

1905年芸予地震による広島地域の地震動の推定（その1）

—— 工学的基盤での特性 ——

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○古川 智
 中国電力(株)技術研究所 原 弘明
 (社) 地域問題研究所 正会員 谷口 仁士
 山口大学工学部 正会員 三浦 房紀

1. まえがき

近年、広島地域では比較的地震被害が少ないため、構造物の設計に際し、耐震性への意識が低いのが事実である。一方、歴史的には、江戸時代から安芸灘を震源とする地震により、家屋倒壊などの被害が繰り返されており、特に1905年（明治38年）芸予地震では死者11人を出す大きな被害を生じた。しかし、この地震についての調査、研究は少なく、不明な点が多い。

今回、芸予地震に関する限られた情報をもとに、この地震の断層生成過程のシミュレーションを行い、広島地域の工学的基盤での地震動を推定し、検討を加えた。

2. 芸予地震の概要

芸予地震は、明治38年6月2日14時39分に発生した。図-1に示す倉橋島南側（東経132.5°北緯34.1°）を震央とするマグニチュード $M=7.1$ の地震である。¹⁾被害域は、広島・呉・松山に及んでおり、瀬戸内海で発生した最大規模の地震である。

最近の研究で、この時期の測量から得られた地殻変動²⁾及び最近の微小地震観測結果³⁾より、西へ傾き下がる深発地震面（フィリピン海プレート）の折れ曲がりの所で発生した西落ちの正断層型地震と推定されている。ここでは、文献4)、5)をもとに、図-1、2に示すように、走向 $N20^{\circ}W$ 、断層面の水平面となす角 45° 、震源深さ50kmとした。図-2には、測量により得られた上下変動²⁾を示すが、仮定した断層面の上盤側がずり下がっており、よい対応がみられる。

3. 解析方法

土岐・三浦⁶⁾は断層及びその近傍をジョイント要素とソリッド要素を用いてモデル化し、非線形動的解析（有限要素法）により、断層の破壊現象の解明とその近傍の応答解析を行っている。本研究はこの手法を用いて、芸予地震の断層モデルより、その断層生成過程のシミュレーションを行うとともに、その結果について、小林・翠川の方法⁷⁾、道路橋示方書⁸⁾のアテニュエーション式を用いた方法と比較し、検討を加えた。

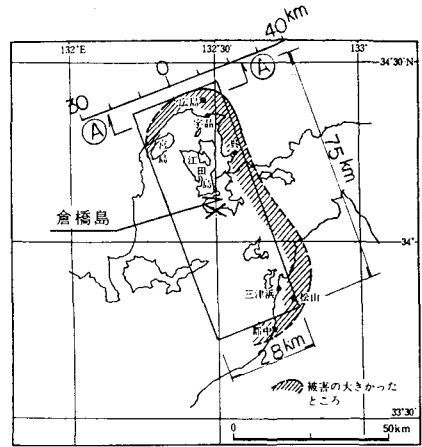


図-1 芸予地震の断層モデル

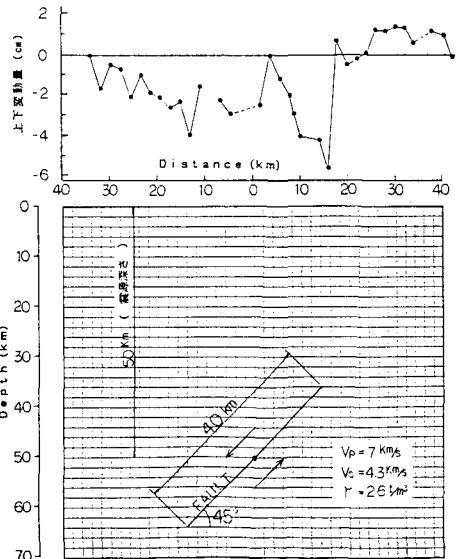


図-2 A-A'断面と1889~1937年の上下変動

4. 解析モデル

図-2に示すように、水平方向80km、深さ方向70kmの四辺形でモデル化し、正方形要素の一边が2kmとした。このため、このモデルで表現される境界の振動数は1Hzとなる。また、モデルの上端は、工学的基盤面とする。破壊は震源深さ50kmで発生し、断層幅40kmの範囲で伝播すると考え、初期応力に対し図-3の降伏応力を仮定した。

5. 解析結果

図-4に断層の破壊の伝播の様子を示す。図中、縦軸は断層の深さであり、横軸は断層のくい違い量である。また、曲線の数字は破壊開始からの経過時間を示す。破壊は深度50kmで発生し、上下層に伝播している。

図-5に、工学的基盤面における入射波の最大加速度の分布を示す。同図には、図-1にある被害の大きかった範囲を示すが、比較的よい対応が認められる。

次に、図-6は、基盤面における入射波の加速度応答スペクトルを、小林・翠川の方法と道路橋示方書のアテニュエーション式による方法で求めたものとともに示す。なお、小林・翠川の方法については、 $V_s = 3 \text{ km/s}$ 相当の基盤面での応答スペクトルと、これを2倍、3倍したものを示す。また、アテニュエーション式の地盤条件は、1種地盤とした。これらの比較より、周期1秒以上の領域でFEMによる結果は、小林・翠川の方法を3倍したものに近く、アテニュエーション式の値より大きい結果となった。

(謝辞)断層モデルの設定に際し、東京大学地震研究所三浦勝美技官には貴重な助言をいただいた。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) 宇佐見龍夫：新編日本地震被害総覧，東大出版会，1987
- 2) 多田堯：1905年芸予地震の断層運動とその地学的意義，地震学会，1986
- 3) 三浦勝美：西日本の微小地震活動，地震学会，1988
- 4) 三浦勝美，浅野周三：西日本の発震機構，地震研究所談話会，1987
- 5) 三浦勝美：深発地震面の等深線，地震研究所談話会，1988
- 6) 土岐憲三，三浦房紀，吉村隆：有限要素法による断層モデルのシミュレーション，京大防災研究年報，No.26B-2，1983
- 7) 小林啓美，翠川三郎：地震断層を考慮した地震動スペクトルの推定，日本建築学会論文報告集，第283号，1979
- 8) 日本道路協会編：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，1990年2月

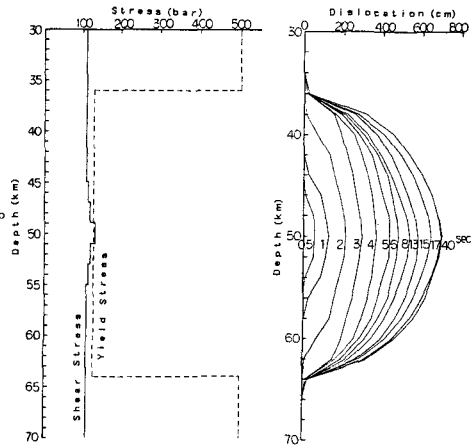


図-3 初期応力と 図-4 断層生成過程
降伏応力

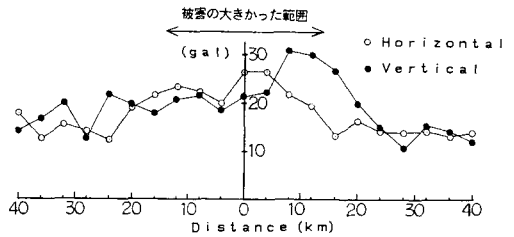


図-5 工学的基盤面における
入射波の最大加速度分布

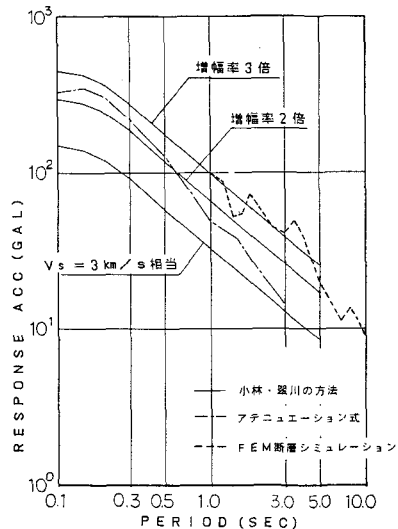


図-6 基盤面入射波の
加速度応答スペクトルの比較