

航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2003 (ANSS2003)

# 日産における衝突解析適用の現状

Current status of Crash Simulation in NISSAN

荒木 敏弘

Toshihiro ARAKI

日産自動車株式会社 第一車両性能開発部 車体構造・解析グループ  
 (〒243-0192 神奈川県厚木市岡津古久560-2, t-araki@mail.nissan.co.jp)

CAE engineers in OEMs are asked to contribute to reduction of number of prototype and shortening of developing process from their top-management. One of the neck problems in several vehicle performances is the crashworthiness and occupant safety. In this paper, 2 issues are described. (1) What s the essential problem of performance absolute prediction (2) Explanation of 3major items (material related problems, spot-weld rupture, deformable barrier modeling) that disturb absolute prediction are solved partly and applied to vehicle calculation model. And remained problems are described.

**Key Words:** Absolute prediction, Rupture, Scatter

## 1. はじめに

試作車の削減、開発プロセスの短縮が進む中、衝突性能の開発は多くの課題を有しており、いわゆる「ネック技術」の一つと考えられている。その中で、解析はネック解決の大きな期待を持たれているにもかかわらず、現状のパフォーマンスに対して多くの経営者、技術者は満足していないのが実情である。

ここでいうパフォーマンスとは、大きく (1) 実験初号車でOKが取れる高い予測精度と開発ロジックがあることと、(2) 短い開発プロセスの中で、より最適に近い構造解を求める為のスピードを持っていること。以上2つと考えられ、これらを大きく進歩させることが我々に与えられた命題である。

ここでは、前者（精度）に着目し、予測とはどういうことか（物、測定のパラツキの影響も含んで）、どのような現象の再現が重要であるかを概説し、主要なモデル化技術である「材料モデル（加工硬化を含む）」、「SPOT破断」、「デフォーマブルバリアモデルの改善」の3点について概略の説明と開発手法の適用による精度向上の例を示す。

## 2. 解析の予測精度について

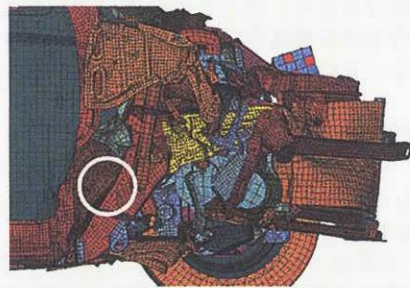
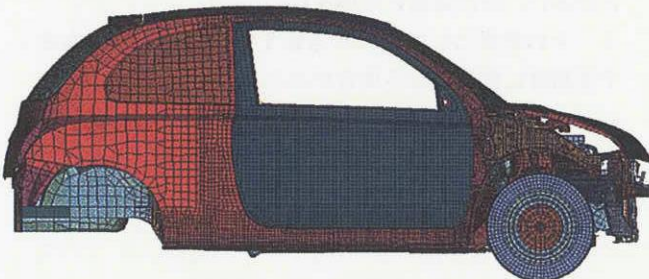


図1. 新型マチのモデル全体図とエンジン部変形モード  
 例としてオフセット衝突時の車体変形量を用いて説明する。図1にモデル図と変形モードを示す。

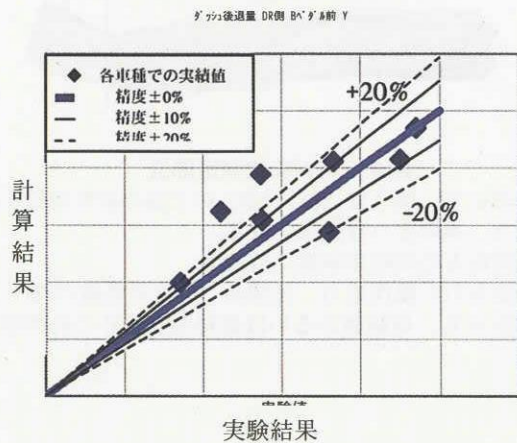


図2. ダツシ後退量の実験～計算の比較  
 図1中の白丸印部の変形量(ダツシ後退量)について、い



くつかの車種の計算と実験の比較を行う。

図2が示すように、車体の変形量で±20%を越える差が見られる車種がいくつか有り、絶対値予測が出来ていないことを示す。

広い意味(解析技術以外の要因も含めて)での「予測精度」が低いと言うことは、実験時の性能バールの信頼性が低いということであり、試作車、実験コストなどの開発コストが高むか、マージンを取った設計(=車両コスト、質量の増加)をする事になり、極めて大きな問題と言える。

この差を分析すると、以下の要因に分けられる。

- (1) 計算モデルの不完全さ(静動比の問題含む)
- (2) 車両のバラツキ(材料、形状、組立て)
- (3) 実験条件のバラツキ
- (4) 計測精度

図2では、実験条件と同じ境界条件を設定した上で比較しているので要因(3)は除外される。又、実験は変形量の静的な実測値であるため(4)についても除外される。

(1)に関しては、多くの技術的課題が残っており、そのいくつかの例を後述する。

(2)に関しては、種々の検討がされており、無視できない重要な要因であることが分かっている。ある事例では、車両のバラツキの影響のみで変形量において±20%の影響が見込まれる場合がある。ただこの要因に関しては、極めて広範な技術領域を網羅的に調査する必要があり、全貌は明らかになっていないため本報での論議は差し控える。

### 3. 解析技術課題

ここでは、「材料モデル(加工硬化)」「SPOT 破断」「デフォームバリアモデル」の3点について概説する。

#### (1) 加工硬化を主とする材料定義

材料に関する課題としては、(a)歪-応力線図の定義方法、(b)歪速度依存の表現方法、(c)加工硬化を始めとするプレス時の影響考慮、(d)材料のバラツキ、などが考えられるが、ここでは加工硬化に特化して論議する。

図3にある車種の主要骨格部材を示す

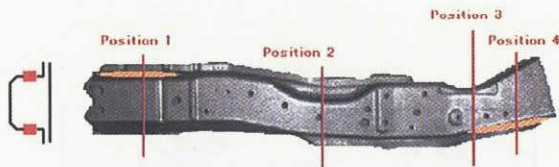


図3. 材料特性測定部位

図3において、例えば POSITION1 の上面の材料特性を測定すると、次のような結果となる。

降伏応力の規格中央値：370Mpa

測定された降伏応力：503Mpa (規格中央値+37%)

この例からも、規格値あるいは母材(成型前)の特性値で

衝突解析をしても精度が悪い事が容易に想像できる。

ここでは詳述出来ないが、一例としてその影響が分かる事例を図4に示す。

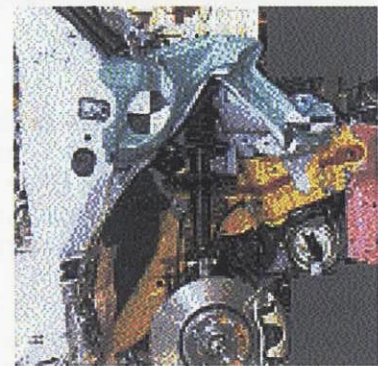
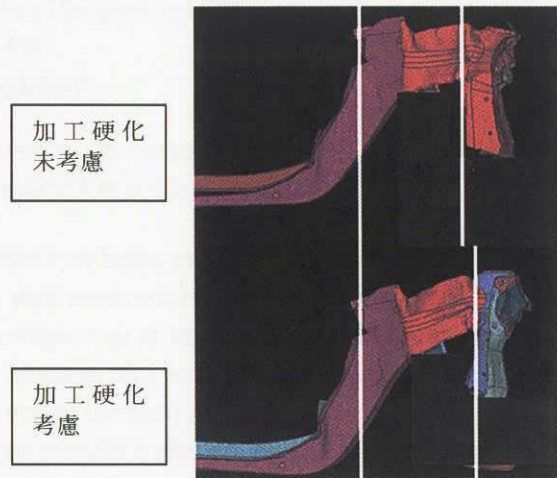


図4. 加工硬化の考慮による変形モードの変化と実験結果

図4に示すとおり、加工硬化を考慮することで、主要部材の変形量が低減し(図中の白線比較)、実験同様ベッチング方向の変形が再現されていることが分かる。当然だが、変形量は良く合う方向に変化している。

#### (2) SPOT溶接破断

開発時の実験終了車には、SPOT溶接の破断が見られることが多い。SPOT破断の事例を図5に示す。

又、その結果としてこれを考慮する/しないで、大きく予測精度に影響が有る場合がある。



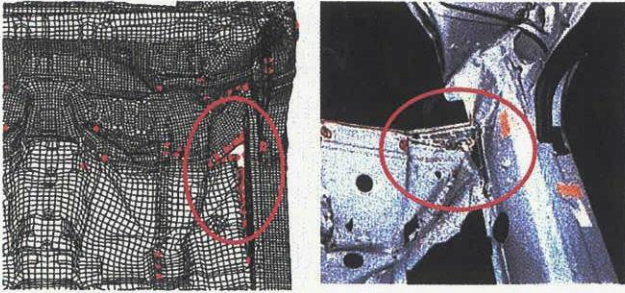


図5. SPOT破断事例(左:計算結果、右:実験結果)

図6にある車種の車両の減速度波形を示すが、実験(黒太線)に対し、SPOT破断考慮前の計算結果(青細線)は現象最終部分で大きな現速度を示しており精度が低い。それに対して、SPOT破断を考慮した場合(赤細線)は、実験と十分比較できるレベルに精度が向上する。

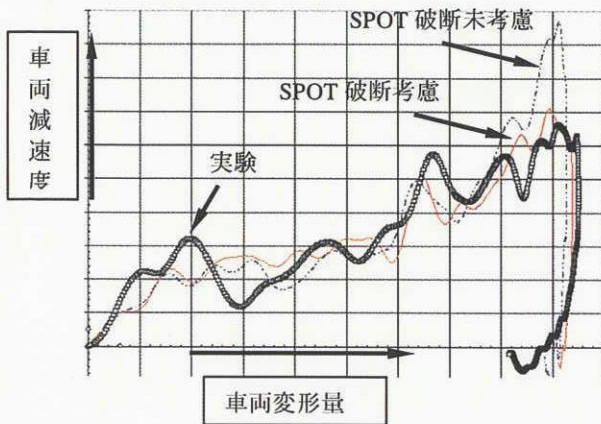


図6. 減速度波形

(3) デフォーマブルバリアのモデル高精度化

オフセット衝突の場合、車両の変形予測精度がアルミハニカムバリアのモデル精度に大きく影響される場合がある。

図7にデフォーマブルバリアの衝突後の変形図を示す。各所に破断、剥がれなどの不連続現象があり、これらが車両への反力の出し方に大きく影響する。

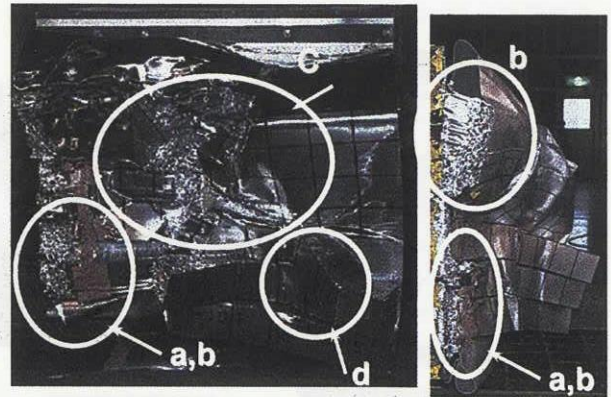


図7. デフォーマブルバリアの変形モード  
(a:ハニカムの圧縮 b:ハニカムの倒れこみ c:Cladding sheetの破断 d:接着剤の剥がれ)

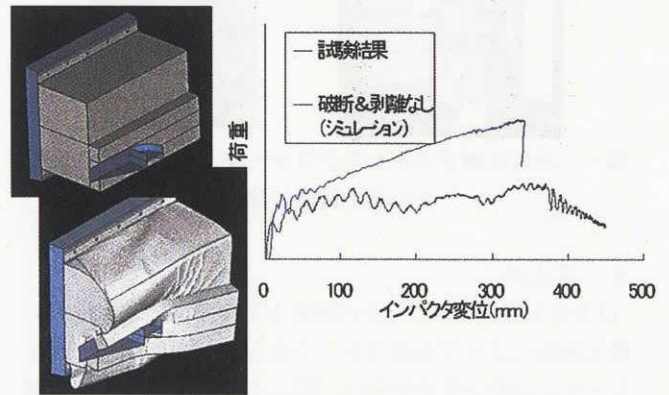


図8. 破断、剥離の有無による反力特性の差

図8に破断、剥離の有無による反力特性の差を示す。破断、剥離が無い場合、変形量が増えると、周囲の巻き込みにより荷重の広範囲への伝達が行われ、トータル反力は2倍近くなる可能性がある。以下の方策を実施して、モデル精度を向上した。

- (1) ハニカム単体の各方向の反力特性を実験取得
- (2) 接着強度を方向性を考慮して実験取得
- (3) バリア全体での台車実験を、負荷子形状2種類について実施しバリデーション。
- (4) その際、Cladding Sheetの破断を表現する為、メッシュサイズの検討を実施



## (5) 車両衝突モデルにて検証

以上により、図9に示すような車両実験後の変形モードを再現することが出来た。

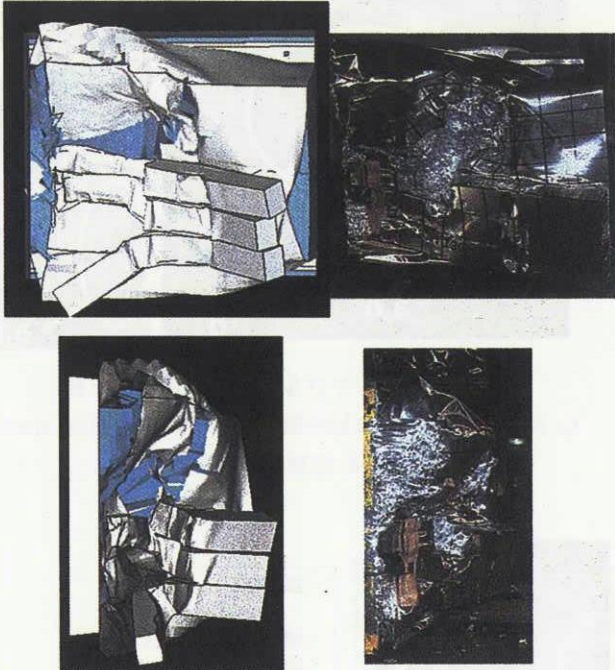


図7. 車両実験を再現したデフォーマブルバリアの変形モードと実験の比較

## 4. まとめ

以上のように、いくつかの解析上の課題は地道な技術の積み重ねによって改善されつつあるが、まだ満足できるレベルには無い場合が多い。更に、以下に示すような未解決の課題も山積している。

- ガラスの割れ
- 樹脂、複合材料の圧壊、破断
- 現実的且つ高精度の流体連成問題(燃料タンク等)

又、前段で述べたが、各種バラツキの影響の明確化とその取り扱い方は大きな課題である。

## 参考文献

- 1) 中西 他：車体衝突時のスポット溶接破断予測に関する試み、自技会2000年秋季学術講演会
- 2) 井上 他：溶接部破断を考慮した車体衝突シミュレーション、自技会2000年秋季学術講演会
- 3) 井上 他：SPOT溶接強度のバラツキの部材圧壊強度

への影響検討、平成12年度材料力学部門講演会

- 4) 野島 他：オフセット衝突におけるDBのモデル化と精度、自技会シンポジウム「バーチャル開発はどこまで可能か」(2001)