屋根用断熱発泡シートの接着特性

廣 石 治 郎*・河 中 裕 文*・加 納 義 久*

1. はじめに

接着・接合は、異種複合材料を組み合わせる製品化の際に重要な技術¹⁾となる。現在接着剤は、電子、自動車、航空宇宙、土木をはじめ様々な諸工業に用いられており、日本産業の陰の主役と言っても過言ではない。

著者らは、ポリオレフィン系フォーム材に接着剤を塗布した屋根用断熱発泡シートを開発してきた。表1にその製品特性を示す²⁾。本断熱発泡シートは鋼板からなる折板屋根用に開発された製品であり、優れた断熱性、防露性や施工性を示す。とりわけ、熱接着性やブロッキング性などの接着特性は、製品の品質や市場での不良発生に繋がる重要な因子になる。本報では、これらの接着特性をプローブタックにより評価した結果³⁾を紹介する。

2. 接着特性

熱接着性は断熱発泡シートと鋼板とが熱接着により十分に接着し、かつ接着力の経時による低下がないことが要求される。一方、接着剤塗布断熱発泡シート保管時に接着性・

ベタツキが発現し、いわゆるブロッキングが生じる。屋根用断熱発泡シートは図1に示すようにロール巻き状態で保管され、施工時に鋼板と熱接着される。保管の際、接着剤塗工面とフォーム接着剤未塗工面とが、ロール巻き時のテンションにより圧着された状態となり、ブロッキング（密着）が発生する場合がある。特に、夏場は保管倉庫等の温度上昇のため、ブロッキングを起こしやすい時期である。熱接着性を重視すればブロッキングしやすくなり、ブロッキング防止性を重視すれば熱接着性が不十分になる。それ故、両特性のバランスを考慮して接着剤ブレンド組成を設計する必要がある。

一般に、このような実用性能は、接着剤の動的粘弾性と関連づけられる。図2にモデル接着剤の粘弾性曲線（貯蔵弾性率 G' 、力学的損失正接 $\tan \delta$ の温度依存性）を示す。ブロッキング防止性は、 G' 値が高くかつガラス転移温度 T_g が高いほど問題がなくなる。一方、熱接着性は、できるだけ G' 値が低くかつ T_g が低いほど良好になる。このような二律背反の特性を満足させるような接着剤の最適化は、粘弾性曲線の位置を制御することにより達成できる。

表1 屋根用断熱発泡シートの特性²⁾

項目	単位	フネンエース	フォームエース-SR	フォームエース
熱伝導率	w/mK	0.036	0.035	0.033
引張強さ	縦 N/cm ²	22	22	24
	横	18	18	18
伸び率	縦 %	40	90	100
	横	60	100	110
圧縮硬さ	N/cm ²	2.0	3.0	3.0
圧縮永久ひずみ	%	4.2	2.8	3.3
引き裂き強度	縦 N/cm	10	11	14
	横	12	13	15
加熱寸法変化率	縦 %	-2.4	-1.1	-1.0
	横	-0.3	-0.2	-0.1
繰り返し圧縮永久ひずみ	%	2.3	2.5	2.1
吸水率	g/cm ²	0.0002	0.0002	0.00018

(JIS K 6767, JIS A 1412)

* Hiroishi, Jiro/Kawanaka, Hirofumi/Kano, Yoshihisa
古河電気工業(株) 環境・エネルギー研究所
神奈川県平塚市東八幡 5-1-9 (〒254-0016)
1999.12.2 受理

図1 ロール巻き時に発生するブロッキングおよび屋根用断熱発泡シートの鋼板への接着性

図2 ブロッキング性または熱接着性に優れるモデル接着剤の動的粘弾性曲線

図3 プローブタック測定の概要⁵⁾

3. 接 着 剤

屋根用断熱発泡シートに使用される接着剤は、一般にベースポリマーとして、天然ゴム (NR)、スチレン-ブタジエンランダム共重合体 (SBR)、クロロプレン (CR) 等のエラストマーを用い、ロジン系、テルペン系、石油樹脂系等の T_g がエラストマーより高かつ分子量の低いオリゴマー (タッキファイヤー) をブレンドすることにより粘着性 (初期接着性) を発現させる。粘着性が発現する理由は、エラストマーとタッキファイヤーとがセグメントレベルで相溶し、エラストマーの絡み合いがほどけてゴム状平坦領域の弾性率が低下するためである⁴⁾。それ故、このようなブレンド系接着剤では、エラストマーとタッキファイヤーとの成分間の相溶性が、粘着性の制御に対して非常に重要な因子となる。さらに各種の軟化剤、充填剤、架橋剤、老化防止剤等が適宜添加される。接着特性は、これらの組成や配合比によって制御される。ここでは組成の異なる2種類の接着剤を用い、断熱発泡シートに5~10 μm 厚みで

塗布を行った。

4. 接着特性評価法

接着剤の動的粘弾性特性の検討は、前述のように最適な接着剤配合の探索に不可欠である。しかしながら、実際の使用用途は断熱発泡シート上の接着剤と鋼板との貼りあわせである。そこで、このような実用的な接着特性を検討するためには動的粘弾性に代わる評価が必要になる。プローブタック法は粘着テープや塗料等の初期粘着力測定に適用できることが知られており、平滑な円柱状のステンレス製プローブと評価対象試料とを一定の圧力で一定時間接着させ、その後一定の速度で剥離させる際の力を検出する。ここで、剥離時にかかる最大強度を初期接着 (タック) 値とした。本報では、プローブタック装置として、レスカ㈱製 TAC-II 型タッキング試験機を用い、タックの温度依存性を評価した。プローブタック測定の概要⁵⁾を図3にまとめた。

接着特性の評価には様々な初期粘着力評価法⁶⁾があるが、ここではプローブタック測定による初期粘着力の評価法に

図4 フォーム1におけるプローブタックの温度依存性

図5 フォーム2におけるプローブタックの温度依存性

について述べる。

5. 結果及び考察

組成の異なる2種類の接着剤が塗布された断熱発泡シートをそれぞれフォーム1およびフォーム2とした。図4にフォーム1について測定された、プローブタックの温度依存性を示す。直径5mmのプローブを使用し、接触荷重；100g、接触時間；5sの条件下で測定した。50℃付近でタックが発現し、温度の上昇につれてタック値が増加している。90℃近傍でタックが最大値を示している。タックが低下する高温領域（100℃以上）では、発泡シートの強度及び接着剤の凝集力が低下するものと推察する。40℃以下の温度ではほとんどタックがなく、この温度以下ではブロッキング防止性が良好と推測される。40～60℃の範囲ではタックが発現しているものの、その値は比較的低い。70℃以下の温度領域では接着剤とプローブとの界面で剥離した（界面破壊）。一方、80℃を越えると、発泡シート内部で剥離する部分材料破壊や材料破壊が生じた。80℃以上の温度領域では、接着剤と発泡シートとの界面接着力が発泡シートの強度より高くなることを示唆する。すなわち、80℃以上の温度で銅板と発泡シートとを接着させれば、良好な接着性能が得られることを意味する。

フォーム2を用いた場合のプローブタックの温度依存性を図5に示す。フォーム1よりタック値が上昇し始める温度が低く、破壊が界面破壊から発泡シートの材料破壊に変わる温度もフォーム1より低い。この結果からフォーム2を熱接着させる温度はフォーム1より低くてもよいが、ブ

ロッキングはフォーム1より発生しやすいものと推測される。言い換えれば、フォーム1はブロッキング防止性を重視した接着剤、フォーム2は熱接着性が良好な接着剤であると判断される。

6. おわりに

本報では、屋根用断熱シートの接着特性（熱接着性およびブロッキング防止性）を評価する方法として、プローブタック法が有効であることを指摘した。通常、接着剤の被着材への濡れ性および接着剤自体の力学的性質や成分間の相溶性が、接着特性に影響を及ぼす。プローブタック法もひとつの評価法であるが接着剤の種々の物性を評価するなかで、品質に優れた断熱シートの開発に取り組んでいる。なお、本内容は成形加工シンポジウム'99にて発表した内容を補筆したものであることを付記しておく。

参考文献

- 1) “高機能接着剤・粘着剤”，高分子学会編，共立出版（1989）
- 2) 古河電気工業㈱ 建設断熱材シリーズカタログ
- 3) 廣石治郎，河中裕文，加納義久：成形加工シンポジウム'99，B102（1999）
- 4) 加納義久：日本接着学会誌，35，129（1999）
- 5) ㈱レスカタッキング試験機カタログ
- 6) 遠山三夫：“感圧接着剤（粘着剤）”，高分子刊行会（1991）