

スギ伐根材を利用した木材-ウレタン樹脂複合材料の開発

秋田県立大学 正会員 栗本康司, 正会員 山内秀文

秋田大学工学資源学部 正会員 徳重英信, 正会員 川上 洵

東北地方整備局 能代河川国道事務所 特別員 佐藤 力

1. はじめに

スギ伐根材を木材-ウレタン樹脂複合材料の骨材および結着剤として再資源化することを目的にブロック状の試験体を作成し、その製造方法や強度特性を評価した。特に本研究では、木質骨材同士を接着する結着剤に伐根材を液化して調製したウレタン樹脂を用いたことが従来の複合材料と異なる大きな特徴である。

2. 実験概要

2.1 使用材料 破砕機で一次破砕されたスギ伐根材をチップスクリーンを用いて分級し 10-40mm メッシュ画分を木材-ウレタン樹脂複合体の骨材として用いた。10mm 以下の画分は液化処理しウレタン樹脂を調製するためのポリオール原料とした。イソシアネートには日本ポリウレタン製の WC-300 (%NCO=29.8) を用いた。

2.2 伐根材の液化 絶乾にした伐根材 100g と液化溶媒 250g (ポリエチレングリコール 400 : グリセリン : 硫酸 = 10 : 90 : 1, 重量比) を加熱式ニーダーを用いて可溶媒分解 (200 , 90 分) し液状化した液化木材を得た。表 1 に物性値を示す。

2.3 木材-ウレタン樹脂複合体の調製 所定量の液化木材とイソシアネートを高速攪拌してプレポリマー化したのち、オムニミキサー (30L) を用いて伐根骨材と練混ぜた (1分)。次に、練混ぜを終えた材料を底面が 40cm × 40cm の型枠中にフォーミングしたのち、蒸気噴射プレスを用いて 10cm まで圧縮し加熱成型した (写真 1)。成型条件は以下の様に設定した。熱板温度 : 130 , 蒸気圧 : 0.12MPa, 蒸気噴射時間 : 20 秒, 全プレス時間 : 3 分。

本実験で試作した試験体の原料配合および密度を表 2 に示す。なお表中の NCO/OH は以下の式により求めた。

$$\text{NCO/OH} = \frac{M_{\text{MDI}} \times W_{\text{MDI}}}{M_{\text{Poly}} \times W_{\text{Poly}} + W_{\text{Water}} \times 2/18 \times 1000}$$

ここで、 M_{MDI} は WC-300 中のイソシアネート基濃度 (7.10 mmol/g), M_{Poly} は液化木材中の水酸基濃度 (4.70mmol/g) である。 W_{MDI} , W_{Poly} , W_{Water} はそれぞれ WC-300, 液化木材, 液化木材中の水分重量である。

2.4 曲げ試験 20 , 65%RH で 1 週間養生したブロックから幅 150mm の試験片を切り出し曲げ試験に供した。試験時のスパン長は 300mm とし、2.0mm/min の速度で負荷した。

表 1. 液化木材の物性

水酸基価 (KOH mg/g)	酸価 (KOH mg/g)	水分 (%)	粘度 (Pa·s 25)
263.6	0.8	1.1	62.8



写真 1. 蒸気噴射プレスを用いた複合材料の成型

表 2. 木材-ウレタン樹脂複合体の配合と密度

試験体	配合 ¹⁾ (Kg)			NCO/OH	密度 (g/cm ³)
	液化木材	WC-300	骨材 ²⁾		
1	0.32	0.16	2.66	0.6	0.18
2	0.29	0.19	2.66	0.8	0.18
3	0.26	0.22	2.66	1.0	0.18
4	0.24	0.24	2.66	1.2	0.18
5	0.22	0.26	2.66	1.4	0.18
6	0.21	0.27	2.66	1.6	0.18
7	0.15	0.17	1.78	1.4	0.12
8	0.19	0.21	2.22	1.4	0.15
9	0.26	0.30	3.11	1.4	0.21
10	0.30	0.34	3.55	1.4	0.24
11	0.33	0.39	4.00	1.4	0.27

¹⁾ポリウレタン樹脂の添加量は絶乾骨材重量の 20wt% とした。

²⁾伐根骨材の含水率は 11.1%。

キーワード 伐根材, スギ, 液化処理, ポリウレタン, 木材-ウレタン樹脂複合体

連絡先 〒016-0876 能代市海詠坂 11-1 秋田県立大学 TEL0185-54-6900 FAX0185-52-6976

3. 結果と考察

図1にNCO/OHが曲げヤング率(MOE)と曲げ強度(MOR)におよぼす影響を示す。図から明らかなようにNCO/OHが増加するとMOEとMORは増大する傾向を示した。これはNCO/OHが増加するにつれウレタン樹脂の架橋密度が増し、結着剤としての性能が向上したためと考えられる。すでに我々は木材を原料とした液化木材からポリウレタンフィルムを調製することによって、NCO/OHの増加がフィルム中のウレタン結合やユリア結合を形成し架橋密度を増すこと^{1,2)}を確認しているが、伐根材の場合も同様の反応により架橋構造が形成され樹脂化されたものと思われる。

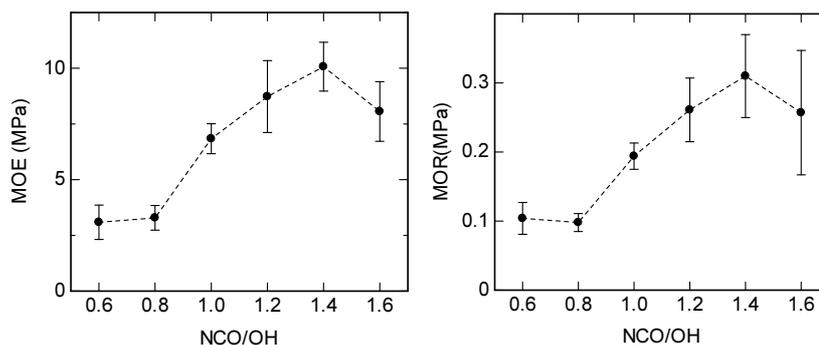


図1. NCO/OHと曲げ性能の関係

図2に試験体の密度とMOEまたはMORとの関係を示す。密度の増加は通常の木質材料と同様曲げ性能の向上に強く関係しているが、密度範囲でおよぼす影響が異なっている。すなわち、密度が 0.12g/cm^3 から 0.21g/cm^3 の範囲ではMOEとMORの増加率は小さく、この範囲をすぎると増加率が高くなる。こうした傾向は骨材となるスギ伐根材自身の見掛け密度の影響であり、試作ブロックの密度が 0.21g/cm^3 を過ぎたあたりから骨材同士の接着面積が増加したり骨材が圧密化されることに起因して樹脂率が増して接着性能が改善されたのであろう。

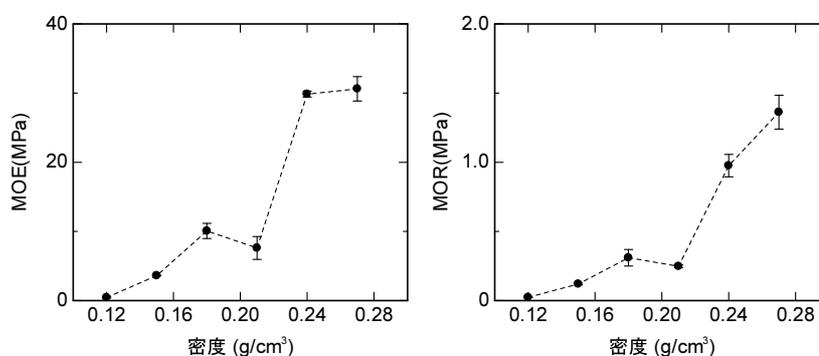


図2. 木材-ウレタン樹脂複合体の密度と曲げ性能の関係

図3に試験体の密度と透水係数または空隙率との関係を示す。透水係数および空隙率の低下は密度の増加と強く関係している。試作した試験体の透水係数は $10^0 \sim 10^1$ 程度あり、透水性が非常に高い素材に分類できた。

4. まとめ

伐根材を木質-ウレタン樹脂複合材料の骨材および結着剤に利用することで、伐根材全ての部位を再資源化することができた。試作した試験体の強度は一般的なポラスコンクリートと比べて低い。従って、強度性能よりも低密度と多孔性を活かし、法面の防草資材や屋上緑化基盤材など親環境型素材としての用途開発を進めることが望ましい。

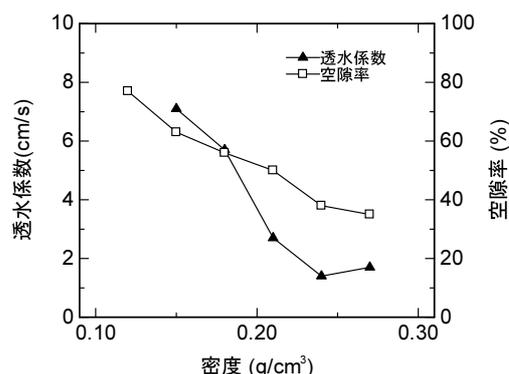


図3. 密度と透水係数あるいは空隙率との関係

5. 文献

1. Kurimoto, Y., Takeda, M., Koizumi, A., Yamauchi, S., Doi, S. and Tamura, Y., 'Mechanical properties of polyurethane films prepared from liquefied wood with polymeric MDI', *Bioresource Technology* **74**(2)(2000)151-157.
2. Kurimoto, Y., Takeda, M., Doi, S., Tamura, Y. and Ono, H., 'Network structures and thermal properties of polyurethanes from liquefied wood' *Bioresource Technology* **77**(1)(2001)33-40.