

ホットメルト接着剤の適用評価 (2)

原賀 康介* 梶垣 孝志**
宮尾 国彦** 島本 幸三**

4.5 接着作業条件と接着剤層厚さ、せん断強さ

ホットメルト接着剤の溶融塗布温度、オープンタイム、圧縮圧力を相互に種々変化させた場合の接着剤層厚さとせん断強さをプロットすると、図-9、図-10のような相関が得られる。図-9はポリアミド系ホットメルト(C)の場合で、図-10は高粘度タイプEVA系ホットメルト(B1)の場合である。ポリアミド系ホットメルト(C)の場合は、接着剤層厚さが0.3mm以上となるような接着作業条件では、接着強さは急激に低下している。しかし高粘度タイプEVA系ホットメルト(B1)の場合はポリアミド系ホットメルトと同じ接着作業条件の範囲では、接着剤層厚さは0.4mm以下であり、常に40kg/cm²以上の強度が得られており、作業性の良さを示している。

つぎに、接着剤塗布量、被着材温度、オープンタイムを相互に種々変化させた場合を図-11、図-12に示した。図-11は低粘度タイプEVA系ホットメルト(A4)、図-12は低粘度タイプEVA系ホットメルト(A3)の例である。これらの図でも接着剤層厚さとせん断強さの間にははっきりした相関がみられ、接着剤層厚さが厚くなるにつれて強度は低下している。

三菱電機(株)* 生産技術研究所 ** 商品研究所

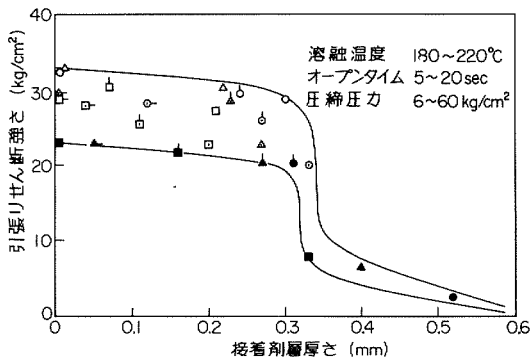


図-9 引張りせん断強さと接着剤層厚さの関係
〔ポリアミド系ホットメルト C〕

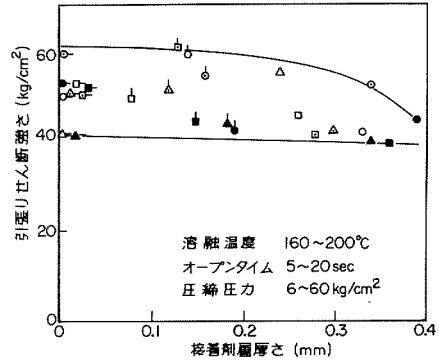


図-10 引張りせん断強さと接着剤層厚さの関係
〔高粘度タイプEVA系ホットメルト B1〕

これらの図にみられるように、その相関のパターンは、接着剤で異なるが、個々の接着剤についてはかなり良い相関が得られる。そこで、所要強度が決まればこれらの相関図より必要接着作業条件を得ることができる。また、作業中にある条件が変化した場合にそれをカバーする他の条件を見出すことも可能である。

これまで述べてきたように、ホットメルト接着剤の接着強さや接着剤層厚さは種々の作業条件によって大きく影響され、その程度は個々の接着剤で異なる。そのため接着作業を行う前に実験を行い適切な作業条件を確認することは必要不可欠なことである。

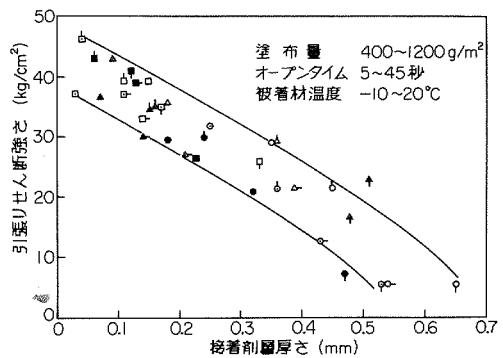


図-11 引張りせん断強さと接着剤層厚さの関係
〔低粘度タイプEVA系ホットメルト A4〕

5. ホットメルト接着剤の耐環境性

電気機器に使用される接着剤には、機器自体の特性、耐用年数等からかなりきびしい耐久性が要求されることが多く、キャビネットについても同様であるが、ホットメルト接着剤は他のゴム系接着剤や酢ビエマルジョン系接着剤などに比べてその歴史も浅く、また耐環境性に関するデータも少ない。そこで、各種の環境条件におけるホットメルト接着剤の耐久性を把握するために以下の実験を行い、従来から実績のあるゴム系や酢ビ系接着剤と比較し、その信頼性について評価した。試験片は、ホットメルト接着剤をそれぞれ最適溶融温度で溶融し塗布したのち、数秒のオープンタイム後貼り合わせ指圧で圧縮した。

5.1 耐湿性試験

60℃90%RHの雰囲気中に試験片を7日、20日間暴露した後、室温に取り出して1日放置後、室温で測定した。図-13に引張りせん断試験の結果を、図-14にL型圧縮試験の結果を、表-4に衝撃試験の結果を示した。引張りせん断試験においては、ゴム系、酢ビ系、反応型ホットメルト、ポリアミド系ホットメルトは強度低下はないが、EVA系ホットメルトはいずれも低下している。しかし、EVA系の中でも高粘度タイプのホットメルトは低粘度タイプのものに比べてかなり耐湿性が良い。またL型圧縮試験でも低粘度タイプEVA系は急激に強度低下を示すが、ポリアミド系、高粘度タイプEVA系はゴム系接着剤と同様の傾向を持っている。反応型ホットメルトは急激に強度が上昇しているが、これは反応が完全に終了しておらず水分に

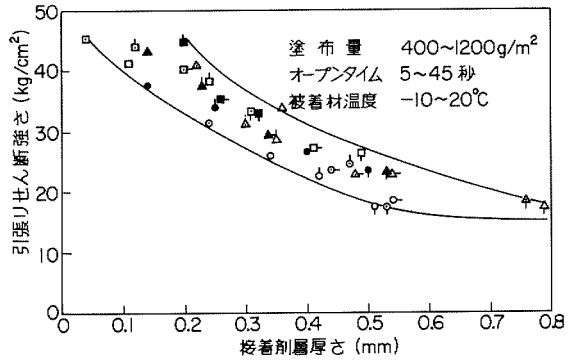


図-12 引張りせん断強さと接着剤層厚さの関係
〔低粘度タイプEVA系ホットメルト A3〕

よって反応が進行したためであろう。また、衝撃試験においては反応型ホットメルト以外のホットメルト接着剤は著しい強度低下を示した。

5.2 乾湿繰り返し試験

表-4 耐湿性試験 (衝撃)

接着剤	初期強度 (kg·cm/cm ²)	20日強度 (kg·cm/cm ²)	保持率 (%)
A1	3.9	0.4	11
B1	7.7	2.0	26
B2	19.2	2.4	12
C	0.9	0.6	66
D1	1.9	3.2	168
D2	6.9	6.0	87
E	6.1	4.3	71
F	2.9	2.3	79

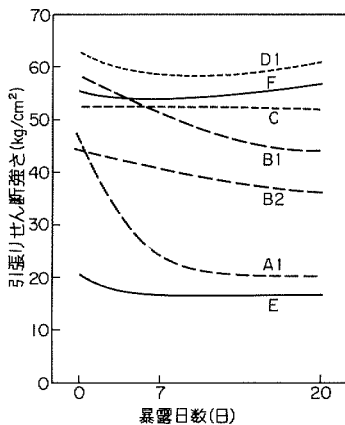


図-13 耐湿性試験 (引張りせん断)

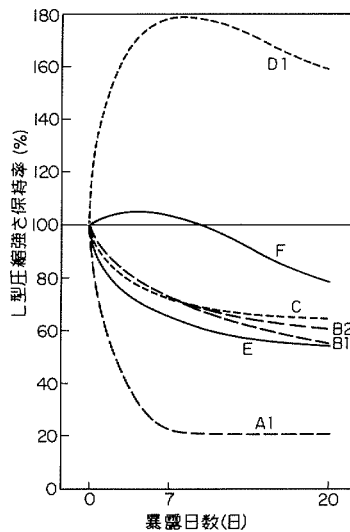


図-14 耐湿性試験 (L型圧縮)

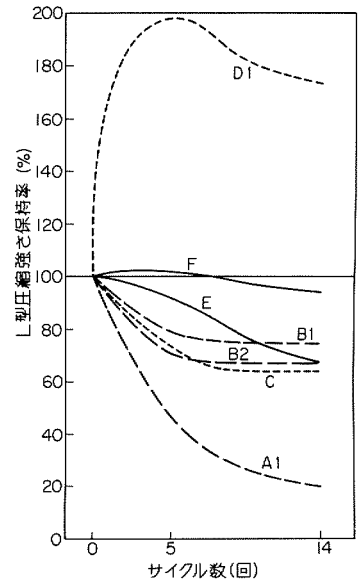


図-15 乾湿繰り返し試験 (L型圧縮)

50℃ dry 16hr ⇔ 60℃ 90% RH 8hr を1サイクルとし、5サイクル、14サイクル繰り返した後、室温に1日放置し室温で測定した。表-5に引張りせん断試験の結果を、図-15にL型圧縮試験の結果を示した。引張りせん断試験において、ゴム系や酢ビ系接着剤は強度低下はみられないが、ホットメルト接着剤はいずれも低下している。中でも低粘度タイプEVA系の低下が大きい。また、L型圧縮試験においても、低粘度タイプEVA系は急激に強度低下するが、他のホットメルト接着剤はほぼゴム系と同じ傾向にあり、反応型ホットメルトはやはり強度上昇している。

5.3 冷熱繰り返し試験

-40℃ 2hr ⇔ 室温 1分 ⇔ 60℃ 2hr を1サイクルとし、10サイクル、20サイクル繰り返した後、室温に1日放置し、室温で測定した。表-6に引張りせん断試験の結果を、図-16にL型圧縮試験の結果を示した。引張りせん断試験においては、低粘度タイプEVA系のみ強度低下がみられるが、他の接着剤では強度低下はみられなかった。一方、L型圧縮試験においては、ホットメルト接着剤はゴム系、酢ビ系接着剤に比べて、かなりの強度低下を示している。しかし、ここでも反応型ホットメルトは強度上昇を示した。

5.4 クリープ破壊試験

塩ビ貼り合板にVカットしたものを図-17に示した

表-5 乾湿繰り返し試験(引張りせん断)

接着剤	初期強度 (kg/cm ²)	5サイクル後 (kg/cm ²)	保持率 (%)
A1	46	20	43
B1	59	33	57
B2	44	35	79
C	53	43	82
D1	63	55	87
E	20	21	102
F	55	61	112

表-6 冷熱衝撃試験(引張りせん断)

接着剤	初期強さ (kg/cm ²)	20サイクル後 (kg/cm ²)	保持率 (%)
A1	46	29	64
B1	59	56	96
B2	44	49	111
C	53	54	102
D1	63	62	99
E	20	21	103
F	55	57	104

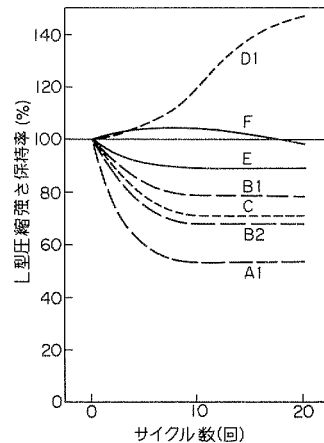


図-16 冷熱衝撃試験(L型圧縮)

ように接着した幅10mmの試験片を用い、重さ500gの荷重をつり上げクリープ破壊試験を行った。荷重はまず接着部から15mmの位置にのせ24hr放置した。24hr後においても破壊しない場合は荷重を25mmの位置に移動し24hr放置した。このように荷重の位置を24hrごとに移動させ破壊をおこす位置と時間を測定した。測定は室温で行った。その結果を図-18に示した。試験片は5コづつ用い、図-18の×印はそれぞれの試験片が破壊した時の荷重の位置と時間を表してい

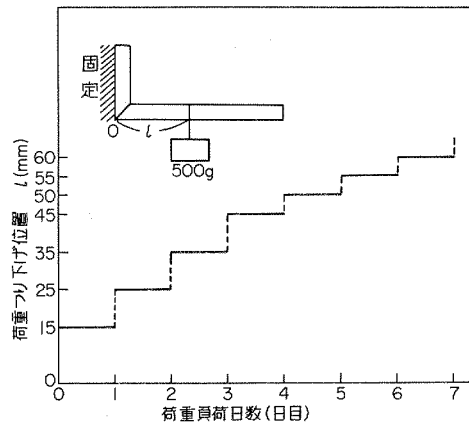


図-17 クリープ試験の方法

荷重日数	0日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
荷重位置	15mm	25mm	35mm	45mm	50mm	55mm	60mm	65mm
A1			xx	x			xx	
B1				xxx	x		x	
B2			x	xx	x	x		
C		xx	xx	x				
D ^①				xx	x	xx		
E		xx	x	xx				
F				x	xxxx			

図-18 クリープ破壊試験結果

る。この図よりポリアミド系ホットメルトとゴム系接着剤はほぼ同じ傾向でクリープに弱い、その他のホットメルト接着剤はゴム系よりもかなり優れ、酢ビエマルジョン系を上まわるものもみられる。

これまで述べてきた耐久性の結果をホットメルト接着剤の種類別にながめると、次のようなことが言える。

1) 低粘度タイプEVA系ホットメルト

すべての暴露環境で強度低下が激しく、とくに乾湿繰り返し試験、耐湿試験におけるL型圧縮強さ、衝撃強さの低下が大きい。破壊状態も強度の低下とともに被着材破壊から接着剤の凝集破壊に変わっており、湿度や熱などによって接着剤の凝集力が著しく低下するものと考えられる。

2) 高粘度タイプEVA系ホットメルト

接着剤B1, B2はともに良く似た劣化傾向を示した。耐湿試験での衝撃強さの低下が著しいが、初期強度が高いので低下後も酢ビエマルジョン系と同等の強さを保持する。引張りせん断強さ、L型圧縮強さも低下はするが、低下後も破壊状態は被着材破壊を示していることから接着力は十分保持していると考えられる。

3) ポリアミド系ホットメルト

引張りせん断、曲げの力に対してはあらゆる環境下において耐久性が良い。しかし、L型圧縮試験においては強度低下がみられた。衝撃強さでは湿度に対して安定ではあるが、衝撃性の強さの絶対値があまりにも小さく、実用上問題となるであろう。冷熱繰り返し試験においては特に大きな接着力の低下はないが、接着剤にクラックが認められた。これらの理由として試験に用いたポリアミド樹脂は低分子量のもので他の接着剤に比べて硬く、もろいためであり、軟化点が高いため冷却時の内部応力が非常に大きくなっていることも考えられる。また耐久性の良さは、軟化点が高く、分

子中に大きな疎水性基をもっているため熱や湿度の影響を受けにくいためであろう。また樹脂がもろいため接着部に発生したクラックが徐々に伝播し早期にクリープ破壊をおこしたのでであろう。

4) 反応型ホットメルト

今回試験したホットメルト接着剤の中でもっとも高い接着力と優れた耐久性を示した。各暴露環境下で強度上昇がみられたが、これは反応が完全に終了していなかったためであろう。反応が完全に終了した後も優れた耐久性を示し強度低下がほとんどないことが別の試験で確かめられている⁸⁾。

6. おわりに

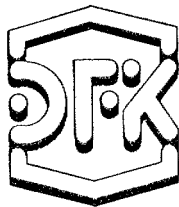
キャビネットなどの木製品への適用を対象として、ホットメルト接着剤の温度依存性、接着作業性、耐環境性について検討を行った。その結果、ホットメルト接着剤の性能は完全に満足できない点もあるが、その使用法いかんによって、従来から多用されているゴム系や酢ビエマルジョン系接着剤にかわって使用することは十分可能であるといえよう。今後さらに高性能なホットメルト接着剤の開発とアプリケーションの発達にともなって、ホットメルト接着剤の適用による接着工程の合理化、無公害化がより一層進むものと思われる。また、電気機器分野への応用も増加していくであろう。

参考文献

- 1) 深田: 接着, 20 (3) 93 (1976).
- 2) 熊谷ら: 第3回構造接着研究委員会資料(1975).
- 3) 坂野ら: *National Technical Report*, 23 (3) 415 (1977).
- 4) 中野, 八杉: 接着, 20 (1) 6 (1976).
- 5) ノードソン12型アプリケーション仕様書
- 6) 藤田, 関: 接着, 21 (3) 14 (1977).
- 7) 深田: 接着, 19 (1) 26 (1975).
- 8) 森村, 中野, 八杉: 接着, 21 (3) 88 (1977).

エストニアで生まれた新しいレゾルシノール系樹脂

ターリン工業大学, ソ連石油化学工業省技術提携



DFK 樹脂

●テスト用サンプル入手ご希望の方は当社DFK係へご連絡下さい



名古屋油化学工業株式会社

〒476 愛知県東海市南柴田町の割213-5 TEL. (0560)63-2611(代)