

I-453

震源伝播過程を考慮した模擬地震波作成法

鹿島建設(株)小堀研究室 正員○武村 雅之

同 釜田 正毅

同 小堀 鐸二

1. はじめに

模擬地震波についての研究は設計用の応答スペクトル(または地震力)に等価な時刻歴波形を作成するという立場から主に研究がなされてきた(例えば政尾他1982)。そのため「地震波らしさ」の追及と言う点は第2の問題と考えられがちである。ここで「地震波らしい」とは「実地震波の性質に近い」という意味であるが、単に観測された地震動のみかけの性質のみに寄るものでなく、そのもととなる震源伝播過程の影響が合理的に反映されたものでなくてはならない。なぜなら、我々が経験できる地震動は母集団の極一部であり特に設計用として重要な大地震動の評価に関しては、震源伝播過程に遡って経験を外挿してゆく以外に方法がないからである。このような考えから第1段階として強震動の主要動を対象に模擬地震波の作成法を検討する。検討に当たっては類似の研究としてBoore(1983)を参考にした。

2. 包絡形状

模擬地震波の包絡形状として有名なものにJennings et al., (1968)によるものがあり、Hisada and Ando (1975)の継続時間の経験式と組合わせて原子力発電所の設計用地震動に用いられている。これらの結果はいずれも経験的に決められたものであり設計用としては有用なものであった。しかしながら、近年の地震学や地震工学の進歩により、地震に関する知識は深まり、将来のより合理的な設計用地震動評価のためには、それらの成果をもとにした物理的考察が必要である。また、最近包絡形状という曖昧な概念をやめ位相差分を用いて数学的に合理的な模擬地震動の作成法が検討されている(壇他, 1982)が、これらについても、例えば位相差分分布の平均値や標準偏差がどのような物理的パラメータと関連しているかについての十分な検討が必要である。以上のような考えから、武村(1987)は、簡単な物理的考察より図1のような包絡形状を提案している。この形

状は、Jennings et al. (1968)の提案とよく似た形状であるが、 T_d は震源での破壊時間、 Q_c は地震波が伝播する地殻の Q 値に結びつけられている点が大きく異なっている。ここでは、さらに震源破壊の方向性を考慮し T_d を以下のように表現する。(unilateral破壊の場合)

$$T_d = kL(1/VR - \cos \theta / Vs) \quad (1)$$

ここで、 L は断層の長さ、 VR , Vs はそれぞれ破壊伝播速度と S 波速度、 θ は断層の破壊伝播方向と観測点の方向のなす角度である。 k は比例定数で0.5と与えることにする。つぎに包絡形状に対する振幅の与え方について考える。

3. 振幅スペクトル

包絡形状に対する周期毎の振幅 $A(f)$ は、 S 波のフーリエ振幅 $U(f)$ により求める。Aki and Chouet (1975)の結果に基づき $A(f)$ と $U(f)$ の関係を考えると、ランダム性の強い短周期の地震波に対してはその継続時間が T_d のとき以下の関係がある。

$$A(f) = U(f) \sqrt{2 \Delta f / T_d} \quad (2)$$

ここで、 Δf は対象周波数 f のまわりのバンド幅である。 $U(f)$ として、従来よく行われる応答スペクトルのマグニチュードと震源距離に対する回帰分析をフーリエ振幅に拡張したものをを用いてもよく、それに対応するものとして、回帰式の物理的解釈を試みた武村他(1987)の研究がある。しかしながらここでは、より理論的に地震波の震源伝播過程を考慮した場合を考え、 $U(f)$ を以下のように表現する

$$U(f) = S(f) H(f) \exp(-\pi f t / Q_s) \quad (3)$$

ここで $S(f)$ は震源スペクトルを示し、ここでは地震モーメント M_0 とコーナー周波数 f_c (断層のサイズより決まる)をパラメータとする ω^{-2} モデルを仮定する。また $H(f)$ は地盤の伝達関数である。

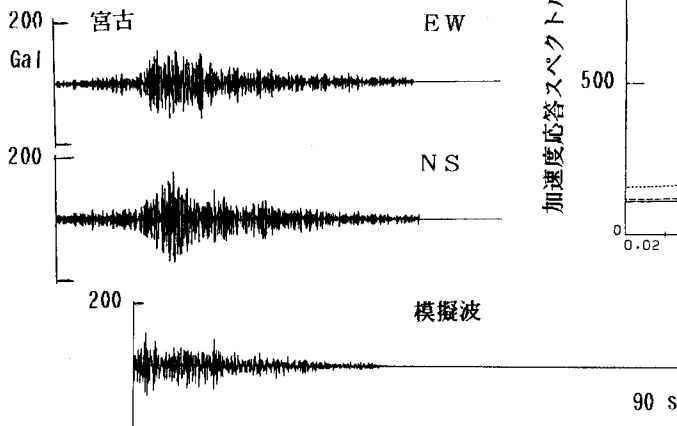
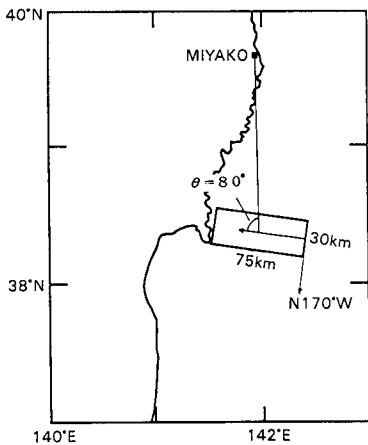
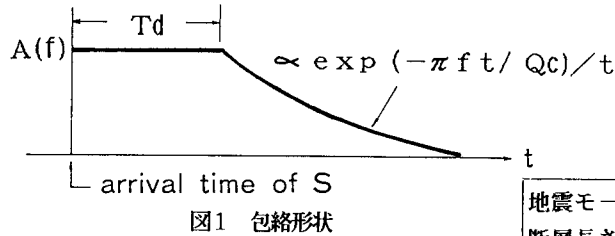
4. 作成例

周期別にランダムな位相を持つ正弦波に上記のような絶対振幅をもつ包絡形状を掛け合せて模擬地震

波を作成する。対象は1978年宮城沖地震の宮古港の波形とする。図2に断層面位置、表1に計算に用いたパラメータ、図3に模擬波と観測波、図4に減衰定数5%の応答スペクトルを示す。模擬波には、計器特性の補正も施した。

5. まとめ

初期微動部分の検討などいくつかの問題はあるが、以上のように簡単な物理的考察よりやや「地震波らしい」模擬波を作りえることが分った。



参考文献

- Aki and Chouet(1975)JGR.
 Boore(1983), BSSA, vol. 73,
 壇他(1982), 日本建築学会大会
 Hisada and Ando(1975), KICT Rep.
 Jennings et al. (1968), Earthq. Eng. Res. Lab. CIT
 政尾他(1982)日本建築学会大会.
 翠川・小林(1978), 日本建築学会論報集, 273号.
 Sato and Hirasawa(1973), JPE, vol. 21.
 Seno et al., (1980), PEPI, vol. 23.
 武村他(1987), 日本建築学会論報集, 375号.
 武村(1987), 地震工学研究発表会.
 武村(1987), 地盤震動シンボ.

表1 パラメータ

地震モーメント M_0	3.1×10^{27} dyne-cm
断層長さ L	80 km
破壊伝播速度 V_R	3.5 km/sec
S波速度 V_s	4.0 km/sec
断層傾斜角 δ	20 度
以上Seno et al. (1980) による	
コーナー周波数 f_c	0.046 Hz
面積が等価な円形クラック (Sato & Hirasawa, 1973)を仮定	
S波 Q_s 値	$100 f^{0.7}$ (武村, 1987)
Coda波 Q_c 値	Q_s 値と同じ
宮古の地盤構造	翠川・小林(1978)による

