

Ⅲ-828

廃棄物埋立地盤の腐敗による挙動

岐阜大学工学部土木工学科

学生会員 十二正義

宇都宮大学工学部建設学科

小海昌伸

長岡工業高等専門学校環境都市工学科

正会員 佐藤勝久

長岡工業高等専門学校環境都市工学科

正会員 荒木信夫

1 まえがき

廃棄物はそのまゝ或いは処理された後、適当な場所に処分される。国土の狭いわが国にとって、廃棄物を処分した埋め立て地を有効に利用していくことは重要な課題である。しかし、この廃棄物埋立地盤の挙動は埋め立てられた種々の廃棄物の特性に大きく左右されるので大変複雑である。そのような現状から、その工学的性質は不明な点が多い。そこで本研究では、廃棄物のうち生ごみを主成分とした廃棄物埋立地盤を対象とし、室内におけるモデル地盤に対して物理的、化学的、力学的各種試験を行い、それらの結果から廃棄物埋立地盤の工学的性質を明らかにすることを試みた。

2 試験方法

生ごみを主成分とした廃棄物埋立地盤は、生ごみや有機物が土や無機物と混ざって埋め立てられる場合と、生ごみなどの廃棄物と土を互層にして埋め立てる場合がある。本研究では、廃棄物のモデル化に使うセルロースとセルラーゼの活性の促進を図るために、前者の場合を想定した。

実際の埋立地盤と試験に用いる供試体の関係は図-1のようになる。つまり本研究の供試体は、覆土の下地下水面内で飽和した廃棄物埋立地盤を対象としている。

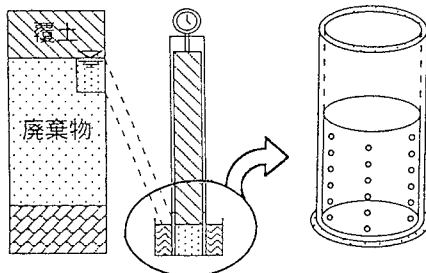


図-1 廃棄物埋立地盤と供試体の関係

表-1 試験計画

供試体番号	試料混合比	試験種類	試験日(経過日数)					
			0	1	2	3	4	5
A	10:1	沈下測定	○	○	○	○	○	○
		貫入試験		○		○		○
		還元糖測定	○					
B	7:1	屈折率測定	○	○	○	○	○	○
		密度試験	○					
		振動試験						○

本研究は生ごみを主成分とした廃棄物埋立地盤を対象としているが、実際の生ごみを繰り返し試験に用いると試料の品質を保つことが困難である。そこで市販されているセルロース、セルラーゼを用い、生ごみを主成分とした廃棄物をセルロースとしてモデル化し、セルロースの分解作用に最も適しているセルラーゼを用いて分解を行った。当初、セルロースパウダーと試薬用のセルラーゼを用いて試験を行ったが、組み合わせが悪く分解が進まなかった。そこで試料の組み合わせを CM-セルロースと工業用セルラーゼに変えることによって、高い活性を得ることができた。以下で述べるセルロースとは CM-セルロースのことであり、セルラーゼとは工業用セルラーゼのことである。本研究で用いたセルラーゼは水温が 40℃～50℃、pH が 4.0～5.0 のときに最も活性が高い。したがって、セルロースの分解が促進されるように飽和水の水温を 40℃に維持し、pH を酢酸緩衝液により 4.6 にした。なお、廃棄物中の土や無機物は豊浦標準砂で置き換えた。

供試体は廃棄物中の生ごみの割合を試料中のセルロースの割合に置き換えて、供試体番号 A、B を設定した。廃棄物モデル地盤の工学的評価の方法として、表 1 に示したような試験を行うこととした。沈下測定は供試体表面の沈下量を経過時間 24、48、72、96、120 時間の 5 日間で測定した。また、貫入試験はコーン貫入試験機を用いて 1 日おきに測定し、還元糖測定には Somogyi-Nelson 法を用いた。振動試験については、振動台を用いて振動数 10Hz で振動し、始め 3 分間を SPAN1%(約 200Gal)、続いて 3 分間を SPAN2%(約 400Gal) の計 6 分間の試験を行った。そして振動を与えた後の供試体表面の沈下量を測定した。

3 試験結果および考察

沈下量測定の結果を図-2に示す。なお、本研究の沈下量は各供試体の高さに違いがあるため、沈下率(%)で表す。グラフより、供試体に含まれるセルロースの割合の多い供試体 B の方が、供試体 A よりも沈下率が高い。

貫入試験の結果を図-3に示す。なお、貫入強度は供試体の鉛直方向の深さ5、6、7、8cmの貫入強度を平均したものである。グラフより、供試体A、B共に上昇傾向にある。これは上載荷重によって供試体が圧密されているためである。

廃棄物モデル地盤のセルロース分解前後の密度試験の結果を図-4に示す。グラフより、砂の割合の多い供試体Aの方が供試体Bよりも初期も120時間後も密度は高い。

振動試験中の廃棄物モデル地盤の沈下測定結果を、沈下率(%)で表したものが図-5である。グラフより、供試体A、B共にSPAN1%(約200Gal)のときはそれほど沈下ではないが、SPAN2%(約400Gal)になると大きな沈下が観測された。また、沈下率は供試体Aの方が大きかった。

図-4より、試験前後で密度の上昇が起こっているのでセルロースの分解は確実に起こっていると考えられる。これは還元糖測定や屈折率測定からもいえる。したがって、この廃棄物モデル地盤は腐敗、圧密沈下という生ごみを主成分とする廃棄物埋立地盤の挙動を再現していると考えられる。

図-2と図-5より、セルロースの分解による沈下はセルロースの割合の多い供試体Bの方が大きい。振動による沈下では砂の割合の多い供試体Aの方が大きい。このモデルの沈下は分解作用と圧密によって緩衝液が排水されて発生するが、砂の割合の多い供試体Aは砂の骨格によって供試体Bに比べて沈下が抑えられていると考えられる。したがって、供試体Aは振動試験の際に骨格の変化によって供試体Bよりも大きな沈下が生じたと考えられる。

4 結論

本研究より以下の結論を得た。

- (1) 生ごみを主成分とする廃棄物埋立地盤の腐敗による沈下は、生ごみをセルロースに置き換えることによりモデル化できる。
- (2) 生ごみを主成分とする廃棄物埋立地盤では、生ごみの腐敗とそれに引き続く圧密の2つの要因により沈下が発生する。
- (3) 生ごみの腐敗による沈下が生じると、埋立地盤の密度が上昇して強度も大きくなる。
- (4) 土や無機分の多い廃棄物埋立地盤では、生ごみの腐敗とそれに伴う圧密沈下が土や無機分の骨格によって抑えられて密度の低い状態になっているが、そこに振動を加えると大きな沈下が生じる。

5 あとがき

今後、変化させるパラメーターとしては試料混合比、締め固め荷重、上載荷重などが考えられるが、最終的には実際の廃棄物を用いた腐敗沈下促進実験を行い、実験系をより現実に近い状態に近づけることによって廃棄物埋立地盤の腐敗による挙動を明らかにする必要があると考える。

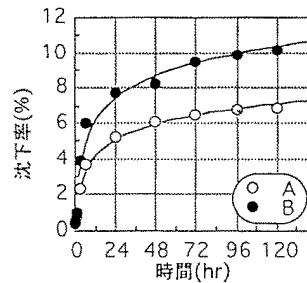


図-2 沈下率の時間的推移

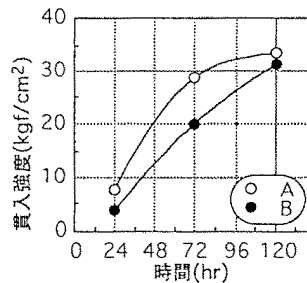


図-3 貫入強度の時間的推移

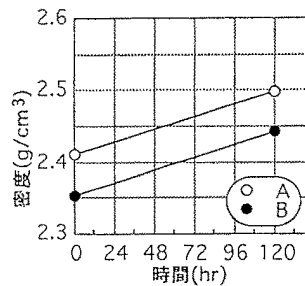


図-4 密度の時間的推移

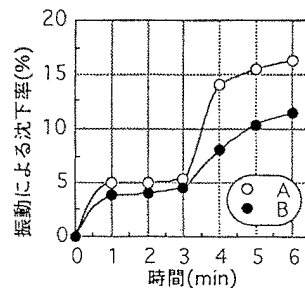


図-5 振動による沈下率の時間的推移