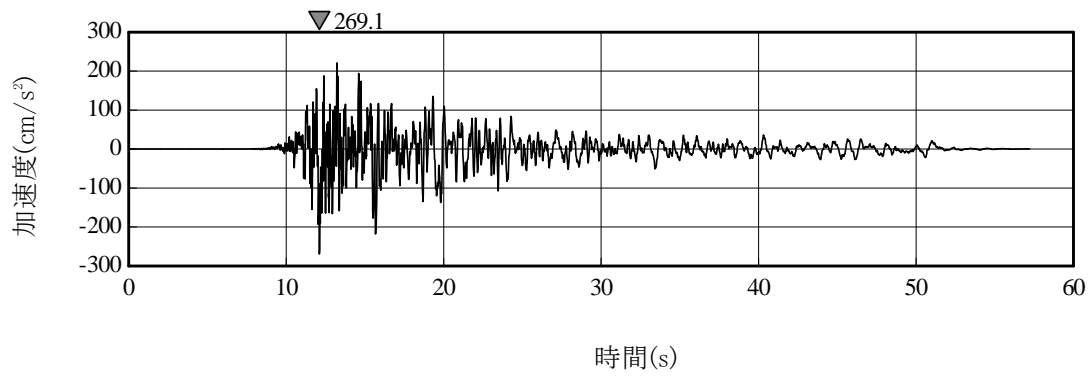


(b) EW方向

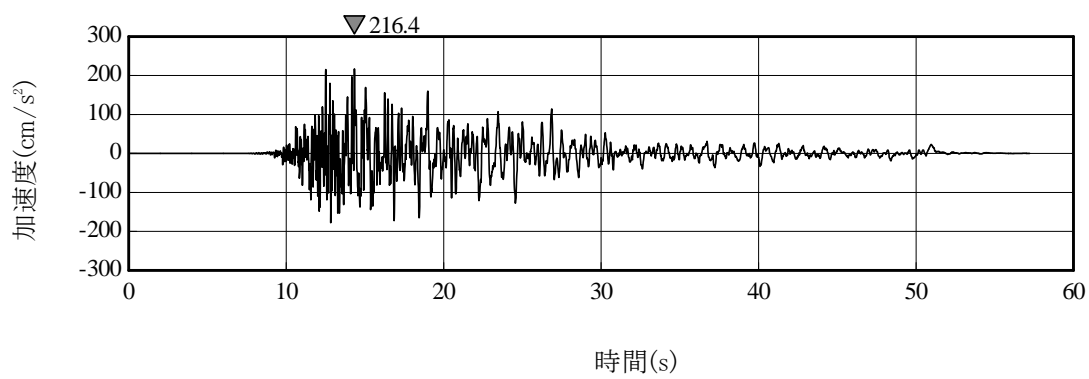


(c) UD方向

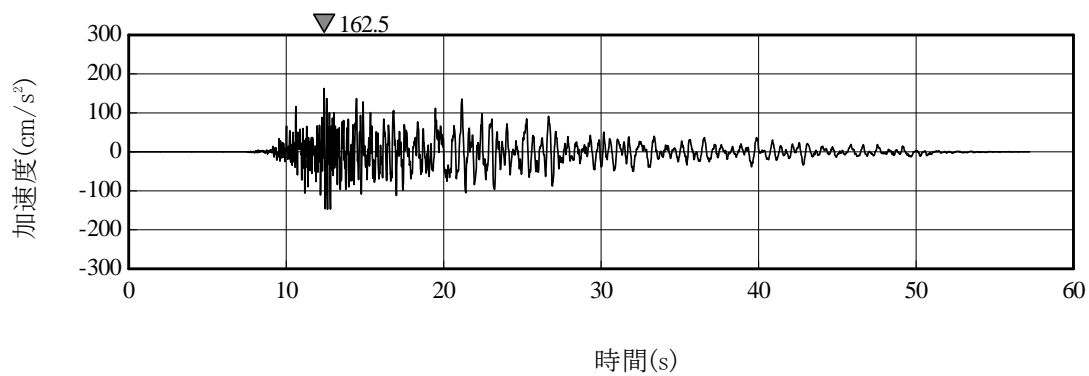
第6-4図(4) 弾性設計用地震動S d-B 3の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

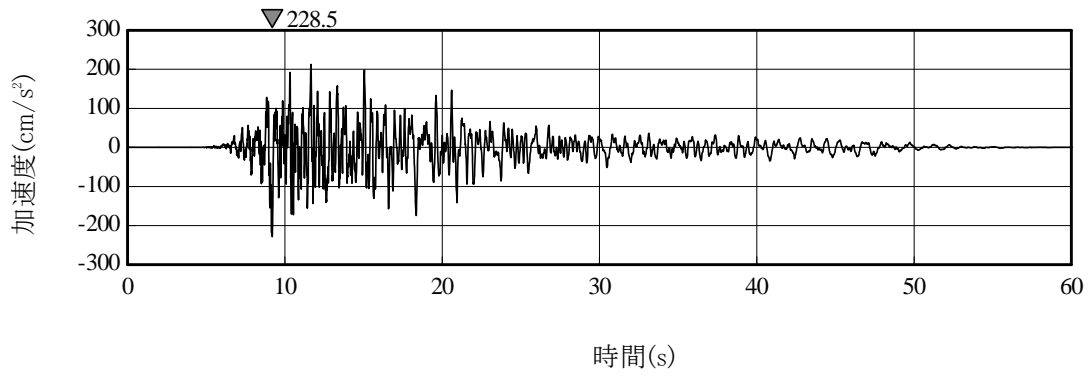


(b) EW方向

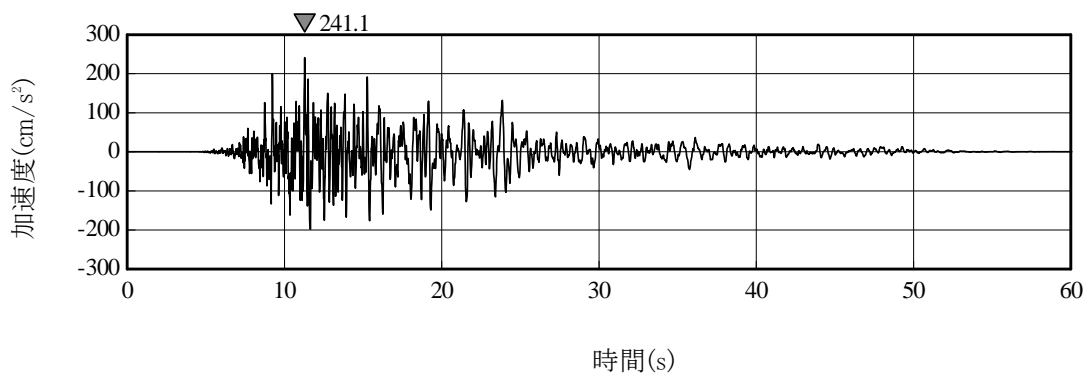


(c) UD方向

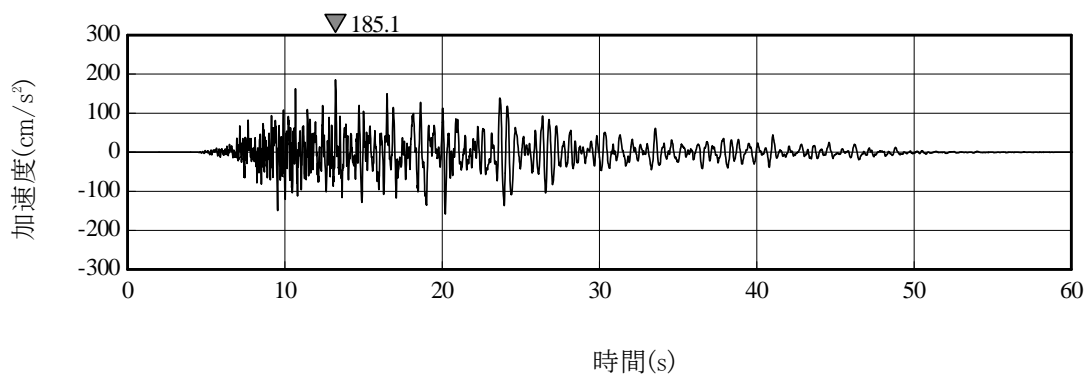
第6-4図(5) 弾性設計用地震動S d - B 4の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

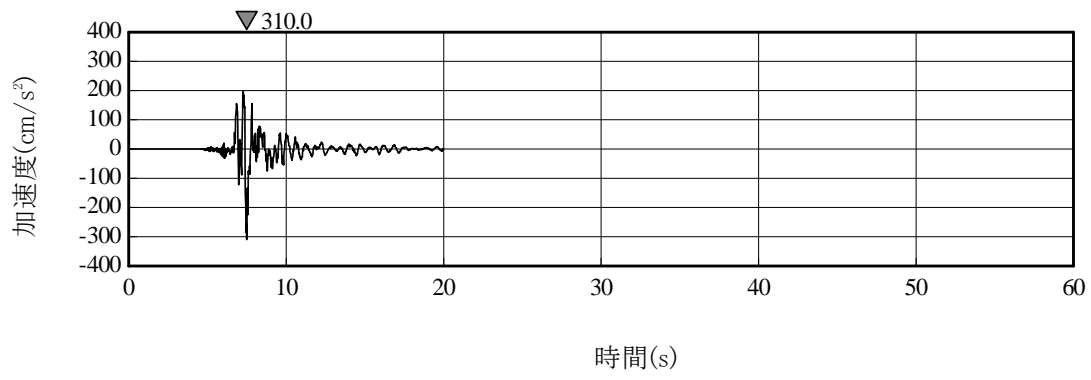


(b) EW方向

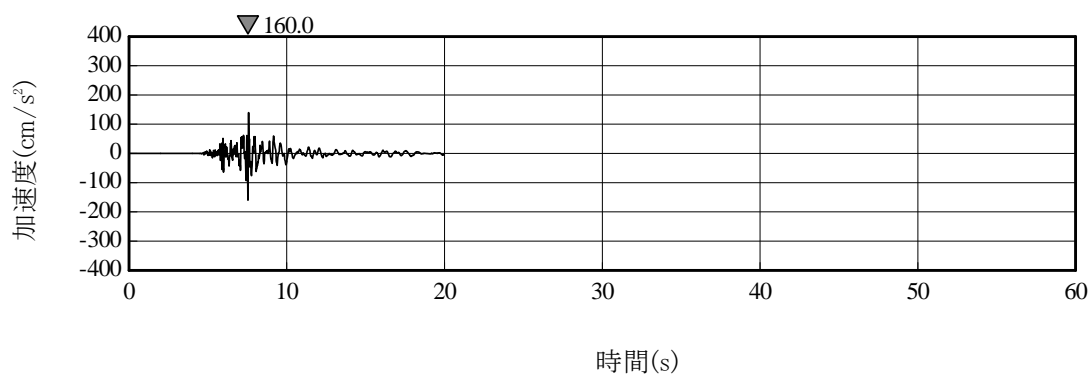


(c) UD方向

第6-4図(6) 弾性設計用地震動S d-B5の加速度時刻歴波形

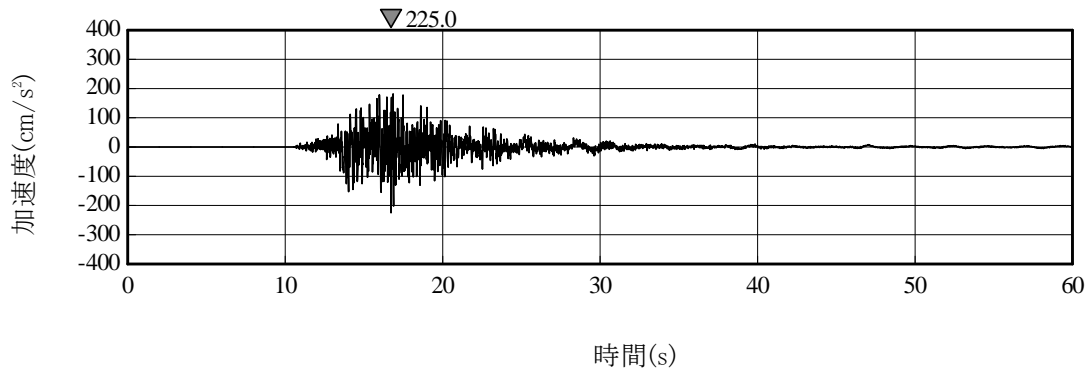


(a) 水平方向

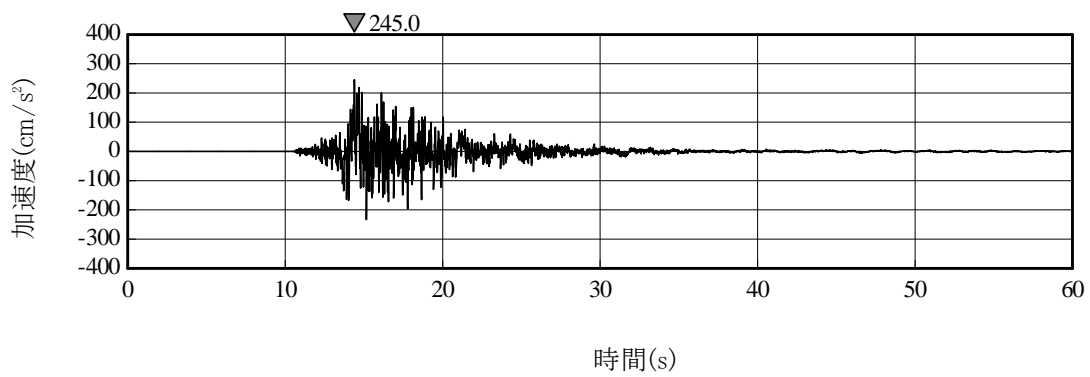


(b) 鉛直方向

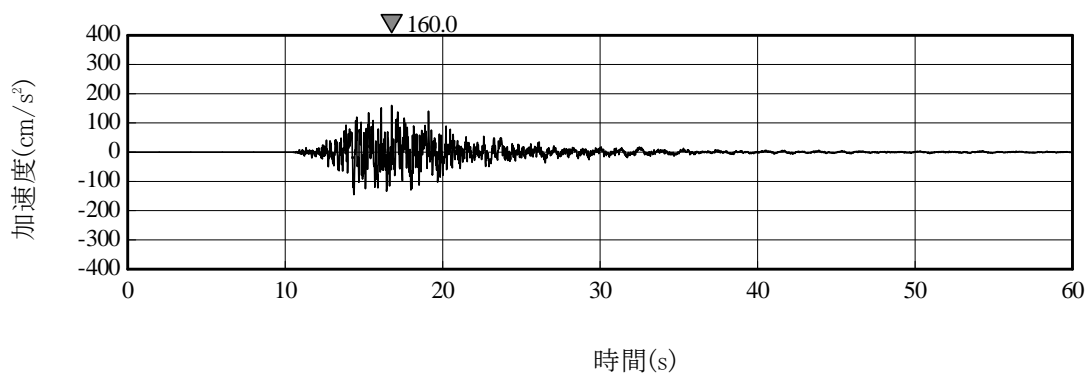
第6-4図(7) 弾性設計用地震動S d - C 1の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

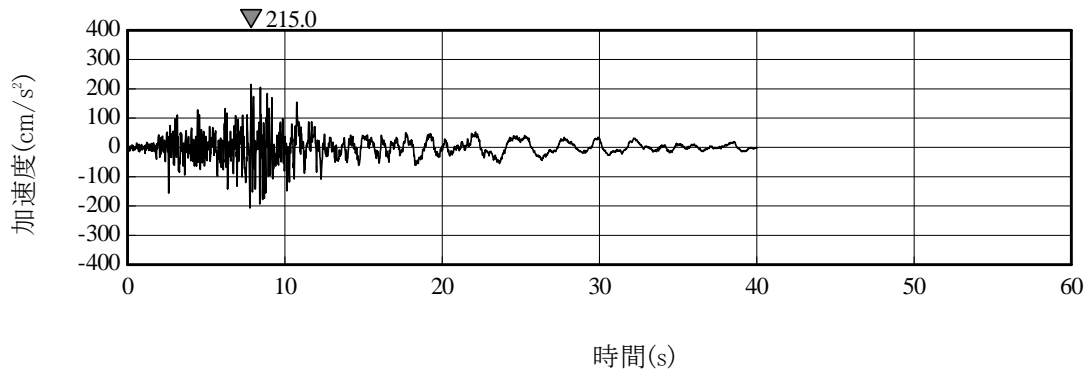


(b) 上下流方向

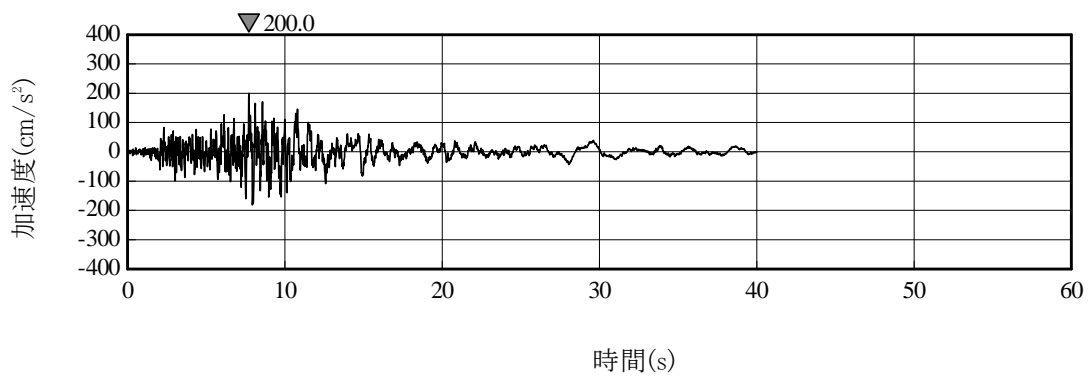


(c) 鉛直方向

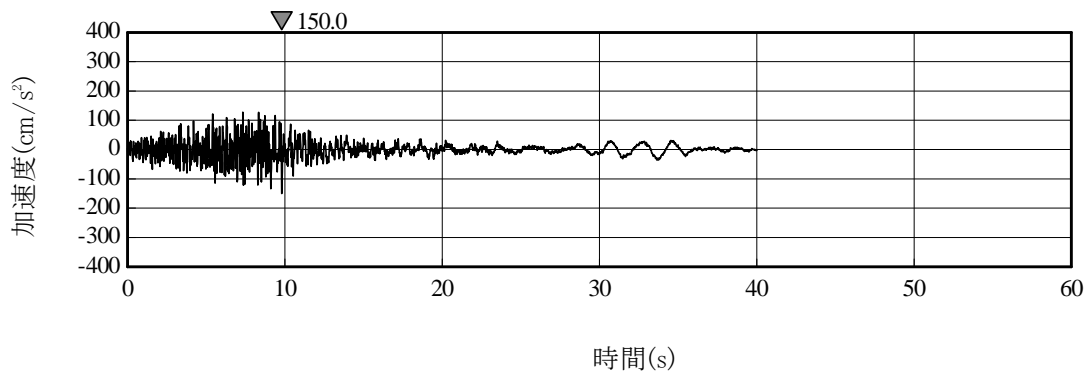
第6-4図(8) 弾性設計用地震動S d - C 2の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

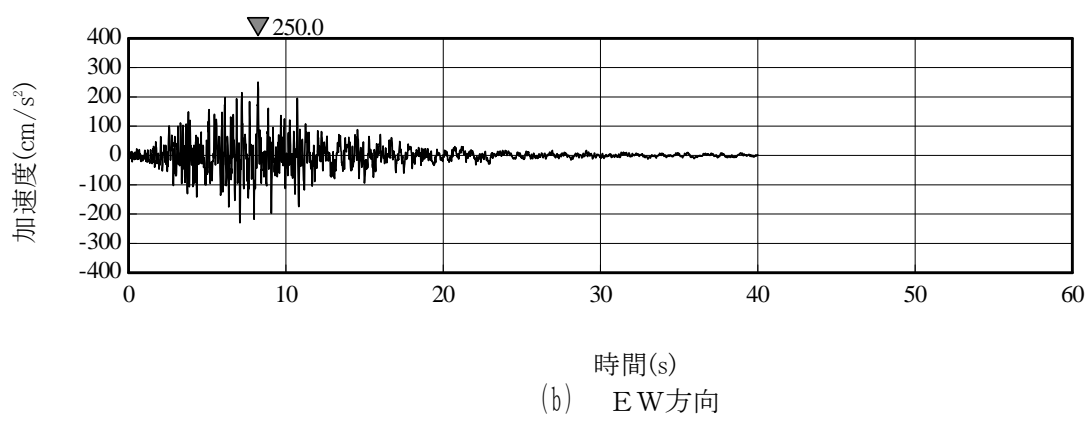
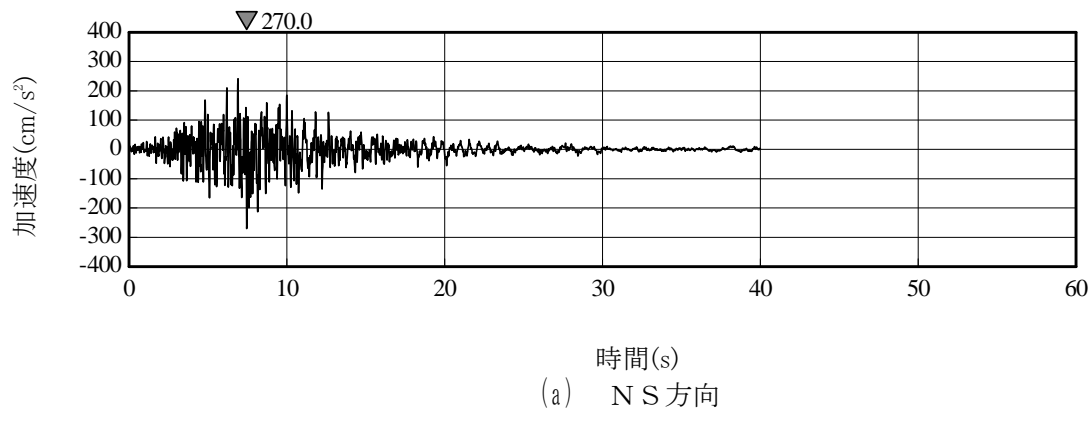


(b) EW方向

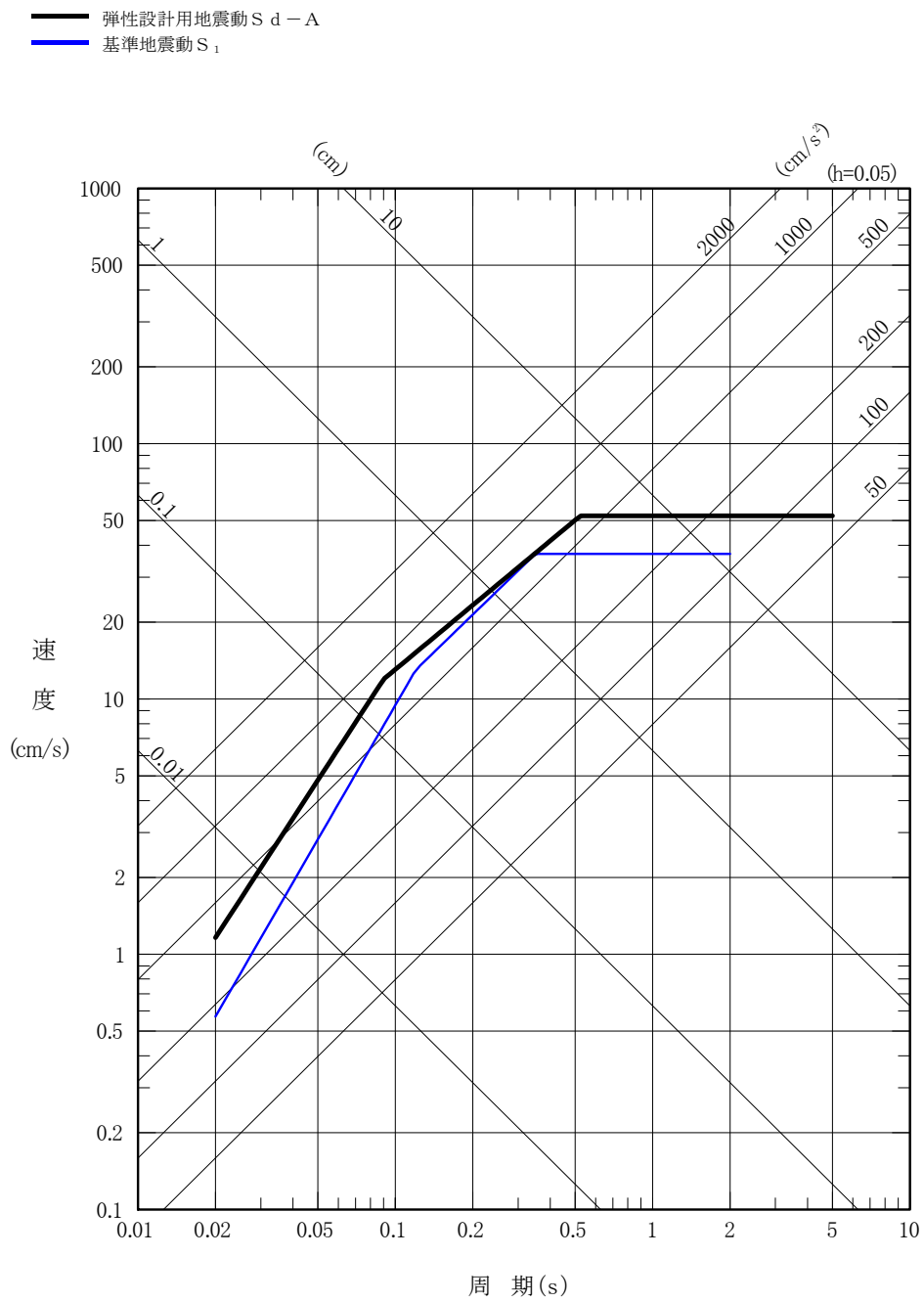


(c) UD方向

第6-4図(9) 弾性設計用地震動S d - C 3の加速度時刻歴波形

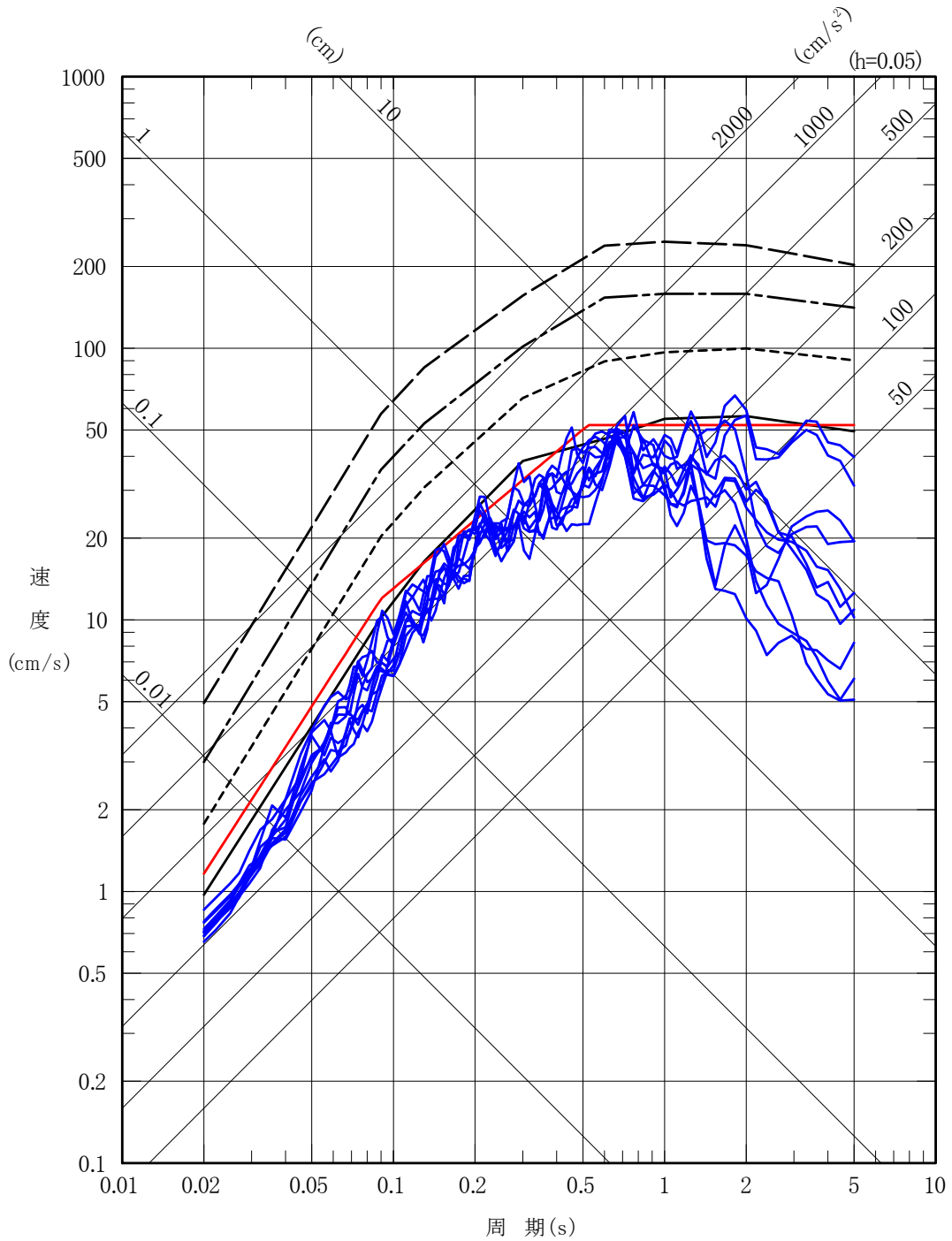


第6-4図(10) 弾性設計用地震動S d - C 4の加速度時刻歴波形

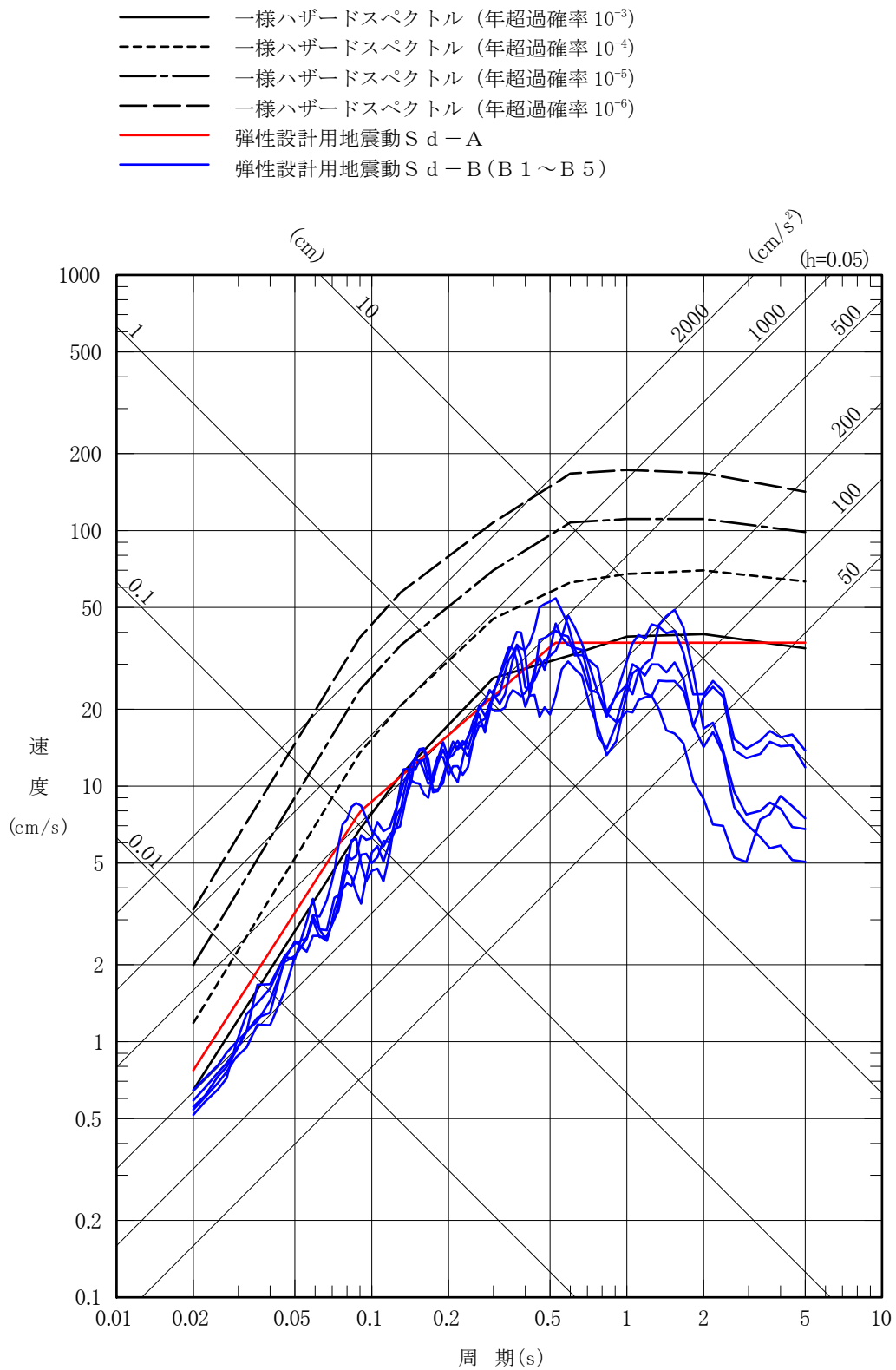


第 6 - 5 図 弾性設計用地震動 S d - A と基準地震動 S₁ の
 応答スペクトルの比較

- 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 S d - A
- 弾性設計用地震動 S d - B (B 1 ~ B 5)

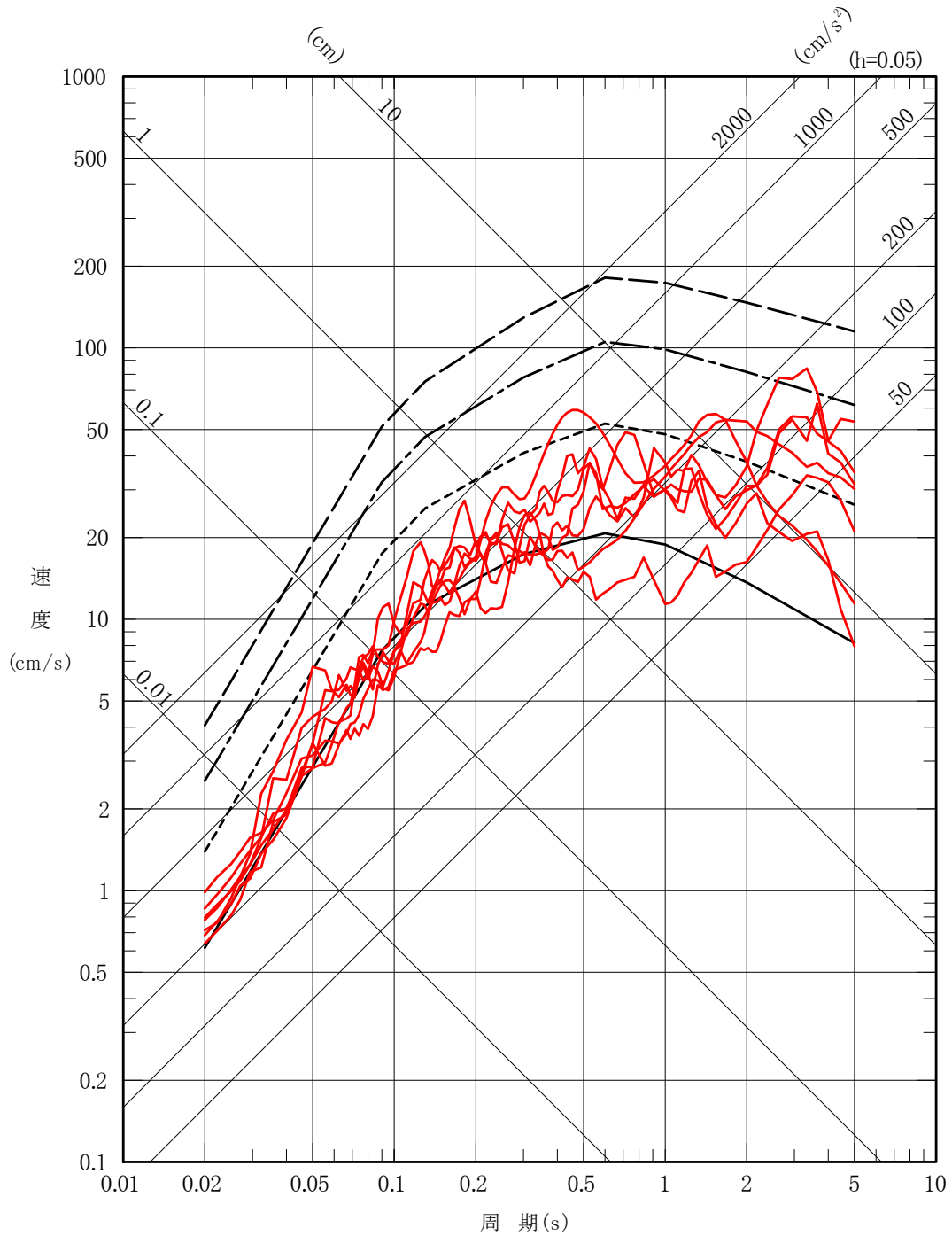


第 6 - 6 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B (B 1 ~ B 5) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



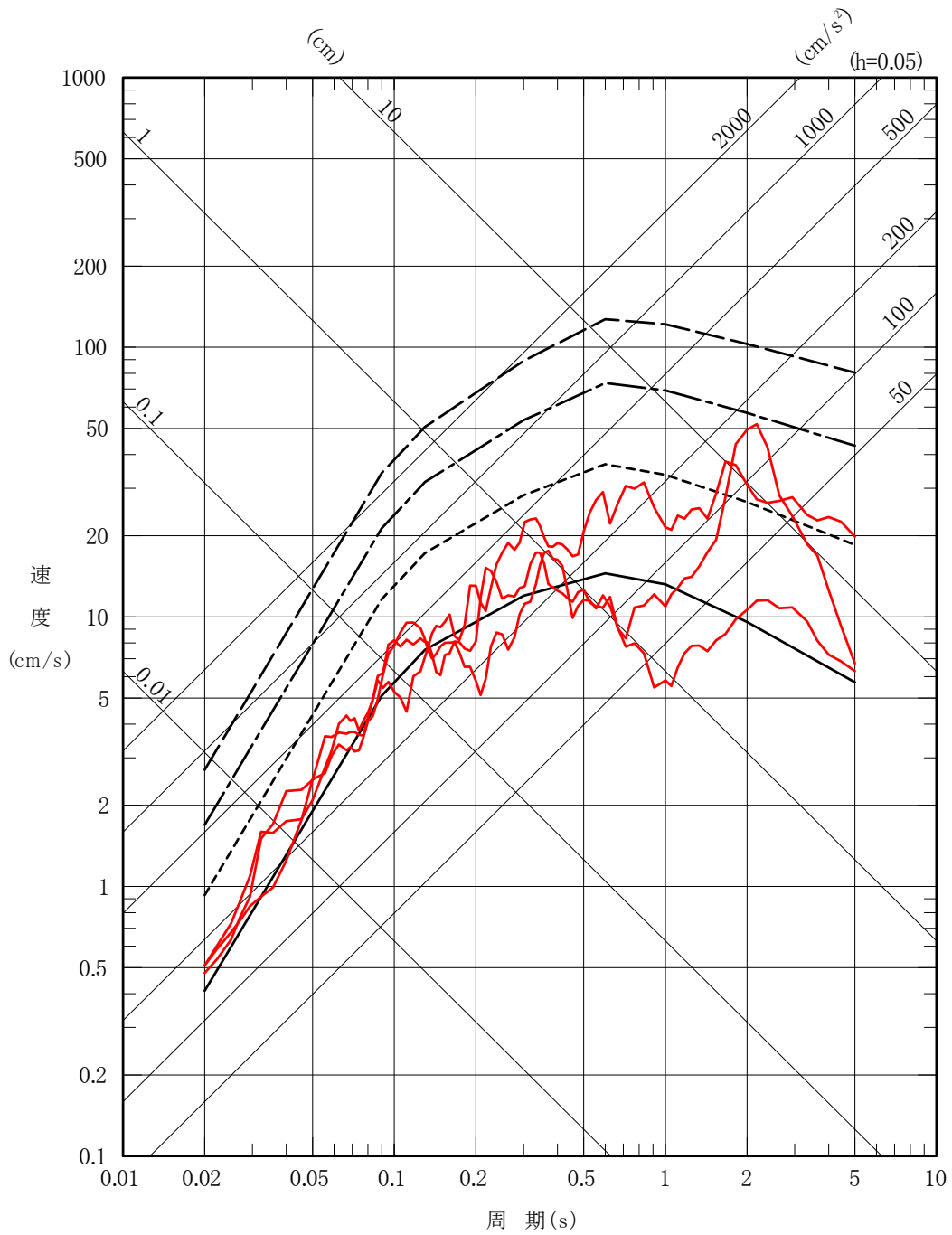
第 6 - 6 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B (B 1 ~ B 5) と同様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

- 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 S d - C (C 1 ~ C 4)



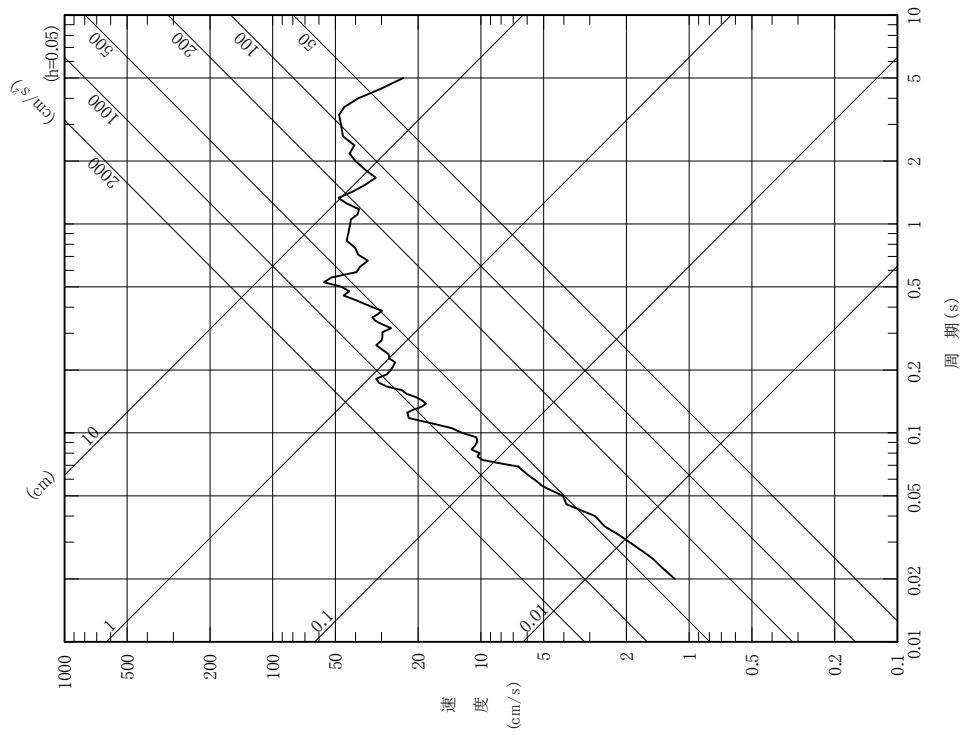
第 6 - 6 図(3) 弾性設計用地震動 S d - C (C 1 ~ C 4) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 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 S d - C (C 1 ~ C 3)

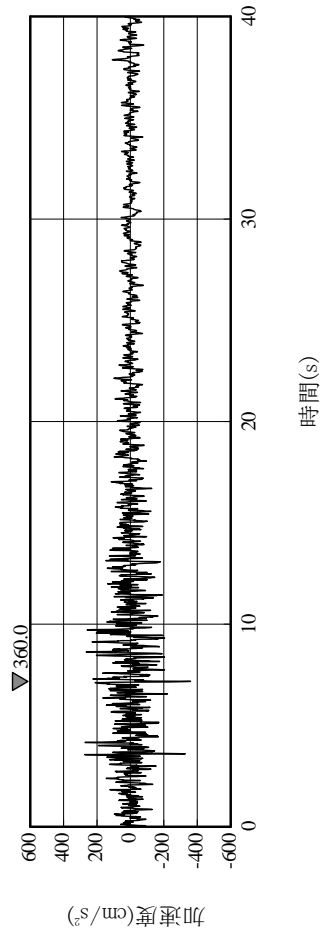


第 6 - 6 図(4) 弾性設計用地震動 S d - C (C 1 ~ C 3) と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

— 関東評価用地震動(鉛直)



第6-7図 関東評価用地震動(鉛直)の設計用応答スペクトル



第6-8図 関東評価用地震動(鉛直)の加速度時刻歴波形

2 章 補足説明資料

第6条:地震による損傷の防止

廃棄物管理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料		備考
資料No.	名称	
補足説明資料2-1	耐震設計の基本方針	
補足説明資料2-2	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方針	
補足説明資料2-3	入力地震動算定用地盤モデルの設定の考え方	
補足説明資料2-4	地震応答解析の基本方針	
補足説明資料2-5	機能維持の検討方針	
補足説明資料2-6	荷重の組み合わせ	

補足説明資料 2-1 (6 条)

耐震設計の基本方針

目 次

	ページ
1. 耐震設計の基本方針	補 2-1-3
1.1 安全機能を有する施設の耐震設計の基本方針	補 2-1-3
2. 耐震重要度分類の設備分類	補 2-1-6
2.1 安全機能を有する施設の耐震重要度分類	補 2-1-6
2.2 波及的影響に対する考慮	補 2-1-7
3. 設計用地震力	補 2-1-9
3.1 地震力の算定法	補 2-1-9
3.2 設計用地震力	補 2-1-11
4. 機能維持の基本方針	補 2-1-12
4.1 構造強度	補 2-1-12
4.2 機能維持	補 2-1-19
5. 構造計画と配置計画	補 2-1-21
6. 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針	補 2-1-22
7. ダクティリティに関する考慮	補 2-1-22
8. 機器・配管系の支持方針について	補 2-1-22
9. 耐震計算の基本方針	補 2-1-23
9.1 建物・構築物	補 2-1-23
9.2 機器・配管系	補 2-1-24

1. 耐震設計の基本方針

1.1 廃棄物管理施設の耐震設計の基本方針

廃棄物管理施設の耐震設計は、地震により安全機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「事業許可基準規則」に適合するように設計する。

- (1) 廃棄物管理施設のうち、地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「Sクラスの施設」という。)は、その供用中に当該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、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 廃棄物管理施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失(地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。)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、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度(以下「耐震重要度」という。)に応じて、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。
- (3) 廃棄物管理施設における建物・構築物については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設置する。
- (4) Sクラスの施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

建物・構築物については、構造物全体としての変形能力に対して十分な安全余裕を有するように、機器・配管系については、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とどまって破断延性限界に十分な安全

余裕を有し、その施設の機能を保持できるように設計する。

建物・構築物のうち構築物（洞道）は、構造部材の曲げについては限界層間変形角または曲げ耐力、構造部材のせん断についてはせん断耐力を下回る設計とする。

また、弾性設計用地震動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概ね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

- (5) 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。

Sクラスの施設に適用する動的地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。

- (6) Bクラスの施設は、静的地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

また、共振のおそれのあるものについては、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。なお、当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。

Cクラスの施設は、静的地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

- (7) Sクラスの施設が、それ以外の再処理事業所内にある施設（資機材等含む）の波及的影響によって、それぞれその安全機能が損なわれないものとする。

- (8) 安全上重要な施設の周辺斜面は、基準地震動 S_s による地震力に対して、安全上重要な施設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。

- (9) その破損により臨界を引き起こす可能性のあるものは、基準地震動 S_s による地震力に対し、臨界を引き起こさないことの確認を行う。

- (10) 安全機能を有する施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

2. 耐震重要度分類の設備分類

2.1 安全機能を有する施設の耐震重要度分類

安全機能を有する施設の耐震設計上の重要度を以下のとおり分類する。

(1) Sクラスの施設

自ら放射性物質を内包している施設,当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設,放射性物質を外部に放出する可能性のある事態を防止するために必要な施設及び事故発生の際に,外部に放出される放射性物質による影響を低減させるために必要な施設であって,環境への影響が大きいもの。

(2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち,機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設。

(3) Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

2.2 波及的影響に対する考慮

Sクラスの施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって、その安全機能が損なわれないものとする。

波及的影響については、Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して影響評価を行う。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。

影響評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体をふかんした調査・検討を行い、Sクラスの施設の安全機能への影響がないことを確認する。

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。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響

a. 不等沈下

Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下により、Sクラスの施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

b. 相対変位

Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設とSクラスの施設の相対変位により、Sクラスの施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(2) Sクラスの施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、Sクラスの施設に接続する下位クラス施設の損傷により、Sクラスの施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下によるSクラスの施

設への影響

Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋内の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下により、Sクラスの施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下によるSクラスの施設への影響

Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋外の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下により、Sクラスの施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

上記の観点から調査・検討等を行い抽出された波及的影響を考慮すべきこれらの下位クラス施設は、Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を保持する、又はその波及的影響を想定してもSクラスの施設の有する機能を保持するよう設計する。

3. 設計用地震力

3.1 地震力の算定法

3.1.1 安全機能を有する施設

安全機能を有する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。

(1) 静的地震力

安全機能を有する施設に適用する静的地震力は、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、それぞれ耐震重要度分類に応じて、以下の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定するものとする。

耐震重要度分類に応じて定める静的地震力を第 4.1-1 表に示す。

a. 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、更に当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

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

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 C_i に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、Sクラス、Bクラス及びCクラスともに 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数 C_0 は 1.0 以上とする。

Sクラスの施設については、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。鉛直地震力は、震度 0.3 以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

b. 機器・配管系

静的地震力は、上記 a. に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

上記 a. 及び b. の標準せん断力係数 C_0

等の割増し係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

(2) 動的地震力

廃棄物管理施設の動的地震力は、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。Sクラスの施設については、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動を適用する。

なお、Bクラスの施設のうち支持構造物の振動と共振のおそれのあるものについては、上記Sクラスの施設に適用する弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動の振幅を 2 分の 1 にしたものによる地震力を適用し、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。

耐震重要度分類に応じて定める動的地震力を第 4.1-2 表に示す。

動的解析においては、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。動的解析の方法等については、補足説明資料 2-4「地震応答解析の基本方針」に示す。

動的地震力は水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて影響検討を行う。動的地震力の水平 2 方向及び鉛直方向の組合せについては、水平 1

方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた既往の耐震計算への影響の可能性がある施設・設備を抽出し、3次元応答性状の可能性も考慮した上で既往の方法を用いた耐震性に及ぼす影響を評価する。その方針を補足説明資料 2-2「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方針」に示す。

これらの地震応答解析を行う上で、更なる信頼性の向上を目的として設置した地震観測装置から得られた観測記録により振動性状の把握を行う。

3.2 設計用地震力

「3.1 地震力の算定法」に基づく設計用地震力は補足説明資料 2-5「機能維持の検討方針」に示す。

4. 機能維持の基本方針

耐震設計における安全機能維持は、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、施設の構造強度の確保を基本とする。

耐震安全性が応力の許容限界のみで律することができない施設など、構造強度に加えて、各施設の特성에応じた動的機能、電氣的機能、気密性、遮蔽性、支持機能、通水機能及び貯水機能の維持を必要とする施設については、その機能が維持できる設計とする。

気密性、遮蔽性、支持機能、通水機能及び貯水機能の維持については、構造強度を確保することを基本とする。必要に応じて評価項目を追加することで、機能維持設計を行う。

ここでは、上記を考慮し、各機能維持の方針を示す。

4.1 構造強度

4.1.1 安全機能を有する施設

廃棄物管理施設は、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に伴う地震力による荷重と地震力以外の荷重の組合せを適切に考慮した上で、構造強度を確保する設計とする。また、変位及び変形に対し、設計上の配慮を行う。

具体的な荷重の組合せと許容限界は補足説明資料 2-5「機能維持の検討方針」に示す。

(1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

a. 建物・構築物

(a) 運転時の状態

廃棄物管理施設が運転している状態。

(b) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪，風荷重）。

b. 機器・配管系

(a) 運転時の状態

廃棄物管理施設の運転が計画的に行われた場合であって，インターロック又は警報が設置されている場合は，圧力及び温度がインターロック又は警報の設定値以内にある状態。

(2) 荷重の種類

a. 建物・構築物

(a) 廃棄物管理施設のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧及び水圧

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 積雪荷重及び風荷重

ただし，運転時の荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には地震時土圧，地震時水圧及び機器・配管系からの反力が含まれるものとする。

b. 機器・配管系

(a) 運転時の状態で施設に作用する荷重

ただし，運転時の状態で施設に作用する荷重には，死荷重（自重）が含まれるものとする。また，屋外に設置される施設については，建物・構築物に準じる。

(3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

a. 建物・構築物

Sクラスの建物・構築物について，基準地震動による地震力と組み合わせ

る荷重は、常時作用している荷重（固定荷重、積載荷重、土圧及び水圧）、運転時の状態で施設に作用する荷重、積雪荷重及び風荷重とする。Sクラス、Bクラス及びCクラス施設を有する建物・構築物について、基準地震動以外の地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重、積雪荷重及び風荷重とする。

b. 機器・配管系

Sクラスの機器・配管系について、基準地震動による地震力、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。Bクラスの機器・配管系について、共振影響検討用の地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。Cクラスの機器・配管系について、静的地震力と組み合わせる荷重は、運転時の状態で施設に作用する荷重とする。なお、屋外に設置される施設については、建物・構築物に準じる。

c. 荷重の組合せ上の留意事項

- (a) 動的地震力については、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ、影響検討を行うものとする。
- (b) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。
- (c) 複数の荷重が同時に作用し、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがある場合は、その妥当性を示した上で、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。
- (d) 上位の耐震重要度の施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の耐震重要度に応じた地震力と、常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

(e) 自然条件としては、積雪荷重及び風荷重を組み合わせる。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設や、常時作用している荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力との組合せを考慮する。風荷重については、屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、組合せを考慮する。

(f) 基準地震動 $S_s - C_4$ 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の地震力を組み合わせた影響評価を行う場合には、工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動（以下「一関東評価用地震動（鉛直）」という。）による地震力を用いる。

一関東評価用地震動（鉛直）は、一関東観測点における岩手・宮城内陸地震で得られた観測記録のNS方向及びEW方向のはぎとり解析により算定した基盤地震動の応答スペクトルを平均し、平均応答スペクトルを作成する。水平方向に対する鉛直方向の地震動の比 $2/3$ を考慮し、平均応答スペクトルに $3/2$ を乗じた応答スペクトルを設定する。一関東観測点における岩手・宮城内陸地震で得られた鉛直方向の地中記録の位相を用いて、設定した応答スペクトルに適合するよう模擬地震波を作成する。作成した模擬地震波に保守性を考慮して振幅調整した地震動を一関東評価用地震動（鉛直）とする。

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし、JEAG4601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。

a. 建物・構築物

(a) Sクラスの建物・構築物

イ. 弾性設計用地震動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

Sクラスの建物・構築物については、地震力に対しておおむね弾性状態に留まるように、発生する応力に対して、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。

ロ. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な安全余裕を有し、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評価項目は耐震壁のせん断ひずみ、構築物（洞道）のせん断力等）。また、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式に基づき適切に定めるものとする。

また、建物・構築物のうち構築物（洞道）は、構造部材の曲げについては限界層間変形角または曲げ耐力、構造部材のせん断についてはせん断耐力を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの建物・構築物

上記（a）イ. による許容応力度を許容限界とする。

(c) 耐震重要度の異なる施設を支持する建物・構築物

上記（a）ロ. の項を適用するほか、耐震重要度の異なる施設を支持する建物・構築物が、変形又はひずみに対して、その支持機能を損なわないものとする。なお、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が損なわれないことを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。

(d) 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物（屋外重要土木構造物である洞道を除く）については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度分類に応じた適切な安全余裕を有していることを確認する。

b. 機器・配管系

(a) Sクラスの機器・配管系

イ. 弾性設計用地震動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

発生する応力に対して、応答が全体的に概ね弾性状態に留まるように降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

ロ. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

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安全余裕を有し、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。

(b) Bクラス及びCクラスの機器・配管系

上記(a)イ. による応力を許容限界とする。

c. 基礎地盤の支持性能

(a) Sクラスの建物・構築物， Sクラスの機器・配管系の基礎地盤

イ. 弾性設計用地震動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

接地圧に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

ロ. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が、安全上適切と認められる規格及び基準による地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

(b) Bクラス及びCクラスの建物・構築物， 機器・配管系の基礎地盤

上記(a)イ. による許容支持力度を許容限界とする。

4.2 機能維持

(1) 動的機能維持

動的機能が要求される機器は、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、回転機器及び弁の機種別に分類し、機能を確認した加速度を用いて、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、各々に要求される動的機能が維持できることを試験又は解析により確認することで、当該機能を維持する設計とする。

(2) 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、要求される電氣的機能が維持できることを試験又は解析により確認し、当該機能を維持する設計とする。

(3) 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、地震時及び地震後において、放射線障害から公衆等を守るため、事故時の放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、「4.1 構造強度」に基づく構造強度を確保する設計とする。

(4) 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設については、地震時及び地震後において、放射線障害から公衆等を守るため、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して「4.1 構造強度」に基づく構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで、遮蔽性を維持する設計とする。

(5) 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を間接的に支持する機能の維持が要求される施設は、地震時及び地震後において、被支持設備の機能を維持するため、被支持設備の

耐震重要度分類に応じた地震動に対して、構造強度を確保することで、支持機能が維持できる設計とする。

建物・構築物(洞道を除く)の鉄筋コンクリート造の場合は、耐震壁のせん断ひずみの許容限界を満足すること又は基礎を構成する部材に生じる応力が終局強度に対し妥当な安全余裕を有していることで、Sクラス設備等に対する支持機能が維持できる設計とする。

車両型の間接支持構造物については、地震動に対して、転倒評価を実施することでSクラスの機器・配管系の間接支持機能を維持できる設計とする。

これらの機能維持の考え方を、補足説明資料 2-5「機能維持の検討方針」に示す。

5. 構造計画と配置計画

安全機能を有する施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は、原則として剛構造とし、重要な建物・構築物は、地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。剛構造としない建物・構築物は、剛構造と同等又はそれを上回る耐震安全性を確保する。

機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点から出来る限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据え付け状態になるよう、「8. 機器・配管系の支持方針について」に示す方針に従い配置する。

また、建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても、建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

下位クラス施設は、Sクラスの施設に対して離隔をとり配置するか、Sクラスの施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を確保するか若しくは、下位クラス施設の波及的影響を想定してもSクラスの施設の有する機能を保持する設計とする。

6. 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針

Sクラスの施設については、基準地震動 S_s による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。具体的には、JEAG4601-1987の安定性評価の対象とすべき斜面や、土砂災害防止法での土砂災害警戒区域の設定離間距離を参考に、個々の斜面高を踏まえて対象斜面を抽出する。

上記に基づく対象斜面の抽出とその耐震安定性評価については、事業許可（変更許可）申請書にて記載・確認されており、その結果、安全上重要な施設に重大な影響を与える周辺斜面は存在しないことから、基準地震動 S_s による地震力に対して斜面の崩壊により安全機能が損なわれるおそれはない。

7. ダクティリティに関する考慮

廃棄物管理施設は、構造安全性を一層高めるために、材料の選定等に留意し、その構造体のダクティリティを高めるよう設計する。

8. 機器・配管系の支持方針について

機器・配管系本体については前述の方針に基づいて耐震設計を行う。

9. 耐震計算の基本方針

前述の耐震設計方針に基づいて設計した施設について、耐震計算を行うに当たり、既設工認で実績があり、かつ、最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を用いることを基本とする。一方、最新の知見を適用する場合は、その妥当性と適用可能性を確認した上で適用する。

耐震計算における動的地震力の水平方向及び鉛直方向の組合せについては、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せで実施した上で、その計算結果に基づき水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せが耐震性に及ぼす影響を評価する。

9.1 建物・構築物

建物・構築物の評価は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に設定した入力地震動に対する構造物全体としての変形及び地震応答解析による地震力並びに「3. 設計用地震力」で示す設計用地震力による適切な応力解析に基づいた地震応力と、組み合わせすべき地震力以外の荷重により発生する応力が、「4. 機能維持の基本方針」で示す許容限界内にあることを確認すること（解析による設計）により行う。

評価手法は、以下に示す解析法により JEAG4601 に基づき実施することを基本とする。また、評価に当たっては材料物性の不確かさを適切に考慮する。

- ・応答スペクトルモーダル解析法
- ・時刻歴応答解析法
- ・FEM等を用いた応力解析

なお、建物・構築物のうち構築物（洞道）の評価については、構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。

その他の建物・構築物の評価手法は JEAG4601 に基づき実施することを基本とする。

また、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については、補足説明資料 2-2「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方針」に示す。

地震時及び地震後に機能維持が要求される設備については、FEM を用いた応力解析等により、静的又は動的解析により求まる地震応力と、組み合わせべき地震力以外の荷重により発生する応力が、許容限界内にあることを確認する。

9.2 機器・配管系

機器・配管系の評価は、「3. 設計用地震力」で示す設計用地震力による適切な応力解析に基づいた地震応力と、組み合わせべき他の荷重による応力の組合せ応力が「4. 機能維持の基本方針」で示す許容限界内にあることを確認すること（解析による設計）により行う。

評価手法は、以下に示す解析法により JEAG4601 に基づき実施することを基本とし、その他の手法を適用する場合は適用性を確認の上適用することとする。なお、時刻歴応答解析法及び応答スペクトルモーダル解析法を用いる場合は材料物性の不確かさを適切に考慮する。

- ・ 応答スペクトルモーダル解析法
- ・ 時刻歴応答解析法
- ・ 定式化された評価式を用いた解析法
- ・ FEM 等を用いた応力解析

また、地震時及び地震後に機能維持が要求される設備については、地震応答

解析により機器に作用する加速度が振動試験又は解析等により機能が維持できることを確認した加速度（動的機能維持確認済加速度又は電氣的機能維持確認済加速度）以下，若しくは，静的又は動的解析により求まる地震荷重が許容荷重以下となることを確認する。

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については，補足説明資料 2-2「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方針」に示す。

第 4.1-1 表 耐震重要度に応じて定める静的地震力

項 目	耐震 重要度分類	静的地震力	
		水平	鉛直
建物・構築物	S	$K_h (3.0C_i)^{(1)}$	$K_v (1.0C_v)^{(2)}$
	B	$K_h (1.5C_i)$	—
	C	$K_h (1.0C_i)$	—
機器・配管系	S	$K_h (3.6C_i)^{(3)}$	$K_v (1.2C_v)^{(4)}$
	B	$K_h (1.8C_i)$	—
	C	$K_h (1.2C_i)$	—

(1) $K_h(3.0C_i)$ は、 $3.0C_i$ より定まる建物・構築物の水平地震力。 C_i は下式による。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

R_t : 振動特性係数

A_i : C_i の分布係数

C_o : 標準せん断力係数

(2) $K_v(1.0C_v)$ は、 $1.0C_v$ より定まる建物・構築物の鉛直地震力。 C_v は下式による。

$$C_v = 0.3 \cdot R_t$$

R_t : 振動特性係数

(3) $K_h(3.6C_i)$ は、 $3.6C_i$ より定まる機器・配管系の水平地震力。

(4) $K_v(1.2C_v)$ は、 $1.2C_v$ より定まる機器・配管系の鉛直地震力。

第 4.1-2 表 耐震重要度に応じて定める動的地震力

項 目	耐震 重要度分類	動的地震力	
		水平	鉛直
建物・構築物	S	$K_h (S_s)^{(1)}$	$K_v (S_s)^{(3)}$
		$K_h (S_d)^{(2)}$	$K_v (S_d)^{(4)}$
	B	$K_h (S_d/2)^{(5)}$	$K_v (S_d/2)^{(6)}$
	C	—	—
機器・配管系	S	$K_h (S_s)^{(1)}$	$K_v (S_s)^{(3)}$
		$K_h (S_d)^{(2)}$	$K_v (S_d)^{(4)}$
	B	$K_h (S_d/2)^{(5)}$	$K_v (S_d/2)^{(6)}$
	C	—	—

(1) $K_h(S_s)$ は、水平方向の基準地震動 S_s に基づく水平地震力。

(2) $K_h(S_d)$ は、水平方向の弾性設計用地震動 S_d に基づく水平地震力。

(3) $K_v(S_s)$ は、鉛直方向の基準地震動 S_s に基づく鉛直地震力。

(4) $K_v(S_d)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動 S_d に基づく鉛直地震力。

(5) $K_h(S_d/2)$ は、水平方向の弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものに基づく水平地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用する。

(6) $K_v(S_d/2)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものに基づく鉛直地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用する。

補足説明資料 2-2 (6 条)

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方針

目 次

	ページ
1. 概要	補 2-2-3
2. 基本方針	補 2-2-3
3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる 地震動	補 2-2-4
4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する 影響評価方針	補 2-2-4
4.1 建物・構築物（洞道以外）	補 2-2-4
4.2 構築物（洞道）	補 2-2-10
4.3 機器・配管系	補 2-2-15

1. 概要

本資料は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち、「3.1 地震力の算定法 3.1.1 安全機能を有する施設 (2)動的地震力」に基づき、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の方針について説明するものである。

2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸、強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

今回、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある施設を評価対象施設として抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「特定廃棄物埋設施設又は特定廃棄物管理施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則（平成 26 年 2 月 28 日原子力規制委員会規則第 1 号）」の第 4 条の 2 に規定されている安全上重要な施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設とする。耐震 B クラスの施設については共振のおそれのあるものを評価対象とする。

評価に当たっては、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平 2 方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動
水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価には，基準地震動 S_s -A， S_s -B1～B5， S_s -C1～C4 を用いる。

ここで，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動は，複数の基準地震動における地震動の特性及び包絡関係を，施設の特性による影響も考慮した上で確認し，本影響評価に用いる。

4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

- 4.1 建物・構築物（洞道以外）

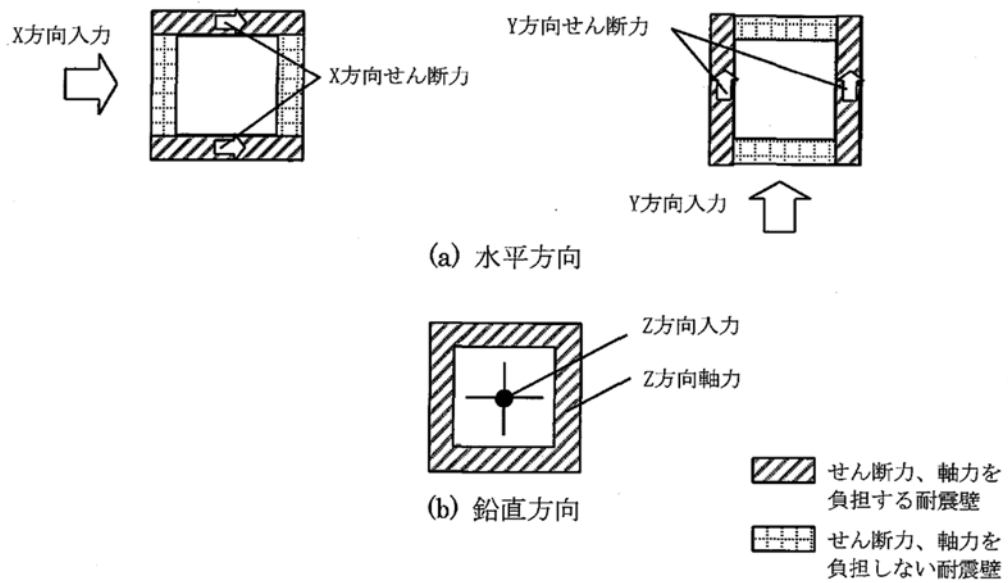
- 4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では，建物・構築物の地震応答解析において，各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向毎に入力し解析を行っている。また，廃棄物管理施設における建物・構築物は，全体形状及び平面レイアウトから地震力を主に耐震壁で負担する構造であり，剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては，せん断力について評価することを基本とし，建物・構築物に作用するせん断力は，地震時に生じる力の流れが明解となるように，直交する 2 方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は，水平 2 方向の耐震壁に対して，それぞれ剛性を評価し，各水平方向に対して解析を実施している。従って，建物・構築物に対し水平 2 方向の入力がある場合，各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため，水平 2 方向の入力がある場合の評価は，水平 1 方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向毎の耐震要素について、第 4.1-1 図に示す。



第 4.1-1 図 入力方向毎の耐震要素

4.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

建物・構築物において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震 S クラスの施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する部位とする。

対象とする部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性から抽出された、水平 2 方向の地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平 2 方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。各部位が有する耐震性への影響が確認された場合、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを第 4.1-2 図に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3 次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対し、3 次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3 次元 FEM モデルによる精査

3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3 次元 FEM モデルを用いた精査を実施し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

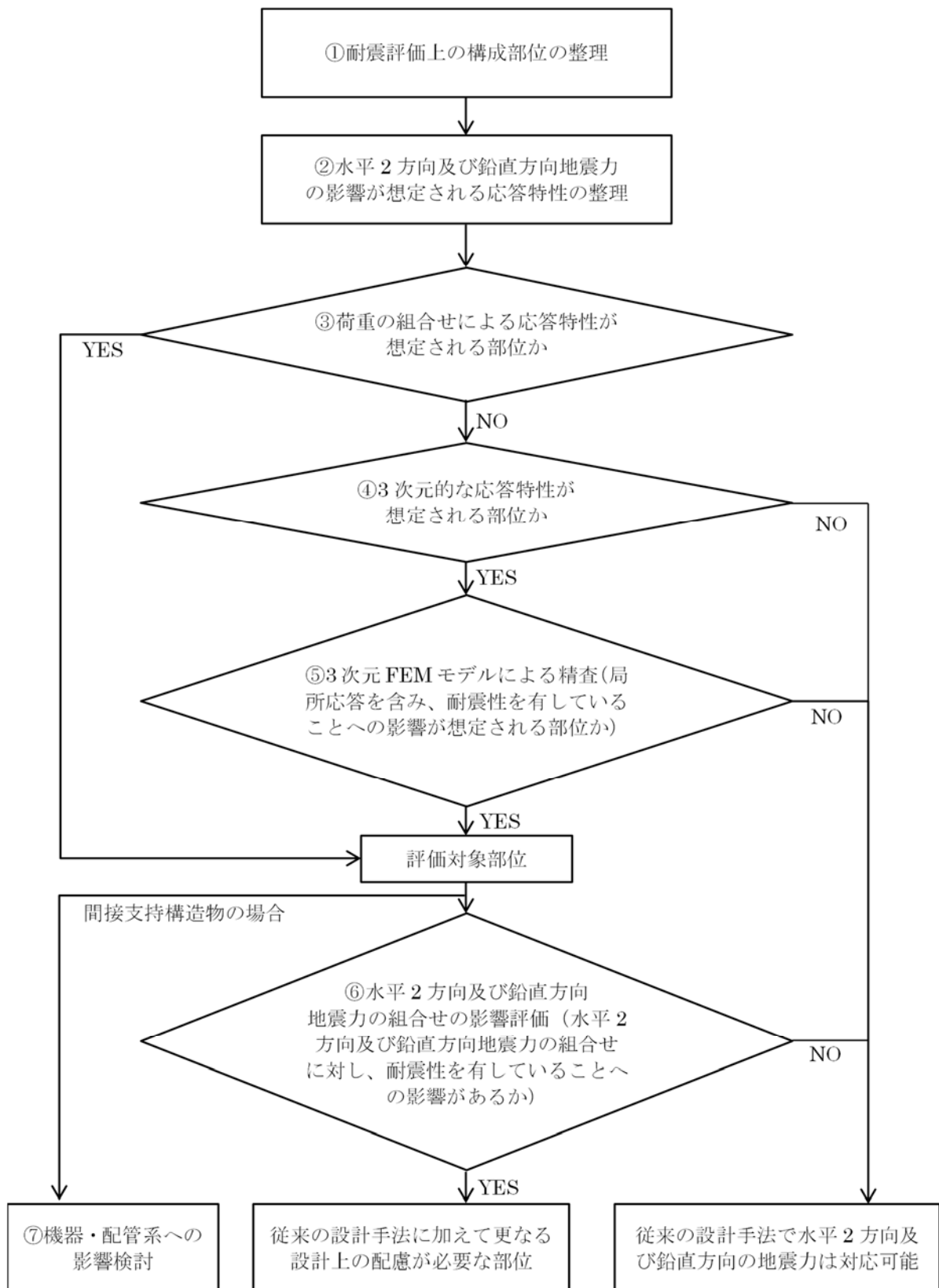
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 REGULATORY GUIDE 1.92^(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法 (1.0:0.4:0.4) に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、耐震 S クラスの施設の間接支持機能を有する場合には、機器・配管系に対し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

(注) REGULATORY GUIDE (RG) 1.92 “Combining Modal Responses and Spatial Components in Seismic Response Analysis”



第 4.1-2 図 建物・構築物（洞道以外）の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討のフロー

4.2 構築物（洞道）

4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

一般的な地上構築物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、洞道は地中に埋設されているため、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。また、洞道は、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行き方向に連続する構造的特徴を有することから、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

洞道は、主に配管等の間接支持機能を維持するため、管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して、顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

洞道において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構築物の評価を行う。

洞道を構造形式毎に分類し、構造形式毎に作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構築物を抽出する。

抽出された構築物については、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造

部材の発生応力を適切に組み合わせることで、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

洞道において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり、水平 1 方向及び鉛直方向の従来評価に加え、更なる設計上の配慮が必要な構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価フローを第 4.2-1 図に示す。

(1) 影響評価対象構造物の抽出

① 構造形式の分類

洞道について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式毎に大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式毎にどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響により 3 次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

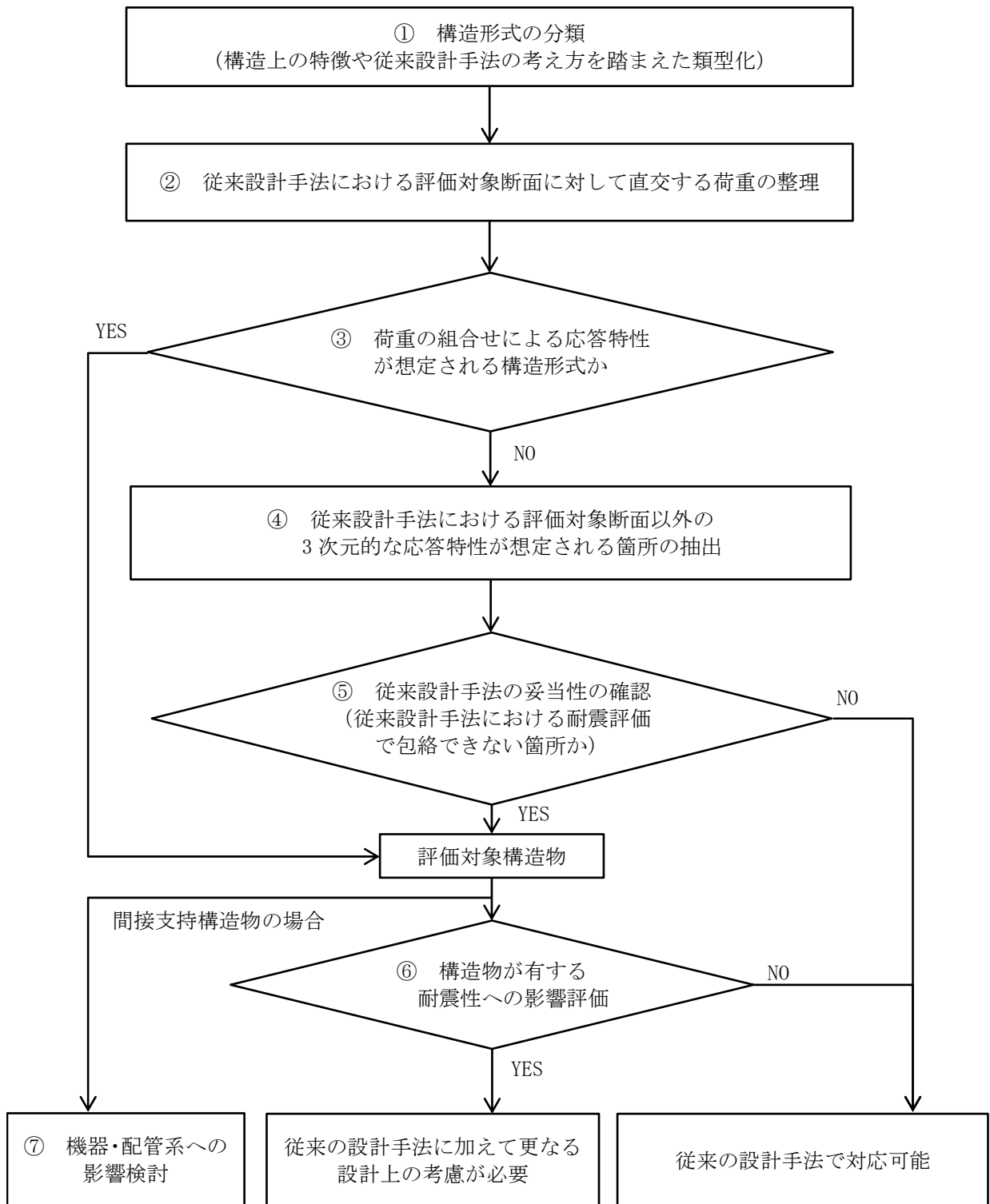
評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、洞道が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平 2 方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、耐震Sクラスの施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合には、機器・配管系に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。



第 4.2-1 図 構築物（洞道）の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

4.3 機器・配管系

4.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

機器・配管系における従来水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力する等、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じにくい構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮等、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

4.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は、耐震Sクラスの施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種毎に分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備（部位）を抽出す

る。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が 1 : 1 で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平 2 方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平 2 方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響のない設備として抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた従来の耐震計算に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性がある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。なお、影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第 4.3-1 図に示す。

① 評価対象となる設備の整理

耐震 S クラスの施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、機種毎に

分類し整理する。(第 4.3-1 図①)

前述の整理結果を、添付 1「水平 2 方向入力の影響検討対象設備」に示す。

② 構造上の特徴による抽出

機種毎に構造上の特徴から水平 2 方向の地震力が重複する観点、若しくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点で検討を行い、水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する。(第 4.3-1 図②)

③ 発生値の増分による抽出

水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して、水平 2 方向の地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また、建物・構築物の検討により、機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は、機種毎の分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする。(第 4.3-1 図③)

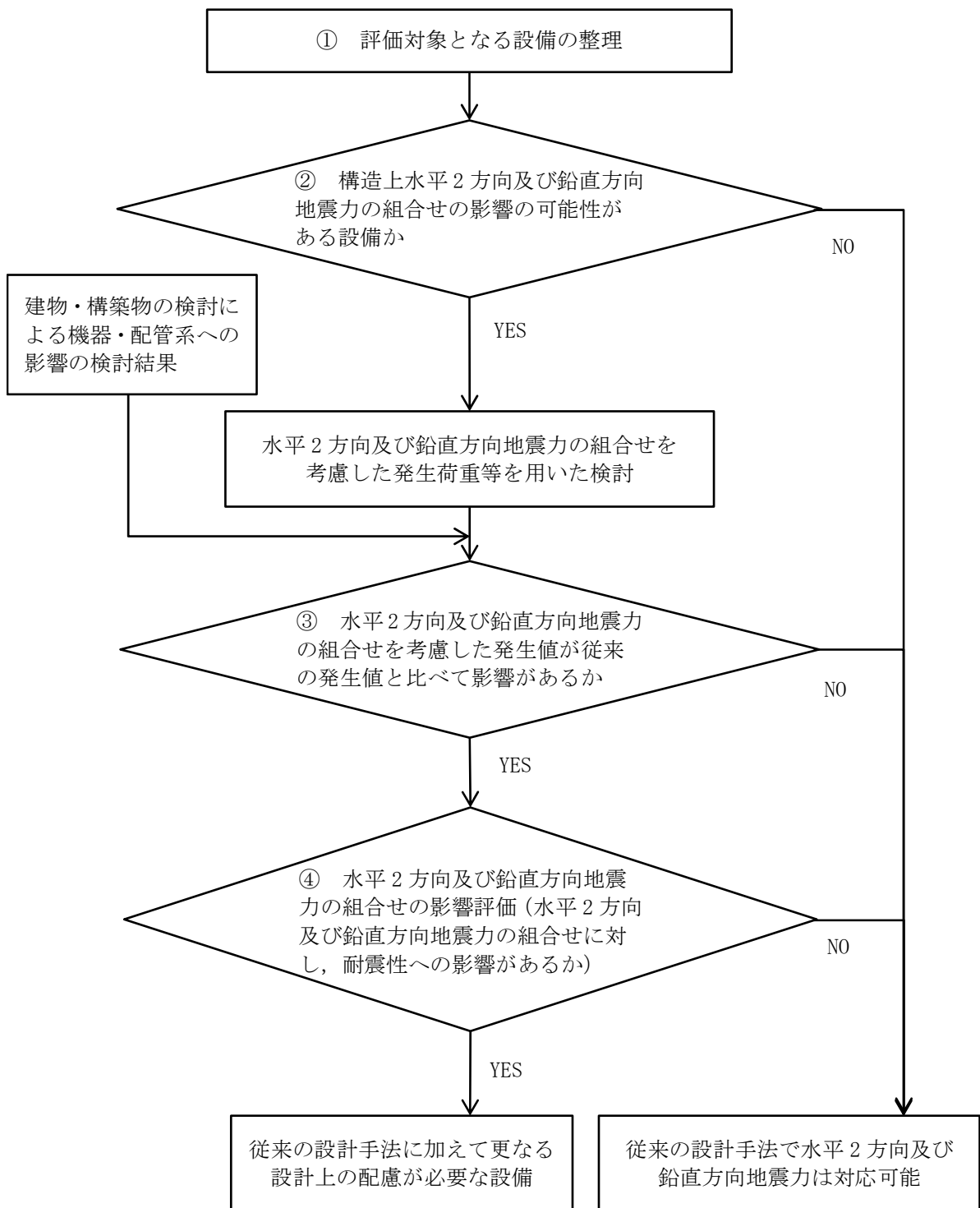
なお、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平 2 方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である

Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法（以下「非同時性を考慮した SRSS 法」という。）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価は基本的に概ね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルで、実施している等類似であり、水平 2 方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国 REGULATORY GUIDE 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

前述の構造上の特徴による抽出及び発生値の増分による抽出結果を、添付 2「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果」に示す。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する。（第 4.3-1 図④）



第 4.3-1 図 機器・配管系の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価のフロー

添付 1

水平 2 方向入力の影響検討対象設備

補足説明資料 2-2「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方針」の 4.3.3.①「評価対象となる設備の整理」に基づき、耐震 S クラス施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する全設備に対して機種毎に分類した結果を示す。

設備	部位
スカート支持の容器	胴板，スカート
	基礎ボルト
平底容器	胴板
	基礎ボルト
脚支持の容器	胴板
	脚
	基礎ボルト
横置き容器	胴板
	支持脚
	基礎ボルト
横形ポンプ，空調ファン，空調ユニット ポンプ駆動用タービン，横形機器用電動機， 制御用空気圧縮機	基礎ボルト，取付ボルト
立形ポンプ	基礎ボルト
非常用ディーゼル機関・発電機	基礎ボルト，取付ボルト
クレーン，台車類	浮上り防止装置
使用済み燃料ラック	ラック箱
矩形構造の架構設備 ※蓄電池，架台などを含む	各部位
平板槽	胴板
	脚
	取付ボルト

設備	部位
脱硝装置 A, B 昇降機	昇降シャフト
	取付ボルト
配管本体（定ピッチスパン法）	直管配管（水平，鉛直）
	曲り部，分岐部
配管本体（多質点梁モデル解析）	配管

添付 2

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の
評価部位の抽出結果

機種毎に分類した結果に対して補足説明資料 2-2「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方針」の 4.3.3.②「構造上の特徴による抽出」及び③「発生値の増分による抽出」に基づき、構造上の特徴から水平 2 方向の地震力による影響の可能性がある設備及び耐震性への影響が懸念される設備を抽出した結果を示す。

(凡例) ○：影響の可能性あり
△：影響軽微

設備（機種）	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
	補足説明資料2-2 の4.3.3.②の観 点	補足説明資料2-2 の4.3.3.③の観 点	検討結果
スカート支持の容器	○	○	影響評価結果は 別添参照
平底容器	○	○	影響評価結果は 別添参照
脚支持の容器	○	△	明確な応答軸を有 している
横置き容器	○	△	明確な応答軸を有 している
横形ポンプ，空調ファ ン，空調ユニット ポンプ駆動用タービン， 横形機器用電動機， 制御用空気圧縮機	○	△	明確な応答軸を有 している
立形ポンプ	○	○	影響評価結果は 別添参照
非常用ディーゼル機 関・発電機	○	△	明確な応答軸を有 している
使用済み燃料ラック	○	○	影響評価結果は 別添参照
矩形構造の 架構設備	○	△	明確な応答軸を有 している

(凡例) ○：影響の可能性あり
△：影響軽微

設備（機種）	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
	補足説明資料2-2 の4.3.3.②の観 点	補足説明資料2-2 の4.3.3.③の観 点	検討結果
平板槽	○	△	明確な応答軸を有 している
脱硝装置A, B昇降機	○	○	影響評価結果は 別添参照
配管本体(多質点梁モ デル解析)	○	○	影響評価結果は 別添参照

補足説明資料 2-3 (6 条)

入力地震動算定用地盤モデルの 設定の考え方

目 次

	ページ
1. 概要	補 2-3-3
2. 廃棄物管理施設の敷地内の地質構造	補 2-3-3
3. 入力地震動算定モデルの設定	補 2-3-4
4. 建屋底面位置における地震動評価	補 2-3-4

1. 概要

本資料は、廃棄物管理施設の耐震設計において用いる入力地震動算定用地盤モデルの設定の考え方について示すものである。

2. 廃棄物管理施設の敷地内の地質構造

敷地内の地質は、新第三系中新統の鷹架層、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層等が分布する。第1図に示すように、概ね標高30m以深に鷹架層が広がっており、耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設は鷹架層に支持させることとしている。鷹架層中には、敷地内の地質構造を大きく規制するf-1断層及びf-2断層が認められ、f-1断層の東側の地域では、主に鷹架層下部層及び同層中部層が分布している。f-1断層とf-2断層とに挟まれた地域では、主に鷹架層下部層及び同層中部層が分布している。f-2断層の西側の地域では、主に鷹架層中部層及び同層上部層が分布している。

敷地内で実施したPS検層の結果を第2図に示す。敷地の地盤は、第1図に示すとおりf-1断層及びf-2断層を境に3つの領域に区分されるが、第2図に示すように、いずれの地盤においても標高-70mの位置においてS波速度が概ね0.7km/s以上となる。

上記の各種地質調査結果より、敷地の地盤は速度構造的に特異性を有する地盤ではないと考えられる。解放基盤表面については、敷地地下で著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりをも有し、著しい風化を受けていない岩盤である鷹架層において、S波速度が概ね0.7km/s以上となる標高-70mの位置に設定している。

解放基盤表面以浅については、地盤の違いに応じてf-1断層の東側の領域を「東側地盤」、f-2断層の西側の領域を「西側地盤」、f-1断層及びf-2断

層には含まれた領域を「中央地盤」として取り扱い、それぞれの地盤に対して入力地震動算定用地盤モデルを設定している。

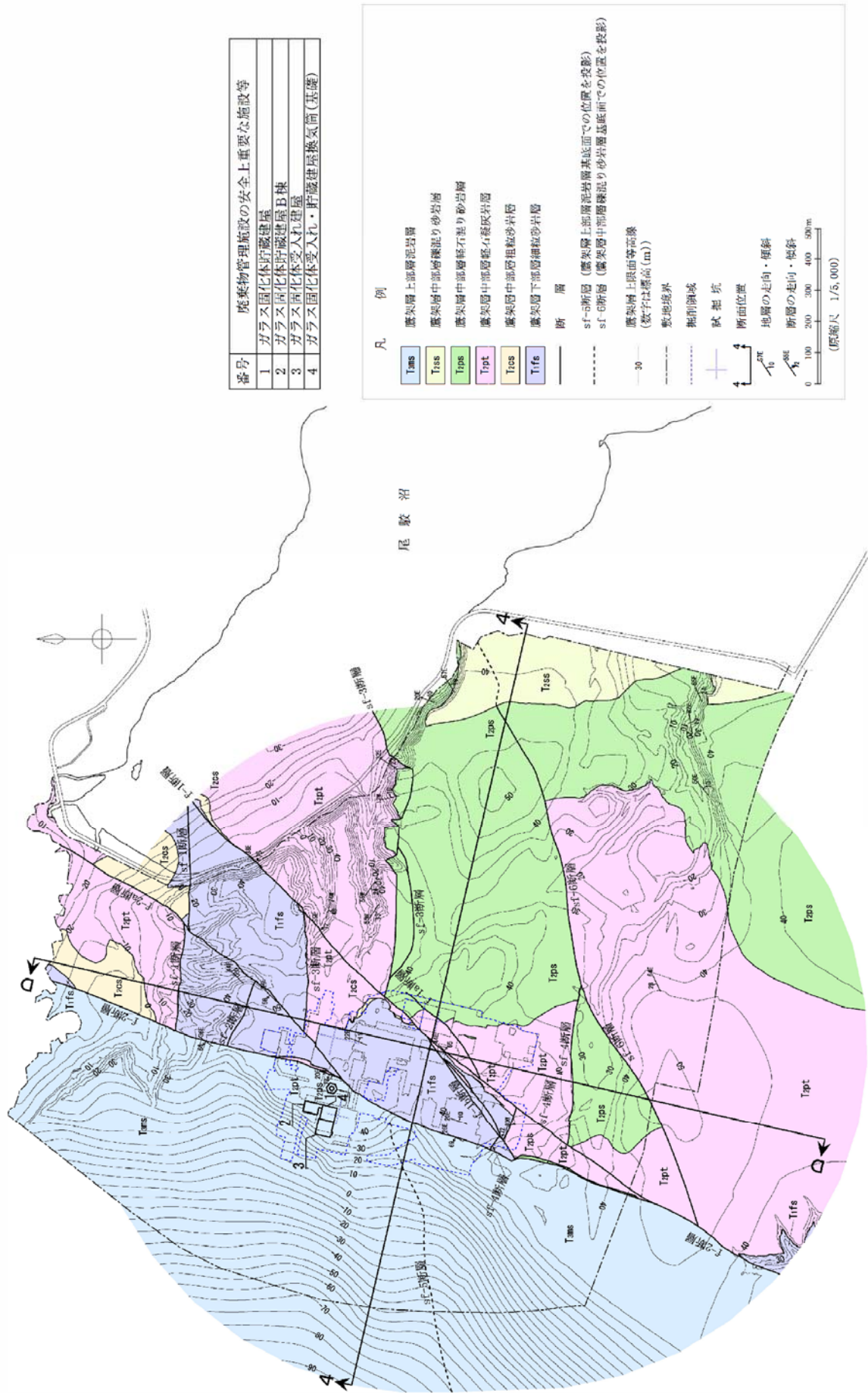
3. 入力地震動算定モデルの設定

廃棄物管理施設の耐震設計では、建屋底面位置における地震動を評価する必要がある。その際、解放基盤表面以浅については、 $f - 1$ 断層及び $f - 2$ 断層を境界として敷地内で地質構造が異なることから、「中央地盤」、「西側地盤」及び「東側地盤」の3つの領域ごとに、解放基盤表面以浅の地盤モデルを作成している。廃棄物管理施設が位置する「西側地盤」の解放基盤表面以浅の地盤モデルを第1表に示す。

また、埋戻し土の物性値及びひずみ依存特性については、ボーリング調査結果に基づき設定している。建物・構築物の地震応答解析モデルに考慮している側面水平ばねは、埋戻し土の物性値及びひずみ依存特性を用いた地盤応答解析に基づき設定する。埋戻し土の物性値及びひずみ依存特性を第2表及び第3図に示す。

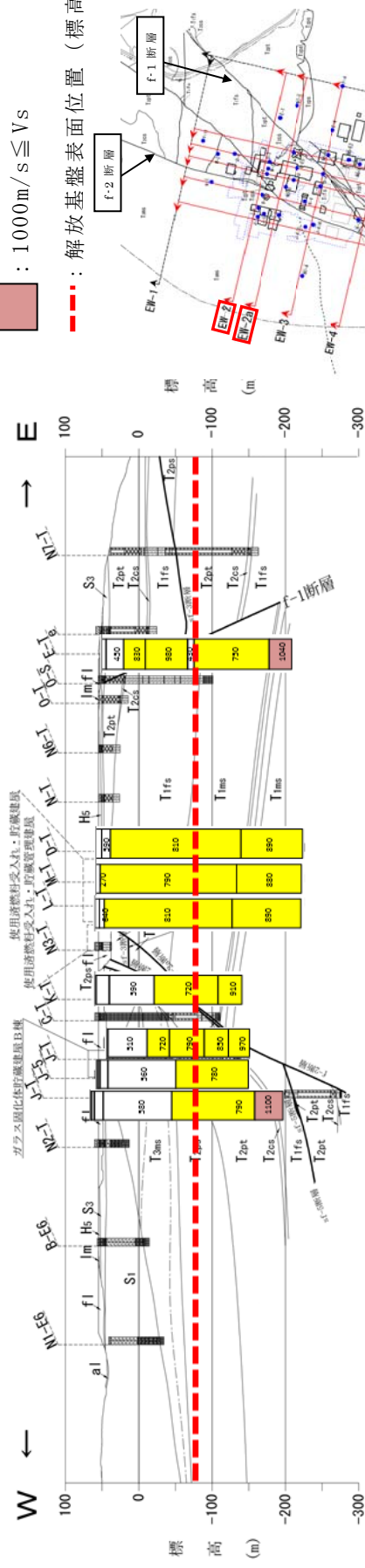
4. 建屋底面位置における地震動評価

廃棄物管理施設のうち、「西側地盤」に位置している「ガラス固化体貯蔵建屋」の基準地震動 S_s による建屋底面位置での地震動の加速度波形、基準地震動 S_s との応答スペクトルによる比較、解放基盤表面～建屋底面位置間の地震動の最大加速度分布及び最大せん断ひずみ分布を第4図に示す。解放基盤表面～建屋底面位置間において、基準地震動 S_s に特異な増幅はなく、地盤に顕著なせん断ひずみも認められない。



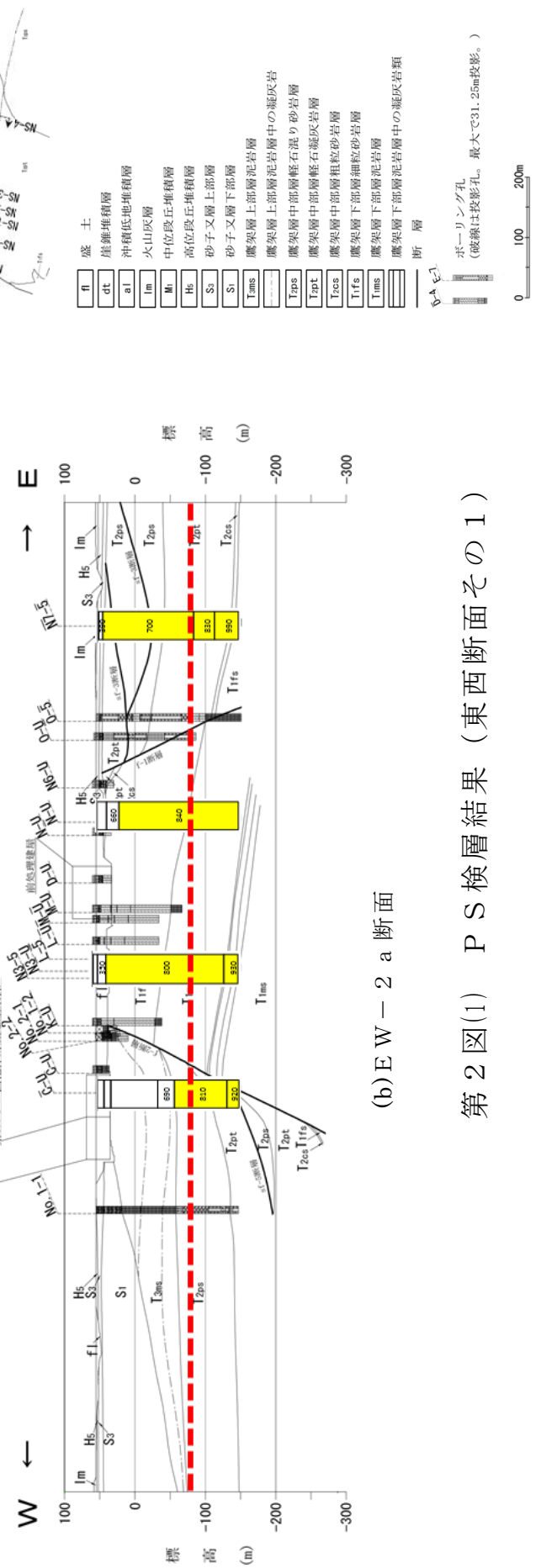
第1図 鷹架層の地質構造及び上限面等高線図

- : $700\text{m/s} \leq V_s < 1000\text{m/s}$
- : $1000\text{m/s} \leq V_s$
- : 解放基盤表面位置 (標高 -70m)



(a) EW-2 断面

補2-3-6



(b) EW-2 a 断面

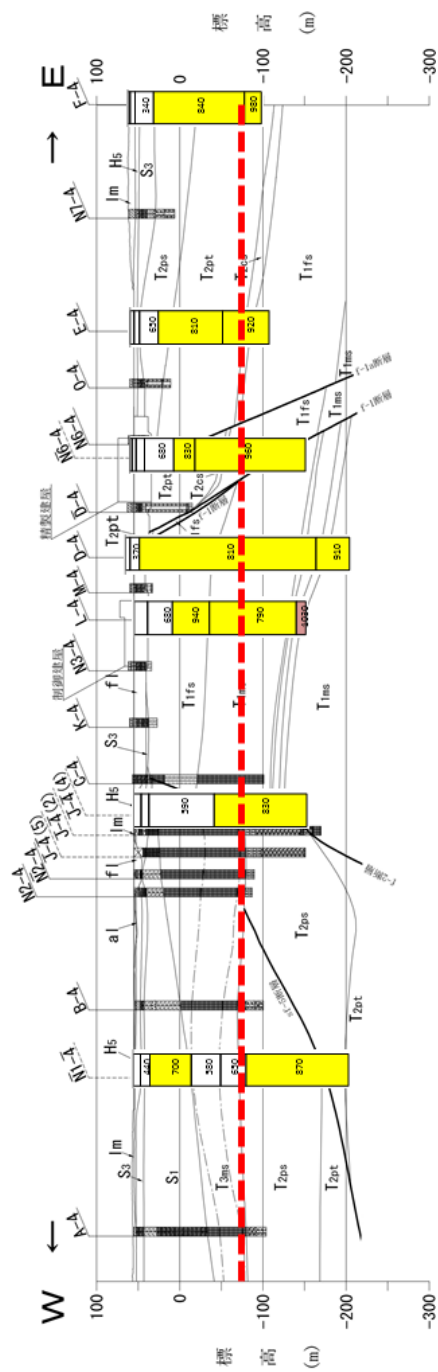
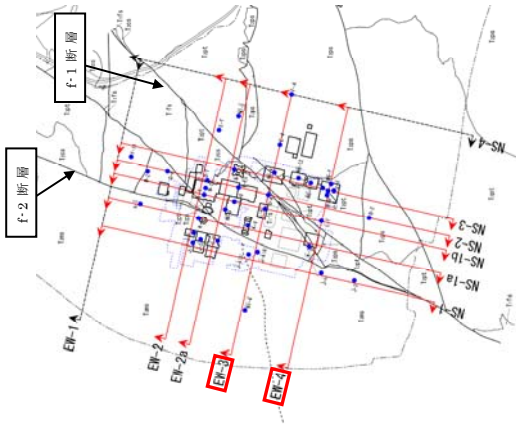
- | | |
|------|-----------------|
| fl | 盛土 |
| dt | 雄雄堆積層 |
| al | 沖積低地堆積層 |
| im | 火山灰層 |
| mi | 中位段丘堆積層 |
| hi | 高位段丘堆積層 |
| s3 | 砂子又層上部層 |
| s1 | 砂子又層下部層 |
| T2ms | 鷹架層上部層泥岩層 |
| T2ps | 鷹架層上部層泥岩層中の凝灰岩 |
| T2pt | 鷹架層中部層軽石混り砂岩層 |
| T2cs | 鷹架層中部層粗粒砂岩層 |
| T1fs | 鷹架層下部層細粒砂岩層 |
| T1ms | 鷹架層下部層泥岩層 |
| T1ps | 鷹架層下部層泥岩層中の凝灰岩類 |
- 断面

ボーリング孔
(破線は投影孔、最大で31.25m投影。)

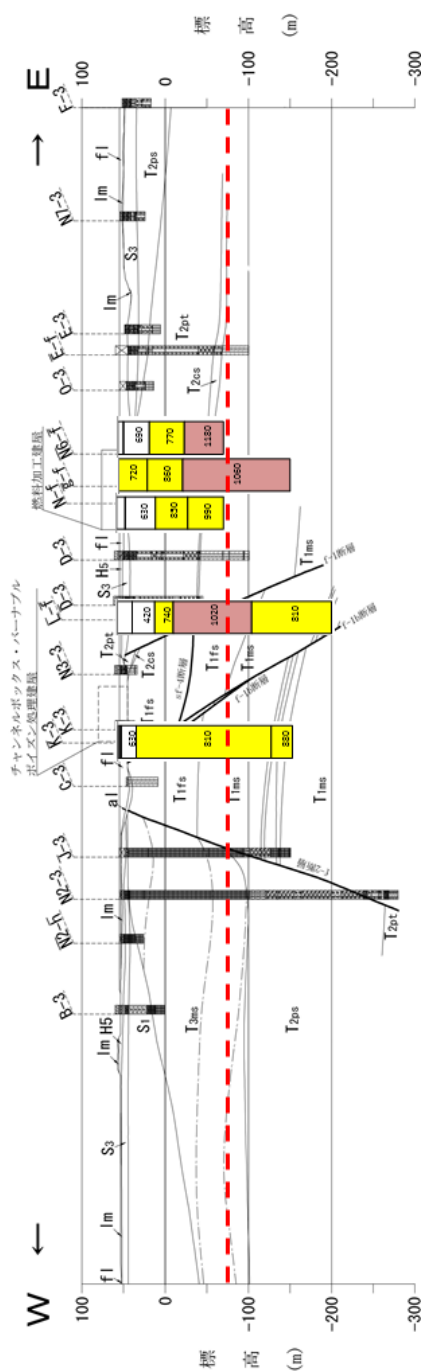
0 100 200m

第2図(1) PS 検層結果 (東西断面その1)

- : $700\text{m}/s \leq V_s < 1000\text{m}/s$
- : $1000\text{m}/s \leq V_s$
- : 解放基盤表面位置 (標高-70m)



(a) E W - 3 断面



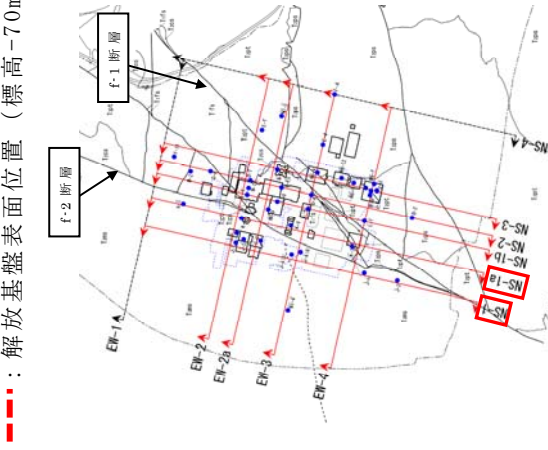
(b) E W - 4 断面

第2図(2) P S 検層結果 (東西断面その2)

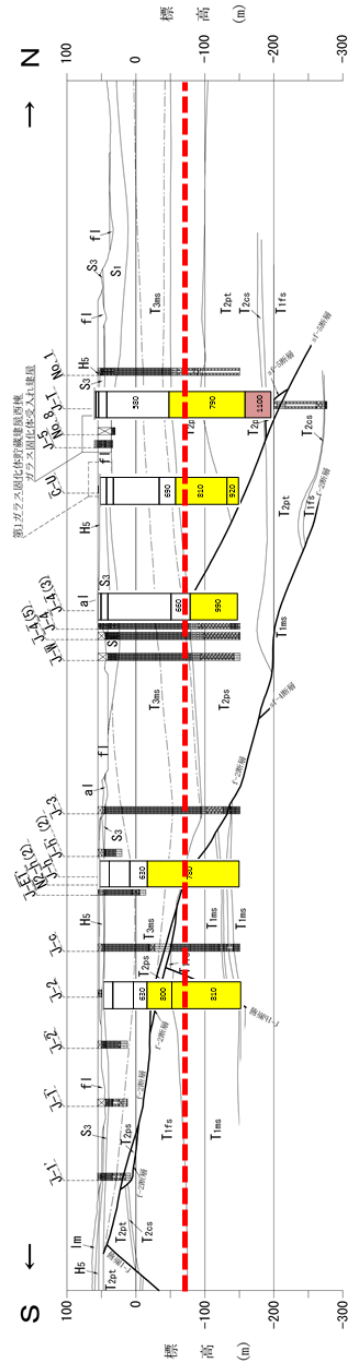
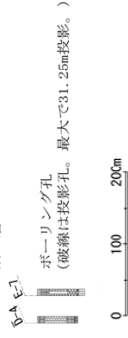
黄色 : $700\text{m/s} \leq V_s < 1000\text{m/s}$

赤色 : $1000\text{m/s} \leq V_s$

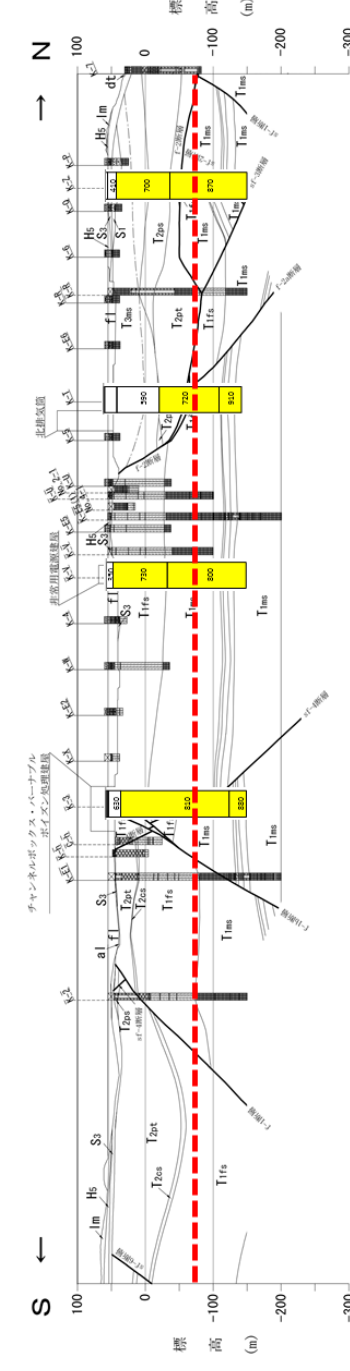
--- : 解放基盤表面位置 (標高-70m)



fl	盛土
dt	崖錐堆積層
al	沖積低地堆積層
lm	火山灰層
Mh	中位段丘堆積層
Hs	高位段丘堆積層
Ss	砂子又層上部層
Si	砂子又層下部層
Tms	鷹架層上部層泥岩層
Tps	鷹架層上部層泥岩層中の凝灰岩
Tpt	鷹架層中部層凝灰岩層
Tps	鷹架層中部層凝灰岩層中の凝灰岩
Trs	鷹架層中部層粗粒砂岩層
Tfs	鷹架層下部層粗粒砂岩層
Tms	鷹架層下部層泥岩層
Tms	鷹架層下部層泥岩層中の凝灰岩層



(a) NS-1 断面



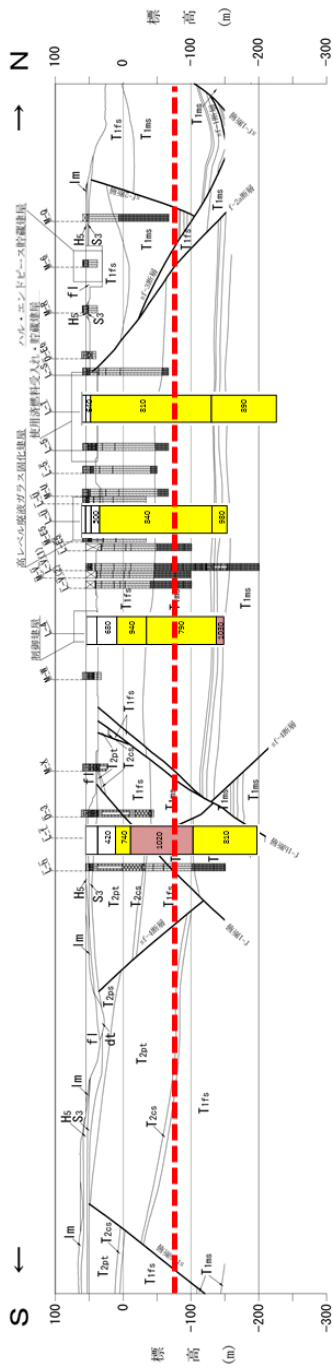
(b) NS-1 a 断面

第2図(3) P S 検層結果 (南北断面その1)

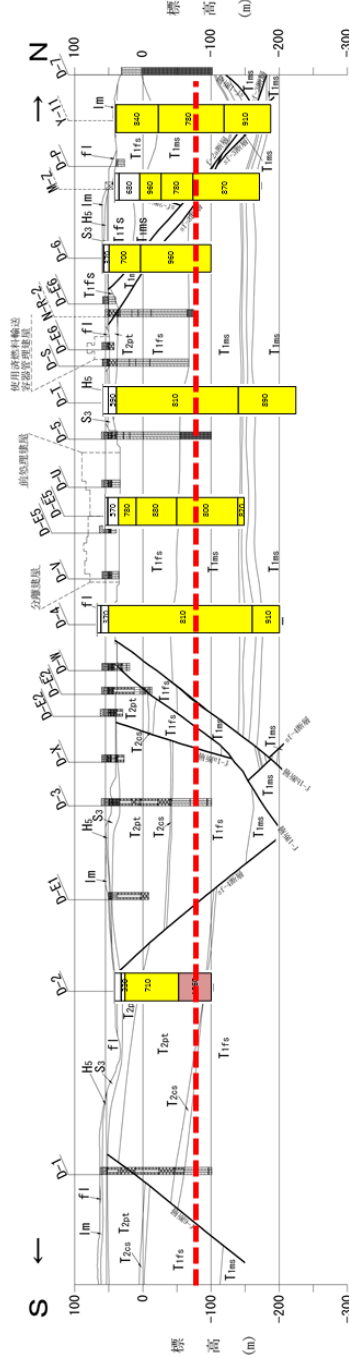
黄色 : $700\text{m/s} \leq V_s < 1000\text{m/s}$

赤色 : $1000\text{m/s} \leq V_s$

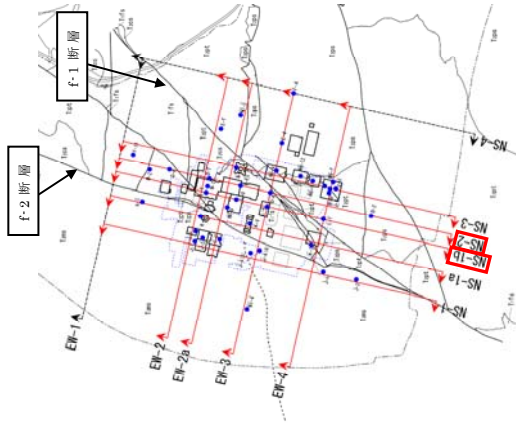
赤点線 : 解放基盤表面位置 (標高 -70m)



(a) NS-1 b 断面



(b) NS-1 2 断面

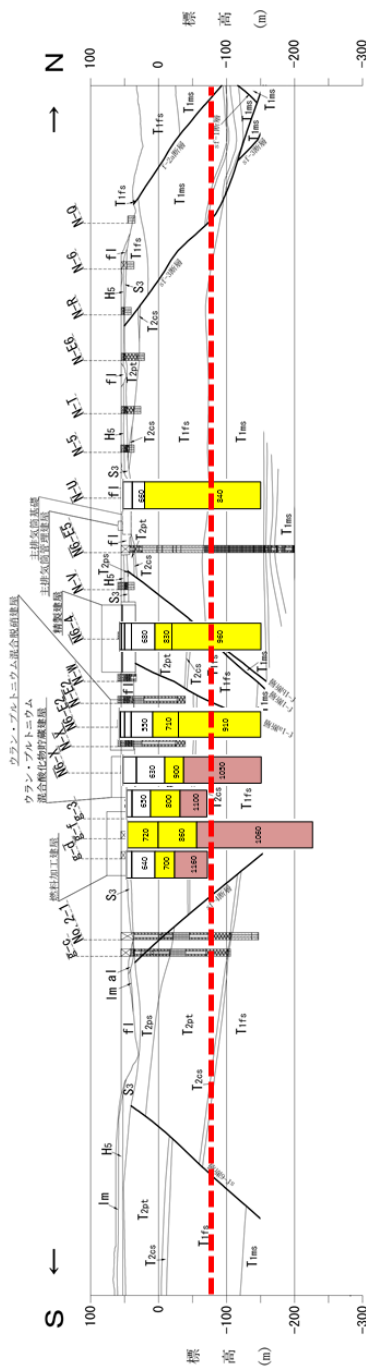
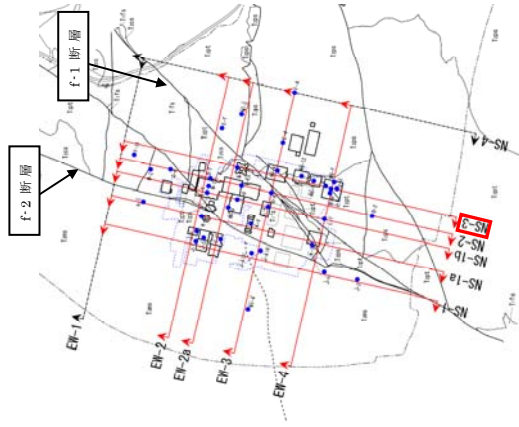


第2図(4) P S 検層結果 (南北断面その2)

黄色 : $700\text{m/s} \leq V_s < 1000\text{m/s}$

赤色 : $1000\text{m/s} \leq V_s$

--- : 解放基盤表面位置 (標高-70m)



(a) NS-3 断面

- | | |
|------|-----------------|
| fl | 盛土 |
| dt | 崖堆積層 |
| al | 沖積低地堆積層 |
| lm | 火山灰層 |
| M | 中位段丘堆積層 |
| Hs | 高位段丘堆積層 |
| Ss | 砂子又層上部層 |
| S | 砂子又層下部層 |
| Tams | 鷹架層上部層泥岩層 |
| Tzps | 鷹架層上部層軽石混り砂岩層 |
| Tzcs | 鷹架層中部層軽石混り砂岩層 |
| Tzts | 鷹架層中部層粗粒砂岩層 |
| Tzms | 鷹架層下部層粗粒砂岩層 |
| Tzfs | 鷹架層下部層細粒砂岩層 |
| Tzms | 鷹架層下部層泥岩層 |
| Tzms | 鷹架層下部層泥岩層中の凝灰岩類 |

断面

 ボーリング孔
 (破線は投影孔、最大で31.25m投影。)



第2図(5) P S 検層結果 (南北断面その3)

第1表 解放基盤表面以浅の地盤モデル

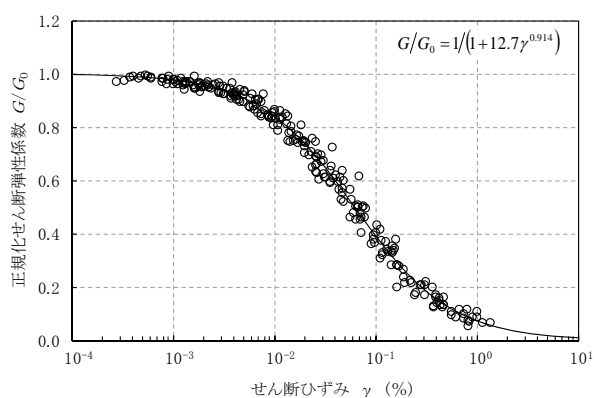
ガラス固化体貯蔵建屋（西側地盤）

標高 T.P. (m)	単位体積重 量 (kN/m ³)	ポアソン比 ν_d	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	せん断弾性 係数G ($\times 10^3$ N/m ²)	減衰定 数h(%)
建屋底面▽ 35.2	15.9	0.438	570	1720	527	3.0
17.0	15.6	0.432	580	1680	535	
-22.0	16.4	0.431	590	1690	582	
-50.0	17.0	0.409	730	1860	923	
解放基盤表面▽ -70.0	15.9	0.404	780	1940	987	

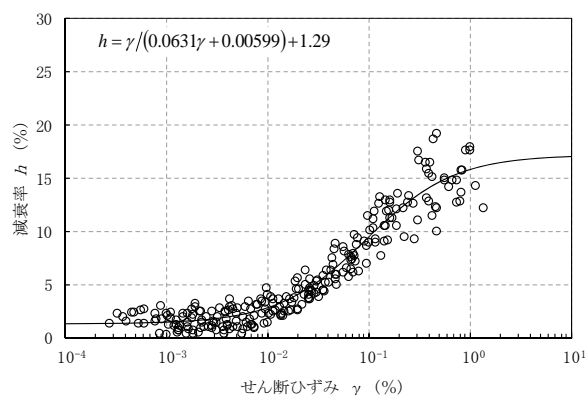
第2表 埋戻し土の物性値

区分			埋め戻し土 bk
物理 特性	単位体積重 量	γ_t (kN/m ³)	17.8 + 0.0274D
動的 変形 特性	動せん断 弾性係数	G_0	60.7 + 8.20D
	動ポアソン 比	ν_d	0.39
	正規化せん 断弾性係数	G/G_0 ~ γ (%)	$\frac{1}{1 + 12.7\gamma^{0.914}}$
	減衰率	$h(\%) \sim \nu$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0631\gamma + 0.00599} + 1.29$

※Dは深度 (GL-m) を示す。

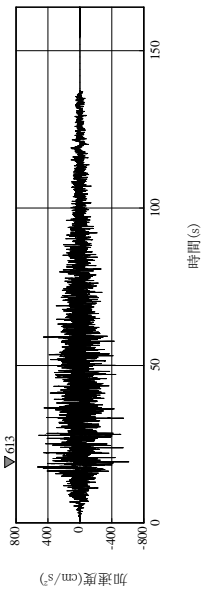


(a) 動的変形特性

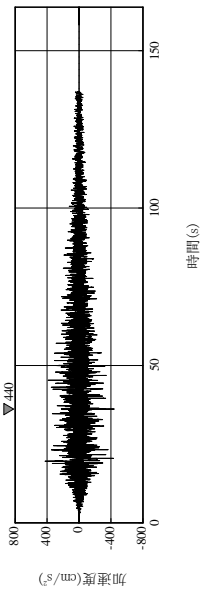


(b) 減衰特性

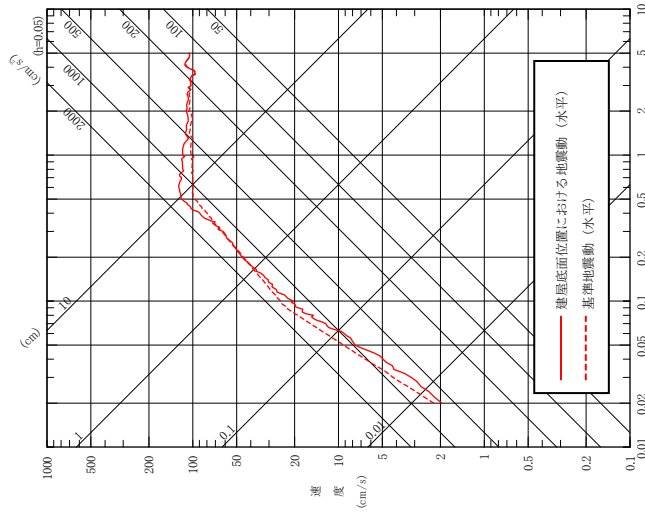
第3図 埋戻し土のひずみ依存特性



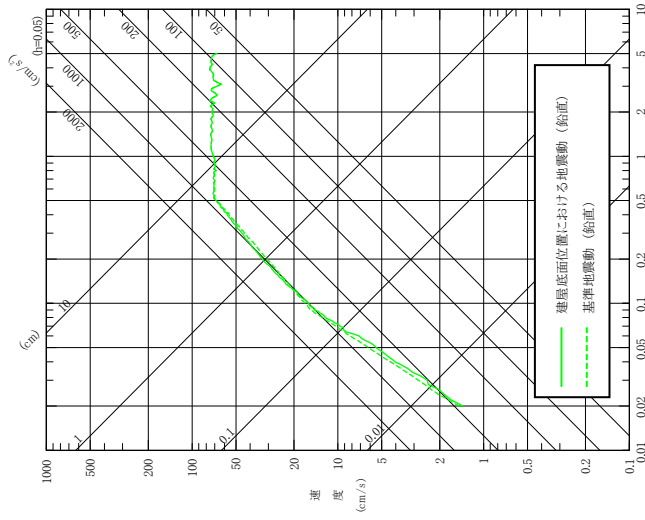
(水平方向)
最大加速度：
613cm/s²



(鉛直方向)
最大加速度：
440cm/s²



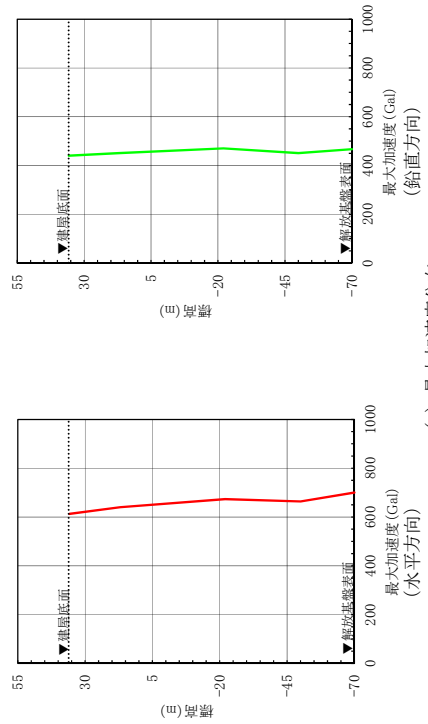
(水平方向)



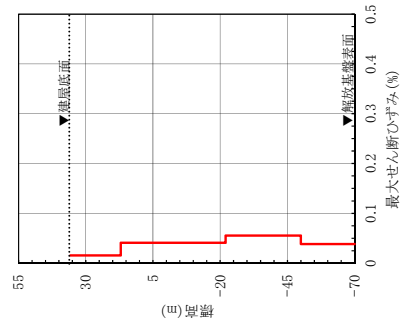
(鉛直方向)

(a) 加速度時刻歴波形

(b) 応答スペクトル

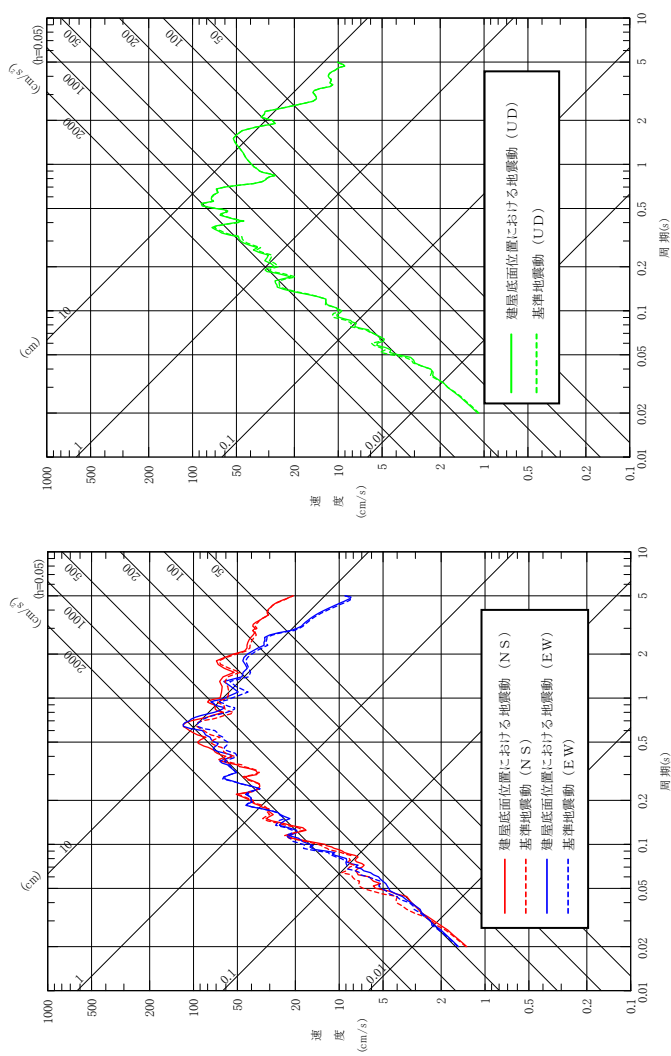
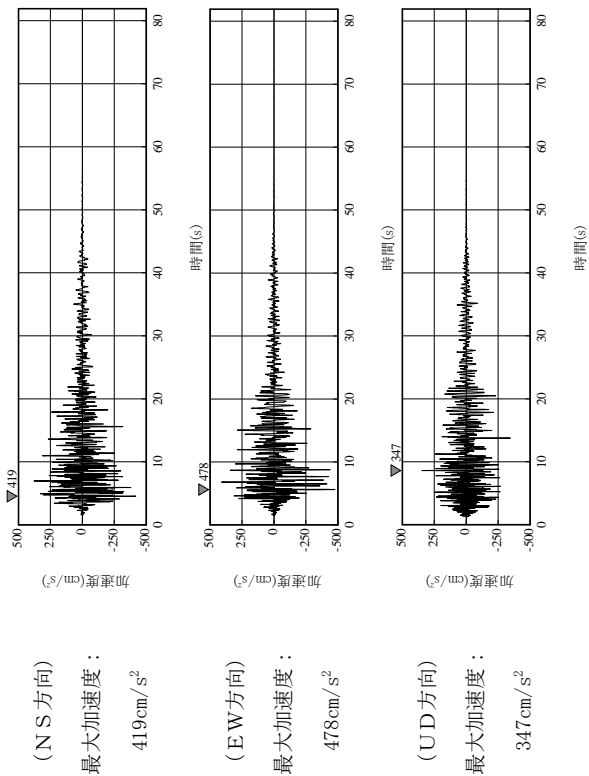


(c) 最大加速度分布



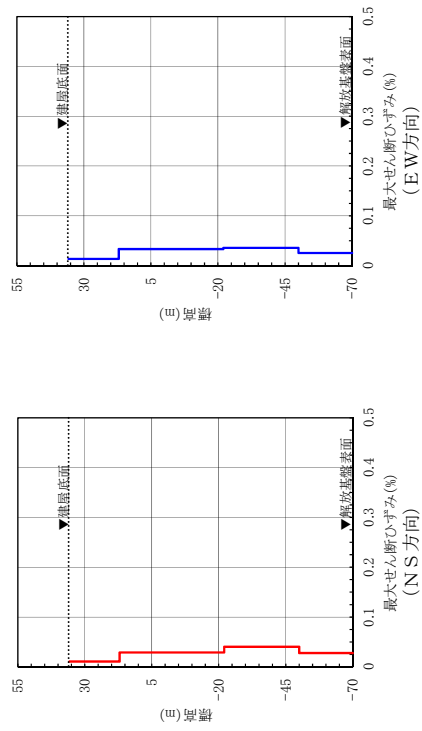
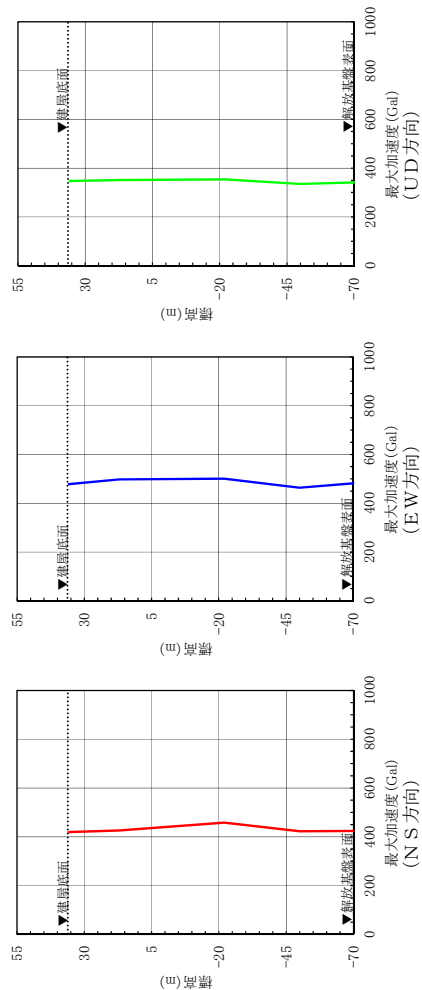
(d) 最大せん断ひずみ分布

第4図(1) 建屋底面位置における地震動 (S s - A, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



(a) 加速度時刻歴波形

(鉛直方向)

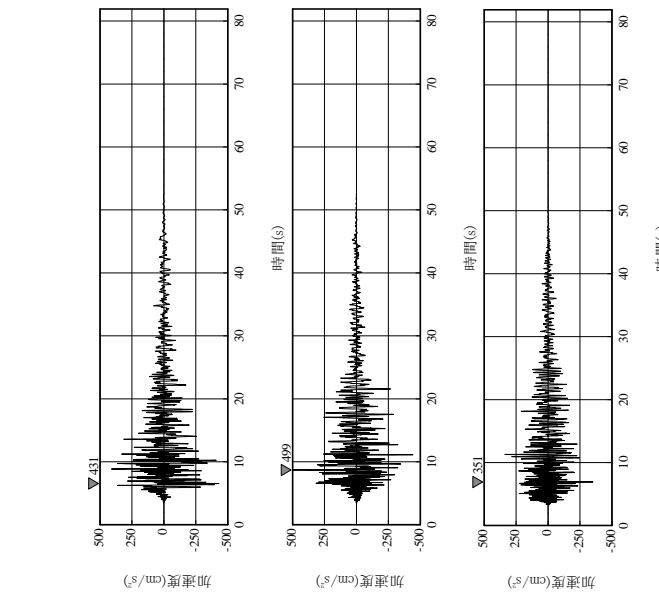
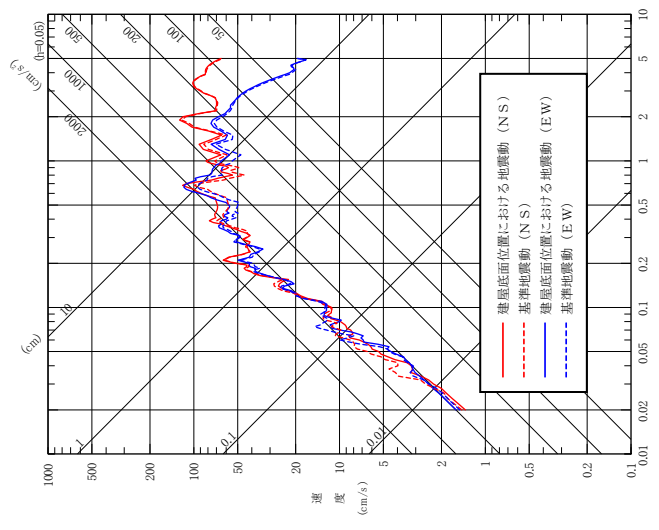
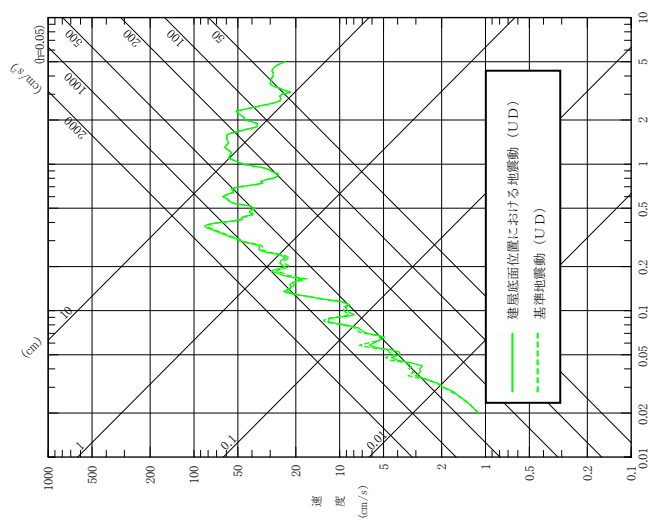


(c) 最大加速度分布

(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動Ssを, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第4図(2) 建屋底面位置における地震動 (Ss-B1, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



(NS方向)
最大加速度：
431 cm/s²

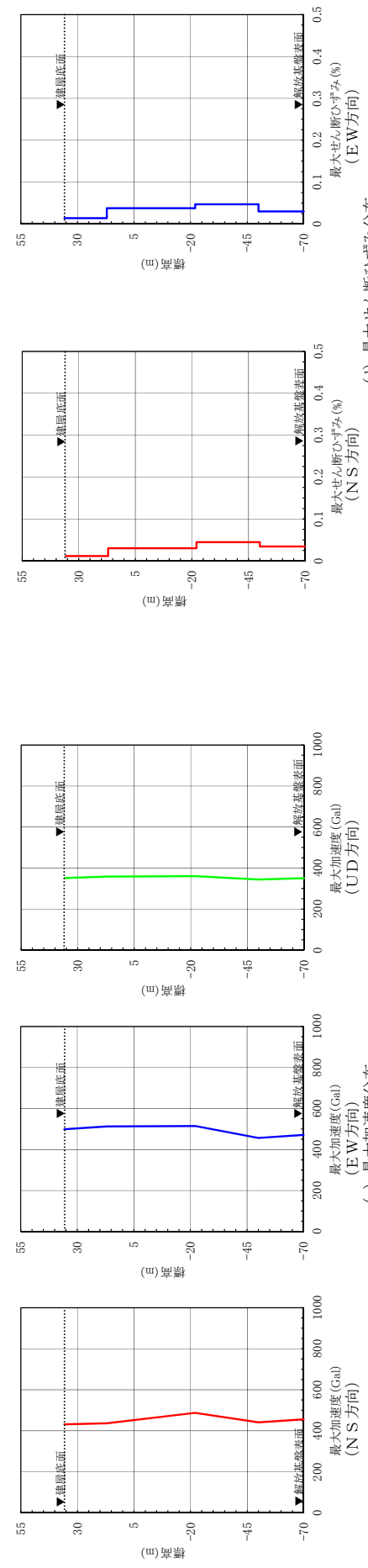
(EW方向)
最大加速度：
499 cm/s²

(UD方向)
最大加速度：
351 cm/s²

(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

(鉛直方向)

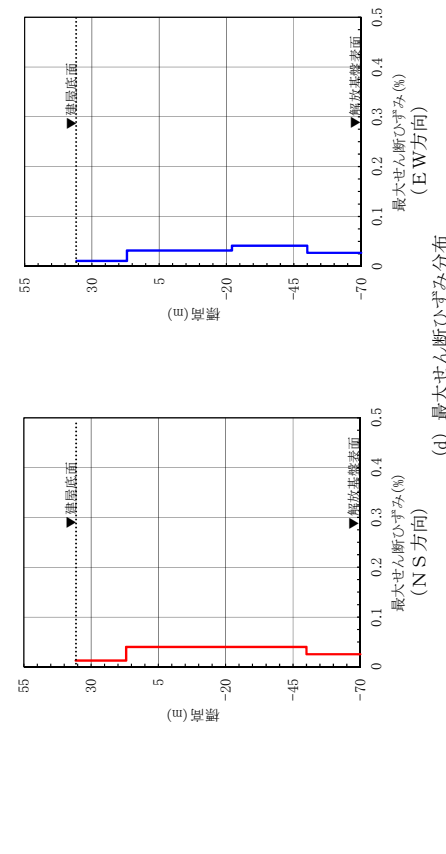
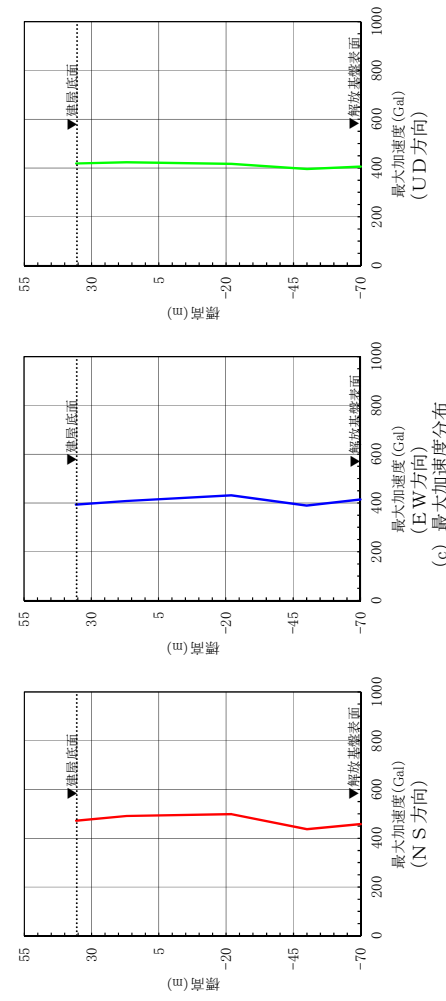
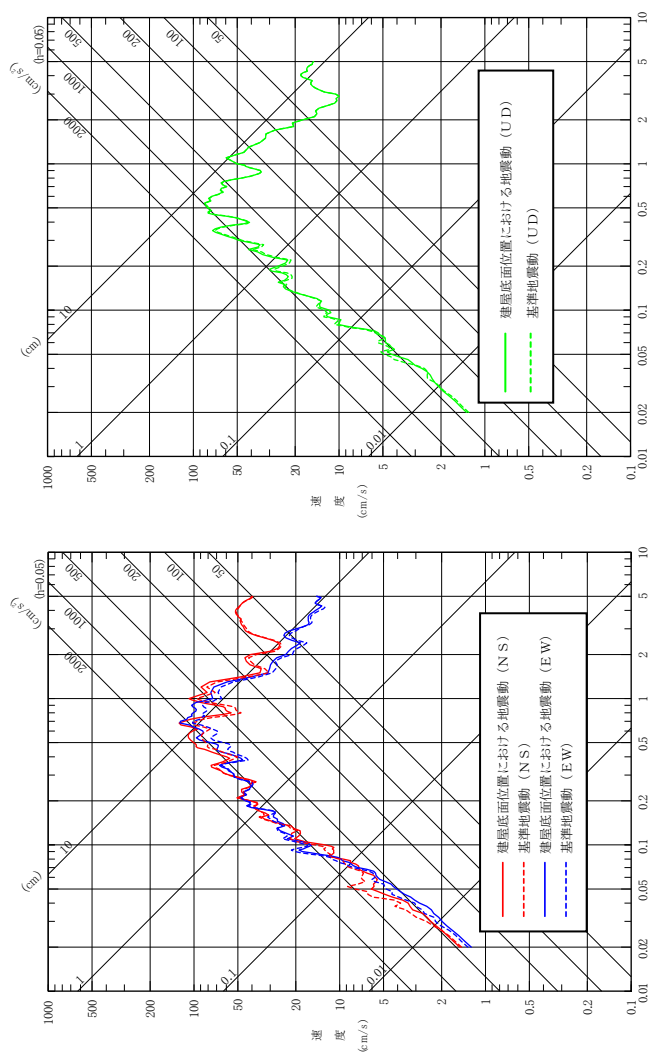
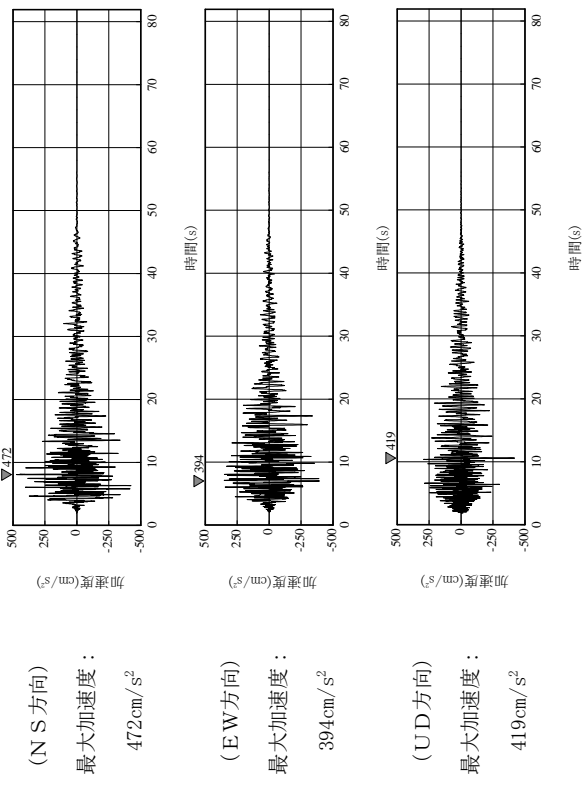


(c) 最大加速度分布

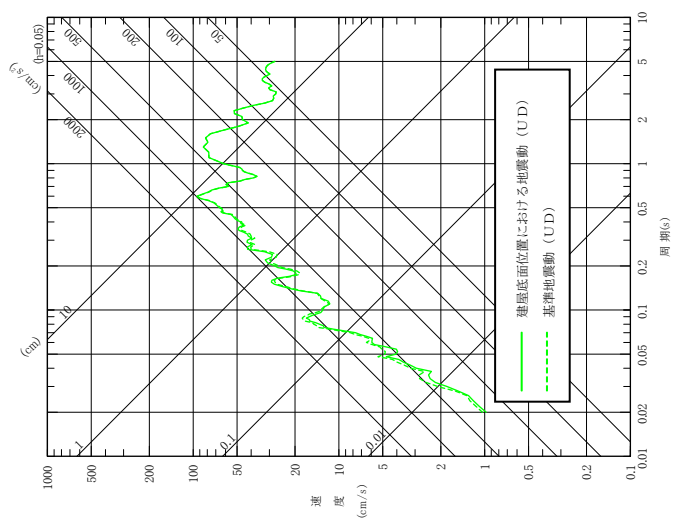
(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動 S s を, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第4図(3) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 2, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



第4図(4) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 3, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

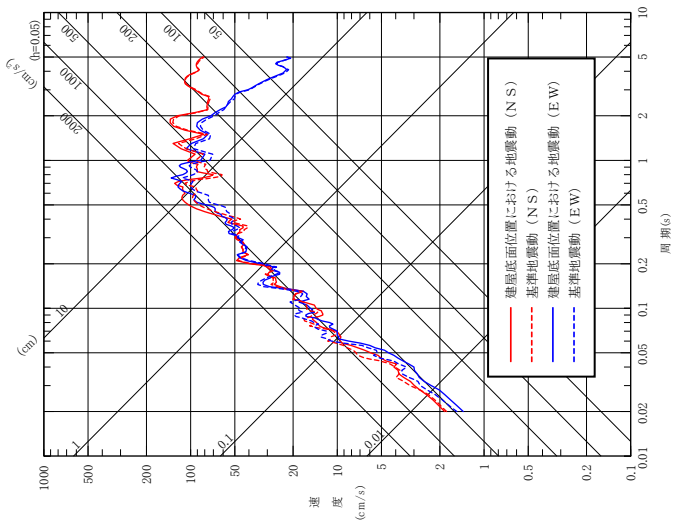


(NS方向)
 最大加速度：
 582 cm/s²

(EW方向)
 最大加速度：
 435 cm/s²

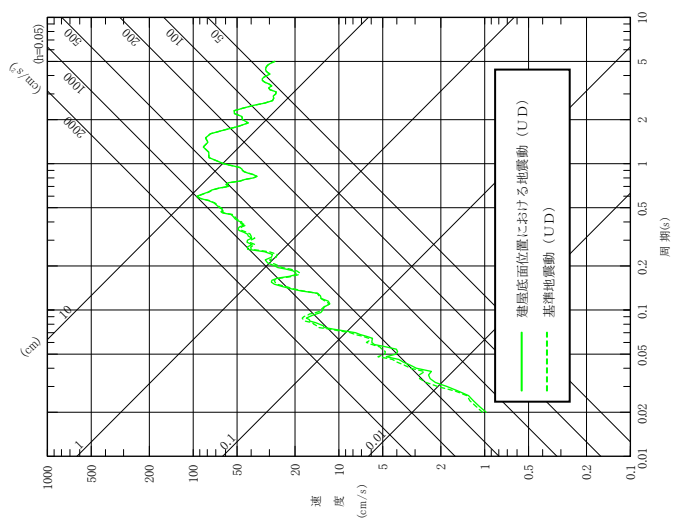
(UD方向)
 最大加速度：
 307 cm/s²

(a) 加速度時刻歴波形



(水平方向)

(b) 応答スペクトル

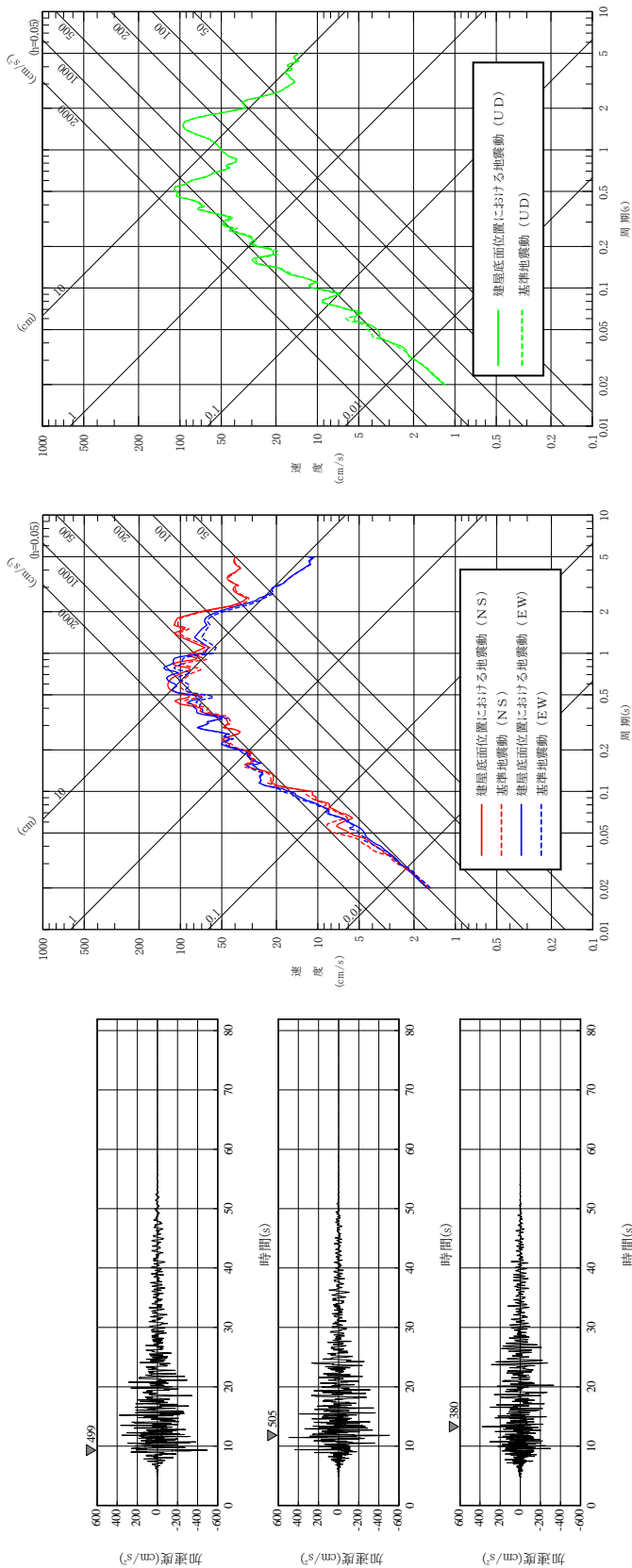


(c) 最大加速度分布

(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動 S s を, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

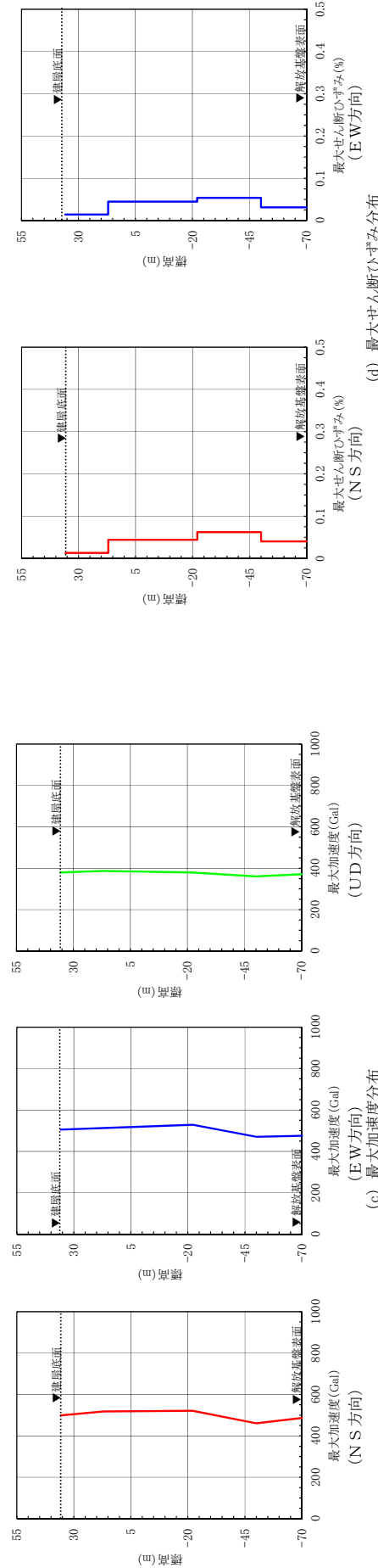
第4図(5) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 4, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

(鉛直方向)

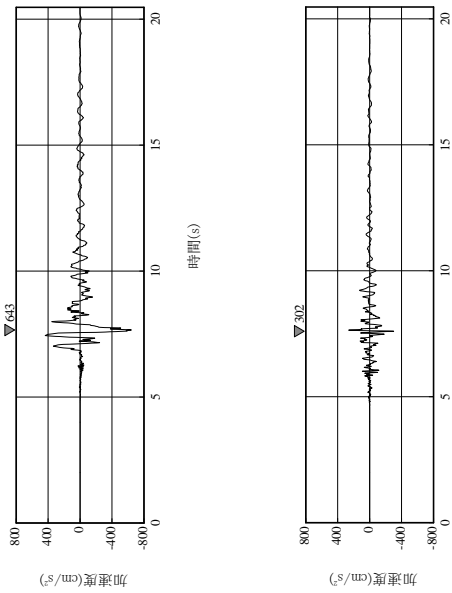


(c) 最大せん断ひずみ分布

(d) 最大せん断ひずみ分布

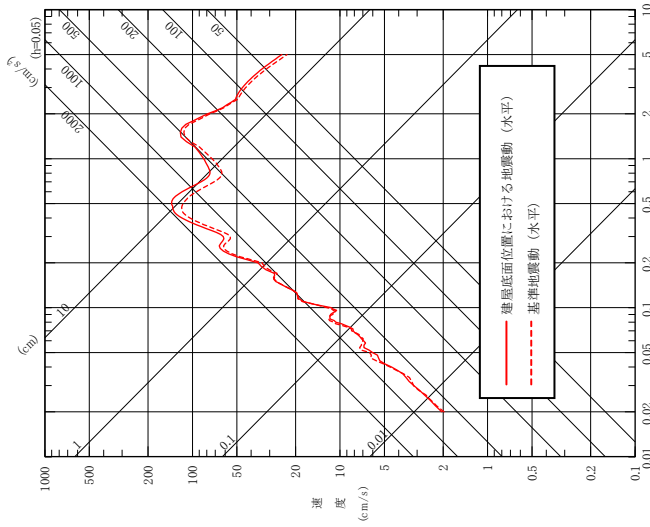
※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S sを、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第4図(6) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 5, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

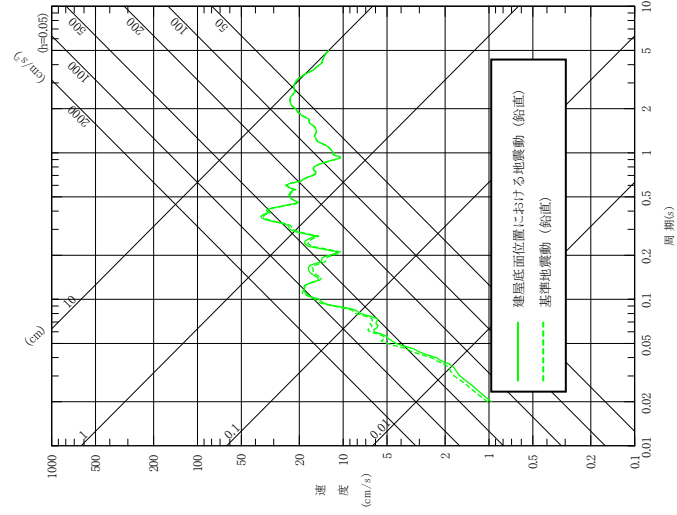


(水平方向)
最大加速度：
643 cm/s²

(鉛直方向)
最大加速度：
302 cm/s²



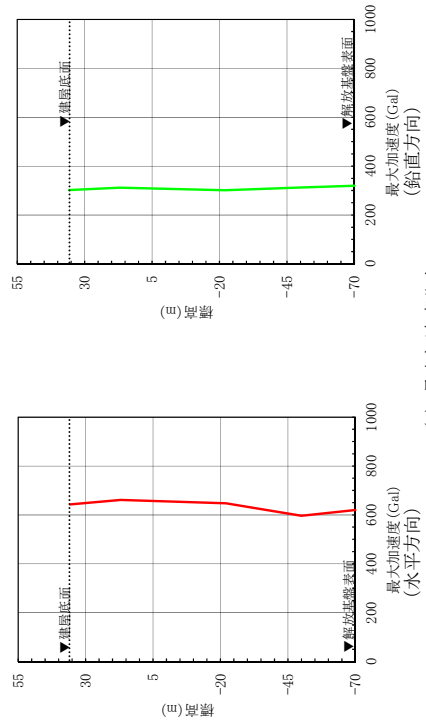
(水平方向)



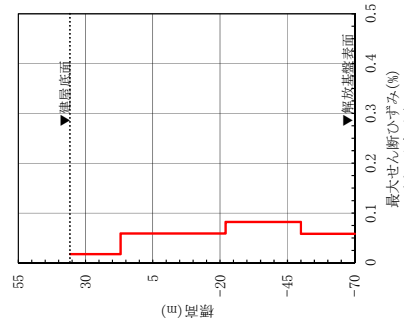
(鉛直方向)

(a) 加速度時刻歴波形

(b) 応答スペクトル

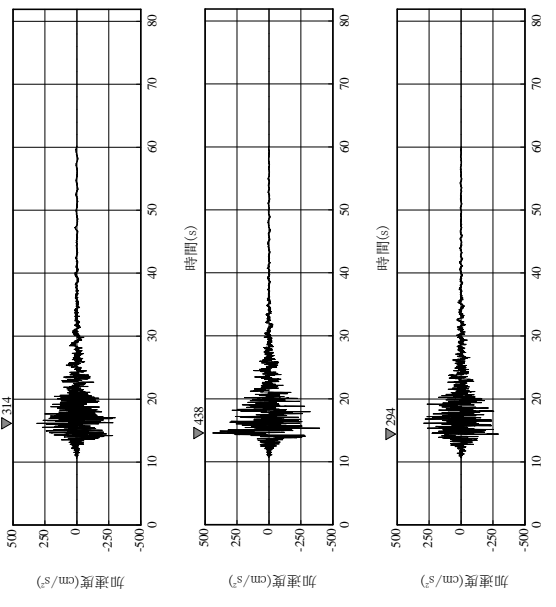
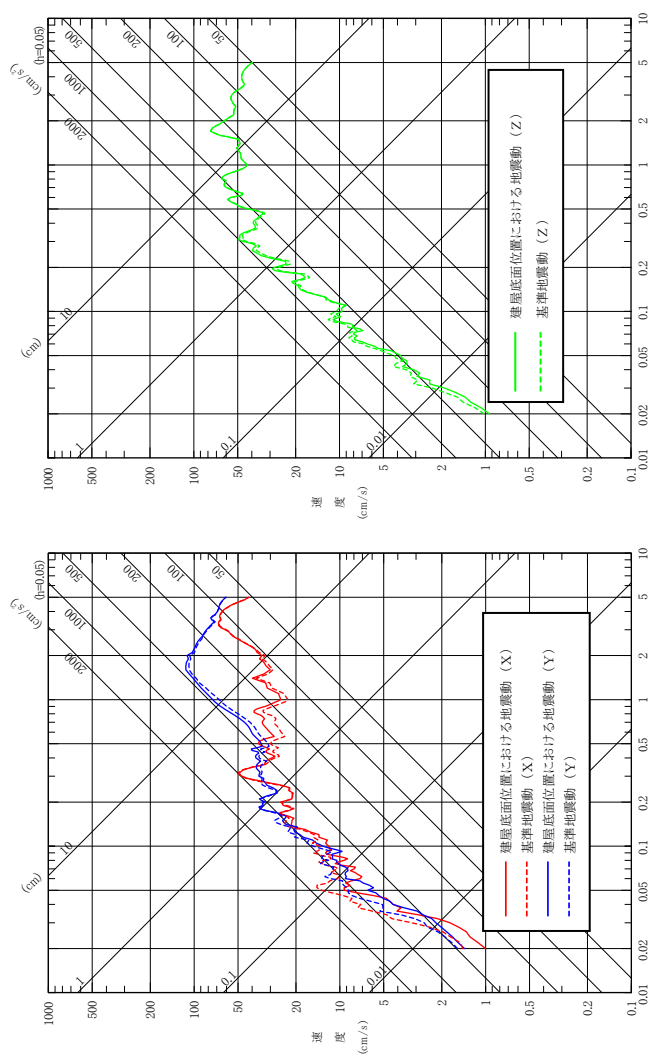


(c) 最大加速度分布



(d) 最大せん断ひずみ分布

第4図(7) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 1, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



(X方向)
 最大加速度：
 314cm/s²

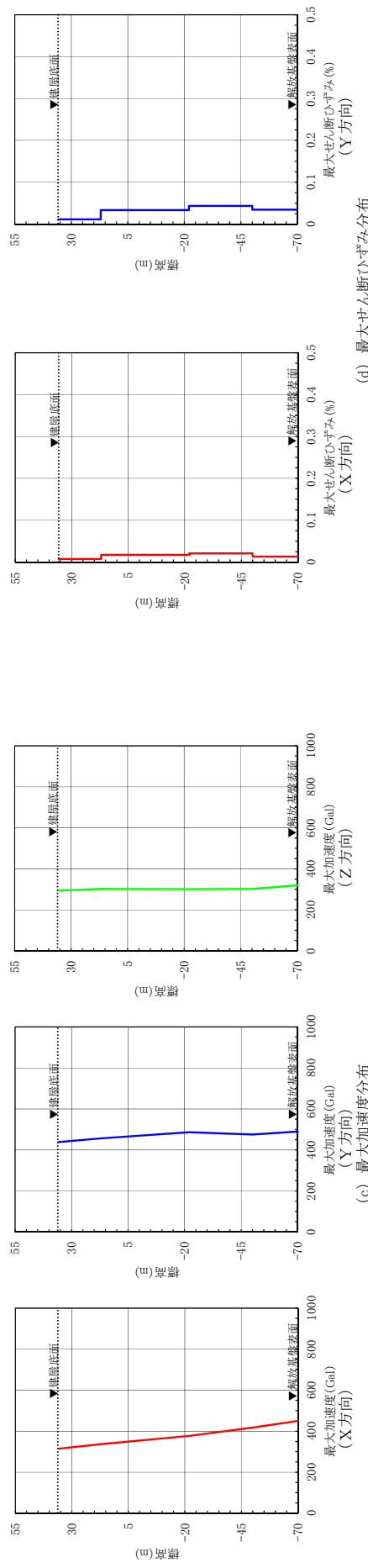
(Y方向)
 最大加速度：
 438cm/s²

(Z方向)
 最大加速度：
 294cm/s²

(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

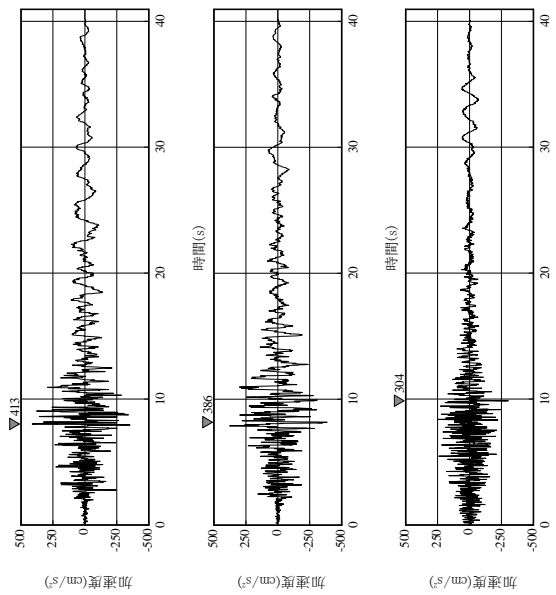
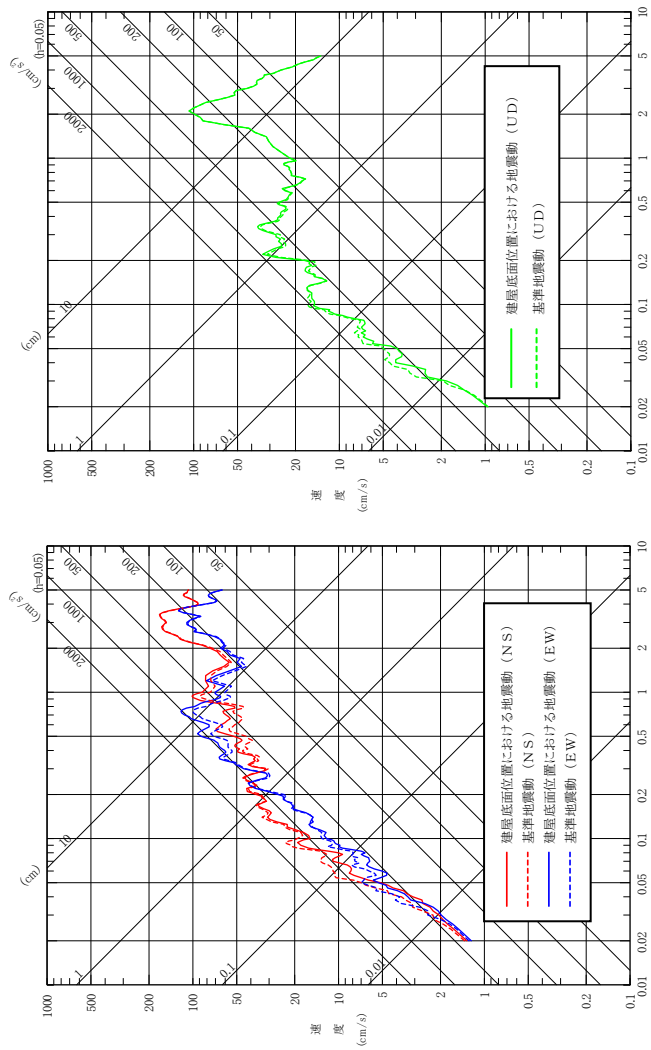
(鉛直方向)



(c) 最大加速度分布

(d) 最大せん断ひずみ分布

第4図(8) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 2, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



(NS方向)
 最大加速度：
 413 cm/s^2

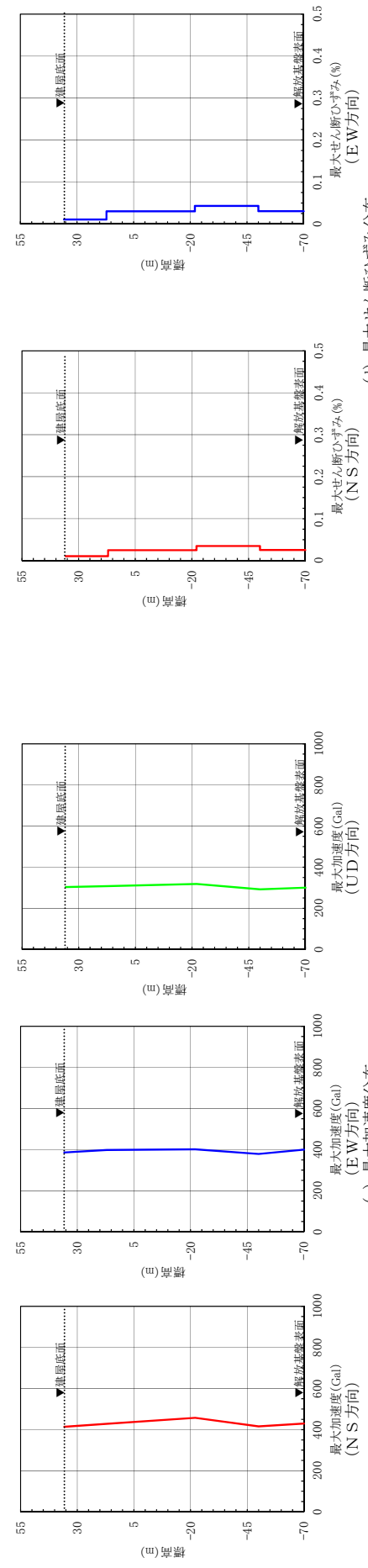
(EW方向)
 最大加速度：
 386 cm/s^2

(UD方向)
 最大加速度：
 304 cm/s^2

(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

(鉛直方向)



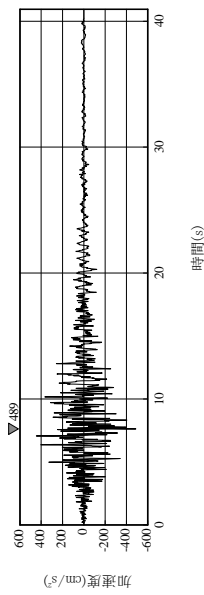
(c) 最大加速度分布

(NS方向)

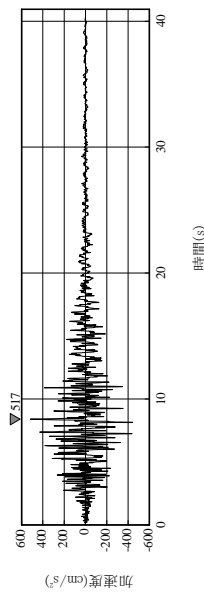
(EW方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

第4図(9) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 3, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

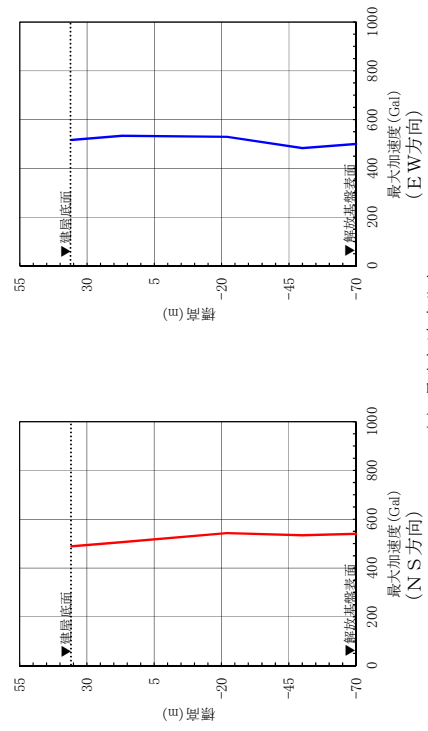


(NS方向)
最大加速度：
489cm/s²

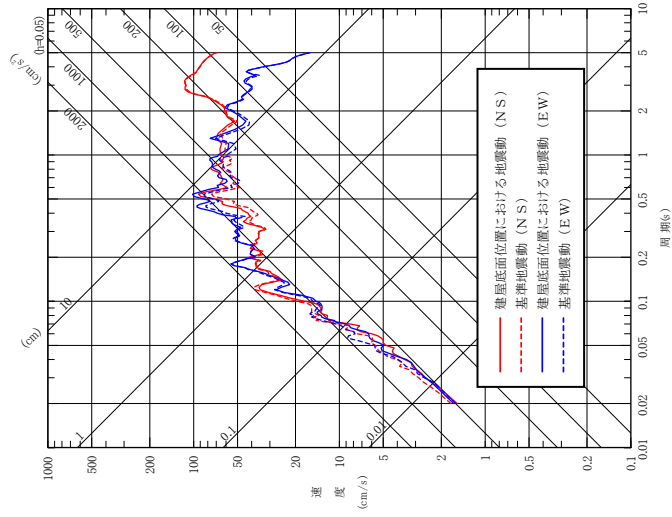


(EW方向)
最大加速度：
517cm/s²

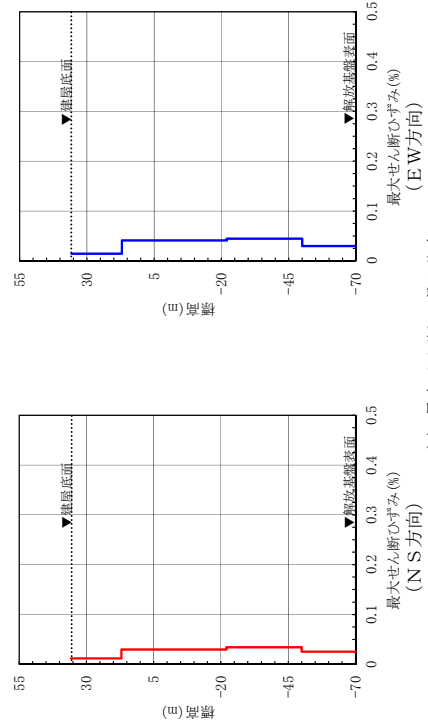
(a) 加速度時刻歴波形



(c) 最大加速度分布



(b) 応答スペクトル
(水平方向)



(d) 最大せん断ひずみ分布

第4図(10) 建屋底面位置における地震動 (Ss-C4, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

補足説明資料 2-4 (6 条)

地震応答解析の基本方針

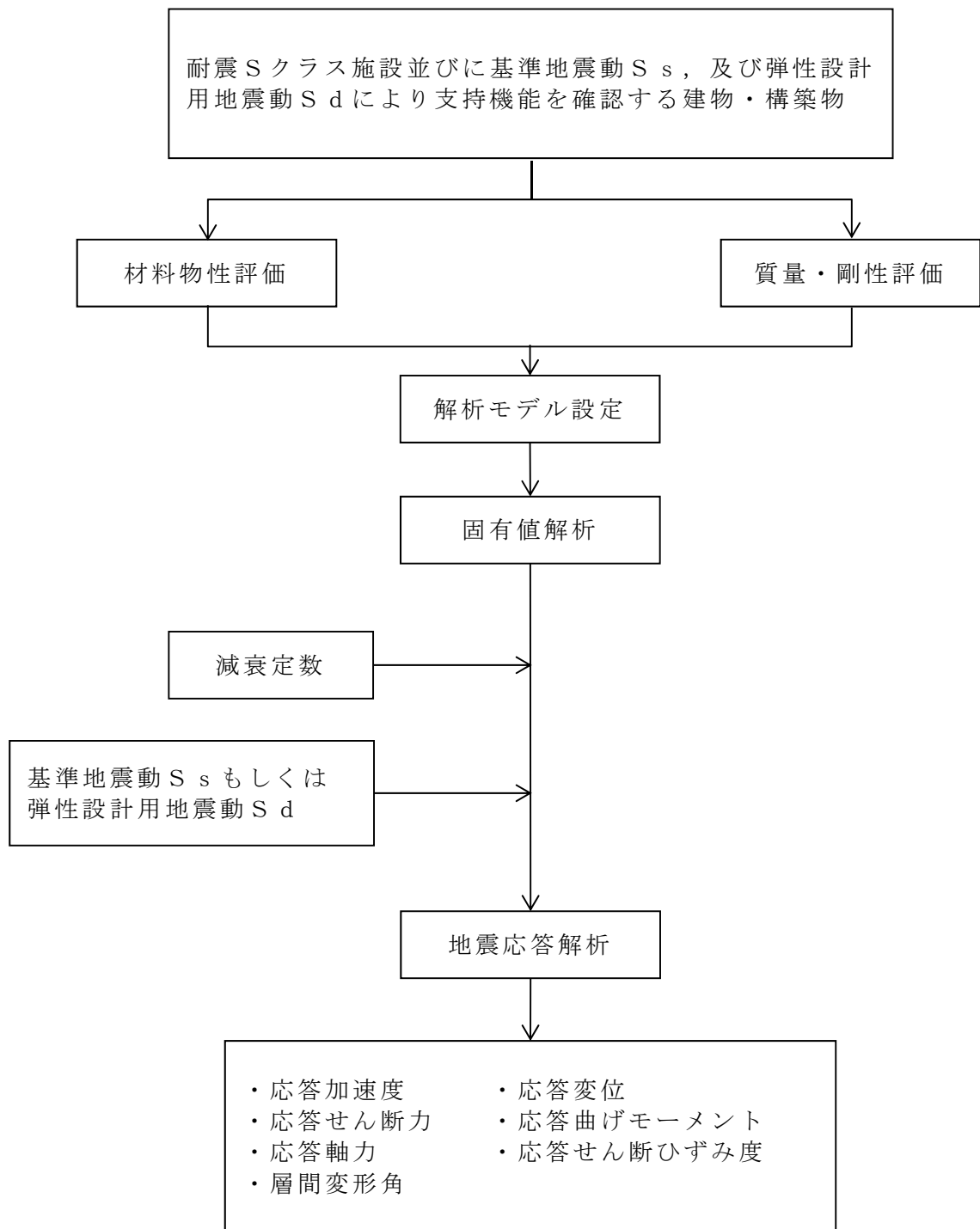
目 次

	ページ
1. 概要	補 2-4-3
2. 建物・構築物の応答解析	補 2-4-7
2.1 建物・構築物（洞道以外）	補 2-4-7
2.2 構築物（洞道）	補 2-4-9
3. 機器・配管系の応答解析	補 2-4-10
3.1 入力地震動	補 2-4-10
3.2 解析方法及び解析モデル	補 2-4-11
4. 減衰定数	補 2-4-12
5. 解析プログラム	補 2-4-15

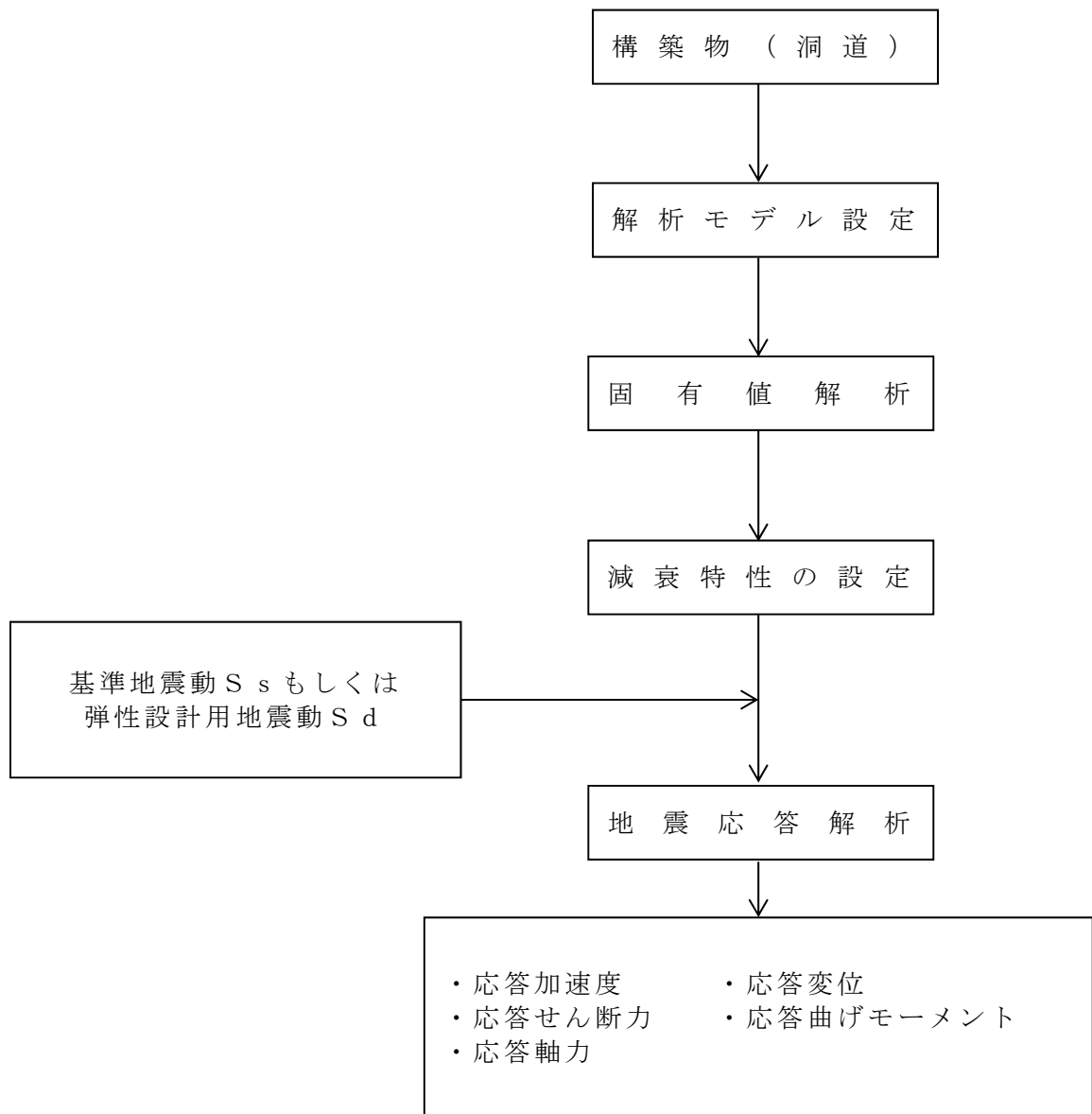
1. 概要

本資料は、建物・構築物，機器・配管系の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針をまとめたものである。

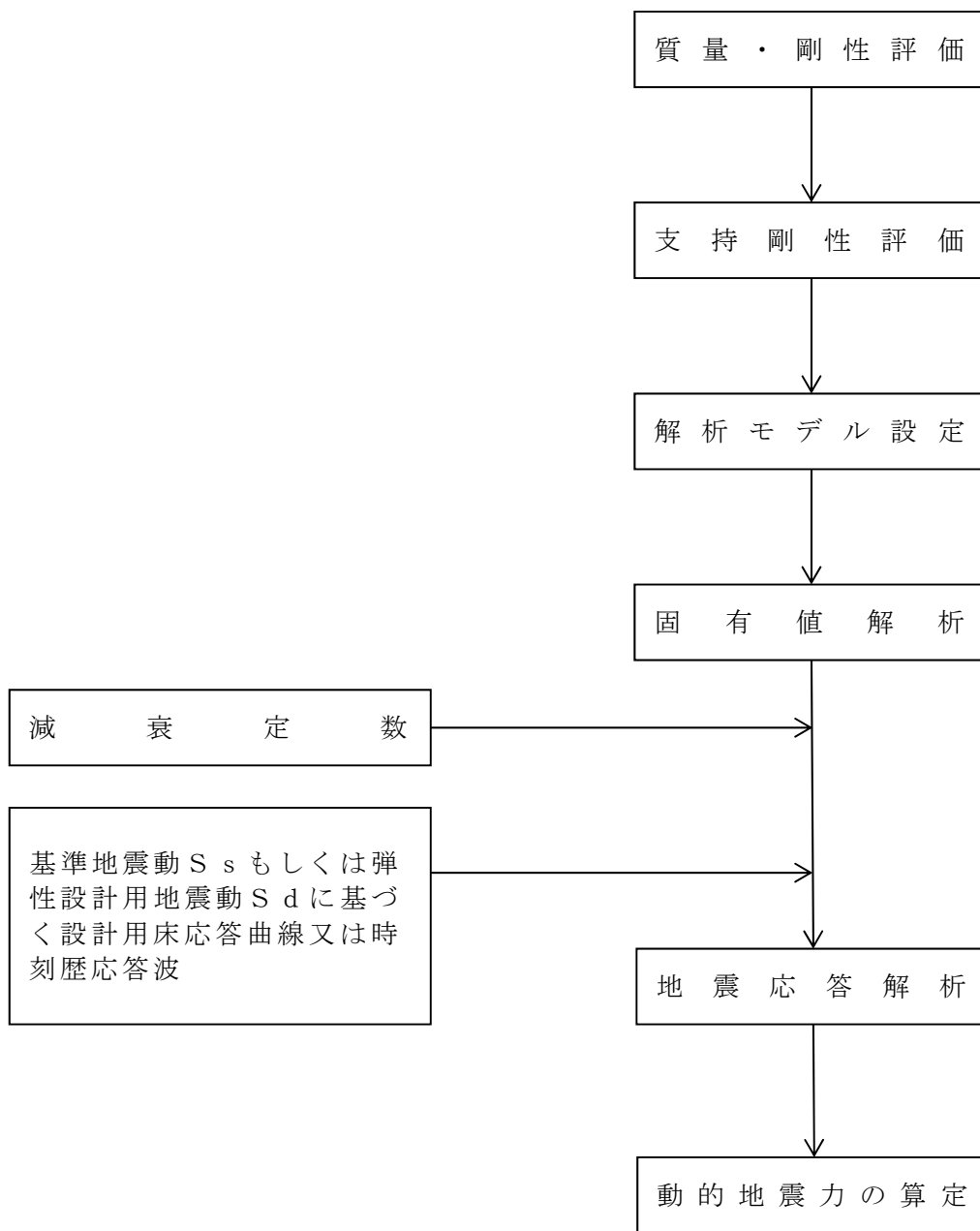
建物・構築物（洞道以外）の応答解析の手順を第 1. - 1 図に，構築物（洞道）の応答解析の手順を第 1. - 2 図に示す。また，機器・配管系の応答解析の手順を第 1. - 3 図に示す。



第 1. - 1 図 建物・構築物（洞道以外）の地震応答解析の手順



第 1. - 2 図 構 築 物 (洞 道) の 地 震 応 答 解 析 の 手 順



第 1. - 3 図 機器・配管系の地震応答解析の手順

2. 建物・構築物の応答解析

2.1 建物・構築物（洞道以外）

(1) 入力地震動

建物・構築物（洞道以外）の地震応答解析モデルに対する入力地震動は、解放基盤表面位置(T. M. S. L. -70m)で定義された基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d とし、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮して作成するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

また、安全機能を有する施設における耐震Bクラスの建物・構築物（洞道以外）のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 S_d を 1/2 倍したものをを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

a. 解析方法

動的解析による地震力の算定にあたっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物（洞道以外）に応じた適切な解析条件を設定する。また、原則として、建物・構築物（洞道以外）の地震応答解析及び床応答曲線の策定は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物（洞道以外）の支持機能を検討するための動的解析において、施設を支持する建物・構築物（洞道以外）の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動

を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性の不確かさを適切に考慮する。また、不確かさによる変動が建物・構築物（洞道以外）の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべき不確かさの要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物（洞道以外）の 3 次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物（洞道以外）の 3 次元 FEM モデルによる解析に基づき、施設の重要性、建屋規模、構造特性を考慮して評価する。3 次元応答性状等の評価は、周波数応答解析法による。解析方法及び解析モデルについては、補足説明資料 2-2「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方針」に示す。

また、地震観測装置から得られた観測記録により振動性状を把握する。動的解析に用いるモデルについては、地震観測装置により得られた観測記録を用い解析モデルの妥当性確認などを行う。

b. 解析モデル

建物・構築物（洞道以外）の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物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、基礎スラブの平面形状、基礎側面と地盤の接触状況及び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、弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰は、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。

2.2 構築物（洞道）

(1) 入力地震動

構築物（洞道）の地震応答解析モデルに対する入力地震動は、解放基盤表面位置(T.M.S.L. -70m)で定義された基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d とし、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮して作成するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

(2) 解析方法及び解析モデル

a. 解析方法

動的解析による地震力の算定にあたっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、各構築物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は、構築物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構築物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。

なお、地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とするが、構築物の応答特性により水平2方向の同時性を考慮する必要がある場合は、水平2方向の組合せについて適切に評価する。具体的な方針については補足説明資料 2-2「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方針」に示す。

b. 解析モデル

構築物（洞道）の動的解析に当たっては、構築物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の解析モデルを設定する。

3. 機器・配管系の応答解析

3.1 入力地震動

機器・配管系の地震応答解析の入力地震動は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づいた当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線又は時刻歴応答波とする。なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

- ・ $V+X_v$

- ・ $V+Y_v$

- ・ $V-X_v$

- ・ $V-Y_v$

(V : 鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴, X_v : X 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴, Y_v : Y 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴)

また、安全機能を有する施設における耐震 B クラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 S_d に基づく設計用床応答曲線の応答加速度を 1/2 倍したものをを用いるか、又は、弾性設計用地震動 S_d から定まる入力地震動の加速度振幅を 1/2 倍したものを入力として建物・構築物の動的解析を行い、これより算定される設計用床応答曲線を用いる。

3.2 解析方法及び解析モデル

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うえ、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。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル、有限要素モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は当該機器の設置床の時刻歴応答波を用いた時刻歴応答解析法により応答を求める。また、時刻歴応答解析法又は応答スペクトル・モーダル解析法を用いる場合は材料物性の不確かさを適切に考慮する。

配管系については、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法により荷重等を求める。応答スペクトル・モーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

3次元の広がりを持つ設備については、3次元的な配置を踏まえ、適切にモデル化し、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。具体的な方針については補足説明資料 2-2「水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせに関する影響評価方針」に示す。

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。

a. 解析方法

機器・配管等の地震応答解析は、原則として設計用床応答曲線を用いる応答スペクトル・モーダル解析法による。応答スペクトル・モーダル解析法を

採用する機器・配管等の応答の最大値は、二乗和平方根法により求める。また、当該機器・配管等の設置床における時刻歴応答波を用いる場合は、時刻歴応答解析法による。

b. 解析モデル

機器・配管系の解析には、その形状及び支持方法を考慮して1質点系はり、多質点系はり、等分布荷重連続はり又は有限要素法のモデルを用いる。

4. 減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、JEAG4601-1987, 1991 に記載されている減衰定数を設備の種類、構造等により適切に選定するとともに、試験等で妥当性が確認された値も用いる。具体的には、第4.-1表に示す値を用いる。

第 4. - 1 表 減 衰 定 数

設備	減衰定数 (%)	
	水平	鉛直
鉄筋コンクリート	5	5
鉄骨	2	2
溶接構造物	1.0	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0
配管 ^{1) 3)}	0.5~3.0	0.5~3.0
空調用ダクト	2.5	2.5
ポンプ等の機械装置	1.0	1.0
電気盤 ²⁾	4.0	1.0
クレーン ³⁾	2.0	2.0

注記 1) : 配管設計用減衰定数は、第 4. - 2 表の下に示す適用条件を満たすならば、各振動モードについて一律に第 4. - 2 表に示す値を用いるものとする。ただし、適用条件を満たさないものについては、一律に 0.5% とする。

2) : 電気盤の水平方向の設計用減衰定数は、自立閉鎖型の電気盤は 4.0%、その他の電気盤は 1.0% とする。

3) : 既往の研究等において、試験及び解析などにより妥当性が確認されている値。

第 4. - 2 表 配管の設計用減衰定数

配管区分		設計用減衰定数 ^(注 1) (%)	
		保温材有	保温材無
I	スナバ及び架構レストレイント支持主体の配管系でその支持具（スナバ又は架構レストレイント）数が 4 個以上のもの	2.5	2.0
II	スナバ，架構レストレイント，ハンガ等を有する配管系でその支持具（アンカー及び U ボルトを除く）数が 4 個以上のもの	1.5	1.0
III	U ボルトを有する配管系で，架構で水平配管の自重を受ける U ボルトの数が 4 個以上 ^(注 3) のもの	3.0 ^(注 2)	2.0 ^(注 2)
IV	配管区分 I， II 及び III に属さないもの	1.0	0.5

(注 1) 水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

(注 2) JEAG4601-1991 追補版で規定されている配管系の設計用減衰定数に，既往の研究等において妥当性が確認された値を反映

(注 3) 解析ブロック端からブロック端までの間に，水平配管の自重を架構で受ける U ボルトの支持具の数（解析ブロック端は 6 軸拘束のアンカー - 若しくは， x, y, z の各方向をそれぞれ 2 回ずつ拘束するサポート群）

適用条件

- (1) 設計用減衰定数は，アンカーからアンカーまでの独立した振動系である配管に対して適用するものとする。
- (2) 設計用減衰定数は，当該配管が設置される建物・構築物の 1 次固有周期より短周期側で設計される場合に適用するものとする。

- (3) 支持具数の算定に際しては，当該支持点を同一方向に複数の支持具で分配して支持する場合には，支持具数は1個として取り扱い，同一支持点を複数の支持具で2方向に支持する場合には支持具数は2個として取り扱うものとする。
- (4) 支持具は，その位置及び方向が配管全体としてみた場合，局所的に集中していないこととする。
- (5) 支持点間の間隔については，次の条件を満たすよう配慮する。

$$\frac{\text{配 管 全 長}}{\text{配管区分ごとに定められた支持具の支持点数}} \leq 15 \text{ (m/支持点)}$$

ここで支持点とは，支持具が取り付けられている配管節点をいい，複数の支持具が取り付けられている場合も1支持点とする。

5. 解析プログラム

解析プログラムは，その信頼性が確認されたもので，既設の原子力施設及び一般の構造物の構造解析等に使用実績を持つものとする。

本資料は、安全審査で説明した内容であり、補足説明資料 2-4 「地震応答解析の基本方針」の既設工認からの変更内容を示すものであるため、参考資料として示す。

<既設工認の評価手法等からの変更事項>

今回の耐震評価で用いた各施設の評価手法・条件・解析モデルにおいて、既設工認からの変更がある主な評価手法等は以下の通り。

なお、以下のいずれの手法等も、先行原子力プラントにおいて適用実績が有る。

	既設工認からの変更がある 主な評価手法等	先行原子力プラントでの 適用実績の例
建物・ 構築物	建屋埋込み効果を考慮したモデルの採用	東海第二発電所 原子炉建屋の地震応答解析モデル
	屋根トラス解析を静的弾性解析から動的弾性解析（一部弾塑性）に変更	東海第二発電所 原子炉建屋 屋根トラスの地震応答解析モデル
	建屋基礎スラブ評価を弾性解析から弾塑性解析に変更	女川2号炉 原子炉建屋 基礎版の応力解析モデル
	洞道解析を静的応力解析から時刻歴応答解析に変更	女川原子力発電所2号炉 原子炉機器冷却海水配管ダクトの 地震応答解析モデル
機器・ 配管系	機器の解析モデルについて多質点はりモデルからシェルモデルに変更	東海第二発電所 使用済燃料貯蔵ラックの解析モデル
	先行原子力プラントにおいて適用実績が有る減衰定数の採用	東海第二発電所 クレーン類および配管系の解析モデル

補足説明資料 2-5 (6 条)

機能維持の検討方針

目 次

	ページ
1. 概要	補 2-5-3
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力	補 2-5-3
3. 構造強度上の制限	補 2-5-6
3.1 安全機能を有する施設	補 2-5-6
4. 変形，歪の制限	補 2-5-15
4.1 建物・構築物間相対変位に対する配慮	補 2-5-15
4.2 形状寸法管理に対する配慮	補 2-5-15
5. 機能維持	補 2-5-16
5.1 動的機能維持	補 2-5-16
5.2 電氣的機能維持	補 2-5-19
5.3 気密性の維持	補 2-5-19
5.4 遮蔽性の維持	補 2-5-19

1. 概要

廃棄物管理施設は，耐震設計上の重要度に応じた設計用地震力に対してその機能を維持するように設計される。本資料は，安全機能を有する施設の機能が維持されることを確認するに際しての基本的な考え方を示したものである。

2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については，補足説明資料 2-1 「耐震設計の基本方針」の「3. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定法に基づくこととし，具体的な算定法は第 2.-1 表に従い算定する。

第 2.-1 表 設計用地震力

項目	耐震クラス	適用する地震動等		設計用地震力 ¹⁾
		水平	鉛直	
建築物・構築物	S	弾性設計用地震動 S_d 及び地震層せん断力係数 $(3.0C_i)$	弾性設計用地震動 S_d 及び鉛直震度 $(1.0C_v)$	鉛直地震力は、静的地震力では水平地震力と同時に不利な方向に作用させるものとし、動的地震力では水平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。
		基準地震動 S_s		設計用地震力は、動的地震力とする。地震力は、水平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。
	B	地震層せん断力係数 $(1.5C_i)$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。
	C	地震層せん断力係数 $(1.0C_i)$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。

項目	耐震クラス	適用する地震動等		設計用地震力 ¹⁾
		水平	鉛直	
機器・配管系	S	設計用床応答曲線 S_d 又は弾性設計用地震動 S_d 及び静的震度 $(3.6C_i)$	設計用床応答曲線 S_d 又は弾性設計用地震動 S_d 及び鉛直震度 $(1.2C_v)$	鉛直地震力は、静的地震力では水平地震力と同時に不利な方向に作用させるものとし、動的地震力では水平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。 ²⁾
		設計用床応答曲線 S_s 又は基準地震動 S_s		設計用地震力は、動的地震力とする。地震力は、水平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。 ²⁾
	B	静的震度 $(1.8C_i)$	—	設計用地震力は、静的地震力 ³⁾ とする。
	C	静的震度 $(1.2C_i)$	—	設計用地震力は、静的地震力とする。

- 注記 1) : 波及的影響を考慮すべき設備は，基準地震動 S_s にて，下位の耐震クラスに属する設備の破損によって上位の耐震クラスに属する設備に対して波及的影響を与えないように設計する。
- 2) : 荷重の組合せは，絶対値和法又は二乗和平方根（SRSS）法による。
- 3) : 支持構造物の振動と共振のおそれのあるものについては，弾性設計用地震動 S_d に基づく設計用床応答曲線の応答加速度を1/2倍したものを用いるか，又は，弾性設計用地震動 S_d から定まる入力地震動の加速度振幅を1/2倍したものを入力として建物・構築物の動的解析を行い，これにより算定される設計用床応答曲線を用いる。

3. 構造強度上の制限

廃棄物管理施設の機能が構造強度的に維持されるかどうかの確認は、廃棄物管理施設の耐震設計に際し、各耐震設計上の重要度に応じた設計用地震力が建物・構築物，機器・配管系に加わった場合，これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力の合計値が許容限界を超えないことを確認することによって行うものとする。

3.1 安全機能を有する施設

安全機能を有する施設に対する許容限界は、建物・構築物，機器・配管系の種類，用途等を考慮し，その機能が維持出来るように十分余裕を見込んだ値とする。

地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容限界は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」に示す考え方に基づいて以下に示すとおりとする。

また、建物・構築物の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力度を下回る設計とし、安全機能を有する施設における耐震重要度に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組み合わせる。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設，又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き，地震力と組み合わせる。また，風荷重については，屋外に設置されている施設のうち，コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて，風荷重の影響が地震力と比べて

相対的に無視できないような構造，形状及び仕様の施設においては，地震力と組み合わせる。

3.1.1 建物・構築物

重要度分類	荷重の組合せ ¹⁾	許容限界	基礎地盤の支持性能
S	$D + L + L_s + S_d$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	$D + L + L_s + S_s$	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみが 2.0×10^{-3} を超えないこと, 又は部材に生じる断面力が終局耐力に対し妥当な安全裕度を有していることとする。	地盤の極限支持力度とする。
B	$D + L + L_s + S_B$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
C	$D + L + L_s + S_c$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

注記 1) : 地震力と組み合わせる荷重には, この他, 建物・構築物の実況に応じて, 土圧, 水圧等を考慮するものとする。

記号の説明

D : 固定荷重

L : 積載荷重

L_s : 積雪荷重 (短期事象との組合せ用で, $L_s = 0$ の場合も考慮する。)

S_s : 基準地震動 S_s による地震力

S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力

S_B : Bクラスの施設に適用される地震力

S_c : Cクラスの施設に適用される地震力

3.1.2 機器・配管系

記号の説明

D : 死荷重

S_s : 基準地震動 S_s による地震力

S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力

S_B : Bクラスの施設に適用される地震力

S_C : Cクラスの施設に適用される地震力

P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

S_y : 設計降伏点 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む））JSME S NC1-2005/2007」（以下「JSME S NC1」という。）付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

S_u : 設計引張強さ 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値

S_m : 設計応力強さ 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値

S : 許容引張応力 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値

f_t : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131により規定される値

f_s : 許容せん断応力 同上

f_c : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して「JSME

S NC1」 SSB-3121.1 により規定される値

f_b : 許容曲げ応力 同 上

f_p : 許容支圧応力 同 上

f_t^* , f_s^* , f_c^* , f_b^* , f_p^* :

上記の f_t , f_s , f_c , f_b , f_p の値を算出する際に「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a.本文中「 S_y 」及び「 S_y (RT)」とあるのを「 $1.2 S_y$ 」及び「 $1.2 S_y$ (RT)」と読み替えて算出した値(「JSME S NC1」SSB-3121.3 及び SSB-3133)

ただし、その他の支持構造物の上記 $f_t \sim f_p^*$ においては、「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)の F 値は、次に定める値とする。 S_y 又は $0.7 S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては、 $1.35 S_y$, $0.7 S_u$ 又は S_y (RT) のいずれか小さい方の値

なお、上記において「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1, 表 5, 表 6, 表 8 及び表 9 に値の記載がない場合は、別途定められた規格・基準等を準用することとする。

(1) 容器

a. Sクラス

重要度 分類	荷重の組合せ	許 容 限 界			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一 次 + 二 次 応 力	一 次 + 二 次 + ピーク応力
S	$D + P_d + M_d + S_d$	S_y と $0.6 S_u$ の 小さい方。ただし、オーステナ イト系ステン レス鋼及び高ニッ ケル合金につい ては $1.2 S$ との 大きい方。	左欄の 1.5 倍 の値	S_d 又は S_s 地震動のみ による疲労解析を行い、 疲労累積係数が 1.0 以下 であること。ただし、地 震動のみによる一次+二 次応力の変動値が $2 S_y$ 以下であれば疲労解析は 行わない。 ¹⁾	
	$D + P_d + M_d + S_s$	$0.6 S_u$			

注記 1) : $2 S_y$ を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合「JSME S NC1」

PVB-3300(同 PVB-3313を除く。また S_m は $2/3 S_y$ と読み替える。)

の簡易弾塑性解析を用いる。

b. B, Cクラス

重要度 分類	荷重の組合せ	許 容 限 界	
		一次一般膜応力	一 次 応 力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	S_y と $0.6 S_u$ の小さい方。た だし、オーステナイト系ステ ンレス鋼及び高ニッケル合 金については $1.2 S$ との大き い方。	S_y ただし、オーステナイト系ス テンレス鋼及び高ニッケル 合金については $1.2 S$ との大 きい方。
C	$D + P_d + M_d + S_c$		

(2) 配管等

a. Sクラス

	重要度 分類	荷重の組合せ	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力 を含む。)	一 次 + 二 次 応 力	一 次 + 二 次 + ピーク応力
配管 (ダクトを除く。)	S	$D + P_d + M_d + S_d$	S_y と $0.6 S_u$ の 小さい方。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2 S$ との大きい方。 ¹⁾	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2 S$ との大きい方。	S_d 又は S_s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 S_y$ 以下であれば疲労解析は行わない。 ²⁾	
		$D + P_d + M_d + S_s$	$0.6 S_u$ ¹⁾	左欄の 1.5 倍の値		
ダクト	S	$D + P_d + M_d + S_d$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長 ³⁾ を最大許容ピッチ以下に確保すること。	—	—	—
		$D + P_d + M_d + S_s$				

注記 1) : 軸力による全断面平均応力については、配管 (ダクトを除く。)

の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

2) : $2 S_y$ を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合「JSME S NC1」

PPB-3536(同 (3) 及び (6) を除く。また S_m は $2/3 S_y$ に読み替

える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

3) : 支持間隔を座屈限界長さ以下に設定する。

b. B, Cクラス

	重要度 分類	荷重の組合せ	許 容 限 界	
			一 次 一 般 膜 応 力	一 次 応 力
配管 (ダクトを除く。)	B	$D + P_d + M_d + S_B$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2S$ との大きい方。 ¹⁾	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2S$ との大きい方。
	C	$D + P_d + M_d + S_C$		
ダクト	B	$D + P_d + M_d + S_B$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートの スパン長²⁾ を最大許容 ピッチ 以下に確保すること。	—
	C	$D + P_d + M_d + S_C$		

注記 1) : 軸力による全断面平均応力については、本欄の 0.8 倍の値とする。

2) : 支持間隔を座屈限界長さ以下に設定する。

(3) 支持構造物

重要度分類	荷重の組合せ	許容限界 (ボルト等を除く。) ^{4), 5), 6)}										許容限界 ⁵⁾ (ボルト等)	
		一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断
S	D + P _d + M _d + S _d	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p			1.5f _p			1.5f _t ⁷⁾ (f _t)	1.5f _s ⁷⁾ (f _s)
	D + P _d + M _d + S _s	1.5f _t [*]	1.5f _s [*]	1.5f _c [*]	1.5f _b [*]	1.5f _p [*]		1) 3f _s ⁸⁾	1.5f _p [*]	2) 3) 1.5f _b	2) 3) 1.5f _s 又は 1.5f _c	1.5f _t ^{* 7)} (1.5f _t)	1.5f _s ^{* 7)} (1.5f _s)
B	D + P _d + M _d + S _B												
	D + P _d + M _d + S _C	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p				3) 1.5f _p		1.5f _t ⁷⁾ (f _t)	1.5f _s ⁷⁾ (f _s)

注記 1) : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5f_sとする。

2) : 「JSME S NC1」SSB-3121.1(4)により求めたf_bとする。

3) : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

4) : 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

5) : 組合せ応力に対しても評価を行う。

6) : Sクラスで耐圧部に溶接等により直接取付けられる支持構造物であつて耐圧部と一体の応力解析を行うものについては耐圧部と同じ許容応力とする。

7) : コンクリートに埋込まれるアンカーボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて, トルク管理, 材料の照合等を行う。材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して()内の値を用いて応力評価を行う。

8) : 地震のみによる応力振幅について評価する。

4. 変形，歪の制限

廃棄物管理施設として設置される建物・構築物，機器・配管系の設計に当たっては，剛構造とすることを原則としており，地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより，変位，変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持されると考えられる。

しかしながら，地震により生起される変位，変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い，設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

4.1 建物・構築物間相対変位に対する配慮

異なった建物・構築物間の取合部については，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し適切な間隔を設けることとし，異なった建物・構築物間をわたる配管等の設計においては，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し配管ルート，支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように考慮する。

4.2 形状寸法管理に対する配慮

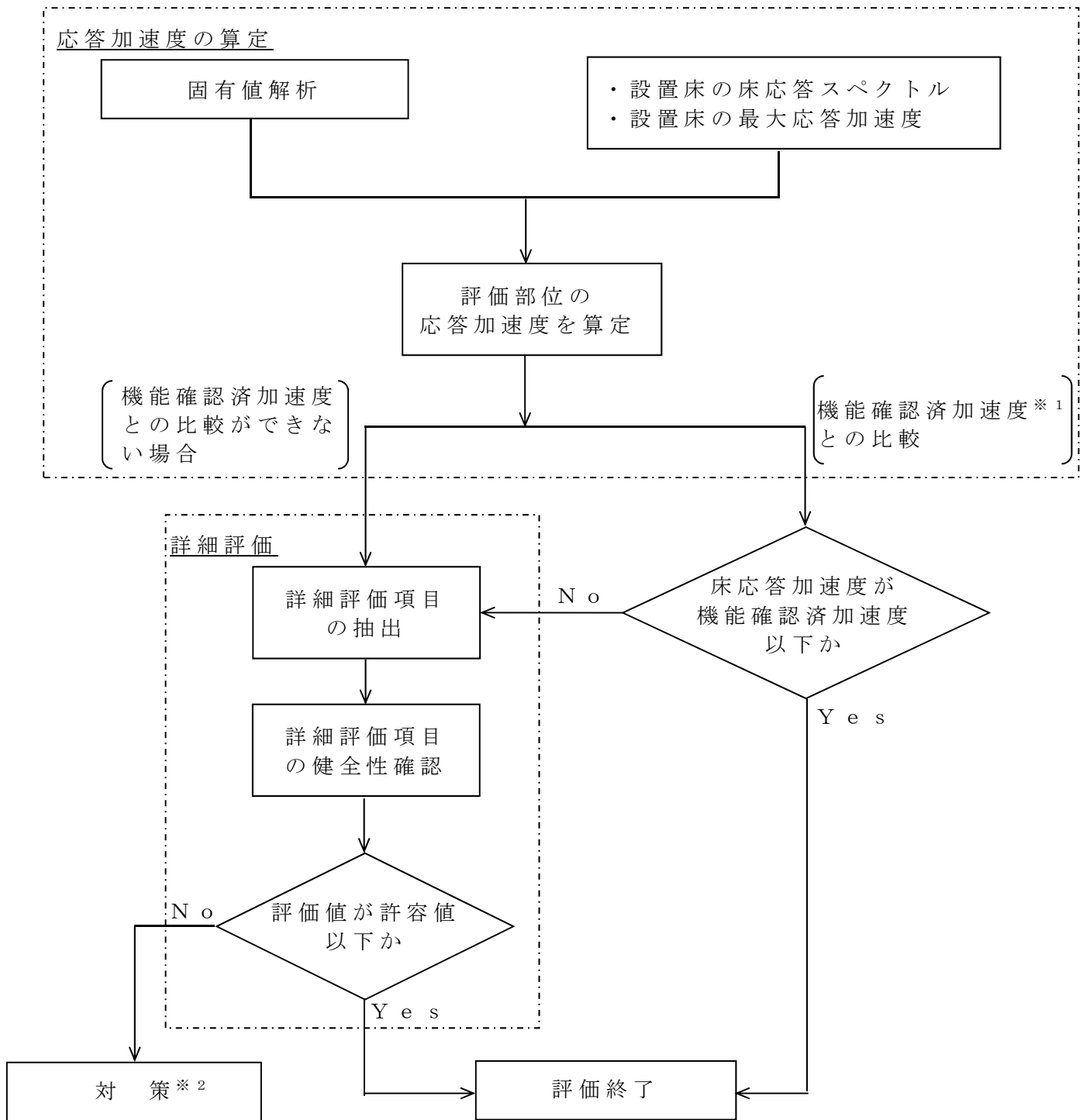
形状寸法管理を行う設備のうち，平常運転時その破損又は機能喪失により臨界を起こすおそれのあるものであって，地震時において発生する変形量を制限する必要があるものは，これらを配慮した設計とする。

5. 機能維持

5.1 動的機能維持

- (1) 動的機能が要求される機器は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器が要求される安全機能を維持するため、回転機器及び弁の機種別に分類し、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度（以下「動的機能確認済加速度」という。）以下とする設計とするか、もしくは応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。

具体的な評価手順については第 5.-1 図に示す。また、標準的な機種種の動的機能確認済加速度を第 5.-1 表に示す。



※1 加振試験より得た機能確認済加速度等を含む

※2 補強・交換等による対策

第5.-1 図 評価手順

第5.-1表 動的機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度 (G)	
			水平 方向	鉛直 方向
横形ポンプ ¹⁾	横形単段遠心式ポンプ	軸位置	■	■
	横形多段遠心式ポンプ			
電動機	横形ころがり軸受電動機	軸受部		
	横形すべり軸受電動機			
	立形ころがり軸受電動機			
	立形すべり軸受電動機			
ファン	遠心直結型ファン	メカニカルシー ルケーシング		
	遠心直動型ファン	軸受部		
	軸流式ファン			
冷凍機	ターボ式冷凍機	圧縮機軸受部		
	スクリュー式冷凍機	圧縮機部		
	往復動式冷凍機	シリンダ部		
非常用 ディーゼル 発電機	高速形ディーゼル機関 ²⁾	機関重心位置		
		ガバナ取付位置		
	中速形ディーゼル機関(1) ²⁾	機関重心位置		
		ガバナ取付位置		
中速形ディーゼル機関(2) ²⁾	機関重心位置			
	ガバナ取付位置			
制御用 空気 圧縮機	V形2気筒圧縮機	シリンダ部		
	立形単気筒圧縮機			
弁	一般弁 ³⁾	駆動部		
	一般弁(逆止弁)			
	ゴムダイヤフラム弁			
ダンパ	空気作動式ダンパ	ケーシング 重心位置		
		ベーン取付位置		
	電動式ダンパ	ケーシング 重心位置		
		ベーン取付位置		

- 1) : 軸継手は電動機にスラスト軸受がなく軸方向荷重がポンプ側に作用する形式のうち、ギヤカップリングを使用している場合に評価する。
 2) : 高速形及び中速形(1) ; 原子力発電技術機構の耐震信頼性実証試験においてBWR用として評価された形式。中速型(2) ; 同実証試験においてPWR用として評価された形式。
 3) : 空気作動及び電動のグローブ弁, ゲート及びバタフライ弁

■については商業機密の観点から公開できません。

5.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2(2) 電氣的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、要求される電氣的機能が維持できることを試験又は解析により確認し、当該機能を維持する設計とする。

5.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2(3) 気密性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、廃棄物管理施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、事故時に放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、構造強度を確保する設計とする。

5.4 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2(4) 遮蔽性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、廃棄物管理施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、遮蔽性の維持が要求される施設については、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動に対して構造強度を確保する設計とする。

5.5 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を間接的に支持する機能の維持が要求される施設は、補足説明資料 2-1「耐震設計の基本方針」のうち「4.2(5) 支持機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、被支持設備の機能を維持するため、被支持設備の耐震重要度分類に応じた地震動に対して、構造強度を確保することで、支持機能が維持できる設計とする。

(1) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物（洞道以外）が鉄筋コンクリート造の場合は、耐震壁のせん断ひずみの許容限界を満足すること又は基礎を構成する部材に生じる応力が終局強度に対し妥当な安全余裕を有していることで、Sクラス設備等に対する支持機能が維持できる設計とする。

(2) 構築物（洞道）の支持機能の維持

構築物（洞道）については、地震力が作用した場合において、構造部材の曲げについては限界層間変形角又は曲げ耐力、せん断についてはせん断耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることで機器・配管系の支持機能が維持できる設計とする。

(3) 車両型の間接支持構造物における支持機能の維持

車両型の間接支持構造物については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

また、地震時に車両等の転倒を防止するよう、地震応答解析から得られた重心相対変位が転倒条件の相対変位以下となるよう設計することで、設置箇所における機能維持を満足する設計とする。

補足説明資料 2-6 (6 条)

荷重の組み合わせ

目 次

1. 荷重の組合せ一覧表

荷重の組合せ一覧表 (建物・構築物)

分類	荷重の種類	内容	長期荷重	短期荷重①	短期荷重②	短期荷重③	短期荷重④	短期荷重⑤
				(地震)	(風)	(竜巻)	(火山)	(雪)
常時作用している荷重	・固定荷重	構造物自体の重さによる荷重	○	○	○	○	○	○
	・機器配管荷重	建物に設置される機器及び配管の荷重	○	○	○	○	○	○
	・積載荷重	家具、什器、人員荷重のほか、機器・配管荷重に含まれない小さな機器類の荷重	○	○	○	○	○	○
	・土圧荷重(静土圧)	地下外壁に作用する土圧	○	○ (地震時土圧)	○	○	○	○
運転時の状態で施設に作用する荷重		運転時の状態で貯蔵区域に作用している温度による荷重	○	○	○	○	○	
個別荷重	・積雪荷重	積雪深さに応じて算定する荷重	○ (190cm×0.70)	○ (190cm×0.35)	○ (190cm×0.35)	○ (190cm×0.35)	○ (150cm)	○ (190cm)
	・地震荷重	S _s S _{d1} /2S _d 及び静的地震力による荷重 地震時土圧、地震時水圧及び機器・配管系からの反力もこれに含まれる	—	○	—	—	—	—
	・風荷重	基準風速 34m/s(瞬間風速 45.4m/s 相当)に 応じて算定する荷重	—	*1	○	—	○	—
	・竜巻荷重	設計竜巻(100m/s)による風圧力、気圧差及び飛来物の衝撃荷重	—	—	—	○	—	—
	・降下火砕物による荷重	降下火砕物の堆積量(55cm)に応じて算定する荷重	—	—	—	—	○	—

*1 風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、組合せを考慮する。

また、風荷重の算定は、平均的な風荷重とするため、ガスト影響係数 Gf=1 とする。

注1 ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

注2 屋外設備については、建物・構築物の荷重の組合せに準じる。

荷重の組合せ一覧表 (機器・配管系)

分類	荷重の種類	内容	長期荷重	短期荷重	
				短期荷重① (地震)	短期荷重② (竜巻)
運転時の状態で施設に作用する荷重	・死荷重(自重)*1	施設自体の重さによる荷重	○	○	○
	・圧力荷重	当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	○	○	○
	・機械荷重	当該設備に設計上定められた機械的荷重 (例: ポンプ振動、クレーン吊荷重等)	○	○	○
	・地震荷重	Ss, Sd, 1/2Sd, 静的地震力による荷重	-	○	-
個別荷重	・竜巻荷重	竜巻(気圧差)	-	-	○

*1 死荷重(自重)については、常時作用している荷重に分類されるが、規格上、運転時の状態で施設に作用する荷重の分類に属しているため本記載としている。

注1 ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

注2 屋外施設については、建物・構築物の荷重の組合せに準じる。