

# 接着不良を未然に防ぎ信頼性の高い接着を行ふための基礎知識と接着の勘どころおよびトラブル対策（基礎編）

◆日 時：2015年4月21日（火）10:00～16:50 ◆受講料：（消費税等込） 1名：48,600円

◆会 場：連合会館（旧総評会館）402号室 同一セミナー同時複数人数申込の場合 1名：43,200円  
(東京・JRお茶の水駅下車 徒歩約5分)

★4月22日接着（実践編）セミナー併せて同じ人が2日間受講の場合 1名：74,520円 同時複数人数申込みの場合 1名：66,960円  
<http://thplan.com/seminars/8149/> からお申込み下さい

**高信頼性接着の基礎と信頼性確保のための目標値、接着のメカニズムと接着特性・信頼性の向上策、接着剤の種類と特徴、使用上の注意点、設計・生産段階における接着の勘どころとトラブル対策を解説する  
13年間の実績を有する特別セミナー !!**

**【講師】（株）原賀接着技術コンサルタント  
専務取締役 首席コンサルタント 工学博士 原賀 康介 先生**

三菱電機（株）研究所にて入社以来接着接合技術の研究・開発に従事、主席技師長等を経て2012年退職、独立。  
40年間機器組立に接着剤を活用し高信頼性接着技術を構築してきた接着の耐久・信頼性の第一人者

## 【講師の言葉】

このセミナーは、13年間にわたって、一貫して「接着不良の未然防止と接着信頼性の向上」を目的としてきた「接着剤を使う立場」からの他に類のないセミナーで、モノづくりに接着を使用する機器製造企業の技術者は勿論、接着剤メーカーの技術者にも好評を博してきました。

人工衛星、インフラ・産業機器から家電製品まで大手電機メーカーで高信頼性接着を実現し、接着剤メーカーも兼務してきた講師が、単なる「接着の知識」の説明ではなく、「高信頼性接着を実現するための考え方と具体的な手法」を、豊富な経験と実績によって構造・機能設計、生産技術、材料面から接着工学的に論理的にわかりやすく説明します。内容は毎回進化しており、2013年からは基礎編と実践編に分け、さらに充実してわかりやすくなっています。

【基礎編】の第1章では、信頼性の基礎と開発時に最低限守らなければならない高信頼性接着の目標値を明確にわかりやすく説明します。

第2章では、接着のメカニズムをわかりやすく説明し、その原理がどのように信頼性に結びついているのかの考え方を示すと共に、どうすれば接着特性や信頼性を向上できるかまで説明します。

第3章では、接着剤の選定に必要な接着剤の分類方法と、カタログに書かれていない各種接着剤の使用上の注意点を説明します。

第4章では、意外と知られていない設計・生産段階における接着の勘どころとトラブル対策を説明します。

上記のように、本セミナーでは、接着剤を使う立場からの疑問点や課題、解決策を論理的に体系付けてわかりやすく説明するので、「単なる基礎知識の習得」ではなく、「高信頼性接着を達成するための具体的な方法と考え方」を習得することができます。これから接着に携わる初心者から、品質・機能を追求されるペテラン技術者まで、それぞれのレベル、目的にマッチした「考え方」を習得できます。

【受講対象】これから接着に携わる初心者から、品質・機能を追求されるペテラン技術者まで

【習得知識】 1) 高信頼性接着の目標値と考え方 2) 接着のメカニズムと接着特性・信頼性の向上策  
3) 接着剤の種類と使用上の注意点 4) 接着の勘どころ・トラブル対策

## ◆ プ ロ グ ラ ム ◆

### 1. 高信頼性接着の基礎と信頼性確保のための目標値

- (1) 「高信頼性接着」とは
  - ① 高信頼性接着を行うために認識すべきこと
- (2) 接着強度の分布の形
  - ① 破壊状態で分布の形が変化する理由
  - ② 正規分布について
  - ③ 正規分布しているかの確認方法
- (3) 接着強度のばらつきと不良率（破壊確率）
  - ① 多量の破壊不良を出さないための基本
- (4) 高信頼性接着の作り込みの目標値
  - ① 凝集破壊率はどのくらいあれば良いか
  - ② 接着強度のばらつきは  
どのくらいに抑えれば良いか—変動係数—
  - ③ ばらつき、不良率、最低強度の関係
    - ① 許容不良率と工程能力指數の関係
    - ② 許容不良率の上限強度を知る
    - ③ 変動係数、許容不良率、工程能力指數、ばらつき  
係数の関係
    - ④ 変動係数が大きいと信頼性を論じられない理由
  - (5) 劣化によるばらつきの増加
  - (6) 内部破壊
    - ① 内部破壊係数
  - (7) 構造設計上必要な初期平均値は最大負荷力の  
何倍あればよいか?
    - ① 静的負荷のみの場合 ② 冷熱サイクル負荷の場合
    - ③ 高サイクル疲労負荷の場合
  - (8) 高信頼性接着の作り込みの基本（まとめ）

### 2. 接着のメカニズムと接着特性・信頼性の向上策

- (1) 日本人が接着は難しいと感じる理由
- (2) 接着の過程
- (3) 接着のメカニズムと性能向上策
  - ① 分子同士の距離を近づける  
分子間力  
高粘度の接着剤を被着材表面によくなじませる方法  
強い分子間力を得る条件
  - ② 表面への濡れ広がり  
表面張力 各種固体の表面張力  
浸透接着と表面張力の関係  
表面張力の簡易測定法と良否の判定基準
  - ③ 強い結合を行うための条件  
水素結合
  - ④ 表面の極性を上げる表面改質  
表面改質法の種類 表面改質のメカニズム  
表面改質の効果の例  
プラスチック、金属、めっき、ガラス  
表面改質と作業環境（湿度）
  - ⑤ プライマー、カッティング処理  
プライマー使用時の注意点  
プライマーによる効果の例
  - ⑥ 表面の粗面化における注意点

- ⑦ 接着剤の固化と内部応力  
硬化収縮応力 加熱硬化における熱収縮応力  
内部応力の低減策  
内部応力に及ぼす接着部の形状の影響
- ⑧ 接着部の劣化  
（4）結合強度を低下させる要因—接着の脆弱点—

### 3. 接着剤の種類と特徴、使用上の注意点

- (1) 接着剤の分類法
  - ① 主成分による分類 ② 固化の方式による分類
  - ③ 形態による分類 ④ 機能・特性による分類
- (2) 接着剤の種類と特徴と使用上の注意点
  - ① 構造用接着剤  
エボキシ系接着剤、ウレタン系接着剤、アクリル系接着剤（SGA）
  - ② エンジニアリング接着剤  
嫌気性接着剤、光硬化性接着剤、瞬間（シアノアクリレート系）接着剤、シリコーン系接着剤、仮固定用接着剤、両面接着テープ
  - ③ 接着剤の種類と特性

### 4. 設計、生産段階における接着の勘どころと

- トラブル対策—接着特性に影響する諸因子—
  - (1) 接着剤、粘着剤の硬さ、伸びの影響
    - ① 接着剤におけるせん断、引張りとはく離、衝撃強さの関係
    - ② 粘着テープにおけるはく離力と保持力の関係
  - (2) 接着剤、粘着剤の粘弹性特性の影響
    - ① 両面テープのせん断強さの速度依存性 ② 粘弹性特性
  - (3) 接着層の厚さと強度の関係
    - ① せん断にはく離、衝撃にも強い厚さはどのくらいか
    - ② せん断、引張りで接着層が厚くなると強度が下がる理由
    - ③ はく離で接着層が厚くなると強度が上がる理由
  - (4) 加圧における接着欠陥の発生と対策
    - ① 加圧力は部品を変形させない範囲まで
    - ② 二度加圧による接着欠陥（空気の引き込み）の発生
  - (5) 気泡を巻き込まない接着剤の塗布パターン
    - ① 薄く括げて塗布しないこと
    - ② 気泡を入れない接着剤の塗布方法
  - (6) 剥離接着における内部応力の影響
    - ① 外周部品Bの線膨張係数が軸Aより小さい場合
    - ② 外周部品Bの線膨張係数が軸Aより大きい場合
  - (7) 接着剤の硬化収縮応力、冷却時熱応力による部品の変形
  - (8) 短時間硬化による光学部品の歪み・粘弾性と応力緩和
  - (9) 被着材自体の引張り強度とせん断接着強度の関係
    - ① 板自体の引張り強度以上の接着強度は測定できない
    - ② 高強度接着におけるデーターの判断誤り
  - (10) 亜鉛めっき鋼板の接着での注意点
    - ① ボンデ鋼板接着後の加熱工程での強度低下
    - ② 合金化溶融亜鉛めっき鋼板でのめっき層の剥がれ
    - ③ 亜鉛めっき鋼板の接着ではめっき後処理に注意
  - (11) 周囲にはみ出し部がない部分での塗布、硬化の確認方法

◆セミナーお申込要領・申込書に関しましては、裏面をご覧ください。

## ◆セミナーお申込要領

### ●申し込み方法

- ・弊社ホームページの申込欄又は、FAXかE-mailにてお申し込みください。
- ・折り返し、受講票、請求書、会場案内図をお送り致します。
- ・開催日の7日前以内のキャンセルは、お受け致しかねますので、必要に応じ代理の方のご出席をお願いします。
- ・開催日の7日前以内のキャンセルの場合、受講料の全額を申し受けます。

### ●お支払い方法

受講料は原則として開催前日までにお支払い願います。  
経理上、受講料のお支払いがセミナー開催後になる場合は、  
お支払日をお知らせ願います。

振り込み手数料は御社の御負担にてお願いします。

### ●申込先

(株)TH企画セミナーセンター  
〒108-0014 東京都港区芝5-30-1-210  
TEL:03-6435-1138  
FAX:03-6435-3685  
E-mail:th@thplan.com

検索 TH企画

詳細、その他のセミナーは、ホームページをご覧ください。

<http://www.thplan.com>

### ●申込書

申し込みセミナーに「○」を付けてください

- 1日セミナー 4月21日  
 2日間セミナー 4月21日  
22日

・2015年  
4月21日(火)  
・2015年  
4月22日(水)

「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(基礎編)」  
「接着劣化のメカニズムと評価のポイント、長期寿命予測法、設計基準、  
安全率の定量化法および耐久性のトラブル事例(実践編)」

会社名	〒	住所
TEL		FAX
正式所属		正式所属
受講者名		受講者名
E-mail		E-mail
振り込み 予定		通信欄

## 接着の長期信頼保証のための

# 接着劣化のメカニズムと評価のポイント、 長期寿命予測法、設計基準、安全率の定量化法 および耐久性のトラブル事例（実践編）

◆日 時：2015年4月22日（水）10:00～16:50 ◆受講料：（消費税等込）1名：48,600円  
 ◆会 場：連合会館（旧総評会館）402号室 同一セミナー同時複数人数申込の場合 1名：43,200円  
 （東京・JRお茶の水駅下車 徒歩約5分）

★4月21日接着（基礎編）セミナーと併せて同じ人が2日間受講の場合 1名：74,520円 同時複数人数申込みの場合 1名：66,960円  
<http://thplan.com/seminars/8149/> からお申込み下さい

## 接着劣化のメカニズムと評価のポイント、長期寿命予測法、 設計基準（設計法）、安全率の定量化法および耐久性の トラブル事例を解説する13年間の実績を有する特別セミナー !!

【講師】（株）原賀接着技術コンサルタント  
専務取締役 首席コンサルタント 工学博士 原賀 康介 先生

三菱電機（株）研究所にて入社以来接着接合技術の研究・開発に従事、主席技師長等を経て2012年退職、独立。40年間機器組立に接着剤を活用し高信頼性接着技術を構築してきた接着の耐久・信頼性の第一人者

## 【講師の言葉】

接着接合は部品組立における重要な要素技術であるが、長期耐久性を正確に予測する方法は確立されておらず、接着接合を製品に適用する際、「何年もつか」ということが常に議論される。「実際に使ってみなければわからない」というあいまいな状態で接着接合を採用するわけにはいかない。接着接合物の安全性、信頼性を保障できるデータ的な「裏付け」としっかりととしたストーリーが必要である。講師はまさに接着接合を製品に適用するための安全性、信頼性の「裏付け屋」的立場で、これまでに各種の環境や応力に対する耐久性評価や長期耐久性予測、耐久性を向上させるための方法について検討し、これらの蓄積をベースとして接着の信頼性保証ストーリーを構築してきた接着の耐久性、信頼性の第一人者である。

本セミナーでは、接着接合物の長期信頼性保証のために必要な、劣化のメカニズムと評価のポイント、長期接着耐久性の寿命予測法、ばらつきや劣化、内部破壊などを考慮して簡易に必要な初期の平均強度を見積もる設計法（原賀式CV接着設計法）、最適設計を行うための耐用年数経過後の安全率の尤度の定量化法を、講師がこれまでに行ってきました豊富なデータに基づいてわかりやすく紹介するとともに、信頼性、耐久性、寿命、安全率に関連するトラブル事例を説明します。このセミナーは、13年間にわたって、一貫して「接着不良の未然防止と接着信頼性の向上」を目的としてきた「接着剤を使う立場」からの他に類のないセミナーで、モノづくりに接着を使用する機器製造企業の技術者は勿論、接着剤メーカーの技術者にも好評をしてきました。

【受講対象】接着に関する基礎的知識をお持ちで、耐久性で困っておられる技術者

- 【習得知識】 1) 劣化のメカニズム 2) 耐久性評価試験のポイント
- 3) 長期耐久性の寿命予測法 4) 高信頼性接着の設計基準（設計法）
- 5) 耐用年数経過後の安全率の定量化法

## ◆ プ ロ グ ラ ム ◆

## 1. 接着劣化のメカニズムと評価のポイント

- (1) 劣化の要因とメカニズム
  - ① 接着接合物の劣化箇所
  - ② 接着接合物の劣化を生じさせる外的要因
  - ③ 劣化のメカニズム  
熱劣化 ヒートサイクル、ヒートショック  
水分による劣化 繼続荷重（クリープ）
- (2) 耐久性評価の落とし穴
  - ① 水分劣化における接着部の形状・寸法の影響  
接着面積/外周の長さと水分劣化の関係
  - ② 細長い接着部における幅の影響  
接着部の幅と水分劣化の加速倍率
  - ③ 吸水後の乾燥による接着強度の回復（乾燥可逆性）
  - ④ クリープ耐久性に及ぼす水分の影響  
-応力と水分の複合劣化-

## ⑤ 疲労試験における注意点

- (3) 耐久性的相対評価試験、絶対評価試験、規格評価試験
- (4) 絶対評価試験における加速評価条件の最適化

- ① ヒートサイクル試験の条件最適化  
年サイクル試験と日サイクル試験の分離  
接着剤の内部応力と温度との関係
- ② 热劣化試験の条件最適化

## 2. 接着耐久性の長期寿命予測法

- (1) 寿命予測の鉄則
- (2) 長期熱劣化の予測法
  - ① アレニウス法 ② アレニウス法による熱劣化の予測法
- (3) 長期水分劣化の予測法
  - ① アレニウス法による予測法
  - ② 吸水率分布からの有限要素法による予測法
  - ③ 飽和吸水率、拡散係数の求め方
- (4) 長期屋外暴露劣化の予測法
  - ① アレニウス法と乾燥回復性を考慮した予測法
  - ② 予測と実験結果の比較
- (5) クリープ耐久性の予測法
  - ① 応力負荷装置 ② 温度・時間換算による予測法
  - ③ Larson-Millerのマスターカーブ法
  - ④ 疲労耐久性の予測法

## 3. 接着の設計基準－原賀式『CV接着設計法』－

- (1) 原賀式『CV接着設計法』とは
  - ① 目標とする工程能力指数を満たし、下側規格値を満足するためには、変動係数CVをどの程度にすべきかを容易に算出する。
  - ② 劣化や内部破壊を考慮して、接着部に作用する力に対して、接着部の初期の平均接着強度は何倍確保すべきかを、容易に求める。
- (2) ばらつきと分布の形、許容不良率
- (3) 「不良率（破壊確率）」と接着強度のばらつき
- (4) 許容不良率の上限強度と  
接着強度のばらつき（変動係数CV）の関係
- (5) 「品質」に関する基準「工程能力指数」
  - ① 下側規格値はどのくらいに設定すれば  
安定した品質と言えるのか？

- ② 過剰な不合格品を出さないためには、接着強度のばらつきをどのくらいに抑えれば良いのか？
- ③ 許容不良率、工程能力指数、変動係数、下側規格値/平均値の関係、
- (6) 劣化による強度低下とばらつきの増加
  - ① 初期の平均強度は、最大負荷力の何倍有れば良いか？
  - ② 劣化後保持率、下側規格値と  
最低限必要な初期平均値の関係

- (7) 内部破壊を考慮した構造設計上必要な平均強度は  
最大負荷力の何倍か？

## 8. 設計式

- ① 工程能力指数、下側規格値から  
必要な初期の変動係数を求める式
- ② 劣化を考慮して最大負荷力に対して  
必要な初期平均強度の倍率を求める設計式
- ③ 劣化、内部破壊と安全率を考慮して、最大負荷力に  
対して必要な初期平均強度の倍率を求める設計式

4. 最適設計のための製品の耐用年数経過後の  
安全率の尤度の定量評価法（改良法）

- (1) この評価法の適用の目的と前提条件
- (2) 接着強度の経年変化の概念
- (3) 耐用年数経過後の安全率の算出法
  - ① 評価のプロセス
  - ② 疲労やクリープなどが加わる場合
  - ③ 一時的な静荷重だけが加わる場合
  - ④ 耐用年数経過後のばらつき係数の求め方
  - ⑤ 耐用年数経過後の複合環境劣化係数の求め方
- (4) 耐用年数経過後の安全率の算出事例
  - ① 接着部の要求条件と評価条件への落とし込み
  - ② 高温疲労試験から基準強度を求める
  - ③ 静的强度試験から  
耐用年数経過後のばらつき係数を求める
  - ④ 年サイクルヒートサイクル試験の劣化係数を求める
  - ⑤ 日サイクルヒートサイクル試験の劣化係数を求める
  - ⑥ 热劣化試験の劣化係数を求める
  - ⑦ 実効接着強度を求める
  - ⑧ 耐用年数経過後の安全率の尤度を求める
- (5) 安全率の尤度の再配分
  - ① 許容不良率の低減への配分
  - ② 接着作業性の改善への配分

## 5. 信頼性、耐久性、寿命、安全率のトラブル事例

- ① 出荷品の性能、条件、② トラブルの状況、③ 当初の判断、
- ④ 検証抜けの要因、⑤ 追加検証の結果、⑥ 原因の推定、
- ⑦ 不良率の推定、⑧ 対策、⑨ 対策品の信頼性推定、などを説明
- (1) ばらつきを考慮せず平均値で設計した
- (2) 乾燥による強度回復性を考慮しないで接着剤を選定した
- (3) クリープが加わっている状態に気がつかなかった
- (4) 試験片と製品の接着部の形状・寸法の違いを考慮しなかった
- (5) 疲労強度を間違った
- (6) 引張り剪断試験で結果を見誤ったなど

◆セミナーお申込要領・申込書に関しては、裏面をご覧ください。

## ◆セミナーお申込要領

### ●申し込み方法

- ・弊社ホームページの申込欄又は、FAXかE-mailにてお申し込みください。
- ・折り返し、受講票、請求書、会場案内図をお送り致します。
- ・開催日の7日前以内のキャンセルは、お受け致しかねますので、必要に応じ代理の方のご出席をお願いします。
- ・開催日の7日前以内のキャンセルの場合、受講料の全額を申し受けます。

### ●お支払い方法

受講料は原則として開催前日までにお支払い願います。  
経理上、受講料のお支払いがセミナー開催後になる場合は、  
お支払日をお知らせ願います。  
振り込み手数料は御社の御負担にてお願いします。

### ●申込先

(株)TH企画セミナーセンター  
〒108-0014 東京都港区芝5-30-1-210  
TEL:03-6435-1138  
FAX:03-6435-3685  
E-mail:th@thplan.com

TH企画

詳細、その他のセミナーは、ホームページをご覧ください。

<http://www.thplan.com>

### ●申込書

申し込みセミナーに「○」を付けてください

<input type="checkbox"/>	1日セミナー 4月22日	・2015年 4月21日(火)	「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(基礎編)」
<input type="checkbox"/>	2日間セミナー 4月21日 22日	・2015年 4月22日(水)	「接着劣化のメカニズムと評価のポイント、長期寿命予測法、設計基準、 安全率の定量化法および耐久性のトラブル事例(実践編)」

会社名	〒	住所
TEL		FAX
正式所属		正式所属
受講者名		受講者名
E-mail		E-mail
振り込み 予定		通信欄