

はんだ接合部熱疲労寿命予測技術への取組み

Approaches to Technology of Thermal Fatigue Life Prediction of Solder Joints

酒井 秀久 Hidehisa SAKAI
 森 宗 克 文 Katsufumi MORIMUNE
 米 本 宜 司 Takashi YONEMOTO

1 はじめに

車載用製品に搭載される電子部品は、他の電子部品と比べて、要求される耐用年数が15~20年と長く、これらを検証し保証するために長期の信頼性評価が必要である。

一方、開発サイクルの短縮に関する要求は高く、開発段階における評価の手戻りが許されない状況にある。特に部品のはんだ接合部の寿命については、さまざまな部品に対して検証を行う必要があり、寿命予測技術の開発による評価の効率化は大きな課題である。

当社は、車載用製品としてパワートレイン系のECUを手がけて30年近くになるが、このような寿命予測技術については、10年前から取り組んできた。その間のはんだ接合部の寿命に影響を与える技術の変化には、1997~2000年にかけて実施された搭載部品のALL面実装化、2004年の環境対応のための鉛フリーはんだの採用、さらに2006年のECUの小型高密度化を目指したBGAの採用があり、寿命予測技術は、さまざまな製品設計に活用され効果をあげてきている。

本稿では、これらの事例を交えて、当社が取り組んできた寿命予測技術である有限要素法 (FEM) シミュレーションを用いたはんだ接合部寿命予測技術について紹介する。

2 はんだ接合部寿命予測技術の特徴

図1にはんだ接合部寿命予測の概要を示す。

車載用製品に加わるストレス⁽¹⁾としては、車室内やエンジンルーム内などの搭載環境における温度変化と車両の

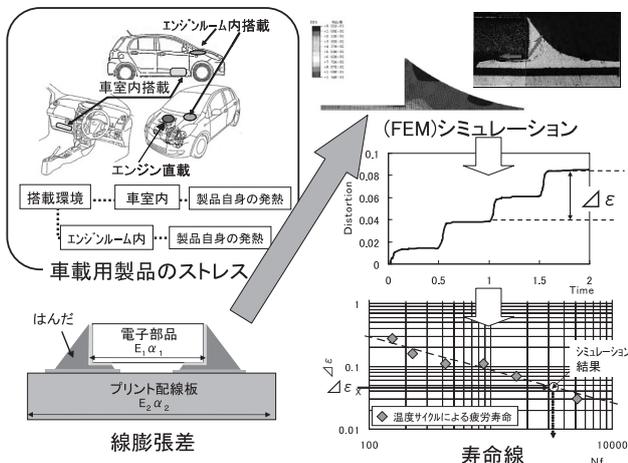


図1 はんだ接合寿命予測の概要

Fig.1 Outline of Thermal Fatigue Life Prediction of Solder Joints

使用状態における製品自身の発熱による温度変化があり、このストレスの評価方法として、一般的に温度サイクル試験が実施されている。

温度変化によってはんだ接合部に生じるストレスには、プリント配線板と電子部品との線膨張係数差による塑性ひずみとクリープひずみがあり、これらのはんだ接合部の寿命を主に支配していることはよく知られている。そこで、はんだ接合寿命の予測のためには、まず温度サイクル試験によりはんだの疲労寿命を検証し、シミュレーションにより求めた塑性ひずみとクリープひずみの和である非線形ひずみ振幅： $\Delta \epsilon$ との関係で寿命線を作成する。つぎに、実装する部品についてその形状をもとにシミュレーションを行い非線形ひずみ振幅： $\Delta \epsilon$ を算出することによって事前に求めた寿命線から逆に接合寿命を予測するものである。

特に非線形ひずみ振幅と疲労寿命は、Coffin-Manson 則に従うことがわかっており、一般に以下の式で表される。

$$N_f = C \times \Delta \epsilon^{-n}$$

ここで、Cとnは、はんだ接合部の疲労強度特性より決まる値であり、材料固有の値である。 $\Delta \epsilon$ は、シミュレーションにより求められる非線形ひずみ振幅、 N_f は、実験により求められるサイクル数である。

特に、 N_f については、最初にクラックが発生するサイクルとされているが、製品の耐久性評価において、最初クラックが発生するサイクルよりも、最終の破断サイクルが重要であるため、多くの企業が破断サイクルとひずみ振幅の相関でこの理論の有効性を報告している。当社も同様に、破断寿命に基づく寿命線を構築している (図2)。

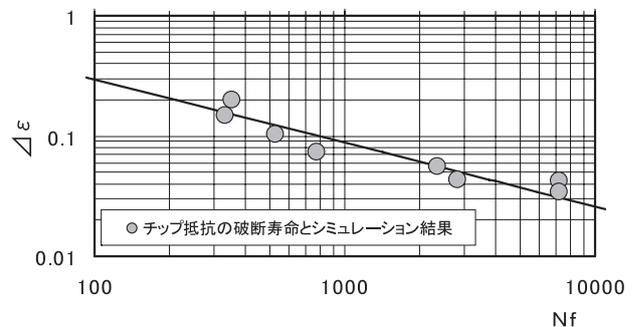


図2 寿命線

Fig.2 Fatigue Life Curve

図2は、共晶はんだで実装されたチップ抵抗2125, 3216, 4532, 6432サイズの-40⇔125℃温度サイクルにおける破断寿命とそれぞれの部品のシミュレーションから得られたひ

ずみ振幅による寿命線の例である。これより、各点がCoffin-Manson 則に従い直線上に並んでいることがわかる。

このようにはんだの接合寿命は、部品個別のシミュレーションより算出したひずみ振幅 $\Delta \epsilon$ と実験から求めたはんだの疲労寿命から予測することができ、部品の形状や使用する温度領域が異なればそれに応じた、寿命予測が可能となっている。

3 寿命予測技術への取り組みと進歩

3.1 寿命予測技術への取り組み

当社が寿命予測技術を検討しはじめた頃は、横浜国立大学の白鳥氏らがSn-Pbの共晶はんだの試験片においてシミュレーションの有効性⁽²⁾を発表し、東芝、日立など一部の電気部品メーカーが自社のパッケージに対し検討を始めた頃であった。

一方、富士通では、1998年にシミュレーション部門が中心となり、BGAはんだ接合部寿命予測技術の構築を目的とした高度解析研究会が発足し、1999年には、独自に共晶はんだの非線形物性を取得し、1mmピッチBGAについて、技術の有効性確認を行っていた。当社は、1999年から本研究会に参画してシミュレーション方法を習得し、その応用を検討してきた。

図3にこれまでの高度解析研究会における取り組みを示す。

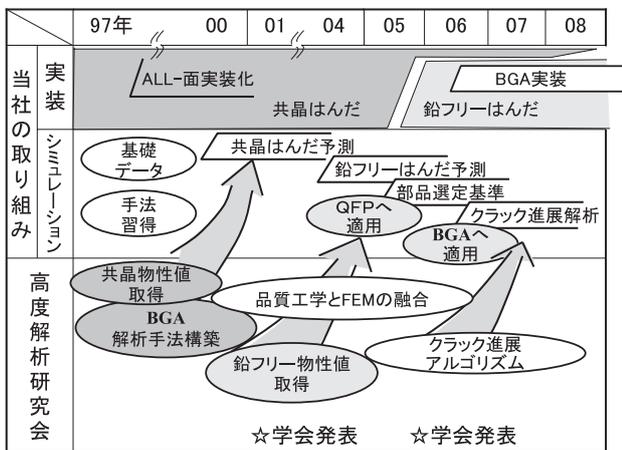


図3 高度解析研究会における取り組み

Fig.3 Research Theme of the Advanced Analysis Study Group

当社は本研究会の共同成果として、2度の学会発表を行っている。2001年には、鉛フリーはんだの材料物性を取得し、その結果をBGAの実験とシミュレーション用いて検証した結果⁽³⁾を発表した。これは、以降の鉛フリーはんだ実装部品の接合寿命を予測するための基礎物性となった。また2005年には、品質工学とFEMを用いてQFPの部品選定基準を求めた事例⁽⁴⁾について発表を行った。これについては、4項で詳細を報告する。

以上、高度解析研究会の中での取り組みを説明したが、つぎに本技術の進歩について説明する。

3.2 寿命予測技術の進歩

技術検討に着手した頃は、シミュレーションツールもGUI化されておらず、コマンドラインで条件を入力するなど取り組みにくいものであった。当時は、計算機のスピードも遅く、チップ抵抗のはんだ接合部のひずみを計算するのに一晩を要すといった計算時間がかかるものであった。このような環境の中で課題となったのがモデルの簡素化であり、他社事例の多くが、構造全体をなるべく単純なモデルで解析し、その後で注目するはんだ接合部のみを取り出して詳細解析を行う2段階解析(図4)を採用していた。

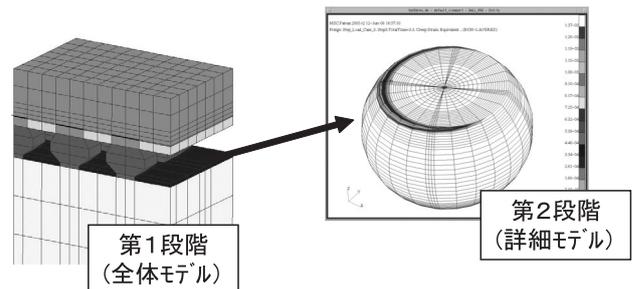


図4 2段階解析

Fig.4 Two-Step Analysis

しかし、当時車載機器ではBGAのパッケージよりも構造が単純なチップ部品においてその形状の小型化や多様化がニーズの中心であり、当社では2段階解析より計算機の能力を必要としない二次元解析に取り組み、実装設計に活用し始めた。図5に当社のはんだ寿命解析技術の進歩を示す。

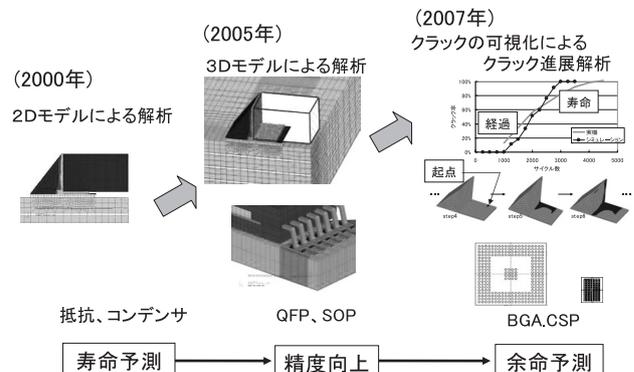


図5 はんだ寿命解析の進歩

Fig.5 Progress of Fatigue Life Analysis Technology

その後、環境負荷への配慮から鉛フリーはんだの採用が始まったが、鉛フリーはんだは、共晶はんだに比べ、同じ応力に対するクリープ速度が小さいことがわかってきた。図6にそれぞれのはんだのクリープ特性を示す。

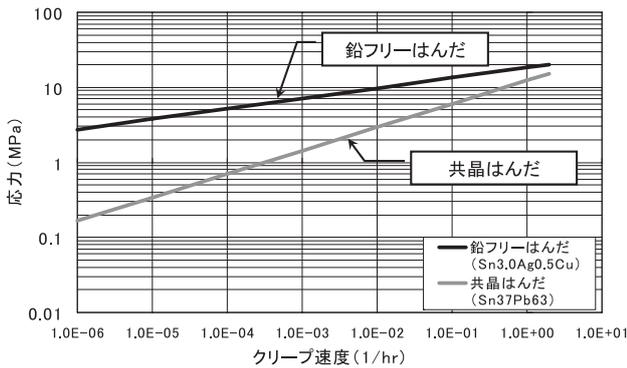


図6 はんだのクリープ速度と応力の関係

Fig.6 Relationship between Stress and Creep Strain Rate of Solder

つまり硬く伸びにくい性質であることより、従来問題なく使用していた部品でも信頼性が懸念されていた。加えて、車載機器でもその小型化の要求によって低背のSOPやQFPパッケージの採用を始めたことで、寿命解析も複雑な構造に対応する必要があり3次元モデルによる精度向上を行ってきた。

さらに最近では、BGAの採用によりボールの破壊順序を予測しピンアサインを考慮する、またはすでにクラックが入っている信頼性試験結果から破断までの余命を予測しパッケージの改善に繋げる等の要求から、クラックの起点、経過、寿命を予測するクラック進展解析が必要になってきており、これに取り組んでいる。

4

活用事例

これまで、寿命予測技術の取り組みについて説明してきたが、ここからは、実際に製品に適用した事例について紹介する。

4.1 FEMを用いた設計の効率化

SMD部品において、はんだ接合部の寿命は、主にはんだ形状と量によって決まる。これらは、実装ランドとメタルマスクの形状によるランド設計値により設定されるが、ランド設計値の妥当性の検証には、長期の信頼性試験を実施しなければならないため、従来はさまざまなランド、メタルマスクの評価を並行して行っていた。ゆえに、その評価にはその試料数の多さから非常に多くの時間を要していた。そこで、FEMにてあらかじめ評価サンプルを絞り込みランド設計の効率化を図った。図7にその一例を示す。

従来は、はんだフィレット角度や長さ、量などによってはんだ形状を6種類検討し、6種類すべての試作サンプルをつくり実装評価および長期の信頼性試験を行っていたため、試験がNGとなるサンプルもあり、最悪の場合すべてがNGとなった場合は手戻りが発生していた。一方、FEMを活用した設計では、FEMの結果寿命が長くなるはんだ形状を2~3種類程度に絞りこむことにより、その後の試験サンプル数を減らすだけでなく、試験終了後の手戻りもなくなることができている。

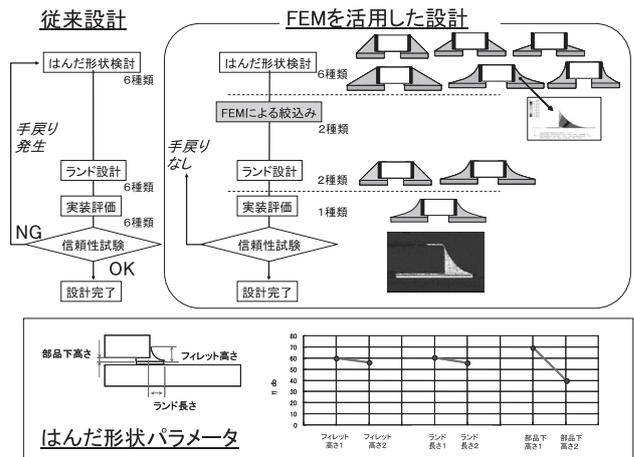


図7 チップ抵抗のランド設計効率化の例

Fig.7 Example of Efficient Land Design of Chip Resistor

4.2 品質工学とFEMを用いた部品選定マップ

パッケージ（以下、PKGという）の小型化、狭ピッチ化でQFPでもはんだ接合寿命が問題となってきた（図8）。さらに、チップ抵抗の例であるが、同じサイズの部品でも、鉛フリーはんだで実装された部品の方が共晶はんだで実装された部品に比べクラックが早く進行し、断線にいたることがわかった（図9）。

部品仕様	断面観察結果
0.5ピッチ PKGサイズ7×7mm 44ピン	クラック率14%
0.65ピッチ PKGサイズ12×12mm 80ピン	クラック率40%
0.5ピッチ PKGサイズ14×14mm 100ピン	クラック率78%
0.65ピッチ PKGサイズ14×14mm 80ピン	クラック率 0%

図8 QFPのはんだクラックの事例

Fig.8 Examples of Cracks of QFP Solder Joints

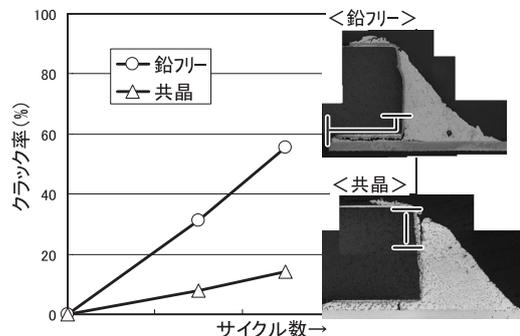


図9 クラックの比較

Fig.9 Comparison of Cracks

このように鉛フリーはんだでは、共晶はんだで問題とならなかった部品の接合信頼性が問題となってきたため、採用するすべての部品の接合信頼性検証を実施する必要が生じ

ていた。しかし、新規採用する部品の接合信頼性試験をそれぞれ行なうと、膨大な工数と時間が必要となる。そこで、設計者が接合信頼性を満足する部品を部品形状を元を選択するためのQFP選定基準マップをシミュレーションを用いて作成し、評価の効率化を図った。図10に選定マップ作成の概要を示す。

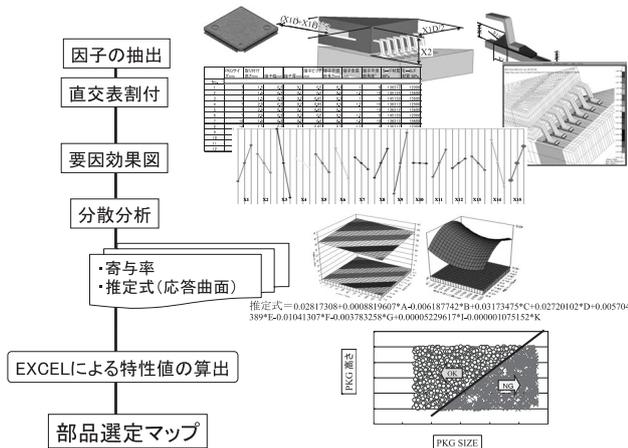


図10 部品選定マップの作成過程

Fig.10 Process of Creating Part Selection Map

QFPのはんだ接合寿命はパッケージ材料や各部寸法などのさまざまな設計因子の影響を受ける。図10では、まず、これらの因子がどの程度の影響をはんだ接合部寿命に与えるかを品質工学の直交表に基づきシミュレーションし、影響パラメータを抽出した。つぎに新たにシミュレーションを実施せずとも直交表の範囲から因子の値を入力すれば寿命が計算できる推定式を重回帰分析にて求めた。

続いて、影響するパラメータであるPKGサイズとPKG高さについて推定式を用いて計算を複数回行うモンテカルロシミュレーションを実施し、部品選定マップを求めた。図11にEXCELを用いたモンテカルロシミュレーションの様子を示す。

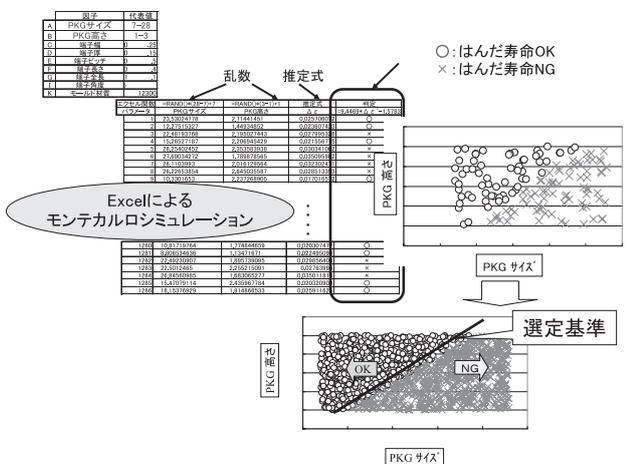


図11 EXCELによるモンテカルロシミュレーション

Fig.11 Monte Carlo Simulation in Excel

図11は、推定式の計算の結果はんだ接続信頼性を満足する場合は○、満足しない場合は×として、その境界線上に選定基準を作成している。このようにして得られたQFP選定基準は、設計指針として設計者が製品を設計する際の部品選定に役立っている。

4.3 クラック進展解析の活用

前述したとおり、鉛フリーはんだで実装された部品は、場合によっては、共晶はんだで実装された部品より寿命が短くなることがわかり、少ない試験データから寿命予測精度を上げるために信頼性試験の結果から、寿命の余裕度を予測する必要が出てきた。さらに、BGAを採用するにあたり内部のはんだ接合部が観察できないことから、評価の妥当性検証のために評価ポイントを絞りこみたいと考え、はんだクラックを可視化し、クラックの起点、経過、寿命を予測するクラック進展解析を開発した。ここでは、その他社の技術動向と当社の活用事例を示す。

4.3.1 クラック進展解析技術の動向

従来の寿命予測技術は、実験の最終破断寿命サイクルとシミュレーション結果との相関をはんだ接合部の形状やパッケージタイプ、接合面積毎に個別データベースとして蓄積し、比較的近い実装形態のものから最終破断寿命の予測を行っていたため、さまざまな部品のはんだ接合部についてクラックが発生し、進展していく過程で接合部形状が変わり、それにともない応力分布も連続的に変化するというクラックの経過についての予測が困難であった。

クラック経過を有限要素法で再現するためには、有限要素を削除するか、要素の剛性をなくし見かけ上要素間の結合を解除するなど、初期の有限要素モデルをクラックの進行に応じて動的に変更していく必要がある。

有限要素モデルをクラックの進行に応じて動的に変更していく方式としては、要素削除方式と要素を直接削除せずに、要素剛性を低下させる損傷パス方式がある。図12にそれぞれの方式をチップ部品のクラック進行を例にとって示す。

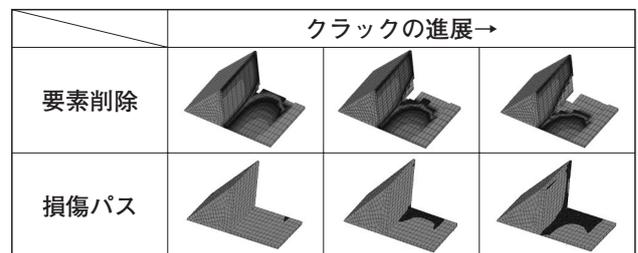


図12 各方式によるクラック進展の様子

Fig.12 Development of Cracks Shown in Both Methods

それぞれ、要素削除方式では、黒で表示した周辺の要素が削除されており、損傷パス方式では、黒で表示された部分の剛性がなくなっているがこれらがクラックをあらわしている。

以下、要素削除方式と損傷パス方式の解析方法の特徴について説明する(図13)。

①動的要素削除方式

寺崎氏らがはんだバンプで試行した方法⁽⁵⁾は、VOXCEL要素を使用し、要素メッシュサイズを実際のクラックサイズレベルまで微細化し、ある要素のひずみや応力などがある一定値に達した場合、要素を削除することにより、実際のクラック進展を再現するというものである。本手法の利点として以下の2点が挙げられる。

- 1) き裂進展を特別の前提なしで精度良く推定できる。
 - 2) 損傷パス法（後述）と比較して収束性が良い。
- 一方で本手法課題としては、以下の2点がある。
- 1) 強いメッシュサイズ依存性があり、均等で微細なメッシュが必要である。
 - 2) 微細で均等なメッシュを作成するため、モデル規模、計算時間が膨大となる。

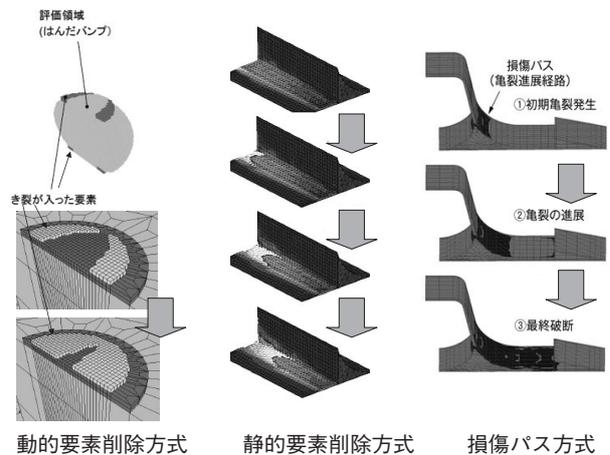


図13 各方式の解析事例
Fig.13 Analysis Examples of Those Methods

②静的要素削除方式

五十嵐氏らがチップ抵抗の寿命予測について、提案している方法⁽⁶⁾も①同様に要素を削除する方法である。しかし、本方式では人間があらかじめ要素を削除したモデルを複数パターン準備しておく。クラックの発生を予測するCoffin-Manson則は、あるクラック長さ（例えば50 μm）が入るサイクル数を精度よく予測する。そこで対象とする接合部の全長を、この基準長さ（50 μm）で割った数だけモデルを複数用意しておけば、各モデルの非線形ひずみ振幅からCoffin-Manson則を使って寿命が予測できる。

例えば接合部長さが500 μmであれば、50 μmずつき裂が進んだモデルを10モデル準備しておけば、各モデルでのクラック発生寿命を累計したものが、最終破断寿命となる。

しかし、これでは接合部長さが長い場合に非効率になる。そこで、五十嵐氏らは全パターンを解析しないで、数パターンの解析のみを行い、残りのパターンの解析結果は得られた数解析パターンの結果から近似して求めるという方法を提案している。

本手法の利点は以下の3点である。

- 1) 大規模な計算資源を必要としない。
- 2) 収束性は他の手法（①，③）より良い。
- 3) モデル数だけ計算するため、計算時間を設定できる。

③損傷パス方式

①，②の手法はメッシュを削除することでクラックを再現するというものであったが、要素を完全に削除しなくても、要素剛性を低下させれば、クラックが入った場合と同様の応力状態が近似できる。向井氏は、このような要素剛性を低下させる方法を損傷パスシミュレーションとして公表している⁽⁷⁾⁽⁸⁾。本手法の利点として以下の3点が挙げられる。

- 1) メッシュサイズの影響を受けにくい。
- 2) 大規模な計算資源を必要としない。
- 3) 特別なメッシュ化必要としない。

一方で本手法は、著者らが試行したところ、他の方法と比較して収束性が劣る傾向が見られた。

方式	要素形状	モデル規模 長さ100 μmに対する 要素数の推定	要素サイズ 依存性	モデル数	計算時間	解析 精度	当社での 試行結果
動的要素削除	VOXCEL	100	有	1	最も長い クラックの長さに対応 して変化	良い	不採用 大規模設備が必要
静的要素削除	テトラ ヘキサ	8	有	10~	短い モデル数に応じて 変化(剛性とロード シェアの関係)	モデル数に 依存	不採用 あらかじめクラック進展経路の 予測が必要
損傷パス	テトラ ヘキサ	4	少ない	1	長い クラックの長さ に応じて変化	メッシュ サイズに 依存	採用 汎用設備で可能 解析中にクラック進展経路の 予測が可能

図14 各方式のベンチマーク
Fig.14 Benchmarks of Those Methods

4.3.2 当社のクラック進展解析

要素を削除させながらクラックを進展させる要素削除方式と要素の剛性を下げ仮想クラックを進展させる損傷パス方式の二つについて、各方式のベンチマークをしてきたが、当社は、クラックの大きさにモデル規模が左右されにくく従来のモデルが活用できる理由から、損傷パス方式を採用し、当社製品向けに解析手法の開発を行った（図14）。

具体的には以下の1)～3)に示すような操作を自動で行う解析プログラムを汎用構造解析ソフトABAQUS上のユーザサブルーチン上で構築した（特許出願2008-12272）。（図15にアルゴリズムを示す）

- 1) Coffin-Manson則のパラメータを実際のクラック進展率にあわせて適切な値にチューニングする。
- 2) 有限要素の損傷状態を、Coffin-Manson則をベースに計算し、これに基づき、動的に要素剛性を低下させる。
- 3) 要素剛性の低下した要素をクラック発生箇所とみなし、グラフィック表示する。またこうした要素の長さを自動で計算し、各サイクルでのクラック率を自動算定する。

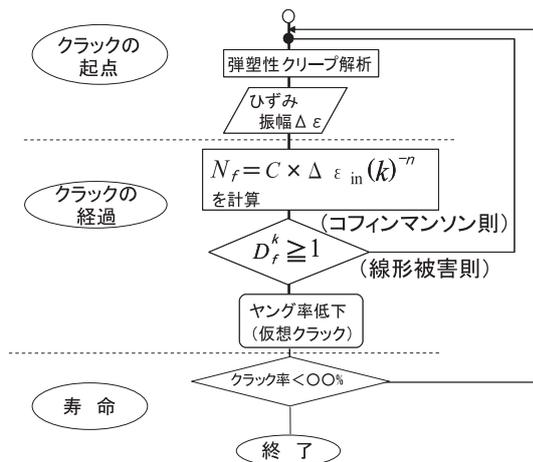


図15 解析アルゴリズム
Fig.15 Analysis Algorithm

このように構築したプログラムを用いることで図16に示すようなよりよい相関が得られた。

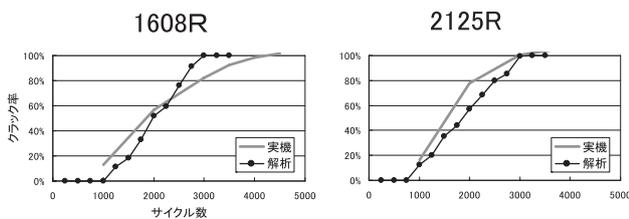


図16 クラック率の推移
Fig.16 Transition of Crack Rate

4.3.3 活用事例

クラック進展解析は、BGAなど外観からクラック発生箇所が特定できない部品の評価指針として活用している。図17は、車載用製品に使用しているBGAパッケージのクラックの進展過程をシミュレーションしたものである。対象パッケージの外側の端子は車両の温度環境の変化に耐えるためNCとして内側の端子の延命を図っている。従来のはんだ寿命解析では、最も最初に破断するボールの寿命が予測することはできたが、2番目以降破断するボールは特定できなかった。このため、実際BGAなどを評価するためには、パッケージ外側から順に断面研磨を進めていくことで検証を行っていた。しかし、クラック進展解析により、2番目以降破断するボールの特定ができ、開発段階における問題の発見に活用できている。

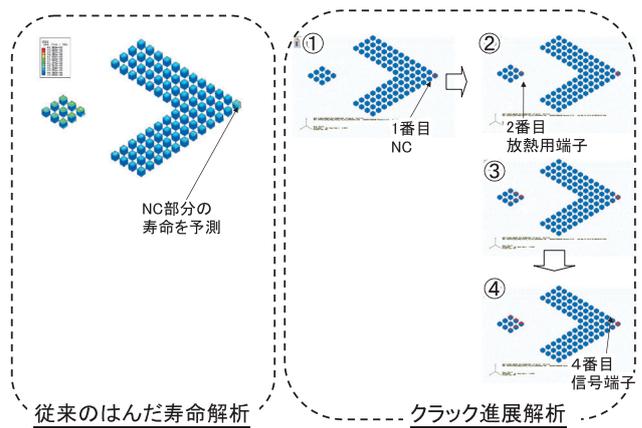


図17 BGAによる活用事例
Fig.17 Application Example to BGA

5

おわりに

本稿では、当社のはんだ接合寿命解析の歴史と活用について、電子部品のSMD化、はんだの鉛フリー化、部品の高密度化の背景を交えながら報告を行った。

これらの活動は、はんだ物性の取得をはじめ部品の限界寿命の取得とシミュレーションの検証など、関係者のご協力によってさまざまな設計指針の策定や評価の効率化に貢献できたものであり、心より御礼申し上げたい。

近年車載用電子機器はエンジンルーム内に搭載されることも多く、熱的には厳しい環境におかれている。

さらにその中に大電流を扱う製品も増えており、高温環境におけるECU内の過渡的な自己発熱によるはんだ接合信頼性が課題になると考え現在、開発に取り組んでいる。

今後も、熱流体と応力の連成解析手法の確立や、より微細化する接合部の解析手法の開発によって、車載製品の小型高信頼性化技術の開発に貢献していきたいと考える。

参考文献

- (1) 米本, 杉浦, 若林, 安原, 渡部, 越路 “エンジン制御 ECU'05標準モデルの開発” 富士通テン株式会社、富士通テン技報Vol.46、pp.8-14
- (2) 于強, 白鳥正樹 “マイクロはんだ接合部の強度信頼性評価と信頼性設計に関する諸問題” 日本機械学会RC144 エレクトロニックパッケージングにおけるマイクロ接合の信頼性評価に関する研究分科会報告書、pp.77-154 (1998)
- (3) 西村, 茂木, 酒井, 川瀬, 作山, 今村, 森宗 “鉛フリーはんだBGA寿命解析”、エレクトロニクス実装学会、エレクトロニクス実装学会誌Vol.4、Vol.5、pp.416-420 (2001)
- (4) 酒井, 森宗, 齋藤 “鉛フリーQFPパッケージの設計パラメータ評価に関する研究”、日本機学会、第18回計算力学講演会講演論文集、pp.185-186 (2005)

- (5) 寺崎健, 谷江尚史 “き裂進展モデルに基づくはんだ疲労寿命予測方法” 日本機械学会論文集、A編 Vol.74, No.740 (20080425) pp.574-582
- (6) 五十嵐和広 “はんだ接合部の疲労寿命推定方法および装置” 特許第4179248号
- (7) 向井, 門田, 廣畑, 高橋, 川上, 高橋邦 “はんだ接合部の損傷パシミュレーション” 日本機械学会論文集、A編Vol.72, No.721 (20060925), pp.1364-1369
- (8) 向井 “QFPはんだ接合部の損傷パシミュレーション” 日本機学会、第18回計算力学講演会講演論文集、pp.183-184 (2005)
- (9) CD-adapco JAPAN CAE用語集 “CD-adapco JAPAN” <http://www.cdaj.co.jp>
- (10) ウィキペディアフリー百科事典 “ウィキメディア財団” URL : <http://ja.wikipedia.org>
- (11) IT用語辞典 e-Words “株式会社インセプト (Incept Inc.)” URL : <http://e-words.jp>

【用語解説】 ⁽⁹⁾ ⁽¹⁰⁾ ⁽¹¹⁾

ECU (Electronic Control Unit)

電子制御式機器の略

有限要素法

(ゆうげんようそほう、Finite Element Method, FEM)
 構造物を小さな要素の集合体としてモデル化し、構造物が外力により変形したときの変位方程式を解くことにより、応力やひずみを解析する方法

SMD

表面実装部品 (Surface Mount Device) の略
 表面実装技術でプリント配線板に実装することのできるIC, 抵抗, コンデンサなどの電子部品。

BGA (Ball grid array)

はんだ材料でできたボール状電極 (bumps) を格子状に並べたもの。QFPと比較して多数の電極を設けることができる上、周囲にリードが張り出さないので実装面積を縮小できるが、外部からはんだ付けの状態を検査するのが困難である。

SOP (Small Outline Package)

対向する2辺から端子をガルウイング状に伸ばしたもので、小型のプラスチック・モールドのパッケージ。

QFP (Quad Flat Package)

パッケージの四辺から端子をガルウイング状に伸ばしたもので、小型のプラスチック・モールドのパッケージ。

クリープ

材料に一定の荷重を加えたときに材料が時間とともにひずみが増大する性質のことで、高温で顕著におこる。文中で伸びにくいと表現しているのは、この特性の比較から説明している。

GUI (Graphical User Interface)

ユーザに対する情報の表示にグラフィックを多用し、大半の基礎的な操作をマウスなどのポインティングデバイスによって行なうことができるユーザインターフェースのこと。

メッシュ

有限要素法における要素のこと。

テトラメッシュ

四面体の要素のこと。テトラ要素は自動メッシャーを使用することで複雑な形状でも容易に作成することができる。ヘキサと比べると要素数が大きくなり、誤差が大きい。

ヘキサメッシュ

六面体要素のこと。ヘキサはテトラに比べ完全に自動でメッシュを作成することは難しいが、テトラと比べると要素数は少なくなり誤差は小さい。

VOXCELメッシュ

正六面体要素のこと。自動メッシャーにて形状を再現できるが、複雑な形状を作成しようとするとき大規模な設備が必要になる。ヘキサ, テトラと比べると、要素数は桁違いに多く、精度は良い。

モンテカルロ法 (Monte Carlo method)

シミュレーションや数値計算を乱数を用いて行なう方法。文中では、特性式の変数にEXCELの関数RANDを用いて乱数を発生させて計算している。

社外執筆者紹介



酒井 秀久
(さかい ひでひさ)

1990年富士通㈱入社以来、実装技術関連のシミュレーションに従事。2007年にテクノロジセンターの分社化にともない現在、富士通アドバンスドテクノロジHPC適用推進センターに在籍。現在、富士通アドバンスドテクノロジHPC適用推進センタープロジェクト課長。

筆者紹介



森宗 克文
(もりむね かつふみ)

1992年入社。以来自動車用電子機器の開発を経て、1999年より自動車用電子機器の実装技術開発に従事。現在、AE本部 先行開発統括部 開発二部在籍。



米本 宣司
(よねもと たかし)

1987年入社。以来、自動車用電子機器の実装・構造開発を経て、2009年よりエンジン制御用ECUの設計に従事。現在、AE本部 制御ソリューション統括部 制御1部 部長。