木材チップを用いた複合土の力学的特性

太陽工業㈱　正会員○桝尾　孝之
㈱加藤建設　正会員　伊藤　浩邦
大日本土木㈱　正会員　伊藤　秀行
日本国土開発㈱　正会員　中島　典昭
㈱三木地盤環境工学研究所　正会員　三木　博史

１．はじめに

建設廃材や間伐材をチップにし、これにセメント等の固化材と土砂を混合した複合土を地盤材料として利用する方法がある。複合土を地盤材料として用いる場合、その目的により要求される品質を確保する必要がある．

複合土の品質特性のうち、耐久性を確保するためには有機物である木材チップの耐腐朽性の把握が必要があり、これは複合土の pH 調整により、長期的な耐腐朽性が得られることを確認している [1]．本研究では、複合土の品質特性のうち、その力学的特性を把握するため、間伐材の杉や檜を破砕した木材チップとセメント、土砂を混合した複合土を作製して一軸圧縮試験を実施し、その特性について調べた．

２．試験方法

複合土は表 1 に示す土砂、高炉セメント B 種(85kg/m³)および、土砂に対する湿潤重量比を 10、20%とした木材チップを混合して作製した．木材チップは写真 1 に示す杉、檜の間伐材をチッパーシュレッダーにて破砕し、比較的大きなチップを除いたものを用いた．その粒径を表 2 に示す．なお、複合土の品質を一定にするためには、木材チップ、セメント、土砂を充分に混合する必要があり、回転式破砕混合装置を用いて複合土を作製し、Ec=550kJ/m³で締固め、φ50×125 ㎜の供試体を作製した後、20℃恒温室で 28 日間密閉養生し、一軸圧縮試験を実施した．

表１　土砂の物理特性

項目		単位	数値
土粒子の密度 ρ_s		g/cm³	2.653
自然含水比 w_n		%	36.4
最大粒径 D_{max}		mm	9.50
粒度	礫分 (2.00～75)	mm	11.3
	砂分 (0.075～2.00)	mm	40.1
	シルト分(0.005～0.075)	mm	27.6
	粘土分(0.005以下)	mm	21.0
液性限界・塑性限界	液性限界 w_L	%	49.2
	塑性限界 w_p	%	28.6
	塑性指数 I_p	**	20.6
	コンシステンシー指数 I_c	**	0.52
工学的分類	礫まじり細粒分質砂(SF-G)		

３．試験結果

一軸圧縮試験結果を図 1 に示す。木材チップ添加率 10%では一軸圧縮強さ q_u は低下せず、添加率 20%では無添加の 85%程度となる．しかし、破壊ひずみ ε は大幅に増加し、木材チップ添加により靭性が付与されていることがわかる。地盤材料としての破壊に対する抵抗値は、q_u と ε の大きさ、つまり塑性変形による粘り強さにより定義するものとし、これを破壊抵抗値 $Br=q_u \cdot \varepsilon$ で表すこととした．また、複合土の湿潤密度 ρ_t、木材チップ添加率 0%時の複合土の湿潤密度 ρ_{t0} としたとき、複合土の軽量性を評価する指標として、軽量化率 $L_r=\rho_t/\rho_{t0}$ とした．これらの特性値とその他の物性値と合わせて表 3 にまとめた．なお、図 2 は木材チップ添加量と破壊抵抗値の関係、図 3 は木材チップ添加量と軽量化率の関係をまとめたものである．以下に試験結果の要点を述べる．

写真１　木材チップ

表２　木材チップの粒径と含有比率

粒径(mm)	比率(%)
d＞5.0	5.9
2.0≦d＜5.0	65.2
0.85≦d＜2.0	22.3
d＜0.85	6.6

(1) 靭性

破壊抵抗値は木材チップ 10%添加により無添加に比べて 4 倍、20%添加では 5 倍程度に増加し、高い靭性を有する材料といえる．

キーワード　木材チップ，改良土
連絡先　〒154-0001　東京都世田谷区池尻 2-33-16　太陽工業㈱　ＴＥＬ03-3714-3425

(2) 軽量性

湿潤密度は無添加の 1.742g/cm³ に対し、木材チップ 10%添加で 1.263 g/cm³（73%）、20%添加では 1.046g/cm³（60%）程度となり、セメント改良土に対し、軽量化できる.

(3) 変形係数

変形係数は無添加の 187.7 MN/m²に対し、木材チップ 10%添加で 38.5 MN/m²(21%)、20%添加では 22.4 MN/m²(12%) 程度となり変形追随性が高い材料である.

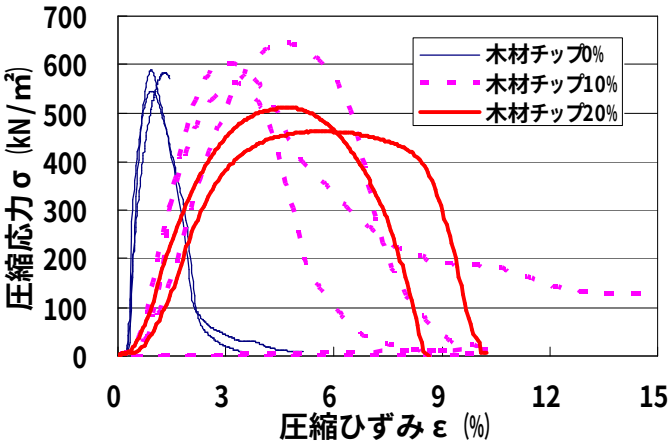

図 1　応力ひずみ曲線

表 3　一軸圧縮試験結果と物理的特性

木材チップ添加率(%)	固化材 (kg/m³)	湿潤密度 ρ (g/cm³)	一軸圧縮強さ q_u(kN/m²)	圧縮ひずみ ε (%)	変形係数 E_{50} (MN/m²)	軽量化率 L_r (ρ_t/ ρ_{t0})	破壊抵抗値 B_r(q_u× ε)	pH値
0	85	1742	572.0	0.77	187.7	1.00	440	11.3
10		1263	600.7	2.79	38.5	0.73	1676	11.2
20		1046	486.6	4.51	22.4	0.60	2195	11.4

4．複合土の利用用途の検討

複合土は従来の改良土に比べ、靭性と軽量性が高い地盤材料である．また、セメント系固化材を用い、所定の pH 値とすることにより、長期的な耐久性を有する．木材チップに建設廃材や 間伐材を粉砕した木材チップを利用する場合、森林保全や CO_2 の長期固定による地球温暖化対策にも寄与する．以下に複合土の建設分野での用途について検討する.

(1)軽量盛土への適用性

従来の発泡ビーズ混合土や気泡モルタルと同等の単位体積重量とすることができ、軟弱地盤上や傾斜地盛土への適用が可能である.

(2)地盤改良材への適用性

軟弱地盤や傾斜地において、機械攪拌混合装置等により複合土を造成することにより、所定の強度を有し、靭性のある軽量な地盤を構築できる.

(3)その他

変形係数が小さくある程度の弾力性があるため、遊歩道等の舗装への適用が考えられる.

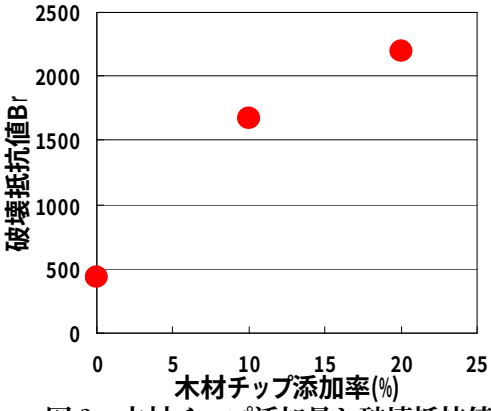

図 2　木材チップ添加量と破壊抵抗値

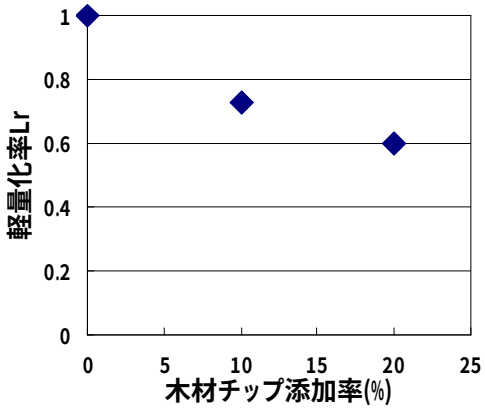

図 3　木材チップ添加量と軽量化率

5．まとめ

木材チップとセメント、土砂を混合させた複合土に関して、一軸圧縮試験を実施して力学的特性を調べた結果、従来の固化処理土にはない靭性と軽量性をあわせ持つ材料であることが確認できた．本材料はその使用目的に応じて、各材料の添加率を調整することにより、新しい地盤材料として適用可能である.

参考文献

1)　石田ら：木材チップを用いた複合土の耐久性評価，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，(投稿中)，2010