

I-471

全反射波列から推定される堆積層-基盤系の地震応答

国立防災科学技術センター 正会員 木下繁夫

1. はじめに

インピーダンスに明瞭な差がある堆積層と先第三紀基盤層の境界では、堆積層内下降波が連続して全反射し、2次の波を生成する。ここでは、この様な全反射列を用いて、堆積層-基盤系の地震応答をモデル化する方法について述べる。

2. 方法

地表と基盤上面で連続して全反射しながら堆積層を伝播するSHパルス列は、地表において、平面波近似の下で(1)式の形に展開される。ここで、 f_1 は地表に現れた直達パルス波であり、 $\hat{f}_1$ は f_1 の Hilbert 変換波である。この展開式を支配しているのは、基盤上面における全反射に伴う位相歪 ϵ_n と遅れ時間 δ_n の組である。そこで、地表観測波からこの組み合わせを推定し、簡単な構造モデルから得られる (ϵ_n, δ_n) の組と比較することにより、堆積層内における全反射波の伝播状態をモデル化する。

(ϵ_n, δ_n) の推定は、各全反射 f_r^n が(2)式の $\bar{f}_r$ で与えられるとして、(3)式を最小化することで行う。結果は図1に示す様な手順となる。

$$f(t) = f_1(t) + \sum_{n=1}^N f_r^n(t),$$

$$f_r^n(t) = \cos(\epsilon_n) \cdot f_1(t - \delta_n) + \sin(\epsilon_n) \cdot \hat{f}_1(t - \delta_n) \quad (1)$$

$$\bar{f}_r(t - \tau) = \cos(\epsilon(\tau)) \cdot f_1(t - \tau) + \sin(\epsilon(\tau)) \cdot \hat{f}_1(t - \tau) \quad (2)$$

$$L(\tau) = E\{f_r^n(t) - \bar{f}_r(t - \tau)\}^2 - \lambda\{\cos^2(\epsilon(\tau)) + \sin^2(\epsilon(\tau)) - 1\} \quad (3)$$

3. 適用例

1984年2月14日に発生した山梨県東部地震 ($M=5.2$) における東京府中地域での観測記録を用いた例について述べる。図2の下図は北府中(KFC)における観測記録(transverse成分)であり、上図は図1の手順で求めた (ϵ_n, δ_n) を式(1)に用いて求めた合成波である。合成波は、減衰を考慮していないが、各パルス波の位相歪と出現時間を説明していると言える。また、全反射波の出現時間間隔が短くなってゆくことは、伝播方向に堆積層が厚くなっていることを示している。そこで、図3の様な2層モデルにおける伝播を仮定して、このモデルのパラメータを推測する。これは、観測記録から得られる (ϵ_n, δ_n) と図3のモデルから計算される (ϵ_n, δ_n) の比較により行われる。結果を図4に示す。横軸が δ_n を縦軸が ϵ_n を各々示す。横軸は各観測点における直達波を基準としたものである。また、図3のモデルに基づく計算結果(実線)は、堆積層厚さ $2 \pm 0.25\text{km}$ の範囲を対象としたものである。図4は、最も妥当と思われるパラメータを用いた結果であるが、これから、堆積層の平均S波速度 1 km/s 、基盤のS波速度 3 km/s 、基盤の傾斜角 5° 、及び堆積層での入射角 14° が読み取れる。堆積層-基盤系の地震応答は、これらのパラメータを図3のモデルに適用して、再び式(1)の (ϵ_n, δ_n) を計算することによりモデル化される。

4. おわりに

不整形地盤の地震応答解析では、数値計算による方法が主流をなしているが、ここで述べた様に観測記録から逆に推測する方法も今後必要であろう。

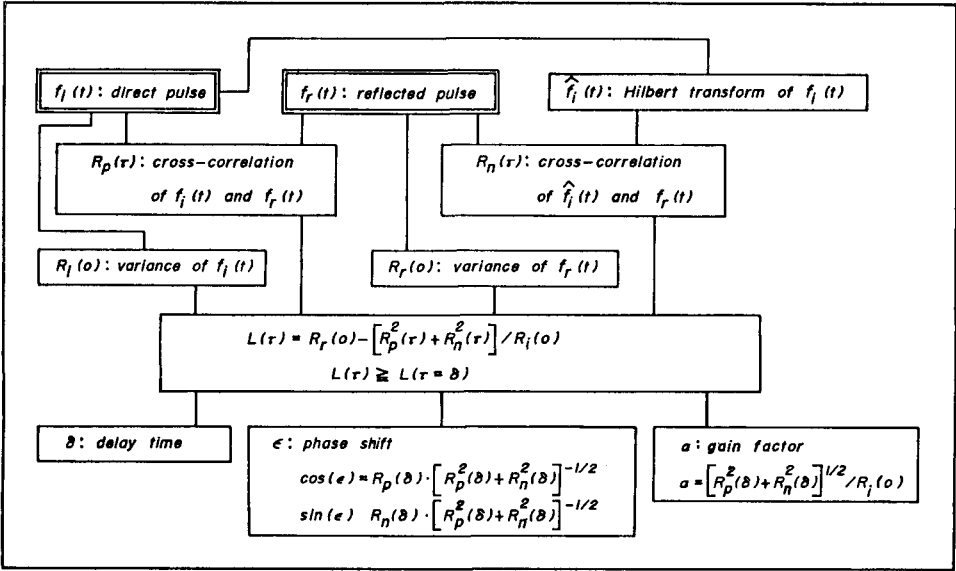


Fig.1

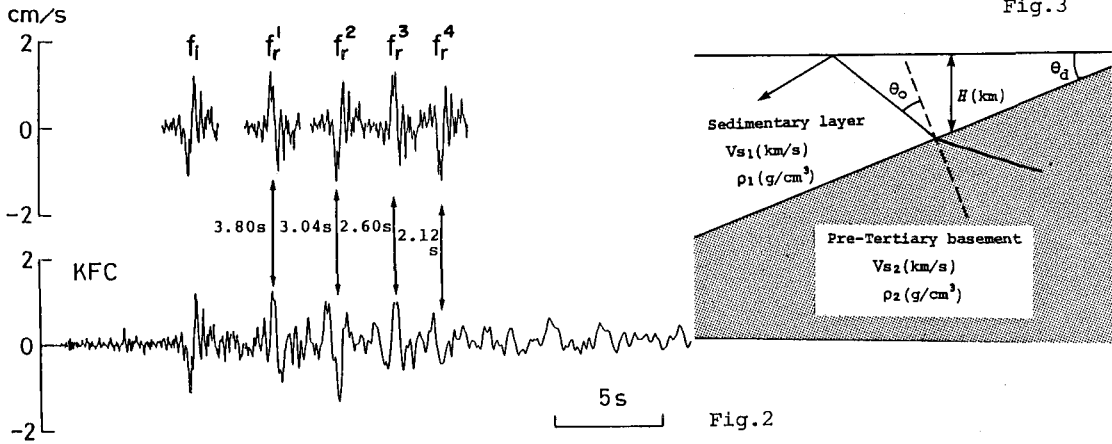


Fig.3

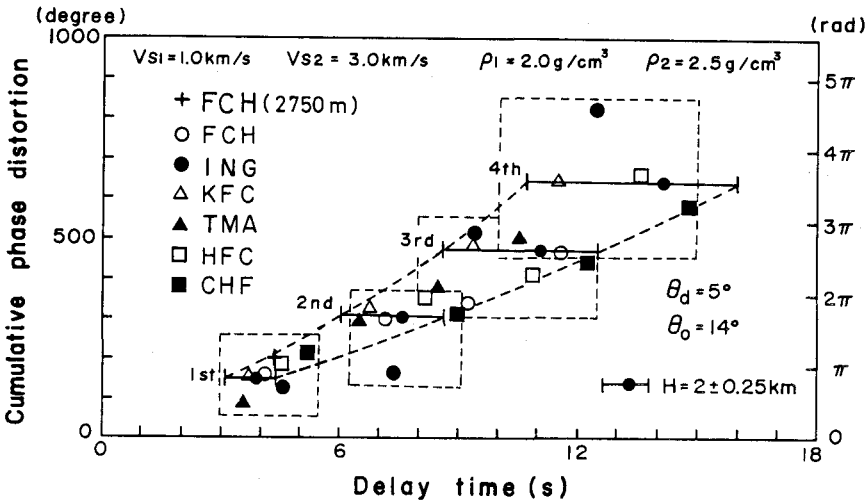


Fig.4