

地震津波災害で発生した分別土砂の長期力学特性の把握

災害廃棄物 盛土 長期安定問題

名古屋大学 国際会員 ○中野正樹 酒井崇之
名古屋大学 学生会員 神野琢真 池上浩樹

1. はじめに

東日本大震災で発生した災害廃棄物・津波堆積物のうち、岩手県、宮城県全ての市町村において、平成 26 年 3 月末の目標期間内に処理が完了した。分別土砂については、処理完了後においても、夾雑物が混入した地盤材料の特性の解明を多くの研究者・技術者が取り組んでいる。しかし、木片等が混入した分別土の中・長期的な挙動を明らかにするまでには至っていない。

本報では、前報²⁾に引き続き、木片の混入した分別土砂の長期力学特性を実験により把握する。大きく 2 つのアプローチから研究を進めた。①実際に腐朽は進行するのか?②腐朽の進行を止めることはできないのか?①では、スギとブナ 2 種類の角材を用いて室内・屋外試験で腐朽進行の観察を継続しており、16 ヶ月後の進行状況を確認した。②では、木片の混入したコンクリートダスト改良土砂を用いた供試体を腐朽促進環境下の土に埋め、18 ヶ月後の長期力学特性を把握した。

2. 角材を用いた木片の腐朽確認試験

本試験の目的は、角材を室内・屋外に埋設し、一定期間放置することで、角材が質量減少するかどうかを確認し、木片の腐朽の程度を調べることである。室内試験では、腐朽の促進に最適な環境下、ファンガスセラーに角材を埋設し、実現よりも速く腐朽を促進させた試験を行った。一方で屋外試験では、岩手県山田地区の試験盛土³⁾に角材を埋設し、自然環境での腐朽の程度を調べた。角材は試験盛土ののり肩・のり面中央・のり尻の 3 カ所に埋設され、埋設深さは約 10cm である。用いた角材はスギ(針葉樹)とブナ(広葉樹)の 2 種類(縦 2.0×横 2.0×高さ 10.0cm の直方体型)で、JIS K 1571 で規定される。

図 1 に室内・屋外試験の結果(腐朽期間～MDR(質量減少率)関係)を示す。図 1 から、室内・屋外試験ともに腐朽は進行し、質量減少率が最終的にスギ(針葉樹)は 20-30%程度、ブナ(広葉樹)は 80%近くまで達した。針葉樹よりも広葉樹の方がより腐朽が進行した。屋外試験の埋設箇所ごと(のり肩・のり面中央・のり尻)で比較すると、腐朽 13、16 ヶ月ではどの箇所でも同様な腐朽進行程度を示した。前報²⁾ではのり肩が最も腐朽が進行していたと述べたが、6 ヶ月経過後の計測結果であり、16 ヶ月まで経過すると埋設箇所による差異はないようである。室内試験における腐朽 12 ヶ月のブナ、屋外試験におけるのり肩の腐朽 16 ヶ月のスギ・ブナ、のり尻の腐朽 16 ヶ月のブナはデータが記載されていないが、これは腐朽が進行しすぎてしまった、もしくは角材が紛失したため質量減少率の測定ができなかったためである。

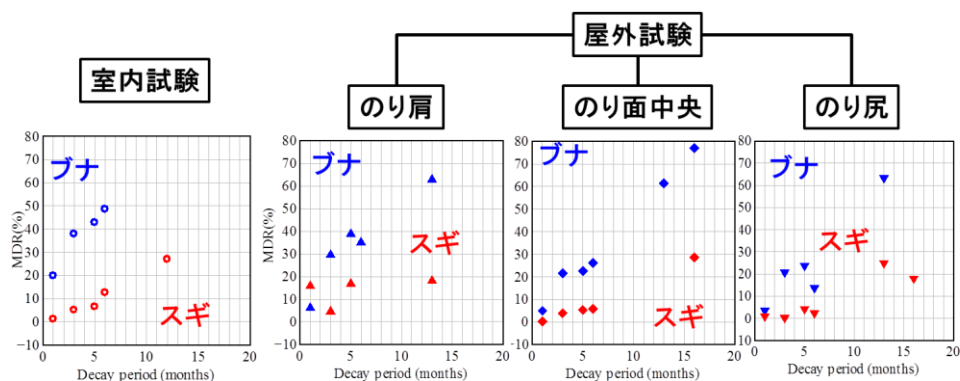


図 1 室内・屋外腐朽試験結果

3. コンクリートダスト添加による長期力学特性の改良効果

分別土中の木片の腐朽進行を妨げるためには、固化作用を持つ材料を分別土に混入することにより、固化による強度増加を期待することが考えられる。既往研究⁴⁾より、セメントを混合した分別土砂については 28 日養生まで行ったところ、一軸圧縮強度はセメント添加率に応じて大きくなった。本報では、コンクリートダストを用いる。コンクリートダストは災害廃棄物であるコンクリートがらを粒度調整する際に生じる副産物であり、現在は有効利用されていない。

木片混合分別土砂に対して添加しても有効利用できることが示されれば、2種類の災害廃棄物を同時に有効利用できることになる。

用いた試料は BW4.0, BW4.0-D20 の2種類である。BW4.0 は分別土砂に対して乾燥重量比で 4.0%の建材廃棄物由来木片(4.75mm アンダー)を添加したもので、BW4.0-D20 は BW4.0 に対して乾燥重量比で 20%のコンクリートダスト(9.5mm アンダー)を添加したものである。図 2 に 2 試料の締固め試験結果を示す。これら 2 試料を初期間隙比が $v_0=1.77, 1.86$ になるように締固めて供試体を作製した。作製した供試体は、ファンガスセラーに埋設し一定期間放置した。その後一軸圧縮試験および圧密非排水三軸圧縮試験を実施した。

図 3 に一軸圧縮試験結果(腐朽期間～一軸圧縮強度関係)を示す。それぞれのケースに対しては 2～3 本ずつ試験を実施しており、図 3 にはその平均値を示している。図 3 から、初期間隙比 v_0 に関係なく腐朽 6 ヶ月までは 2 試料とも強度を維持したものの、その後腐朽 13, 18 ヶ月で強度低下が確認された。しかし、その強度低下は有効利用できないほどではなく、三軸圧縮試験によりさらに明確なせん断挙動を確認することとする。

図 4, 5 に三軸圧縮試験結果(軸差応力 q ～軸ひずみ ϵ_a , 軸差応力 q ～平均有効応力 p' 関係)を示す。図 4 は BW4.0 の、図 5 は BW4.0-D20 の結果を示す。拘束圧は 98.1kPa とした。また、図 4, 5 には比較として河川堤防の盛土材の試験結果も示している。2 試料は腐朽期間を経るごとに最大軸差応力が低下しているが、最大 18 ヶ月経過後の軸差応力は、盛土材よりも大きくなっており、地盤材料として有効利活用の可能性を示唆している。

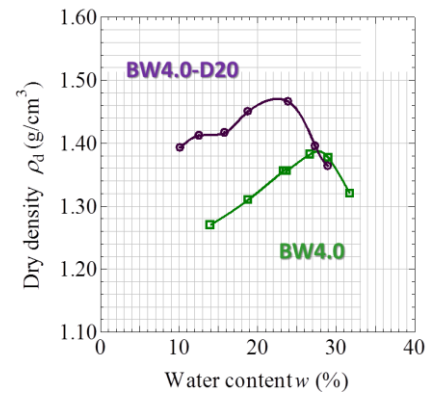


図 2 締固め曲線

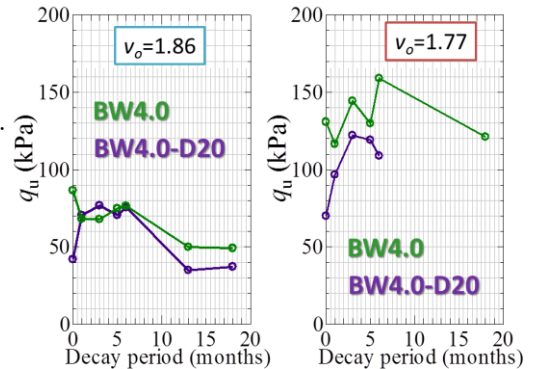


図 3 一軸圧縮試験結果

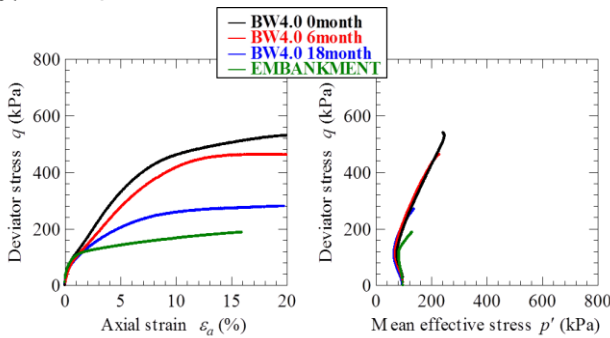


図 4 三軸圧縮試験結果(BW4.0)

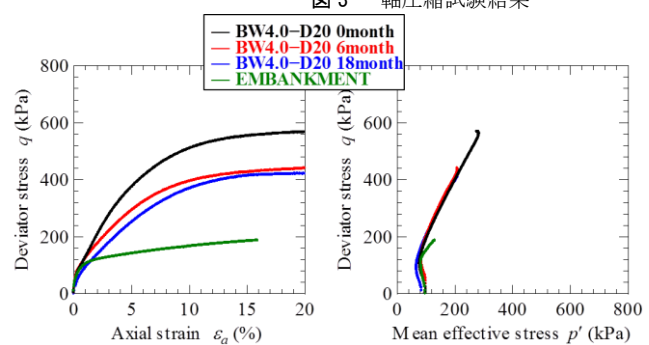


図 5 三軸圧縮試験結果(BW4.0-D20)

4. おわりに

以下に、本報で得られた結果を示す。

- (1)室内・屋外での木片角材を用いた腐朽確認試験では、どちらの試験においても木片腐朽は確認された。スギよりもブナの進行速度が大きい。
- (2)コンクリートダストを添加した分別土砂は、腐朽しても盛土材以上の十分な強度を発揮した。

山田地区の試験盛土は平成 28 年度 11 月に解体された。盛土断面の観察から、盛土深部は無酸素状態になっていると考えられた。今回の屋外暴露試験では、木片を盛土表層 10cm の深さに埋設しており、十分な水と空気が供給されたため、腐朽が進行したと考えている。今後の研究を通じて、盛土深部での木片腐朽の有無を調べることにより、アンコ材として分別土砂を利用することも考えられる。

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、京都大学生存圏研究所全国共同利用研究による助成を受け、奥村組大矢好洋氏には、屋外暴露試験にて多大なご協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献：

- 1) 鴫田他(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 回地盤工学会研究発表会(本誌)。
- 2) 中野ら(2016)、災害廃棄物分別土の木片腐朽に着目した長期力学特性、第 51 回地盤工学会研究発表会、pp.575-576。
- 3) 遠藤和人ら(2015)、災害廃棄物由来の分別土を用いた試験盛土の観測(1 年目)、第 11 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、地盤工学会、pp105-112。
- 4) 中野ら(2013)、災害廃棄物の破碎・コンクリートダスト混合による改良土の強度特性、第 48 回地盤工学会研究発表会、pp.155-156。