

自動車の材料多様化に対応する 接着技術の方向性

～界面密着性、接着剤物性、作業性、信頼性、耐久性、など～

(株)原賀接着技術コンサルタント
<http://www.haraga-secchaku.info/>
 原賀康介
haraga-kosuke@kcc.zaq.ne.jp

1. 接着の特徴と得られる効果
2. 接着の適用事例
3. 航空・宇宙機器や高級車の接着技術は量産車や一般機器の組立にも適用できるか？
4. 自動車の材料多様化における接着技術の課題



1/20

緒言

- ◆自動車の軽量化に向けて複合材料など材料の多様化が進みつつある。このような中で、異種材料の接合は重要な課題であり、その一つとして接着接合が注目されている。
- ◆接着剤による接合組立は、従来から航空・宇宙機器などに適用されている。最近では、欧州をはじめ国内でも自動車の組立に適用が拡大しつつある。
- ◆しかし、量産車組立に、従来からの「構造接着」をそのまま適用することは困難であり、採用までには多くの検討課題がある。
- ◆今後、接着接合を多様化する素材に対して汎用的な接合手段としていくためには、部品材料と接着剤との相性、接着剤自体の物性、組立時の作業性、さらに、接着接合の信頼性設計や耐久性設計など多くの課題がある。
- ◆本講演では、上記のような課題への取り組み方について解説する。

HSC2/20

1. 接着の特徴と得られる効果

【特徴】

- ・異種材料の接合ができる→適材適所の材料選定、軽量素材の採用
- ・面接合による応力分散→薄板の高強度接合が可能
→薄板化、軽量化、高剛性化
- ・部品の表面での接合→高密度化、小型化、軽量化
- ・接着剤は絶縁物→異種材接合における電食防止
- ・低温での接合→熱に弱い材料の採用可能
- ・低歪み接合→歪み除去作業の廃止→工程合理化、高精度化
- ・隙間充填性がある→部品の加工精度の低減
→工程合理化、高精度化
- ・接合とシールの兼用→シール作業の廃止
→工程合理化、材料費削減
- ・熟練技能が不要→素人工化が可能、負荷変動への柔軟な対応可能
- ・大がかりな設備が不要→初期投資軽減
- ・火気レス工法→改修・改造工事に適する

【得られる効果】

HSC3/20

2. 接着の適用事例



3. 航空・宇宙機器や高級車の接着技術は 量産車や一般機器の組立にも適用できるか？

- ◆航空・宇宙機器や高級車で使われている接着は、「**構造接着**」と呼ばれている技術。
- ◆**構造接着は、「性能優先」**で生産性やコストはさほど問われない。
- ◆**量産車組立における接着では、性能、生産性、コストが共に重要視される。**

| ◆接着される材料(例:CFRP) | | |
|-------------------------|---|--|
| 炭素繊維 マトリックス樹脂 | 【航空・宇宙】 長繊維、織物 熱硬化エポキシ | 【量産車】 短繊維 熱可塑性樹脂(PP, PAなど) |
| ◆接着剤 | | |
| 形状 主成分 硬化方法 価格 | 【航空・宇宙】 フィルム状 エポキシ オートクレーブ 高価 | 【量産車】 液状 ウレタン、アクリル、エポキシ 短時間硬化 安価 |

- ◆「**構造接着**」をそのまま「**量産車組立**」に適用するのは困難。

4. 自動車の材料多様化における接着技術の課題

(1) 演者の基本的考え方

- ◆多種多様な被着材料に合わせて接着剤を開発、使用することは、**接着剤の多品種少量化**を招くこととなり、接着ユーザー、接着剤メーカー共に好ましくない。
- ◆また、次々と開発される被着材料に対応した接着剤の開発は、**後追いの開発**となり**時間的にも不利**である。



- ◆そこで、
 - ・**被着材料の表面**を接着性に優れた状態に**統一的に改質**できる方法を開発し、
 - ・**接着剤**は、界面密着性に捕らわれず、**自動車用接合材**として必要な**バルク特性**を満足させる開発に注力するのが得策と考える。

- ◆以下に、演者が考える個々の検討課題を説明する

(2) 検討課題 ①接着剤のバルク特性の作り込み

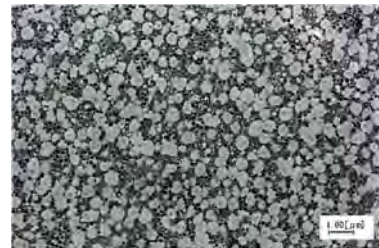
必要なバルク特性

- ◆耐衝撃性(特に低温)
- ◆高温強度
- ◆低内部応力(熱応力)
- ◆耐塗装性、高耐久性

↑ これを実現するためには

検討課題

- ◆海/島構造の導入による強靱化
- ◆ゴム弾性(復元性)付与
- ◆破断伸び率の向上
- ◆室温硬化化



二液アクリル系接着剤(SGA)における海/島構造の例
(白い島がアクリル、黒い海がエラストマー)

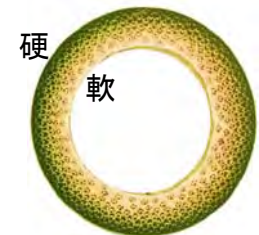
(写真提供:電気化学工業(株))

(2) 検討課題 ②被着材料表面の統一的改質法の開発

- ◆**接着性向上**のために、
 - ・プラズマ処理(大気圧、低圧)、紫外線処理、火炎処理などの**表面改質方法・条件の最適化**
 - ・各種材料、各種接着剤に共通使用できる**下地処理法**の開発
プライマー、コーティング剤
アンカー効果を持たせる**表面の微細形状形成**



表層破壊の例

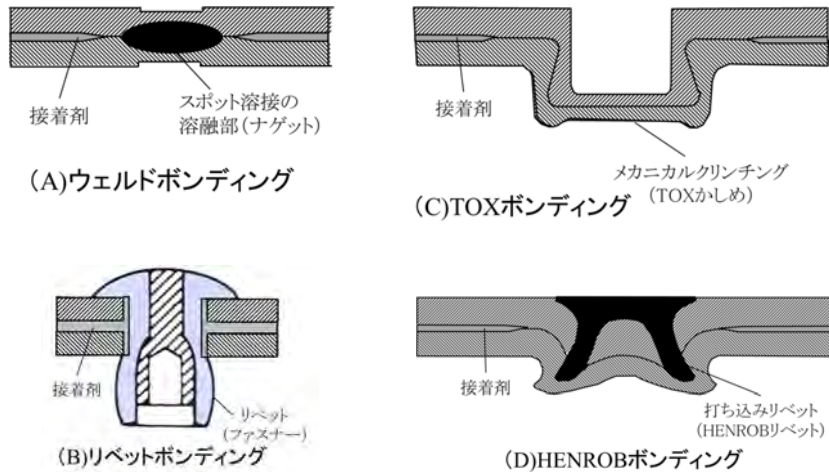


竹の断面構造

- ◆また、**複合材料自体**に関しては、**接着表面の表層破壊を回避**するため
 - ・**表層部の強化法**の開発が必要
クラッド、ラミネート、竹のような傾斜機能、・・・

(2) 検討課題 ③接合部の強度特性の改善

併用接合法の例

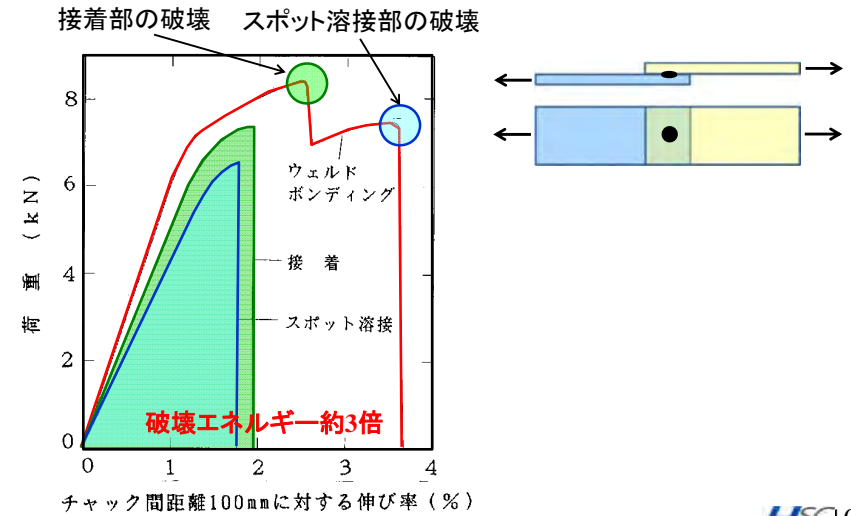


HSC 9/20

(2) 検討課題 ③接合部の強度特性の改善

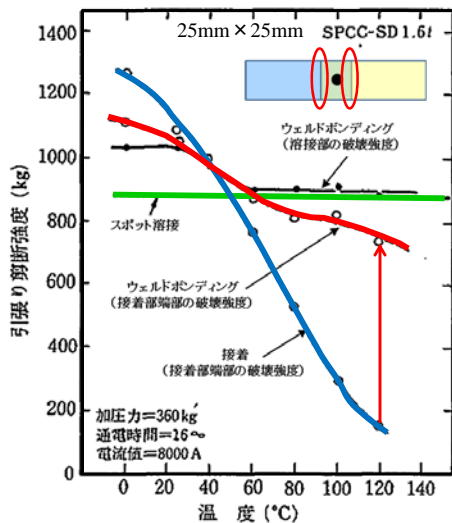
併用接合法の活用

◆破壊に対する冗長性の拡大



HSC 10/20

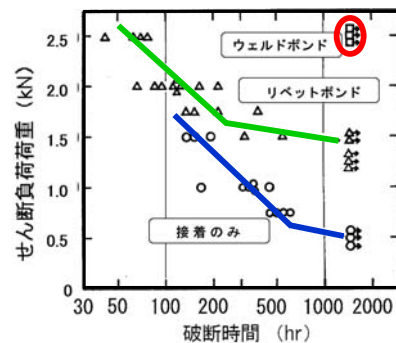
◆高温強度、クリープ、疲労の改善



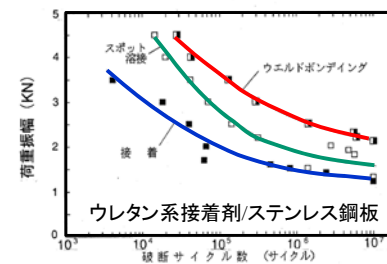
スポット溶接併用による高温接着強度の向上

SGA(ハードロックC-370)

120°C強度: 150kg→700kg(約4.7倍)



併用接合によるクリープ耐久性の向上



併用接合による疲労耐久性の向上 11

併用接合法の効果

- ◆接合特性の向上
 - ・破壊の冗長性の拡大
 - ・クリープの防止
 - ・高温での接着強度の向上
 - ・疲労特性の向上
 - ・耐衝撃性の向上
 - ・はく離開始点の保護
 - ・導電性の確保
 - ・火災時の形状保持
- ◆作業性の改善
 - ・固定治具不要
 - ・硬化待ち時間不要

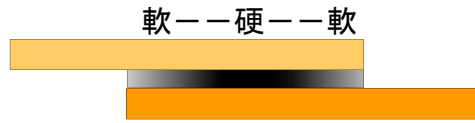
接着の欠点は他の方法で補う

HSC 12/20

(2) 検討課題 ③接合部の強度特性の改善

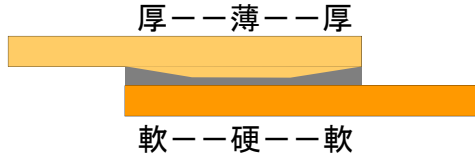
表層破壊の回避

- ◆ 接着端部での応力集中(内部応力、外力負荷時)の低減によって被着材の表層破壊の低減を図るため、
- ・ 接着層内での接着剤の弾性率分布の付与(SGAでは可能)



二液型SGA
 ・ 配合比が変化しても十分に硬化する(例: 3:7~7:3)
 ・ 二液異組成(硬軟)にする

- ・ 接着層の厚さ分布の付与などを検討する。

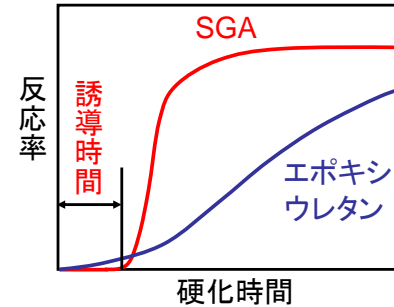


(2) 検討課題 ④作業性の改善

- ◆ 脱脂レス(油面接着性)
- ◆ 加熱レス(室温硬化)
- ◆ 可使用時間に対する固着時間の比が低比率(長可使用時間、速硬化)
 (エポキシ: 12~16倍、SGA: 3~4倍)



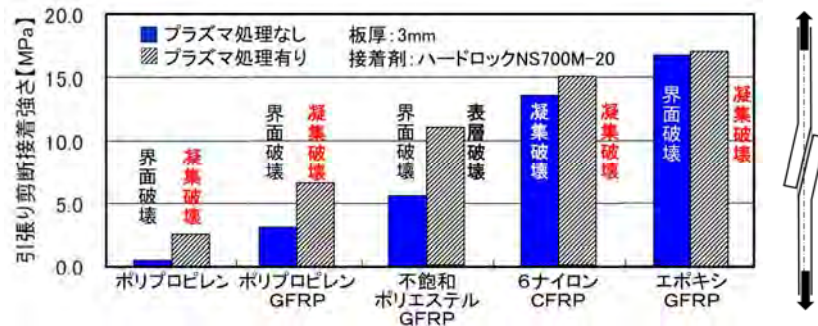
防錆油が多量に付着した鋼材と鋼板を二液型アクリル系接着剤で接着した物の破壊面の状態。完全な凝集破壊になっている。



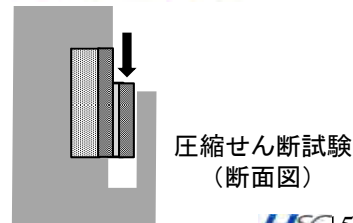
ラジカル連鎖反応の追求により、新工法の創出も可能と思われる。

(2) 検討課題 ⑤接着評価法の最適化 せん断強度試験

- ◆ 板/板の引張りせん断試験では樹脂材料接着の適切な強度評価は困難なため、**圧縮せん断試験への移行**が望ましい。



引張りせん断強度は被着材自体の強度に支配される

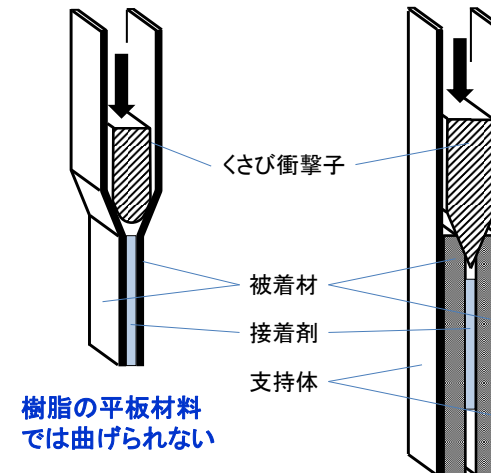


圧縮せん断試験 (断面図)

(2) 検討課題 ⑤接着評価法の最適化 くさび衝撃強度

多種の被着材料に対応できる試験片形状の検討が必要。

(A) 現行の試験方法 (B) 改良案



樹脂の平板材料では曲げられない

(2) 検討課題 ⑤接着評価法の確立 信頼性評価法

- ・破断の前に生じる**内部破壊の評価**が重要(AEなど)
- ・平均値ではなくばらつきを考慮した**統計的扱い**
- ・その他、**経年劣化の定量的評価**
- ・**非破壊検査法の開発**
組立工程での短時間での検査方法、判定基準
整備工場での評価の方法、判定基準

(2) 検討課題 ⑥その他の課題

- ◆接着部の補修方法
- ◆接着部の解体方法

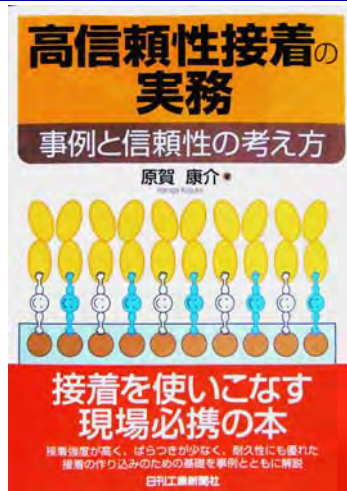
HSC 17/20

結 言

- ◆材料多様化に対応する接合法の一つである接着接合の課題を述べた。**接着剤の性能改良**はまだ必要であるが、接着剤を用いる場合は、表層破壊のしにくさなど、**接着に適した部品材料側の表面状態の形成**や**他の接合法との最適な併用法の検討**など、**トータル的な検討**が重要である。
- ◆複合材料が急速に量産車にまで適用されると、繊維や樹脂の生産量が急増し、資源からリサイクルまでがこれまでとは大きく変化することとなり、**新たな社会的歪み**を生み出すことも危惧される。先進国では十分なリサイクルができたとしても、その他の国では**焼却処分**されるものも多いと考えられる。特に**炭素繊維は導電性**があるため、空气中に飛散した短繊維が電子部品の**通電部に触れて短絡**すると、大きな社会的混乱を発生させる危険性もある。
- ◆従来からの金属材料による軽量化技術の開発にも重きをおいて、**最低限の樹脂化と金属材料との最適なハイブリッド構造の開発**にもより注力すべきではないだろうか。
- ◆利点と課題を熟考しながら開発を進めることが、**企業や技術者の社会的責任**ではなからうか。

HSC 18/20

参考書籍のご紹介



著者 : 原賀康介
出版社 : 日刊工業新聞社
価格 : 2520円(消費税込)
発刊日 : 2013年1月29日



著者 : 原賀康介
出版社 : 日刊工業新聞社
価格 : 2730円(消費税込)
発刊日 : 2013年11月26日 予定

2日間セミナーのご紹介

- <1日目> 4月22日(火) 10:00~16:50 連合会館(東京お茶の水)
【基礎編】 接着不良を未然に防ぎ信頼性の高い接着を行うための基礎知識と接着の勘どころおよびトラブル対策
- <2日目> 4月23日(水) 10:00~16:50 連合会館(東京お茶の水)
【実践編】 高信頼性接着の考え方と長期寿命予測法、設計基準、安全率定量化法及びそのトラブル事例

【プログラム】

- <1日目>
1. 高信頼性接着の基本条件
 2. 接着のメカニズムと接着特性の向上策
 3. 接着剤の種類と特徴、使用上の注意点
 4. 接着の勘どころとトラブル対策
- <2日目>
1. 高信頼性接着のための信頼性の考え方(統計的扱い)
 2. 接着劣化のメカニズムと評価のポイント
 3. 接着耐久性の長期寿命予測法
 4. 接着の設計基準
 5. 耐用年数経過後の安全率の尤度の定量化法

詳細は弊社ホームページ <http://www.haraga-secchaku.info/> をご覧ください。