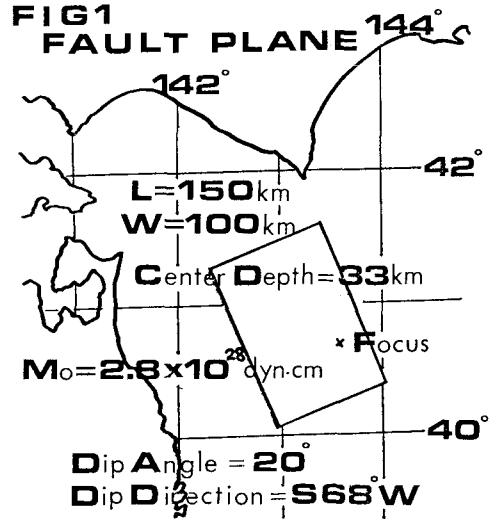


東京大学大学院 学生会員 飯田昌弘
 東京大学地震研究所 正会員 伯野元彦
 東京大学大学院 学生会員 紺野義仁

1. まえがき 大地震発生時に、一般構造物に甚大な被害を与えるのは、周期1秒前後かそれ以下の短周期波である。従って、防災の見地から、その定量化は急務であるが、現在何ら有効な提案はなされていない。例えば、動的解析の入力地震波には、「El Centro」などの実記録や、統計的に振幅とスペクトルを規格再現した波が使われる。¹⁾しかし、多様な震源機構や表層を反映して、波形・スペクトルは非常に異なっているため、一律に上述の波の採用は、物理的本質を逸脱し、安全の保障を危うくし、また将来の予測に全く役立たない。一方、断層震源モデルと地下構造のモデル化により、周期数秒以上の長周期波の再現がかなり可能になっている。けれども、短周期波は、断層の複雑な動きで生成し、伝播経路での散乱・減衰を受け、表層でも増幅を受ける、という複雑さのため、その再現には至らない。また、こういう複雑な短周期波を、有効な形で定量化しようとした研究は、全然見当たらない。

2. 背景 従って、短周期波の定量化は、不可能に思えるが、このトライアルを行なう本研究に対して、2つの論文が大きなヒントを与えてくれた。1つは、Hartzell²⁾がEl Centro記録をその直後の余震をグリーン関数とし、同一経路・同一観測点を使用することにより、長周期領域の地動変位の再現を行なったものである。この研究は、震源機構を暗黙に同一と仮定しながらも、卓抜したアイデアを持つ。これに対し、金森³⁾は、Guatemala地震を、震源機構の相似するBorrogo Mountain地震から合成し、複数の観測点の平均により伝播経路の効果を表現した。そして、やや長周期領域の地動変位を再現した。その上、この2研究とも、実記録とはかなかの一致を見ており、かなりの成果をあげたと言える。

3. 目的 本研究は、上の2研究の拡張と工学的応用(防災・設計)を目的としている。その際、次の4つを課題とした。① 短周期領域(周期0.1~2.5秒程度)への拡張 ② 加速度波形の採用 ③ M8クラスの巨大地震への適用 ④ すべりのDIP成分を持つ次元断層への適用 ここで、②は、加速度記録は、構造物への入力が可能であり、速度・変位記録に対し振幅やパワーレベルが安定する⁴⁾という有利さがある。また、④は、アメリカのTransform断層に対し、日本の太平洋岸の断層は、すべてこのタイプである。そして、短周期ゆえ、波形や位相はあわなくとも、最大振幅・主要動継続・各種スペクトルがあれば、構造物にとって、同一の波であると考ええる。従って、本研究は、① 震源スペクトルの空間的優位(時間経



TOKACHIOKI 1968 05 16 09 49 HACHINOHE EW

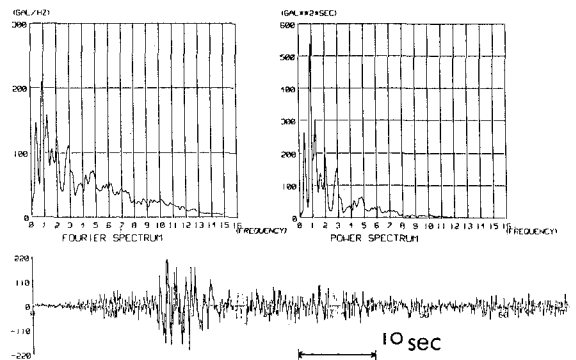


FIG 2

過によらず、地域的な震源スペクトルが反映するという考え方) ⑥ 伝播経路の同一視 ⑦ 同一観測地点の利用による表層の反映 を3本の柱に、短周期波の定量的再現を行なおうとするものである。

4. 方法 トライアルにおいては、以下の方法で、最もよく使用される入力地震波の1つ、「1968年十勝沖地震八戸記録」の再現を行なった。金森によるRadiation Patternの研究および余震分布や逆伝播図による津波波源域などを勘案し、仮定した断層面を図1に示す。そして、「断層震源モデル」で震源過程を表現する一方、複雑で多様な地盤条件を反映させるため、同一地域で発生し、同一観測地点で得られた「実記録(中小地震)」を要素波に採用し、要素波を時間領域で加えあわせる。すなわち、要素数は、Seismic Moment M_0 の比率より算出し、独自の方法で M_0 と気象庁マグニチュードとの関係を導いた。また、 M_0 分布は、簡単のため、断層面上で一様と仮定した。破壊伝播は、Barrier効果と位相の適度の分散をはかるため、ゆらぎのある(方向により異なる正規分布速度をもつ)2次元(同心円上)破壊伝播とした。十勝沖地震の破壊は、複雑なMultiple Shock^mであるが、その主破壊に着目し、震源南80km(断層面上)を破壊の開始点とした。他方、波の伝播は、簡単のため、伝播速度を一定速度(同地方の層構造を勘案したS波速度を想定)とした。また、震源方向の補正と地域的な距離減衰による補正を行なった。

5. 結果 今回は、上述のような比較的単純なモデル化により、波の再現を行い、振幅やパワーレベルや波動的性質(スペクトル)が近似的にあうかを見た。また、諸要因の分析にも力をいれた。つまり、まず波を再現し、各種スペクトル(フーリエ・パワー・ランニング・加速度応答・速度応答・変位応答)を評価し、実記録のそれらとの比較を行なった。このうち、波形とフーリエ・パワースペクトルの例(本震八戸記録EW成分)を図2に示す。そして、最も重要な評価項目と思われる、加速度応答スペクトルについて、実記録と合成波で比較したものを、図3(EW成分)・図4(NS成分)に示した。実線は実記録、破線は合成波(典型2例を選出)である。講演では、方法の説明に主力をおき、多くの波形・スペクトルをご覧いただくと考えている。

6. まとめ 図3・図4の加速度応答スペクトルを見ると、相当な短周期領域での過大評価が目につくものの、オーダーや波の性質は、全体としてよくあっている。本研究は、目的で述べたように、新しい試みを多く含むが、合成波は実記録とかなりの一致を見た。正攻法に近い本方法は、各方面の研究成果を取り入れやすく、かつまた、モデルの複雑化を行ないやすいため、今後の発展の余地は大きく、短周期波の定量的予測への期待がもてるものと考えらる。

<謝辞> 本研究を進めるに際し、茨城大学の井上京介先輩には、右腕となっていただいた。田中貞二先生や吉沢静代さんをはじめ、筆者の所属する地震研究所の多くの方々にご指導いただいた。また、港湾技研の倉田栄一氏、筑波大学の藤野陽三先輩、武蔵工業大学の片田敏行先輩にも助力いただいた。ここに、厚く感謝の意を表したい。

<<主要参考文献>>

- 1) 星谷勝: 確率論手法による振動解析, 第9章
- 2) S.H.Hartzell: G.R.L., Vol 5, No 1, pp 1~4, 1978.1.
- 3) H.Kanamori: B.S.S.A., Vol 69, No 6, pp 1645~70, 1979.12.
- 4) M.D.Trifunac & A.G.Brady: E.E.S.D., Vol 4, pp 455~471, 1976.
- 5) H.Kanamori: Tectonophysics, 12, pp 1~13, 1971.
- 6) K.Kajiura: B.E.R.I., Vol 48, pp 793~809, 1970.
- 7) Y.Fukao & M.Furumoto: P.E.P.I., 10, pp 355~368, 1975.

FIG 3

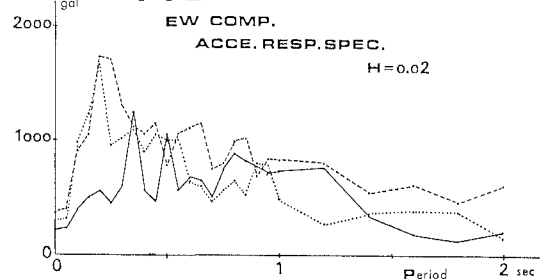


FIG 4

