

III-676

洪積互層地盤の圧縮に及ぼす砂層の透水性の影響について

京都大学防災研究所 正員 三村 衛
 京都大学工学部 正員 柴田 徹
 不動建設㈱ 正員 渡邊 晃史

1. はじめに 海洋構造物の大型化によって、従来考慮する必要がなかった洪積粘土層の塑性降伏と、これに伴う長期沈下の問題が、近年クローズアップされてきている。筆者らは、既報¹⁾で降伏による構造劣化を考慮した粘土の圧縮モデルを提案した。そして、これを組み込んだ弾粘塑性有限要素法を用いた二次元仮想地盤の変形解析により、降伏によって大きな沈下が進行する一方、洪積粘土層だけでなく洪積砂層にも過剰間隙水圧が発生し、比較的長期間にわたって消散しないという、一見矛盾した現象が起こり得ることを示した。本研究では、こうした洪積粘土地盤の圧縮性評価に対して砂層の多次元的透水性が非常に重要な役割を果たすことを、一次元圧密解析結果と比較することによって明らかにする。

2. 数値実験と考察 図-1に示すように、洪積粘土は降伏直後に起こる間隙比の劇的な減少を勾配 C_{c1} 、応力レベルが大きくなり圧縮性が小さくなった時の勾配を C_{c2} とし、勾配が変化する時の応力を p_{cm} とモデル化した。また透水係数は初期値を圧密試験で求めた値を10倍したものを用い、埋立最大荷重に対応する間隙比において圧密試験から得られた透水係数に一致するような勾配 $C_{k'}$ で減少するようにモデル化した。洪積粘土の圧縮モデルの詳細については文献1)を参照されたい。数値解析に用いたモデル地盤を図-2に示す。図-2(a)の二次元モデル地盤は、埋め立て地側を非排水、海側は砂層のみ排水境界とし、砂層には有限の透水係数 0.1 m/day を仮定している。図-2(b)は同じ地盤の一次元モデルである。ここで砂層については、二次元モデル地盤と同じ有限の透水係数を与えているが、側方は完全排水境界であることに留意しよう。一方、粘土層については側方を非排水境界としている。また载荷については、両地盤ともに 25 m (33 tf/m^2)の上載荷重を1100日間かけて漸増载荷させることによってモデル化した。

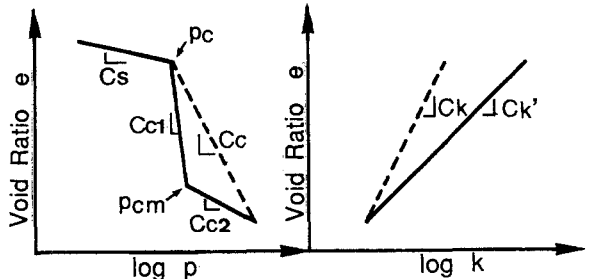


図-1 洪積粘土の圧縮モデル

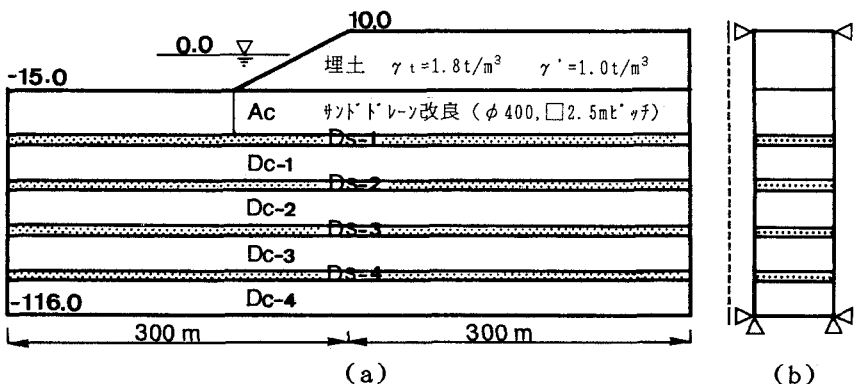


図-2 解析に用いた地盤モデル (a) 二次元解析 (b) 一次元解析

De-1層以下の洪積層の沈下～時間関係を図-3に示す。図中、○は二次元解析結果を、△は一次元解析結果をそれぞれ表わしている。埋め立てが完了する1100日の段階で、二次元解析による沈下量が1 m程度にとどまっているのに対し、同じ地盤を一次元で解析すると3 m近く沈下するという結果になる。また長期的にも一次元解析の方が沈下の進行が早いことがわかる。この原因を地盤内の過剰間隙水圧をチェックすることによって検証してみよう。図-4にDs-2砂層の過剰間隙水圧の時刻歴を示す。両解析ともに同じ有限の透水係数を仮定しているにもかかわらず、一次元解析では全過程を通じてほとんど水圧が発生していないのに対し、二次元解析では埋立過程で発生した過剰間隙水圧がかなりの期間残留し、消散が遅れることがわかる。これは、二次元解析では砂層に発生する過剰間隙水圧が水平方向に消散するのに時間を要するのに対し、一次元解析では両側が排水境界となるので、砂層が有限の透水係数を有していても水圧消散が直ちに起こってしまうためである。つまり、小規模構造物建設時の沖積粘土層のように、境界の砂層が余裕をもって透水層として機能するような場合は問題ないのだが、深部洪積粘土層が降伏するようなケースに対しては、一次元地盤モデルでは砂層の有限の透水性を正しく評価しきれない可能性があるため、解析に際し慎重な対応が必要となることがわかる。次に、Ds-2層直上のDe-1粘土層中央の要素の過剰間隙水圧の発生・消散過程を図-5に示す。1100日までの载荷過程では両解析ともに同じような水圧上昇を示しているのに対し、その後の放置期間になると、二次元解析では、ほとんど水圧が消散しない期間がかなり続くのに対し、一次元解析では短時間の漸減を経て急激に水圧の消散が進行することがわかる。そして 10000日経過時点でほとんど完全に消散し、二次元圧密領域に移行している。これは図-3の沈下の進行を見ても明らかである。一方、二次元解析では砂層の水圧が消散しないために洪積粘土層内に長期間水圧が停留する。この結果、同じ 10000日経過時点においてまだ15tf/m² 以上の水圧が残留し、一次元の場合に比べて沈下の進行が大幅に遅れるわけである。

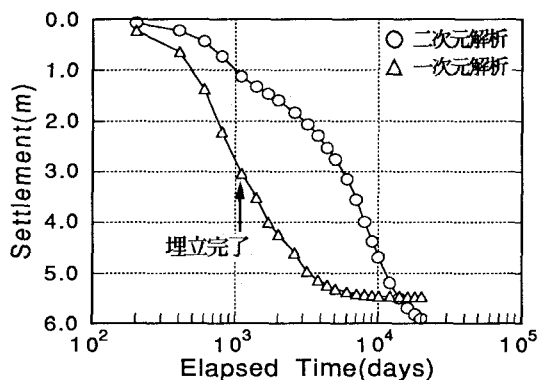


図-3 洪積層の沈下～時間関係の比較

図-4 洪積砂層 (Ds-2) の過剰間隙水圧の消散過程

図-5 洪積粘土層 (De-1) の過剰間隙水圧の消散過程

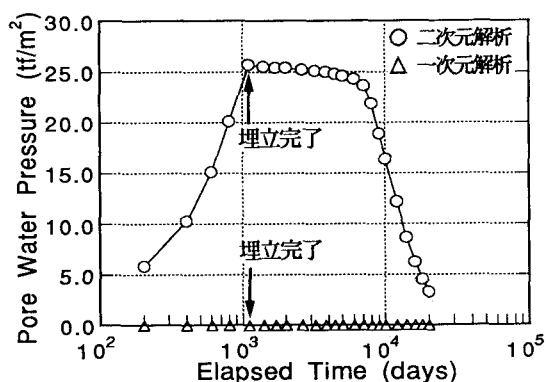


図-4 洪積砂層 (Ds-2) の過剰間隙水圧の消散過程

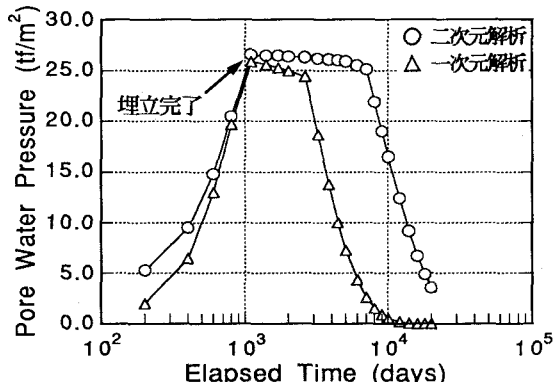


図-5 洪積粘土層 (De-1) の過剰間隙水圧の消散過程

3. おわりに 深部洪積粘土層が降伏するような場合、同じ層序を有する互層地盤であっても、一次元モデルで解析するか、二次元モデルで解析するかによって非常に結果が異なってくる。これはこうした大規模構造物建設による地盤の変形状が上載荷重の大小より、透水層のマクロな排水能力によって決定的に左右されるためであり、解析条件の設定に際し慎重な対応が必要である。

参考文献：1)三村・柴田・渡邊、第28回土質工学研究発表会講演概要集、1993。