

山形盆地断層帯の地震を想定した強震動評価

地震調査委員会では、山形盆地断層帯について、その位置および形態、過去や将来の活動等に関する評価結果を「山形盆地断層帯の評価」(地震調査委員会, 2002a; 以下「長期評価」という)としてまとめ、公表している。今回、この報告を踏まえ、強震動評価を行ったので以下に報告する。

1 想定する震源断層

山形盆地断層帯は、「長期評価」によると、山形県の北村山郡大石田町(おおいしだまち)から上山市(かみのやまし)にかけて、概ね北北東-南南西方向にのびる長さ約60kmの断層帯である(図1)。本断層帯は複数の断層から構成されており、それらは西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層である。今後30年の間に地震が発生する可能性は、確率の最大値をとると我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる。

本報告では「長期評価」に基づき、上記の断層帯に対応する、1つのセグメントから成る断層を、想定する震源断層とした。震源断層は、地表で認められた地震断層の分布より1つの屈曲点で緩く折れ曲がる形状とし、その中に大きさの異なる2つのアスペリティ⁴を想定した。その位置について特定するための情報が無いことより、次のようにアスペリティの位置関係と深さを変化させた4つのケースを想定した。なお、これらのケースの中から、特に発生確率が高いケースを判断することはできない。

- ケース1：アスペリティは北側が大きく(南側が小さい)、浅い。
- ケース2：アスペリティは南側が大きく(北側が小さい)、浅い。
- ケース3：アスペリティは北側が大きく(南側が小さい)、深い。
- ケース4：アスペリティは南側が大きく(北側が小さい)、深い。

山形盆地断層帯については、破壊開始点の位置を推定するための情報も得られていない。本報告での破壊開始点は、大きい方のアスペリティの中央下端とした。

各ケースにおける断層の形状、アスペリティおよび破壊開始点の位置を図2に、設定した震源特性のパラメータを表1に示す。

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)より上の地層の影響(以下「深い地盤構造」という)および地表付近に分布する表層地盤のごく地域的な影響(以下「浅い地盤構造」という)により増幅される。このため、山形盆地断層帯の震源断層を含む強震動評価を行う範囲において、これらの地下構造モデルを評価した。深い地盤構造モデルの作成にあたっては、各種物理探査結果、ボーリング調査および物理検層の結果、地質資料等の情報の収集、整理を行った。次に地質構造(地層の平面及び深さ分布)をモデル化し、地質構造と速度構造の対比を行った上で速度構造モデルを作成した。この結果(図3)によると、評価範囲中央北部の新庄盆地周辺及び評価範囲北西部の庄内平野周辺において地震基盤が深くなっている。また、浅い地盤構造の影響については、地盤調査デ

⁴震源断層の中で特にすべり量が大きい領域(強い地震波を生成する)。

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。これにより求めた浅い地盤構造による最大地動の増幅率でみると、評価範囲内では、庄内平野、新庄盆地、山形盆地が増幅率の高い地域となっている（図4参照）。

3 予想される強震動

設定した震源断層と地下構造の評価結果に基づき、評価範囲について約1kmサイズのメッシュで強震動予測を行った。

各ケースの予測結果を比較すると、震度6弱以上の強い揺れが予測される地域は、アスペリティの位置・深さによって大きく変化することが分かる。

ケース1では、2つのアスペリティ直上からその東方に震度6強以上となる地域が広がっている。アスペリティの直上だけでなく、北のアスペリティについてはその東方、南のアスペリティについてはその北東方向にかけて震度が大きくなっているのは、ディレクティブティ効果⁵の影響と地下構造（盆地）の影響である。ケース2では、ケース1と比べるとアスペリティの大小が南北で入れ替わっており、南部に大きいアスペリティがある。そのため、震度は相対的に北部アスペリティ周辺が小さくなり、南部アスペリティ周辺が大きくなっている。ケース3ではアスペリティが深いところに位置するため、特に小さいアスペリティ近傍ではケース1と比べ小さい震度となった。ケース4とケース2の比較においても、同様の傾向が認められる（図5）。

強震動予測結果の検証として、震源断層からの最短距離と予測結果の関係を既存の距離減衰式（司・翠川，1999）と比べた（図6）。全体的に予測結果は距離減衰式と良い対応を示している。しかし、断層最短距離の短いところでは、アスペリティに近いところの地震動が大きくなることを反映して、距離減衰式より大きい値となった評価地点が多い。この傾向は、アスペリティが浅いところにあるケース1及びケース2でより顕著である。

なお、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兵庫県南部地震の強震動評価（地震予知総合研究振興会，1999）および鳥取県西部地震の強震動評価（地震調査委員会強震動評価部会，2002）を行っており、それぞれの評価結果が震度分布や観測記録を説明できることを確認している。

4 今後に向けて

- ・ アスペリティの位置、深さの設定を変え、複数のケースにおける強震動予測計算を行い、そのばらつきを含めて検討した。今後の調査研究により、強震動予測結果に大きな影響を及ぼすこれらの震源特性に関する情報が増えれば、より精度の高い強震動予測が可能となり、将来、想定するケースについても絞り込むことができる可能性がある。
- ・ 上記に加え、断層の傾斜角や破壊の伝播方向についても地表の地震動の大きさに与える影響が大きいことが報告されている（地震調査委員会，2003a）。本報告の結果も踏まえ、強震動予測結果のばらつきについては、今後、他の地震、他の地域の強震動評価においても検討を重ねていきたい。
- ・ 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（深い地盤構造及び浅い地盤構造）が必要となる。

⁵ 断層破壊がS波の伝播速度に近い速度で伝播することにより、破壊の進行方向では地震波が重なりあい、結果としてその振幅が大きくなる（パルスが鋭くなる）効果。一方、破壊の進行と逆の方向では、地震波は重なり合わず、その振幅は大きくならない。

表 1 山形盆地断層帯の地震を想定した特性化震源モデルパラメータ

項目		山形盆地断層帯	
断層位置 (緯度、経度)	北部	38.674 ° N	140.329 ° E
	南部	38.406 ° N	140.241 ° E
長さ		60 km	
幅		17.0 km	
走向(北部、南部)		194.7 °	183.6 °
傾斜角		45 度	
断層面積		1018 km ²	
断層深さ		4 ~ 16 km	
破壊開始点		(大きい) アスペリティの中央下端	
破壊伝播形式		放射状	
地震モーメント		5.8E+19 N・m	
モーメントマグニチュード		7.1	
剛性率		3.3E+10 N/m ²	
平均すべり量		1.7 m	
S波速度		3.5 km/s	
破壊伝播速度		2.5 km/s	
短周期レベル		2.0E+19 N・m/s ²	
全アスペリティ	地震モーメント	4.0E+19 N・m	
	面積	349 km ²	
	平均すべり量	3.4 m	
	静的応力降下量	12.6 MPa	
	短周期レベル	2.0E+19 N・m/s ²	
第1アスペリティ (大きい方)	地震モーメント	2.9E+19 N・m	
	面積	233 km ²	
	平均すべり量	3.8 m	
	実効応力	12.6 MPa	
	短周期レベル	1.7E+19 N・m/s ²	
第2アスペリティ (小さい方)	地震モーメント	1.0E+19 N・m	
	面積	116 km ²	
	平均すべり量	2.7 m	
	実効応力	12.6 MPa	
	短周期レベル	1.2E+19 N・m/s ²	
背景領域	地震モーメント	1.8E+19 N・m	
	面積	669 km ²	
	平均すべり量	0.8 m	
	実効応力	2.5 MPa	
	短周期レベル	5.5E+18 N・m/s ²	