

第3章 揺れに関するヒアリング調査

3.1. 揺れによる被害に影響する立地条件

地震により発生した揺れが地盤中を伝播して建物に伝わり、建物が振動することで被害が生じる（図 3.1）。この揺れが激しいほど被害は生じやすい。古くから地盤の良否と地震時の揺れの大きさには相関があることが知られており、地盤によって揺れやすさや建物被害の生じやすさが異なることが指摘されている。

一般的に、地下深くなるほど堅固な地層、地表付近は相対的に軟弱な地層によって地盤は構成されている。地震の揺れが地盤中を伝わる際、伝わる先の地盤が軟弱なほど揺れの大きさが強くなる（増幅する）傾向がある。従って地表付近の地層が軟弱であればあるほど揺れやすい地盤となる。

また、揺れの周期の違い（「ガタガタ」とゆれる短い周期の揺れと「ユラユラ」と揺れる長い周期の揺れの違い）が、被害に影響するという指摘もある。地盤の揺れやすい周期（地盤の周期特性）と建物が振動しやすい周期（建物の周期特性）が合致すると、地盤の揺れに建物が共振し、建物の振動が大きくなるため、その結果、被害は大きくなるという考え方である。

地盤の周期特性は、一般的に地表付近の軟弱な地層の厚さに影響を受け、薄いほど短い周期（短周期）で揺れやすく、厚いほど長い周期（長周期）で揺れやすいものとなる。短周期の揺れやすさを把握するためには、当該地点の地下浅い部分の地盤構造の軟弱さと厚さが重要となり、長周期の揺れやすさを把握するためには、より深部までの情報が重要となってくる。

一方、建物の周期特性に関しては、低い建物よりも高い建物の方が長い周期で揺れやすくなる傾向がある。地震被害は多様な要因の影響¹を受けて生じるものであり、一概には言い難いが、地盤の建物の周期特性との関係でいえば、低い建物であれば浅い地盤構造、高い建物であれば深い地盤構造が被害の生じやすさに影響することになる。

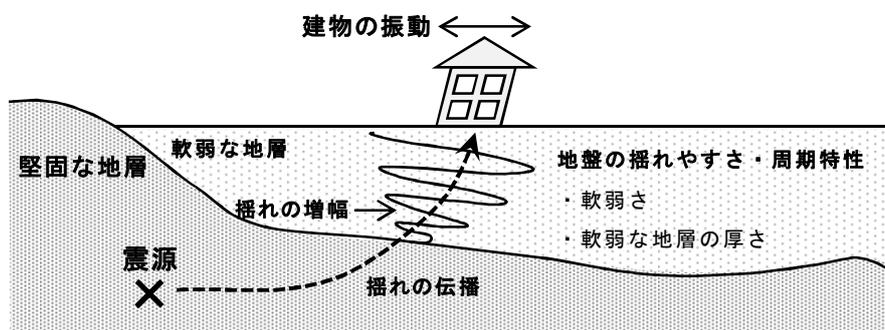


図 3.1 地震による揺れの伝播と立地条件

¹ 周辺の三次元的な地盤構造の影響（不整形地盤の影響）により、ある特定の場所に地震の波が集中する等により揺れが局所的に大きくなることや、揺れが大きくなると、特に軟弱な地盤において揺れが伝わりにくくなり、揺れが抑えられる等、振動に変化が生じる現象（地盤の非線形挙動）が生じること等が知られている。

3.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標

専門家へのヒアリング調査で得た意見を踏まえ、現時点で取得可能なデータに基づく指標として、「地形分類」および「最大速度増幅率／AVS30」の2つの指標を抽出した。2.1節(5)における表 2.2 の分類では、いずれも震源や地震の揺れの大きさ等、外力に依存しない指標であるため、各指標は表 3.1 の通り「外形的な指標」と分類される。

表 3.1 各指標の分類

指標	分類（表 2.2 指標の分類）
地形分類	外形的な指標
最大速度増幅率／AVS30	外形的な指標

「地形分類」では、当該地点の地形に関する情報を指標として利用する。地盤の揺れやすさ、周期特性を評価するためには、上述の通り地下の地盤構造を把握する必要がある。しかしながら、地下の地盤構造を探索するボーリングデータ等を任意の地点で入手することは困難であるし、データがあったとしてもそれを解釈するには専門的知識が必要となる。地形は、直接的に地盤の地下構造を説明する指標ではないが、地形の形成過程が地表付近の浅い地盤構造に影響を与えることや、広域にデータが整備されている利点があること等から、地形による分類によって、ある程度、地盤の良否を分類することが可能として、古くから地盤の揺れやすさとの相関に関する研究がなされている。広域の揺れやすさを評価する実務に使われる実績もある。ただし、地下の軟弱な地層の厚さ（地盤の周期特性）や深い地盤構造による影響の評価は困難である。

「最大速度増幅率／AVS30」のうち、「最大速度増幅率」は、地震による地盤の揺れの速度（その最大値）によって、ある地点の揺れの大きさを表したとき（揺れの大きさを表すものにはそのほかに震度等がある）に、地表付近の軟弱な地層がどの程度その最大値を増幅するかを指標化したものである。これを厳密に測定するには、ボーリング調査や各種土質試験を実施した上で、数値シミュレーション等を行う必要があるが、現実的ではない。ここでは、地震調査研究推進本部の「確率論的地震動予測地図」の作成に利用され、すでに全国で整備されている「最大速度増幅率」のデータを想定している。「AVS30」は、地表深さ 30m の地震波の伝播速度（せん断波速度）の平均値（平均せん断波速度）であり、数値が大きいほど堅固な地盤であることを示す指標である。伝播速度の平均をとる地盤の深さを 10m とする場合や 15m とする場合等もあり、本報告書ではそれぞれ AVS10、AVS15 と表記する。なお、当該データの「最大速度増幅率」は地形分類等から推定された「AVS30」により、推定手法を介して一意に決まる値であるため、「最大速度増幅率」と「AVS30」を一つにまとめて指標として取り扱う。本指標は、地盤の揺れやすさを表すものであり、地下の軟弱な地層の厚さ（地盤の周期特性）や深い地盤構造による影響の評価は困難である。

(1) 地形分類

「地形分類」を測定するために現状で利用可能なデータとして、「地形分類図」、「土地履歴調査」、「土地条件図」、「微地形区分」および「治水地形分類図」を挙げることができる。その概略を表 3.2 に示す。「微地形区分」以外には現状、全国をカバーする地形データはない。データの整備範囲を県単位で図示したものを図 3.2 にそれぞれ示す。

また、専門家の意見を表 3.3 に示す。

表 3.2 「地形分類」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
地形分類図 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	ほぼ全国 (北海道は一部地域のみ)
土地履歴調査 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	人口集中地区 ² および 周辺の区域
土地条件図(2万5千分1地形図)	国土地理院	ポリゴン	一部地域
微地形区分 (確率論的地震動予測地図の表層地盤)	防災科学技術研究所	250mメッシュ	全国
治水地形分類図(更新版)	国土地理院	ポリゴン	国が管理する河川流域のうち一部地域

ここでいう「地形分類」は、山地・丘陵地・台地・低地をさらに細かい分類の地形(扇状地や三角州等)に分類したもので、微地形区分とも呼ばれる。地図上のデータであり、それぞれのデータにより分類方法には違いがある。

「地形分類図」は、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として、土地の自然条件を調査し5万分1地形図に取りまとめられ、国土交通省がpdfファイルで公開している。調査・発行は、当時の経済企画庁および国土庁、都府県である。

「土地履歴調査」は、「地形分類図」と同様、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として調査されたもので、国土交通省がデータを公表している。集中豪雨の激化や地震災害の多発等により、土地の安全性に対する意識が高まっていること等を踏まえ、土地本来の自然地形や改変履歴等の情報が整備されたデータである。また、各機関が保有する災害履歴情報等を幅広く集約し、2019年度までに人口集中地区および周辺の区域(18,000km²)の整備を成果目標としている^{参1}。

「土地条件図」は、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料を提供する目的で、昭和30年代から実施している土地条件調査の成果を基に、主に地形分類(山地・丘陵地、台地・段丘、低地、水部、人工地形等)について示したもので、国土地理院より「数値地図25000」として公表されている。整備範囲は現状、都市の多い平野部や防災対策推進地域に限定されており、今後の整備計

² 概略、人口が1平方キロメートル当たり4,000人以上の地域

画については不明である。近年では 2010 年度から 2012 年度に、一部の地域について内容の一部（人工地形）を更新した図幅が整備されている。

「微地形区分」は、地震調査研究推進本部による「確率論的地震動予測地図」の作成に利用されている地形分類のデータである。従来の地形分類のデータの問題点の一つである地域による地形の分類方法の違いを廃し、全国にわたり統一的な基準により地形を分類したものである。その他の地形分類のデータがポリゴンと呼ばれる地形間の境界を示すデータとなっているのに対し、本データはおおよそ 250m（緯度経度を基準としており、正確には 250m ではない）を一辺とする四方形内の主な地形を示すデータとなっている。

「治水地形分類図」は、治水対策を進めることを目的に、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、詳細な地形分類および河川工作物等が記載された地図であり、国土地理院から公開されている。1976 年度～1978 年度にかけて整備されたが、基図や河川管理施設等の情報が古くなったことから、2007 年度以降、更新作業が進められ、順次公開されている。ヒアリング調査において、更新後の地図の精度が高いとする意見があり、本報告書では更新後の地図（治水地形分類図（更新版））を対象とした。



地形分類図
(5万分の1土地分類基本調査)



土地履歴調査
(5万分の1土地分類基本調査)



土地条件図
(2万5千分1地形図)



治水地形分類図 (更新版)

…整備済み
 …一部地域で整備済み
 (「微地形区分」は全国整備済みのため省略)

図 3.2 地形分類に関するデータの整備範囲 (2016年9月時点)

表 3.3(1) 「地形分類」に対する杉戸教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「微地形区分」は全国一律の精度であり、有効と考える。全国一律で整備されているものはこれぐらいしかない。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地形と揺れは定性的な関係はあるが、どの程度のばらつきがあり、どの程度の差があるかを考慮して区分を考える必要がある。例えば、台地のばらつきはこの程度で平均的には低地よりも揺れやすさが小さい、等ということ在地盤の層構造のサンプルデータから把握する必要がある。 ・地盤構造の地中の変化は地表の揺れに影響するが、それを地形分類だけで評価することは難しい。 ・メッシュデータの場合、丘陵地と堆積地等異なる地形分類の境界ではどちらかに集約されるため、弱い地形分類とされた場所ではクレームが出る恐れがある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 ・使えるデータはすべて使うか、あるいは、一律どの場所でも同じ精度で使えるデータに絞って使うか、方針を決める必要がある。全国一律で与えられる指標があれば、簡単な方法でも区分することを考えても良いと考える。ただし、指標の各値に対する揺れの程度の相対的な違いがわかっていること、あるいは、シミュレーションして算出しておく必要がある。 ・市区町村で地盤のデータ整備が行われているが、それぞれ基準が異なるので、全国的な制度である地震保険には利用しにくい。 ・高層建物(10階程度以上)になると、より深い構造を考慮する必要があり、ピンポイントの立地条件の影響は小さい。また、地形は表層地盤の影響を評価するものなので、それら建物に対しては適切な指標ではない。

表 3.3(2) 「地形分類」に対する中井教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地形と地盤構造はある程度相関があると考える。 ・ 一般に洪積台地は沖積低地(軟弱地盤)に比べ揺れにくく、震度で0.5から1.0程度異なる。これがわかるのは微地形であり、微地形は一次判断に使えると考える。 ・ 自然地形は現在の地形で区分することは許容できる。改変しているところは過去の地形を見る必要がある。 ・ 揺れ被害であれば、1/2.5万ポリゴンの精度があるデータなら区分に使えるのではないか。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 台地であっても上位、中位、低位と様々あるが、地盤構造との対応に未解明な部分があり地震動に差をつけられるかわからないところがある。また、亜炭鉱跡地³のように空洞があれば揺れが大きくなる場所もあれば小さくなる場所もある。細かく分類していくと被害の起こりやすさの大小の評価は難しい。 ・ 亜炭鉱跡地は調べればわかるが、採掘等(空洞も)は例外的なものであり、ここまで触れるとどれも区分できなくなる。 ・ 「土地条件図」は、水害や高潮により繰り返し被害が発生した地域を対象に調査されたものであり、国土の1割程度の範囲の整備にとどまるため使えないのではないか。また、情報が古く、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・ 土地分類基本調査の「地形分類図」は、その土地の大学機関に委託され現地踏査や航空写真等を踏まえて作成されたため、図幅ごとに担当者が異なり分類が異なるものの、利用できるデータの中では最も有力である。ただ、作成後のフォロー(メンテナンス)がなされていない。全国を統一した分類で整理しなおしたのが「微地形区分」である。ただし、当該データで使われている250mメッシュはメッシュ内で地形が変化していることが多いため、少なくとも液状化に関しては粗い(台地の枝谷等が抽出できない等)と考える。より細かいメッシュでもそのサイズに係らず、精度の観点から納得感が得られず使えないのではないか。 ・ 地形でスクリーニングするにはメッシュではなくポリゴンの方がよい。その際、縮尺(精度)は基本的には1/2.5万でよいと考えるが、台地と低地の境界等、場所によってどのように境界を判断し分類したか明記されていないため、納得できるか心配な点がある。 ・ 定性的には地形でスクリーニングすることは可能と考えるが、個々の地盤の特性は地域特有の問題がある。例えば、ピート層(北海道)や関東ローム層、まさ土、シラス⁴は一般的な土とは振る舞いが異なる。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域ごとに差をつけることは原則賛成である。

³ 燃料である亜炭を採掘した跡地。手当が施されていない廃坑空洞が残された場所では、地表面の陥没や構造物の沈下・傾斜等の被害が発生している。

⁴ 関東ロームは関東地方、まさ土は中国・四国・近畿地方、シラスは北海道東南部から関東地方にかけての主に太平洋側および九州地方に分布

表 3.3(3) 「地形分類」に対する福和教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 連続的に変化するせん断波速度等の指標では閾値を設定することは難しいため、明快な区分を与える地形分類の方が使い易いのではないかと。 ・ 一般市民にも馴染みのある地形分類は社会的にも説明性があり、合意しやすいのではないかと。本来、地盤調査データに基づいた評価が望ましいが、それには多くの専門家が必要となる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 丘陵地等では人工改変は多いため、改変の有無は更新していくべきである。 ・ 地形はメッシュではなくポリゴンで区分することが原則である。地形変化の少ない場所はメッシュも使えると考えるが、地形変化の激しい場所は現地の地形を確認しないと間違いを起してしまう。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本来、地震保険は人口密度に応じた解像度が望まれる。特に都市部は人工改変が多いため、都市部のデータの一層の充実が望まれる。 ・ 地形変化の激しい場所は、敷地にあるボーリングデータで確認し、その結果をフィードバックして改善していくシステムがあると良い。 ・ ある周期で揺れが増幅しやすい構造物(高層建物)は、地盤の周期特性を考慮する必要がある。地形では周期特性を考慮できない。 ・ 地域の地形・地質に詳しい地元の地盤調査会社の協力が必要である。 ・ 産・官・学で合意の取れた基礎データが共有できるとよい。

表 3.3(4) 「地形分類」に対する翠川教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低層住宅に対しては浅い地盤の影響が大きいいため、地形だけで揺れやすさを判断することは難しいが、地形であれば揺れやすさとの定性的な関係が一般の方にも理解されやすいと考える。 ・ 現状、全国的に得られる情報としては地形が挙げられる。「微地形区分」は課題があるが、国や自治体で利用されている。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」と増幅の関係は既往の研究で確認されているが、「地形分類図」は増幅とどういった関係にあるか確認されているか等、評価に用いるデータがどのようなものかわからないと判断は難しい。 ・ 実績のあるデータでないと利用できないのではないかと。例えば、「土地条件図」の地形分類と増幅の関係は論文になっていないため使用する場合は検証が必要と考える。 ・ 地形だけで揺れやすさを判断することは難しい場合もある。例えば、火山噴火によるロームが堆積した台地では、ローム層が薄い部分は揺れにくい、ローム層が厚く積もって標高が高くなっているところは揺れやすいという特徴があり、台地の上の方が揺れにくいという傾向には例外もありうる。 ・ メッシュデータを用いると、複数の地形が混在するメッシュでは、台地に位置する住宅が低地に属すると判断される場合もある。そのため、保険料の割増に「微地形区分」を用いると保険契約者からの不満が生じる可能性がある。 ・ ポリゴンであっても原図の精度を考えないといけないのではないかと。例えば、国土数値情報⁵のメッシュは都道府県で作成された「土地条件図」を数値化したものであり、原図は1km程度の精度しかないため、1kmメッシュにしているのではないかと。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられ、地形だけでは説明が難しい。 ・ 地域史や地名等を含めた総合的な所見を用意しておくとう理解を得やすくなると考える。社会にどのくらい説明できるか(納得してもらえるか)が大切である。 ・ メッシュサイズによる空間分解能について、何 m メッシュならリスク区分する際問題があつて、何 m なら問題ないということではできないのではないかと。 ・ ボーリング等の点の地盤情報を面的に補間するための情報として地形分類は重要である。利用可能なのは現状、地形分類ぐらいしかない。現在、国や研究機関により地盤データの整備が行われており、地盤データベースの高度化に物理探査データと地形を用いている。

⁵ 国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に資するために、地形、土地利用、公共施設等の国土に関する基礎的な情報を地図データとして整備したもの

表 3.3(5) 「地形分類」に対する安田教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に第三紀以前⁶の地層(山地)や更新世⁷に堆積した丘陵地、台地は沖積層⁸に比べ地盤が硬く揺れにくい地盤であるため、リスクが低い地域と考えることはできる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れは震源からの伝播経路が影響するため、表層の特徴を捉えている地形図だけでは不十分である。より深い地盤(工学的基盤⁹以深)の影響をみるには地質図¹⁰の利用が必要になるのではないかと考える。 ・ 地表の不整形地盤で危険な場所(例えば、低地と台地のキワ)は、地形図(ポリゴン)を用いて抽出することは可能と考える。 ・ 揺れはより深い構造(工学的基盤の不整形性)で特徴づけられることがあるため、地形の境界で揺れが異なる場合と異なる場合がある。谷底低地¹¹のように揺れの異なる境界を抽出できる場合もあれば抽出できない地形もある。 ・ 境界付近に位置する建物を区分する際、境界の精度の問題がある。領域判定の場合は、1/2.5万程度よりも精度が良い必要があると考える。 ・ 丘陵地・台地でも盛土した造成地で揺れが大きくなることもある。 ・ 造成宅地では切土部、盛土部で揺れが異なることがある。切土部・盛土部を抽出するために、宅地耐震化推進事業¹²の盛土地に関する情報の利用も考えられるが、宅地耐震化推進事業において精度の粗い(数メートル位置がずれる)地形情報を使っている場合は、誤差範囲を示す必要がある。誤差範囲を示した上で、安全なところの抽出はできる、と説明した方が不満は出にくいと考える。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法によって判定(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)が変わってしまう、分類の精度の問題がある。場所によっては(同じ地形が広がっていれば)250mメッシュでもよいが、一律250m、50m等とは言えないのではないかと。少なくとも50mメッシュのデータが必要と考えるが、50mより細かい範囲で地形が変わっている可能性もある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクが低い場所は盛土等の改変に注意すれば地形で区分することは可能と考えるが、リスクが高い場所は場合により深い地盤の影響も考慮する必要があり、地形だけでは不十分と考える。

⁶ およそ 260 万年前以前

⁷ およそ 260 万年前～1 万年前

⁸ およそ 2 万年前以降に堆積した軟弱な地層

⁹ 構造物の重量を支えるのに十分な支持力がある地層

¹⁰ 地下にどのような種類の石や地層が分布しているか示した地図

¹¹ 山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地

¹² 大規模盛土の崩壊による住宅流出被害を軽減するため、変動予測調査(大規模盛土造成地マップ作成)を行い住民への情報提供等を図るとともに、滑動崩落防止工事の実施により耐震性を向上させることに要する費用について補助する事業

表 3.3(6) 「地形分類」に対する若松教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に第三紀以前や更新世の地層からなる山地・丘陵地・台地は、完新世¹³の低地や埋立地に比べ地盤が硬く揺れにくい地盤であるため、リスクが低い地域と考えることはできる。 ・ ただし、山地や丘陵地のような傾斜地では、人工改変することなく大規模な宅地を造成することは少ないため、原地形の他に、大規模な人工改変の有無や切土・盛土地域の情報があつた方がよい。 ・ 「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・ 「土地履歴調査」は調査を 1/2.5 万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・ 「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・ 2万5千分1治水地形分類図(更新版)は、1976～1978年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川¹⁴の平野部に限定されている。 ・ 「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」は 250m メッシュのため、1棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗い。ただし、全国をカバーしており統一基準で分類されているため、低地と、標高の高い地形(台地・丘陵・山地)との境界については、領域表示の「地形分類図」を参照することで、このデータも利用できる可能性がある。 ・ 山地や丘陵地のような傾斜地を人工改変して造られた宅地は、切土や盛土といった造成方法によりリスクが異なると考えられるため、切土部と盛土部を区別することが望ましい。切土・盛土の宅地ハザードマップが自治体から全国的に公開されれば使えるが、整備されているのは一部の自治体のみである。 ・ 切り盛り造成地の抽出には、航空写真測量による造成前の 2万5千分1以上の縮尺の地形図が必要である。航空写真測量を用いた地形図の整備は 1960年代半ばに開始されたが、この時点では大都市部で造成が進んでいるため造成地の抽出ができない地域もあり、全国的な利用は困難である。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」は 250m 以上の細かいメッシュで整備する予定はない。

¹³ およそ 1 万年前以降

¹⁴ 国が直接管理する河川

(2) 最大速度増幅率／AVS30

「最大速度増幅率／AVS30」を測定するために現状で利用可能なデータを表 3.4 に示す。また、専門家の意見を表 3.5 に示す。

表 3.4 「最大速度増幅率／AVS30」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
最大速度増幅率／AVS30 (確率論的地震動予測地図の表層地盤)	防災科学技術研究所	250m メッシュ	全国

この「最大速度増幅率」は、地震調査研究推進本部が作成しているいわゆる地震のハザードマップ「確率論的地震動予測地図」に利用されているデータである。防災科学技術研究所の地震ハザードステーション (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) において「表層地盤データ」として公開されている。「最大速度増幅率」は、地表付近の地盤において地震の揺れが大きくなる効果を「AVS30」を使って推定したもので、250m メッシュで全国整備されている。

「AVS30」は、「最大速度増幅率」と同様に「確率論的地震動予測地図」の作成に用いられており、上述の「表層地盤データ」に収録されている。この「AVS30」は、「地形分類」の測定に用いるデータの一つである微地形区分（確率論的地震動予測地図の表層地盤）を用いて推定されるもので、250m メッシュで全国整備されている。

表 3.5(1) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する杉戸教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 相対的な比較となるため、大小を判断する基準を決める必要がある。 ・ リスク区分の決定には基準となる地震動レベルを決定する必要がある。また、様々なタイプの地震動の増幅を検討しておく必要がある。 ・ 地形から推定する「AVS30」は、メッシュ内のボーリングデータを地形別に収集したものを平均化等しているため、地盤構造から直接算出したものと比べ精度が悪い。なお、本来、層上部が硬く下部が軟らかい地盤とその逆とで増幅特性は異なるが、地盤構造から算出する「AVS30」はこうした特性が考慮できない(「AVS30」は同じ値となる)。 ・ 「AVS30」が正確であっても、増幅率に置き換える過程で精度が落ちる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 ・ 低層住宅は、表層 10-15m の影響が強いため「AVS30」ではなく AVS10 や AVS15 の方が低層住宅を評価する指標としては適している。 ・ 高層住宅は、より深い地盤を考慮する必要があるが、平均せん断波速度の場合、平均値の意味を成さなくなる(一般に深い地盤は硬く、せん断波速度も大きくなるため、平均をとる範囲を広げると深い地盤のせん断波速度が支配的になる)。

表 3.5(2) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する中井教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広い範囲を対象にする場合、「微地形区分」しかなく、「微地形区分」に堆積層厚等の効果を加味している「最大速度増幅率／AVS30」は目安にはなるかもしれない。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ メッシュはそのサイズに係らず、精度の観点から納得感が得られず使えないのではないかと。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ このデータの「AVS30」は地形分類から推定されたものであるため、「AVS30」を使うなら地形分類でよいのではないかと。

表 3.5(3) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する福和教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 地震の揺れは、強さ、周期、継続時間等の値で特徴づけられる。本来、これらすべて考慮できるものがよいが、困難な場合には、揺れを速度や震度等に単純化して考える方法がある。 地震動の入力¹⁵を考慮した時刻歴応答解析¹⁶を行わない場合、増幅度マップしか使えないのではないかと。 「AVS30」を推定する際、標高等も加味し表層厚を間接的に考慮しているため、地形より良いと考えることもできる。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 連続的に変化するせん断波速度等の指標で閾値を設定することは難しいため、明快な区分を与える地形分類の方が使い易いのではないかと。 揺れの周期と建物の周期がずれていれば増幅は影響しない。 表層厚が 10m 程度の場所もあるため、そうした場所では AVS30 を用いることはできないのではないかと。 増幅度を推定する際、平野規模を考慮したほうが精度は良くなると考える。
その他	(なし)

表 3.5(4) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する翠川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 微地形区わからの推定はボーリングデータや PS 検層¹⁷結果に基づき推定する方法よりも精度が低いと考えられる。 「AVS30」でリスク区分を行う際、区分の閾値は説明性のあるもの(例えば被害分布と「AVS30」の関係)を考える必要がある。ただし、「AVS30」は連続量であるため閾値を決めることが難しい。 低層住宅の被害は短周期が影響するため AVS10(深さ 10m の平均せん断波速度)や AVS20(深さ 20m の平均せん断波速度)の方が適した指標ではないかと。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられる。 建物の高さ(周期特性)によって考慮する深さは異なるのではないかと。

¹⁵ 「外力」に同じ。被害をもたらす外からの力のこと。

¹⁶ 建築物を質量・ばね・減衰でモデル化し、地表面に時間とともに変化する地動加速度を与え、建築物の各階の応答加速度、速度、変位を計算する方法。建築基準法は、高さ 60m 超の超高層建築物等の構造計算を行う場合、時刻歴応答解析法を用いること、国土交通大臣が指定する特定性能評価機関でその構造計算内容等の審査を受けることを要求している。

¹⁷ 地盤内を伝播する波の速度を測定する調査。波の伝播速度は地盤の揺れやすさと密接に関係する。

表 3.5(5) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する安田教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れはより深い構造(工学的基盤の不整形性)で特徴づけられることがあるため、表層の特徴を反映した地形から推定した「AVS30」で揺れによる被害の起こりやすさの大小は評価できないのではないかと考える。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工学的基盤の不整形性を考慮した応答解析を行うと精度が高まると考える。

表 3.5(6) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する若松教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「最大速度増幅率／AVS30」は地形から推定されたものであるが、推定には標高、傾斜、山地からの距離が考慮されている。標高は河川の上流と下流での堆積物の違いを、傾斜は勾配による堆積物の変化を、山地からの距離は堆積層厚(基盤までの深さ)をそれぞれ表現し、深さ方向の影響も考慮されている。 ・ 区分に用いる閾値の検討が必要となるが、増幅率は揺れやすさを相対的に表現する指標であるため、本指標で区分するのも一案である。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増幅率は非線形性が考慮されていないと指摘する人もいるが、広域的なりスク評価には考慮されていなくても差し支えないと考える。
その他	(なし)

3.3. 理想的な指標

各専門家が考える「理想的な指標」について、ヒアリング調査により得られた、評価に必要なデータや評価方法、リスク区分の方法、評価実現のために実施されている取組みや実施した方が良く考える取組み等に関する意見を表 3.6 に示す。

表 3.6(1) 理想的な指標に対する杉戸教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表層地盤の良否が揺れやすさに一番影響すると思われる(深い地盤構造は戸建には大きくは影響しない)。表層地盤の軟弱さが震度のレベル、また、揺れの周期にも影響する。表層地盤の軟弱さを定量的に把握するには応答解析が必要となり、応答解析ができる層構造の情報が不可欠である。 ・ せん断波速度まで観測されている地盤は少ないのが現状である。N 値¹⁸だけを使うにしても、N 値をせん断波速度に置き換える際に構造モデルに関するばらつきが生じる。そのため、せん断波速度に基づく構造モデルを用いた応答解析結果と N 値を換算した構造モデルを用いた応答解析結果は 25～30%程度のばらつきが生じると考える。 ・ 地盤調査データに基づく応答解析を用いた個別評価は技術的には可能と考えるが、ボーリング調査や標準貫入試験¹⁹等の原位置試験²⁰や室内土質試験²¹等が全国一律で整備されていないため、全国を区分することは難しいのではないか。 ・ 揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 ・ 高層建築物では長周期の地震動の影響が大きいため、広い範囲の地盤構造が必要となる。 ・ 個々の建物の設計等において応答解析は必要だが、保険料を決める用途では別途簡便法を考える必要がある。

¹⁸ 地盤の相対的な硬さ。標準貫入試験を実施して得る。粘性土で 4 以下、砂質土で 10～15 以下は軟弱地盤と判定される。応答解析に利用する場合は、この値を推定式によりせん断波速度に変換する。

¹⁹ 地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。63.5kg のハンマーを高さ 76cm から落とし、サンプラーを地盤に 30cm 打ち込む。要した打撃回数が N 値である。

²⁰ 対象地点の地表またはボーリング孔等を利用して地盤の性質を現場で直接調べる試験の総称

²¹ 土および岩石試料の物理的・化学的および力学的性質を試験室において求める試験の総称

表 3.6(2) 理想的な指標に対する中井教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れの大きさによっては、軟らかい地盤で非線形挙動が起き(例えば、液状化)、揺れの強さが減衰することもあるため、非線形挙動を考慮した方がよい。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響する。広い範囲の地盤構造による三次元的な効果もあり、(ここで想定している)その地点の揺れやすさを評価するのは難しいのではないか。 ・ 戸建住宅は、建築基準法では耐震性能の確認は行わないこともあり、応答解析までは行わないことがほとんどではないか。 ・ 集合住宅は杭基礎にすることが多く、液状化を考慮して設計するため液状化による建物被害は起きにくいと考える。

表 3.6(3) 理想的な指標に対する福和教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震の揺れは、強さ、周期、継続時間等の値で特徴づけられる。本来、これらすべて考慮できるものがよいが、困難な場合には、揺れを速度や震度等に単純化して考える方法がある。 ・ 低層住宅は短周期の揺れを表現する指標、時刻歴応答解析を行う高層住宅は詳細な評価が可能な指標等、建物に応じた揺れの指標を選定する方法も考えられる。 ・ 地盤の周期特性や増幅特性は揺れの強さによって変化する。その際、浅い地盤だけではなく、深い地盤構造も影響する。 ・ ある周期で揺れが増幅しやすい構造物(高層建物)は、地盤の周期特性を考慮する必要がある。 ・ 揺れの周期と建物の周期がずれていれば増幅は影響しない。 ・ 立地も大事だが構造特性の問題も大きい。 ・ 地盤調査データは位置の精度は高いが、改変前等古い時期の調査データしかない場合もあり信頼度が低いものもあることに注意が必要である。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響する。 ・ 現在、国・研究機関により高解像度の地盤モデルを作成している。

表 3.6(4) 理想的な指標に対する翠川教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増幅度は周期特性も考えないといけない。木造の戸建住宅に影響する周期帯を考慮するにはスペクトル増幅²²を使う必要があるのではないか。 ・ 戸建住宅では深い地盤構造モデルまで考える必要は無いと考える。一方、長周期地震動により被害を受けると考えられる高層住宅は、深い地盤構造が影響すると考える。 ・ 地盤応答解析が可能な層構造を使うことが理想的ではあるが、対象地点で層構造データがない場合が多いため、被害想定調査等で行われている物理探査データを地形等の情報で補間したデータを利用するしかないのではないか。ただし、補間の際、地下構造が変わるところの層構造を把握する必要があるが、地下構造が変わっていることをどのように判断するか等の課題がある。現在、国により地盤データの整備が行われており、地盤データベースの高度化に物理探査データと地形を用いている。

表 3.6(5) 理想的な指標に対する安田教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物を支持するのに十分な強度を持ち、地震時においても支持力を失わないとされる良い地盤であっても、建物の固有周期と地盤の揺れの周期が合えば建物は壊れる可能性がある。 ・ 表層地盤の軟弱さが震度のレベル、建物の被害程度に影響する。古い建物は地盤の影響を受け被害が大きくなる可能性がある。一方、新しい建物は耐震化しているため実際には全壊は起き難いと思う。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響するが、三次元的な効果も考慮した応答解析ができるようになってきている。(ここで想定している)その地点の揺れやすさを評価するにはこれらも必要である。 ・ 入力レベルを考える必要がある。全国で基準がそろってくるのが前提であると考えられる。

²² 地震動の揺れは様々な周期成分から構成されている。どの周期成分の地震動が強いのかを確認するものとしてスペクトルがある。スペクトル増幅は、表層地盤の揺れやすさをスペクトルで表現したもの。

表 3.6(6) 理想的な指標に対する若松教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データ(PS 検層データ)を用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> 大規模構造物建設にあたっては、ボーリング調査や土質試験に加えて、PS 検層結果を用いた地盤の応答解析が行われており、解析から求められた増幅度は最も理想的な指標と言える。しかし、PS 検層データの利用は、既存データが少ないこと、新規実施には高額な費用が発生することから、全国的なリスク区分に使用することは現実的とは言えない。このため、現状では「最大速度増幅率/AVS30」を利用するのが良いと思われる。ただし、250m メッシュデータでは固い地盤(山地・丘陵・台地)と軟らかい地盤(低地・埋立地)の境界線が粗いため、250m メッシュデータと領域表示の「地形分類図」を併用するか、または領域表示の「地形分類図」を利用して、上記の境界線のみ 100m メッシュにする等、境界の高精度化を図ることが必要と考えられる。

3.4. 指標等に関する専門家の意見一覧

揺れによる被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を表 3.7 に示す。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（1 / 9）

概説	<p>【揺れの要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表層地盤の良否が一番影響すると考える。表層地盤の軟弱さが震度のレベル、また、揺れの周期にも影響する。さらに悪いところを探すとすると、不整形地盤になるのではないか。 ・ 定性的には表層地盤が硬いと揺れにくく、軟弱だと揺れやすい。 ・ 揺れやすさの支配要因として、軟弱層の厚さ、腐植土層や泥炭層の分布が挙げられる。腐植土・泥炭が堆積しているところは局所的に揺れやすい。ただし、堆積している地域が局所的であり、リスク区分に反映されなくてもやむを得ない。 ・ 丘陵は切り盛りがあるため盛った場所、ため池を埋めた場所が揺れやすい場所であろう。 ・ 揺れの強さを絶対値として推定することは難しいが、その地域に同程度の地震動が来たときに、ごく表層近くの地盤で地震動が大きく変わることは良く知られている。 ・ 地盤の内部減衰²³が同じであれば軟らかい地盤の方が揺れは大きくなるが、地盤が塑性化する強震時は履歴減衰²⁴が増えるためよくわからないのではないか。 ・ 地盤が液状化すると建物に揺れが伝わりにくくなることは定性的には言えるが、液状化したらいつも揺れが小さくなるわけではない。 ・ 液状化が揺れの低減にどれくらい影響があるのかを把握することは難しい。 ・ 液状化が発生すると、地盤の震動の減衰が大きくなり揺れを低減させることがあるが、相当大きな揺れがきたら液状化地盤でも木造家屋は不等沈下²⁵等の被害を受ける。 ・ 不整形地盤の影響は大きい。 ・ 揺れやすさは地盤の不整形性が影響するが、その地点の揺れやすさを評価するのは難しいのではないか。 ・ 不整形性を評価しないと揺れやすさは評価できないのではないか。 ・ 不整形地盤は、台地から低地に降りるところ、谷底低地の入り込んできているところが危険である。地形からは低地と台地のキワが抽出できない恐れがある。 ・ 谷底低地は三次元的な効果で揺れる。不整形地盤の影響は研究段階にありはっきりしていない印象である。 ・ 一般には台地の方が谷底低地より揺れにくい、台地の端は揺れる。 ・ 盆地効果²⁶は、深い地盤構造が影響するが、その地点の構造だけではなく、県単位等広い範囲で見る必要がある。また、地震波の到来方向も影響するので、深部地盤を直接的に考慮するのは難しいのではないか。その地点で判断できるのは微地形ではないか。
----	--

²³ 材料としてもっている固有の減衰

²⁴ 地震の揺れによって地盤の変形が大きくなると、そこでエネルギーが消費されて揺れが減衰する。これを履歴減衰と呼ぶ。大きい地震力を受けると、変形が大きくなり、履歴減衰の影響が強くなる。

²⁵ 構造物が傾斜を伴いながら沈下すること。不同沈下ともいう。

²⁶ 盆地内部において地震の波に複雑な反射や集中が起こって地震の揺れが大きくなる効果

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（2 / 9）

<p>概説 (続き)</p>	<p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化はごく表層の地盤が関係するのに対し、増幅率は深い地盤構造が効いてくる。 <p>【保険の対象、構造等と揺れリスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 立地も大事だが構造特性の問題も大きい。 ・ 地震動の卓越周期と建物の固有周期との関係もあるのではないかと。 ・ 揺れによるリスク区分は建物の応答の問題ではないかと。地盤がよいとされる、台地のキワではない部分でも固有周期が合えば建物は壊れる可能性がある。 ・ 建物にとってどういう揺れの指標が厳しいかが重要。例えば、古い木造戸建住宅は周期1秒程度が厳しい。しかし、強い住宅の場合は0.5秒が厳しいかもしれない。 ・ 低層住宅は短周期の揺れを表現する指標、時刻歴応答解析を行う高層住宅は詳細な評価が可能な指標等、建物に応じた揺れの指標を選定する方法が考えられる。揺れの指標は、強さ、周期、継続時間等が挙げられるが、すべてを考慮することが困難な場合には、加速度や速度、変位、震度等に単純化して考える方法がある。 ・ 同じ構造の建物であっても、壊れる建物と壊れない建物とは、強度ではなく固有周期が違うかもしれない。保険の対象を細分化して、それぞれの立地リスクを考えるアプローチは複雑で大変ではないかと。 ・ 戸建住宅では深い地盤構造モデルまで考える必要はないのではないかと。 ・ 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられる。 ・ 表層 10-15m の地盤が低層住宅に影響するのではないかと。 ・ 長周期の波が卓越する原因の一つに盆地効果が挙げられる。盆地効果は、深い地盤構造が影響するため、長周期地震動により被害を受けると考えられる高層住宅は、深い地盤構造が影響する。 ・ 深部地盤の不整形性は、周期の長い構造物に影響する。 ・ 深い地盤構造は戸建には大きくは影響しないと言える。 ・ 深い地盤構造の戸建住宅への影響はよくわからない(不整形地盤が戸建住宅にも影響する可能性がある)。 ・ 古い建物は地盤の影響が如実に出る可能性がある。その際、良い地盤は、洪積台地、丘陵であり、悪い地盤は沖積、谷底低地等の不整形地盤だが、定量的に言えないのではないかと。 ・ 新しい建物は耐震化しているので実際には全壊は起き難いと思う。 <p>【考慮すべき地震動】</p> <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな地震を対象にするのか、地震の議論が無くてよいのか。 ・ 地震動レベル(L1²⁷, L2²⁸)の議論は必要ではないかと。L1, L2 を考えれば3段階になるのではないかと。L1, L2 の位置づけの表があるとわかりやすい。 ・ 来るか来ないかの外力を対象にしてもしょうがない。建物の供用期間を考えると戸建で L2 に対応するのは困難 ・ 揺れと液状化は L1 地震が良いのではないかと。住宅では L2 地震対応は行わない。
--------------------	---

²⁷ 当該建築物の耐用年数中に一度以上受ける可能性が大きい地震動（または津波）

²⁸ 当該建築物の敷地において、過去および将来にわたって最大と考えられる地震動（または最大規模の津波）

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（3 / 9）

<p>概説 (続き)</p>	<p>【指標の考え】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面的なことだけではなく、各指標の原資料が何かをきちんと調べる必要がある。 ・ 指標は原指標があれば出せるものであり、その算出方法は更新されるべきものである。原指標はほとんど変わらないが、指標は将来的に変わっていく。 ・ 推定値については今後変わってしまう可能性があるのか、吟味した上で選択する必要があるのではないか。 ・ 推定式は時代と共に変わるべきものであるため、変わらない原資料で区分した方が良いかもしれない。 ・ 国や自治体が出したデータであっても検証が必要
<p>指標/データ</p>	<p>【浅い地盤構造】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ せん断波速度まで観測されている地盤は少ないのが現状である。N 値だけを使うにしても、N 値をせん断波速度に置き換える際に構造モデルに関するばらつきが生じる。そのため、せん断波速度に基づく構造モデルを用いた応答解析結果と N 値を換算した構造モデルを用いた応答解析結果は 25～30%程度 のばらつきが生じると考える。 ・ 戸建住宅では標準貫入試験は行わないのではないか。 ・ 戸建住宅の地盤調査はスウェーデン式サウンディング調査 (SWS)²⁹ がほとんどであるが、SWS の結果は換算 N 値であり、標準貫入試験の N 値との関係の信頼性が低く、地質がわからない。また、地下水位もわからない。そのため、基本的に液状化には使えない。 ・ 敷地の外の地盤情報を用いるのは精度の観点から難しいが近傍ボーリングと SWS より、ボーリング間が連続的に変化していることが確認できれば (SWS とボーリングが整合していれば) 使用できるのではないか。ただし、高度な専門知識が必要になる。 ・ 宅地開発されているところは地盤情報があるので積極的に評価しても良いのではないか。 ・ 個人で取得できる情報としては、常時微動³⁰、ボーリング、表面波探査³¹、SWS が挙げられる。 ・ ボーリングデータは戸建住宅を建てる土地や畑等では無い場合の方が多い。下水工事をする際にボーリングをするが深さは 5m くらいで、道路沿いにしかない。 ・ ボーリングデータは全国的に見ると 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多く、特に旧河道や内陸の埋立地等、地盤条件が悪い地域はボーリングデータが皆無に近いのが実状である。ボーリングデータのみ依存するリスク評価も完全ではない。 <p>【最大速度増幅率・震度増分³²】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボーリングデータを利用したローカルな増幅率を使うべきではないか。 ・ 相対的な値を代表値として与えられるかが課題 ・ 絶対値としての入力レベルおよび被害の形態を決めないと区分できないのではないか。

²⁹ 地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。深さ 10m 程度までの軟弱層を対象とする調査。ロッド先端にスクリーポイントを取り付け、貫入量および回転数を測定する。

³⁰ 風や海の波といった自然現象や、車の走行や工場の機械といった人工的な振動源による地面の振動。常時微動を測定することで、地盤が持つ揺れやすい振動の周期を把握することができる。

³¹ 人工的に発生させた地震波を観測することで、地中の地盤構造や地盤の硬軟を把握する調査

³² 表層地盤の揺れやすさを震度がどの程度増加するかという指標で表したもの。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（4 / 9）

指標/データ (続き)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準となる地震動をどれくらいにするのかが議論されていない。基準を決めないと区分の候補は決められないのではないか。 ・ 自治体のハザードマップは市民の防災意識啓発のために作成している場合が多い。そのため、例えば建物の被害予測において揺れの強さを指標として予測する際、液状化による低減効果を見込まず線形で評価することが多い。本来、液状化で壊れるものを揺れによって壊れるようにしているものもあり、現象的に正しい評価をしていないのではないか。 ・ 揺れの結果はハザードマップを作った人に依存してしまう。 ・ 地盤の増幅度は難しい面もある。本来、建物と周期がずれていれば増幅はあまり影響しない。 ・ 地震動の入力を考慮した時刻歴応答解析を行わない場合、増幅度マップしか使えないのではないか。 ・ 揺れやすさの差をみる相対値としての利用になるのではないか。 ・ 増幅度は周期特性も考えないといけない。木造の戸建住宅に影響する周期帯を考慮するにはスペクトル増幅を使う必要があるのではないか。
	<p>【土地条件に基づく揺れやすさ】^{参2}</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れやすさは「小」と判定される斜面(山地)でも崩壊する危険性がある。^{参3} ・ 論文になっていないため使用する場合は検証が必要であると考え。 ・ 台地は揺れにくいが台地の端は揺れるため、「台地・段丘」が「揺れやすさ小」となるのは違和感がある。
	<p>【地盤が軟弱な区域³³】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 町丁目の境界と地盤の境界は無関係であるため、精度の面で使えないのではないか。
	<p>【AVS30】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 層上部が硬く下部が軟らかい地盤とその逆とで増幅特性は異なるが、地盤構造から算出する「AVS30」は同じ値となるため、使用するには注意が必要である。 ・ 「AVS30」はメッシュごとN値や似た表層地質でグルーピングしているため、かなり粗いのではないか。 ・ 堆積層の厚い大規模平野には「AVS30」が、小規模平地はAVS10等が適していると考えられる。 ・ 「AVS30」は推定値なので「土地条件図」や「微地形区分」とは異なる。また、「AVS30」の推定方法は様々ある。例えば、内閣府では増幅度を過小評価しないようにシグマモデル(平均値-1σのAVS30とする)を用いている。 ・ ボーリングデータのN値からVsを推定する方が、「微地形区分」からの推定よりも精度は高いのではないか。 ・ 低層住宅の被害は短周期が影響するためAVS10(深さ10mの平均せん断波速度)やAVS20(深さ20mの平均せん断波速度)の方がよいようにも思える。中・高層住宅には「AVS30」の方が適していると考えられる。 ・ 「AVS30」をどの指標で測るかという話でいうと、PS検層の結果があれば、もちろん指標となるだろう。

³³ 地盤が弱く不同沈下のおそれがある区域、地震時に液状化するおそれがある砂質土地盤区域、地盤が1980年建設省告示で定められた第三種地盤に該当する区域として特定行政庁が指定した区域。町丁目単位で指定される。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（5 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「AVS30」の基準値はある値に決めてやるしかないのではないか。やるとしても割引はやりやすいが割増はやりにくいと思う。例えば「AVS30」が250m/s だから相対的に揺れにくいので線を引きます、と決めた場合、その線を引く時は説明性のあるもの(被害分布と「AVS30」の関係等)を考えないといけないのではないか。 ・「AVS30」がいくらだったら大丈夫とはいえないのではないか。 <p>【地形分類(微地形分類、土地条件図)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形区分が震度とどう関係しているかが大切である。 ・今ある地形のデータを用いて区分するのは乱暴ではないか。安全側の評価(危険)とすることが考えられる。 ・沖積の軟弱地盤は震度が大きく、近傍の洪積台地上に比べると0.5から1.0違う。それがわかるのは微地形であろう。 ・台地等、硬いところであっても亜炭鉱跡地のように空洞があれば揺れが大きくなるところもあれば小さくなるところもある。亜炭鉱跡地は調べればわかる。 ・層構造がわかったほうが良いが、地形と地盤構造はある程度相関がある。 ・揺れは地形を判断基準にするなら区分に使えると考える。 ・小高いところ、良い地盤で平らなところは「リスクが特に低い地域」といえるのではないか。 ・台地・丘陵部であっても谷筋や切土・盛土、旧ため池はリスクが高いグループである。(谷筋は土砂災害の危険性があり、また、地盤が軟らかい。切土は背後ののり面が崩壊することがある。盛土は自分が崩壊する。) ・地形だけで揺れやすさを判断することは難しいのではないか。例えば、氷河期に削られた上に火山噴火によるロームが堆積した台地がある。この台地ではローム層が薄い部分は揺れにくい、ローム層が厚く積もって標高が高くなっているところは揺れやすいという特徴を持っている。 ・地形からは不整形地盤で危険な場所(低地と台地のキワ)が抽出できない恐れがある。 ・丘陵地の造成盛土も滑るため問題である。 ・盛土が弱く危険な原因は、振動レベルに加え崩壊してしまうことである。盛土の崩壊を揺れやすさに置き換えることも考えられる。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中で変化しているものは反映されない。 ・区分すると、地形は数値ではなく記号になるが、台地であってもいろいろある(上位、中位、低位)ため、そのどこを緑(リスクが特に低い地域)にして、赤(リスクが特に高い地域)にするといった線引きは難しい面があるのではないか。 ・「土地条件図」は古く(昭和50年代作成)、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・人口が集中する都市部は、集中度ゆえ地形改変するためリスクが高いと考えることができる。 ・地形改変が多い地域では、地形改変したかどうかの区分図が必要になるかもしれない。国土院が作成途中であるが、全国一律にない状況である。これは地震保険料率で本来考慮すべきことであれば、人に頼らず機構側で作ろう、となるのではないか。現状はデータがないため区分できないが、極めて重要なので機構が中心となって資料を整えるべきではないか。 ・地形であれば社会的にある程度合意できるのではないか。ボーリングに頼らず、地形が台地か低地かでも良いのではないか。 ・連続量に対して明快な閾値を設けることは難しい。区分の説明性を与える、明快な閾値が設定できる指標は、地形区分しかないのではないか。
------------------------	--

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（6 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高分解能の衛星画像と数値標高モデルを用いて、250m メッシュ別の「微地形区分」を 50m メッシュ別に細密化する研究(石井・他、2011)もある。この微地形区分も指標として考えられる。 ・ 良い地盤は、洪積台地、丘陵であり、悪い地盤は沖積、谷底低地等の不整形地盤だが、定量的に言えないのではないか。 ・ リスクの特に低い(明らかに安全)な区分の可能性としては、山地、丘陵、台地で盛土していないところ、採掘も行われていないところになるのではないか。この条件にすればかなりの精度で地域を抽出できるのではないか。 ・ 大規模盛土造成地³⁴のマップ作りは、今実際に作業を行っているため、利用すべきと思う。 ・ 人工改変していない山地、丘陵地、台地は、リスクが特に低いと区分できる。ただし、山地や丘陵のような傾斜地に改変することなく大規模な宅地を造成するケースはほとんど無いため、造成地の場合は切土部と盛土部を区別することが望ましい。 ・ 「土地履歴調査」は統一的で精度の良い地形分類が行われおり、人工地形分類図も整備されているため、この調査が実施された地域で、山地、丘陵地、台地はリスクが低いと区分することも一案である。
	<p>【標高(傾斜)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 傾斜と揺れやすさの関係について、USGS(アメリカ地質調査所)の Wald 氏が調べている。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的なハザードマップは啓発のために作成されるため、軟らかい地盤は揺れるように計算している場合がある。軟らかい地盤は標高が低いため、水害危険度も高く、また、液状化危険度が高いため、それらの危険度を揺れの危険度に見込んでおきたいのではないか。 ・ 立ち位置を明快にすると、標高だけで良いかもしれない。
	<p>【精度】</p> <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 丘陵地と堆積地の境界でメッシュに集約した地形が同じになることがあり、クレームがでるのではないか。 ・ 地震動の増幅に関しては 50m メッシュでよいと考えるが、より表層地盤の影響を大きく受ける液状化は厳しい。 ・ 250m メッシュは粗いため、岐阜市では 50m メッシュで行っているが、対象とする木造家屋1軒1軒には使いにくい。 ・ 戸建住宅位置の地盤の層構造はせめて 50m メッシュで考える必要がある。それぞれの地盤の代表的な層構造でメッシュの層構造が求められていればよい。 ・ 50mメッシュ層構造モデルが全国一律であれば区分に使えるだろう。都市部は細かいメッシュで検討されているため、被害想定メッシュデータが一部利用できるのではないか。 ・ 地形はポリゴンが良い。 ・ 地形分類の精度なら区分に使えるのではないか。 ・ 「地形分類図」は図幅ごとに分類が違う。統一的にしたのが若松先生のデータである(ただし、メッシュデータである)。

³⁴ 盛土の面積が 3,000 平方メートル以上、または盛土をする前の地盤面の傾斜が 20 度以上かつ盛土の高さが 5 メートル以上の盛土造成地

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（7 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ メッシュはサイズに係らず、精度の観点(砂が堆積した埋立地とシルトが堆積した埋立地が区別できない、台地の枝谷等が抽出できない)から使えないのではないか。 ・ 地点の選別にメッシュは難しいためポリゴンがよいが、液状化では 1/2.5 万の地図でも厳しいかもしれない(大丈夫かもしれない)。 ・ ボーリング調査は位置の精度は高いが、ボーリング調査によっては精度が低いものもあることに注意が必要である。 ・ 250m メッシュより 50m メッシュの方が良いとは言えるが、何 m メッシュなら大丈夫というのは断言できない。 ・ 250m メッシュでは説明性が薄い。一般論では 250m メッシュではクレームが多いと考える。ただし、50m や 100m だからといって大丈夫とはいえない。 ・ メッシュデータは台地に位置する家が低地に属すると判断されてしまう場合もあるため、割増だと契約者から不満が出て使いにくい。割引には使えると思う。 ・ 明らかに台地にあるのに違う地形とされている場合には、素人でもわかる現地目視調査ルールを作って査定員を派遣する等の対応が考えられるが、件数が多いと困るのではないか。 ・ 1/2.5 万の地図の精度の問題も注意事項として挙げたほうが良い。 ・ 領域判定の場合は、1/2.5 万よりも精度が良い必要がある。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)によって、判定が変わってしまう。 ・ 少なくとも 50m メッシュのデータが必要(50m メッシュで取組み始めている) ・ 精度は、境界の精度と分類上の精度がある。 ・ 「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・ 「土地履歴調査」は調査を 1/2.5 万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・ 「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・ 「治水地形分類図(更新版)」は、1976～1978 年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川の平野部に限定されている。 ・ 「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。ただし、1 棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗いが、ボーリングデータも 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多いことを考えると全国的に精度良いリスク評価を行うことは困難であることから、250m メッシュデータが一概に平面的に精度が悪いとは言い切れない。
------------------------	---

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（8 / 9）

<p>その他</p>	<p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ できればより細かいメッシュ単位で、定量的な違い(応答解析の結果)が入れられたらよい。応答解析ができる地盤の層構造の情報が不可欠である。 ・ 揺れやすさは液状化ほど差がつかないため、明らかに安全・危険という線を引くことが難しいのではないか。 ・ 採掘等(空洞も)は例外的なものであり、ここまで触れるとどれも区分できなくなる。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 不確定要素をどこまで取り入れるかは裁量にかかっているのではないか。 ・ アメリカ・カリフォルニア州の Seismic Hazards Mapping Act³⁵や活断層法³⁶を調べてみてはどうか。Seismic Hazards Mapping Act は、液状化の可能性のある場所での建築には原則対策を要するが、その可能性がないことが証明できれば対策を不要とするものである。Seismic Hazards Mapping Act で「揺れやすいエリア」への規制をしていない理由は、既存の耐震基準でカバーできているからである。 ・ 指標が連続量の場合、閾値は難しいのではないか。 ・ 1段階目で明らかに不公平なところを外し(地形で分ける)、2段階目で詳細に見る(ボーリングで分ける)といった流れになると考える。極端な判断は地形から行い、グレーゾーンはボーリングを見ることになるのではないか。 ・ 我々は自然科学や工学の専門家であって、保険の専門家ではない。立地条件によって、リスク区分する際の指標や区分したときの問題点は指摘できるが、これを保険に導入してよいかどうかについては、専門家の意見を斟酌した上で、別の場で判断すべきことと思う。 ・ 社会合意の話と信頼性の話はあわせなくてよいのではないか。すべて科学で話をするのは不遜ではないか。 ・ 頻度は高いが揺れがそれほど強くないものに対して被害を減らすことと、シビアな低頻度なものに対して被害を減らすことは異なる。割増引を考える際、頻度が多い方を助けたいのか、シビアなものを助けたいのか、その感覚を共有しておく必要があるのではないか。 ・ 地震保険料率に数値を反映させるのは決断力が必要である。 ・ 普通の地盤、明らかに硬い地盤、明らかに軟らかい地盤、で料率を変えることはできるのではないか。地盤による被害程度の差は、過去の被害事例をみて明らかである。ただし、家そのものの強度の方が効いてくるのではないか。 ・ ボーリングや地形を総合的に判断し、時間、コストをかけて丁寧にやれば区分できるのではないか。 ・ 個別評価は技術的には可能と考えるが、全国を区分することは難しいのではないか。
------------	--

³⁵ 強震動、地盤の液状化、(震動起因の)土砂災害等の地震ハザードについて、その起こりうる範囲(zone)を特定するとともに、そこで適切な調査・措置によって被害を軽減し、併せて市や郡の土地利用管理施策や減災策を推進させることを目的とするアメリカ・カリフォルニア州の法律。地震ハザード地帯での開発は、開発者が必要な地質・地盤の調査を行い、またその結果を受けた減災措置が開発計画に盛り込まれていない限り、開発は承認されない。また、地震ハザード地帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者に、そのことを伝えることが義務付けられている。参考2を参照のこと。

³⁶ 地表での活断層の変位によるビル等の建造物への被害を食い止める事を目的としたアメリカ・カリフォルニア州の法律。地方機関(市や郡)は、指定された地震断層帯内で実施される開発プロジェクトを規制する。開発プロジェクト実施の承認を得るには、専門家による地質調査を実施して、建築する建造物が活断層を跨いでいないことを示す必要がある。また、地震活断層帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。参考3を参照のこと。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（9 / 9）

<p>その他 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使えるデータがあれば、簡単な方法でも区分することを考えても良いと思う。 ・ 現在と過去の地形で制度化することは許容できる。揺れは 1/2.5 万で良いと思う。揺れは液状化ほど地盤構造に敏感ではない。 ・ 評価できるところ(データがそろっているところ)は積極的に評価していくアプローチがあるのではないか。 ・ 科学的立場をとれば、データがそろっているところはそれらを可能な限り反映させることが大事ではないか。 ・ データが存在しないところは多くの場合人が住んでいない。危険な場所に住むのであれば、危険度に応じて安全性を割り増すことが誘導できれば良いのではないか。 ・ 地震が生じた際に割増をしていた家に被害が無く、周辺の割増をしていなかった家に被害が出た場合、割増をしていた家からクレームがくる可能性がある。割引ならクレームはでないが、割増ではそういった問題が生じる。 <p>【展望】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震保険料率を算出するためのデータ整備はやって意味のあることではないか。 ・ 手法によらず、基礎データのところで合意がとれたものができればよい。例えば、個々のボーリングデータが得られなくても、地域の地下水位を調べるための地下水位面マップができればよいのではないか。 ・ 一番良いのは、ある基準に基づいて、機構側で判断できるマップを 250m メッシュ等で日本全国一律作ること。難しい場合は、基礎データだけは機構側でそろえ、やり方を作る。これも難しければ、どこかが作ったものを使うしかない。この場合、使うものごとに作り方、信頼度が違うため、機構側で評価をした上で使う(使わせる)ことになるのではないか。ハザードマップを作った自治体に開示要求し、データを取得し、参考文献や適用限界を示しつつ使うことになるが、難しいと思う。そもそも基礎データは、社会の財産のため残っていくようにしてほしい。 ・ 地形区分を機構側で作ればよい。地形・地質業者がポリゴンデータとして区分していくしかない。名古屋市は写真判読からやり直している。 ・ データとして存在するか否かは重要ではない。自分たちで良いデータをつくるべきである。
---------------------	---

参考1：地盤データ整備に関する国の取組み

専門家へのヒアリング調査において言及があった、国による地盤データの整備について、その取組み内容の概要は以下のとおりである。

地震調査研究推進本部は、地震発生の長期的な確率評価と強震動の評価とを組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の震源に対する詳細な強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」を合わせた「全国地震動予測地図」を2005年以降、ほぼ毎年公表している。これら地図作成の一環として、地震の揺れの予測に必要な、地盤データの整備が進められており、3.2節(1)における「地形分類」の測定に用いるデータの一つ微地形区分や(2)における「最大速度増幅率/AVS30」は地表付近の浅い地盤に関するデータはその例である。また、複数の専門家から、地盤の揺れやすさに影響する（特に高層建物に関しては影響が大きい）との意見があった、深い地盤構造を含む地盤データについても整備が進められている。この地盤データは、「震源断層を特定した地震動予測地図」の作成に利用されており、地震調査研究推進本部に設置されている「地下構造モデル検討分科会」により作成・高度化が進められている。

その他、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの課題の一つである「レジリエントな防災・減災機能の強化」に関連して、防災科学技術研究所は、地震、津波、豪雨を対象とした被害全体をリアルタイムに推定し、被害状況を把握するシステムの研究開発に取り組んでいる。具体的な内容に関しては公開資料^{参4,参5}においてまだ明らかにされておらず、詳細は不明であるが、地震の被害想定には地盤データが不可欠であり、今後、なんらかの成果が公表されるものと期待される。

参考 2 : 米国カリフォルニア州の地震ハザードマッピングに関する法律

専門家へのヒアリング調査において言及があった、米国カリフォルニア州における地震ハザードマッピングに関する法律に関しては、小白井（2004）³⁷が詳しく調査しており、概要は次のとおりである。

法律制定の契機

地震ハザードマッピングに関する法律（Seismic Hazards Mapping Act）は、活断層法の課題と 1989 年のロマプリータ地震が契機となり、1990 年にカリフォルニア州議会で採択され、1991 年に施行された。

目的

地震による揺れ、液状化、（地震に起因する）土砂災害等の地震ハザードについて、その起こりうる範囲（zone）を特定するとともに、そこで適切な調査・措置によって被害を軽減し、併せて市や郡の土地利用管理施策や減災策を推進させることを目的としている。

制度の概要

- ・州政府の地質官は、地盤の液状化及び（震動起因の）土砂災害の発生の可能性が高い地域を、地震ハザード地帯（Seismic Hazard Zone）として特定し、地震ハザード地帯地図（Seismic Hazard Zone Map）（縮尺 1 : 24,000）を関係する市や郡に交付する。
- ・地震ハザード地帯地図の交付を受けた市や郡は、この地帯での開発を規制する。具体的には、この地帯での開発については、開発者が必要な地質・地盤の調査を行い、またその結果を受けた減災措置が開発計画に盛り込まれていない限り、開発は承認されない。収集された関係データは、データベース化され、地震ハザード地帯地図の更新に使われる。なお、個人用の住宅建設については、管轄の市や郡の判断により規制の対象から除外されることもあるとされている。
- ・地震ハザード地帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。

³⁷ 小白井亮一(2004) ; 米国カリフォルニア州の地形地質と同州政府の地震防災対策, 国土地理院時報, 第 104 集, pp.43-59

参考3：米国カリフォルニア州の活断層法

専門家へのヒアリング調査において言及があった、米国カリフォルニア州における活断層法に関しては、小白井（2004）³⁸が詳しく調査しており、概要は次のとおりである。

法律制定の契機

アルキストープリオロ特別調査地帯に関する法律（Alquist-Priolo Special Studies Zone Act、通称；活断層法）は、1971年のサンフェルナンド地震が契機となり、1972年にカリフォルニア州議会が制定した。制定当時は「アルキストープリオロ地震断層帯に関する法律（Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act）」と呼ばれ、1994年に現行名に改称された。

目的

地表での活断層の変位によるビル等の構造物への被害を食い止めることを目的とした法律である。

対象となる断層の範囲

サンアンドレアス断層、カラベラス断層、ヘイワード断層、サンジャシント断層、および、州政府の地質官が十分活動的で明瞭と認めるその他の断層を対象としている。

制度の概要

- ・ 州政府の地質官が、活断層周辺を地震断層帯（Earthquake Fault Zone）として指定し、地震断層帯地図（Official Map of Earthquake）を作成して、関係する市や郡等に交付する。地震断層帯の幅は、場所により異なるが、平均 1000 フィート（330m）程度である。
- ・ 地方機関（市や郡）は、指定された地震断層帯内で実施される開発プロジェクトを規制する。開発プロジェクト実施の承認を得るには、専門家による地質調査を実施して、建築する構造物が活断層を跨いでいないことを示す必要がある。
- ・ 地質調査により開発エリア内で活断層が見つかった場合、人間が居住する構造物は、そこを跨いでいけない。また、活断層から 50 フィート（約 15m）程度離して建築する必要がある。
- ・ 個人が個人用の通常の家を建てる工事は、規制対象のプロジェクトとは見なされない。地方機関による上乘せ規制が認められているため、規制対象がより厳しくなっている場合がある。なお、1975年以前からある建物については対象外としている。
- ・ 地震活断層帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。

課題

- ・ 断層変位以外の地震ハザードに対応できない。

³⁸ 小白井亮一(2004)；米国カリフォルニア州の地形地質と同州政府の地震防災対策，国土地理院時報，第 104 集，pp.43-59

- 1975年5月以前に建てた建物や規制対象外である個人の住宅が断層上に存在する。
- 上下水道、電気等のライフラインは対象外である。