

⑯ チャイルドシートの側面衝突試験方法に関する調査

自動車安全研究領域

※田中 良知

細川 成之

山口 大助

松井 靖浩

1. はじめに

2001年の道路交通法改正によりチャイルドシート(Child Restraint System: 以下 CRS)の装着が義務化され、子供乗員の車両乗車中の安全は大きく向上している。しかしながら、CRSの安全性能に関する基準UNECE Regulation No.44に沿って前面衝突試験は行われているが、側面衝突試験は行われていない。

交通事故において側面衝突事故は前面衝突事故に次いで乗車中の子供の死亡重傷割合が高いことが指摘されており、欧州ではCRSに側面衝突事故対策を織り込む要望が消費者団体より出されている。現在、国連の場において議論されているCRSの新しい基準に側面衝突試験を新規導入することが合意され、その検討が進められている。

CRSの衝突試験はスレッド試験機を用いて行われる。スレッド試験機には乗員(ダミー)を搭載した台車(スレッド)を衝突時の加速度で射出する加速式と、乗員を搭載した台車を剛体壁などに衝突させる減速式の2種類ある。欧州では減速式が主流であるため、新規導入の試験方法は減速式スレッド試験機を中心に検討が行われている。一方日米では加速式が主流となっており、わが国の認証機関である当研究所も加速式スレッド試験機を使用して試験を実施している。このため、減速式と加速式、方式の違うスレッド試験機を使用したときの試験結果の同等性についての検証が必要となっている。

今回、加速式スレッド試験機でのCRS側面衝突試験の実施可能性の確認と問題点の調査を目的として、(1)実車側面衝突実験とスレッド実験を比較して、実際の衝突現象が模擬できているかの確認、(2)現在提案されている基準案の側面衝突試験条件を満たすことが出来るか、(3)加速式スレッド試験機と減速式スレッド試験機で試験の厳しさに差が無いか、(4)現在提案されている試験方法で問題が無いかの4点について調査を実施した。

2. 側面衝突スレッド試験方法

2. 1. 試験条件

現在検討されている側面衝突試験方法の試験条件では、ドアとトロリー(減速式スレッド試験機において台車を牽引する部分)の相対速度及びドアとシートの相対侵入量のみが定められている。図1に相対速度の要件を示す。図中のコリドーとは、時間によって変化する速度や加速度の許容値の上限と下限の線で囲まれた領域を指す。この試験ではドアとシートの相対速度がコリドー内に収まる必要がある。一方、ドアとシートの相対侵入量は $250 \pm 50\text{mm}$ である。

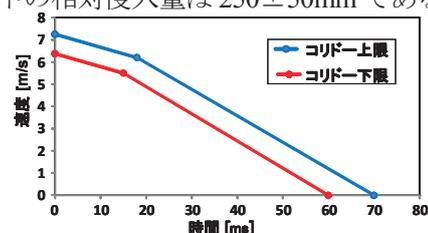


図1 相対速度に関する試験条件(コリドー)

2. 2. 試験装置

図2に加速式スレッド試験機を利用したCRS側面衝突試験装置を示す。この装置ではスレッド上に可動シートを備えたレールを設置し、シートは同じくスレッド上に設置したアルミハニカムからの入力で動く。ドアはスレッドに固定されており、ドアの動きをスレッドで、シートの動きをアルミハニカムでそれぞれコントロールする。



図2 CRS側面衝突試験装置

2. 3. 試験方法

図3に試験装置によるドアとシートの速度時間履歴を示す。ドアパッド面がシート端と一致した時を $t=0$ と定義している。ドアを一定速度で動かし、シートを速度をコントロールして、ドアとシートの相対速

度がコリドール内に入るように調整している。

図4にt=0の時の試験装置の模式図を示す。ドアはスレッドにより動かされ、シートへの入力はアルミニウムによりコントロールしている。

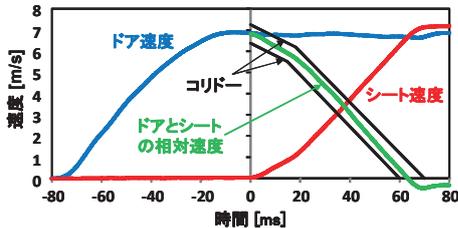


図3 スレッド装置速度時間履歴

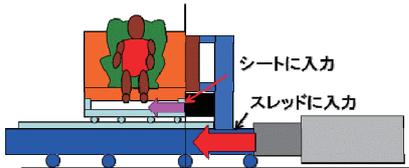


図4 試験装置模式図 (t=0)

3. 実車実験との比較

3. 1. 実車実験方法

今回の CRS 側面衝突スレッド実験により、実車で側面衝突の状況の再現可能性を確認した。

比較に用いた実車実験は現在の側面衝突試験の基準である UNECE Regulation No.95 の条件で行った。実験車両は小型 Hybrid 乗用車である。実験では後席ドア及び反衝突側後席サイドシルの加速度を測定した。

図5に実験の状況を示す。後席に ISOFIX 固定ユニバーサルタイプの前向き CRS を設置し、Q3s ダミーを座らせて実験を実施した。



図5 実車衝突実験状況

3. 2. 実験結果比較

図6に実車実験と第2章の方法に基づくスレッド実験のドア及びシートの加速度の時間履歴を示す。加速度波形はほぼ一致しており、図2の試験装置は実車の側面衝突実験を模擬可能であることを確認できた。

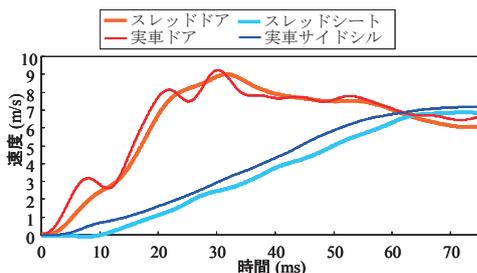


図6 加速度時間履歴

図7にスレッド実験及び実車実験でのダミー頭部加速度の時間履歴を示す。ドア及びシートの加速度がほぼ同等であるにもかかわらず、頭部加速度には大きな差が見られた。これは、今回のスレッド実験で用いたドアのパッド材が実車のものと異なっており、その違いの影響が大きいと考えられる。

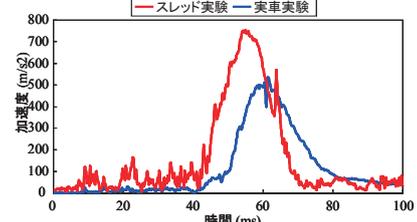


図7 ダミー頭部加速度比較

4. スレッド試験機違い比較

4. 1. 減速式スレッド試験機

現在提案されている試験条件は、欧州の減速式スレッド試験機を用いた調査により確認が行われている。このため、加速式スレッド試験機で試験を行った場合に、その厳しさが同等であるかの確認が必要である。そこで、海外研究機関より減速式スレッド試験機での実験データを手直しし、加速式スレッド試験機により試験条件同一での比較実験を実施した。

図8に減速式スレッド試験機での実験の様子を示す。この実験では、ドアは地上に固定されており、スレッド上の固定シートに取り付けられた CRS 及び子供ダミーがそのドアに衝突する方法で実験を行っている。



図8 減速式スレッド試験機による実験の様子

4. 2. 実験結果比較

図9に加速式及び減速式スレッド試験機でのダミー頭部加速度の時間履歴を示す。試験機の違いによらず、ダミーの頭部加速度はほぼ同等であり、スレッド試験機の違いによる影響は見られなかった。

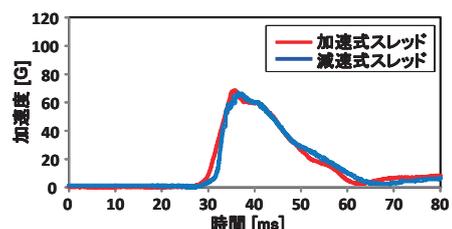


図9 ダミー頭部加速度比較

5. 試験条件検証

5. 1. 相対速度条件調査

現在提案されている試験条件は、ドアとシートの相対速度及びドアとシートの相対侵入量の2つの条件により規定されている。そこで、相対速度は同一でドアの速度が異なる2つの条件で実験を行い、ダミーの傷害値に対する相対速度の影響を調査した。

図10に比較する2条件のドアとシートの速度時間履歴を示す。2条件とは、(1)ドアの速度が一定でシートを移動、(2)シートは移動せずに相対速度の試験要件に合わせてドアの速度のみが変化、である。ドアの速度が一定の場合が減速式スレッド試験機と比較して傷害値が同等となる条件である。どちらの条件も相対速度はコリドー内に収まっており、相対速度はほぼ同等であった。

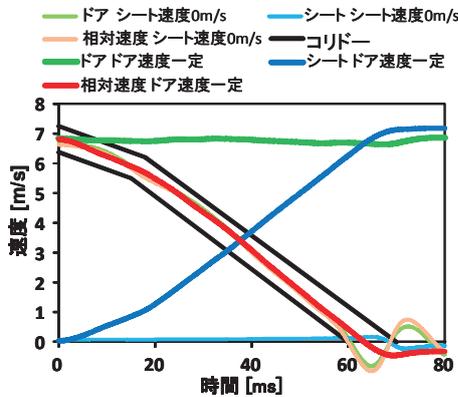


図10 速度時間履歴

図11にダミー頭部加速度の時間履歴を示す。試験条件であるドアとシートの相対速度がほぼ同等であるにもかかわらず、頭部加速度は大きく異なる。よって、ドアとシートの相対速度のダミー傷害値への寄与度は小さいと考えられる。

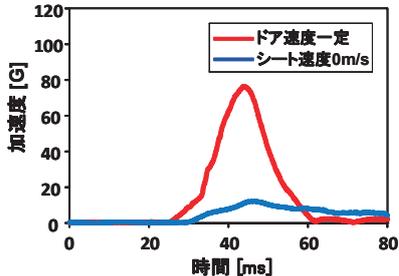


図11 頭部加速度時間履歴

5. 2. ドア侵入量調査

試験条件であるドアとシートの相対侵入量を提案されている試験条件の250mmと200mmの2条件で実験を行い、ダミーの傷害値に対する相対侵入量の影響について調査した。今回、ドアとシートの相対侵入量を変更した場合、ドアとシートの相対速度が変わるた

め、相対速度も異なる。ドアの初期速度は同じとした。

図12にドアとシートの速度時間履歴を示す。どちらの条件もドアの速度は一定でほぼ同等であった。図13にドアとシートの相対侵入量の時間履歴を示す。試験ではシートの移動をアルミハニカムにより行っており、ドアが最大侵入に到達後、アルミハニカムからのリバウンドによりシートが加速され、侵入量が減少する。

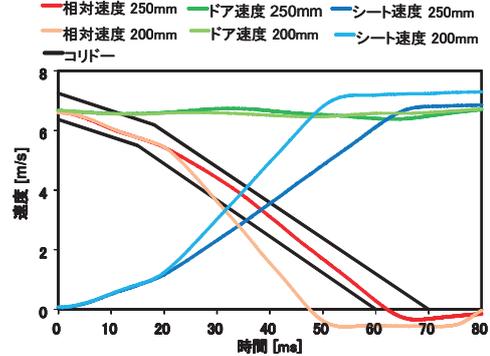


図12 速度時間履歴

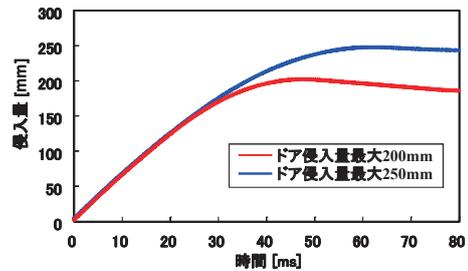


図13 ドア侵入量時間履歴

図14にダミー頭部加速度の時間履歴を示す。試験条件であるドアとシートの相対侵入量が異なるにもかかわらず、頭部加速度はほぼ同等であった。よって、今回の実験条件では、ドアとシートの相対侵入量のダミー傷害値への寄与度は小さいと考えられる。

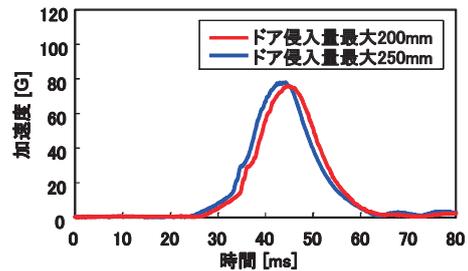


図14 頭部加速度時間履歴

5. 3. ドア地上基準速度条件調査

ダミー傷害値への寄与度が大きいパラメータを明らかにするための調査として、ドアの地上基準速度(地上から見たドアの速度)を6.6m/s、6.0m/s、5.3m/sの3条件で実験を実施した。

図15にドアとシートの速度の時間履歴を示す。侵入量は250mmで同じとしたため、相対速度の傾きは

それぞれ異なっている。

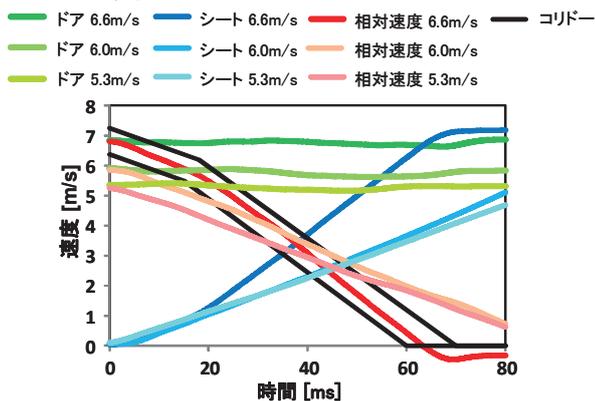


図 15 速度時間履歴

図 16 にダミー頭部加速度の時間履歴を示す。ドアの速度によってダミー頭部の加速度は変化しており、ドアの地上基準速度のダミー傷害値への寄与度は大きいと考えられる。衝突時にダミーはドアの速度まで加速され、速度が速いほど必要なエネルギーは多くなり、その分ダミーへの入力が大きくなることから、傷害値も大きくなると考えられる。

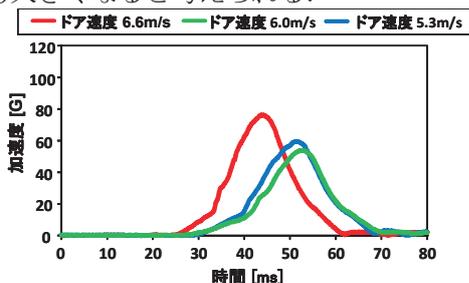


図 16 頭部加速度時間履歴

5. 4. 試験条件検討

相対速度条件及びドア侵入量の調査より、CRS 側面衝突の試験条件のうち、ドアとシートの相対速度が同一の試験条件であっても、傷害値が異なる結果となった。また、ドアの侵入量以外が同一の試験条件で、傷害値は同等の結果が出るということが分かった。これらのことから、提案されている試験の条件には不足があることが確認された。また、ドアの地上基準速度の傷害値への寄与度が大きいことが分かった。

図 17 にドアの地上基準速度を変えた条件におけるドアとダミー速度の時間履歴を示す。先の考察の通り、ドアの速度が速いほどダミーの最大速度も速くなっていた。ダミーの最大速度が速いほど、ドアからダミーに与えられるエネルギーが大きく、そしてダミーに与えられる荷重も大きくなるため、結果として傷害値が悪化したと考えられる。このことより、ドアとシートの相対速度ではなく、ドアとダミーの相対速度が傷害値を決める条件であると考えられる。

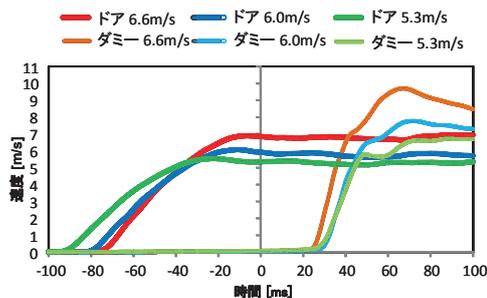


図 17 ドア及びダミーの速度時間履歴

以上より、試験条件においてドアとダミーの相対速度を定めるための条件の追加が必要と考えられ、そのためにはドアの地上基準速度の条件の追加が必要である。また、衝突時にドアの速度を保つには、ドアの侵入量が最大となる時間までドアの速度を保てば十分であることも明らかとなった。

これらのことから、加速式スレッド試験機では、ドア速度が図 18 に示すコリドールの範囲内に収まっていれば、ドアとシートの相対速度が図 1 に示したコリドール内に収まり、減速式スレッド試験機においてドアが固定された条件での試験と同等の厳しさが保たれるといえる。

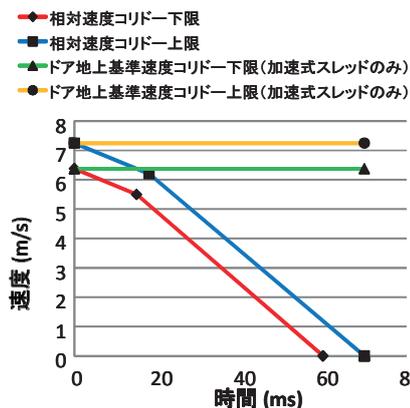


図 18 追加すべき試験条件（ドアの地上基準速度）

6. まとめ

今回の調査において、現在検討中の CRS 側面衝突試験方法が実際の衝突現象を模擬できていること、スレッド試験機の種類によらず試験条件が同等であれば、試験の厳しさもほぼ同等となることを確認できた。ただし、現在提案されている試験条件だけでは、試験条件を厳密に規定できない場合があることも確認した。

試験の厳しさを同等とするためには条件の追加が必要であり、その追加条件の案を作成し、基準案を検討する国連 GRSP の本会議にて発表した。これについては今後、国連 WP29 会議へ正式に提案予定となっている。