

縫製企業の接着工程における最適条件の検討と工程改良の提案

Consideration of optimal conditions and the proposal for process improvement of fabric bonding process

福島技術支援センター 繊維・材料科 中村和由 佐藤優介 東瀬 慎
 応募企業 永山産業株式会社

製品の仕立て映え性を左右する接着芯の接着条件について検討した結果、短時間に効率よく目標の剥離強度を満たす接着条件を見つかることができた。また、紙製位置決めシートに替わる材質を検討した結果、技術課題を解決した新規の位置決めシートを提案した。

Key words: 仕立て映え、接着芯、芯貼機

1. 緒言

応募企業は、紳士、婦人用の高級シャツを製造している縫製企業である。高級シャツを構成する複数のパーツの中には、カラー(襟)、カフス(袖口)、ラベル(前立)と呼ばれる、仕立て映え性を左右する主要な三つのパーツがある(図1)。このパーツの接着工程(図2)では、表生地と接着芯の最適な条件で熱接着することが要求されるが、申請企業では表1に示す技術課題(図3)を抱えており、量産体制の構築に影響を及ぼしている。



図1 Yシャツの芯貼部位

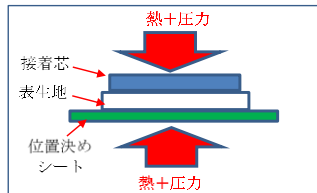


図2 接着工程の概略図

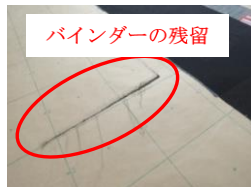


図3 バインダーの残留

表1 研究内容

内容	技術課題
接着芯地の最適な接着条件の提案	樹脂バインダーの種類ごとに接着芯の接着条件を検討するためには、十分な人的、時間的資源を割く必要があり、応募企業単独では困難である。また応募企業が行っている評価方法(最大剥離強度)とJIS規格(JIS L 1086)の評価方法との差が不明である。 ※目標値: 4.9[N] (500[grf])
表面剥離性と接着性低下を考慮した新規位置決めシートの提案	申請企業が使用している紙製の位置決めシートの場合、接着後にシート表面にバインダーが残留(図3)し、他の表生地を汚染する問題がある。

表2 実験試料一覧

	詳細	備考
表生地	レーヨン98[%]、綿2[%] (260[D] (毛番2/72))	平織物 (経糸: 20[本/cm]、緯糸: 25[本/cm])
接着芯A	企業で問題となった接着芯	
接着芯B	圧力と剥離強度の関係性を検証するために使用した既知の接着芯	樹脂バインダー: ポリアミド

表3 使用機器一覧

	装置名	評価項目	条件
芯貼機	JR-1200LTS (アサヒ繊維機械(株))(応募企業で保有)	剥離試験	接着面積: 25[mm]×150[mm]
アイロンテスター	TSI-100 ((株)大栄科学機器製作所)	剥離試験	接着面積: 40[mm]×100[mm]
万能抗張力試験機	AGS-10kNG ((株)島津製作所)	剥離強度測定	JIS L 1086: 2013 7.10 剥離強さに一部準拠
バネ秤		剥離強度測定	応募企業が剥離強度を測定するために使用中
顕微FT-IRラマンシステム	Nexus670+ Continuum[μm]/Almega (サーモニコレー・ジャパン(株))	バインダーの種類同定	FT-IR透過法
DSC(熱分析装置)	DSC3100S ((株)マックサイエンス)	バインダーの融点測定	昇温速度: 10[°C/min]、 温度域: 20[°C]~300[°C]

2. 研究

2.1. 研究内容

本研究の研究内容を、表1に示す。

2.2. 実験試料

本研究で使用した実験試料は、表2のとおりである。

2.3. 実験機器

本研究で使用した機器は、表3のとおりである。

3. 実験結果と考察

3.1. 接着芯地の最適な接着条件の提案

3.1.1. 樹脂バインダーの種類同定と融点測定

応募企業で課題となった接着芯 A の樹脂バインダーの種類同定と融点の測定を行った結果、バインダーはポリエチレンで、融点が 129[°C]であることが分かった。(表 4)、(図 4)、(図 5))

表 4 樹脂バインダーの種類と融点

	測定結果	測定方法	備考
バインダーの種類	ポリエチレン	FT-IR	ドットタイプ (25ドット /25[mm])
バインダーの融点[°C]	129	DSC	

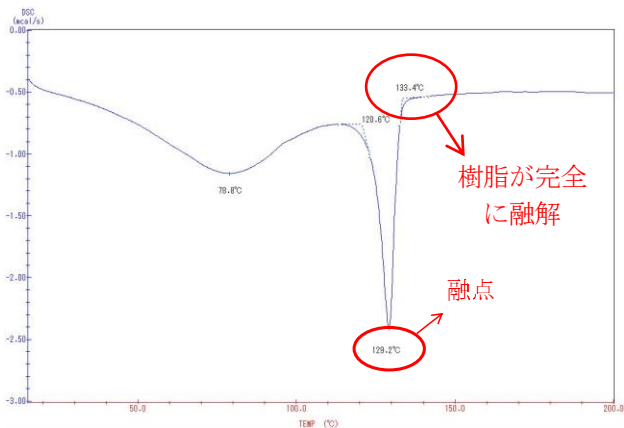


図 4 樹脂バインダーの融点 (DSC) 測定結果

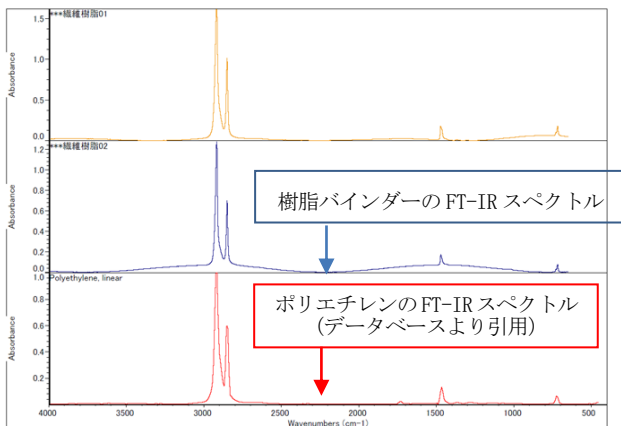


図 5 樹脂バインダーの FT-IR 測定結果

3.1.2. 加熱時間と加熱温度による剥離強度の影響

応募企業の芯貼機により融点 (129[°C]) を中心に、接着条件 (140[°C]は芯貼機の限界温度) を変えて剥離試験を行った (図 6)。

橙色の領域は今回試験した条件で目標値を超える値を計測した領域であり、赤色の領域は目標値を満たすと推定される領域である。また、目標値を満たす加熱

温度は融点付近以上で、135[°C]ではさらに剥離強度が上昇した。

DSC 測定結果と剥離強度を比較した結果、樹脂の融解が終了する約 133[°C]を超えた加熱温度 (135[°C]) で十分な剥離強度を示すことが分かった。また、生産効率から考えると、短時間に目標値を達成できる 135[°C] (10[s]) が最適条件だと考えられる。

一方で、アイロンテスターと芯貼機の剥離強度を比較 (図 7) すると、芯貼機の方が 130[°C]で約 1.3 倍、135[°C]で約 2.0 倍であった。この剥離強度の違いについては、装置の圧力の違いと加熱温度の影響も出ていると考えられるため、引き続き検証が必要であると考えられる。また、本研究で行った接着条件 (加熱温度、加熱時間) の範囲においては、接着不良 (生地寸法変化、テカリ、バインダーの染み出し) は発生することはない。

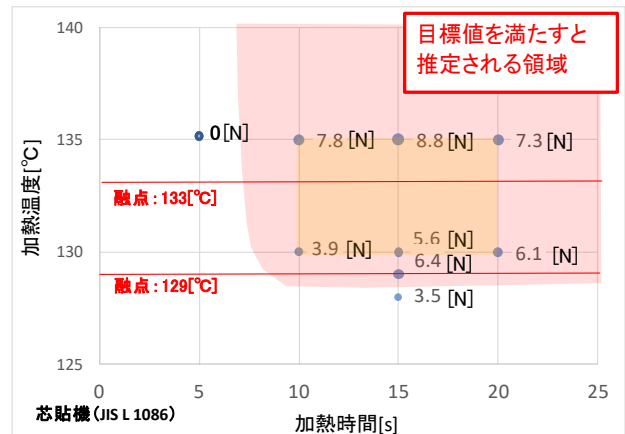


図 6 加熱温度と加熱時間による剥離強度の変化 (芯貼機)

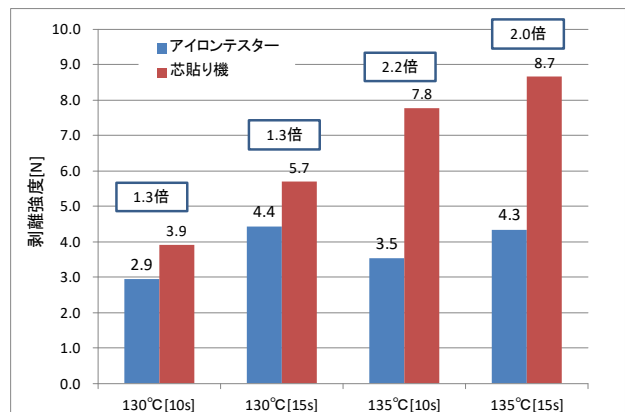


図 7 接着芯 A の剥離強度比較 (芯貼機とアイロンテスター)

3.1.3. 圧力による剥離強度の影響

接着条件において3つのパラメーター（①温度、②時間、③圧力）を検討するが、申請企業の芯貼機とハイテクプラザのアイロンテスターでは、圧力に違いがある。その影響を検証するため、接着芯 B（樹脂バインダー：ポリアミド）を用いてアイロンテスターを使用し、加熱温度（75[°C]）と加熱時間（15[s]）が一定下で、圧力だけを変えて剥離試験を行った（図8）。

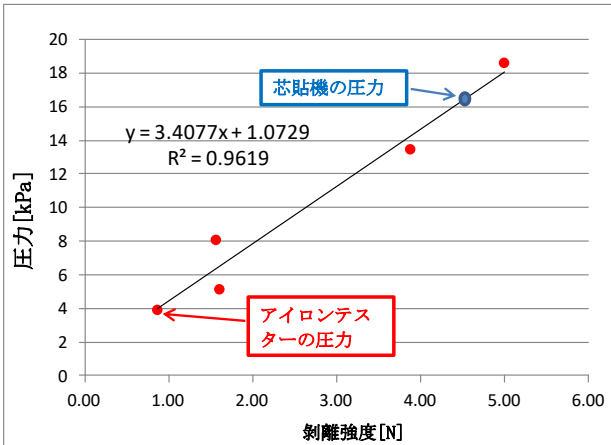


図8 圧力による接着強度の影響

同様に、芯貼機を用いてアイロンテスターと同じ接着条件（75[°C]、15[s]）でサンプルを作製し、剥離強度（4.6[N]）を求め、図8のグラフから得られた近似式より、企業で使用している芯貼機の圧力（16.8[kPa]）を換算した結果、圧力差が約4倍であることが分かった。

しかし、接着芯 B（接着条件：75[°C]、15[s]）を用いて、芯貼機またはアイロンテスターを使用したときの剥離強度の違いを求めた結果、約5倍の差があることが分かった。これは、3.1.2. で行った接着芯 A（樹脂バインダー：ポリエチレン）の剥離強度の差（130[°C]で1.3倍、135[°C]で2倍）と大きく異なっており、剥離強度は圧力差に比例するわけではなく、そのときの加熱温度と樹脂バインダーの種類も併せて影響すると考えられる。

3.1.4. 測定方法による剥離強度の違い

本研究では、応募企業が用いているバネ秤りによる最大剥離強度を測定する方法と「JIS L 1086 接着芯地及び接着布試験方法 7.10 剥離強さ」に準拠した測定を行い、測定値を比較した。JIS L 1086 の試験方法は測定結果の中で極大点3点と極小値3点の計6点の平均値により評価する方法である（図9）。

その結果、最大剥離強度と比べると、JIS L 1086 準拠の測定結果は平均して約 25[%]低いことが分かった。

このことから、委託元から提供される縫製仕様書等

で接着芯の接着強度の目標値を JIS L 1086 規格で指定された場合、申請企業で評価している最大剥離強度に換算するためには、JIS 規格の強度の+約 25[%]が目安になると考えられる。

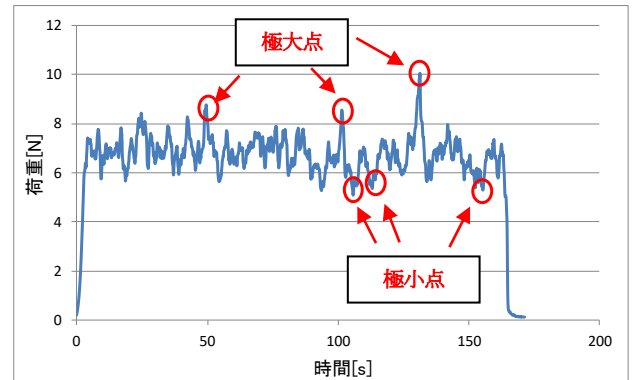


図9 JIS L 1086 剥離強さの測定方法

3.2. 表面剥離性と接着性低下を考慮した新規位置決めシートの提案

現在応募企業で使用している紙製の位置決めシートの場合、接着後シート表面にバインダーが残留し、別の表生地を汚染する課題がある。そこで紙製の位置決めシートに代わる新たな材質のシートを検討するために、複数の材質のシートの表面剥離性と形状安定性の評価し、その後、位置決めシートとして使用したときの表生地と接着芯の剥離強度を評価することによって、申請企業に現在の紙製の位置決めシートに代わる新たな材質の位置決めシートの提案を目指した。

3.2.1. 材質の異なるシートの評価結果

まず選定したそれぞれの材質について、表面剥離性と形状安定性を評価し現在使用中の位置決めシートと比較した（表5）。その結果、表面剥離性については、剥離強度が 0.8[N]以下であるグラシンシートとテフロンシート（80[μm]、100[μm]、120[μm]）が良好で、接着後にバインダーの残留がなかった。また、形状安定性についてテフロンシート（厚み：100[μm]、120[μm]）は全く変形がなく、グラシンシートについては一部変形が発生したが繰り返し使用できる範囲内ではあった。

2つの項目で評価した結果、現在使用しているシートと比較してグラシンシートとテフロンシート（100[μm]、120[μm]）が良好な結果となった。

表5 材質の異なるシートの評価結果

	位置決めシート(現在使用中)	アルミシート	グラシンシート	テフロンシート			備考
厚み[μm]	80	11	100	80	100	120	
表面剥離性[N]	8.7	6.5	0.2	0.4	0.6	0.8	接着条件 1) 加熱温度: 130[°C] 2) 加熱時間: 15[s] 3) 機器: アイロンテスター 4) 樹脂バインダー: 接着芯A
形状安定性	○	×	△	×	○	○	芯貼機に通した後に、シートの形状が保持できるか検証。 (○: 変形無、△: 一部変形、 ×: 全体が変形)

※グラシンシート: パルプを原料とした紙に光沢をつけ半透明に仕上げた薄紙。

※表面剥離性: シート表面に直接接着芯を貼り剥離試験にて評価。数値が小さいほど表面にバインダーが残りにくい。

3. 2. 2. 位置決めシートとして使用したときの表生地と接着芯 A の剥離強度評価結果

実際に接着工程で使用したときを想定して、それぞれの材質のシートを位置決めシートとして使用し、表生地と接着芯 A を芯貼機で接着試験を行い、剥離強度を評価した(図 10)。その結果、テフロンシート(100[μm])が剥離強度の目標値(4.9N)を満ちし、かつ現在使用中の紙製の位置決めシートよりも剥離強度が向上した。グラシンシートよりもテフロンシート(100[μm])のほうが、剥離強度が向上した理由は、テフロンシート(100[μm])は形状安定性(剛性)の高いため、表生地と芯地の密着性がより高く、その結果接着強度が向上したと考えられる。

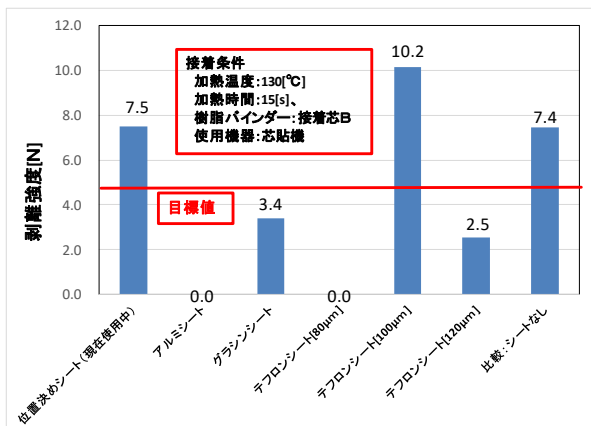


図 10 各シートを使用したときの表生地と接着芯 A の剥離強度

4. 結言

4. 1. 接着芯地の最適な接着条件の提案

- ・接着芯 A の樹脂バインダーの種類と融点を特定し、最大剥離強度を示す加熱温度と加熱時間の最適条件(135[°C]、10[s])を導くことができた。
- ・樹脂バインダーが完全に融解する温度の+約 2[°C]程度で剥離強度を検証することが有効である。
- ・JIS 規格の剥離強度から申請企業で評価している最大剥離強度に換算するためには、+約 25[%]が目安になると考えられる。
- ・本研究の研究成果より、剥離強度が不十分な樹脂バインダーについては、図 11 のフローに従い検証することによって、最適な接着条件を求めることが可能となる。

4. 2. 表面剥離性と接着性低下を考慮した新規位置決めシートの提案

選定した 6 種類のシートを評価した結果、表面剥離性、形状安定性、表生地と芯地の接着性についてテフロンシート(100[μm])が最も良好な結果を示したので、応募企業に新規位置決めシートとして提案した。

5. 参考文献

- 1) 田村新十郎, 接着芯地について, 繊維製品消費科学, 1987, p18-22.

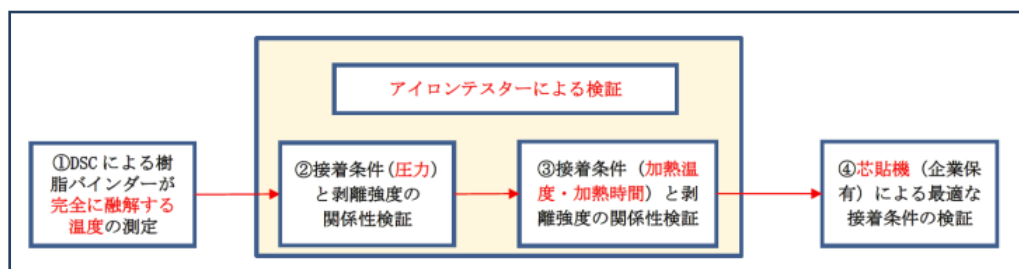


図 11 剥離強度が不十分な接着芯の検証フロー