

5 - 8 海水面の年周変化による半島地殻上層部の変形 (FEMによるシミュレーション)

Relation of Seasonal Vertical Variation of the Omaezaki Peninsula with Sea Level Change

国土地理院 田島 稔

土木研究所 松本 徳久

Minoru Tazima

Geographical Survey Institute

Tokuhisa Matsumoto

Public Works Research Institute

東海地方の地震予知業務の一つとして、御前崎、掛川間の水準測量を年4回実施するようになった結果、半島部が一年周期の上下変動をしていることが分った。一方、沿岸海域の海面も約30cmの年間変化をしており、これらの現象の関係を

(1) 半島地殻が完全不透水の場合

(2) 半島地殻が完全透水の場合

について有限要素法を用いて簡単なモデルについてシミュレーションを行った。又、

(3) 地殻が不完全透水の場合

について浸潤面が時間と共に変化する非定常の場合、定性的な考察を行った。

シミュレーションモデルとして第1図のような2次元モデルを用いた(節点数133, 未知量106)。

(1) 完全不透水の仮定のもとでは海面上昇の結果、海面下の半島地殻が加重を受け、陸部がポアソン比(0.3とした)の関係で上昇する。(2) 完全透水の場合はアルキメデスの原理により浮力を受け陸部はやはり上昇する。陸部上昇の大きさは(1)の方が(2)の約2倍大きい。(3)の場合については、浸潤面の変化により動水勾配が生じ、一方水圧はすみやかに伝わるから地盤を上を押し上げる力が働き、浮力の場合と似た効果が生じる。

浜岡原発が御前崎地区の岩石について詳しい調査を行っているが、その報告書によれば半島部の地質は、新第三紀の相良層群で砂岩と泥岩から成り、砂岩のヤング率 $E \leq 2,000 \text{kgf/cm}^2$ 、泥岩の $E \approx 10,000 \text{kgf/cm}^2$ である(第2図)。従ってそれらの平均として $6,000 \text{kgf/cm}^2$ の値を用いて計算した。その結果、

1) 完全不透水の場合、加重による陸部の上昇は約12mm

2) 完全透水として浮力による陸部の上昇は約6mm

が得られた。第3, 4図に半島モデルの片側の斜面が上下(Y軸)、および水平(X軸)方向に変位した量を示した。

振巾約 30 cmの海面年周変化は全国すべての験潮場で記録されており，この原因は海水温度と気圧の年周変化によるものと考えられる。その場合は海底の一定の深さ以深では水圧の年周変化はないものと考えられるので，半島が完全不透水であっても，加重による隆起は計算値より小さくなると思われる。

浮力効果について，簡単なフックの法則から隆起量 ΔL を求めてみると，

$$\Delta L = \frac{F}{E} \cdot L = \frac{30 \cdot g}{6 \times 10^6 g} \times 1.2 \times 10^5 = 0.6 \text{cm}$$

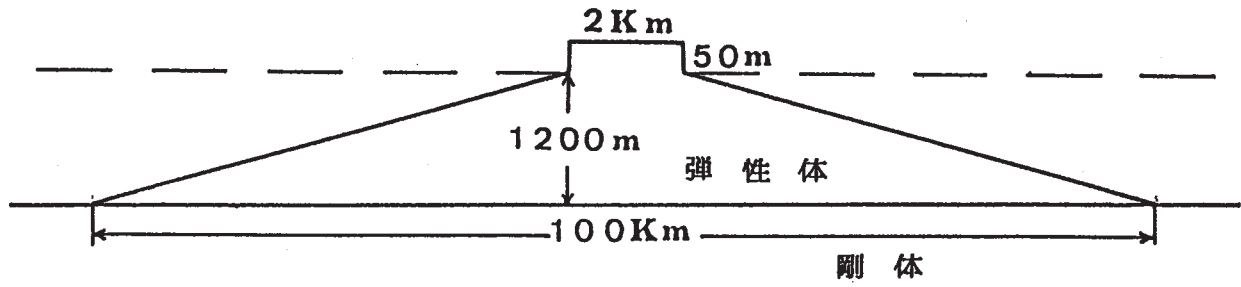
で有限要素法の結果と殆ど一致する。

但し，F：浮力，E：ヤング率，L：半島の弾性体の厚さである。

実際の御前崎半島の年周変化は振巾 1.5 ～ 2.0cm で，この程度の量を説明するために，

- a) 地表から数 10m ～ 100m の岩は，ひび割れや雨水のためいわゆる「くさった状態」になっており，ブロック全体としてのヤング率は，数 100kgf/cm² のオーダーと考えられる。従って非常に浅い地層のみで数mm程度の隆起量を受けもっていると考えられる。
- b) それより深い地層については，相良層群が 880m 程度で平均的なヤング率は数 1,000 kg f/cm² とみられる。その下の大井川層群とみられる層は 1,440m の厚さでヤング率の実測結果はないが 10,000 kg f/cm² 程度と推定される。

以上の 3 層を考慮すると浮力のみで 15 mm程度の大きさの隆起量が期待できる。

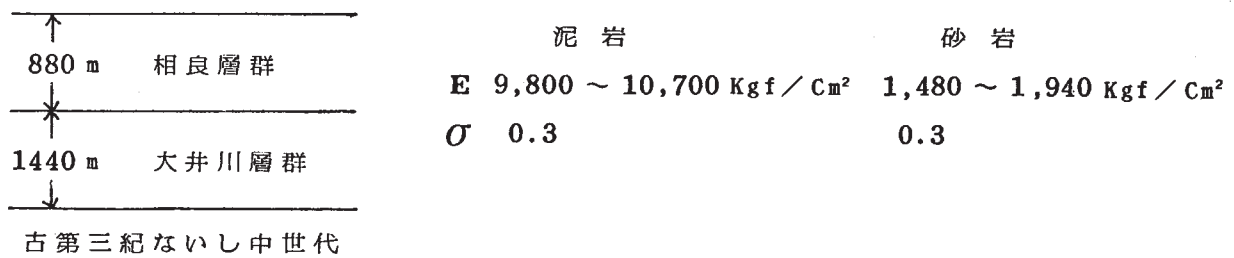


有限要素法による変形計算

節点数 133	} (中心より片側)	$E = 6,000 \text{ Kg f / Cm}^2$
要素数 106		$\sigma = 0.3$
		海面上昇 : 30 Cm

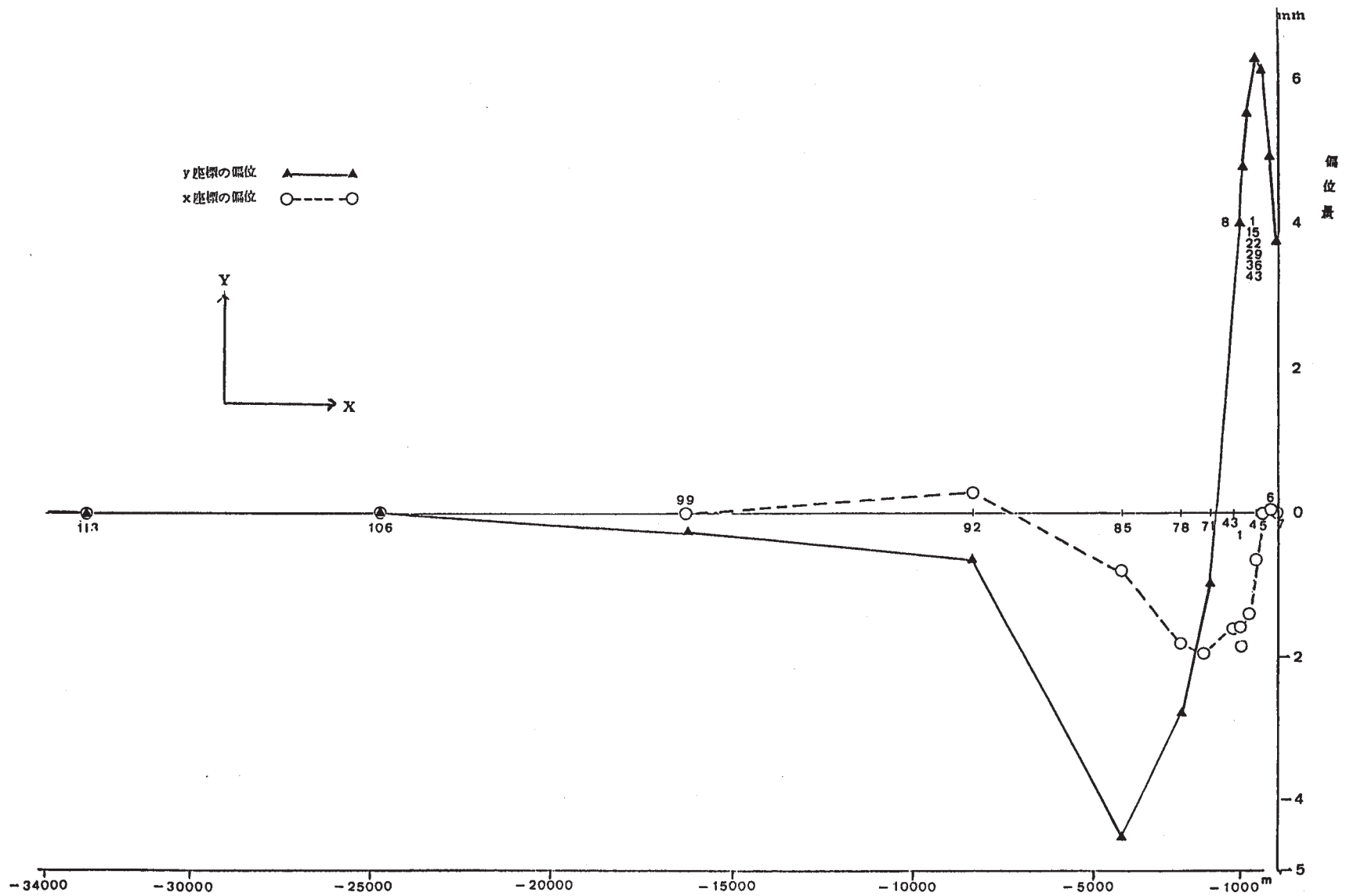
第1図 シミュレーションに用いた2次元モデル

Fig. 1 Two dimensional model of simulation used.



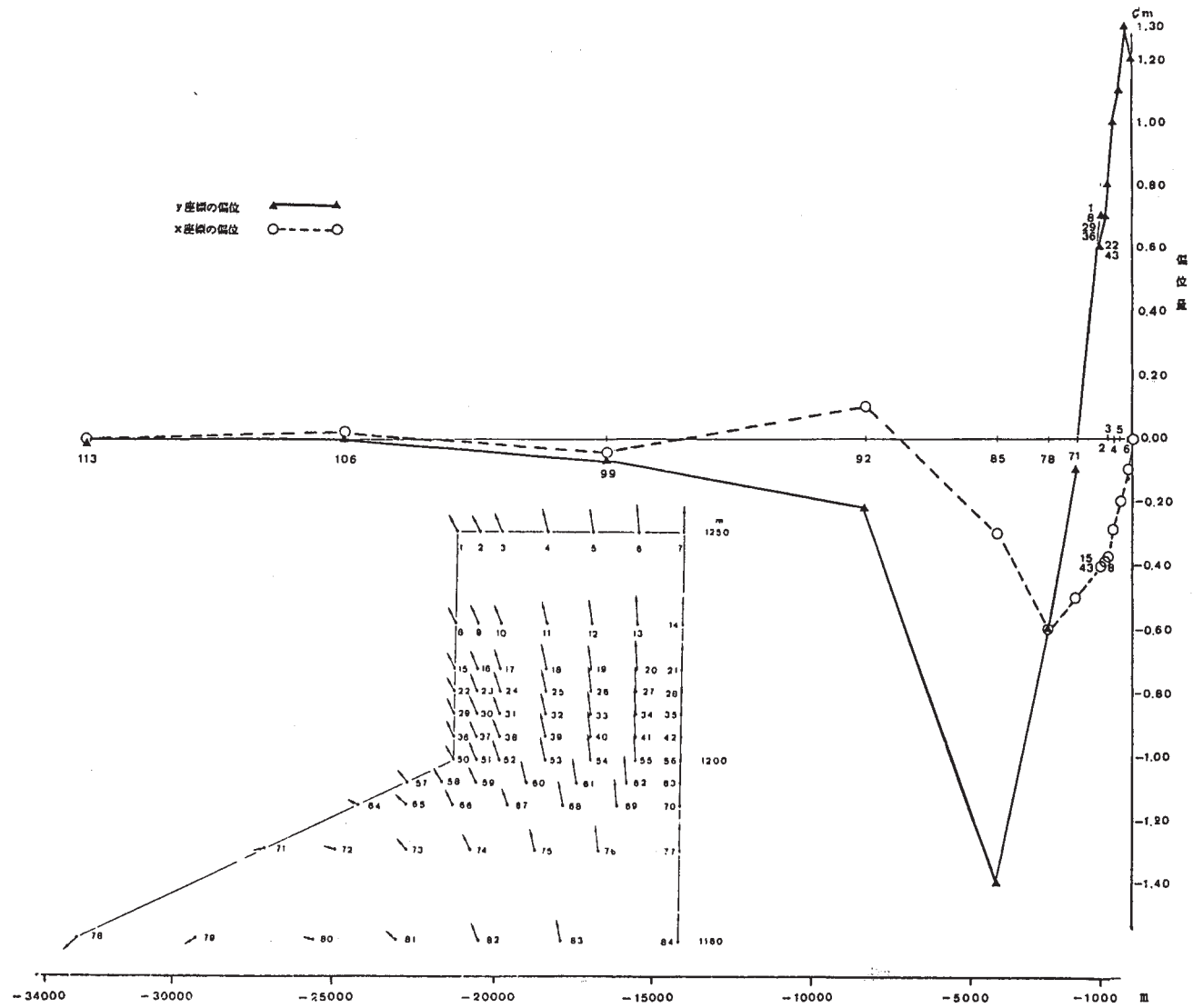
第2図 御前崎半島の地質構造と弾性常数

Fig. 2 Geological structure and elastic constants at the Omaezaki Peninsula.



第3図 海面上昇の浮力による半島の変形（完全透水の場合）

Fig. 3 Deformation of the peninsula caused by buoyancy owing to sea level rise.
(in case of perfect permeable layer)



第4図 海面上昇の加重による半島の変形（完全不透水の場合）

Fig. 4 Deformation of the peninsula caused by ocean load owing to sea level rise.
(in case of perfect impermeable layer)