

軽乗用車のコンパティビリティに関する研究^{*1}

Research on Frontal Crash Compatibility for Minicar

新井 勇司^{*2}

Yuji ARAI

Abstract

To investigate the effect of geometry matching in frontal crashes, two minicar-to-large-car crash tests were conducted with different front-rail heights. In the test of the original ride height (where the front rails of the minicar were lower than the front rails of the large car), the large car overrode the minicar, and therefore the intrusion into the minicar upper part tended to be significant. In the second test, car-ride heights were modified so that the front rail heights for each vehicle were matched. For this case, the front rails of both cars deformed, and dummy injuries in the minicar were reduced. The results from this testing demonstrated that matching the height of front rails effectively improved the structural energy absorption and reduced dummy injuries.

1. はじめに

サイズ・重量の異なる乗用車同士、あるいは乗用車と他のカテゴリの車両との前面衝突時における双方の乗員保護性能の確保（コンパティビリティ）の改善は、国際的にも衝突安全における重要課題の一つに位置付けられている¹⁾。日本においては、近年、日本独自のカテゴリである軽乗用車の需要が高まっている現状で、事故時の軽乗用車の被害性が問題の一つとなっており、軽乗用車に対する被害軽減対策の検討が求められている。

そこで、本研究では、軽乗用車の被害軽減に資する検討をするべく、軽乗用車対普通乗用車の前面衝突試験を実施し、フロントサイドメンバをはじめとする車体前部構造の幾何学的なマッチング（ジオメトリマッチング）の効果について検証した。

2. 車対車衝突試験

前面衝突におけるジオメトリマッチングの効果を検証するため、フロントサイドメンバ（以下、「サイドメンバ」という）の高さが異なる軽乗用

車と普通乗用車を使用し、両車のサイドメンバがすれ違う通常的車高状態と、両車の車高を調整することで互いのサイドメンバ高さを合わせた条件によるフルラップ前面衝突試験を実施した。

2.1 試験方法

Fig. 1に衝突形態を示す。試験車両には、ボンネット型の660ccクラスの軽乗用車と、2,500ccクラスの普通乗用車を使用し、衝突速度は両車ともに50km/hとした。各試験車両には、運転席と助手席にシートベルトを着用した成人男性50%tile Hybrid-IIIダミー（以下、「ダミー」という）を搭載した。これら2体のダミーと計測器等を搭載した試験時の車両質量は、両試験でいずれも軽乗用車が1,024kg、普通乗用車が1,695kgとした。

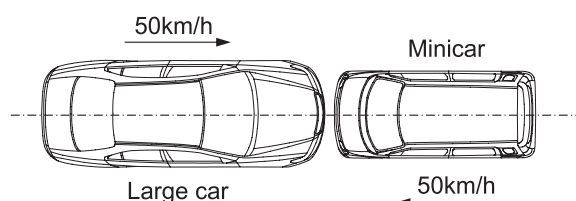


Fig. 1 Crash configuration

*1 原稿受理 2009年1月21日

*2 (財)日本自動車研究所 安全研究部

Fig. 2に両車の幾何学的関係を示す。通常の高状態で実施した試験の場合、両車のサイドメンバの高さの差は、その前端断面の中央で普通乗用車が軽乗用車より130mm高く、両車のサイドメンバはほぼ完全にすれ違う。一方、車高を調整した両車のサイドメンバの高さは前端断面の中央ではほぼ一致し、普通乗用車のサイドメンバ前端が軽乗用車のサイドメンバ前端に完全にオーバーラップする。なお、両車のサイドメンバは左右方向においてほぼオーバーラップする位置関係にあった。

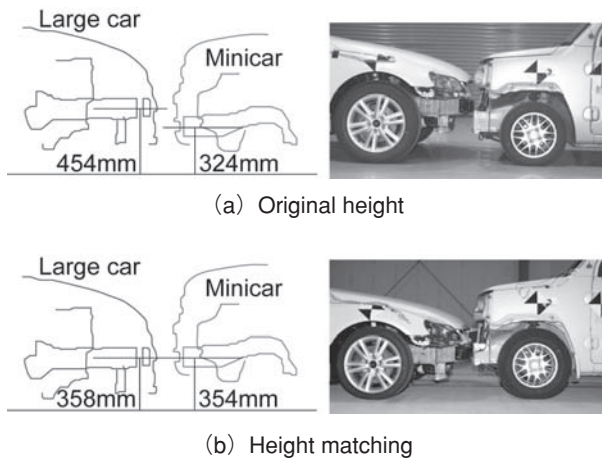


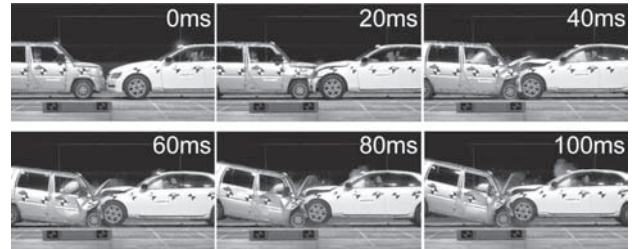
Fig. 2 Structure geometry

2.2 試験結果

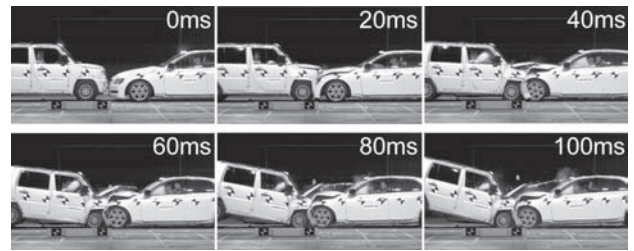
2.2.1 衝突中の車両挙動

Fig. 3に衝突中の車両挙動を衝突瞬間から20msごとに100msまで示す。サイドメンバが上下方向ですれ違う通常の高状態での衝突の場合 (Fig. 3a)、普通乗用車が軽乗用車に乗り上げる、いわゆるオーバーライド現象がみられた。このとき、20~60msで衝突面が上方向に移動することが観察された。50ms付近で普通乗用車の前輪が路面から離れ始め、その後、普通乗用車の前輪が軽乗用車の前輪に乗り上げながら、軽乗用車は60ms付近から後輪が浮いた状態で押し戻された。

一方、サイドメンバ高さを合わせた衝突の場合 (Fig. 3b)、前者でみられたようなオーバーライド現象が発生せず、衝突面の移動がなかった。衝突中の普通乗用車はほとんど姿勢が変わらなかった。一方、軽乗用車は60ms付近から後輪が浮いた状態で押し戻された。その後、軽乗用車は大きく前傾した。



(a) Original height



(b) Height matching

Fig. 3 Car behavior

2.2.2 車体変形

Fig. 4に試験後の軽乗用車の車体変形状況を示す。サイドメンバが上下方向ですれ違う通常の高状態での衝突 (Fig. 4a) では、普通乗用車がオーバーライドしたため、サイドメンバより上側の変形が大きく、エンジンが大きく後傾・後退した。また、ステアリングのリム下側が大きく曲がり、リム右部は完全に破断した。一方、サイドメンバ高さを合わせた衝突 (Fig. 4b) では、サイドメンバが潰れ、車体前面が上下方向に一樣に変形した。客室では、前席ドアまわりは衝突前の状態を確保し、通常の高状態での衝突に比べ、インストルメントパネル (以下、「インパネ」という) やステアリングの損傷が小さかった。



(a) Original height



(b) Height matching

Fig. 4 Deformation of minicar

変形量で比較した場合、車体上部に位置するエンジンまわりの変形量は、いずれの部位も通常の車高状態での衝突の場合のほうが大きく、エンジン上部やストラットマウント部では両車の差が約155mm（左右平均）であった。車体の下まわりについては、サイドメンバ高さを合わせた衝突の場合のほうが全体的に変形が大きく、サイドメンバではその前端で115mm（左右平均）の差であった。また、通常の車高状態ではエンジンが大きく後傾したのに対し、サイドメンバ高さを合わせた場合では若干の回転のみでエンジン全体が後退したため、エンジン下部（ミッションを含めて）の後退量が大きくなった。客室では、インパネやステアリングといった車体上部での侵入量は、通常の車高状態の場合のほうが大きく、一方、トーボードやフロアによる足元の変形はサイドメンバ高さを合わせた衝突の場合のほうが大きい傾向にあり、特に車体中央から助手席側での変形が顕著であった。これは、エンジン下部の大きな後退に起因したものと考えられる。

Fig. 5に試験後の普通乗用車の車体変形状況を示す。軽乗用車に比べて、普通乗用車の変形は極めて小さいことがわかる。客室はほとんど変形がみられず、試験前の状態を確保し、各計測部位での大半は、変形量が7mm以下とわずかであり、最大でもステアリングシャフトの先端部で、通常の車高の場合が24mm、サイドメンバ高さを合わせた場合が19mm前方へ移動した程度であった。車体の前面については、サイドメンバとバンパビームの変形モードに両車で違いがみられた。通常の車高状態での衝突の場合、軽乗用車のエンジンと普通乗用車のバンパビームが衝突したことにより、普通乗用車のバンパビームは大きく折れ曲がり、それにともないサイドメンバの前端が内側へ変形した。一方、サイドメンバ高さを合わせた衝突の場合、両車のサイドメンバ同士が接触し、普通乗用車のサイドメンバは軸方向に潰れた。そのため、サイドメンバの前後方向変形量が通常の車高の場合より大きく、右側の前端部で108mmの差がみられた。

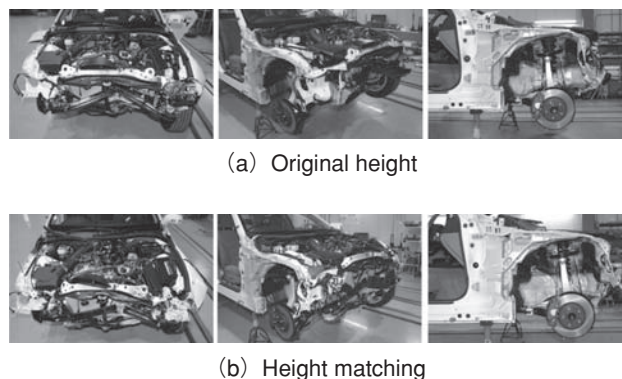


Fig. 5 Deformation of large car

2.2.3 ダミー傷害

Fig. 6に軽乗用車の運転席ダミーの傷害値を基準値に対する比率で示す。

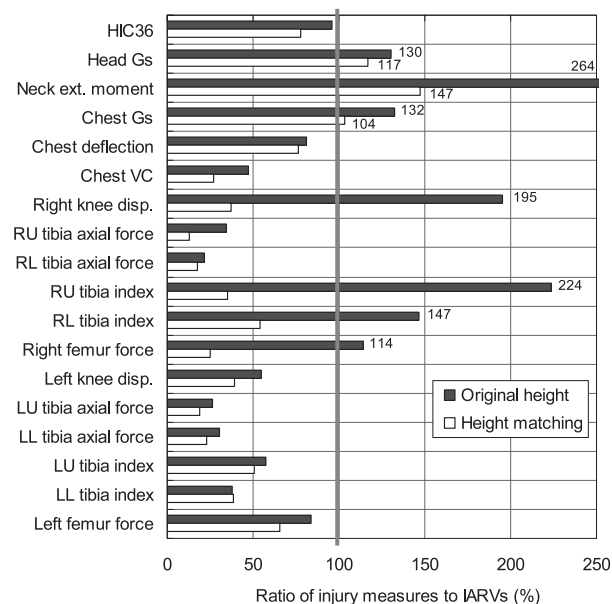


Fig. 6 Ratio of injury measures of driver dummy to the injury assessment reference values (IARVs)

通常の車高状態での衝突の場合は、7つの項目が基準値を上回っており、そのなかでも特に、頸部の伸張モーメントが基準値の264%、右膝変位が195%、右上のTibia indexが224%高い値を示した。一方、サイドメンバ高さを合わせた衝突の場合、頭部G-3ms (117%)、頸部伸張モーメント (147%) および胸部G-3ms (104%) の3項目が基準値を上回っているものの、いずれも通常の車高状態の場合より低く、下肢などのその他の項目についてもその傾向がある。

2車両間での軽乗用車のダミーの波形モードは、頭部、頸部、胸部といった上体のそれぞれの部位で同じ傾向がみられた。Fig. 7に示すように、運転席ダミーの頭部加速度のピーク値の時間は、通常の高さの場合が82.5ms、サイドメンバ高さを合わせた場合が82.7msとなり、両試験でピークがほぼ同時点で発生しているのがわかる。ただし、波形の立ち上がりの時間に若干の違いがみられ、通常の高さの場合が約24ms、サイドメンバ高さを合わせた場合が約17msとなり、ダミー上体でも、各部位で通常の高さの場合のほうが約7ms遅れた結果であった。

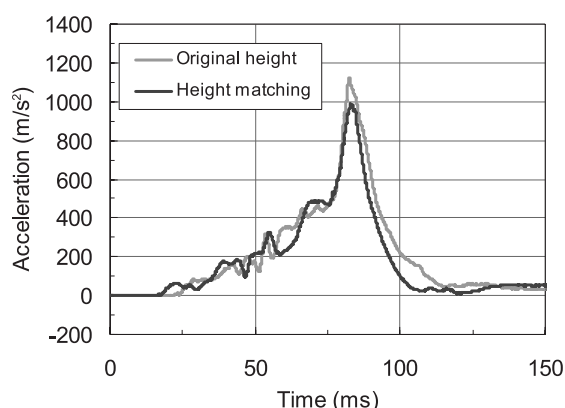


Fig. 7 Head resultant acceleration of driver dummy in minicar

また、Fig. 8に示すシートベルトのショルダー部で計測した張力では、通常の高さの場合、荷重発生の開始時刻がサイドメンバ高さを合わせた場合よりも約7ms遅く、プリテンショナの作動タイミングの遅れがあった。また、高速度ビデオから、運転席側のエアバッグは、通常の高さ状態での衝突の場合、衝突後、約22ms時点で展開し、サイドメンバ高さを合わせた場合に比べて、約4msの遅れがみられた。通常の高さの場合でのこれらの遅れは、互いのサイドメンバがすれ違ったことで、サテライトセンサによる衝突検知に遅れが発生したためであると考えられる。通常の高さの場合で

は、これらの拘束の遅れと客室上部の侵入により、頭部、胸部などの加速度が高くなったものと考えられる。

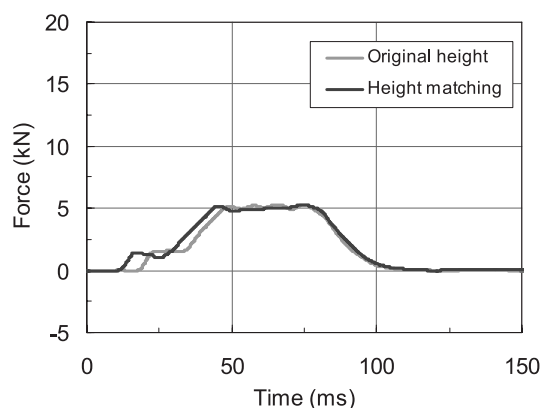


Fig. 8 Shoulder belt force of driver dummy in minicar

3. まとめ

前面衝突におけるジオメトリマッチングの効果を検証するため、サイドメンバの高さが異なる軽乗用車と普通乗用車を使用し、両車のサイドメンバがすれ違う通常の高さ状態と、両車の車高を調整することで互いのサイドメンバ高さを合わせた条件によるフルラップ衝突試験を実施した。その結果、軽乗用車と普通乗用車の互いのサイドメンバ高さをマッチングさせることにより、サイドメンバが有効に変形し、客室変形の減少、さらにはダミー傷害値の低減につながる事が明らかとなり、軽乗用車の被害軽減対策の一つとして、車両の前部構造部材同士を相互干渉させる構造インタラクションが重要であることが確認できた。

なお、本研究は国土交通省の委託事業により実施した調査内容の成果の一部である。

参考文献

- 1) P.O'Reilly : Status Report of IHRA Compatibility Working Group, 19th ESV, Paper No. 365 (2005)