

木片腐朽過程を考慮した木片混じり土砂の長期力学特性の把握

災害廃棄物 締固め 一軸圧縮強さ

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 池上 浩樹

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震で大量発生した災害廃棄物等は、処理処分・利活用のため、破碎・選別といった高度分別処理がなされた。しかし生成された分別土砂は木片が混入されているものもあり、含まれる木片の腐朽が、盛土等の土構造物の長期挙動に影響を与えると懸念されたため、利用が制限されたりして有効利用のボトルネックとなった。内閣府¹⁾は南海トラフ巨大地震において、東北地方太平洋沖地震の約 10 倍、約 3 億 1000 万トンもの災害廃棄物等が発生すると推定しており、災害廃棄物等、特に高度分別処理で生成される木片混じり分別土の有効利用は喫緊の課題である。

そこで本研究の目的は、南海トラフ巨大地震の対象地域より採取した砂、粘土の混合土砂 5 種類のうち、4 種類に対し木片を混入し、木片腐朽を促進するファンガスセラーに埋めて約 1 年経過した混合土砂に対し、一軸圧縮試験を実施し、木片混入の影響を調べるとともに、木片腐朽の観察をおこなったので、その結果について報告する。

2. 試験に用いた 5 種類の混合土砂の物性

本研究では南海トラフ巨大地震の対象地域として四日市市を取り上げ、四日市港内にて採取された浚渫土砂 2 種類を試料として用いた。詳細は文献²⁾に譲り、ここではその概要をまとめる。調整した 5 種類の混合土砂は、津波堆積物としての想定範囲を網羅できるように混合率を乾燥重量比で砂 100%、砂 75%と粘土 25%、砂 50%と粘土 50%、砂 25%と粘土 75%、粘土 100%とし、順に S100C0、S75C25、S50C50、S25C75、S0C100 と呼ぶ。表 1 に物理的性質を示す。

3. 木片混入の模擬分別土の木片腐朽促進による一軸圧縮挙動の影響

2. で調整した混合土砂に、4.75mm のふるいを通過した裁断した木片を混入し、模擬的に分別土を作製した。木片の混入率は土砂に対する木片の乾燥重量比として、混合土砂の粒度に応じて変化させ S75C25 は 0.5%、S50C50 は 1.5%、S25C75 は 3.5%、S0C100 は 4.0%と設定した。これら木片混じり土砂に対し、それぞれ最適含水比において突き固めにより締固め度 $D_c95\%$ の供試体を作製した。供試体寸法は一軸圧縮試験を実施することから直径 5cm、高さ 10cm とした。

木片混じり土砂の木片腐朽が一軸圧縮試験結果に及ぼす影響を調べるため、恒温恒湿のファンガスセラー内の腐葉土槽に供試体を埋め、木片腐朽を促進させて約 1 年後に取出し、一軸圧縮試験を実施した。比較のため木片を混入していない同じ締固め度の供試体も同様にファンガスセラーに 1 年埋めた後、試験を実施した。図 1(a)～(c) は圧縮応力～圧縮ひずみ関係を、図 2 は各粒度の一軸圧縮強さと木片混入率の関係を示す。どの粒度も 2 回実施しているが、圧縮応力～圧縮ひずみ関係にばらつきがあり、一軸圧縮強さの大きい供試体を採用している。木片混入により一軸圧縮強さが減少しているが、粘性土である S0C100 以外は、脆性的な破壊を呈し、砂分の多い S75C25 であっても一軸圧縮強さが 200kPa を超えている。なお約 1 年間腐葉土槽に埋めていたこと

表 1 土粒子密度と工学的分類

項目	S100:0	S75:C25	S50:C50	S25:C75	S0:C100						
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.63	2.64	2.65	2.66	2.68						
最大粒径(mm)	9.5	9.5	9.5	9.5	0.425						
礫分(%)	11.4	11.3	5.4	3.8	0.0						
砂分(%)	83.5	65.4	52.3	36.2	10.1						
細粒分(%)	シルト分(%)	5.1	1.4	23.3	9.4	42.3	22.1	60.0	36.2	89.9	31.3
		粘土分(%)	3.7	13.9	20.2	23.8	58.6				
最適含水比(%)	12.9	12.7	18.2	22.9	30.8						
最大乾燥密度	1.83	1.89	1.69	1.54	1.39						
工学的分類体系	S-FG	SF-G	SF-G	FS	CH-S						

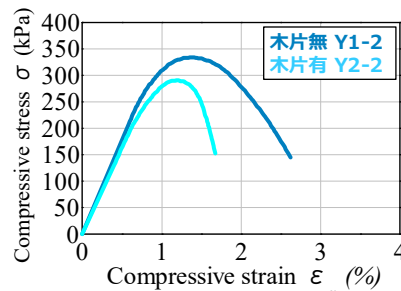


図 1(a) 一軸圧縮試験結果 (S75C25)

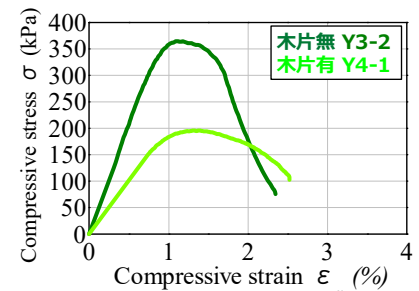


図 1(b) 一軸圧縮試験結果 (S50C50)

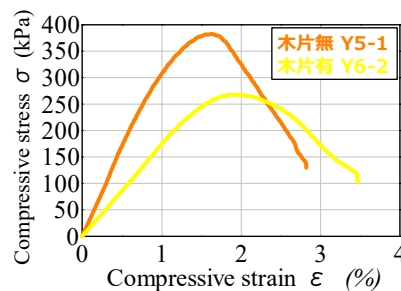


図 1(c) 一軸圧縮試験結果 (S25C75)

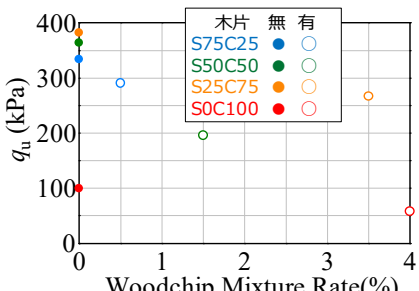


図 2 一軸圧縮強さと木片混入率

により含水比が変化しているため、一軸圧縮強さと含水比の関係も図3に示している。図から粘土分が多くなるにつれて、含水比は大きくなり、また木片混入により含水比が変化している。一方で、ファンガスセラーに埋める前の供試体の含水比、表1に示す最適含水比との比較においては、図3から粘性土の多いSOC100以外は、ファンガスセラーに1年間放置することで含水比が減少しており、一軸圧縮強さが大きくなる要因の一つと考えられる。

図4(a)~(c)は、試験後、供試体から木片を取り出し、顕微鏡により撮影した木片断面の拡大観察画像である。どの粒度も木片の腐朽が進行しており、特にS75C25, S50C50に比べ、S25C75の方がより腐朽が進んでいる。粘土分が多いほど含水比が多くなり、土中の水分により木片腐朽は進むと考えられる。

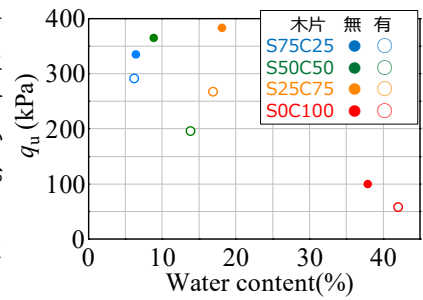


図3 一軸圧縮強さと含水比

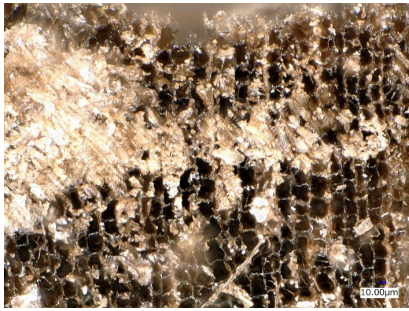


図4(a) 木片の拡大写真(S75C25)

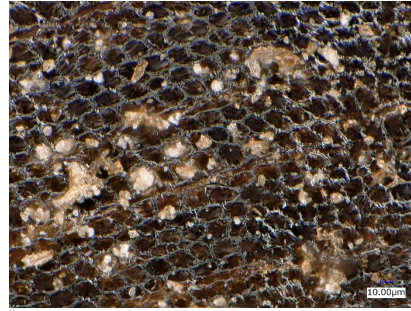


図4(b) 木片の拡大写真(S50C50)

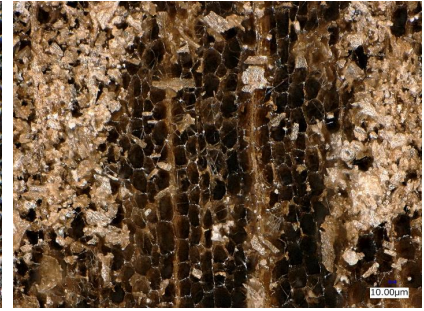


図4(c) 木片の拡大写真(S25C75)

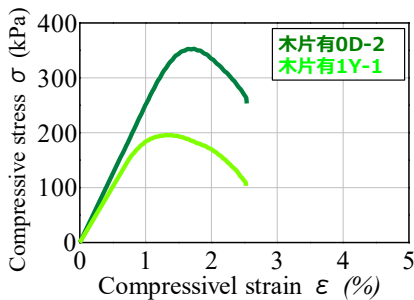


図5(a) 木片不朽有無の比較(S50C50)

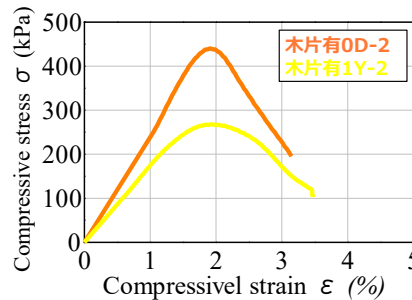


図5(b) 木片不朽有無の比較(S25C75)

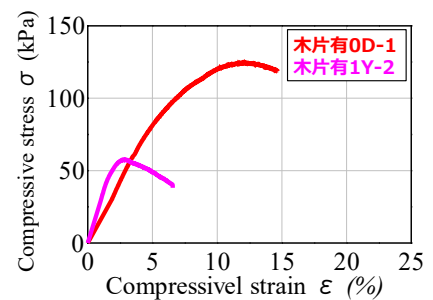


図5(c) 木片不朽有無の比較(SOC100)

つぎに木片混入土砂の木片が腐朽する場合としない場合との一軸圧縮試験結果の比較を示す。腐朽しない場合は、前述の腐朽した供試体の含水比、締固め度を等しくして供試体を作製し、ファンガスセラーに埋めずに試験を実施した。図5(a)~(c)は、木片が腐朽した場合としなかった場合の圧縮応力~圧縮ひずみ関係である。また図6は、各粒度の一軸圧縮強さと木片混入率の関係を示す。S75C25は砂分が多く逆転しているものの、その他の供試体は木片腐朽により一軸圧縮強さが減少した。

4. おわりに

木片混入の分別土を模擬して供試体を作製し、木片腐朽を促進させることで、腐朽が進行した木片混じり土砂供試体の一軸圧縮強さが減少した。しかし粒度と木片の混入率の違いでその減少程度は異なるが、SOC100の粘性土以外は十分な一軸圧縮強さを示している。さらに時間が経過したときの力学挙動の変化を調べる予定である。木片混入の分別土を地盤材料として利用するには、木片がどの程度まで腐朽し、そのときの力学挙動を把握することが重要である。その他、木片を腐朽させないように固化材を混合し新たな材料特性を把握する、あるいは盛土のゾーニングのように、土構造物内で木片の腐朽が進行しないエリアでの利用などが考えられる。

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。また京大大学生存圏研究所全国共同利用研究による助成を受け、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) 内閣府, 南海トラフ巨大地震の被害想定(第二次報告)のポイント~施設等の被害及び経済的な被害~, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_kisha.pdf, 2013. 2) 中野正樹他(2017), 災害廃棄物・津波堆積物を想定した砂・粘土混合土砂の物性把握と有効利用への提案, 第12回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.65-70.

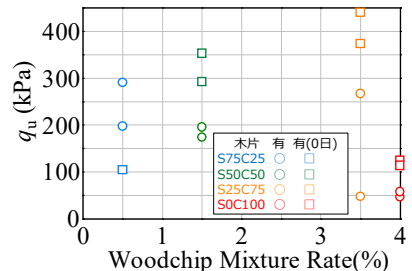


図6 一軸圧縮強さと木片混入率