

一般廃棄物焼却灰の非排水せん断特性に及ぼす養生方法の違いによる影響

福岡大学大学院 ○学生員 松村 耕平

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 吉田 信夫

福岡大学工学部 正会員 島岡 隆行 花嶋 正孝

1.はじめに 一般廃棄物焼却灰は一般の土質材料とは異なり様々な重金属類や無機塩類が含有している。そのため、土木材料として用いられる場合、地下水等の地盤環境の違いによって時間的にその性質が変化することが考えられる。そこで、本研究では、地震時焼却灰地盤の安定性を考えるため焼却灰地盤が将来受ける環境に対応した方法で一定期間養生させた供試体を用いて、非排水単調及び繰返しせん断試験を行った。さらに、非排水単調せん断試験結果から繰返しせん断試験結果の評価を行った。

2.実験概要 実験で用いた焼却灰は、A市の焼却場から搬出されたものを分取し、2mmふるい通過試料を用いた。実験には、空圧制御式繰返し三軸せん断試験装置を用いた。今回の実験で用いた供試体は、直径約5cm、高さ約10cmの円筒モールド中に、締固め度 $D(D=\rho_d/\rho_{dmax}$ と定義する) $D=0.9$ の密度になるように3層に分け、密度管理をしながら作成した。焼却灰地盤が将来受ける環境に着目し、気中養生、暴露養生、水浸養生の状態で、14、28、56日の一定期間養生させた供試体¹⁾を用い、非排水単調せん断試験及び繰返し三軸試験を行った。①単調せん断試験は、有効拘束圧 $\sigma'_c=98kPa$ で等方圧密を行い、非排水条件において軸変位速度0.1%/minでせん断して、圧縮・伸張側にそれぞれ軸ひずみが $\epsilon_x=15$ 及び8%に達したら実験を終了させる。②繰返し三軸試験は、非排水状態で任意の繰返し応力を一定振幅0.1Hzの正弦波を用いて圧縮側より載荷を行い、両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に達した後、実験を終了させた。

3.実験結果及び考察

3.1 非排水単調せん断特性 図-1、2に養生日数(a)14日、(b)56日における暴露、気中、水浸養生の各々における軸差応力 q と軸ひずみ ϵ_x 関係及び有効応力経路を示す。軸差応力と軸ひずみ関係より、圧縮側では軸差応力が軸ひずみの増加とともに、増加し続ける挙動を示している。特に、56日ではその挙動が著しくなっている。これは養生日数の経過に伴って、供試体内に固結力が発生していることを示している。この固結力の増加が、せん断時の供試体の膨張傾向を強めたためと考えられる。この挙動は、密な砂の挙動と類似しており、この場合繰返しせん断に対する抵抗が強いことを示唆している。伸張側においては、軸差応力が一端ピークを示した後に低下を示しているが、圧縮側ほど養生方法の違いが現れていない。次に、有効応力経路図をみると、いずれの条件においてもせん断開始直後に一端膨張傾向を示すが、せん断の進行に伴って収縮傾向を示した後、再び膨張へと転じ軸差応力が増加傾向のまま破壊に至っている。特に、伸張側では正の過剰間隙水圧はほとんど発生せず、変相状態に達した後、破壊に至っている。

3.2 単調および繰返しせん断特性との対応 本研究では、砂の液状化特性を特徴づける変相点に着目して繰返しせん断挙動を評価することにする。図-3は図-2に示す圧縮側の変相点と原点を結んだ変相線の傾き η_{PT} と養生日数の関係

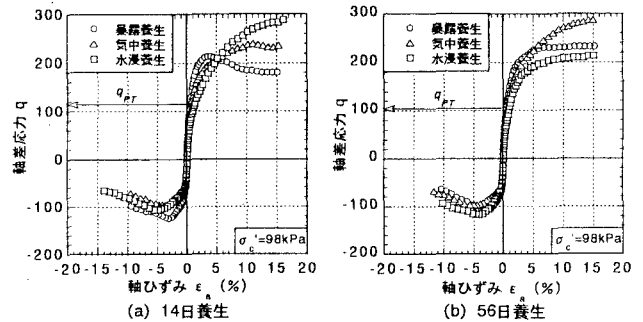


図-1 軸差応力と軸ひずみの関係

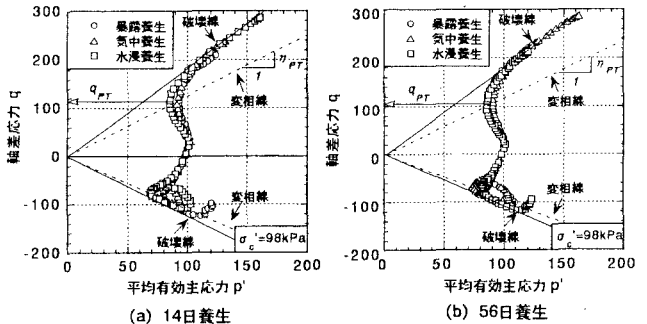


図-2 有効応力経路図

を示す。変相線の傾きは、各養生方法によって異なり、暴露養生及び気中養生では、養生日数の経過に伴って増加している。変相線の傾きの増加は、繰返しに対する抵抗力の増加を示している。この変相線の傾きの大きさに養生方法の違いによる固結力の発生の影響が現れている。これに対し、水浸養生は、傾きが低下しており、抵抗力が小さくなっている。次に、これらの変相線と破壊線を単調せん断試験結果とともに繰返しせん断試験における有効応力経路と重ねたものを各養生方法別に図-4 に示す。ここで破壊線は、単調せん断における有効応力経路の最大の傾きを破壊と定義して示している。一般に砂の繰返しせん断試験による有効応力経路は、せん断に伴う過剰間隙水圧の上昇に伴って徐々に低下し、伸張側の

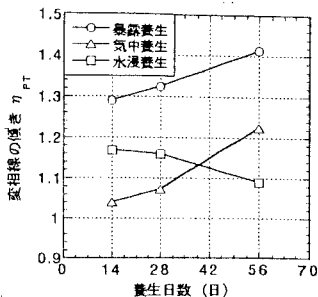
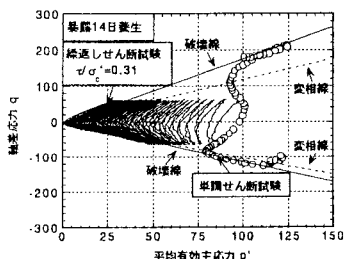
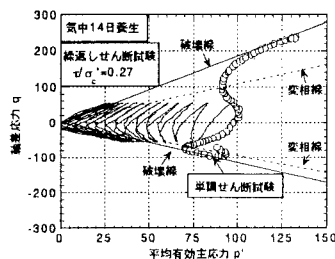


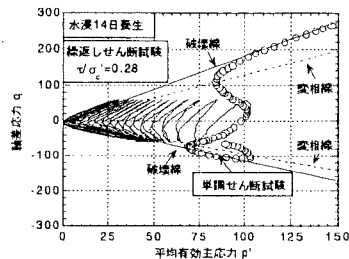
図-3 変相線の傾きと養生日数の関係



(a) 暴露養生



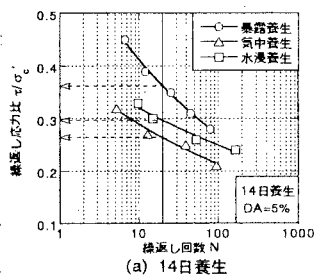
(b) 気中養生



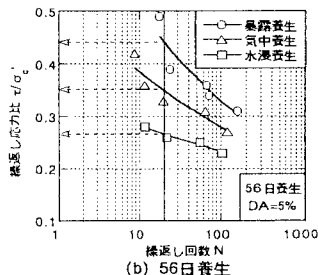
(c) 水浸養生

図-4 有効応力経路図(養生日数: 14日)

変相線に達すると有効応力の低下量が大きくなり液状化に至るとされている。密な状態の焼却灰の有効応力経路はせん断初期から膨張傾向が現れ、繰返しに伴い有効応力の回復が見られる挙動を示している。しかし、伸張側の変相線に有効応力が達すると、サイクリックモビリティが著しくなり、破壊に至っていることが分かる。以上のことから、単調せん断特性がある程度繰返しせん断挙動を特徴づけている事がわかる。そこでさらに、



(a) 14日養生



(b) 56日養生

図-5 液状化強度曲線

繰返しせん断強度と単調せん断試験における圧縮側の変相点の軸差応力 q_{PT} を用いて評価することを試みる。図-5 には、繰返しせん断試験から得られた各養生日数における液状化強度曲線を示している。ここで、繰返し回数 $N=20$ における繰返し応力比を液状化強度比 R_{20} と定義し、圧縮側の変相時の軸差応力 q_{PT} を拘束圧 σ'_c で除した軸差応力比 q_{PT}/σ'_c との関係を生養生方法ごとにプロットしたものを図-6 に示している。この図から養生方法、養生日数が異なるにも関わらず液状化強度比と軸差応力比との関係は、ほぼ良い対応を示していることがわかる。このことは、単調せん断試験の有効応力経路による変相点での軸差応力比を求める事が出来れば、繰返し強度を評価ができることを示唆している。

4.まとめ

(1) 一般廃棄物焼却灰の繰返しせん断特性は、単調せん断試験から得られる変相線及び破壊線の傾きによって特徴づけることが明らかになった。(2) 一般廃棄物焼却灰の繰返しせん断強度は、変相点の軸差応力比によってある程度推定することが可能であることが分かった。

本研究は平成 12 年度文部省化学研究費助成金(基盤研究(c))(2)課題番号: 12650501)、(財)前田記念工学振興財団研究助成金をもとに実施したものであり、ここに感謝の意を表します。また、本研究を行うにあたりご協力頂いた地方自治体の方々、栗田工業(株)の平尾孝典氏、本学卒業生の権藤清路、本村明教君に心より感謝いたします。

【参考文献】1) 本村、佐藤、島岡ら:「一般廃棄物焼却灰の単調せん断特性に及ぼす地盤環境の影響」、平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会投稿中 2) 兵動、山本、安福ら:「まさ土の液状化強度に及ぼす拘束圧の影響」、第 26 回土質工学研究発表会、1991.7

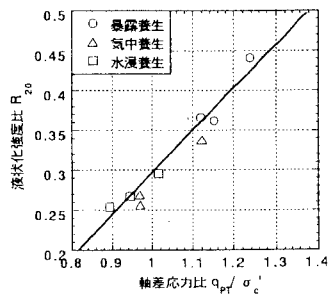


図-6 液状化強度比と軸差応力比の関係