

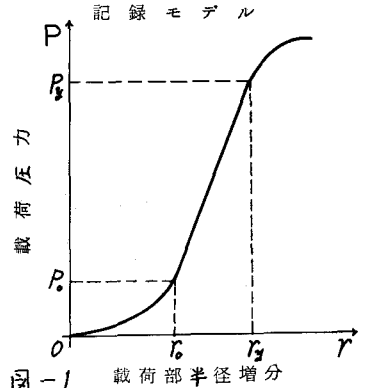
プレシオメーターによる測定の特性について

名城大学 正〇清水 泰 弘
名古屋大学 学石井 俊 明
名古屋大学 正川本 脩 万

1. はじめに ボーリング孔内載荷試験の結果から地盤の弾性係数を求めるのに、平面ひずみ状態のもとで弾性論による解析を行なうのが一般的である。この載荷試験装置の一種であるプレシオメーターの試験結果の解析法を示す

$$E_B = (1 + \nu) r \frac{dP}{du} \quad r = \frac{r_0 + r_f}{2} \quad \frac{dP}{du} = \frac{P_f - P_0}{r_f - r_0}$$

のようである。しかしながら地盤のほとんどは弾性体とみることにはできず、不等質、異方性、層状、節理などの存在のために、測定の解析結果はこれらの影響を受ける。また、実際に破砕帯や軟弱層などの Seam が存在する附近で測定する場合、その影響がどの程度の距離まで、その測定に影響するかについても問題が含まれている。図-1



以上のような問題に対し、現在まで詳しく調べた文献がほとんどなく、種々存在する測定誤差の範囲として片づけられている。しかしたとえそれらの問題が測定誤差範囲の中に含まれるとしても、地盤の諸性質の影響を明らかにすることは、ボーリング孔内載荷試験の改良、発展に対し必要と考えられる。そのため地盤の2, 3の状態に対してF.E.M. でシミュレートすることにより、ボーリング孔内載荷試験の測定値と地盤状態の関係を明らかにしたので報告する。

2. 有限要素法によるボーリング孔内載荷試験の解析

まず破砕帯や軟弱層などの Seam が存在した場合について見ると、モデルとしては弾性領域の軸対称問題とし、その大きさはφ720cm×500cm (総要素数276, 総節点数159) で中央にφ6.6cmの孔をすでに開けた状態から計算を開始した。Seamの幅をメインセル部分の長さ20cmをLとして、1.0L, 2.0Lの2ケースを考え、載荷圧力はプレシオメーターの長さ60cmに等分布荷重として100kg/cm²を、載荷位置を四ヶ所変えて載荷した。材質は弾性係数(1) E=50000 kg/cm², ν=0.3の均一な場合と、Seamの部分のみ(2) E=5000 kg/cm², ν=0.4 (3) E=500 kg/cm², ν=0.45 に変えた3ケースを考え、全ケースについて自重を無視して解析した。

解析結果について見ると、材質が均一な場合においてプレシオメーターが直接接している部分の弾性係数Eの分布は図-2のようである。等分布載荷時の端部の影響が大きく出ているガードセル部分は別にしても、メインセル部分においては、その端部と中央でいくらかの

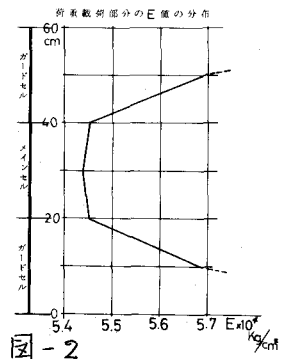


図-2

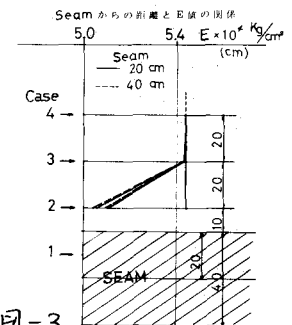


図-3

差がみられる。またメインセル部分の中央のE値が 544.00 Kg/cm^2 と最初仮定した $E=50000 \text{ Kg/cm}^2$ の約9%増の値を示している。この原因としては三次元的な影響が出ているものと思われる。いいかえればプレシオメーターの長さ、とくにメインセル部分の長さの問題があり、現在使用されているメインセル長さ 20 cm の装置を使用して二次元的な解析方法をとるならば、この程度の誤差は含まれていると考えなければならないであろう。

また、Seamが有る場合の影響について見れば、Seam端から 1.0 m の距離だけはなれるとほとんど影響がなくなることが判明した。しかし、Seam端から 0.5 m の位置では影響されており、Seam幅が大きい程、またSeamのE値が他の部分とその差が大きいほどその及ぼされる影響は多くなる(図-3参照)。Seam自体のE値をみると、Seam幅が小さい場合は他の部分の補強硬化により真のE値を知ることはむづかしく、このSeam幅とE値の関係については研究が望まれる。参考にプレシオメーターの中央部分に 20 cm 幅のSeamがある場合の最も中心に近い要素の半径方向応力 σ_r の分布を示すと図-4のようである。

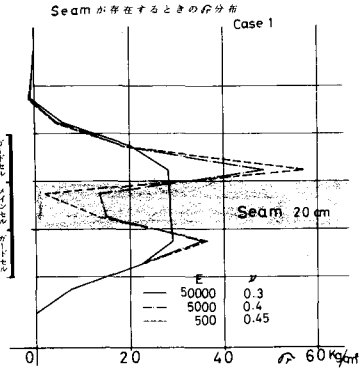


図-4

次に、地盤の非線形性を考慮して行なった解析について示すと、応力-ひずみ関係は $\bar{\sigma} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$, $\bar{\epsilon} = \epsilon_1 - \epsilon_3$ とおいて、 $\bar{\sigma} = \bar{\epsilon}/(a+b\bar{\epsilon})$ を仮定し、降伏条件としては、 $\bar{\sigma} = -\sigma_y + (R_f/\tau_0^2)\bar{\epsilon}^2$ を仮定した。モデルの大きさは前と同じであり、仮定した材料定数は、 $E_1 = 5 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$, $\nu = 0.3$, $\gamma = 2.6 \text{ t/m}^3$, $\tau_0 = 50 \text{ Kg/cm}^2$, $\sigma_y = 30 \text{ Kg/cm}^2$, $R_f = 0.9$, 荷重中心点の深さ 103.0 m 、プレシオメーターの圧力は 100 Kg/cm^2 として5回の荷重漸増を行なった。図-7, 8, 9. にプレシオメーター圧 $P=20, 40, 100 \text{ Kg/cm}^2$ の各段階の接線係数Eの値をプロットしたものである。目の白い要素は除荷または再載荷時にあたる要素であり、ぬりつぶした部分が、弾塑性域に入った要素である。 $P=20, 40, 100 \text{ Kg/cm}^2$ と圧力が大きくなるにつれて放射状の降伏域が拡大してゆくのがわかる。

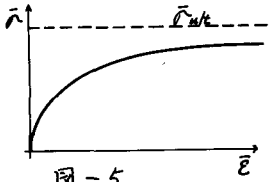


図-5

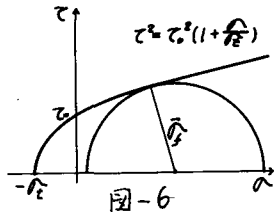


図-6

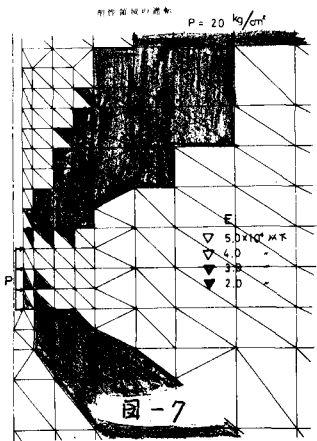


図-7

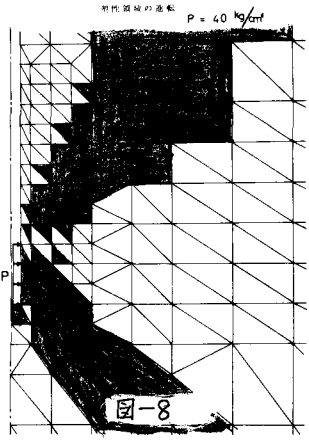


図-8

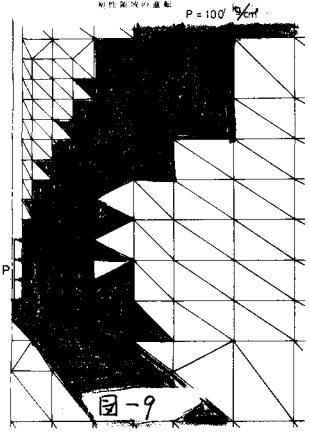


図-9