

京都大学 正会員 後藤 尚男
大成建設 正会員 ○横山 正義

1. はじめに

地震は、地殻あるいはマントル内に貯えられたひずみエネルギーが、断層の形成によって解放される現象であろうと考えられている。従来より、地震学の分野では、断層運動の数式モデルとして弾性転位論より出発した dislocation model が提案され、長周期の変位計で記録されるような地震動のシミュレーションに使われてきた。本研究では、強震計で記録されるような短周期の加速度波形を震源モデルから計算することを試み、実際の地震と比較検討することにより、震源モデルの工学的有用性について論じた。

2. 計算法

基礎式は、丸山の論文¹⁾によることにする。断層のくい違いの時間関数は、図-1のような cosine ramp function と仮定し、無限弾性体中で計算される加速度の2倍の値を地表での加速度とする。モデルより計算される変位をラグランジュの数値微分により、2階微分して加速度とする。この場合、波形の時間きざみ Δt によって図-2に示すようなハイカットフィルターがかかる。

3. 計算結果とその考察

Parkfield 地震(1966, Calif.U.S.A, $M=5.5$)において、断層面の近くで記録された3地点での水平5成分の記録についてシミュレーションを試みた。図-3に断層と観測点の位置および断層パラメータを示す。図-4は Sta.No.5($\Delta=5.5$ Km)での断層直交方向の観測記録と震源モデルによる計算結果である。枠内は、亀田・山田²⁾が提案した非定常パワースペクトルの計算手法を使い、最大パワースペクトル値を9として規準化し、1から9までの等高線で表わしたものであり、3以上の強さのところに影をつけてある。図-4において、計算値と観測値の加速度波形は必ずしも同等と見なされないが、その非定常パワースペクトルをとって評価すると、パワーの最大値、卓越する振動数、継続時間など全体として比較的よい近似が見られる。非定常パワースペクトルは、1自由度系の応答の全エネルギーの時間的変動を表わすものであるから、構造物の地震応答という観点からすると、このようなシミュレーションの精度を評価する場合、非定常パワースペクトル図から評価するのが妥当であると考えられる。図-4によれば、継続時間の短い衝撃的な加速度波形が両者に見られ、いわゆる「直下型地震」の特徴を示している。観測記録で時刻15秒以後に見られる波動は、地盤構造と変位記録から判断すると、表層の自由振動であると考えられるが、これはシミュレーションでは表現できない。表-1は5つの強震記録と震源モデルより計算された結果を比較するため、おのおのの最大加速度と非定常パワースペクトルの最大値をまとめたものである。非定常パワースペクトルの最大値で評価すると、Sta.No.8(X2)を除くと、誤差は30%程度であり、ほぼ妥当な値が得られた。各地点の観測値との比のばらつきは、観測点の地盤条件の差などであると考えられ、今後は表層の伝達特性をも考慮した解析が必要である。従来、耐震工学の立場から震源モデルが取り上げられることは少なかったが、今後は、入力加速度地震動を震源パラメーターより想定する場合の有力な手がかりとなろう。なお、本研究を進めるにあたり、京都大学工学部土岐憲三助教授、亀田弘行助教授、北浦勝助助手、家村浩和助手にそれぞれ貴重な御助言をいただいたことを記し、ここに感謝の意を表する。

- 1) Takuo Maruyama: On the force equivalents of dynamical elastic dislocation with reference to the earthquake mechanism, Bull. Earthq. Res. Inst., 41(1963), pp.467-486.
- 2) 亀田弘行・山田裕一: 強震動の非定常スペクトルについて, 土木学会第13回地震工学研究発表会講演概要, 1974.7. pp.49-52

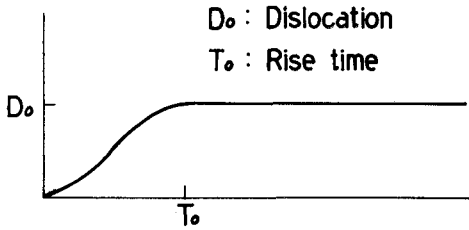


図-1 震源関数

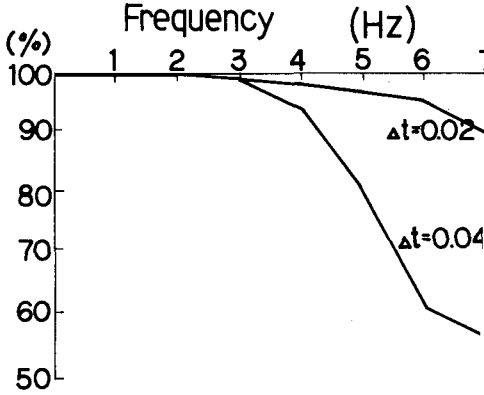


図-2 ラグランジュの数値微分による
 振幅の低下

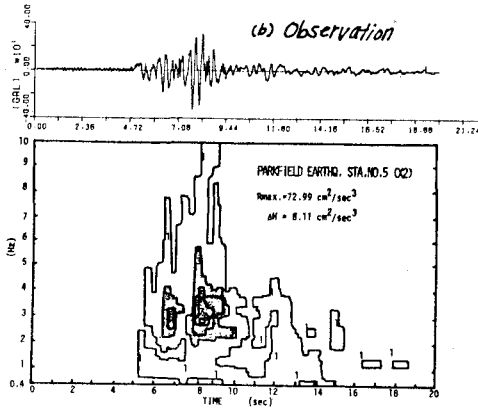
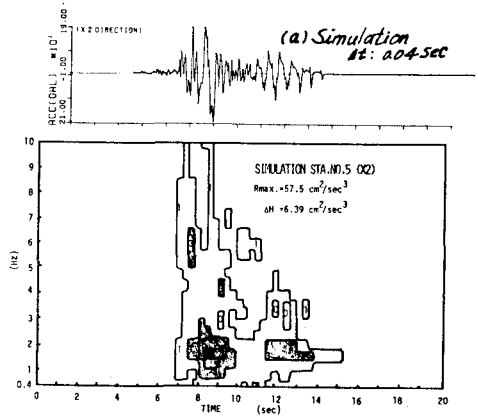


図-4 強震記録 (Sta. No. 5) と
 そのシミュレーション

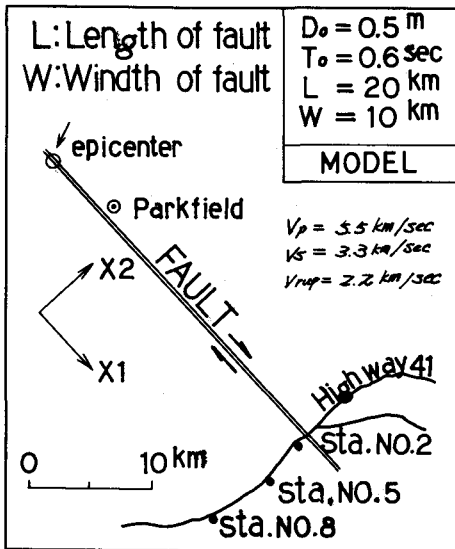


図-3 Parkfield 地震の断層

$\Delta t = 0.02$		Max. Acc (gal)		
Station	Δ (Km)	Simu.	Observ.	Ratio
No. 2 (X2)	0.08	528	480	1.10
No. 5 (X1)	5.5	580	336	1.73
No. 5 (X2)	5.5	340	356	0.96
No. 8 (X1)	9.8	376	230	1.63
No. 8 (X2)	9.8	126	280	0.45
$\Delta t = 0.04$		Max. Power (cm^2/sec^3)		
Station	Δ (Km)	Simu.	Observ.	Ratio
No. 2 (X2)	0.08	142.1	130.2	1.09
No. 5 (X1)	5.5	86.2	66.2	1.30
No. 5 (X2)	5.5	57.5	73.0	0.79
No. 8 (X1)	9.8	34.9	37.1	0.94
No. 8 (X2)	9.8	18.9	27.1	0.52

Δ : Distance from fault to site

表-1 最大加速度と非定常パワースペクトルの
 最大値の比較