

III-160

載荷時の乾燥・水浸の繰返しによる泥炭の圧縮特性

北海道工業大学 正員 神谷光彦

1. まえがき

地下水位の変動による泥炭の地盤沈下の要因としては、水位の変動に伴う有効土被り圧の増減による繰返し圧密沈下のほかに、水位低下により旧地下水面以下の部分が乾燥し、泥炭の収縮により生ずる沈下が考えられる。特に、泥炭は間隙比が大きく、圧縮性が高いことに加えて、構成素材が植物の残遺体よりなり、繊維の内外に間隙を有するため、乾燥による水分保持力の低下により非可逆的な収縮挙動を示す。

このような、地下水面の変動による泥炭の乾燥・飽和の繰返しは、土被り圧に相当する荷重を受けたままで行われる。そこで、本報告は泥炭が、上載荷重を受けたまま乾燥・水浸の繰返し作用を受けたとき、圧縮特性がどのように変化するかを、室内実験により調べたものである。

2. 実験試料および実験方法

実験に用いた試料は美瑛市より採取した石狩泥炭で、地表面付近をブロックサンプリングにより採取したもので、比重 1.35~1.50, 強熱減量 93~97%, 分解度 56~64%で、ほとんどが植物の残遺体により構成される泥炭である。試験供試体の初期間隙比は 15.9~22.4 である。

実験は圧密試験機を用いて行い、供試体径は 7.5cm であり、つぎの3種の試験を行った。

- C1 試験：所定の圧密荷重で 14 日間圧密したのち、同じ荷重を載荷したままで圧密容器内の水を抜き、14 日間乾燥させ、その後、再び 7 日間水浸し、この操作を繰返したものである。供試体高さは 4cm で、圧密荷重は 10kPa (試験名 C-10), 20kPa (C-20), 39kPa (C-39) である。
- C2 試験：A 試験と同様であるが、第 1 段階目の乾燥期間を 40 日とした。圧密荷重は 20kPa のみであり、供試体高さは 4cm (C20-4), 2cm (C20-2) である。
- L 試験：比較のために行った単一荷重による約 90 日間の長期圧密試験であり、圧密荷重は 10kPa (L-10), 20kPa (L-20), 39kPa (L-39) である。

また、本文では乾燥の語を用いているが、泥炭の乾燥は室温や圧密容器の構造などにもよるが、非常に長い期間を必要とし、別に行った径 10cm, 高さ 5.5cm の容器での乾燥試験では、半年乾燥でも飽和度は 45% 程度であった。そのため、本試験での乾燥期間内では、試料の乾燥はあまり進行していないとみることができる。

3. 実験結果とその考察

乾燥・水浸の繰返し数と間隙比の関係を図-1 に示す。水浸再飽和時は、泥炭特有の繊維のからみ合いや泥炭の水分保持力の非可逆性のため、ほとんど膨張せず、逆にクリープによると考えられる沈下を示す場合もあったが、いずれもわずかな変化であるため、図には示していない。C1 試験についてみると、第 1 段階目の乾燥過程で大きな間隙比の低下を示す。これは、圧密が未了であるため圧密沈下によるものもあるが、多くは水分保持力の非可逆性によるものである。また、荷重の大きさとみると、載荷荷重の小さい試験ほど変化が顕著である。これは載荷荷重が大きくなると、乾燥の前段階の圧密過程で、間隙比が減少し、泥炭繊維間の距離が短縮されるため、乾燥による沈下が抑制されたものである。つぎに、第 2 段階目以降の間隙比の変化をみると、繰返し回数の増加とともにほぼ直線的に間隙比が減少する傾向がみられ、C-20 の試験でその変化速度が最も大きくなっている。これは、泥炭繊維にはその生成過程に応じた繊維個々の圧縮強さが存在すると

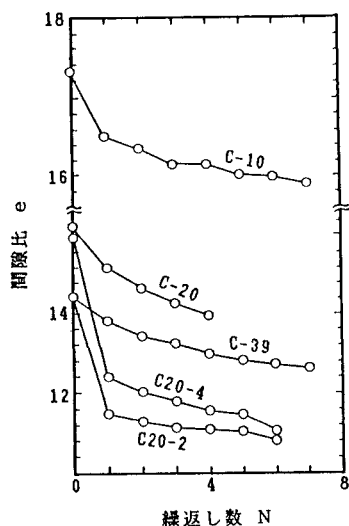


図-1 乾燥・水浸繰返し数と間隙比の関係

考えられ、それは圧密降伏応力付近と推定される。それゆえ、載荷荷重がその繊維の圧縮強さをやや越えた圧力であるとき、圧密により泥炭繊維が順次座屈や破断を生じ、沈下量が増加するものと推定される。すなわち、本試料では圧密降伏応力が 15kPa 程度であるため、20kPa の応力で沈下量が大きくなるものである。

つぎに、C 2 試験についてみると、1 段階目の間隙比の低下は当然大きくなり、2 段階以降の変化は小さく

なるが、C20-4 ではなお継続して沈下が生じているのに対し、C20-2 ではほぼ沈下が集束する傾向にあった。これは、乾燥の程度の違いと推定される。すなわち、本試料のように分解度の小さい泥炭では、粗大繊維の内部に間隙を有し、これらが水分を保持するため、常温での乾燥には多大な時間を必要とするため、C20-2 のように薄い供試体では乾燥の進行が早いと、間隙比が集束に向かうものである。

つぎに、乾燥・水浸の繰返しの時間～沈下量の関係を図-2 に示す。乾燥による沈下は泥炭繊維間の自由水の脱水がほぼ終了したと思われる時点より沈下が顕著になる。それゆえ、時間～沈下量曲線は脱水が終了するまでの沈下が少ない部分と、終了後の沈下が卓越する部分が交互に出現することになる。これは、C-10 の試験で明瞭にみることが出来る。すなわち、荷重の小さい試験では、試料の脱水が終了した時点より沈下が始まるが、荷重が大きくなると、脱水過程の間にも徐々に沈下が進行し、脱水終了後はさらに沈下は大きくなる。これは、乾燥による収縮のほか、載荷重によるクリープ沈下にもよるものと考えられる。また、乾燥過程の時間～沈下量曲線には、沈下をほとんど示さない部分と、大きな沈下量を示す部分とがあり、載荷荷重の小さい試験でこの傾向がみられる。これは泥炭の構造の特異性によるものである。すなわち、泥炭は繊維により構成されるため、不均質な構造となり、同一の載荷荷重であっても、強靱な繊維が存在し、これが荷重を支えている間は沈下は少ないが、一旦破断されると急激な沈下が生ずる。これらが泥炭の圧密試験の結果のばらつきの一因をなしている。

つぎに、本試験による泥炭の沈下を、圧密による沈下と乾燥による沈下に分け、乾燥による沈下ひずみと繰返し数の関係を示したのが図-3 である。乾燥によるひずみは全体の沈下ひずみより L 試験の長期圧密試験より同一時間帯の圧密沈下ひずみを差し引くことにより求めた。但し、L 試験は約 90 日までであり、それ以降は、双曲線法により時間～沈下曲線を外挿することにより求めた。乾燥による沈下ひずみは前述のような泥炭の構造の特異性のため、ばらつきはあるが、載荷荷重の小さい試験ほど乾燥による沈下ひずみが大きくなった。これは、載荷荷重が大きくなると圧密沈下のため間隙量が減少し、繊維体自体の圧縮や破断が生ずるため、乾燥による収縮量が小さくなったものである。それゆえ、乾燥による泥炭地盤の沈下は、土被り圧の小さい表層部で顕著に生ずることが推定される。

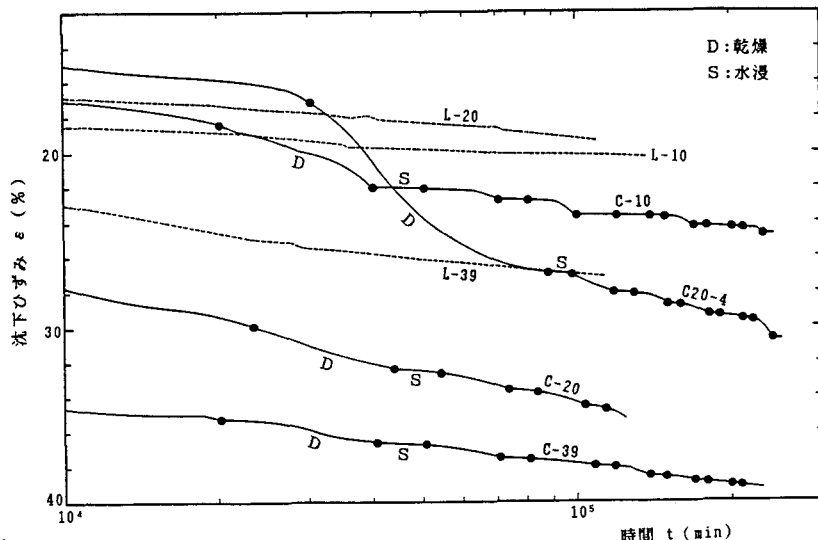


図-2 時間～沈下量曲線

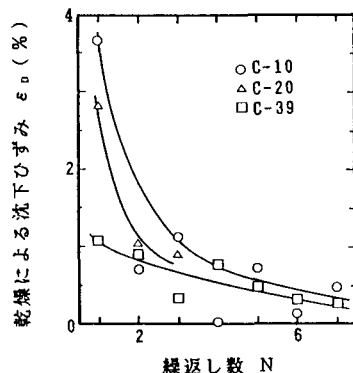


図-3 乾燥・水浸繰返し数と乾燥による沈下ひずみの関係