

森本・富樫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、森本・富樫断層帯について、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「森本・富樫断層帯の評価」(地震調査委員会, 2001; 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

森本・富樫断層帯は、「長期評価」によると、石川県河北郡津幡町(つばたまち)から金沢市を経て石川郡鶴来町(つるぎまち)に至る長さ 26km の断層帯で、断層帯の東側に西側に乗り上げる逆断層である(図 1)。過去の最新の活動は約 2 千年前以後、約 2 百年前以前にあったと考えられており、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が、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。「長期評価」では「断層面の傾斜と深部形状については十分な資料がない」としていることより、断層の傾斜角は、一般の逆断層の傾斜角の範囲内にあると考えられる 30°、45°、60° の 3 通りに変化させた(図 2)。また、アスペリティ⁴や破壊開始点の位置について、「長期評価」ではそれらを推定するのに資する情報は記されていない。本報告では、断層のずれの量や活動年代を示す資料⁵より、平均的なずれ速度(相当)の値を算出し、その分布に基づいてアスペリティを断層の南端に配置した。また、断層の分岐形状を考慮して、破壊開始点を震源断層の南端に推定した。さらに、傾斜角 45° の場合については、金沢市中心部へ比較的大きな影響を与えるシナリオ想定として、アスペリティおよび破壊開始点を震源断層中央へ配置したケースを考えた。そして、この場合のアスペリティの深さを断層中央、上端、下端と変えることによる地震動分布の変化も検討した。

各ケースにおける断層傾斜角、アスペリティおよび破壊開始点の位置を図 3 に、設定した震源特性のパラメータを表 1 に示す。

2 用いた地盤構造モデル

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)および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、森本・富樫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、森本・富樫断層帯近傍では金沢平野北部(金沢市付近)で深くなっている(図 4 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。これにより求めた浅い地盤構造によ

⁴ 震源断層の中で特に地震波が強く出る領域。

⁵ 中田高・今泉俊文(編)(2002): 活断層詳細デジタルマップ、東京大学出版会

る最大地動の増幅率でみると、評価範囲内では、日本海沿岸地域において増幅率の高い地域が多くなっている（図5参照）。

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、設定した評価範囲について約1km間隔のメッシュで強震動予測を行った。ここでは、評価を行った6ケースのうち、代表ケースとしてケース1a、これと比較して断層の傾斜角の影響を検討するためにケース2（図6-1）またアスペリティ等の位置の影響を検討するためケース1b（図6-2）の強震動予測結果を示す。残りの3ケースについては、説明文を参照されたい。

ケース1aでは、アスペリティの北西に位置する金沢市中心付近の広さおよそ百平方キロメートルの範囲で震度6強以上を示す結果となった。これは、この金沢市中心付近から日本海沿岸にかけては堆積層が厚く最大地動の増幅率が高いこととディレクティビティ効果⁶によるものである。震源断層の傾斜角を変えたケース2では、アスペリティが最大地動の増幅率の高い西側に移動した影響で、ケース1aと比べて震度6強以上を示す範囲が広がる。アスペリティを中央に配置したケース1bでは、ディレクティビティ効果が広範囲に現れやすい位置（アスペリティの中央下端）に破壊開始点が設置されている影響で、ケース1aと比べ震度6強以上および震度6弱以上を示す範囲がともに広がる。また、アスペリティの位置が近くなるために震源断層の北東部に位置する砺波平野南部でも比較的広い範囲で震度6弱を示している。一方、高岡市中心付近や小松市北部については、震源断層から比較的離れているものの、地表における増幅率が高い平野部に位置することより、ケース1aで震度5弱、ケース2およびケース1bでは震度5強を示す結果となっている。

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7）。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、上記したディレクティビティ効果が広範囲に現れやすいケース1bの予測結果は、断層最短距離20km以下で距離減衰式と比べ若干大きめの値となる。

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

- ・断層面の傾斜角、アスペリティ位置等の設定を変え、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、これら強震動予測結果に大きな影響及ぼす震源特性に関する情報が得られれば、より精度の高い強震動予測が可能となる。
- ・強震動予測結果のばらつきについては、上記の検討や地震調査委員会(2002)の評価結果に加え、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が必要となる。

⁶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。

表1 森本・富樫断層帯を想定した地震の震源パラメータ

巨視的 震源特 性	ケース		1 a	1 b	1 c	1 d	2	3			
	断層総面積	S	513				420	676	[km ²]		
	地震モーメント	Mo	1.1 E+19				0.82 E+19	1.7 E+19	[Nm]		
	地震規模	Mw	6.6				6.5	6.8			
	短周期レベル	A	1.2 E+19				1.1 E+19	1.4 E+19	[N m/s ²]		
	基準点の位置		(北端) ~ (南端)								
	基準点の北緯		36° 40 ~ 36° 28								
	基準点の東経		136° 44 ~ 136° 37								
	走向		N25.7° E								
	傾斜角		45° E			60° E		30° E			
	平均滑り量	D	66			60		76		[cm]	
	滑り方向		東側隆起の逆断層								
	地震発生層深さ		4 ~ 18							[km]	
	断層面の長さ	L	26							[km]	
	断層面の幅	W	20			16		26		[km]	
微視的 震源特 性	アスペ リティ	地震モーメント	MOa	3.2 E+18			2.3 E+18		4.7 E+18		[Nm]
		面積	Sa	73			60		96		[km ²]
		平均滑り量	Da	130			120		150		[cm]
		静的応力降下量	a	16			16		16		[MPa]
		短周期レベル	A	1.2 E+19			1.1 E+19		1.4 E+19		[N m/s ²]
	背景領 域	地震モーメント	MOb	7.9 E+18			5.9 E+18		1.2 E+19		[Nm]
		面積	Sb	440			360		580		[km ²]
		平均滑り量	Db	55			50		64		[cm]
		実効応力	b	2.9			3.2		2.6		[MPa]
その他 の震源 特性	アスペリティ位置		南端	中央			南端	南端			
	アスペリティ深さ		中央	中央	上端	下端	中央	中央			
	破壊開始点		南端	中央			南端				
	破壊開始点の深さ		アスペリティ下端							[km]	
	破壊様式		同心円上								
	破壊伝播速度		2.5 (=3.46 の72%)							[km/s]	
	Fmax		6							[Hz]	
	震源時間関数		中村・宮武(2000)による								

その他： S波速度 ()=3.46km/s, 密度 ()=2.7g/cm³, 剛性率 (μ)=3.2323 E+10 [N/m²]