

埼玉大学工学部 正員 吉中 龍之進
 埼玉大学大学院 学生員 〇西牧 均

1. はじめに

最近、泥質岩を風化花こう岩といった、いわゆる軟岩から成る地盤上に大規模な構造物が構築されている。軟岩地盤では、良好な硬岩地盤と異なり、力学的挙動が非弾性的であるため、地盤の支持力および変形性、地盤材料の非線形性等を考慮して精度よく推定する必要がある。本報告では、風化花こう岩地盤を対象として室内試験結果を用いて原位置平板載荷試験結果を有限要素法によりシミュレーションし、また実規模の構造物に対する地盤支持力および変形性を検討した。

2. 地盤条件の仮定および解析方法

対象とした地盤は、強く風化した花こう岩地盤（ボーリング孔内変形係数 E_b が $40 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ ）とこれより少し硬い風化花こう岩地盤（ E_b が $500 \sim 1200 \text{ kg/cm}^2$ ）である。この面地盤を以下では、それそれぞれ L 地盤、 H 地盤と呼ぶ。

室内三軸試験から得られる応力-ひずみ関係は、ピーク荷重の $\frac{2}{3}$ 附近まで比較的弾性的で、その後は軸ひずみの増加に従いその勾配が徐々に低下し、破壊後、塑性流動あるいはひずみ軟化を生じている。また、変形性は拘束圧の影響が極めて顕著である。

これらの地盤材料特性を考慮するため、本解析では、Kondner の双曲線近似法とモール・クーロン規準を組み合わせた Duncan の接線弾性係数および接線ポアソン比の表現を用いた。

応力状態によってひずみ軟化を生じるが、その応力低下量は少なく、またこれらの材料の強度定数の範囲では大きな差異が生じないと考えられるので、破壊後は塑性流動するものとした。

接線弾性係数等の非線形表現法に含まれる初期接線弾性係数を次式のように修正して用いた。

$$E_t = E_0 + K \phi_a \left(\frac{\sigma_3}{\phi_a} \right)^n \quad \text{--- kg/cm}^2$$

ここに E_0 は、 $\sigma_3 = 0$ のときの E_t の値である。これらの式に含まれる各定数は、三軸試験結果から決定されるものである。

破壊規準はモール・クーロン規準によるが、引張り応力側では、Griffith の破壊規準によるものとした。

数値解析法は、有限要素法を用い、地盤材料の非線形性を考慮するため増分法の手法を用いた。また、実際の原位置平

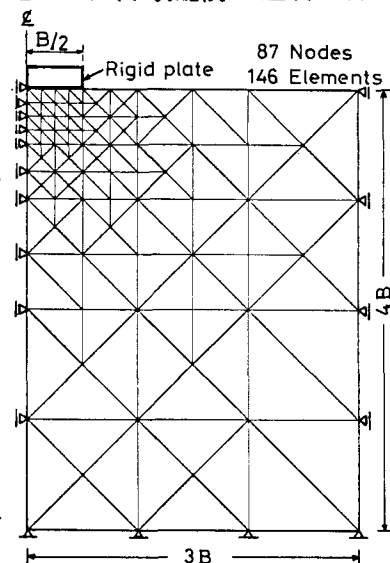


図1 有限要素分割図

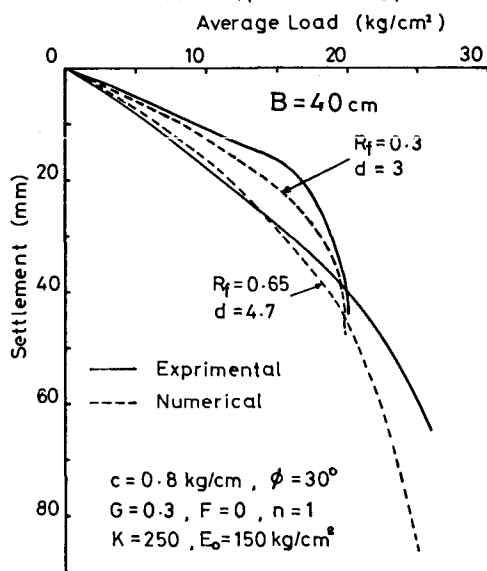


図2 荷重-沈下曲線（L地盤）

板載荷試験と合せるため、軸対称・剛体基礎（等変位）問題として扱った。要素は、三角形要素とし、図1に示す要素分割を用いた。

3. 解析 および 解析結果

二種類の風化花こう岩地盤で行なわれた原位置平板載荷試験結果は、各々荷重-沈下曲線においてかなりの幅が見られるために各試験の上限値・下限値を地盤は図2に、H地盤は図3に示している。解析にあたっては、原位置試験結果の上限と下限を説明できる各定数を室内試験の範囲内で定めた。また、地盤の初期弾性係数を評価するため、自重の影響以外に地盤の初期変形性を良く表わす比較的確率の少ない位置での孔内載荷試験による E_b を E_0 として用いた。各地盤の定数は、各々図中に記入してある。

解析結果を、図2、図3に実測値と共に並記してある。

解析値は、実測値の上限・下限の支持力および変形性をよく説明しているものといえる。特に、初期の変形性はよく一致しており、 E_b の値を E_0 として用いた妥当性が示されている。沈下量の大きな部分で変形量に違いが生じているが、これは地盤材料特性の再検討と大変形問題としての取扱ひが必要であらう。

この各上限値を説明できる定数を用いて実規模の基礎（直径20mの円形基礎）の沈下および支持力の推定を試みた。ただし、地盤内に含まれるキレツや節理などの不連続面の存在を評価するため、粘着力を低減して考える必要がある。そこで、粘着力を右に低減して行なった数値解析結果の荷重-沈下曲線を図4（L地盤）、図5（H地盤）に示してある。計算された支持力は、両者とも平板載荷試験の解析値の約6割程度で、粘着力を右に低減したにもかかわらず支持力の低減が小さいのは載荷幅の効果によるものといえる。なお、剛塑性理論による極限支持力は上記の地盤定数に対して過大な値を与える。

4. おわりに

原位置平板載荷試験結果を説明するために地盤材料の室内試験結果と孔内載荷試験結果を用い、材料の非線形性と応力依存性を考慮した有限要素解析により支持力および変形性を説明した。実規模の基礎に対する推定値を実測値と比較し、検討することが今後の課題といえる。

なお、FEMの計算には東大大型計算機センターを利用した。

- 参考文献。1) 吉中・他('78)才11回岩盤シンポ. 41~45
2) 吉中・他('77)才5回岩の力学国内シンポ. 127~132
3) 吉中('74)土と基礎 22-6, 7~12

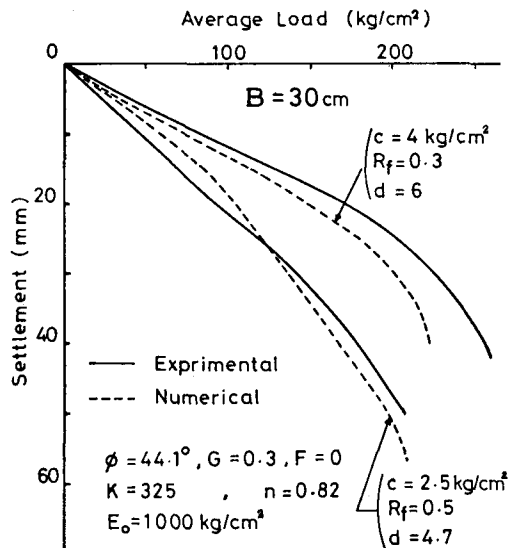


図3 荷重-沈下曲線（H地盤）

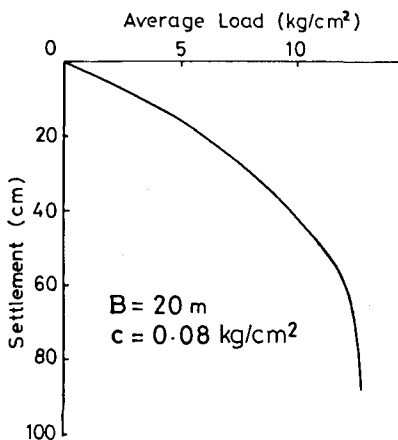


図4 L地盤、推定荷重-沈下曲線

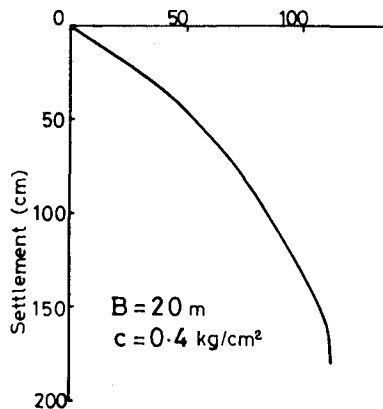


図5 H地盤、推定荷重-沈下曲線