

## 尿素肥料による想定木片混じり土の長期強度特性の把握

名古屋大学 学生会員 ○池上 浩樹  
 名古屋大学 フェロー会員 中野 正樹  
 名古屋大学 正会員 酒井 崇之

### 1. はじめに

東日本大震災で発生した約 3100 万トンもの災害廃棄物、津波堆積物は、高度選別処理により処分だけでなく復興資材としての有効活用も計画された。しかし得られた分別土砂には夾雑物、特に木片が含まれ、その長期力学特性が把握されておらず、十分に有効活用がなされたとは言えない。錫田ら<sup>1)</sup>は、1995 年から 2016 年までに発表あるいは報告された 79 編から夾雑物の混入した土砂の性状に関する研究を調べたが、木片腐朽による長期的挙動に関する研究はほとんどないのが現状である。

そこで、本報では水に溶出し空隙を作る尿素肥料（以下、肥料と呼ぶ）を土に混入することで木片が完全に腐朽した状態を表現した。そして、木片の腐朽が地盤材料の力学特性に与える影響の把握に努めた。

### 2. 試験に用いた土試料について

本研究では、今後発生する可能性が高い南海トラフ巨大地震の対象地域である四日市港内より採取した 2 種類の河口堆積物を用いた。採取した 2 種類の河口堆積物に対し、粗粒分が卓越した粒度を持つものを砂、細粒分が卓越した粒度を持つものを粘土と呼ぶこととし、津波堆積物の想定範囲を内包できるように 5 種類の混合土砂を作製した。混合率は乾燥重量比で砂 100%、砂 75%と粘土 25%、砂 50%と粘土 50%、砂 25%と粘土 75%、粘土 100%とし、それぞれの混合土砂を順に S100C0、S75C25、S50C50、S25C75、S0C100 と呼ぶ。

図 1 に 5 種類の混合土砂の粒径加積曲線を示す。

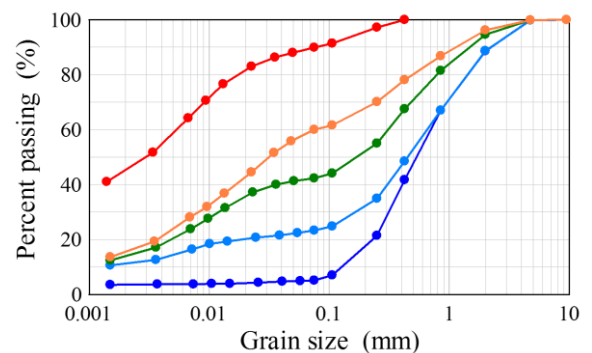


図 1 粒径加積曲線

### 3. 尿素肥料と尿素混入土試験の概要

土中の木片腐朽は、木片腐朽菌が活性化することで進行する。その活性化の影響要因は、栄養、水分、空気、温度、pH であり<sup>2)</sup>、理想的には木材全てが分解される。しかし、期間など詳細は知られておらず、細胞壁成分のうちリグニン等が残ることが多いとも言われている。しかし、本研究では土砂内の木片



写真 1 尿素肥料



写真 2 空隙の様子

は完全に腐朽し、空隙となる仮定している。今回用いた肥料（窒素 46%含有）は粒径 3mm 以下の白色球状で（写真 1）、水分により 24 時間で完全に溶出し、土中に初期体積分の空隙をつくることを確認している（写真 2）。また密度測定試験より肥料の密度を  $1.3\text{g/cm}^3$  とした。

つぎに混入率及び供試体の作製方法について説明する。混入率  $x\%$  というのは、混合土砂に土粒子質量に対する木片質量の百分率を想定している。木片と同体積の肥料に置き換え、混合土砂に混入させている。木片の体積を算出する際、木片の密度は  $0.4\text{g/cm}^3$  としている。また、締固め度は、供試体体積から肥料体積分を除いて算出している。図 2 に供試体条件のイメージを示す。供試体の作製については最適含水比に調整した混合土砂に肥料を混入させ、直径 5cm、高さ 10cm のプラスチックモールドに締固め、乾燥しないよう表面をラッ

キーワード 災害廃棄物、長期安定問題、一軸圧縮試験

連絡先 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町 国立大学法人 名古屋大学 TEL 052-789-2734

プで覆い、24 時間恒温で養生させた。

#### 4. 締固め度の違いによる一軸圧縮強度への影響

JIS A 1216 に準拠して、せん断速度を 1mm/min として一軸圧縮試験を行った。締固め度 95% の供試体に対する試験結果を図 3<sup>3)</sup>に、S0C100 と S50C50 の締固め度 95% と 100% の供試体に対する試験結果を比較したものをそれぞれ図 4、図 5 に示す。図 3 よりどの母材に対しても混入率が大きくなるほど、強度が低下する。特に S25C75 については混入率 0% において最も強度が大きかったが、強度の低下度合いが最も大きくなった。図 4 より混入率が 0% に近づくほど締固め度を上げれば強度は上昇し、0% においては一軸圧縮強度で 300kPa 以上もの差があった。しかしながら、締固め度 100% であっても混入率が大きくなるほど強度が低下する傾向は同じであり、締固め度 95% の時と同様に混入率 5% で一軸圧縮強度は 50kPa 程度となった。図 5 より S50C50 についても強度低下の挙動は S0C100 と似た傾向であり、混入率 2% で一軸圧縮強度の差が 10kPa 程度となった。

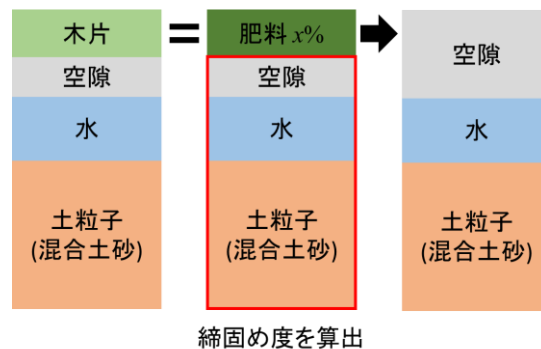


図 2 供試体作成イメージ

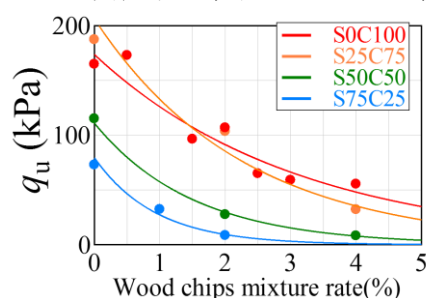


図 3 Dc95 結果

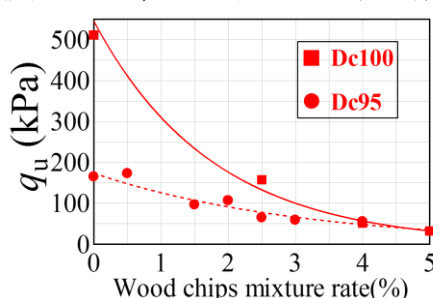


図 4 S0C100 比較

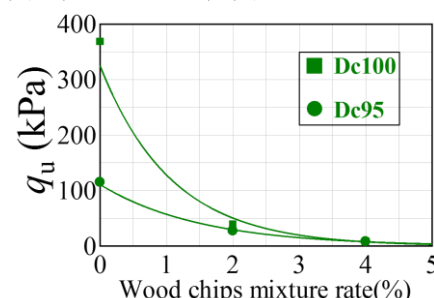


図 5 S50C50 比較

一軸圧縮強度の基準を 50kPa とすると図 3、4、5 より木片の許容混入率を求めることができ、表 1 にまとめた。表 1 から、締固め度を増加させても木片許容混入率を増加させることはほとんどできなかった。木片混入率は土粒子質量を基準にしているため、締固め度を上げると木片質量も多くなることが、原因の一つと考えている。したがって、木片を多く含む土砂については、木片を含まない土砂と混合し、土粒子質量を増やし木片混入率を減らすことで、強度を増加させ、有効活用資する材料とすることができる。

表 1 木片許容混入率

| 締固め度 | S75C25 | S50C50 | S25C75 | S0C100 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 95   | 0.5%   | 1.5%   | 3.5%   | 4%     |
| 100  |        | 2%     |        | 4.5%   |

#### 5. おわりに

木片の完全腐朽を仮定して、木片混合土砂の強度特性把握の実験を行った。今回の試験条件においては、一軸圧縮強度の基準を 50kPa とすると締固め度 95% では S75C25 は 0.5%, S50C50 は 1.5%, S25C75 は 3.5%, S0C100 は 4% 程度まで木片混入率を許容することができる。同様に締固め度 100% では S50C50 は 2%, S0C100 は 4.5% 程度まで許容することができる。さらに実験を積み重ねて許容混入率を正確に把握するとともに、コーン指数、三軸試験、標準圧密試験を行い、せん断変形特性や圧縮・圧密特性を把握してゆくつもりである。

#### 謝辞

本研究は、環境省の環境研究総合推進費 (3K163011) により実施された。また、本報を作成するにあたり、国土交通省中部地方整備局四日市港湾事務所には多大なるご協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 鵜田ら(2017) 東日本大震災で発生した災害廃棄物等の分別土砂に関する夾雑物混入率を中心としたアーカイブ調査, 第 52 回地盤工学研究発表会, 発表予定。
- 2) 公益社団法人日本木材保存協会: 木材保存学入門【改訂 3 版】、公益社団法人日本木材保存協会, 2012.4.1
- 3) 池上ら(2017) 災害で発生する津波堆積物を想定した砂・粘土混合土砂の物性把握, 第 52 回地盤工学研究発表会, 発表予定。