

京都大学工学部 正員 赤井 浩一
 京都大学工学部 正員 大西 有三
 京都市立伏見工業高校 正員 ○安川 耶夫

1. まえがき 有機質土のうち泥炭は、ふつうの粘土と比べて圧密特性は特異であり、従来、泥炭質地盤の圧密沈下の予測に室内試験結果を利用してうまくいつているケースはほとんどないといえる。泥炭層の圧密沈下の計算法は、大きく分けると、室内での圧密試験データにもとづいて予測する方法と、現地の沈下観測データからそれ以後の将来の沈下を推定する方法の2つに大別される。後者の方法はわりあいよくあうといわれているのに対し、前者の室内試験結果を用いる場合は、泥炭の $e - \log P$ 曲線が P_g 以上の圧力の範囲でも曲線となる場合が多く C_c を求めることが困難なこと、間引き比 e の値の信頼性が低いことから、 m_v を用いる方法が比較的良好とされている。ところが、泥炭は二次圧密かふつうの粘土に比べて非常に大きく、標準試験での24時間載荷の結果から得られる計算沈下量は実測沈下量より小さいとされている。また、沈下の進行の推定に関しては、理論の適用限界を示すと考えられる一次圧密が非常に小さいことから C_c 値を用いて圧密時間の推定を行っても現実とあわないといわれ実際の沈下速度はかなり速い。

泥炭のように、二次圧密の大きい場合の沈下に関しては Bjerrum の提案した沈下の概念⁽²⁾が非常に有効である。Bjerrum の考えは 図-1 に示される。図において、沈降堆積した粘土は 10000 年経って A→B に至っている。これをサンスリントして圧密試験を行うと B→C の経路をたどる。現地の地盤は 24 時間載荷ではなく、また二次圧密が続くことから、以後の沈下は C→E の経路で進むことになる。たとえ 10 年後であれば D 点にある。このような考えを考慮に入れた理論式も提案されている⁽³⁾が泥炭にはうまく適用できない部分がある。段階的に荷重を上げていく標準圧密試験では、現場での泥炭の透水性が比較的大きいと予想されるにもかかわらず、大きな荷重段階では極端に小さな $\dot{e}$ と C_c 値になってしまう(図-2)。Bjerrum の考えを利用するには、標準試験では無理であると考えられ、試験方法は瞬時載荷方式の方が現場との対応が明確であること、繊維質の泥炭ではこの方法が可能なることから、瞬時載荷方式による圧密試験を行い泥炭層の圧密沈下の予測を試みた。

2. 実験方法と結果

実験に用いた泥炭は、北海道道央自動車道の岩見沢試験盛土工事現場からシンウォールサンフラーで採取された乱さな試料である。試験には改良を試みた圧密リンクを用い、泥炭用に工夫した方法で供試体の成形を行った。圧密試験は各荷重段階の圧力を最初から一気にかけて長期に圧密する瞬時載荷方式で行い、0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 kg/cm^2 の荷重をそれぞれ用いた。

粘土では非圧縮性みなされる土粒子が、泥炭においては未分解の植物繊維であるため圧縮性を示し、また含水比や比重の測定

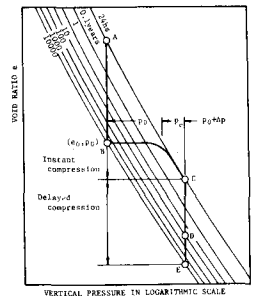


図-1 長期圧密を考慮した二次圧密沈下量計算の原理

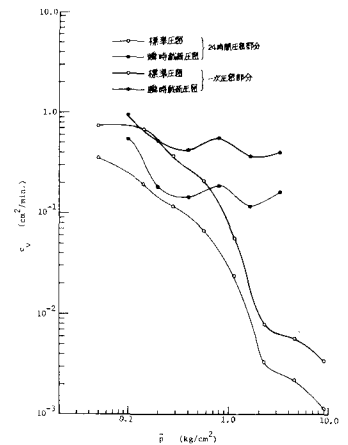


図-2 $\bar{P} - C_c$ 曲線

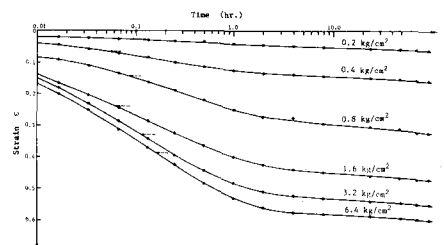


図-3 $e - \log t$ 曲線

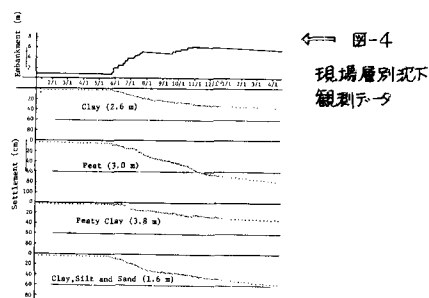


図-4
現場層別圧下
観測データ

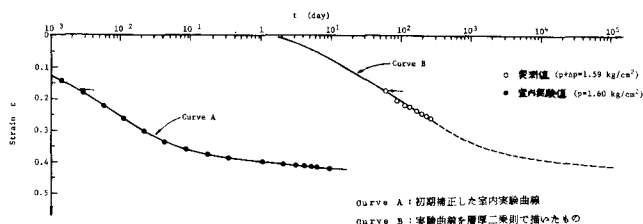


図-5 室内試験結果の現場への適用

にバラツキが多いため、圧密の整理に ε を用いることは合理的でない。現場での挙動との相似性を考えたとき、圧縮ひずみ ε を整理した方が合理的であると考えられるので圧縮量の整理はすべて ε で行った。各荷重での ε と $\log t$ の関係は図-3に示すとおりである。図中の破線の矢印で示した点は瞬時状況を考慮した一次圧密終了点である。テータの整理は、載荷直後の初期圧縮量が大きく、 $\sqrt{t}$ 法や曲線定規法がうまく適用できないため、 $\log - \log$ 曲線定規法⁽⁴⁾を用いた。いずれのテータも数時間後から ε と $\log t$ は直線関係にあり、荷重による直線のこう配に有意な差は認められず、長期ではすべて同じ割合で ε が増加すると考えられる。

3. 試験結果の現場への適用

試験盛土における押之盛土区間の実測テータを図-4に示した。この盛土部分の泥炭層中央深さでの圧力は $p + \Delta p = 1.59 \text{ kg/cm}^2$ であり、室内試験での 1.6 kg/cm^2 に対応するので、第2層泥炭層のみについて実測値と室内でのテータとの比較を試みた(図-5)。

図-5の曲線Aは初期補正した $\varepsilon - \log t$ の関係を示し、室内試験での瞬時状況を考慮した一次圧密終了点(図中水平矢印で示す)の ε と現場実測 ε との対応をみると、盛土完成直後の値と一致した。このことから盛土後の状況は二次圧密と考えられる。また、小さな供試体と現場の泥炭層とは、ひずみで考えたとき、圧密の進行は相似であるとし、層厚 z 乗則を仮定して $\varepsilon - \log t$ の関係を描くと図-5の曲線Bとなる。曲線B上に一次圧密終了点、すなわち盛土直後のひずみを取り(水平矢印の点)、その点を起点として、それ以後の経過時間と現地実測値の関係を層厚 z 乗則にちとみてプロットすると曲線Bの上ののってくる。泥炭の場合、このように二次圧密領域でも層厚 z 乗則が成り立つと考えられる。

次にBjerrumの提案した長期圧密を考慮した況下解析を試みた(図-6)。各荷重における一次圧密終了点の ε と $\log p$ の関係を描くと、これは盛土直後に対応し、この $\varepsilon - \log p$ 曲線がBjerrumのいうInstant Compressionを示す線となる。図-6には、実験テータから層厚 z 乗則を適用して求めた ε の等時曲線も描いてある。さらに、図-4のケース(図中■印)とともに、現地の別の盛土工事($p + \Delta p = 1.45 \text{ kg/cm}^2$)の盛土直後からの各時間ごとの実測値を同様にプロット(図中○印)すると、実験テータからの推定値とよくあい、以上のテータの整理のしかたの妥当性が認められる。

4. あとがき

泥炭の場合、長期の況下予測は瞬時載荷方式で求められる試験結果に層厚 z 乗則を適用して推定でき、任意の圧密荷重に対する況下の予測はBjerrumの況下解析法を用いることによって行うことができるということになった。なお、今回の実験に協力いただいた稲葉正明君(東亜建設工業)および矢野隆夫技官に深く謝意を表します。また、現場のテータや試料を提供いただいた日本道路公団札幌建設局に対して深く謝意を表します。

〔参考文献〕 (1) 宮川 真：「軟弱地盤と盛土」土基礎の設計法(第33)、土質工学会、1963、(2) Bjerrum; Seventh Rankine Lecture, Géotechnique, 1967, No. 19, pp. 83~118、(3) 安原 山内：「有機質土のような軟弱地盤の況下計算法」、有機質土に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、1977、(4) 大平他：「 $\log - \log$ 曲線定規法による圧密況下-時間関係の整理法」土基礎、1969, No. 9。