

電源開発株式会社
大間原子力発電所

孤立した短い活断層による地震の想定及び
地震動評価について

平成20年3月
原子力発電安全審査課

要 旨

申請者は、孤立した短い断層である F-14 断層及び敷地西方沖断層については、活断層調査結果を踏まえ、「孤立した短い活断層による地震」として地震動評価を行うとしている。しかし、詳細な活断層調査によっても震源断層の形状評価に十分な情報が得られなかったため、調査結果からは基本的な震源像を明確にできないことから、地震発生層の上限から下限まで広がる震源断層を想定するとしている。このような震源断層を想定する場合、「孤立した短い活断層による地震」として敷地により近く、敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる F-14 断層について地震動評価を行うとしている。

F-14 断層の地表断層長さ約 3.4km に対する震源断層の想定に際しては、調査結果を基に想定し得る範囲で、傾斜角の不確かさも踏まえて、以下の3ケースを考慮するとしている。

- ・ケース1 :断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角 90° , M6.7
- ・ケース2 :断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (南傾斜), M6.8
- ・ケース3 :断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (北傾斜), M6.8

上記の各ケースについて、短周期帯域は統計的グリーン関数法、長周期帯域は理論的方法を用いたハイブリッド合成法により地震動評価を行っており、これらの地震動評価結果は、応答スペクトルに基づく方法と概ね同程度になっているとしている。

以上のように、F-14断層による地震の震源断層は安全側に配慮して保守的に設定されており、震源断層想定のお考え方及び地震動評価結果は妥当なものと判断した。

「参考資料第109C-20-4号 109C コメント」における回答対象コメント

No.	資料	頁	章・節	コメント
35	18-4	110	3.5	断層選択の根拠, 諸元の信用性
36	18-4	111	3.5.2	計算の細目
38	18-4	120, 121	図 3.5-6	1-2 秒での“谷”の原因?
40	18-4	120	図 3.5-6	採用する合成法の信用性, 特に短周期
46	18-4	173	5	F-14 断層の評価が必要
54	18-4	3 下 8-	4.	震源非特定地震と F-14 との関連の考察は重要だが, F-14 の処理が十分保守的なことが条件。 これは証明されていない。

「参考資料第 109C-21-6 号 「参考資料第 109C-20-4 号 109C コメント」
 に対する意見（岸委員提出）」における回答対象コメント

No.	資料	頁	章・節	コメント
4	18-4	110	3.5	<ul style="list-style-type: none"> ・ F-14 断層の震源断層の傾斜角は高角であるとしているが、不確かさと断層面積・地震モーメントのスケーリングの観点から十分保守的な設定となるように傾斜角を 60 度としているが、調査結果からその傾斜角の精度を向上できないか？推定角度がどの程度に対して、このような値を設定したかを説明する必要がある。 ・ 十分保守的の定量的な目安は？ ・ 断層を敷地に向かう方向に傾斜させるように設定した、と述べているが、調査結果はどのようなかを明示する必要がある。もし、調査結果と異なる場合でもそのように設定しなければならないのか？

「参考資料第109C-22-8号 109C コメント」における回答対象コメント

No.	資料	コメント
303	20-3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 短い活断層から地震発生層まですべてを評価する考え方は過大評価ではないか？ ・ 逆に、もし、この考え方(短い活動性が否定できない断層を地震発生層まで評価する)を踏襲するなら、敷地周辺調査(半径 30 km)においても、同様に地震発生層まで評価すべきではないか？近傍であるということからより安全側に考えたということか？ ・ 敷地近傍調査では規模の小さい断層も調査評価するとあるが、たとえば、近傍調査結果で 3 k mの断層の活動性が否定できなかったときは、F-14 と同様に地震発生層まで断層を考慮し、評価するというロジックか？ ・ さらに、断層が分布しなくとも、原子炉直下に地震発生層の上部から下部まですべてを考慮した地震断層を想定するという考え方に発展しないか？(震源を特定しない地震として?) ・ 断層長さから地震規模を求める経験式の適用の考え方と地震発生層まで評価する考え方に矛盾は生じないか？どのように使い分けるのか？ ・ 地質構造発達史においてF-14 は現在のテクトニクスと比較した際に妥当なジオメトリーを持っているのか？当地域ではE-W方向の活断層は一般的ではないと思われる。

佃委員提出回答対象コメント

No.	資料	コメント
一	20-3	<ul style="list-style-type: none">・ F-14 断層の断層モデルについて、逆断層地域で起こった事例などを整理し、モデルの正当性について説明してください。（コーリంగా地震、ノースリッジ地震、中越地震、中越沖地震などの断層モデル論から、その複雑性、評価上の問題点、その上で今回のモデルが科学的に一定の根拠があることを示してください。）

目 次

1. はじめに	1
2. F-14断層及び敷地西方沖断層の調査結果について	1
2.1 F-14断層	1
2.2 敷地西方沖断層	3
3. 孤立した短い活断層の震源断層規模の検討	4
3.1 敷地周辺の地震発生層の設定	4
3.2 孤立した短い活断層による地震の震源断層の想定	5
4. 断層モデルを用いた手法による地震動評価	6
4.1 震源断層モデルの設定	6
4.2 短周期帯域の地震動評価方法	9
4.3 長周期帯域の地震動評価方法	12
4.4 地震動評価結果	12
5. 応答スペクトルに基づく地震動評価	13
6. まとめ	14
7. 参考文献	16

1. はじめに

申請者は、第 1-1 図に示す敷地に近い海域にある孤立した短い断層である F-14 断層及び敷地西方沖断層については、詳細な活断層調査結果から、断層長さをそれぞれ最大約 3.4km 及び最大約 7.2km と評価している。これらの断層は断層長さが短く、地震規模の推定に際して既往の経験式が適用できないと考えられること、並びに、詳細な調査によっても十分な情報が得られないことから、想定すべき基本的な震源像を明確にすることは困難であるとしている。このため、F-14 断層や敷地西方沖断層のような短い断層については、震源断層パラメータの不確かさを考慮して十分安全側に震源断層を想定することとして、仮に震源断層が敷地周辺の地震発生層の上限から下限まで広がっているとした場合について地震動評価を行うとしている。

2. F-14 断層及び敷地西方沖断層の調査結果について

2.1 F-14 断層

(1) F-14 断層の評価

F-14 断層は、大間海脚の海底に広く露出する E 層（先新第三紀～後期中新世）中に分布する向斜構造の軸部が不連続的に折れ曲がっている部分の、長さ最大約 3.4km の断層であるとしている。活動が後期更新世以降に及んでいる積極的証拠はなく、断層が分布する付近の海底はほぼ平坦であるが、E 層中の変位は海底面まで達しており、後期中新世より若い時代の地層が欠如しているため、後期更新世以降の活動を否定することができないとしている。

従って、本断層は安全評価上、後期更新世以降の活動を否定できな

いものと評価している。

(2) 海上音波探査結果から想定される震源断層パラメータ

本断層付近及び4.1で後述する断層モデルのケース2及びケース3の震源断層方向である東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面図を第2-1図(1)～(17)に示す。

スパーカー音源による海上音波探査記録が解析できる範囲(本断層付近のE層内では海底下200m程度)では、第2-1図(3)及び(5)で示されるように、断層はE層中の層理の不連続として解析され、断層面は明確には認められないものの、その傾斜は鉛直ないしは高角でやや北東側傾斜と認められ、少なくとも低角の断層とは認められない。従って、本断層の傾斜は、少なくとも海底付近の浅部では、ほぼ鉛直に近い傾斜と評価できるとしている。

本断層の走向はWNW-ESE走向であり、函館平野西縁断層帯のような本地域の一般的な逆断層タイプである活断層のN-S走向とは大きく異なり、一般的な地殻内応力の最大主応力軸方向であるE-W方向に近い走向であるとしている。従って、本断層の断層タイプは、横ずれ断層タイプが想定されるとしている。また、本断層を走向のESE方向に延長した方向は、海底地質の分布から示される地質構造のNW-SE走向とは斜交し、海上音波探査記録が解析できる範囲では断層は認められない。

以上のことから、F-14断層が内陸地殻内地震の発生源となる可能性は著しく小さいものと考えられるが、後期更新世以降の活動性を否定できる証拠が無い場合、安全側に配慮して、耐震設計上の扱いとして地震動評価を

行い、敷地に及ぼす影響を検討するとしている。本断層が分布する海域の地下深部に震源断層を想定する場合、震源断層の傾斜角は 90° 、すべり方向は横ずれ断層と考えることが合理的であるとしている。

2.2 敷地西方沖断層

(1) 敷地西方沖断層の評価

敷地西方沖断層は、F-18 断層、F-19 断層、F-20 断層、F-21 断層、F-22 断層、F-23 断層及びF-24 断層の7断層からなり、津軽海盆の中央からやや東側に分布するとしている。これらの断層の長さは最大のもので約 3.8km であるとしている。これらの断層はその一部の断層で、変位又は変形がB₁層(後期更新世)の露出する海底まで達しており、その活動が後期更新世以降に及んでいるものと判断している。

(2) 海上音波探査結果から想定される震源断層パラメータ

本断層付近の海上音波探査記録及び地質断面図を第 2-2 図(1)～(4)に示す。

これらの断層は、走向がほぼWNW-ESEであり、北側に分布するF-18 断層～F-21 断層は南側落下、南側に分布するF-22 断層～F-24 断層は北側落下であり、全体的にWNW-ESE方向に延びる地溝状の構造が約 7.2km にわたり分布する。このため、これらの断層は地下深部で単一の断層となっている可能性も否定し難く、安全評価上、「敷地西方沖断層」として一括して評価している。

本断層を構成するF-18 断層～F-24 断層の傾斜は、スパーカー等の音源による海上音波探査記録が解析できる範囲では、断層の傾斜は鉛

直に近いとしている。また、本断層の走向はWNW－ESE走向であり、本地域の一般的な地殻内応力の最大主応力軸方向であるE－W方向に近い走向であるとしている。

以上のことから、敷地西方沖断層は活動が後期更新世以降に及んでいるものとしており、本断層が分布する海域の地下深部に震源断層を想定する場合、震源断層の傾斜はほぼ 90° 、すべり方向は横ずれ断層と考えることが合理的であるとしている。

3. 孤立した短い活断層の震源断層規模の検討

申請者は、「2. F-14 断層及び敷地西方沖断層の調査結果について」に示した詳細な調査結果に基づき、F-14 断層は耐震設計上の扱いとして念のため、地震動評価の観点から「孤立した短い活断層による地震」として、耐震設計上考慮する活断層である敷地西方沖断層と併せて敷地に及ぼす影響を検討するとしているが、断層長さが短く、調査結果からは想定すべき基本的震源像を明確にすることは困難であるとしている。このため、地震発生層等の最新の知見を踏まえて震源断層規模を以下のように想定するとしている。

3.1 敷地周辺の地震発生層の設定

Ito(1990)⁽¹⁾によれば、内陸地殻内における地震発生層の深さは、微小地震の震源深さの下限に概ね対応しているとされている。また、堀ほか(2004)⁽²⁾によれば、東北日本弧の広い領域においてS波反射面が深さ5～20kmに分布しており、S波反射面は地震発生層の直下に存在するとされている。また、原子

力安全基盤機構(2004)⁽³⁾によれば、東北東部の地震発生上限層及び地震発生下限層に対応する深さは、各々6.2km, 13.8kmとされている。

これらの既往の知見、並びに第 3-1 図に示す気象庁一元化震源に基づく敷地周辺の微小地震の分布状況を考慮して、申請者は、敷地周辺の地震発生層の上限深さ及び下限深さを各々3km及び18kmと仮定している。

3.2 孤立した短い活断層による地震の震源断層の想定

F-14 断層及び敷地西方沖断層の震源断層については、「2. F-14 断層及び敷地西方沖断層の調査結果について」をもとに断層面の傾斜角を 90° とし、第 3-2 図に示す孤立した短い活断層と震源断層の拡がりの関係を踏まえ、安全側に地震発生層の上限から下限まで震源断層が拡がるものとして震源断層の幅は15kmとし、震源断層の長さは震源断層の幅と同じ15kmとするとしている。この場合、震源断層長さは、地表の断層長さよりも長くなるが、震源断層面は敷地に及ぼす影響が大きくなるように配置することとし、地表の断層の直下から敷地へ向かう方向に拡がるものと仮定するとしている。また、アスペリティはすべりの大きい領域であり、地表の痕跡との関連が大きいと考えられることから、アスペリティの位置は地表の痕跡の直下として、地震発生層の上限深さと同じ深さ3kmの位置にアスペリティ上端を設定するとしている。

申請者は、このように仮定した震源断層の面積から、Somerville et al. (1999)⁽⁴⁾及び武村(1990)⁽⁵⁾に基づき地震規模を算定すると、M6.7 になるとしている。

なお、原子力安全基盤機構(2005)⁽⁶⁾によれば第 3-1 表に示すように、傾斜角 90° の横ずれ断層の場合、M6.8 ではアスペリティ上端深さが4~5km以深

では地表に痕跡が現れないとされていることから、F-14 断層に対して想定した震源断層による地震規模がほぼ同等であることも踏まえると、前述したアスペリティ上端深さの設定は妥当なものと考えられるとしている。

申請者は、上述のように、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がると仮定した考え方によれば、F-14 断層と敷地西方沖断層の震源断層の規模は同じになるとしている。震源断層の中央を震央とした場合の震央距離は、F-14 断層では 10km、敷地西方沖断層では 18kmとなることから、申請者は、孤立した短い活断層として、より敷地に近く、敷地へ与える影響が大きいと考えられるF-14 断層について、断層モデルを用いた手法及び応答スペクトルに基づく方法により地震動評価を行うとしている。

4. 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価は、要素地震として用いることが出来るような内陸地殻内地震の観測記録が敷地において得られていないことから、短周期帯域は統計的グリーン関数法を用いた地震動評価、長周期帯域は理論的方法に基づく地震動評価を行い、両者を合成するハイブリッド合成法を用いて地震動評価を行うとしている。統計的グリーン関数法については、入倉(2004)⁽⁷⁾において、兵庫県南部地震のシミュレーションによる検証例が示されており、地震調査研究推進本部による強震動予測でも用いられているとしている。

4.1 震源断層モデルの設定

(1)調査結果に基づき耐震設計上想定し得る震源断層モデル

申請者は、F-14 断層の震源断層モデルは、「3. 孤立した短い活断層の震源断層規模の検討」を踏まえ、地震発生層を仮定した上で断層上端深さを地震発生層の上限深さと同じ 3kmとして、長さ及び幅が 15km×15kmの断層面を想定するとしている(ケース1)。第 4-1 図に震源断層の概念図、第 4-1 表に断層パラメータを示す。断層パラメータは、カリフォルニアや国内等で発生した地震をコンパイルして断層面積やアスペリティ面積と地震モーメント等の関係について整理した Somerville et al.(1999)⁽⁴⁾や Wells and Coppersmith(1994)⁽⁸⁾を参照して、入倉(2004)⁽⁷⁾が取りまとめた強震動予測レシピに基づいて設定するとしている。地震モーメント M_0 は入倉・三宅(2001)⁽⁹⁾に基づいて断層面積から算定するとしている。第4-2図に既往の地震の M_0 と断層面積及びアスペリティ面積の関係をそれぞれ示す。想定するF-14 断層の震源断層の M_0 は、第 4-3 図に示すように、第 4-2 図に示した断層面積と M_0 の関係に合わせているとしている。また、短周期レベルは壇ほか(2001)⁽¹⁰⁾に基づいて M_0 から算定している。第 4-4 図に M_0 と短周期レベルの関係を示す。断層面の傾斜角及びすべり方向は、「2. F-14 断層及び敷地西方沖断層の調査結果について」に基づき、傾斜角 90° の横ずれ断層とし、アスペリティの数は強震動予測レシピでは決められないことから、地表の痕跡との関連を考慮してアスペリティは1つとし、敷地への影響が大きくなるように最も浅い位置として、地表の痕跡の直下の地震発生層の上限深さ 3km の位置にその上端を設定するとしている。破壊開始点は安全側に配慮して断層の破壊が敷地に向かう方向になるように設定するとしている。

(2)調査結果の不確かさを考慮した震源断層モデル

申請者は、「2. F-14 断層及び敷地西方沖断層の調査結果について」に

において示したように、F-14 断層の傾斜角は 90° と考えることが合理的であるとしているものの、震源断層の傾斜角が 90° であると断定できないことから、傾斜角の不確かさを考慮した検討も行うとしている。具体的には、調査結果からは低角ではないと考えられることを踏まえ、高角(傾斜角 60° 程度以上)の範囲内で震源断層が大きくなる傾斜角 60° と仮定した場合について検討を行うとしている。傾斜方向については、敷地に断層面が近づく設定となるように敷地側に南傾斜させた場合(ケース2)及び敷地から遠ざかる方向に北傾斜させた場合(ケース3)を考慮するとしている。傾斜角を 60° とした場合の地震規模は、第 4-3 図に示す断層面積と M_0 のスケージングの折れ点付近に相当する $M6.8$ になるとしている。

第 4-5 図にケース2及びケース3の断層モデルの概念図、第 4-2 表に断層パラメータを示す。

傾斜角を 60° とする場合は、縦ずれ成分も考慮することとし、縦ずれ成分及び横ずれ成分の比を1:1と仮定して、すべり角を 45° として設定している。また、アスペリティの位置については、地表に痕跡が現れていることから、痕跡の直下の地震発生層の上限深さ 3km の位置にアスペリティ上端を設定している。

原子力安全基盤機構(2005)⁽⁶⁾によれば、縦ずれによる震源断層の方が横ずれ断層よりも地表面に痕跡が現れやすいとされており、第 4-3 表に示すように縦ずれ断層では $M6.7$ の場合、アスペリティ上端深さが 14km以浅では地表に痕跡が現れるとされており、さらに、香川ほか(2005)⁽¹¹⁾によれば $M6.8$ の縦ずれ断層の場合の地表断層出現率は 100%であるとされている。申請者は、F-14 断層の傾斜角を 60° と仮定して震源断層の最深部にアス

ペリティを配置した場合のアスペリティ上端深さは 12km であること及び地震規模はM6.8 であることから、原子力安全基盤機構(2005)⁽⁶⁾による検討を踏まえると、地表に痕跡が出る可能性が高いと考えられるとしている。

このことから、アスペリティの位置は地表の痕跡の直下で、地震発生層内の任意の深さに設定することが考えられるが、地震動評価の観点からはアスペリティと敷地との距離が近い方が地震動が大きくなると考えられることから、第 4-4 表に示すように地表の痕跡の直下で敷地から最も近い位置となる地震発生層の上限深さ 3kmの位置にアスペリティの上端を設定することは妥当であると考えられるとしている。

(3)検討に用いる震源断層モデル

申請者は、上述の(1)及び(2)で想定した震源断層モデルについて地震動評価を行うとしている。検討に用いる震源断層モデルを以下に示す。

【検討ケース】

- ・ケース1 :断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角 90° , M6.7
- ・ケース2 :断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (南傾斜), M6.8
- ・ケース3 :断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (北傾斜), M6.8

4.2 短周期帯域の地震動評価方法

(1)要素地震波の作成

申請者は、統計的グリーン関数法による短周期帯域の地震動評価に用いる要素地震は、Boore(1983)⁽¹²⁾の方法に基づくとしており、断層面の

分割数はケース1については第 4-1 図, ケース2及び3については第 4-5 図に示すように設定している。各ケースの地震モーメント M_0 と要素地震の地震モーメント M_{oe} の関係は分割数を用いて次式で表されるとしている。第 4-5 表に各ケースにおける要素地震の重ね合わせ数を示す。

$$M_{oe} = M_0 / (n_s \cdot n_D)$$

n_s :断層面積の分割数, n_D :すべり量分割数

要素地震の設定位置は, 断層面を分割した各要素の中央とし, ラディエーションパターン係数 $R_{\theta, \phi}$ は, 各要素毎にスネルの法則に基づくレイトレースにより地震波の射出角と入射角を算定した結果及び, すべり角から各要素ごとに各々異なる値を設定することとし, Boore and Boatwright(1984)⁽¹³⁾及び Pitarka et al.(2000)⁽¹⁴⁾に基づいて振動数に応じて方位角と射出角に対する平滑化を行うとしている。レイトレースに用いる深部地盤構造は, 福山ほか(1998)⁽¹⁵⁾及び佐藤ほか(1989)⁽¹⁶⁾を参考に設定している。第4-6図に地震基盤における要素地震波作成の概念図, 第 4-6 表にレイトレースに用いた深部地盤構造モデルを示す。なお, 地震基盤における要素地震波はSH成分及びSV成分として算定するとしている。

また, 要素地震の加速度波形の包絡形は, 武村(1990)⁽⁵⁾により M_0 から気象庁マグニチュード M を評価して Noda et al.(2002)⁽¹⁷⁾ に基づき設定するとしている。ただし, 加速度波形の包絡形の算定に用いる震源距離については各要素毎には算定せず, 各アスペリティや背景領域の中央の要素で代表させるとしている。要素地震の加速度波形の包絡形の経

時特性の考え方及び継続時間の算定結果を第 4-7 図及び第 4-7 表にそれぞれ示す。

上述の方法で算定した各ケースの地震基盤における要素地震の加速度波形を第 4-8 図に示す。

(2) 地震基盤から解放基盤表面までの地盤増幅特性

申請者は、検討に用いる要素地震波を Boore(1983)⁽¹²⁾の方法及び Noda et al.(2002)⁽¹⁷⁾に基づき作成していることから、断層モデルによる波形合成結果は地震基盤における地震動として算定されるとしている。このため、解放基盤表面における地震動は、地震基盤から解放基盤表面まで地盤増幅特性を考慮して、一次元波動論に基づく解析により評価するとしている。なお、一次元波動論に基づく解析に当たっては、地震基盤における地震動のSH成分及びSV成分を、NS成分、EW成分及びUD成分に変換して解析を行うとしている。

地震基盤から解放基盤表面までの地下構造については、地震基盤においてP波からS波に変換したPS変換波と直達P波の到達時間差(以下「PS-P時間」という。)を小林ほか(1998a)⁽¹⁸⁾によるレシーバフアンクションに基づき検出し、これを拘束条件として遺伝的アルゴリズム(GA)により、小林ほか(1998b)⁽¹⁹⁾及び Kobayashi et al.(2000)⁽²⁰⁾による初期微動部の水平/上下スペクトル振幅比(以下「H/Vスペクトル比」という。)の逆解析により推定するとしている。第 4-8 表及び第 4-9 図に逆解析に用いた地震、第 4-10 図にH/Vスペクトル比の逆解析結果及び観測記録のH/Vスペクトル比を比較して示す。また、第 4-9 表にH/Vスペクトル比の逆解析により求めた地下構造モデルを示す。

上述の方法で算定した解放基盤表面における要素地震の加速度波形を第 4-11 図に示す。

4.3 長周期帯域の地震動評価方法

ハイブリッド合成法に用いる長周期帯域の理論計算は、深部地下構造は平行成層モデルを仮定し、グリーン関数の評価には薄層要素法を用いるとしている。深部地下構造モデルは、第 4-9 表に示す地震基盤から解放基盤表面までの地下構造モデルの下部に、福山ほか(1998)⁽¹⁵⁾及び東北地方のP波構造を推定した佐藤ほか(1989)⁽¹⁶⁾に基づき設定した上部マントルから地震基盤までの地殻構造モデルを結合したモデルを用いている。設定した深部地下構造モデルを第 4-10 表に示す。なお、解析に当たっては、長周期帯域の解析対象振動数は 1.5Hz 以下としている。

解放基盤表面における加速度波形を第 4-12 図に示す。

4.4 地震動評価結果

ケース1、ケース2及びケース3について、「4.2 短周期帯域の地震動評価方法」及び「4.3 長周期帯域の地震動評価方法」に基づき算定した地震動を合成して求めた解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の加速度波形を第 4-13 図～第 4-15 図に、応答スペクトルをそれぞれ第 4-16 図～第 4-18 図に示す。第 4-16 図～第 4-18 図には、短周期帯域及び長周期帯域についてそれぞれ評価した応答スペクトルも併せて示す。地震動の合成に際しては、接続振動数を 1.0Hz として、第 4-19 図に示す cosine 型のバンドパスフィルタ処理を行うとしている。

なお、第 4-16 図～第 4-18 図によると、周期1～2秒付近で応答スペクトルが谷になる傾向が認められるが、申請者はこの要因として、ハイブリッド合成を行う前の短周期帯域における統計的グリーン関数法による評価結果及び長周期帯域における理論的評価結果の双方とも応答スペクトル値は、周期1秒よりも短周期側及び周期2秒程度以上の長周期側よりも小さめになっており、周期1～2秒付近では相対的に応答スペクトルが小さめになっていることが考えられるとしている。

5. 応答スペクトルに基づく地震動評価

申請者は、応答スペクトルに基づく方法による地震動評価は、Noda et al.(2002)⁽¹⁷⁾による方法を用いるとしている。ただし、敷地において内陸地殻内地震の観測記録が得られていないことから、地震動評価の不確かさを考慮し、大野ほか(2001)⁽²¹⁾及び翠川・大竹(2002)⁽²²⁾を用いた評価も行っている。

検討に用いたケース1～ケース3の震源断層による地震の諸元を第 5-1 表に示す。

Noda et al.(2002)⁽¹⁷⁾による水平方向及び鉛直方向の地震動評価にあたっては、敷地において内陸地殻内地震の観測記録が得られていないため、Noda et al.(2002)⁽¹⁷⁾で設定されている解放基盤表面での地盤のS波速度 V_s 及びP波速度 V_p に基づき算定される地震基盤から解放基盤表面までの地盤増幅率を用いるとしている。なお、解放基盤表面の V_s 及び V_p は、PS検層結果に基づき、それぞれ $V_s=870\text{m/s}$ 、 $V_p=2050\text{m/s}$ としている。検討に用いる地震基盤から解放基盤表面までの地盤増幅率を第 5-1 図に示す。

解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動評価結果をケー

ス1については第 5-2 図, ケース2については第 5-3 図, ケース3については第 5-4 図に示す。これらの図には, 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果及び基準地震動 S_s の設計用応答スペクトルも併せて示す。これらの図に示すように, 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は, 水平動については, 主要周期帯において概ね同程度になっており, 地震動評価結果は妥当なものと考えられるとしている。

また, 第5-5図に示すように, これらのケースの中ではケース2の場合が最も大きな地震動になっているとしており, ケース2として想定した震源断層は最も保守的な設定になっているとしている。

6. まとめ

申請者は, F-14 断層及び敷地西方沖断層については, 「孤立した短い活断層による地震」として敷地に及ぼす影響を検討するとしており, 詳細な活断層調査によっても震源断層の形状評価に十分な情報が得られなかったため, 調査結果に基づいて基本的な震源像を明確にできないことから, 震源断層を想定し, 敷地により近く, 敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる F-14 断層について地震動評価を行っている。

震源断層は, 調査結果を基に想定し得る範囲で耐震設計上安全側に想定するとしている。具体的には, 地表に痕跡が現れていることから, 震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっている可能性が考えられるため, 地表断層長さ約 3.4km に対して, 地震発生層の上限から下限まで拡がる震源断層長さ及び断層幅がそれぞれ 15km の震源断層を想定し, 傾斜角は活断層調

査結果から合理的と考えられる 90° と設定するとしている。さらに、傾斜角の不確かさを踏まえ、調査結果からは高角であると考えられるため、上述の考えによれば震源断層がより大きくなる傾斜角を 60° とした場合も想定し、南傾斜と北傾斜の 2 ケースと前述の傾斜角 90° の場合の合計 3 ケースについて地震動評価を行っており、地震動評価結果からケース2が 3 ケースのなかで最も保守的な設定であるとしている。

以上のことから、F-14 断層による地震について、詳細な活断層調査によっても震源断層の形状評価に十分な情報が得られなかった状況を踏まえ、想定し得る範囲内で安全側の設定となる保守的な震源断層を想定する考え方及び地震動評価は妥当なものと判断した。

7. 参考文献

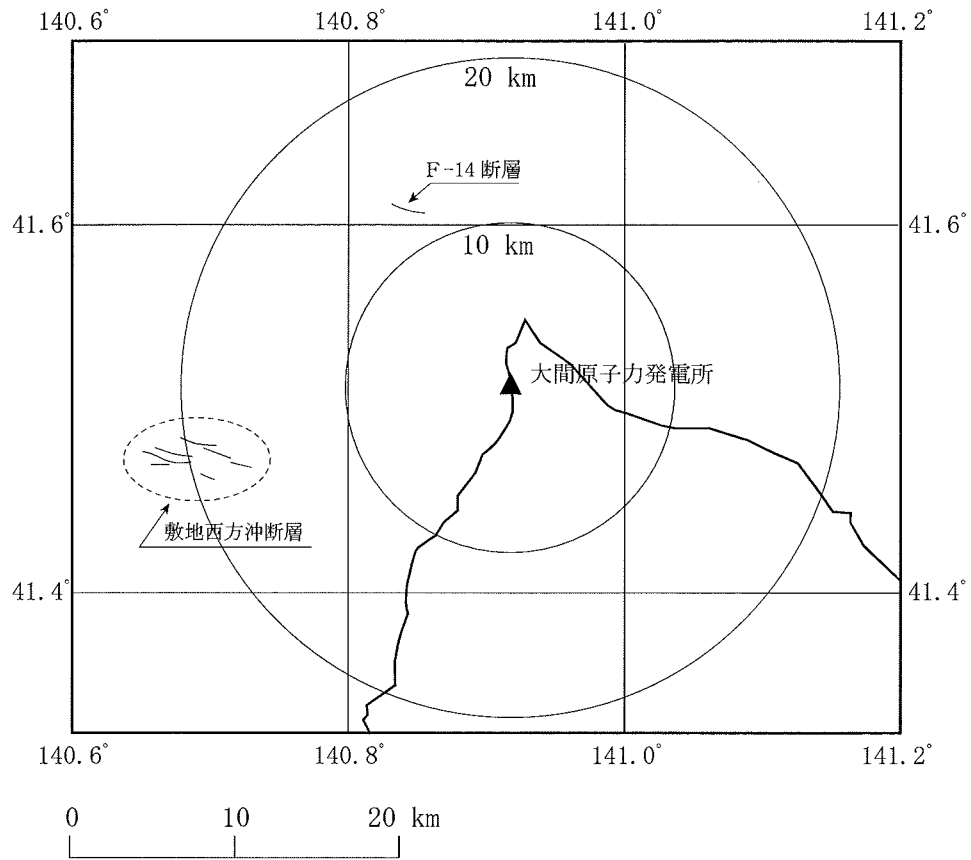
- (1) Ito, K. (1990) : Regional variations of the cutoff depth of seismicity in the crust and their relation to heat flow and large inland-earthquakes, *J. Phys. Earth*, 38, 223-250
- (2) 堀 修一郎・海野徳仁・河野俊夫・長谷川昭 (2004) : 東北日本弧の地殻内S波反射面の分布, *地震第2輯*, 第 56 卷, 435-446
- (3) 独立行政法人原子力安全基盤機構(2004) : 地震記録データベース SANDEL のデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書, 平成 15 年度
- (4) Somerville, P. G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, A. Kowada (1999) : Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for Prediction of Strong Ground Motion, *Seismological Research Letters*, Vol. 70, pp. 59-80
- (5) 武村雅之 (1990) : 日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, *地震* 2, 43, pp. 257-228
- (6) 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
- (7) 入倉孝次郎 (2004) : 強震動予測レシピー大地震による強震動の予測方法一, 京都大学防災研究所年報第 47 号A
- (8) Wells, D. L. and K. J. Coppersmith(1994) : New empirical relationship among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 84, pp. 974-1002.

- (9) 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
- (10) 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
- (11) 香川敬生・壇一男・大塚康弘・本橋章平(2005):確率論的地震危険度評価のための潜在断層地震の発生確率設定法, 土木学会地震工学論文集, 047(CD-ROM)
- (12) David M. Boore(1983) : STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH-FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.73, No.6, pp.1865-1894
- (13) David M. Boore and John Boatwright(1984):AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.74, No.5, pp.1615-1621
- (14) Pitarka,A., P. Somerville, Y. Fukushima, T. Uetake, K. Irikura (2000): Simulation of Near-Fault Strong-Ground Motion Using Hybrid Green's Functions, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.90, pp.566-586
- (15) 福山英一・石田瑞穂・Douglas S. Dreger・川井啓廉(1998):オンライン広帯域地震データを用いた完全自動メカニズム決定, 地震2, 51, pp.149-156
- (16) 佐藤魂夫・中山耕治・田中和夫・長谷見晶子(1989):東北地方の三次元

P波速度構造, 地震2, 42, pp.419-437

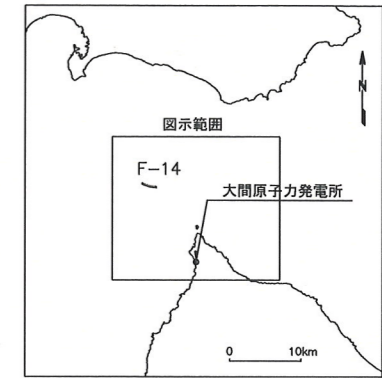
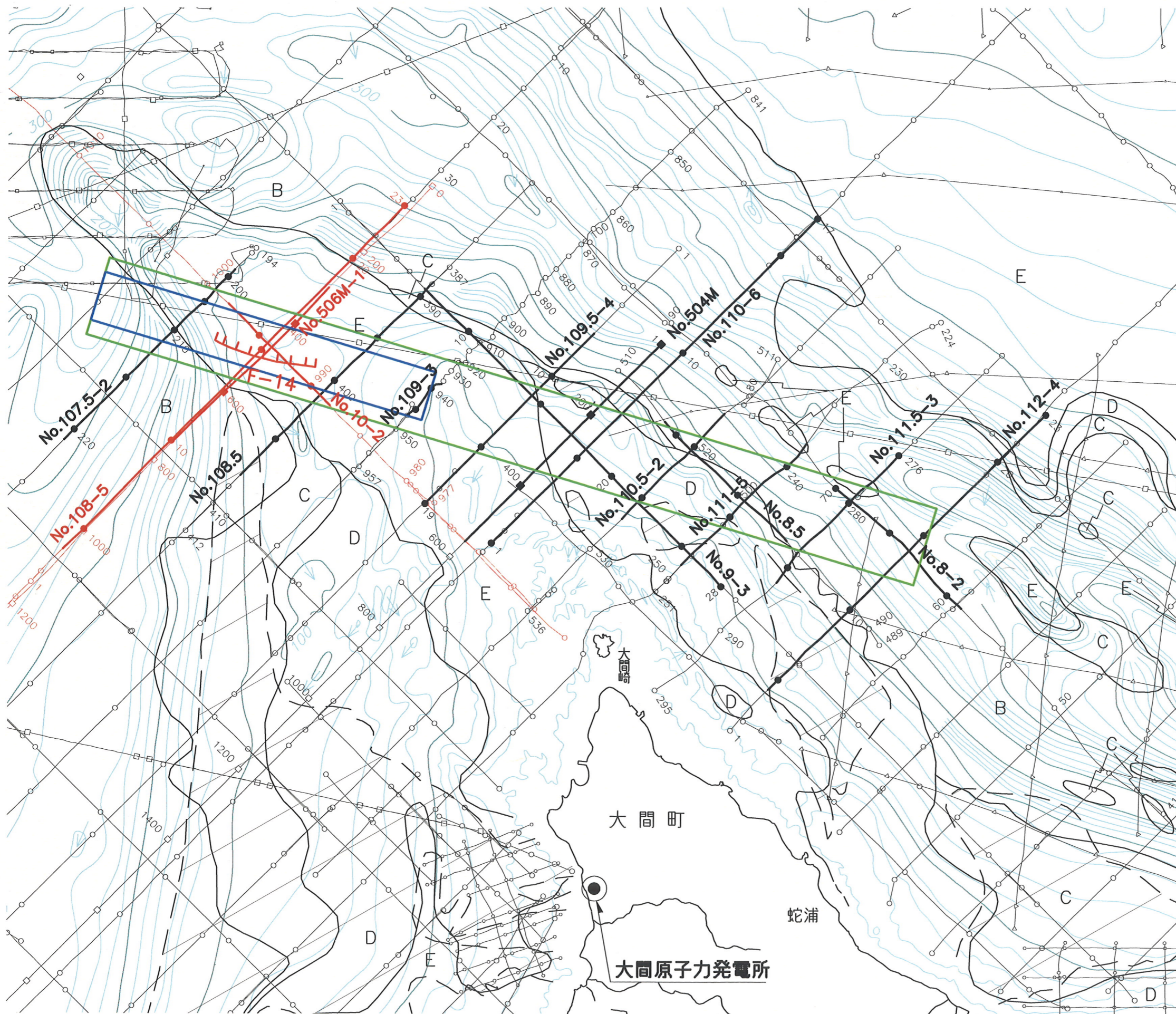
- (17) Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe (2002): Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis. Oct. 16-18, Istanbul
- (18) 小林喜久二・植竹富一・真下貢・小林啓美(1998a): 深い地盤構造評価のためのPS変換波の検出法に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 505 号, pp.45-52
- (19) 小林喜久二・植竹富一・真下貢・小林啓美(1998b): 地震動初期微動部の水平/上下スペクトル振幅比の逆解析による深部地盤構造の推定法, 第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集, Vol.1, pp.1083-1088
- (20) Kobayashi, K., T. Uetake, M. Mashimo and H. Kobayashi (2000): ESTIMATION OF DEEP UNDERGROUND VELOCITY STRUCTURES BY INVERSION OF SPECTRAL RATIO OF HORIZONTAL TO VERTICAL COMPONENT IN P-WAVE PART OF EARTHQUAKE GROUND MOTION, 12th World Conf. Earthq. Eng., No.2658
- (21) 大野晋・高橋克也・源栄正人(2001): カリフォルニア強震記録に基づく水平動・上下動の距離減衰式と日本の内陸地震への適用, 日本建築学会構造系論文集, 第 544 号, 39-46
- (22) 翠川三郎・大竹雄(2002): 震源深さによる距離減衰特性の違いを考慮した地震動最大加速度・最大速度の距離減衰式, 第 11 回日本地震工学シンポジウム論文集, 609-614

- (23) Geller, R. J. (1976): Scaling Relations for Earthquake Source Parameters and Magnitudes, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.66, pp. 1501-1523
- (24) Kakehi, Y. and K. Irikura (1997) : High-Frequency Radiation Process during Earthquake Faulting-Envelope Inversion of Acceleration Seismograms from the 1993 Hokkaido-Nansei-Oki, Japan, Earthquake, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 87, No. 4, pp. 904-917
- (25) 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, 第 27 回地震工学研究発表会, 2003, No.315.
- (26) 堀川晴央(2005):再決定震源と強震記録による 2004 年中越地震の断層モデル, 地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集, S079-P004
- (27) 入倉孝次郎・宮腰研・倉橋奨(2007): 2007 年新潟県中越沖地震の震源断層と強震動, 原子力安全委員会耐震安全性に関する調査プロジェクトチーム第3回会合, 2007-08-10, 耐PT 第3-2-3号



第1-1図 敷地に近い海域の孤立した短い断層

(資料第 109C-18-4 号 第 2.1-9 図を転載)



凡 例

- No.107.5 後期更新世以降の活動を評価しない測線
- No.506M-1 後期更新世以降の活動を評価する測線
- No.108.5 音波探査記録及び解析断面図表示範囲
- No.10-2 音波探査記録及び解析断面図表示範囲
- アスぺリティ長さ*
- 震源断層長さ*

※4.1のケース2及びケース3

海 域 の 層 序

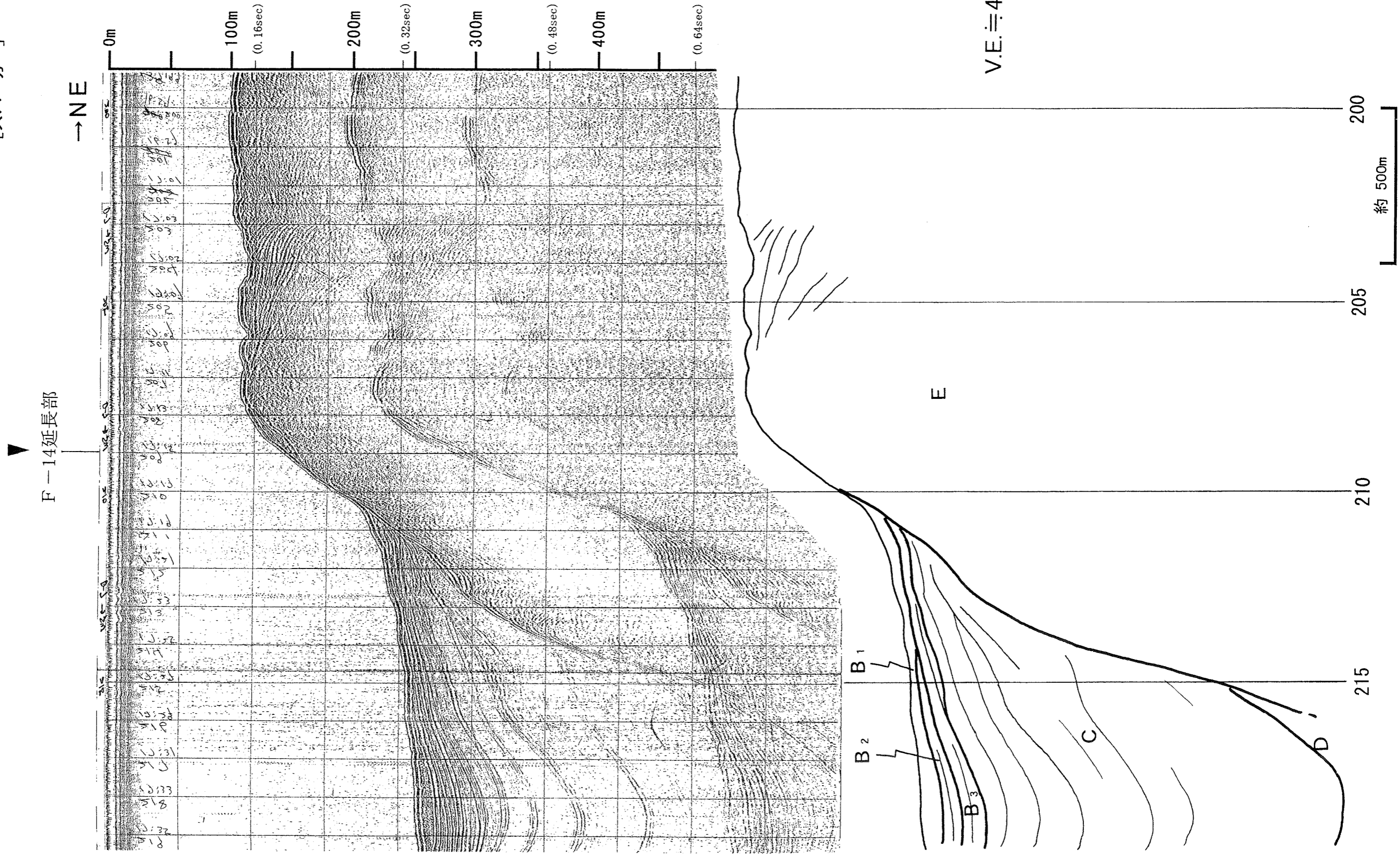
地層名	地質時代
A層	完新世
B ₁ 層	後期更新世
B ₂ 層	中期更新世
B ₃ 層	
C層	後期鮮新世～前期更新世
D層	後期中新世～後期鮮新世
E層	先新第三紀～後期中新世

0 5km

第2-1図(1) F-14断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

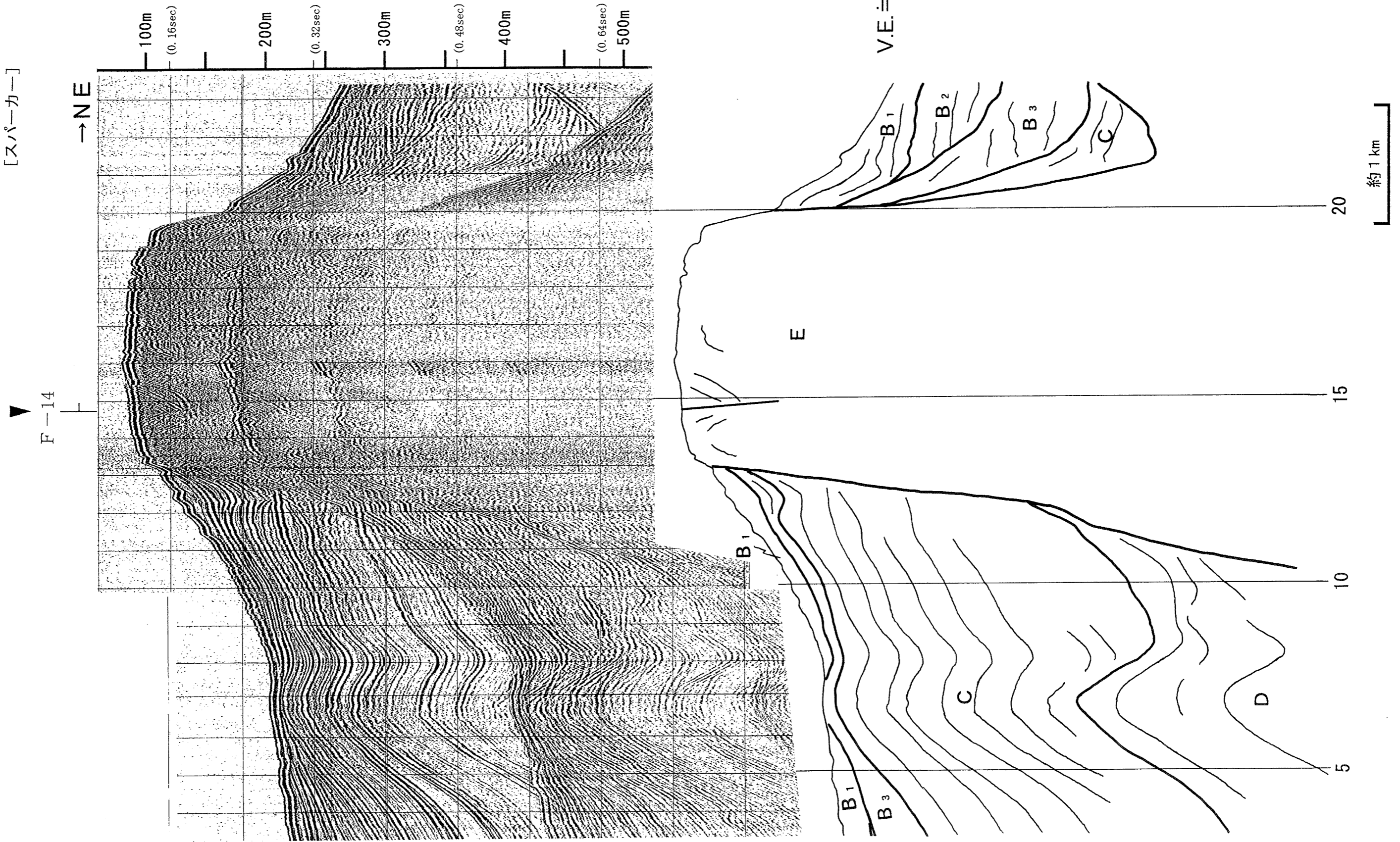
No. 107.5-2

[スーパーカー]



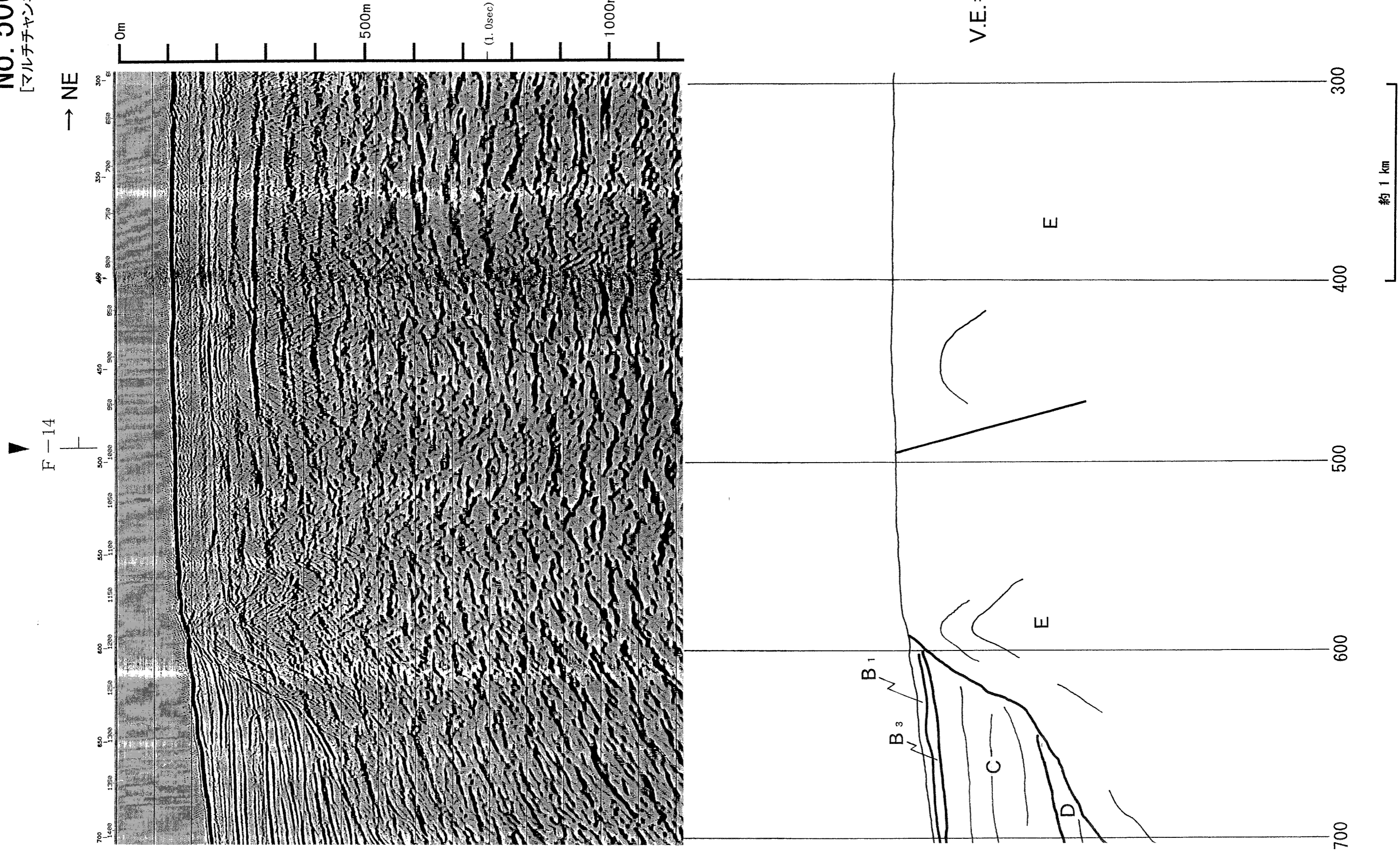
第 2-1 図(2) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 108-5
[スパーカー]



第 2-1 図(3) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

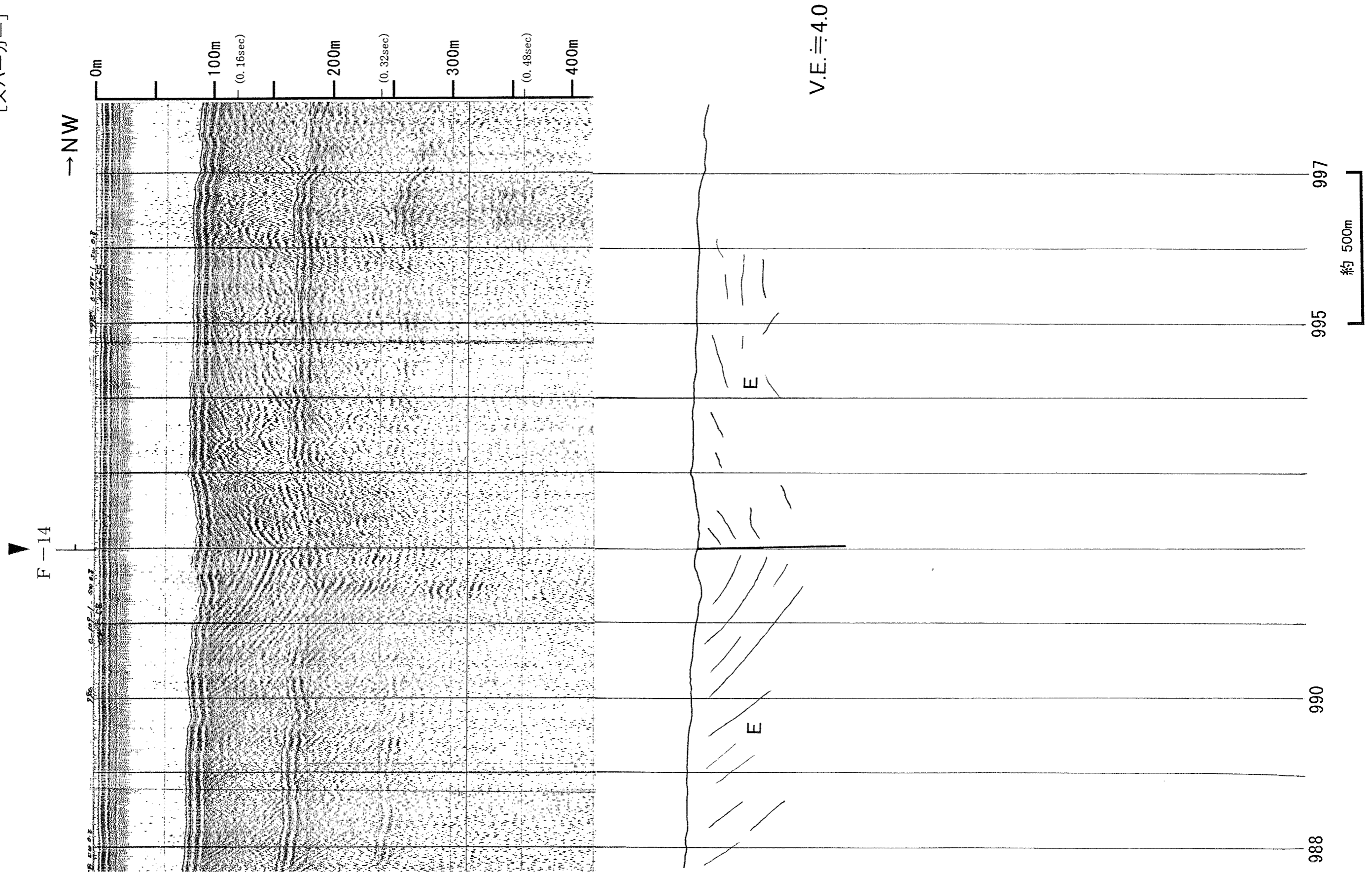
No. 506M-1
[マルチチャネル]



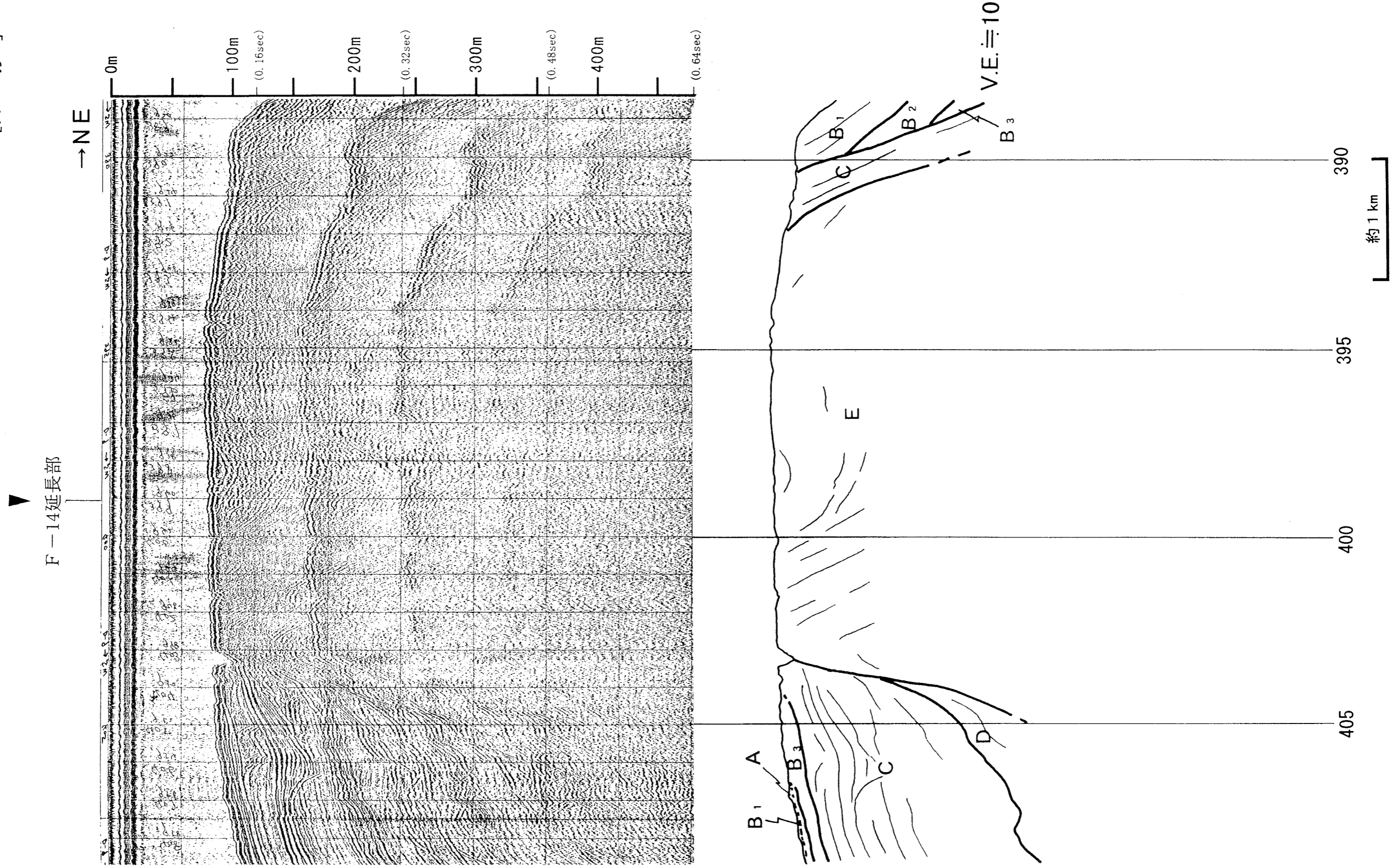
第2-1 図(4) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 10-2

[スパーカー]



第2-1 図(5) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面



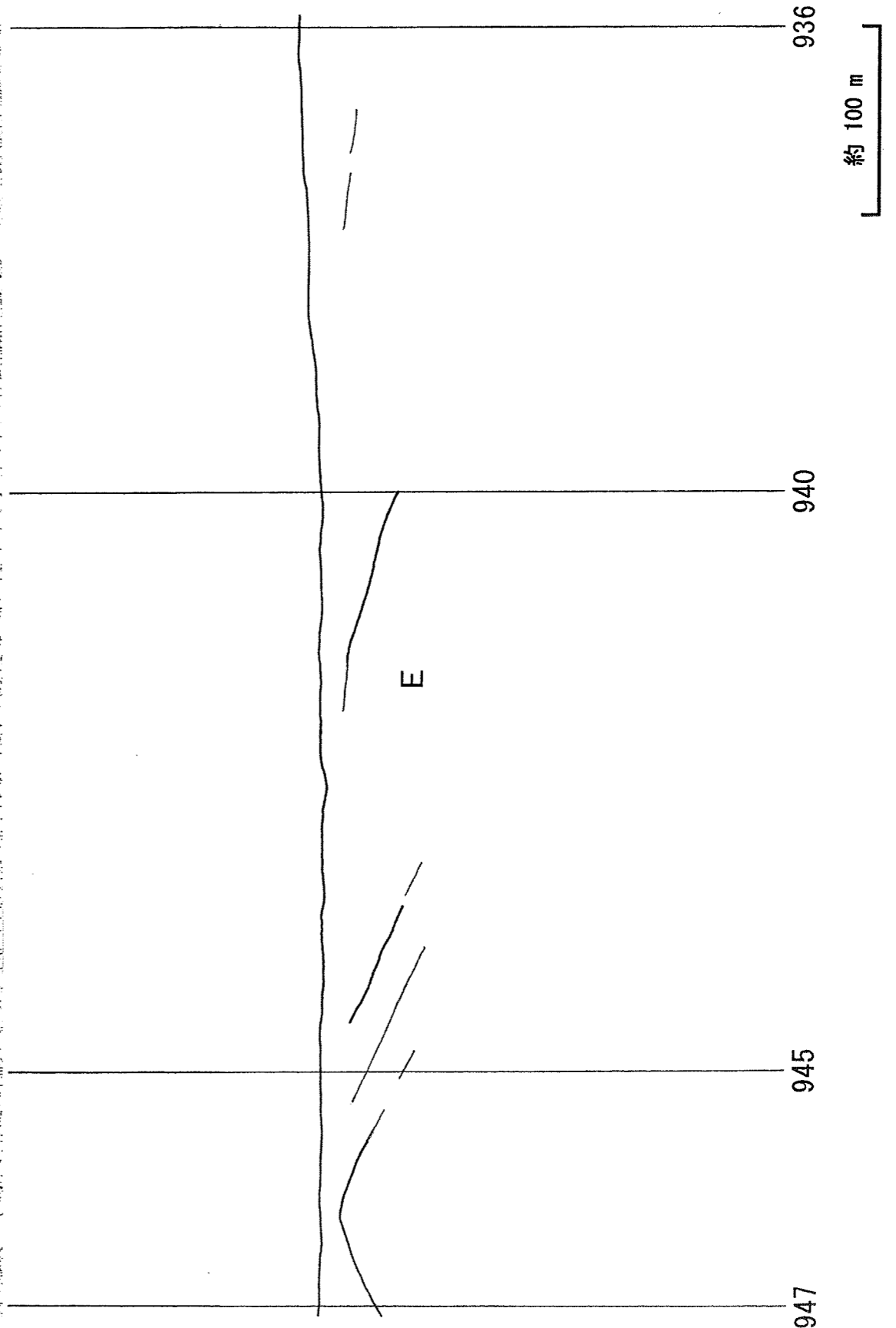
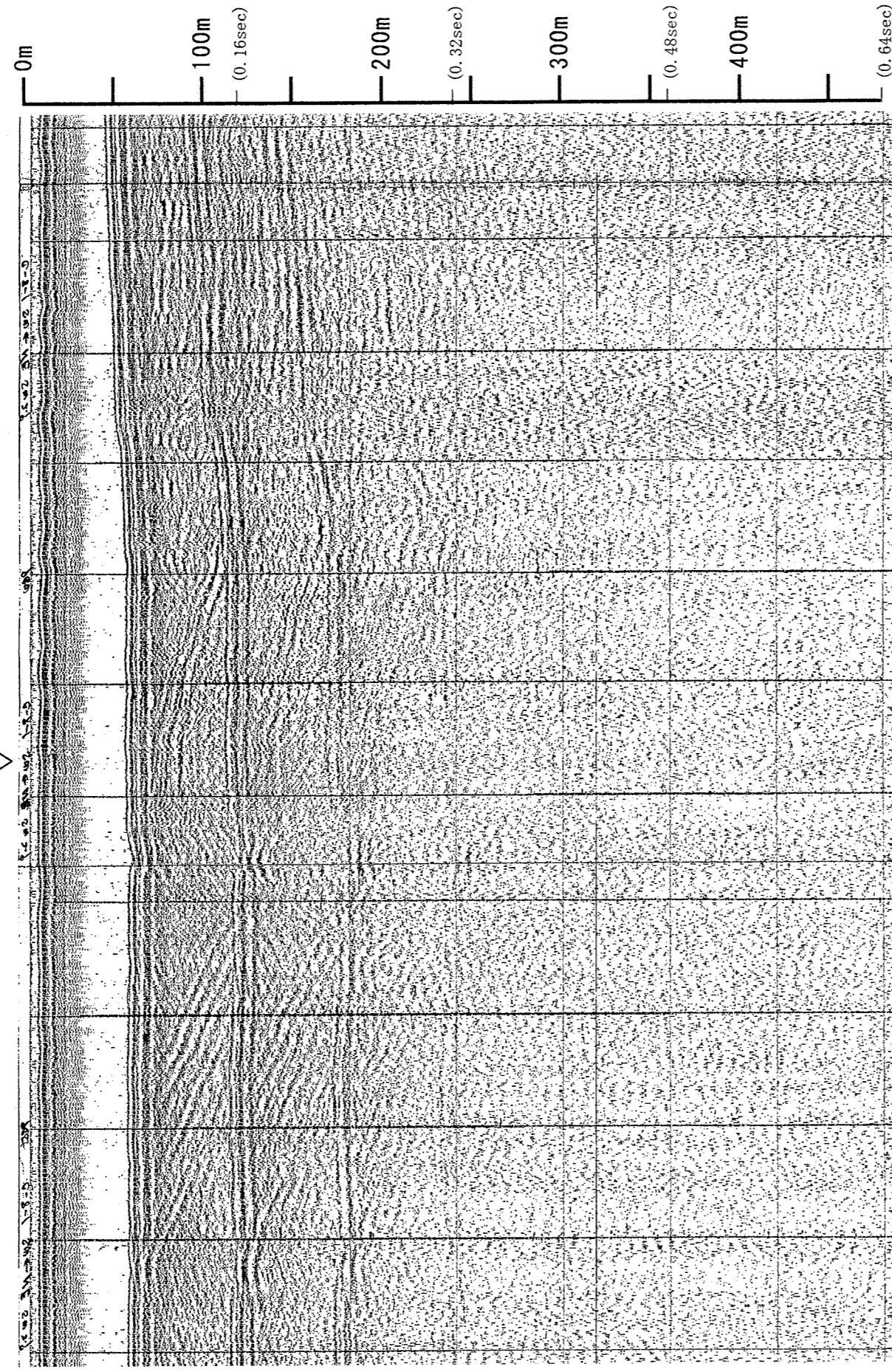
第 2-1 図(6) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 109-3
[スパーカー]

F-14延長部



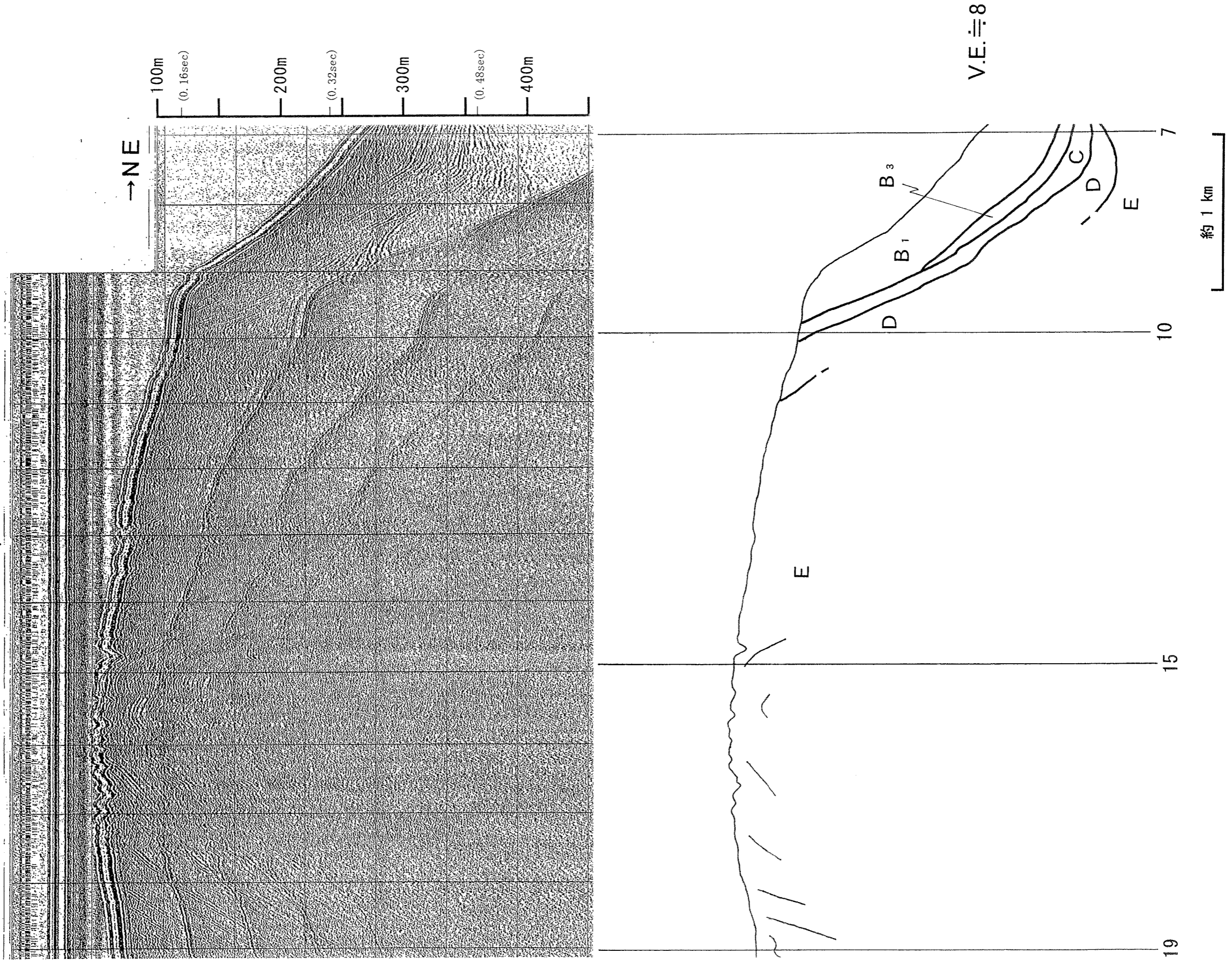
→ NE



第 2-1 図 (7) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 109. 5-4
[ウォーターガン]

F-14延長部

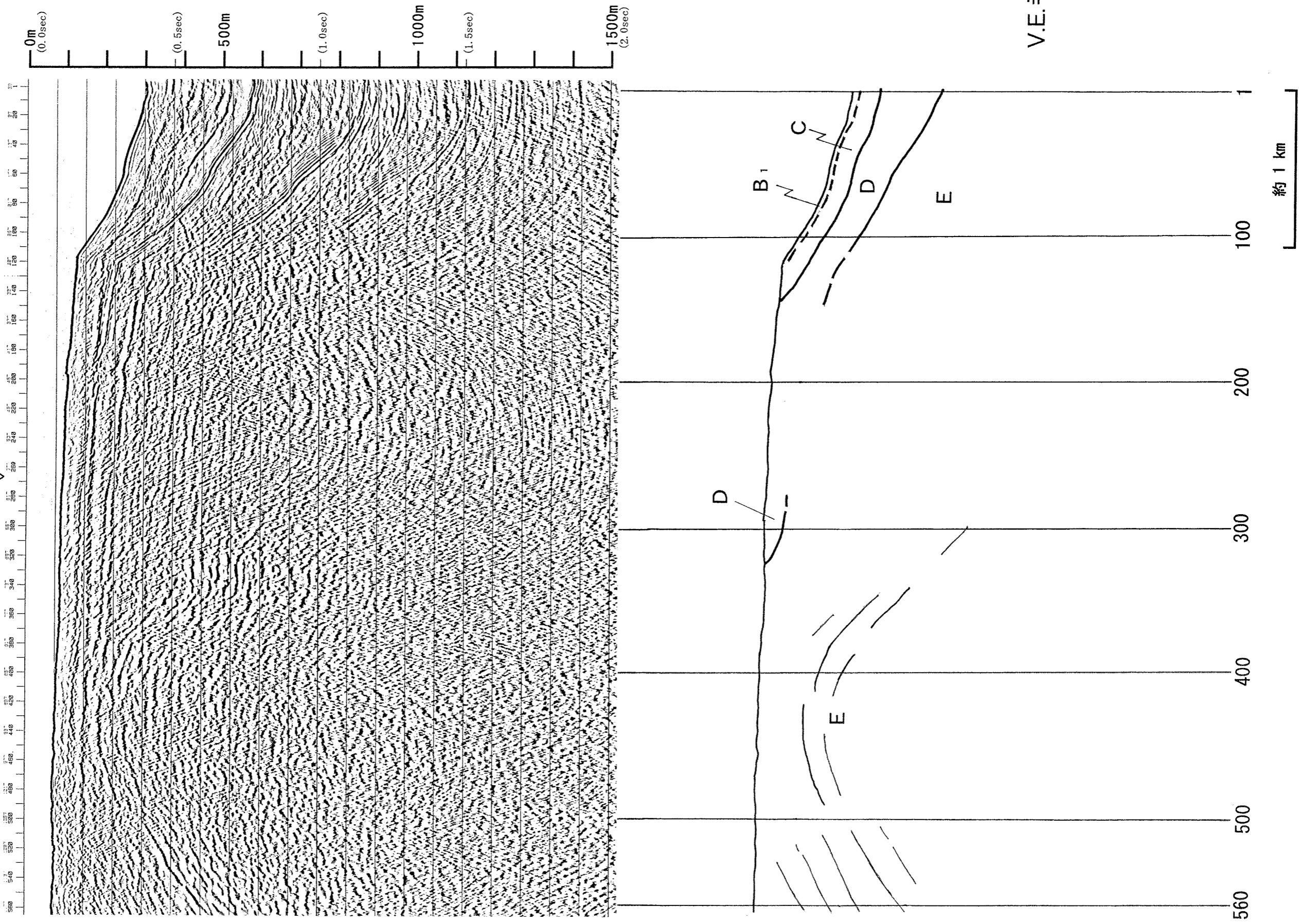


第 2-1 図(8) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

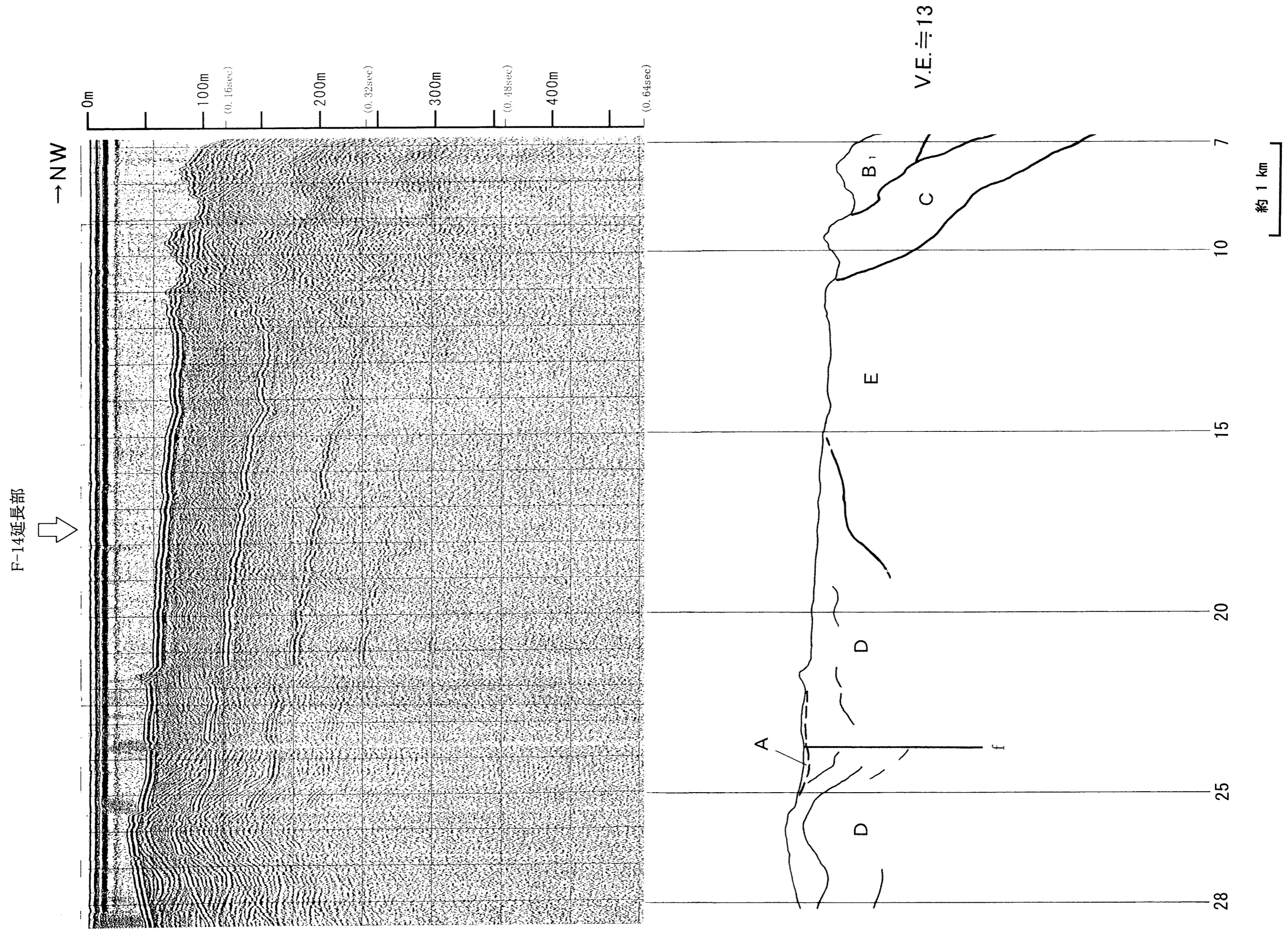
No. 504M
[マルチチャンネル]

F-14延長部

→ NE

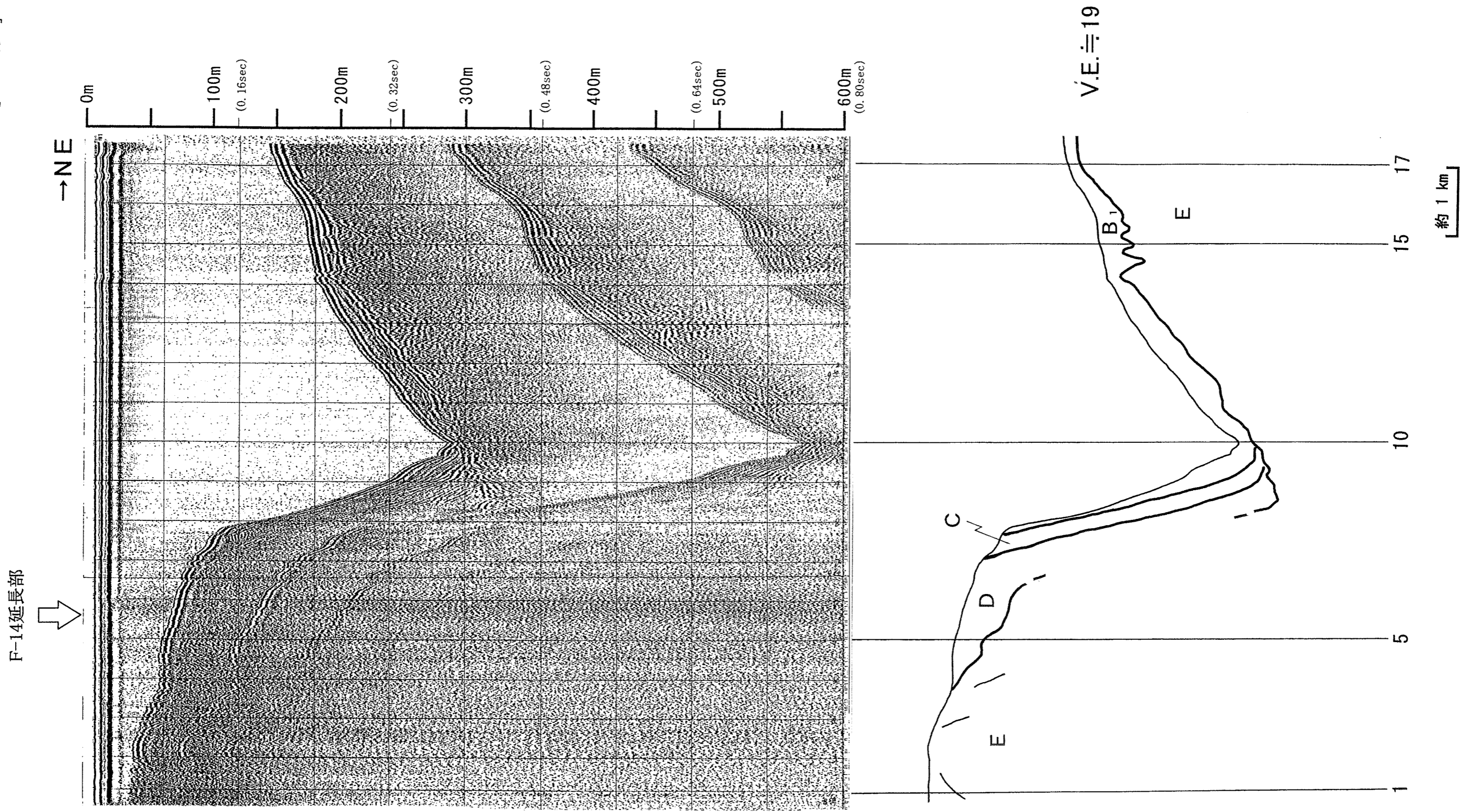


第 2-1 図(9) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面



第 2-1 図(10) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

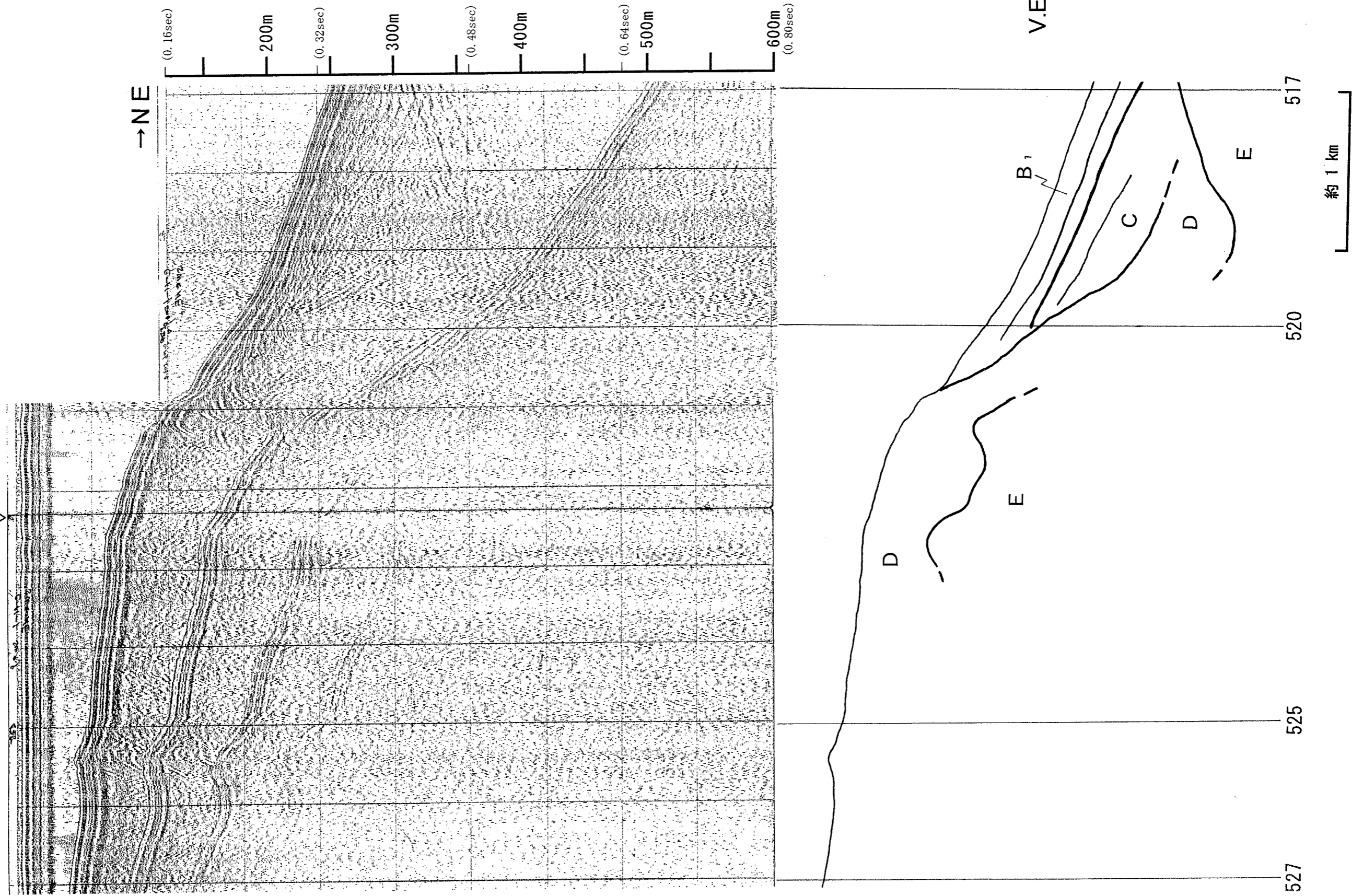
No. 110-6
[スパーカー]



第 2-1 図(11) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 110.5-2
[スパーカー]

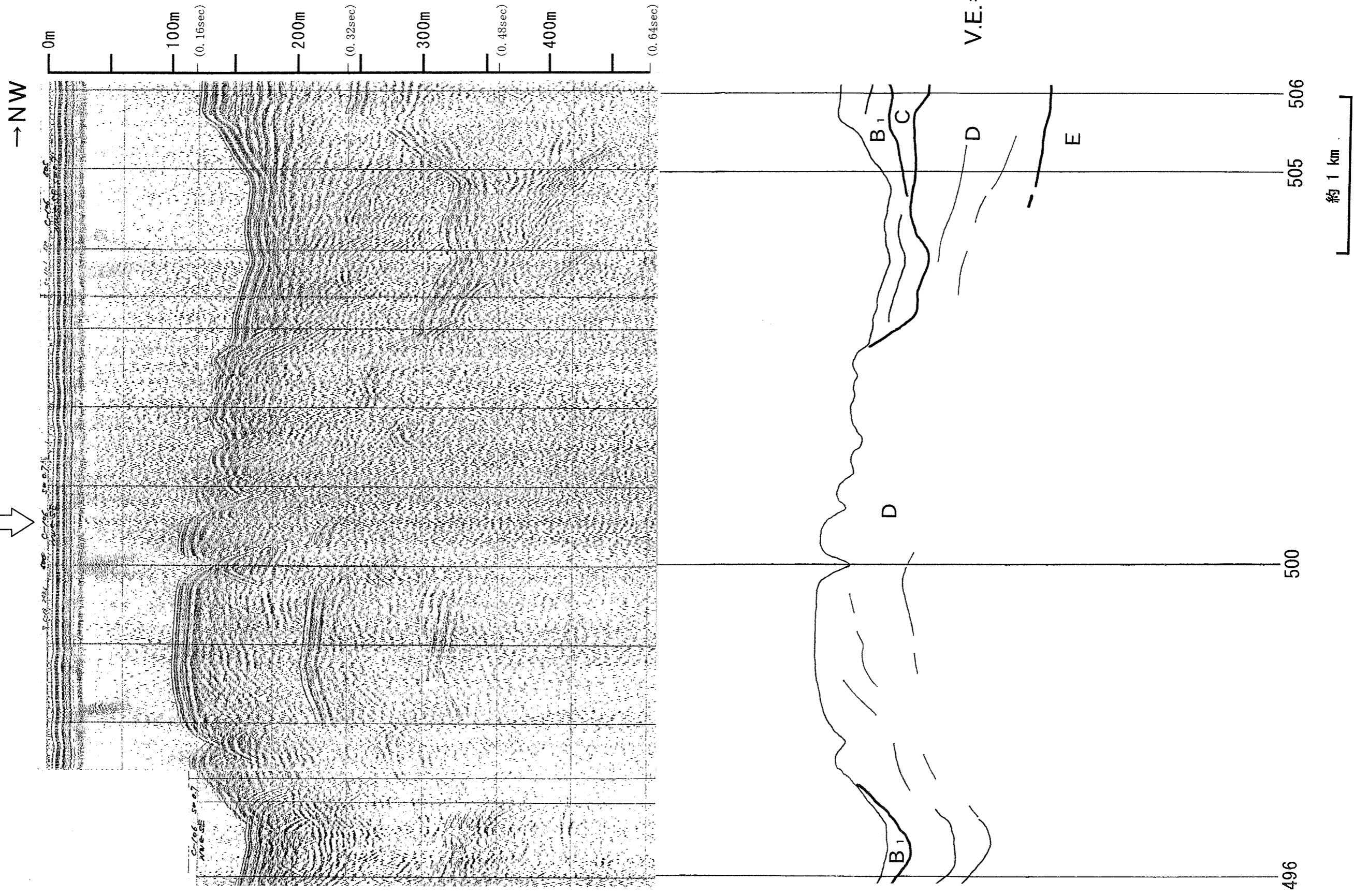
F-14延長部



第 2-1 図(12) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

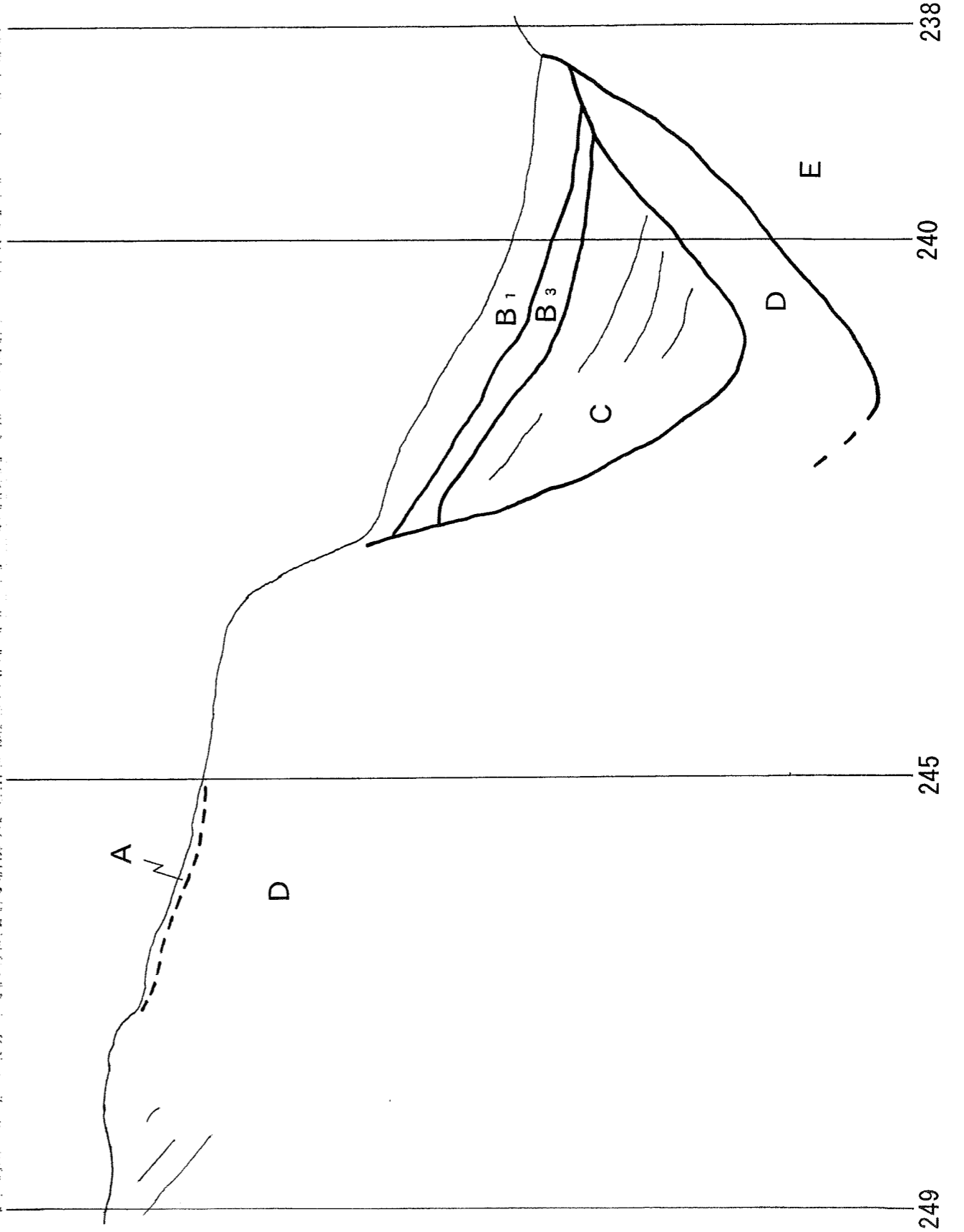
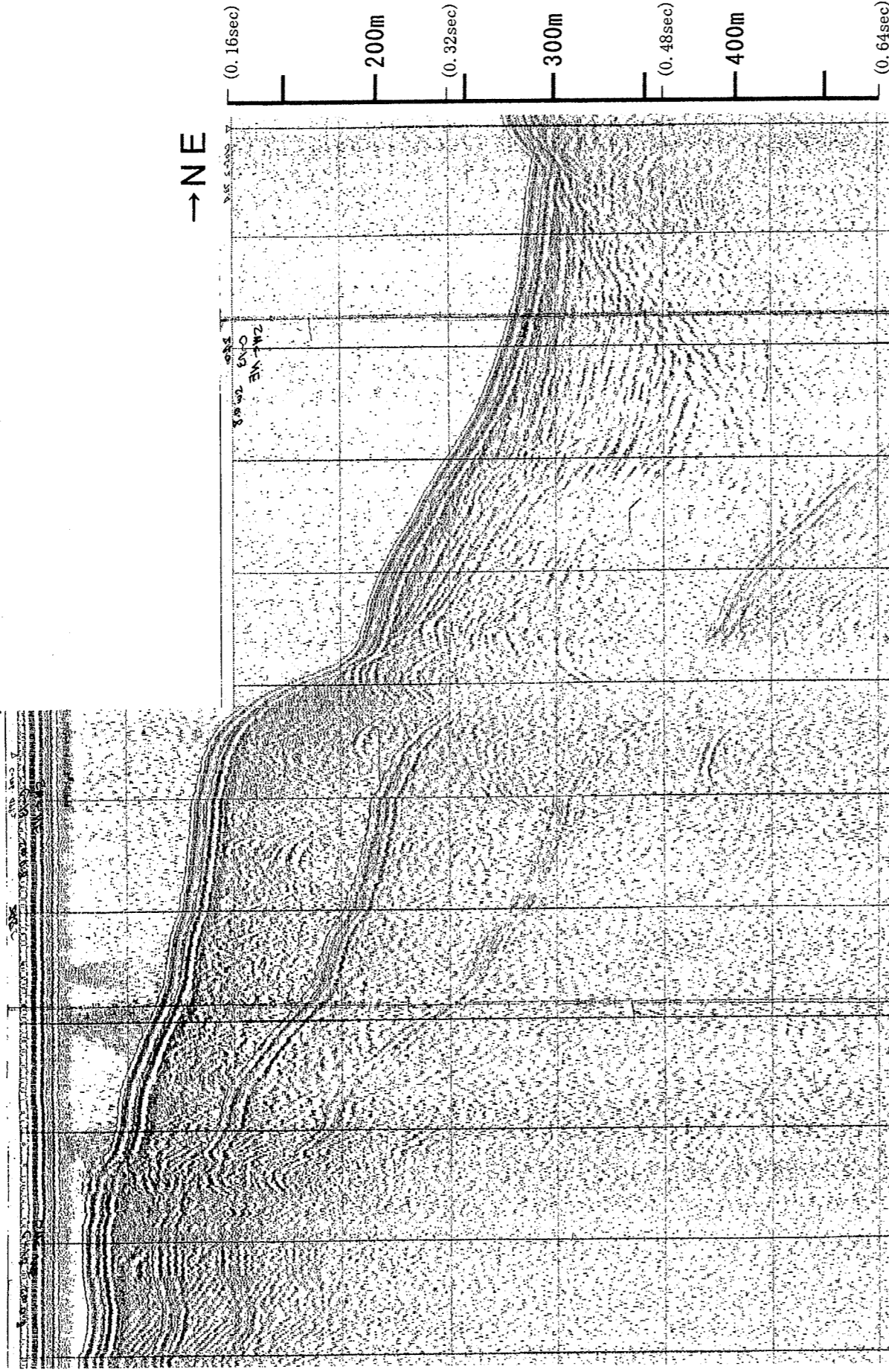
No. 8.5
[スパーカー]

F-14延長部

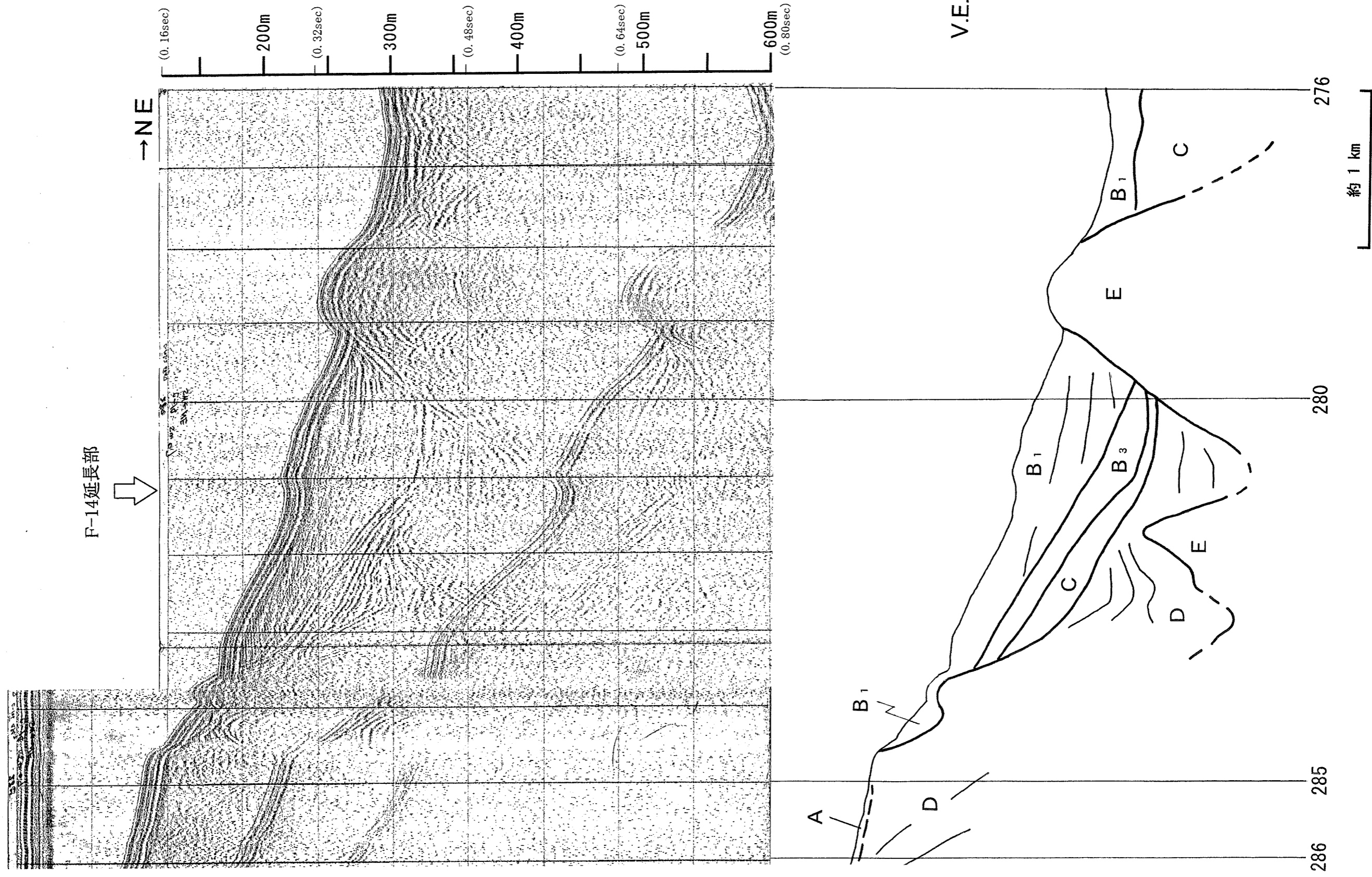


第 2-1 図(13) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

F-14延長部

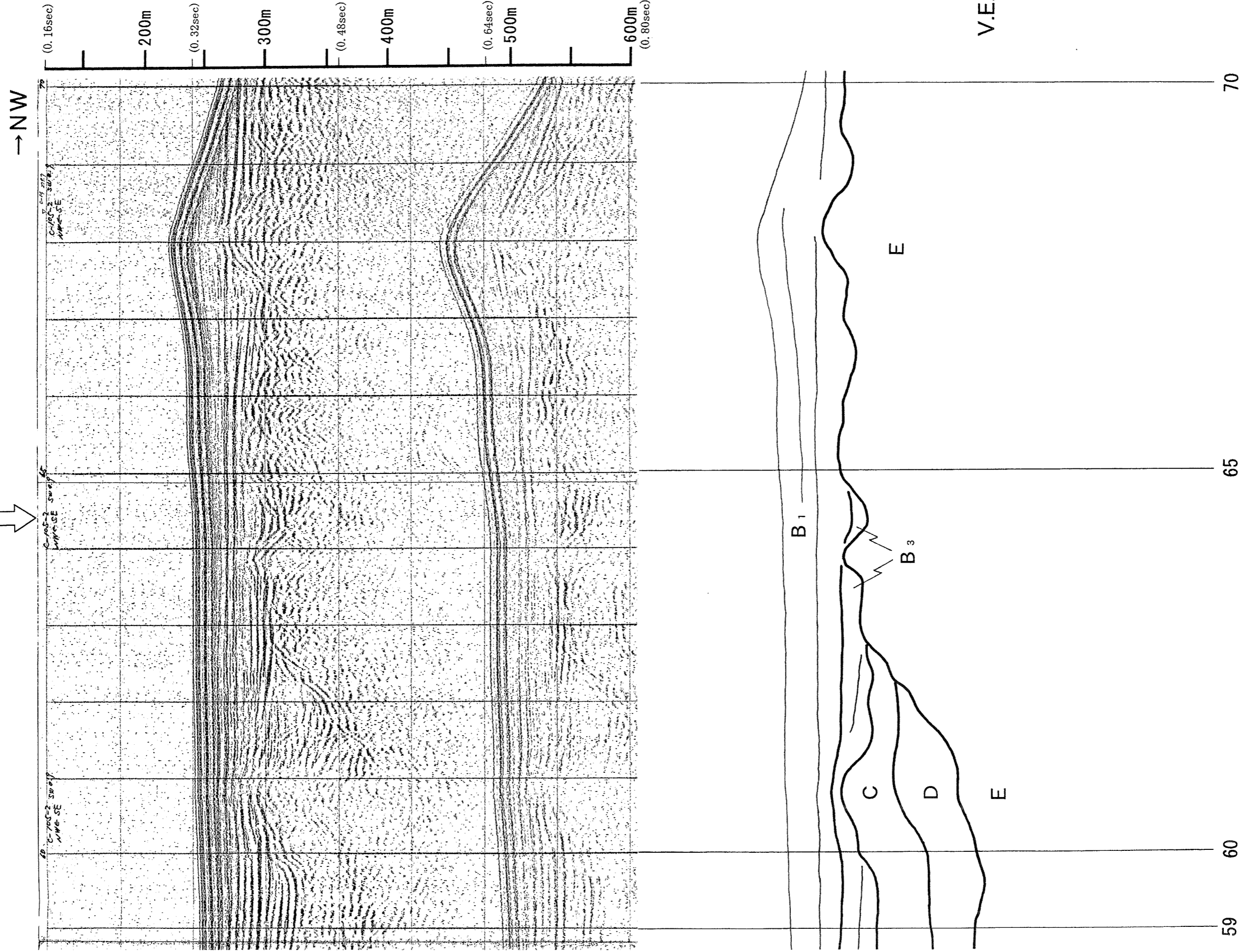


第 2-1 図(14) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面



第 2-1 図(15) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

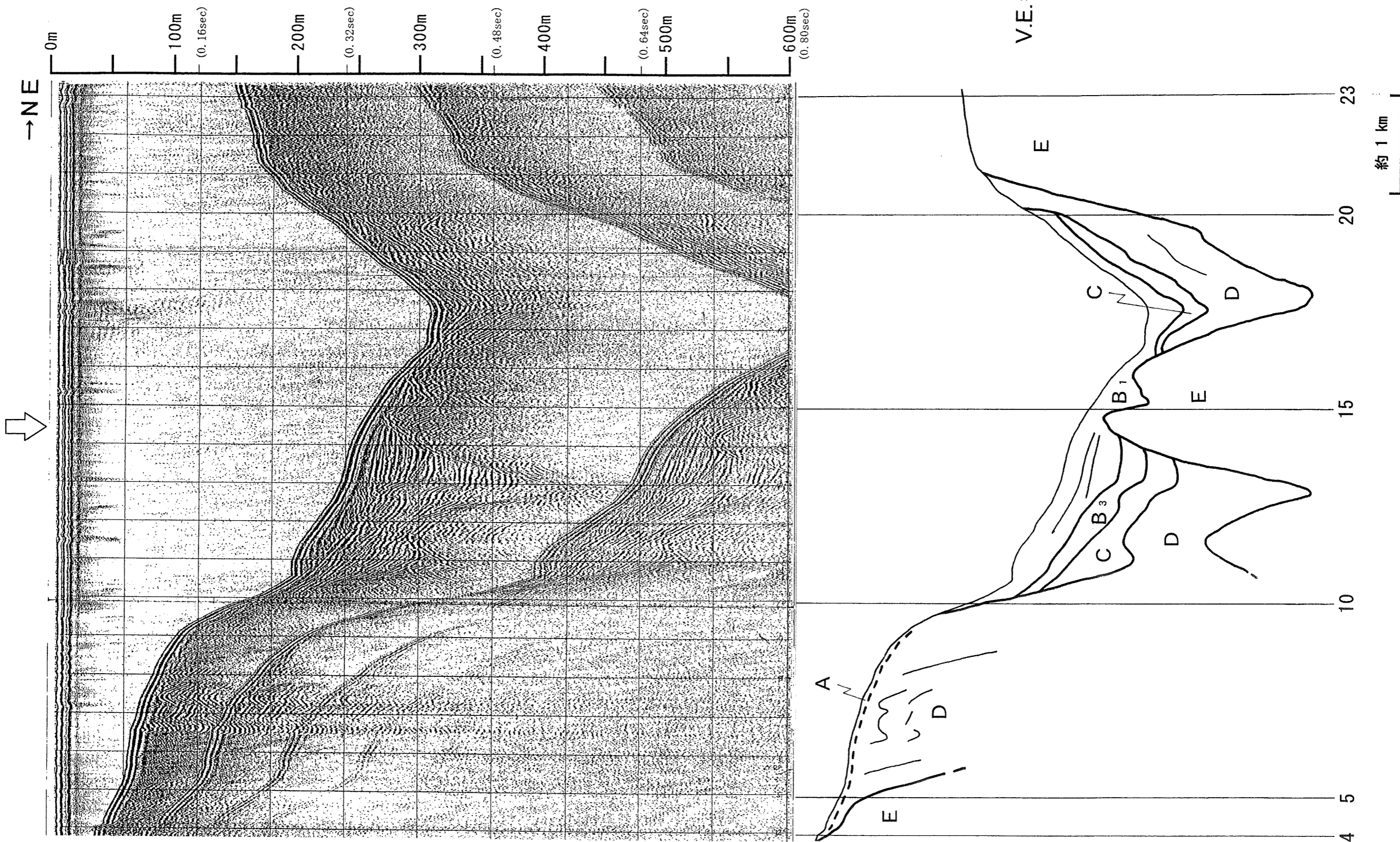
F-14延長部



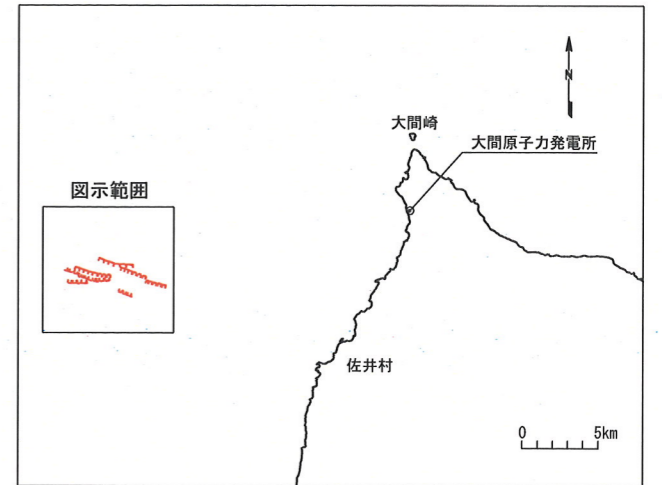
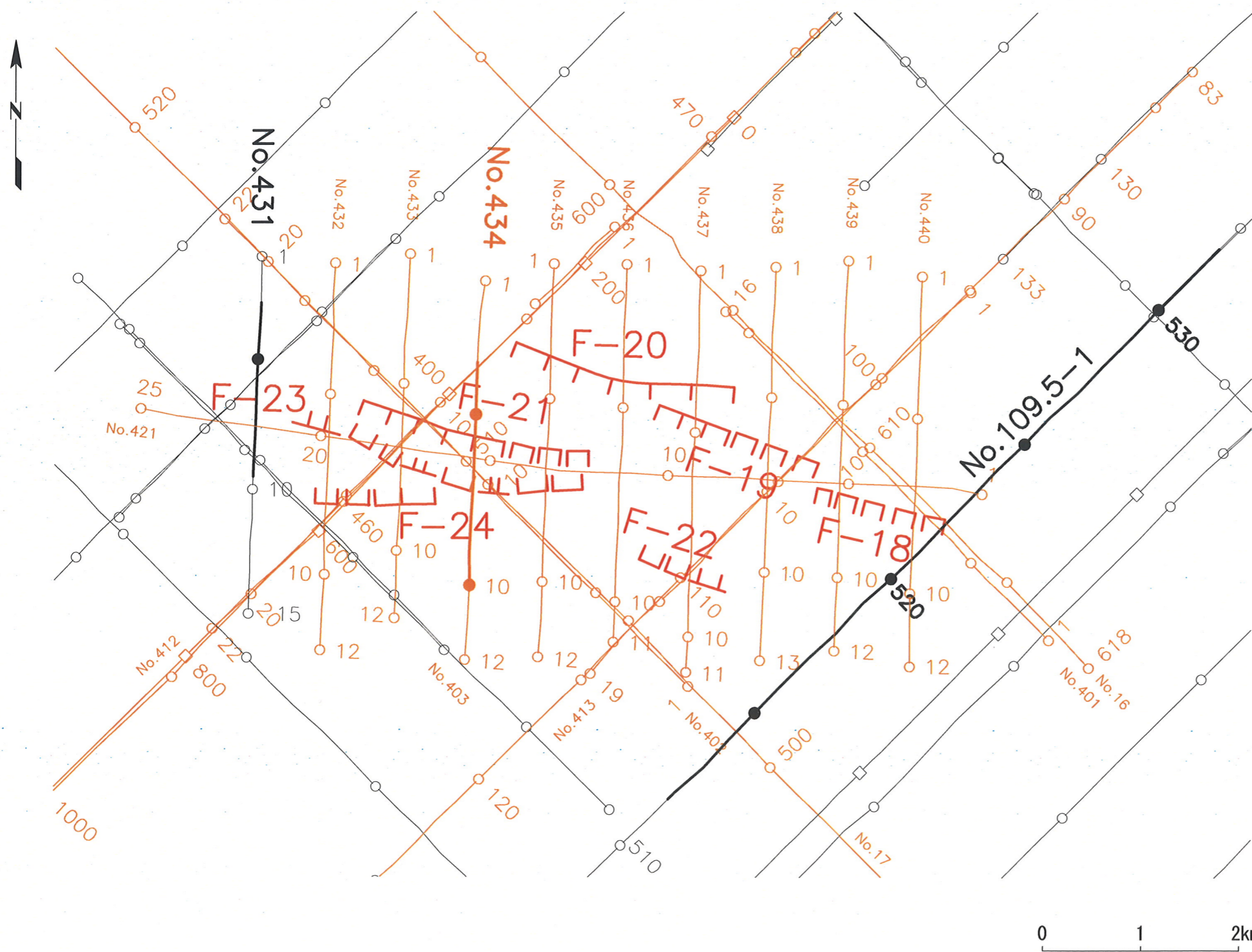
第 2-1 図(16) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

No. 112-4
[スパーカー]

F-14延長部



第 2-1 図(17) F-14 断層付近及びその東南東延長方向の海上音波探査記録及び地質断面

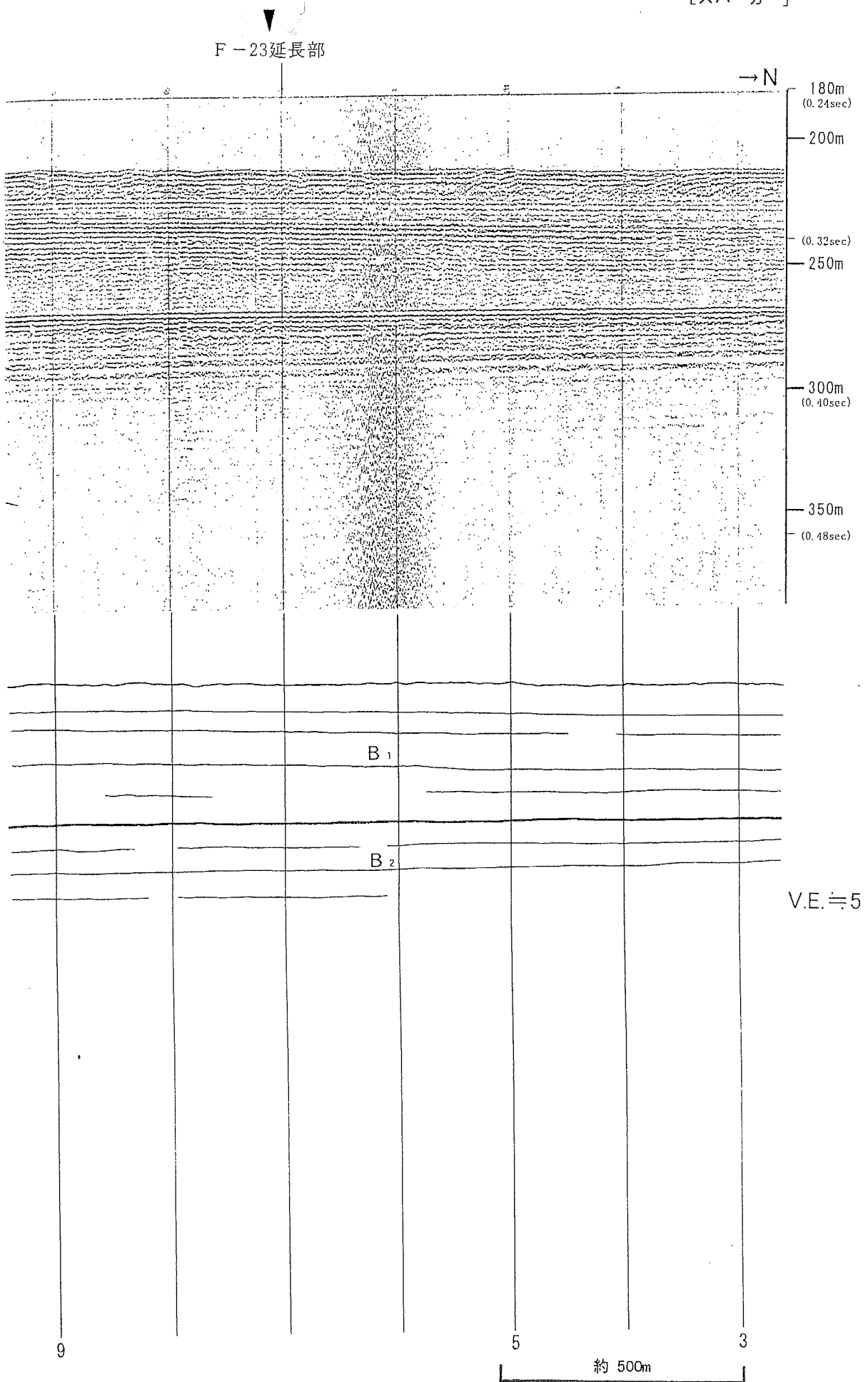


- 凡 例
- 断層
 - No.107-1 後期更新世以降の活動を評価しない測線
 - No.402 後期更新世以降の活動を評価する測線
 - No.431 音波探査記録及び解析断面図表示範囲
 - No.434 音波探査記録及び解析断面図表示範囲

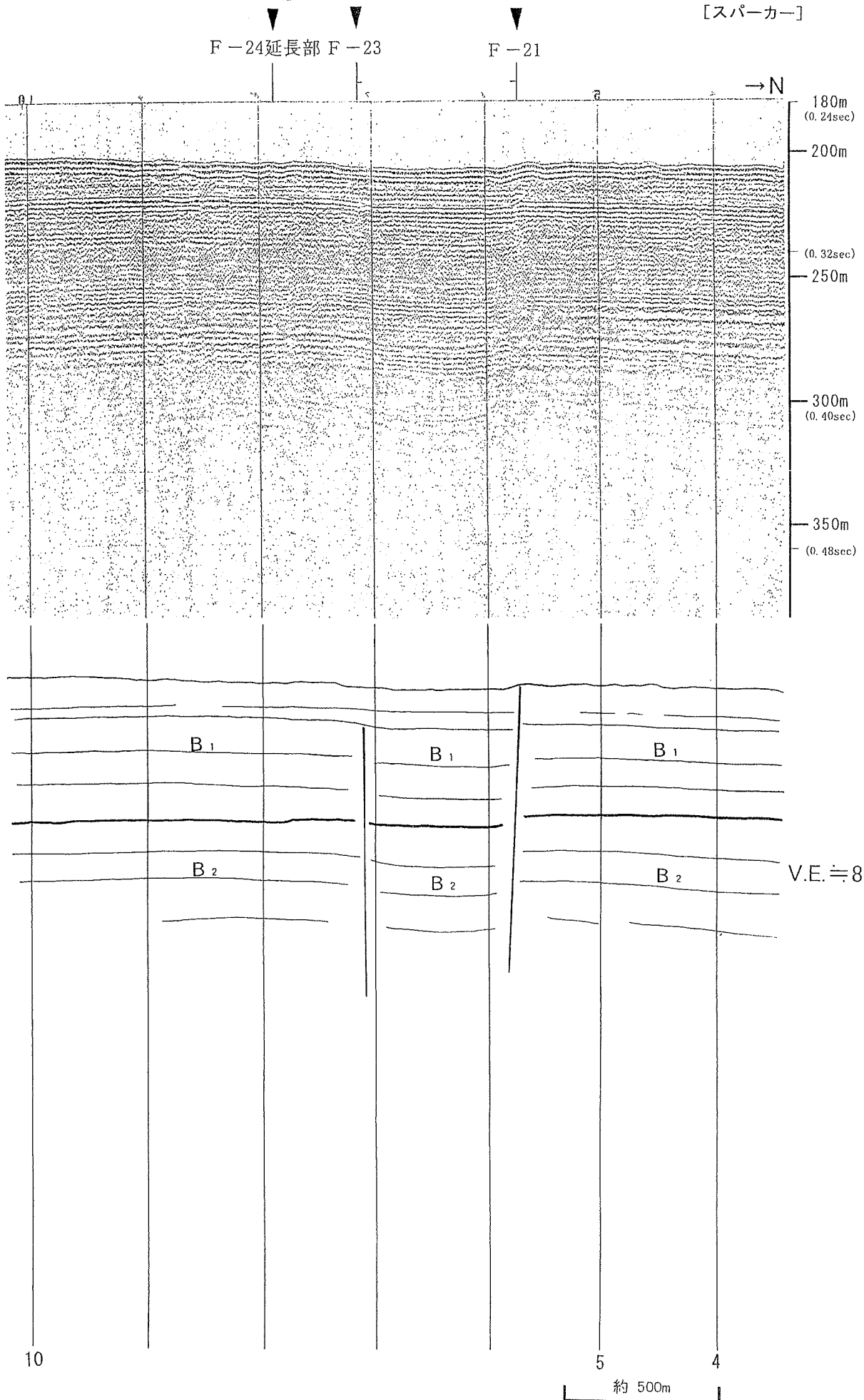
海域の層序

地層名	地質時代
A 層	完新世
B ₁ 層	後期更新世
B ₂ 層	中期更新世
B ₃ 層	
C 層	後期鮮新世～前期更新世
D 層	後期中新世～後期鮮新世
E 層	先新第三紀～後期中新世

第2-2図(1) 敷地西方沖断層付近の海上音波探査記録及び地質断面



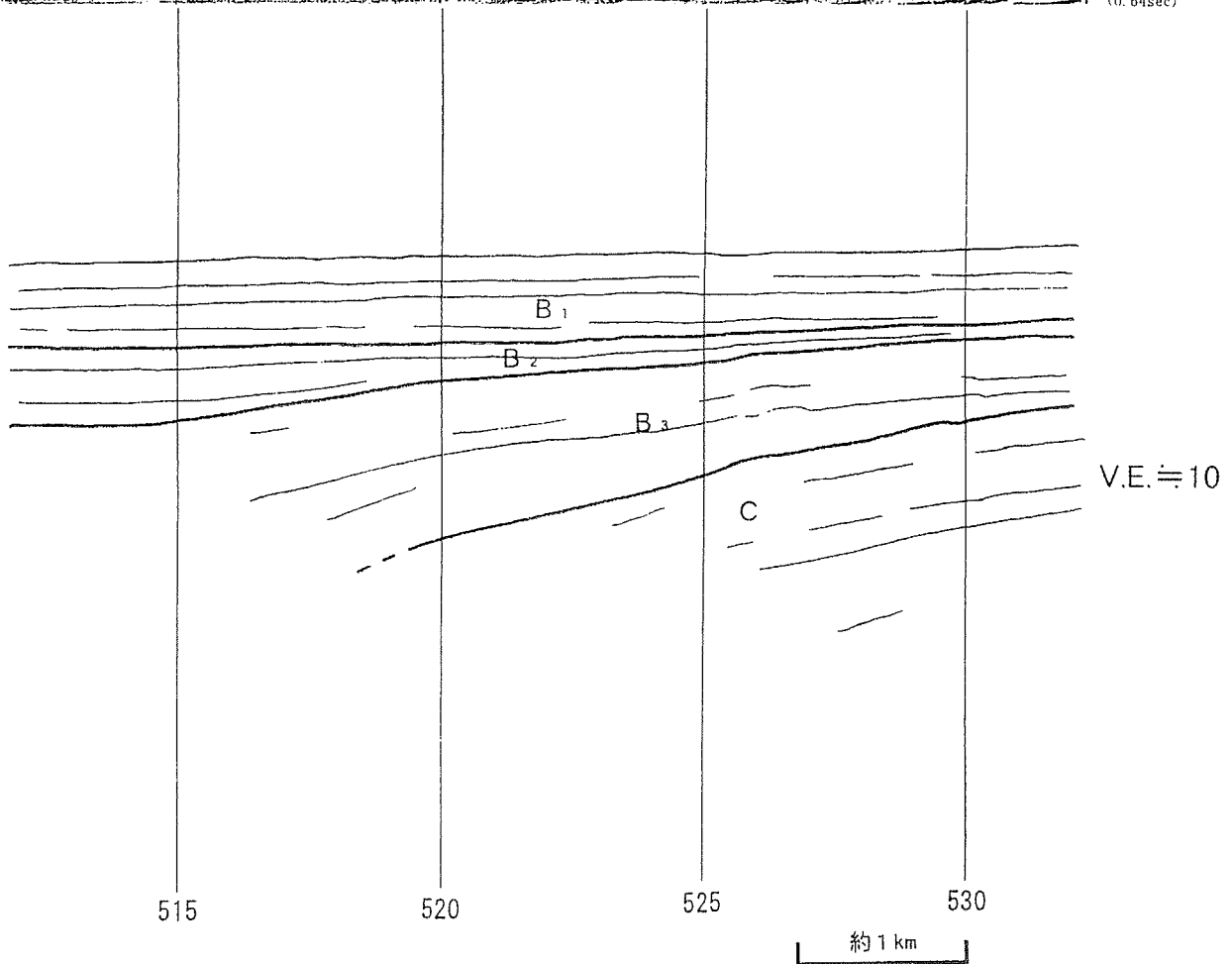
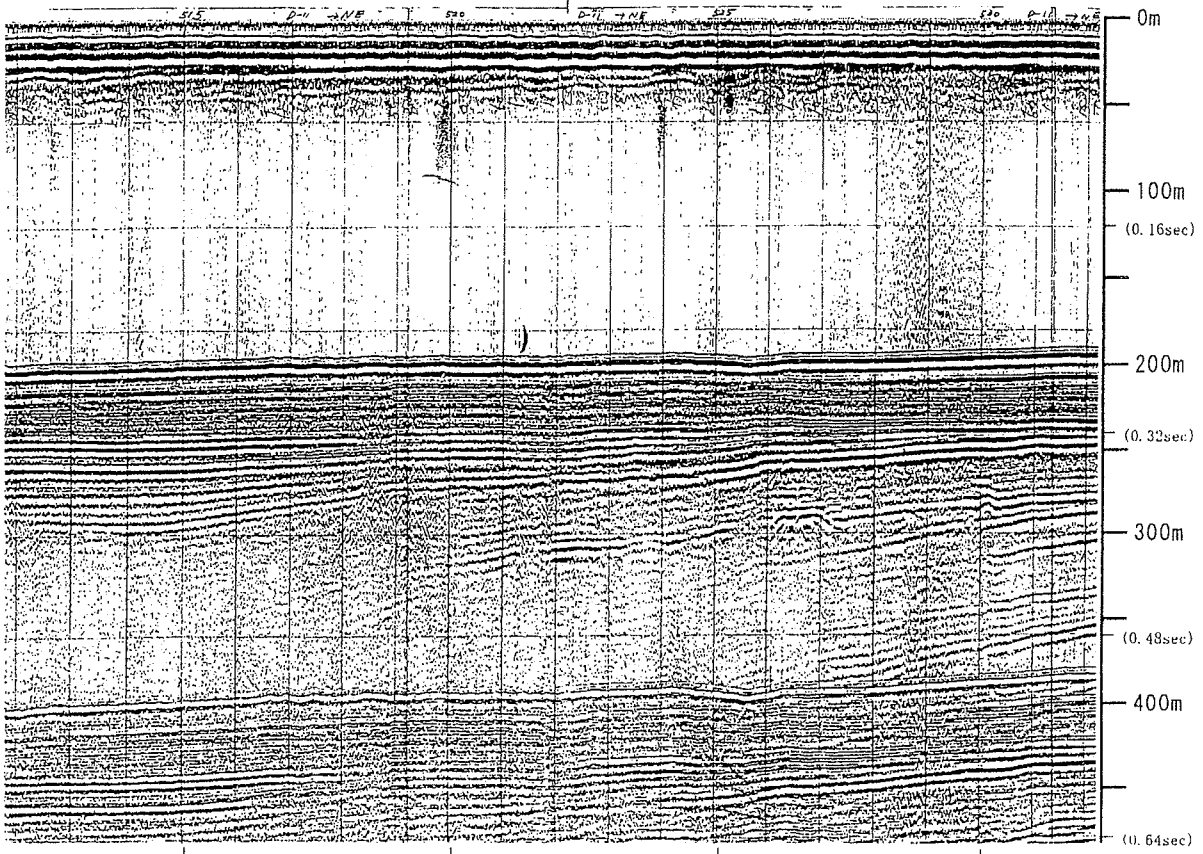
第2-2図(2) 敷地西方沖断層付近の海上音波探査記録及び地質断面



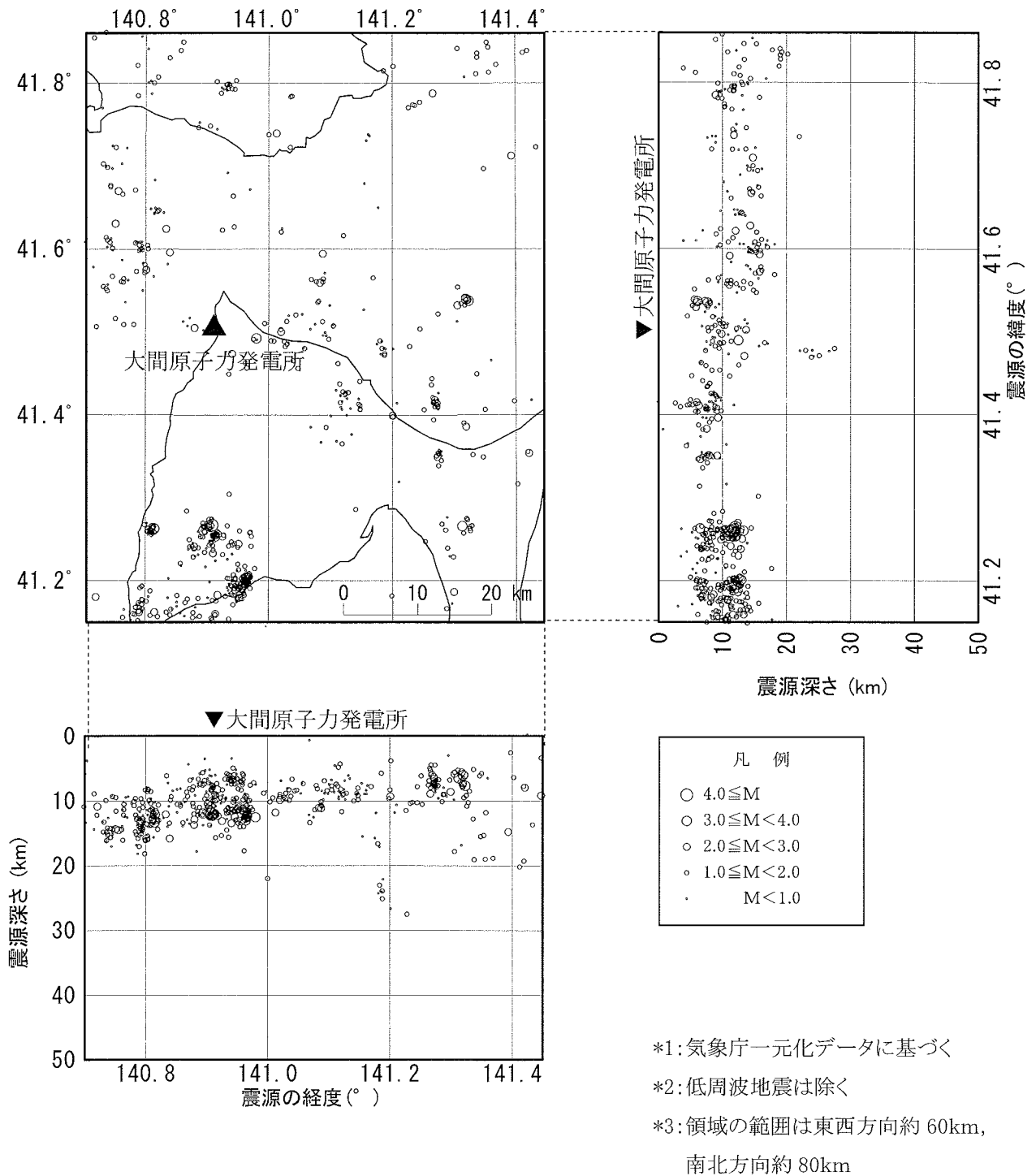
第2-2図(3) 敷地西方沖断層付近の海上音波探査記録及び地質断面

F-18延長部

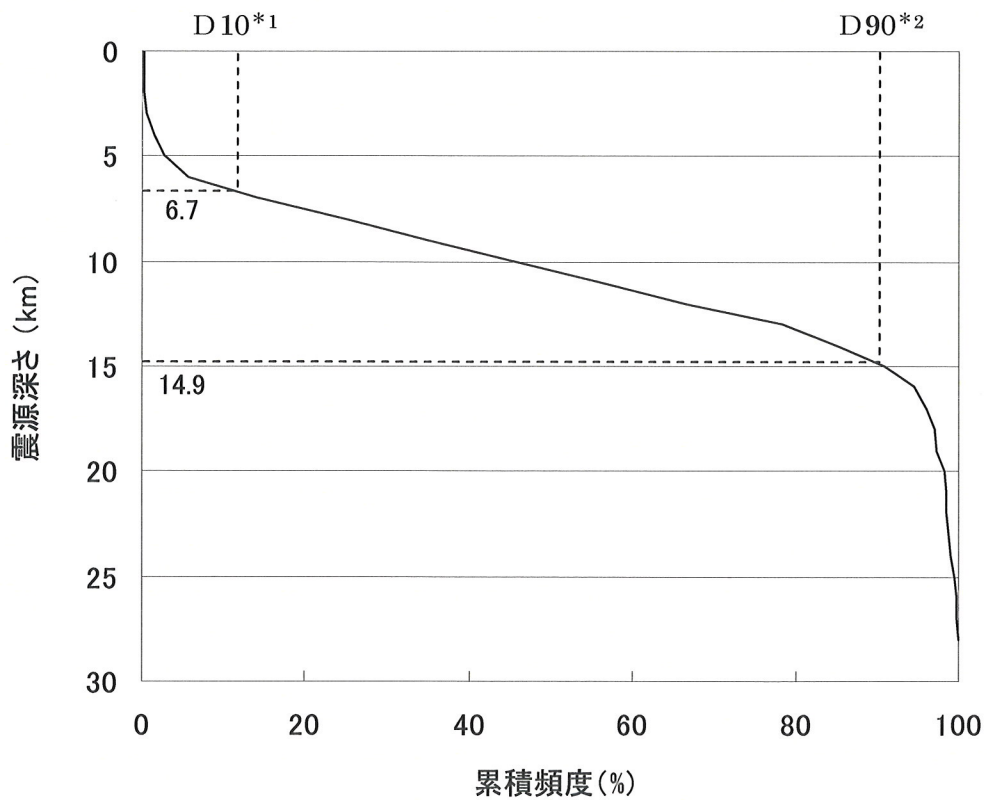
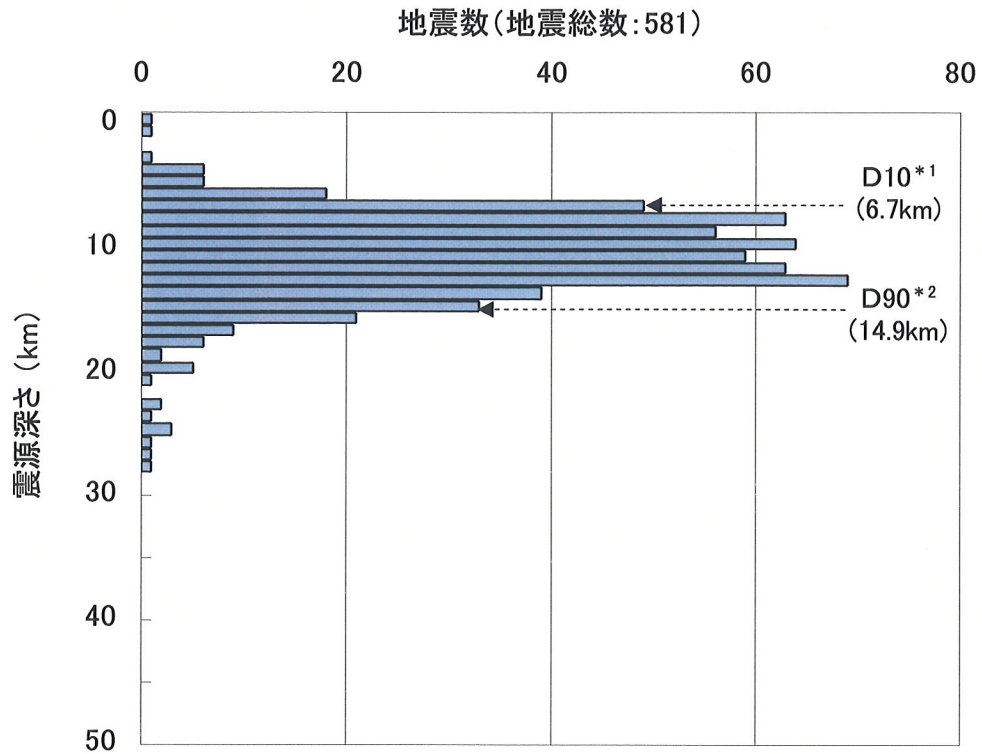
→ NE



第2-2図(4) 敷地西方沖断層付近の海上音波探査記録及び地質断面



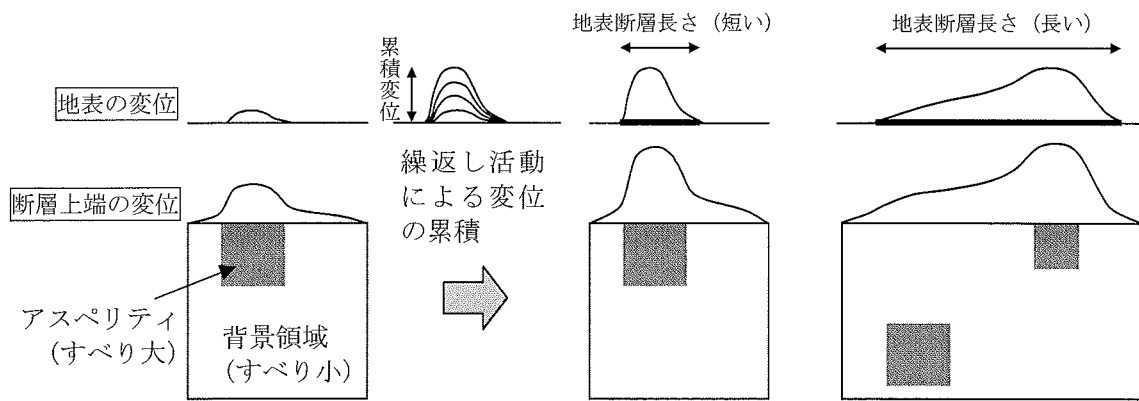
第 3-1 図 敷地周辺の微小地震の震源分布と D10, D90
 (気象庁地震カタログ : 1997 年 10 月 ~ 2005 年 12 月)



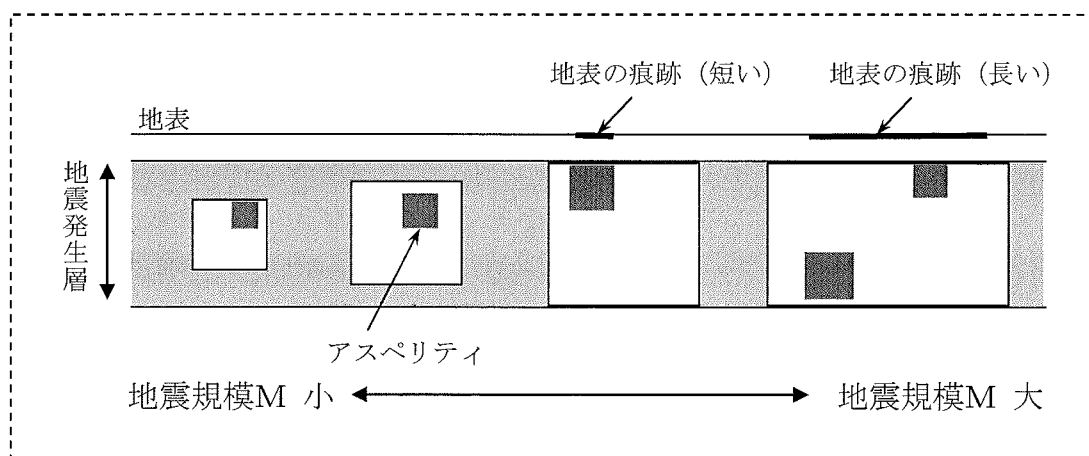
* 1) その値より震源深さが浅い地震数が全体の 10% になるときの震源深さ

* 2) その値より震源深さが浅い地震数が全体の 90% になるときの震源深さ

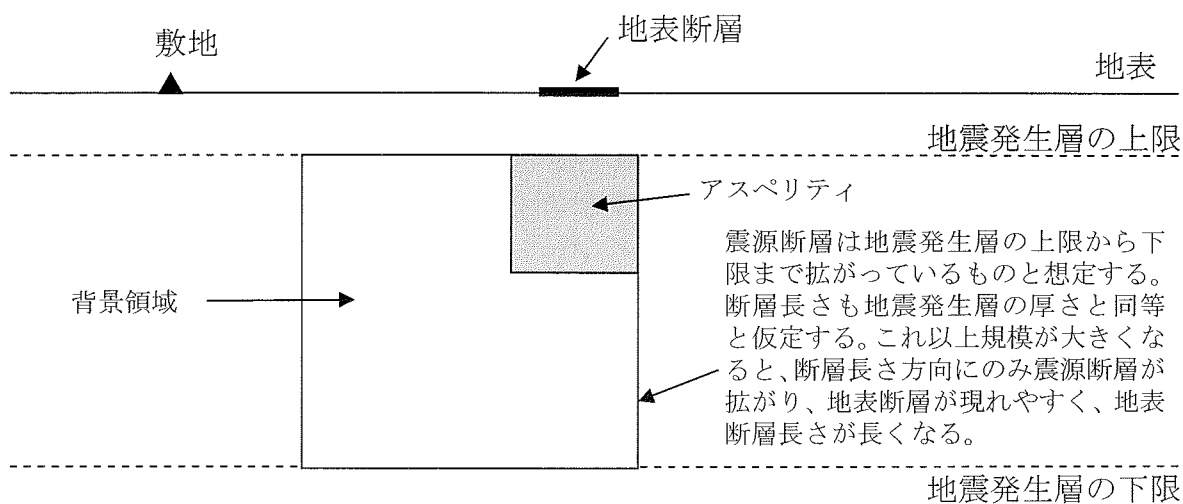
第 3-1 図 敷地周辺の微小地震の震源分布と D10, D90
(気象庁地震カタログ: 1997 年 10 月 ~ 2005 年 12 月)



(a) 地表の痕跡が形成される過程のイメージ



(b) 地震規模に応じて潜在断層から地表断層に移行していくイメージ



(c) 孤立した短い活断層の震源断層の考え方

第3-2図 震源断層の考え方

第 3-1 表 地震規模別の最大アスペリティの上端深さに対する
地表最大変位 (原子力安全基盤機構(2005)に加筆)

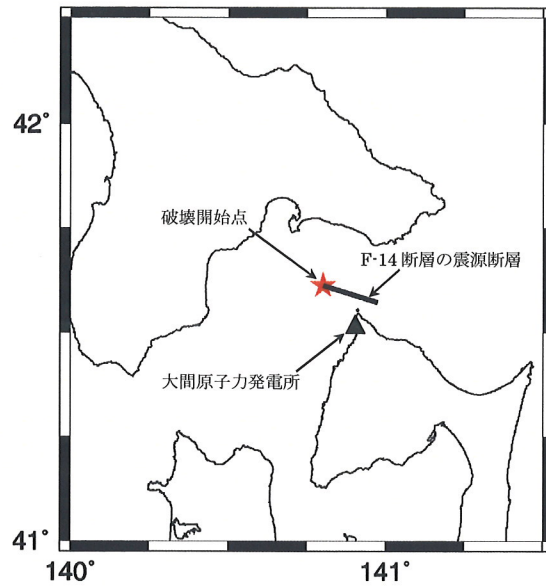
(1) 横ずれ断層 傾斜角 90° (実効応力：大 (19.1MPa))

地震規模 M_j		5.5	6.0	6.5	6.8	7.3				
最大アスペリティ 面積 (km ²)		2 × 2	3 × 3	4 × 5	6 × 6	9 × 10				
最大アスペリティ 平均変位 (cm)		45	71	113	149	236				
地表 変位 量 (cm)	最大	3	0.3	1.0	2.8	7.4	22.9			
	上	4				4.4	14.5			
	ア	5					9.9			
	ス	6					7.1			
	ペ	7					5.4			
	リ	8					2.7			
	ティ	9								
	(km)	10								
						5cm未満	5cm以上			

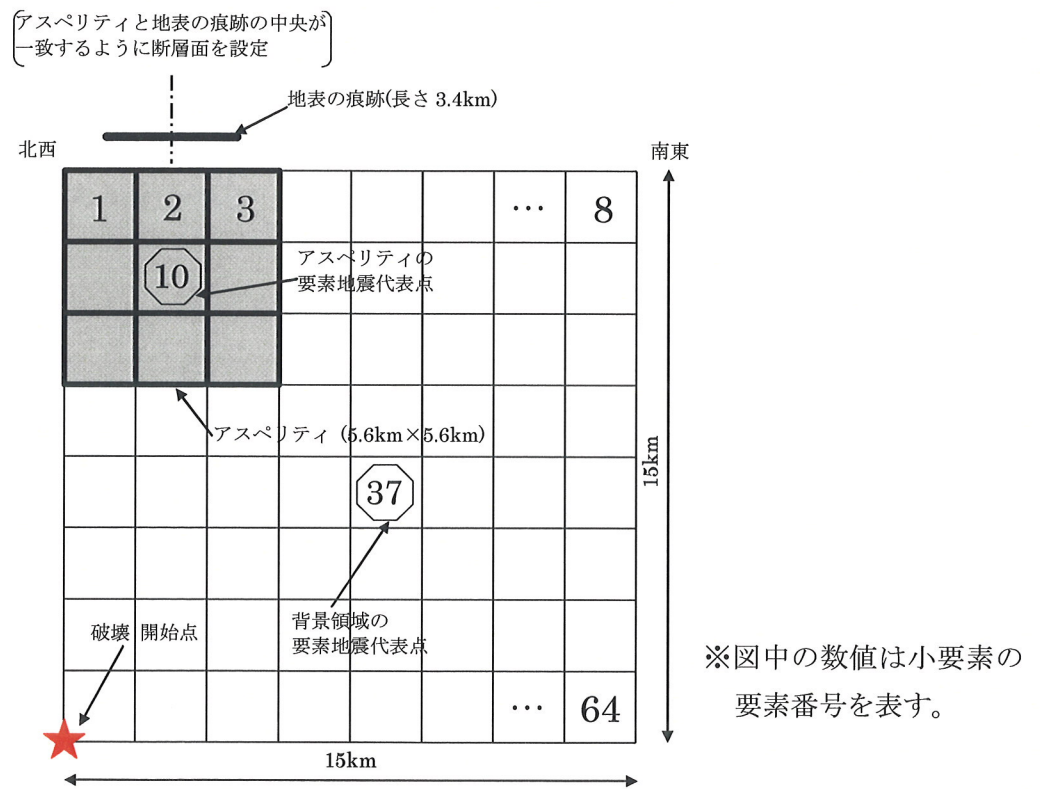
(2) 横ずれ断層 傾斜角 90° (実効応力：中 (13.9MPa))

地震規模 M_j		5.5	6.0	6.5	6.8	7.3				
最大アスペリティ 面積 (km ²)		2 × 2	3 × 4	5 × 6	7 × 7	11 × 11				
最大アスペリティ 平均変位 (cm)		45	71	113	149	236				
地表 変位 量 (cm)	最大	3	0.3	1.1	4.2	9.6	30.2			
	上	4				5.8	19.9			
	ア	5				3.9	13.8			
	ス	6					10.2			
	ペ	7					7.6			
	リ	8					5.9			
	ティ	9					4.7			
	(km)	10								
						5cm未満	5cm以上			

- 注) ・原子力安全基盤機構(2005)では、地表変位量 $\geq 5\text{cm}$ の場合に地表に痕跡が現れるものとされている。
- ・原子力安全基盤機構(2005)では、地震発生層は上限 3km, 下限 20km とされている。
 - ・F-14 断層による地震のアスペリティの実効応力は約 15MPa である。



(a) F-14 断層の震源断層位置

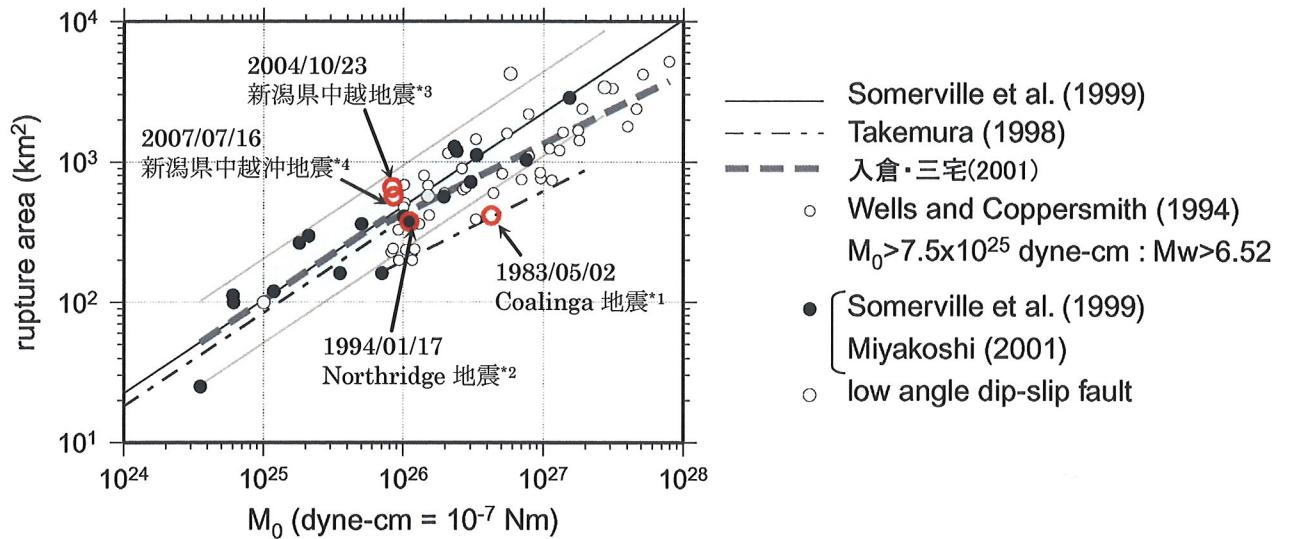


(b) 震源断層面の分割及びアスペリティ位置

第 4-1 図 F-14 断層の震源断層面の概念図 (ケース 1)

第4-1表 F-14 断層の断層パラメータ (ケース1)

		項目	設定値	設定方法	
巨視的 パラメータ		断層面積	S (km ²)	225	S=L×W
		等価半径	R (km)	8.46	$R=(S/\pi)^{1/2}$
		地震モーメント	M ₀ (N・m)	3.20E+18	$M_0=[S/(2.23 \times 10^{-15})]^{3/2}$
		応力降下量	Δσ (MPa)	2.31	$\Delta\sigma=(7/16)*M_0*(S/\pi)^{-3/2}$
		平均すべり量	D (cm)	44.7	D=M ₀ /(μS)
		短周期レベル	A (N・m/s ²)	7.81E+18	A=2.46×10 ¹⁷ M ₀ ^{1/3}
		剛性率	μ (N/m ²)	3.19E+10	Somerville et al. (1999) ⁽⁴⁾ を参考に設定
		S波速度	V _s (km/s)	3.5	V _s =V _p /√3, V _p =6km/s
		破壊伝播速度	V _r (km/s)	2.5	V _r =0.72×V _s (Geller(1976) ⁽²³⁾)
		基準点北緯	N	41° 36' 46"	セグメント西端, 日本測地系
		基準点東経	E	140° 48' 04"	
		走向	θ (°)	107	北から東回り
		傾斜角	δ (°)	90	調査結果を参考に設定
		すべり角	λ (°)	0	東西圧縮の応力場の仮定に基づき設定
		長さ	L (km)	15	L=W
		幅	W (km)	15	地震発生層に基づいて設定
		上端深さ	h (km)	3	微小地震活動をもとに設定
	Q値	—	100×f ^{1.0}	Takehi & Irikura (1997) ⁽²⁴⁾ に基づく	
	fmax	fmax (Hz)	8.3	香川ほか(2003) ⁽²⁵⁾ に基づく	
微視的 パラメータ	アスペリ ティ	等価半径	r (km)	3.26	$r=(7\pi/4)*M_0/(AR)*V_s^2$
		面積	S _a (km ²)	33.5	S _a =πr ²
		平均すべり量	D _a (cm)	89.3	D _a =2×D
		地震モーメント	M _{0a} (N・m)	9.53E+17	M _{0a} =μD _a S _a
		応力降下量	Δσ _a (MPa)	15.5	$\Delta\sigma_a=7/16*M_0/(Rr^2)$
		短周期レベル	A _a (N・m/s ²)	7.81E+18	A _a =4πrΔσ _a V _s ² , r=(S _a /π) ^{1/2}
	背景 領域	面積	S _b (km ²)	191.5	S _b =S-S _a
		平均すべり量	D _b (cm)	36.8	D _b =M _{0b} /μS _b
	地震モーメント	M _{0b} (N・m)	2.25E+18	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}	
	実効応力	σ _b (MPa)	2.5	σ _b =(D _b /W _b)*(W _a /D _a)Δσ _a	

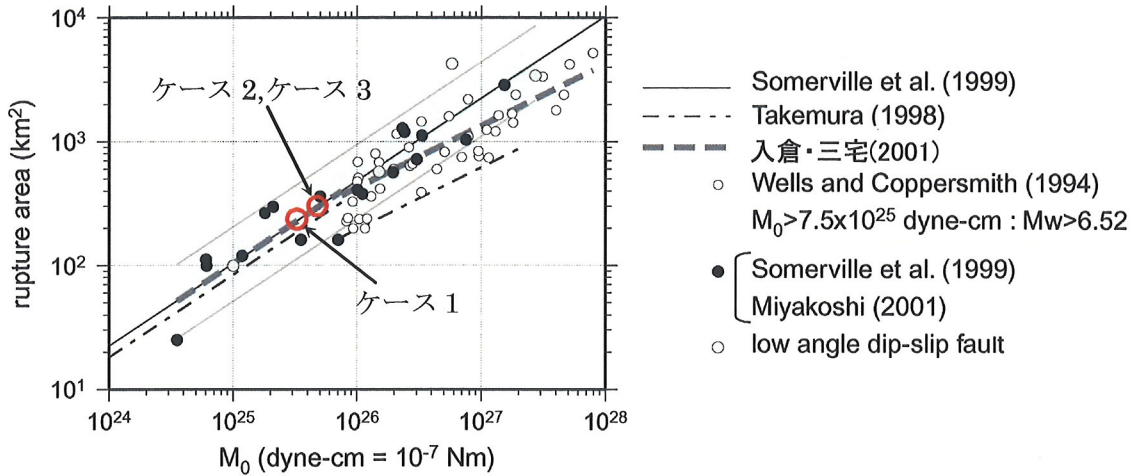


黒線は Somerville *et al.* (1999) によるもので、灰色の領域は標準偏差 ($\sigma = 0.16$) の範囲、実線は点線の倍半分の値を示す。白丸印で示される Wells and Coppersmith (1994) のカタログのデータは地震モーメントが 10^{26} dyne-cm を超える大きな地震で系統的なずれを示す。地震モーメントが 7.5×10^{25} dyne-cm より小さい場合（震源インバージョンの結果のみで回帰）と大きい場合（震源インバージョンの結果と Wells and Coppersmith (1994) のカタログを含めて回帰）に分けて決められた式が点線で示される。一点鎖線は武村 (1998) による経験的關係式を示す。

(入倉・三宅(2001)に加筆・修正)

- *1: Wells and Coppersmith(1994)⁽⁸⁾による
- *2: Somerville et al.(1999)⁽⁴⁾による
- *3: 堀川(2005)⁽²⁶⁾による
- *4: 入倉ほか(2007)⁽²⁷⁾を参考に設定

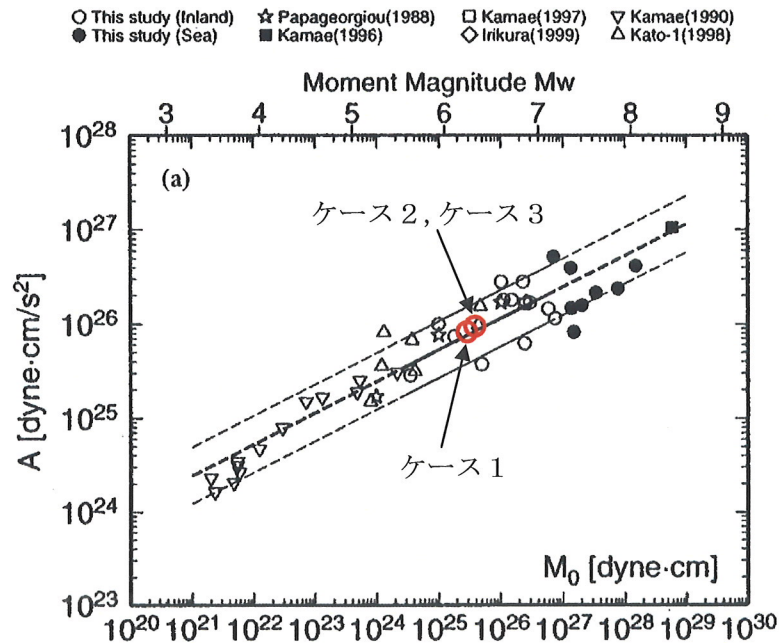
第 4-2 図 既往の地震の断層面積と地震モーメント M_0 の関係



黒線は Somerville *et al.* (1999) によるもので、灰色の領域は標準偏差 ($\sigma = 0.16$) の範囲、実線は点線の倍半分の値を示す。白丸印で示される Wells and Coppersmith (1994) のカタログのデータは地震モーメントが 10^{26} dyne-cm を超える大きな地震で系統的なずれを示す。地震モーメントが 7.5×10^{25} dyne-cm より小さい場合（震源インバージョンの結果のみで回帰）と大きい場合（震源インバージョンの結果と Wells and Coppersmith (1994) のカタログを含めて回帰）に分けて決められた式が点線で示される。一点鎖線は武村 (1998) による経験的関係式を示す。

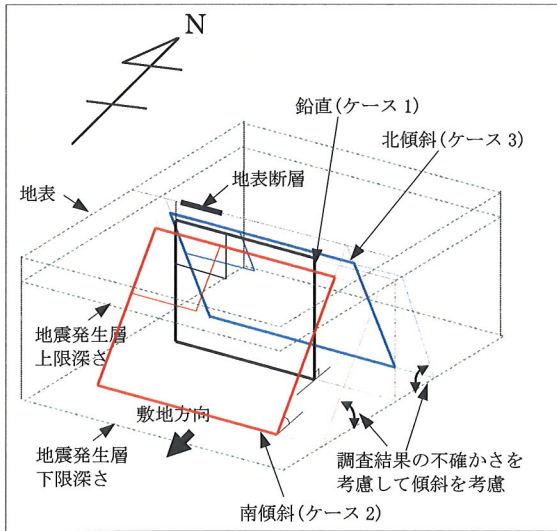
(入倉・三宅(2001)に加筆・修正)

第 4-3 図 断層面積と地震モーメント M_0 の関係

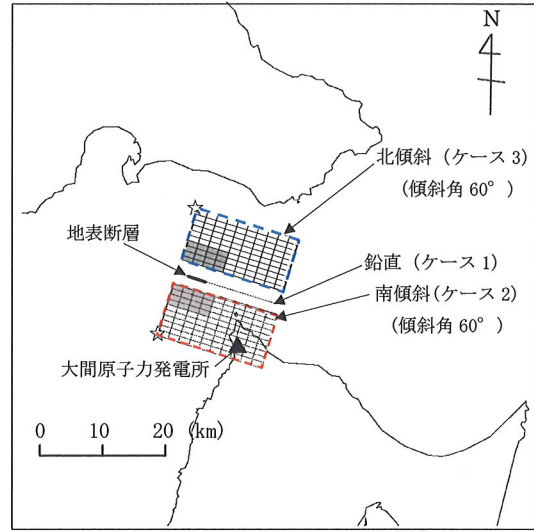


(壇ほか(2001)に加筆・修正)

第 4-4 図 地震モーメント M_0 と短周期レベル A の関係

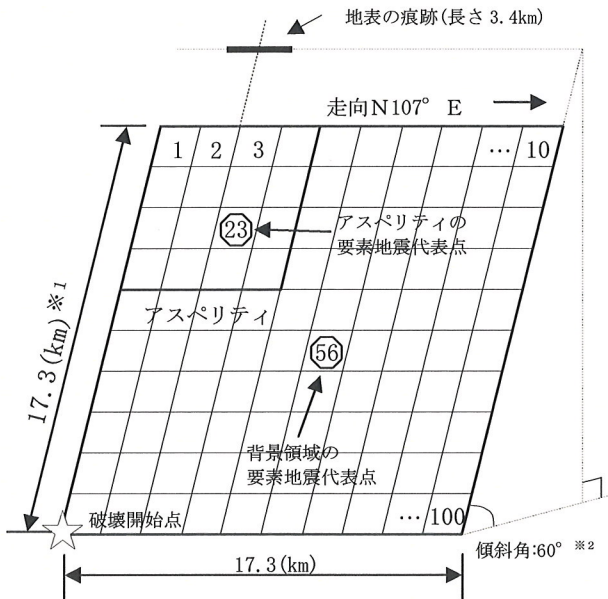


震源断層の設定の考え方(イメージ)

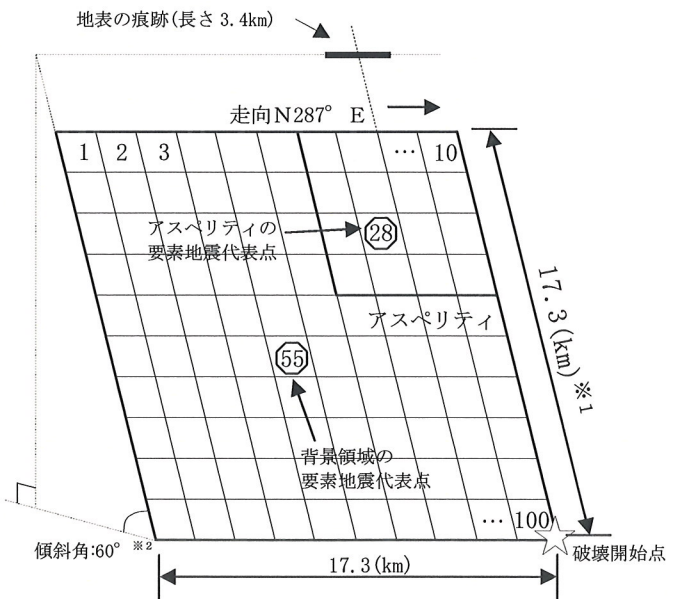


F-14断層の震源断層位置

〔アスペリティと地表の痕跡の中央が一致するように断層面を設定〕



傾斜角 60° とした F-14 断層の震源断層モデル
南傾斜(ケース 2)



傾斜角 60° とした F-14 断層の震源断層モデル
北傾斜(ケース 3)

※ 1 : 震源断層面が地震発生層の上限から下限まで広がっていると仮定

※ 2 : 調査結果から高角(傾斜角 60° 程度以上)と考えられることから、
保守的に震源断層が大きくなるように設定

※ 3 : 図中の数値は小要素の要素番号を表す

第 4-5 図 傾斜角を 60° に設定した F-14 断層の震源断層モデル

第 4-2 表 F-14 断層の断層パラメータ (ケース 2, 3)

項 目		設定値		設定方法	
		ケース 2	ケース 3		
巨視的 パラメータ	断層面積	S (km ²)	300		S=L×W
	等価半径	R (km)	9.77		$R=(S/\pi)^{1/2}$
	地震モーメント	M ₀ (N・m)	5.01E+18		$M_0=(S/4.24 \times 10^{-11})^2$
	応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	2.35		$\Delta \sigma=(7/16)*M_0*(S/\pi)^{-3/2}$
	平均すべり量	D (cm)	52.3		$D=M_0/(\mu S)$
	短周期レベル	A (N・m/s ²)	9.07E+18		$A=2.46 \times 10^{17} M_0^{1/3}$
	剛性率	μ (N/m ²)	3.19E+10		Somerville et al. (1999) ⁽⁴⁾ を参考に設定
	S波速度	V _s (km/s)	3.5		$V_s=V_p/\sqrt{3}$, V _p =6km/s
	破壊伝播速度	V _r (km/s)	2.5		$V_r=0.72 \times V_s$ (Geller (1976) ⁽²³⁾)
	基準点北緯	N	41°35'57"	41°35'00"	ケース2:セグメント西上端, 日本測地系
	基準点東経	E	140°47'24"	140°00'03"	ケース3:セグメント東上端, 日本測地系
	走向	θ (°)	107	287	北から東回り
	傾斜角	δ (°)	60		
	すべり角	λ (°)	45		
	長さ	L (km)	17.3		L=W
	幅	W (km)	17.3		地震発生層に基づいて設定
	上端深さ	h (km)	3		微小地震活動をもとに設定
Q値	—	100×f ^{1.0}		Takehi & Irikura (1997) ⁽²⁴⁾ に基づく	
fmax	fmax (Hz)	8.3		香川ほか(2003) ⁽²⁵⁾ に基づく	
微視的 パラメータ	アスペリテイ	等価半径	r (km)	3.81	$r=(7\pi/4)*M_0/(AR)*V_s^2$
		面積	S _a (km ²)	45.5	$S_a=\pi r^2$
		平均すべり量	D _a (cm)	104.6	D _a =2×D
		地震モーメント	M _{0a} (N・m)	1.52E+18	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
		応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	15.5	$\Delta \sigma_a=7/16*M_0/(Rr^2)$
		短周期レベル	A _a (N・m/s ²)	9.07E+18	$A_a=4\pi r \Delta \sigma_a V_s^2$, $r=(S_a/\pi)^{1/2}$
	背景領域	面積	S _b (km ²)	254.5	S _b =S-S _a
		平均すべり量	D _b (cm)	43.0	D _b =M _{0b} /μ S _b
		地震モーメント	M _{0b} (N・m)	3.49E+18	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
		実効応力	σ_b (MPa)	2.5	$\sigma_b=(D_b/W_b)*(W_a/D_a) \Delta \sigma_a$

第 4-3 表 地震規模別の最大アスペリティの上端深さに対する
地表最大変位 (原子力安全基盤機構(2005)に加筆)

(1) 縦ずれ断層 傾斜角 45° (実効応力: 大 (19.1MPa))

地震規模 M_J			5.5	6.0	6.5	6.8	6.9		
最大アスペリティ 面積 (km ²)			2 × 2	3 × 3	4 × 5	6 × 6	6 × 7		
最大アスペリティ 平均変位 (cm)			45	71	113	149	163		
地表変位量 (cm)	最大アスペリティ 上端深さ	3	3.3	9.3	23.0	41.7	42.9		
		4		6.2	16.4	31.6	32.2		
		5		4.4	12.3	24.5	24.9		
		6			9.5	19.5	19.8		
		7			7.5	15.8	16.1		
		8			6.1	13.0	13.3		
		9			5.1	10.9	11.2		
		10			4.3	9.3	9.5		
		11				8.0	8.2		
		12				6.9	7.1		
		13				6.1	6.2		
		14				5.4	5.5		
		15		(km)		4.8	4.9		
		16							
							5cm未満	5cm以上	

(2) 縦ずれ断層 傾斜角 45° (実効応力: 中 (13.9MPa))

地震規模 M_J			5.5	6.0	6.5	6.7			
最大アスペリティ 面積 (km ²)			2 × 2	3 × 4	5 × 6	6 × 7			
最大アスペリティ 平均変位 (cm)			45	71	113	136			
地表変位量 (cm)	最大アスペリティ 上端深さ	3	3.3	10.6	28.4	39.9			
		4		7.3	21.1	30.5			
		5		5.3	16.1	23.9			
		6		4.0	12.7	19.2			
		7			10.2	15.7			
		8			8.4	13.0			
		9			7.0	11.0			
		10			6.0	9.4			
		11			5.1	8.1			
		12			4.4	7.0			
		13				6.2			
		14				5.5			
		15		(km)		4.9			
		16							
							5cm未満	5cm以上	

注) ・原子力安全基盤機構(2005)では、地表変位量 ≥ 5 cmの場合に地表に痕跡が現れるものとされている。

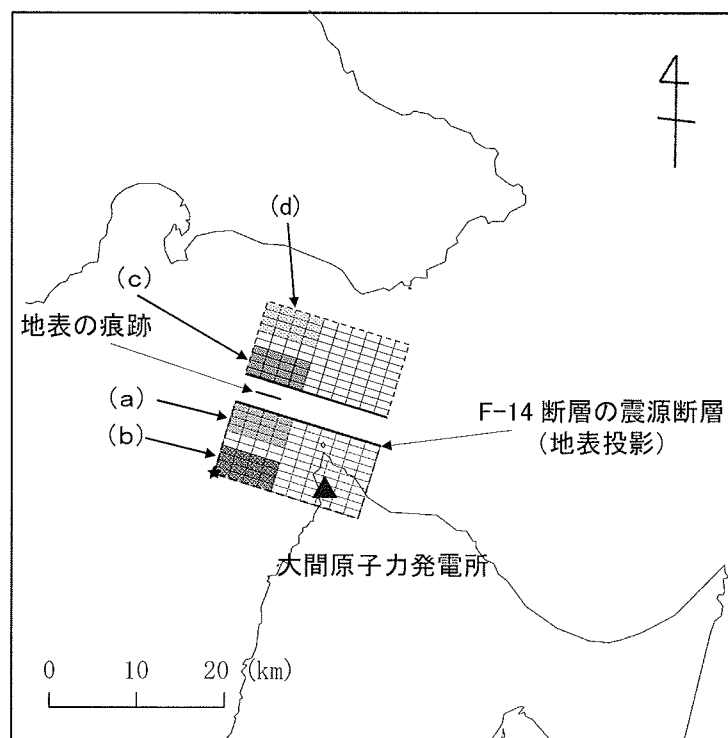
- ・原子力安全基盤機構(2005)では、地震発生層は上限 3km, 下限 20km とされている。
- ・F-14 断層による地震のアスペリティの実効応力は約 15MPa である。

第4-4表 地表の痕跡の直下にアスペリティを配置した場合の等価震源距離

F-14断層の震源断層 (断層長さ×断層幅)		地震規模	傾斜角	震央距離 ^{*1} (km)	等価震源距離 (km)
南傾斜を考慮した 震源断層 (17.3km×17.3km)	(a) 震源断層面内で最も 浅くアスペリティを配 置した場合	M 6.8	60°	4	11.8
	(b) 震源断層面内で最も 深くアスペリティを配 置した場合				13.4
北傾斜を考慮した 震源断層 (17.3km×17.3km)	(c) 震源断層面内で最も 浅くアスペリティを配 置した場合			15	16.9
	(d) 震源断層面内で最も 深くアスペリティを配 置した場合				24.4

*1) 震源断層の中心位置の地表投影点と敷地との距離

注) 上表 (a) をケース2, (c) をケース3とする。



第4-5表 保守的に設定したF-I4断層と要素地震の重ね合わせ数

要素地震		対象断面	地震モーメント M_0 (N·m)	応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	応力降下量の比 C^{*2}	重ね合わせ数 n^{*3}	合成に用いる重ね合わせ数			合成後の地震モーメント M_0' (N·m) ^{*4}	M_0 に対する M_0' の比 β^{*5}
震源断層 (断層長さ×断層幅)	地震モーメント M_{0e} (N·m) ^{*1}						n_L	n_W	n_D		
ケース1 (15km×15km)	3.53×10^{16}	アスペリティ	9.53×10^{17}	16	1.0	3.0	9		9.53×10^{17}	1.0	
	5.84×10^{15}										背景領域
ケース2,3 (17.3km×17.3km)	2.38×10^{16}	アスペリティ	1.52×10^{18}	15	1.0	4.0	16		1.52×10^{18}	1.0	
	4.62×10^{15}										背景領域

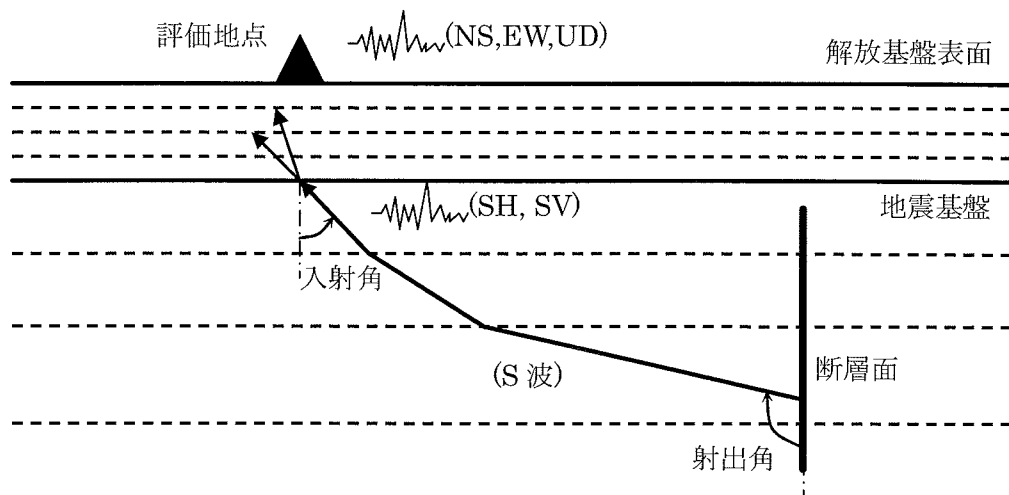
*1 $M_{0e} = M_0 / (n_S \cdot n_d)$, $n_S = n_L \cdot n_W$

*2 $C = \Delta\sigma / \Delta\sigma_e$

*3 $n = (M_0' / (C \cdot M_{0e}))^{1/3}$

*4 $M_0' = (n_L \cdot n_W \cdot n_D) \cdot (C \cdot M_{0e})$

*5 $\beta = M_0' / M_0$



- ・地震基盤以深では、幾何減衰とQ値(=100f)による減衰のみを考慮する。
- ・地震基盤以浅では、一次元波動論に基づく斜め入射時の地盤増幅を考慮する。
- ・射出角と入射角は、小要素の位置によって異なる値を設定する。

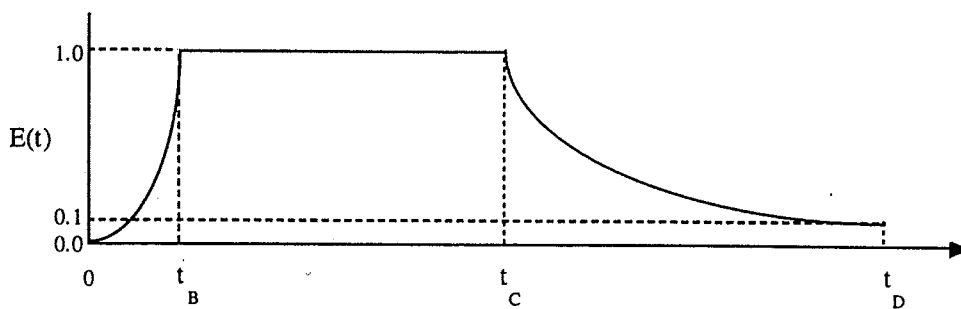
第4-6図 要素地震波の作成の概念図

(資料第109C-18-4号 第3.4-7図を加筆修正)

第4-6表 射出角・入射角評価のための深部地盤構造モデル

上端深さ H km	S波速度 V_s km/s	備考
1.09	3.16	H, V_s ともに PS 変換波による地盤モデルの最下層に基づいて設定。
3.00	3.41	H は福山ほか(1998)を参考に設定。 V_s は佐藤ほか(1989)に基づいて設定。
7.50	3.52	H, V_s ともに佐藤ほか(1989)に基づいて設定。
12.50	3.71	同上

(資料第109C-18-4号 第3.4-3表を転載)



$$\begin{cases}
 E(t) = \left(\frac{t}{t_B}\right)^2 & (0 < t \leq t_B) \\
 E(t) = 1 & (t_B < t \leq t_C) \\
 E(t) = e^{\frac{\ln(0.1)}{t_D - t_C}(t - t_C)} & (t_C < t \leq t_D)
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 t_B = 10^{0.5M - 2.93} \\
 t_C - t_B = 10^{0.3M - 1.0} \\
 t_D - t_C = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6}
 \end{cases}$$

Noda et al. (2002)による

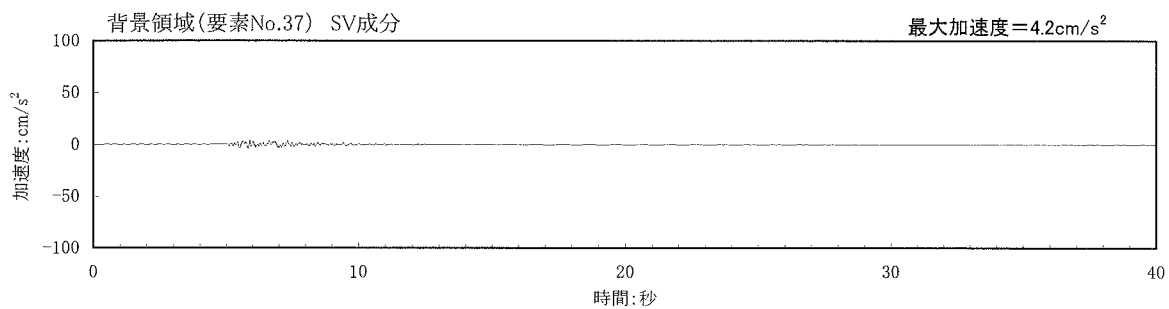
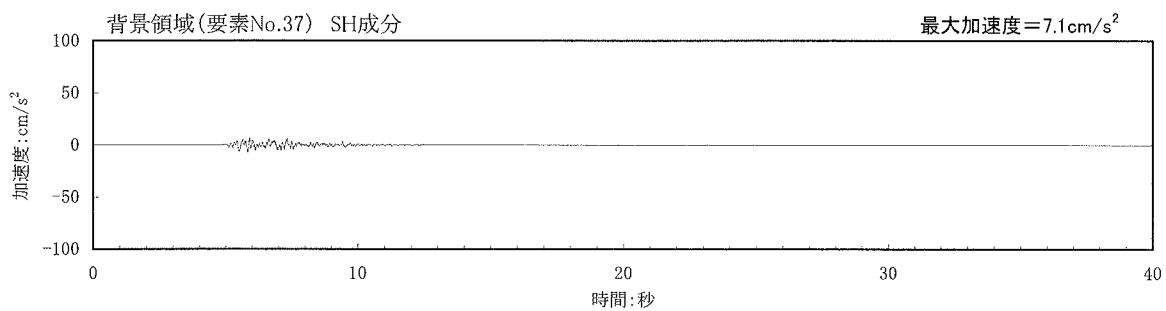
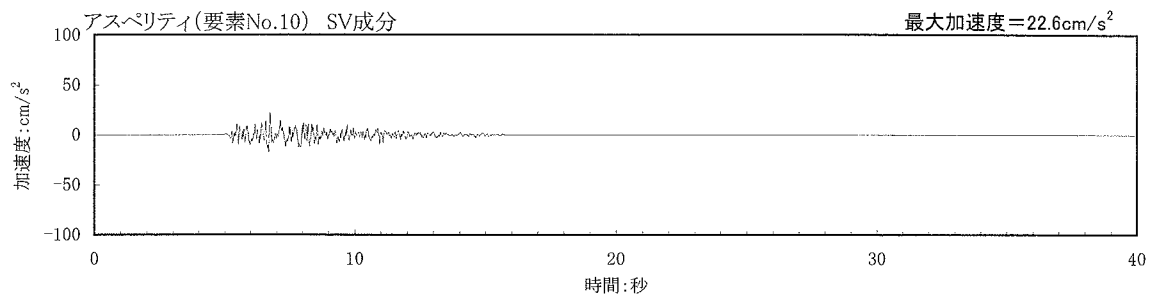
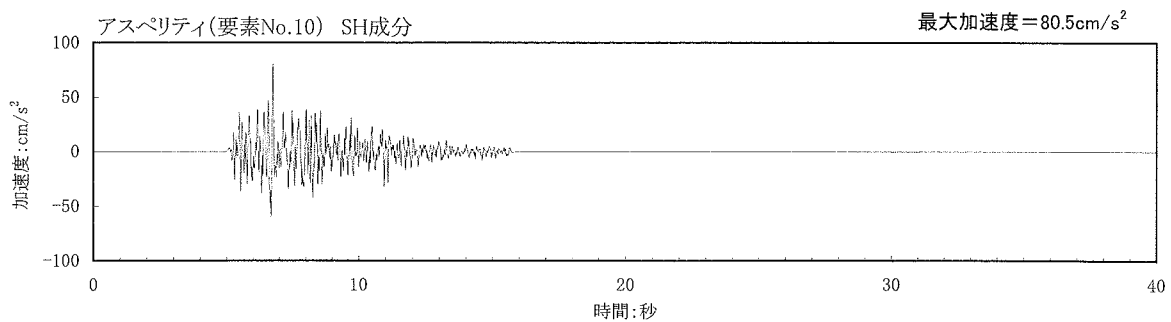
第 4-7 図 要素地震の加速度波形の包絡形の考え方

(資料第 109C-18-4 号 第 3.4-8 図を転載)

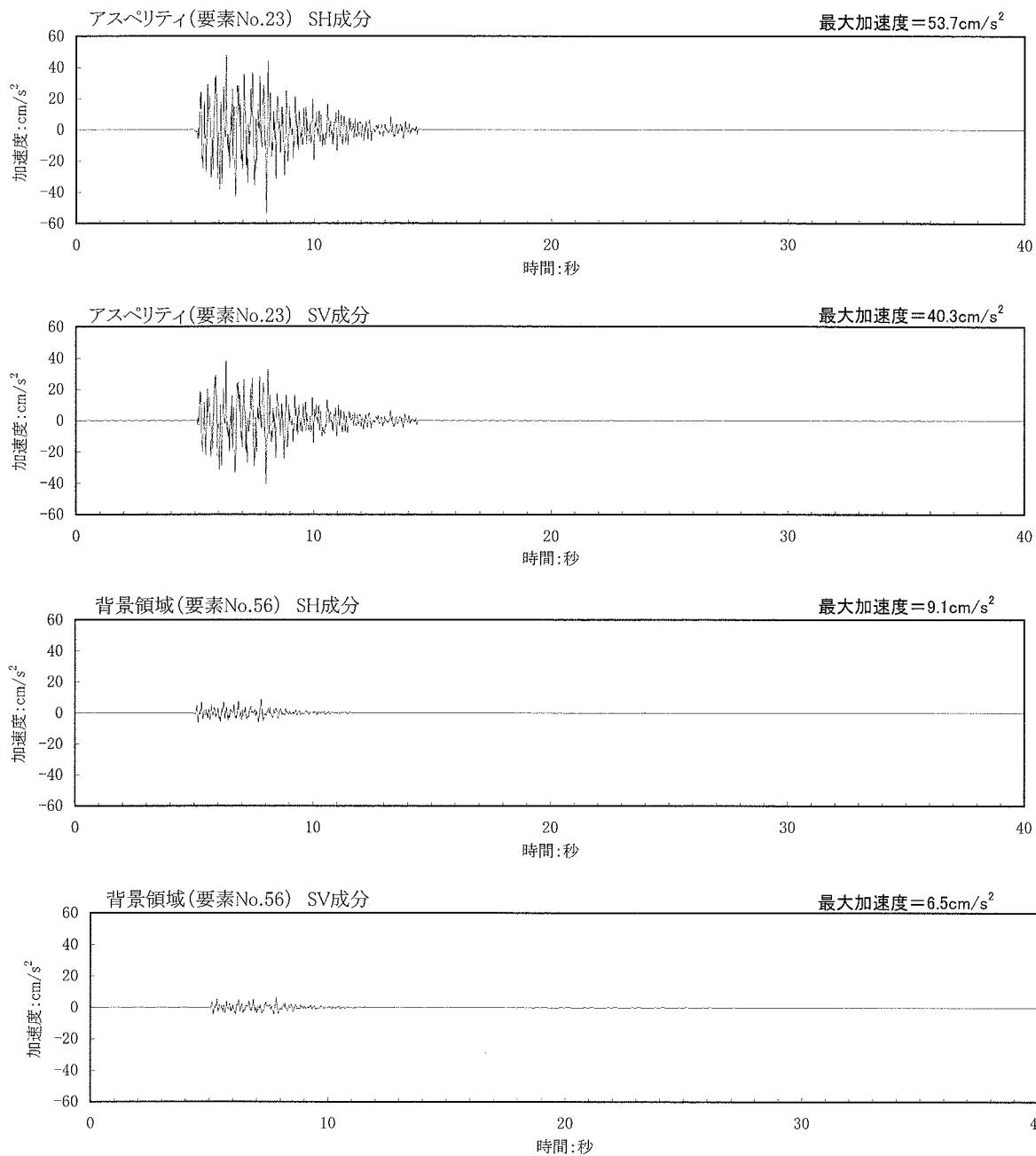
第 4-7 表 経時特性の設定に用いるパラメータと継続時間

震源断層 上段:断層長さ× 断層幅 下段:傾斜角 (マグニチュード)	項目	パラメータ		継続時間		
		気象庁 マグニチュード M_0	震源距離 X_0	t_B	$t_C - t_B$	$t_D - t_C$
ケース1 (15km × 15km 90° (M6.7))	アスペリティ	4.98	13.6km	0.36s	3.12s	7.21s
	背景領域	4.31	13.5km	0.17s	1.96s	5.54s
ケース2 (17.3km × 17.3km 南傾斜60° (M6.8))	アスペリティ	4.83	11.6km	0.31s	2.82s	6.27s
	背景領域	4.23	10.5km	0.15s	1.86s	4.68s
ケース3 (17.3km × 17.3km 北傾斜60° (M6.8))	アスペリティ	4.83	15.9km	0.31s	2.82s	7.42s
	背景領域	4.23	17.8km	0.15s	1.86s	6.21s

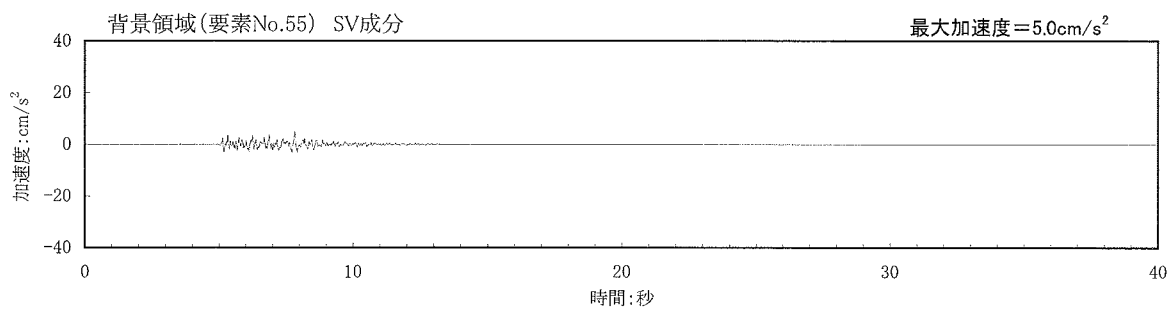
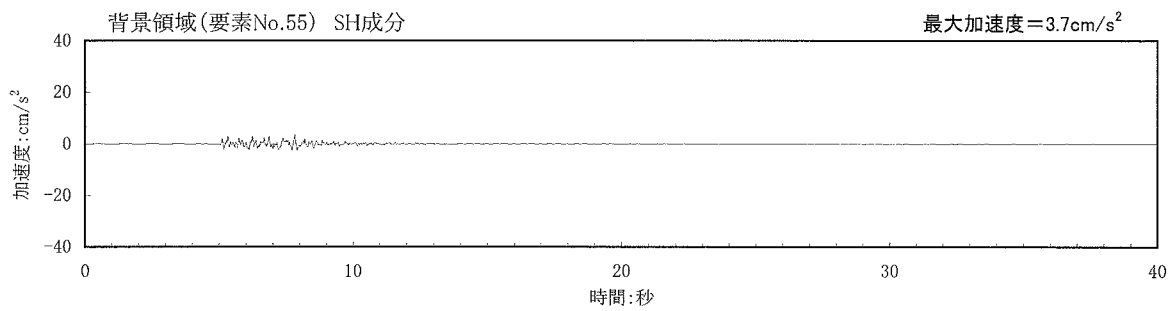
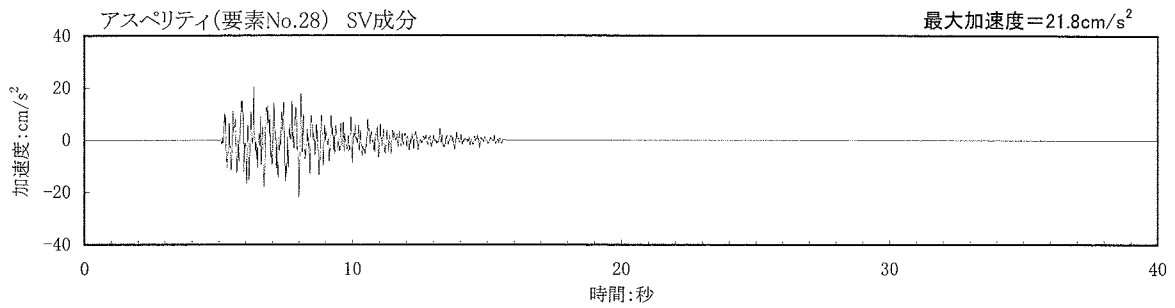
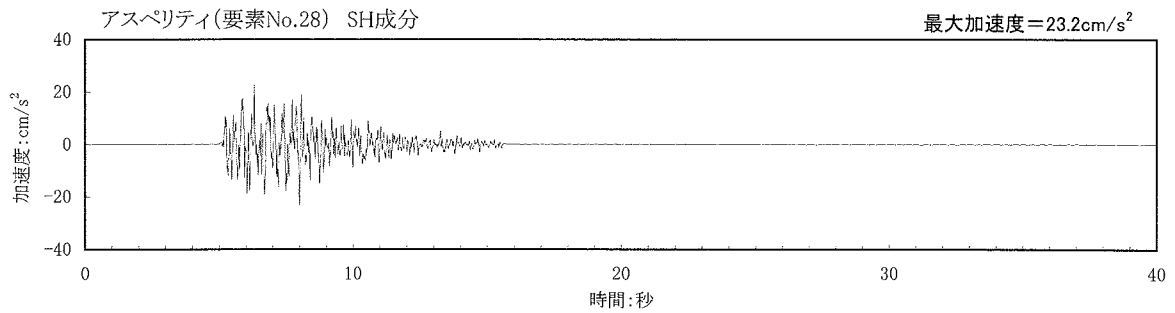
※震源距離はアスペリティと背景領域は断層面の各中央位置に対する値とし、
全小要素に対して共通とする



第4-8図(1) 地震基盤における要素地震波の加速度波形
 F-14断層(ケース1: 断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角90°)



第4-8図(2) 地震基盤における要素地震波の加速度波形
 F-14断層(ケース2:断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60°(南傾斜))



第4-8図(3) 地震基盤における要素地震波の加速度波形

F-14断層(ケース3:断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60°(北傾斜))

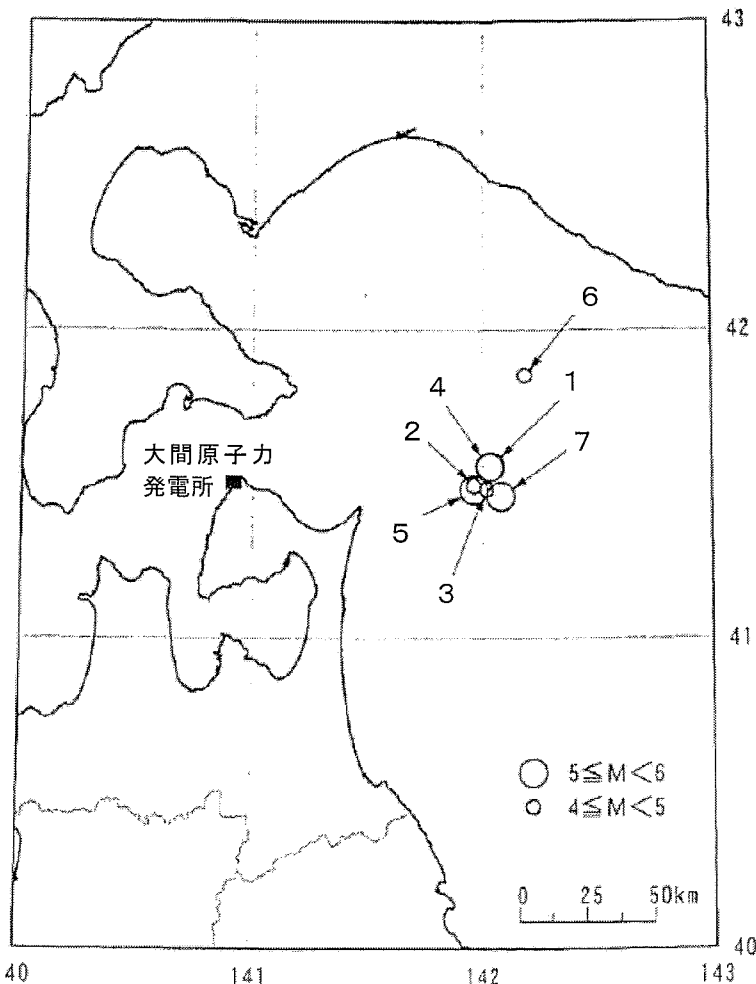
第 4-8 表 H/V スペクトル比の逆解析に用いた地震の諸元

No.	発生日	北緯 ^{※1}	東経 ^{※1}	M ^{※1}	Δ (km)	X (km)	H ^{※1} (km)
1	1990.01.07	41° 33.6′	142° 1.8′	5.3	94	112	60.7
2	1990.05.21	41° 29.9′	142° 57.5′	4.3	88	107	61.4
3	1993.06.22	41° 29.2′	142° 0.7′	4.8	92	112	64.0
4	1993.10.28	41° 33.4′	142° 1.5′	5.2	93	113	64.4
5	1993.12.07	41° 29.0′	141° 57.4′	5.2	87	113	71.7
6	1997.03.17	41° 51.24′	142° 10.82′	4.8	112	130	66.28
7	1998.01.31	41° 27.77′	142° 4.63′	5.3	98	116	62.15

※1: 気象庁による

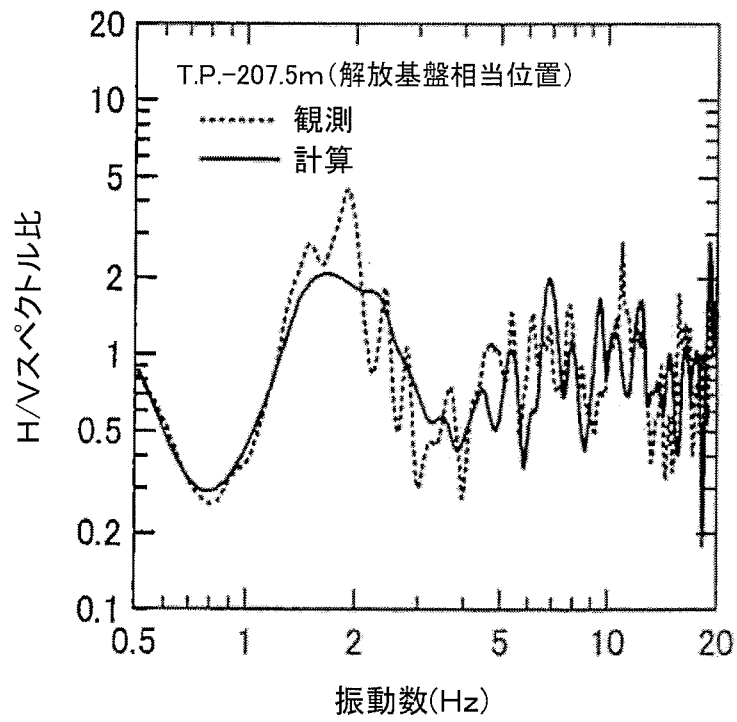
(*) No.1~No.7 は現観測点において観測記録が得られた地震

(資料第 109C-18-4 号 第 3.4-5 表を加筆修正)



第 4-9 図 H/V スペクトル比の逆解析に用いた地震の震央分布

(資料第 109C-18-4 号 第 3.4-9 図を転載)



第 4-10 図 H/V スペクトル比の逆解析結果と観測記録との比較

(資料第 109C-18-4 号 第 3. 4-10 図を転載)

第 4-9 表 地震基盤から解放基盤表面までの地下構造モデル

(1) H/Vスペクトル比の逆解析により求めた地下構造モデル

	層厚 (m)	ρ (t/m ³)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Qs ¹⁾			Qp ¹⁾		
					Q ₀	n	Qi	Q ₀	n	Qi
▽解放基盤表面 ²⁾	150	1.6	880	2380	31.5	1.10	338	15.3	1.04	338
	390	2.1	1210	2830	28.1	1.02	409	26.8	1.05	419
▽地震基盤	310	2.3	1720	3530	21.3	1.22	463	31.5	1.04	387
	-	2.6	3160	5520						

1) $\frac{1}{Q(f)} = \frac{1}{Q_0 f^n} + \frac{1}{Q_i}$

2)逆解析に用いた観測記録が得られた現観測点における解放基盤相当位置を解放基盤表面とした。

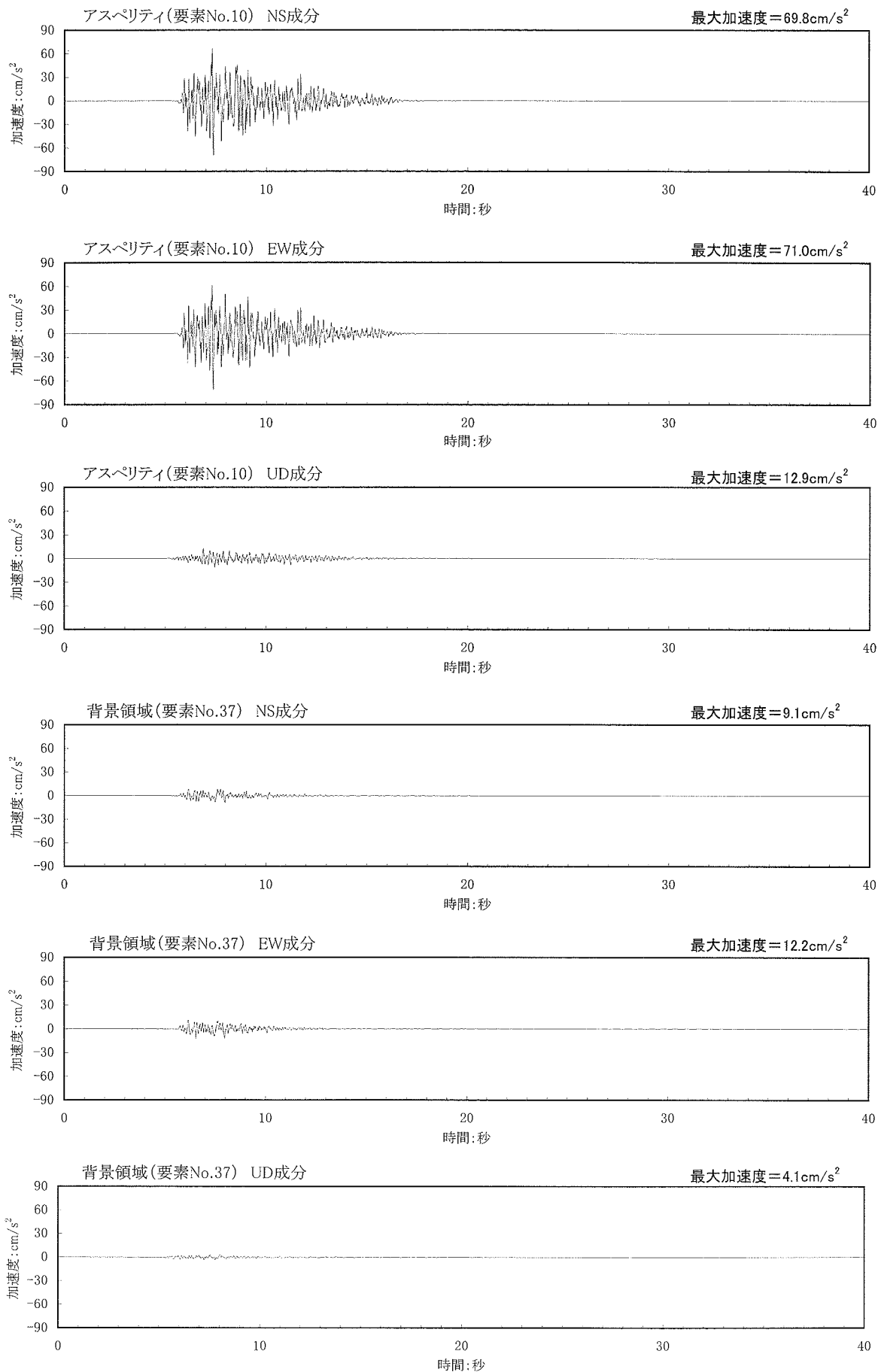
(資料第 109C-18-4 号 第 3. 4-6 表を加筆修正)

(2) 上記地盤モデルの各振動数における減衰定数の値

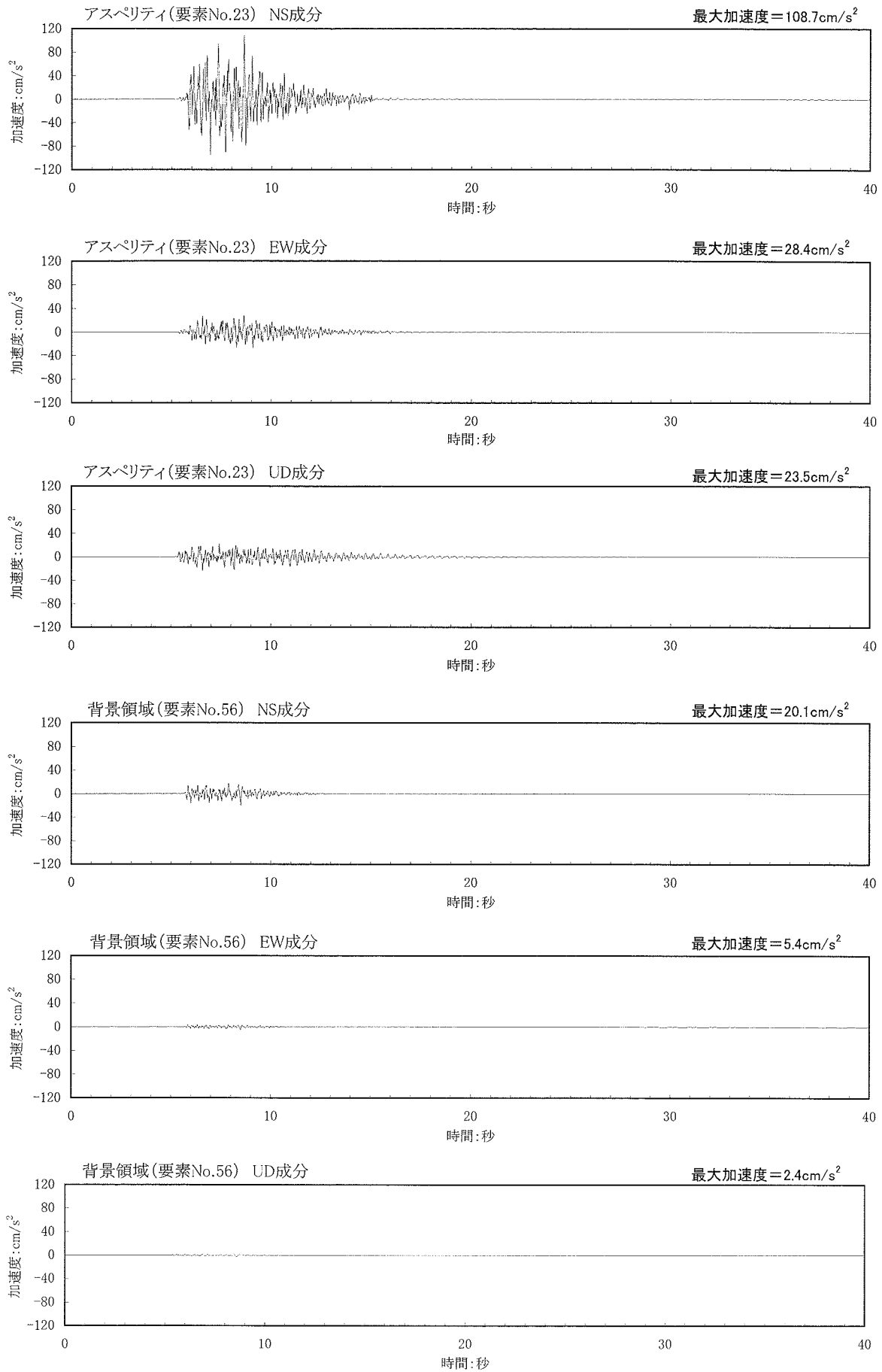
	層厚 (m)	ρ (t/m ³)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	hs ¹⁾			hp ¹⁾		
					1Hz	5Hz	10Hz	1Hz	5Hz	10Hz
▽解放基盤表面 ²⁾	150	1.6	880	2380	0.0174	0.0042	0.0027	0.0342	0.0076	0.0045
	390	2.1	1210	2830	0.0190	0.0047	0.0029	0.0199	0.0046	0.0029
▽地震基盤	310	2.3	1720	3530	0.0246	0.0044	0.0025	0.0172	0.0043	0.0027
	-	2.6	3160	5520						

1) $h = \frac{1}{2Q}$

2)逆解析に用いた観測記録が得られた現観測点における解放基盤相当位置を解放基盤表面とした。

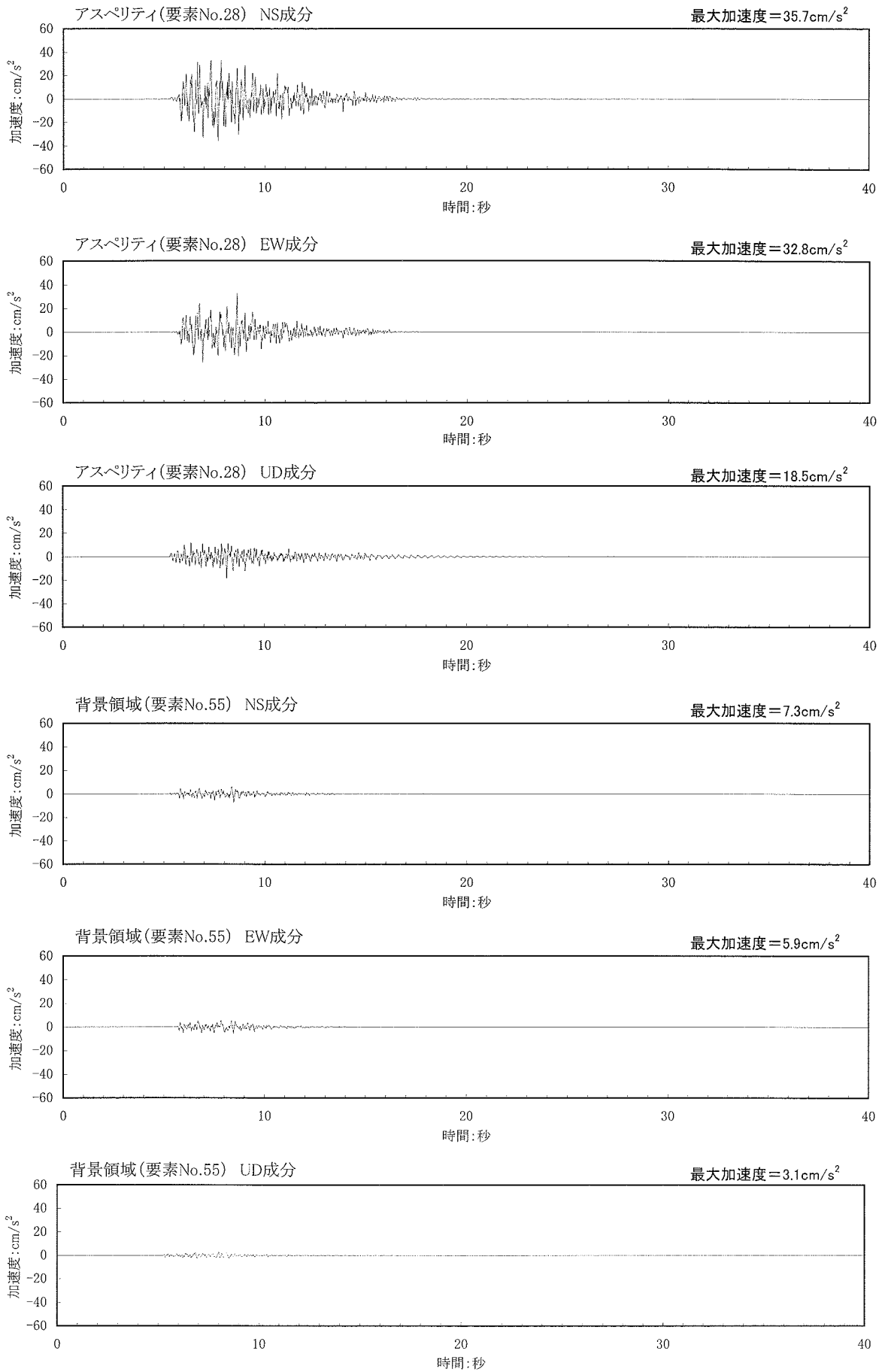


第4-11図(1) 解放基盤表面における要素地震波の加速度波形
 F-14断層(ケース1:断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角 90°)



第4-11図(2) 解放基盤表面における要素地震波の加速度波形

F-14断層(ケース2:断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (南傾斜))



第4-11図(3) 解放基盤表面における要素地震波の加速度波形

F-14断層(ケース3:断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (北傾斜))

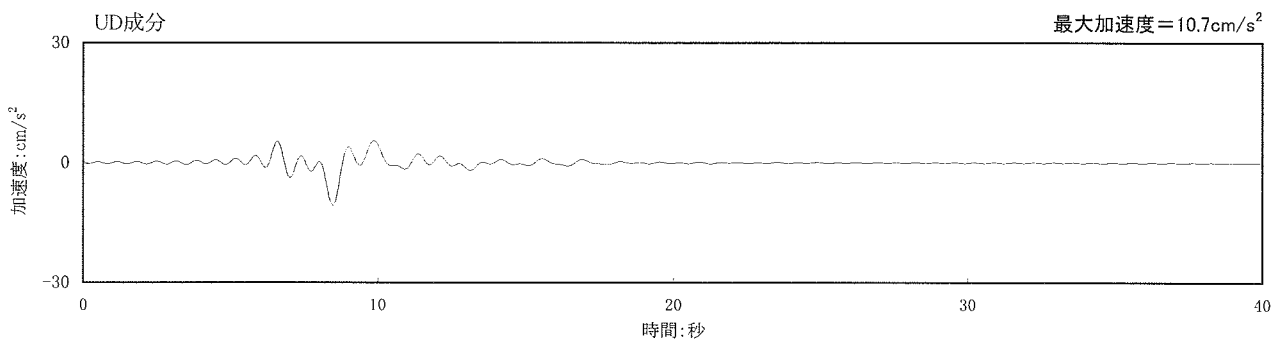
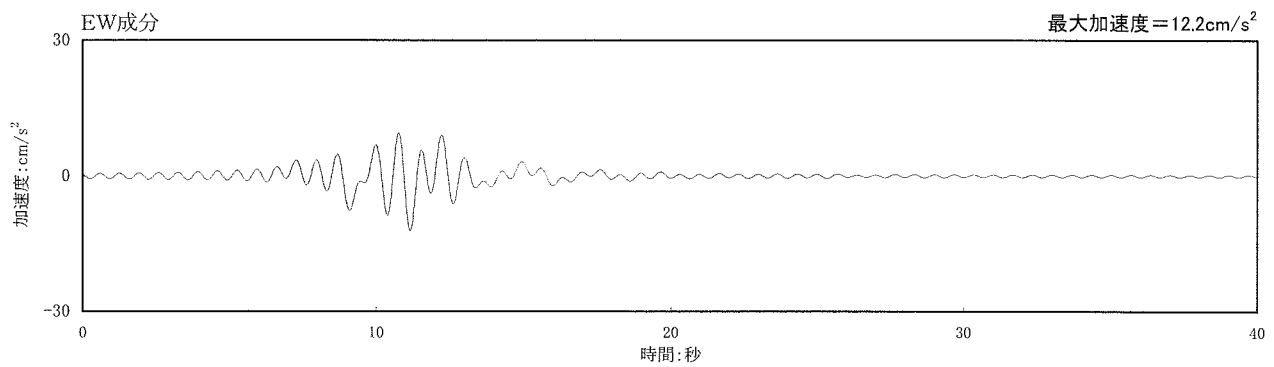
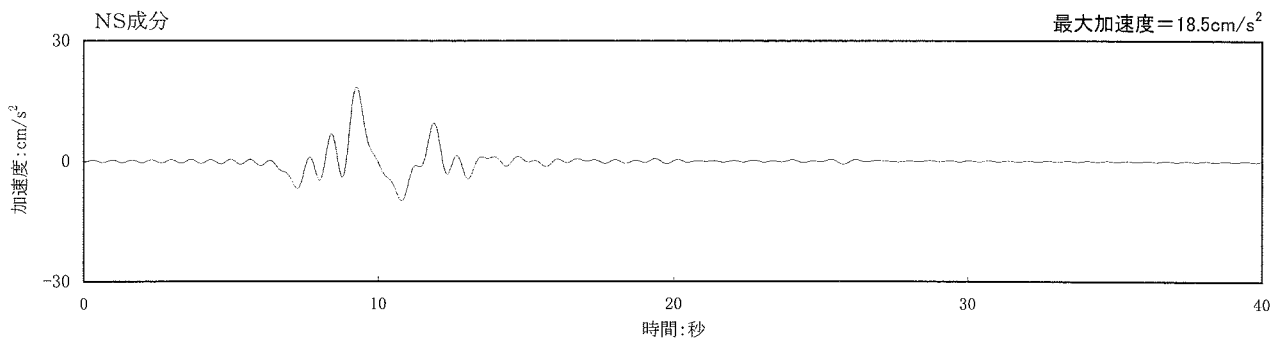
第 4-10 表 長周期帯域における理論的評価に用いる深部地下構造モデル

▽解放基盤表面 ²⁾	層厚 (m)	ρ (t/m ³)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Q ¹⁾			備考
					Q ₀	n	Q _i	
	150	1.6	880	2380	31.5	1.10	338	H/V スペクトル比 の逆解析による 地下構造モデル
	390	2.1	1210	2830	28.1	1.02	409	
	310	2.3	1720	3530	21.3	1.22	463	
	1910	2.6	3160	5520	300	0.00	-	
	4500	2.6	3410	5900	300	0.00	-	地殻構造モデル
	5000	2.6	3520	6100	300	0.00	-	
	7500	2.6	3710	6420	300	0.00	-	
	12000	2.8	3850	6660	300	0.00	-	
	33000	3.2	4360	7550	300	0.00	-	
	33000	3.2	4380	7590	300	0.00	-	
	33000	3.2	4490	7780	300	0.00	-	
	-	3.2	4490	7780	300	0.00	-	

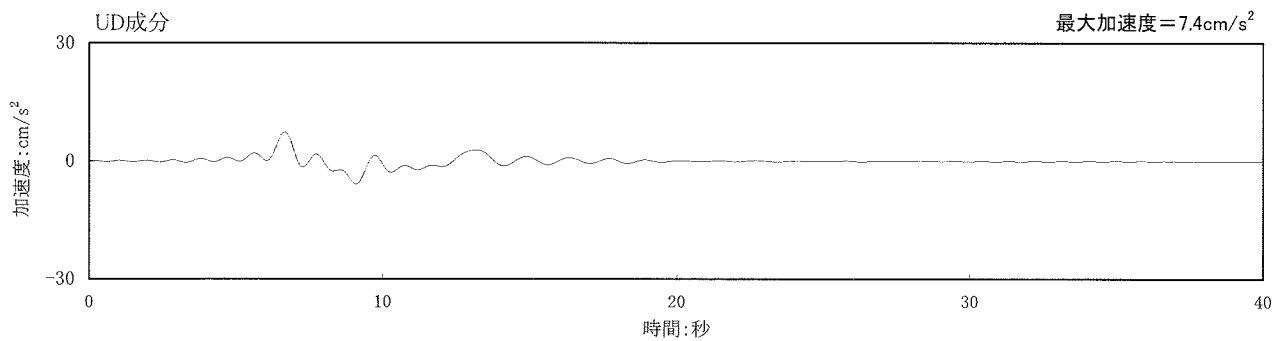
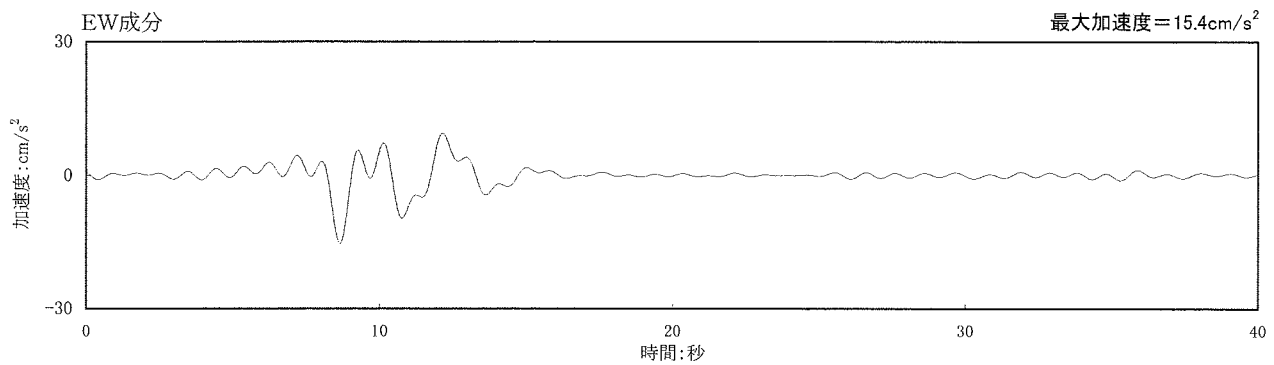
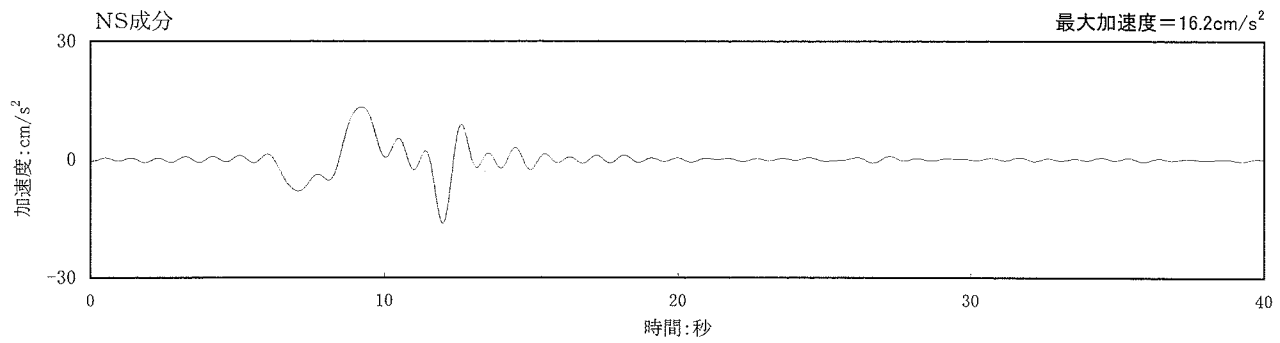
1) $\frac{1}{Q(f)} = \frac{1}{Q_0 f^n} + \frac{1}{Q_i}$

2) 逆解析に用いた観測記録が得られた現観測点における解放基盤相当位置を解放基盤表面とした。

(資料第 109C-18-4 号 第 3.4-7 表を加筆修正)

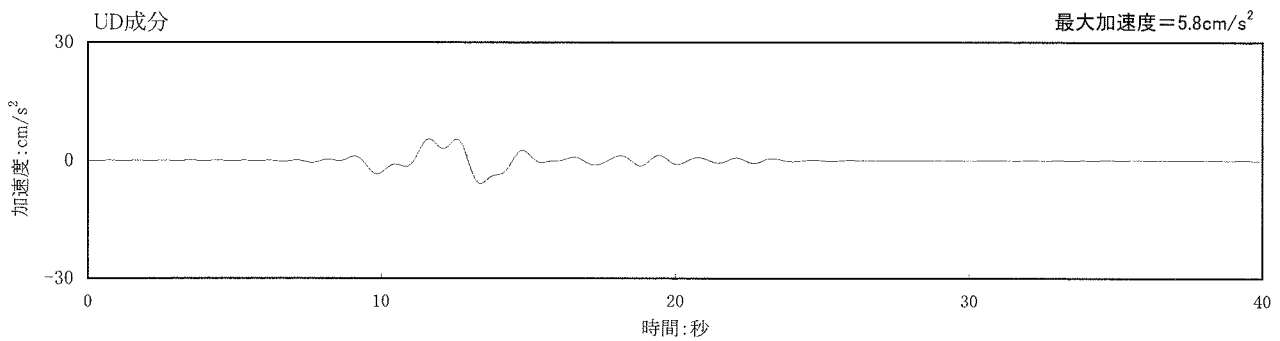
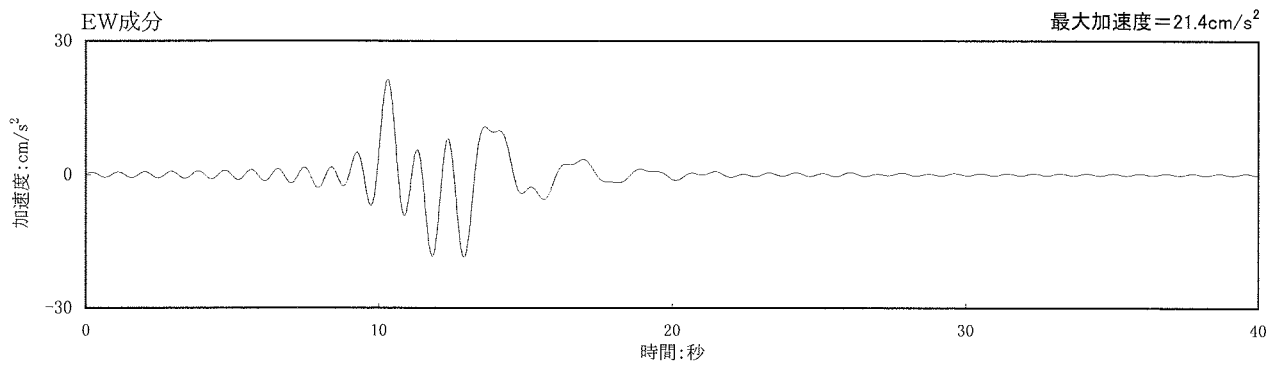
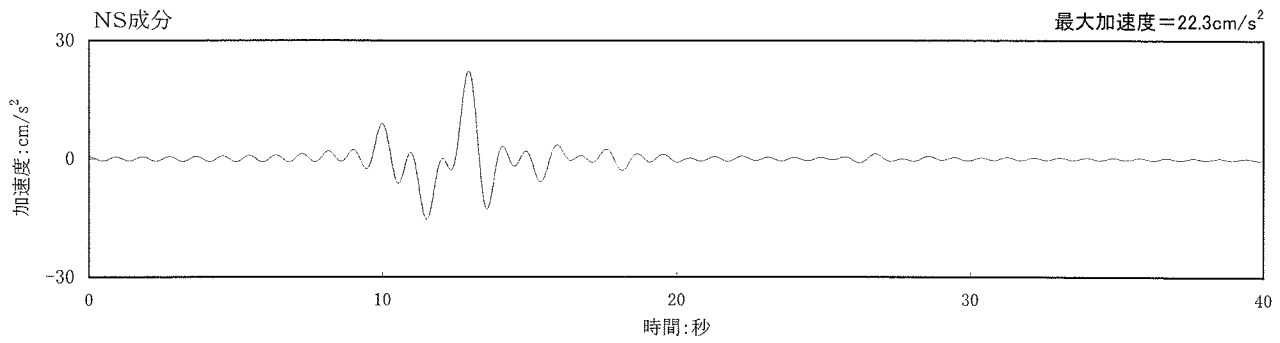


第4-12図(1) F-14断層による地震の解放基盤表面における理論的手法による加速度波形
(ケース1: 断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角90°)



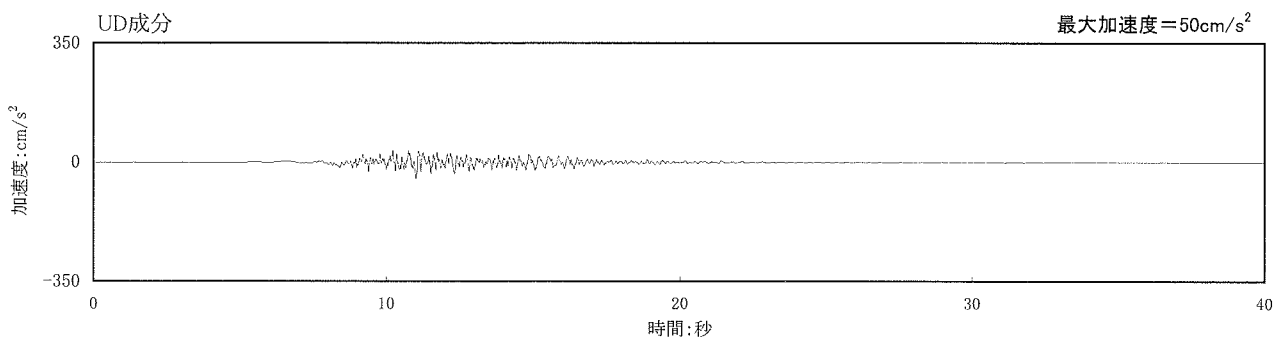
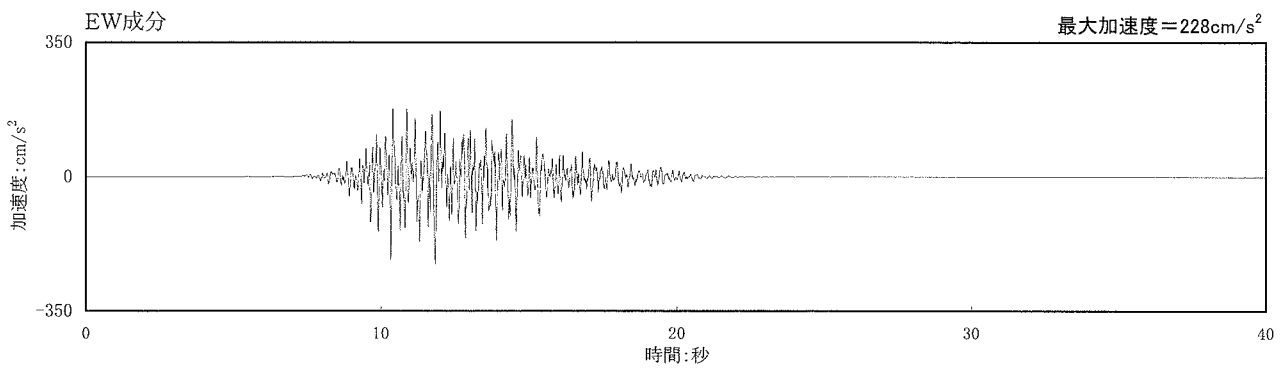
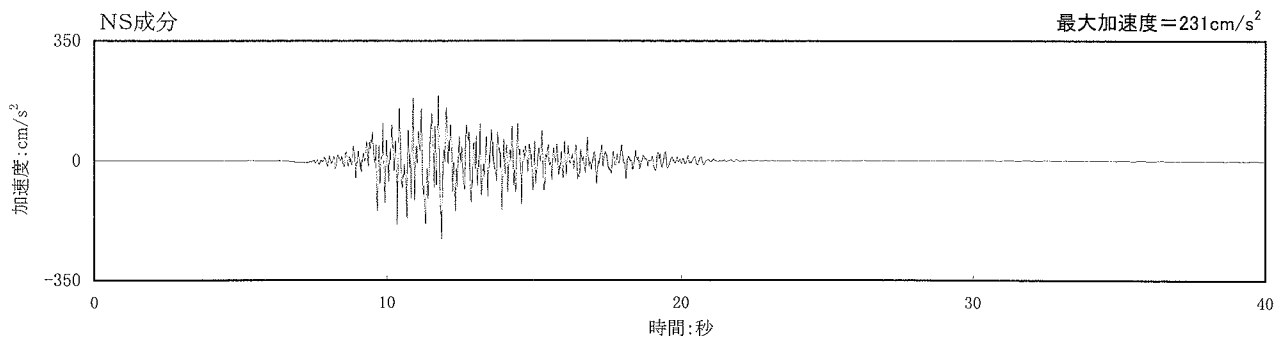
第4-12図(2) F-14断層による地震の解放基盤表面における理論的手法による加速度波形

(ケース2: 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60° (南傾斜))

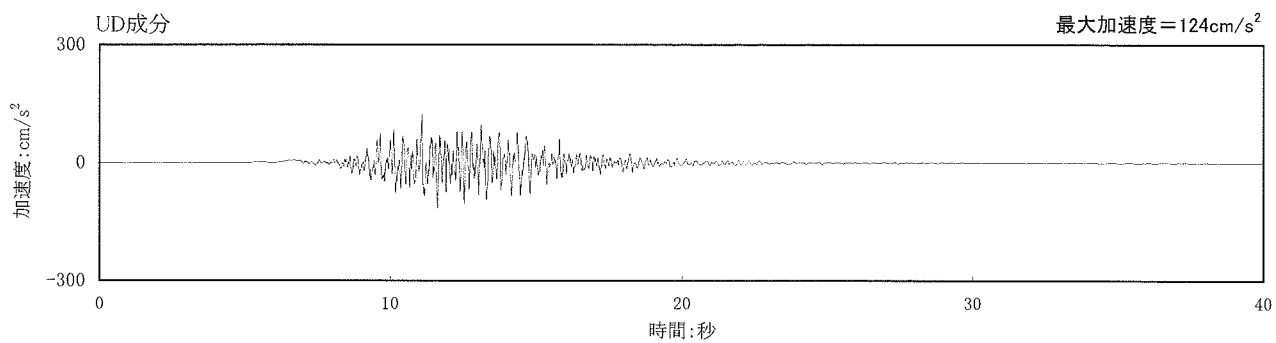
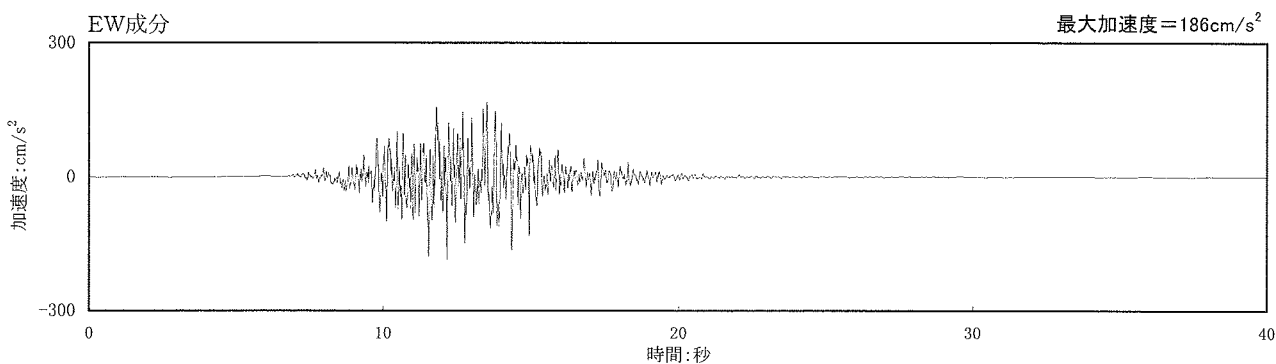
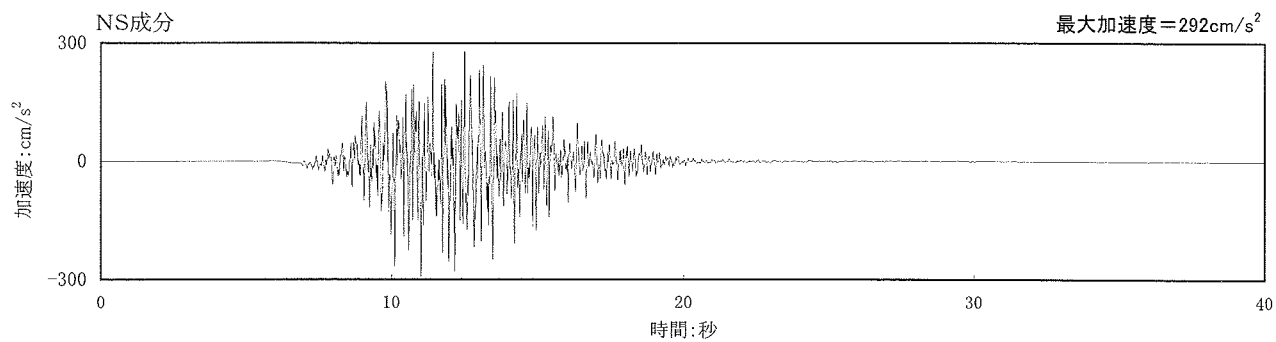


第4-12図(3) F-14断層による地震の解放基盤表面における理論的手法による加速度波形

(ケース3: 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60° (北傾斜))

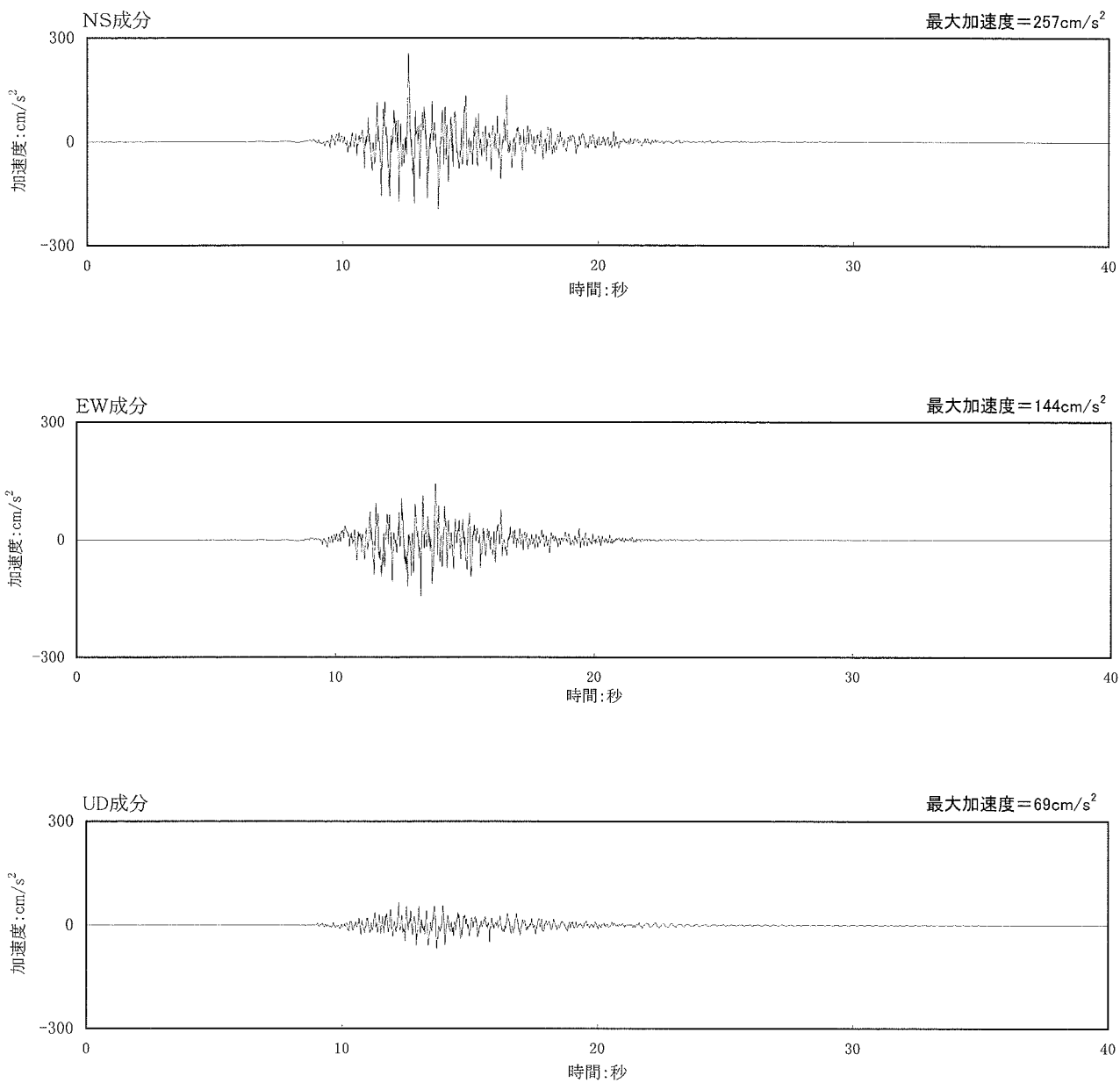


第4-13図 F-14断層による地震の解放基盤表面におけるハイブリッド合成法による加速度波形
 (ケース1: 断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角90°)

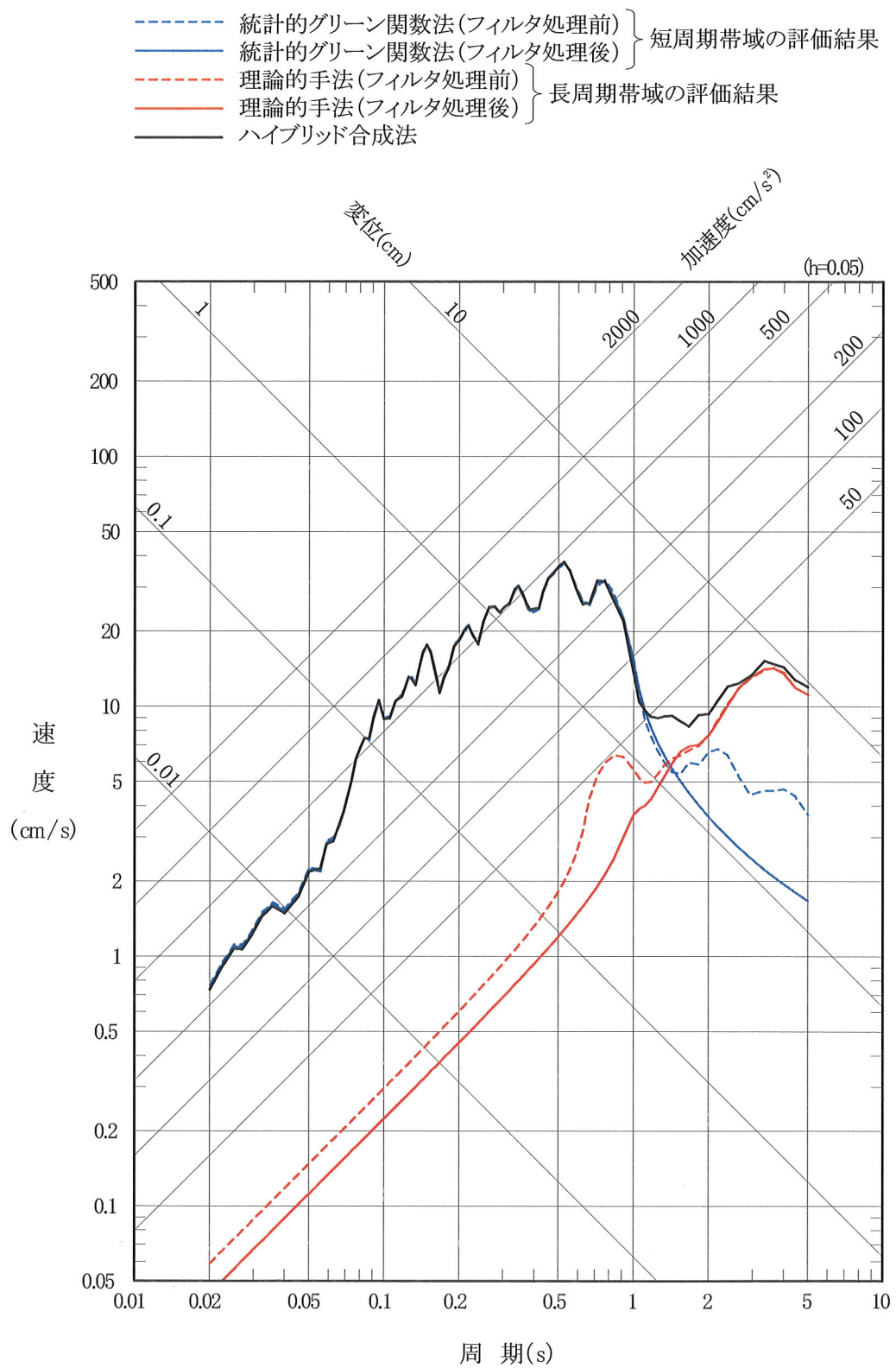


第4-14図 F-14断層による地震の解放基盤表面におけるハイブリッド合成法による加速度波形

(ケース2: 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60° (南傾斜))

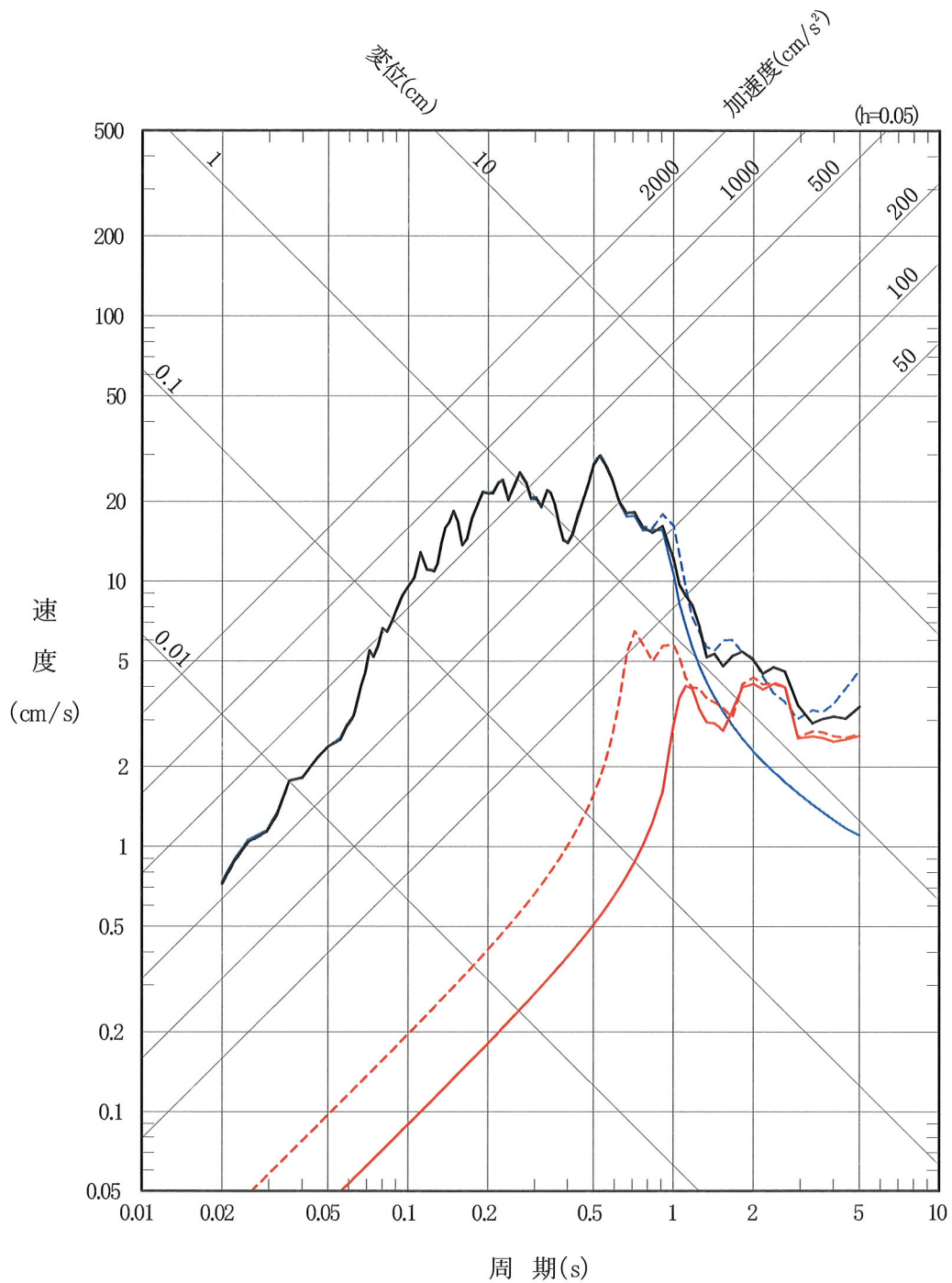


第4-15図 F-14断層による地震の解放基盤表面におけるハイブリッド合成法による加速度波形
 (ケース3: 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角60° (北傾斜))

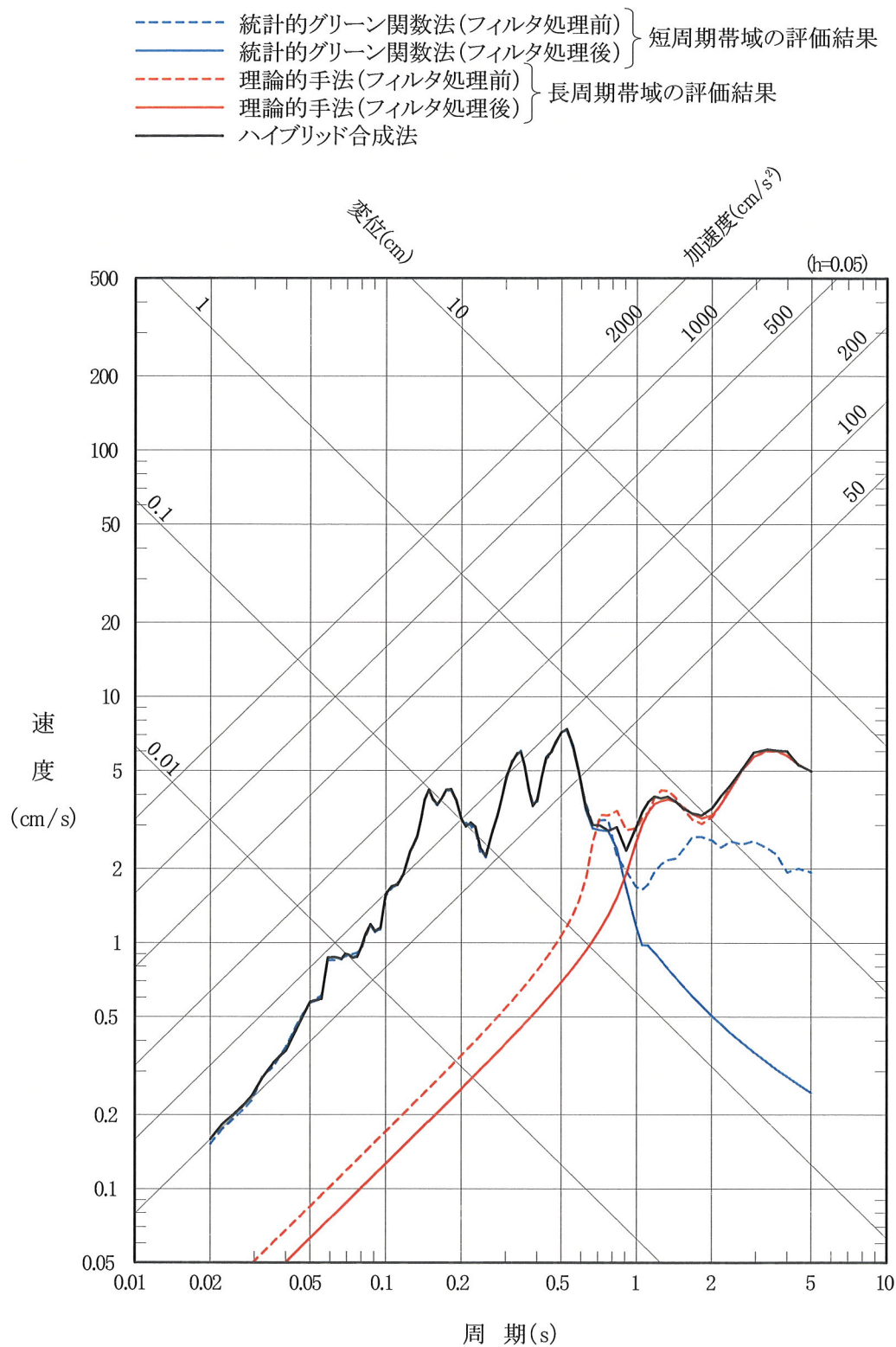


第4-16 図(1) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
 応答スペクトル (ケース1, NS成分)

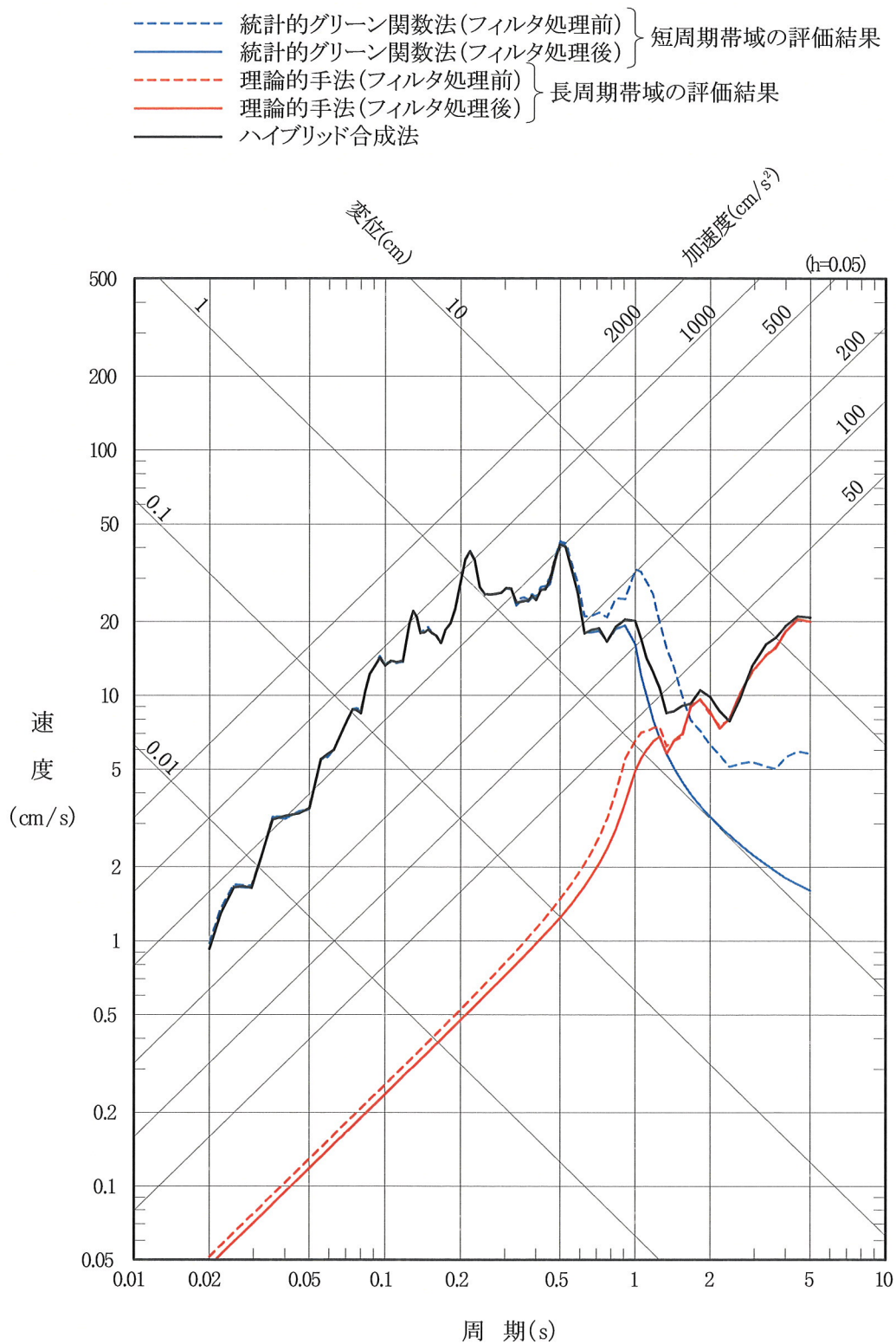
- 統計的グリーン関数法(フィルタ処理前)
 - 統計的グリーン関数法(フィルタ処理後)
 - 理論的手法(フィルタ処理前)
 - 理論的手法(フィルタ処理後)
 - ハイブリッド合成法
- } 短周期帯域の評価結果
- } 長周期帯域の評価結果



第 4-16 図(2) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
応答スペクトル (ケース 1, EW成分)

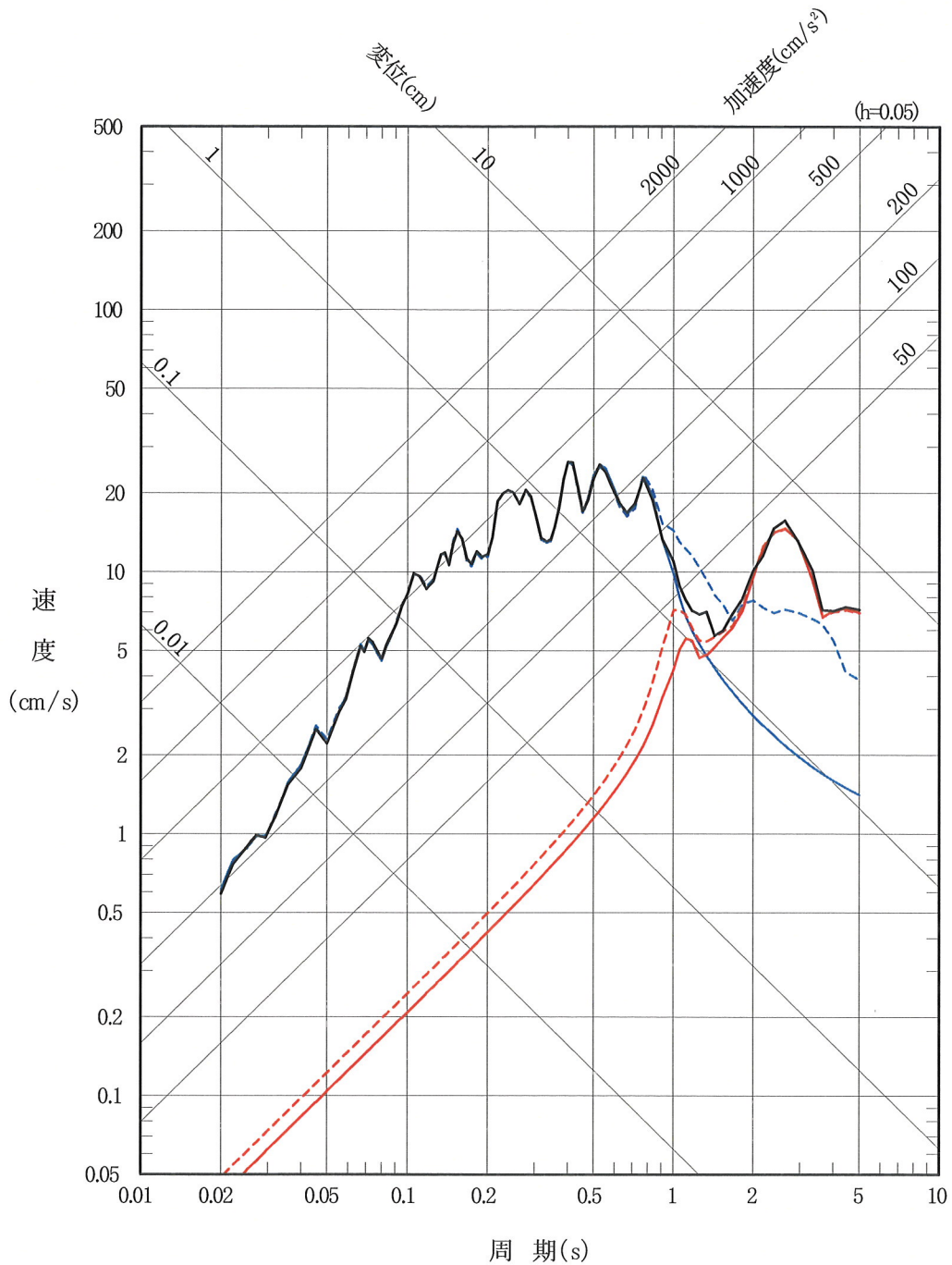


第4-16 図(3) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
応答スペクトル (ケース1, UD成分)



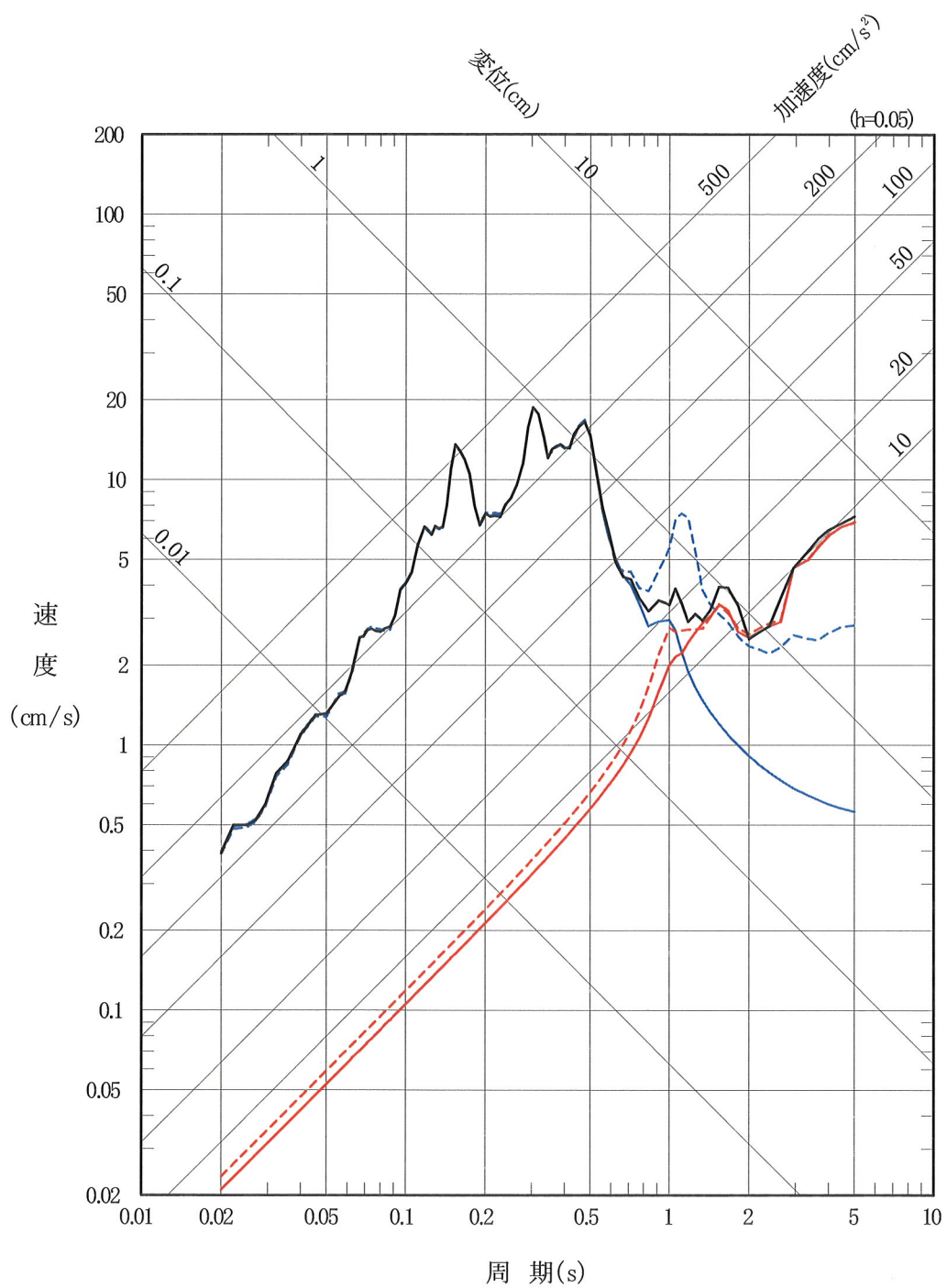
第4-17 図(1) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
 応答スペクトル (ケース2, NS成分)

- 統計的グリーン関数法(フィルタ処理前)
 - 統計的グリーン関数法(フィルタ処理後)
 - 理論的手法(フィルタ処理前)
 - 理論的手法(フィルタ処理後)
 - ハイブリッド合成法
- } 短周期帯域の評価結果
} 長周期帯域の評価結果

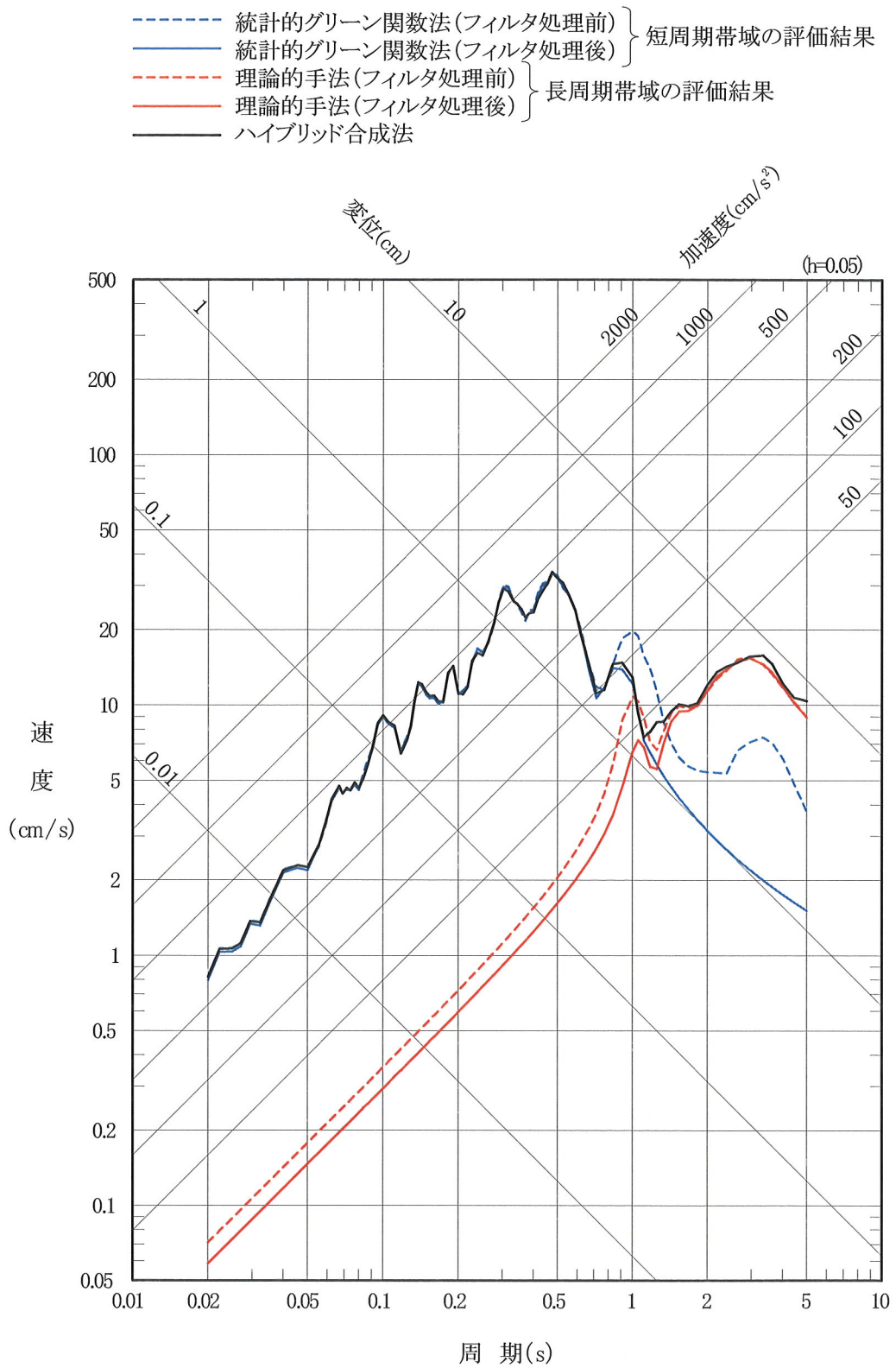


第4-17 図(2) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
応答スペクトル (ケース2, EW成分)

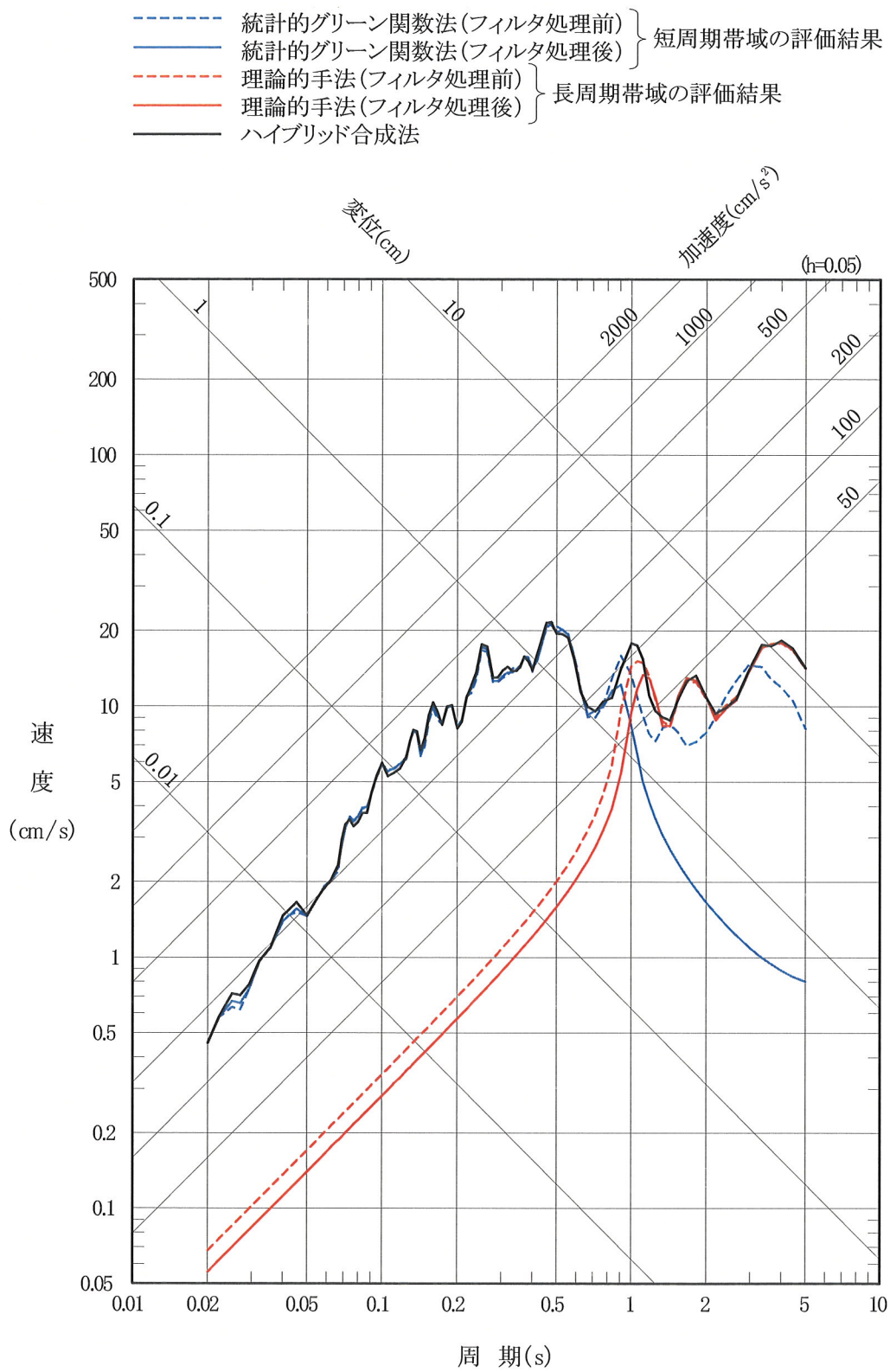
- 統計的グリーン関数法(フィルタ処理前)
 - 統計的グリーン関数法(フィルタ処理後)
 - 理論的手法(フィルタ処理前)
 - 理論的手法(フィルタ処理後)
 - ハイブリッド合成法
- } 短周期帯域の評価結果
} 長周期帯域の評価結果



第4-17 図(3) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
応答スペクトル (ケース2, UD成分)

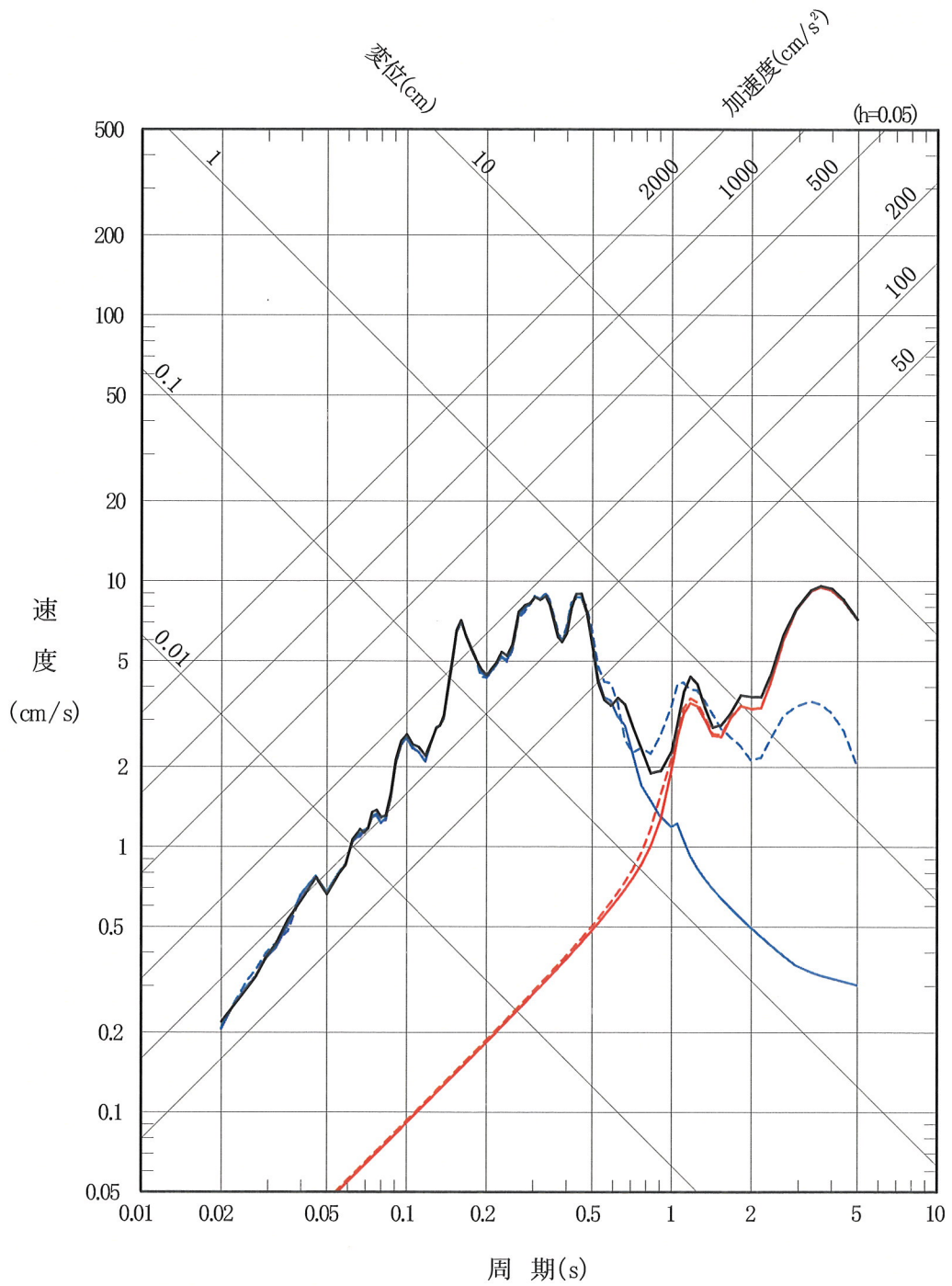


第4-18 図(1) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
 応答スペクトル (ケース3, NS成分)

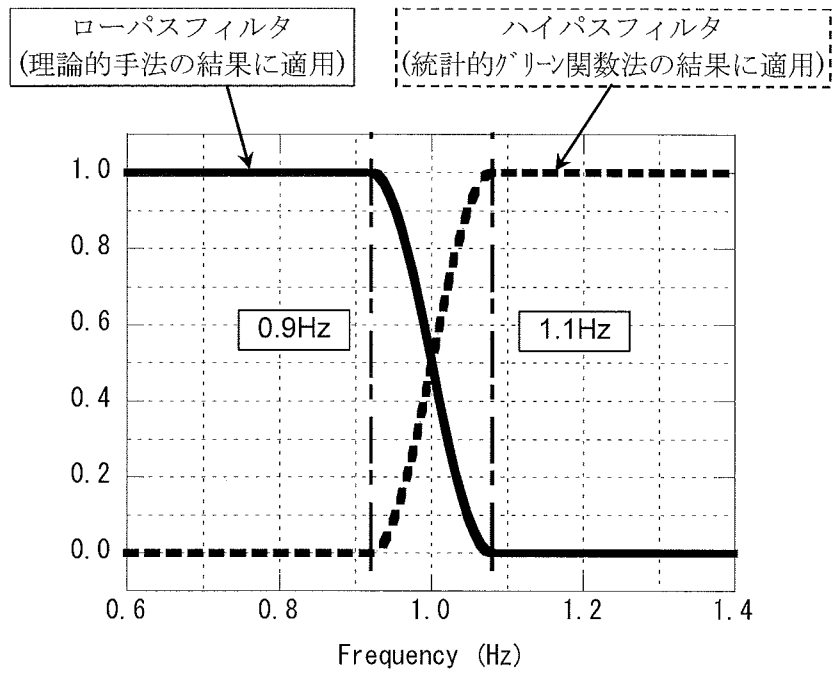


第 4-18 図(2) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
 応答スペクトル (ケース 3, EW成分)

- 統計的グリーン関数法(フィルタ処理前)
 - 統計的グリーン関数法(フィルタ処理後)
 - 理論的手法(フィルタ処理前)
 - 理論的手法(フィルタ処理後)
 - ハイブリッド合成法
- } 短周期帯域の評価結果
} 長周期帯域の評価結果



第 4-18 図(3) ハイブリッド合成法による解放基盤表面における
応答スペクトル (ケース 3, UD成分)



第 4-19 図 統計的グリーン関数法と理論的方法による地震動を合成する際のバンドパスフィルタ

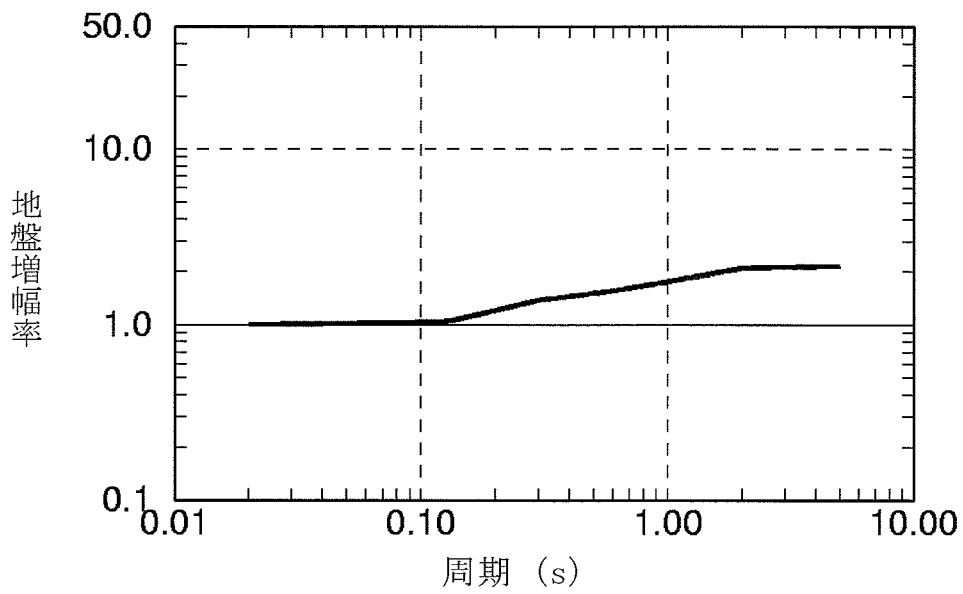
(資料第 109C-18-4 号 第 3.4-11 図を転載)

第 5-1 表 検討に用いた震源断層による地震の諸元

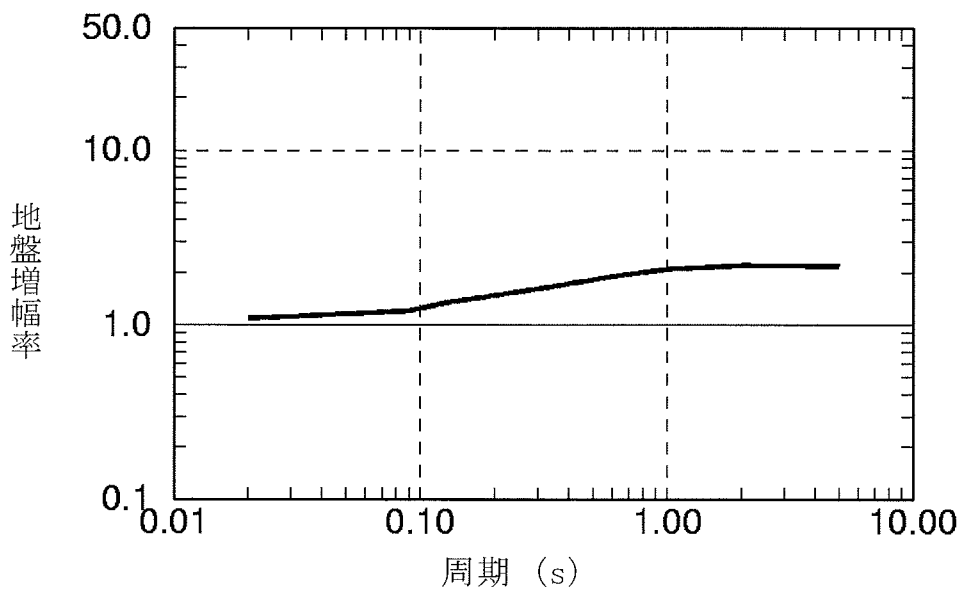
ケース	震源断層 (断層長さ×断層幅)	傾斜角	マグニチュード M	震央距離 Δ (km)	等価震源距離 (km)
ケース1	15km×15km	90°	6.7 ^{※1}	10 ^{※2}	14
ケース2	17.3km×17.3km	60° (南傾斜)	6.8 ^{※1}	4 ^{※2}	12
ケース3	17.3km×17.3km	60° (北傾斜)	6.8 ^{※1}	15 ^{※2}	17

※1：震源断層形状を仮定して設定

※2：震源断層面の中心を地表投影した位置からの距離



(1) 水平動の地盤増幅率

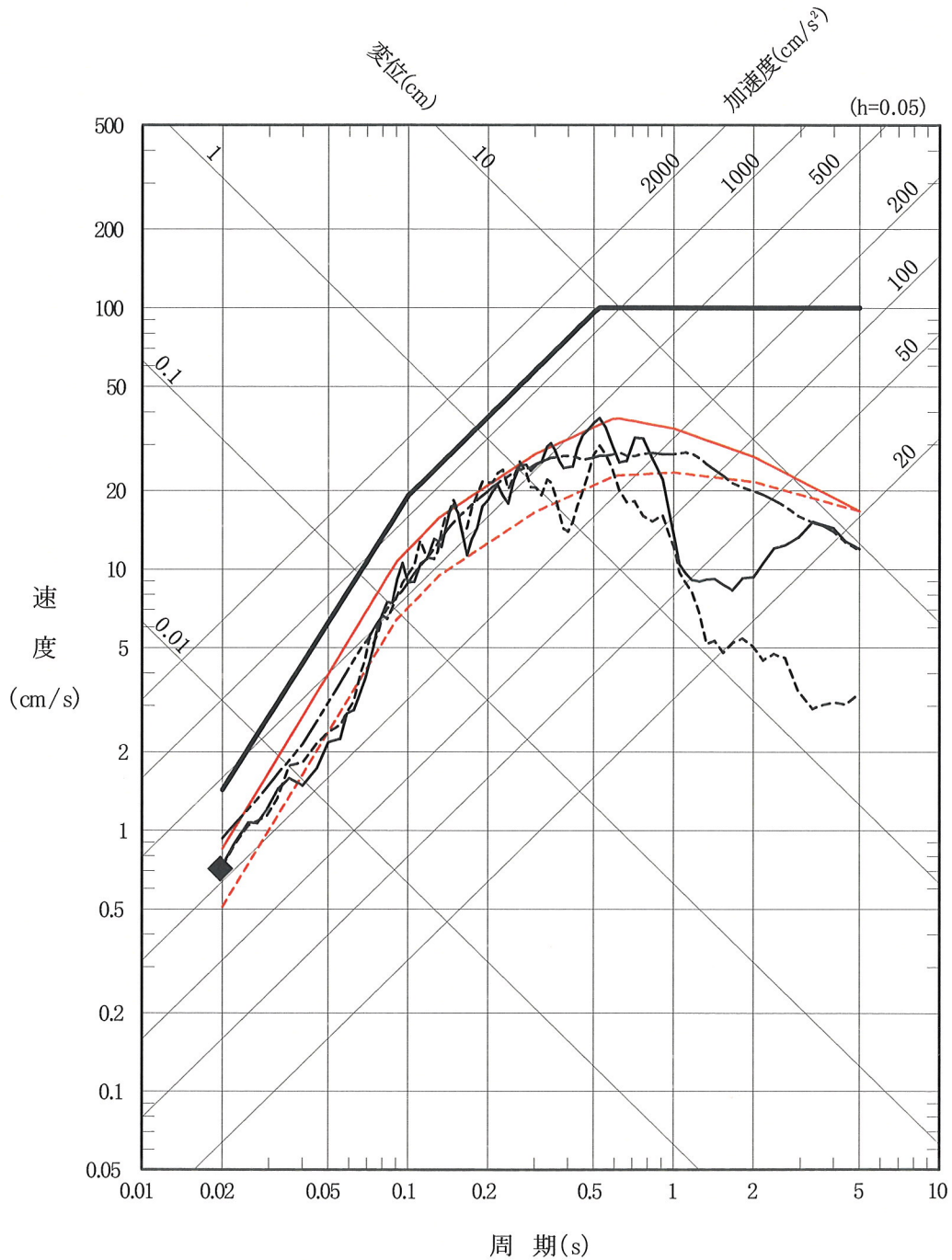


(2) 鉛直動の地盤増幅率

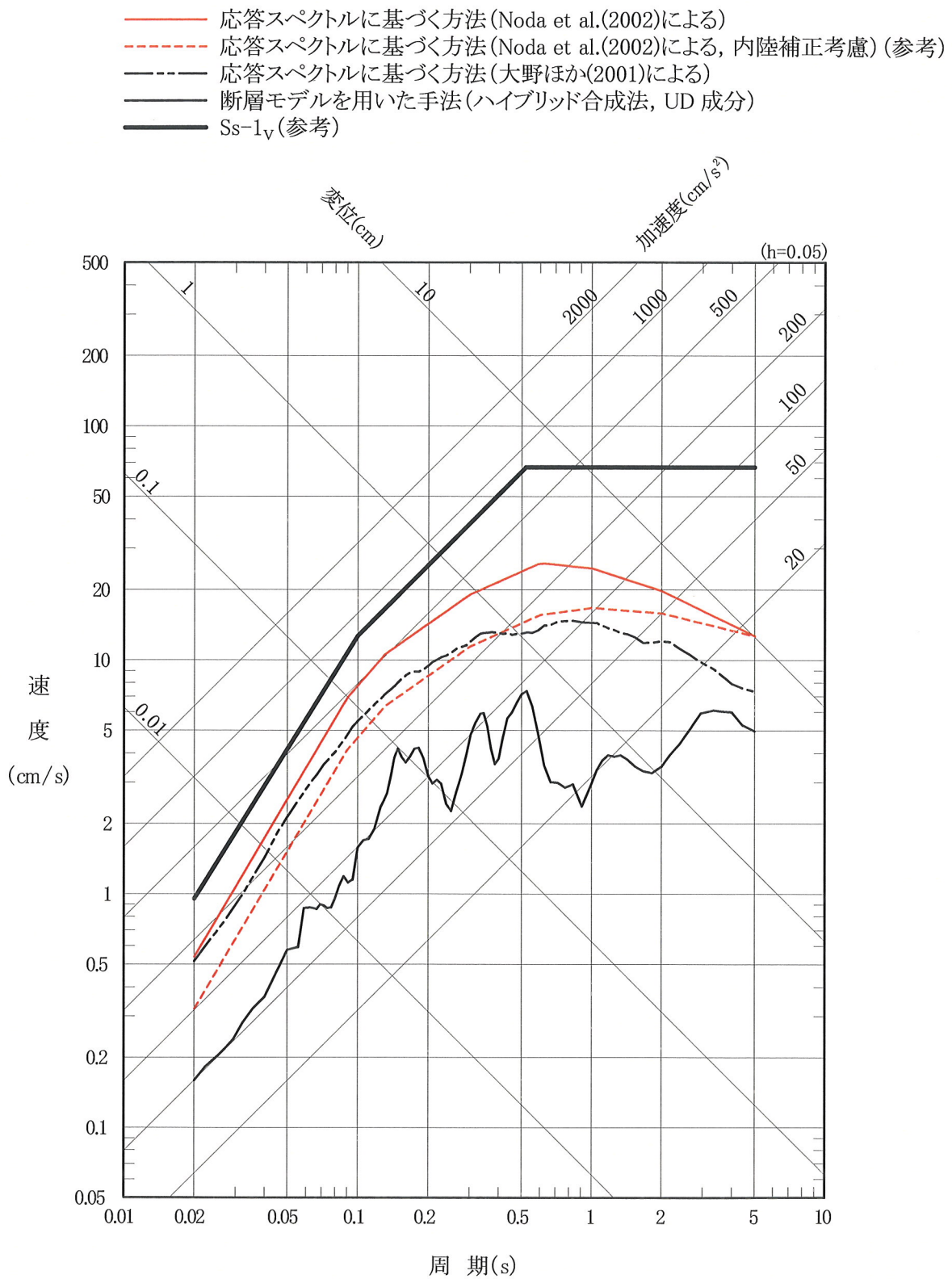
第5-1図 地震基盤から解放基盤表面までの地盤増幅率
($V_s=870\text{m/s}$, $V_p=2050\text{m/s}$)

(資料第109C-18-4号 第3.4-1図を転載)

- 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による)
- - - 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による, 内陸補正考慮) (参考)
- · - 応答スペクトルに基づく方法 (大野ほか(2001)による)
- ◆ 翠川・大竹(2002)による方法
- 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, NS 成分)
- - - 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, EW 成分)
- Ss-1_H(参考)

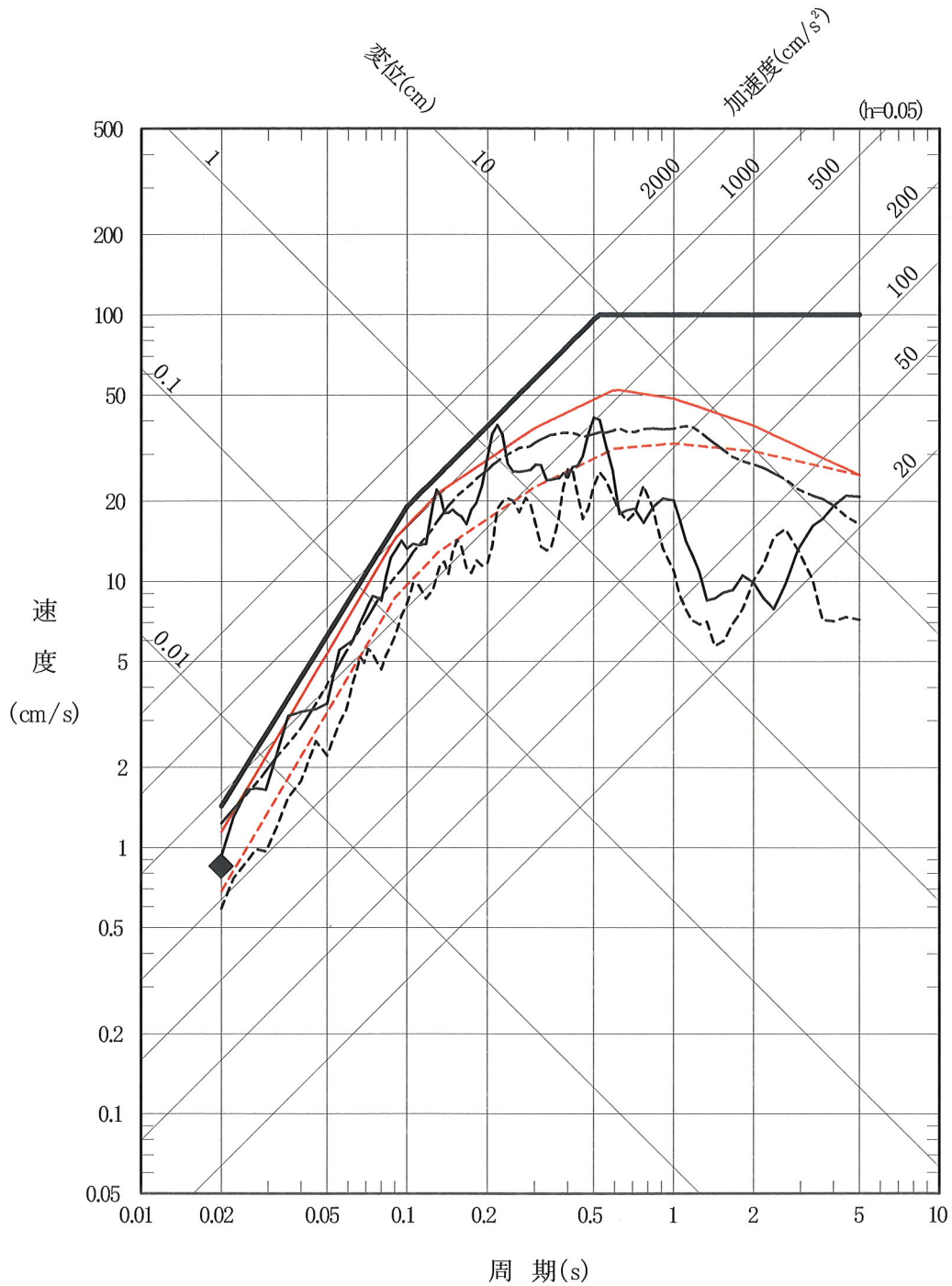


第 5-2 図(1) F-14 断層による地震の応答スペクトル (水平動)
 (ケース 1 : 断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角 90°)



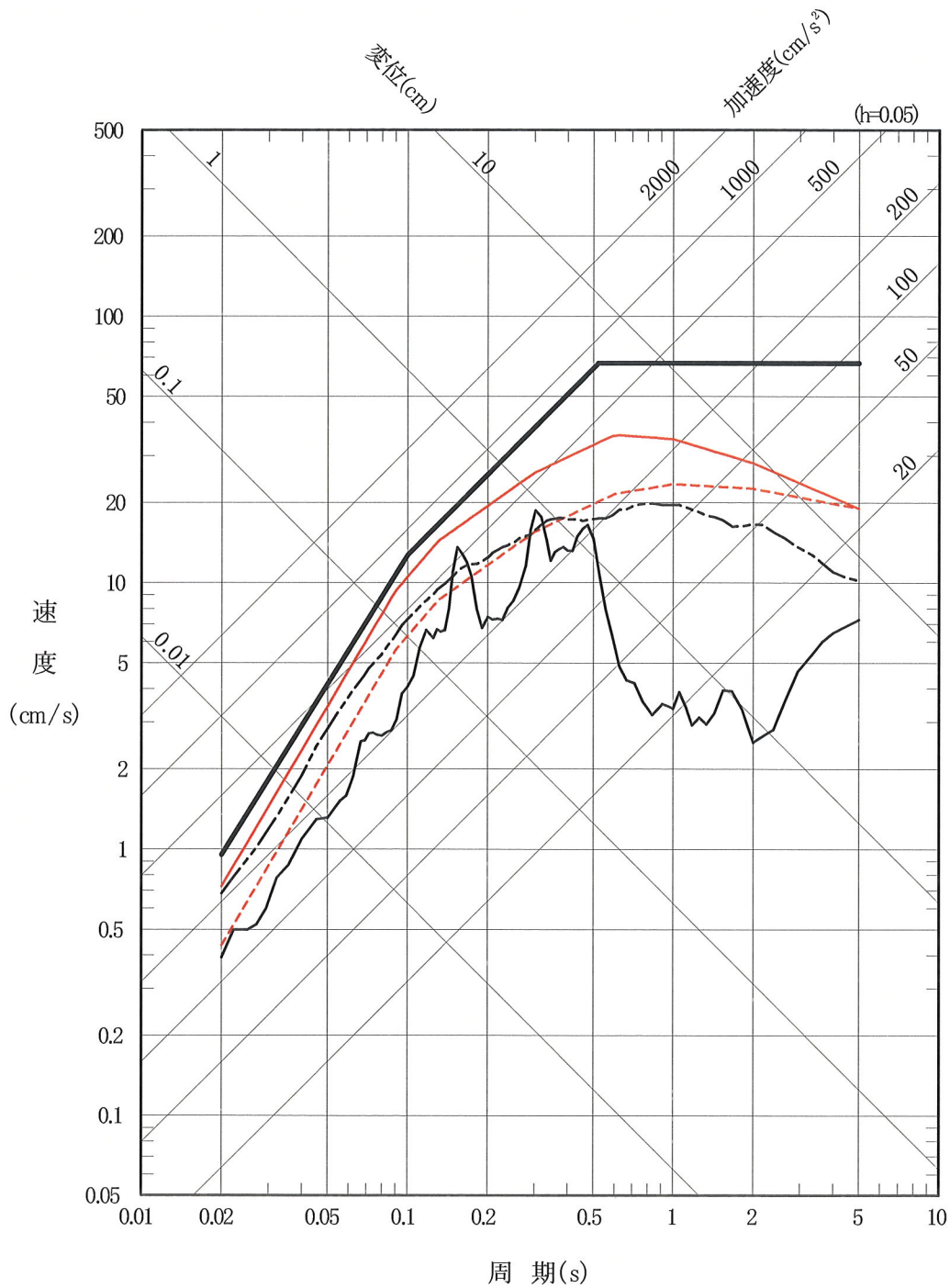
第 5-2 図(2) F-14 断層による地震の応答スペクトル (鉛直動)
 (ケース 1 : 断層サイズ(長さ)15km×(幅)15km, 傾斜角 90°)

- 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による)
- - - 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による, 内陸補正考慮) (参考)
- · - 応答スペクトルに基づく方法 (大野ほか(2001)による)
- ◆ 翠川・大竹 (2002) による方法
- 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, NS 成分)
- · - 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, EW 成分)
- Ss-1_H (参考)



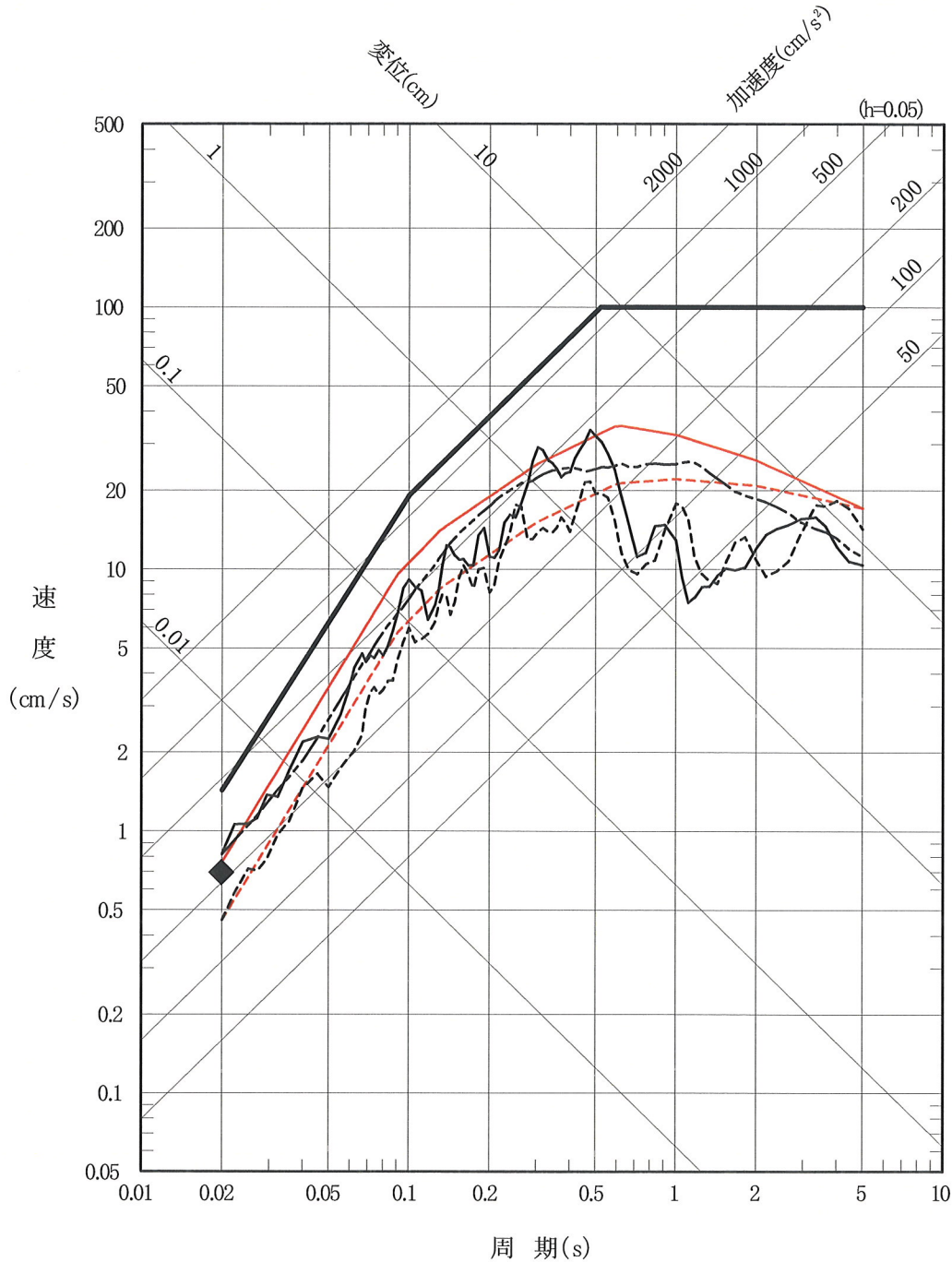
第 5-3 図(1) F-14 断層による地震の応答スペクトル (水平動)
 (ケース 2 : 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (南傾斜))

- 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による)
- - - 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による, 内陸補正考慮) (参考)
- 応答スペクトルに基づく方法 (大野ほか(2001)による)
- 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, UD 成分)
- S_s-1_v (参考)



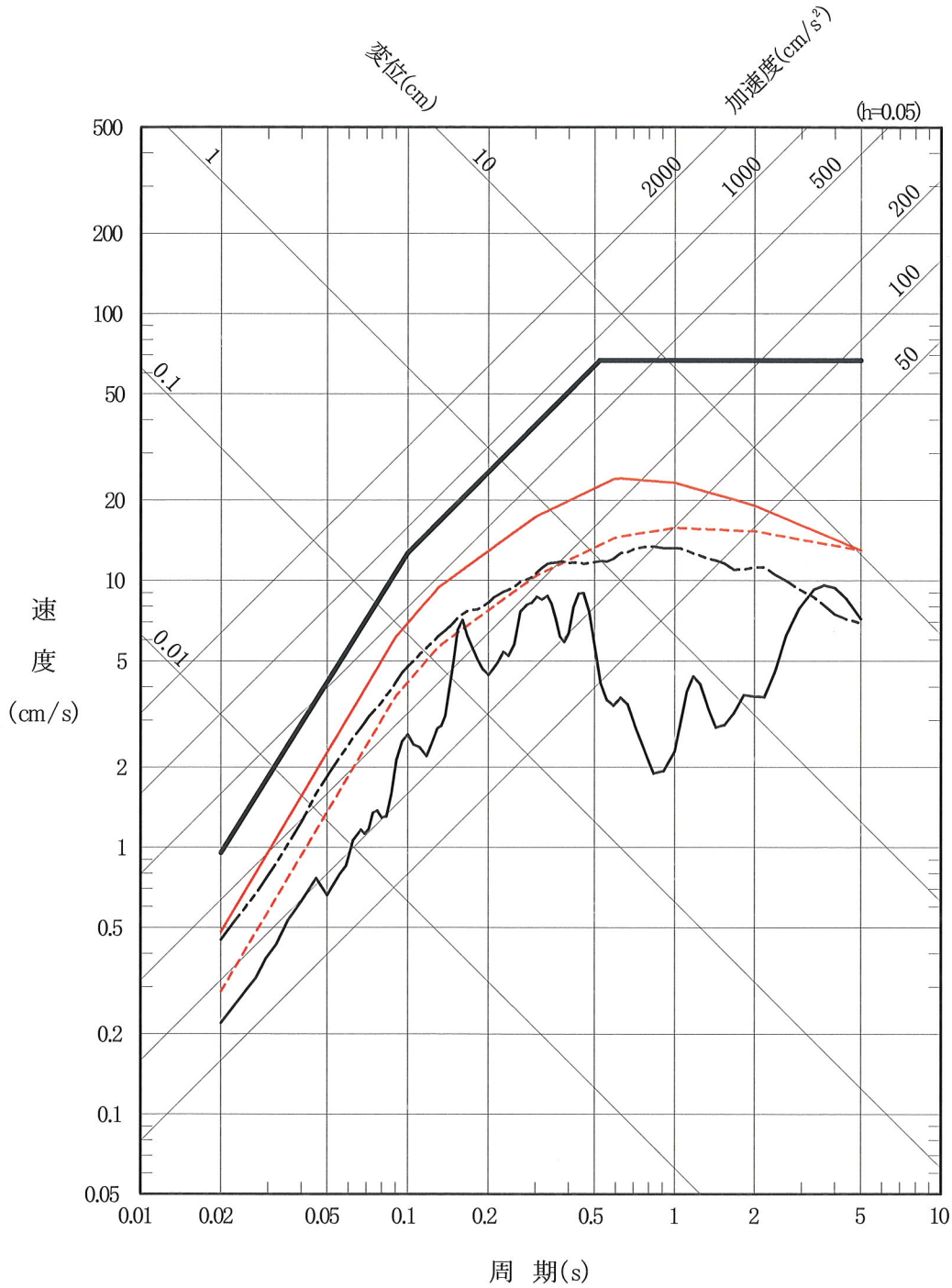
第 5-3 図(2) F-14 断層による地震の応答スペクトル (鉛直動)
 (ケース 2 : 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (南傾斜))

- 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による)
- - 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による, 内陸補正考慮) (参考)
- 応答スペクトルに基づく方法 (大野ほか(2001)による)
- ◆ 翠川・大竹(2002)による方法
- 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, NS 成分)
- - 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, EW 成分)
- Ss-1_H (参考)



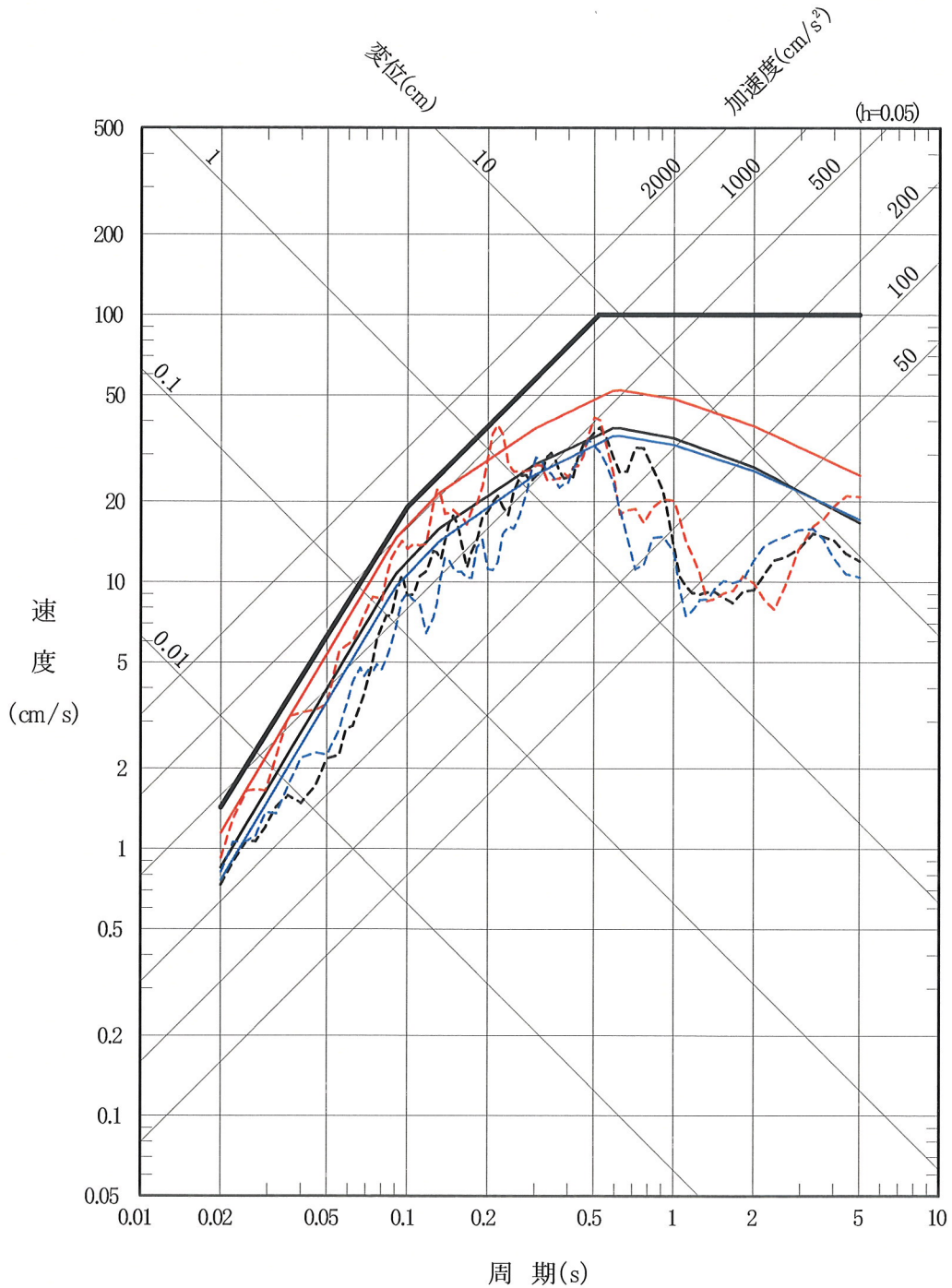
第 5-4 図(1) F-14 断層による地震の応答スペクトル (水平動)
 (ケース 3 : 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (北傾斜))

- 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による)
- - 応答スペクトルに基づく方法 (Noda et al.(2002)による, 内陸補正考慮) (参考)
- · - 応答スペクトルに基づく方法 (大野ほか(2001)による)
- 断層モデルを用いた手法 (ハイブリッド合成法, UD 成分)
- Ss-1_v (参考)

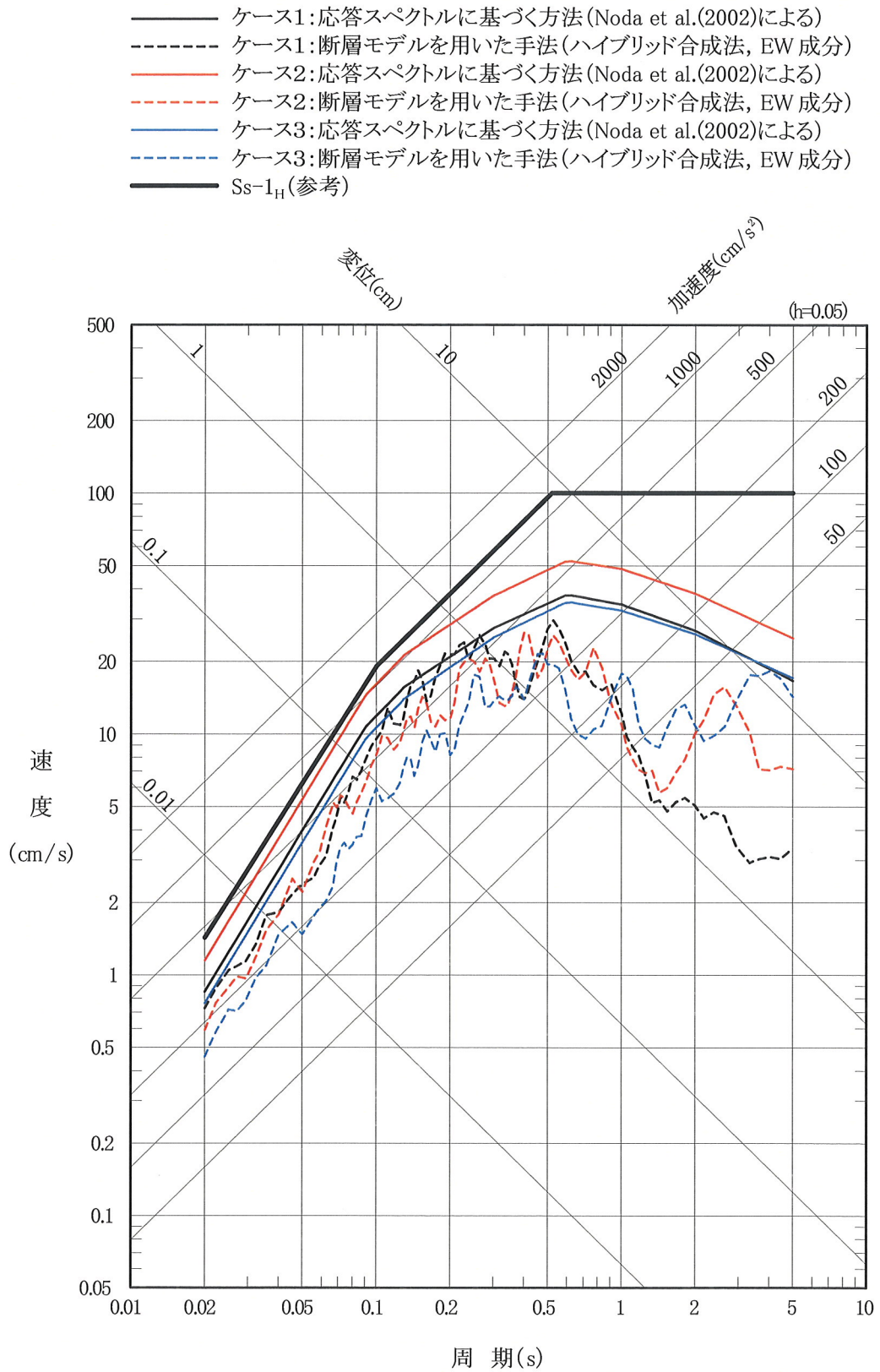


第 5-4 図(2) F-14 断層による地震の応答スペクトル (鉛直動)
 (ケース 3 : 断層サイズ(長さ)17.3km×(幅)17.3km, 傾斜角 60° (北傾斜))

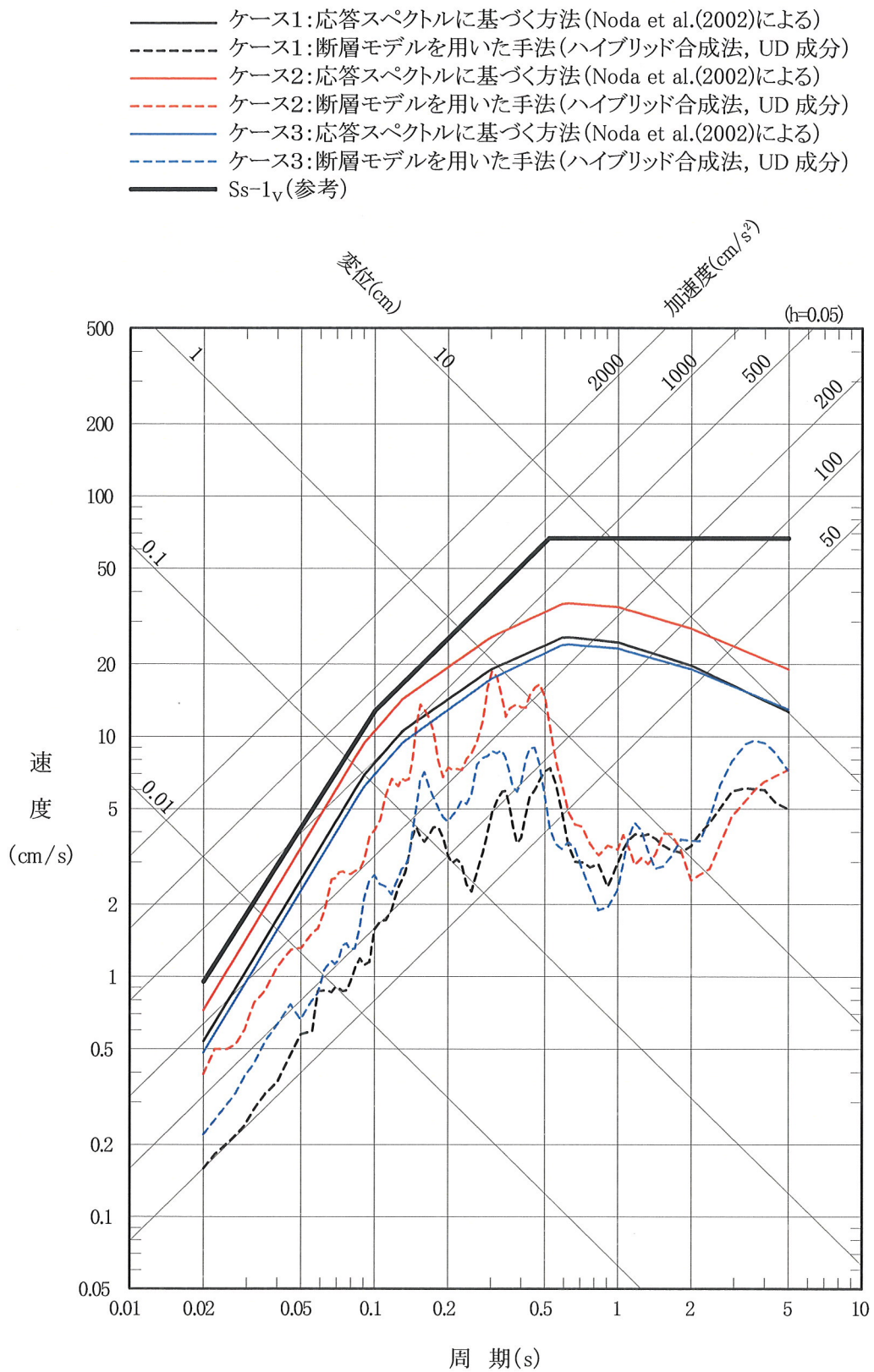
- ケース1:応答スペクトルに基づく方法(Noda et al.(2002)による)
- - - ケース1:断層モデルを用いた手法(ハイブリッド合成法, NS成分)
- ケース2:応答スペクトルに基づく方法(Noda et al.(2002)による)
- - - ケース2:断層モデルを用いた手法(ハイブリッド合成法, NS成分)
- ケース3:応答スペクトルに基づく方法(Noda et al.(2002)による)
- - - ケース3:断層モデルを用いた手法(ハイブリッド合成法, NS成分)
- Ss-1_H(参考)



第5-5図(1) F-14断層による地震の応答スペクトル (NS成分)



第 5-5 図(2) F-14 断層による地震の応答スペクトル (EW成分)



第5-5 図(3) F-14 断層による地震の応答スペクトル (UD成分)