

関 西 大 学 工学部 正会員 西田 一彦
関 西 大 学 工学部 正会員 西形 達明
(協)関西土質研究センター 正会員 ○坂本 いずみ
関 西 大 学 大学院 学生会員 蚊野 照久

1. はじめに

廃棄物処分場で使用されている遮水シート（ジオメンブレン）は、遮水機能を担うように構造設計が行われているだけであり、処分場の供用開始後にその地盤内に局所的な変形や空洞が生じた場合の長期的なジオメンブレンの挙動には十分な検討がなされていない。また、ジオメンブレンを敷設する際には、外力による損傷を防止するための保護層がジオメンブレンの上下に施工される。そこで、本研究では、近年、廃棄物処分場で多く使用されている HDPE（高密度ポリエチレン）を使用し、基礎地盤内で発生する局所沈下を想定した土中のクリープ試験を行った。

2. 実験方法

処分場の基礎地盤に局所的な沈下が生じる場合を想定すると、ジオメンブレンには多軸方向の引張り力が作用するものと思われる。そこで、本研究では図-1に示すような局所沈下を模した実験装置を用いた。これは下部と上部との2層構造となっている内径 500mm の円形土槽で、上部と下部の間にジオメンブレンを設置し、その上下にはそれぞれ保護層として表-1に示すような厚さの保護砂層を敷設した。その後、土槽上部のエアバッグにより一定の上載圧(198kPa)を作用させ、下部の中央に設置した落とし戸を降下させることにより局所的な地盤変形をモデル化した。これによりジオメンブレンには、土中において多軸方向の引張り力が作用することになる。クリープ試験は 2 次クリープ域で変形が安定するまで(6000 分)継続した。また、ジオメンブレンの下面には、その中心部から 0, 3, 12, 16cm の位置にひずみゲージを設置し、ジオメンブレンに発生する経時的な伸びひずみを測定した。なお HDPE シートのクリープ変形は温度変化による影響を受けるため試験中の温度は 22℃に保った。

3. 実験結果

図-2 は、ジオメンブレンの上部に種々の厚さの保護砂層を敷設した場合のクリープ試験終了時におけるジオメンブレンの伸びひずみを示している。また、図中の凡例はひずみゲージの取り付け位置を示している。図より、保護砂層が厚くなれば、ジオメンブレンのクリープ伸びひずみが減少しているのは明らかである。また、どの砂層厚さにおいても落とし戸内(中心から 0, 3cm の位置)

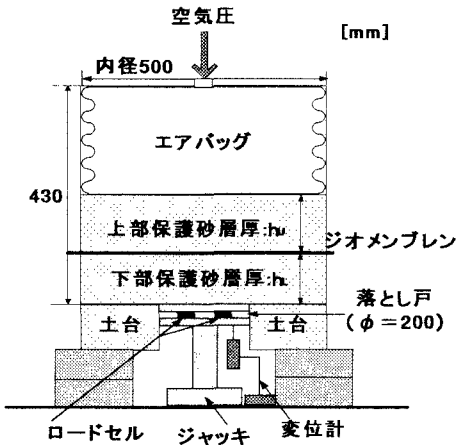


図-1 実験装置

表-1 実験条件

試験No.	1	2	3	4	5	6	7
上部砂層 (cm)	—	2	4	10	—	—	—
下部砂層 (cm)	—	—	—	—	2	4	10

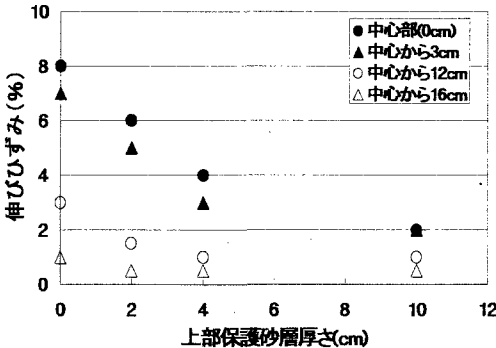


図-2 上部保護砂層がある場合のクリープ試験結果

の伸びひずみは落とし戸外(中心より 12, 16cm)より大きな値となっている。すなわち、地盤の局所的な変形によるジオメンブレンの変形はその近傍のみで大きく発生し、距離が離れると保護砂層の摩擦によって、ジオメンブレンの変形は拘束されるものと考えられる。図-3 は、ジオメンブレンの下部に保護砂層を敷設した場合のクリープ試験終了時における伸びひずみを示している。この場合には、保護砂層が厚くなくてもクリープ伸びひずみはそれ程減少していない。また落とし戸外の点の伸びひずみは反対に増加している。これより、ジオメンブレン下部の保護砂層にはその伸びひずみを減少させる効果がないことを示している。よって以後の土中におけるジオメンブレンのクリープ挙動については上部の保護砂層のみがある場合について考察を行う。

4. 土中のクリープ挙動

保護砂層中におけるジオメンブレンに作用する荷重を想定するために以下のように考えた。図-4 のように、上載圧 (σ_0) によりジオメンブレンが変形することによって、上部保護砂層に円筒形のすべり面が生じると仮定した。よって、ジオメンブレンに直接作用する荷重は上載圧と円筒形表面部分のせん断抵抗力の差となる。したがって、鉛直方向の力のつりあいは次のようになる。

$$\sigma_0 \pi r^2 - 2\pi r h_u K \sigma_0 \tan \phi = \sigma_G \pi r^2 \quad \cdots (1)$$

ここで、 σ_0 : 上載応力、 r : 落とし戸半径、 h_u : 上部砂層の厚さ、 K : 土圧係数、 ϕ : 内部摩擦角、 σ_G : ジオメンブレンに作用する応力である。

式(1)を用いて上載圧が 196kPa について上部砂層厚さが 2, 4, 10cm の場合のジオメンブレンに作用する鉛直応力 (σ_G) を求めると、表-2 のようになる。そこで、図-5 に上部保護砂層を敷設した場合のジオメンブレンに作用する鉛直応力とクリープ伸びひずみの関係を示す。さらに図には、砂層を敷設せずに上載圧をジオメンブレンに直接作用させたときのクリープ伸びひずみも記されている。図より、砂層の有無にかかわらず、ジオメンブレンに作用する鉛直応力が等しければ、ジオメンブレンの伸びひずみはほぼ等しい値を示している。したがって、本研究のようにジオメンブレンに多軸方向の引張り力が作用するような条件下でのクリープ挙動は、土中での拘束圧の影響を受けないと思われ、多軸引張り力下でのクリープ特性は、ジオメンブレン単独のクリープ試験を行えば十分であるとわかる。

5. まとめ

①ジオメンブレンの伸びひずみに対する保護砂層の効果は上部保護砂層で顕著にみられた。②多軸引張り状態において、ジオメンブレンの土中でのクリープ挙動は、ジオメンブレン単独のクリープ試験で推定できる。

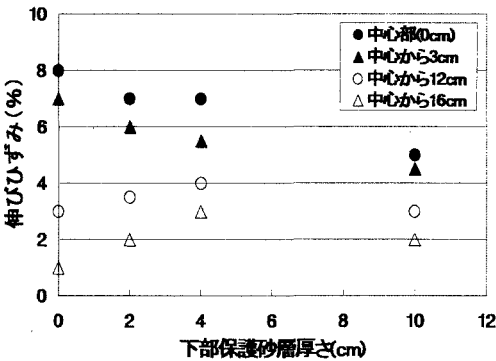


図-3 下部保護砂層がある場合のクリープ試験結果

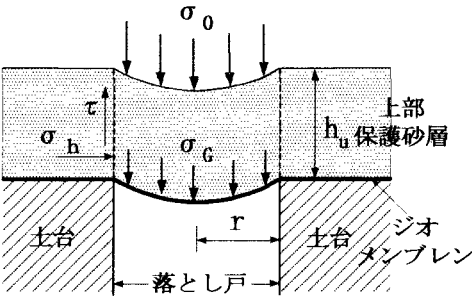


図-4 上部保護砂層のせん断抵抗

表-2 $\sigma_0=196\text{kPa}$ における σ_G の計算値

上部保護砂層 厚さ h_u (cm)	ジオメンブレンに直接作用する応力 σ_G (kPa)
2	178
4	159
10	105

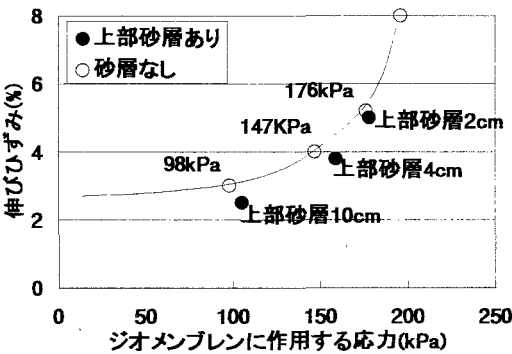


図-5 上部保護砂層の有無による伸びひずみの比較