

(III-67) 下部保護層の厚さが局所沈下を受けるジオメンブレンの伸び挙動に与える影響

宇都宮大学工学部

宇都宮大学大学院工学研究科

宇都宮大学大学院工学研究科

宇都宮大学工学部

学生会員 ○ 服部 克典

正会員 今泉 繁良

正会員 宇佐見 貞彦

学生会員 葛巻 賢二

1. はじめに

廃棄物処分場に遮水材として用いられるジオメンブレンは基盤が局所沈下を起こすと、これに追従して変形し引張りひずみを生じる。このときジオメンブレンに生じる引張りひずみを評価することは、安全性を照査する上で重要である。これまで提案された発生ひずみの評価式のうち、Knipschild の Trough Model では保護砂層が局所沈下部の上端から 45° の方向にせん断破壊をするという仮定のもとにジオメンブレンが形状変化を生じる範囲を計算しているが、せん断破壊角を 45° とした力学的根拠は不明瞭である。そこで本研究では、ジオメンブレンの下部保護砂層の厚さを変化させて落とし戸実験を行い、砂層中のせん断破壊角を検討し、あわせて下部保護砂層の厚さがジオメンブレンの伸び挙動に与える影響を明らかにした。

2. Knipschild の Trough Model

図-1 に示すような幅 B の部分で沈下 S が生じると、これに伴う下部保護層のせん断破壊が沈下部の上端から $\alpha=45^\circ$ 方向に発生するとともに、ジオメンブレン中央部も d_g だけ沈下すると仮定する。このときジオメンブレンに幾何変形が生じる範囲は

$$2L=B+2\times H\times \tan(90^\circ-\alpha)=B+2\times H\times \tan 45^\circ=B+2H \quad (1)$$

この範囲でジオメンブレンに生じる伸び量 $2\Delta L$ は変形形状を三角形と仮定すると

$$2\Delta L=2(L-L_0)=2L\left\{\sqrt{1+(d_g/L)^2}-1\right\} \quad (2)$$

となりこの $2L$ 内においてひずみ分布が一様であると仮定すると最大

$$\text{引張りひずみ } \varepsilon_{s,\max} \text{ は } \varepsilon_{s,\max}=\frac{\Delta L}{L}=\sqrt{1+(d_g/L)^2}-1 \quad (3) \text{ となる。}$$

3. 実験概要・実験方法

実験装置については野本ら⁹⁾の研究と同じものを使用した。供試体は図-2 に示すようにストレインゲージを表裏に 21 箇所ずつ貼った幅 80cm、長さ 180cm、厚さ 1.5mm の HDPE ジオメンブレン供試体を用いた。図-3 のように供試体上に土圧計を設置し、供試体中央沈下 d_g に対する上部保護砂層 ($\Phi=47.4^\circ$) の土圧の変化を明らかにするようにした。また、実験終了後 ($S=65\text{mm}$) に供試体の変形形状を測定した。

実験ケースは、エアバッグの圧力を 2.0kgf/cm^2 に設定し、短繊維不織布を供試体の上下面に敷設して、下部保護砂層の厚さを 10,20,30,40cm の 4 段階に変化させ合計 4 ケースを実施した。

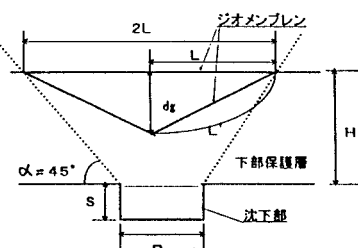


図-1 Trough Model の概念図

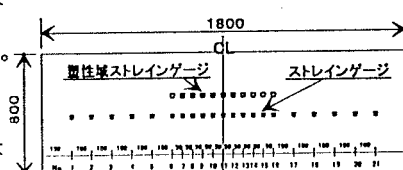


図-2 ストレインゲージ貼り付け位置

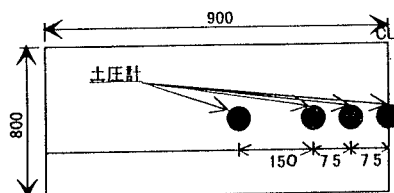


図-3 土圧計設置位置

キーワード：ジオメンブレン，局所沈下，引張りひずみ，せん断破壊角

連絡先：宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 TEL：028-689-6218 FAX：028-689-6230

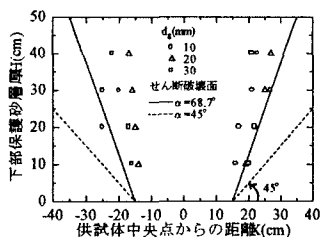


図-4 曲げひずみピーク点とせん断破壊面

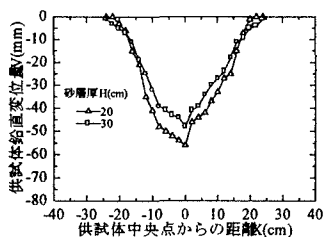


図-5 計測後の供試体の鉛直変位量の分布

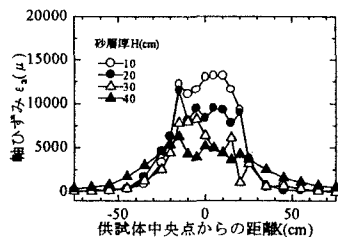


図-6 軸ひずみ分布 ($d_g=30\text{mm}$)

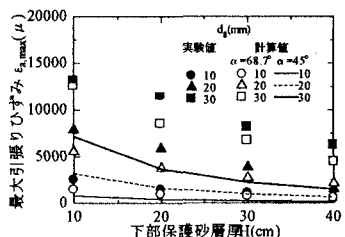


図-7 最大引張りひずみと砂層厚の関係

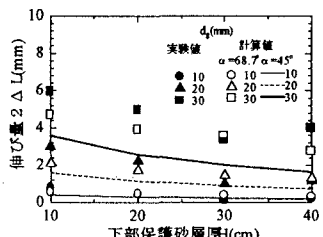


図-8 伸び量と砂層厚の関係

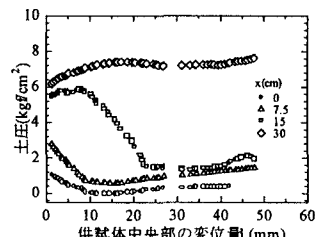


図-9 土圧の分布砂層厚H=30cm

4. 実験結果および考察

曲げひずみが最大値を示す位置と保護砂層の厚さの関係を示したのが図-4 である。曲げひずみのピークを示す位置は、供試体が急激な曲げを受けている点であるため下部保護層のせん断破壊面上に存在すると考えられる。図-4 を見ると、Trough Model で仮定している $\alpha=45^\circ$ のせん断破壊面よりかなり内側に分布しており、野本ら¹⁾の提案する $\alpha=45^\circ + \Phi/2=68.7^\circ$ のせん断破壊面に概ね存在していることがわかる。また、図-5 に示す実験終了後 ($S=65\text{mm}$) に計測した沈下形状でも $H=30\text{cm}$ では中央から 25cm、 $H=20\text{cm}$ では中央から 21cm の範囲で沈下が生じており、 $\alpha=68.7^\circ$ のせん断破壊面とほぼ一致しているのがわかった。図-6 は供試体中央部沈下量が $d_g=30\text{mm}$ の時の軸ひずみの分布を示したものである。砂層が厚いほどひずみの分布が広範囲で発生し、ひずみの値は小さくなっている。これは (1) 式から、砂層が厚いほど変形が生じる範囲 L が広がり、結果として (3) 式に示すようにひずみが小さくなることによる。図-7,8 は最大引張りひずみ $\epsilon_{a,\max}$ (軸ひずみの最大値)、伸び量 $2\Delta L$ と砂層厚 H のグラフである。これらの図からも d_g が同一の時、砂層が厚いほどひずみと伸び量が小さくなっている。図-7,8 には下部保護砂層中のせん断破壊面の角度 α を 45° と 68.7° として、 $\epsilon_{a,\max}$ と $2\Delta L$ を (2), (3) 式から計算したものも示した。 $\alpha=68.7^\circ$ とした時、沈下量が $d_g=10\text{mm}$ のように小さい場合には、計算値は実験値に近い値を示しているが、 $d_g=30\text{mm}$ のように大きくなると、計算値は実験値の約 70~94%と過小評価をしている。しかし、せん断破壊面の仮定を $\alpha=45^\circ$ とするよりも $\alpha=68.7^\circ$ とする方が実験値に値が近づいており、せん断破壊面の角度を $\alpha=45^\circ + \Phi/2$ とすることは妥当であるのがわかる。図-9 に砂層厚さが $H=30\text{cm}$ の場合の土圧の分布を示す。基盤の沈下範囲上に位置する $x=0\text{cm}, 7.5\text{cm}$ の地点では沈下開始時より土圧が急激に減少しており、 $d_g=10\text{mm}$ 以降ではほとんど土圧が働いていない。また $x=15\text{cm}$ では、 $d_g=10\text{mm}$ までは土圧の変化はなかったが、それ以降急激に土圧は減少し、 $d_g=20\text{mm}$ で $x=0\text{cm}, 7.5\text{cm}$ と同程度の土圧まで低下している。一方、沈下範囲外の $x=30\text{cm}$ の土圧は沈下に伴い増加傾向を示している。このように上・下部保護砂層には土圧の再配分すなわちアーチアクションが起きているものと思われる。

5. まとめ

①ジオメンブレン供試体は $\alpha=45^\circ + \Phi/2$ で規定されるせん断破壊面の範囲内で変形している。②ジオメンブレン供試体中央部の変位量 d_g が同一の場合、保護砂層が厚いほど供試体伸び量は小さく、最大引張りひずみ $\epsilon_{a,\max}$ も小さい。③上部保護砂層中の土圧は、アーチアクションにより沈下範囲内で減少するが、その外側では増加する。

参考文献 1) 野本哲也他：基盤沈下に伴う敷設 HDPE ジオメンブレンの伸び挙動評価の模型実験，土木学会第 53 回学術講演会概要集Ⅲ-B, pp.740-741, 1998