

伏在断層による地震動と断層破壊の特徴について

A Study on ground motion and fault rupture due to subsurface faults

香川 敬生[1], 宮腰 研[1], 入倉 孝次郎[2], Paul G. Somerville,[3]

Takao Kagawa[1], Ken Miyakoshi[1], Kojiro Irikura[2], Paul G. Somerville[3]

[1] 地盤研究財団, [2] 京大・防災研, [3] ウッドワード・クライド

[1] G.R.I., [2] Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., [3] URS Greiner Woodward Clyde

伏在断層と地表断層の地震動の相違について検討し、伏在断層は周期1秒付近の地震動が大きいのに対して地表断層では小さくなる傾向のあることを示した。また、地表断層のすべりが深さ数kmの範囲で大きいのに対し、伏在断層では深さ5km以浅に大きなすべりが無いことを示した。伏在横ずれ断層で許容される地表面変形について検討をおこない、地震モーメントを $7.5 \times 10^{18} \text{ N}\cdot\text{m}$ (Mw6.5)とする標準的な伏在断層の断層すべりモデルを設定した。それに基づいた震源近傍域の強震動を試算し、周期0.2から1秒の速度応答値で100cm/s程度となる地震動を得た。

背景

2000年10月に発生した鳥取県西部地震をはじめ1984年長野県西部地震、1994年Northridge地震、1997年鹿児島県北西部地震など、地震規模が十分に大きいにも関わらず地表に活断層様の痕跡を残さない伏在断層地震が多く発生している。このような地震の取り扱い、耐震設計・地震防災の観点から重要である。近年、震源近傍地震記録の飛躍的な高精度高密度化にともない、伏在断層地震として発生した地震の地震動の特徴、また断層破壊モデルの特徴を定量的に評価できるようになりつつある。そのような背景のもと、本研究では伏在断層と地表断層の地震動および断層破壊様式の差違について検討をおこない、横ずれ断層を対象として標準的な伏在断層のモデル化を試み、それに基づく震源近傍強震動の試算をおこなう。

地震動の特徴

地震動について、Abrahamson and Silva (1997)によって提案されているスペクトル距離減衰式を基準とし、特定の地震による地震動の周期特性がこの平均的な経験式に対してどのような偏差を示すかを分析した。その結果、伏在断層地震は周期1秒付近が平均に対して有意に大きくなるのに対して、地表断層地震は周期1秒付近が平均に対して有意に小さく、より長周期域で平均値と同等かむしろ大きくなる傾向を示すことが分かった。2000年鳥取県西部地震の地震動について同様の検討をおこなったところ周期1秒付近で小さくなる地表断層型の特徴を持つことが示された。このように、伏在断層型地震はアスペリティーの深さの違いにより地震動に2通りの型、伏在1型(深いアスペリティー)と伏在2型(浅いアスペリティー)に分けられる。ここでは、標準的な構造物の被害に関連する周期1秒付近の地震動がより大きい、アスペリティーの深い伏在断層(伏在1型)を対象として断層破壊および地震動の特徴について検討をおこなう。

断層破壊の特徴

次に、インバージョン解析によって求められている既往地震の断層すべりの深度分布について検討をおこなった。地表断層地震は地表から深さ数kmまでに大きなすべりが集中するのに対して、伏在1型(深いアスペリティー)地震は深さ5km以深に大きなすべりをもつ傾向のあることが示された。伏在2型(浅いアスペリティー)地震は地表地震断層と同様に浅部のすべりが大きい傾向のあることが分かった。すべり継続時間はアスペリティーの深さに依存し、深いアスペリティーではすべりの継続時間は短く、浅いアスペリティーでは継続時間が長いことが分かった。Okada(1985)の手法により既往各地震で期待される半無限媒質の地表変形量を評価することにより、横ずれ断層地震に対して伏在2型断層と地表断層・伏在2型断層地震の分類を前もっておこなうことが可能である。

強震動の試算

以上の検討から、伏在1型断層(標準的な横ずれ断層)地震を対象として、ある一定の深さにアスペリティーを設定し、モデルとして許容される変位量に対応する断層破壊モデルの検討をおこなった。伏在1型断層で許容される最大地震は、断層面積が $19\text{ km} \times 17\text{ km}$ 、上端深度が3km、最大アスペリティーの大きさが $7\text{ km} \times 7\text{ km}$ で上端深度を4kmとしたもので、地震モーメントは $7.5 \times 10^{18} \text{ N}\cdot\text{m}$ (Mw6.5, Mj6.8)に相当する。設定した断層モデルに基づき、統計的グリーン関数法[釜江・他(1990)]と離散化波数法[Bouchon(1981)]によるハイブリッド法によって震源ごく近傍域の地震動を、S波速度2.6km/sの硬質地盤表面で試算した。その結果、断層近傍では周期0.2から1秒の速度応答値で最大100cm/s程度の地震動となり、それよりも長周期では小さくなる結果が得られた。

参考文献

Abrahamson and Silva (1997), SRL, 68, 94-127. Bouchon(1981), BSSA, 71, 959-971. 釜江・他(1990), 建築学会論文集 416, 57-70. Okada(1985), BSSA, 75, 1135-1154.