

廃棄物埋立地盤における紐状廃棄物の補強メカニズムに関する基礎研究

九州大学工学部	学生会員	○服部 傑
九州大学東アジア環境研究機構	正会員	川井 晴至
九州大学大学院工学研究院	フェロー会員	島岡 隆行
産業廃棄物処理事業振興財団	非会員	山脇 敦

1. はじめに

日本における不法投棄現場や海外の廃棄物処分場には、急傾斜にも関わらず崩壊せずに安定している事例が多数あり、なかには垂直に積み上げられているにもかかわらず、長期に渡り安定している事例もある。これらの廃棄物地盤は、プラスチックや布類などの紐状廃棄物を多く含み、一般的な盛土に比べ安定した状態にあることが経験上知られている。紐状廃棄物が廃棄物地盤中にて補強効果を発揮していると推測されるが、そのメカニズムは明らかになっていない。本研究では、ひずみゲージを貼付けたプラスチックを、不法投棄現場より採取した試料にて充填された大型土槽中に設置し、紐状廃棄物に発生するひずみを直接計測することにより、紐状廃棄物が有する補強効果のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

2. 予備試験

プラスチックに発生するひずみを、ひずみゲージにて計測できることを確認するため、気中部で引張試験を行った。引張材は市販されている厚さ 0.06 mm のプラスチックを幅 100 mm に切断し、引張部長さが 300 mm となるように設置した。ひずみゲージは東京測器研究所の塑性域ゲージ YEFLA-5-5LT を用い、中央および中央から 75 mm の位置に合計 3 枚貼付けた。

実験結果を図-1、図-2 に示す。ひずみゲージ設置による引張剛性の影響はほぼ無く、3 枚のひずみゲージの計測結果も大きな差はなかった。このことから、ひずみゲージによりプラスチックのひずみを計測できることが明らかとなった。

3. 大型土槽実験

(1) 実験装置：実験装置を図-3 に示す。土槽の大きさは、高さ 1.1 m、幅 1.15 m、奥行き 0.8 m で、側壁に土圧計を上端から 0.125 m、0.350 m、0.580 m、0.815 m の深さに設置した。土圧計を設置した側壁（図-3 中左側）は可動式である。底板にも中央および中央から 300 mm 位置に土圧計を設置した。上載圧はペロフラムシリンダーを用い、鉛直方向の変位計を載荷板に設置した。また、底面及び全壁面には摩擦を低減させるためにラバーシートを貼付けた。ひずみゲージを貼付けたプラスチックは、予備実験と同様に、幅 100 mm、長さ 300 mm に切断し、土圧計と同じ深さに合計 4 枚設置した。

(2) 充填試料及び充填方法：充填試料の組成（乾燥重量比）を図-4 に示す。千葉県不法投棄現場から採取した試料で、プラスチック類の比率が高い。また、含水比は約 17 % であった。充填方法は、試料をバケツに入れ重量を計測した後、土槽高さより自由落下させた。充填試料の密度は 1.0 g/cm^3 であった。これは現地地実施した現場密度試験より得られた $\rho_t = 0.9 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ と同等である。また、ひずみゲージを取り付けたプラスチック及び土圧計周辺は、大きな礫などの影響による特異値の計測を防ぐため、篩い下 20 mm の試料を配置した。

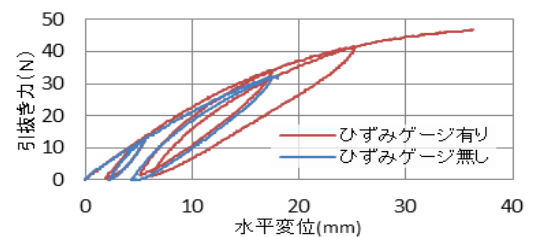


図-1 ひずみゲージによる引張剛性への影響

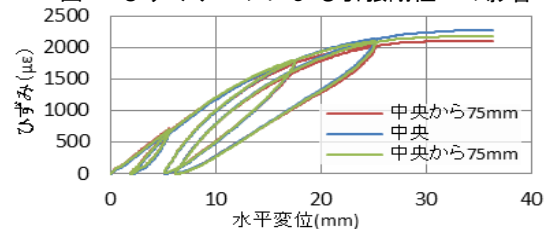


図-2 ひずみゲージによる測定

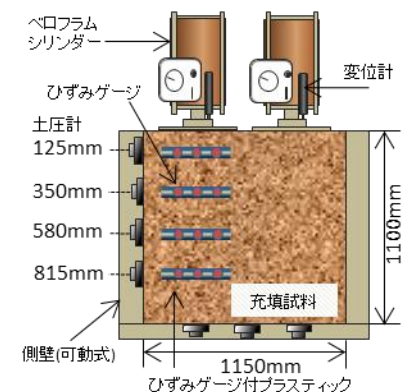


図-3 土槽実験装置概要図

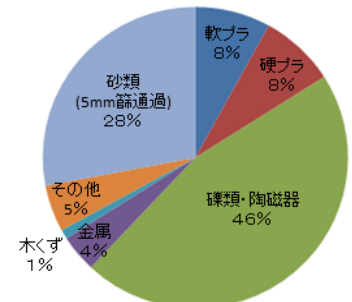


図-4 充填試料組成

(3) 上載荷重及び側壁の移動：上載荷重を図-5 に示す。ベロフラムシリンダーにて上載荷重を 0MPa から 0.5MPa まで 0.1MPa ずつ増加させ、経過日数 19 日 (0.5MPa) に (図-3 中) 左側壁を 1mm/min で左向きに移動させた後、0.0MPa まで除荷し、再度 0.5MPa まで載荷した。

4. 実験結果

(1) 鉛直ごみ圧、沈下量、ひずみの結果

鉛直ごみ圧、沈下量、ひずみの経時変化を図-6 に示す。ひずみは図中左軸とし、沈下量と鉛直ごみ圧は右軸とする。プラスチックに貼付けたひずみは、深さ 580mm の計測結果 3 点の平均値である。底面の鉛直土圧も 3 点の平均値としている。また、データは 10 分おきに計測し、一日の相加平均したものである。ひずみは経過 3 日程度で急激に増加した後、緩やかに増加した。沈下量及び鉛直ごみ圧は、上載圧の増加と連動して増加した。除荷・再載荷過程 (経過日数 23 日以降) では、除荷により鉛直ごみ圧は大きく減少するのに対し、沈下量の変化は小さく、ひずみの変化はその中間程度であった。全体を通して見ると、沈下量、鉛直ごみ圧、ひずみは連動し、上載圧の増加に伴う充填試料の圧縮により、土粒子等とプラスチックが密実となり、両者の間に発生する付着力を通じてプラスチックに引張力が作用したと考えられる。

(2) 水平ごみ圧、ひずみの結果

水平ごみ圧、ひずみの経時変化を図-7 に示す。水平ごみ圧は深さ 580mm のものを用い、図中の右軸としている。プラスチックのひずみは図-6 と同様のデータである。水平土圧も上載圧の増加に伴い増加するが、鉛直ごみ圧の 1/6 程度となっている。経過日数 19 日の側壁移動に伴い、水平ごみ圧は急激に減少したが、プラスチックのひずみは増加した。経過日数 15 日から 23 日にかけて沈下量は一定の割合で増加している中で、ひずみは増加に転じている。これは充填試料の圧縮が主要因ではなく、側壁移動による土粒子の動きに対し、プラスチックの拘束が発生したと考えられる。実際、側壁移動後に充填試料は自立した (図-8)。

5. まとめ

本実験により、廃棄物埋立地盤中の紐状廃棄物に発生するひずみに関して、以下の結果が得られた。

- (1) 沈下量、鉛直ごみ圧、ひずみは連動し、上載圧の増加に伴う充填試料の圧縮により、土粒子等とプラスチックが密実となり、両者の間に発生する付着力を通じてプラスチックに引張力が作用したと考えられる。
- (2) 側壁移動に伴い、水平ごみ圧は急激に減少したが、プラスチックのひずみは増加した。側壁移動による土粒子の動きに対し、プラスチックの拘束が発生したと考えられる。

[謝辞] 本研究の一部は平成 24 年度「環境研究総合推進費補助金研究事業補助金」(研究代表者：山脇敦、課題番号 K2402) の支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

[参考文献] 1) 川井晴至，島岡隆行，坂口伸也，山脇敦：帯状及び紐状廃棄物を含む廃棄物埋立地盤のごみ圧分布に関する基礎研究，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，p97-98，2012，9

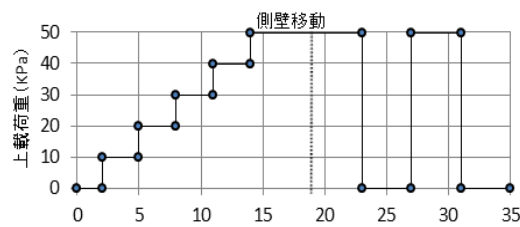


図-5 上載荷

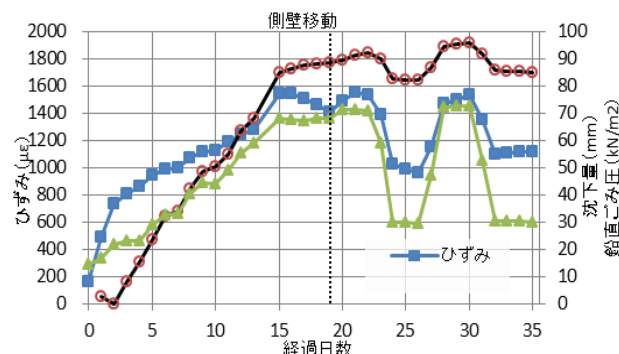


図-6 ひずみと鉛直ごみ圧・沈下量

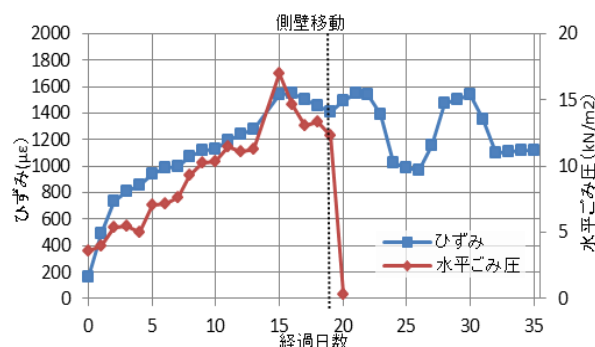


図-7 ひずみと水平ごみ圧

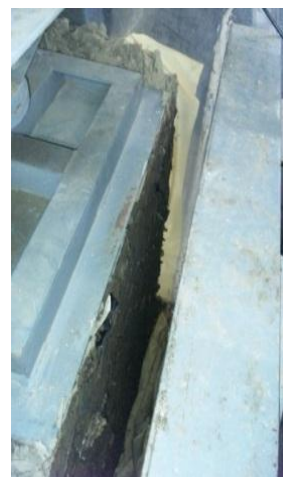


図-8 側壁移動後の様子