

I-441 確率統計的手法を用いた地震波の作成

(株)間組	正員	浦野	和彦
大阪府庁		辻内	元博
東京工業大学		安原	真人
早稲田大学	正員	宮原	玄

1、はじめに

本研究では、地震波の伝搬経路である地盤が地震波の不規則性および非再現性に最も大きな影響を与えと考え、地盤が確率構造を持っているものとする。確率統計的手法を用いて確定量である入力波に対する出力波の平均と分散を求める。

2、理論

確率構造の定式化は伝搬経路の相関関数で行い、本研究では次式を用いる。

$$D(\chi - \chi') = \langle q(\chi)q(\chi') \rangle = D^2 \exp(-A|\chi - \chi'|) \quad (1)$$

ここで、 $q(\chi)$ ：媒質の確率変数

また、SH波の波動方程式を時間領域から周波数領域へFourier変換したものがHelmholtz方程式になる。このHelmholtz方程式に確率量 $q(\chi)$ を加えた基本式は、

$$[\partial^2/\partial \chi^2 + \partial^2/\partial y^2 + k^2 + q(\chi)] G(\chi, \chi') = -\delta(\chi - \chi') \quad (2)$$

ここで $k^2 = \omega/v_s$, v_s ：波速, ω ：周波数。(2)式から、以下2通りの解法を用いて平均を求める。まず、(2)式のGreen関数を、ランダム媒質理論を用いて解くと、

$$G(\chi, \chi') = G(\chi - \chi') = -i/4 H_0^{(2)}[(a - ib)(\chi - \chi')] \quad (3)$$

になる。ここで、
 $a - ib = \pm \sqrt{\alpha - i\beta}$
 $\alpha = k^2 - D^2/k^2$, $\beta = D^2 \pi A / 2\sqrt{(k^2 + A^2)^3}$
 $H_0^{(2)}(\)$ ：第2種0次 Hankel 関数

次に、(2)式のGreen関数を、摂動法を用いて解くと、

$$G(\chi, \chi') = G_0(\chi - \chi') - D \int G_0(\chi, \chi'') G_0(\chi'', \chi') d\chi'' \quad (4)$$

になる。ここで、 $G_0(\chi, \chi')$ ：Helmholtz方程式の基本解、 χ'' ：散乱点
 したがって、これらのGreen関数を用いると、観測点での平均波 $\langle \psi(\chi) \rangle$ は

$$\langle \psi(\chi) \rangle = \int G(\chi, \chi') j(\chi') d\chi' \quad (5)$$

で与えられる。ここで $j(\chi')$ ：入力波

一方、(2)式から、分散 $\langle \psi^*(x)\psi(y) \rangle$ の基本式である Belhe-Salpeter の方程式を導く。

$$\langle \psi^*(x)\psi(y) \rangle$$

$$= \langle \psi^*(x) \rangle \langle \psi(y) \rangle$$

$$+ \int dx'' dy'' D(x''-y'') G^*(x, x'') G(y, y'') \langle \psi^*(x'') \psi(y'') \rangle \quad (6)$$

(6)式から、以下3通りの解法を用いて分散を求める。第1の解法は、(6)式に Born 近似を用いる。第2の解法は、(6)式に場所に関する Fourier変換を施し、Fredholm型積分方程式を導き、この方程式の解を用いる。第3の解法は、(6)式の優れた近似式である輸送方程式を導入し、前方散乱近似を用いる。

3、数値解析結果、考察

平均は、2つの解法による結果が、ほぼ一致している。分散は、3つの解法による結果の最大値がほぼ一致しているが、輸送方程式による結果の形状が、他の2つの結果と多少の相異がみられる。これは近似の程度の差によるものと考えられる。

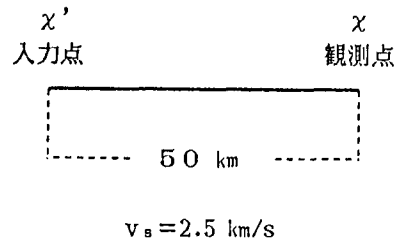


FIG 1 : 観測モデル

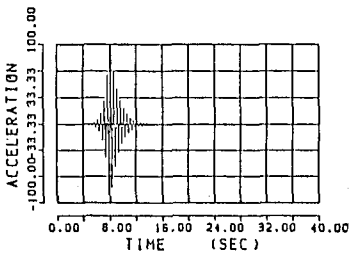


FIG 2 : 入力波

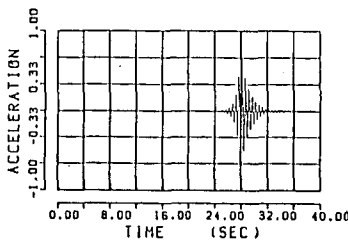


FIG 3 : ランダム媒質理論による平均波

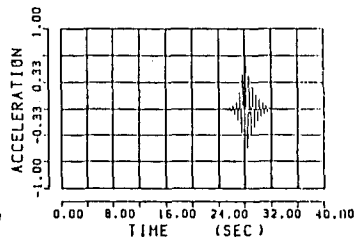


FIG 4 : 振動法による平均波

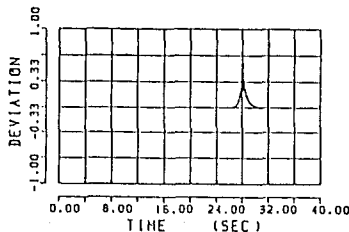


FIG 5 : Born 近似による分散

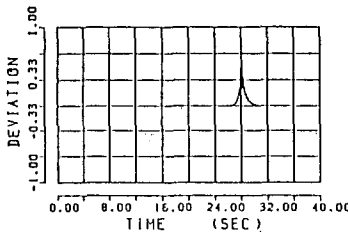


FIG 6 : Fredholm 積分方程式による分散

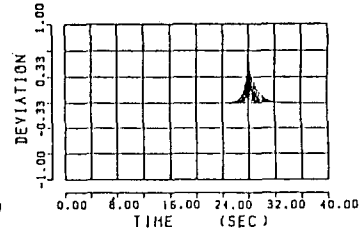


FIG 7 : 輸送方程式による分散

4、参考文献

「確率場の数学」、「物理と Green関数」

今村 勤 著