

[27] 解体木材を用いた破碎木片セメント板の製造・性質に関する実験研究

正会員 ○笠井 芳夫 (日本大学生産工学部)

福島 幸典 (日本大学生産工学部)

富永 勝美 (三井木材工業研究室)

1. はじめに

建築物の解体によって排出される木材は年間500～700万 m^3 に達するものと推定されている。この木材の殆んどが野積・投棄・焼却処分などとされており、再利用されるものは極くわずかである。本研究は解体木材を破碎して得た木片を用い、セメントを結合材として少量の細木毛を混入して加圧成形することにより、曲げ強度の大きい木片セメント板を製造して、内外装下地ボード、野地板、タミ下地板、各種コア材などに用いるための基礎的な資料を得ることを目的としている。

2. 木片の製造方法

古木材から木片を製造するためには、これを破碎して小片とする必要がある。破碎は既往の研究^{1,2)}にもとづき、シュレッダー型破碎機を用いて行った。

3. 木片セメント板の材料・調合・製造方法

(1) 使用材料

i) セメント

セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.15)を使用した。

ii) 木片および細木毛(写真-1参照)

使用した木片をふるい分け分級したもののアスペクト比を表-1に示す。A木片は古木材(杉)、B木片は(米樺)を破碎したもので、木の繊維方向に細長く破碎されている。このように木片は繊維方向に細長い形状をもち、木片セメント板の引張側において繊維補強のように有効に働き曲げ強度を大きくしている(5.1.(2)参照)。細木毛はラワン(薄)のチップで、引張強度は小さいようであった。

(2) 木片セメント板の調合

表-1 木片のアスペクト比

木片種別	気乾比重	木片のアスペクト比					
		ふるい寸法(mm)	15～10	10～5	5～2.5	2.5～1	1.2～0.6
A(杉)	0.40	平均	6.05	4.30	4.58	9.78	9.14
		範囲	1.96～10.7	2.31～9.44	2.00～10.7	2.41～26.4	2.00～31.0
B(樺)	0.42	平均	3.68	8.23	8.79	20.15	24.58
		範囲	—	4.52～11.66	3.86～12.46	7.23～27.33	11.55～41.33
細木毛	0.42	厚さ範囲(0.36～0.50)[mm] 幅範囲(2.55～13.35)[mm] 長さ範囲(24.25～42.85)[mm]					



表-2 木片セメントの調合

	w/c 55% C/F 3.0				w/c 60% C/F 2.5			
	質量比	容積比	単位容積比(1/m³)	単位質量比(kg/m³)	質量比	容積比	単位容積比(1/m³)	単位質量比(kg/m³)
木片	1	2.381	478	201	1	2.381	509	214
セメント	3	0.952	191	602	2.5	0.794	170	536
水	1.65	1.650	331	331	1.5	1.500	321	321

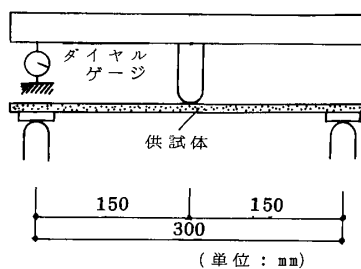


図-1 曲げ試験方法

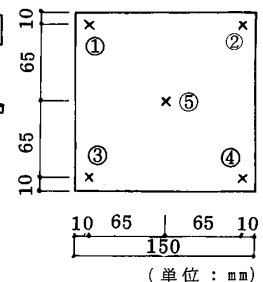


図-2 釘の打込み箇所

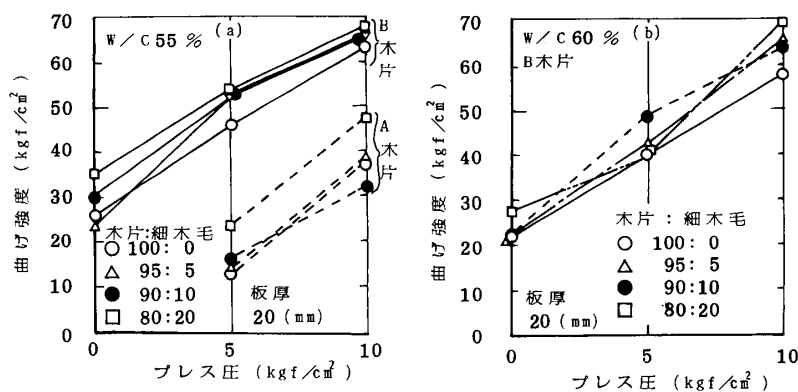


図-3 プレス圧と曲げ強度との関係

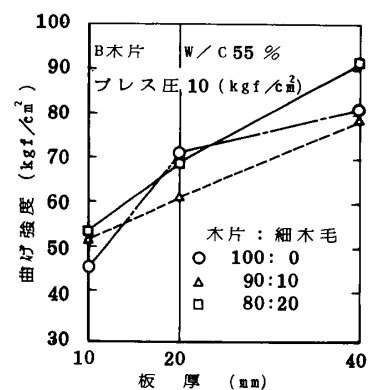


図-5 板厚と曲げ強度との関係

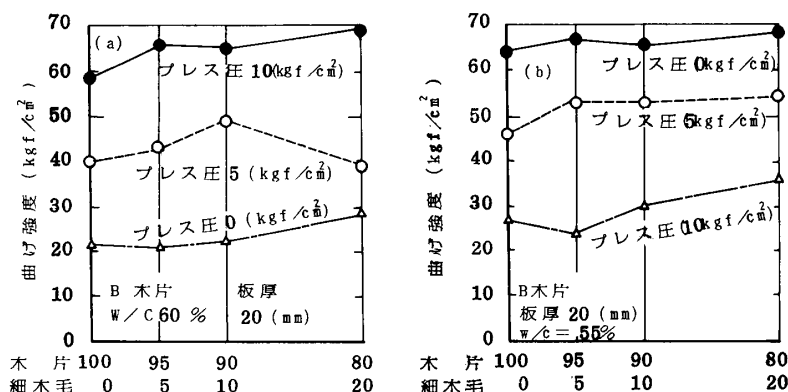


図-4 細木毛混入量と曲げ強度との関係

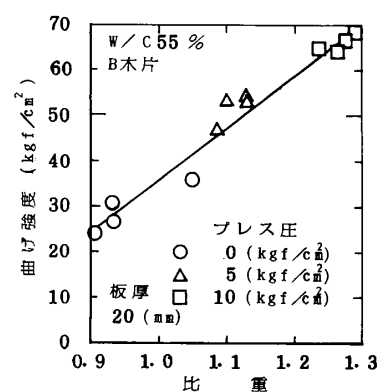


図-6 比重と曲げ強度との関係

木片セメント板の調合を表-2に示す。水セメント比55%（木片：セメント＝1：3）、と60%（木片：セメント＝1：2.5）の2種類とした。また、細木毛の混入量は木片の量に対して0%、5%、10%、20%代替した。

(3) 供試体寸法

木片セメント板の寸法は厚さ10、20、40 mmとし、幅400 mm、長さ400 mmとした。

(4) 供試体成形方法

供試体の成形には木製型わくを用いた。また、加圧はプレス装置により1 cm²当り0、5、10 kgの初期成形圧力を载荷した後ボルトで拘束し、24時間（夏期）および48時間（冬期）そのまま静置してセメントの硬化脱型した。供試体の表面状態を写真-2に示す。

(5) 養生方法

木片セメント板の養生方法は、脱型後20℃室中で材令28日まで封かん（ビニール袋中）養生し、以後14日間20℃空气中養生を行った。

4. 試験方法

(1) 強度試験方法はJIS A 1408（建築ボード類の曲げ試験方法）に準じて行った。中央部のたわみ量はダイヤルゲージ1/100 mmを使用した（図-1参照）。曲げ強度は供試体5枚の平均値とした。

(2) 長さ変化試験方法は成形後約70日経過した供試体を規準とし、60℃で1週間乾燥させたときの長さ変化と、これを水中に24時間および48時間浸せきさせたときの長さ変化を測定した。長さ変化は供試体の長さ方向をノギスを用いて測定した。

(3) 切断試験方法は電動式丸鋸を使用し、木片セメント板を切断するのに必要な消費電力量を自動記録した。

(4) 釘打試験方法は図-2に示す供試体を使用し長さ50 mmの普通丸釘を用い、各板の4ヶ所の隅角部について大工用金鋸を用いて釘打し、ひびわれや裏面剝離などの観察を行い、中心部においては何回で打抜けるかを試

験した。

5. 結果および考察

5・1 曲げ強度について

(1) プレス圧と曲げ強度の関係を図-3に示す。プレス圧が0、5、10kgf/cm²と増えると曲げ強度はほぼ直線的に大きくなるが水セメント比55%の場合はプレス圧5kgf/cm²から10kgf/cm²への増加による強度増加がやや小さめであり、水セメント比65%の場合には一例を除き増加がやや大きめとなった。水セメント比55%と65%のときの曲げ強度の差は、プレス圧0および5kgf/cm²において前者の方が5～10kgf/cm²大い。しかし、プレス圧10kgf/cm²においては、両者大差なかった。この理由は、プレス圧が大きくなると、水セメント比60%の供試体については成形

時の水のしぼり出しが大きくなり、水セメント比55%の場合に近づくものと考えられる。

(2) 2種の木片A、Bについて求めたプレス圧と曲げ強度の関係を図-3(a)に示す。木片Aは3.(1)-ii)で述べたように主としてアスペクト比が小さく、Bは樺材でアスペクト比が大きかったが、両者の調合を同一としたため、A木片コンクリートの場合、プレス圧を掛ける段階でややバサバサしていたので大差が生じたものであろう。水量を若干増し、適切な調合とすることにより、更に曲げ強度を大きくすることができると考える。しかし、この種の相違は廃棄物の再利用に際して、常に考慮しておくべきことである。

(3) 細木毛の混入量の影響を図-4に示す。細木毛を20%混入することにより、曲げ強度は無混入に比し10～15%程度大きくなっている。細木毛を混入することによって曲げ強度の増大を計ったが、今回用いた細木毛は樹種がラワンで長さ25～40mm程度のものであり、強度が小さく、かつ練混ぜ時に細かく破砕される傾向があり、曲げ強度の増大にそれ程寄与しなかったようである。

(4) 板厚と曲げ強度との関係を図-5に示す。曲げ強度は板厚が厚くなると大きくなっている。これは板厚が厚くなると欠点が減じ、均質になるためであろう。

(5) 比重と曲げ強度との関係を図-6に示す。同じ板厚において比重はプレス圧が大きくなると大きくなっている。また比重が大きくなるにつれてほぼ直線的に曲げ強度も大きくなっている。

5・2 たわみ量について

(1) 最大荷重時のたわみ量を図-7、8、9に示す。最大曲げ強度時のたわみ量はプレス圧の大小にほとんど影響を受けず2.2～3mmとなっている。B木片についてはたわみ量は細木毛を混入すると小さくなる傾向を示している。これは細木毛の引張強度が小さかったためと考えられる。しかし、A木片の場合は逆に大きくなっている。A木片は、アスペクト比が、小さいため、細木毛の混入により、たわみ量が大きくなったものであろう。板厚の相違によるたわみ量は、板厚が大きくなると小さくなっている。20mmの場合10mmに比し約 $\frac{1}{2}$ 、40mmは20mmに比し約85%程度小さくなっている。

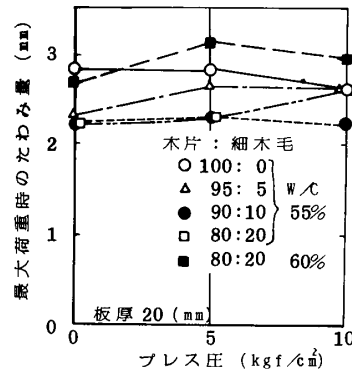


図-7 プレス圧とたわみとの関係

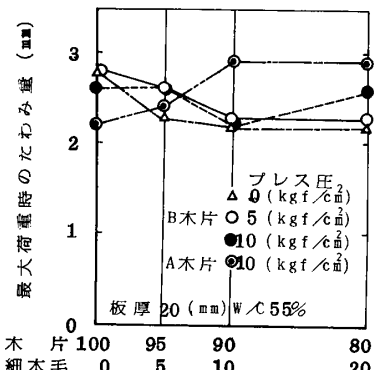


図-8 細木毛混入量とたわみとの関係

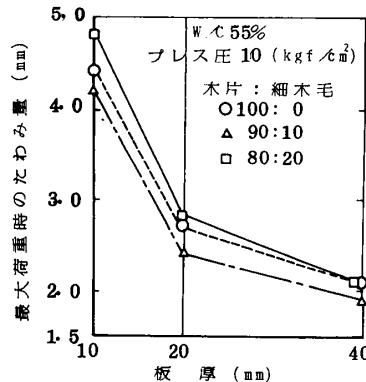


図-9 板厚とたわみ量との関係

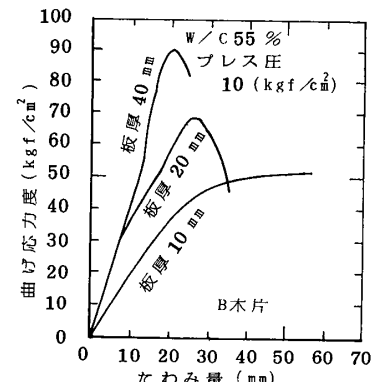


図-10 たわみ量と強度との関係

(2) 曲げ応力度とたわみ量との関係を図-10に示す。板厚が薄いものはたわみが大きい。板厚が厚くなると最大曲げ応力度は大きくなるがたわみは小さくなる。

5・2 木片セメント板の長さ変化

成形後70日を基長とした水分の出入による長さ変化を表-3に示す。温度60℃で1週間乾燥させると、 $30 \sim 50 \times 10^{-4}$ 程度収縮する。これを、次に24時間水中に浸せきすると 40×10^{-4} 程度膨張するが、試験前の長さに対しては $6 \sim 20 \times 10^{-4}$ 程度収縮したままで、48時間水中浸せきしても、一例を除いて原寸法には回復しなかった。

5・4 釘打試験

釘打試験結果を表-4に示す。打ち抜き回数は水セメント比55%の板は60%の板より多くの打ち抜き回数を必要とした。細木毛混入率との関係は細木毛を20%混入したものが無混入に比し、打ち抜き回数が多くなった。プレス圧との関係はプレス圧が0、5、10kgf/cm²と大きくなるほどより多くの打ち抜き回数を必要としている。釘打ちによるひびわれや裏面剝離は縁より10mm×10mmの位置について行ったが、ほぼ問題ないと思われる。ただし釘をななめに打ったり、その打ち方が悪いと、ひびわれや裏面剝離が生じることもある。普通釘を用いたが特に曲がるということはない。

5・4 切断試験

電動鋸を用いた切断試験の結果を図-11に示す。プレス圧と切断に必要な電力消費量は、プレス圧が大きくなるほど密実に成形されるため、消費電力は大きくなっている。また、B木片の場合水セメント比が小さいほどセメント量が多くなるため消費電力は大きくなっている。A木片を用いた木片セメント板は、B木片に比し木片が材質的に軟弱なうえ板の比重が小さく、切断消費電力が小さくなっている。

6. むすび

今回行った実験結果から次のことが言える。①木片セメント板の成形時のプレス圧が大きいほど曲げ強度は大きくなり、また、プレス圧が10kgf/cm²では水セメント比(55%および60%)による強度の差異は小さかった。②木片セメントに木毛を混入することにより曲げ強度が若干大きくなった。③木片セメント板の板厚が厚くなるほど曲げ強度は大きくなるが、最大荷重時のたわみ量は小さくなる傾向を示した。④木片セメント板を釘で打ち抜くまでの釘打ち回数はプレス圧力が大きいほど大きくなった。また、供試体の隅角部に釘を打った場合、ひびわれ・裏面剝離はほとんど生じなかった。⑤木片セメント板の切断時の消費電力はプレス圧力が大きくなるほど密実に成形されるため多くなる。

以上の結果より本木毛セメント板は各種下地ボード、内装材として充分に使用に耐えるものである。また、JIS規格の木毛セメント板や木片セメント板への代替混入の方向も期待できるので今後の研究が望まれる。

本研究は昭和56年度文部省科学研究費によって行ったものである。

参考文献 1) 解体木材の再利用に関する規準(案)・同解説 昭和56年 財団法人建築業協会, 2) 日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和53年1-2 P93-96 同54年3-5 P193-198 同55年6-8 P301-306 同56年完P349-350

表-3 成形後70日経過した供試体を乾燥・水中浸せきさせたときの長さ変化率

調 合	プレス 圧力 (kgf/cm ²)	長さ変化率 (×10 ⁻⁴)		
		60℃1週乾燥	24時間吸水	48時間吸水
W/C 60% C/F 2.5 木片:細木毛 80:20	0	-38	-6	+4.6
	5	-42	-8	-2.7
	10	-54	-20	-16
W/C 55% C/F 3.0 木片:細木毛 80:20	0	-46	-16	-8
	5	-47	-18	-10
	10	-49	-20	-8

*成形後70日経過した供試体(20℃空気中養生)の長さを基長とした

表-4 釘打試験結果

プレス 圧 (kgf/cm ²)	木片 : 細木毛	W/C: 55% C/F: 3.0			W/C: 60% C/F: 2.5		
		比重	釘打ち 回数 (回)	破 損 状 況	比重	釘打ち 回数 (回)	破 損 状 況
0	100:0	0.95	3	1/12	0.84	2	0/16
	80:20	1.05	6	0/16	0.88	3.25	2/16
5	100:0	1.08	7	1/16	0.99	2.75	0/16
	80:20	1.13	9	4/16	0.92	4.5	0/16
10	100:0	1.25	7.5	0/16	1.14	7	2/16
	80:20	1.27	9	2/12	1.12	8.25	0/16

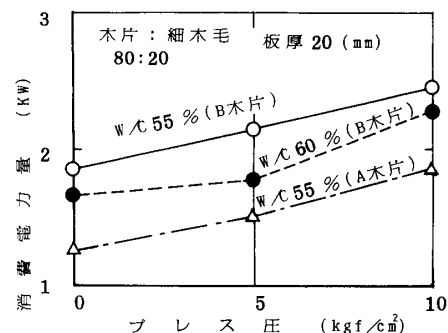


図-11 プレス圧と消費電力との関係