

アルミ外板
温間接着修正技法
作業事例（冊子版）

株式会社 自研センター

はじめに

温間で修正するメリット

アルミパネルを60℃～70℃に加熱しながら引出し作業を行うと、従来作業の『焼鈍し』に似た効果※¹を得ることが可能です。60℃～70℃という低い温度域でも引出しの力を軽減でき作業性が向上すると同時に引出し作業中のクラック発生を防止することができます。

『焼鈍し』はアルミパネルを200℃程度に加熱し、加工硬化を除去しますが、過熱により母材強度の低下を招く可能性がありました。『温間』で使用する60℃～70℃の温度域では母材の強度低下は発生しませんので『焼鈍し』と比べて優れています。

スタッド溶接のデメリット

『温間』はスタッド溶接による引出し作業にも利用可能です。スタッド溶接は強くパネルを引き出すことができ、いろいろな損傷パターンに使用可能な修正技法ですが、同時にアルミ粉じんが排出されるというデメリットも存在します。アルミ粉じんは、『粉じん爆発』や『異種金属接着腐食』の原因となり、防爆型集じん機や専用ブースなどの高額な機器・設備が必要となります。

耐熱性接着剤を使うメリット

スタッド溶接の代わりに樹脂製の引き具を熱可塑性樹脂で接着し、引出す技法を使った修正キットも販売されています。この技法はアルミ粉じんが排出されないため、安全性が高く、初期投資も抑えることができるという点で優れています。しかし熱可塑性樹脂を使用するため熱を加えると40℃前後で溶けてしまい『温間接着修正技法』には対応できません。

これに対して樹脂製の引き具をパネルに接着する手段として、熱可塑性樹脂の代わりに耐熱性接着剤を使うことにより、80℃ぐらいまでは接着強度が大きく落ちないため、『温間修正』が可能です。

『温間接着修正技法』のメリット

これら2つの修正技法を組み合わせた『温間接着修正技法』は『温間修正』の作業性向上や強度低下がないというメリットと、『接着』の安全性が高く、高額な機器・設備も不要なため初期投資を抑えられるメリット、両方のメリットを最大限活用できます。また、熱可塑性樹脂を使った修正キットを既に持っている場合は、大部分のツールを転用することも可能です。

本冊子の記載内容について

本冊子は新しいアルミ外板の修正技法である『温間接着修正技法』を使用した作業事例を記載しています。頻繁に起こりうる損傷状態や作業環境に関するいろいろな条件下で実際に作業して確認し、対応方法を検討、記載しています。しかし、損傷状態や作業環境は千差万別であり、すべての条件に対して、この技法の有効性を確認しておりませんので、ご理解をお願いします。

また、本冊子の位置づけはアルミ外板に対して従来の修正方法より安全かつ効率的な修正作業を行うための参考にしていただくものです。したがって個別の修正の結果を保証する性格のものではありません。あくまで実際の修正はご自身の責任で行ってください。

使用するツール・機器について

本技法に使用するツールや機器については各商品の説明書などの指示に従ってご使用ください。したがってツールや機器に起因する問題についてはそれぞれの販売元にお問い合わせください。

本冊子の使い方

本冊子を読む前にまずは「作業事例（動画版）」「作業事例（要約版）」をご覧くださいと概要と全体の作業の流れが把握できます。その後、必要に応じて本冊子を読んでいただくと「作業事例（要約版）」に記載された作業手順や注意事項を守らなければいけない理由について記載してあるため、理解が深まります。

温間接着修正技法に関する権利について

国内特許出願

出 願 番 号 : 特願 2018-165649

整 理 番 号 : P180014

発 明 の 名 称 : 金属面の修復方法

出 願 日 : 2018 年 9 月 5 日

出 願 人 : 株式会社 自研センター

著作権関連

この冊子の一部あるいは全部を、当社の承諾なく無断で複写、複製、転載、改変することを禁じます。

本冊子の取扱いについて

本冊子を参考にして修正作業を行う場合は、上記内容をご理解の上で修正作業を行ってください。

変更履歴

アルミ外板 温間接着修正技法 作業事例
初版作成 2019.9

アルミ外板 温間接着修正技法 作業事例（要約版）
初版作成 2019.9

安全な作業のために

作業に応じて適切な保護具を着用してください。

作業者の服装	作業着
	作業帽
	安全靴
作業に応じて着用 する保護具	耐溶剤手袋
	防毒マスク、活性炭マスク
	保護メガネ
	メカニックグローブ
	皮手袋
	フェイスプロテクタ
	防塵マスク

目次

はじめに.....	2
変更履歴.....	5
安全な作業のために	6
1. アルミ外板『温間接着修正技法』の作業事例	8
(1) 接着剤を室温（25℃～35℃）にする	8
(2) 引き具の選定.....	10
(3) 修正箇所の足付け	11
(4) 修正箇所の脱脂清掃.....	13
(5) 修正箇所の予熱	14
(6) 引き具を修正部へ接着	18
(6) 引き具を修正部へ接着（つづき）	23
(7) 接着剤の硬化	28
(8) 凹みの引出し	28
(9) 引き具の取外し.....	31
(10) 修正度合いの確認	34
2. アルミ外板『塗膜剥離～表面処理まで』.....	36
(1) 作業エリアの確保	37
(2) 塗膜剥離	38
(3) ハンマリング（必要に応じて）	39
(4) 鉄粉清掃	39
(5) 表面処理（必要に応じて）	40
3. 用語辞典	41
4. Q&A	46
(1) 対象とする損傷	46
(2) 作業方法について	46
(3) その他	47

1. アルミ外板『温間接着修正技法』の作業事例

『温間接着修正技法』を正しく行っていただくために、作業工程ごとに記載をしています。各工程の始めに“作業フロー”を記載し、作業の流れが確認できるようになっています。詳細な作業方法やポイント、注意事項は、そのあとに記載している“具体的な作業事例”を確認してください。

ポイントは青字で記載しています。

例 接着剤の吐出状態を確認してから使用する。

注意事項は赤字で記載しています。

例 接着剤をヘラなどで攪拌すると攪拌不良の原因となります。

(1) 接着剤を室温（25℃～35℃）にする

フロー図	フロー説明
<pre>graph TD; Start([開始]) --> A[a. 冷暗所から接着剤を取出す]; A --> B[b. 接着剤を室温環境（25℃～35℃）に置く]; B --> C{c. 接着剤の温度が 25℃～35℃であるか}; C -- YES --> D[d. 使用するまで接着剤の温度を維持]; C -- NO --> B; D --> End([終了]);</pre>	接着剤は冷暗所保管を推奨。 接着剤攪拌時の硬化反応を促進させるため25℃～35℃の環境に置く。 接着剤温度が25℃～35℃の場合、硬化時間内に引出しに必要な接着強度を発揮できる。 接着剤を塗布するまで温度を維持させる。

〈具体的な作業事例〉

a. 冷暗所から接着剤を取出す

- ・接着剤はスリーエム ジャパン株式会社の 04747（以下、スリーエム 04747）を使用します。可使時間 20 秒以内の速乾型接着剤です。
- ・接着剤の取扱いに関しては、接着剤のラベルに記載されている〔注意書き〕をご確認ください。



- ・室温の高い所では、品質保持期限が短くなる可能性があるため、冷暗所保管を推奨します。

b. 接着剤を室温環境（25℃～35℃）に置く

- ・接着剤を 5 分で必要強度にするためには“接着剤の温度が 25℃～35℃”である必要があります。
- ・室温が 25℃以上ある場合は、その環境に置いてください。
- ・室温が 25℃未満の場合は、P 14 で使用するハロゲンヒータ周辺 30℃前後の場所で温めてください。
- ・参考として、下の写真はハロゲンヒータとサーモスイッチを使用した加熱方法です。サーモスイッチの設定温度を 35℃に設定しています。サーモスイッチの取扱いに関しては、取扱い説明書をご確認ください。



- ・接着剤の温度は 35℃を超えないようにしてください。品質保持期限が短くなる可能性があります。

c. 接着剤の温度が 25℃～35℃である

- ・接着剤の温度を直接測定することは難しいので、25℃～35℃の環境に 30 分から 1 時間程度置いてください。

d. 使用まで温度を維持

- ・室温が 25℃以上の場合、接着剤を塗布するまで同環境に置いてください。
- ・室温が 25℃未満で、熱源が 1 つしか準備できない場合は、P14 “（5）修正箇所の予熱” の作業時にハロゲンヒータの照射範囲内で 25℃以上 35℃未満に加熱してください。

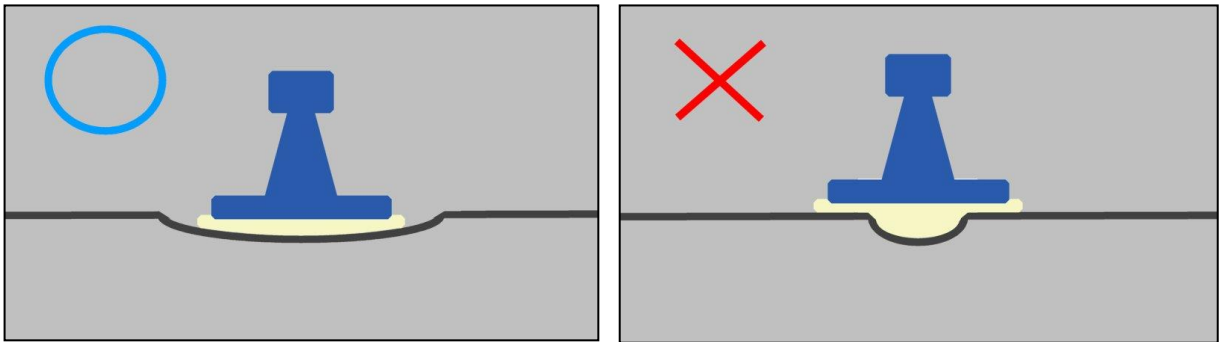
(2) 引き具の選定

a. 引き具は、損傷より小さいサイズを選択

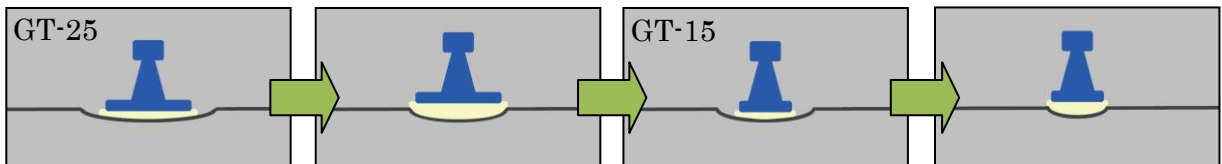
- ・使用する引き具は、BETAG INNOVATION(ベータグイノベーション社) GT-15、GT-25（以下、GT-15、GT-25）です。



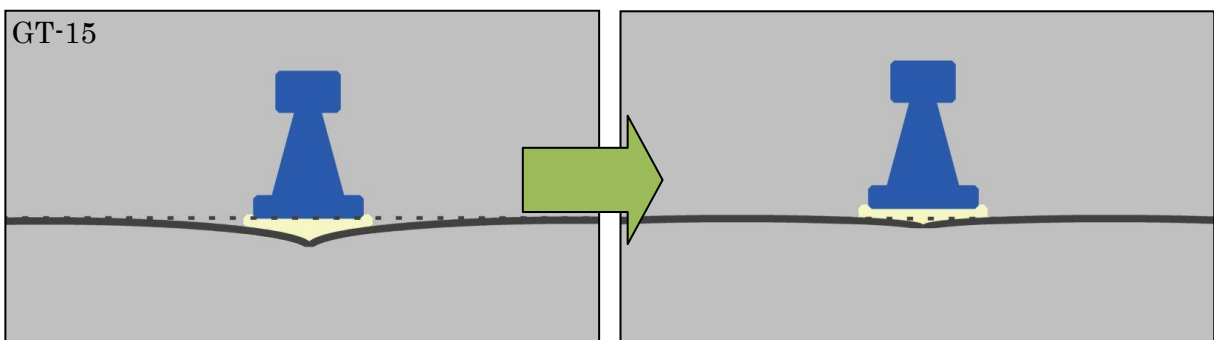
- ・引き具は、損傷（実際に凹んでいる箇所）より小さいサイズを選択してください。
- ・損傷よりも大きいサイズの引き具を選択した場合、引き具で凹みを覆ってしまうため、修正度合いの確認ができなくなります。
- ・接着面で引出すため、引き具の接着面積よりも小さな損傷だけを引出すことは困難です。



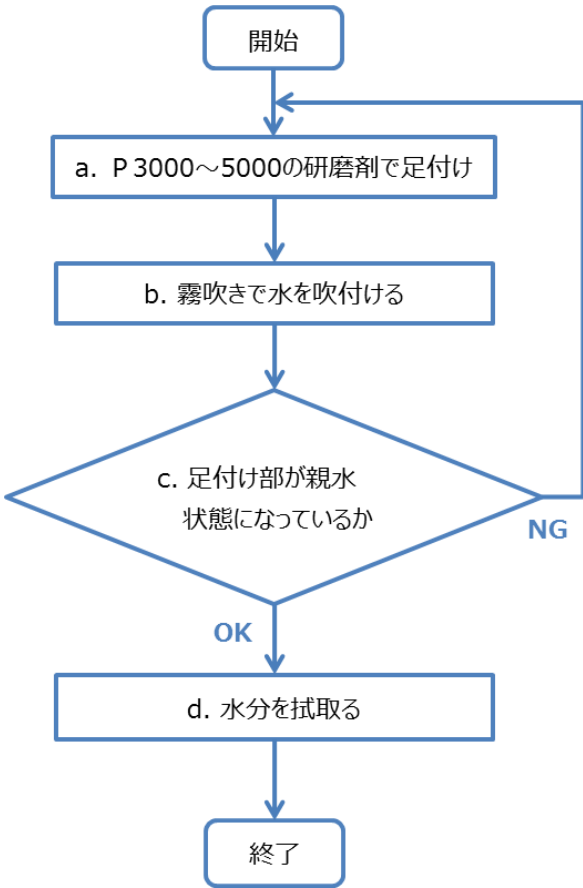
- ・GT-25 より大きな損傷は、まず GT-25 で引出してください。さらに修正する場合は、GT-15 を接着し修正を行ってください。



- ・塑性変形の影響により、弾性変形の領域が大きい場合は、GT-15 で塑性変形を取除く方が効率的なケースもあります。



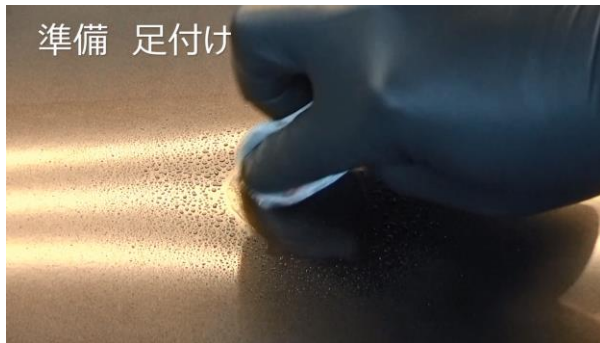
(3) 修正箇所の足付け

フロー図	フロー説明
 <pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. P 3000~5000の研磨剤で足付け] A --> B[b. 霧吹きで水を吹付ける] B --> C{c. 足付け部が親水状態になっているか} C -- NG --> A C -- OK --> D[d. 水分を拭取る] D --> End([終了]) </pre>	水研ぎ用研磨剤を使用し足付けを行う。 足付けの確認をするため、霧吹きで水を吹付ける。 親水状態ならば足付けは完了。 ウエスなどで水分を拭取る。

〈具体的な作業事例〉

a. P 3000～5000 の研磨剤で足付け

- ・足付けは引き具を接着する箇所のみ行います。
- ・水研ぎ用研磨剤を使用することで、次の霧吹きでの足付け度合いの確認が効率よく行えます。



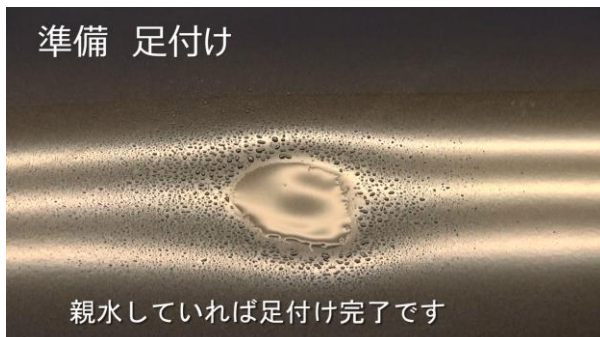
- ・接着剤は塗膜に対して接着力を発揮します。粗い番手で塗膜を除去するほどの足付けは行わないでください。
- ・広範囲の足付けは、修正度合いの目視確認が困難になるため行わないでください。
- ・損傷により素地が露出している場合は、プライマを塗布してください。
- ・引き具を接着する箇所の塗膜に、割れや浮きがある場合、引出し作業時に引き具が剥がれてしまうことがあります。あらかじめ塗膜を除去し、素地にプライマを塗布してください。

b. 霧吹きで水を吹付ける

- ・水を吹き付けることで、足付けができたか否かの判断ができます。

c. 足付け部が親水状態になっている

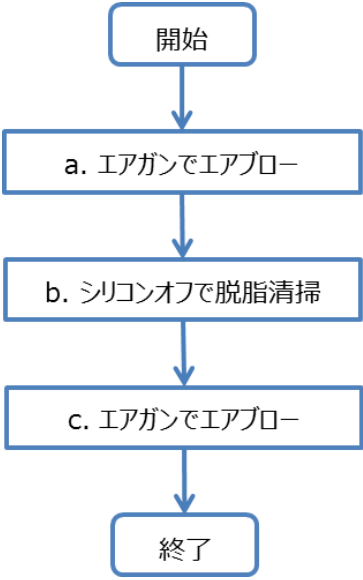
- ・下の写真のような親水状態になれば、足付けができた目安となります。撥水ガラスボデーコーティング施工車も同様に親水状態になるまで作業を行います。



d. 水分を拭取る

- ・親水状態になっていることを確認し水分を拭取ります。

(4) 修正箇所の脱脂清掃

フロー図	フロー説明
 <pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. エアガンでエアブロー] A --> B[b. シリコンオフで脱脂清掃] B --> C[c. エアガンでエアブロー] C --> End([終了]) </pre>	細かいチリや水分などを取除く。 油分を取除く。 表面に残った溶剤分を取除く。

〈具体的な作業事例〉

鈑金、塗装において一般的に行われている作業なので割愛します。

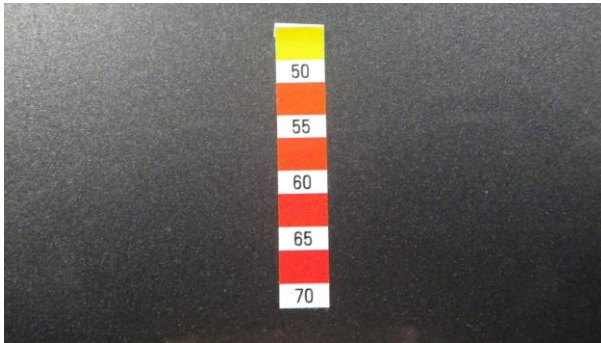
(5) 修正箇所の子熱

フロー図	フロー説明
<pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. サーモラベル貼付け] A --> B[b. サーマスウィッチ温度センサ取付け] B --> C[c. ハロゲンヒータ設置] C --> D[d. サーマスウィッチとハロゲンヒータを接続] D --> E[e. ハロゲンヒータのスイッチON] E --> F[f. 初回はサーモスウィッチ下限60℃上限65℃に設定 2回目以降は適宜温度設定] F --> G{g. サーモラベルが 60℃±5℃であるか} G -- OK --> End([終了]) G -- NG --> F </pre>	サーモラベルを足付け部に接するように貼付ける。 アルミテープで弾性変形領域に取付ける。 近赤が含まれている赤外線ヒータを使用する。 初回はサーモスウィッチ下限を 60℃、上限を 65℃に設定する。 2 回目以降はサーモラベルを確認しながら適宜温度設定をする。 55℃～65℃以外であればサーモスウィッチの温度調整を行う。

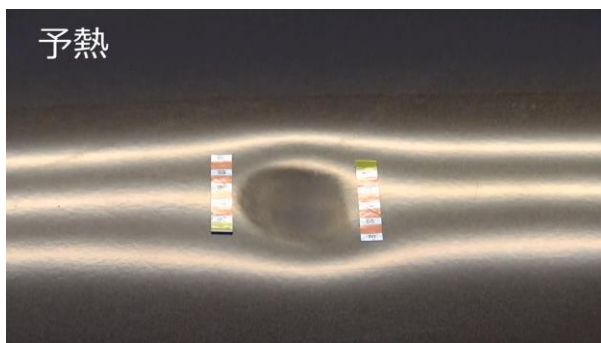
〈具体的な作業事例〉

a. サーモラベル貼付け

- ・下の写真がサーモラベルです。温度の上昇にともない数字上部の色が変化します。



- ・サーモラベルは足付け部に接するように貼付けます。貼付け方向はラベルの長辺を損傷へ向けて貼付けます。

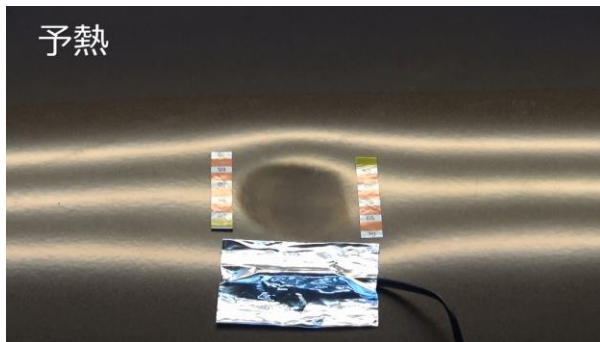


b. サーモスイッチの温度センサ取付け（温度センサ付赤外線ヒータ所有の場合は不要）

- ・パネル温度を測定する温度センサを取付けます。サーモスイッチは温度センサの情報から、設定上限温度に達すると電源を OFF に、設定下限温度に達すると電源が ON する装置です。



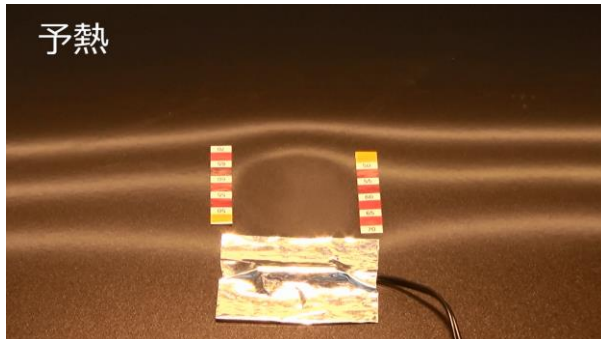
- ・温度センサを取付ける位置は、損傷の弾性変形領域内であつ、修正度合いを確認するときに邪魔にならない範囲となります。難しい場合は、引出し作業を行う半径 10 cm以内を目安にしてください。
- ・必ずアルミテープで温度センサを覆うように固定してください。
アルミテープは赤外線などの反射率が高いので、温度センサが直接ハロゲンヒータに加熱されることを防ぐことができます。
- ・マスキングテープなどで固定した場合、温度センサ本体が加熱され、パネル温度よりも高い数値を表示することがあります。



- c. ハロゲンヒータ（近赤外線を含むヒータ）設置（温度センサ付赤外線ヒータ所有の場合は不要）
- ・使用するハロゲンヒータ（近赤外線を含むヒータ）により異なりますが、損傷部が加熱できるように三脚などを使用します。
 - ・ハロゲンヒータに含まれる可視光線により雰囲気も加熱できるため、接着剤を硬化させる条件^{※1} ①と③を達成できます。
- ※1 接着剤を硬化させる条件
- ① パネル温度 60℃±5℃
 - ② 接着剤の温度 25℃以上 35℃未満
 - ③ 雰囲気温度 25℃以上
- d. サーモスイッチとハロゲンヒータを接続（温度センサ付赤外線ヒータ所有の場合は不要）
- ・ハロゲンヒータの電源線をサーモスイッチに接続します。

e. ハロゲンヒータのスイッチ ON

ハロゲンヒータの電源を入れ、予熱を開始します。



f. 初回はサーモスイッチ下限 60℃上限 65℃に設定 2 回目以降は適宜温度設定

・サーモスイッチの下限を 60℃に上限を 65℃に設定し予熱を行います。



g. サーモラベルが 60℃±5℃である

・サーモラベルは温度上昇にともない、朱色からあずき色に変色します。下の写真右側のサーモラベルの表示温度は 65℃程度を示しています。



・サーモラベルの表示温度が 55℃未満の場合、サーモスイッチの設定温度を上げ、65℃を超える場合、サーモスイッチの設定温度を下げサーモラベルの表示温度を再度確認します。

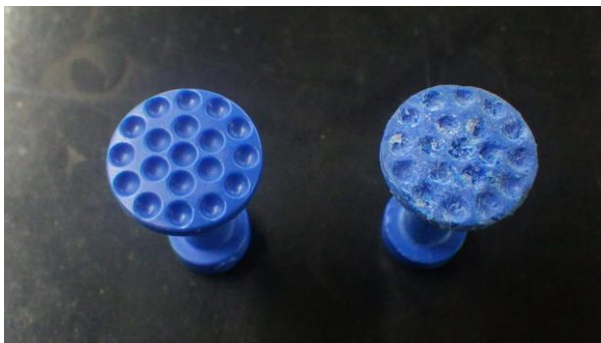
(6) 引き具を修正部へ接着

フロー図	フロー説明
<pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. 引き具の脱脂・清掃] A --> B[b. 接着剤のキャップに合いマークをつける (初回のみ)] B --> C[c. 接着剤をアプリケーターに取付ける] C --> D[d. 2液の吐出状態を確認] D --> E[e. ミキシングノズルを取付ける] E --> End[] </pre>	使用する引き具の脱脂・清掃を行う。 保管時の硬化反応を防止するため、キャップは向きを合わせ締付ける。 キャップを外し2液が1:1で吐出されることを確認する。 必ずミキシングノズルを使用する。

〈具体的な作業事例〉

a. 引き具の脱脂・清掃

- ・使用する引き具の脱脂・清掃を行います。
- ・写真右側の何度が使用した引き具の方が足付け効果も働き、接着力が安定しやすいです。



- ・新品の引き具を使用する場合、接着力が低くなることがあります。塗膜の足付けに使用した P 3000～5000 の研磨剤などで足付けを行ってから使用ください。
- ・使用する引き具は、延びや白化がないことを確認し、損傷していなければ再使用可能です。下の写真は白化しているため使用不可となります。



b. 接着剤のキャップに合いマークをつける（初回のみ）

- ・接着剤の保管時に、キャップを使用する場合は予め合いマークをつけます。（保管方法は P26～27 参照）
- ・合いマークによりキャップが正しく取付けられたか確認することができます。
- ・合いマークがずれていると、主剤と硬化剤が内部で接触、または密閉不足により保管中に接着剤が硬化することがあります。



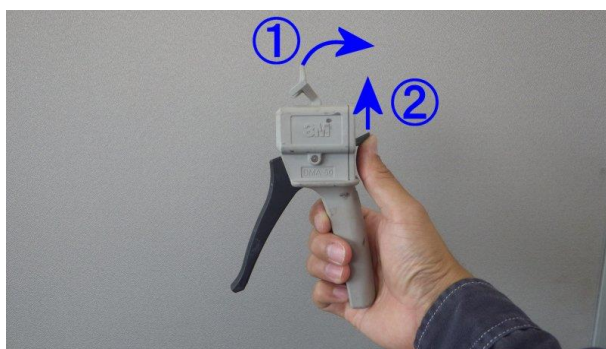
c. 接着剤をアプリケーターに取付ける

- ・接着剤を吐出させるためにアプリケーターに取付けます。



参考：以下はアプリケーターの使用方法と接着剤 04747 キャップの取外し方法となります。

- ・①アプリケーターのストッパを持ち上げ、②レバーを上へ押し上げます。



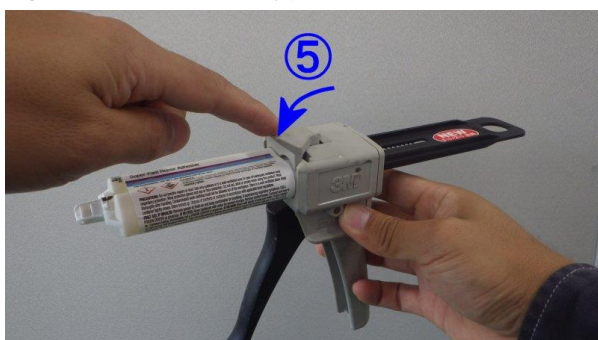
- ・③プランジャを奥まで押込みます。プランジャは主剤と硬化剤の割合が1：1に対応したものを使用します。



- ・④接着剤をアプリケーターに取付けます。



- ・⑤ストッパを押し下げ、接着剤を固定します。



- ・⑥接着剤のキャップを 90°上方向へ回転させます。



- ・⑦キャップを引き取外します。



d. 2 液の吐出状態を確認

- ・キャップを外した状態で 2 液が 1 : 1 の割合で吐出されているか確認します。
- ・数回使用している接着剤は出口付近で接着剤が硬化し、わずかに詰りが発生している場合があります。
下の写真のようにケガキ針などで詰りを除去するか、硬化した接着剤を吐出させ詰りを除去してください。



e. ミキシングノズルを取付ける

- ・必ずミキシングノズルを取付けて接着剤の攪拌を行ってください。
- ・可使時間が 20 秒と短いため、パテ定盤などでの攪拌では攪拌不良の原因となります。
- ・使用したミキシングノズルは、硬化反応した接着剤が内部に残るため使い捨て（再使用不可）となります。



(6) 引き具を修正部へ接着 (つづき)

フロー図	フロー説明
<pre> graph TD Start([スタート]) --> F[f. 捨打ちを行う] F --> G[g. 引き具に接着剤を塗布] G --> H[h. 修正箇所へ引き具を接着する] H --> I{i. 2つ以上引き具を接着するか} I -- YES --> J{j. 吐出しづらいか} I -- NO --> End([終了]) J -- YES --> F J -- NO --> End </pre>	必ず捨打ちを行うこと。捨打ち後 20 秒以内（可使用時間）に接着すること。 2～3 mmの厚みになるよう塗布する。 垂直面の接着は、3 秒程度保持すること。 ミキシングノズル内で硬化が進むと、握りが硬くなり吐出しづらくなる。この場合、握りが軽くなるまで捨打ちを行う。

〈具体的な作業事例〉

f. 捨打ちを行う

- ・ミキシングノズルを使用しても、吐出初期は攪拌不良の可能性があるため、3 cm程度の捨打ちを行います。
- ・捨打ち後、可使時間の 20 秒以内に “h. 修正箇所引き具を取付ける” を終わってください。
- ・攪拌された接着剤がミキシングノズル内で 20 秒以上経過すると、硬化し始めてしまうためミキシングノズルは使用不可になります。



g. 引き具に接着剤を塗布

- ・引き具に接着剤を塗布する量は、写真を参考にしてください。厚みは接着前で 2～3 mmです。
- ・薄く塗布した場合、パネルから引き具を外す時に引き具を損傷しやすくなります。また、引き具に残った接着剤は除去しにくくなります。



h. 修正箇所に取り具を接着する

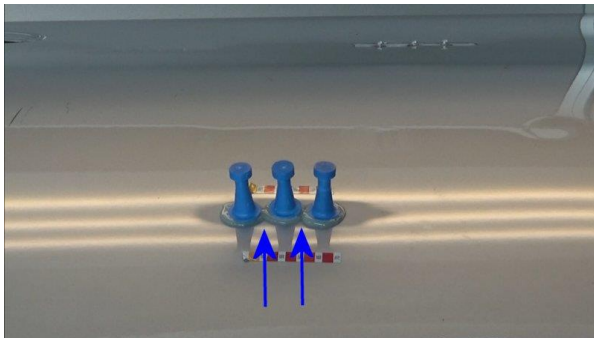
- ・ドアなど垂直面に取り具を接着する場合は、3 秒程度保持する事でその場に接着する事が可能です。
- ・接着するときに、パネルに強く押し付け不要よう注意してください。前記の接着剤を薄く塗布した場合と同じ状態になります。

i. 2 つ以上取り具を接着する

- ・損傷の面積によって2 つ以上取り具を接着する場合は、ミキシングノズル内の接着剤の状態で、この後の作業が変わります。

j. 吐出しづらい

- ・2 つ目の取り具に接着剤を塗布するとき、ミキシングノズル内で硬化反応している接着剤により、ガンの握りが硬くなり吐出しづらい状態となることがあります。この場合は、ガンの握りが軽くなるまで、硬化反応している接着剤を捨打ちします。
- ・上記の捨打ちを行わずに作業を行うと、可使時間を越えた接着剤がミキシングノズル内の抵抗となり、主剤と硬化剤の攪拌不良が発生し、接着不良になる可能性があります。さらに3 つ目、4 つ目の取り具に塗布する時にはミキシングノズル内で硬化し吐出ができなくなることがあります。この場合は新品のミキシングノズルに取替えます。
- ・複数の取り具を接着するときは、下の写真のように取り具に塗布した接着剤同士が接触しないようにしてください。引き作業時に1 つの取り具が剥がれることがきっかけとなり、隣の取り具も剥がれてしまうことがあります。



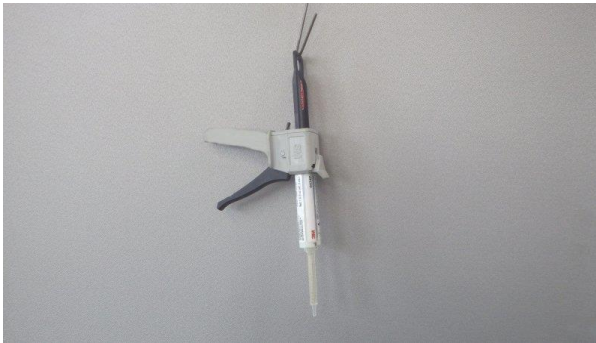
〈参考〉

接着剤の保管方法は以下の通りです。スリーエム推奨方法と、その他の方法を記載しています。使用状況などにより選択してください。

・スリーエム推奨方法

使用後、写真のようにプランジャをフックなどに掛けた状態で保管します。アプリケーションから接着剤は外さず、ミキシングノズルも付けたままにします。保管場所は、直射日光が当たらない冷暗所に保管します。

使用済みのミキシングノズルをキャップの代わりに使用し、粘度の関係上、下に向けて吊るすことで接着剤の逆流を防止します。



・その他の方法

使用後にもともと装着されていたキャップを取付け冷暗所に保管します。

- ①キャップに予めつけた合いマークを、接着剤本体の合いマークから 90°上へ回転した位置に向けま
- す。②キャップを接着剤本体に差込みます。



- ③キャップを下へ回転させます。



- ④キャップと接着剤本体の、合いマークがあえば取付け完了です。



(7) 接着剤の硬化

a. 予熱時のセッティング状態で 5 分～7 分硬化させます。

・作業に十分対応できる硬化時間は最短で 5 分です。

(8) 凹みの引出し

フロー図	フロー説明
<pre>graph TD; Start([開始]) --> A[a. ハロゲンヒータをOFF]; A --> B[b. ヒータガンで修正箇所の周囲を加熱]; B --> C{c. サーモパールの温度が 60℃±5℃であるか}; C -- YES --> D[d. 引出し作業]; C -- NO --> B; D --> End([終了]);</pre>	安全を考慮しハロゲンヒータを OFF する。 修正箇所を直接加熱すると、接着剤の強度が低下する可能性があるため、修正箇所の周囲を加熱する。 サーモパールに温風を当てないようパネルを加熱する。 加熱温度が下がらないように引き作業をする。

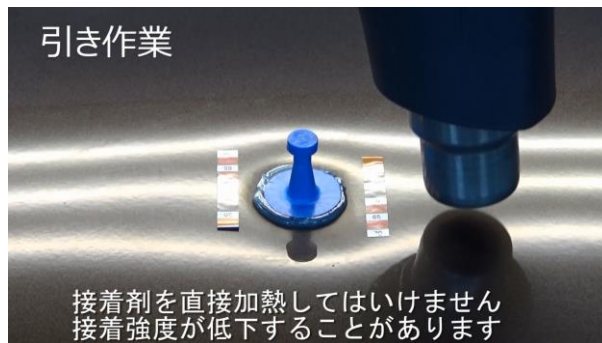
〈具体的な作業事例〉

a. ハロゲンヒータを OFF

- ・ハロゲンヒータの照射範囲内での作業は火傷の可能性があるため、必ずハロゲンヒータを OFF します。
- ・サーモスイッチの温度センサも取外します。

b. ヒータガンで修正箇所の周囲を加熱

- ・加熱は、修正箇所を直接ではなく、周囲から間接的に加熱を行うと温度の維持が容易です。
- ・サーモラベルに直接温風を当てないでください。サーモラベルが温風の温度を表示してしまうため、パネル温度を正確に表示できなくなります。
- ・接着剤にも直接温風を当てないでください。接着剤の耐熱温度を超え、強度低下する可能性があります。



c. サーモラベルの温度が $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ である

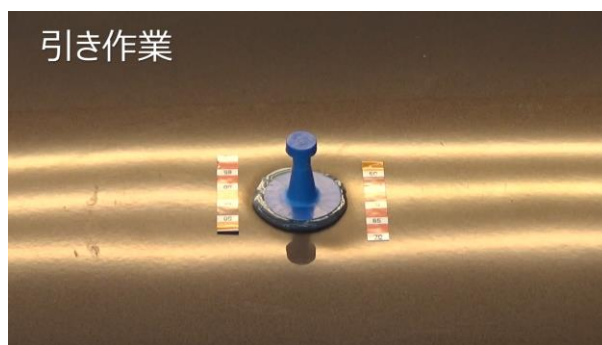
- ・修正箇所の周囲から加熱し、サーモラベルが $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲に入っていることを確認します。
- ・ヒータガンの設定温度は、パネル温度や、損傷面積により異なるためサーモラベルの温度を確認しながら適宜調整してください。

d. 引出し作業

- ・パネル温度が $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の時に引出し作業を行ってください。
- ・パネルは一気に引出さず、ゆっくり、じんわり引いてください。
- ・引出しては修正度合いの確認を行いながら、徐々に引出し力を強めてください。
- ・必要以上に引出そうとすると、引き具が破断する可能性がありますので注意してください。
- ・一気に引き出そうとすると、引き具がパネルから外れプーラのトリガーとグリップの間に指や手を挟む可能性がありますので注意してください。



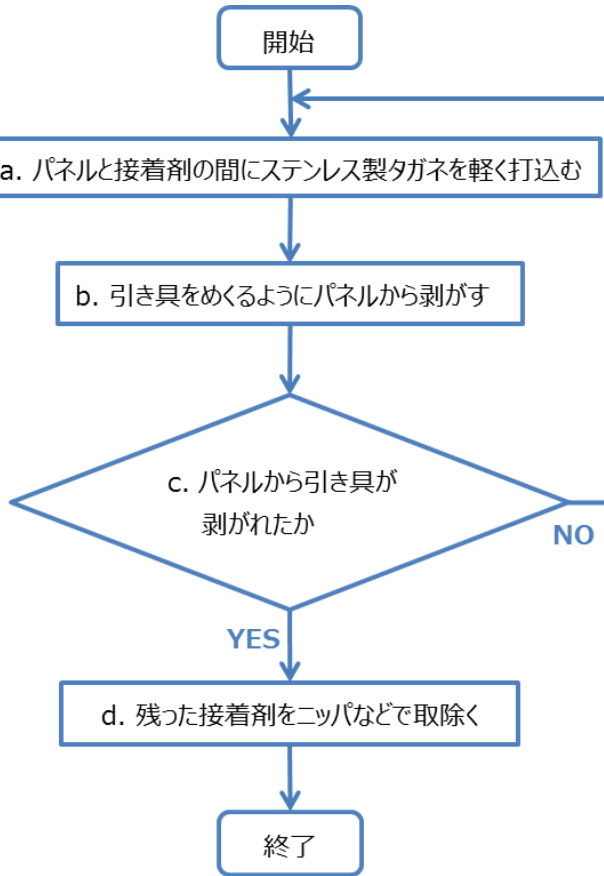
- ・下の写真は引き作業が終了した状態です。大部分の歪みが除去されているのが確認できます。



- ・使用するプーラは引き具の上部にしっかりと引っかけることが可能で、十分な引出しストロークがあればハンドプーラだけでなく、ブリッジ式やレバー式のプーラを使用することも可能です。



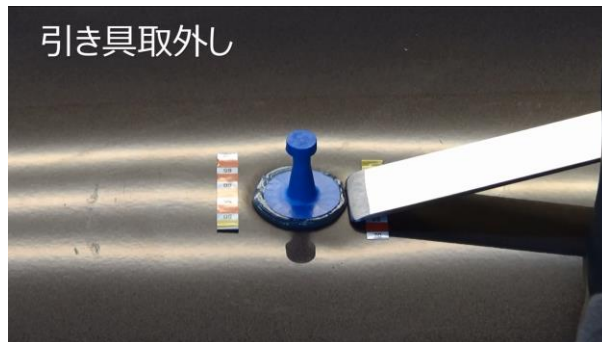
(9) 引き具の取外し

フロー図	フロー説明
 <pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. パネルと接着剤の間にステンレス製タガネを軽く打込む] A --> B[b. 引き具をめくるようにパネルから剥がす] B --> C{c. パネルから引き具が剥がれたか} C -- NO --> A C -- YES --> D[d. 残った接着剤をニッパなどで取除く] D --> End([終了]) </pre>	ステンレス製タガネをパネルと接着剤の間に軽く打込み、剥がれるきつかけを作る。 きつかけができるとシールを剥がすように引き具が剥がれる。 パネルに残った接着剤はニッパなどで取除く。

〈具体的な作業事例〉

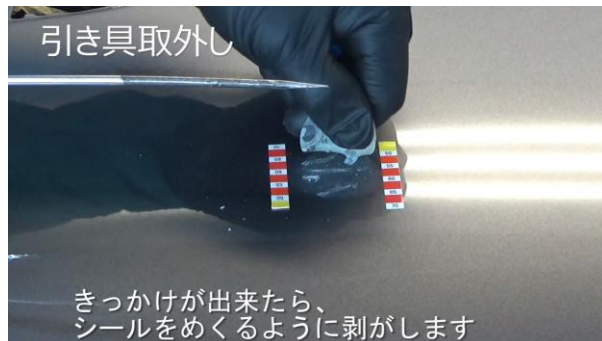
a. パネルと接着剤の間にステンレス製タガネを軽く打込む

- ・異種金属接触腐食を防止するため、ステンレス製のタガネを推奨。
- ・パネルと接着剤の間にステンレス製タガネを軽く打込み、剥がれるきっかけを作ります。
(タガネを打込んだ時点で引き具が剥がれることもあります)
- ・スリーエム 04747 は、剥離方向への力を加えるとシールのように容易に剥がすことができます。



b. 引き具をめくるようにパネルから剥がす

- ・手で引き具をめくるようにパネルから剥がします。

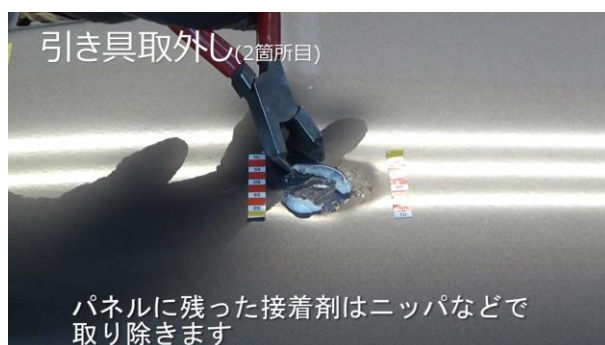


c. パネルから引き具が剥がれた

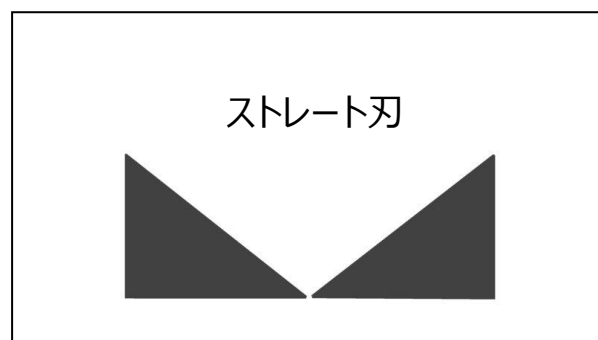
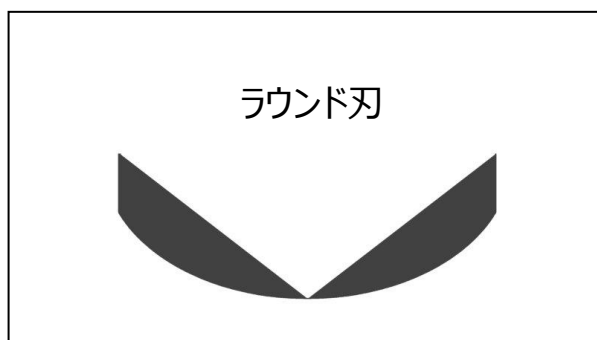
- ・引き具が剥がれない場合は、再度ステンレス製タガネを軽く打込みます。

d. 残った接着剤をニッパで取除く

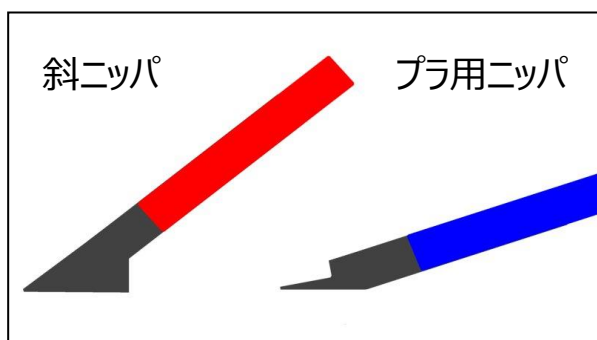
- ・パネルの修正度合いを確認するときは、残った接着剤を取除きます。
- ・ニッパで端をつかみめくるように剥がします。写真はラウンド刃の斜ニッパを使用しています。



- ・ニッパは『ラウンド刃』の『斜ニッパ』や『プラスチック用ニッパ』などの比較的小さなサイズ(150mm 程度)を推奨します。
- ・『ラウンド刃』を使用することでパネルへ角当たりがしにくくなります。



- ・『斜ニッパ』はパネルに対して刃先の角度が付くので、めくるときに手がパネルに接触しにくくなります。『プラスチック用ニッパ』も刃先に角度がより付いている方が作業性が良いです。



- ・引き具側に接着剤が残った場合もニッパで同様に剥がします。ディンプルに残った接着剤はケガキ針等を使用し除去します。

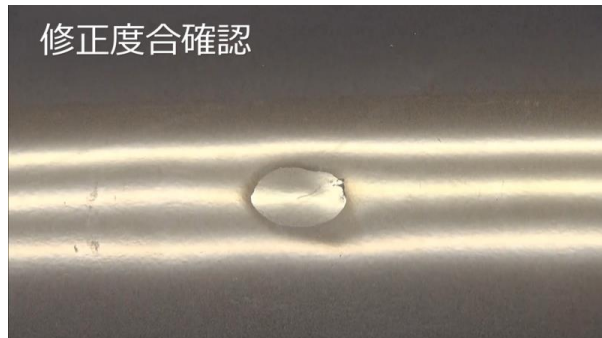
(10) 修正度合いの確認

フロー図	フロー説明
<pre> graph TD Start([開始]) --> A[a. 修正度合いの確認] A --> B{b. 十分引出せたか} B -- NO --> C3[<u>(3) 修正箇所の足付けへ</u>] B -- YES --> C{c. 引出し過ぎた箇所があるか} C -- NO --> C3 C -- YES --> D[d. ハンマなどで叩落とす] D --> End([終了]) C3 --> A </pre>	蛍光灯などで歪みの状態を確認する。 引出し足りない箇所がある場合は (3) 修正箇所の足付け から再度作業を行う。 引出し過ぎて凸状態になっている箇所があるか確認する。 凸がある場合はハンマなどで叩落とす。

〈具体的な作業事例〉

a. 修正度合いの確認

- ・修正度合いを確認するときは、パネル温度が室温になった状態で確認してください。



b. 十分引出せた

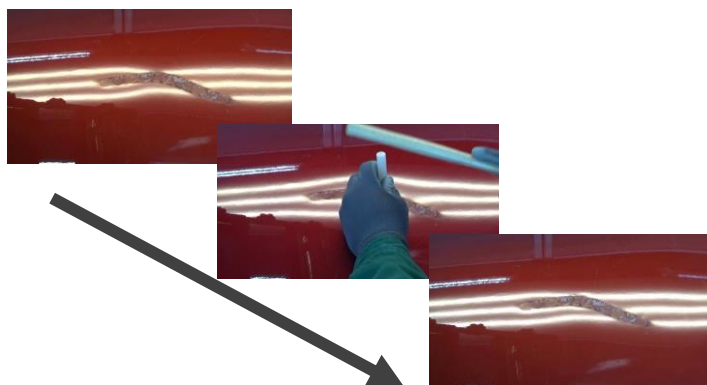
- ・板金パテなどで対応可能なレベルまで修正できていれば次の工程へ
- ・引出し足りない箇所がある場合は、(3) 修正箇所の足付けから再度作業を行います。

c. 引出し過ぎた箇所がある

- ・引出し過ぎた箇所がある場合は次の工程へ移ります。

d. ハンマなどで叩落とす

- ・引出し過ぎて凸になった箇所をハンマなどで叩落とします。
- ・アルミ修正に使用するハンマは『異種金属接着腐食』を防止するため、アルミ製または木ハンマを推奨します。スチールハンマの場合、鉄粉など付着物を除去することで使用可能となります。
- ・ハンマ以外にも樹脂製のポンチを介して叩落とすことでピンポイントの作業が可能です。



『温間接着修正技法』の説明は以上です。

残ったわずかな歪みは、次ページの アルミ外板『塗膜剥離～パテ研磨まで』で対応します。

2. アルミ外板『塗膜剥離～表面処理まで』

ここからは『温間接着修正技法』で修正したパネルに対して、表面処理までの作業工程を記載しています。表面処理後は鋼板と同様にパテ整形を行います。

鋼板と比較した場合の作業工程の違いや、使用ツールの違いなどを作業工程ごとに記載しています。

作業時の『禁止事項』は赤、『警告事項』は黄で表記し、それぞれに対応する『ポイント』を青とし、一目で判断できるようピクトグラムと文章で表記しています。

禁止事項



べからず

アルミ粉の発生を抑制するため、アルミ素材は極力削らない

警告事項



べからず

連続的な作業は避ける

作業上のポイント



ポイント

柔軟性の有る研磨剤を使用し、砥粒は細かくする

(1) 作業エリアの確保



べからず

作業エリアに、「鉄粉」や「スパッタ」を飛込ませない



ポイント

「パーテーション」「カーテン」でアルミ作業エリアを区切る



ポイント

鋼鈑の作業エリアから、できる限り遠ざける

異種金属接触腐食を防止するため、鉄粉やスパッタなどが入ってこないように、「パーテーション」や「カーテン」でエリアを区切り、かつ、鋼板の作業エリアからできる限り遠ざけます。

異種金属接触腐食の基礎知識

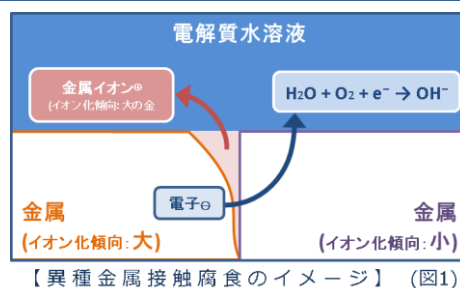
金属にはそれぞれ、水溶液中で金属イオンへのなり易さ(イオン化傾向)があり、異なる金属が電解質水溶液(雨、海水等)を介して接触している場合、図1の様な腐食反応を起こします。

異種金属接触腐食と金属のイオン化傾向の関係

異種金属接触腐食は、接している金属のイオン化傾向の差が大きい程顕著になり、この反応は、**イオン化傾向が大きい方の金属がなくなるまで続きます。**

アルミニウムは鉄よりイオン化傾向が大きい。(表1)

つまり、**アルミニウムと鉄が電解質水溶液中で接触していると、アルミニウムが腐食します。**



【金属のイオン化傾向と電位】(表1)

イオン化傾向	電位	金属	標準電極電位 (V)
小	貴	金	+1.520
		銅	+0.340
		(水素)	0.000
		鉛	-0.126
大	卑	錫	-0.138
		鉄	-0.440
		亜鉛	-0.763
		アルミニウム	-1.676
		マグネシウム	-2.363

(2) 塗膜剥離



べからず

アルミ粉じんの発生を抑えるため、アルミ素材は極力削らない



べからず

アルミ粉じんを「飛散」させない



べからず

摩擦熱を発生させるような、連続的な作業は行わない



ポイント

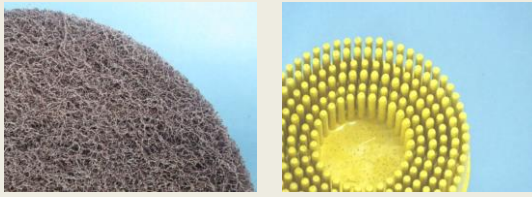
柔軟性の有る研磨剤で、砥粒は細かく、断続的に作業する



ポイント

工具による研磨作業時、粉じんは極力下方へ排出する

塗膜剥離時に、硬質な研磨剤を使用すると、アルミ素材を削過ぎる可能性があります。
そのため、砥粒を細かく柔軟性のある研磨剤を使用することで、アルミ素材を極力削らないようにします。
更に、摩擦熱で熱歪みが発生しないよう、断続的に作業を行います。

鋼板	アルミパネル
 	 
粒度：荒い 比較的、硬質で張りのある研磨剤を使用	粒度：細かく 柔軟性のある研磨剤を使用

(3) ハンマリング（必要に応じて）



べからず

鉄粉をアルミパネルに付着させない



ポイント

木製ハンマ、アルミ製ハンマ&ドリーなどで電食を防止

鋼鈑はスチール製のハンマドリーを使用しますが、アルミは、異種金属接触腐食を防止するため、「アルミ製」のハンマドリーや「木ハンマ」の使用を推奨します。

但し、スチール製でも鉄粉などの付着物を除去していれば使用可能です。

鋼鈑	アルミパネル
	 
スチール製ハンマ&ドリーを使用します	アルミ製ハンマ&ドリー、または木ハンマの使用を推奨します

(4) 鉄粉清掃



べからず

「鉄粉」の清掃なしに、次工程へ移らない



ポイント

状況に応じ、トラップ粘土やタッククロスでアルミ素地を清掃

次工程の「表面処理材（プライマ）」の塗布時に、アルミパネルに鉄粉が付着した状態で塗装を行うと、「異種金属接触腐食」を起すため、アルミパネル表面の鉄粉を清掃します。

(5) 表面処理（必要に応じて）



ポイント

表面処理剤（プライマ）で、腐食防止、密着性向上

「腐食防止」やパテの「密着性」を向上させる目的で表面処理剤（プライマ）を塗布します。小さな巣穴や傷などはコーティング&充填されることにより、腐食やその上に盛るパテ、塗装の欠陥を防止します。

使用するパテや塗料により、表面処理剤（プライマ）の有無や種類が異なります。

現在は、従来からあるウォッシュプライマ、エポキシプライマの他に、クロム PRTR 対象物質を含まない、環境配慮型プライマもあります。使用する塗料メーカーの指示に従ってください。

鋼板	アルミパネル
	
不要	プライマ
	
不要	アルミパネル素地部分に、 表面処理剤(プライマ)を塗布します

3. 用語辞典

あ

- ・ **アプリケーション**

2 液型接着剤を定量的に吐出させることができる専用ガン

- ・ **アルミ粉じん**

アルミの粒子で、粒径により粉じん爆発の原因となる。スタッドの残部研磨時や塗膜剥離時に排出されるアルミ粉じんの中にも粉じん爆発の原因となる粒径が含まれていることが確認できている

い

- ・ **異種金属接着腐食**

特にアルミ素地に鉄粉が付着したときに腐食が重症化するリスクが大きくなるが、その逆も腐食のリスクは伴う

お

- ・ **温間**

金属加工における冷間(常温)～熱間(再結晶温度以上)の間の温度帯を指す言葉
温間修正技法においては、アルミパネルを 60℃～70℃に加熱することを指す

- ・ **温間修正技法**

従来アルミ板金を行う場合は、加工硬化を除去し修正時のクラックを防止するために焼鈍しを行っていたが、温度管理を誤ると母材の強度低下を招く恐れがあった。温間修正技法は強度低下が起きない温度帯（60℃～80℃）で加熱しながら修正を行う技法である

- ・ **温間接着修正技法**

従来の熱可塑性樹脂を使用した接着修正技法のメリットであるアルミ粉じんの排出ゼロと、スタッド溶接引出しにおける温間修正技法のメリットを掛け合わせた修正技法であり、引出し作業時のアルミ粉じんの排出ゼロ、かつ、温間修正技法が可能となる

か

- ・ **加工硬化**

損傷により変形した箇所は、損傷前の状態よりも硬くなる現象

- ・ **アルミ外板板金 温間接着修正技法 作業事例（要約版）**

作業現場での携帯性や利便性を考慮し、最低限の作業手順と注意点が確認できるマニュアル

く

・クラック（ヒビ）

アルミは鋼鉄と比較し延性が低く、クラック（ヒビ）が入りやすい。特にスライディングハンマのような動荷重を加え修正するとクラックが入りやすくなる傾向がある

さ

・サーモスイッチ

設定温度内でスイッチの On/Off を自動で行う装置

パネルの予熱、接着剤の硬化時に使用するハロゲンヒータの電源を On/Off させることで設定温度を維持する

・サーモスイッチ温度センサ

サーモスイッチに接続し、対象物の温度を測定する温度センサ

・サーモラベル

対象物に貼付け、対象物の温度を可視化できるラベル

『温間接着修正技法』では、パネル表面に貼付け、引き作業時のパネル温度が $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲に入っていることを確認するために使用

し

・樹脂製の引き具

接着剤を介し凹みに接着され、プーラで引き出す際のきっかけとなる部品

『温間接着修正技法』に使用する耐熱性接着スリーエム 04747 は、樹脂に対して良好な接着力を発揮するため、引き具は樹脂製が望ましい

その中でも、特に接着力と強度が高いベータグイノベーション社製の引き具を推奨

・親水状態

水になじんでいる状態。親水 $\Leftrightarrow$ 撥水

す

・スタッド溶接

アルミ外板板金に限定すると、コンデンサスタッドなどと呼ばれ、アルミ製の引出しピン（スタッド）にコンデンサに蓄えた電力をごく短い時間（数秒/1000）通電し、アルミパネルに溶接を行う方法

特にアルミは鋼鉄と比較し電気伝導性が良く、ジュール熱が発生しにくいいためこのような方法をとる

・捨打ち

捨打ち接着に使用する前に、ミキシングノズルから吐出した接着剤の攪拌状態を確認する作業

およそ 3～5cm 程度吐出し、均一に攪拌できていれば接着に移る

た

- ・耐熱性接着剤

『温間接着修正技法』で使用する耐熱性接着剤はスリーエム 04747

耐熱温度は 80℃となるため、80℃未満の温度域で使用

ね

- ・熱可塑性樹脂

加熱すると軟化(さらに加熱すると熔融する)し、冷却すると再硬化する性質の樹脂

本冊子ではホットメルトまたはグルーなどと呼ばれる材料を使用し、熱可塑性樹脂を使用した接着修正技法に使用する

- ・熱可塑性樹脂を使用した接着修正技法

熱可塑性樹脂を接着剤の様に使用して樹脂製の引き具を接着し、凹みを引出す修正技法

アルミに関わらず鋼板の修正にも使用される修正技法

- ・熱硬化性樹脂

一度硬化反応すると加熱しても軟化しない性質の樹脂

- ・熱膨張

温度の上昇によって、物体の長さや体積が増加する現象

アルミの熱膨張は鋼板と比較して約 2 倍となる

は

- ・ハロゲンヒータ

主に可視光線が含まれているヒータで赤外線の中では、近赤外線を多く放射する

また、可視光線と近赤外線は光エネルギーが高く、照射された対象物だけではなく、周囲の空気(雰囲気)も加熱することができる

この特性を利用し、接着剤の硬化を促進させるための予熱の熱源と、パネル周辺の雰囲気加熱のために使用する

ひ

・ヒータガン

数百度までの温風を発生させることができる工具
業務用ドライヤと呼ばれることもある

・必要強度

本冊子では、『温間接着修正技法』修正において、凹みを十分引出せる強度をさす

ふ

・粉じん爆発

粉じん爆発は、必要量の可燃性粉じんと着火源、そして燃焼を支える酸素が揃うことによって発生する
アルミ粉じんは粉じん爆発を起しやすく、その爆発力も高い
外板板金の作業中に粉じん爆発を起こすほどの粉じん濃度に達する危険性は低いが、大量に堆積した粉じんは取扱いに注意が必要となる。

ほ

・防爆型集じん機

爆発の圧力に耐える・逃がす機構を搭載した集じん機
回収する粉じんが、粉じん爆発の可能性がある物体の場合に使用する

・母材強度

修正しようするアルミパネルの強度

み

・ミキシングノズル

スリーエム 04747 は主剤と硬化剤を混合して使用する 2 液型接着剤のため、攪拌時に必ずミキシングノズルを使用する

04747 は可使時間が 20 秒と非常に短く、硬化反応が急速に起こるため、捨打ち後、塗布するまでに間が空きすぎるとミキシングノズル内で硬化し、攪拌不良などの原因となる

攪拌不良の場合、接着強度が著しく低下することがある

や

・焼鈍し

金属を再結晶温度以上まで加熱し、徐冷することで、金属内部の残留応力や加工硬化を去除く、金属の熱処理方法

アルミパネルの場合、損傷した箇所の加工硬化を除去するために、損傷部を 200℃程度に加熱する
加熱には酸素アセチレンバーナなどを使用

加熱温度が上がるほど焼きなましの効果は上がるが、母材強度の低下が起きるため温度管理が重要となる

よ

・予熱

本冊子では、接着剤の硬化反応を促進させるために、予め 60℃～65℃に加熱することをさす

れ

・冷暗所

室温 10℃以下の場所をさす

『温間接着修正技法』で使用する耐熱性接着剤のスリーエム 04747 は、室温 10℃以下で保管するのが理想

常温環境では、常に反応できる状態となり、品質保持期限が短くなる可能性がある

4. Q&A

(1) 対象とする損傷

①この手法で修正可能な損傷レベルは？

あくまで鋼板の修正と同等レベルまでアルミの修正レベルを向上させることが目的であるため、ターゲットにしている損傷は、損傷面積3 d m以下で、延びなどが発生していない損傷です。ただし、これより損傷面積が大きくなっても、延びなどが発生していない損傷であれば十分修正出来る可能性があります。

②引き具の接着面積より小さい損傷は修正できないのか？

温間接着修正技法はパテによる仕上げが前提となっています。修正する損傷が引き具の接着面積以下のサイズの場合、または修正過程で引き具の接着面積よりも小さくなった場合は、パテによる面仕上げを行ってください。

(2) 作業方法について

①足付けは必要なのか？

接着強度を安定させるために必要です。撥水系ボデーコーティングが施されている場合は、極端に接着強度が低下するためコーティングの除去も兼ねています。

②なぜ霧吹きを使用するのか？

特に撥水系ボデーコーティングが施されていた場合、水の撥水度合いで除去の状態を判断できません。

③予熱は何のため？

接着剤の硬化反応を促進させるためです。『温間接着修正』で使用する接着剤は硬化時に60℃程度に発熱します。アルミパネルは熱伝導が良いため、この反応熱を奪い硬化反応を抑制してしまうため予熱が必要になります。

④温度管理は何のために必要なのか？

- 1 つ目は接着剤の硬化反応を促進させるため。
- 2 つ目は引き作業時にパネルの修理性を向上させるためです。

⑤温度管理がシビアすぎないか？

接着剤の硬化反応を促進させる時の 60℃～65℃は、サーモスイッチの設定温度で管理されるため容易です。引き作業時の 60℃±5℃はサーモラベルで温度を目視確認できます。

⑥ミキシングノズルは必要なのか？

必ず使用してください。ミキシングノズルを使用しない場合、攪拌不良で接着強度が極端に低下します。

⑦引出し作業時にハロゲンヒータを切るのはなぜか？

火傷から作業者の安全を確保するためです。

⑧デントリペアのように塗装が発生しない修正が可能なのか？

不可能です。『温間接着修正技法』で使用する接着剤は、樹脂（塗料）に対して強力な接着力を発揮します。引き具を剥がす時に塗装面にダメージが入るため塗装作業が必ず発生します。

(3) その他

①接着剤の可使時間が短すぎないか？

既存の接着剤の中から、アルミ補修に適した性能を有しているのがスリーエムの 04747 でした。本来樹脂補修用として開発されたものをアルミ補修用として転用しています。短時間に次の工程につれるという特徴を持っているため、可使時間も短く設定されています。

②アルミ素地に接着剤は使用できるのか？

アルミ素地には接着できません。素地が露出した箇所に接着する場合は、アルミ用プライマを塗布する必要があります。

③なぜハロゲンヒータまたは近赤含むヒータを使用するのか？

接着剤の硬化反応を促進させる条件に、パネルの温度と接着剤の温度がありますが、もう1つ雰囲気温度も必要になります。雰囲気温度は 25℃以上が理想となります。ハロゲンヒータは近赤を多く含み、その発生する光自体にも熱エネルギーがあり雰囲気温度の上昇を可能とします。

④60℃程度の加熱でアルミにどのような変化かが起きるのか？

実験結果から 60℃～70℃に加熱した状態を維持すると、焼鈍しを行ったパネルと同等の軟化が得られることが確認できています。

以上

この冊子の一部あるいは全部を、当社の承諾なく無断で複写、複製、転載、改変することを禁じます。

©発行所/株式会社 自研センター