

泊発電所（1，2号炉）

敷地地盤の地震波伝播特性の
検討に関わる指摘事項について

昭和58年 8月29日

原子力発電安全審査課

1. 指摘事項

(1) SH波入力による検討において境界要素法 (BEM) の基本解に用いている関数 (Green 関数) について P2

(2) SH波入力による検討における解析モデルの境界条件について P4

(3) BEM解析で使用している解析コードの検証について P7

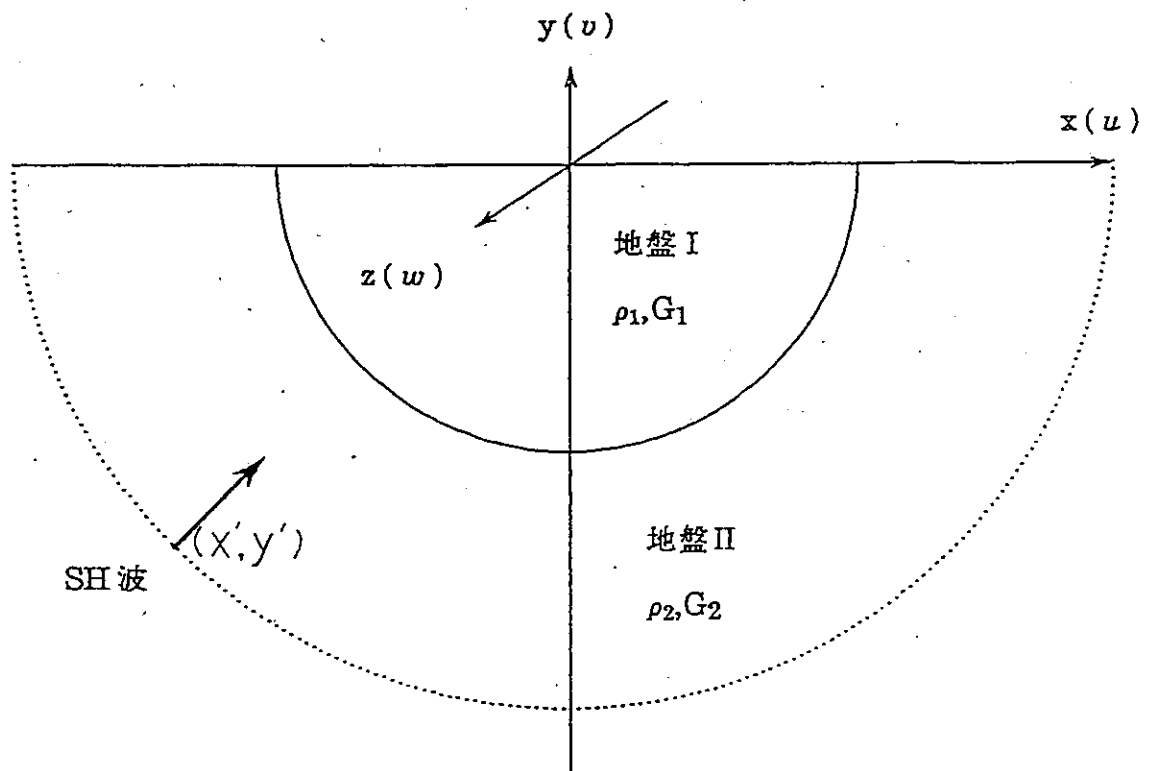
2. 検討内容

1. SH波入力による検討において境界要素法 (BEM) の基本解に用いている関数 (Green関数) について

下図のように座標軸を定め、地盤の密度を ρ 、せん断弾性係数を G とすると、周波数領域における運動方程式は、各領域 $j (= 1, 2)$ に対して

$$L(w) = G_j \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) w_j + \rho_j \omega^2 w_j = 0 \quad (j=1, 2) \quad \text{----- (1)}$$

と言ける (以下、 j は省略)。ここで、 w は面外方向の変位、 ω は円振動数である。



一様地盤 (全無限体) の 1 点 (X', Y') に単位振幅 1 の周期外力が作用した時、地盤内の動きは下式によって表わ

とれる。

$$L(w^*) = G \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) w^* + \rho \omega^2 w^* = -\delta(x-x')(y-y') \quad \dots\dots\dots(2)$$

また、任意の点における面外方向の応答は(2)式から基本解として次のように得られる。

$$w^* = \frac{i}{4G} H_0^{(2)}(\xi r) \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここに、 $H_0^{(2)}(\xi r)$ は 0 次の第 2 種ハンケル関数であり、

$$\xi^2 = \frac{\rho \omega^2}{G}$$
$$r = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

(3)式は全無限体の Green 関数などと呼ばれる。

本検討のまうに水平な地表面を有する地盤の場合の基本解は次式で表わされる。

$$w^* = \frac{i}{4G} \left\{ H_0^{(2)}(\xi r) + H_0^{(2)}(\xi r') \right\} \quad \dots\dots\dots(5)$$
$$r' = \sqrt{(x-x')^2 + (y+y')^2}$$

2. SH波入力による検討の解析モデルの境界条件について

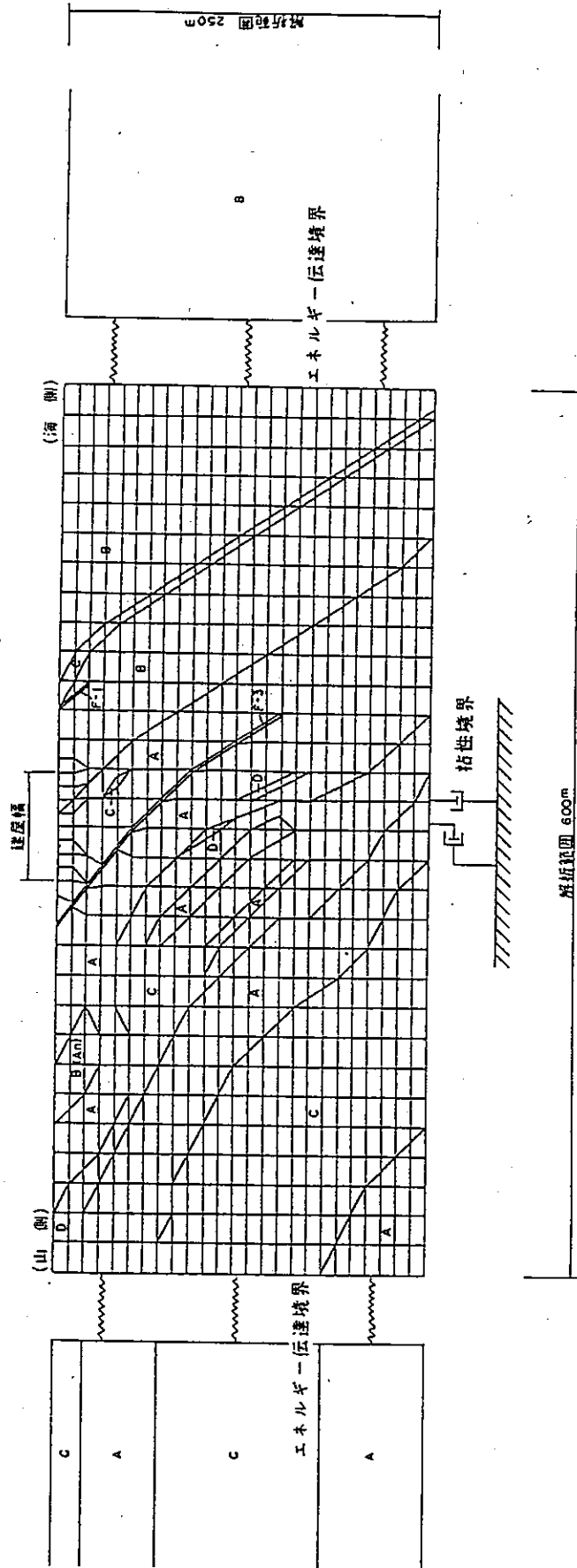
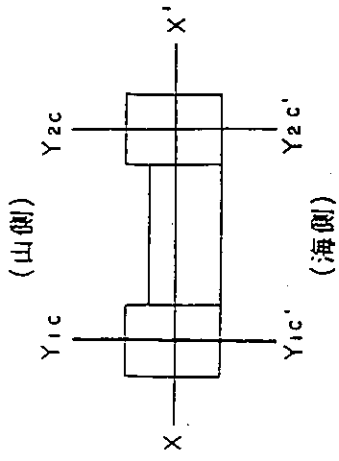
基5851(C-52)101における解析モデルの境界条件の設定は以下のとおりである。

FEM解析モデルの境界条件は底面は粘性境界、側面は粘性境界又はエネルギー伝達境界としている。

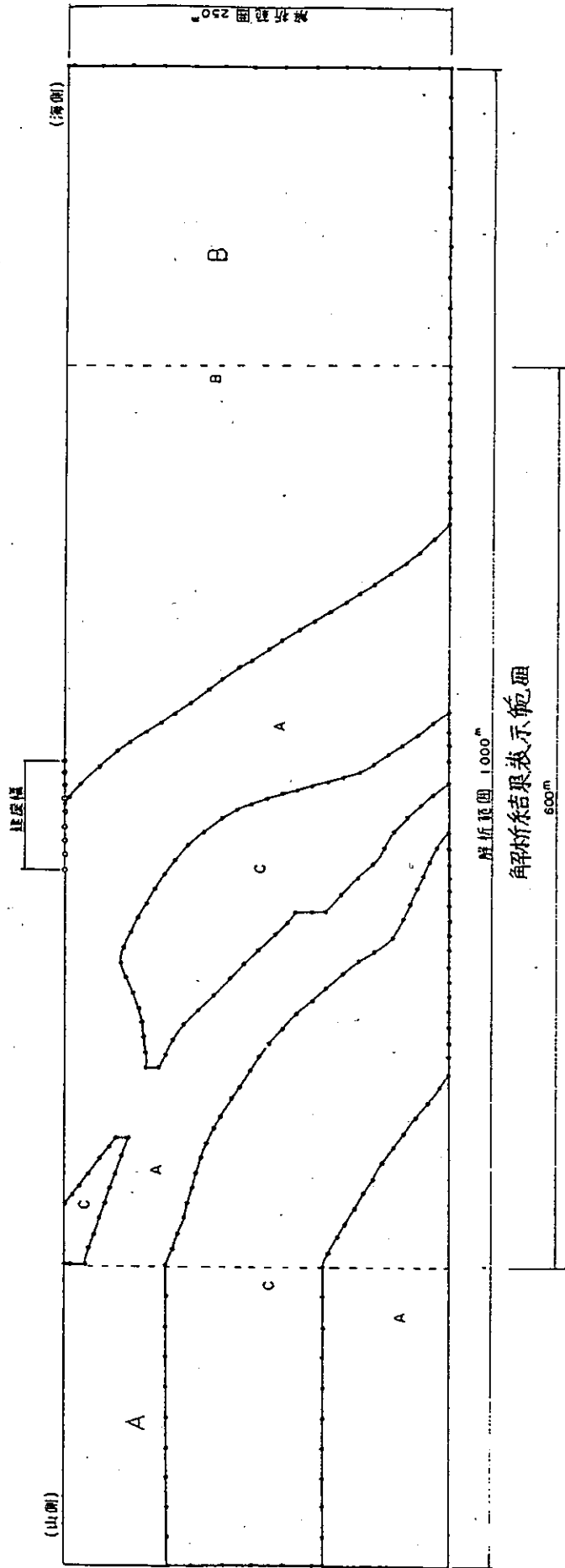
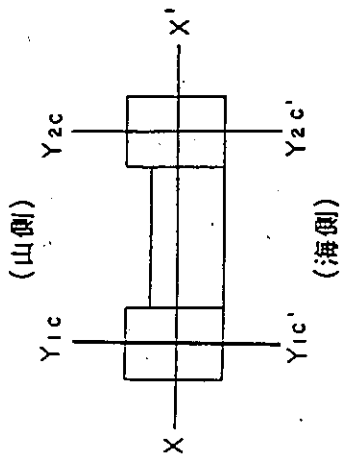
BEM解析モデルについては、周辺領域では同一のものが連続して存在しているものとしている。

第1図に示されるFEM解析モデルの境界条件は、半無限地盤への地震波の逸散が評価できるように選択されている。BEM解析モデルは、先行して実施していたFEM解析モデルとの整合性、地質の連続性、半無限地盤への地震波の逸散及び注目領域における応答等の安定性を考慮し第2図に示すような解析モデルで実施し、解析結果はFEM解析の領域と同じく巾600mの範囲で示している。

なお、解析モデルにおいて境界要素で囲まれている領域は、A級の岩盤が半無限に存在しているものとしている。



第 1 図 分割メッシュ
(地質構造モデル Y1c - Y1c') - FEM -



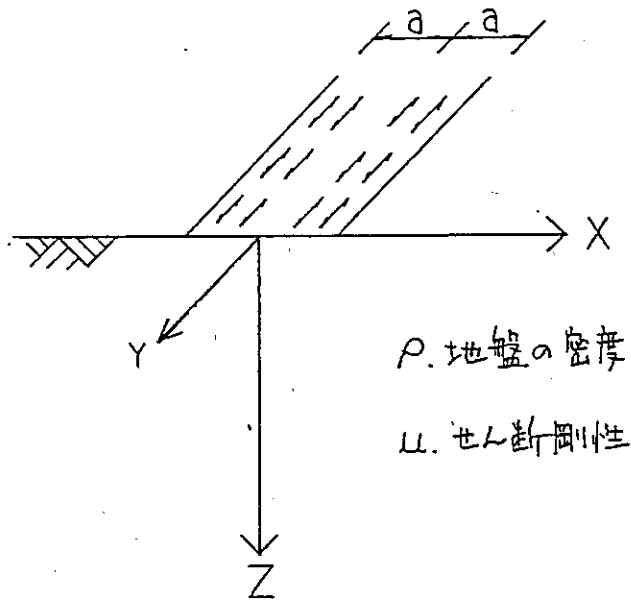
第 2 図 分割要素

(地質構造モデル $Y_{1c} - Y_{1c}'$) - BEM -

3. BEM解析で使っている解析コードの検証について

- a. 地表面上に一様面外せん断力が作用した時の中央点における変位応答の比較

下図に示される様に幅 $2a$ の領域に一様分布の面外せん断力 $q_0 e^{i\omega t}$ が作用した時の



境界条件を

$$Z=0, |X| > a \text{ の時 } \tau_{yz} = 0$$

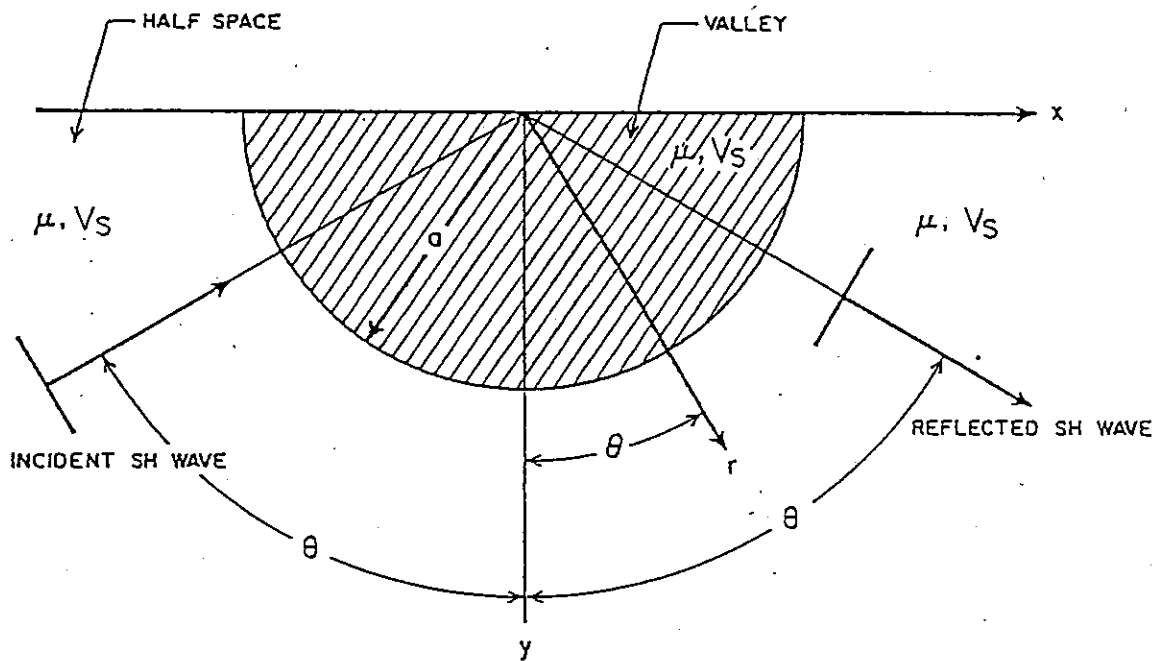
$$Z=0, |X| \leq a \text{ の時 } \tau_{yz} = q_0 e^{i\omega t}$$

とした時の中央点 ($X=Y=0$) における変位応答とBEM解析による中央点の変位応答の比較を第3図に示す。

BEM解析の場合、幅 $2a$ の領域を10等分の境界要素とし、一様応力境界条件としている。また、この変位応答の比較は「1982年構造工学シンポジウム」にて発表されている。

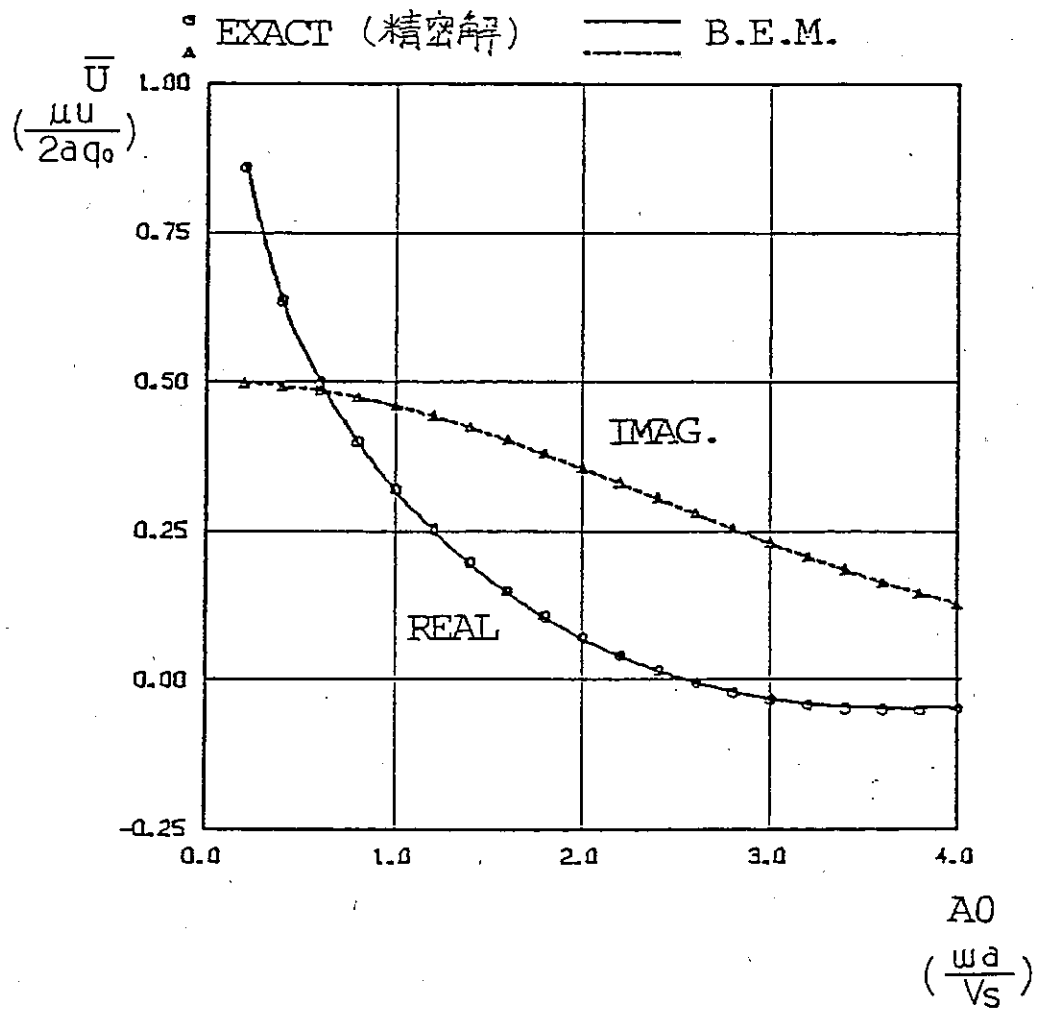
D. 半円筒沖積谷に SH 波が入射する場合の変位応答の比較

1971年 Trifunac⁽¹⁾ は下図に示すような半円筒沖積谷に SH 波が入射した時、 $\rho_{地盤}/\rho_{谷}=1.5$ 、 $V_{S地盤}/V_{S谷}=2.0$ のパラメータで地表面の変位(絶対値)の分布を円筒座標系を用いてベッセル関数及びハンケル関数で解を表し求めている。

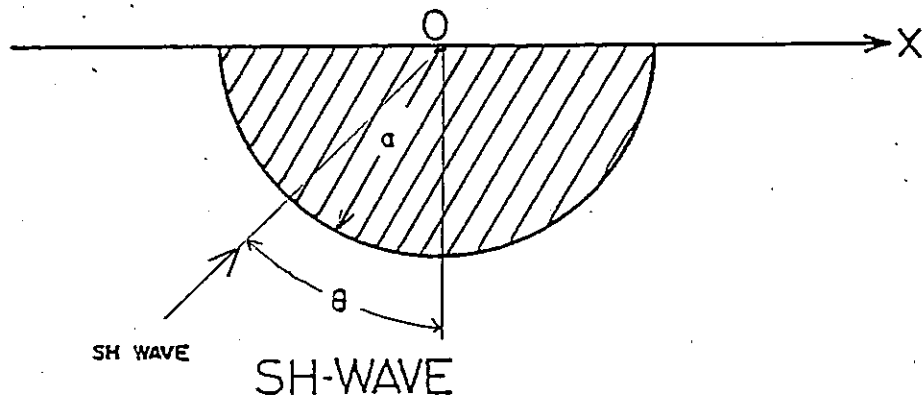
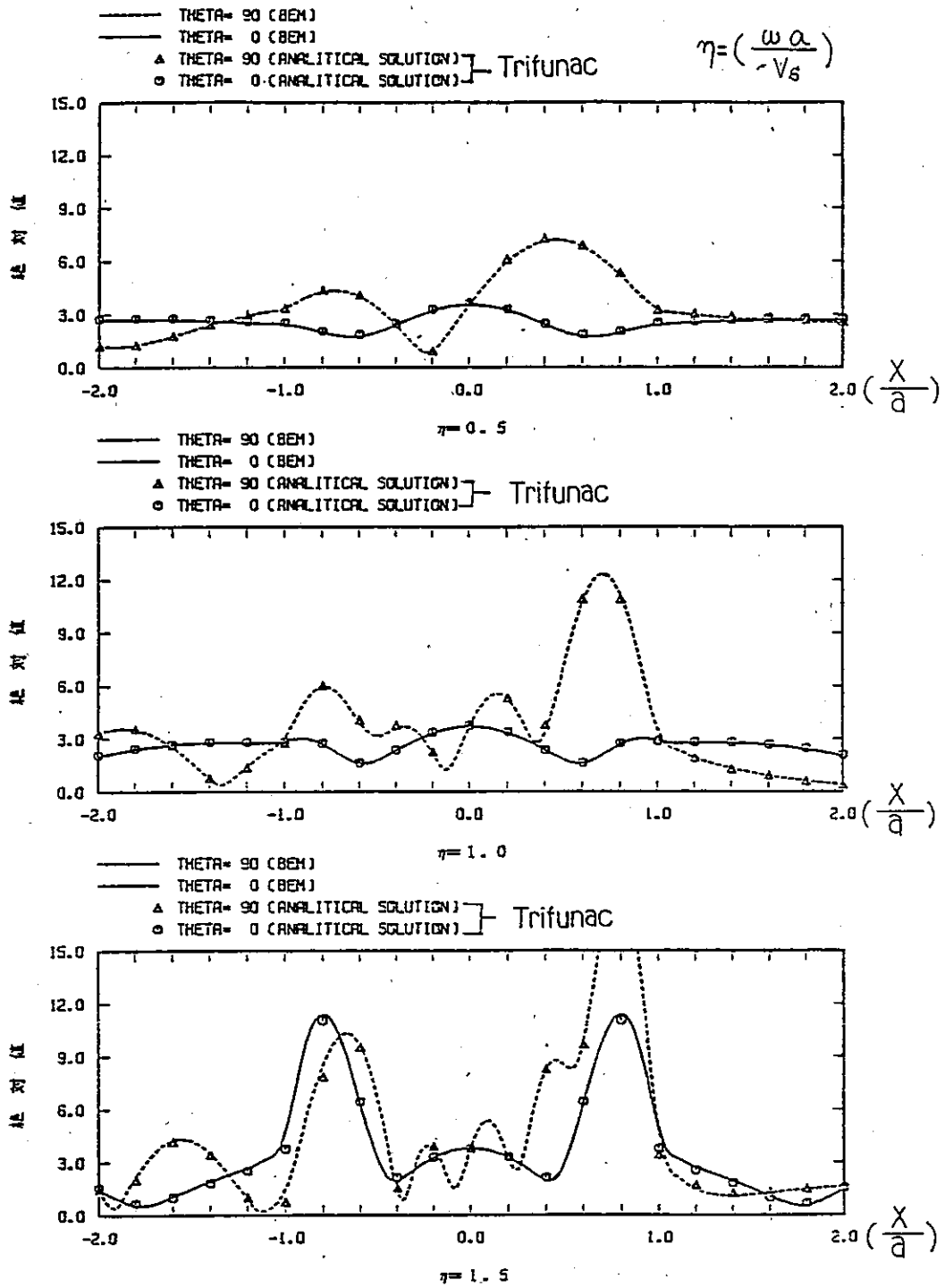


BEM解析で地盤と沖積谷の境界を40分割の境界要素として解析した時の地表における変位分布をTrifunacの解によるものと比較して第4図に示す。これによると良く一致している。

なお、本BEM解析で使用している解析コードは、大崎総合研究所所有の解析コード(BESTA 1)である。



第 3 図 精密解との比較



第 4 図 Trifunacの解との比較

参考文献

- (1) Trifunac, M.D. "Surface Motion of a Semi-Cylindrical Alluvial Valley for Incident Plane SH Waves", Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 61 No. 6, pp 1755 ~ 1770, December, 1971