

模 擬 地 震 動 作 成 手 法 に 関 する 研 究

(その10:改良位相差分法による模擬地震動作成の試み)

正会員○壇 一男¹⁾ 同 大崎順彦²⁾ 同 神田 順³⁾ 同 岩崎良二⁴⁾
同 政尾 亨⁵⁾ 同 北田義夫⁴⁾ 同 坂田光児⁵⁾

1. はじめに

同題報告(その5)¹⁾の成果をとり入れ、今回は全周波数帯域をいくつかの帯域に分け、各々の帯域ごとに位相差分分布を与える手法(手法Aと手法B)を考えた。

手法Aは、全周波数帯域を適宜分割し、各帯域で加速度波形と減衰定数1%の応答スペクトルを考慮しつつ矩形分布の位相差分を与えたものである。

手法Bは、(その9)で得た結果をとり入れ、対象とするある一つの帯域をハーフパワー法に基き細分割し、全体として包絡形と対応するある位相差分分布をもつように、それぞれのハーフパワー狭帯域においてより小さい標準偏差の正規分布の位相差分を与えたものである。

2. 手 法 A

成分波をまず4.9Hz未満の低周波数の成分波と、4.9Hz以上の高周波数の成分波の2つに大きく分け、下に述べるような位相差分を与えた。

a) 4.9Hz 未満の低周波数の成分波の位相差分

ジェニングスタイプの包絡形と相似の確率密度関数を考え、その分布に従う確率変数を乱数を用いて発生させ、その値を位相差分として用いる。

b) 4.9Hz 以上 50Hz までの高周波数の成分波の位相差分

表1に示すように、周波数帯域を4つの帯域に分け、それぞれの帯域ごとに平均値 μ 、標準偏差 σ の矩形分布により位相差分を与える。

表1 矩形分布

Hz	—	Hz	μ	σ
4.9	—	11.0	-1.810	0.543
11.0	—	20.0	-1.600	0.388
20.0	—	31.7	-1.545	0.230
31.7	—	50.0	-1.515	0.087

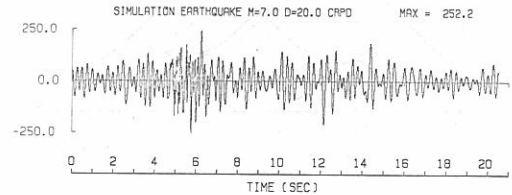


図1 加速度波形と位相差分分布

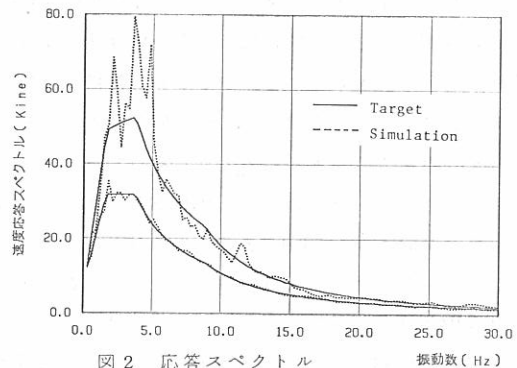


図2 応答スペクトル

図1に、作成した模擬地震動の加速度波形と、与えた位相差分分布に対応する時刻を示す。また、図2には減衰定数5%及び1%の応答スペクトルを示す。

3. 手 法 B

次に(その9)で得られた結果、すなわち

$$\sigma_L < \sigma_T$$

を加味して、新しいモデルを考える。

図3に示すように、対象とするある1つの帯域において、平均値 μ_T 、標準偏差 σ_T の位相差分分布がK個の小部分から成り、各小部分の平均値を μ_{Li} ($i=1, 2, \dots, K$)、標準偏差を σ_L (一定)とすると、次の関係式が成り立つ。

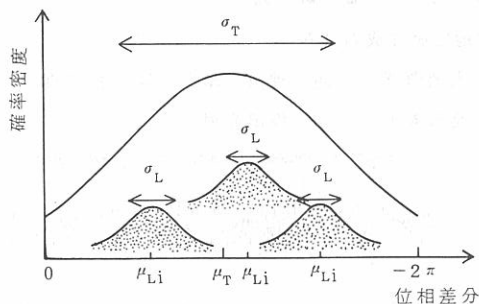


図3 位相差分分布

$$\mu_T = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \mu_{Li}$$

$$\sigma_T^2 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \mu_{Li}^2 - \mu_T^2 + \sigma_L^2$$

これは、各々のハーフパワー狭帯域において与える位相差分に、全体としてある位相差分分布を構成させるという制約条件をつけ、包絡形との整合性を高めようとする考えに基いている。すなわち、包絡形と相似の確率密度分布の平均値を μ_T 、標準偏差を σ_T とすると上式をみたすような μ_{Li} と σ_L を与えるのである。

さて実際には、まず成分波を2Hz未満、2Hz以上25Hz未満、25Hz以上50Hzまでの3つの大きなグループに分け、下に述べるような方法で位相差分を与える。

a) 2Hz未満の周波数の成分波の位相差分

この周波数帯域では、帯域をハーフパワー狭帯域に細分割すると、その狭帯域の成分波数が4以下となるため、細分割することなく平均値-2.8ラジアン、標準偏差1.2ラジアンの正規分布に従う位相差分を用いる。

b) 2Hz以上25Hz未満の周波数の成分波の位相差分

この周波数帯域をハーフパワー法に基き、中心周波数を f_0 とした場合

$$0.95 f_0 \leq f \leq 1.05 f_0$$

なるハーフパワー狭周波数帯域に細分割する。次に各ハーフパワー狭帯域で

$$\text{平均値 } \mu_{Li} = \begin{cases} 0.41 f_0 - 5.90 & (2.0 \leq f_0 \leq 9.1) \\ -2.10 & (9.1 \leq f_0 \leq 25.0) \end{cases}$$

$$\text{標準偏差 } \sigma_L = 0.41 \quad (2.0 \leq f_0 \leq 25.0)$$

の正規分布に従う位相差分を用いる。

このとき、 $K = 26$ 、 $\mu_T = -2.8$ 、 $\sigma_T = 1.2$ であり、 μ_{Li}

はバイリニア関数である。

c) 25Hz以上50Hzまでの周波数の成分波の位相差分
細分割することなく平均値-2.8ラジアン、標準偏差0.05ラジアンの正規分布に従う位相差分を用いる。

図4に、作成した模擬地震動の加速度波形と、与えた位相差分分布に対応する時刻を示す。また図5には減衰定数5%及び1%の応答スペクトルを示す。

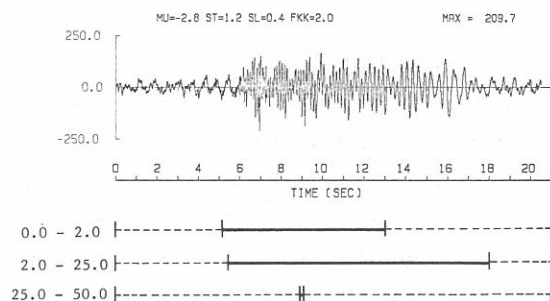


図4 加速度波形と位相差分分布

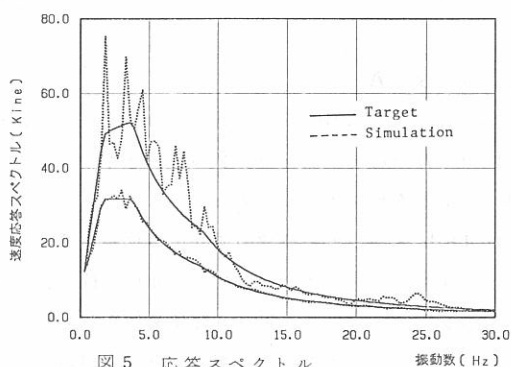


図5 応答スペクトル

4. 考 察

図1と図4から、位相差分分布と包絡形及び波の非定常性の間には密接な関係があること、図5から位相差分を与える際の周波数帯域の境界に対応する固有周波数の減衰定数1%応答スペクトルが大きくなっていることがわかる。手法Bの場合、 μ_{Li} の与え方(今回バイリニア関数とした)やパラメータの値に検討の余地があるため、(その13)での各手法の比較では手法Aにより作成した模擬地震動を用いた。

参 考 文 献

- 1) 同題報告、その5、東北大会、pp595~596