

研究論文

木質系プラスチック材料の耐衝撃性向上を目的とした布帛に関する研究

浅野春香*¹、山田卓司*²、近藤温子*¹

Study on Cloth for Improving Impact-proof of Wood Biomass Plastic Materials

Haruka ASANO*¹, Takuji YAMADA*² and Atsuko KONDO*¹Mikawa Textile Research Center, AITEC*^{1*2}

近年、消費者の健康と環境に対する関心が高まり、製品の消費行動は健康や環境保全志向になっている。このため、あらゆる業界で循環型社会を視野に入れた研究開発が盛んに行われている。プラスチック業界でも天然材料 100%でプラスチック状に成形する研究が進められているが耐衝撃性の低さが実用化の課題となっている。天然材料 100%の物も製品化が進められているが、繊維強化を目的に成形に優れた布帛状態での導入は事例が少ない。

本研究では、木質系プラスチック材料からなる成形品の衝撃強度を向上させるため竹、麻、綿などの天然繊維との複合化を検討した。剛性の高い竹を綿と混合した不織布及び綿 100%織物を複合化させた材料について、木質系プラスチック材料のみで成型した材料より破壊強さが 1.4 倍増加した。不織布と同配合の繊維方向の揃っていない竹綿混反毛では 1.25 倍の増加にとどまり、複合化する繊維が揃っている方が破壊強さを向上させることが分かった。

1. はじめに

近年、消費者の健康と環境に対する関心が高まり、製品の消費行動は健康や環境保全志向になっている。このため、あらゆる業界で循環型社会を視野に入れた研究開発が盛んに行われている。地域の業界では蒸気処理した木質系材料 100%で成形した木質系プラスチックの研究が進められているが、耐衝撃性が低い。このため、耐衝撃性を高めることが実用化の課題となっている。天然繊維の布帛と木質系プラスチックを複合化することにより耐衝撃性を高め、天然材料 100%の製品化を実現でき、他社との差別化や消費者の購買意欲を高めることができる。

木質系プラスチック材料からなる成形品の衝撃強度を向上させるため竹、麻、綿などの天然繊維との複合化を検討する。木質系材料の原料が粉末状であることから、繊維と均一に混合でき、かつ容易に扱えるよう複合化する繊維の素材、混合割合などを検討して織物、不織布状の布帛として製造する技術を開発する。

2. 実験方法

2.1 試料

不織布の試料に用いる材料が、耐衝撃性に与える影響あるいは関連性を見出すため、材料の繊維長ならびに引

張強さを測定した。使用した材料の繊維長ならびに引張強さを表 1 に示す。

表 1 材料の繊維長および引張強さ

	繊維長(mm)	引張強さ(N)
竹	38	203mN-582mN
リネン	19	53.5mN-197mN
ラミー	51	200mN-767mN

なお、表中ラミーの繊維長測定試験に関してダブルソーター法（作図法）により算出した。また、竹及びラミーについては定長カットにより供給された材料を使用した。引張強さ試験に関しては定速伸長形引張試験機により、つかみ間隔 2cm、引張速度 2cm/min にて測定した。

竹、リネン、ラミー繊維は剛直であること、捲縮が少ないことなどから単独で不織布を作成するのが困難であった。このため、不織布作成可能な原料の混合を検討することとした。本研究では天然材料 100%での成形を目的としている。また、木質系プラスチックと複合化する成形試験時にかかる温度を考慮する必要があり、それに耐え、かつ汎用繊維である綿と混合してニードルパンチ法により不織布の作製を行った。

*1 開発技術室 *2 開発技術室（現加工技術室）

表2に作成した試料の混合比を示す。さらに、植物由来素材であるポリ乳酸とリネンを所定の割合で混合したもの、耐炎化レーヨン100%をもちいた試料を作成した。

表2 不織布試料に用いた材料の混合割合

1	綿80%	ラミー20%
2	綿50%	ラミー50%
3	綿30%	ラミー70%
4	綿80%	竹20%
5	綿50%	竹50%
6	綿30%	竹70%
7	綿10%	竹90%
8	綿20%	リネン80%
9	PLA50%	リネン50%
10	耐炎化レーヨン100%	

また、経糸と緯糸が直交している構造を持つため不織布より糸が規則的に並んでいる綿織物について、比較試料として試験に供した。織物の試料の織物規格は以下の通りであった。

素材・番手 経糸・緯糸 綿 20/1
 密度 経糸 30 本/inch
 緯糸 30 本/inch
 組織 平織

作成した不織布及び綿織物について引張強度、通気度、単位面積あたりの質量（目付）の測定を行った。

2.2 成形試験

成形試験には、上述表2の混合割合で作成した不織布より、不織布作成のしやすさ（剛性が高かったり巻縮が小さいと不織布を作成する前段階のウェブが作成できない、ウェブをニードルパンチしても糸が絡まり合わず不織布の形状を維持できない等の問題が比較的小さいもの）を考慮し、綿竹混原料を使用することとした。また、同一原料のニードルパンチやカード工程を行っていないワタ状のものについて作成し、繊維の方向性の有無による影響を検討した。原料が天然素材であるレーヨンは成形時に熱分解を起こし、強度を保持できないため耐炎化したものを使用した。さらに、不織布と比べ繊維方向が揃っている綿織物についてもその影響を検討するため、同様に成形試験を行った。

角形と丸形の型を使用し、より均質な成形物を得るための型の形による影響を検討した。各々の型の寸法につ

いて前者は、長さ320mm、幅50mm、後者は直径140mmのものを使用した。成形後厚みはともに1mmとした。

これらの型を使用し、以下表3に示す条件により高温圧縮成型機（新東株式会社製）にてプレスし、木質系プラスチック材料と不織布等を一体化させた複合化成形体を得た。木質系プラスチック材料の原料は、バット材（アオダモ：ハードメイプル：ホワイトアッシュ=4：4：2で混合したもの）であり、これを蒸煮処理（2MPa、215℃×6min）し、5mm以下に粉碎したものを複合化に供した。

成形試験において布帛状の不織布あるいは織物と粉末状の木質系プラスチック材料を使用したため、型に所定の割合を交互に積層させて成形加工した。模式図を図1に示す。

表3 成形試験条件

成形圧力	15MPa
加圧温度	180℃
加圧時間	2min
複合繊維	綿竹混不織布
	耐炎化レーヨン100%不織布
	綿100%織物

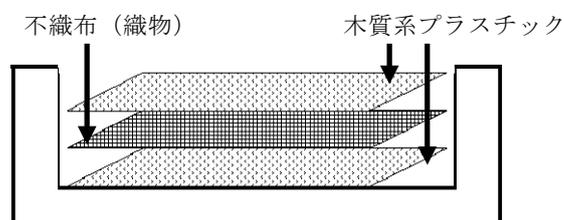


図1 成形試験時における原料の模式図

上記条件により、木質系プラスチック原料と各種繊維について表4に示す混合割合にて成形した。綿および竹混試料については不織布状に加え、繊維方向がばらばらなワタ状の物について試験した。繊維の方向性の違いによる、成形性への影響を検討した。

表4 木質系プラスチック原料と繊維の混合割合

	木粉	繊維
比較試料(木プラ原料のみ)	100.0	0.0
耐炎化レーヨン100%不織布	93.5	6.5
綿10%/竹90%不織布	93.5	6.5
綿100%織物	87.0	13.0
反毛綿10%竹90%	93.5	6.5

2.3 複合材料の破壊試験

作成した複合試験片について、耐衝撃性の評価を行うため、3点曲げ試験を適用して表5に示す条件により破壊強さを測定した。破壊試験には、前項成型試験により作成した試料より所定のサイズに切り出して、試験片に供した。この際、複合化した繊維方向は引張試験の引張方向と同じになるよう調整した。試験はコの字型の台座に試験片を載せ、定速伸長形引張試験機を用いて、上部から圧縮試験治具で圧縮し（図2）、破壊したときにかかる最大荷重を測定した。

表5 複合試料の破壊試験条件

試料サイズ	30mm×50mm×1mm
試験機器	定速伸長形引張試験機
試験速度	5mm/min

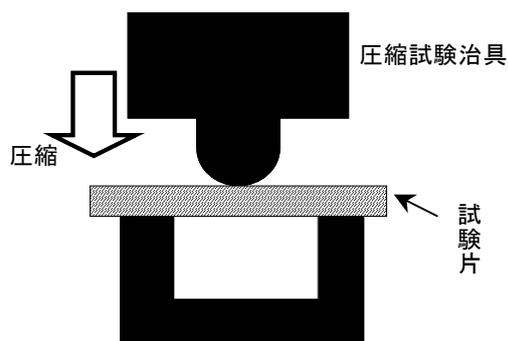


図2 複合材料の破壊試験装置

3. 結果及び考察

3.1 試料の物性

作成した試料について引張強伸度、通気度、単位面積あたりの質量を測定した結果を表6に示す。表より、不織布の引張強伸度において、綿混率が10～30%と小さい試料について約2～6Nと非常に小さい値となった。これは剛直で捲縮の無い竹繊維やリネン、麻を使用していることから、繊維が十分に絡み合わなかったためと考えられる。通気度においても、綿混率が小さくなるほど通気度が大きくなる傾向が見られた。これについても、前述引張試験の結果と同様の理由によると考えられる。

3.2 成形試験

竹綿混不織布について320mm×50mm、140mmφの2種類作成した。作成した試料について、丸形に比べ角形材料に色ムラが多いのが確認された。この色ムラにおいて、色の濃い箇所はプラスチック化が進んでおり、薄い箇所はプラスチック化が不十分な部分である。これは、複合化する繊維が嵩高いのに比べて出来上がり厚さが1mmと薄い材料となるため、320mm×50mmの角形成形では、細長い形状故に圧力が均等にかからず、木質系原料を十分にプラスチック化することが出来なかったものと考えられる。一方、140φの丸形は角形に比べて均等に圧力分散出来たため、均質な材料が得られたものと考えられる。また、木プラ原料と複合化繊維を型に順に投入するのみでは、複合化後に方から外した際の衝撃による破壊が見られた。これは、図3に見られるように不織布内部に木プラが混入しておらず、接合不良となり、このため不織布の部分で剥離が生じたものと考えられる。

表6 試料の物性

	不織布試料	形状	引張強さ (N)	目付 (g/m ²)	通気度 (cm ³ /cm ² /sec)
1	綿100%	織物	157	53.7	>400
2	綿80%ラミー20%	不織布	17.3	89.2	199
3	綿50%ラミー50%		4.3	71.1	288
4	綿30%ラミー70%		6.6	66.3	324
5	綿80%竹20%		14.1	96.5	215
6	綿50%竹50%		15.3	104	280
7	綿30%竹70%		3.8	92.1	307
8	綿10%竹90%		2.0	82.4	343
9	綿20%リネン80%		1.4	72.6	355
10	PLA50%リネン50%		3.0	77.7	274

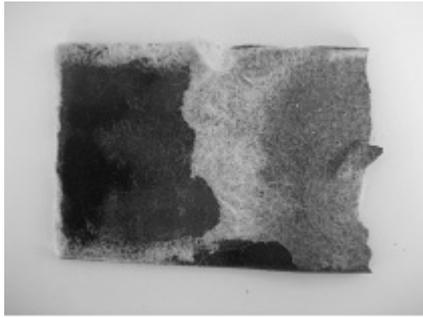


図3 成形試験後の試料

これを改善するため、単位面積あたりの質量を小さくし、事前に木質系プラスチック原料を嵩高い繊維の間に入り込ませることで、より一体化した接着力の高い複合化材料を得ることが出来た。

3.3 複合材料の破壊試験

図4に木質系プラスチック材料のみ及び複合化した試料についての破壊試験結果を示す。各データの上部のバーは試験データの最小値及び最大値を示している。

図より竹綿混不織布の角形成型では木プラ原料のみとほぼ等しい破壊強さだったのに対し、丸形成型では複合化により破壊強さに約1.4倍の増加が見られた。これは、前述成形試験時に明らかとなった形状の違いによる圧力分散の違いが材料品質に影響を与えたものと考えられる。また、繊維方向の揃っていないワタを複合化した材料は1.25倍の増加にとどまり、複合化材料の破壊強さが含まれる繊維の状態に依存されることがわかり、新規の複合材料を設計する際には材質だけでなく状態も考慮する必要があることが示唆された。

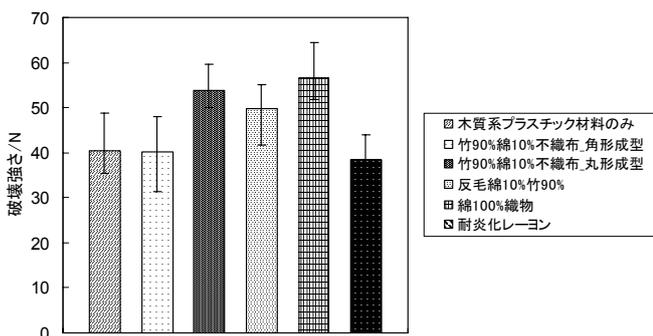


図4 複合材料の破壊強さ

図5, 6に木質系プラスチック材料のみ及び竹綿混不織布と複合化した試料についての破壊試験後の試験片を示す。

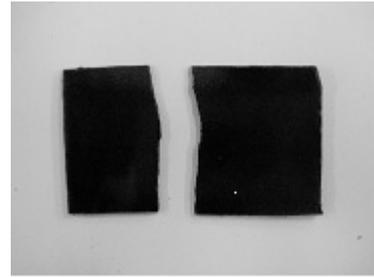


図5 木質系プラスチック材料の破壊試験後の試験片

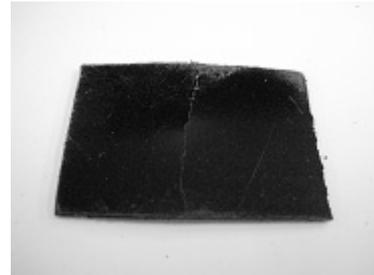


図6 竹綿混不織布と複合化した試料の破壊試験後の試験片

木質系プラスチック材料のみでは図5に見られるように完全に二つに割れた形となった。不織布あるいは織物を複合化した試料においては、どの試料においても図6に見られるような形となり、破壊強さが最大となる時点では完全に二つに割れることはなかった。破壊強さが最大となった後、木質系プラスチック材料のみにおいては、急激な応力低下が見られたのに対し、複合化した試料においては緩やかに減少した。このことから、複合化することにより木質系プラスチック原料のみと比較してもろさは改善できたものと考えられる。また、樹脂化した木質系プラスチック材料から繊維が抜ける事もなく、複合化の状態は比較的良好であった。

4. 結び

木質系プラスチック材料からなる成形品の衝撃強度を向上させるため竹、麻、綿などの天然繊維との複合化を検討した。剛性の高い竹を綿と混合した不織布及び綿100%織物を複合させた材料について、木質系プラスチック材料のみで成型した材料より破壊強さが1.4倍増加した。不織布と同配合の繊維方向の揃っていない竹綿混反毛では1.25倍の増加にとどまり、複合化する繊維が揃っている方が破壊強さを向上させることが分かった。

謝辞

本研究を遂行するにあたりまして、成形試験に関して多大なご助言ならびにご指導・ご協力を頂きました中日精工株式会社 近藤氏に厚くお礼申し上げます。