

木材チップを用いた複合土の耐久性評価

太陽工業(株) 正会員 ○ 石田 正利
 正会員 梶尾 孝之
 大阪府立産業技術総合研究所 正会員 赤井 智幸
 増井 昭彦
 (株)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。このような複合土は昨今、国際的議論になっている「地球温暖化対策」、「森林保全」の観点からも期待される地盤材料である。とりわけ、国土面積の約 70%が森林であるにもかかわらず、全国的に「放棄林」による森林の荒廃が社会問題にもなっているわが国において、この材料は森林保全・再生に大いに資するものと考えられる。しかし、材料の一部として木材チップを用いる場合、それが有機物であるため長期的な耐久性(耐腐朽性)が問題となる。木材の主成分はリグニン、セルロース、ヘミセルロースであり¹⁾、これらを分解する木材腐朽菌の生育を抑制すれば耐腐朽性を保持できる。そこで、本研究ではセメントを固化材として用いることを想定して、木材腐朽菌のアルカリ条件下での生育性を評価し、木材チップを用いた複合土の長期耐久性について調べた。

2. 試験方法

木材腐朽菌として、表 1 に示すように 主にリグニンを分解する「白色腐朽菌」、主にセルロースとヘミセルロースを分解する「褐色腐朽菌」、主にヘミセルロースを分解する「軟腐朽菌」を用い、4 種のアルカリ水溶液により pH 調整した培地にこれらを接種し、25 の恒温室内で培養して経時的な木材腐朽菌の生育状況を確認した。なお、培地はグルコース 4g、ペプトン 0.3g、麦芽抽出物 1.5g、寒天 1.5g に蒸留水を加えて滅菌後、アルカリ水溶液を加えて攪拌し、滅菌プレートに流し込んで作製した。木材腐朽菌の繁殖には適度の水分、温度、酸素、養分が必要不可欠であるが、本試験条件はこれらを満たした条件下での培養であり、実現場における複合土の環境より木材腐朽菌にとっては好条件と考えられる。なお、木材腐朽菌の生育状況はプレート上での菌の広がりを目視観察し、「-」: 菌の生育なし、+ : 菌が数個生育、++ : 菌がプレート上に半分程度生育、+++ : 菌がプレート全体に生育」の 4 段階に区別し、最大 56 日後まで観察した。

表 1 木材腐朽菌とアルカリ水溶液

項目	種類	名称
木材腐朽菌	白色腐朽菌	カワラタケ
	褐色腐朽菌	オオウズラタケ
	軟腐朽菌	ケタマカビ
アルカリ水溶液	1%Na ₂ CO ₃	
	10%Na ₂ CO ₃	
	10%NaHCO ₃	
	飽和Ca(OH) ₂	

3. 試験結果

写真 1 に一例として、pH の異なる培地での 21 日後における白色腐朽菌の生育状況を示す。写真 1 の右側が「-」、左側が「+++」の判定である。また、表 2~4 には各木材腐朽菌の生育状況と pH の関係を示した。なお、表中の網掛け部は菌の生育なしを示し、空欄はデータなしを示す。以下に試験結果の要点を述べる。



試料 NO.4 (pH6.71) 試料 NO.8 (pH9.29)

写真 1 白色腐朽菌の生育状況

(1) 白色腐朽菌

白色腐朽菌は、アルカリ水溶液を加えない酸性(試料 No.1)~弱アルカリ性(試料 No.6)領域で生育したが、アルカリ水溶液に NaHCO₃ を用いた pH8.2 以上、Na₂CO₃ を用いた pH8.94 以上、Ca(OH)₂ を用いた pH10.65 以上で菌の生育は観察されなかった。Ca(OH)₂ は、pH10.65 以下の培地では試験していないが、NaHCO₃、Na₂CO₃ の結果などから概ね

キーワード 木材チップ, 改良土, 耐久性

連絡先 〒154-0001 東京都世田谷区池尻 2-33-16 太陽工業(株) TEL 03-3714-3425

pH9 以上のアルカリ領域では生育しないと考えられる。

(2) 褐色腐朽菌

褐色腐朽菌は、アルカリ水溶液に Na_2CO_3 を用いた場合には pH10.57(試料 No.30)で生育したが、pH 10.67 以上では生育しなかった。また、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いた場合でも pH10.65 以上で菌の生育は観察されなかった。したがって、褐色腐朽菌の場合、概ね pH11 以上のアルカリ領域では生育しないと考えられる。

(3) 軟腐朽菌

軟腐朽菌は、褐色腐朽菌と類似した傾向を示し、 Na_2CO_3 を用いた場合には pH10.87 以上、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いた場合には pH10.65 以上で菌の生育は観察されなかった。したがって、褐色腐朽菌の場合も概ね pH11 以上のアルカリ領域では生育しないと考えられる。

以上より、木材腐朽菌の種類により生育できる pH 領域が異なることがわかった。そもそも難分解性のリグニンはセルロースやヘミセルロースの周りを取り囲み、細胞同士を強固に接着することにより木材の耐久性を高めている。したがって、上記(1)より、複合土を pH9 以上とすれば、リグニンを分解する白色腐朽菌の生育が抑えられるため、木材チップの耐腐朽性が保たれる。また、pH11 以上とすれば、上記(2)、(3)より褐色腐朽菌、軟腐朽菌の生育も抑えられ、さらに長期的な耐久性が得られると考えられる。

図 1 はまさ土と関東ロームにセメント系固化材(タフロック TL-3)を添加した場合の固化材量と pH の関係である。例えば、pH6.3 の酸性を示す関東ロームであっても、 30kg/m^3 の固化材を添加すれば pH9 とすることができ、まさ土なら pH11 程度にすることが可能である。したがって、実用的にもセメント系固化材を用いた場合、所定の耐久性を有する複合土地盤の構築が可能である。

4. まとめ

3 種の木材腐朽菌をアルカリ条件下で培養し、それらが生育できる限界 pH 値を把握できた。また、セメント系固化材等を用いれば、限界 pH 値以上の耐久性に優れた木材チップの複合土を容易に作ることができ、さらにこれが実用性のある地盤材料であることがわかった。

謝辞: 本研究に際して、国立高松高等専門学校 嘉門雅史校長先生には貴重な御助言を頂きました。ここに深謝の意を表します。

参考文献

- 例えば、上辻久敏: 木の分解をたすけるキノコのリグニン分解酵素, 森林のたより, NO.619, p.15, (社)岐阜県山林協会, 2005

表 2 白色腐朽菌の生育状況

試料番号	アルカリ液	培地pH	培養日数								
			7日	14日	21日	28日	35日	42日	49日	56日	
1	No-add	5.23	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
2	NaHCO_3	8.20	-	-	-	-	-	-	-	-	
3		9.06	-	-	-	-	-	-	-	-	
4		9.80	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Na_2CO_3	6.71	++	+++	+++						
6		7.43	+	+++	+++						
7		8.38	-	+	++						
8		8.94	-	-	-						
9		9.29	-	-	-						
10		9.80	-	-	-						
11		10.13	-	-	-						
12		10.34	-	-	-	-	-	-	-	-	
13		10.57	-	-	-	-	-	-	-	-	
14		10.67	-	-	-	-	-	-	-	-	
15		10.73	-	-	-	-	-	-	-	-	
16		10.87	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	10.93	-	-	-	-	-	-	-	-	
18		10.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		11.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3 褐色腐朽菌の生育状況

試料番号	アルカリ液	培地pH	培養日数								
			7日	14日	21日	28日	35日	42日	49日	56日	
19	No-add	5.23	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
20	NaHCO_3	8.20	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
21		9.06	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
22		9.80	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
23	Na_2CO_3	6.71	+++	+++	+++						
24		7.43	+++	+++	+++						
25		8.38	+++	+++	+++						
26		8.94	+++	+++	+++						
27		9.29	+++	+++	+++						
28		9.80	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
29		10.13	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
30		10.34	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
31		10.57	-	+	++	++	++	++	++	++	
32		10.67	-	-	-	-	-	-	-	-	
33		10.73	-	-	-	-	-	-	-	-	
34		10.87	-	-	-	-	-	-	-	-	
35	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	10.93	-	-	-	-	-	-	-	-	
36		10.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		11.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4 軟腐朽菌の生育状況

試料番号	アルカリ液	培地pH	培養日数								
			7日	14日	21日	28日	35日	42日	49日	56日	
37	No-add	5.23	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
38	NaHCO_3	8.20	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
39		9.06	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
40		9.80	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
41	Na_2CO_3	6.71	+++	+++	+++						
42		7.43	+++	+++	+++						
43		8.38	+++	+++	+++						
44		8.94	+++	+++	+++						
45		9.29	+++	+++	+++						
46		9.80	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
47		10.13	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
48		10.34	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
49		10.57	+	++	++	++	++	++	++	++	
50		10.67	+	++	++	++	++	++	++	++	
51		10.73	-	+	++	++	++	++	++	++	
52		10.87	-	-	-	-	-	-	-	-	
53	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	10.93	-	-	-	-	-	-	-	-	
54		10.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		11.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-

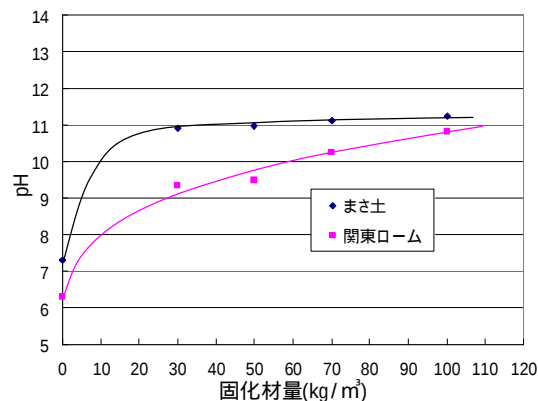


図 1 セメント系固化材量と pH の関係