

地盤環境に着目した一般廃棄物焼却灰の液状化特性

福岡大学大学院 学生員 ○榎藤 清路
福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一
福岡大学大学院 学生員 本村 明教
九州大学工学部 正会員 島岡 隆行

1.はじめに 廃棄物最終処分場の不足等を考慮すると、今後一般廃棄物焼却灰の土木資材や最終処分場内の仕切堤としての有効利用を考えなければならない。また、処分場の高度跡地利用についても検討する必要がある。この場合、地震の多い我が国において、焼却灰地盤の地震時における安定性を考えることは必要不可欠である。また、一般廃棄物焼却灰は、そのなかに含まれるカルシウムなどの無機塩類の存在と、焼却灰地盤内の環境によって、経時的に土質力学特性が変化する¹⁾ことが考えられる。そこで本研究では、焼却灰地盤が将来受ける環境を想定し、その環境に対応した方法で一定期間養生した供試体を用い、一軸圧縮試験及び繰返しせん断試験を行った結果について報告する。

2.試料及び実験概要 実験で用いた試料は、A市の一般廃棄物焼却灰を2mmふるいにより粒度調整したものをを用いた。試料の物理特性、供試体作成方法及び養生条件の詳細については、前報¹⁾で報告しているので省略する。表-1に今回想定した地盤環境と養生条件を示す。繰返しせん断試験は、空圧制御式三軸せん断試験装置を用い、供試体(h=10cm,d=5cm)に炭酸ガスを通気させ、脱気水を通水した後、背圧 $\sigma_{BP}'=196\text{kPa}$ を与え飽和供試体を作成した。B値が0.96以上になったことを確認した上で、有効拘束圧 $\sigma_c'=98\text{kPa}$ で1時間等方圧密を行った。せん断試験は、非排水

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载荷を行い、両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に達した後、実験を終了させた。

3.実験結果と考察

図-1には気中養生における一軸圧縮試験結果を示す。これより、養生日数の経過に伴い強度が増加していることが分かる。それは28日以上養生において顕著であり、28日以下の短期間の養生では顕著な強度増加は見られないことが分かる。これらは、焼却灰中のカルシウム等の無機塩類と水とが長期間にわたって反応し、膠着物質やエトリンサイト等の結晶物が生成する²⁾ことにより、経時的に固結力が発生したものと考えられる。

図-2に気中、暴露、水浸56日養生における供試体の、繰返し応力比 τ/σ_c' 0.31における有効応力経路図を示す。いずれの養生方法の有効応力経路も、繰返し応力の载荷とともに、徐々に低下し、密詰め砂の特色であるサイクリックモビリティーを示し、初期液状化状態に至った後、有効応力の増加と減少を繰返しながら、破壊に至っている状況が分かる。また、一時的に有効応力がゼロになっても、その後にせん断力を加えると負の過剰間隙水圧が発生して有効応力の回復が見られている。これは、一軸圧縮試験結果にみられた固結力の発生が、有効応力経路に影響を及ぼしていると考えられる。

図-3に各養生方法における液状化強度曲線を示す。含水比の変動が少ない気中養生は、28日までの短期養生において強度変化は見られず、56日養生での強度増加が著しかった。これは一軸圧縮試験で得られた

表-1 想定した地盤環境及び養生条件

地盤環境 養生方法	湿潤状態 気中養生	暴露・乾燥状態 暴露養生	水浸(飽和)状態 水浸養生
養生条件	締固め度 : $D=0.9$ 初期含水比 : 最適含水比 温度 : 変動(小) 供試体状態 : モールドの両端をラップで密封 養生方法 : 恒温恒湿室(室温20、湿度50%一定)に設置	締固め度 : $D=0.9$ 初期含水比 : 最適含水比 温度 : 変動 供試体状態 : モールドの両端を開放 養生方法 : 屋外放置	締固め度 : $D=0.9$ 初期含水比 : 最適含水比 温度 : 20一定 供試体状態 : 水浸 養生方法 : 恒温室に養生箱(水温20一定)に水浸させ、設置

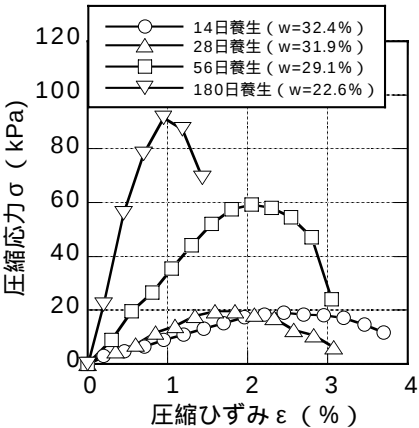


図-1 圧縮応力と圧縮ひずみの関係

Key word : 焼却灰、一軸圧縮強さ、固結力、繰返しせん断、液状化強度

連絡先 : 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 電話連絡先 092-871-6631 (内線 6481) FAX092-865-6031

結果と同様の傾向を示している。乾燥と湿潤状態の繰返し作用を受けながら養生される暴露養生は、最も大きな強度発現を呈している。ただし、供試体の状態が天候に左右されるため、日数に伴うような強度発現であるかは不明である。水浸養生では、日数の経過に伴う強度発現は見られなかった。このような強度発現メカニズムは、焼却灰内に生じる固結力の発生と関係していると考えられる。この固結力は、焼却灰内に存在する水分に大きく依存していると考えられるが、今後の検討課題である。

図-4 に繰返し回数 20 回における繰返し応力比を液状化強度比 R_{20} と定義し、養生日数との関係を示す。気中養生と暴露養生は、時間の経過に伴う養生効果が現れており、同様の傾向で強度が増している。水浸養生では固結力による強度発現は見られない。

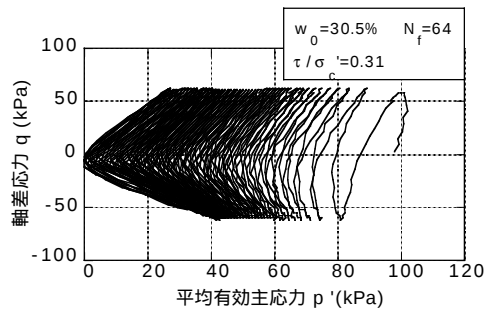
図-5 には液状化強度比と一軸圧縮強さの関係を示す。この両者は高い相関性を示しており、一軸圧縮試験により、液状化強度がある程度推測できることを示している。

4.まとめ

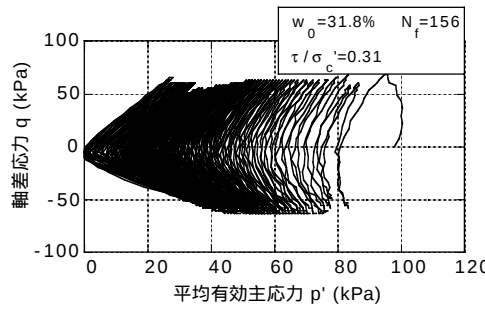
養生方法の違いにより生じる繰返しせん断特性の違いは、焼却灰内に発生する固結力の違いによる影響であることが示された。経時的に発生する焼却灰内の固結力は、焼却灰内の水分と大きく関係していると考えられる。一軸圧縮強さから液状化強度の推測が可能であることが示唆された。

本研究は平成 12 年度文部省化学研究費助成金（基礎研究（c）（2）課題番号 126050501）（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、本研究を行うに当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、そして福岡大学大学院卒業生の松村耕平氏（現 西日本鉄道）に、心より感謝いたします。

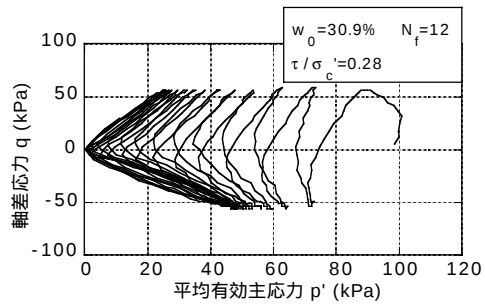
《参考文献》1) 佐藤、松村ら：「一般廃棄物焼却灰の力学特性に及ぼす地盤環境の影響」、第 4 回環境地盤工学シンポジウム投稿中、2) 島岡、花嶋ら：「埋立廃棄物の力学特性と埋立構造物の安定性に関する実験」、土と基礎、Vol.45, No.7, pp.24-26, 1997



(a) 気中養生



(b) 暴露養生



(c) 水浸養生

図-2 有効応力経路図（56日養生）

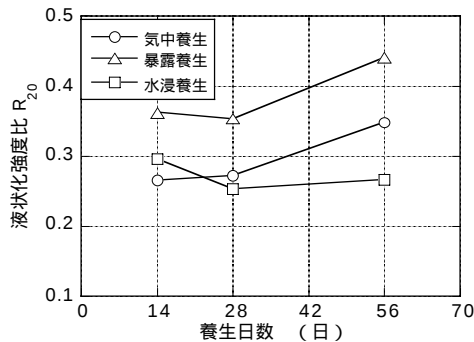
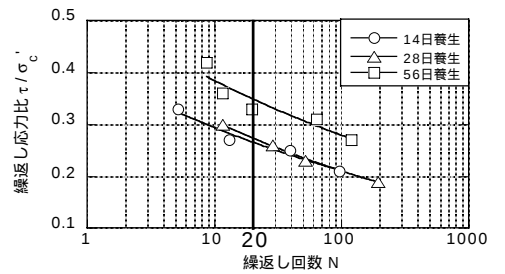
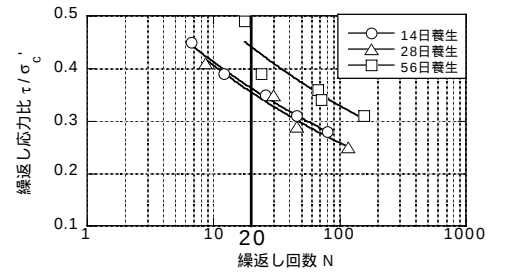


図-4 液状化強度比と

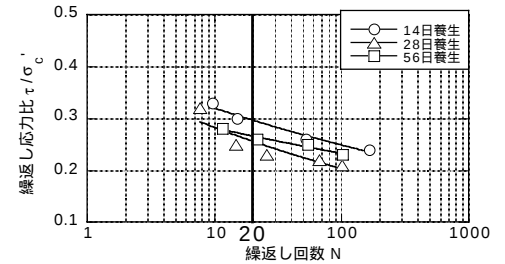
養生日数の関係



(a) 気中養生



(b) 暴露養生



(c) 水浸養生

図-3 液状化強度曲線

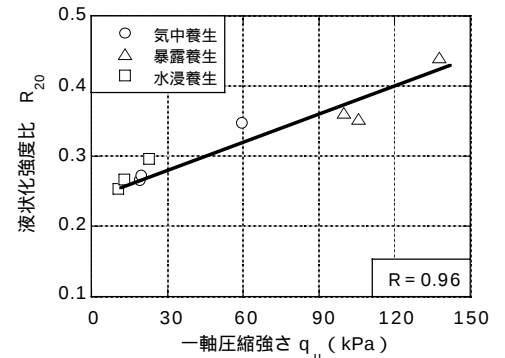


図-5 液状化強度比と

一軸圧縮強さの関係