

Ⅲ-B316 局所沈下に伴うジオメンブレンの変形挙動

関西大学工学部 西田一彦

関西大学工学部 ○西形達明

1. まえがき

現在のところ、産業廃棄物処理場に使用されるジオメンブレンは遮水のみを担うように構造設計がなされ、強度に対する安全性を保证する明確な設計法は存在しないのが実状である。供用後の長期的な破壊抵抗性が重要となることは言うまでもないが、とくに、基盤に生じる局所的な変形に対による引張り破断には十分な対策が必要であろうと考えられる。そこで本研究は、現在のランドフィル工法で最もよく用いられている高密度ポリエチレンシート(HDPE、厚さ2.6mm)について、廃棄物処分場の地盤内に生じる局所的な沈下を想定した落とし戸実験を実施することでその上部荷重の支持特性を考察する。そして、局所的な地盤変形が生じた場合のジオメンブレンの強度安全率を求める方法について検討を行うことにする。

2. 実験装置と方法

本実験に使用した実験装置を図-1に示す。これは内径50cmの円形土槽で、上下2段構造になっており、その間にジオメンブレンを固定できるようになっている。土槽底部にはジオメンブレン下面まで保護層を模した砂層(厚さ:4cm, 10cm)を敷き詰めている。土槽底部中央には直径10cmの円形の孔を設け、落とし戸をジャッキで上下できるようにになっている。落とし戸の降下中に落とし戸上に作用する荷重をロードセルで計測した。土槽上部には、試験中にジオメンブレンが破壊した場合、すぐに感知できるように水を入れ、頂部よりコンプレッサーにより 2.0kgf/cm^2 の空気圧を作用させた。

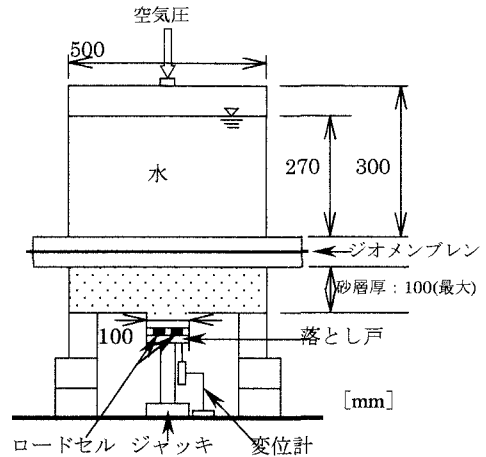


図-1 落とし戸実験装置

3. 実験結果と考察

本研究で念頭に置いているような局所的な基盤の変形に対して、ジオメンブレンはその下層の保護砂層と共同して抵抗するという役目を担っている。そこで、図-2は落とし戸降下量と落とし戸上に作用する荷重との関係を示したものである。とくに保護砂層厚が大きい場合(10cm)には、わずかな落とし戸の降下によって落とし戸上の荷重が急激に減少し、降下量が約5mm程度でほぼ0となっている。これは、ジオメンブレンと保護砂層がすべての上載荷重を支持していることを意味している。以上のことから、基盤の変形によってジオメンブレンに作用する引張り力は保護砂層のせん断抵抗を考慮したうえで決定する必要があることは明らかである。そこで、

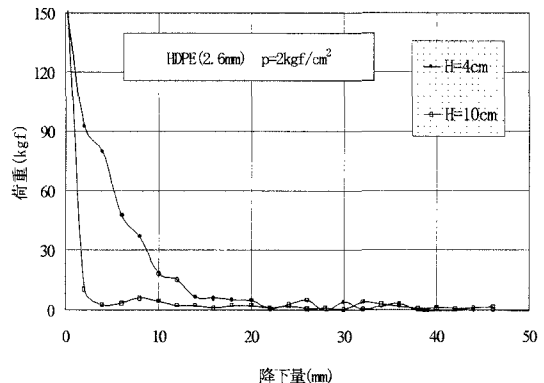


図-2 沈下量と落とし戸上に作用する荷重

キーワード：産業廃棄物最終処分場、ジオメンブレン、局所沈下、落とし戸実験、張力

大阪府吹田市山手町3-3-35 (06-6368-0898)

落とし戸の降下にともなって変形するジオメンブレンと保護砂層の両者の力学的作用を検討して砂層厚とジオメンブレンの引張り安全率との関係を検討することにする。落とし戸を降下させることによりジオメンブレンの下部の保護砂層には沈下が生じる。それに伴ってメンブレンには図-3のように変形が生じ張力が発生する。ただし、変形部分（A～B間）に作用する上載荷重は鉛直下向き等分布に作用し、ジオメンブレンの変形形状（A～B間）は三角形形状と仮定する。図より、鉛直方向の力の釣り合いを考えると、次式が得られる。

$$2\pi T \sin \theta - q\pi r^2 + \sigma_v \pi r^2 = 0 \quad \cdots \cdots (1)$$

また、上式中のジオメンブレンに作用する張力Tは任意の沈下量で生じるジオメンブレン変形形状は三角形と仮定していることより次式から求めることができる。

$$T = E\varepsilon = \frac{E \cdot r}{\sqrt{r^2 + \delta^2}} \times 100 \cdots \cdots (2)$$

ここに、Eはジオメンブレンの引張り剛性である。落とし戸降下によって上部土層に生じるすべり面は図-4のように落とし戸の降下にともなって落とし戸の両端から鉛直上向きのすべり面が生じるものと仮定する。式(1)で与えられた σ_v が砂層上部に作用することになるので、図より鉛直方向の力の釣り合いを考えると最終的に次式が得られる。

$$F = q\pi r^2 \left(1 - \frac{2HK}{r} \tan \phi \right) - 2\pi T \sin \theta \left(1 + \frac{2HK}{r} \right) \quad (3)$$

ここに、F：落とし戸上に作用する荷重であり、計算においては土圧係数Kは近似的に0.4と仮定した。そこで、個々の保護砂層厚（H/2r）における落とし戸降下量（ $\delta/2r$ ）と落とし戸上に作用する荷重との関係を計算したものが図-5である。砂層厚が大きくなるほど落とし戸上の荷重が小さくなることが明らかであるが、各砂層厚を表す曲線において、沈下量がある値に達すると落とし戸作用荷重が0となる点が存在する。この点は、上載荷重のすべてをジオメンブレン張力と保護砂層のせん断抵抗力で支持するに至った沈下量を示している。すなわ

ち、この状態はジオメンブレンの破損の危険性が最も高い限界の状態であると考えられる。図の中には、このときにジオメンブレンに作用する張力とジオメンブレンの引張り安全率Fs（ジオメンブレンの引張り強度／落とし戸の荷重が0となったときのジオメンブレンの張力）が記入されている。したがって、図-5より落とし戸の荷重が0となったときのジオメンブレンの強度安全率と保護砂層厚の関係を求めておけば、ジオメンブレンの材料選定と保護砂層厚の設計の目安とすることができるものと考えられる。

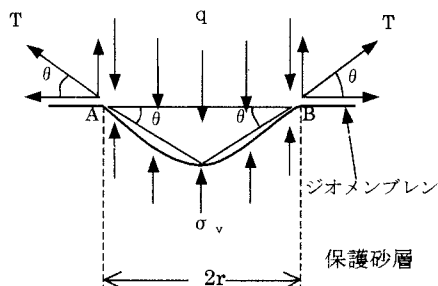


図-3 ジオメンブレンの引張り理論

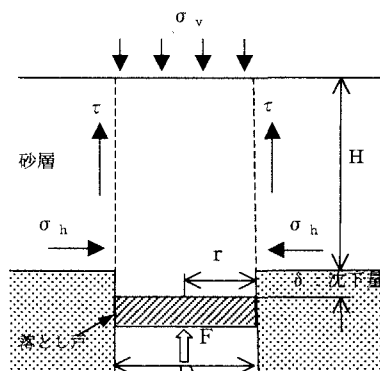


図-4 土の摩擦抵抗

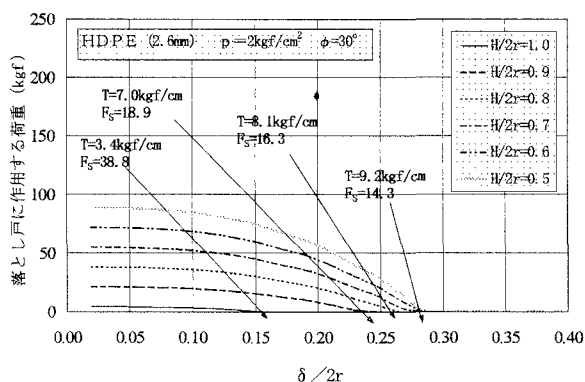


図-5 落とし戸上の荷重と沈下量の関係（計算値）