

(様式2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏 名 吉田 昌平 印

題 目 日本国内の内陸地殻内地震における地表および潜在断層地震の地震動特性と震源特性に関する基礎的研究

### 学位論文の概要及び要旨

地震規模が大きくなると震源断層の変位が地表面まで達することがある。この地表面に達した断層変位を地表地震断層という。内陸地殻内地震における地表地震断層の有無は生成される地震動特性に大きな影響を与えることが知られている。具体的には、地表地震断層が出現した場合の地震動は、出現しない場合と比較すると短周期帯域(0.3-3.0秒程度)で1.5倍程度が弱くなるとされる。しかし、日本国内で発生した内陸地殻内地震に対して、地表地震断層の有無による地震動特性の違いは評価されていない。同周期帯の地震動は一般的な家屋の建物被害と高い相関性を有することから、地震防災の観点からも極めて重要な情報である。本研究では、日本国内で発生した内陸地殻内地震に対して、地表地震断層の有無による地震動特性および震源特性の違いを把握することを目的とした。地震動特性に関しては、1995年兵庫県南部地震以降の活発な地震活動と(国研)防災科学技術研究のK-NETやKiK-netを中心とした国内の強震観測網の充実に伴い、多くの地震による観測記録に距離減衰式、サイト増幅特性など最近の知見を取り入れることで評価の高精度化を図った。震源特性に関しては、近地強震観測記録を用いた震源インバージョンから得られた不均質すべり量分布より抽出した断層破壊領域およびアスペリティ領域と短周期帯域の強震観測記録のフィッティングにより推定される強震動生成域の双方の震源断層パラメーターから地表および潜在断層地震の震源特性の違いを評価した。さらに、得られた震源パラメーターを反映した特性化震源モデルを構築し、従来区別されていない地表地震断層の有無を考慮した強震動シミュレーションを実施し、観測値との比較から得られた震源特性の妥当性を検証した。

以上のように、地表地震断層の有無に着目した本論文は6章から構成されており、以下に章ごとの主要な結論を記す。

第1章では、本論文の研究背景と目的、既往の研究について述べた。

第2章では、国内の内陸地殻内地震の地表および潜在断層地震の地震動特性の違いを評価した。まず、地震動特性を精度よく評価するためのスペクトル距離減衰式の選定を行い、対象地震がイベントタームとなる距離減衰式が最も観測地震との対応が良いことを確認した。さらに、あらかじめ評価されたサイト増幅特性を導入し、各観測点固有の地盤増幅特性の影響を取り除くことで、各地震の観測点間のばらつきが小さくなり、地表および潜在断層地震の違いを明瞭にすることができた。その結果、日本国内の内陸地殻内地震も、周期0.2-2.0秒程度の短周期帯域で、潜在断層地震の地震動が地表断層地震より大きくなる傾向が確認できた。

第3章では、震源インバージョン解析により得られた震源断層の不均質すべり量分布から断層破壊領域とアスペリティ領域を抽出し、地表および潜在断層地震の震源特性(震源パラメーター)を比較した。地表断層地震は深さ5km以浅、潜在断層地震は深さ5km以深にアスペリティが集中した。地表

地震断層の地震規模と断層破壊領域およびアスペリティ総面積などは、過去の地震より得られた自己相似則と概ね対応する結果が得られたが、地表地震断層の有無で明瞭な違いは確認できなかった。また、短周期帯域の地震動強さに寄与するアスペリティの応力降下量と短周期レベルも同様で、地表および潜在断層で明瞭な違いは確認できなかった。その要因として、着目している周期帯域の違いが挙げられ、周期1-2秒以上の強震観測記録から得られる不均質すべり量分布の情報のみでは地震動特性の違いを十分に説明できなかった。

第4章では、2016年鳥取県中部の地震を対象に強震動生成域（SMGA）から構成される特性化震源モデルの構築を試みた。強震動生成域は短周期帯域まで含めた強震観測記録とのフィッティングにより推定されるため、強震観測記録の地震動特性を説明できるようにSMGA震源パラメーターが決定される。潜在断層地震である2016年鳥取県中部の地震は、破壊開始点周辺と破壊開始点北側のすべり量の大きい領域と整合する位置にSMGAが求まり、強震動に支配的であった破壊開始点周辺のSMGAは応力降下量が14MPa、ライズタイムが0.2秒と短かったため、短周期帯域で強い地震動が生成されたと考えられる。

第5章では、国内の内陸地殻内地震のM6.0程度の5地震を対象にSMGAから構成される特性化震源モデルを構築し、各地震のSMGAの震源パラメーターを比較した。M6クラスの地震はSMGAの数が少なく、大規模地震と比較して容易に震源モデルを構築できる。また、M6クラスでも2014年長野県北部の地震や2016年熊本地震前震で地表地震断層の出現が確認されており、M6クラスに限っても地表地震断層の有無による震源特性の評価が十分可能であった。SMGAモデルを構築した結果、地震モーメントとSMGA総面積の自己相似則による回帰分析から、地表断層地震は潜在断層地震よりSMGA総面積、短周期レベルが小さくなる傾向が見られた。また、ライズタイム係数 $\alpha$ は地表面に近づくほど大きくなる傾向が見られた。係数 $\alpha$ が大きいとライズタイムが長く算出されるため、短周期帯域の地震動生成が小さくなる。過去の内陸地殻内地震で構築された特性化震源モデルの震源パラメーターを取り入れても、得られた傾向に大差はなかった。これらの地表地震断層の有無による震源パラメーターの違いを反映させた特性化震源モデルを構築し、地表地震断層の有無を考慮した強震動シミュレーションを実施した結果、観測で得られた地震動特性の違いを概ね再現できた。震源断層モデルにSMGA面積、短周期レベル等の違いを取り入れることで、地表地震断層の有無を考慮した強震動予測ができることを確認した。

第6章では、以上の結論をまとめた。