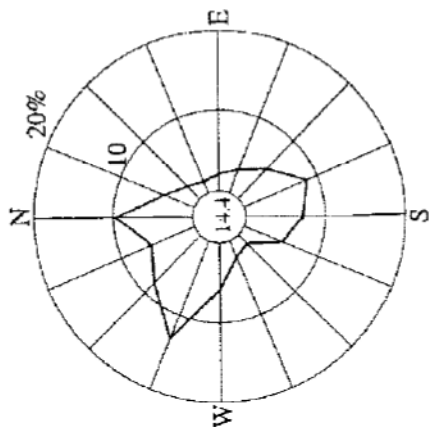
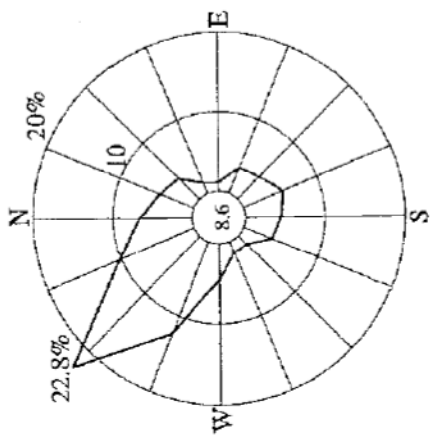
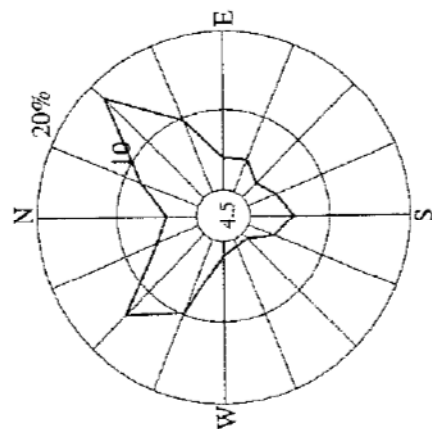
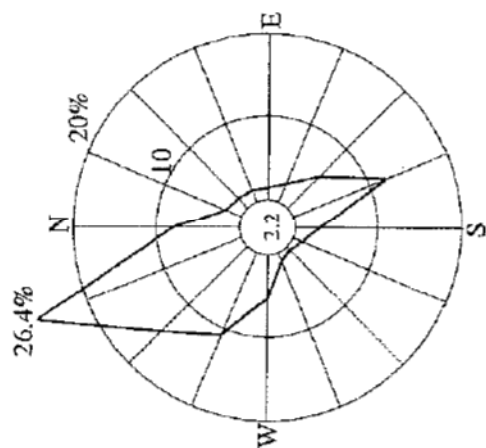




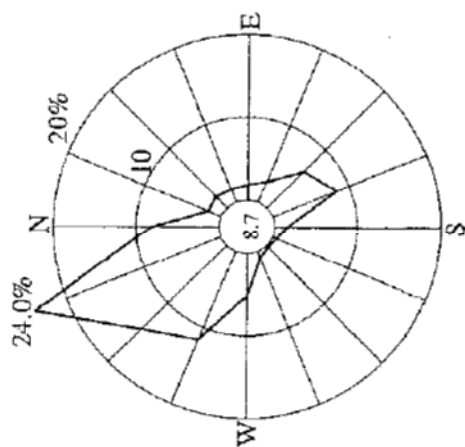
- (注) 1. 欠測率：0.7%
2. 小円内は静穏の出現頻度（%）を示す。

統計期間：2006年1月～2006年12月

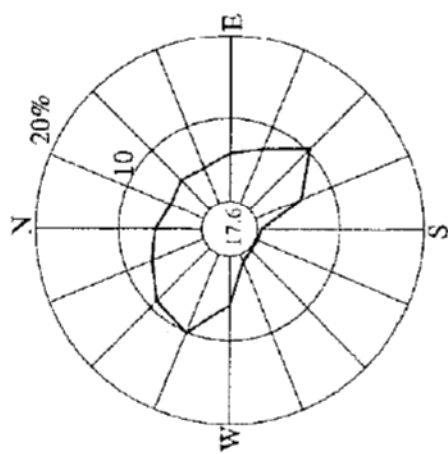
第3.29図 年間大気安定度別風配図 (標高 約81m, 地上高 約15m)



安定度A・B・C型
(出現頻度 23.2%)



安定度D型
(出現頻度 50.1%)

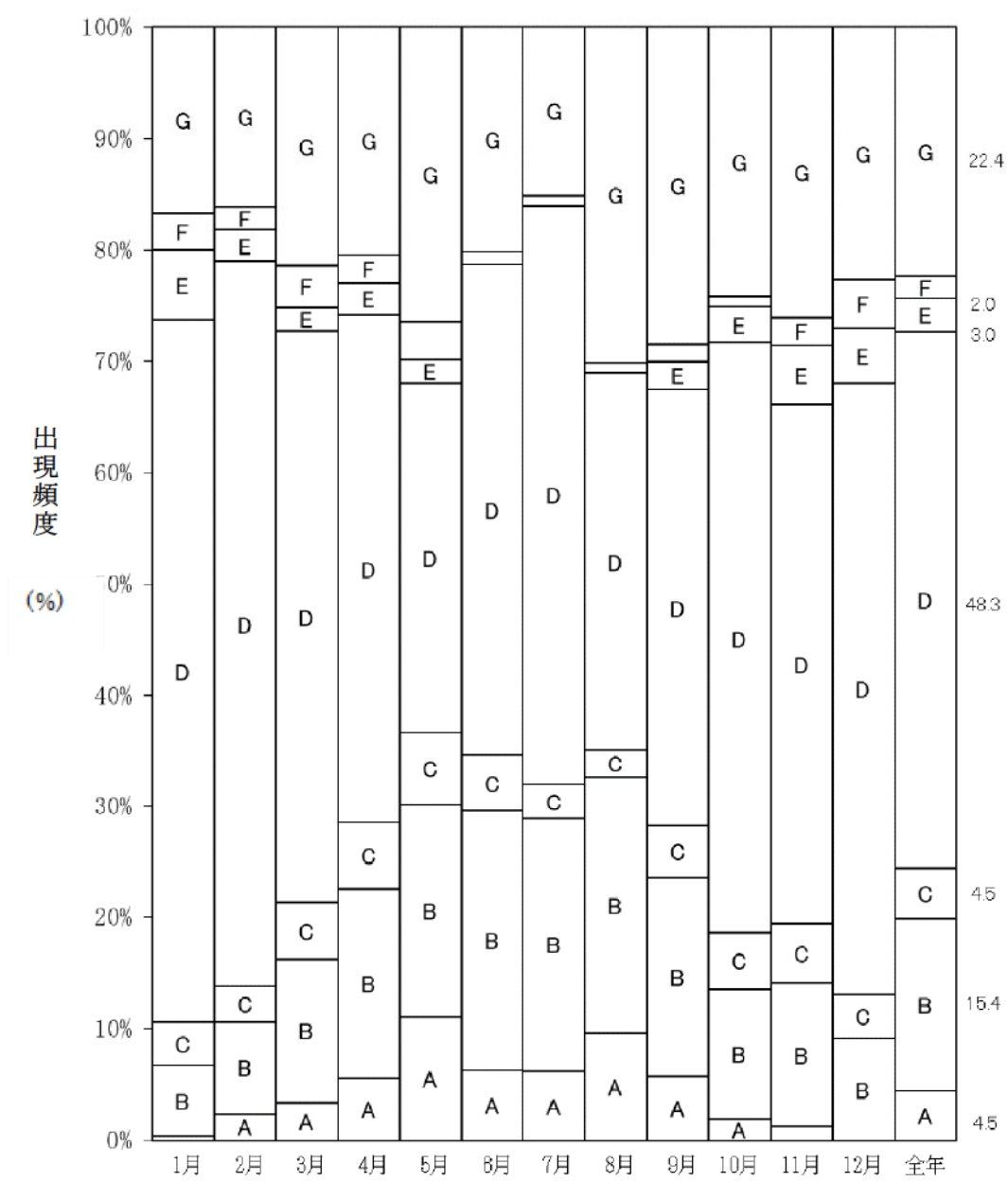


安定度E・F・G型
(出現頻度 26.7%)

- (注) 1. 欠測率：0.5%
2. 小円内は静穏の出現頻度(%)を示す。

統計期間：2006年1月～2006年12月

第3.30図 年間大気安定度別風配図 (標高 約13.5m, 地上高 約10m)

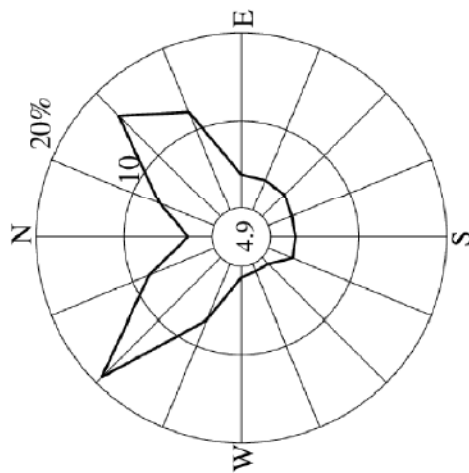


2019 年

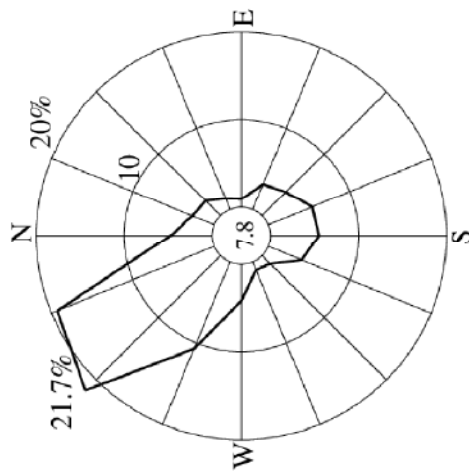
欠測率 : 1.4%

統計方法 : 大気安定度「A－B」, 「B－C」及び「C－D」はそれぞれ、
B, C 及び D として計上し、統計処理を行った。

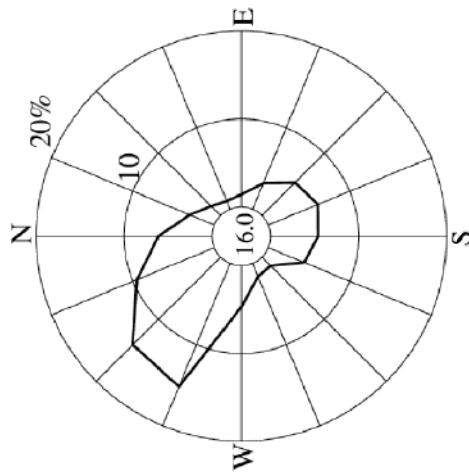
第 3.31 図 年間及び月別大気安定度出現頻度



安定度 A・B・C 型
(出現頻度 24.3%)



安定度 D 型
(出現頻度 48.3%)

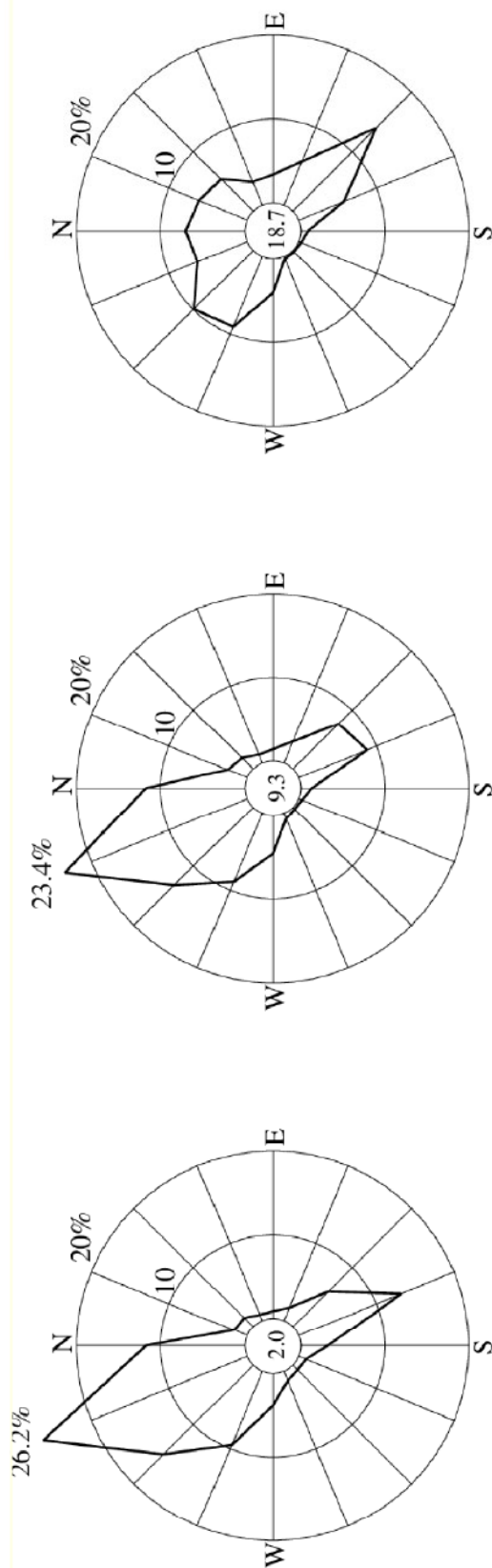


安定度 E・F・G 型
(出現頻度 27.4%)

- (注) 1. 欠測率 : 1.5%
2. 小円内は静穏の出現頻度(%)を示す。

統計期間 : 2019 年 1 月～2019 年 12 月

第 3.32 図 年間大気安定度別風配図 (標高 約 81m,地上高 約 15m)



安定度 A・B・C 型
(出現頻度 24.4%)

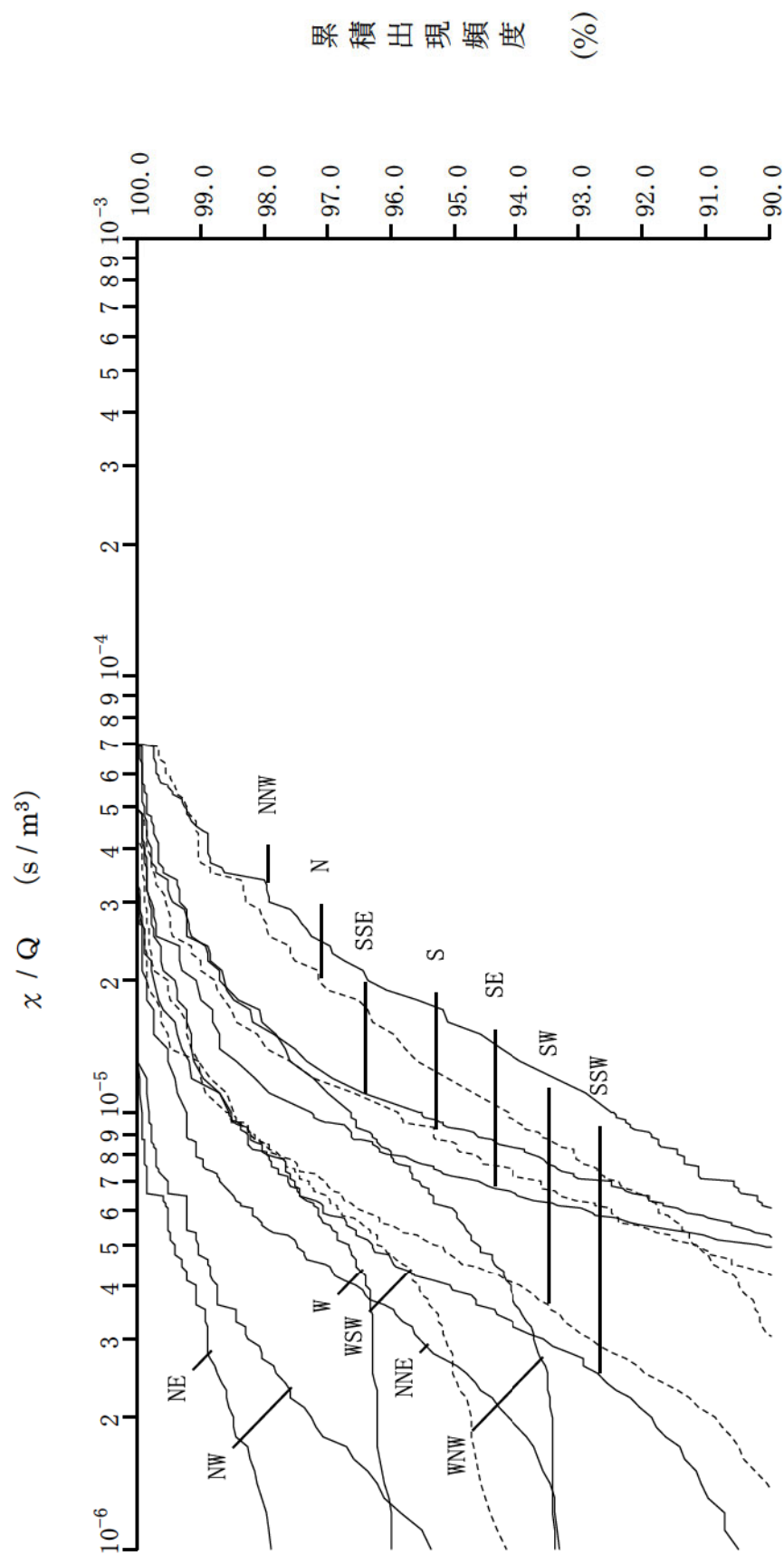
安定度 D 型
(出現頻度 48.3%)

安定度 E・F・G 型
(出現頻度 27.4%)

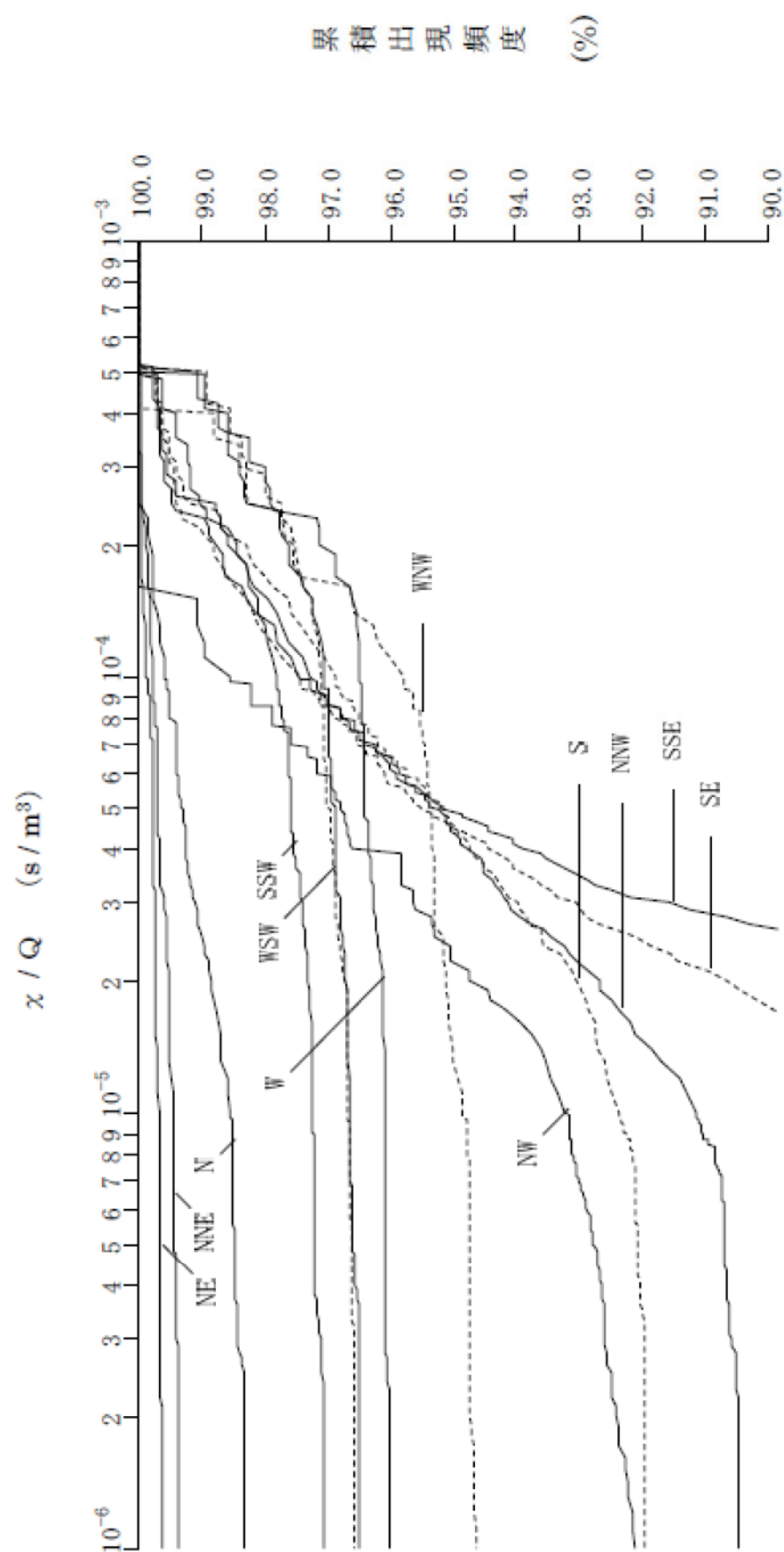
- (注) 1. 欠測率：1.4%
2. 小円内は静穏の出現頻度(%)を示す。

統計期間：2019 年 1 月～2019 年 12 月

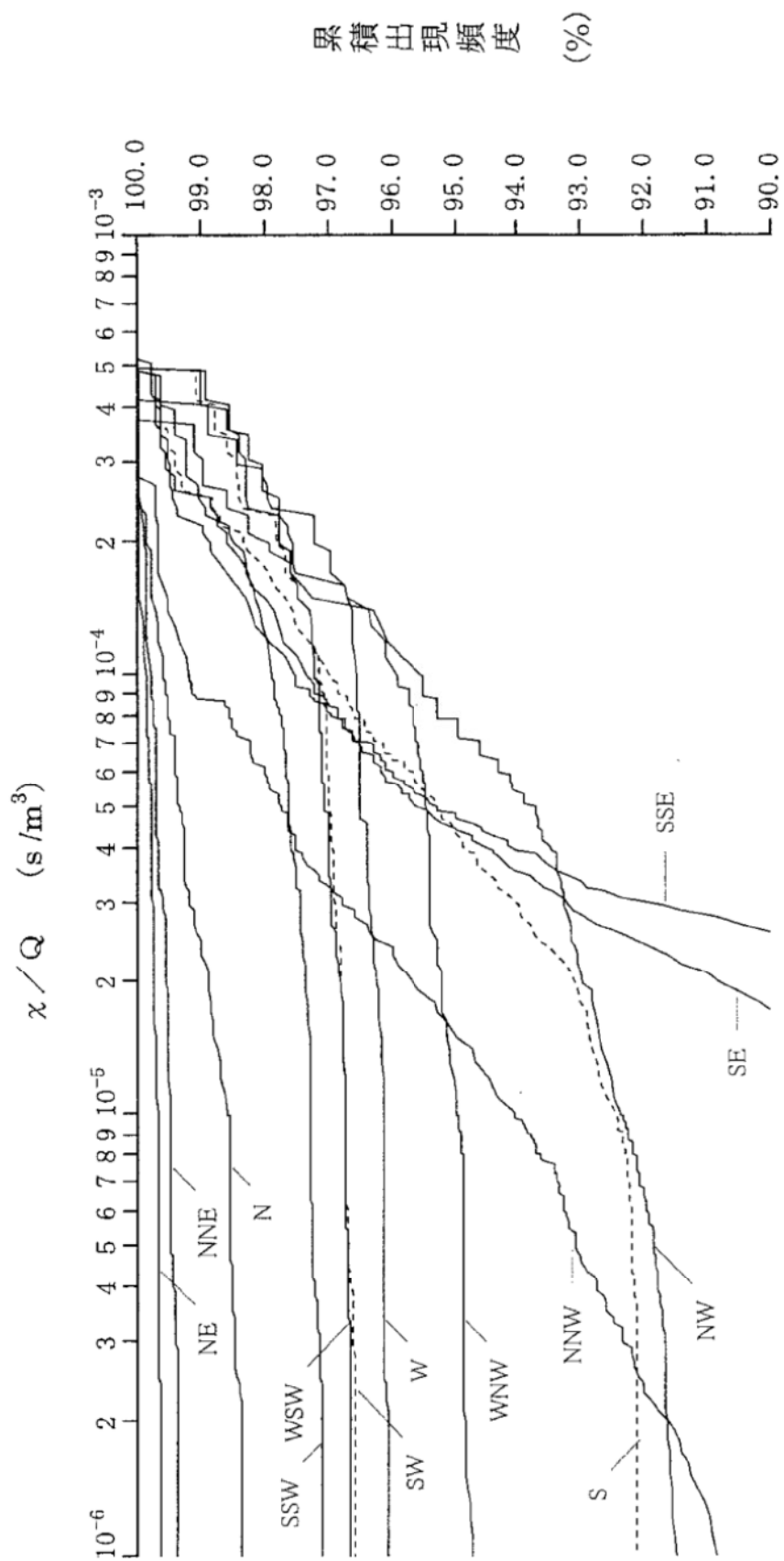
第 3.33 図 年間大気安定度別風配図 (標高 約 13.5m,地上高 約 10m)



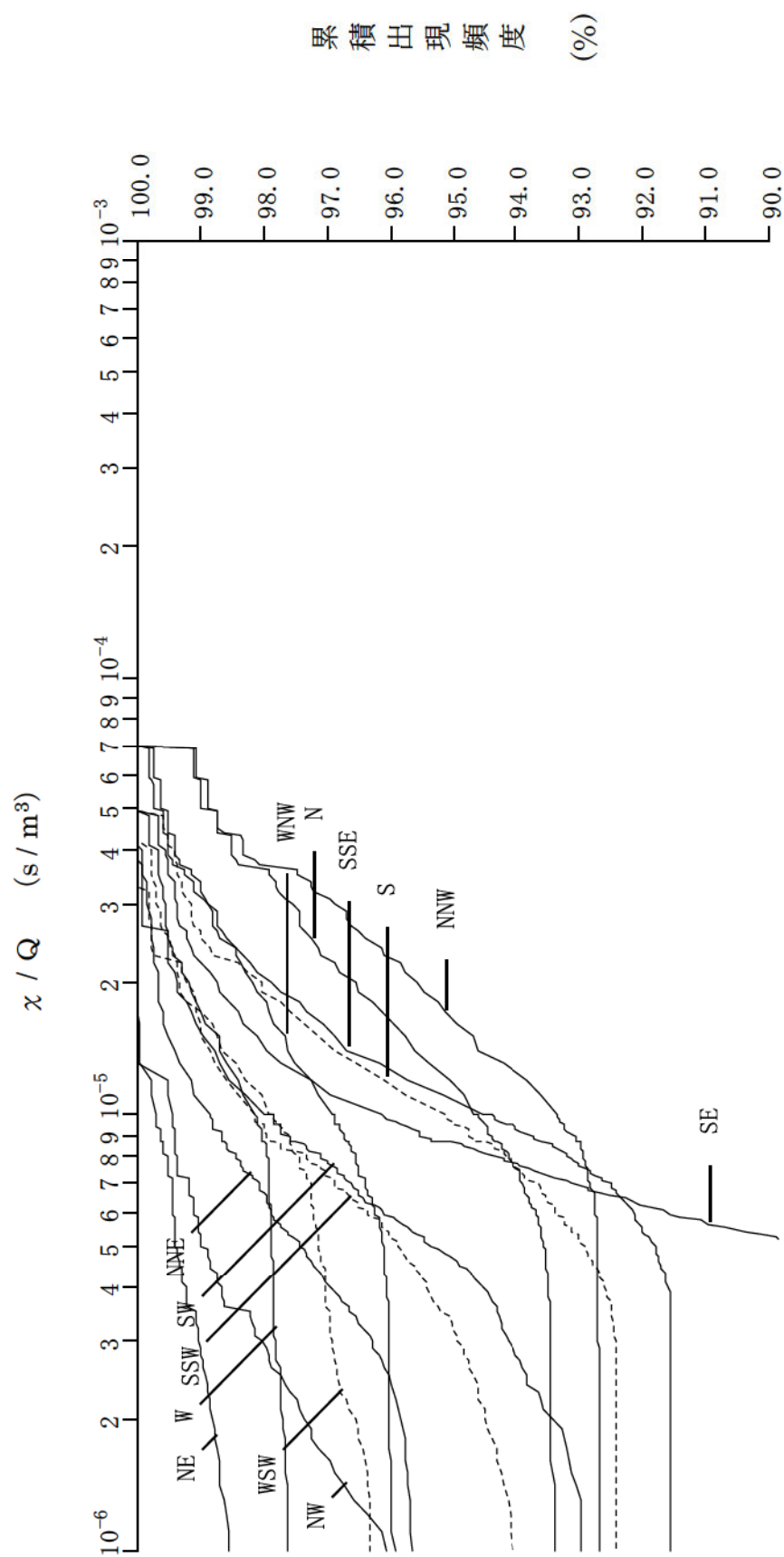
第3.34 図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度
[原子炉冷却材喪失 (事故時)]



第 3.35 図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度
[蒸気発生器伝熱管破損 (事故時)]

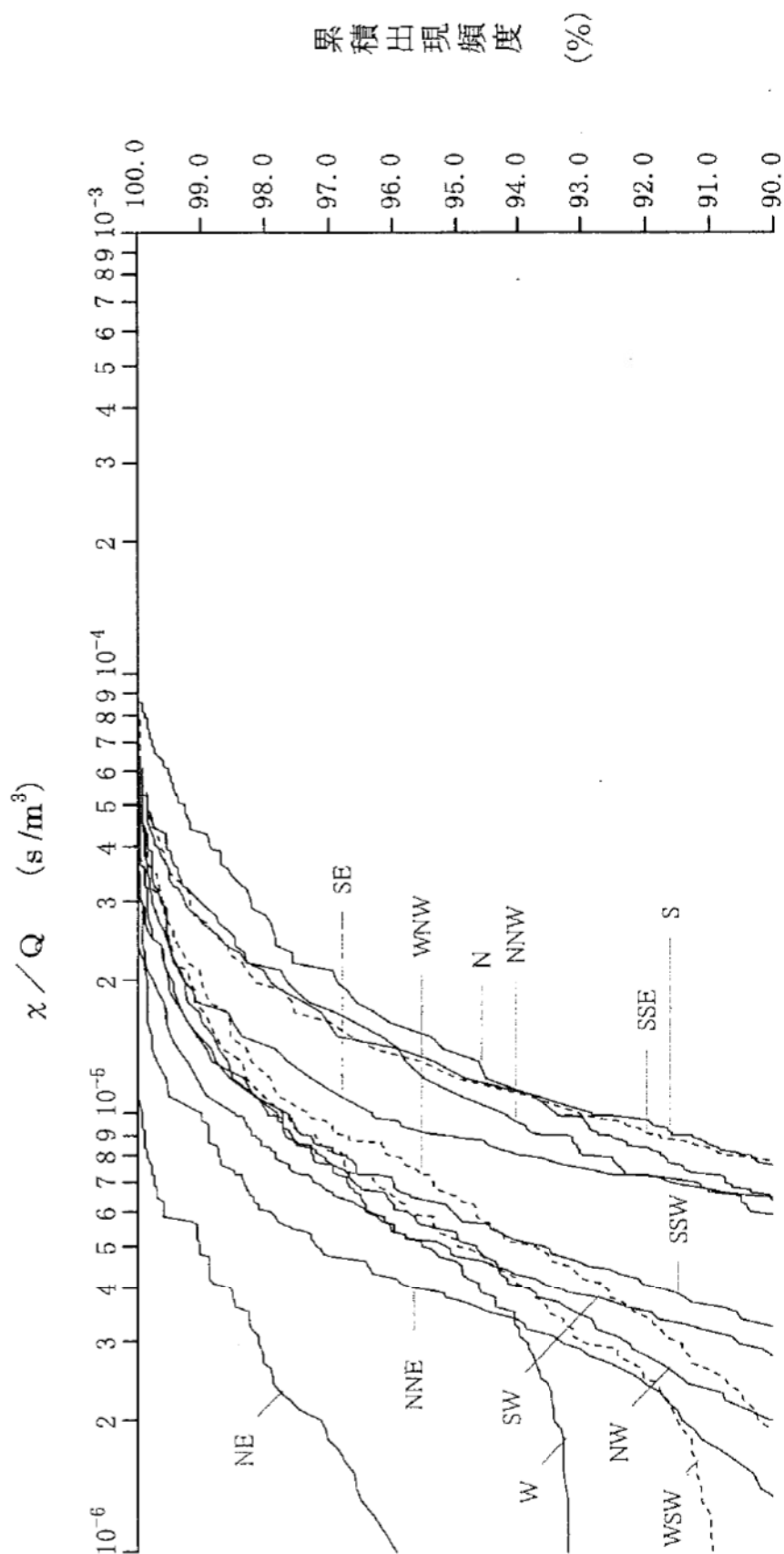


第3.36図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度
[蒸気発生器伝熱管破損 (重大事故及び仮想事故時)]

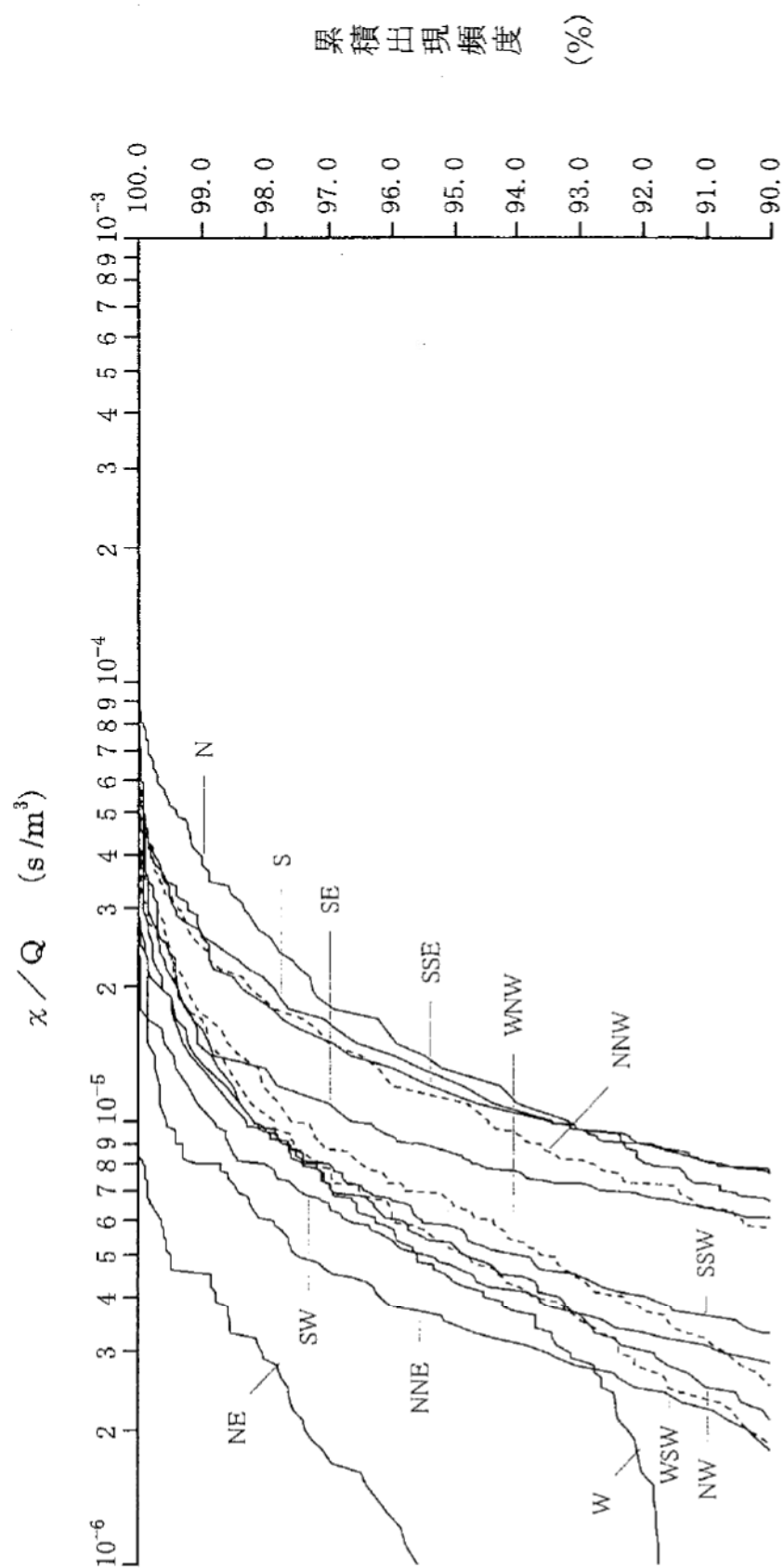


第 3.37 図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度

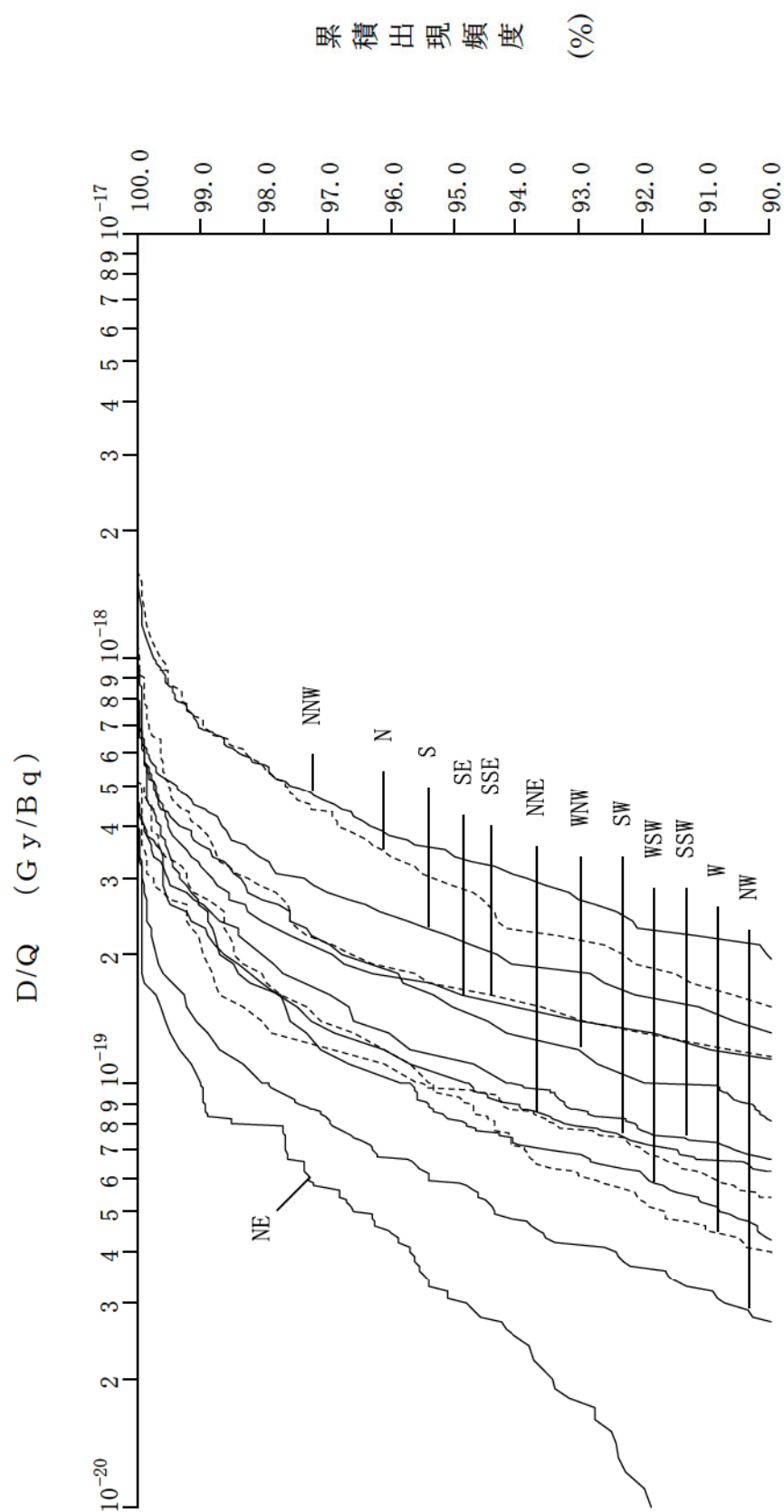
燃料集合体の落下
制御棒飛び出し



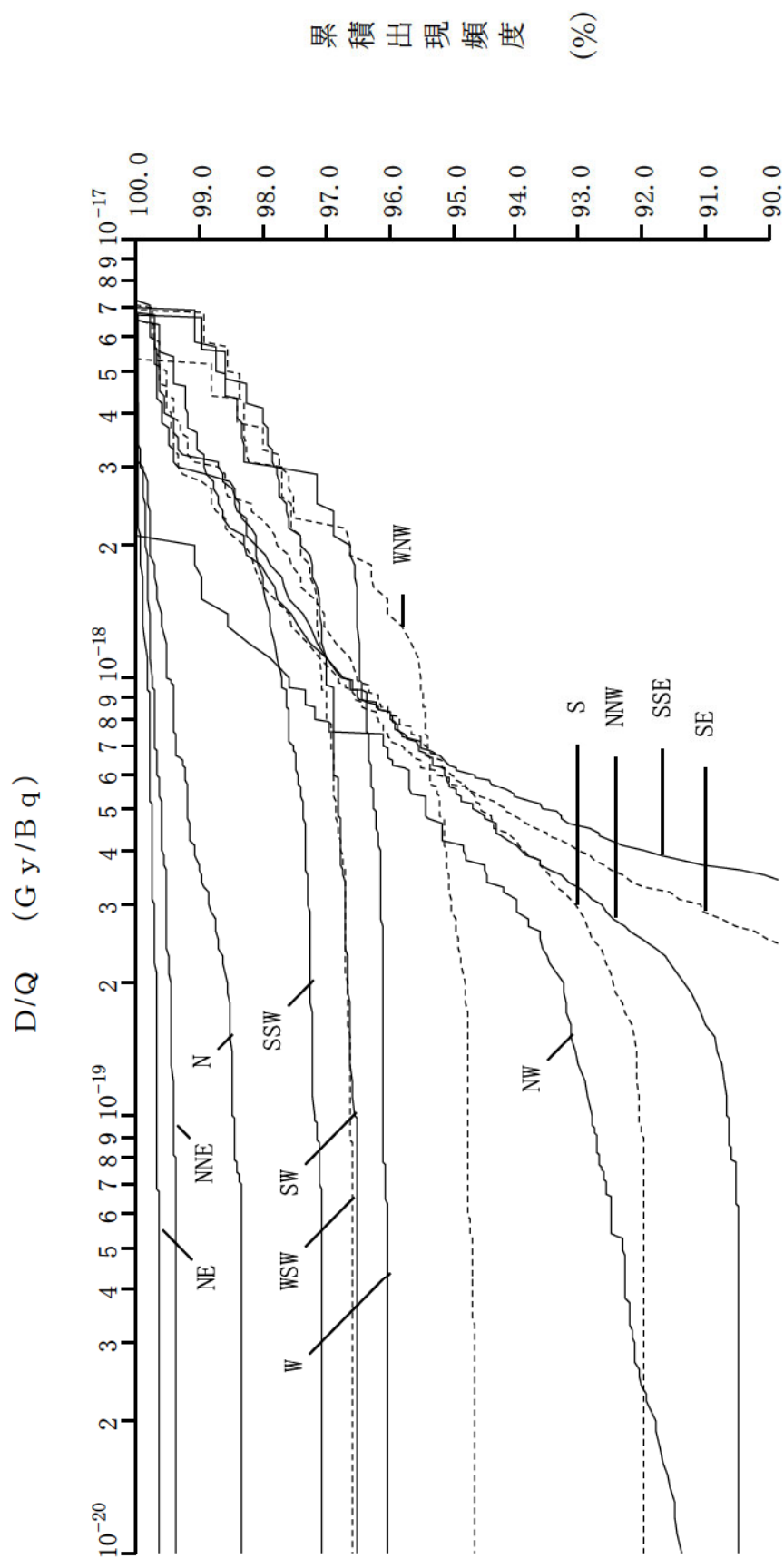
第3.38図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度
[原子炉冷却材喪失 (重大事故時)]



第3.39図 方位別相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度
[原子炉冷却材喪失 (仮想事故時)]



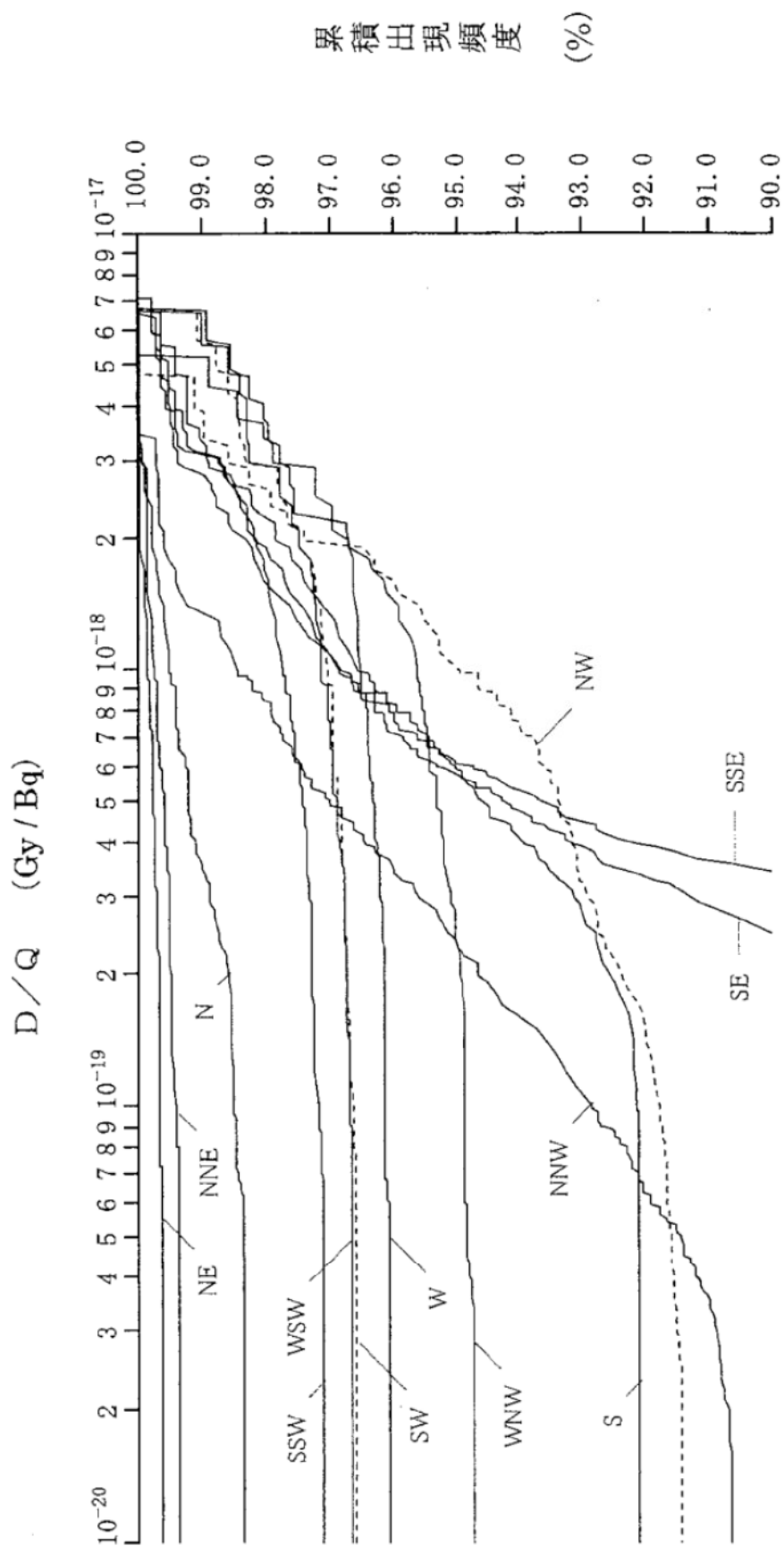
第3.40図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度
[原子炉冷却材喪失 (事故時)]



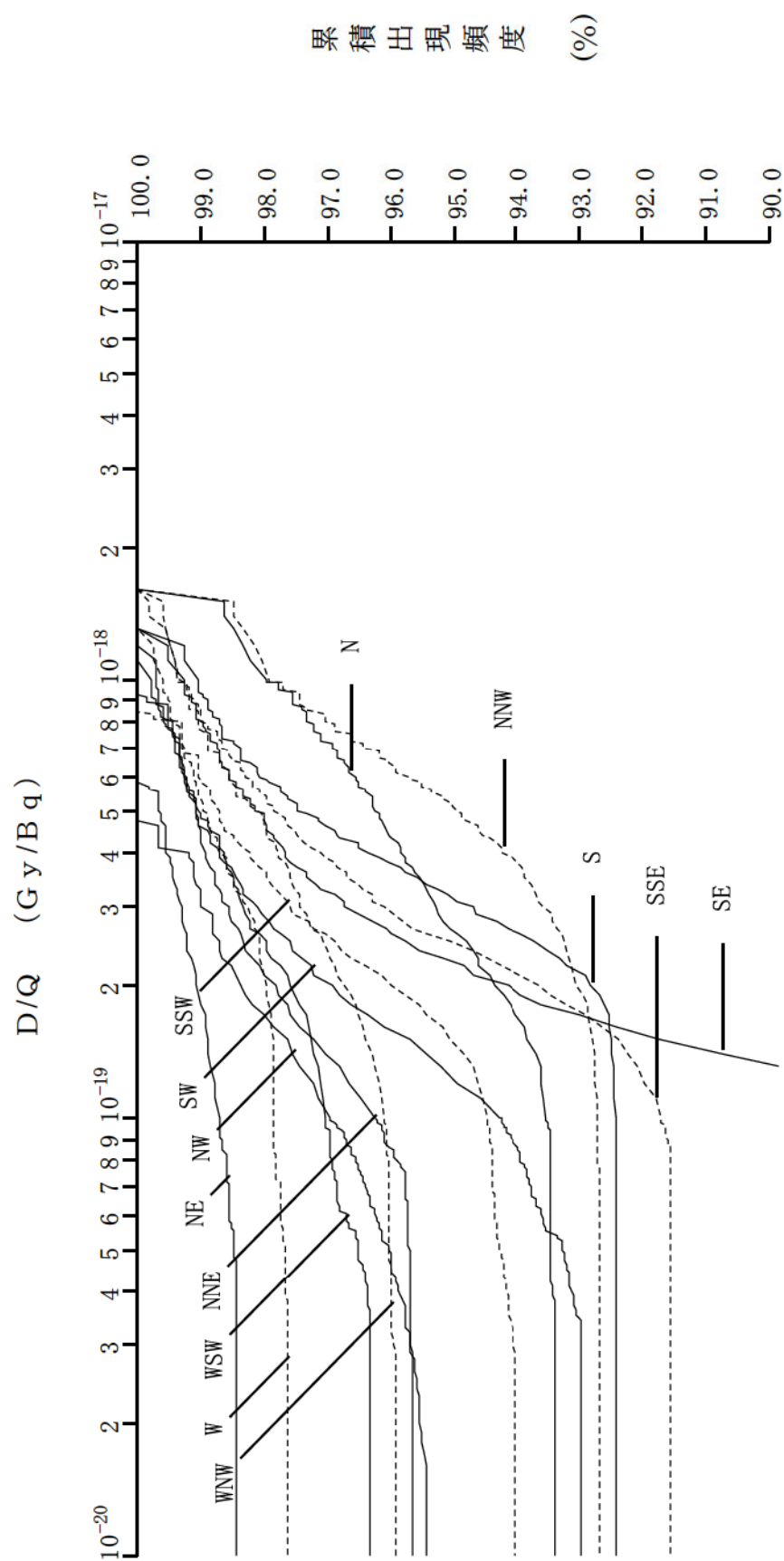
第 3.41 図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度

蒸気発生器伝熱管破損 (事故時)

放射性気体廃棄物処理施設の破損

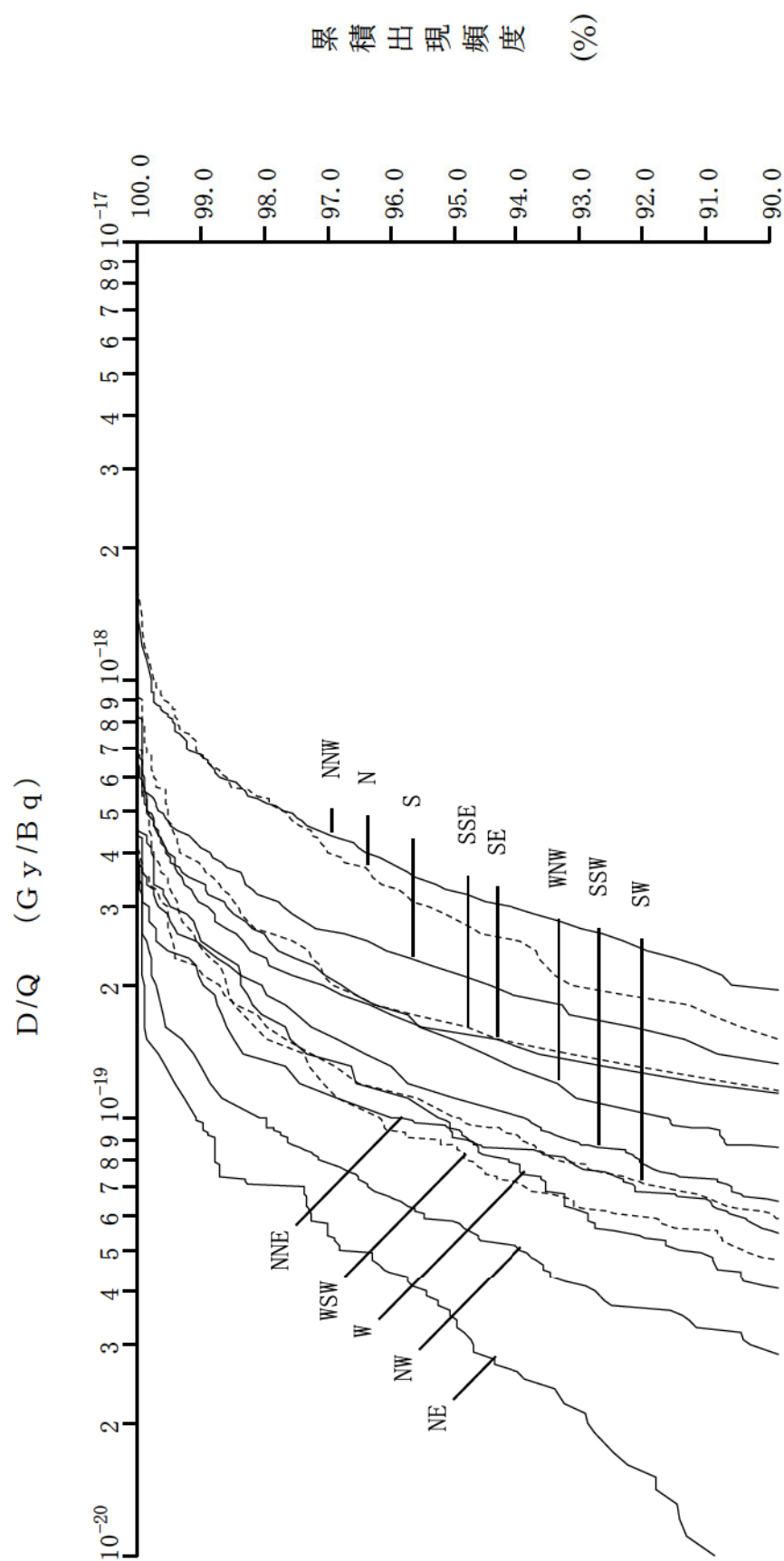


第3.42図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度
[蒸気発生器伝熱管破損 (重大事故及び仮想事故時)]



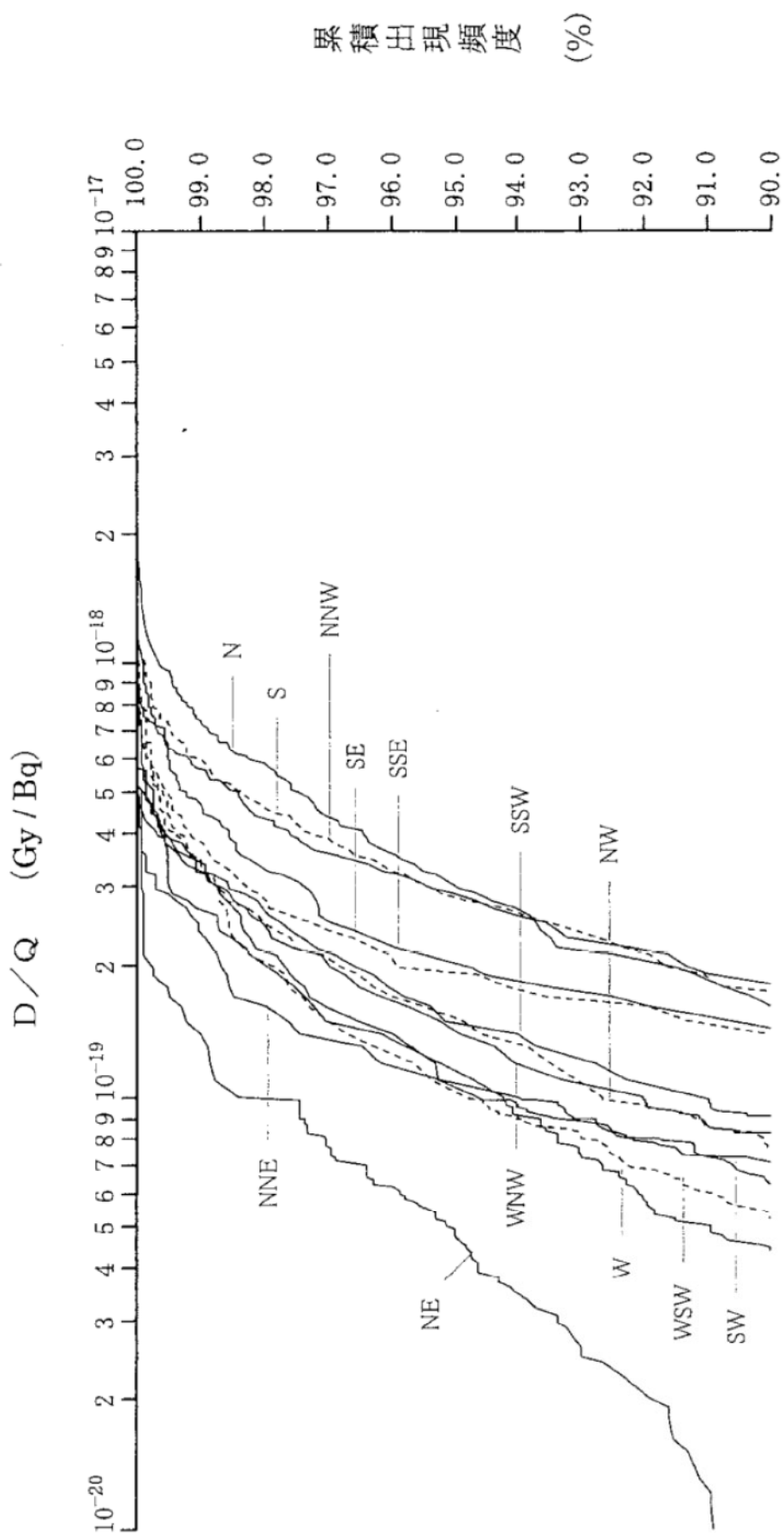
第3.43 図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度

[燃料集合体の落下]



第3.44 図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度

[制御棒飛び出し]



第 3.45 図 方位別相対線量 (D/Q) の累積出現頻度
 [原子炉冷却材喪失 (重大事故及び仮想事故時)]

4. 地震

4.1 概要

施設の耐震設計において、供用中に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（以下「基準地震動 S_s 」という。）は、以下の方針により策定する。

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

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

最後に、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、基準地震動 S_s を策定する。

4.2 敷地周辺の地震発生状況

4.2.1 被害地震

日本国内の地震被害に関する記録は古くから見られ、これらを収集、編集したものとして「増訂 大日本地震史料」⁽¹⁾、「日本地震史料」⁽²⁾があり、最近の調査の成果を取り入れたものとして「新収 日本地震史料」⁽³⁾、「日本の歴史地震史料」⁽⁴⁾がある。

また、地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に、主な地震の震央位置、地震規模等を取りまとめた地震資料として、「日本被害地震総覧 599-2012」⁽⁵⁾、「地震活動総説」⁽⁶⁾、「気象庁地震カタログ」⁽⁷⁾、「宇津カタログ(1982)」⁽⁸⁾、「宇佐美カタログ(1979)」⁽⁹⁾、「理科年表 平成 26 年(2013)」⁽¹⁰⁾等がある。

「日本被害地震総覧 599-2012」⁽⁵⁾及び「宇津カタログ(1982)」⁽⁸⁾に記載されている被害地震のうち、敷地からの震央距離が 200km 以内の震央分布を第 4.2.1 図に示す。また、同図に示した主な被害地震の諸元を第 4.2.1 表に示す。

ここで、地震の規模及び震央位置は、1884 年以前の地震については「日本被害地震総覧 599-2012」⁽⁵⁾を、1885 年以降 1922 年までの地震については「宇津カタログ(1982)」⁽⁸⁾を、さらに 1923 年以降の地震については「気象庁地震カタログ」⁽⁷⁾を用いている（以下特にことわらない限り、過去の地震の規模及び震央位置はこれらの値を用いる。）。

第 4.2.1 図及び第 4.2.1 表によると、主な被害地震として、敷地から約 40km の範囲でマグニチュード（以下「M」と記す。）7.5 の 1662 年山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃の地震、M6.9 の 1963 年越前岬沖地震等が発生している。

4.2.2 敷地周辺の地震活動

2000 年から 2012 年までの気象庁一元化震源による、M1 以上の地震の震央分布及び震源の鉛直分布を第 4.2.2 図に示す。

これらの図によると、敷地周辺の地震活動の特徴は以下のとおりである。

- a. 震央分布図によると、敷地周辺では陸域での地震発生頻度が高く、海域では低い。
- b. 鉛直分布図によると、敷地周辺で発生している微小地震は、概ね深さ 5km～20km の範囲で見られる。

4.2.3 活断層の分布状況

活断層に関する集大成である文献として活断層研究会による「[新編]日本の活断層(1991)」⁽¹¹⁾がある。また、敷地周辺では活断層に関する調査を実施しており、その結果は「1.地盤」に記載されている。

敷地から 30km 程度以内には、F O - A ～ F O - B 断層、F O - C 断層、上林川断層、熊川断層等がある。

さらに、敷地から 30km 以遠の主な活断層には、山田断層、郷村断層、大陸棚外縁～B～野坂断層、花折断層、琵琶湖西岸断層系、濃尾地震断層系等がある。

地震動評価にあたっては、「[新編]日本の活断層」⁽¹¹⁾や「1.地盤」を基に、活断層により想定される地震を評価するものとする。なお、F O - A ～ F O - B 断層と熊川断層については、連動を考慮して地震動評価を行う。

4.2.4 地震・地震動に関する調査

(1) プレートテクトニクス

日本列島とその周辺には、陸側のプレートと海洋プレートである太平洋プレート及びフィリピン海プレートがある。太平洋プレートは、ほぼ東南東の方向から西北西に移動し、日本海溝などから陸側のプレートの下に沈み込んでいる。また、フィリピン海プレートは、ほぼ南東の方向から日本列島に近づき、南海トラフ等から陸側のプレートの下へ沈み込んでいる。

敷地周辺地域は、フィリピン海プレートが陸側のプレートの下に沈み込む南海トラフから 300km 程度離れている。

垣見他(2003)⁽¹²⁾は、地震の規模、震源深さ、発震機構及び地震発生

頻度に着目し、日本における過去の地震の発生状況からそれぞれの地域で起こり得る地震の最大規模を示した「地震地体構造マップ」を作成した。これによると、敷地周辺で発生する地震は東西圧縮による横ずれ断層型が卓越し、この地域で起こり得る地震の最大規模はM7 1/2としている。

(2) 物理探査等

地震が発生する地殻の状況については、各種調査・研究が進められている。

重力異常は、地形の形状の違いに起因する質量分布や、地下を構成する岩石・地質の分布に起因する密度の地域的不均質から生ずるものであり、地域ごとの地下構造を知るための有力な手がかりである。山本・志知(2004)⁽¹³⁾による重力異常分布から敷地周辺地域では、柳ヶ瀬断層及び琵琶湖西岸断層系周辺に重力異常の等値線が混んでいるところが見られる。

地球の内部構造は、内核、外核、マントル及び地殻から構成され、マントルと地殻の境界面をモホロビチッチ不連続面（モホ面）という。また、地殻では、花崗岩質層の上部地殻と玄武岩質層の下部地殻を分ける境界面をコンラッド不連続面（コンラッド面）といい、内陸地殻内地震は主に上部地殻内で発生している。日本の大学の地震観測網で観測した地震記録を用いた地震波速度トモグラフィにより求められたZhao et al.(1992)⁽¹⁴⁾による日本全国のモホ面とコンラッド面の深さから、敷地周辺地域ではモホ面が深さ約 34km、コンラッド面が深さ約 16km である。

地殻における地震の発生と温度構造は密接に関係すると考えられ、熱流量が低い地域では微小地震が発生する深さの下限が深くなっている。これは、上部地殻では脆性破壊が、下部地殻では流動変形が生じているためであると考えられている。この地殻内の温度構造は航空磁気測量から求めたキュリー点深度分布より推定することができる。大久保(1984)⁽¹⁵⁾による日本のキュリー点深度分布から敷地周辺地域では、その深さは約 8km～約 9km である。

4.3 地震の分類

「4.2 敷地周辺の地震発生状況」を踏まえ、敷地周辺における主な地震を以下のとおり分類する。

4.3.1 内陸地殻内地震

敷地周辺の過去の被害地震について、その M と震央距離及び敷地で想定される震度の関係を第 4.3.1 図に示す。また、敷地周辺の主な活断層から想定される地震について、その M と震央距離及び敷地で想定される震度の関係を第 4.3.2 図に示す。

なお、ここでは地震動評価に用いる断層長さを基に、松田(1975)⁽¹⁶⁾により地震規模を想定している。

気象庁(1996)⁽¹⁷⁾における気象庁震度階級関連解説表の記載によると、地震によって建物等に被害が発生するのは震度 5 弱（1996 年以前は震度 V）程度以上であると考えられることから、敷地に大きな影響を及ぼすものとして、過去の地震については第 4.3.1 表のとおり、活断層による地震については第 4.3.2 表のとおり抽出する。

内陸地殻内地震の地震発生層については、多数の微小地震の震源深さの統計処理により、地震発生領域の深さの目安が得られていることが知られている（伊藤・中村(1998)⁽¹⁸⁾）。伊藤・中村(1998)による方法を用いて、敷地周辺で発生した地震の震源深さ分布から求まる D10（その値より震源深さが浅い地震数が全体の 10%となる震源深さ）は約 7km であり、D90（その値より震源深さが浅い地震数が全体の 90%となる震源深さ）は約 15km である。また、川里他(2007)⁽¹⁹⁾は、微動アレイ探査、地震計水平アレイ解析及び Zhao et al.(1992)⁽²⁰⁾のインバージョンプログラムを使用した地震波トモグラフィ解析を実施し、若狭湾地域の地震発生層の上端深さを 4km 程度、下端深さを 18km 程度としている。

4.3.2 プレート間地震

南海トラフに沿って有史以来 M8 クラスの大地震が繰返し発生しているが、これらの地震は敷地から約 200km 以遠に位置し、敷地で震度 V 以

上が想定される地震はないことから、敷地への影響は大きくない。

4.3.3 海洋プレート内地震

沈み込んだフィリピン海プレート内で発生した陸域のやや深い地震としては、近年では 1994 年滋賀県中東部の地震(M5.3)等が発生しているが、敷地周辺での震度はⅡ～Ⅲ程度と小さく、敷地への影響は小さい。また、同様の地域で発生した海洋プレート内地震の可能性がある地震のうち、規模の大きいものとして 1819 年伊勢・美濃・近江の地震(M7.25)等が発生しているが、「日本被害地震総覧 599-2012」⁽⁵⁾による震度分布図によれば、敷地で想定される震度はⅣ程度であり、敷地への影響は大きくない。

また、海溝軸付近で発生した地震として 2004 年紀伊半島南東沖地震が該当するが、敷地から 200km 以遠に位置し、敷地周辺での震度は 3～4 程度であり、敷地への影響は大きくない。

4.3.4 その他の地震

敷地周辺地域において、上記 3 種類の地震のいずれにも分類されない特徴的な地震は発生していない。

4.4 敷地地盤の振動特性

4.4.1 解放基盤表面の設定

「1.地盤」で示したとおり、発電所敷地内で実施した PS 検層結果及び試掘坑内弾性波試験結果より、敷地地盤の S 波速度は約 2.2km/s である。

また、敷地内で実施した単点微動観測結果により推定した $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度の分布を第 4.4.1 図に示す。同図より、 $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度は概ね E.L.-50m～E.L.+35m の範囲であり、敷地全体にわたって著しい高低差がないことを確認している。

以上のことから、原子炉建屋設置位置付近の E.L.+2m の位置に解放基盤表面を設定した。

4.4.2 地震観測

敷地においては、1995 年兵庫県南部地震や 2000 年鳥取県西部地震等、遠方で発生した地震の建屋基礎位置での観測記録はあるものの、地震動評価に有効となる敷地近傍で M5 程度以上の強震データは得られていない。

4.4.3 地下構造モデル

地震動評価に用いる地下構造モデルは、以下の方針でモデル化する。

4.4.3.1 速度構造

敷地内で実施した反射法地震探査の探査測線及び得られた深度断面を第 4.4.2 図に示す。同図より、深さ 1,500m 程度までの地下構造に特異な構造が見られないことから、水平成層構造とみなして 1 次元の速度構造をモデル化する。

1 次元の速度構造は、敷地内で実施した微動アレイ観測による位相速度と、敷地周辺の 10 ヶ所で実施した地表面地震観測の連続データを基に地震波干渉法を用いて評価した位相速度を目的関数として、ジョイントインバージョン解析により推定する。

敷地内で実施した微動アレイ観測の観測点配置を第 4.4.3 図に、敷地

周辺の地震観測点配置を第 4.4.4 図に示す。また、微動アレイ観測及び地震波干渉法により得られた位相速度を第 4.4.5 図に示す。位相速度の同定により推定された地下構造モデルを第 4.4.6 図に示す。

なお、第 4.4.6 図には観測位相速度と推定された地下構造モデルの理論位相速度の比較もあわせて示す。

4.4.3.2 減衰定数

敷地内で実施した PS 検層のデータを用いて不均質性の評価を行い、佐藤・山中(2010)⁽²¹⁾による地盤の不均質性と減衰定数の関係を基に、減衰定数を設定する。

評価に用いた PS 検層の実施位置を第 4.4.7 図に、佐藤・山中(2010)⁽²¹⁾にならって評価した不均質性の推定結果を第 4.4.8 図に示す。

その結果、佐藤・山中(2010)⁽²¹⁾によって減衰定数の付加量と特に相関が高い指標としている標準偏差 ε は、T1 孔で 0.109、T2 孔で 0.113 であり、佐藤・山中(2010)⁽²¹⁾が評価した新潟平野の深部地盤の不均質性と比較しても大きめの数字である。

以上のことから、高浜発電所においても、地盤の不均質性は高いと判断し、表層の減衰定数として 3%程度と評価した。なお、ここで評価に用いた 2 つの PS 検層データは深さ 150m までであるが、深さ 150m ~ 200m までの区間についてはボーリングコアの弾性波速度や不連続面の密度分布が深さ 150m 以浅と類似の傾向を示していることから、深さ 200m までの傾向は変わらないと判断して、深さ 200m まで減衰定数を 3%とした。

また、敷地内のボーリング孔を用いて Q 値測定を実施した結果を第 4.4.9 図に示すが、Q 値は約 16.7 (減衰定数 3%) より小さい値となっている。

以上を踏まえて、断層モデルを用いた手法による地震動評価に用いる地下構造モデルを第 4.4.1 表のとおり設定した。また、第 4.4.10 図に地震動評価に用いる地下構造モデルの速度構造を示す。

4.5 基準地震動Ss

基準地震動 Ss は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。なお、基準地震動 Ss の策定に与える影響が大きいと考えられる不確かさを考慮する。

4.5.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

4.5.1.1 検討用地震の選定

第 4.3.1 表及び第 4.3.2 表に示す地震のうち影響が大きいと考えられる地震について、Noda et al.(2002)⁽²²⁾の方法（以下「耐専式」という。）により求めた応答スペクトルの比較を第 4.5.1 図及び第 4.5.2 図に、その算定に用いた諸元を第 4.5.1 表及び第 4.5.2 表に示す。

第 4.3.1 図、第 4.3.2 図、第 4.5.1 図及び第 4.5.2 図より敷地への影響が大きいと考えられる F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層及び上林川断層を検討用地震として選定した。

4.5.1.2 震源モデルの設定

検討用地震として選定した F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層及び上林川断層について、基本ケース及び不確かさを考慮したケースのモデル化を行う。

(1) 基本ケースの設定

基本ケースのモデル化は、強震動予測レシピ⁽²³⁾や入倉・三宅(2001)⁽²⁴⁾等に基づき、巨視的断層パラメータ、微視的断層パラメータ及びその他のパラメータを設定して特性化震源モデルを作成した。基本ケースにおける主な断層パラメータの設定根拠を第 4.5.3 表に示す。また、断層パラメータの設定フローを第 4.5.3 図に示す。

ここで、断層上端深さ及び下端深さは、発電所敷地の速度構造の $V_p=5.8\text{km/s}$ 層の上面深度や微小地震の発生状況から、上端深さを 3km、下端深さを 18km と設定した。平均応力降下量の算定は、強震動予測レシピに従って算定したアスペリティの面積比に応じて、

F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層では Fujii and Matsu'ura(2000)⁽²⁵⁾による値を用い、上林川断層については円形クラックの式により設定した。 f_{max} は、香川他(2003)⁽²⁶⁾に基づき 8.3Hz と設定した。立ち上がり時間は、Somerville et al.(1999)⁽²⁷⁾による経験式を用いて設定した。アスペリティは敷地近くに配置し、破壊開始点は断層面下端及びアスペリティ下端に複数設定した。

(2) 不確かさを考慮したケースの設定

設定した基本ケースに対して、地震動評価に影響が大きいと考えられるパラメータについて、不確かさを考慮したケースの地震動評価を行う。各検討用地震について、第 4.5.4 表に不確かさを考慮するパラメータ及びその設定根拠を示す。

なお、短周期の地震動レベルの不確かさの考慮においては、短周期領域のフーリエスペクトルの比が基本ケースの 1.5 倍となるように設定した。

第 4.5.5 表に応答スペクトルに基づく地震動評価の検討ケース一覧を、第 4.5.6 表に断層モデルを用いた手法による地震動評価の検討ケース一覧を示す。また、第 4.5.7 表～第 4.5.13 表に各検討ケースの断層パラメータを、第 4.5.4 図～第 4.5.8 図に各検討ケースの断層モデル図を示す。

4.5.1.3 応答スペクトルに基づく地震動評価

(1) 評価方法

応答スペクトルに基づく地震動評価は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができる耐専式を用いる。

地震動評価にあたって使用する M は、断層長さ $L(\text{km})$ から松田(1975)⁽¹⁶⁾により求める。

なお、耐専式における内陸地殻内地震の補正係数は、地震動評価上は適用しないものとする。また、上林川断層については、震源近

傍における破壊伝播効果を考慮して評価を行う。

(2) 地震動評価結果

第 4.5.5 表に示したケースについて、耐専式で評価した応答スペクトルを第 4.5.9 図及び第 4.5.10 図に示す。

4.5.1.4 断層モデルを用いた手法による地震動評価

(1) 評価方法

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、敷地における適切な地震観測記録がないため、短周期領域は統計的グリーン関数法^{(28),(29)}を、長周期領域は離散化波数法⁽³⁰⁾を用いて評価し、それらを組み合わせることにより評価するハイブリッド合成法により評価する。ハイブリッド合成法に用いるマッチングフィルタの形状を第 4.5.11 図に示す。

(2) 地震動評価結果

第 4.5.6 表に示した検討ケースについて、断層モデルを用いた手法による地震動評価により算定した応答スペクトルを第 4.5.12 図～第 4.5.21 図に示す。

4.5.2 震源を特定せず策定する地震動

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

4.5.2.1 評価方法

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地震を検討対象地震として選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を収集し、敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定する。

4.5.2.2 既往の知見

加藤他(2004)⁽³¹⁾は、内陸地殻内地震を対象として、詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模を予め特定できない地震による震源近傍の硬質地盤上の強震記録を用いて、震源を事前に特定できない地震による地震動の上限スペクトルを設定している。加藤他(2004)⁽³¹⁾による応答スペクトルを第 4.5.22 図に示す。

4.5.2.3 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録の収集においては、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていないモーメントマグニチュード（以下「Mw」という。）6.5 以上の地震及び断層破壊領域が地震発生層内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通で考慮すべき Mw6.5 未満の地震を対象とする。検討対象地震を第 4.5.14 表に示す。

(1) Mw6.5 以上の地震

2008 年岩手・宮城内陸地震及び 2000 年鳥取県西部地震については、事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部痕跡が確認された地震であり、地域による活断層の成熟度の相違や、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があると考えられる。

2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域近傍は、新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く堆積し、顕著な褶曲・撓曲構造が発達する。また、2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域は火山フロントに位置し、火山活動が活発な地域である。また、震源断層も含め、脊梁山脈を成長させる逆断層が分布する地域である。一方、高浜発電所敷地周辺は、主として古生代の夜久野オフィオライト、舞鶴層群等を基盤岩としており、東北地方のように堆積層の厚い地域ではない。また、高浜発電所周辺は火山フロントから外れた地域に位置し、第四紀の火山

活動などは知られていない。さらに、主に横ずれ断層が分布する地域である。以上のことから、2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域は、高浜発電所周辺地域とは地質学的背景が異なることから、観測記録収集対象外とする。

2000 年鳥取県西部地震については、震源域近傍と高浜発電所周辺地域との間に地質学的背景に差はあるものの明瞭には認められないことから、観測記録を収集し、その地震動レベル及び地盤特性を評価した。その結果、震源近傍に位置する賀祥ダムの観測記録が得られており、また観測点位置の S 波速度は $1.2\text{km/s} \sim 1.3\text{km/s}$ 程度であることから、地盤補正を行わずに賀祥ダムの観測記録をそのまま震源を特定せず策定する地震動として採用する。

(2) Mw6.5 未満の地震

第 4.5.14 表に示した検討対象地震のうち、2008 年岩手・宮城内陸地震及び 2000 年鳥取県西部地震を除いた 14 地震について、震源近傍の観測記録を収集して、その地震動レベルを整理した。その結果、2004 年北海道留萌支庁南部地震では、震源近傍の K-NET 港町観測点において、加藤他(2004)⁽³¹⁾の応答スペクトルを超える記録が得られており、また、佐藤他(2013)⁽³²⁾で詳細な地盤調査及び基盤地震動の推定が行われていることから、これらを参考に地下構造モデルを設定し基盤地震動を評価する。この基盤地震動に不確かさを考慮した地震動を、震源を特定せず策定する地震動として採用する。

(3) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

第 4.5.23 図に、前(1),(2)号で震源を特定せず策定する地震動として採用した 2000 年鳥取県西部地震の賀祥ダムの観測記録及び 2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動の応答スペクトルを示す。

(4) 確率論的な地震動評価に関する検討

独立行政法人原子力安全基盤機構(2005)⁽³³⁾は、断層モデルを用いた M5.5～M7.3 の地震の震源近傍における地震動評価結果に基づき、各地域の「震源を特定しない地震」による地震動について、地震基

盤における水平動の年超過確率を求め、その一様ハザードスペクトルを算出している。敷地が位置する中部・近畿の領域における一様ハザードスペクトルと、加藤他(2004)⁽³¹⁾による「震源を事前に特定できない地震による地震動」の応答スペクトルを地震基盤相当で比較した結果を第 4.5.24 図に示す。

同図によれば、加藤他(2004)⁽³¹⁾に基づき設定した地震基盤相当の「震源を特定せず策定する地震動」の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度である。

4.5.3 基準地震動 S_s の策定

基準地震動 S_s は、「4.5.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「4.5.2 震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する。

4.5.3.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動

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-1} は、「4.5.1.3 応答スペクトルに基づく地震動評価」による評価結果を包絡するように設定した。基準地震動 S_{s-1} の応答スペクトルのコントロールポイントを第 4.5.15 表に、応答スペクトルを第 4.5.25 図に示す。また、検討用地震の応答スペクトルに基づく評価結果と基準地震動 S_{s-1} の応答スペクトルを重ねた図を第 4.5.26 図に示す。

次に、「4.5.1.4 断層モデルを用いた手法による地震動評価」の地震動評価結果（全ケース）と基準地震動 S_{s-1} の応答スペクトルを第 4.5.27 図に重ねて示す。同図より、一部の周期帯で S_{s-1} の応答スペクトルを上回る 4 ケースの地震動を $S_{s-2} \sim S_{s-5}$ とする。

基準地震動 $S_{s-2} \sim S_{s-5}$ と S_{s-1} の応答スペクトルを第 4.5.28 図に示す。

4.5.3.2 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動

「4.5.2 震源を特定せず策定する地震動」の地震動評価結果と基準地

震動 Ss-1 の応答スペクトルを第 4.5.29 図に重ねて示す。同図より、2000 年鳥取県西部地震の賀祥ダムの観測記録及び 2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動については、一部の周期帯で Ss-1 の応答スペクトルを上回ることから、基準地震動 Ss-6 及び Ss-7 とする。

4.5.4 基準地震動 Ss の設計用模擬地震波

基準地震動 Ss-1 の模擬地震波は、応答スペクトルに適合するよう、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的变化については、Noda et al.(2002)⁽²²⁾に基づき、第 4.5.16 表に示す形状とする。

基準地震動 Ss-1 の模擬地震波の作成結果を第 4.5.17 表に、基準地震動 Ss-1 の応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比を第 4.5.30 図に、加速度時刻歴波形を第 4.5.31 図に示す。また、基準地震動 Ss-2～Ss-7 の加速度時刻歴波形を第 4.5.32 図～第 4.5.37 図に、Ss-1～Ss-7 の最大加速度を第 4.5.18 表に示す。

4.5.5 基準地震動 Ss の超過確率の参照

社団法人日本原子力学会(2007)⁽³⁴⁾の方法を基に、敷地における地震動の一様ハザードスペクトルを算定し、基準地震動の応答スペクトルがどの程度の年超過確率に相当するかを把握する。

4.5.5.1 確率論的地震ハザード評価におけるモデルの設定

(1) 震源モデルの設定

震源モデルは、以下に示す特定震源モデルと領域震源モデルを設定した。

a. 特定震源モデル

敷地への影響度に応じて、敷地周辺の活断層を以下の(A)～(C)に分類してモデル化する。

(A) 詳細なロジックツリーを設定する主要活断層モデル

検討用地震として選定された F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層及び上林川断層については、詳細なロジックツリーに展開して評価する。

(B) 上記(A)以外の主要活断層モデル

上記(A) 以外の主要な活断層については、M の分岐のみを考慮したロジックツリーで評価する。

(C) その他の活断層モデル

主要活断層モデル以外の活断層を対象に、基本的にサイトから 100km 程度以内にある「[新編] 日本の活断層」⁽¹¹⁾に掲載されている確実度 I 及び II の活断層をモデル化する。

第 4.5.38 図に敷地周辺の主要活断層の分布図を示す。

b. 領域震源モデル

領域震源モデルについては、萩原(1991)⁽³⁵⁾及び垣見他(2003)⁽¹²⁾の領域区分に基づき、サイトから半径 100km 以内の領域を対象とし、各領域の最大マグニチュードは領域内の過去の地震の最大値をもとに設定した。第 4.5.39 図に萩原(1991)⁽³⁵⁾及び垣見他(2003)⁽¹²⁾による領域区分の図を示す。

(2) 地震動評価モデルの設定

地震動評価モデルには耐専式を用いる。また、地震動評価のばらつきは対数標準偏差で 0.53 とし、ばらつきの打切り範囲は対数標準偏差の 3 倍とする。さらに、内陸補正のあり・なしをロジックツリーの分岐として考慮する。

(3) ロジックツリーの作成

ロジックツリーの作成では、震源モデル及び地震動評価モデルの設定において、選定した認識論的不確かさ要因から確率論的地震ハザード評価に大きな影響を及ぼす要因を選定する。

主要活断層モデル(A)については、基準地震動の評価で考慮した不確かさのうち、耐専式の算定に影響を与えるパラメータ及び M の評価式をロジックツリーに展開する。主要活断層モデル(B)については、M の評価式をロジックツリーに展開する。領域震源モデルについて

は、地震カタログに記載されている過去の複数の地震の最大マグニチュードに幅がある場合には、その中央値・上限値・下限値をロジックツリーの分岐として考慮する。作成したロジックツリーを第 4.5.40 図～第 4.5.42 図に示す。また、主要活断層モデル(A)及び(B)について、ロジックツリーの分岐ごとの諸元を第 4.5.19 表及び第 4.5.20 表に示す。

4.5.5.2 確率論的地震ハザード評価結果

(1) 地震ハザード曲線

上記により評価した平均ハザード曲線を第 4.5.43 図に、震源ごとのハザード曲線を第 4.5.44 図に、領域震源モデルによるハザード曲線を第 4.5.45 図に示す。また、フラクタイルハザード曲線を第 4.5.46 図に示す。

(2) 一様ハザードスペクトル

基準地震動 S_s-1 の応答スペクトルと年超過確率ごとの一様ハザードスペクトルとの比較を第 4.5.47 図に示す。基準地震動 S_s-1 の年超過確率は、水平・鉛直方向ともに、短周期側で $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度、長周期側で $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度となっている。

また、「震源を特定せず策定する地震動」に基づき設定した基準地震動 S_s-6 及び S_s-7 の応答スペクトルと領域震源による一様ハザードスペクトルの比較を第 4.5.48 図に示す。同図より、「震源を特定せず策定する地震動」の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度である。

4.6 参考文献

- (1) 文部省震災予防評議会編(1941～1943)：増訂 大日本地震史料,第一～第三卷
- (2) 武者金吉(1951)：日本地震史料,毎日新聞社
- (3) 東京大学地震研究所編(1981～1994)：新収 日本地震史料,第一～第五卷補遺,続補遺
- (4) 宇佐美龍夫(1998～2008)：日本の歴史地震史料,拾遺,拾遺別巻,拾遺二,拾遺三、拾遺四ノ上,拾遺四ノ下
- (5) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013)：日本被害地震総覧 599-2012,東京大学出版会
- (6) 宇津徳治(1999)：地震活動総説,東京大学出版会
- (7) 気象庁(2013)：地震年報 2011 年版
- (8) 宇津徳治(1982)：日本付近の M6.0 以上の地震及び被害地震の表：1885 年～1980 年,東京大学地震研究所彙報,Vol.57
- (9) Tatsuo Usami(1979)：Study of Historical Earthquakes in Japan.,Bulletin of the Earthquake Research Institute,Vol.54
- (10) 国立天文台編(2013)：理科年表 平成 26 年,丸善
- (11) 活断層研究会(1991)：[新編] 日本の活断層,東京大学出版会
- (12) 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003)：日本列島と周辺海域の地震地体構造区分,地震第 2 輯,第 55 巻,389－406
- (13) 山本明彦・志知龍一(2004)：日本列島重力アトラス,東京大学出版会
- (14) Zhao,D., S.Horiuchi and A.Hasegawa(1992)：Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, Tectonophysics, Vol.212,pp.289-301.
- (15) 大久保泰邦(1984)：全国のキュリー点解析結果,地質ニュース,362 号
- (16) 松田時彦(1975)：活断層から発生する地震の規模と周期について,地震,第 2 輯,第 28 巻, 269- 283
- (17) 気象庁監修(1996)：震度を知る,ぎょうせい,p.76- 77
- (18) 伊藤潔・中村修一(1998)：西南日本内帯による地震発生層の厚さの

- 変化と内陸大地震,京都大学防災研究所年報,第 41 号,B-1,pp.27- 35
- (19) 川里健・大場政章・引間和人・鈴木晴彦・増田徹(2007): 若狭湾地域における地震発生層の推定 その 2ー地震波トモグラフィ解析とまとめー,地球惑星科学関連学会合同大会予稿集,S152-P016
- (20) Zhao,D.,A.Hasegawa, and S.Horiuchi(1992) : Tomographic imaging of P and S wave velocity structure beneath northeastern Japan, *Journal of Geophysical Research*, Vol.97, pp.19909-19928.
- (21) 佐藤浩章・山中浩明(2010): 広帯域サイト増幅特性評価のための深部地盤の不均質性のモデル化に関する研究,日本建築学会構造系論文集,第 648 号,pp.289- 298
- (22) Noda,S., K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe(2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES,OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul
- (23) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009): 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」),「全国地震動予測地図」技術報告書 付録 3
- (24) 入倉孝次郎・三宅弘恵(2001): シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌,Vol.110,No.6, pp.849- 875
- (25) Fujii, Y. and M. Matsu'ura, (2000) : Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication, *Pure and Applied Geophysics*, 157,2283-2302
- (26) 香川敬生・鶴来雅人・佐藤信光(2003): 硬質サイトの強震観測記録に見られる高周波低減特性の検討, 土木学会地震工学論文集, P_315, CD-ROM
- (27) Somerville, P. G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith and A. Kowada(1999) : Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seismological*

Research Letters, Vol.70, No.1, pp.59- 80.

- (28) 釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長(1990)：地域的な震源スケーリング則を用いた大地震（M7 級）のための設計用地震動予測,日本建築学会構造系論文報告集,第 416 号,pp.57-70.
- (29) Boore,D.M.(1983)：Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra , Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73,pp.1865-1894
- (30) Bouchon,M. (1981)：A simple method to calculate Green's functions for elastic layered media, Bulletin of the Seismological Society of America , Vol.71, pp.959- 971
- (31) 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大榮・上田圭一・壇一男(2004)：震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 第 4 号, pp.46-86
- (32) 佐藤浩章・芝良昭・東貞成・功刀卓・前田宜浩・藤原広行(2013)：物理探査・室内試験に基づく 2004 年留萌支庁南部の地震による K-NET 港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価, 電力中央研究所報告
- (33) 独立行政法人原子力安全基盤機構(2005)：震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書（平成 16 年度）,JNES/SAE05-004
- (34) 社団法人日本原子力学会(2007)：原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007,（社）日本原子力学会標準, ASEJ-SC-P006:2007
- (35) 萩原尊禮編(1991)：日本列島の地震, 鹿島出版会
- (36) 佐藤良輔編(1989)：日本の地震断層パラメター・ハンドブック,鹿島出版会
- (37) Geller,R.J.,(1976):Scaling relations for earthquake source

parameters and magnitudes, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.66, pp.1501-1523.

- (38) 壇一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井透(2001): 断層非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化, 日本建築学会構造系論文集, Vol.545, pp.51-62
- (39) 佐藤智美・壇一男・岡崎敦・羽田浩二(2007): 若狭湾周辺の地殻内地震の記録を用いたスペクトルインバージョン解析, 2007 年度日本地震学会講演予稿集, P03-066
- (40) 宮腰研・PETUKHIN Anatoly・長郁夫(2003): すべりの時空間的不均質特性のモデル化, 地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究 成果報告書, p.113-123

第 4.2.1 表(1) 敷地周辺の主な被害地震

発生年月日	地名＜地震名称＞	緯度※1※2	経度※1※2	マグニチュード※2	深さ [km]
715.7.5	三河	34.8° N	137.4° E	6.8	
745.6.5	美濃	35.2° N	136.6° E	7.9	
762.6.9	美濃・飛騨・信濃	36.0° N	137.5° E	7.0	
827.8.11	京都	35.0° N	135 3/4° E	6.8	
868.8.3	播磨・山城	34.8° N	134.8° E	7.0	
938.5.22	京都・紀伊	35.0° N	135.8° E	7.0	
976.7.22	山城・近江	34.9° N	135.8° E	6.7	
1070.12.1	山城・大和	34.8° N	135.8° E	6.3	
1091.9.28	山城・大和	34.7° N	135.8° E	6.4	
1177.11.26	大和	34.7° N	135.8° E	6.3	
1185.8.13	近江・山城・大和	35.0° N	135.8° E	7.4	
1317.2.24	京都	35.0° N	135.8° E	6.8	
1325.12.5	近江北部	35.6° N	136.1° E	6.5	
1334～35	美濃・飛騨	35.9° N	136.9° E	6.5	
1350.7.6	京都	35.0° N	135.8° E	6.0	
1425.12.23	京都	35.0° N	135.8° E	6.0	
1449.5.13	山城・大和	35.0° N	135.75° E	6.2	
1494.6.19	奈良	34.6° N	135.7° E	6.0	
1510.9.21	摂津・河内	34.6° N	135.6° E	6.8	
1579.2.25	摂津	34.7° N	135.5° E	6.0	
1586.1.18	畿内・東海・東山・北陸諸道	35.6° N	136.8° E	7.8	
1596.9.5	畿内および近隣	34.8° N	135.4° E	7.5	
1639.-.-	越前	36.1° N	136.2° E	6.0	
1640.11.23	加賀大聖寺	36.3° N	136.2° E	6.5	
1662.6.16	山城・大和・河内・和泉・摂津・ 丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・ 駿河・三河・信濃	35.3° N	135.9° E	7.5	
1710.10.3	伯耆・美作	35.5° N	133.7° E	6.5	
1711.3.19	伯耆	35.2° N	133.8° E	6 1/4	
1715.2.2	大垣・名古屋	35.4° N	136.6° E	6.8	
1717.-.-	金沢・小松	36 1/2° N	136 1/2° E	6 1/4	
1725.6.17	加賀小松	36.4° N	136.4° E	6.0	
1751.3.26	京都	35.0° N	135.8° E	5.8	
1778.11.25	紀伊	34.0° N	136.0° E	6.0	

第 4.2.1 表(2) 敷地周辺の主な被害地震

発生年月日	地名＜地震名称＞	緯度※ ¹	経度※ ¹	マグニチュード※ ²	深さ [km]
1796.1.3	鳥取	35.7° N	134.3° E	5.5	
1799.6.29	加賀	36.6° N	136.7° E	6.0	
1802.11.18	畿内・名古屋	35.2° N	136.5° E	6.8	
1815.3.1	加賀小松	36.4° N	136.5° E	6.0	
1819.8.2	伊勢・美濃・近江	35.2° N	136.3° E	7 1/4	
1826.8.28	飛騨大野郡	36.2° N	137.25° E	6.0	
1830.8.19	京都および隣国	35.1° N	135.6° E	6.5	
1833.5.27	美濃西部	35.5° N	136.6° E	6 1/4	
1854.7.9	伊賀・伊勢・大和および隣国	34.75° N	136.1° E	7 1/4	
1855.3.18	飛騨白川・金沢	36.25° N	136.9° E	6 3/4	
1858.4.9	飛騨・越中・加賀・越前 ＜飛越地震＞	36.4° N	137.2° E	7.1	
1861.3.24	西尾	34.8° N	137.1° E	6.0	
1865.2.24	播磨・丹波	35.0° N	135.0° E	6 1/4	
1889.5.12	岐阜付近	35.4° N	136.8° E	5.9	
1891.10.28	愛知県・岐阜県 ＜濃尾地震＞	35.6° N	136.6° E	8.0	
1892.12.9	能登	37.1° N	136.7° E	6.4	
1898.11.13	木曾川中流域	35.3° N	136.7° E	5.7	
1899.3.7	紀伊半島南東部	34.1° N	136.1° E	7.0	
1899.3.31	岐阜県根尾谷付近	35.6° N	136.6° E	5 1/2	
1900.3.22	福井県鯖江付近	35.8° N	136.2° E	5.8	
1900.5.31	岐阜県根尾谷付近	35.7° N	136.6° E	5.3	
1903.7.6	三重県菰野付近	35.0° N	136.5° E	5.7	
1903.8.10	乗鞍岳西方	36.2° N	137.5° E	5 1/2	
1906.4.21	岐阜県萩原付近	35.9° N	137.2° E	5.9	
1906.5.5	紀伊中部	33.9° N	135.3° E	6.2	
1909.8.14	滋賀県姉川付近 ＜江濃（姉川）地震＞	35.4° N	136.3° E	6.8	
1911.2.18	姉川付近	35.4° N	136.3° E	5.5	
1916.11.26	神戸	34.6° N	135.0° E	6.1	
1924.8.13	紀伊	33° 37.24′ N	135° 13.53′ E	6.1	46
1925.5.23	但馬北部 ＜北但馬地震＞	35° 33.8′ N	134° 50.09′ E	6.8	0

第 4.2.1 表(3) 敷地周辺の主な被害地震

発生年月日	地名＜地震名称＞	緯度※ ¹	経度※ ¹	マグニチュード※ ²	深さ [km]
1925.7.7	岐阜付近	35° 16.39′ N	136° 44.55′ E	5.6	42
1927.3.7	京都府北西部 ＜北丹後地震＞	35° 37.91′ N	134° 55.84′ E	7.3	18.19
1927.12.2	有田川流域	33° 57.62′ N	135° 8.28′ E	5.4	42
1929.11.20	有田川河口	34° 6.41′ N	135° 9.22′ E	5.8	3.02
1930.2.11	和歌山付近	34° 7.86′ N	135° 11.93′ E	5.3	8.68
1930.10.17	大聖寺付近	36° 25.55′ N	136° 15.47′ E	6.3	10
1934.8.18	岐阜県八幡付近	35° 38.12′ N	137° 4.23′ E	6.3	6
1936.2.21	大和・河内 ＜河内大和地震＞	34° 31.34′ N	135° 41.63′ E	6.4	18.33
1943.3.4	鳥取市付近	35° 26.59′ N	134° 6.29′ E	6.2	5
1943.9.10	鳥取付近 ＜鳥取地震＞	35° 28.39′ N	134° 11.4′ E	7.2	0
1945.1.13	愛知県南部 ＜三河地震＞	34° 42.16′ N	137° 6.87′ E	6.8	10.7
1948.6.15	田辺市付近	33° 42.54′ N	135° 17.19′ E	6.7	0
1948.6.28	福井平野 ＜福井地震＞	36° 10.31′ N	136° 17.43′ E	7.1	0
1949.1.20	兵庫県北部	35° 35.97′ N	134° 28.75′ E	6.3	14
1950.4.26	熊野川下流域	33° 57.26′ N	135° 54.1′ E	6.5	47
1952.3.7	大聖寺沖 ＜大聖寺沖地震＞	36° 29.89′ N	136° 8.87′ E	6.5	17
1952.7.18	奈良県中部 ＜吉野地震＞	34° 27.26′ N	135° 46.43′ E	6.7	61
1955.6.23	鳥取県西部	35° 18′ N	133° 23′ E	5.5	10
1961.5.7	兵庫県西部	35° 2.9′ N	134° 30.7′ E	5.9	23.2
1961.8.19	福井・岐阜県境 ＜北美濃地震＞	36° 6.7′ N	136° 42′ E	7.0	10
1963.3.27	福井県沖 ＜越前岬沖地震＞	35° 48.9′ N	135° 47.5′ E	6.9	13.9
1968.8.18	京都府中部	35° 13′ N	135° 23′ E	5.6	0
1969.9.9	岐阜県中部	35° 47′ N	137° 4′ E	6.6	0
1972.8.31	福井県東部	35° 53′ N	136° 46′ E	6.0	10
1973.11.25	和歌山県西部	33° 51′ N	135° 25′ E	5.9	60
1983.10.31	鳥取県沿岸	35° 25′ N	133° 55.4′ E	6.2	15

第 4.2.1 表(4) 敷地周辺の主な被害地震

発生年月日	地名＜地震名称＞	緯度※ ¹	経度※ ¹	マグニチュード※ ²	深さ [km]
1984.5.30	兵庫県南西部	34° 57.8′ N	134° 35.4′ E	5.6	17
1984.9.14	長野県西部 ＜長野県西部地震＞	35° 49.5′ N	137° 33.4′ E	6.8	2
1987.5.9	和歌山県北東部	34° 8.8′ N	135° 24.3′ E	5.6	8.1
1990.1.11	滋賀県南部	35° 6.8′ N	135° 58.5′ E	5	11.2
1994.5.28	滋賀県中東部	35° 19.6′ N	136° 16.7′ E	5.3	44.1
1995.1.17	兵庫県南東沿岸 ＜平成7年(1995年)兵庫県南部地震, 阪神・淡路大震災＞	34° 35.9′ N	135° 2.1′ E	7.3	16.06
1996.2.7	福井県嶺北地方	35° 56.1′ N	136° 37.37′ E	5.3	12.15
1997.3.16	愛知県東部	34° 55.69′ N	137° 31.51′ E	5.9	39.12
1998.4.22	美濃中西部	35° 10.54′ N	136° 33.79′ E	5.5	7.78
2000.6.7	石川県西方沖	36° 49.59′ N	135° 33.78′ E	6.2	21.3
2000.10.31	三重県中部	34° 17.92′ N	136° 19.29′ E	5.7	38.73
2001.1.12	兵庫県北部	35° 27.96′ N	134° 29.4′ E	5.6	10.59
2001.8.25	京都府南部	35° 9.11′ N	135° 39.6′ E	5.4	8.18
2001.12.28	滋賀県北部	35° 27.17′ N	135° 53.55′ E	4.5	6.68
2002.9.16	鳥取県中西部	35° 22.2′ N	133° 44.36′ E	5.5	9.64
2002.11.17	加賀地方	36° 18.12′ N	136° 40.41′ E	4.7	7.66
2005.1.9	愛知県西部	35° 18.7′ N	136° 50.05′ E	4.7	12.59
2005.12.24	愛知県西部	35° 13.84′ N	136° 50.41′ E	4.8	42.96
2006.5.15	和歌山県北部	34° 13.46′ N	135° 13.26′ E	4.5	3.22
2007.4.15	三重県中部	34° 47.47′ N	136° 24.46′ E	5.4	15.97
2011.2.21	和歌山県南部	33° 52.64′ N	135° 21.89′ E	4.8	53.47
2011.2.27	飛騨地方	36° 9.38′ N	137° 27.28′ E	5.5	4.34
2011.7.5	和歌山県北部	33° 59.43′ N	135° 14.05′ E	5.5	7.33
2011.12.14	美濃東部	35° 21.33′ N	137° 14.66′ E	5.1	48.82

※1：気象庁地震カタログによるものは、世界測地系、その他は日本測地系による。

※2：地震史料に記載されている緯度・経度・マグニチュードに幅がある場合は、中央値とする。

第 4.3.1 表 敷地に影響を及ぼしたと考えられる過去の地震

番号	発生年月日	マグニチュード	震央距離 (km)	地 名 (地震名)
1	745.6.5	7.9	106	美濃
2	1185.8.13	7.4	64	近江・山城・大和
3	1586.1.18	7.8	118	畿内・東海・東山・北陸諸道
4	1596.9.5	7.5	80	畿内および近隣
5	1662.6.16	7.5	44	山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃
6	1819.8.2	7.25	81	伊勢・美濃・近江
7	1891.10.28	8.0	100	愛知県・岐阜県 (濃尾地震)
8	1927.3.7	7.3	53	京都府北西部 (北丹後地震)
9	1963.3.27	6.9	42	福井県沖 (越前岬沖地震)

第 4.3.2 表 敷地に影響を及ぼすと考えられる活断層による地震

番号	断層名	長さ (km)	マグニチュード	震央距離 (km)
1	安島岬沖～和布一干飯崎沖～甲楽城断層	76	8.0	76
2	敦賀断層	23	7.1	50
3	大陸棚外縁～B～野坂断層	49	7.7	44
4	三方断層	27	7.2	37
5	花折断層	58	7.8	50
6	琵琶湖西岸断層系	60	7.8	53
7	濃尾地震断層系	80	8.0	110
8	上林川断層	39.5※ ¹	7.5	26
9	有馬－高槻構造線	45	7.6	77
10	山田断層	33	7.4	38
11	郷村断層	34	7.4	51
12	三峠断層	20	7.0	35
13	F _{GA3} 東部断層	29	7.3	60
14	F _O －A～F _O －B～熊川断層	63.4※ ¹	7.8	15
15	F _O －C断層	20※ ¹	6.8※ ²	18
16	甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～ 柳ヶ瀬山断層	36	7.4	56

※ 1 地震動評価上の長さとして設定した。

※ 2 孤立した短い活断層として扱うため、M6.8 の地震規模を想定した。

第 4.4.1 表 地震動評価に用いる地下構造モデル

No.	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	層厚 (km)	上面深度 (km)	Q _s	減衰定数 (%)
1	4.2	2.2	2.7	0.04	0.00	16.67	3.0
2	4.6	2.5	2.7	0.16	0.04	16.67	3.0
2'	4.6	2.5	2.7	0.06	0.20	100.00	0.5
3	4.7	2.6	2.7	0.25	0.26	100.00	0.5
4	4.9	2.7	2.7	0.06	0.51	100.00	0.5
5	5.0	2.8	2.7	0.20	0.57	100.00	0.5
6	5.1	2.9	2.7	0.11	0.77	100.00	0.5
7	5.3	3.0	2.7	0.17	0.88	100.00	0.5
8	5.4	3.1	2.7	0.36	1.05	100.00	0.5
9	5.5	3.2	2.7	1.59	1.41	100.00	0.5
10	6.0	3.6	2.7	—	3.00	100.00	0.5

第 4.5.1 表 敷地に影響を及ぼしたと考えられる過去の地震の評価に
用いた諸元

番号	地震名	マグニチュード	等価震源距離※ (km)
1	745 年美濃の地震	7.9	113.2
2	1185 年近江・山城・大和の地震	7.4	68.3
3	1586 年畿内・東海・東山・北陸諸道の地震	7.8	123.3
4	1596 年畿内および近隣の地震	7.5	84.2
5	1662 年山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃の地震	7.5	51.1
6	1819 年伊勢・美濃・近江の地震	7.25	83.5
7	1891 年愛知県・岐阜県の地震<濃尾地震>	8.0	109.2
8	1927 年京都府北西部の地震<北丹後地震>	7.3	57.2
9	1963 年福井県沖の地震<越前岬沖地震>	6.9	44.4

※円形断層を仮定して算定

第 4.5.2 表 敷地に影響を及ぼすと考えられる活断層による地震の評価に
用いた諸元

番号	断層名	マグニチュード	等価震源距離※ (km)
1	安島岬沖～和布～干飯崎沖～甲楽城断層	8.0	79.3
2	敦賀断層	7.1	51.2
3	大陸棚外縁～B～野坂断層	7.7	47.5
4	三方断層	7.2	44.5
5	花折断層	7.8	51.4
6	琵琶湖西岸断層系	7.8	52.0
7	濃尾地震断層系	8.0	109.0
8	上林川断層	7.5	24.8
9	有馬～高槻構造線	7.6	77.6
10	山田断層	7.4	38.6
11	郷村断層	7.4	50.9
12	三峠断層	7.0	36.9
13	F _{GA3} 東部断層	7.3	60.5
14	F _{O-A} ～F _{O-B} ～熊川断層	7.8	23.5
15	F _{O-C} 断層	6.8	20.5
16	甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層	7.4	57.5

※矩形断層を仮定して算定

第 4.5.3 表 基本ケースにおける主な断層パラメータの設定根拠

パラメータ			設定根拠
巨視的断層パラメータ	断層形状	位置、長さ、走向、傾斜角、すべり角	調査結果に基づき設定する。
		地震発生層	地下構造モデルの速度構造及び微小地震の発生状況により上端深さを 3km、下端深さを 18km と設定する。
	地震モーメント		強震動予測レシピに従い、経験式により設定する。
	平均応力降下量		強震動予測レシピに従って算定したアスペリティ面積が断層全体の 30%より小さい場合は円形クラックの式を用い、30%より大きい場合は Fujii and Matsu`ura(2000)に基づき $\Delta\sigma=3.1\text{MPa}$ と設定する。
	立ち上がり時間		Somerville et al.(1999)による経験式により設定する。
微視的断層パラメータ	アスペリティの位置		サイトでの地震動が保守的となるよう敷地近傍に設定する。
	アスペリティの面積		強震動予測レシピに従い、短周期レベル A を介して算定する。 なお、強震動予測レシピに従って算定されたアスペリティ面積が断層全体の 30%より大きい場合は、Somerville et al.(1999)の知見を参考に、アスペリティの面積を断層全体の 22%とする。
	アスペリティの応力降下量		強震動予測レシピに従い設定する。
その他のパラメータ	破壊伝播様式		強震動予測レシピに従い、同心円状の破壊伝播とする。
	破壊伝播速度		強震動予測レシピに従い、経験式により設定する。
	破壊開始点		断層面及びアスペリティの下端に複数設定する。
fmax			香川他(2003)により、fmax=8.3Hz と設定する。
Q 値			佐藤他(2007)により、 $Q=50f^{1.1}$ と設定する。

第 4.5.4 表 不確かさを考慮するパラメータの設定根拠

F O－A～F O－B～熊川断層

不確かさを考慮するパラメータ	設定根拠
短周期の地震動レベル	2007 年新潟県中越沖地震の知見を踏まえて、短周期領域のフーリエスペクトルの比が基本ケースの 1.5 倍となるように設定する。
傾斜角	断層面が敷地に近くなるように、 75° とする。
すべり角	横ずれ断層であるが、縦ずれ成分も含まれることから、 30° とする。
破壊伝播速度	宮腰他(2003)の知見を踏まえて、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度に標準偏差 1σ を考慮して、 $V_r=0.87\beta$ (β は地震発生層の S 波速度) とする。
アスペリティ配置	敷地への影響が大きくなるようにすべてのアスペリティを一塊及び一塊横長として配置する。

上林川断層

不確かさを考慮するパラメータ	設定根拠
短周期の地震動レベル	2007 年新潟県中越沖地震の知見を踏まえて、短周期領域のフーリエスペクトルの比が基本ケースの 1.5 倍となるように設定する。
破壊伝播速度	宮腰他(2003)の知見を踏まえて、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度に標準偏差 1σ を考慮して、 $V_r=0.87\beta$ (β は地震発生層の S 波速度) とする。

第 4.5.5 表 応答スペクトルに基づく地震動評価における検討ケース一覧

F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層

ケース名	傾斜角	アスペリティ	マグニチュード	等価震源距離
基本ケース	90°	敷地近くに配置	7.8	20.2km
傾斜角 75° ケース	75°	敷地近くに配置	7.8	18.6km
アスペリティ一塊ケース	90°	敷地近くで一塊に配置	7.8	19.7km
アスペリティ一塊横長ケース	90°	敷地近くで一塊横長に配置	7.8	19.5km

上林川断層

ケース名	傾斜角	アスペリティ	マグニチュード	等価震源距離
基本ケース	90°	敷地近くに配置	7.5	19.9km

第 4.5.6 表 断層モデルを用いた手法による地震動評価における検討ケース一覧

F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層

ケース名	短周期の地震動レベル	傾斜角	すべり角	破壊伝播速度	アスペリティ	破壊開始点
基本ケース	レシビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta^*$	敷地近くに配置	複数設定
短周期の地震動 1.5 倍ケース	レシビ平均×1.5	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	敷地近くに配置	複数設定
傾斜角 75° ケース	レシビ平均	75°	0°	$V_r=0.72\beta$	敷地近くに配置	複数設定
すべり角 30° ケース	レシビ平均	90°	30°	$V_r=0.72\beta$	敷地近くに配置	複数設定
$V_r=0.87\beta$ ケース	レシビ平均	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	敷地近くに配置	複数設定
アスペリティ一塊ケース	レシビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	敷地近くで一塊に配置	複数設定
アスペリティ一塊横長ケース	レシビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	敷地近くで一塊・横長に配置	複数設定

※ β は地震発生層の S 波速度

上林川断層

ケース名	短周期の地震動レベル	破壊伝播速度	アスペリティ	破壊開始点
基本ケース	レシビ平均	$V_r=0.72\beta^*$	敷地近くに配置	複数設定
短周期の地震動 1.5 倍ケース	レシビ平均×1.5	$V_r=0.72\beta$	敷地近くに配置	複数設定
$V_r=0.87\beta$ ケース	レシビ平均	$V_r=0.87\beta$	敷地近くに配置	複数設定

※ β は地震発生層の S 波速度

第 4.5.7 表 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層パラメータ
(基本ケース、短周期の地震動 1.5 倍ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値			
				全体	F O - A ~ F O - B 断層	熊川断層	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	—	35° 47' 04" 135° 25' 36"	(西側) 35° 32' 17" 135° 41' 20" (東側) 35° 29' 04" 135° 46' 12"	
	走向	地質調査結果により設定	°	—	139.63	(西側) 129.16 (東側) 110.58	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90			
	すべり角	地質調査結果により設定	°	0			
	断層長さ	断層位置から計算	km	63.4	36.2	27.2	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15			
	断層面積	S=L (断層長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	951	543	408	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定	km	3			
	断層下端深さ		km	18			
	地震モーメント	M ₀ =S/(4.24×10 ⁻¹⁰) ^{20/107} (入倉・三宅(2001))	N・m	5.03×10 ¹⁹	3.05×10 ¹⁹	1.98×10 ¹⁹	
	剛性率	μ=ρβ ² , ρ=2.7g/cm ³ , β=3.6km/s	N/m ²	3.50×10 ¹⁰			
	平均すべり量	D=M ₀ /(μS)	cm	151.2	160.3	139.0	
	平均応力降下量	Fujii and Matsu'ura(2000)	MPa	3.10			
	立ち上がり時間	T _r =2.03×10 ⁻⁹ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/5} (Somerville et al.(1999))	sec	1.61			
	短周期レベル(参考)	A=2.46×10 ¹⁰ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/8} (堀他(2001))	N・m/s ²	1.96×10 ¹⁹			
微視的断層パラメータ	アスベリテイ	面積	S _a =γ _{asp} ×S, (γ _{asp} =0.22)	km ²	209.22	119.46	89.76
		平均すべり量	D _a =γ _D D, γ _D =2.01	cm	303.9	322.3	279.4
		地震モーメント	M _{0a} =μS _a D _a	N・m	2.22×10 ¹⁹	1.35×10 ¹⁹	8.77×10 ¹⁸
		応力降下量	Δσ _a =(S / S _a) Δσ	MPa	14.1		
	大アスベリテイ	面積	S _{a1} =2/3S _a	km ²	—	79.64	—
		平均すべり量	D _{a1} =M _{0a1} /(μS _{a1})	cm	—	357.1	—
		地震モーメント	M _{0a1} = M _{0a} S _{a1} ^{1.5} / (S _{a1} ^{1.5} +S _{a2} ^{1.5})	N・m	—	9.95×10 ¹⁸	—
		応力降下量	Δσ _{a1} =Δσ _a	MPa	—	14.1	—
	小アスベリテイ	面積	S _{a2} =1/3 S _a	km ²	—	39.82	—
		平均すべり量	D _{a2} =M _{0a2} /(μS _{a2})	cm	—	252.5	—
		地震モーメント	M _{0a2} = M _{0a} S _{a2} ^{1.5} / (S _{a1} ^{1.5} +S _{a2} ^{1.5})	N・m	—	3.52×10 ¹⁸	—
		応力降下量	Δσ _{a2} =Δσ _a	MPa	—	14.1	—
	背景領域	面積	S _b = S - S _a	km ²	741.78	423.54	318.24
		平均すべり量	D _b = M _{0b} / (μS _b)	cm	108.1	114.7	99.4
		地震モーメント	M _{0b} = M ₀ - M _{0a}	N・m	2.81×10 ¹⁹	1.70×10 ¹⁹	1.11×10 ¹⁹
		実効応力	σ _b =0.2Δσ _a	MPa	2.8		
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状			
	破壊伝播速度	V _r =0.72β(Geller(1976))	km/s	2.59			
Q 値		佐藤他(2007)	—	50f ⁻¹			
f _{max}		香川他(2003)	Hz	8.3			

第 4.5.8 表 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層パラメータ
(傾斜角 75° ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値			
				全体	F O - A ~ F O - B 断層	熊川断層	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	—	35° 46′ 47″ 135° 25′ 12″	(西側) 35° 32′ 06″ 135° 40′ 47″ (東側) 35° 28′ 49″ 135° 45′ 32″	
	走向	地質調査結果により設定	°	—	139.63	(西側) 129.16 (東側) 110.58	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	75			
	すべり角	地質調査結果により設定	°	0			
	断層長さ	断層位置から計算 (上辺と下辺の平均)	km	64.7	36.4	28.3	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15.5			
	断層面積	S=L (断層長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	1002.85	564.2	438.65	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定	km	3			
	断層下端深さ		km	18			
	地震モーメント	$M_0=\{S(4.24\times10^{11})\}^{20/107}$ (入倉・三宅(2001))	N・m	5.59×10^{19}	3.32×10^{19}	2.28×10^{19}	
	剛性率	$\mu=\rho\beta^2$, $\rho=2.7\text{g/cm}^3$, $\beta=3.6\text{km/s}$	N/m ²	3.50×10^{10}			
	平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	cm	159.4	168.1	148.2	
	平均応力降下量	Fujii and Matsu'ura(2000)	MPa	3.10			
	立ち上がり時間	$T_r=2.03\times10^{-9}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (Somerville et al.(1999))	sec	1.67			
	短周期レベル(参考)	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (壇他(2001))	N・m/s ²	2.03×10^{19}			
微視的断層パラメータ	アスベリテイ	面積	$S_a=\gamma_{asp}\times S$, ($\gamma_{asp}=0.22$)	km ²	220.63	124.12	96.50
		平均すべり量	$D_a=\gamma_D D$, $\gamma_D=2.01$	cm	320.4	337.9	297.9
		地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	2.47×10^{19}	1.47×10^{19}	1.01×10^{19}
		応力降下量	$\Delta\sigma_a=(S/S_a)\Delta\sigma$	MPa	14.1		
	大アスベリテイ	面積	$S_{a1}=2/3S_a$	km ²	—	82.75	—
		平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$	cm	—	374.5	—
		地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	1.08×10^{19}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	小アスベリテイ	面積	$S_{a2}=1/3S_a$	km ²	—	41.37	—
		平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/(\mu S_{a2})$	cm	—	264.8	—
		地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a}S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	3.83×10^{18}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	782.22	440.08	342.15
		平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	114.0	120.2	106.0
		地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	3.12×10^{19}	1.85×10^{19}	1.27×10^{19}
		実効応力	$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	MPa	2.8		
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状			
	破壊伝播速度	$V_r=0.72\beta$ (Geller(1976))	km/s	2.59			
Q 値		佐藤他(2007)	—	$50f^{1.1}$			
$f_{\max}$		香川他(2003)	Hz	8.3			

第 4.5.9 表 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層パラメータ
(すべり角 30° ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値			
				全体	F O - A ~ F O - B 断層	熊川断層	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	—	35° 47′ 04″ 135° 25′ 36″	(西側) 35° 32′ 17″ 135° 41′ 20″ (東側) 35° 29′ 04″ 135° 46′ 12″	
	走向	地質調査結果により設定	°	—	139.63	(西側) 129.16 (東側) 110.58	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90			
	すべり角	地質調査結果により設定	°	30			
	断層長さ	断層位置から計算	km	63.4	36.2	27.2	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15			
	断層面積	S=L (断層長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	951	543	408	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定	km	3			
	断層下端深さ		km	18			
	地震モーメント	$M_0=S(4.24\times10^{11})^{2/3}10^7$ (入倉・三宅(2001))	N・m	5.03×10^{19}	3.05×10^{19}	1.98×10^{19}	
	剛性率	$\mu=\rho\beta^2$, $\rho=2.7\text{g/cm}^3$, $\beta=3.6\text{km/s}$	N/m ²	3.50×10^{10}			
	平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	cm	151.2	160.3	139.0	
	平均応力降下量	Fujii and Matsu'ura(2000)	MPa	3.10			
	立ち上がり時間	$T_r=2.03\times10^{-9}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (Somerville et al.(1999))	sec	1.61			
	短周期レベル(参考)	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (壇他(2001))	N・m/s ²	1.96×10^{19}			
微視的断層パラメータ	アスベリテイ	面積	$S_a=\gamma_{asp}\times S$, ($\gamma_{asp}=0.22$)	km ²	209.22	119.46	89.76
		平均すべり量	$D_a=\gamma_D D$, $\gamma_D=2.01$	cm	303.9	322.3	279.4
		地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	2.22×10^{19}	1.35×10^{19}	8.77×10^{18}
		応力降下量	$\Delta\sigma_a=(S/S_a)\Delta\sigma$	MPa	14.1		
	大アスベリテイ	面積	$S_{a1}=2/3S_a$	km ²	—	79.64	—
		平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$	cm	—	357.1	—
		地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	9.95×10^{18}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	小アスベリテイ	面積	$S_{a2}=1/3S_a$	km ²	—	39.82	—
		平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/(\mu S_{a2})$	cm	—	252.5	—
		地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a}S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	3.52×10^{18}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	741.78	423.54	318.24
		平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	108.1	114.7	99.4
		地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	2.81×10^{19}	1.70×10^{19}	1.11×10^{19}
		実効応力	$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	MPa	2.8		
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状			
	破壊伝播速度	$V_r=0.728$ (Geller(1976))	km/s	2.59			
Q 値		佐藤他(2007)	—	$50f^{1.1}$			
$f_{\max}$		香川他(2003)	Hz	8.3			

第 4.5.10 表 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層パラメータ
($V_r=0.87\beta$ ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値			
				全体	F O - A ~ F O - B 断層	熊川断層	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	—	35° 47' 04" 135° 25' 36"	(西側) 35° 32' 17" 135° 41' 20" (東側) 35° 29' 04" 135° 46' 12"	
	走向	地質調査結果により設定	°	—	139.63	(西側) 129.16 (東側) 110.58	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90			
	すべり角	地質調査結果により設定	°	0			
	断層長さ	断層位置から計算	km	63.4	36.2	27.2	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15			
	断層面積	S=L (断層長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	951	543	408	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定	km	3			
	断層下端深さ		km	18			
	地震モーメント	$M_0=S(424\times10^{10})^{0.107}$ (入倉・三宅(2001))	N・m	5.03×10^{19}	3.05×10^{19}	1.98×10^{19}	
	剛性率	$\mu=\rho\beta^2$, $\rho=2.7\text{g/cm}^3$, $\beta=3.6\text{km/s}$	N/m ²	3.50×10^{10}			
	平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	cm	151.2	160.3	139.0	
	平均応力降下量	Fujii and Matsu'ura(2000)	MPa	3.10			
	立ち上がり時間	$T_r=2.03\times10^{-9}\times(M_0\times10^7)^{0.4}$ (Somerville et al.(1999))	sec	1.61			
短周期ペナル (参考)	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (壇他(2001))	N・m/s ²	1.96×10^{19}				
微視的断層パラメータ	アスペリティ	面積	$S_a=\gamma_{asp}\times S$, ($\gamma_{asp}=0.22$)	km ²	209.22	119.46	89.76
		平均すべり量	$D_a=\gamma_D D$, $\gamma_D=2.01$	cm	303.9	322.3	279.4
		地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	2.22×10^{19}	1.35×10^{19}	8.77×10^{18}
		応力降下量	$\Delta\sigma_a=(S/S_a)\Delta\sigma$	MPa	14.1		
	大アスペリティ	面積	$S_{a1}=2/3S_a$	km ²	—	79.64	—
		平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$	cm	—	357.1	—
		地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	9.95×10^{18}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	小アスペリティ	面積	$S_{a2}=1/3S_a$	km ²	—	39.82	—
		平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/(\mu S_{a2})$	cm	—	252.5	—
		地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a}S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	—	3.52×10^{18}	—
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	MPa	—	14.1	—
	背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	741.78	423.54	318.24
		平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	108.1	114.7	99.4
		地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	2.81×10^{19}	1.70×10^{19}	1.11×10^{19}
		実効応力	$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	MPa	2.8		
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状			
	破壊伝播速度	$V_r=0.87\beta$	km/s	3.13			
Q 値		佐藤他(2007)	—	50 ^{F.1}			
$f_{\max}$		香川他(2003)	Hz	8.3			

第 4.5.11 表 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層パラメータ
(アスペリティー塊ケース、アスペリティー塊横長ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値		
				全体	F O - A ~ F O - B 断層	熊川断層
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	—	35° 47′ 04″ 135° 25′ 36″	(西側) 35° 32′ 17″ 135° 41′ 20″ (東側) 35° 29′ 04″ 135° 46′ 12″
	走向	地質調査結果により設定	°	—	139.63	(西側) 129.16 (東側) 110.58
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90		
	すべり角	地質調査結果により設定	°	0		
	断層長さ	断層位置から計算	km	63.4		
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15		
	断層面積	S=L (断層長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	951		
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定	km	3		
	断層下端深さ		km	18		
	地震モーメント	M ₀ = $\{S/(4.24\times10^{-11})\}^{2.0}/10^7$ (入倉・三宅(2001))	N・m	5.03×10 ¹⁹		
	剛性率	μ=ρβ ² , ρ=2.7g/cm ³ , β=3.6km/s	N/m ²	3.50×10 ¹⁰		
	平均すべり量	D=M ₀ /(μS)	cm	151.2		
	平均応力降下量	Fujii and Matsu'ura(2000)	MPa	3.10		
	立ち上がり時間	T _r =2.03×10 ⁻⁹ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/5} (Somerville et al.(1999))	sec	1.61		
	短期レベル (参考)	A=2.46×10 ¹⁰ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3} (壇他(2001))	N・	1.96×10 ¹⁹		
微視的断層パラメータ	アスペリテイ	面積	S _a =γ _{asp} ×S, (γ _{asp} =0.22)	km ²	209.22	
		平均すべり量	D _a =γ _D D, γ _D =2.01	cm	303.9	
		地震モーメント	M _{0a} =μS _a D _a	N・m	2.22×10 ¹⁹	
		応力降下量	Δσ _a =(S / S _a) Δσ	MPa	14.1	
	背景領域	面積	S _b = S - S _a	km ²	741.78	
		平均すべり量	D _b = M _{0b} / (μS _b)	cm	108.1	
		地震モーメント	M _{0b} = M ₀ - M _{0a}	N・m	2.81×10 ¹⁹	
		実効応力	σ _b =0.2Δσ _a	MPa	2.8	
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状		
	破壊伝播速度	V _r =0.728(Geller(1976))	km/s	2.59		
Q 値		佐藤他(2007)	—	50f ^{1.1}		
f _{max}		香川他(2003)	Hz	8.3		

第 4.5.12 表 上林川断層の断層パラメータ

(基本ケース、短周期の地震動 1.5 倍ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して設定	北緯 東経	(北部) 35° 25′ 02″ 135° 30′ 11″ (南部) 35° 18′ 15″ 135° 17′ 10″	
	走向	地質調査結果により設定	°	(北部) 237.9 (南部) 267.8	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90	
	すべり角	地質調査結果により設定	°	180	
	長さ	地震動評価上の長さとして設定	km	39.5	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15	
	断層面積	S=L (長さ) ×W (断層幅) として計算	km ²	592.5	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参照して設定	km	3	
	断層下端深さ		km	18	
	地震モーメント	M ₀ = $\{S/(4.24\times10^{-11})\}^{2.0}/10^7$ (入倉・三宅(2001))	N・m	1.95×10 ¹⁹	
	剛性率	μ=ρβ ² , ρ=2.7g/cm ³ , β=3.6km/s	N/m ²	3.50×10 ¹⁰	
	平均すべり量	D=M ₀ /(μS)	cm	94.2	
	平均応力降下量	Δσ=(7π ^{1.5} /16)・(M ₀ /S ^{1.5})	MPa	3.3	
	立ち上がり時間	Tr=2.03×10 ⁻⁹ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3} (Somerville et al.(1999))	sec	1.18	
	短周期レベル	A=2.46×10 ¹⁰ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3} (壇他(2001))	N・m/s ²	1.43×10 ¹⁹	
微視的断層パラメータ	アスぺリテイ	面積	S _a =πr ² , r=(7πM ₀ β ²)/(4AR), R=(S/π) ^{0.5} , (γ _{asp} =0.267)	km ²	158.31
		平均すべり量	D _a =γ _D D, γ _D =2.01	cm	189.3
		地震モーメント	M _{0a} =μS _a D _a	N・m	1.05×10 ¹⁹
		応力降下量	Δσ _a =(S/S _a) Δσ	MPa	12.3
	大アスぺリテイ	面積	S _{a1} =2/3 S _a	km ²	105.54
		平均すべり量	D _{a1} = M _{0a1} /(μS _{a1})	cm	209.8
		地震モーメント	M _{0a1} = M _{0a1} S _{a1} ^{1.5} /(S _{a1} ^{1.5} + S _{a2} ^{1.5})	N・m	7.75×10 ¹⁸
		応力降下量	Δσ _{a1} =Δσ _a	MPa	12.3
	小アスぺリテイ	面積	S _{a2} =1/3S _a	km ²	52.77
		平均すべり量	D _{a2} = M _{0a2} /(μS _{a2})	cm	148.3
		地震モーメント	M _{0a2} = M _{0a2} S _{a2} ^{1.5} /(S _{a1} ^{1.5} + S _{a2} ^{1.5})	N・m	2.74×10 ¹⁸
		応力降下量	Δσ _{a2} =Δσ _a	MPa	12.3
	背景領域	面積	S _b = S - S _a	km ²	434.19
		平均すべり量	D _b = M _{0b} / (μS _b)	cm	59.5
		地震モーメント	M _{0b} = M ₀ - M _{0a}	N・m	9.04×10 ¹⁸
		実効応力	σ _b =0.2Δσ _a	MPa	2.5
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状	
	破壊伝播速度	V _r =0.72β(Geller(1976))	km/s	2.59	
Q 値		佐藤他(2007)	—	50f ⁻¹	
f _{max}		香川他(2003)	Hz	8.3	

第 4.5.13 表 上林川断層の断層パラメータ
($V_r=0.87\beta$ ケース)

断層パラメータ		設定方法	単位	設定値	
巨視的断層パラメータ	断層面基準点	地質調査結果による位置と傾斜角を考慮して計算	北緯 東経	(北部) 35° 25′ 02″ 135° 30′ 11″ (南部) 35° 18′ 15″ 135° 17′ 10″	
	走向	地質調査結果による位置より計算	°	(北部) 237.9 (南部) 267.8	
	傾斜角	地質調査結果により設定	°	90	
	すべり角	地質調査結果により設定	°	180	
	長さ	地震動評価上の長さとして設定	km	39.5	
	断層幅	地震発生層と傾斜角から設定	km	15	
	断層面積	S=L (長さ) × W (断層幅) として計算	km ²	592.5	
	断層上端深さ	微小地震の発生及び地下構造を参照して設定	km	3	
	断層下端深さ		km	18	
	地震モーメント	$M_0=\{S/(4.24\times10^{-11})\}^{2.0}/10^7$ (入倉・三宅(2001))	N・m	1.95×10^{19}	
	剛性率	$\mu=\rho\beta^2$, $\rho=2.7\text{g/cm}^3$, $\beta=3.6\text{km/s}$	N/m ²	3.50×10^{10}	
	平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	cm	94.2	
	平均応力降下量	$\Delta\sigma=(7\pi^{1.5}/16)\cdot(M_0/S^{1.5})$	MPa	3.3	
	立ち上がり時間	$T_r=2.03\times10^{-9}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (Somerville et al.(1999))	sec	1.18	
	短周期レベル	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$ (壇他(2001))	N・m/s ²	1.43×10^{19}	
微視的断層パラメータ	アスペリティ	面積	$S_a=\pi r^2$, $r=(7\pi M_0\beta^2)/(4AR)$, $R=(S/\pi)^{0.5}$, ($\gamma_{asp}=0.267$)	km ²	158.31
		平均すべり量	$D_a=\gamma_D D$, $\gamma_D=2.01$	cm	189.3
		地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	1.05×10^{19}
		応力降下量	$\Delta\sigma_a=(S/S_a)\Delta\sigma$	MPa	12.3
	大アスペリティ	面積	$S_{a1}=2/3 S_a$	km ²	105.54
		平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$	cm	209.8
		地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a1} S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	7.75×10^{18}
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	MPa	12.3
	小アスペリティ	面積	$S_{a2}=1/3 S_a$	km ²	52.77
		平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/(\mu S_{a2})$	cm	148.3
		地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a2} S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	N・m	2.74×10^{18}
		応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	MPa	12.3
	背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	434.19
		平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	59.5
地震モーメント		$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	9.04×10^{18}	
実効応力		$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	MPa	2.5	
その他のパラメータ	破壊伝播様式	同心円状	—	同心円状	
	破壊伝播速度	$V_r=0.87\beta$	km/s	3.13	
Q 値		佐藤他(2007)	—	50f ^{1.1}	
f _{max}		香川他(2003)	Hz	8.3	

第 4.5.14 表 震源を特定せず策定する地震動に関する検討対象地震

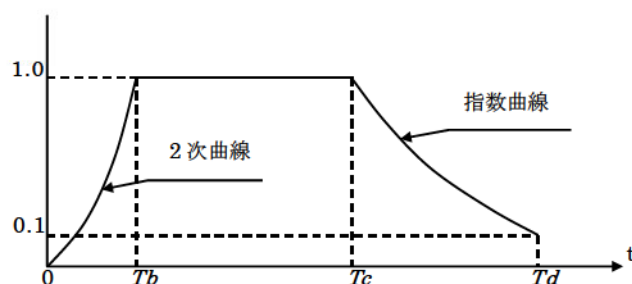
	地震名	発生日時	規模
1	2008 年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14 08:43	Mw6.9
2	2000 年鳥取県西部地震	2000/10/06 13:30	Mw6.6
3	2011 年長野県北部地震	2011/03/12 03:59	Mw6.2
4	1997 年 3 月鹿児島県北西部地震	1997/03/26 17:31	Mw6.1
5	2003 年宮城県北部地震	2003/07/26 07:13	Mw6.1
6	1996 年宮城県北部（鬼首）地震	1996/08/11 03:12	Mw6.0
7	1997 年 5 月鹿児島県北西部地震	1997/05/13 14:38	Mw6.0
8	1998 年岩手県内陸北部地震	1998/09/03 16:58	Mw5.9
9	2011 年静岡県東部地震	2011/03/15 22:31	Mw5.9
10	1997 年山口県北部地震	1997/06/25 18:50	Mw5.8
11	2011 年茨城県北部地震	2011/03/19 18:56	Mw5.8
12	2013 年栃木県北部地震	2013/02/25 16:23	Mw5.8
13	2004 年北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14 14:56	Mw5.7
14	2005 年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20 06:11	Mw5.4
15	2012 年茨城県北部地震	2012/03/10 02:25	Mw5.2
16	2011 年和歌山県北部地震	2011/07/05 19:18	Mw5.0

第 4.5.15 表 設計用応答スペクトル S_s-1 のコントロールポイント

周期 (s)	0.02	0.09	0.13	0.3	0.6	5
S_s-1 (水平方向) (cm/s)	2.23	25.78	37.24	73.53	100	100
S_s-1 (鉛直方向) (cm/s)	1.49	17.19	24.83	49.02	66.7	66.7

第 4.5.16 表 基準地震動 Ss-1 の模擬地震波の振幅包絡線の経時的変化

基準地震動		継続時間(s)	振幅包絡線の経時的変化(s)		
			T _b	T _c	T _d
模擬地震波	Ss-1 (水平方向)	79.8	9.3	31.2	79.8
	Ss-1 (鉛直方向)	79.8	9.3	31.2	79.8



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

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

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

$$E(t) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & 0 \leq T \leq T_b \\ 1.0 & T_b \leq T \leq T_c \\ e^{\frac{\ln(0.1)}{T_d-T_c}(T-T_c)} & T_c \leq T \leq T_d \end{cases}$$

ここで, M=7.8、X_{eq}=60km

第 4.5.17 表 模擬地震波 Ss-1 の作成結果

	作成条件		作成結果			
	応答スペクトル	振幅包絡線	最大加速度	応答スペクトル比	継続時間	SI 比
Ss-1 (水平方向)	第 4.5.15 表	第 4.5.16 表	700cm/s ²	第 4.5.30 図	79.8s	1.01
Ss-1 (鉛直方向)	第 4.5.15 表	第 4.5.16 表	467cm/s ²	第 4.5.30 図	79.8s	1.00

第 4.5.18 表 基準地震動の最大加速度

(単位 : cm/s^2)

基準地震動		NS 方向	EW 方向	UD 方向
Ss-1	設計用模擬地震波	700		467
Ss-2	FO-A~FO-B~熊川断層 (短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 5)	376	248	334
Ss-3	FO-A~FO-B~熊川断層 (短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 6)	396	240	313
Ss-4	FO-A~FO-B~熊川断層 ($V_r=0.87\beta$ ケース、破壊開始点 9)	255	205	218
Ss-5	上林川断層 (短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 3)	180	374	320
Ss-6	2000 年鳥取県西部地震・賀祥ダムの観測記録	528	531	485
Ss-7	2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	620		320

第 4.5.19 表 主要活断層モデル(A)のロジックツリーの分岐ごとの諸元

F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層

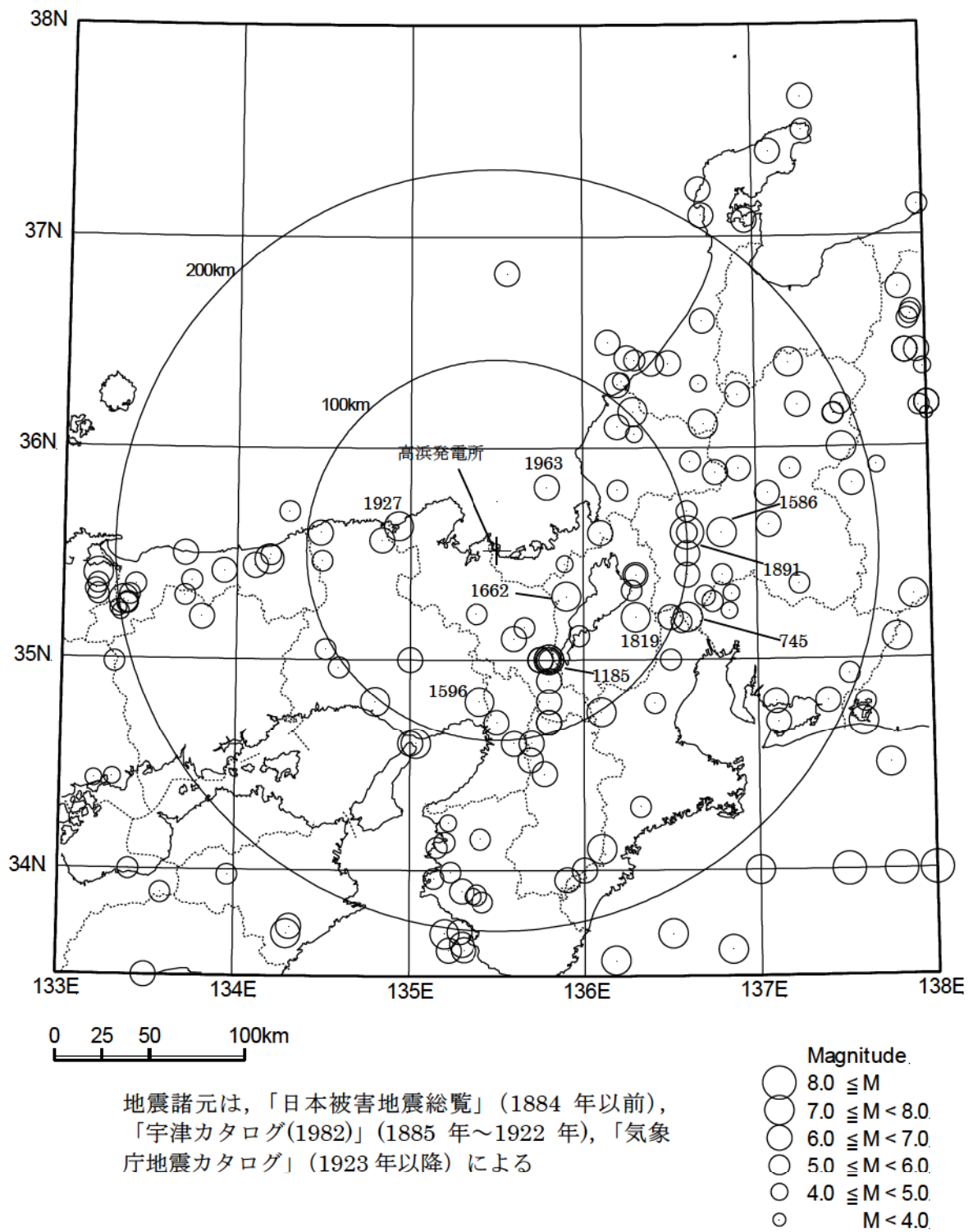
震源断層	断層長さ (km)	傾斜角 (°)	アスペリティ	Xeq (km)	M 松田(1975)	M 武村(1998)	M 入倉・三宅(2001)と Takemura et al.(1990)	活動度	年発生頻度 (回/年)
F O - A ~ F O - B 断層	35.3	90	近傍上端	17.9	7.4	7.5	7.2	B	8.92E-05
			近傍下端	20.5					
			遠方上端	23.2					
			遠方下端	24.7					
			考慮せず	21.0					
		75	近傍上端	16.3	7.4	7.5	7.3		
			近傍下端	18.3					
			遠方上端	21.8					
			遠方下端	22.9					
			考慮せず	19.2					
F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層	63.4	90	近傍上端	20.2	7.8	8.0	7.7	B	4.96E-05
			近傍下端	22.6					
			遠方上端	25.6					
			遠方下端	26.8					
			Asp 一塊	19.7					
			Asp 一塊横長	19.5					
			考慮せず	23.5					
		75	近傍上端	18.6	7.8	8.0	7.7		
			近傍下端	20.6					
			遠方上端	24.3					
			遠方下端	25.1					
			Asp 一塊	17.1					
			Asp 一塊横長	16.9					
			考慮せず	21.8					

上林川断層

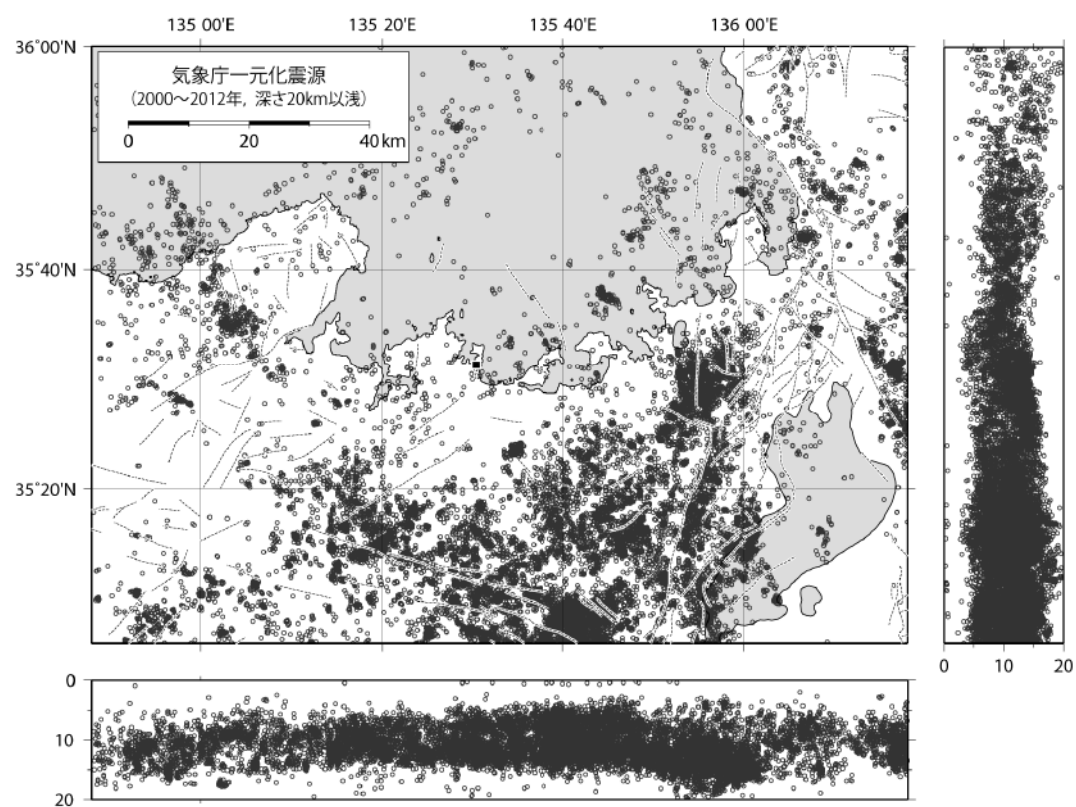
震源断層	断層長さ (km)	傾斜角 (°)	アスペリティ	Xeq (km)	M 松田(1975)	M 武村(1998)	M 入倉・三宅(2001)と Takemura et al.(1990)	活動度	年発生頻度 (回/年)
上林川断層	39.5	90	近傍上端	19.9	7.5	7.6	7.3	B	7.97E-05
			近傍下端	22.7					
			遠方上端	26.7					
			遠方下端	28.1					
			考慮せず	24.8					

第 4.5.20 表 主要活断層モデル(B)のロジックツリーの分岐ごとの諸元

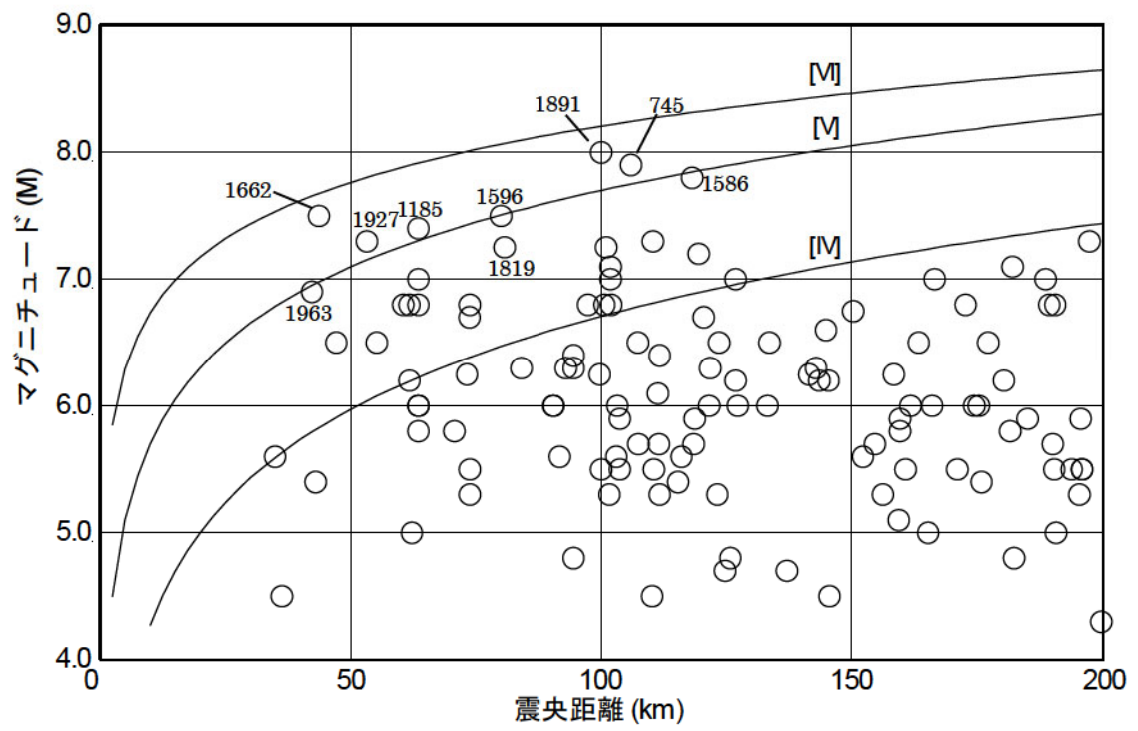
No	断層名	断層長さ (km)	Xeq (km)	M 松田(1975)	M 武村(1998)	M 入倉・三宅(2001)と Takemura et al.(1990)	活動度	年発生頻度 (回/年)
1	熊川断層	23	31.3	7.1	7.2	6.8	B	1.37E-04
2	郷村断層	34	50.9	7.4	7.5	7.2	B	9.26E-05
3	山田断層	33	38.6	7.4	7.5	7.1	B	9.54E-05
4	三方断層	27	44.5	7.2	7.3	7.1	B	1.17E-04
5	大陸棚外縁～ B～野坂断層	49	47.5	7.7	7.8	7.4	B	6.42E-05
6	花折断層	58	51.4	7.8	7.9	7.6	B	5.43E-05
7	琵琶湖西岸断層系	60	52.0	7.8	7.9	7.7	A	5.04E-04
8	濃尾地震断層系	80	109.0	8.0	8.1	7.8	B	3.93E-05
9	敦賀断層	23	51.2	7.1	7.2	6.9	B	1.37E-04
10	三峠断層	26	36.7	7.2	7.3	7.0	B	1.21E-04
11	安島岬沖～和布～ 干飯崎沖～ 甲楽城断層	76	79.3	8.0	8.1	8.1	B	4.14E-05
12	有馬-高槻構造線	45	77.6	7.6	7.7	7.4	B	6.99E-05
13	F _{GA3} 東部断層	29	60.5	7.3	7.4	7.0	B	1.09E-04
14	甲楽城沖断層～浦 底断層～池河内断 層～柳ヶ瀬山断層	36	57.5	7.4	7.5	7.3	B	8.74E-05



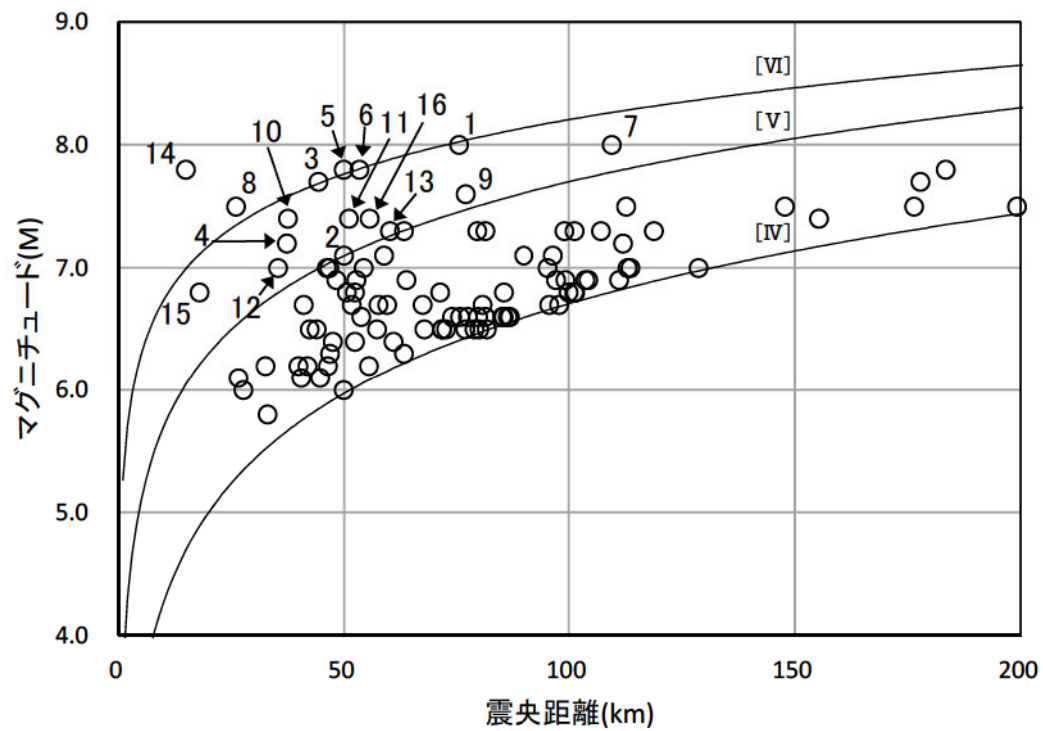
第 4.2.1 図 敷地周辺における被害地震の震央分布



第 4.2.2 図 敷地周辺で観測された地震の震央分布及び震源の鉛直分布

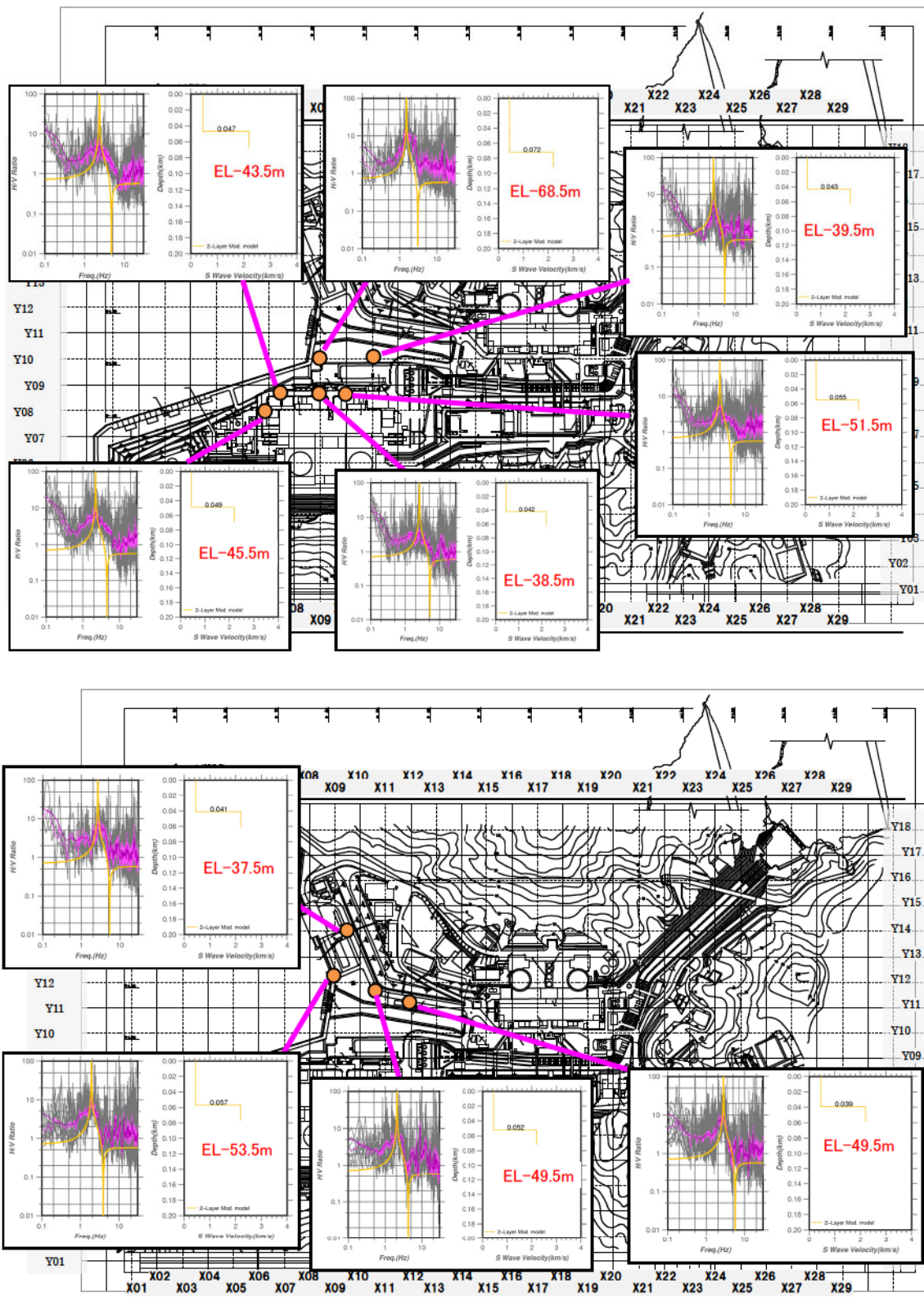


第 4.3.1 図 敷地周辺の被害地震のマグニチュードと震央距離の関係

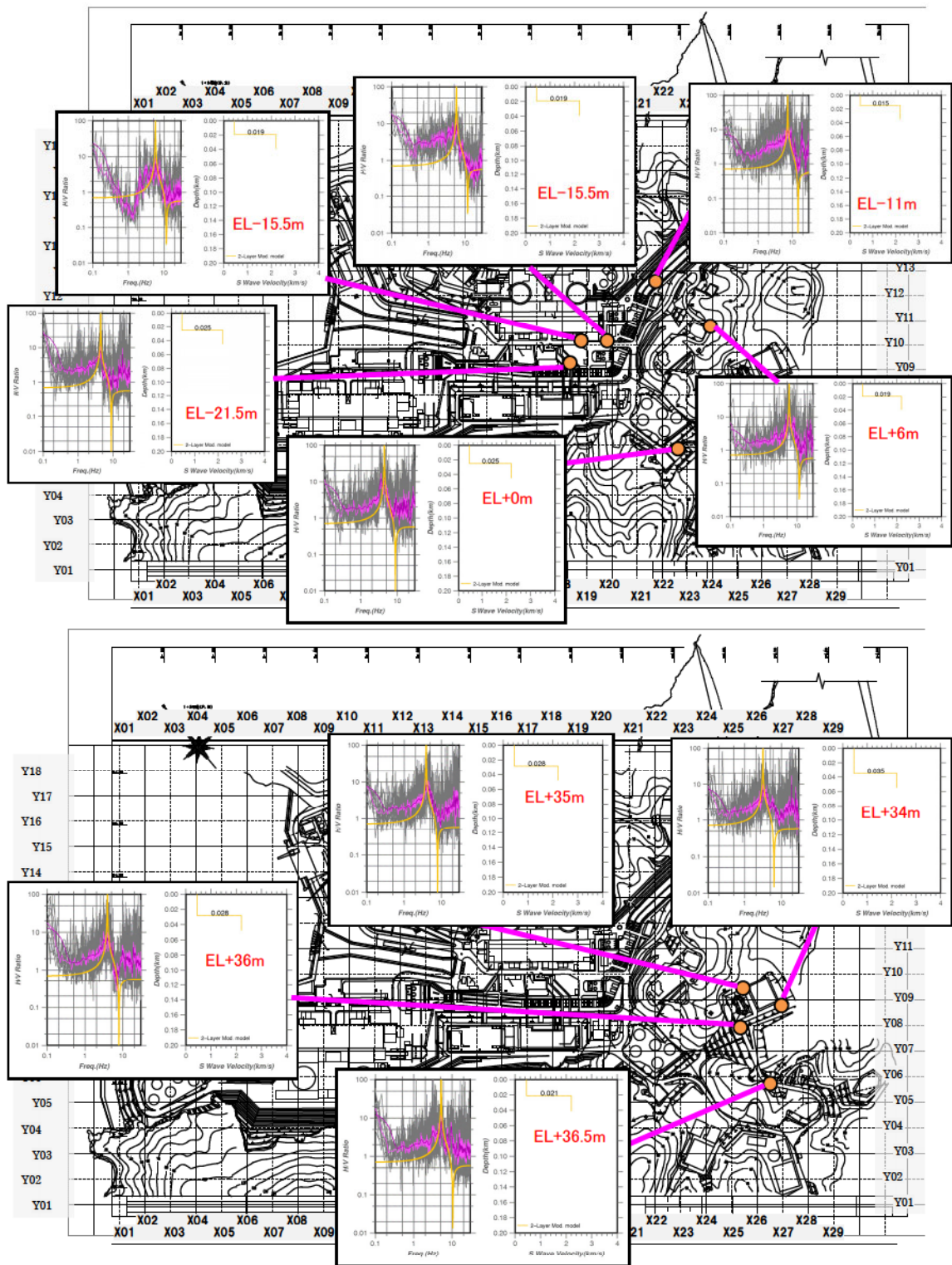


No	断層名
1	安島岬沖～和布～干飯崎沖～甲楽城断層
2	敦賀断層
3	大陸棚外縁～B～野坂断層
4	三方断層
5	花折断層
6	琵琶湖西岸断層系
7	濃尾地震断層系
8	上林川断層
9	有馬～高槻構造線
10	山田断層
11	郷村断層
12	三峠断層
13	F _{GA3} 東部断層
14	F _{O-A} ～F _{O-B} ～熊川断層
15	F _{O-C} 断層
16	甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～ 柳ヶ瀬山断層

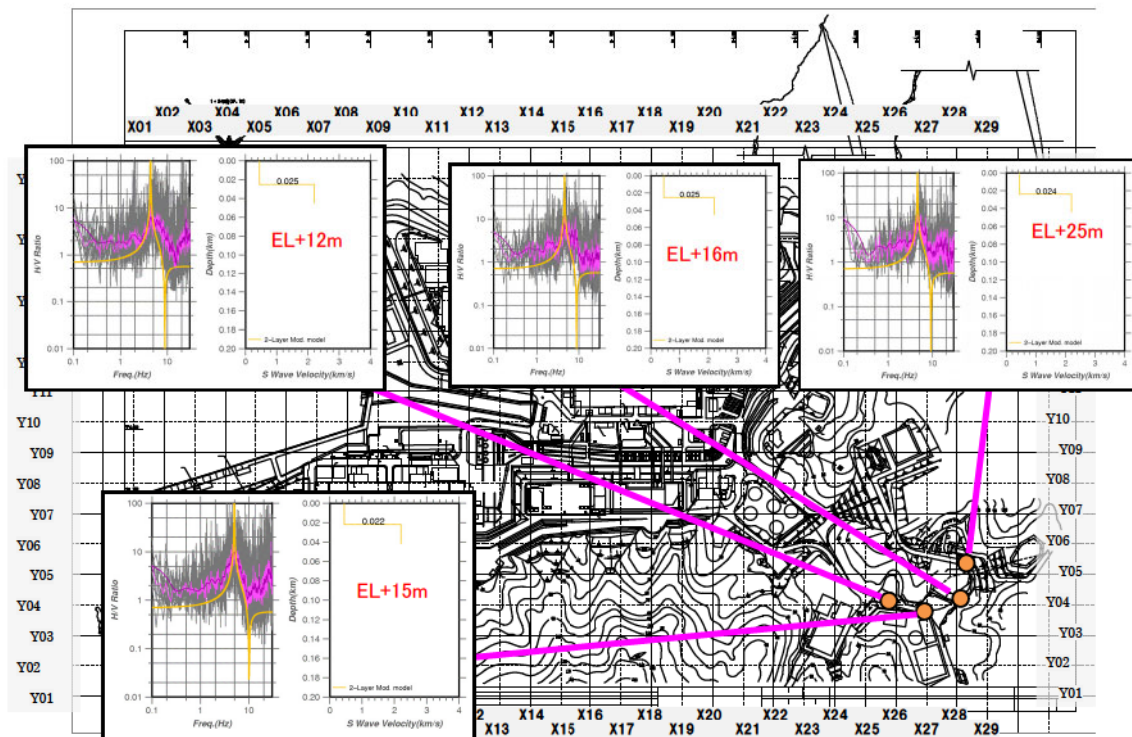
第 4.3.2 図 敷地周辺の主な活断層から想定される地震のマグニチュードと震央距離の関係



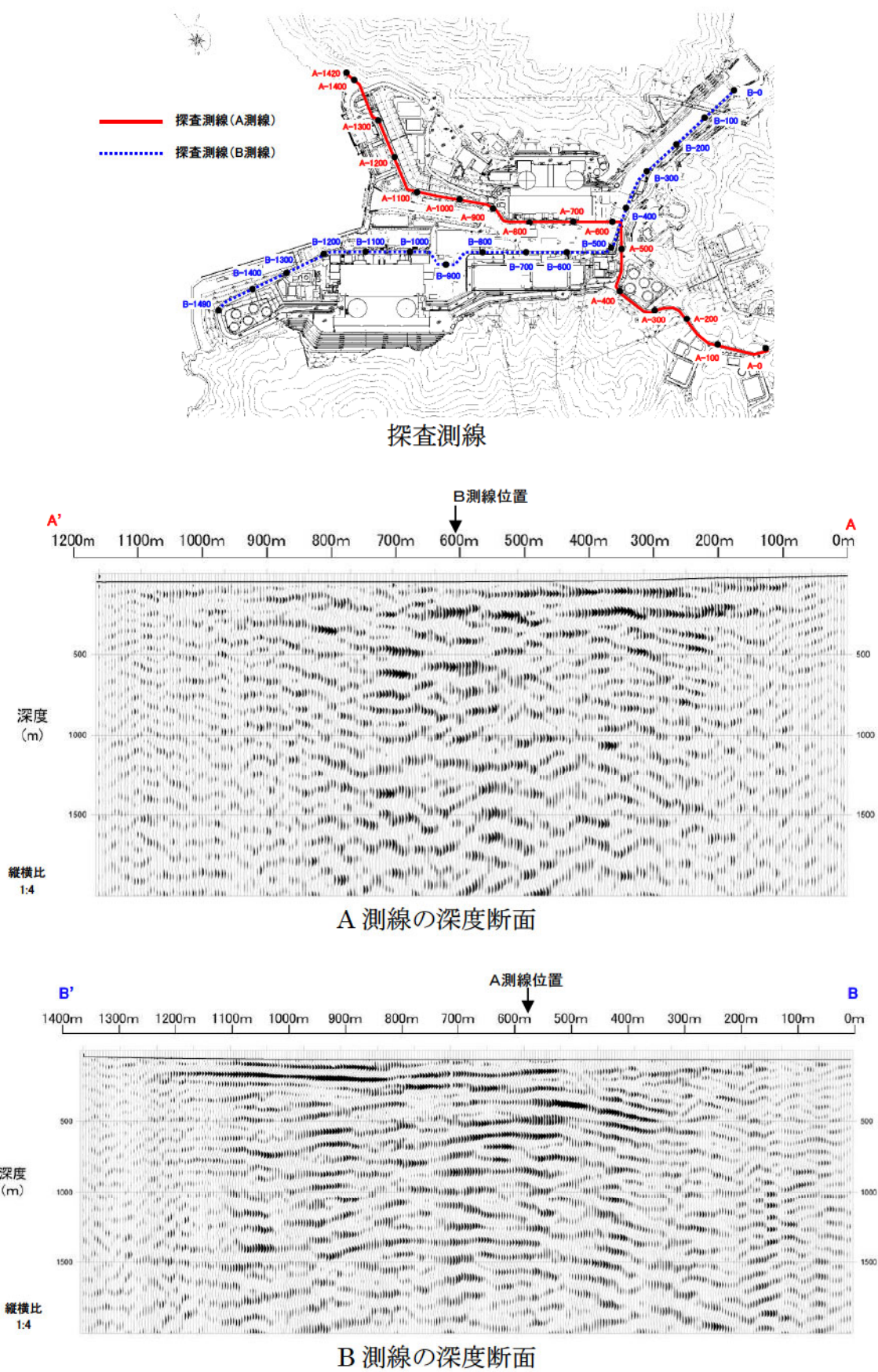
第 4.4.1 図(1) 単点微動観測により推定された $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度



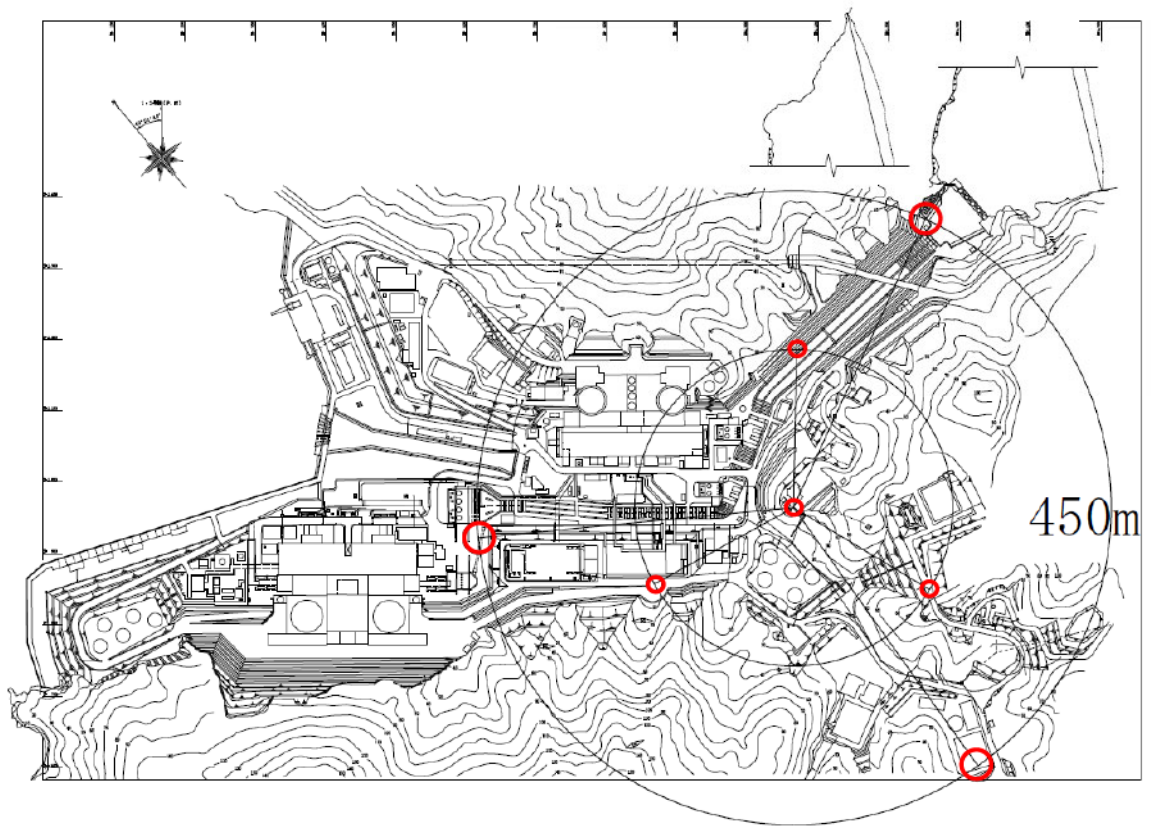
第 4.4.1 図(2) 単点微動観測により推定された $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度



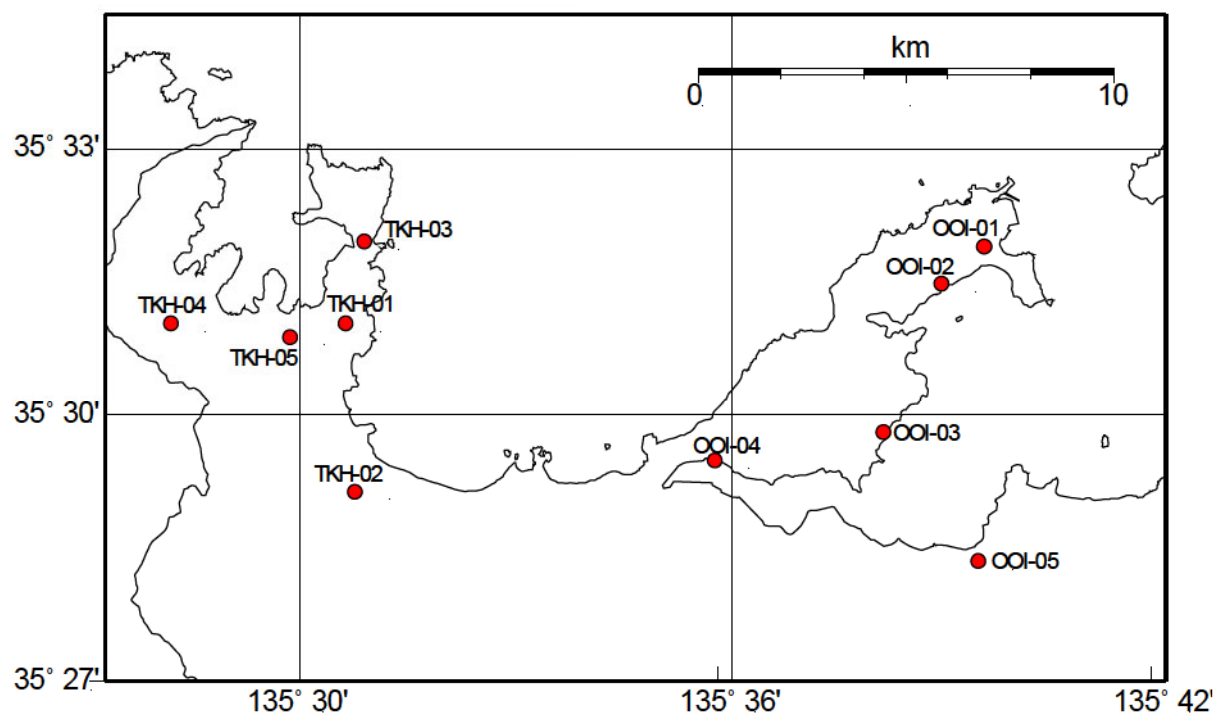
第 4.4.1 図(3) 単点微動観測により推定された $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度



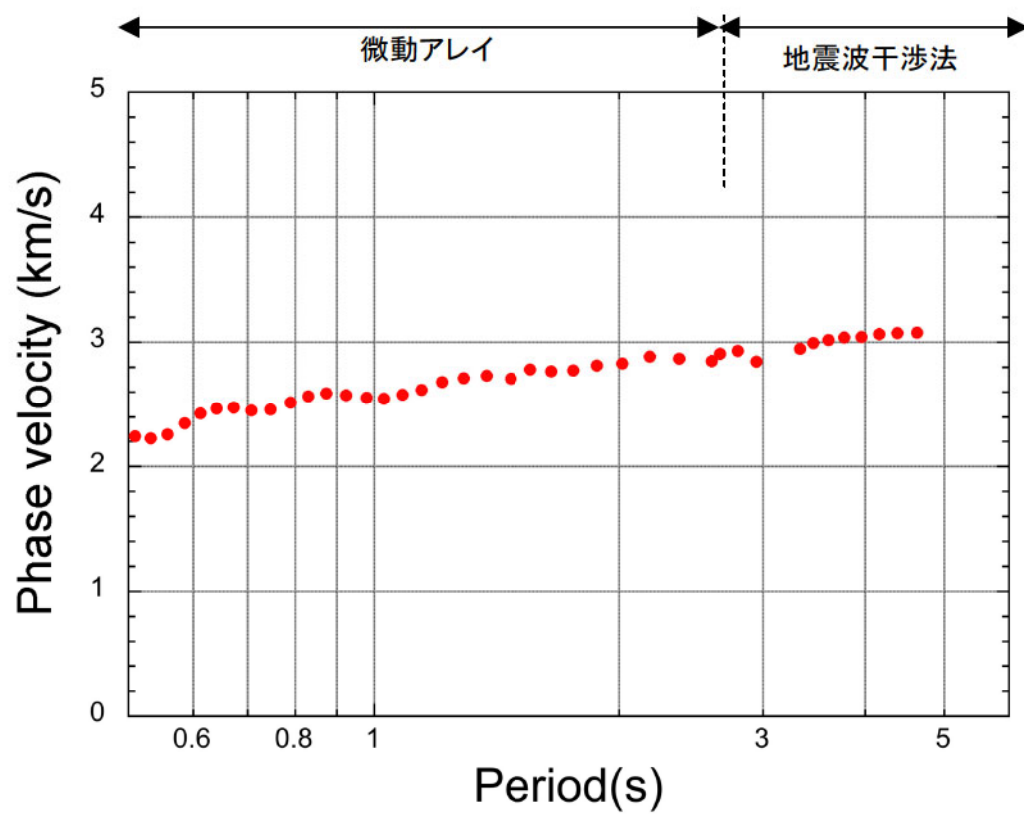
第 4.4.2 図 反射法地震探査の測線図及び深度断面



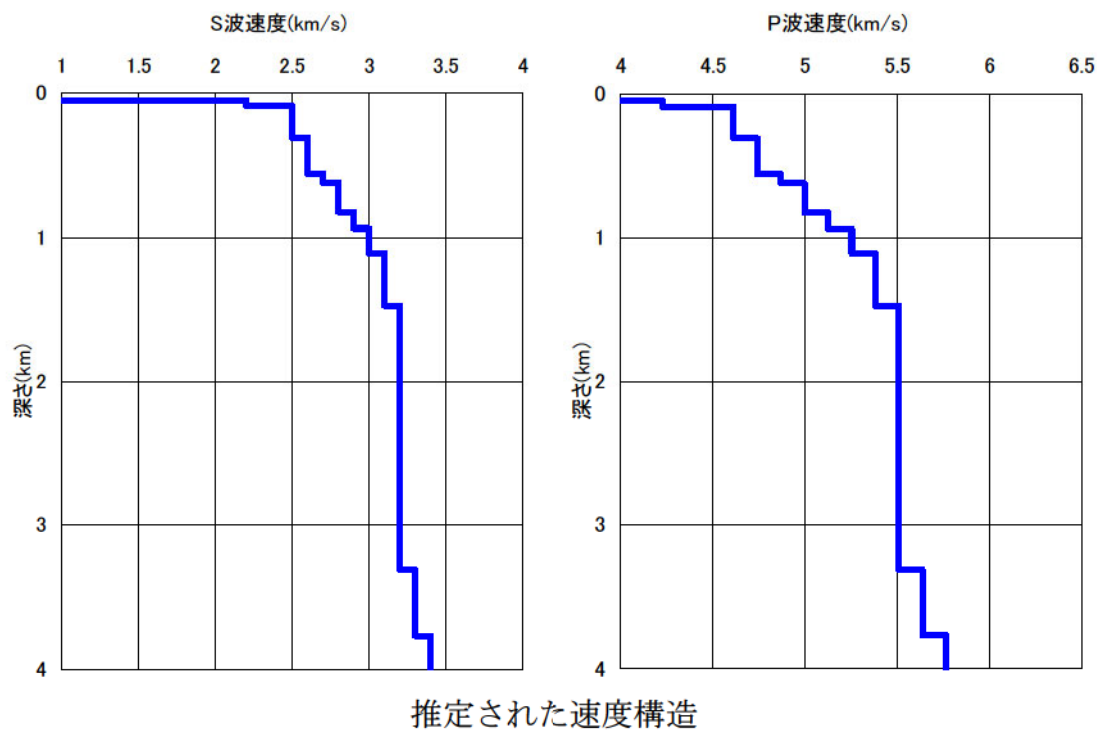
第 4.4.3 図 微動アレイ観測の観測点配置図



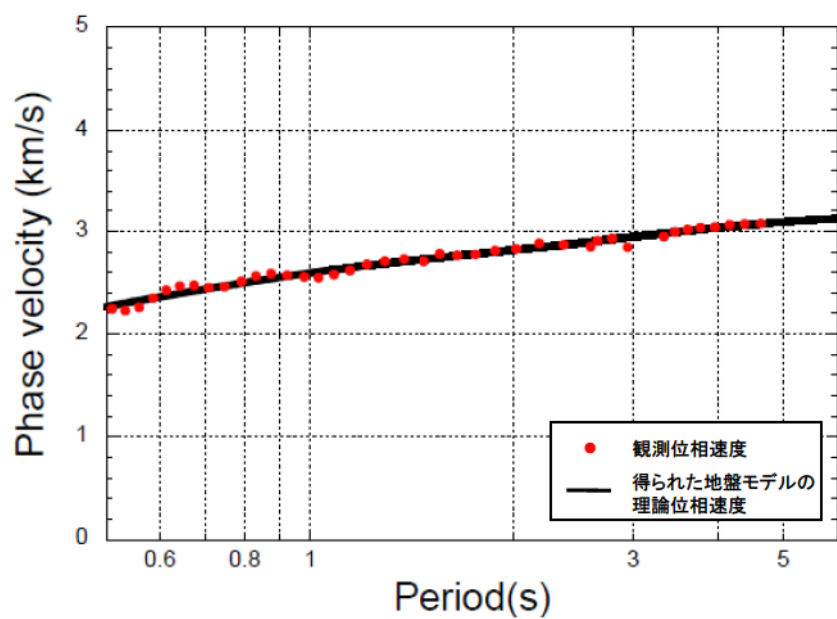
第 4.4.4 図 敷地周辺の地震観測点配置図



第 4.4.5 図 微動アレイ及び地震波干渉法により得られた位相速度

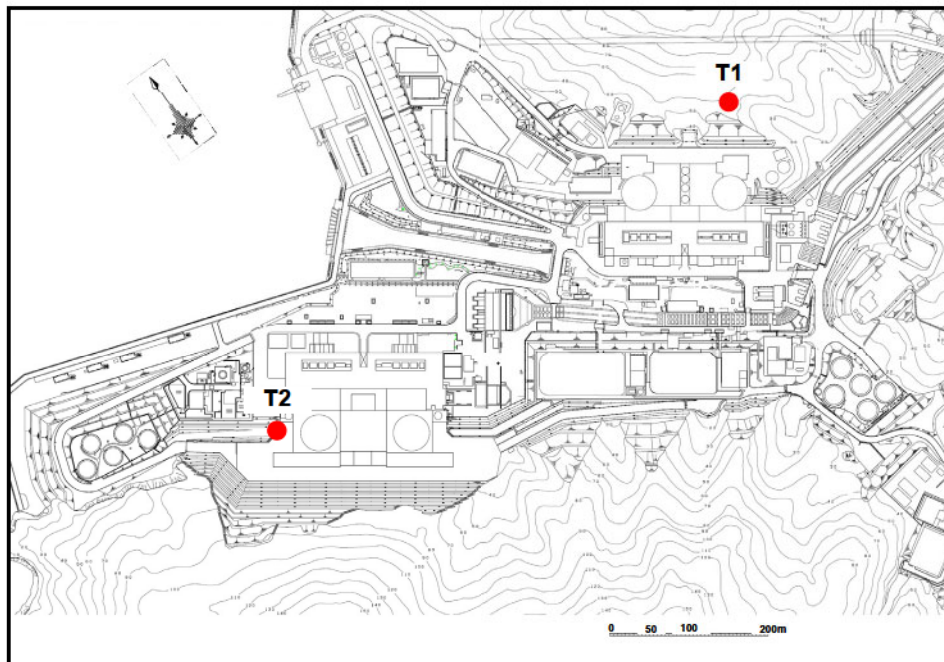


推定された速度構造



観測位相速度と得られた地下構造モデルの理論位相速度の比較

第 4.4.6 図 位相速度の同定により推定された地下構造モデル

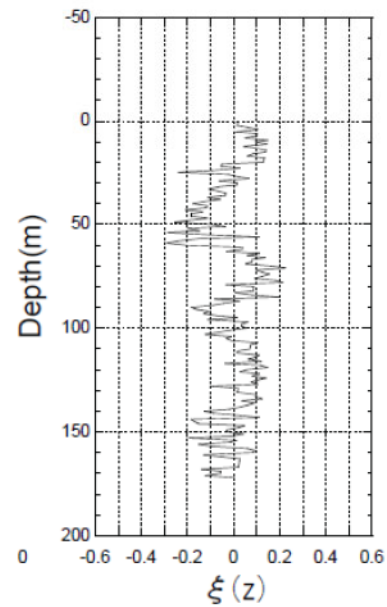
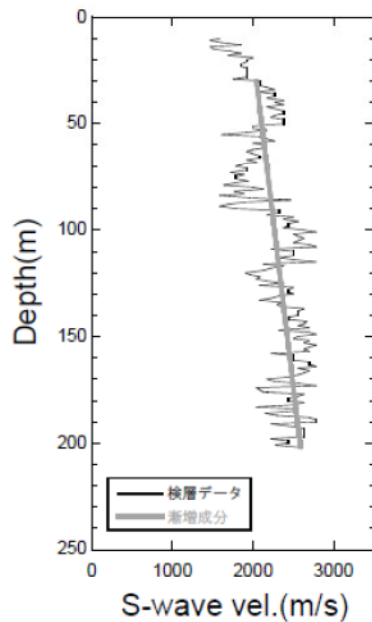


● :不均質強度検討に使用したPS検層孔

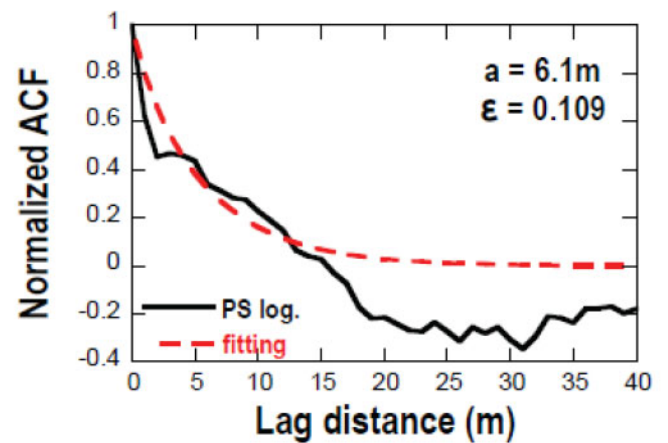
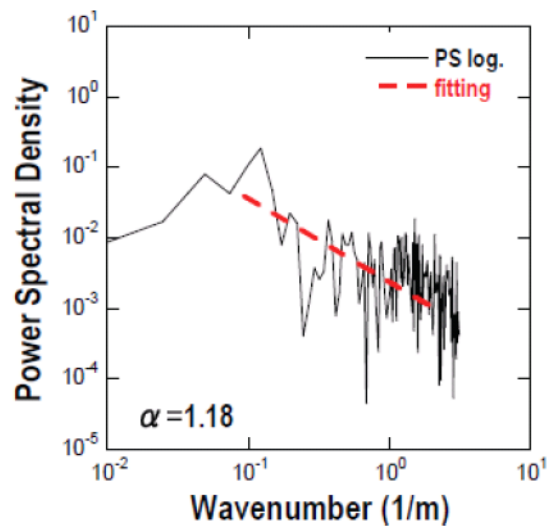
第 4.4.7 図 不均質強度検討に使用した PS 検層実施位置

高浜発電所（T1孔）のPS 検層（S 波速度）による不均質性の統計的性質の推定結果

対象 データ 範囲(m)	平均 S 波 速度 (km/s)	漸増成分の 傾き (1/s)	相関距離 a (m)	Hurst 指数 ν	標準偏差 ε
GL-30~GL-202	2.32	3.18	6.1	0.42	0.109



検層データに対するフィッティング結果（左）と
抽出された不均質データ $\xi(z)$ （右）



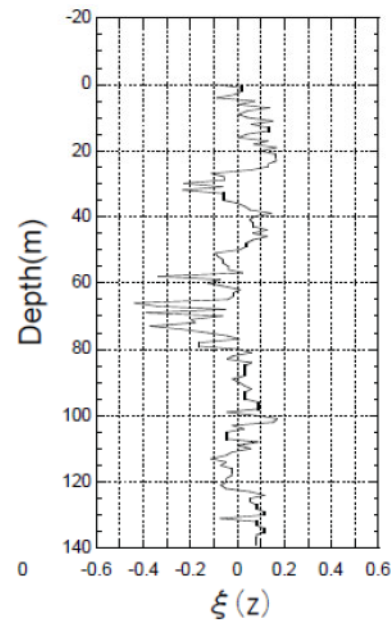
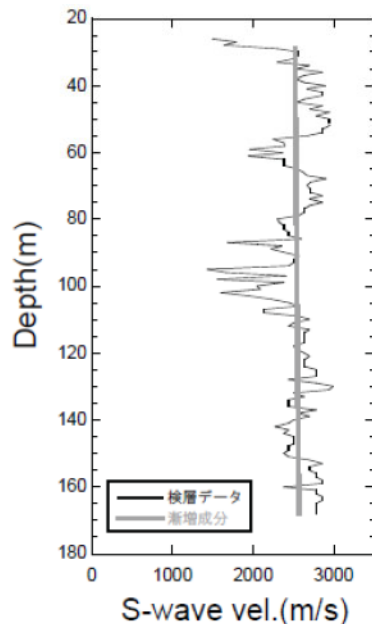
不均質データのパワースペクトルとフィッティング結果

不均質データの自己相関関数とフィッティング結果

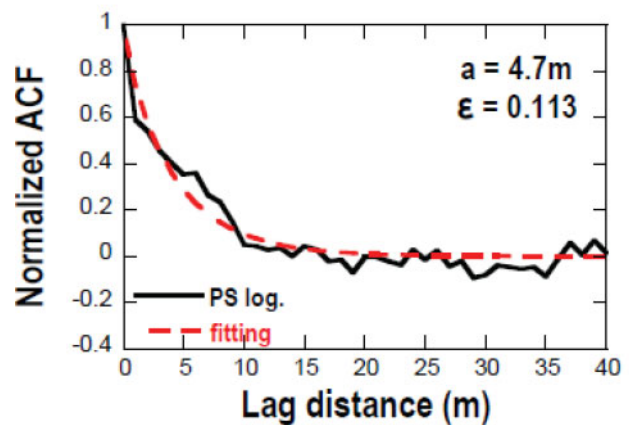
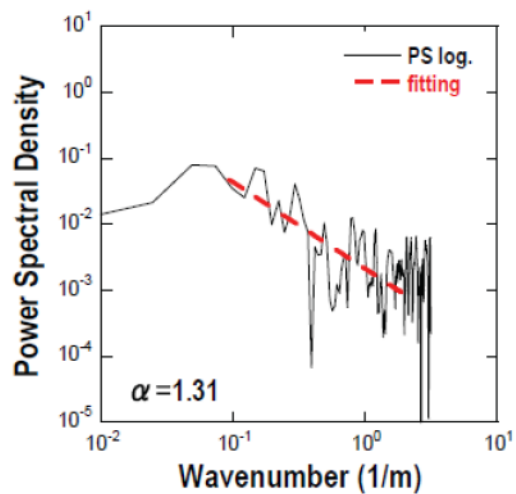
第 4.4.8 図(1) 不均質性の推定結果

高浜発電所（T2孔）のPS 検層（S 波速度）による不均質性の統計的性質の推定結果

対象 データ 範囲(m)	平均 S 波 速度 (km/s)	漸増成分の 傾き (1/s)	相関距離 a (m)	Hurst 指数 ν	標準偏差 ϵ
GL-29~GL-168	2.54	0.36	4.7	0.40	0.113



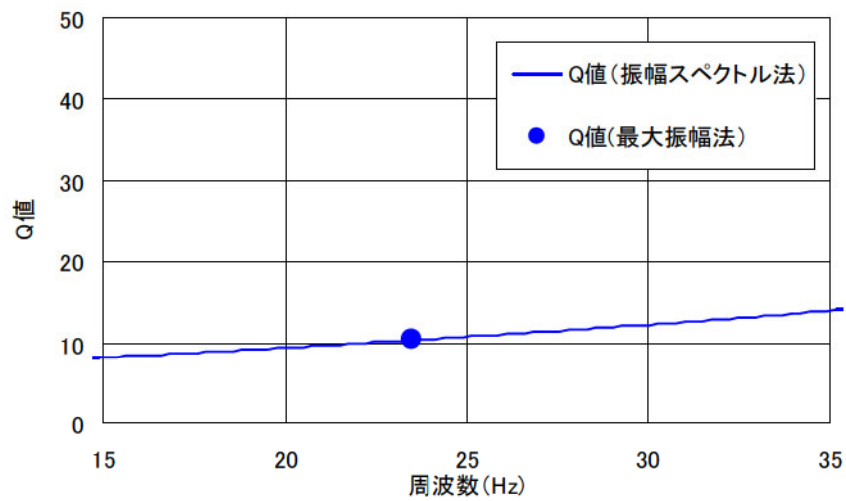
検層データに対するフィッティング結果（左）と
抽出された不均質データ $\xi(z)$ （右）



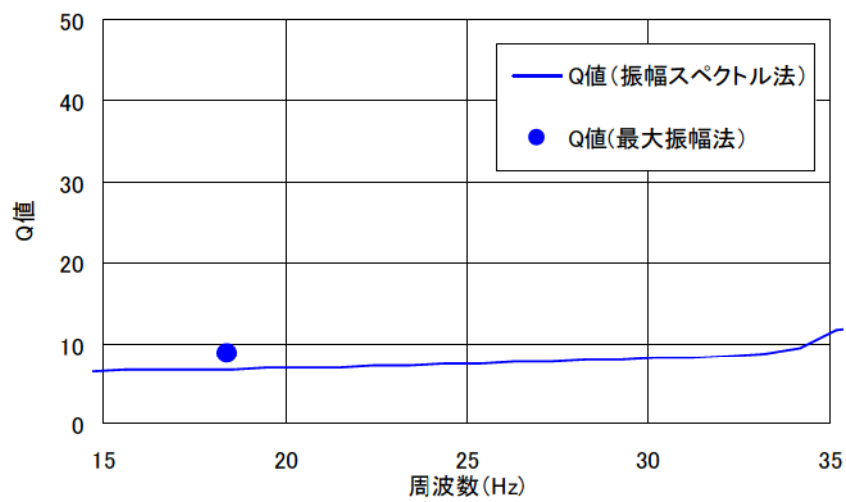
不均質データのパワースペクトルとフィッティング結果

不均質データの自己相関関数とフィッティング結果

第 4.4.8 図(2) 不均質性の推定結果



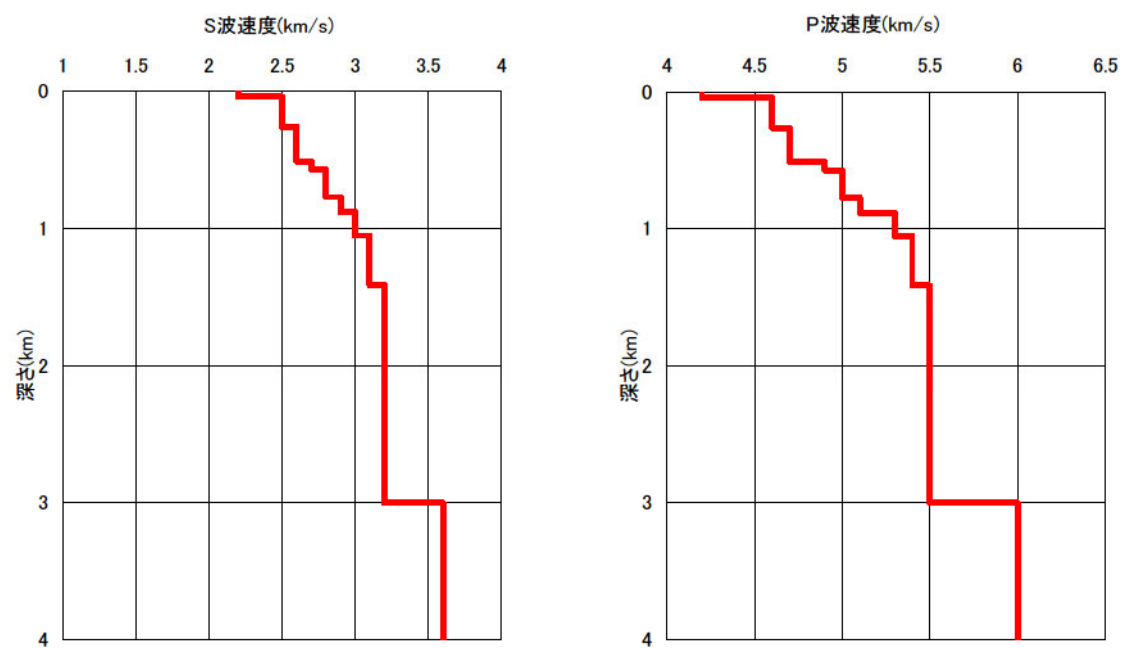
S波・ミニバイブレータの結果



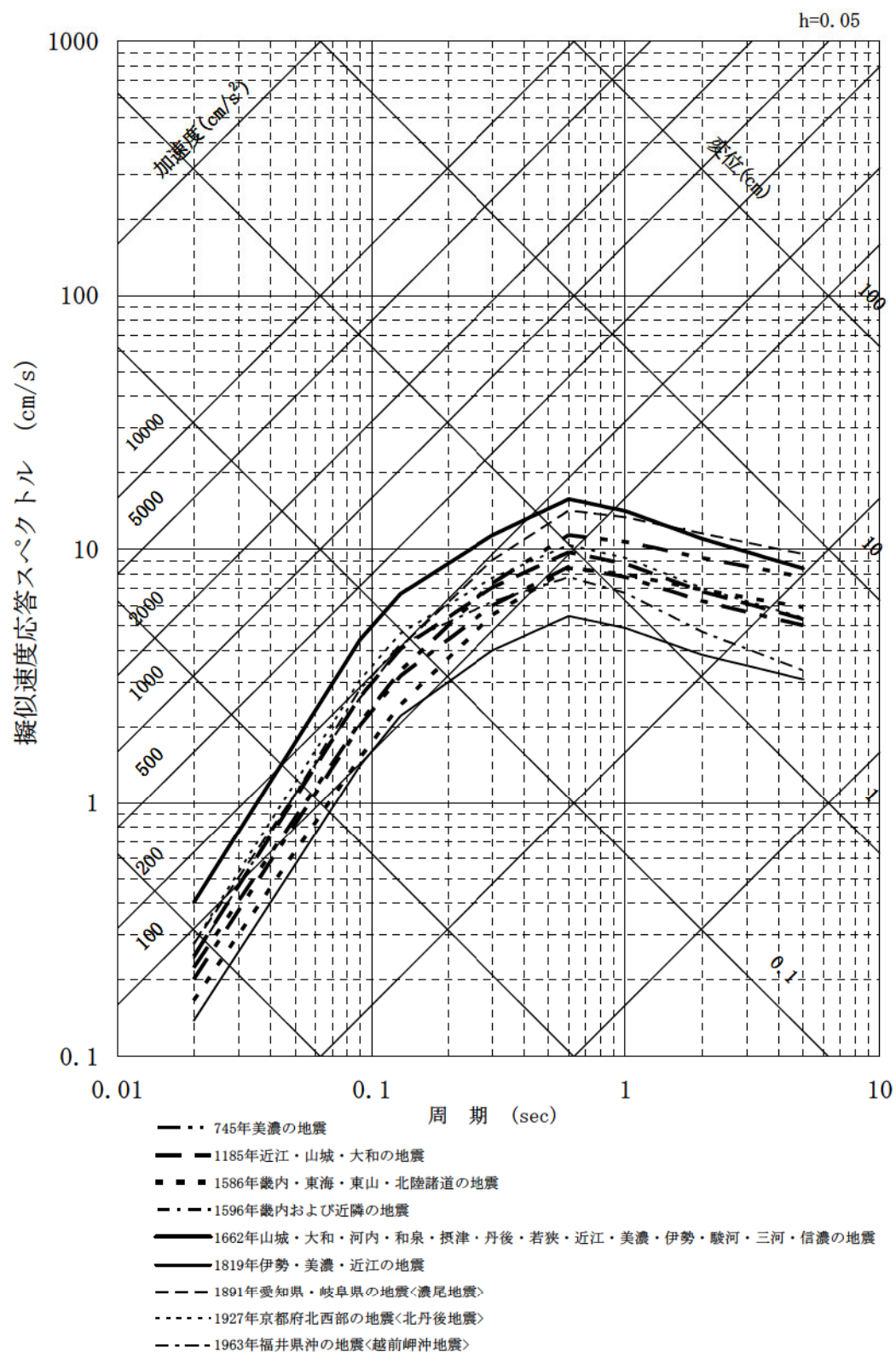
S波・板たたきの結果

波種	起振源	解析深度区間 (m)	卓越周波数 (Hz)	Q 値 (減衰定数(%))
S 波	ミニバイブレータ	36 ～ 144	23.1	8.99(5.56)
		144 ～ 250	23.5	10.50(4.76)
	板たたき	36 ～ 144	19.2	7.17(6.98)
		144 ～ 250	18.4	8.56(5.84)

第 4.4.9 図 敷地での Q 値測定の結果

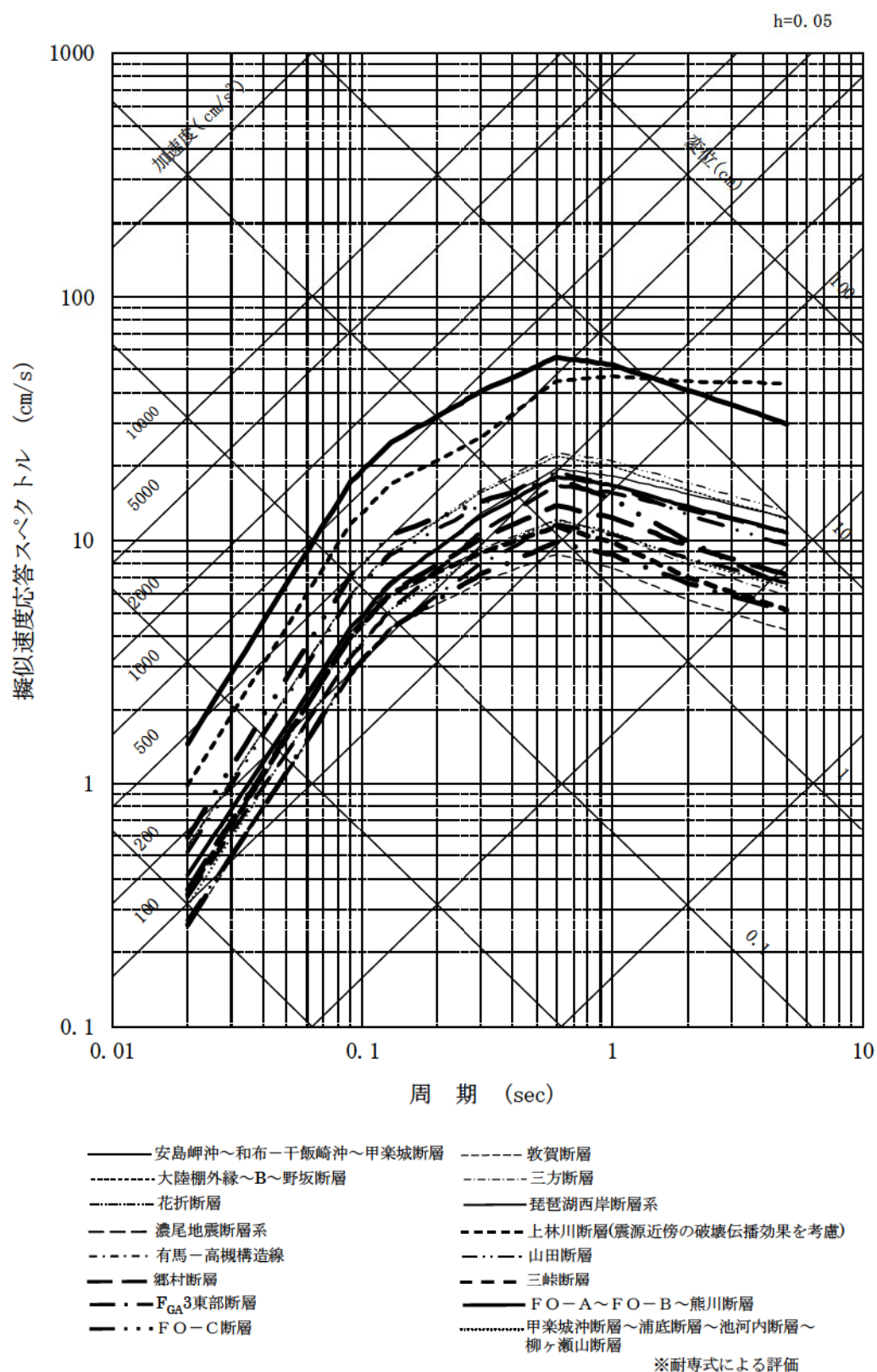


第 4.4.10 図 地震動評価に用いる地下構造モデル

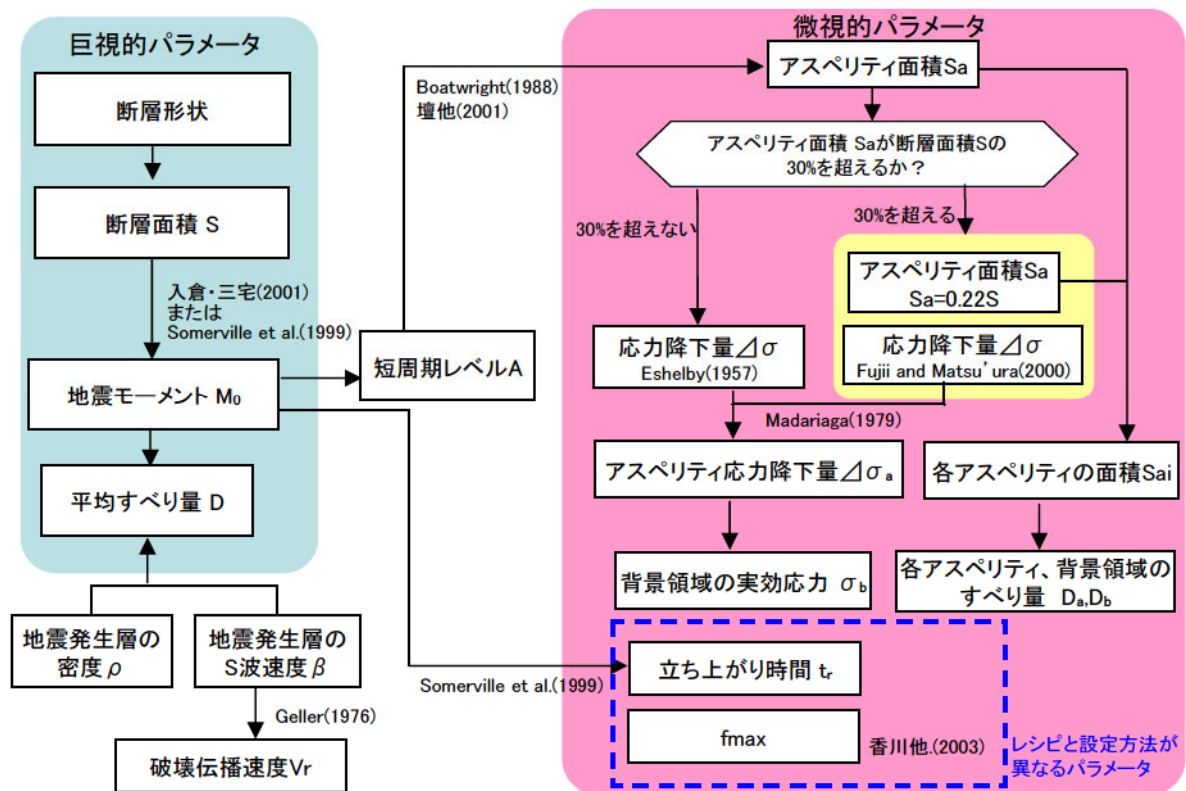


※耐専式による評価

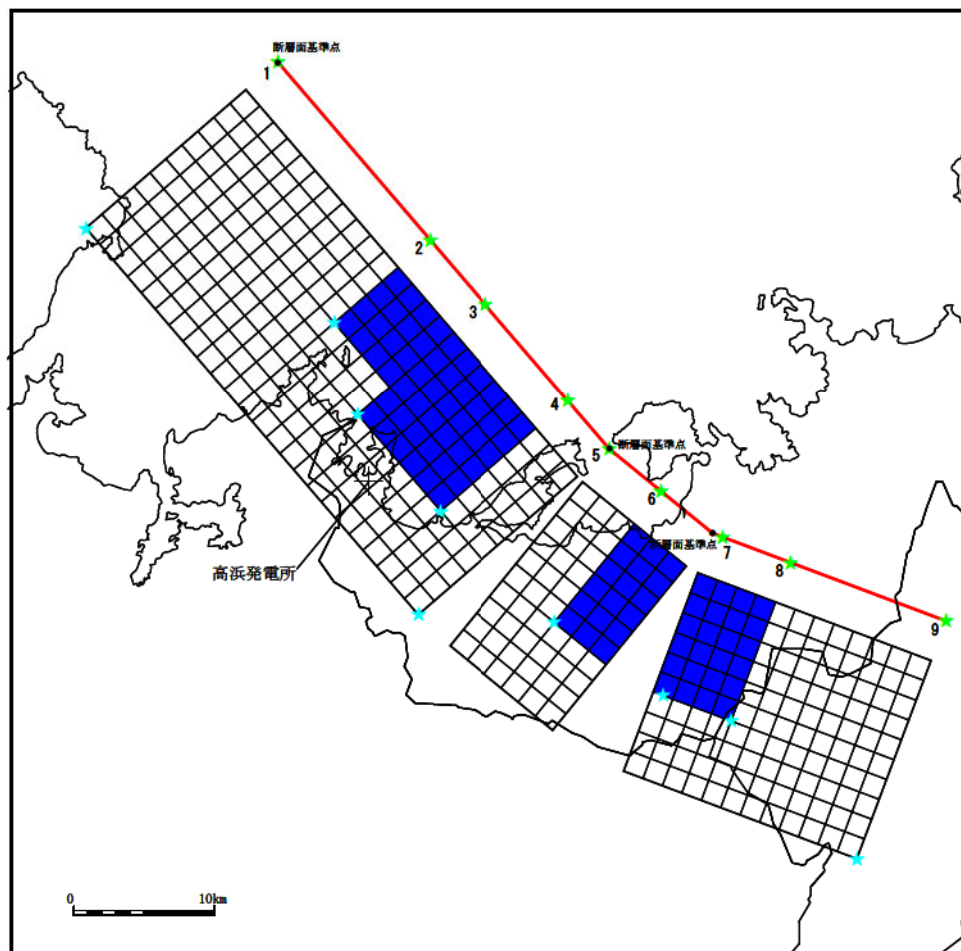
第 4.5.1 図 敷地に影響を及ぼしたと考えられる過去の地震の応答スペクトル



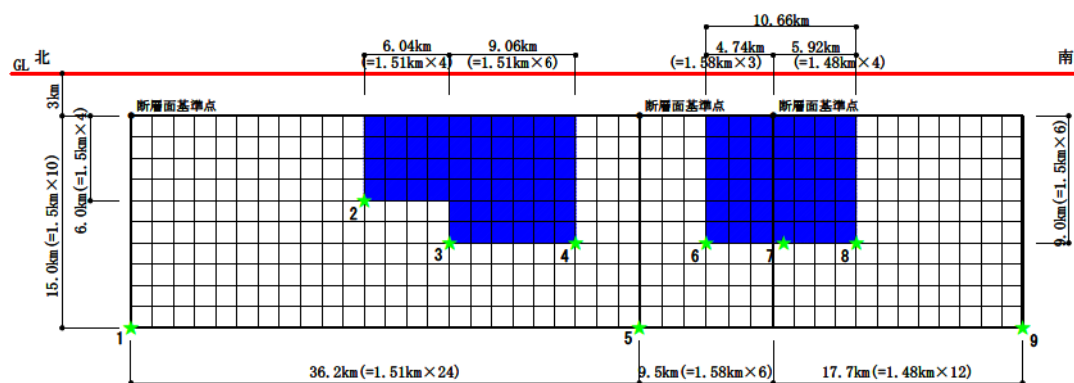
第 4.5.2 図 敷地に影響を及ぼすと考えられる活断層の地震による
応答スペクトル



第 4.5.3 図 断層パラメータの設定フロー

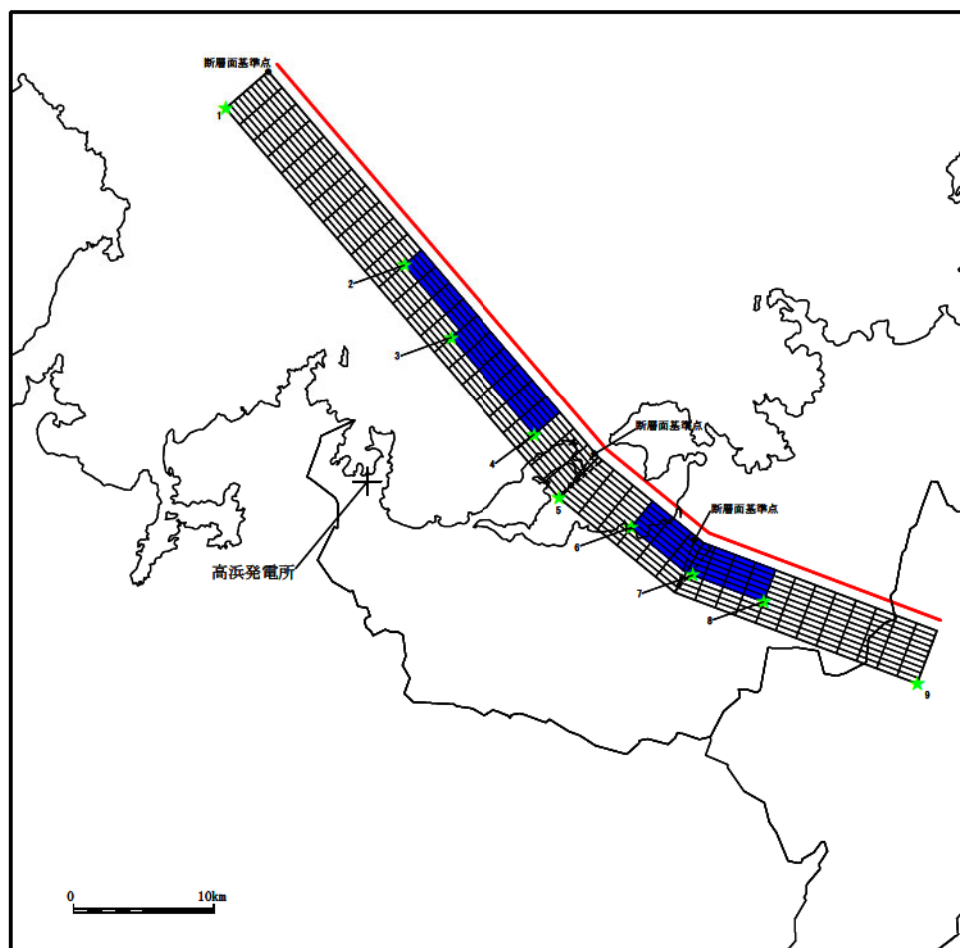


断層配置図



断面図

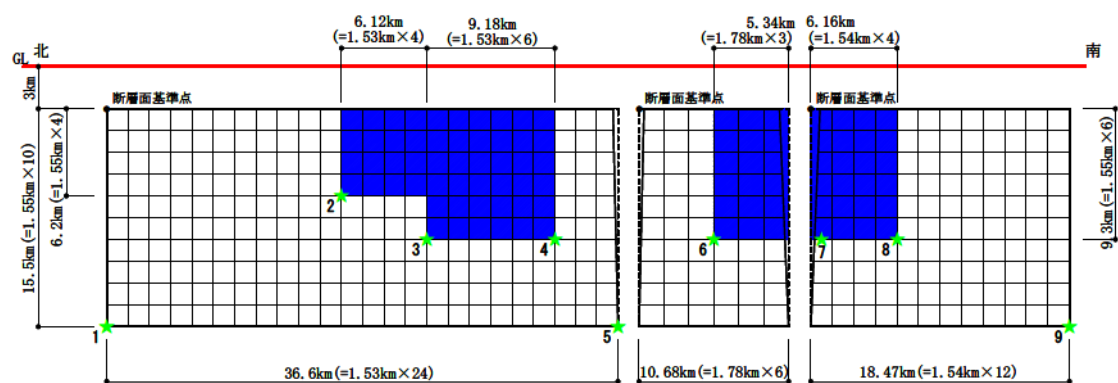
第 4.5.4 図 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層モデル図
(基本ケース、短周期の地震動 1.5 倍ケース、すべり角 30° ケース、 $V_r=0.87\beta$ ケース)



※ 傾斜角 90° の断層面は、傾斜角 0° として図化している。

断層配置図

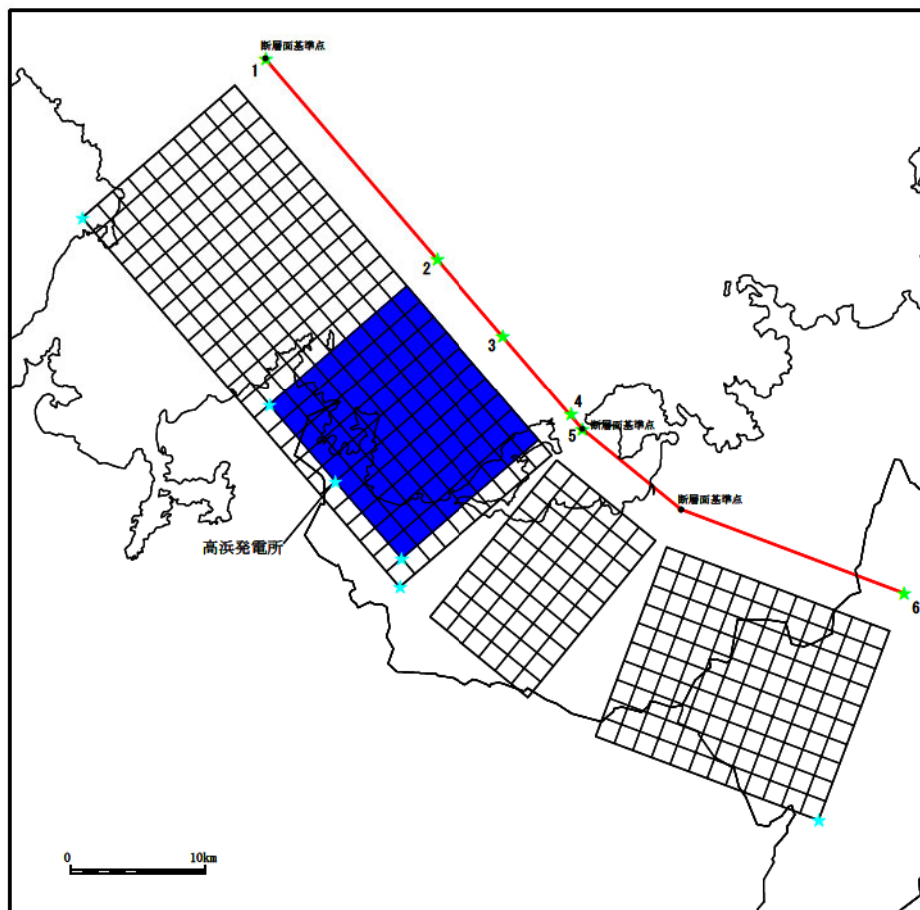
★：破壊開始点



断面図

★：破壊開始点

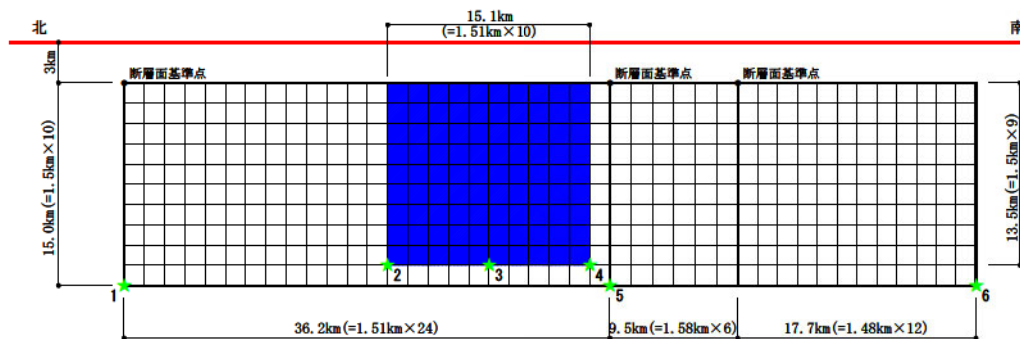
第 4.5.5 図 FO-A～FO-B～熊川断層の断層モデル図
(傾斜角 75° ケース)



※ 傾斜角90°の断層面は、傾斜角0°として図化している。

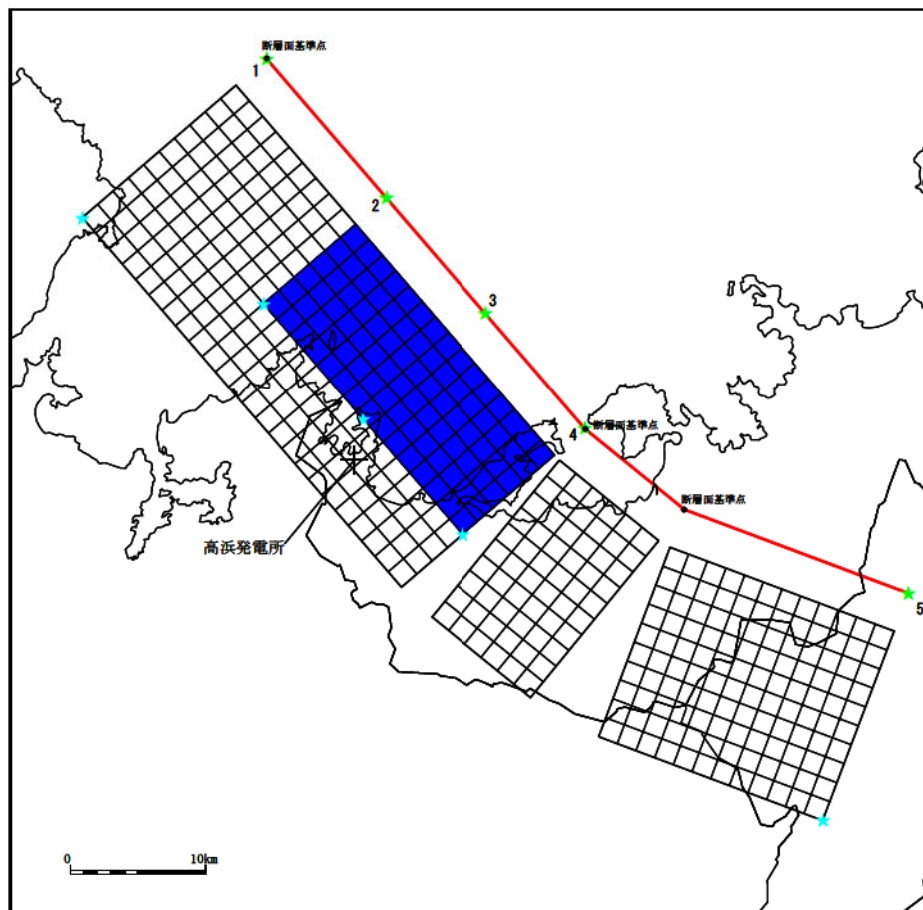
★：破壊開始点

断層配置図



断面図

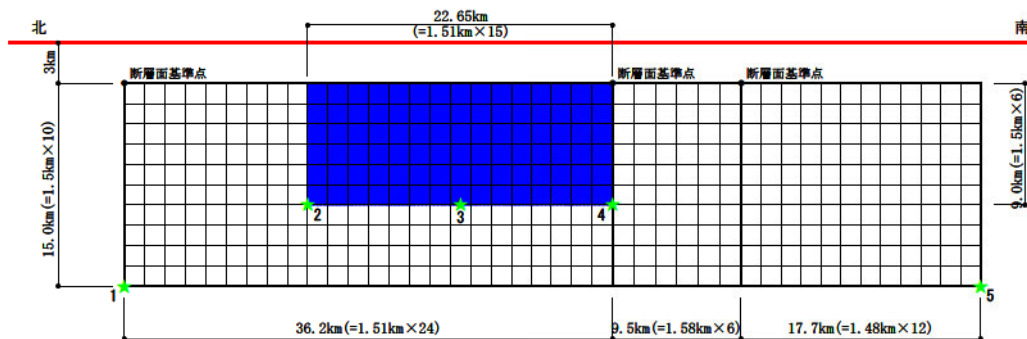
第 4.5.6 図 F0-A～F0-B～熊川断層の断層モデル図
(アスペリティー塊ケース)



※ 傾斜角90°の断層面は、傾斜角0°として図化している。

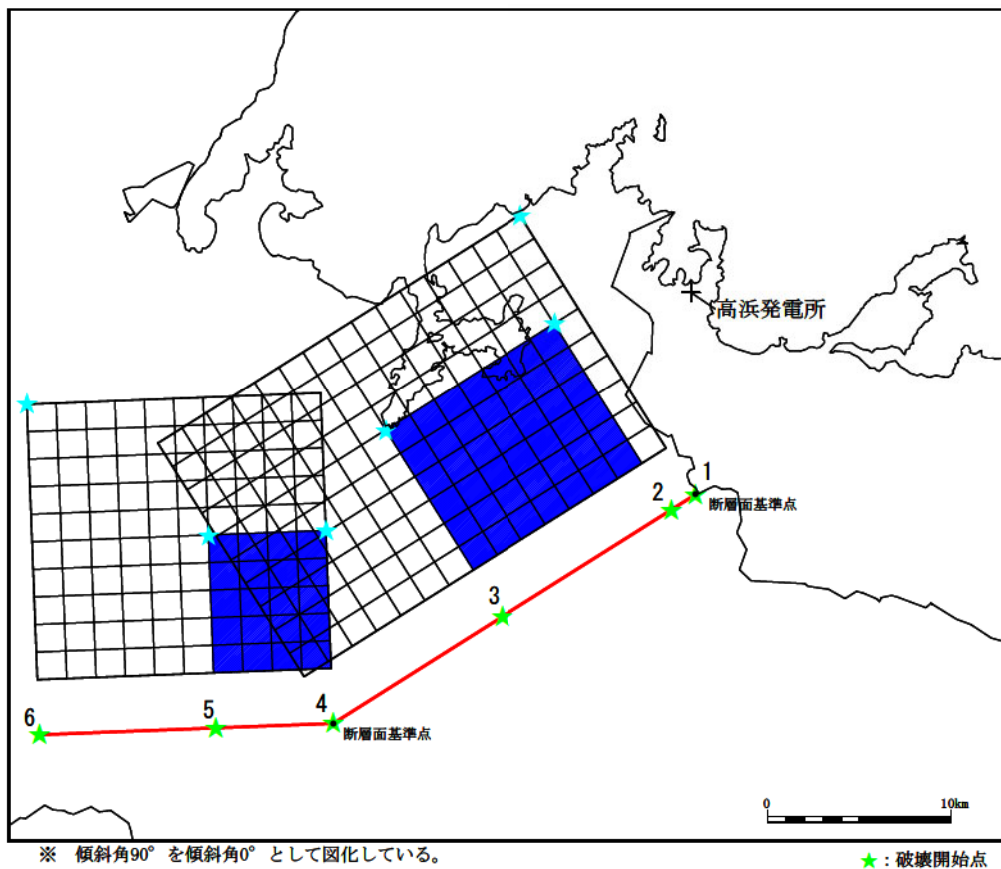
★：破壊開始点

断層配置図

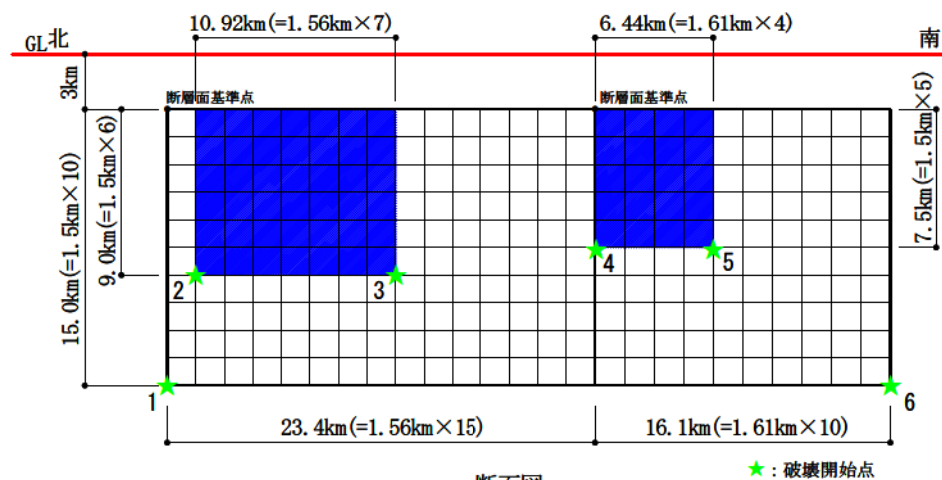


断面図

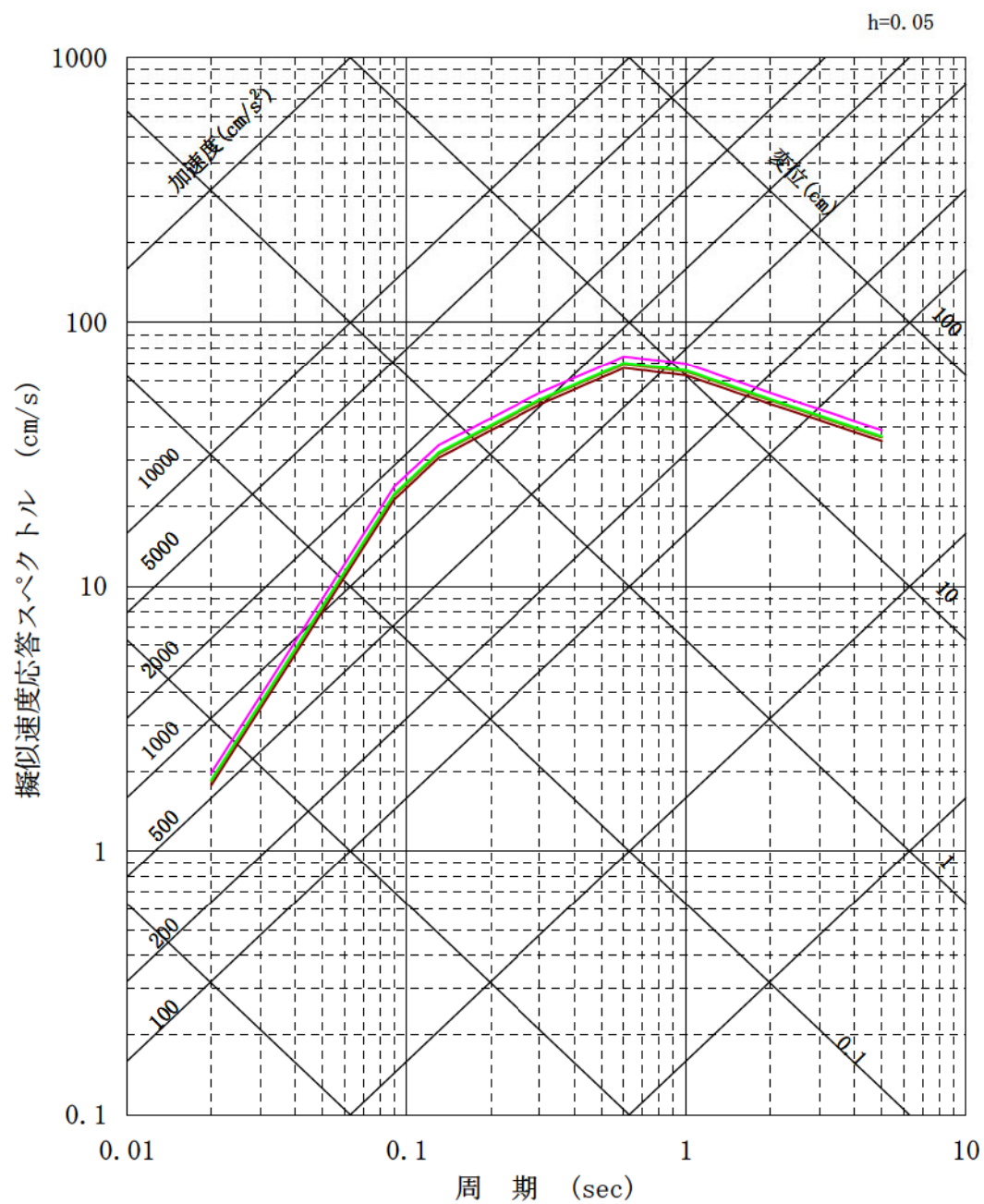
第 4.5.7 図 FO-A～FO-B～熊川断層の断層モデル図
(アスペリティー塊横長ケース)



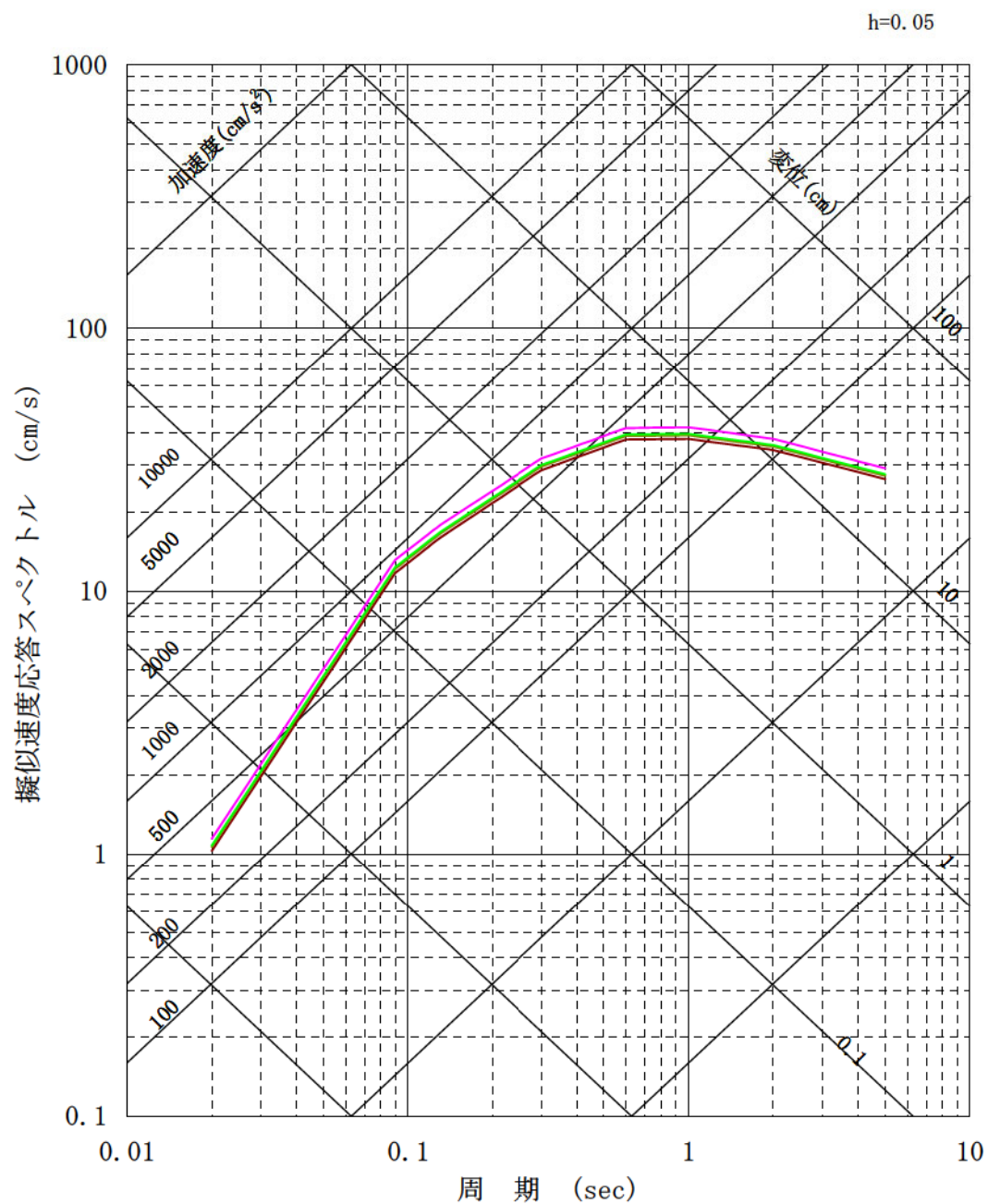
断層配置図



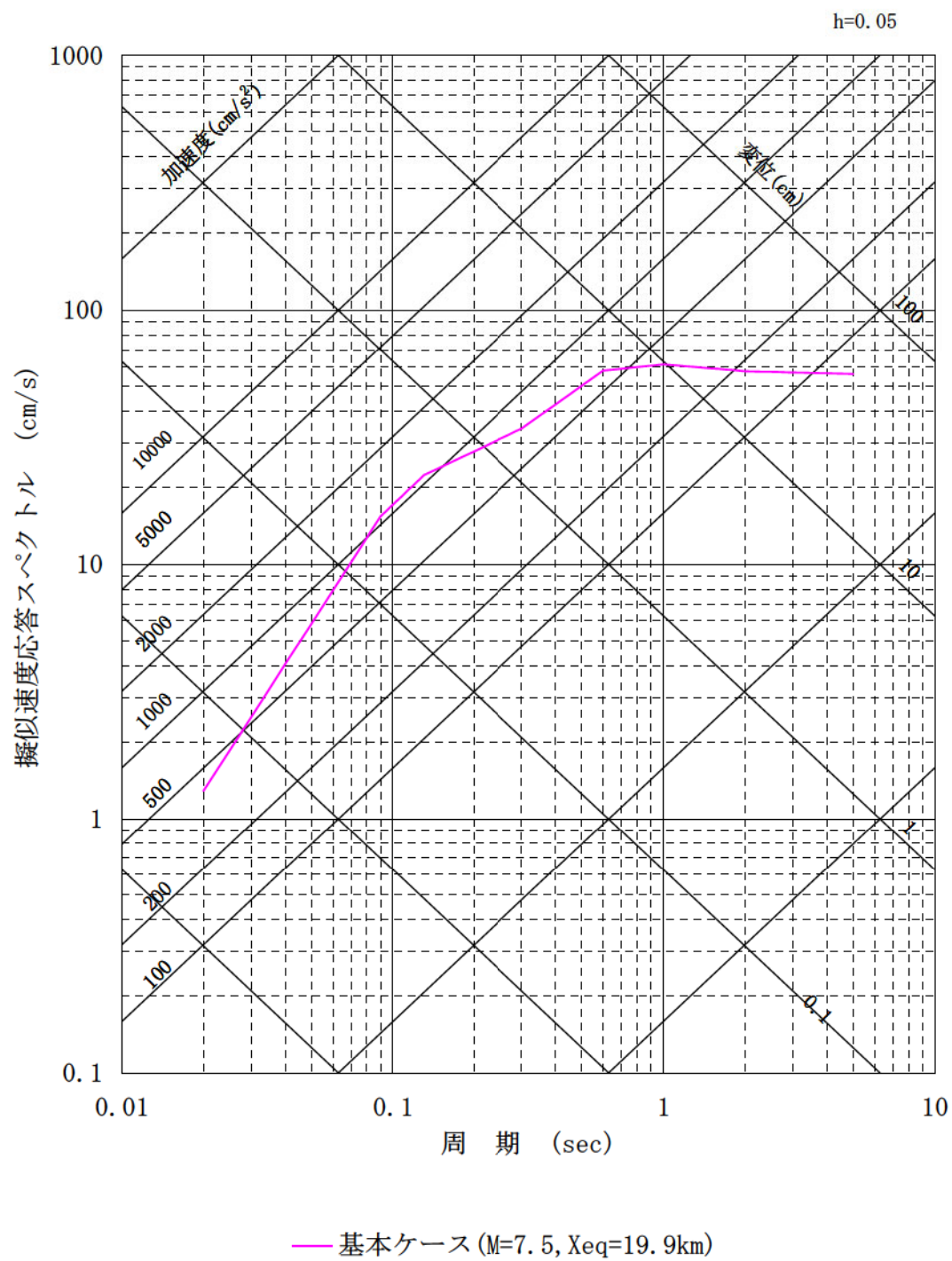
第 4.5.8 図 上林川断層の断層モデル図
(基本ケース、短周期の地震動 1.5 倍ケース、 $V_r=0.87\beta$ ケース)



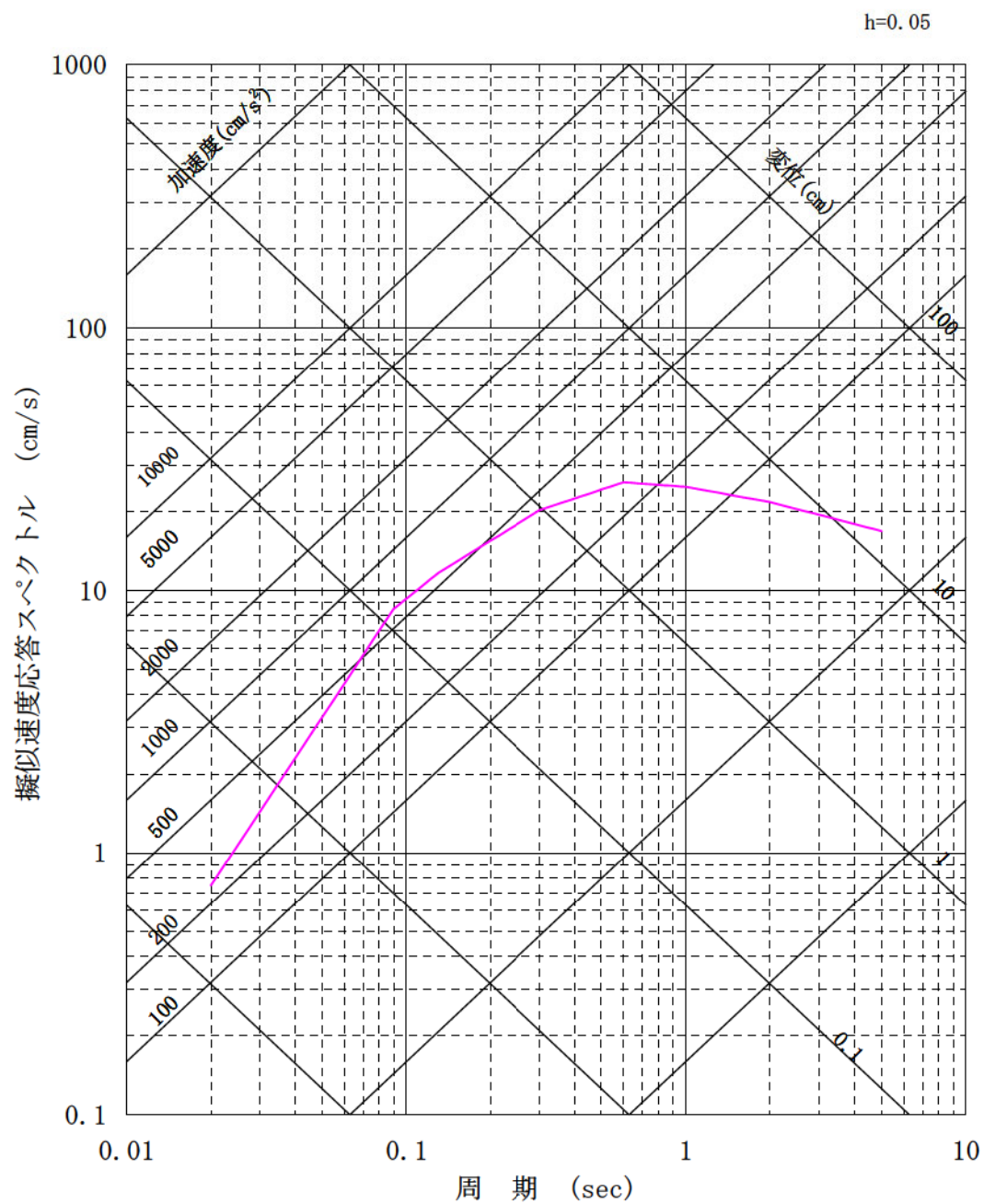
第 4.5.9 図(1) FO-A～FO-B～熊川断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (水平方向)



第 4.5.9 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (鉛直方向)

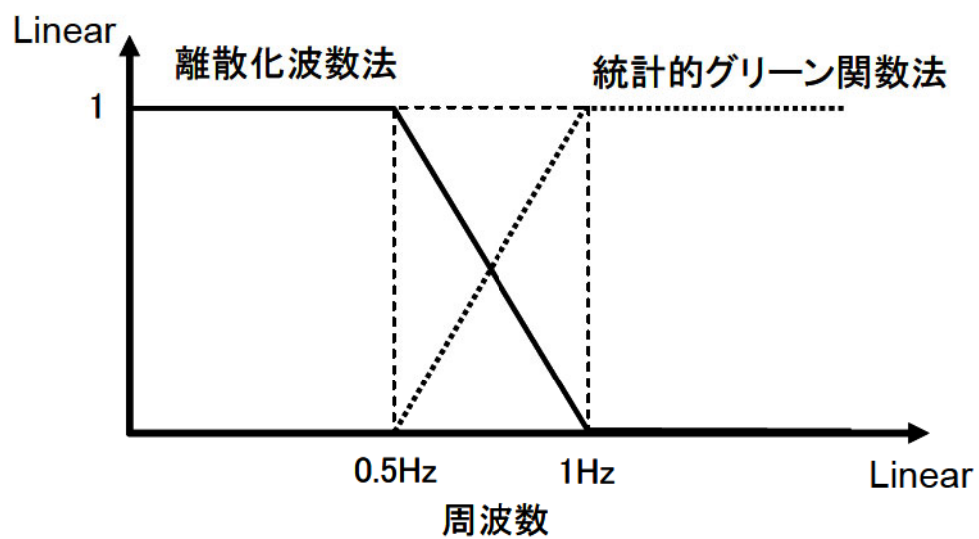


第 4.5.10 図(1) 上林川断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (水平方向)

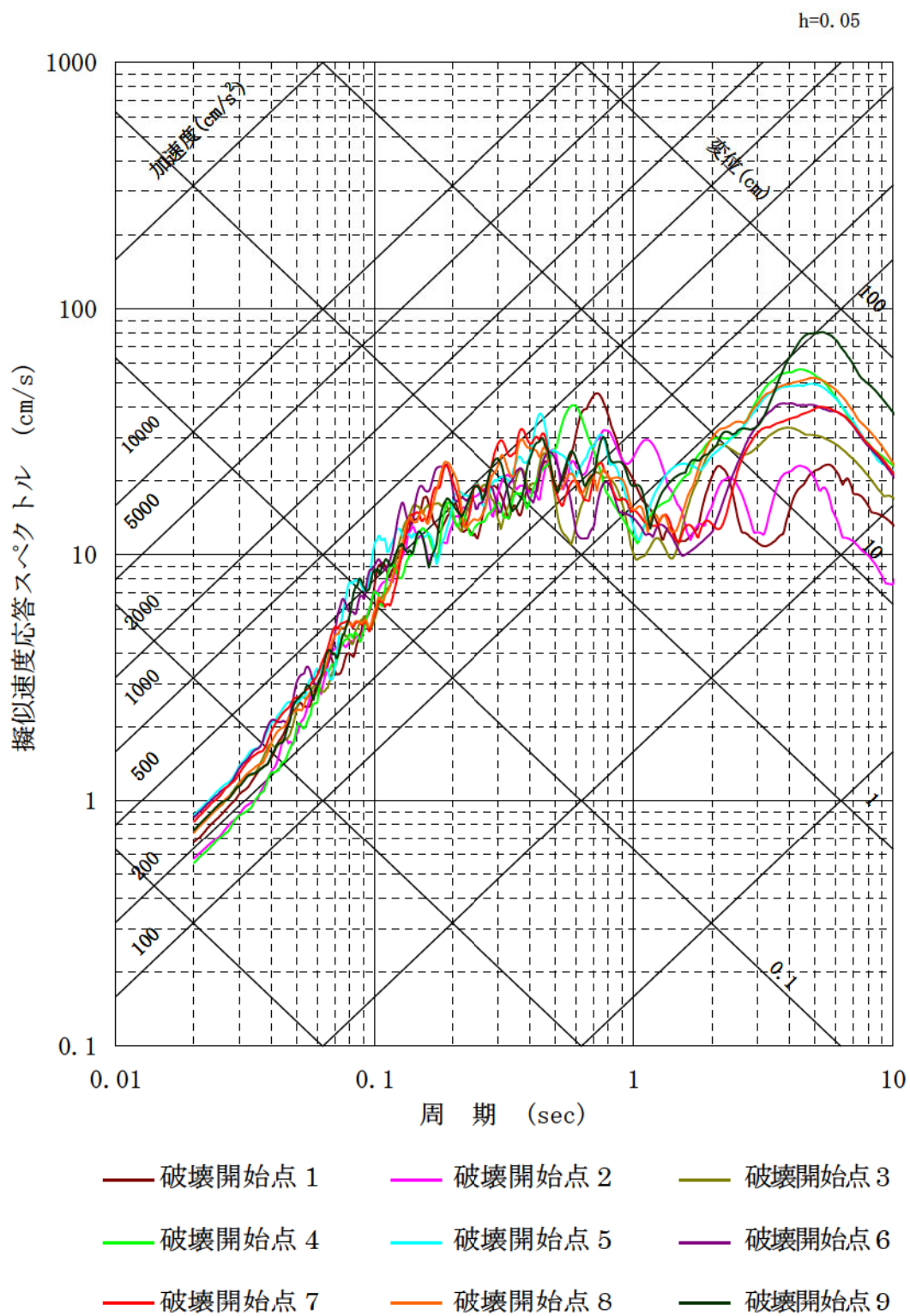


— 基本ケース (M=7.5, X_{eq} =19.9km)

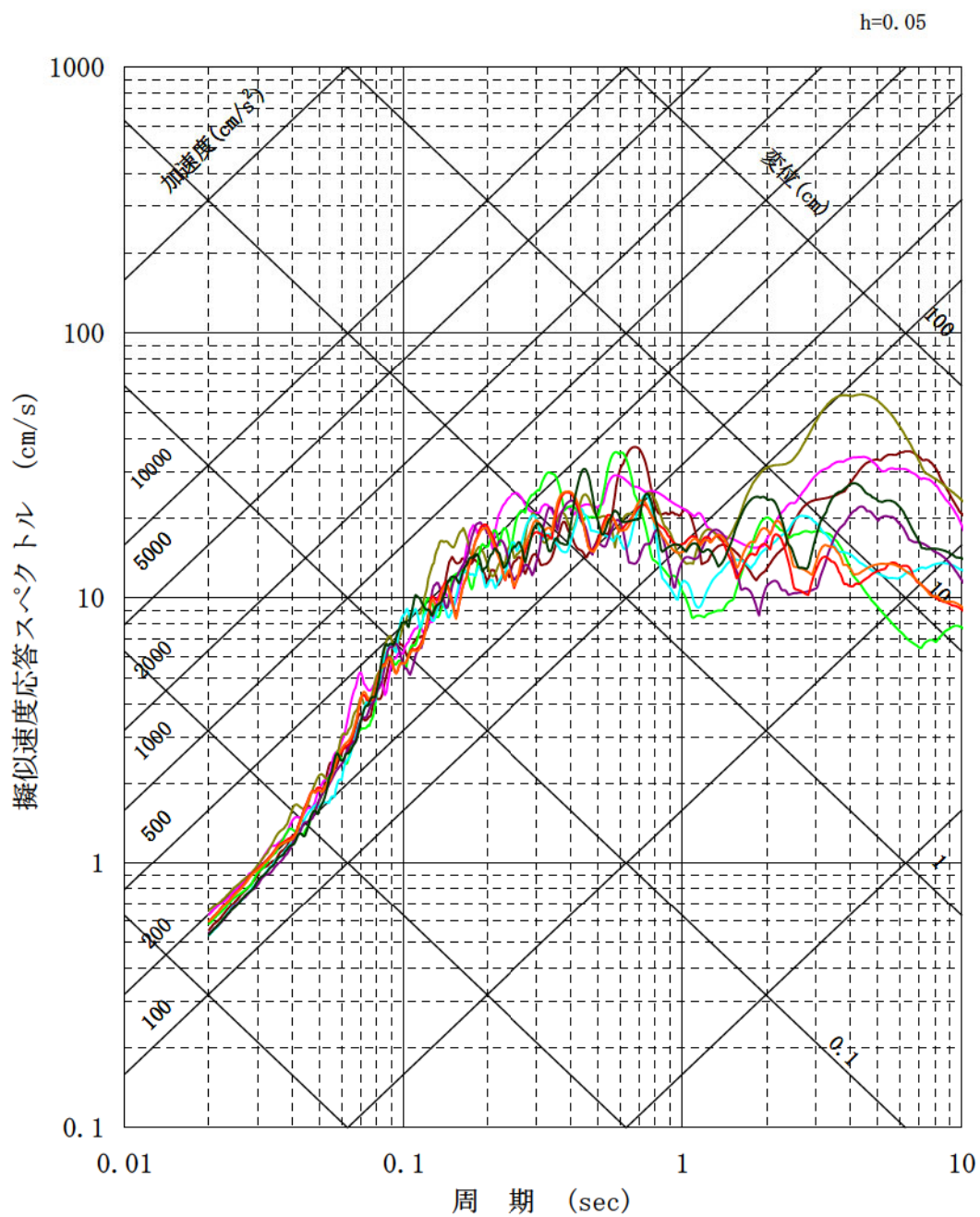
第 4.5.10 図(2) 上林川断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (鉛直方向)



第 4.5.11 図 ハイブリッド合成法に用いるマッチングフィルタの形状

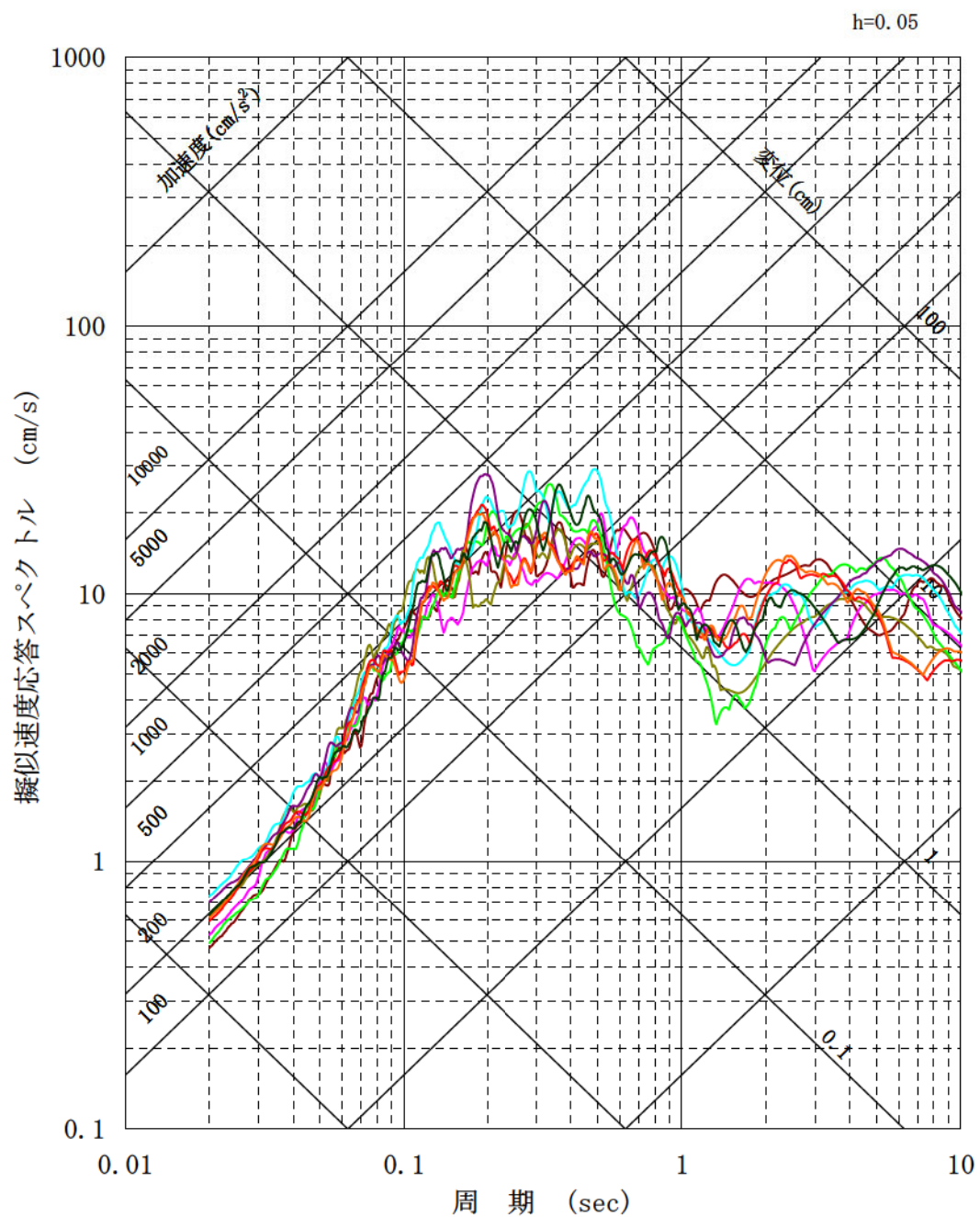


第 4.5.12 図(1) FO-A～FO-B～熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, NS 方向)

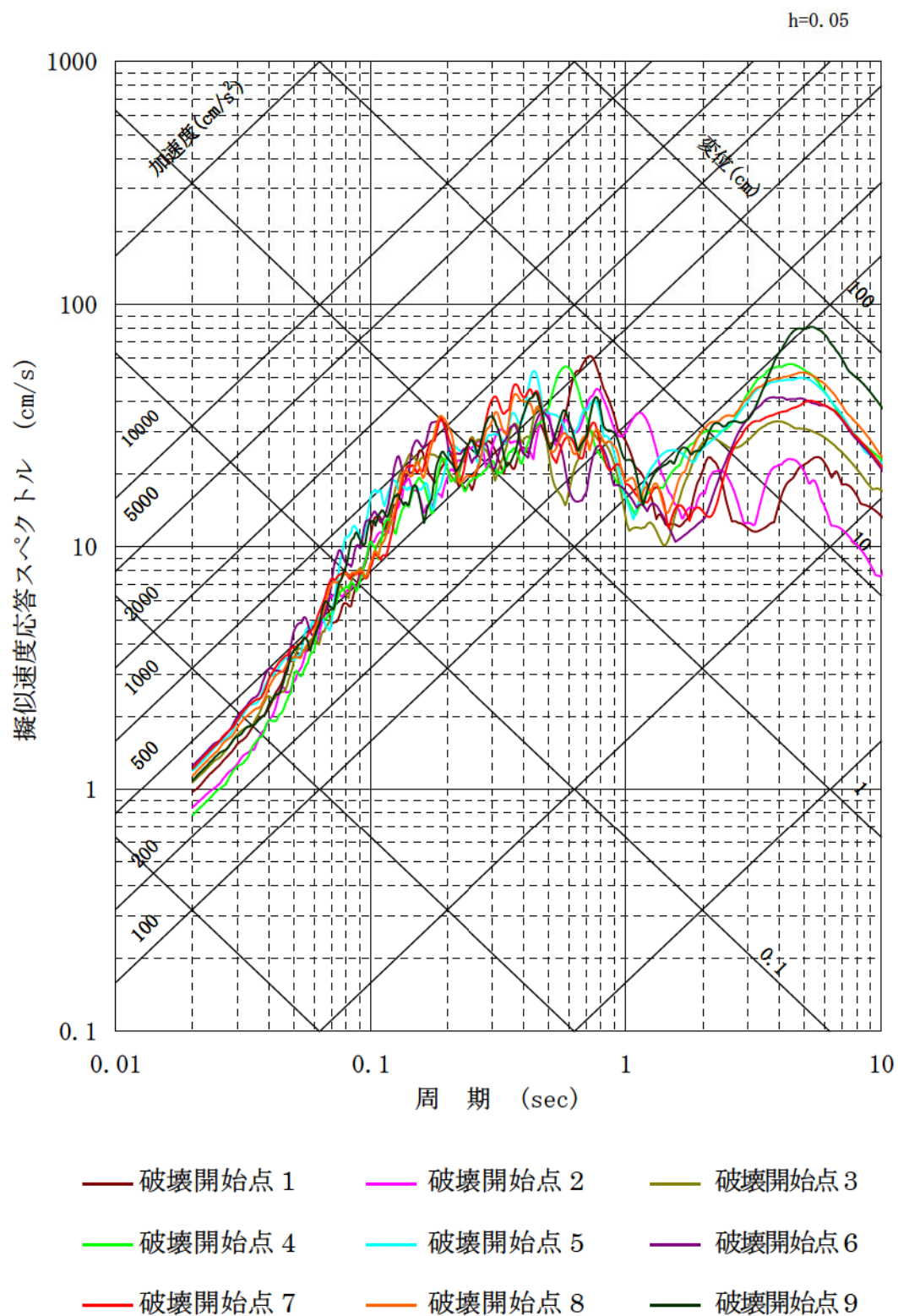


- | | | |
|---------|---------|---------|
| 破壊開始点 1 | 破壊開始点 2 | 破壊開始点 3 |
| 破壊開始点 4 | 破壊開始点 5 | 破壊開始点 6 |
| 破壊開始点 7 | 破壊開始点 8 | 破壊開始点 9 |

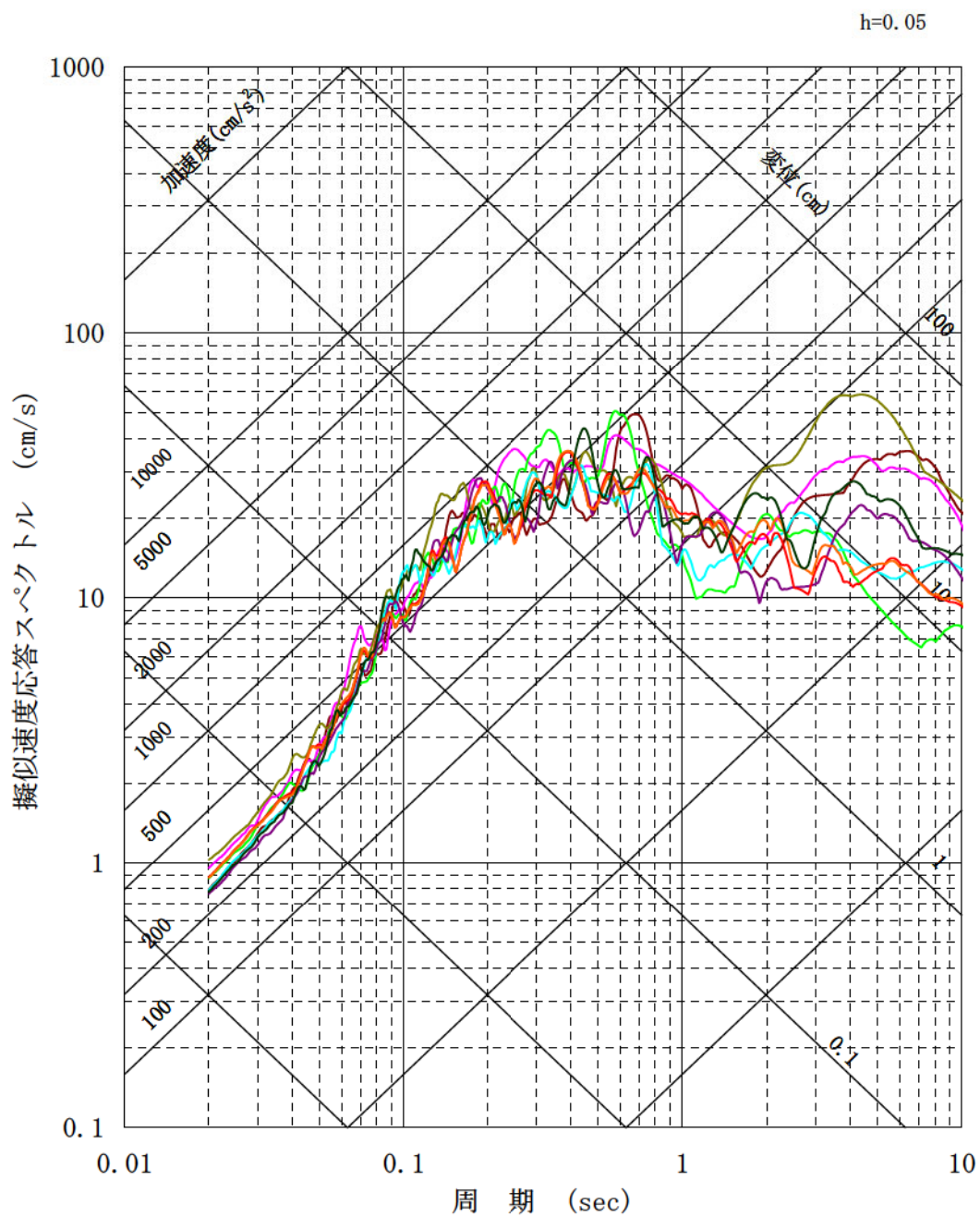
第 4.5.12 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, EW 方向)



第 4.5.12 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, UD 方向)

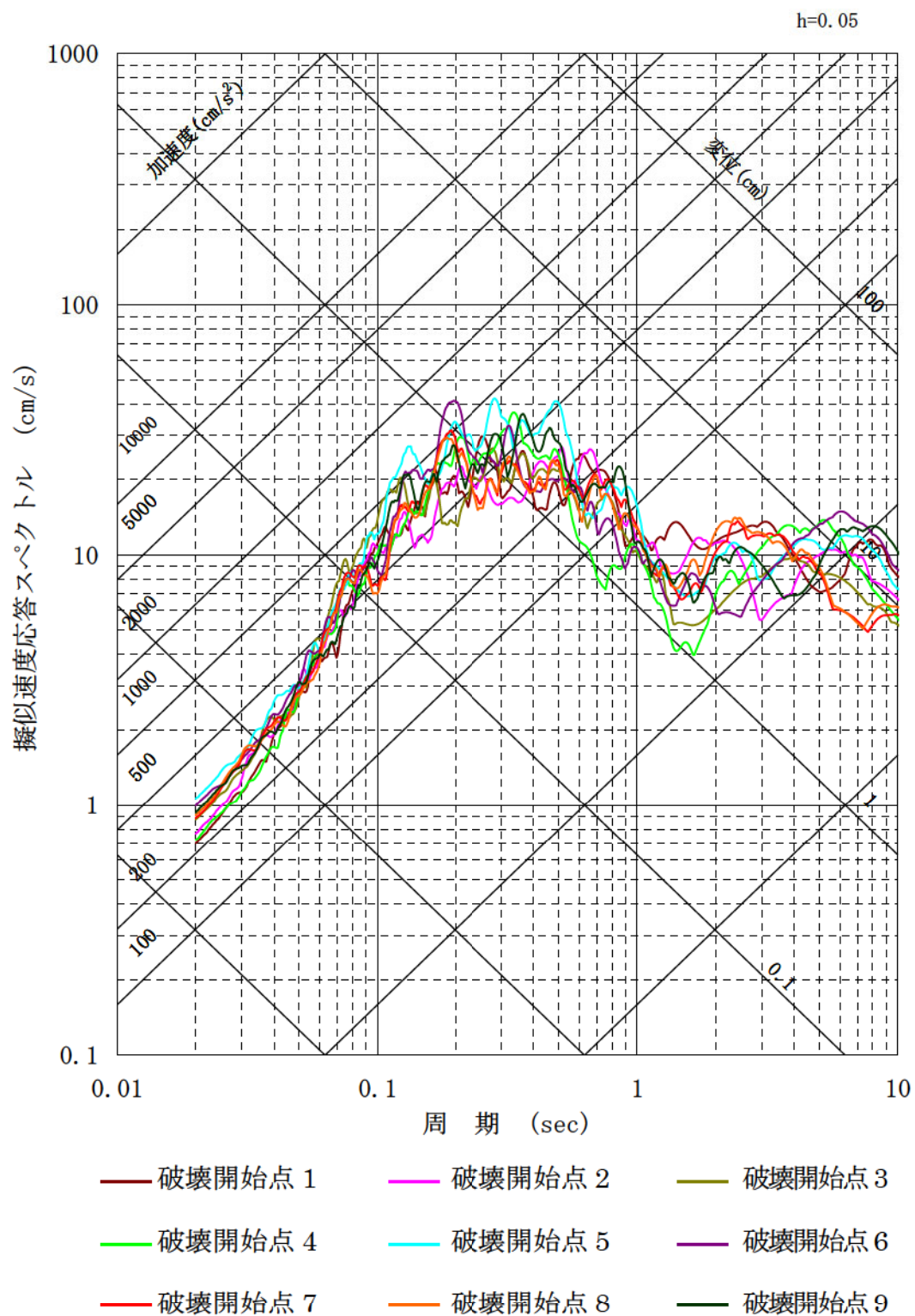


第 4.5.13 図(1) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, NS 方向)

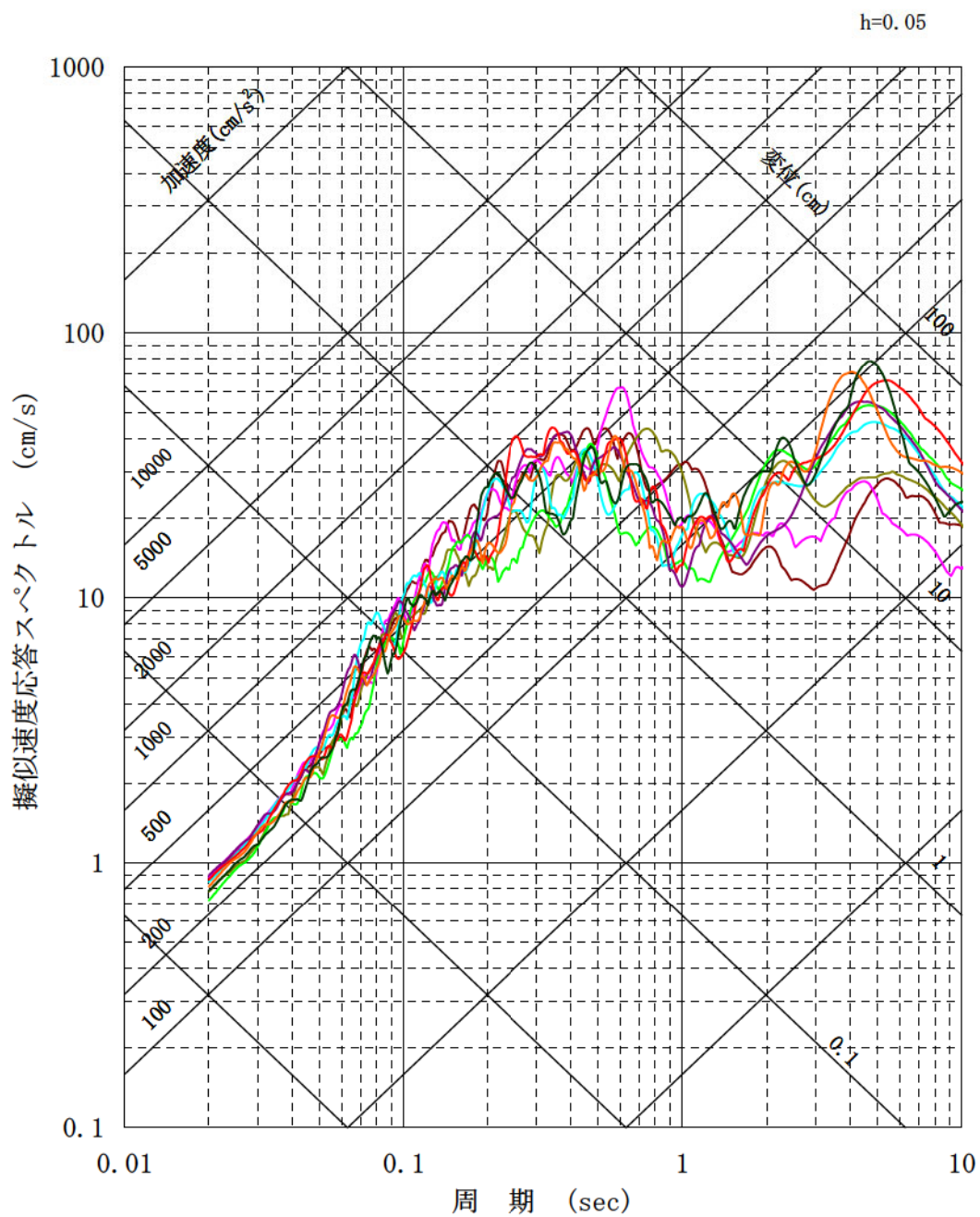


- | | | |
|---------|---------|---------|
| 破壊開始点 1 | 破壊開始点 2 | 破壊開始点 3 |
| 破壊開始点 4 | 破壊開始点 5 | 破壊開始点 6 |
| 破壊開始点 7 | 破壊開始点 8 | 破壊開始点 9 |

第 4.5.13 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, EW 方向)

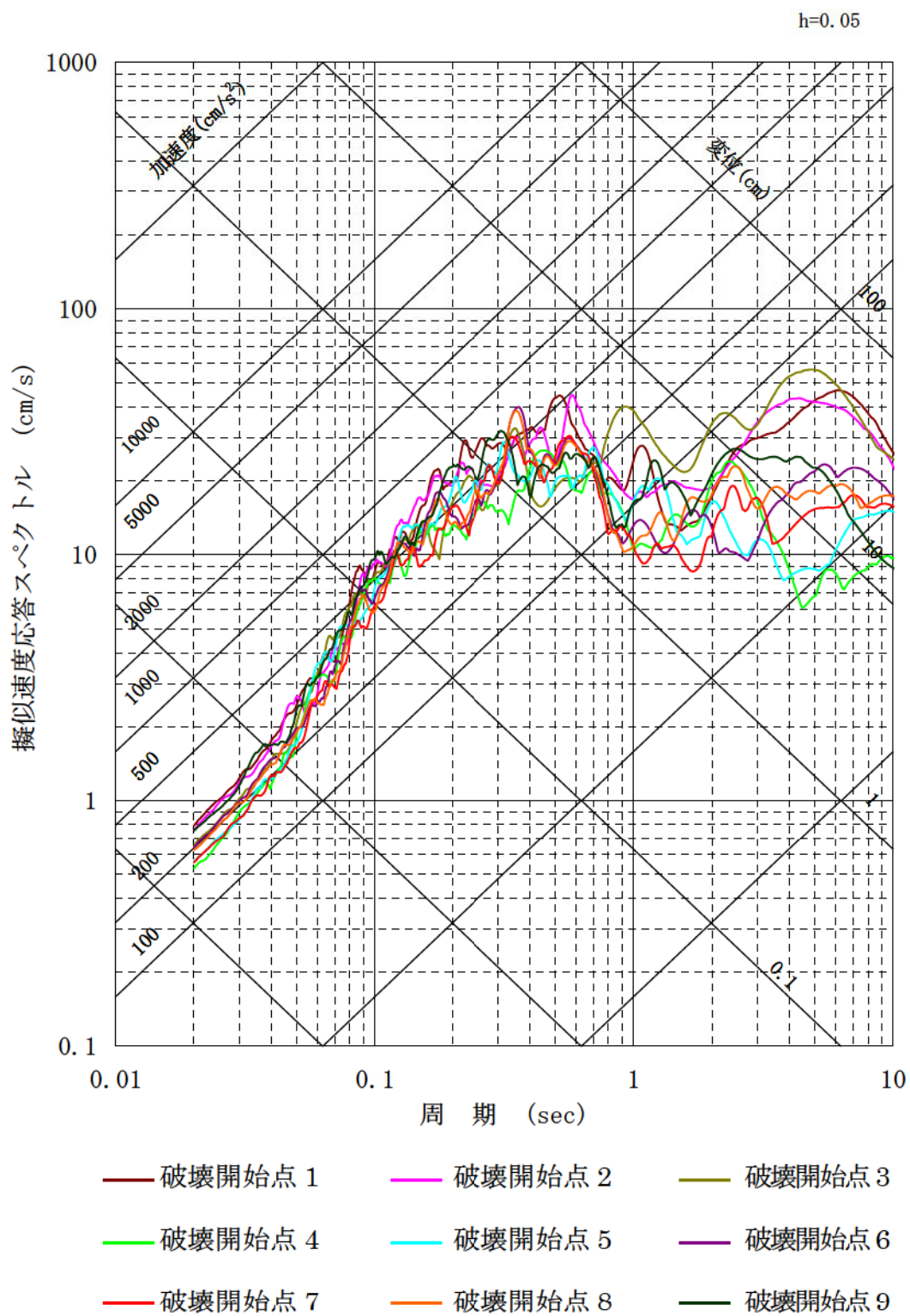


第 4.5.13 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, UD 方向)

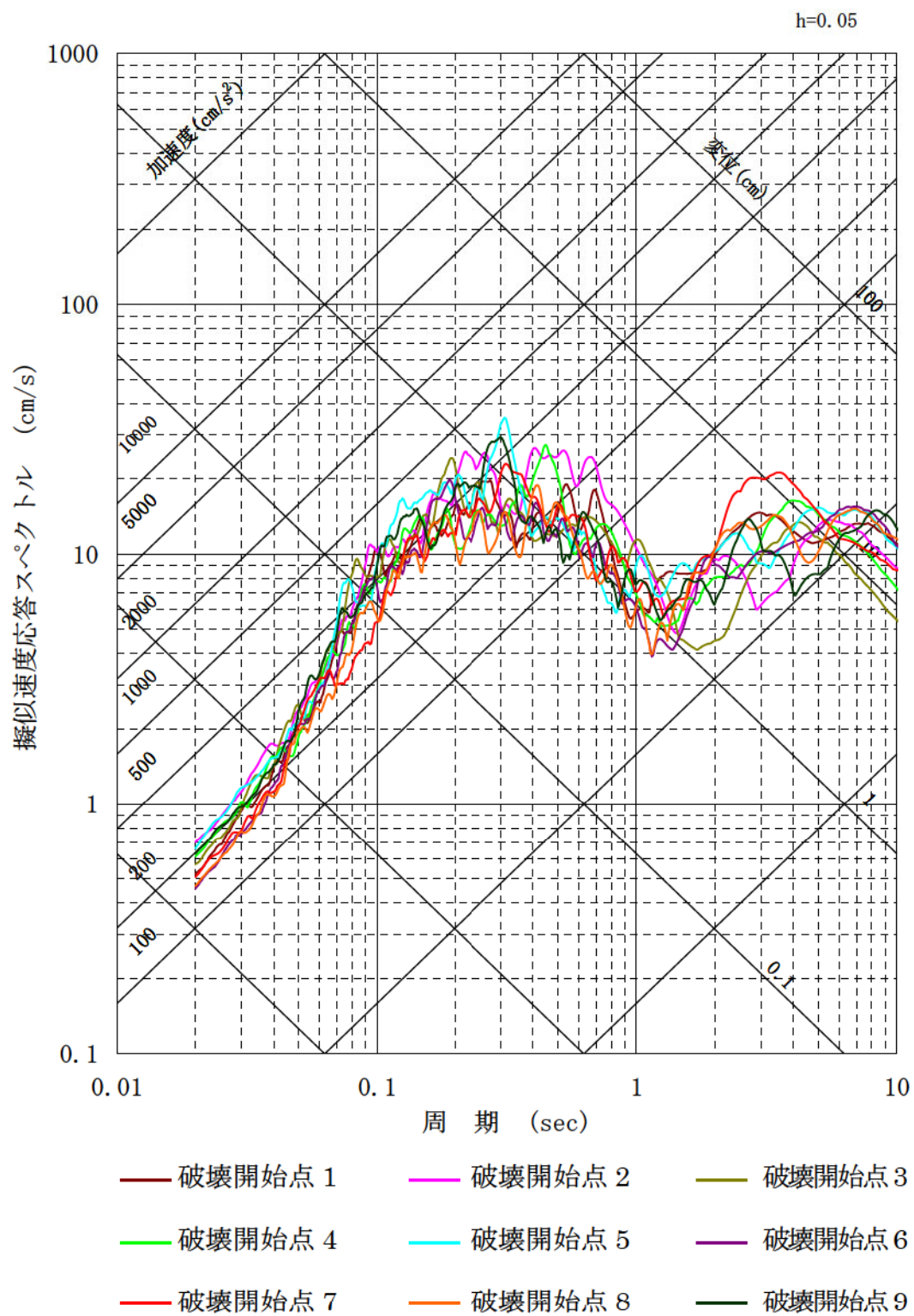


- | | | |
|---------|---------|---------|
| 破壊開始点 1 | 破壊開始点 2 | 破壊開始点 3 |
| 破壊開始点 4 | 破壊開始点 5 | 破壊開始点 6 |
| 破壊開始点 7 | 破壊開始点 8 | 破壊開始点 9 |

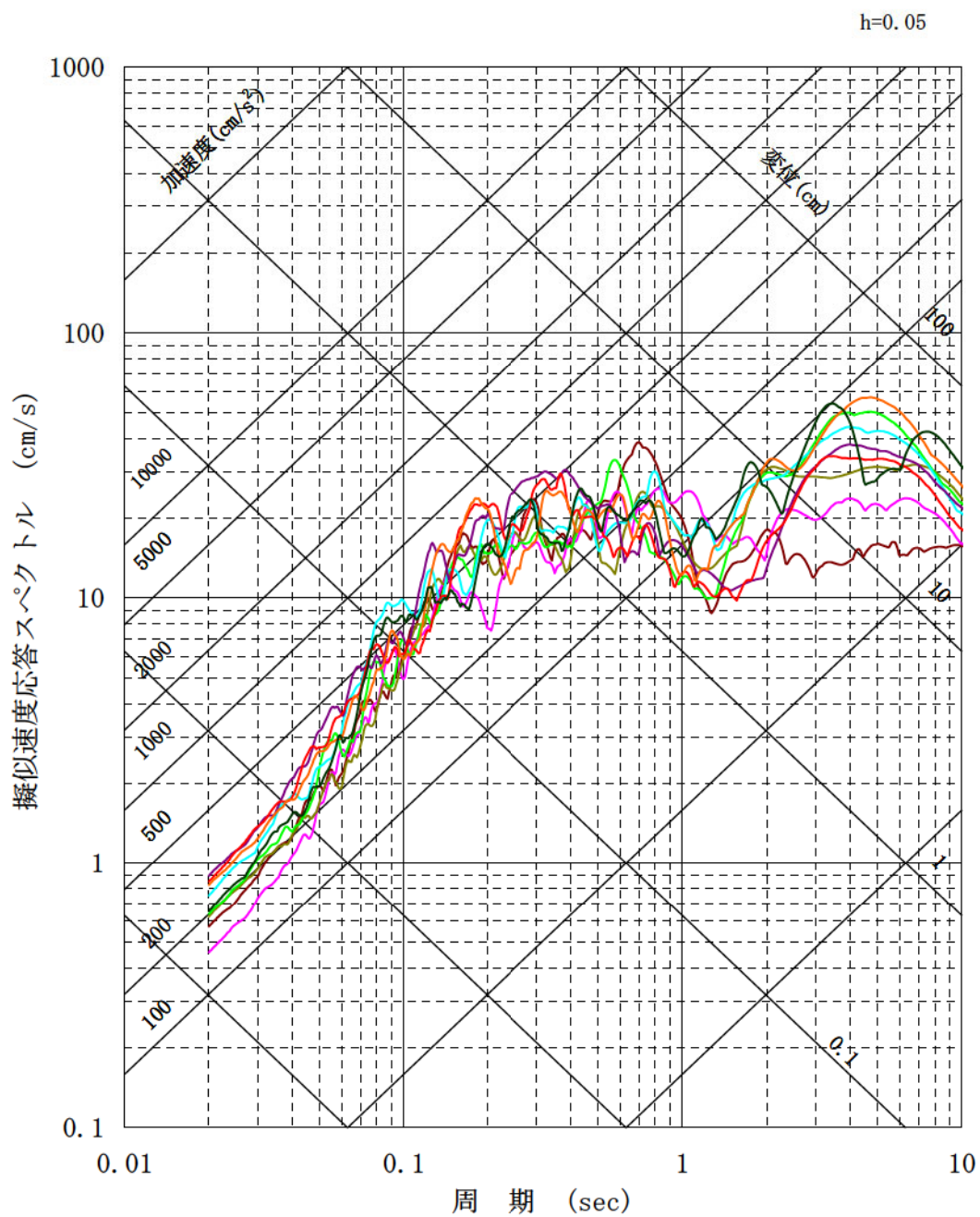
第 4.5.14 図(1) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (傾斜角 75° ケース, NS 方向)



第 4.5.14 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (傾斜角 75° ケース, EW 方向)

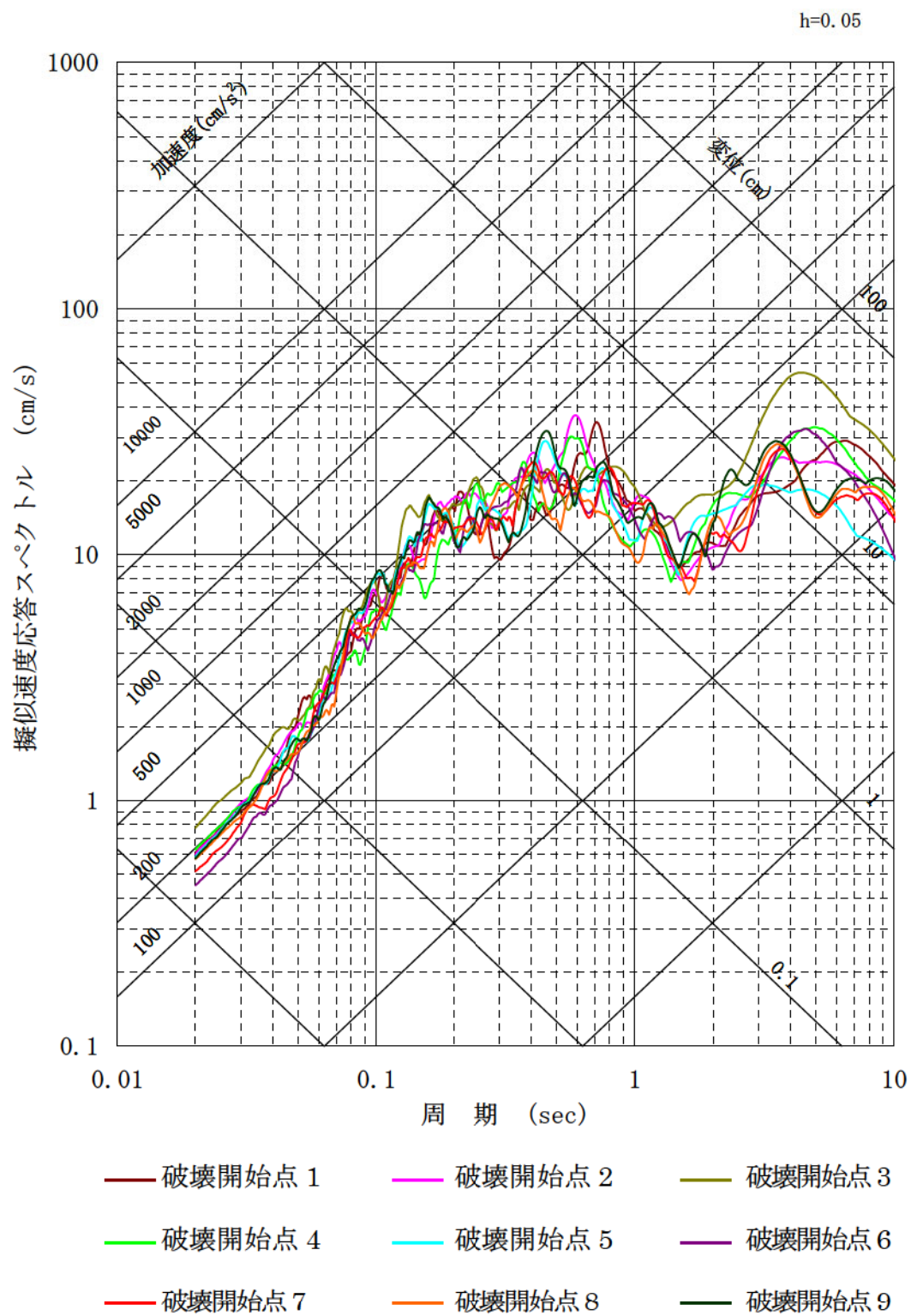


第 4.5.14 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (傾斜角 75° ケース, UD 方向)

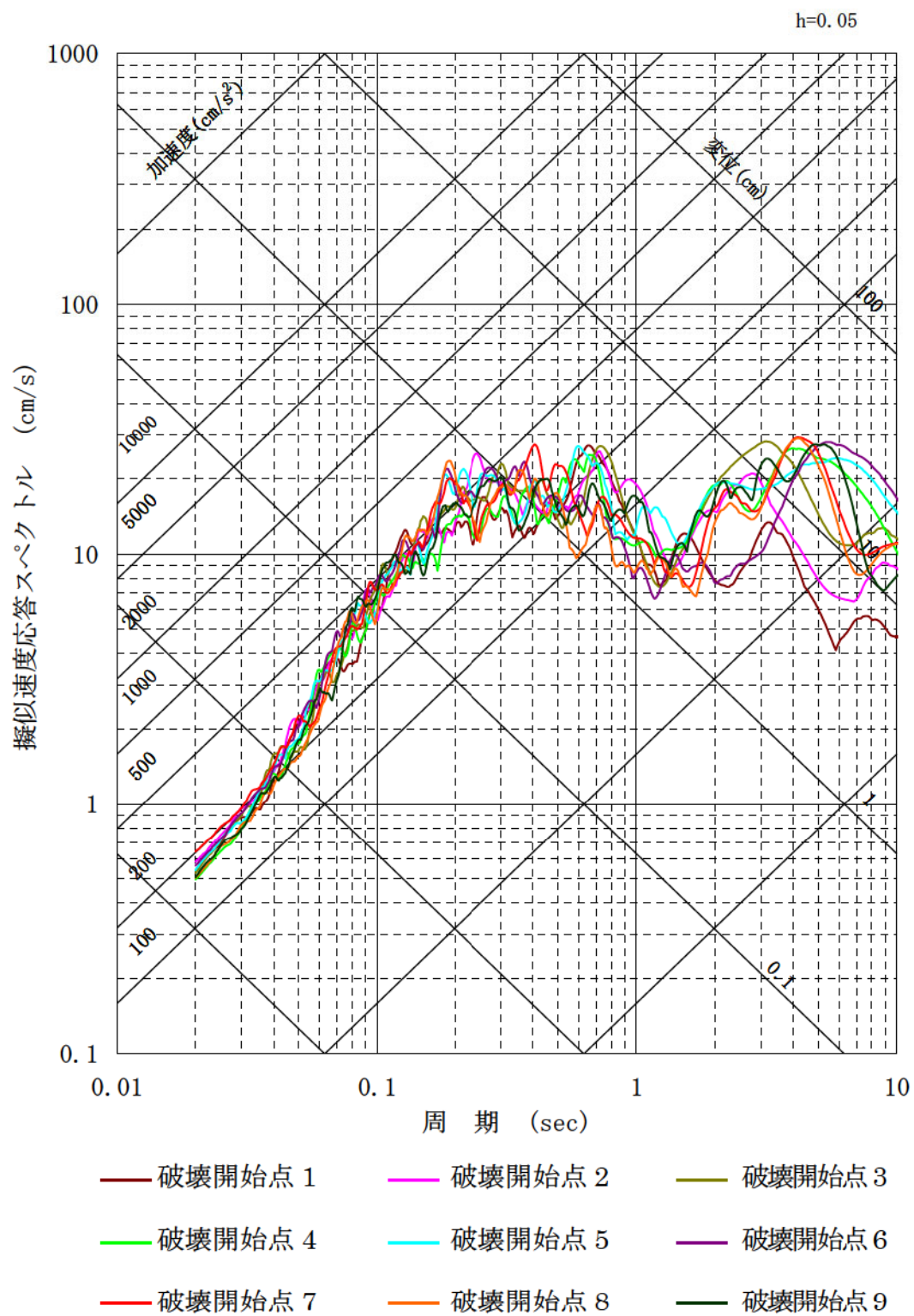


- | | | |
|---------|---------|---------|
| 破壊開始点 1 | 破壊開始点 2 | 破壊開始点 3 |
| 破壊開始点 4 | 破壊開始点 5 | 破壊開始点 6 |
| 破壊開始点 7 | 破壊開始点 8 | 破壊開始点 9 |

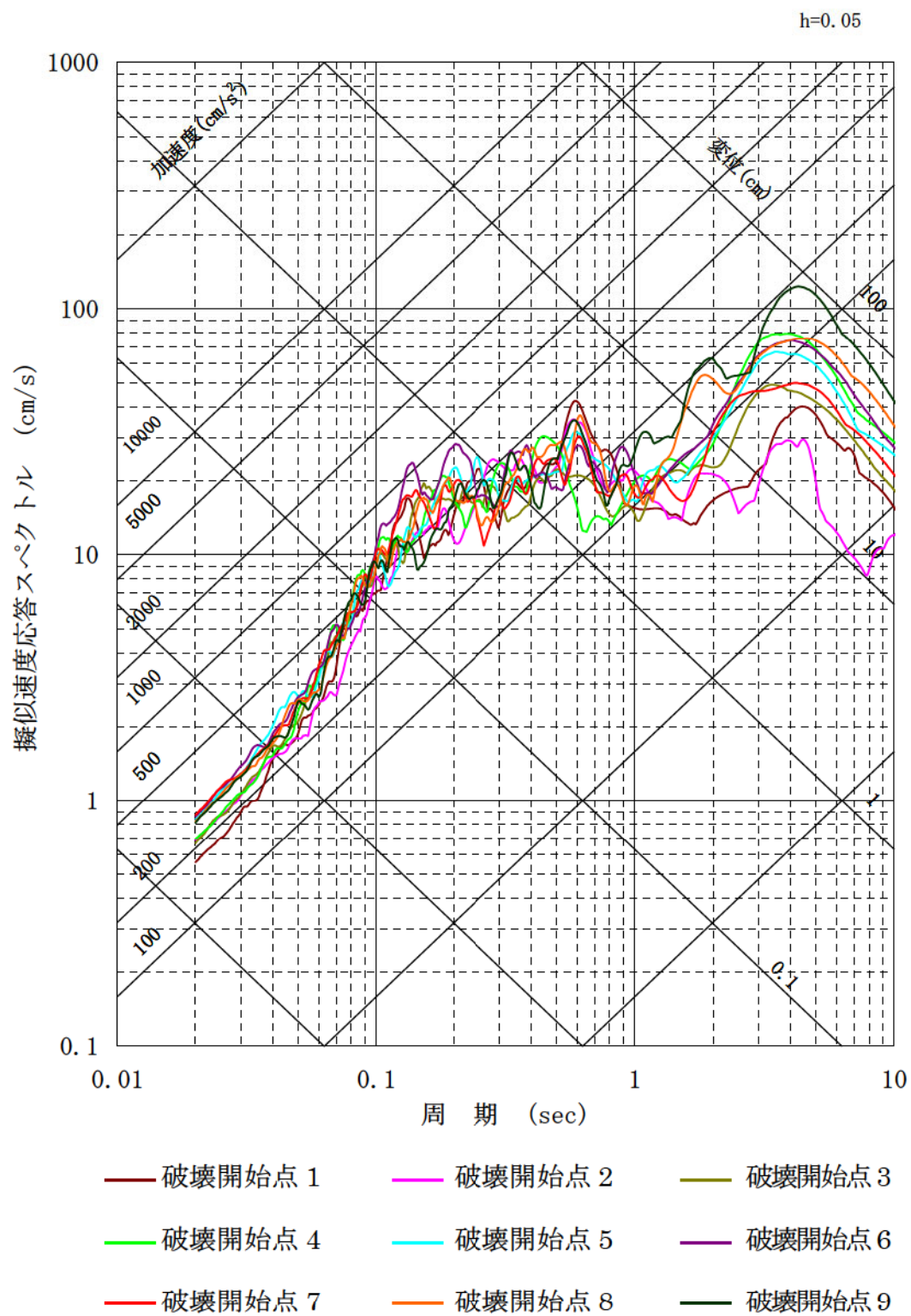
第 4.5.15 図(1) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (すべり角 30° ケース, NS 方向)



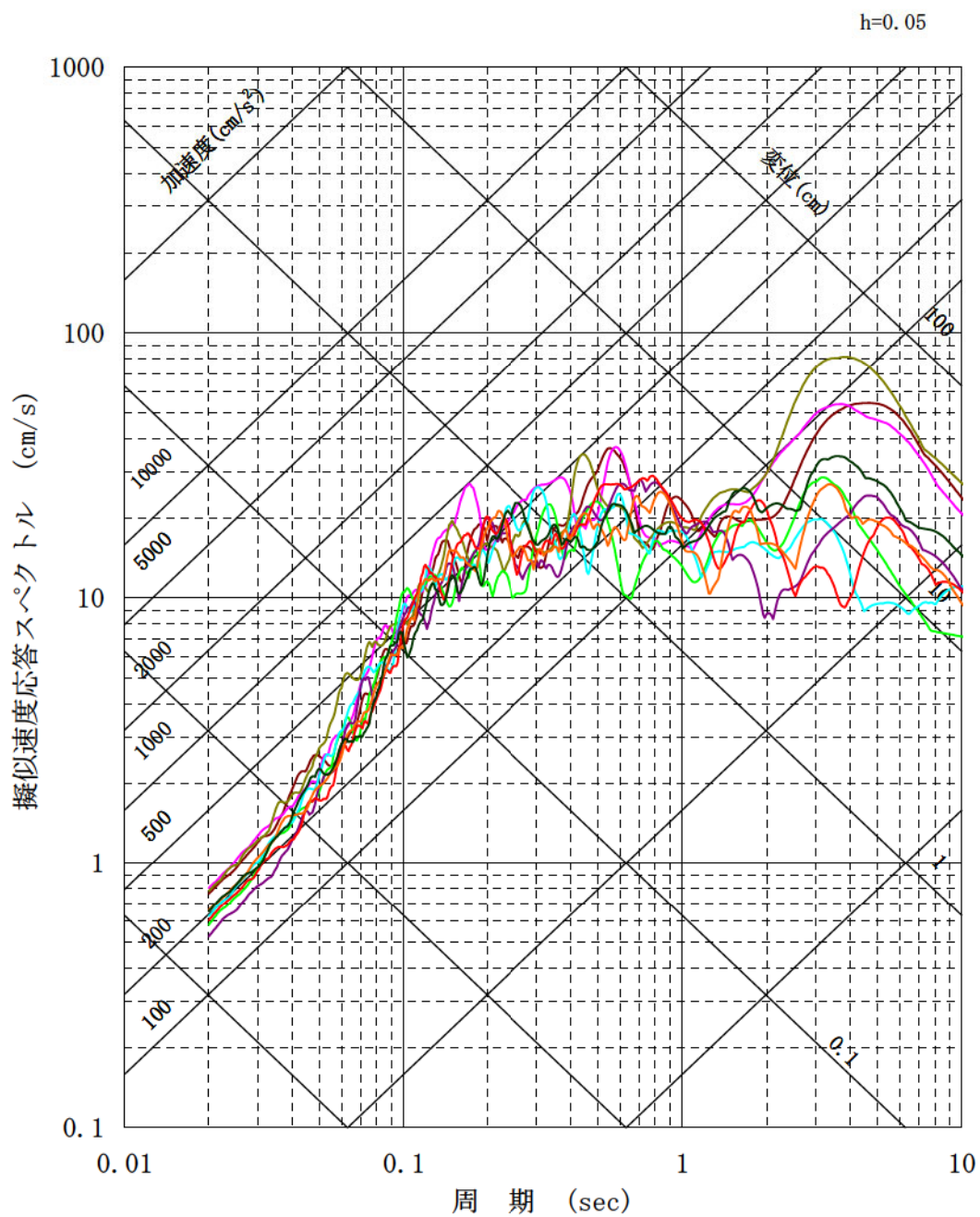
第 4.5.15 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (すべり角 30° ケース, EW 方向)



第 4.5.15 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (すべり角 30° ケース, UD 方向)

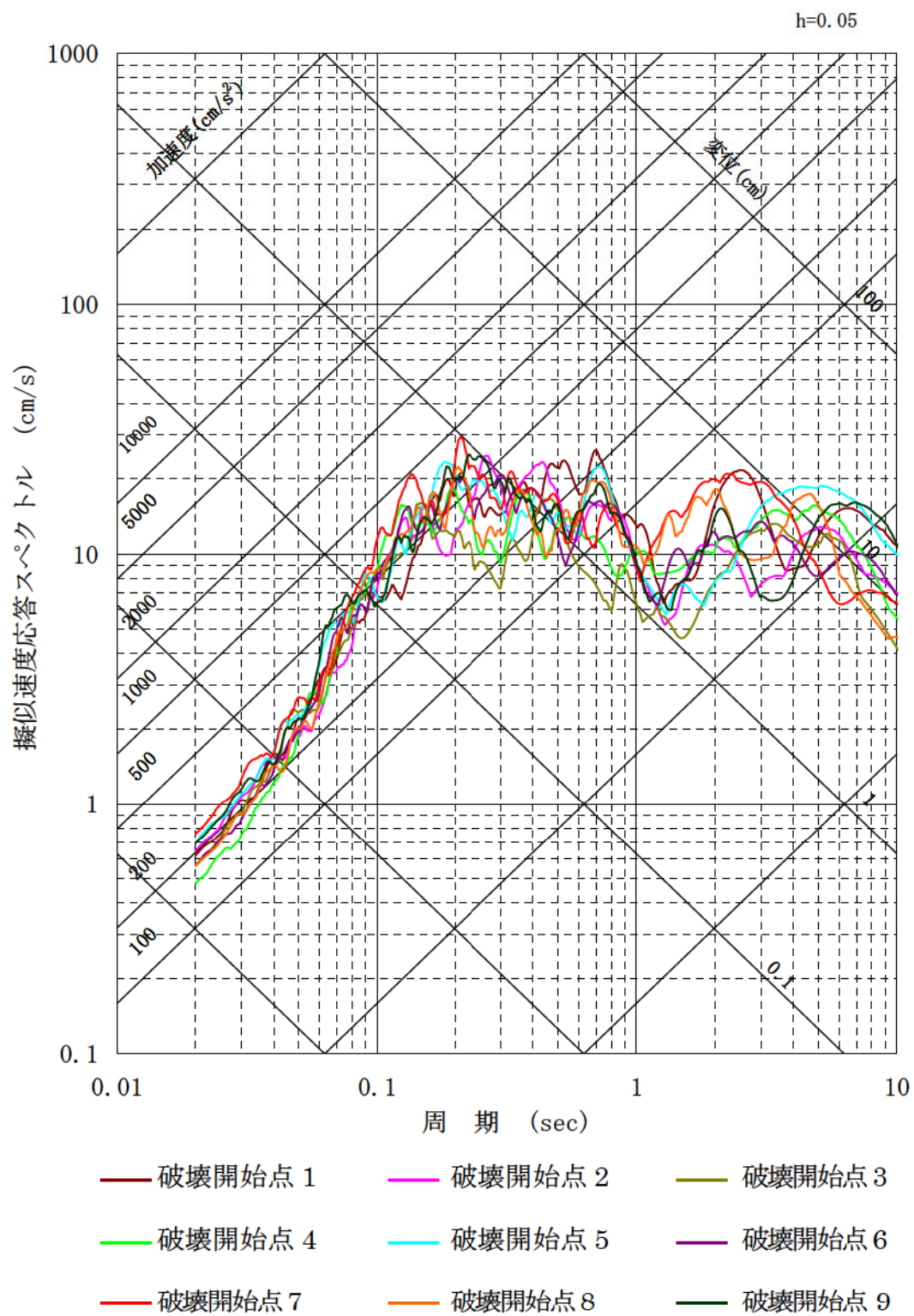


第 4.5.16 図(1) FO-A～FO-B～熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, NS 方向)

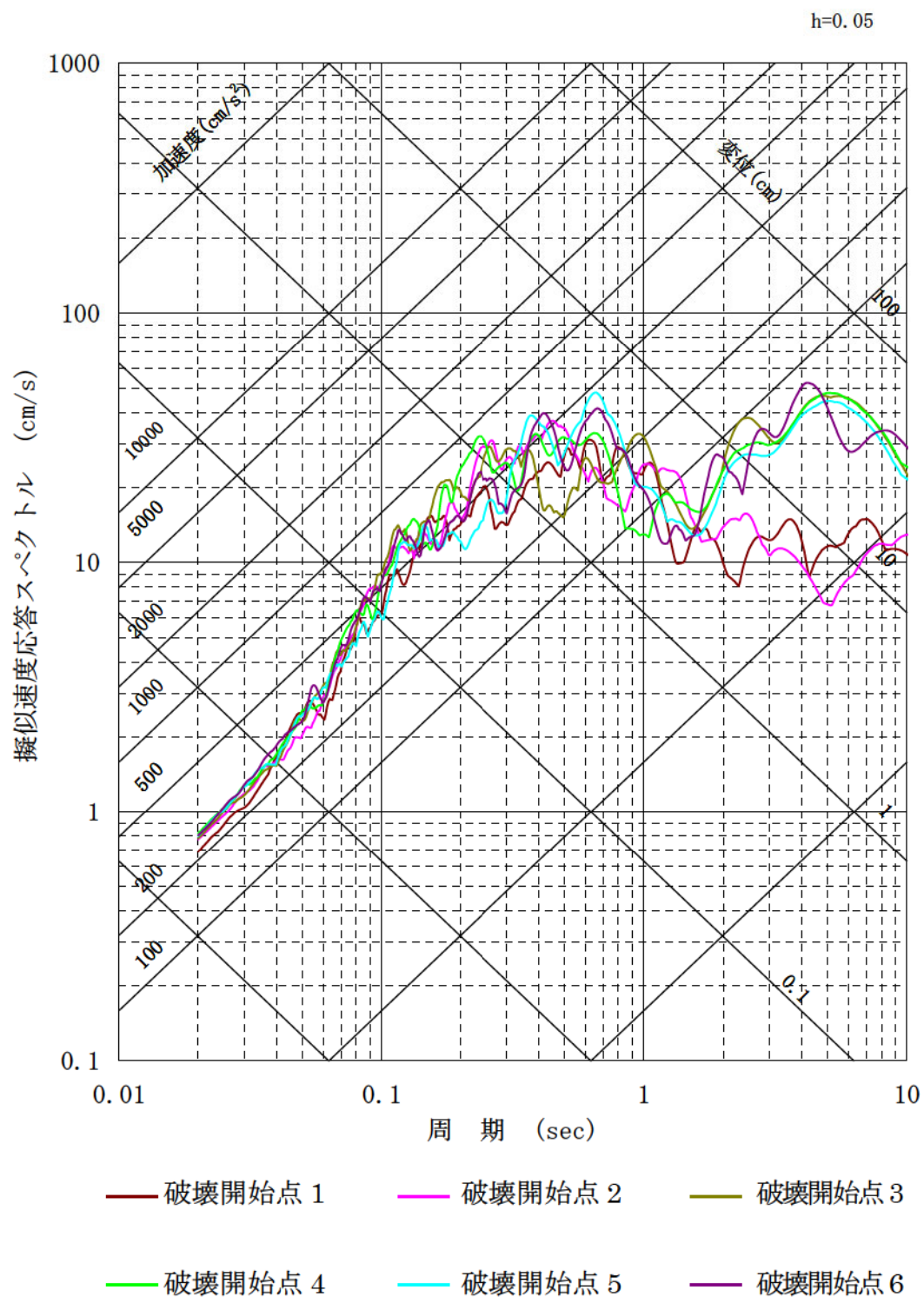


- | | | |
|---------|---------|---------|
| 破壊開始点 1 | 破壊開始点 2 | 破壊開始点 3 |
| 破壊開始点 4 | 破壊開始点 5 | 破壊開始点 6 |
| 破壊開始点 7 | 破壊開始点 8 | 破壊開始点 9 |

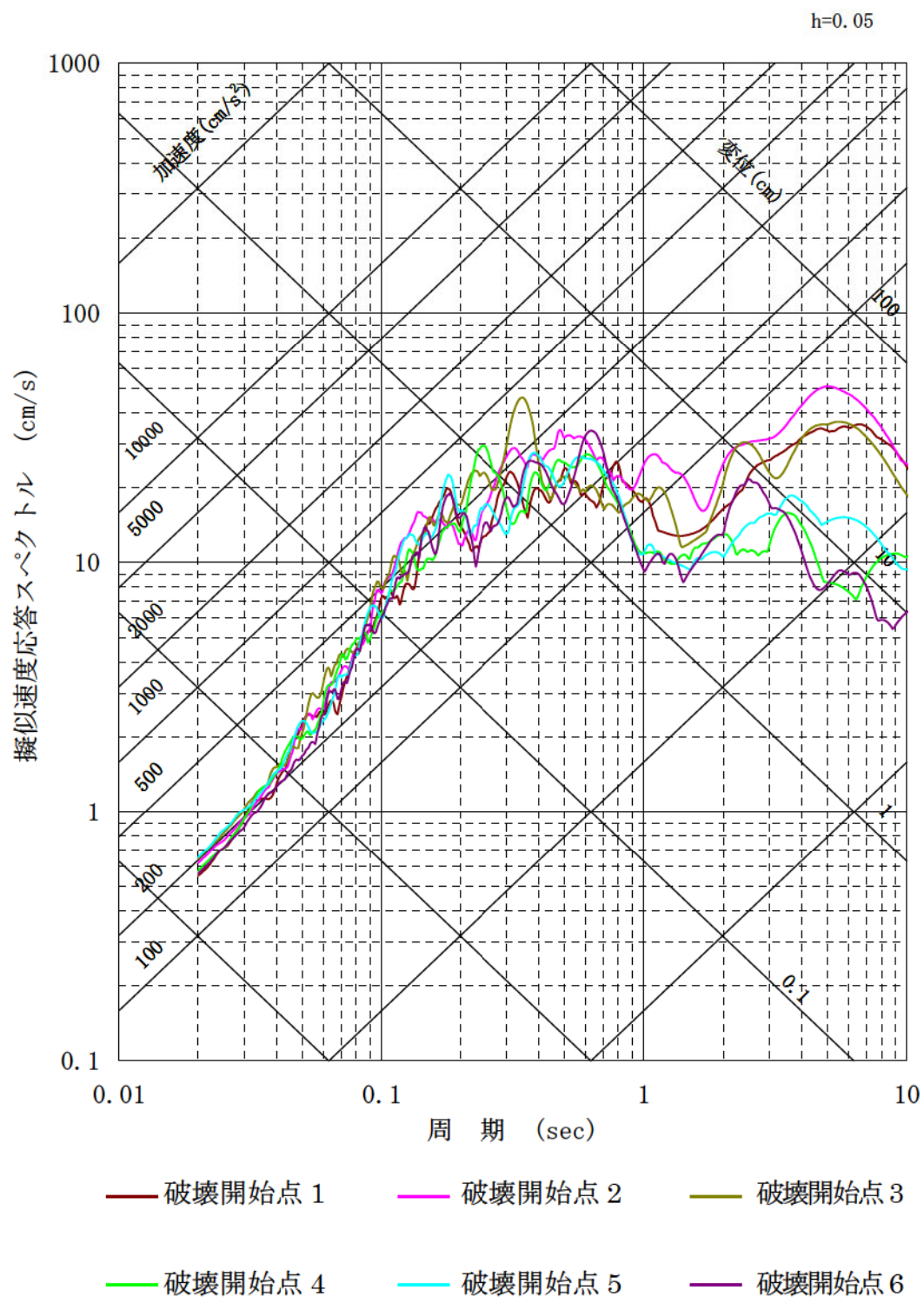
第 4.5.16 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, EW 方向)



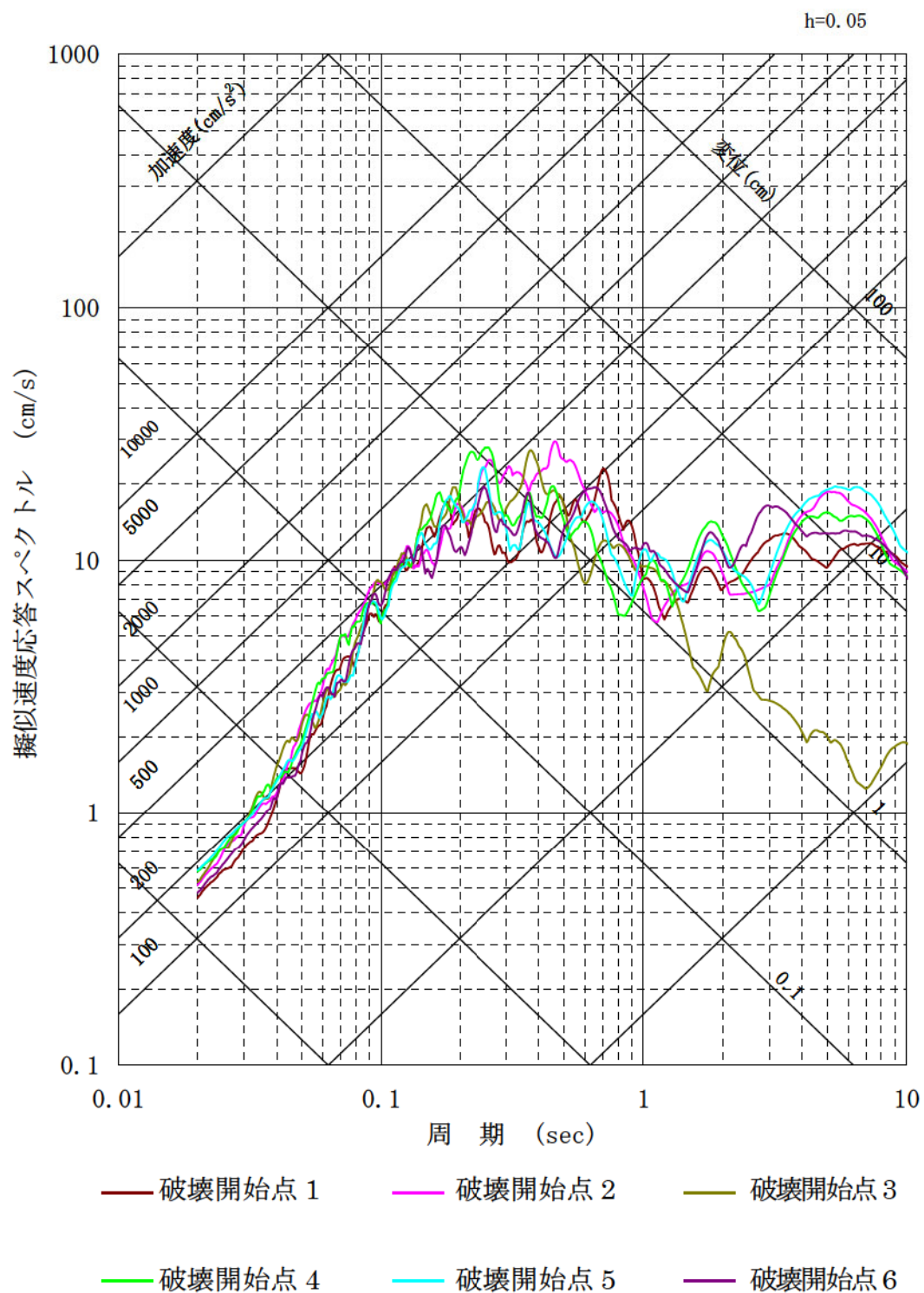
第 4.5.16 図(3) FO-A～FO-B～熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, UD 方向)



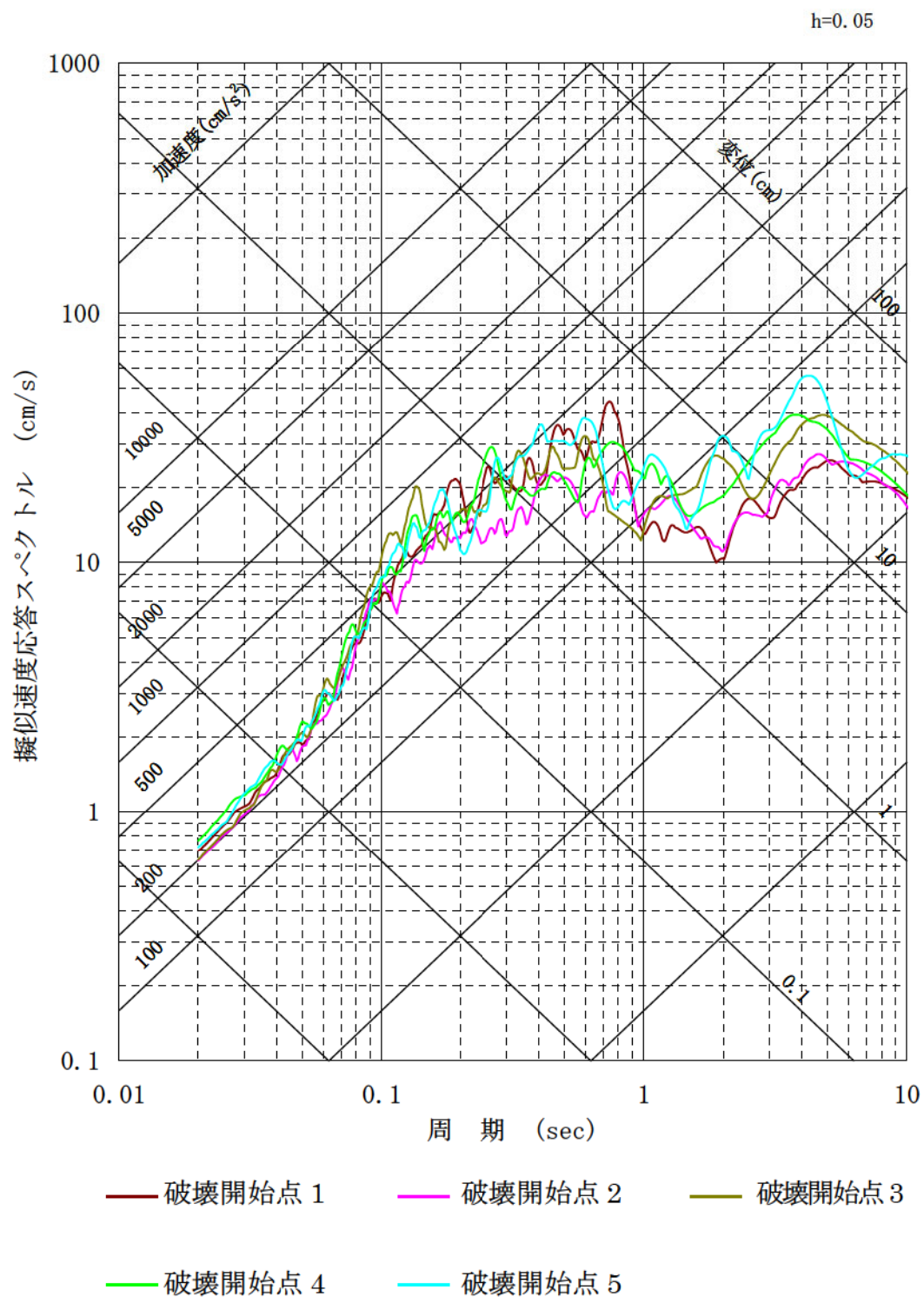
第 4.5.17 図(1) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊ケース, NS 方向)



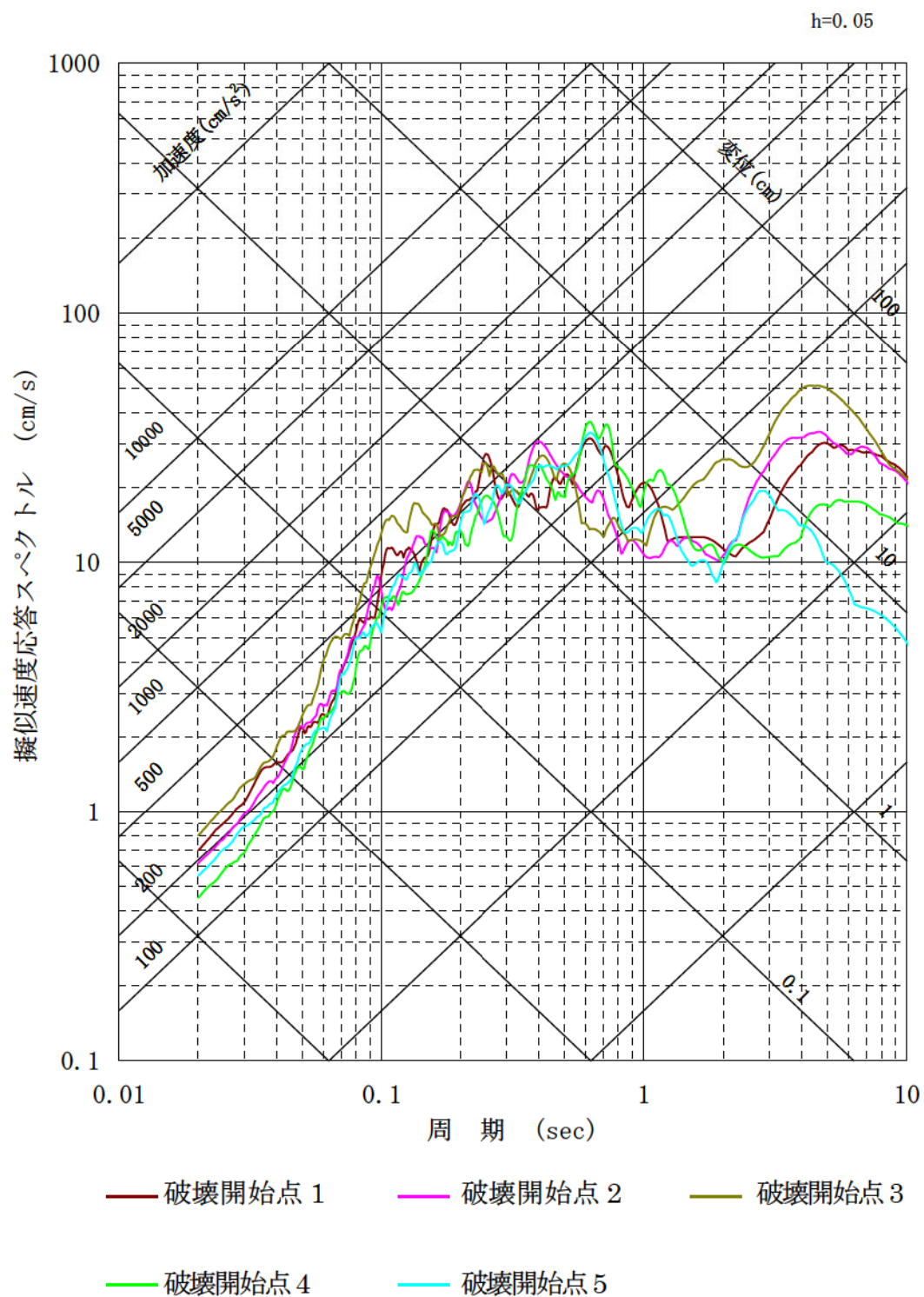
第 4.5.17 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊ケース, EW 方向)



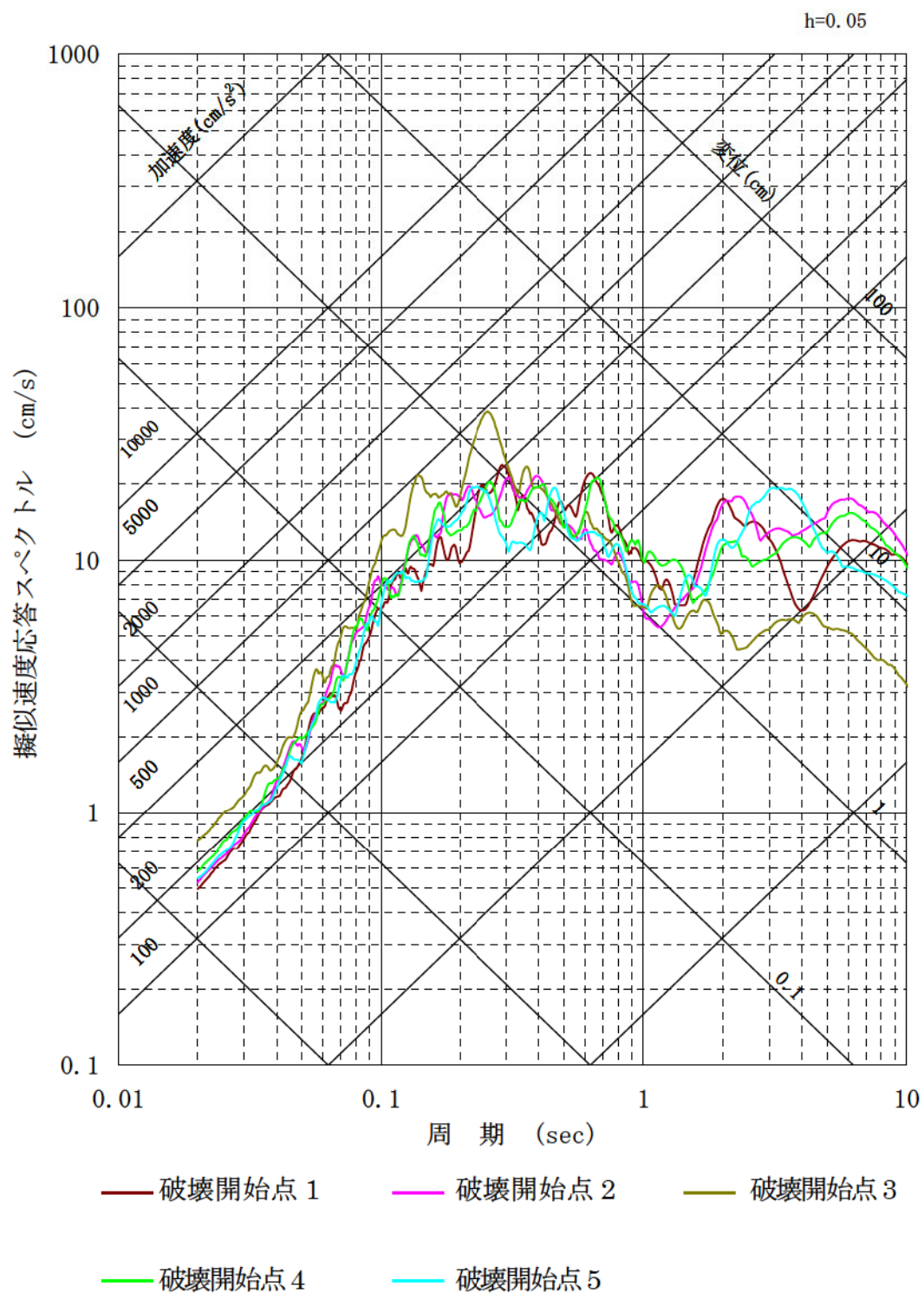
第 4.5.17 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊ケース, UD 方向)



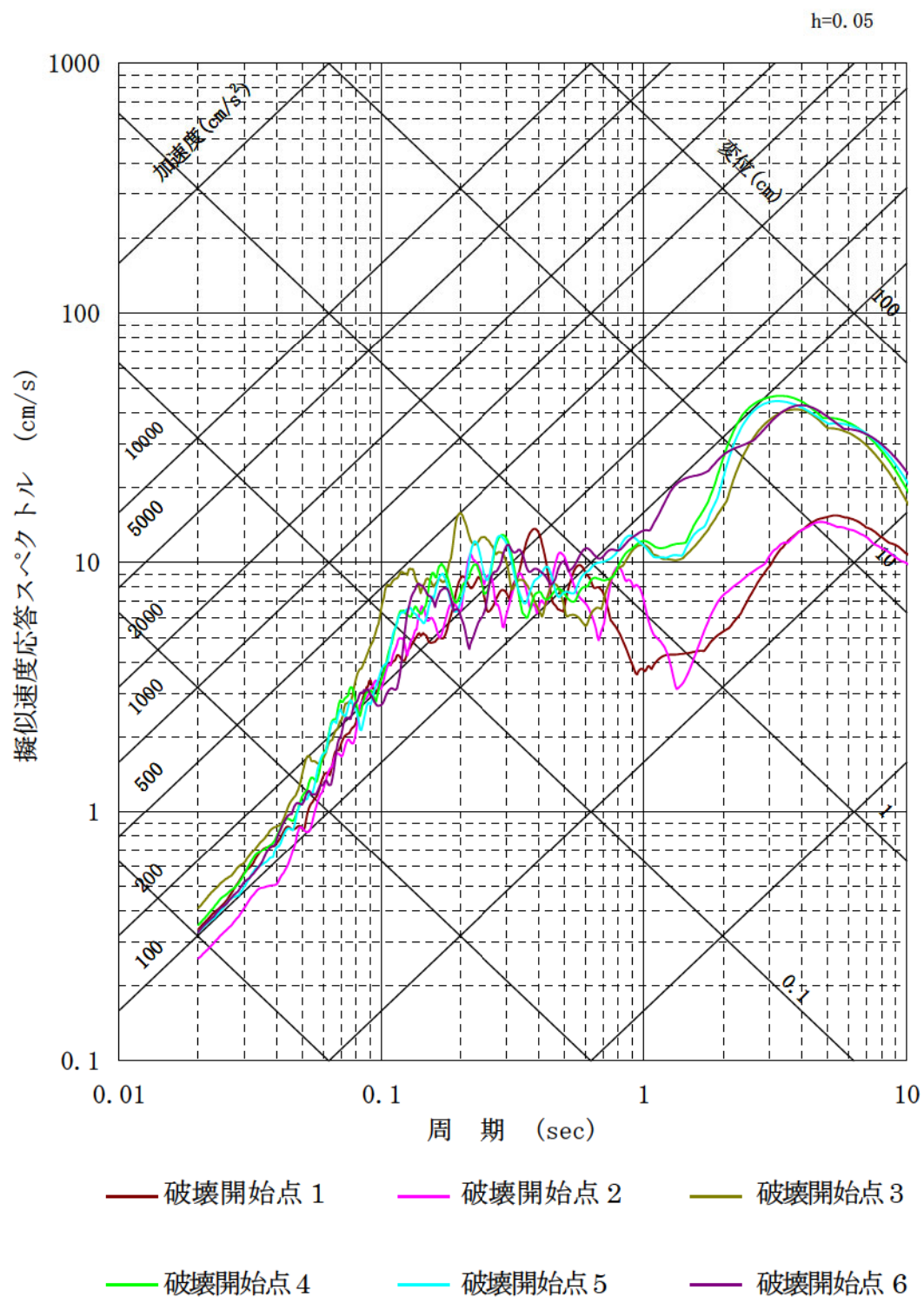
第 4.5.18 図(1) FO-A～FO-B～熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊横長ケース, NS 方向)



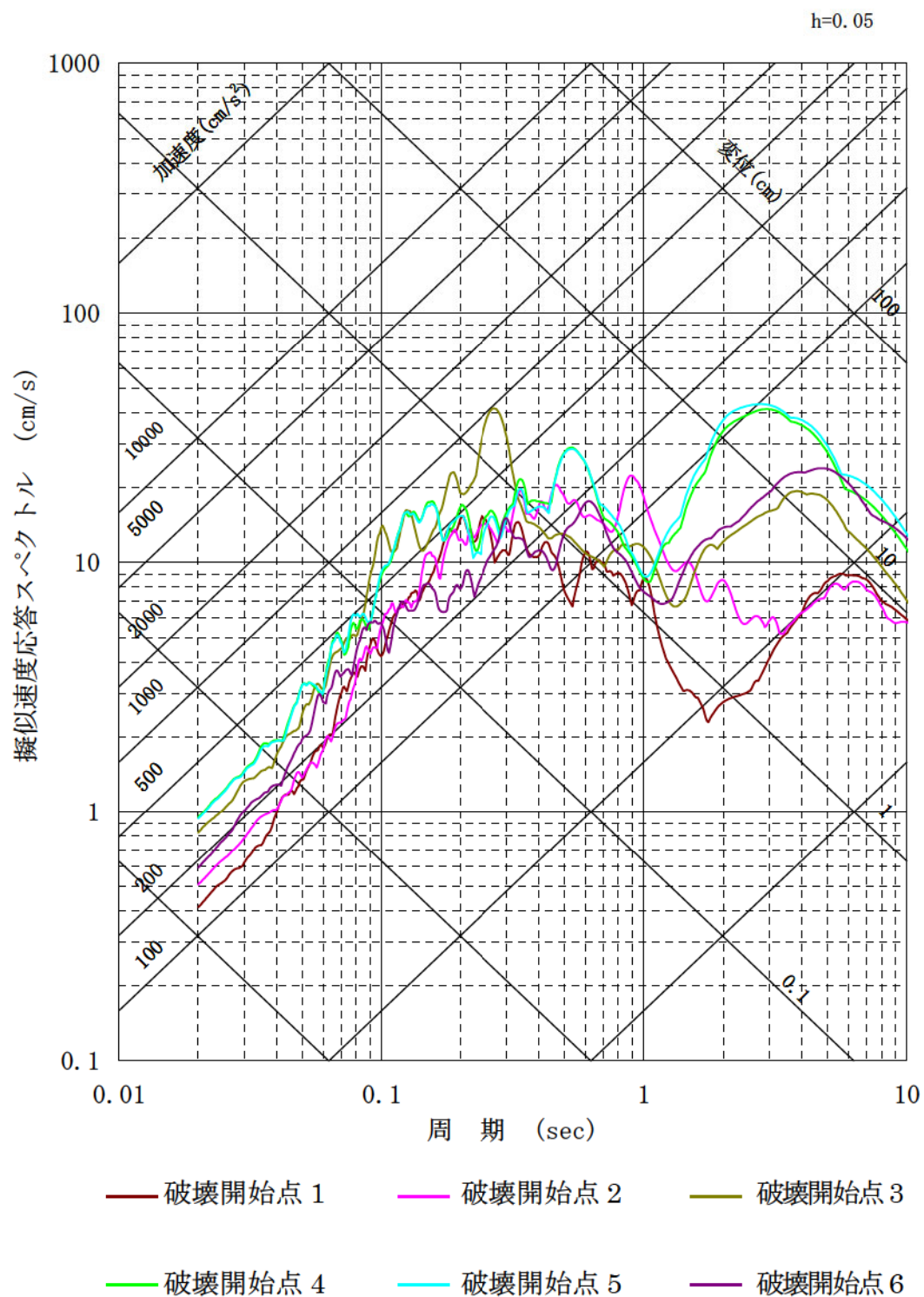
第 4.5.18 図(2) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊横長ケース, EW 方向)



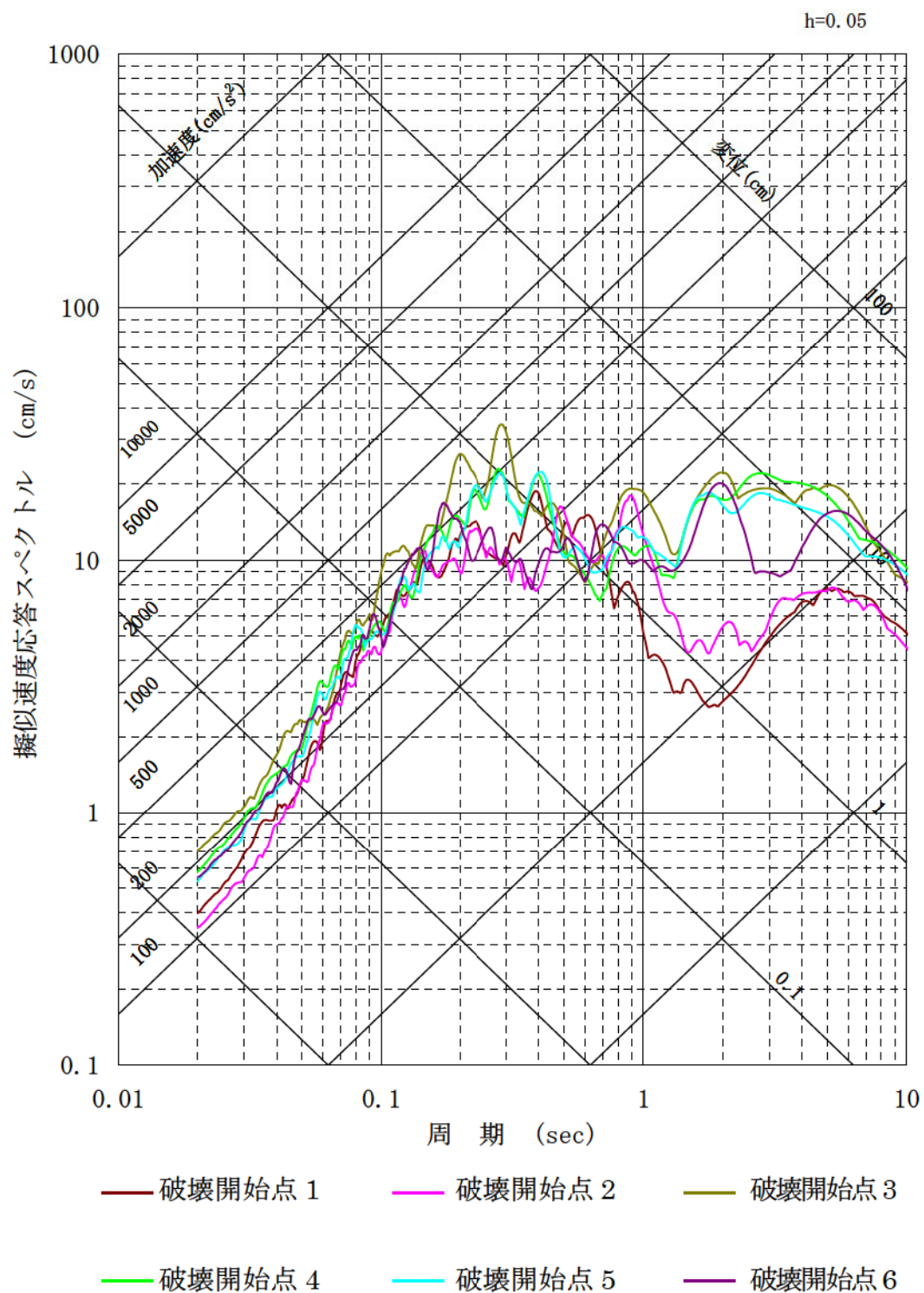
第 4.5.18 図(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (アスペリティー塊横長ケース, UD 方向)



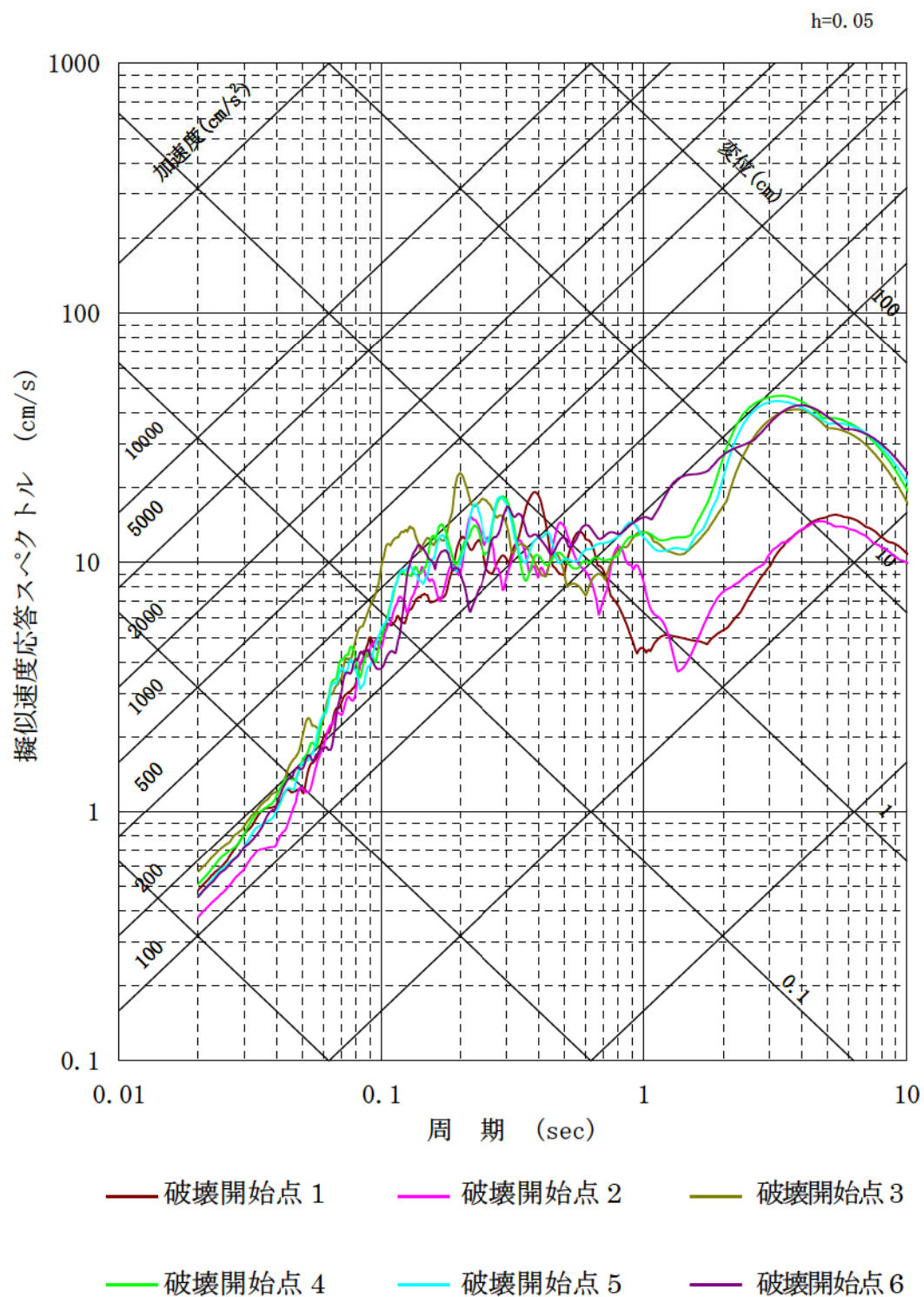
第 4.5.19 図(1) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, NS 方向)



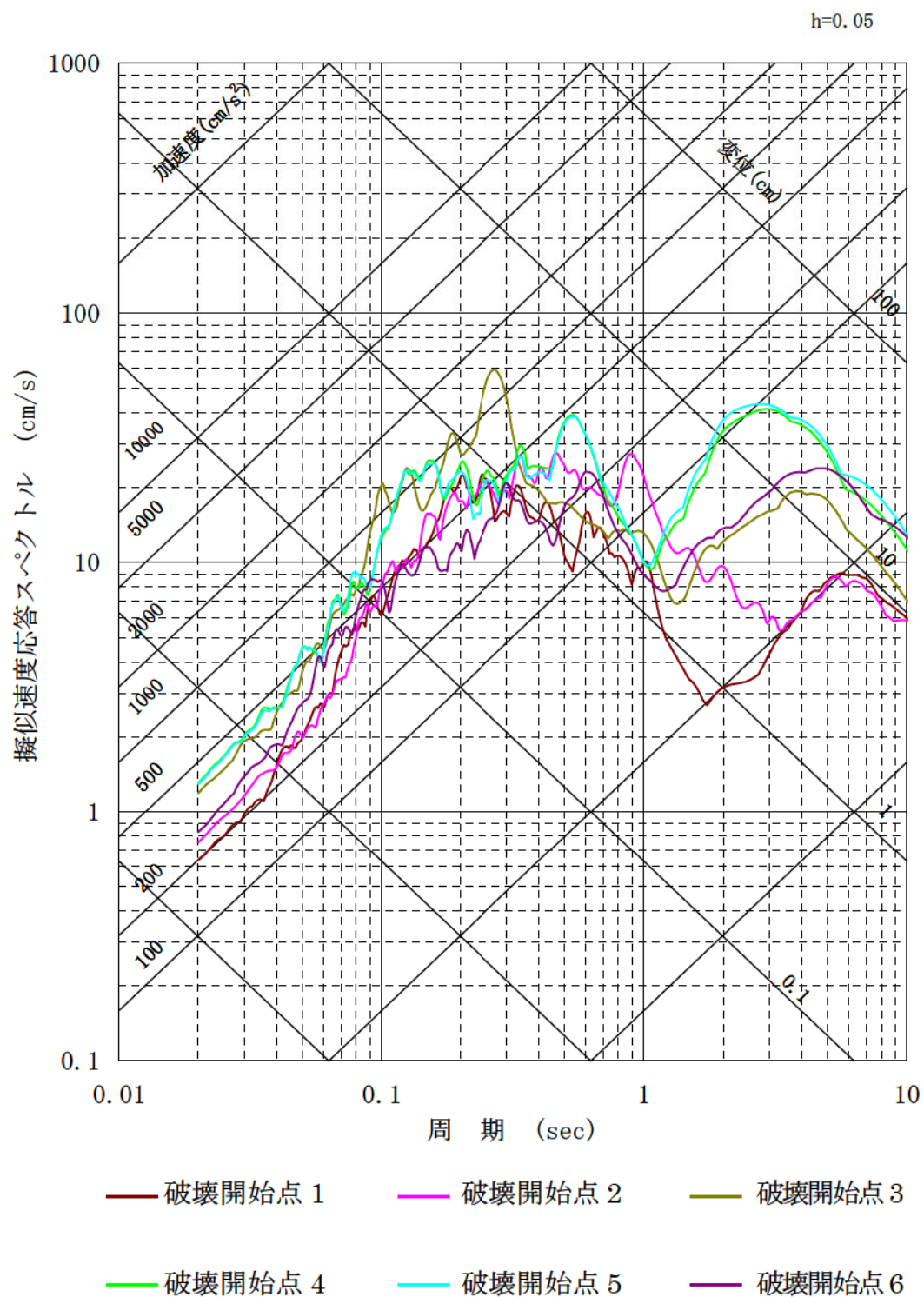
第 4.5.19 図(2) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, EW 方向)



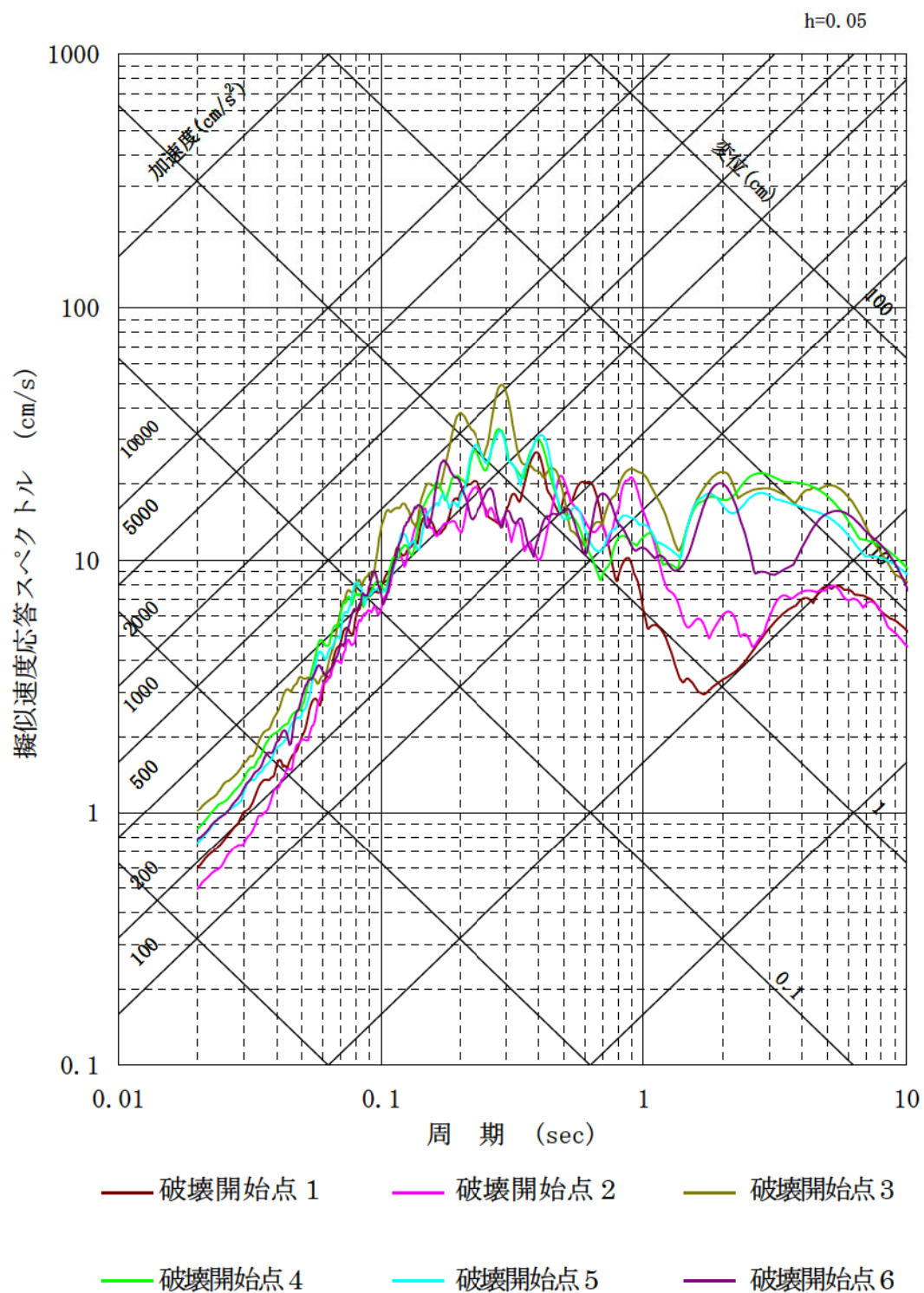
第 4.5.19 図(3) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本ケース, UD 方向)



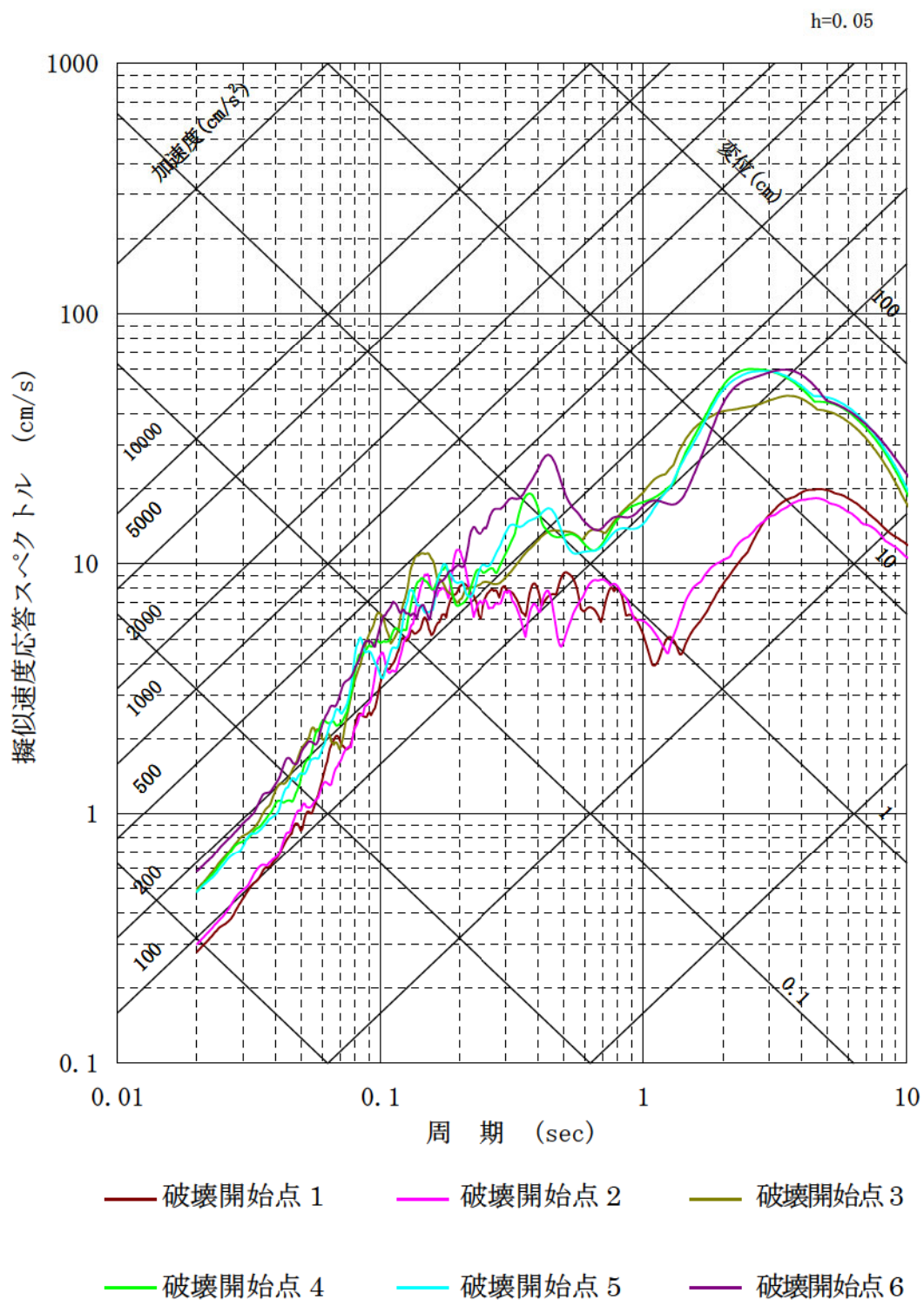
第 4.5.20 図(1) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, NS 方向)



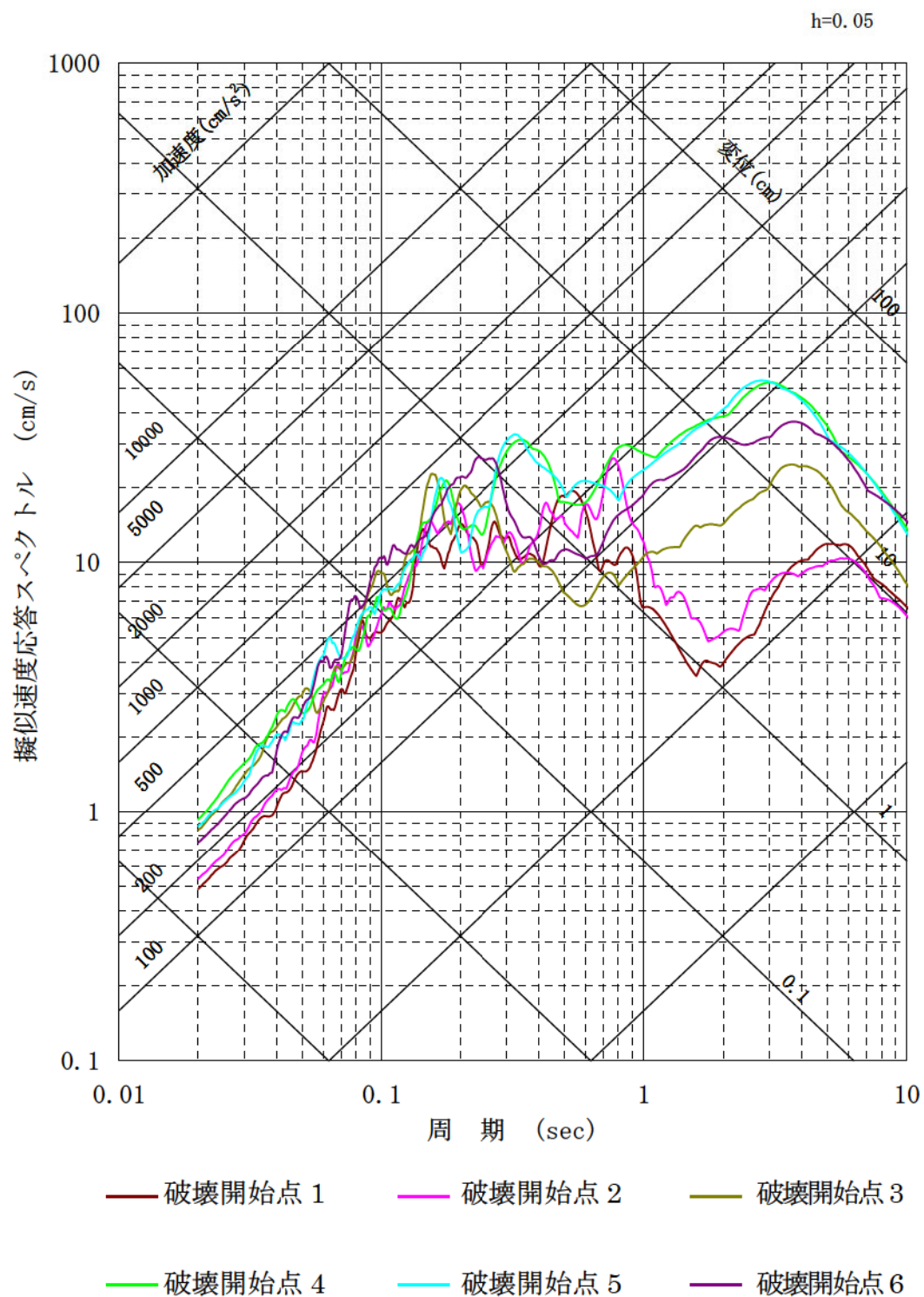
第 4.5.20 図(2) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, EW 方向)



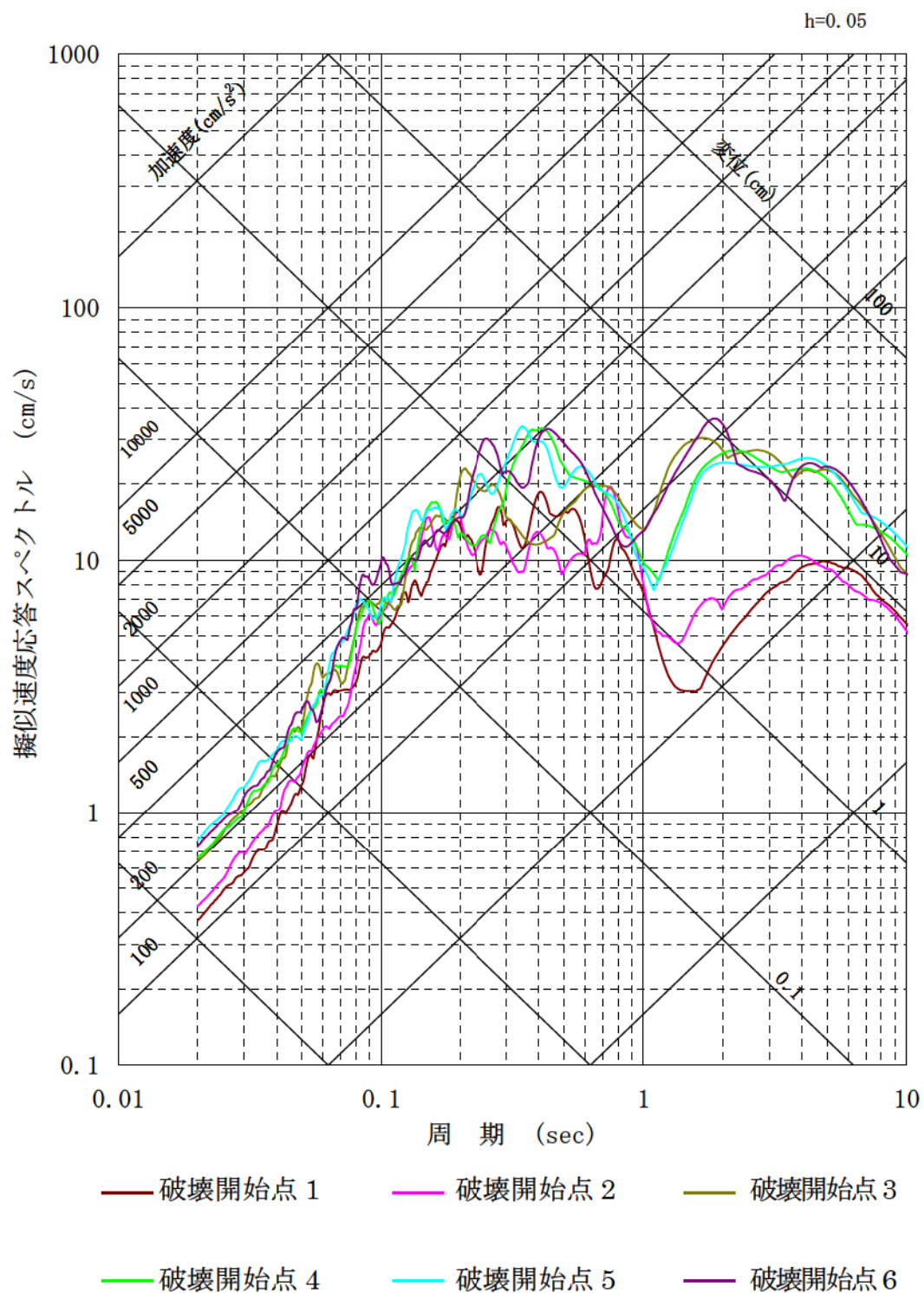
第 4.5.20 図(3) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (短周期の地震動 1.5 倍ケース, UD 方向)



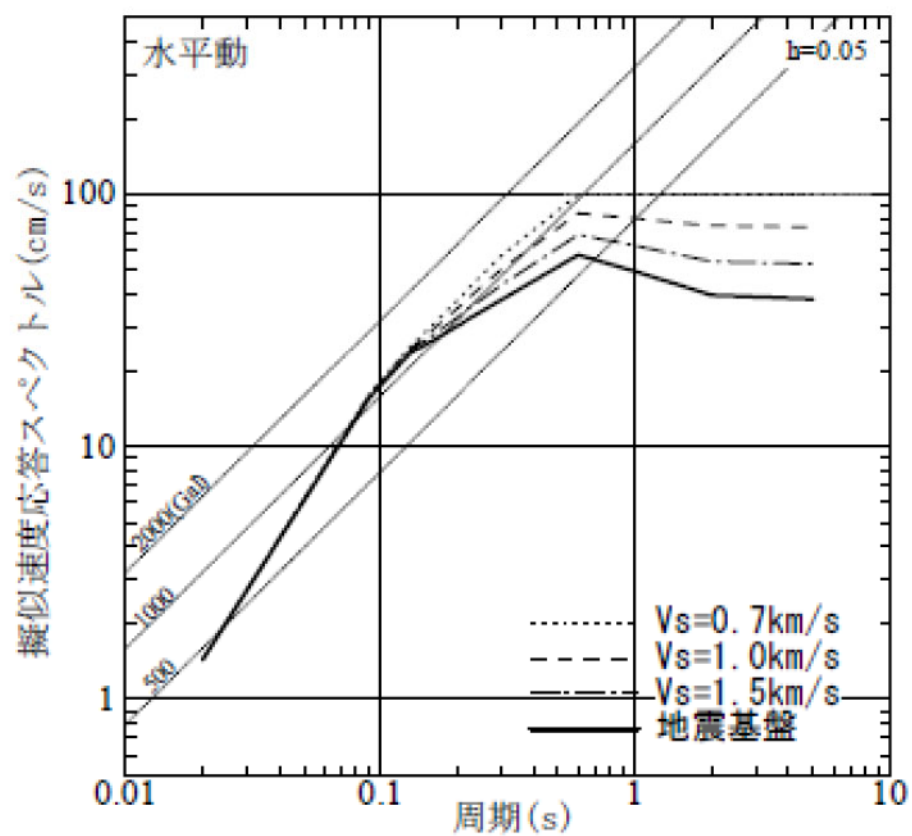
第 4.5.21 図(1) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, NS 方向)



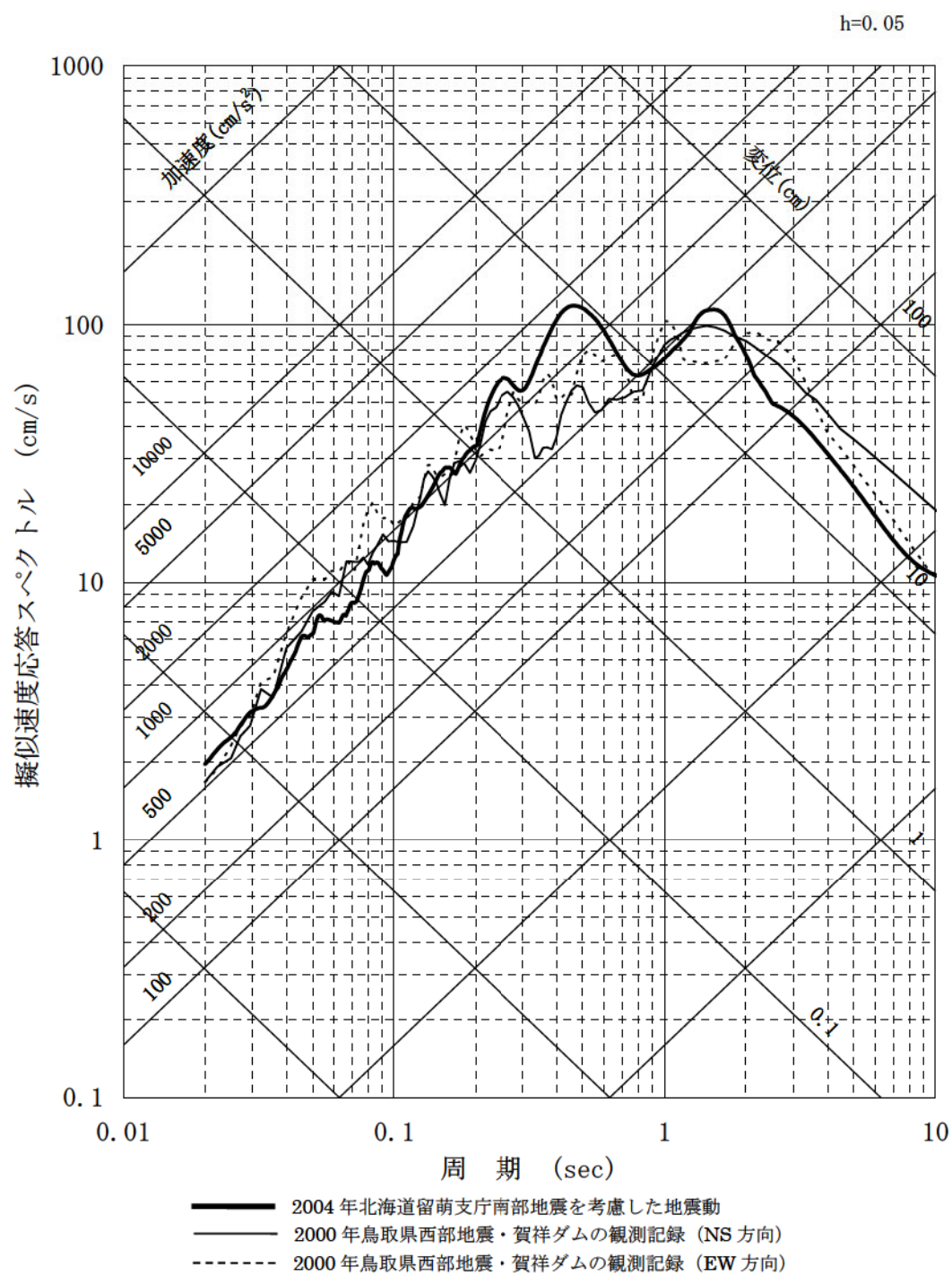
第 4.5.21 図(2) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, EW 方向)



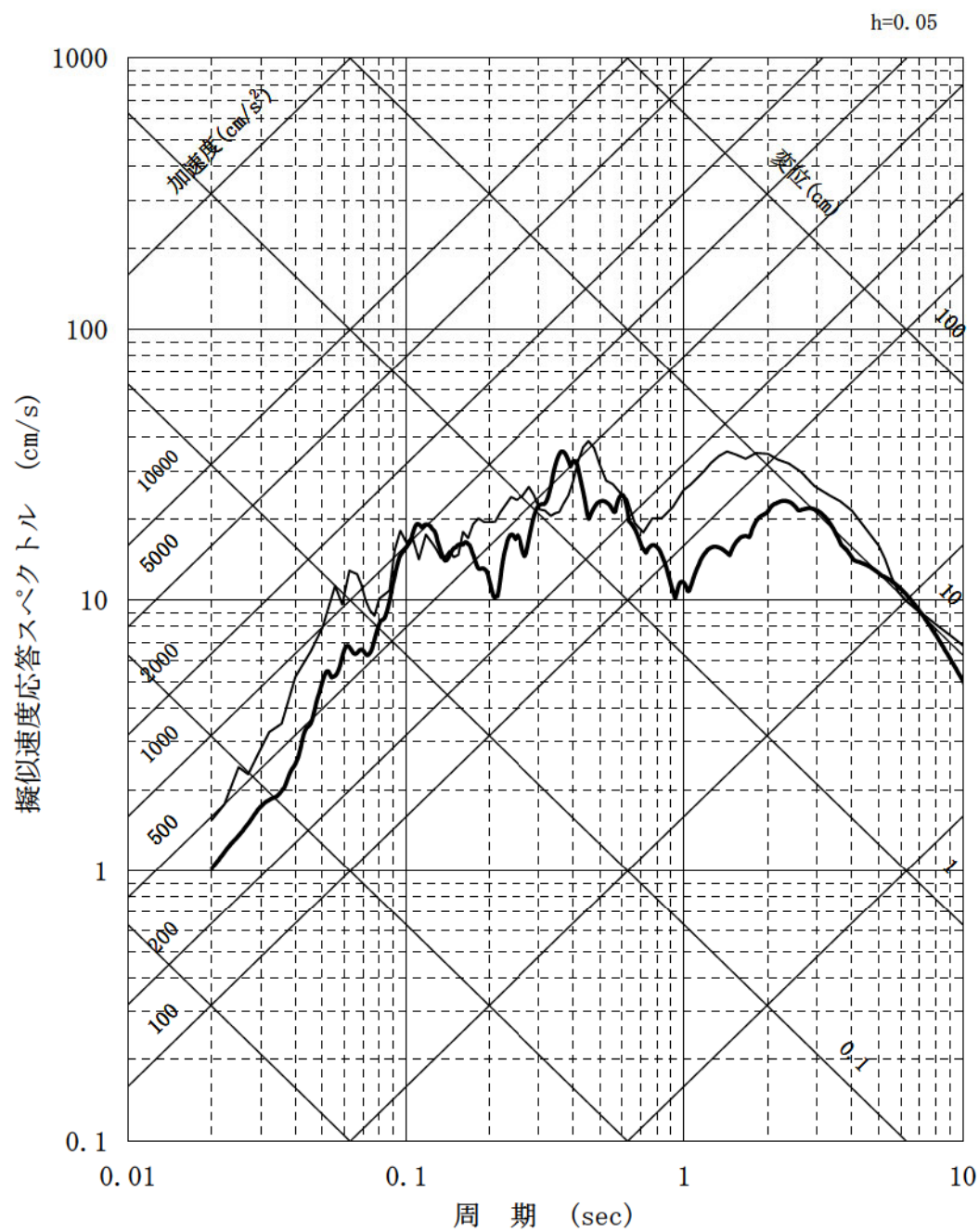
第 4.5.21 図(3) 上林川断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 ($V_r=0.87\beta$ ケース, UD 方向)



第 4.5.22 図 加藤他(2004)による水平方向の地震動の応答スペクトル

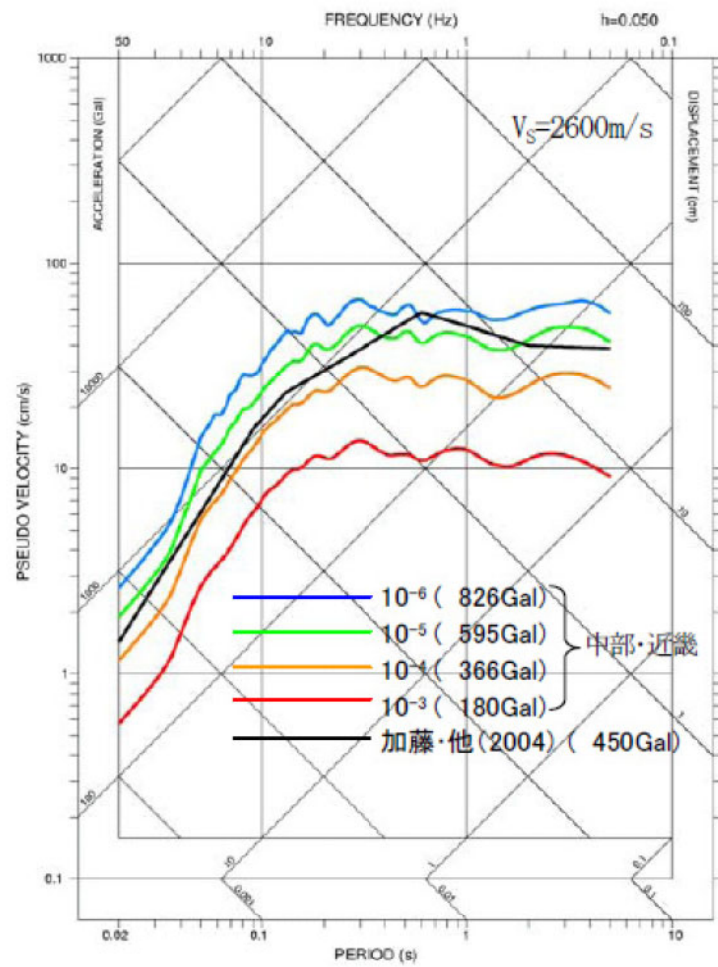


第 4.5.23 図(1) 高浜発電所における震源を特定せず策定する地震動の
応答スペクトル (水平方向)

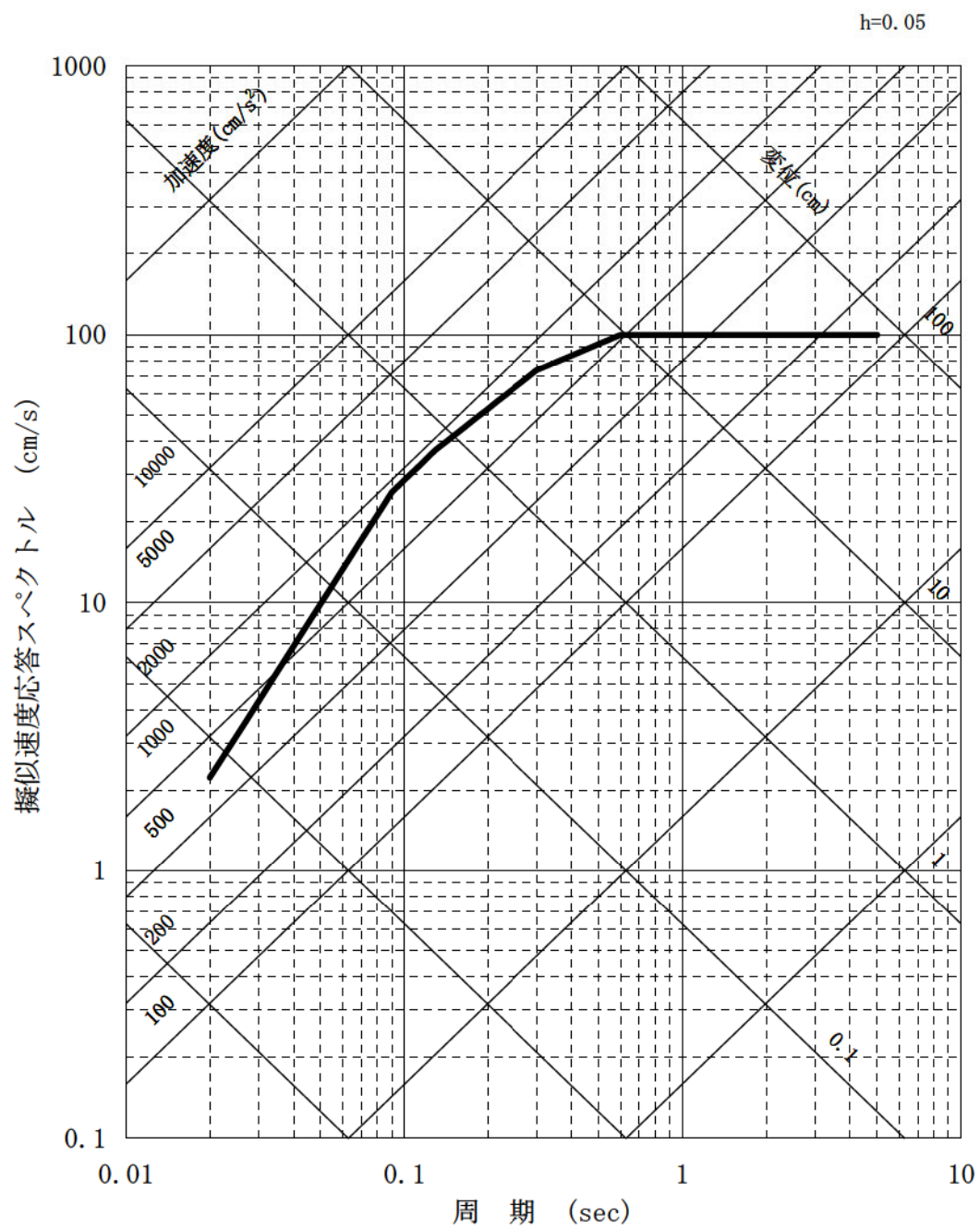


- 2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動
- 2000年鳥取県西部地震・賀祥ダムの観測記録

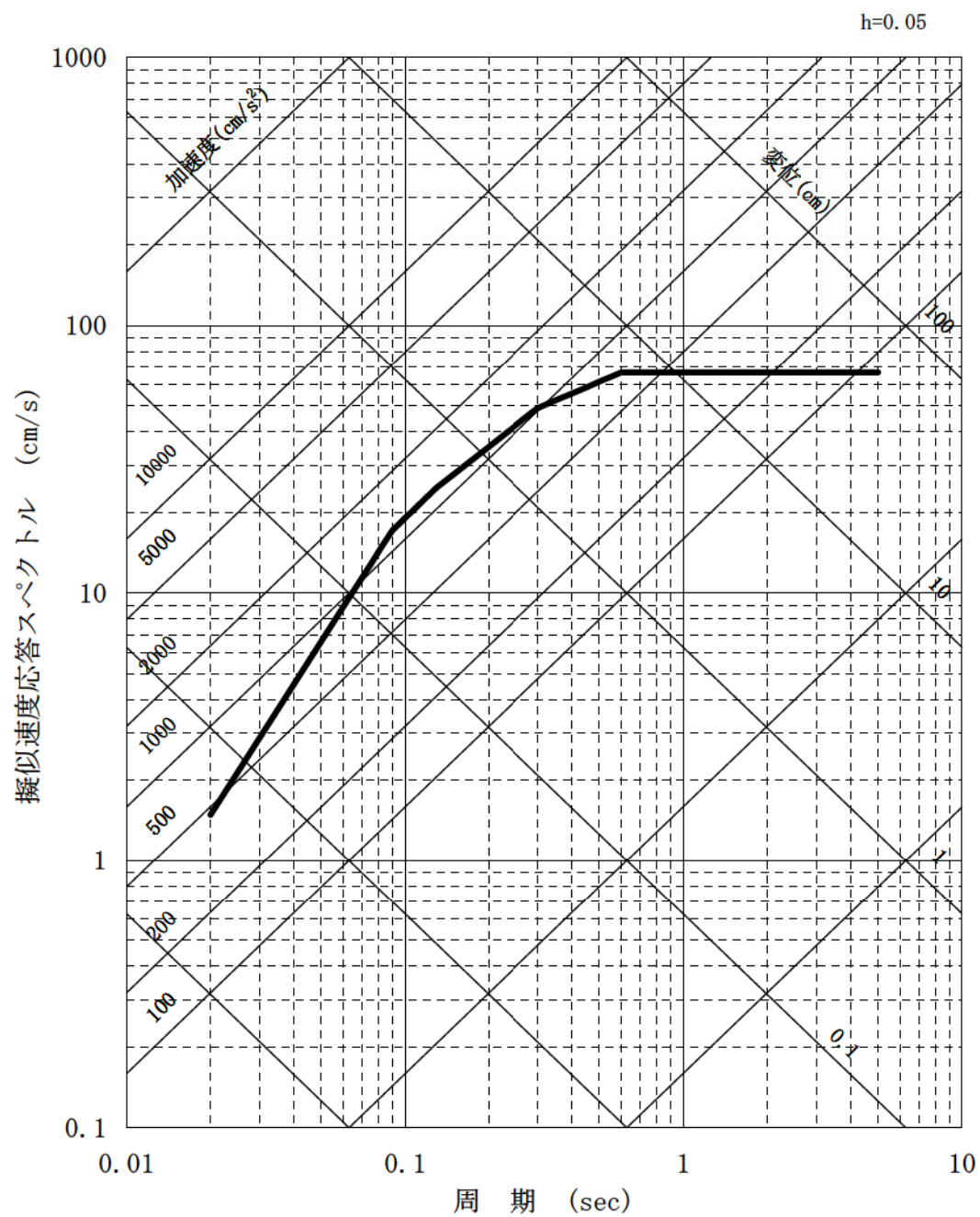
第 4.5.23 図(2) 高浜発電所における震源を特定せず策定する地震動の
応答スペクトル (鉛直方向)



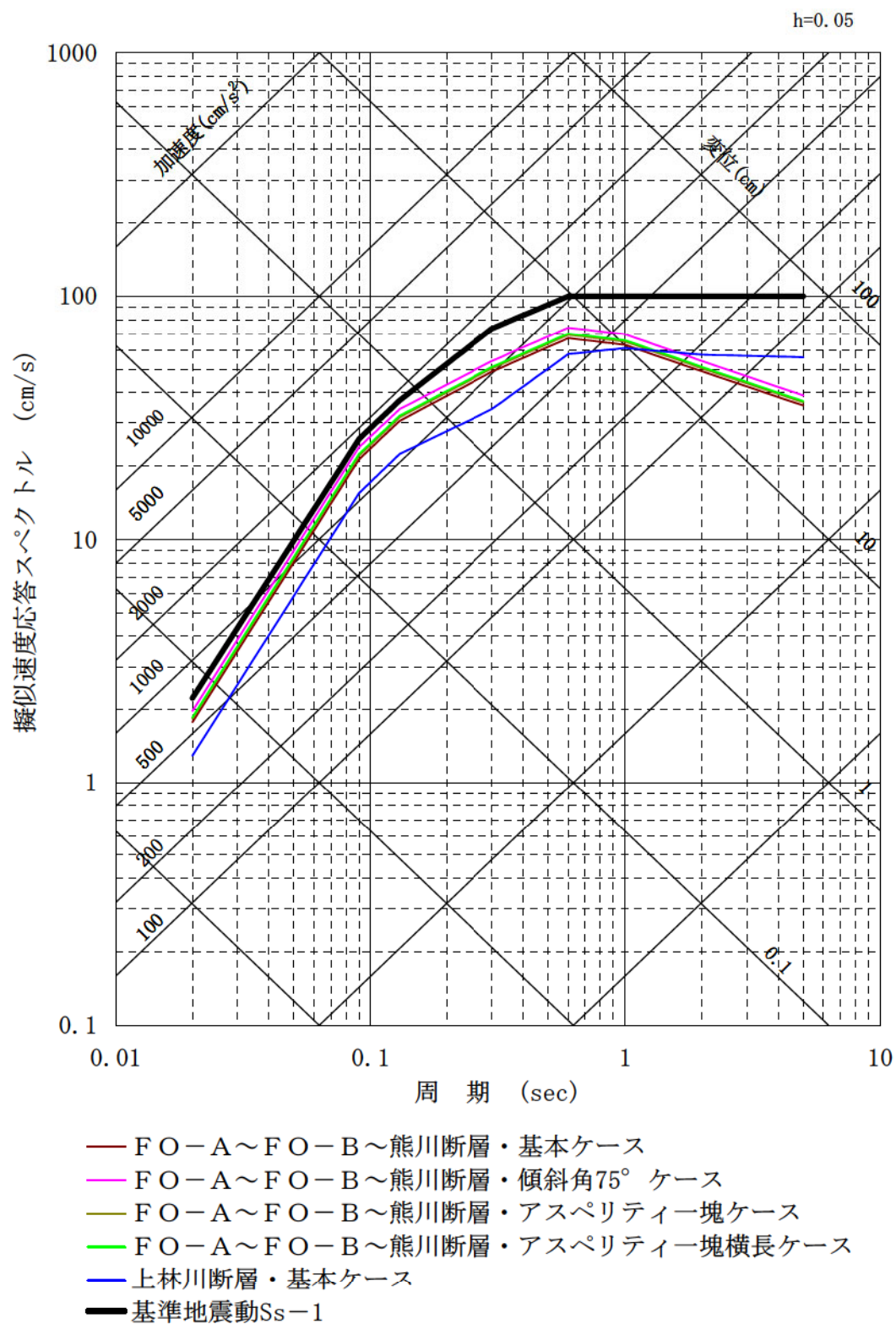
第 4.5.24 図 原子力安全基盤機構(2005)による一様ハザードスペクトルと加藤他(2004)による応答スペクトルとの比較



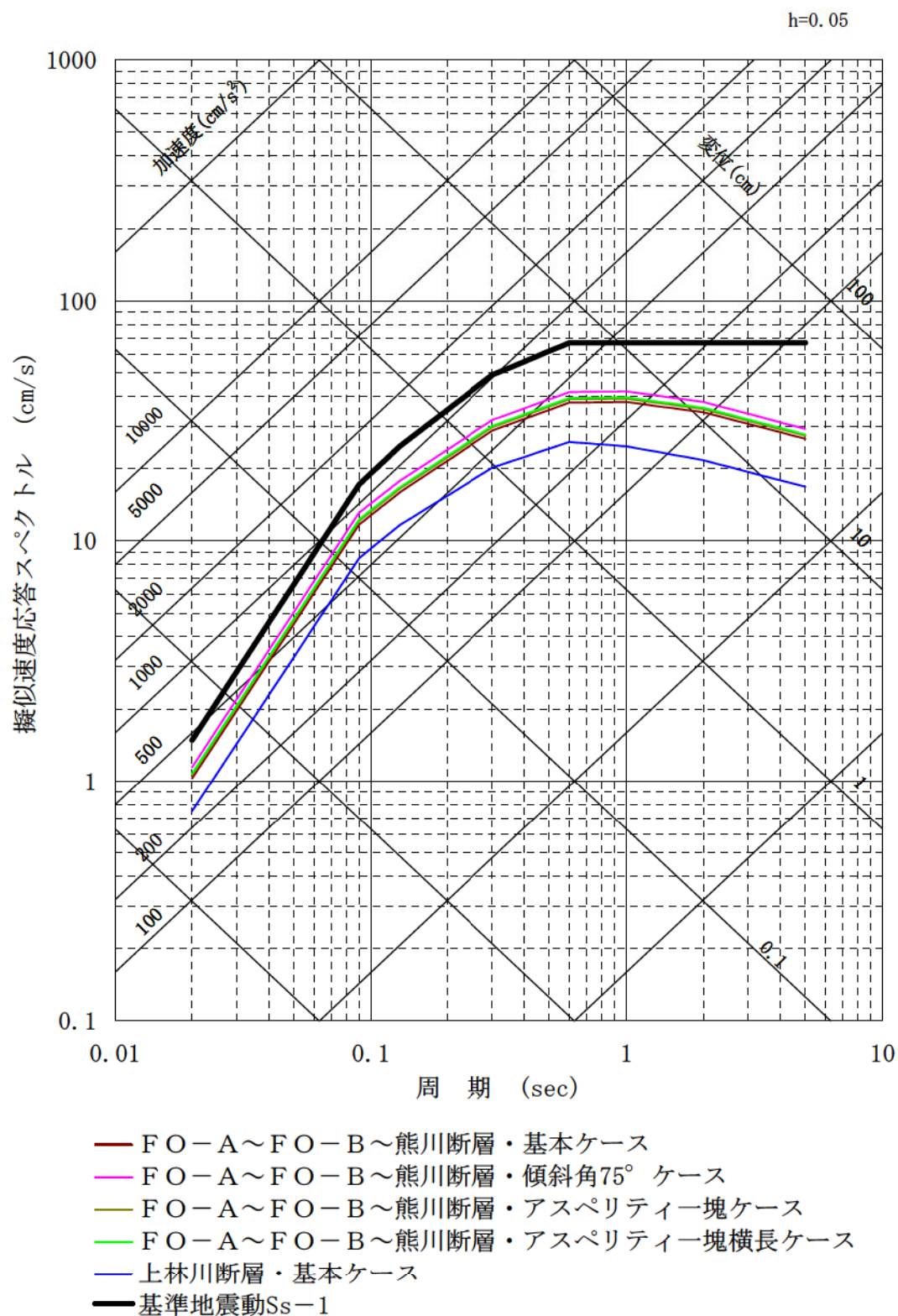
第 4.5.25 図(1) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトル (水平方向)



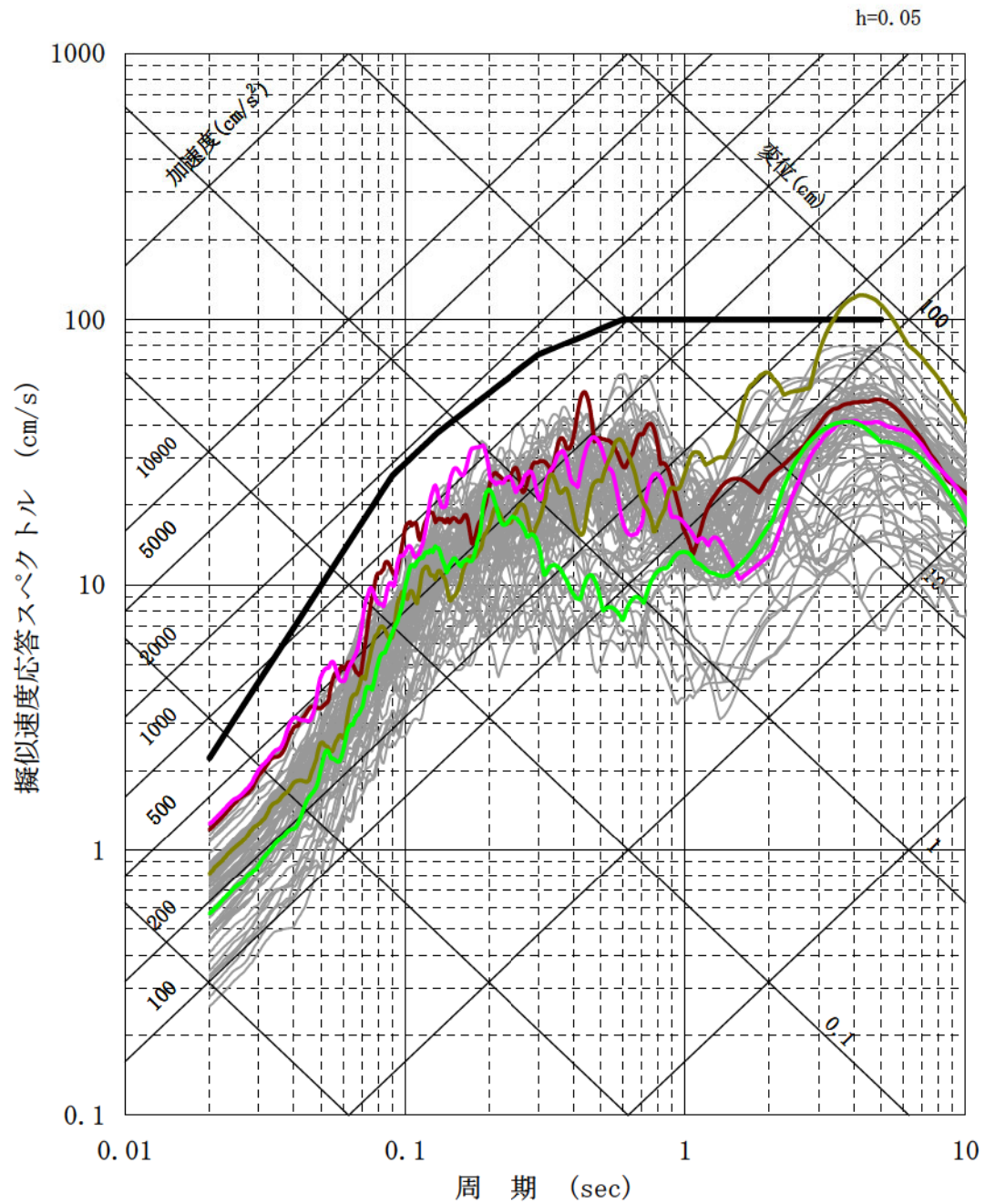
第 4.5.25 図(2) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトル (鉛直方向)



第 4.5.26 図(1) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトルと応答スペクトルに基づく地震動評価結果の比較 (水平方向)

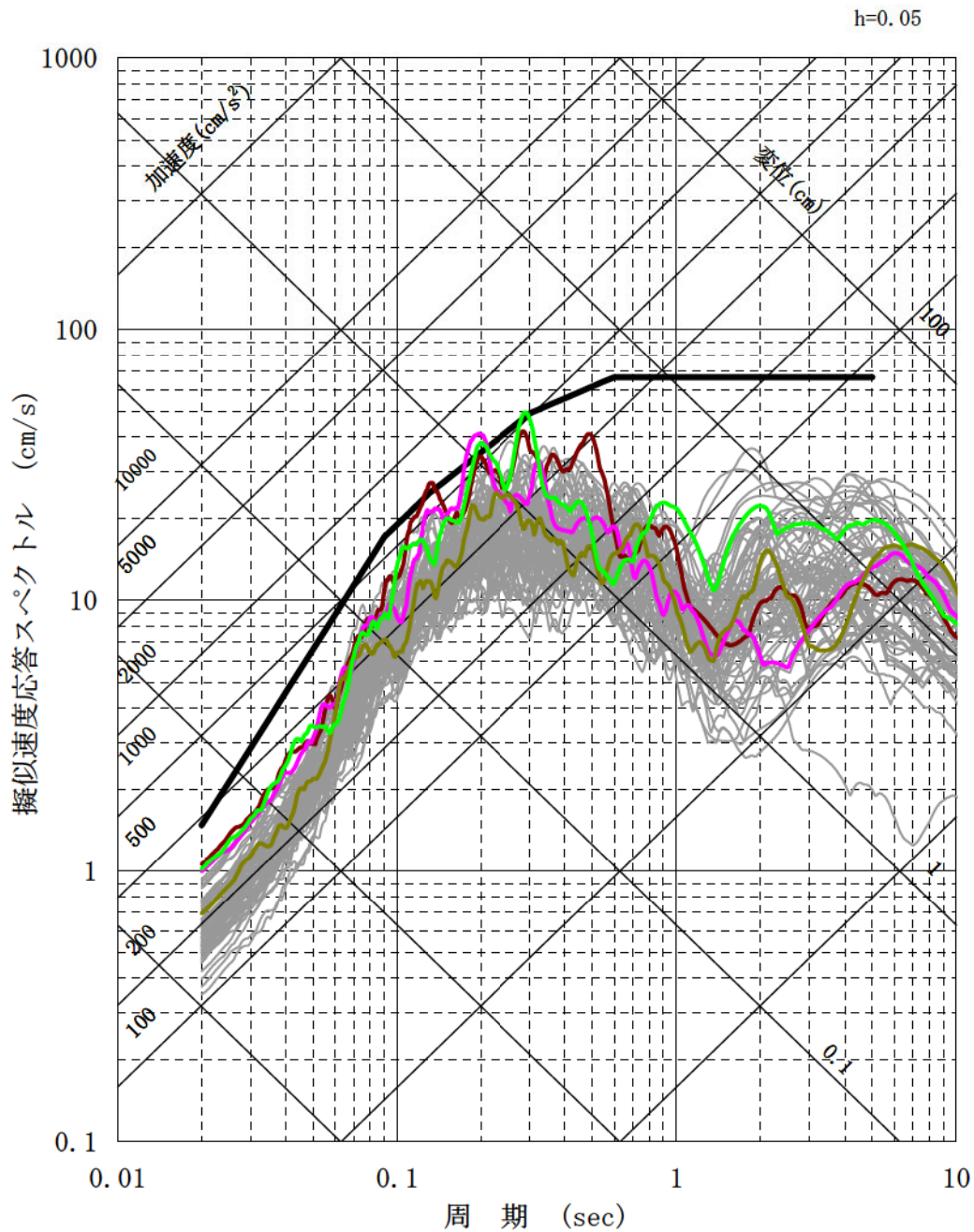


第 4.5.26 図(2) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトルと応答スペクトルに基づく地震動評価結果の比較 (鉛直方向)



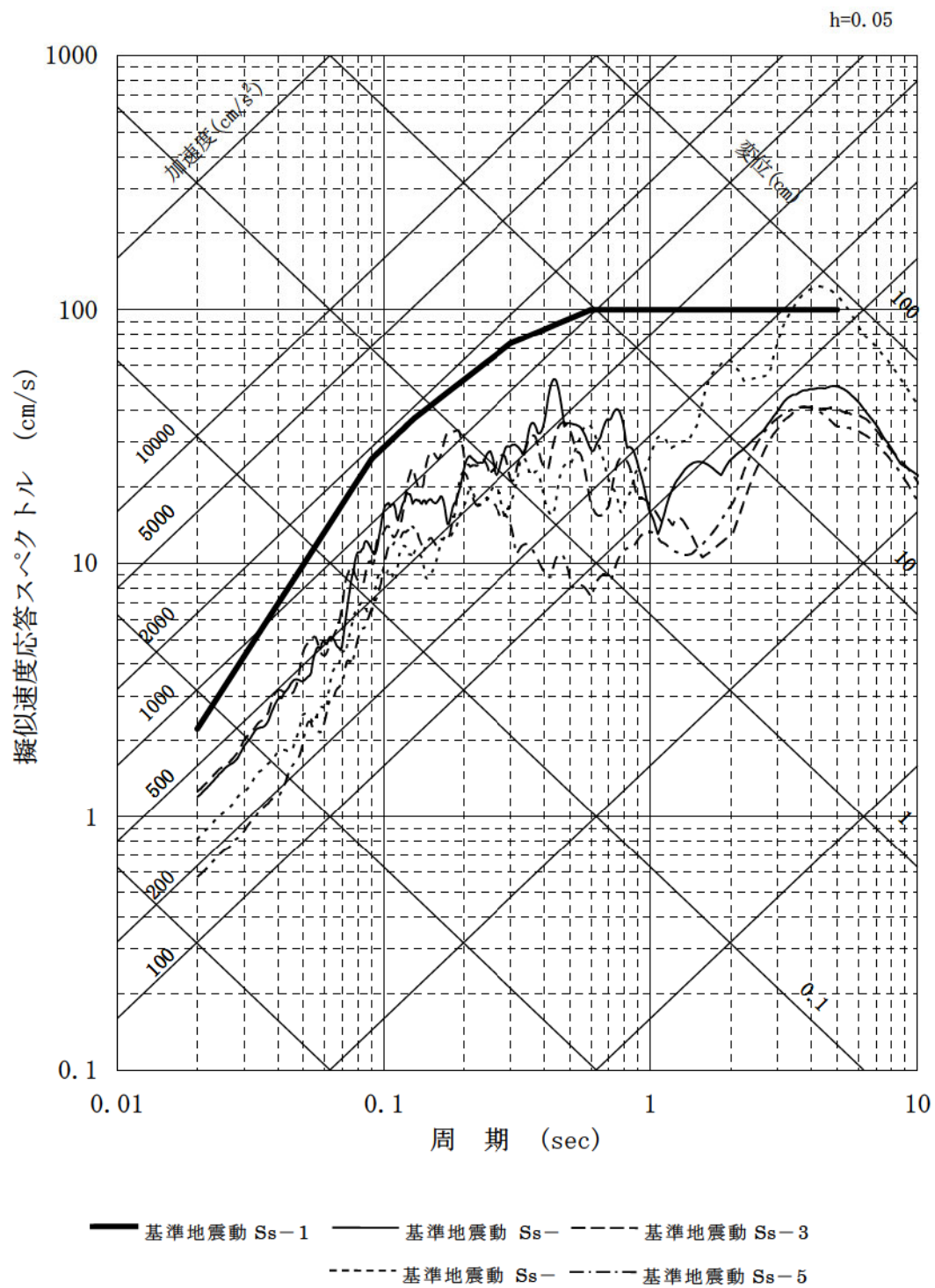
- 基準地震動 Ss-1
- 基準地震動 Ss-2 FO-A～FO-B～熊川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 5）
- 基準地震動 Ss-3 FO-A～FO-B～熊川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 6）
- 基準地震動 Ss-4 FO-A～FO-B～熊川断層（ $V_r=0.87\beta$ ケース、破壊開始点 9）
- 基準地震動 Ss-5 上林川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 3）

第 4.5.27 図(1) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（全ケース）との比較（NS 方向）

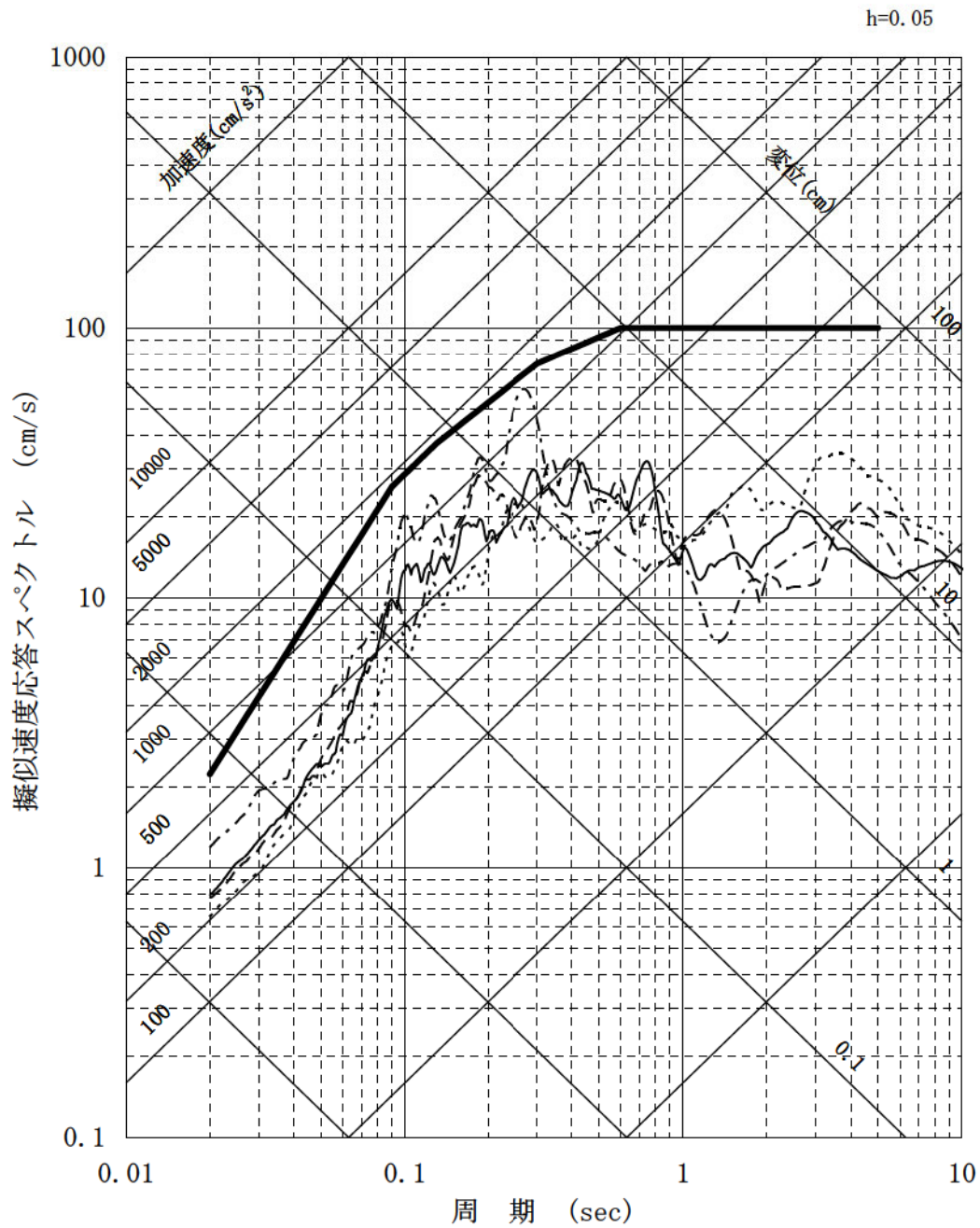


- 基準地震動 Ss-1
- 基準地震動 Ss-2 FO-A～FO-B～熊川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 5）
- 基準地震動 Ss-3 FO-A～FO-B～熊川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 6）
- 基準地震動 Ss-4 FO-A～FO-B～熊川断層（ $V_r=0.87\beta$ ケース、破壊開始点 9）
- 基準地震動 Ss-5 上林川断層（短周期の地震動 1.5 倍ケース、破壊開始点 3）

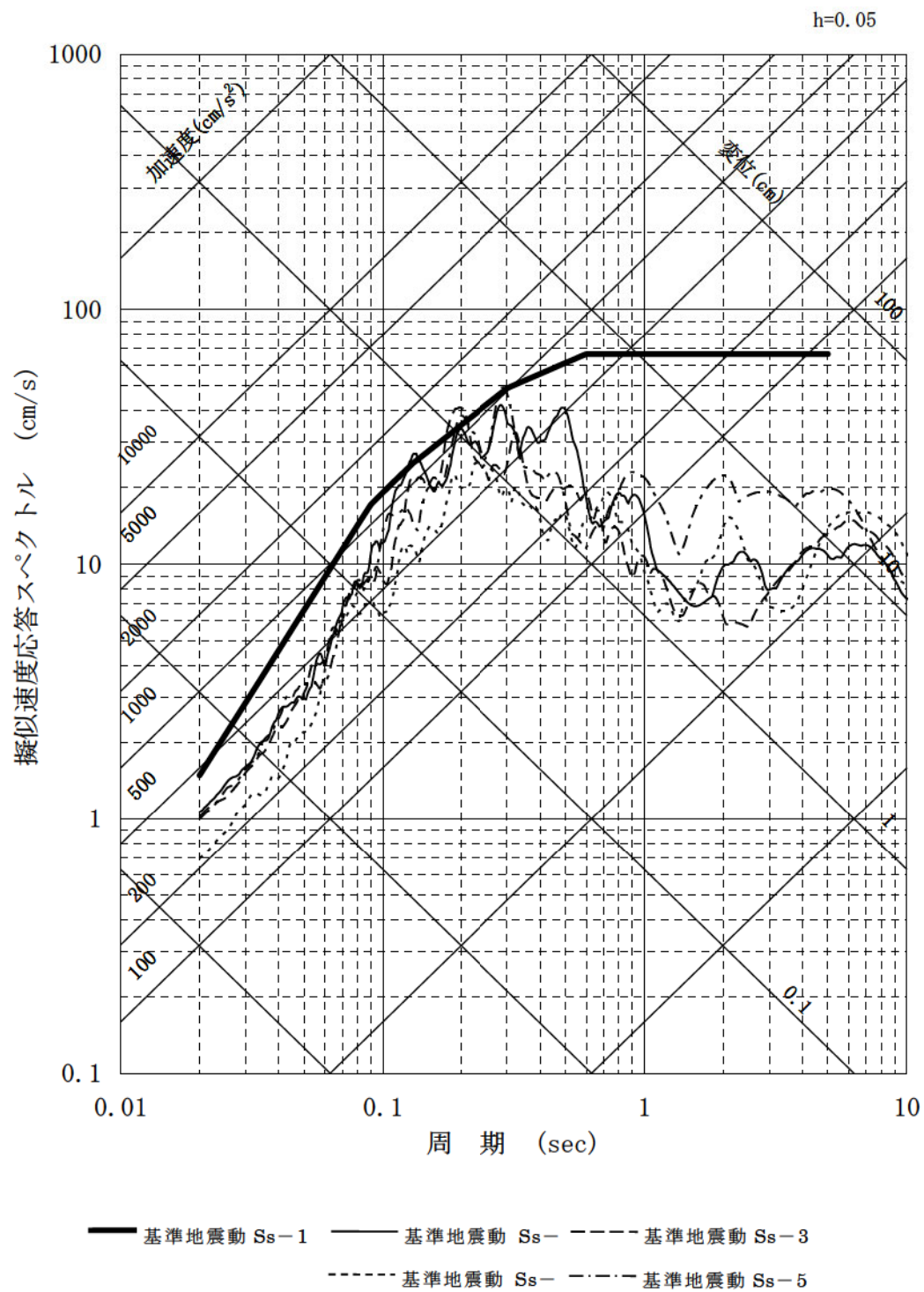
第 4.5.27 図(3) 基準地震動 Ss-1 の応答スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（全ケース）との比較（UD 方向）



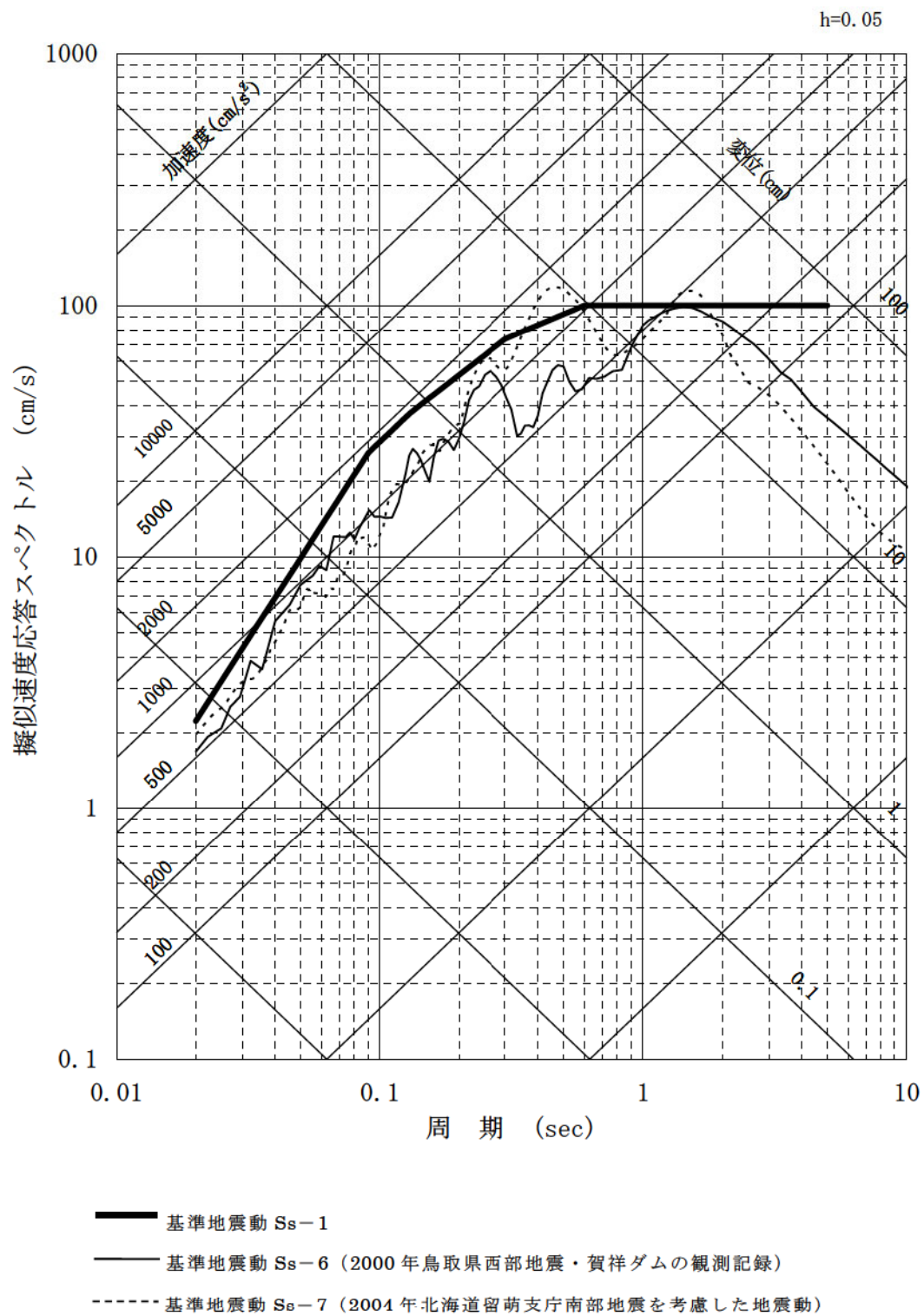
第 4.5.28 図(1) 基準地震動 Ss-1 と Ss-2～Ss-5 の応答スペクトル
(NS 方向)



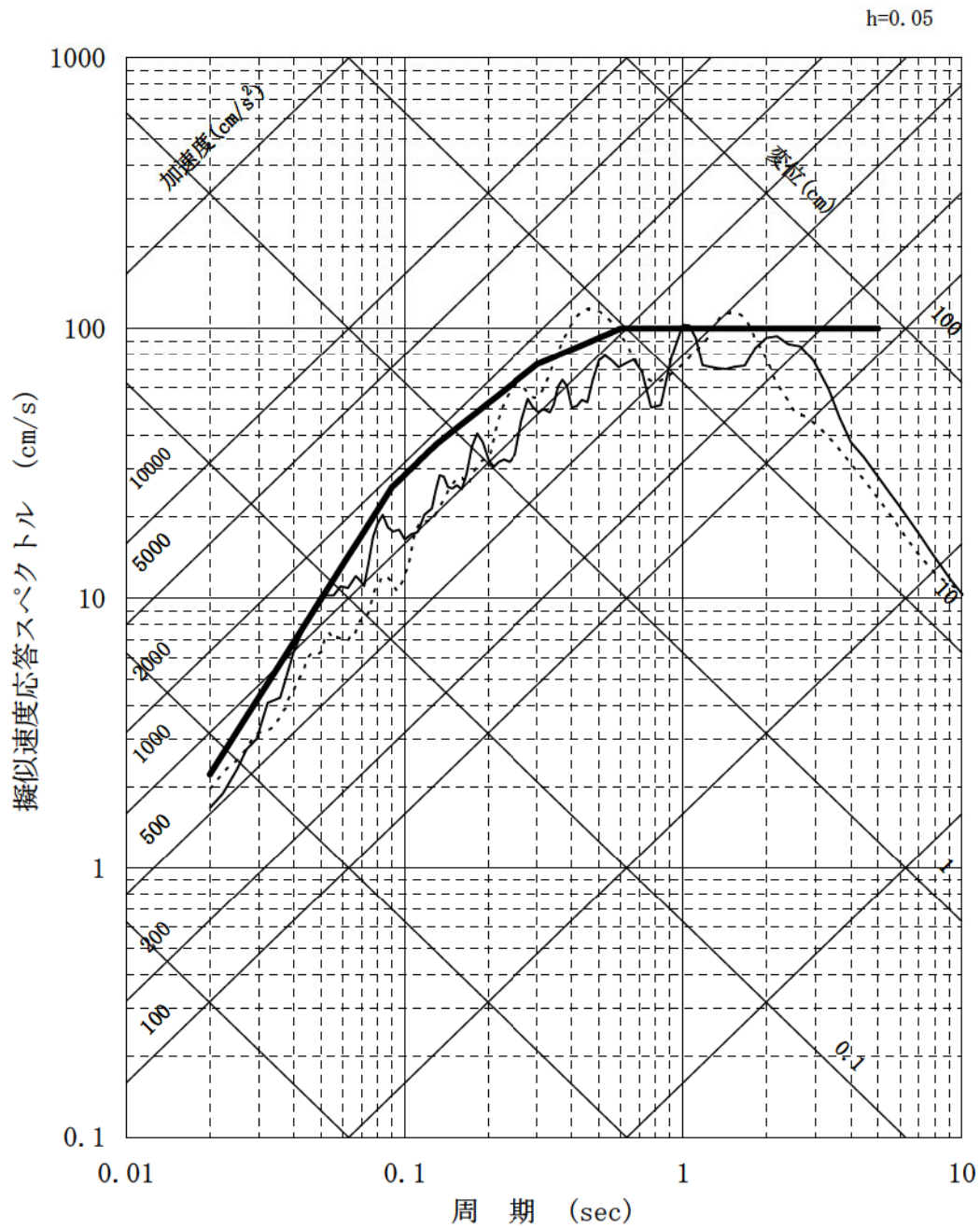
第 4.5.28 図(2) 基準地震動 Ss-1 と Ss-2～Ss-5 の応答スペクトル
(EW 方向)



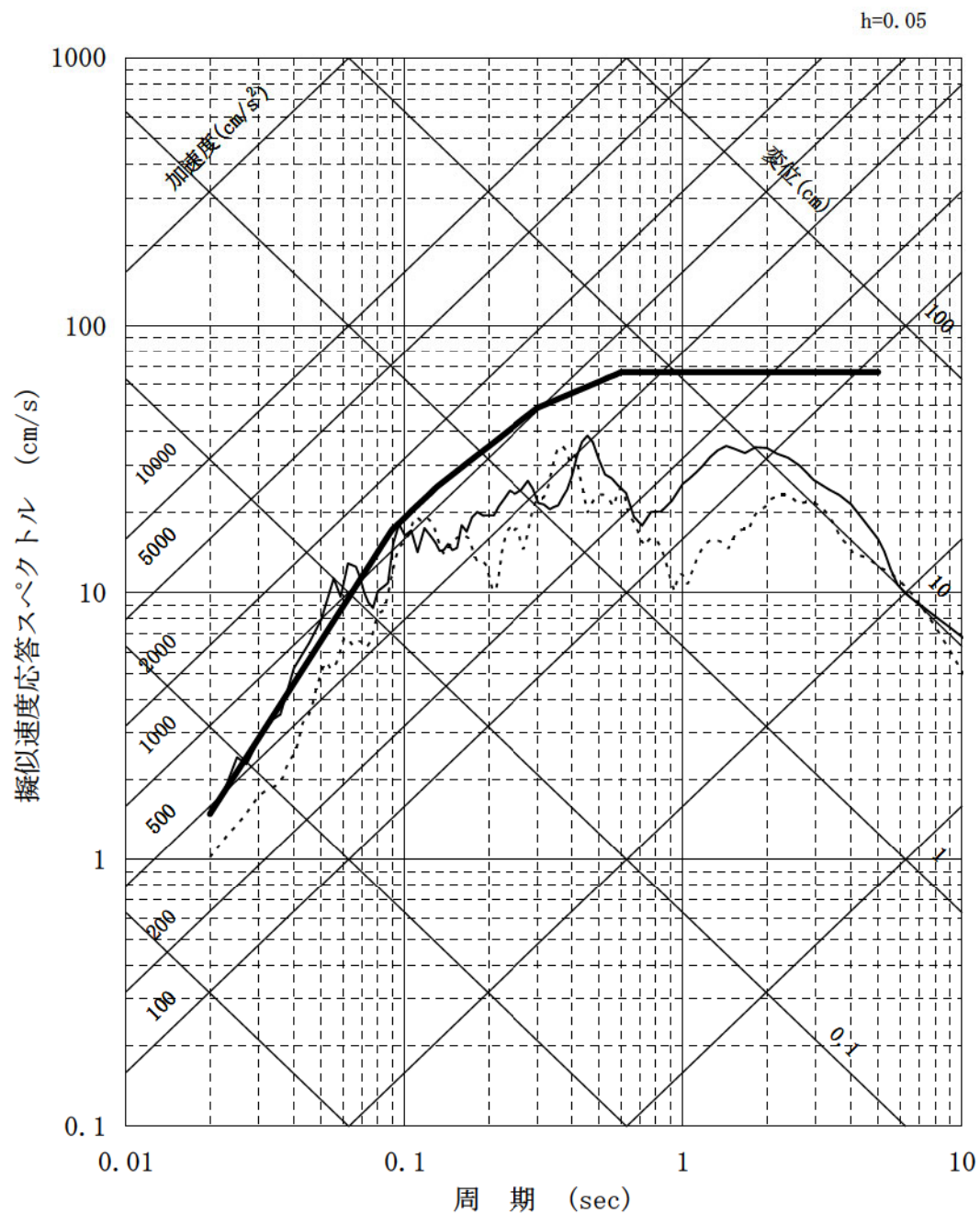
第 4.5.28 図(3) 基準地震動 Ss-1 と Ss-2～Ss-5 の応答スペクトル
(UD 方向)



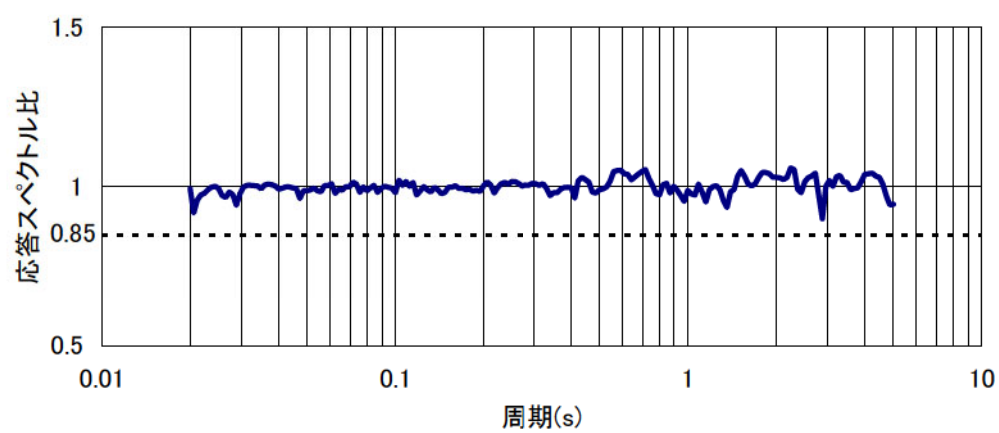
第 4.5.29 図(1) 基準地震動 Ss-1 と Ss-6, Ss-7 の応答スペクトル
(NS 方向)



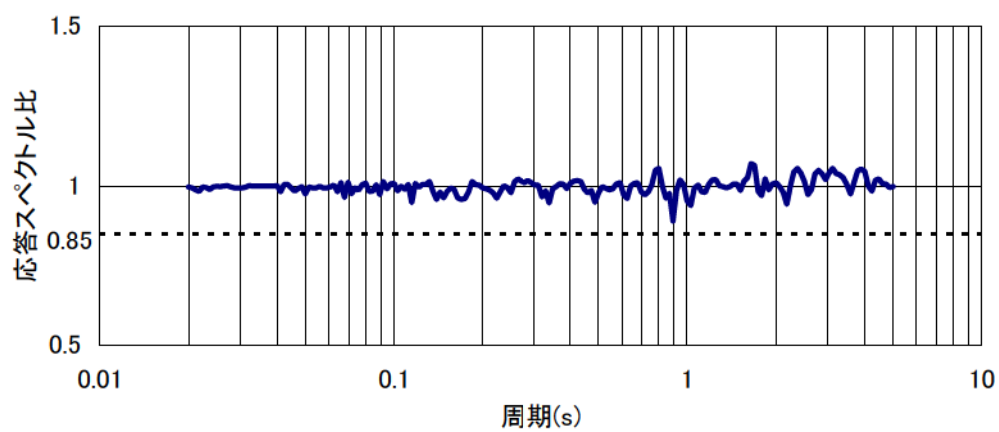
第 4.5.29 図(2) 基準地震動 Ss-1 と Ss-6, Ss-7 の応答スペクトル
(EW 方向)



第 4.5.29 図(3) 基準地震動 Ss-1 と Ss-6, Ss-7 の応答スペクトル
(UD 方向)

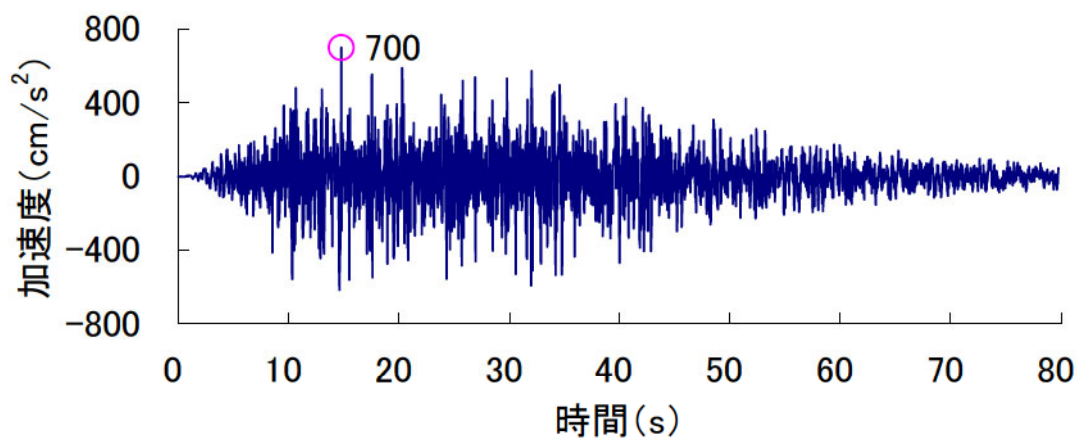


設計用模擬地震波 Ss-1（水平方向）

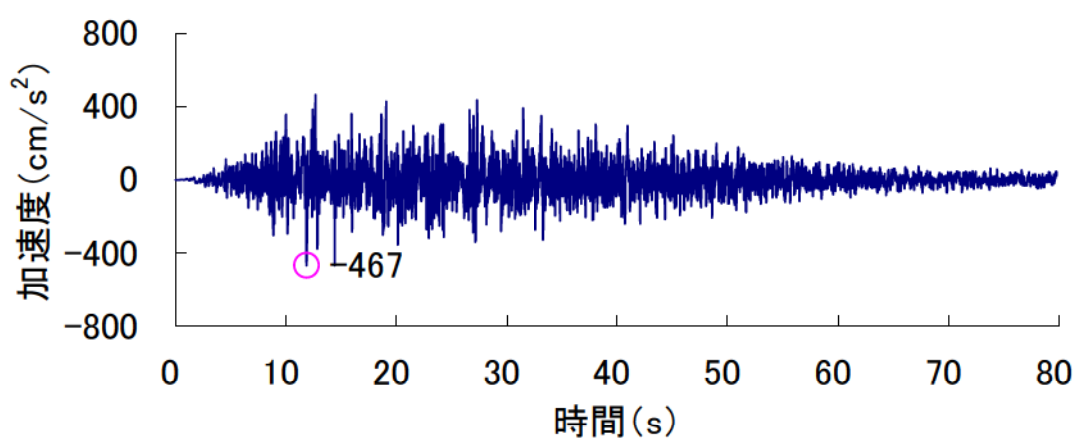


設計用模擬地震波 Ss-1（鉛直方向）

第 4.5.30 図 基準地震動の応答スペクトルに対する設計用模擬地震波の
応答スペクトル比（減衰定数 5%）

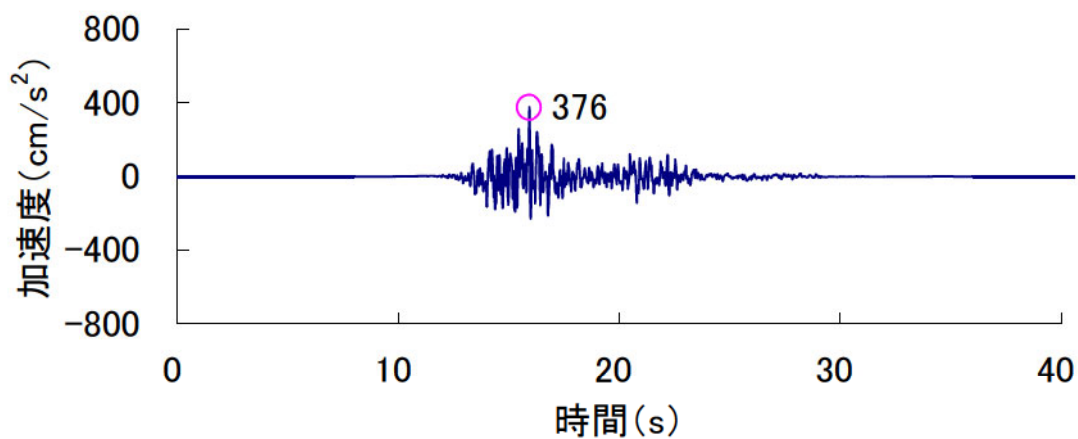


Ss-1 (水平方向)

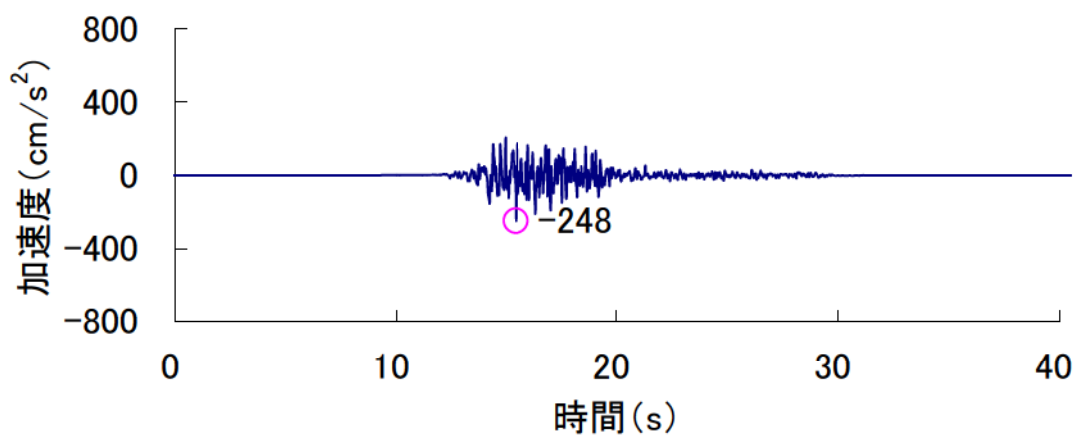


Ss-1 (鉛直方向)

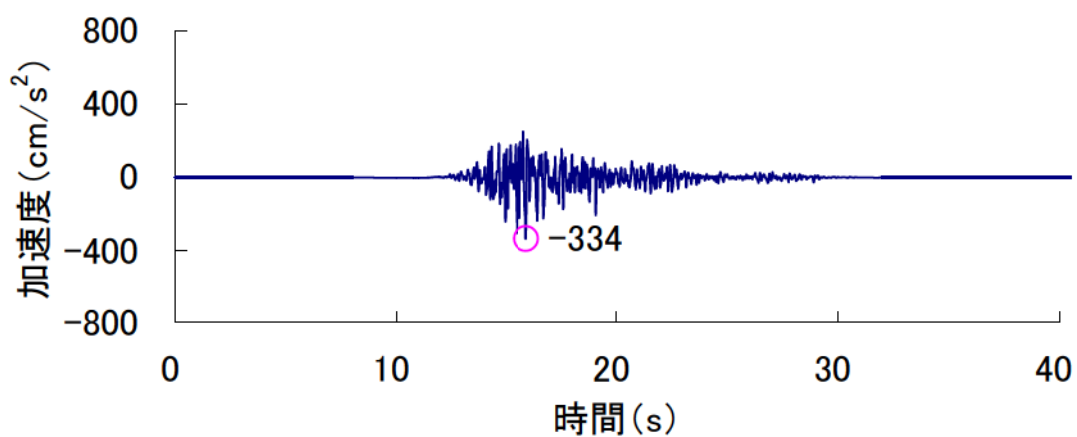
第 4.5.31 図 設計用模擬地震波 Ss-1 の加速度時刻歴波形



Ss-2 (NS 方向)



Ss-2 (EW 方向)



Ss-2 (UD 方向)

第 4.5.32 図 Ss-2 の加速度時刻歴波形