

糸魚川 - 静岡構造線断層帯（北部、中部）の地震を想定した強震動評価

地震調査委員会では、これまで糸魚川 - 静岡構造線断層帯に関する評価結果を「糸魚川 - 静岡構造線活断層系の調査結果と評価について」(地震調査委員会, 1996; 以下「長期評価」という。)、 「糸魚川 - 静岡構造線断層帯の形状評価」(地震調査委員会長期評価部会, 2000; 以下「形状評価」という。) 及び「糸魚川 - 静岡構造線断層帯（北部、中部）を起震断層と想定した強震動評価手法（中間報告）」(地震調査委員会強震動評価部会, 2001) としてまとめ、公表している。今回、これらの報告を踏まえ、強震動評価を行ったので以下に報告する。

1 想定される震源断層

糸魚川 - 静岡構造線断層帯は、「長期評価」によると、北は小谷（長野県）付近から南は櫛形（山梨県）付近に達しており、「北部」、「中部」（牛伏寺断層を含む）及び「南部」の3つの断層帯から成っている。過去の最新の活動は約 1200 年前で、「北部」の白馬から「中部」の小淵沢までの区間が活動した可能性が高いとされ、南部の過去の活動履歴については未解明とされている。また、将来の活動については牛伏寺断層を含む区間で M8 程度の規模の地震が発生する可能性が高いと評価されている。一方、強震動評価での利用を念頭においた「形状評価」では、過去の活動履歴が未解明な「南部」を除き、幾何学配置・形状等から断層を区分し、「北部」及び「中部」は、それぞれ「北部 1」及び「北部 2」並びに「中部 1」及び「中部 2」に分けられるとし（図 1）、「南部」は評価しなかった。

以上の評価結果をふまえ、強震動を評価する地震としては、これらの断層区間の中で過去に連動した事例が知られており、かつ震源域周辺に最も影響が大きいと考えられる「北部 1」「北部 2」「中部 1」「中部 2」の4つのセグメントが同時に動くケースを想定した。さらに、強震動評価を行うにあたっては、震源断層の中で特に地震波が強く出る領域（以下、この領域を「アスペリティ」と呼ぶ）をどのように設定するかが重要となるが、アスペリティの数については、最近の活断層で発生した事例を参照し、各セグメントに1個おくこととした。アスペリティの位置について、中部の2つのセグメントでは、地表において大きなずれが観測されている地点付近とした。北部の2つのセグメントについてはそのような情報が得られていないため、アスペリティが2つのセグメントとともに南端付近で断層上端に接するケース（ケース 1）と北端付近で断層上端に接するケース（ケース 2）および南端付近で断層下端に接するケース（ケース 3）の3ケースについて想定することとした（図 2 参照）。破壊開始点（震源）は、断層形状から推定して中部 1 の北端に設定し、その深さはアスペリティの下端に設定した。

これら設定した震源特性は表 1 のとおりである。

2 用いた地下構造モデル

地震波は、一般的には震源断層から上部マントル層を含む地下を伝わり次第に減衰していく。しかし、地震基盤（地下数 km に分布する堅固な岩盤）より上の堆積層の影響（深い地盤構造）もしくは地表付近に分布する軟弱層のごく地域的な影響（浅い地盤構造）により増幅される。このため、糸魚川 - 静岡構造線断層帯（北部、中部）の震源断層を含む強震動評価を行うエリアにおいてこれらの構造を既存の地下探査データ等に

より評価した。この結果、深い構造における地震基盤までの深さは、長野盆地、松本盆地、諏訪盆地で深くなっている（図3参照）。また、浅い地盤構造の影響については、地盤調査データが乏しいことから地形分類に基づいて概略評価している。これにより求めた最大地動の増幅率でみると、長野県内の諏訪湖付近や長野市付近、山梨県内の甲府において増幅率の高い地域が多くなっている（図4参照）。

3 予想される強震動

1と2で設定した震源断層と地下構造の評価結果に基づき、長野県を中心にした領域について約1km間隔のメッシュで強震動予測を行った。

断層近傍の比較的狭い範囲については、「詳細法」（説明5章参照）を用いてケース1、ケース2およびケース3それぞれについて強震動評価を行い、その結果（震度分布）を図5に示した。ケース1の結果では、セグメント「北部2」のアスペリティの直上および西方（松本盆地周辺）等において塊状に震度6強以上を示す領域があるが、ケース2ではアスペリティの位置が変わっていることより、それらのうちの多くの領域で震度5強程度しか示さない。また逆にケース2でケース1よりも大きな震度を示すところは、セグメント「北部1」の北方（小谷村付近）である。ケース3の「北部」については、ケース1と比べてアスペリティ位置が深くなった影響で、全体に震度が小さくなっている。このように、各ケースで予測された震度が場所によっては1～2階級程度異なり、アスペリティ位置（水平位置および深さ）が強震動予測結果へ与える影響が大きいことを表している。断層から離れたところでも、堆積層の厚い甲府盆地においては、震度6強以上を示すメッシュが多く分布する。

より広い範囲についておおまかな震度分布を求めるために「簡便法」（説明5章参照）を用いて強震動予測を行った（図6）。アスペリティを考慮していない「簡便法」の結果では、地震動分布は比較的滑らかな変化を示しており、「詳細法」で見られたような塊状で特に震度の大きい地域は見られず、断層周辺の幅20～30kmの範囲で震度6弱を示す結果となった。「詳細法」による評価範囲の外側では、地表の増幅率が高く評価された上越市や富山市近傍を除き、概ね震度5弱以下を示す。

糸魚川 - 静岡構造線断層帯の地震の観測記録は無いため、観測波形と計算波形を比較することにより、結果の妥当性を検証することはできない。ここでは、既存の距離減衰式と比べて、予測結果の距離に対する減衰が概ね一致することを確認し、検証とした（図7）。また計算手法の検証としては、ここで用いた手法と同様の手法により鳥取県西部地震の強震動評価を行っており、この計算結果（波形）が観測波形と概ね整合することを確認している（別添参照）。

4 今後に向けて

今後に向けて、以下の点が主な課題となっている。

- ・ 現状では確定的に定められない場合が多いとされているアスペリティや破壊開始点の位置が地表の地震動分布に大きく影響することがわかった。糸魚川 - 静岡構造線断層帯については、重点的調査観測が計画されており、この成果等により、今後アスペリティや破壊開始点について地震学的解明が進めば、その研究成果を取り入れた震源特性の設定方法を検討することが重要である。
- ・ 糸魚川 - 静岡構造線断層帯の長期評価として、活動履歴や形状について将来新しい知見が得られた場合には、想定する震源断層についての再検討が必要となる。
- ・ 強震動予測の精度をさらに高めるためには、より詳細な地下構造モデルが必要となる。

表 1 糸魚川 - 静岡構造線断層帯（北部、中部）の地震の震源特性パラメーター一覧

| | | | | | | |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 巨視的 震源 特性 | | 地震規模 | M 8程度 | | | |
| | | 断層総面積 | 1905.4km ² | | | |
| | | 地震モーメント | 1.50E+20N・m | | | |
| | | 短周期レベル | 2.82E+19N・m/s ² | | | |
| | | | 北部1 | 北部2 | 中部1 | 中部2 |
| | | 基準点の位置 | 南端 | 北端 | 北端 | 北端 |
| | | 基準点の北緯 | 36° 32 | 36° 32 | 36° 13 | 36° 05 |
| | | 基準点の東経 | 137° 51 | 137° 51 | 137° 58 | 138° 02 |
| | | 走向 | N03° E | N16° W | N23° W | N42° W |
| | | 傾斜角 | 40° E | 40° E | 80° E | 80° E |
| | | 平均すべり量 | 244cm | 283cm | 159cm | 225cm |
| | | 滑り方向 | 東側隆起の逆断層 | 東側隆起の逆断層 | 左横ずれ | 左横ずれ |
| | | 地震発生層深さ | 4～17km | 4～17km | 4～17km | 4～17km |
| | | 断層面の長さ | 26km | 35km | 17km | 34km |
| 断層面の幅 | 20.2km | 20.2km | 13.2km | 13.2km | | |
| 断層面積 | 525.2km ² | 707.0km ² | 224.4km ² | 448.8km ² | | |
| 微視的 震源 特性 | アスペリテイ | 地震モーメント | 2.76E+19N・m | 4.31E+19N・m | 7.71E+18N・m | 2.18E+19N・m |
| | | 面積 | 175.5km ² | 236.2km ² | 75.0km ² | 150.0km ² |
| | | 平均すべり量 | 487cm | 565cm | 318cm | 450cm |
| | | 実効応力 | 13.1MPa | 13.1MPa | 13.1MPa | 13.1MPa |
| | 背景領域 | 短周期レベル | 1.48E+19N・m/s ² | 1.72E+19N・m/s ² | 9.66E+18N・m/s ² | 1.37E+19N・m/s ² |
| | | 地震モーメント | 1.37E+19N・m | 2.14E+19N・m | 3.83E+18N・m | 1.08E+19N・m |
| | | 面積 | 349.7km ² | 470.8km ² | 149.4km ² | 298.8km ² |
| | | 平均すべり量 | 121cm | 141cm | 79cm | 112cm |
| | | 実効応力 | 2.2MPa | 2.5MPa | 2.1MPa | 3.0MPa |
| | | | | | | |
| その他の 震源 特性 | 破壊開始点 | 中部1の北端 | | | | |
| | 破壊開始点の深さ | 13.8km | | | | |
| | 破壊様式 | 同心円上 | | | | |
| | 破壊伝播速度 | 2.5km/s | | | | |

強震動予測計算では、地震規模を地震モーメントより求めたモーメントマグニチュード (Mw=7.4程度) で与えている。