

京都大学工学部 正 大西 有三  
 京都市立伏見工業高校 正 ○安川 郁夫  
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正 森田 悠紀雄

1. はじめに

軟弱粘土地盤上に低盛土を行った道路での舗装の異状状況については、すでにいくつかの報告がある。それは、自動車によるくり返し荷重を受けることによる沈下であり、静荷重による沈下とは挙動が異なると指摘されている<sup>(1)</sup>。しかし、その沈下の機構については十分解明されていない。低盛土上にさらに盛土を積み上げる場合では、その後の沈下予測を行わなければならないか、くりかえし載荷を受ける前と受けた後では、現場の圧密曲線はかなり違った挙動を示している。そのため、用いる圧密曲線によっては沈下予測を誤ることもなる。現場の沈下特性と圧密曲線についてこの考察は「現場実測」<sup>(2)</sup>において行った。今回、これらの圧密機構を究明するため、くりかえし荷重による標準圧密容器を用いた圧密試験および三軸圧密試験を行った。

2. 試料および実験概要

用いた試料は、岡山地区の沖積平野より採取した不攪乱試料である。今回の実験には深さ3.00~3.80mの均質な粘土層より採取したものをを用いた。物理常数は $w_L=78.8\%$ 、 $w_p=32.0\%$ 、 $I_p=46.8$ 、 $G_s=2.698$ である。自然含水比はほぼ液性限界と同じであった。土かぶり圧は約 $0.3 \text{ kgf/cm}^2$ であり、 $e-\log P$ 曲線より求められる圧密降伏応力は $0.6 \text{ kgf/cm}^2$ である。標準圧密容器を用いたくり返し圧密試験には、側面摩擦をできるだけなくすため、圧密容器内面にテフロン加工を施したものを新たに試作し用いた。

供試体を同一状態にもつていくため $0.8 \text{ kgf/cm}^2$ で圧密を終了させた後、 $0.8 \text{ kgf/cm}^2$ を載荷したまくり返し荷重を種々の段階のもとで、それぞれ3000回載荷を行った。現場において、自動車荷重による深さ3mでの増加圧力はBoussinesqの式より $0.04 \text{ kgf/cm}^2$ と計算されたので、くりかえし荷重はこれをもとにした図-1に示した5段階を用いた。また、基本交通容量の交通量をすべてトラックに換算したとき、輪荷重は2.5秒に1回の通過になることから、載荷条件は2.5秒載荷、2.5秒除荷を1サイクルとした。くり返し載荷が終了後、約4日間、 $0.8 \text{ kgf/cm}^2$ でそのまま圧密を続け、くり返し後の二次圧密特性もしらべ、さらに $0.1 \text{ kgf/cm}^2$ まで除荷し、十分膨潤させ再び標準圧密試験を行った。くり返し後の $e-\log P$ 曲線の特性も調べた。

今回行った実験の代表的なケースのうち、図-3、図-4に示したそれぞれの試験条件については表-1に説明した。

Case	試験条件
A	標準圧密試験(C.Cと略記)
B	$0.8 \text{ kgf/cm}^2$ までC.C → 除荷 → C.C
C	$0.8 \text{ kgf/cm}^2$ までC.C → Aging (5日) → 除荷 → C.C
D	くりかえし( $0.04 \text{ kgf/cm}^2$ ) → Aging → $1.6 \text{ kgf/cm}^2$ よりC.C
E	くりかえし( $0.4 \text{ kgf/cm}^2$ ) → Aging → 除荷 → C.C

表-1 試験条件の説明

三軸によるくり返し載荷は、 $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ で等方圧密させた後、 $\Delta\sigma_1=0.15 \text{ kgf/cm}^2$ および $0.1 \text{ kgf/cm}^2$ の非排水条件でくり返し載荷を1000回行った後、それぞれに圧密圧力を増し、1、2、3.5、6  $\text{kgf/cm}^2$ のもとで段階的に等方圧密していった。サイクルは1%と5%を用いたが、5%はくりかえし後まもなく供試体が破壊したので1%の場合とくりかえしを行わない場合についてテータの比較を行った。

3. 実験結果および考察

図-1は、種々のくり返し荷重のもとで、くり返し前の供試体の高さを基準にしたひずみ $\Delta\varepsilon_z$ の進行とくり返し回数Nとの関

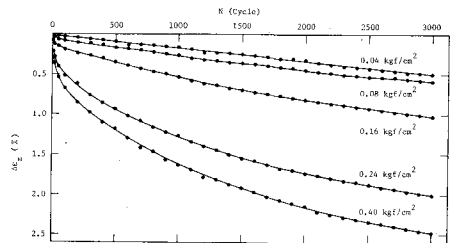


図-1 くり返し載荷による沈下の進行

係を示しており、荷重の増加によって沈下が著しく進むことがわかる。輪荷重による圧力分布は地表面ほど大きいため、くり返し載荷によって地表面に近いほど大きな沈下を生じることになるが、今回の実験条件では異様な沈下といえるオーダーの沈下は生じない。

図-2はくり返し載荷後の0.8%による二次圧密の進行を調べたものである。くり返しによる間ひき比の減少量を縦軸上にとり、くり返し載荷直後を起点としてその後の間ひき比の変化の時間的経過を示した。図中に示した二次圧密係数 $A_{e, \log t}$ はくり返し荷重が大きくなるほど小さくなり、

長期の圧密を考えたとき、くり返し荷重が大きいかいほど以後の沈下は小さく、合計の沈下量はくり返し荷重が小さいほど結果的に大きくなる。これらの結果から2.5秒サイクルのくり返しでは、粘土の締固め効果が見られる。

次に、くり返し載荷後、種々の条件で圧密試験を行ったものの内、代表的なデータについて、他の圧密試験と比較して示したのが図-3、図-4である。図中のそれぞれのケースの試験条件については表-1に示した。

図-3から、標準圧密(A)は、単に除荷して再圧密試験(B)とは圧密圧力の大きい段階では全く一致する。ところが、0.8%で5日間圧密して除荷(0.1%)し再圧密したCase Cでは、明らかに圧密圧力の大きい段階で、 $e-\log P$ 曲線はCase Aの場合より上に位置しCが小さくなっている。

図-4は、くり返し載荷を受けた代表的な2つの場合について表-1に示す2つの条件にわけて圧密を行ったが、圧密圧力の大きい段階では全く一致し、図-3におけるagingを受けたCase Cと $e-\log P$ 曲線はほぼ重なり、同じ挙動を示している。このことは、図-5に示した三軸くり返し載荷の場合にもみられる傾向である。この場合は、1%のくり返し載荷後にagingを行っていないが、くり返し載荷がaging効果と同様の影響をもつものと考えられる。

#### 4. あとがき

以上において考察したように、今回の実験に用いたサイクルでは、くり返し載荷が、その後の圧密にaging効果と同様の影響をもつようであり、現場データについて説明し得るような影響は表われなかった。現場においては、くり返し載荷にともなう荷重がかなり大きく、より高い振動数で伝えられ、それが粘土構造に今回の実験とは異なった乱れの影響をおよぼすことが考えられる。今後さらに種々のサイクルの振動荷重を与えた場合についての圧密特性を調べるつもりである。

#### 【参考文献】

- 1) 山内、安原；低層土道路の軟弱路床土に対する繰返し荷重の影響、オ9回土木工学研究発表会、1974
- 2) 森田、安村；くり返し荷重を受けた粘土の圧密特性(現場実験)、土木学会第54次学術講演会、1980

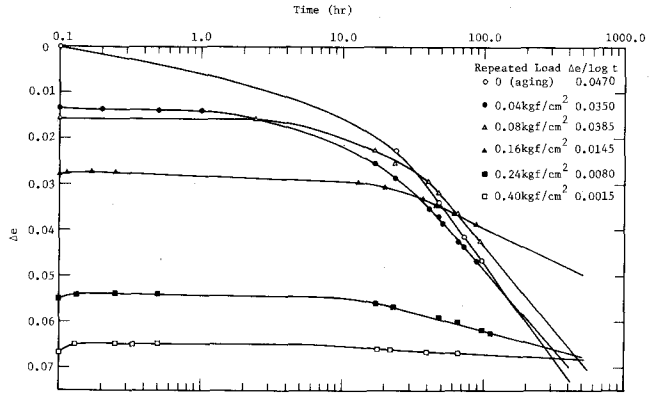


図-2 くり返し載荷後の二次圧密特性

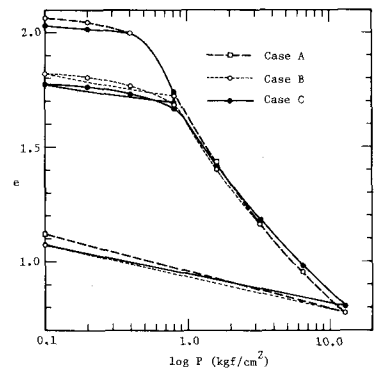


図-3. 標準圧密データの比較

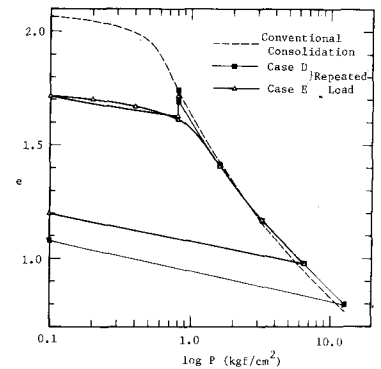


図-4. くり返し載荷後の圧密特性

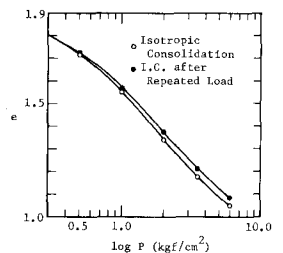


図-5 くり返し三軸による圧密