

車いすの公共交通機関利用時における乗降及び
車内安全性に関する研究
報告書

平成 20 年 3 月
交通エコロジー・モビリティ財団

はじめに

本事業は、平成 18 年度より継続して、車いす使用者が車両等に乗降する時のスロープ等の使用、乗車中の車いす固定装置に関する課題について掘り下げ、安全性と機器の操作性向上についての研究を行い、将来的に汎用性のある望ましい仕様の提案を行うことを目的としている。平成 19 年度は、特に日常的に利用の機会が多い路線バスの固定装置について重点的に研究を行い、固定装置の耐加速度について安全性の評価を行った。

専門機関（日本自動車研究所）と連携し、車いすを台車上に固定し、バスの衝突を想定した衝撃を加え、車いす、固定装置、乗員（ダミー）への衝撃度を把握し、安全水準を見極める実験を行った。一連の実験結果により、乗員への傷害が発生する衝撃度のレベルが把握でき、固定装置に求められる強度についても具体的な提言ができるようになった。また、実験結果の範囲内ではあるが、現行のバス車内での固定方法についてのより安全な使用方法についても本報告書で言及することができた。より詳細な実験が必要な部分が残されるなど課題はあるものの、実験結果データを元に JIS 等の規格へ反映させる取り組みの段階にきたと言える。

次年度（20 年度）には安全性の水準について JIS 規格化ができないか、関係団体の協力を得て具体的な検討に入る予定である。車いす（福祉機器）及び自動車分野の ISO についても、車いすの固定方法については各国で意見が分かれているところであり、こうした分野でわが国のプレゼンスを明確なものにし、より安全な移動を実現する一助となれば、これに増す喜びはない。

最後になるが、昨年度に引き続き、委員長の労をお引き受け頂き、様々な意見のとりまとめにご尽力頂いた鎌田実委員長（東京大学教授）に深く感謝したい。また、委員会で熱心にご議論頂いた学識者、障害者団体、専門機関・業界団体、交通事業者、行政関係の方々の本事業へのご協力に深く感謝するとともに、日本財団の助成により本事業を進めることができたことに改めて感謝の意を表したい。

平成 20 年 3 月
交通エコロジー・モビリティ財団 会長 井山嗣夫

**車いすの公共交通機関利用時における乗降及び社内安全性に関する研究委員会
委員名簿**

(順不同・敬称略)

委員	氏名	所属	役職
委員長	鎌田 実	東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻	教授
委員	藤井 直人	神奈川総合リハビリテーションセンター研究部リハビリテーション工学研究室	室長
委員	田中 理	横浜市総合リハビリテーションセンター	センター長
委員	鈴木 実	(財)東京都高齢者研究・福祉振興財団 福祉情報部普及推進室地域支援担当	福祉用具専門相談員
委員	今福 義明	NPO法人DPI日本会議	交通問題担当
委員	妻屋 明	社団法人全国脊髄損傷者連合会	理事長
委員	星川 安之	財団法人共用品推進機構	専務理事
委員	清水 壮一	日本福祉用具・生活支援用具協会	専務理事
委員	富田 征弘	社団法人日本バス協会	技術部長
委員	泰松 潤	社団法人日本自動車工業会 福祉車両部会 (トヨタ自動車)	部会長
委員	岡野 俊豪	社団法人日本自動車工業会 大型車部会 バス分科会(日野自動車)	分科会長
委員	水江 泰三	社団法人日本自動車車体工業会 バス部会 技術委員会(ジェイバス)	委員長
委員	高田 達	社団法人日本旅客船協会企画調査部	部長
委員	柴田 亮	有限責任中間法人電動車いす安全普及協会	技術部会長
委員	松永 紀之	有限責任中間法人日本車いすシーティング協会(松永製作所)	理事
委員	服部 一希	日進医療器株式会社 社長室長兼営業部長	営業部長
委員	石丸 尋士	社団法人自動車技術会 技術・規格グループ	事務局次長
委員	佐藤 正之	有限責任中間法人日本福祉用具評価センター試験事業部	部長
委員	松島 和男	独立行政法人交通安全環境研究所自動車安全研究領域	主席研究員
委員	相澤 幸一	経済産業省産業技術環境局環境生活標準化推進室	室長
委員	平澤 崇裕	国土交通省自動車交通局技術安全部技術企画課	車両安全対策調整官
委員	平野 精壽	国土交通省総合政策局交通消費者行政課バリアフリー対策室	室長
委員	野崎 慎一	東京都交通局 自動車部	車両課長

以上 23 名

**車いすの公共交通機関利用時における乗降及び車内安全性に関する研究委員会
ワーキンググループ名簿**

(順不同・敬称略)

委員	氏名	所属	役職
委員長	鎌田 実	東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻	教授
委員	藤井 直人	神奈川県総合リハビリテーションセンター研究部 リハビリテーション工学研究室	室長
委員	田中 理	横浜市総合リハビリテーションセンター	センター長
委員	鈴木 実	(財)東京都高齢者研究・福祉振興財団 福祉情報部普及推進室地域支援担当	福祉用具専門 相談員
委員	松島 和男	独立行政法人交通安全環境研究所 自動車安全研究領域	主席研究員
委員	泰松 潤	社団法人日本自動車工業会 福祉車両部会	部会長 (トヨタ自動車)
委員	岡野 俊豪	社団法人日本自動車工業会 大型車部会 バス分科会	分科会長 (日野自動車)
委員	佐藤 明	ジェイ・バス株式会社 開発設計部	グループリーダ ー
委員	石丸 尋士	社団法人自動車技術会 技術・規格グループ	シニアグループ リーダー 事務局次長
委員	柴田 亮	電動車いす安全普及協会	技術部会長
委員	松永 紀之	有限責任中間法人日本車いすシーティング協会	理事
委員	服部 一希	日進医療器株式会社	社長室長兼 営業部長

以上 12 名

実験用に車いすをご提供いただいたメーカー

スズキ株式会社

株式会社 松永製作所

事務局	河村 伸哉	交通エコロジー・モビリティ財団	理事
"	岩佐 徳太郎	交通エコロジー・モビリティ財団	バリアフリー推進部 部長
"	沢田 大輔	交通エコロジー・モビリティ財団	バリアフリー推進部 企画調査課企画係長
"	松川 不二夫	財団法人日本自動車研究所	安全研究部 主席研究員 担当次長
"	久保田 正美	財団法人日本自動車研究所	安全評価グループ 主任技師 統括グループ長
"	益森 芳成	(株)企画開発 社会経済部	交通企画調査室 室長
"	橘 一勝	(株)企画開発 社会経済部	交通企画調査室

目次

1. 調査の概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 調査の内容	2
1.3 18年度の調査結果を踏まえた今年度の検討内容	3
1.3.1 18年度の調査結果	3
1.3.2 今年度の検討内容	5
2. バス乗車中の車いす使用者の耐衝突衝撃実験	7
2.1 実験の目的及び内容	7
2.2 実験方法	7
2.2.1 バスの車体加速度の選択	7
2.2.2 供試車いす	9
2.2.3 人体模型（ダミー）	10
2.2.4 実験装置	12
2.2.5 実験条件	13
（1）後向き実験	14
（2）前向き実験	15
2.3 実験結果	17
2.3.1 後向き実験の実験結果	17
（1）車いす背面の荷物の有無によるダミーへの影響度合い（R01～R03）	20
（2）乗員の姿勢の差異による影響度合い（R04、R05）	21
（3）車いすと背もたれ板のクリアランスによる影響度合い（R06、07、09）	23
2.3.2 前向き実験の実験結果	25
（1）装備品の違いによるダミーへの影響度合い（F01、F03、F04）	28
（2）スレッド加速度の差異による影響度合い（F01、F03、F04）	31
（3）固定用ベルトの取り付け位置の違いによる影響（F05、F10、F11）	33
（4）固定装置のタイプ別安全評価（F05、F07、F08、F09）	36
3. 車いす乗員の安全性及び固定装置に関する検討	39
3.1 車いす乗員の安全性評価	39
3.2 車いす固定のタイプ別評価	42
4. まとめ	45
5. 車いす乗車中の安全対策と今後の課題	47
参考資料	
参考資料1．車いすの規格（JISより抜粋）	53
参考資料2．固定装置、車いすの規格化の概況	56
参考資料3．ISOの正面衝撃試験の方法	58

1 . 調査の概要

1.1 事業の目的

交通バリアフリー法が施行されて6年が経過し、公共交通機関の車両や駅施設などのバリアフリー化が進み、高齢者、障害者の外出機会も次第に増えつつある。

こうした中で、車いす使用者がバス、鉄道等を利用する際に、その乗降に際してはまだバリアフリー化が十分でないと考えられる部分がある。特に車いすでの乗降時のスロープ使用、乗車中の固定に関する問題が挙げられる。

乗降用スロープについては、その角度が急なため、自走式車いすでの単独乗車は、ほぼ不可能で、電動車いすでも車輪の空転などが生じ介助が必要な状況にある。

車いすでの乗車中、車内での固定については、それ自体が徹底されておらず、急ブレーキ、急旋回、衝突時など、事故の危険性が極めて高い。乗車時間が短いにも関わらず、煩雑な固定作業に対応できないという実態があるにせよ、利用者の安全性を考えた場合、固定については大きな課題となっている。

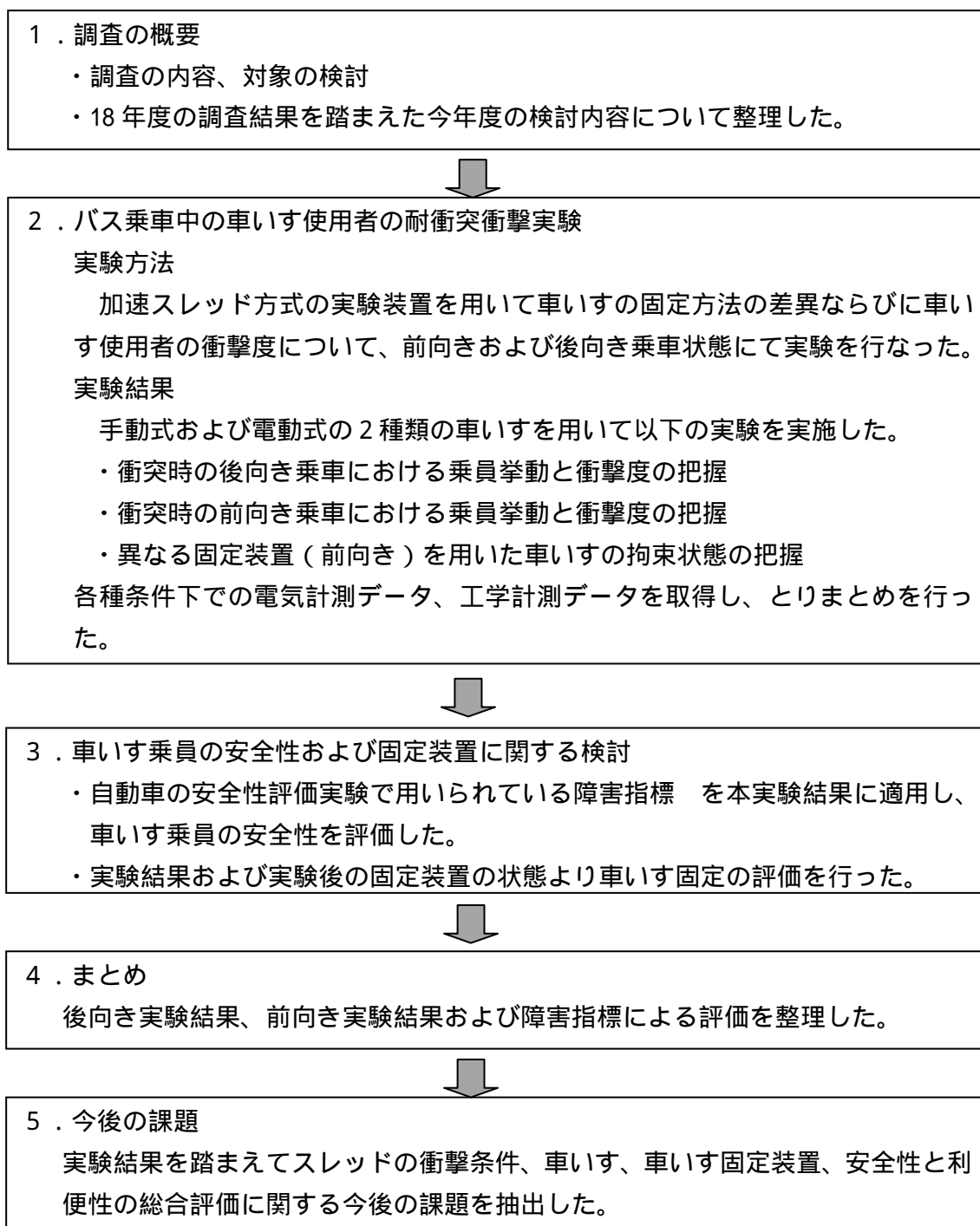
本事業では利用の機会が多く車いすの固定が必要な路線バスの安全対策、利便性の向上について重視し研究を進めるが、将来的に研究結果が広く他の車両や船舶、鉄道等にも応用できると考えられる。また、スロープや固定装置使用時の実態把握と課題の特定のための研究成果は、車いす使用者の段差解消等バリアフリー設備の基礎研究の一部として「公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン(車両等編)」、「旅客船バリアフリー設計マニュアル」等の見直し、将来的なJIS化の検討の基礎となるものである。

2カ年目の事業実施に際し、18年度に行ったバス乗務員、障害者利用者のアンケート・ヒアリング結果、委員会での検討結果から、車いす固定装置の安全性水準と操作性の向上について一定の方向性を見出した。これらを検証するため、19年度は車いす固定装置の衝撃試験等を行い、前年度の提案事項について評価、検証を行い、規格化に向けた新たな固定機器等の仕様を示すものとする。

1.2 調査の内容・対象

(1) 調査の内容

本調査は、次のフローチャートの手順で実施した(図-1.1)。



現在使用されている評価指標は、頭部ではHIC(Head Injury Criterion) 3軸方向の合成加速度がある。頸部は引張加重、後屈モーメントおよびNIC(Neck Injury Criterion)等がある。胸部は3軸方向の合成加速度と胸部のたわみ等がある。これ以外の部位として、大腿部や下肢等にも指標が設定されている。

図 1.1 調査の手順

1.3 18年度の調査結果を踏まえた今年度の検討内容

本節では、平成18年度に実施した車いす乗降装置、固定装置の利用実態・ニーズ、固定装置の方式、車いす構造上の課題等の要点を踏まえた、今年度調査の必要性を述べた。

1.3.1 18年度の調査結果

(1) 車いすの乗降、固定装置全般に関する利用実態・ニーズの把握

車いす使用者を乗降介助する際、乗務員が停止位置を確認してから車いすを固定するまでに、5～6分かかっている。そのため固定、脱着時間の短縮が強く望まれている。

また、乗務員アンケートにおける、乗務員が車いすの固定を断られた理由は、「(利用者が)固定に抵抗を感じるから(55.7%)」、「時間が気になるから(38.5%)」、「他の乗客の反応が気になるから(28.7%)」等である。

表 1.1 操作に要した時間(平成18年度委員会における操作体験時の実績)

	バスタイプ	装置	体験者		車いすタイプ	時間計測 (スロープの引出し、イスの跳ね上げの時間は含まない)	
			車いす使用者	介助者		乗車から固定	固定解除から降車
実演	ノステップ			バス乗務員	手動	02' 32"	01' 53"
実演	ワステップ			バス乗務員	手動	03' 19"	03' 14"
乗降 固定	ノステップ	可搬スロープ(車内収納) 3点式固定ベルト シートベルト	A氏	B氏	手動	02' 49"	02' 03"
			C氏	D氏	電動	04' 33"	01' 25"
			E氏	F氏	手動	02' 45"	01' 24"
乗降 固定 歩道なし	ノステップ	可搬スロープ(車内収納) 3点式固定ベルト シートベルト	G氏	H氏	手動	-	-
			I氏	J氏	電動	-	-
乗降 固定	ワステップ	引き出しスロープ 車止め・横ベルトの固定	K氏	L氏	手動	04' 23"	01' 56"
			M氏	N氏	電動	04' 43"	02' 55"

電動 は電動車いす(ｽｷ)、電動 は手動車いす電動駆動装置付き(ﾏ)



(2) 固定装置

「次世代普及型ノンステップバスの標準仕様」では、「車いす固定装置は、短時間で確実に車いすが固定できる構造とする」と規定されており、具体的には次の2つの方式が推奨されている。

- ・ 3点ベルト式：床側3点、車いす側4カ所をベルトにより固定。
- ・ 後ろ向き乗車：背もたれ板を設置し、横ベルトで固定。
(いずれの方式も、付属のシートベルトを装着)

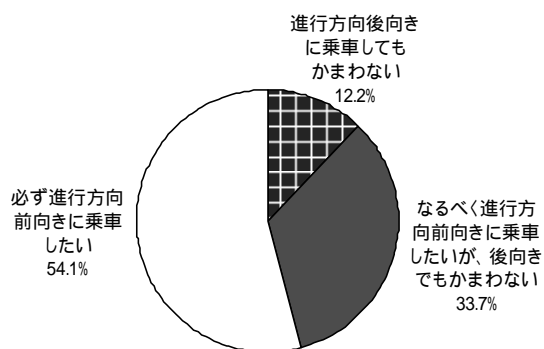
しかし、3点ベルト式固定装置は、ベルトを車いすに掛けてから締めるまでの装着に時間が3分程度かかる。

表 1.2 車いす固定装置等の事例

固定装置名称	固定方法	導入車両
ワイヤー引き込み式	前後各2本、合計4本のフック付ワイヤーを床から引き出して車いすに掛け、手動または自動で引っ張ることにより車いすを固定する。	福祉車両等
連結タイプ	後方から専用の連結器で固定する。 車いす側にも連結器を準備する必要がある。	福祉車両等
後ろ向き、背もたれ式、前向き（3点ベルト等）兼用	1脚分の車いすスペースに進行方向前向き、後ろ向きの両方式の固定に必要な装置を設置する。 車いす使用者が進行方向前向き、後ろ向きのいずれかを選択可能	路線バス

車いす使用者へのアンケートでは、46%の人が「後ろ向きでもかまわない」と回答している一方、54%の人は「必ず進行方向前向きに乗車したい」と回答しているので、今後も利用者の意見を踏まえた継続的検討が必要である。

また、東京都交通局では、平成18年4月より、車いすの固定方法を後ろ向きとしたバス車両を試験的に導入している。



(3) 車いす

車いす自体の強度について、自動車に乗車することを前提とした検討が十分に行われていない。車いすの種類によっては、固定ベルトのフックが掛けにくい場合があり、車いすの種類が多様であることが、汎用性、かつ使いやすい固定装置の導入を困難にしている。

シートベルトは、車いす使用者の腰の適切な位置をサポートできるように設置する必要があるが、多くの車いすは肘掛けの下をシートベルトが通らない構造になっている。

(4) 乗降装置

乗降用スロープについては、前年度の調査で課題としてあげたが、停車時(二りリング時)のステップの高さ 25 cmのノンステップバスから、高さ 15 cmの歩道縁石へスロープ(1 m)を展開した際の勾配は緩やかになり(約 5.7 度、10%) この程度であれば介助無しで自力使用も十分可能である。しかし、バス停に正着できない、又はバス停に歩道が無い場合(約 14 度、25%)は介助が必要で、電動車いすの登坂能力(10 度)を超えた傾斜となり、介助者の負担や危険性も大きくなる。

ワンステップバスについてはスロープが更に急勾配(部分的には 20 度近く)となり、車いす使用者の後方への転倒の危険が増し、さらにスロープとバス床面との境界部分に段差が生じる問題がある。

国土交通省が平成 15 年 3 月にとりまとめた「次世代普及型ノンステップバスの標準仕様」では、スロープの幅は 800mm 以上、長さは 1,050mm 以下と規定されている。

スロープは、手動式の引き出し式、又は可搬式が多く、脱輪防止のエッジのあるタイプとないタイプがある。

以上から現状のスロープにおいて、次のような考えられる改善点を抽出した。

- ・電動スロープは機器の不具合により使用できない可能性があるため、現状使用されている引き出し型スロープの展開方法、可搬型スロープの設置手順の検討を行う
- ・脱輪防止のためのエッジの取り付けを推奨する
- ・道路断面によって事業者が適切な長さを選択できるようにする
- ・車いす使用者と介助者の安全確保のために、スロープの耐荷重を検討する
- ・確実に車体に装着できる(はずれない)フックについて検討するなどである。

1.3.2 今年度の検討内容

(1) 検討の視点

安全性を考慮した場合、耐衝撃性能の妥当なレベル設定なしに、固定装置の仕様を決定することは困難であるため、車いす固定装置の耐衝突衝撃試験を行う必要がある。

車いす側の固定箇所、シートベルトの設置方法等についても留意することが重要である。

(2) 検討内容

今年度は、路線バスが最悪の事態である衝突事故を起こした場合の状況を再現し、車いす使用者の安全性を最大限に確保するために必要となる各種データを収集することとした。実験は加速スレッド方式の実験装置を用いて、車いすの固定方法の差異ならびに車いす使用者への衝撃度について、前向きおよび後向き乗車状態にて検証を行った。

実験で用いた車いすは手動式および電動式の2種類であり、具体的な実施内容は以下の通りである。

- ・衝突時の後向き乗車における乗員挙動と衝撃度の把握
- ・衝突時の前向き乗車における乗員挙動と衝撃度の把握
- ・異なる固定装置を用いた車いすの拘束状態の把握

2. バス乗車中の車いす使用者の耐衝突衝撃実験

2.1 実験の目的及び内容

本実験の目的は、路線バスが最悪の事態である衝突事故を起こした場合の状況を再現し、車いす使用者の安全性を最大限に確保するために必要となる各種データを収集することである。

本実験では、加速スレッド方式の実験装置を用いて、車いすの固定方法の差異ならびに車いす使用者への衝撃度について、前向きおよび後向き乗車状態にて検証を行った。

手動式と電動式の2種類の車いすを後向き、前向きの双方向から衝撃を与え、各種条件下での電気計測データ、工学計測データを取得した。

具体的な実施内容は以下の通りである。

- ・衝突時の後向き乗車における乗員挙動と衝撃度の把握
- ・衝突時の前向き乗車における乗員挙動と衝撃度の把握
- ・異なる固定装置を用いた車いすの拘束状態の把握

2.2 では具体的な実施方法を、2.3 では実験結果を示す。

2.2 実験方法

2.2.1 バスの車体加速度の選択

本研究は、路線バスが衝突事故を起こした場合の車いす使用者の安全性および車いすの固定方法を検証するために実施するものである。このため、衝撃のレベルをどの程度に設定するかが重要となる。本来であれば、路線バスが関与した衝突事故の事例を収集し、統計的な処理を施して代表的な衝撃条件を設定することが望ましい。しかし、現実的には事故事例そのものが少ないことから、代表的な事例を選定することが出来ない状況にある。このため、本研究では、現行の規程、基準および過去に実施された同等の衝突・衝撃実験を参考としてバスの車体加速度を設定することとした。

表 2.1 にバスの車体に発生する加速度のまとめを示す。同表からバスの車体 (= 床面と定義する) に発生する加速度は、保安基準中の乗員保護装置の取り付け強度を換算した 4G から ISO の 20G までとなる。なお、ISO での 20G は、カテゴリーとしては乗用車を目標とした場合であるため、都市内を運行する路線バスを主体として考慮すると、約 8G を上限 (大型バスと乗用車が 50km/h 同士で正面衝突した時に、バスの床面に発生する加速度が約 6 ~ 8G) とすることで、一般的に起こり得る衝突事故での衝撃をカバーできるものと推察される。したがって、本研究では、この 4G と 7G レベルの 2 水準の加速度で評価することとした。また、加速度の最大レベルとともに、加速度が持続する時間の設定も必要である。この持続時間については、図 2.1 に示したトランスポートカナダ (カナダ運輸省) の加速度と図 2.2 に示した ECE No.80 の加速度コリドーを参考に 80 ~ 150ms と設定した。

表 2.1 規程・基準および過去の研究から求めたバスの車体に発生する加速度

条件	発生加速度
保安基準相当(バスの乗員保護装置の取り付け強度換算値)	約4G
ECE R80	大型車シートの規則で規定されている加速度は、約8～12G(30～32km/hの大型車のバリア衝突に相当。なお、本規則では立席を備えた自動車は適用除外)。
ISO 7176-19	車いすの衝撃試験で規定されている加速度は、20G(小型乗用車の50km/hバリア衝突に相当)。
大型バスと乗用車が50km/h同士で正面衝突した時に、バスの床面に発生する加速度	約6～8G(この値は大型トラックと乗用車の正面衝突実験結果より推定した値)。
大型バスと大型バスが35km/h同士正面衝突した時に、バスの床面に発生する加速度	約15G(大型バスの35km/hバリア衝突実験結果での値)。
路線バスと乗用車が48km/h同士で正面衝突した時に、バスの床面に発生する加速度	約6.5Gで持続時間150ms(バス:11トン、乗用車1.6トンの実車実験から求めたスレッド実験時の加速度。実験はカナダで実施)。

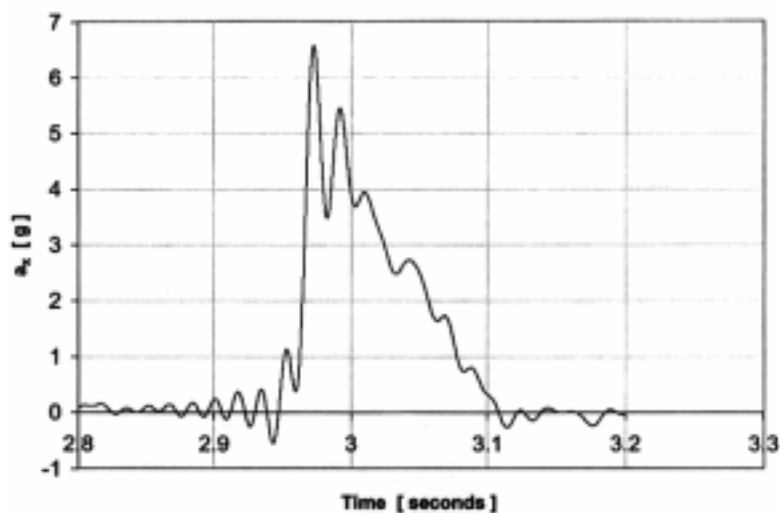


図 2.1 トランスポートカナダが実施したスレッド実験の加速度(進行方向に後ろ向き)
(出典: Transport Canada (March 2005) ASSESSMENT OF LOW-FLOOR TRANSIT BUS G FORCES ON REAR-FACING WHEELCHAIR SUCUREMENT SYSTEMS:TP 14429E)

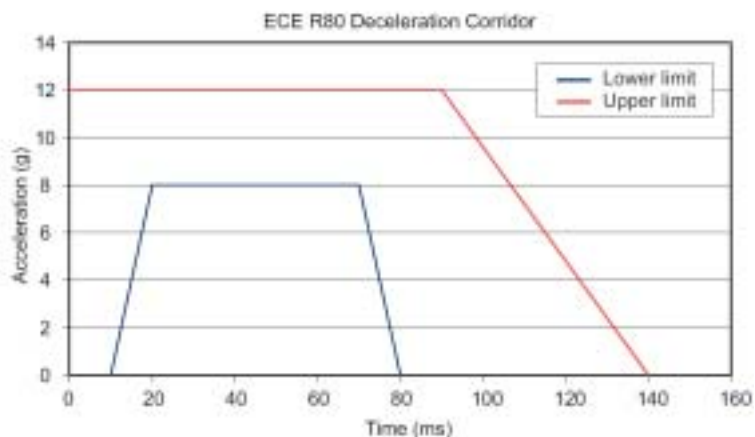


図 2.2 ECE R80 の加速度コリドー

2.2.2 供試車いす

本研究では、図 2.3 に示す手動式と図 2.4 に示す電動式の 2 種類の車いすを用いた。今回実験に用いた 2 種類の車いすは、最も普及しているタイプについてメーカーから提供を受けたものである。手動式の車いすの重量（実測値）は 14kg であり、一方の電動式は 86kg であった。なお、両車いすのタイヤ空気圧は、取扱説明書に記載されている規定値に調整し、フットサポートの高さは、最も低い位置に調整した。実験時の車いすの状態は、手動車いすではブレーキ装置によりタイヤをロックさせた状態とし、電動式では取扱説明書に従い、駐車時の設定とした。表 2.2 に車いすの主要寸法と重量を示す。



図 2.3 手動式の車いすの外観



図 2.4 電動式の車いすの外観

表 2.2 供試車いすの主要寸法と重量

種類	手動式	電動式
寸法(mm) [全長×全高×全幅]	1020×880×630	1070×880×605
車輪径 [前輪 / 後輪]	152 / 559(mm)	220 / 390 (mm)
重量 (kg) [実測値]	14	86

2.2.3 人体模型（ダミー）

実験では乗員の代用として、人体模型（以下、ダミーという）を車いすに搭載した。このダミーは、衝突実験用に開発されたもので、車いすの固定方法別（前向き、後向き）で、異なるタイプを用いた。

前向きの実験では、図 2.5 に示す Hybrid-III ダミーを使用した。Hybrid-III は、日本をはじめ、各国の衝突実験で使用される標準的なダミーであり、その体格は米国成人男性のほぼ平均値である（身長：175cm、体重 77kg）。同ダミーは前面衝突時の人体の挙動を再現させることを目標に米国の GM 社によって開発されたものであり、その前身である Hybrid-II に対して、主として頸部や腰椎の特性を向上させたものである。また、人体の主要部位である頭部、頸部、胸部、腰部、脚部には衝撃を感知するセンサー（加速度、荷重）を取り付けることが可能であり、本実験においては、表 2.3 に示す項目を計測した。

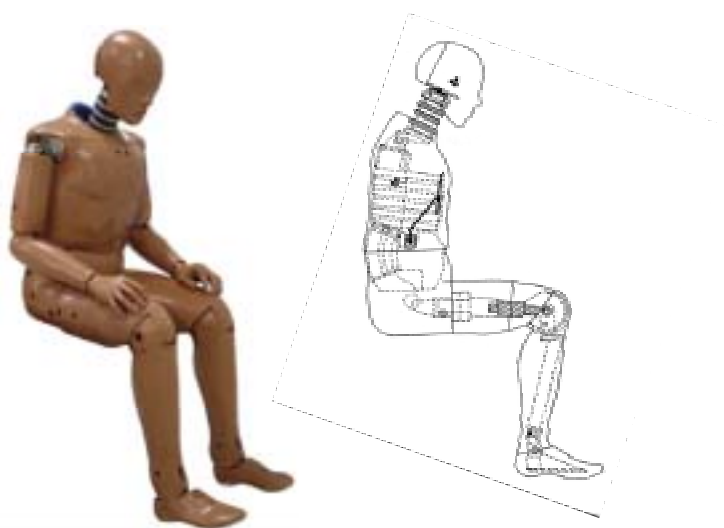


図 2.5 Hybrid-III の外観と構造

表 2.3 本実験における Hybrid-III の計測項目

No.	部位	項目	感度方向	略号
1	頭部	加速度	前後方向	Head-X
2			左右方向	Head-Y
3			上下方向	Head-Z
4	頸部	荷重	前後せん断	Neck-FX
5			左右せん断	Neck-FY
6			圧縮・引っ張り	Neck-FZ
7		モーメント(トルク)	前後軸回り	Neck-MX
8			左右軸回り	Neck-MY
9			上下軸回り	Neck-MZ
10	胸部	加速度	前後方向	Chest-X
11			左右方向	Chest-Y
12			上下方向	Chest-Z
13		変位	前後方向	Chest-Disp.
14	腰椎	荷重	前後せん断	Lumber-FX
15			圧縮・引っ張り	Lumber-FZ
16		モーメント(トルク)	左右軸回り	Lumber-MY
17	腰部	加速度	前後方向:	Pelvis-X
18			左右方向:	Pelvis-Y
19			上下方向:	Pelvis-Z

一方、後向き実験では、図 2.6 に示す BioRID-II (Biofidelic Rear Impact Dummy) を使用した。同ダミーは後面衝突における乗員の挙動を再現させることを目的に、スウェーデンのチャルマーズ大学が開発したダミーである。構造的な特徴としては、人体と同様に頸椎が 7 個、胸椎が 12 個、腰椎が 5 個から構成される脊椎を有する点であり、これらの椎体をピンジョイントで結合することで人体の脊柱全体の動き(脊椎の直線化)を再現させる構造となっている。さらに、体幹の表皮は、人体に近い特性とするためにシリコンゴム製で成形されている。なお、頭部、腕および脚部は Hybrid-III ダミーの部品がそのまま採用されており、体格は同等である。表 2.4 は本実験での BioRID-II 計測項目である。

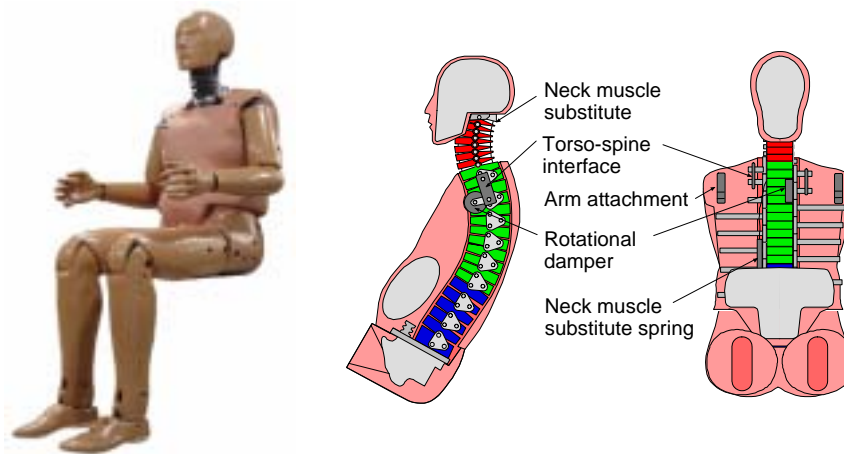


図 2.6 BioRID-II の外観と構造

表 2.4 本実験における BioRID-II の計測項目

No.	部位	項目	感度方向	略号
1	頭部	加速度	前後方向	Head-X
2			左右方向	Head-Y
3			上下方向	Head-Z
4	頸部	荷重	前後せん断	Neck-FX
5			左右せん断	Neck-FY
6			圧縮・引っ張り	Neck-FZ
7		モーメント(トルク)	前後軸回り	Neck-MX
8			左右軸回り	Neck-MY
9			上下軸回り	Neck-MZ
10	第4頸椎	加速度	前後方向	C4-X
11			上下方向	C4-Z
12	頸部下	荷重	前後せん断	Lower Neck-FX
13			圧縮・引っ張り	Lower Neck-FZ
14		モーメント(トルク)	左右軸回り	Lower Neck-MY
15	第1胸椎(右)	加速度	前後方向	T1-X (RH)
16	第1胸椎(左)	加速度	上下方向	T1-Z (RH)
17			前後方向	T1-X (LH)
18	第1胸椎(左)	加速度	上下方向	T1-Z (LH)
19	第8胸椎	加速度	前後方向	T8-X
20			上下方向	T8-Z
21	第1腰椎	加速度	前後方向	L1-X
22			上下方向	L1-Z
23	腰部	加速度	前後方向	Pelvis-X
24			左右方向	Pelvis-Y
25			上下方向	Pelvis-Z

2.2.4 実験装置

(1) HYGE スレッド実験装置

実験は(財)日本自動車研究所が所有するHYGE スレッド衝撃実験装置を用いた。実験装置の概要を図2.7に示す。シリンダーの内径は約300mm、長さは7,300mmであり、シリンダー内は4室に分割され、両端の2室には水が、残りが空気と窒素ガスが充填されている。作動原理は、圧縮空気を一気に開放することによって、メインピストンが押し出され、それに連結されているスレッド(台車)を発射させるものであり、大型の空気銃の様な装置である。台車を発車させる際の加速度波形のパターンは、メタリングピンの形状によって変更することが可能で、かつ、加速度の持続時間はメインピストンの移動量で制御することができる。

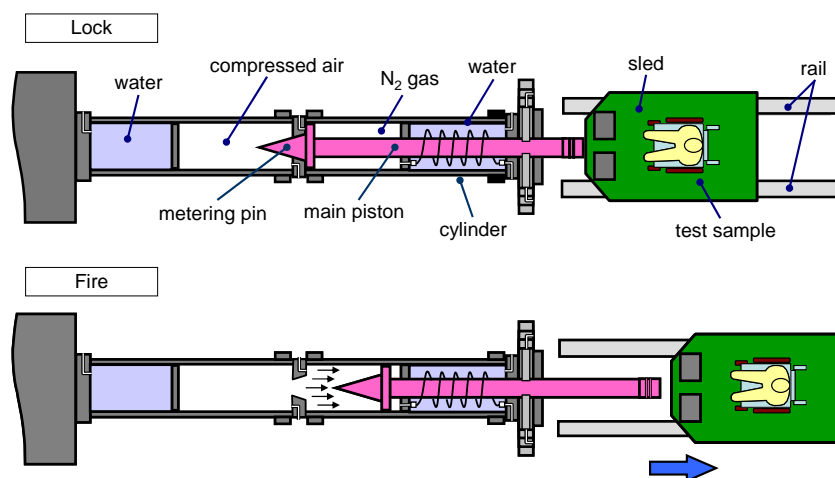


図 2.7 HYGE スレッド実験装置の概要

(2) データ収録

ダミー各部の加速度や荷重データおよび台車加速度等の電気計測データは、図2.8に示す台車に取り付けた車載式データ収録装置で記録した。本装置で収録したデータはSAE J211に従ったフィルタリング処理等を施し、さらにダミーの傷害値を算出した。



図 2.8 車載式データ収録装置

衝突中の乗員や車いすの挙動および変位量などを求めるためには光学計測データが必要である。本実験では図2.9に示す高速度ビデオカメラ2台を用いて衝突中の乗員および車いすの挙動を高速撮影した。なお、撮影速度は、毎秒500コマとした。



図 2.9 高速度ビデオカメラ

2.2.5 実験条件

表 2.5 に後向き実験時の実験条件の一覧を示し、表 2.6 に前向き実験時の実験条件の一覧を示す。なお、同表の実験条件については、本実験の条件を設定するために実施した予備実験を参考に選定したものである。

表 2.5 後向き実験時の実験条件一覧

車いす	乗車姿勢				4G			ECER80相当(10G)	
	後部突起	隙間	胸ベルト	荷物	直立			前傾	直立
					なし	あり(上部)	あり(下部)	なし	なし
手動	なし	なし	あり	なし	R01	R02	R03		
電動	あり	なし	あり	なし	R04			R05	R08
		あり	あり	なし	R06				
		なし	なし		R07				
	なし	なし	あり	なし	R09				

注 1) R08 の 10G 相当の実験では BIORID ダミーのネックに破損の恐れがあったため、HYBRID に変更。また、この実験 (R08) で、背あて板の固定具が破損したため、当初計画の R09 の実験を中止し、4G 相当の突起なしに変更。
 注 2) 後向き 7G を実施しなかった理由は、4G の実験において頸部損傷 (NIC) が発生することを確認し、4G 以上の実験では、後突用ダミーの頸部が破損する恐れがあったため。

表 2.6 前向き実験時の実験条件一覧

狙い	固定装置	車いす	乗車姿勢				4G			7G		ECER80相当(10G)
			固定ベルト位置	固定ベルト固縛位置	腰ベルト固縛	直立			前傾	直立	なし	
						なし	あり	あり	なし	なし	なし	
特性把握	3点固定 ²⁾	手動	下端	緩み0	適切	緩み0	F01	F03	F04			F02
			バネ上b				F12			F05		
			バネ下							F11		
			バネ上b							F10		
安全評価	固定装置の	電動	バネ上b	緩み0	適切	緩み0				F07		
										F08		
										F09		

注 1) F06 は一部データが未取得となったため、本実験での検討から除外した。
 注 2) ベルト類は市場より購入した NS バス標準品を使用し、床側 (スレッド側) のアンカーは、剛体の模擬アンカーで代用した。

(1) 後向き実験

後向き実験は、国内の事業所において実験的に採用されている固定方法に準拠した。具体的には、図 2.10 に示すように、車いすをバスの進行方向の後向きに乗車させ、車いす使用者の背中が背もたれ板で保持される方式であり、欧州ではこの方式が主流となっている。本方式の特徴としては、制動時の衝撃緩和効果、固定に要する時間短縮、ほとんどの車いすに対応可能であることなどの利点が多い。その反面、旋回時にかかる左右方向への力に対しては不安定な状態となるため、タイヤの輪止めによる固定やバスに配備されている転倒防止策を講じる必要がある。本実験では、路線バスの場合と同様に、輪止めおよび転倒防止ベルトによる連結バー（壁に沿った横手すり）との連結方式を用いた。

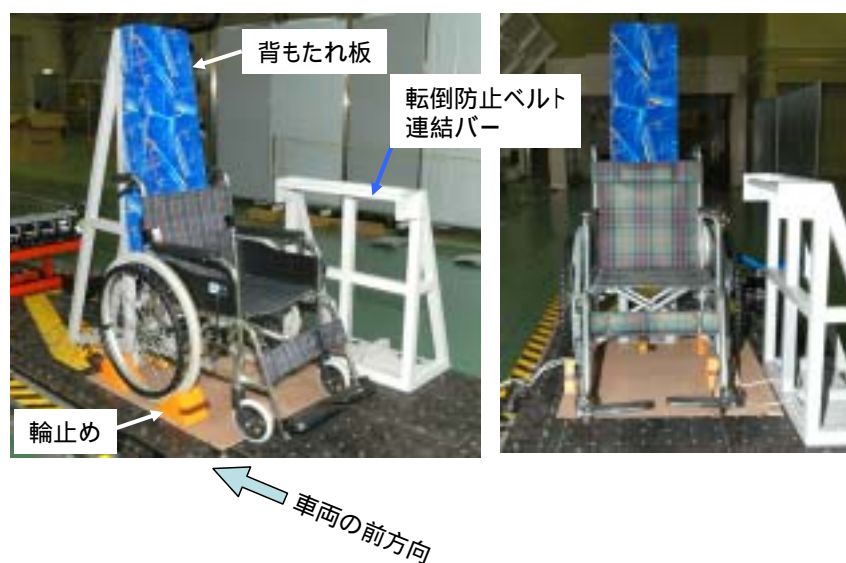


図 2.10 後向き実験のセットアップ状況

手動式の手車いすを用いた実験は、背もたれ板と手車いすが密着するような状態で手車いすをセットし、ダミーを自然な状態（上半身はほぼ直立）で搭載した実験を標準として、手車いす後方の上方と下方に荷物があつた場合の影響を調査することとした。

一方、電動式の手車いすでは、手動式と同様に標準となる実験と対比させるために、正規外に着座した場合（上半身が前傾）、背もたれ板と手車いす間に隙間があつた場合や輪止めの有無での実験を実施する。また、電動式手車いすでは、ECE R80 に準拠した 10G レベルの実験も今後の参考とするために実施する。

(2) 前向き実験

前向き実験では、図 2.11 に示すようにスレッドに車いすを前向きに乗車させ、スレッド側の 3 カ所（前：1、後：2）のアンカー（Anchor）と車いすのフレームをベルトにより固定した。スレッド側のアンカーは、バスの床に設置されたアンカー位置と同等な位置関係とした。車いすの固定方式について、ISO では 4 点式を採用しているが、今回採用した 3 点式は、過去に実施した走行実験（次世代普及型ノンステップバスの標準仕様策定報告書、国土交通省自動車交通局、平成 15 年 3 月）でも安全性に差異は無いことがわかっており、国内のバスで多く採用されている方法である。なお、乗員を拘束するためのシートベルトも同位置のアンカーへ取り付け実施するものとし、その際の衝撃度を把握するため、各ベルトには荷重計を取り付けることとした。この一連の実験で使用したベルト類はノンステップバス用の標準品を使用し、スレッド側のアンカーは実験時の安全性を考慮して剛体の模擬アンカーを取り付けた。

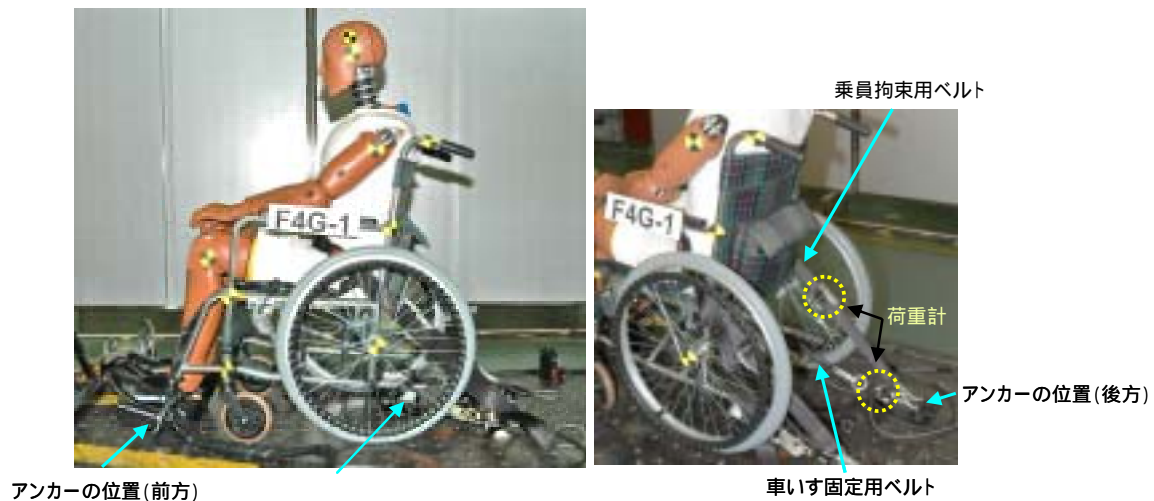


図 2.11 前向き実験時の車いすおよびダミーの固定方法

手動式車いすの実験では、主として座面マットの有無による影響（乗員の滑りやすさが助長されるか否か）、体幹ベルト（胸ベルト）の効果を検証する。これらは基本形として 4G で実施するが、参考データとして、ECE R80 に準拠した 10G レベルの実験も同時に実施することとした。

一方、電動式車いすの実験では、主として 7G の衝撃条件下における各種パラメータの影響度合を評価することとし、特にベルトの緩みや車いす側の固定位置による乗員への影響度合いを調査することが目的となる。

この他に、図 2.12、図 2.13 に示す下記の 3 種類の固定装置を同一条件（7G）で衝撃を加え、固定装置の安全性を評価する。

1) NS（ノンステップ）バス標準仕様：

この方式はフックについてもノンステップバスの標準仕様品を使用したものである。これ

は電動式車いすの場合、ダミーと合わせると 160kg を超える重量となるため、標準品の固定フックが衝撃時に変形や破損しないかどうかを検証する目的で実施するものである。

2) 電動ワイヤー引込式：

この方式は福祉車両に搭載されている電動の車いす固定装置の一部を活用したもので、4本のフック付きワイヤーが電動で巻き取られて固定する方式である。これについても、衝撃時の変形や破損の有無を検証することが目的となる

3) 機械引込み式：

この方式は車いす取り付け時の時間短縮に効果がありそうなベルトでの安全性を確認するためのもので、このベルト(Q社製)は乗用車のシートベルトと同様に自動巻き取り方式であるため、ベルトの緩みを防止できるなどの利点がある。



図 2.12 3種類の固定装置



図 2.13 3種類の固定装置（ベルトとフック）

2.3 実験結果

手動式と電動式の 2 種類の車いすを後向き、前向きの双方向から衝撃を与え、各種条件下での電気計測データ、工学計測データを取得した。本章では、基準となる実験（以下、基本型と呼ぶ）との対比により、各条件での実験を検証した結果を述べる。

2.3.1 後向き実験の実験結果

ここでは、後向き実験の結果について整理する。図 2.14 に手動式車いすを用いた実験（基本型）のダミー挙動、各部加速度と荷重を示す。同図右上のグラフは、スレッドおよびダミー各部の加速度を示し、右下のグラフは頸部（正確には、頭部と頸部の付け根である後頭顆：Occipital Condyle を指す）に作用した荷重とモーメント（トルク）を示している。

手動式の実験において、ダミー各部に発生した加速度をみると、T8（第 8 胸椎）腰部、T1（第 1 胸椎）頭部の順に加速度が発生し始めている状況となっている。これは最初に背もたれ板と密着している T8 と腰部が背もたれ板によって押され、その後 T1 や頭部といった体の上位部位が背もたれ板と衝突したことによる。特に、頭部加速度は他の部位に比べて、3 倍ほど高い値を示していることがわかる。

次に、頸部に作用した荷重をみると、衝突直後から 70ms 付近までの頸部には圧縮荷重が作用し、その後引っ張り荷重に移行している。衝突直後の圧縮については BioRID-II の脊椎が湾曲した状態（ねこ背状態）から背もたれ板によって直線化することで、頸部に対しては下方から突き上げの力が作用したことが原因である。その後は頭部の動きに合わせて、上半身の後屈による遠心力が作用して頸部に引っ張り荷重が発生したものである。

さらに、モーメントをみると、頭部が背もたれ板へ衝突する前段階（80ms 付近まで）までは前屈、背もたれ板と衝突している間（80～120ms 付近）は後屈する状態となっており、頸部には交互に、それぞれ異なるモーメントが作用していたことがわかる。なお、150ms 以降では、ダミーが背もたれ板から分離（リバウンド）する状態となり、加速度や荷重が急激に減少する状況となっている。

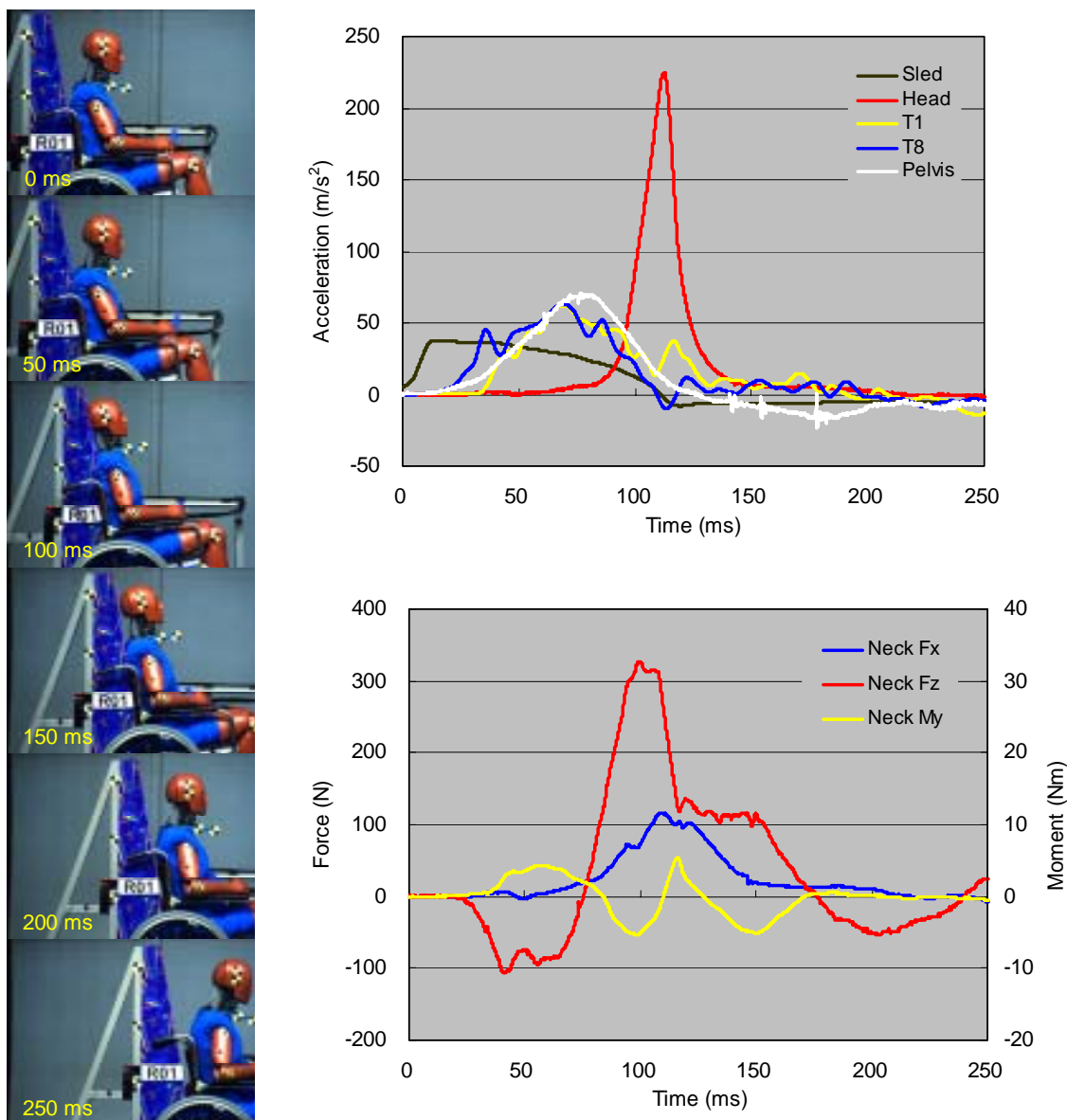


図 2.14 手動式車いすを用いた後向き実験（基本型）の概要

図 2.15 に電動式車いすを用いた実験（基本型）のダミー挙動、各部加速度と荷重を示す。電動式を用いた後向き実験をみると、ダミー各部の加速度、荷重およびモーメントの発生状況は、手動式の場合とほぼ同一であった。両者で異なる点は加速度や荷重の最大値であり、電動式の方が手動式に対していずれも高い値を示していた。この要因としては、電動式車いすのシートバックの構造上、図 2.16 に示すようにダミー背面が背もたれ板に密着できず、隙間が生じることで背面の上部が急激に押されることにより、衝撃度合いが高くなったためと考えられる。

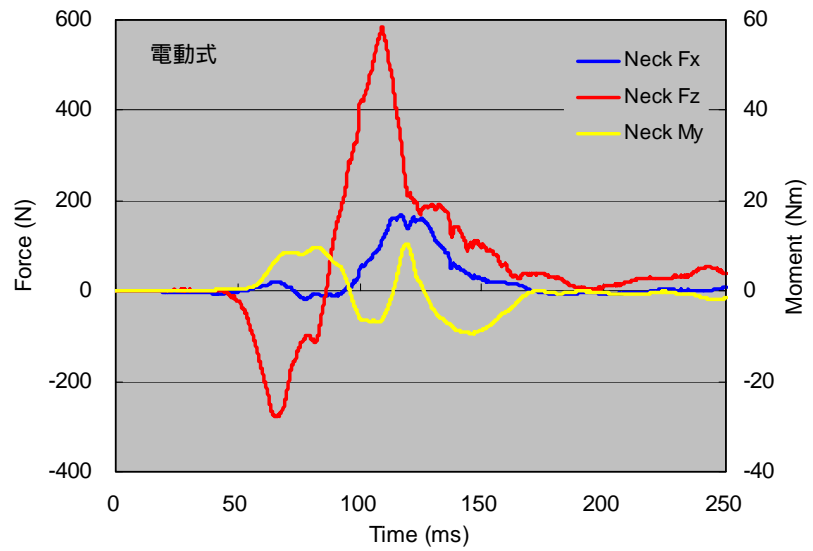
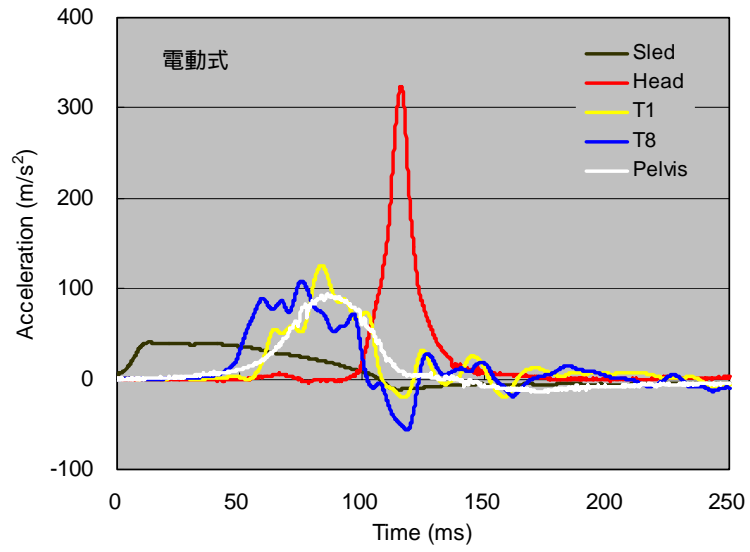


図 2.15 電動式車いすを用いた後向き実験（基本型）の概要

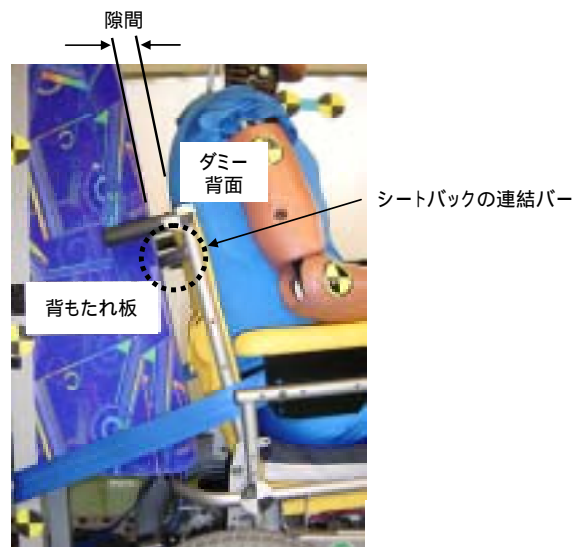


図 2.16 ダミー背面と背もたれ板の隙間

(1) 車いす背面の荷物の有無によるダミーへの影響度合い (R01 ~ R03)

車いすの利用者のなかには、手荷物がシートバック背面のポケットに収まらない場合、手荷物(バッグ類)をシートバッグのグリップにかけることが少なくない。後向き乗車時には、この手荷物があること、車いす乗員にどのような影響を及ぼすかを把握しておくことが必要である。このため、図 2.17 に示すように、手荷物をシートバック上部(背中位置)と下部(腰位置)に配置して実験を行なった。なお、手荷物は 2 冊の辞書とし、厚さは 2 冊を重ねて入れたため約 50mm となった。



(A)手荷物が上部

(B) 手荷物が下部

(C) 手荷物の中身

図 2.17 実験条件(手荷物の位置)

図 2.18 に手荷物が上部にある場合と下部にある場合におけるダミー各部に発生した加速度の比較結果を示す。なお、同図は各実験で発生した最大加速度値を基本型 (R01) の最大値で除したものである。後向き実験の場合、ダミーに発生する加速度は前後方向 (x 軸) が支配的であるため、ここでの比較も前後方向のみとした。

手荷物が上部にある場合は、すべての部位で基本型よりも高い値を示す。特に頭部と C4(第 4 頸椎) は基本型に比べて 1.5 倍以上の高い値となる。一方、手荷物が下部にある場合は、頭部と C4 に加えて、T1 や T8 といった胸椎に至る部位までが基本型よりも 1.5 倍高い値を示している。全体的にみると、手荷物は上部よりも下部に置いた方が、車いす乗員に対する負荷は高くなると言える。

なお、基本型 (手荷物なし) と手荷物ありでの差異を頭部と背もたれ板の衝突で検証すると、図 2.19 のようになり、頭部が背もたれ板へ衝突する際の衝突速度 (相対速度) に比例して加速度も高くなることがわかる。この原因として、基本型 R01 と R02 と R03 の頭部と背もたれ板のクリアランスは実測値でそれぞれ 130mm (R01)、200mm (R02、03) であるため、このクリアランスの拡大が頭部の衝突速度の上昇を助長させたと考えられる。

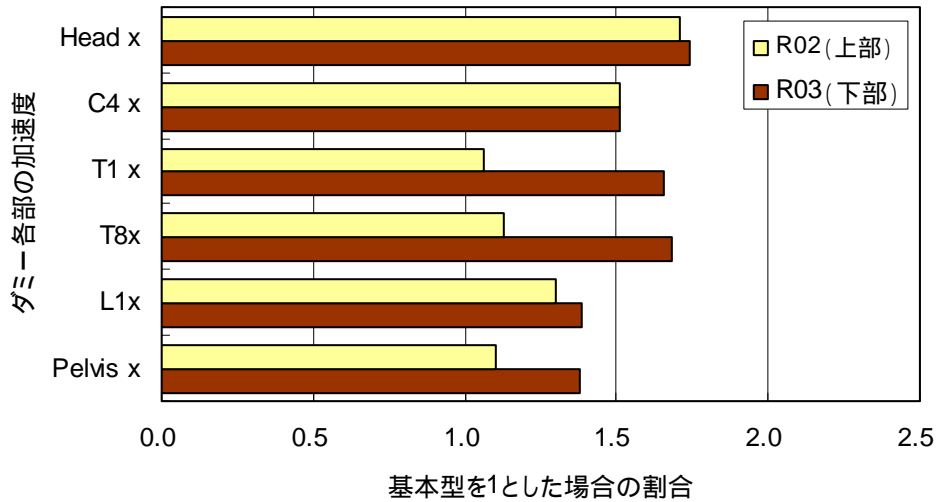


図 2.18 ダミー各部の加速度の比較

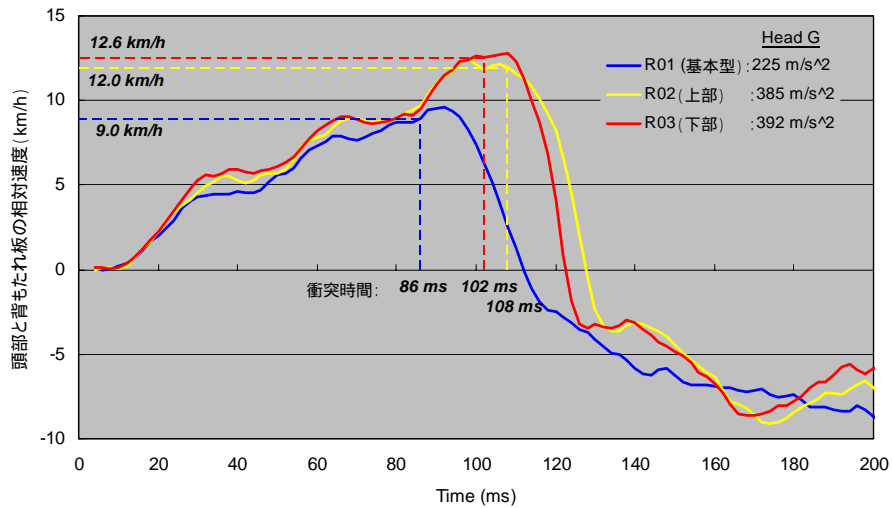


図 2.19 頭部と背もたれ板の相対速度

(2) 乗員の姿勢の差異による影響度合い (R04、R05)

車いす乗員の姿勢が異なった場合、どのような挙動を示し、その衝撃度合いが変化するかを検証するために、図 2.20 に示す R05 の実験では、ダミーの上半身を前傾させて実験を実施した。ダミーの姿勢は前傾することによって、後頭部と背もたれ板のクリアランスが 265mm となり、基本型に対して 135mm 広がることになる。なお、車いすには電動式を用いた。

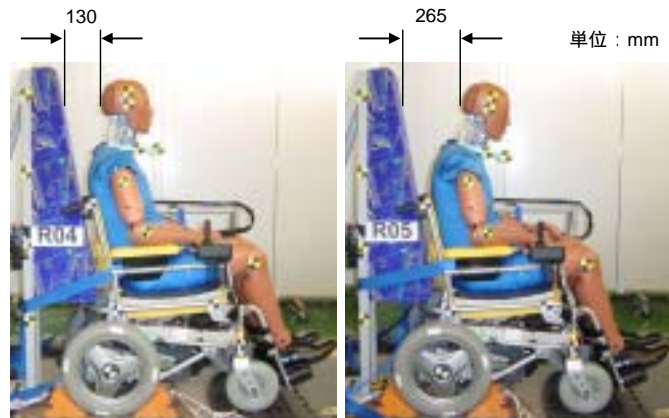


図 2.20 ダミーの姿勢の差異

図 2.21 に基本型と比較した場合のダミー各部の加速度を示す。同図は前述した 3.1.1 項と同様に、R05 (前傾姿勢) 実験の加速度最大値を基本型の最大値で除したものであり、 x が前後方向、 z が上下方向に発生した加速度を示している。全体的には、頭部と T1 の z 方向加速度が 1.2~1.4 倍ほど高い値を示し、逆に頭部 x がほぼ半分の値となっている。それ以外の部位では、基本型と前傾姿勢による違いは無かった。これまでの結果からダミーの後頭部と背もたれ板のクリアランスが拡大すると、加速度は高くなる傾向となった。しかし、図 2.22 に示すようにダミーの上半身を前傾させ、さらにクリアランスが拡大すると、頭部と背もたれ板の相対速度が最大となった時点では衝突せず、それ以降の速度が減速した時点で衝突していた。また、前傾した実験では、遠心力も作用するため、 z 方向 (上下方向) の速度も高くなっているが、衝突時点では収束する状態であった。

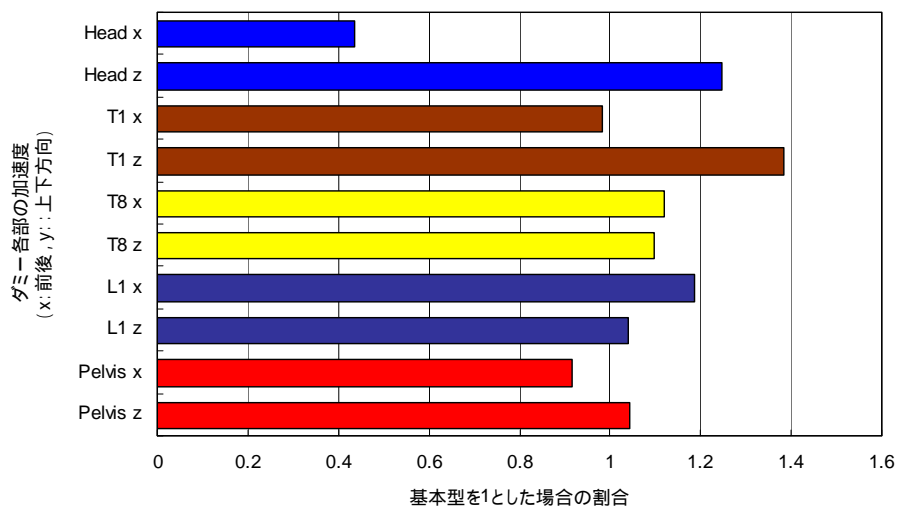


図 2.21 ダミー上半身が前傾した場合の加速度

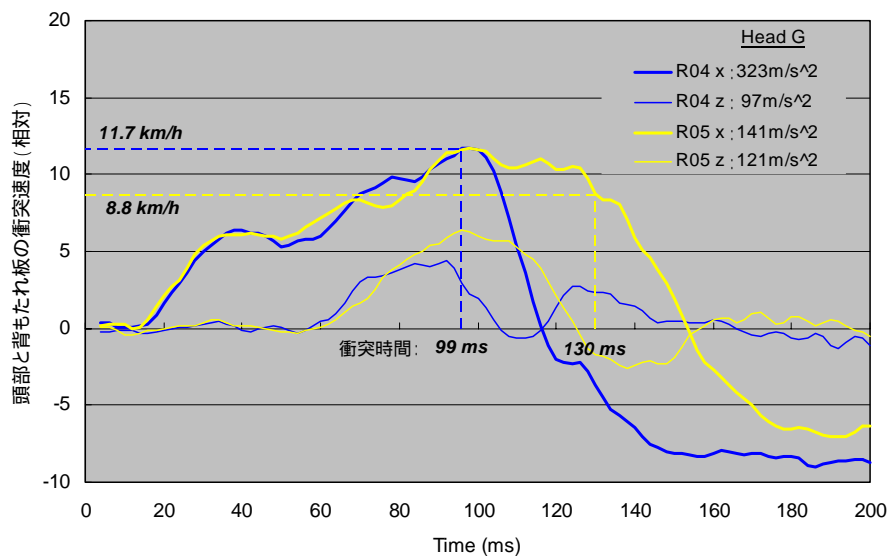


図 2.22 頭部と背もたれ板の相対速度

(3) 車いすと背もたれ板のクリアランスによる影響度合い (R06、07、09)

車いすの設置のミスユースを考慮し、車いすと背もたれ板間に隙間があった場合の影響度合いを検証した。R06 実験は車いすと背もたれ板間に 150mm の隙間を設けた場合、R07 は R06 と同様に 150mm の隙間を設け、さらに輪止めをしていない状態で実施した場合である。R09 は、シートバックの連結バー（突起している構造物）を取り除き、シートバック（ダミー背面）が背もたれ板に完全に密着できるように車いすを加工して実施した場合である。

図 2.23 にダミー各部の前後方向 (x) 加速度を示し、図 2.24 に上下方向 (z) 方向加速度を示す。また、図 2.25 に頭部と背もたれ板の相対速度を示す。なお、この相対速度は前後方向と上下方向の速度を合成したものである。図 2.23 と図 2.24 から、ダミー各部に発生した加速度を全体的にみると、背もたれ板と車いす間に 150mm の隙間があると、輪止めの有無に拘わらず、ダミー各部の加速度は、前後、上下方向加速度とも高い値となることがわかる。また、輪止めがあると、車いすが輪止めに乗り上げるため、上下方向の加速度が若干であるが高い値を示す。これらの関係については、図 2.25 に示すように背もたれ板と頭部の相対速度からも同様なことが言える。

一方、隙間が無い場合では、基本型に対して、ダミー各部とも低い値となったことから、路線バスの乗車時には背もたれ板に車いすを密着させて乗車する必要性が高いことが示唆される。

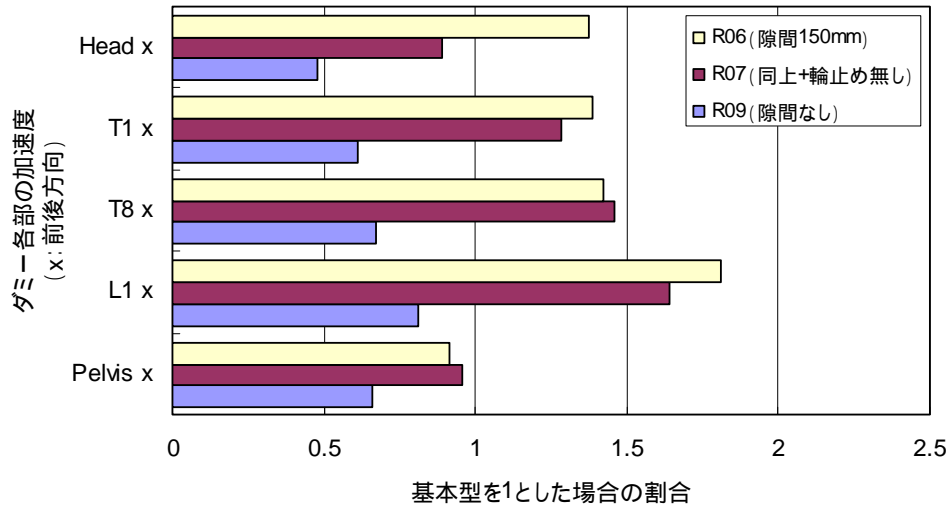


図 2.23 各実験のダミー前後方向 (x) 加速度の比較

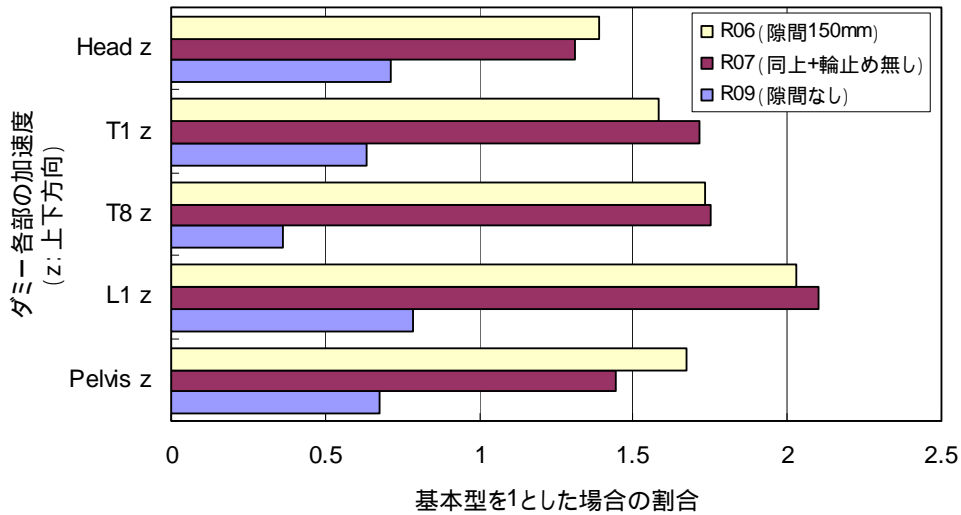


図 2.24 各実験のダミー上下方向 (z) 加速度の比較

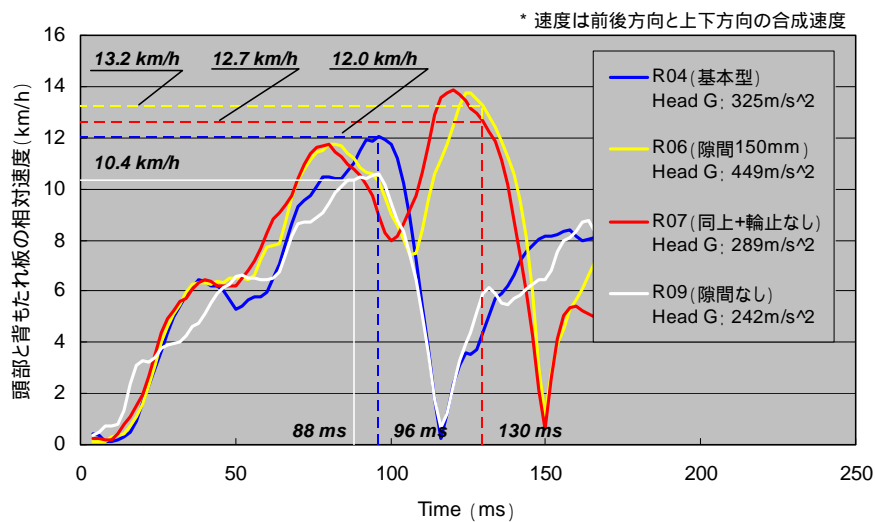


図 2.25 頭部と背もたれ板の相対速度

2.3.2 前向き実験の実験結果

前向き実験では、手動式車いすによる実験を4回、電動式車いすによる実験を8回、合計12回の実験を実施した。前向き実験の主となる条件は、スレッド加速度が7Gとなるが、それ以外の条件として、一部の実験では4Gと10Gでの評価もおこなった。本章では、まず、前向き実験におけるダミーの挙動や車いすにかかる負荷について、基本となる実験（手動式はF01、電動式はF12）をもとに整理し、各実験については、これら基本となる実験（基本型）と対比することで、それぞれの状況をまとめることとした。

図2.26に手動式車いすの前向き実験の基本型(F01)の結果を示す。同図の右上グラフは、スレッドおよびダミー各部の加速度を示しており、右下グラフはダミー各部の荷重・モーメントおよびベルト荷重について整理したものである。

ダミー各部の加速度をみると、腰部、胸部、頭部の順にそれぞれ最大値が発生していることがわかる。特に頭部と胸部加速度はスレッド加速度が収束した段階（すなわち、一定速度でスレッドが移動している状態）で最大値に達している状況であった。

ダミー各部に発生した荷重をみると、腰椎のせん断荷重(Lumber Fx)と左右軸回りのモーメント(Lumber My)が最も高い値となっている。これは乗員拘束用のシートベルトが2点式であったため、このベルトが掛かった位置を境として、上半身と下半身にせん断の発生と、それ以降の前屈挙動により発生したものである。腰椎では同様に上下方向の荷重(Lumber Fz)も比較的大きな値であり、衝突初期に圧縮、それ以降で引っ張り荷重が作用していたことがわかる。

車いすの固定側ベルトの荷重(図中ではAnchorと表記)は、ダミー拘束用ベルトの荷重(図中ではBeltと表記)よりも発生するタイミングが早かったことから、まず、車いすの拘束が始まり、次いでベルトによるダミーの拘束、ダミー各部の加速度等の発生の順序となる。

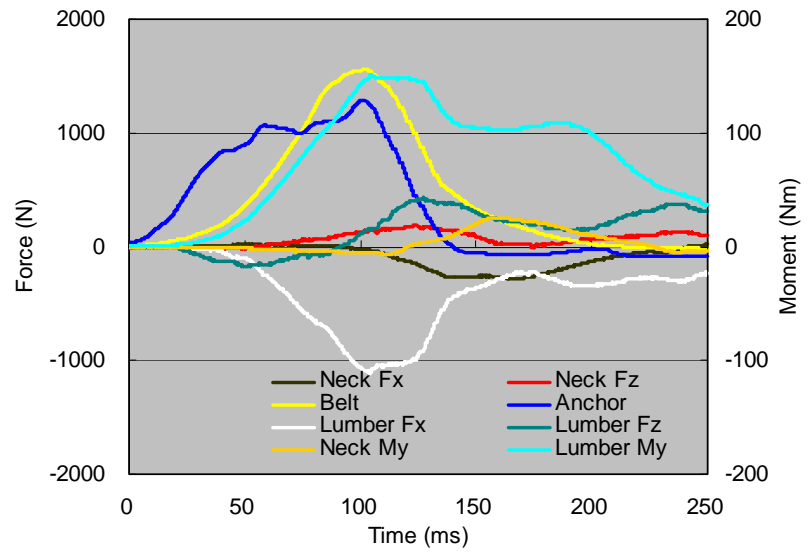
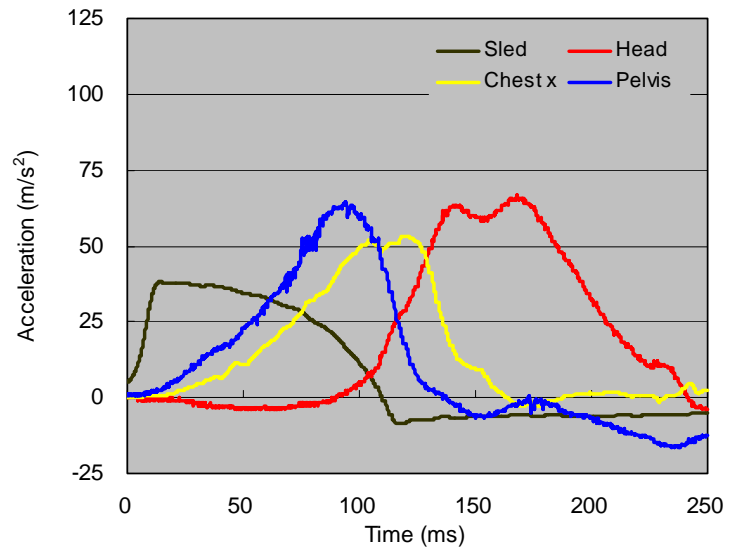


図 2.26 手動式車いすの前向き実験の基本型 (F01) の結果

図 2.27 に電動式車いすの実験結果 (F12) を示す。なお、電動式車いすの基本型は 7G での F05 と F06 となるが、ここでは、前述した手動式との比較のため、4G で実施した実験の結果について整理した。ダミーの挙動は、手動式の結果と同一であった。また、ダミー各部の加速度についても、最大値および最大値をむかえる時間も含め、手動式の実験結果と類似している。前向き実験では、後向き実験とは異なり、背もたれ板が設置されていないため、ダミー各部が構造物との二次衝突を起こさない。したがって、ダミーに発生した加速度は、スレッド加速度によって発生したもので、車いす乗員に加わる衝撃度合いは同一となる。手動式と電動式での差異は、車いすの拘束するための荷重値であり、これはすべて、固定ベルトが受け持つことになる。手動式車いすでの固定ベルトの荷重 (Anchor) は、約 1,200N となるが、電動式では 4,000N を超える値が記録された。

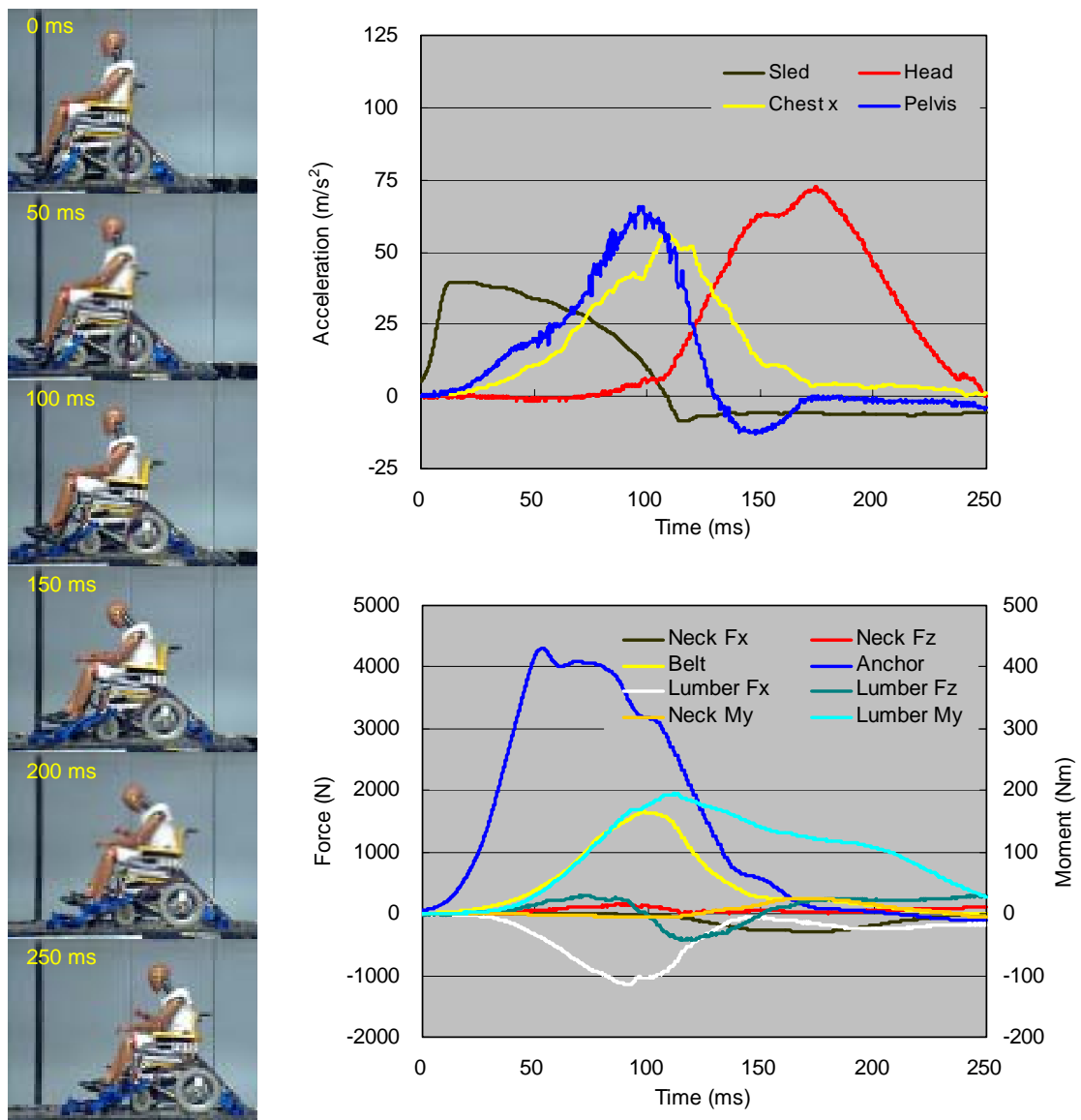


図 2.27 電動式車いすの前向き実験の基本型 (F12) の結果

(1) 装備品の違いによるダミーへの影響度合い (F01、 F03、 F04)

車いすは、基本的に個人の体型に合わせた調整をおこなうが、座面マットを敷くなどで簡易的に調整する場合がある。また、体幹ベルトと呼ばれる上半身とシートバックを固定するベルトも市販されていることから、これらを用いた場合の影響度合いを確認することとした。車いす (手動式と電動式の双方) にダミーを着座させると、大腿部とシートクッション部分に隙間が生じてしまう。このため、前向き実験では、図 2.28 に示す座面マットを標準として用いることにした。また、このマットが無い場合の影響度合いをみるために実施した実験が F03 である。F04 実験は、図 2.29 に示したように、体幹ベルトを装着して実施したものである。



商品名「Gel-Tクッション:CK-346」

図 2.28 座面マット



図 2.29 体幹ベルトの装着状態

図 2.30 に高速度映像から求めた頭部と膝部の移動量を示す。頭部の移動量は、座面マットを敷いている基本型 (F01) の移動距離が大きく 300mm であった。これに対して、マットなしの実験 (F03) と体幹ベルト着用の実験 (F04) の移動量はともに、227mm であった。同様に膝部の移動量は、基本型 (F01) が 94mm、マットなし (F03) が 23mm、体幹ベルト着用が 29mm となり、膝部も基本型が最も移動量が大きかった。この要因としては、基本型で使用した座面マットの影響と考えられる。この座面マットは、厚さが 60mm ほどあり、また内部にジェルが注入されていることからダミーが動き易い状態となったものと考えられる。

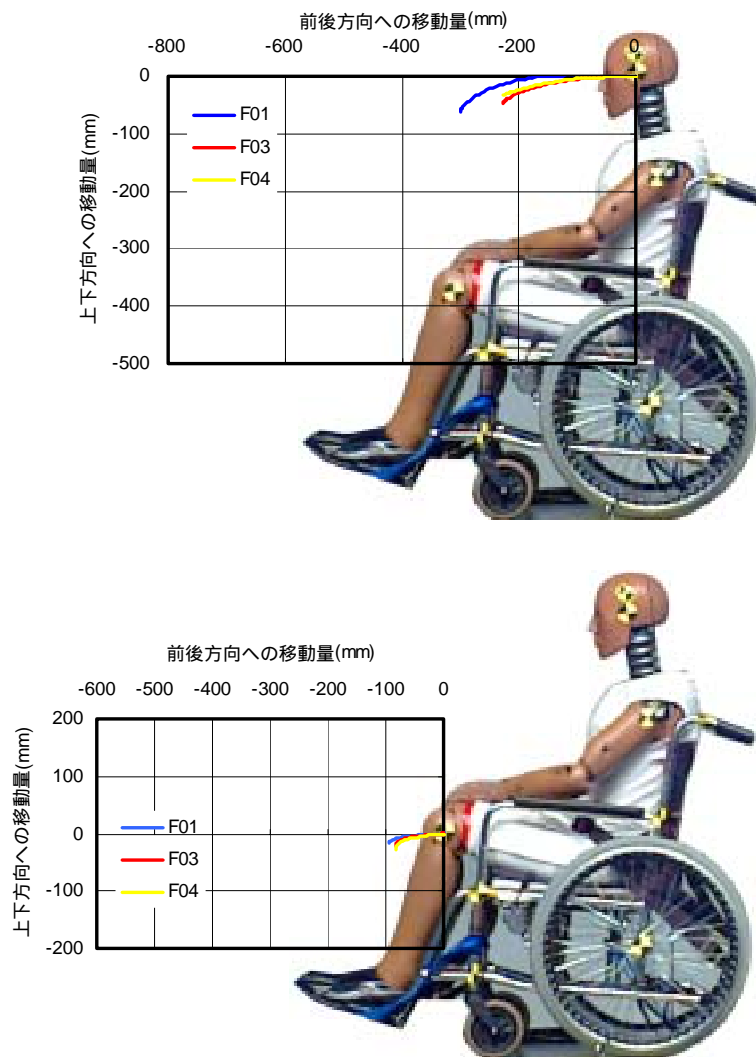


図 2.30 高速度映像から求めた頭部 (上) と膝部 (下) の移動量

図 2.31 にダミー各部に発生した加速度を示す。同図は各実験での最大値を基本型で除した値である。座面マットなしの実験 (F03) では、基本型に比べ、腰椎の上下荷重 (Lumber Fz) と腰部の上下方向加速度 (Pelvis z) が高くなっている。これは座面マットがダミーに加わる上下方向の衝撃を緩和した結果と考えられる。

体幹ベルトを着用した実験 (F04) は、全体的な傾向として、基本型よりも小さな値を示しているが、特に腰椎のせん断荷重 (Lumber Fx) と前屈回りのモーメント (Lumber My) が5割程度に低減されていることがわかる。

図 2.32 にスレッド側のアンカーにかかった荷重を示す。すなわち、乗員を拘束する際に発生した荷重と車いすの固定に要した荷重を積算したもので、実際には車体側のアンカー部分にかかる荷重を意味している。マットなし実験で 2,995 N、体幹ベルトを着用した実験で 2,830 N の荷重が発生している。これに対し基本型では 2,630 N と若干低めの値であった。その要因として、座面マットの変形等が考えられるが、今回取得したデータのみでは特定には至らない状況である。

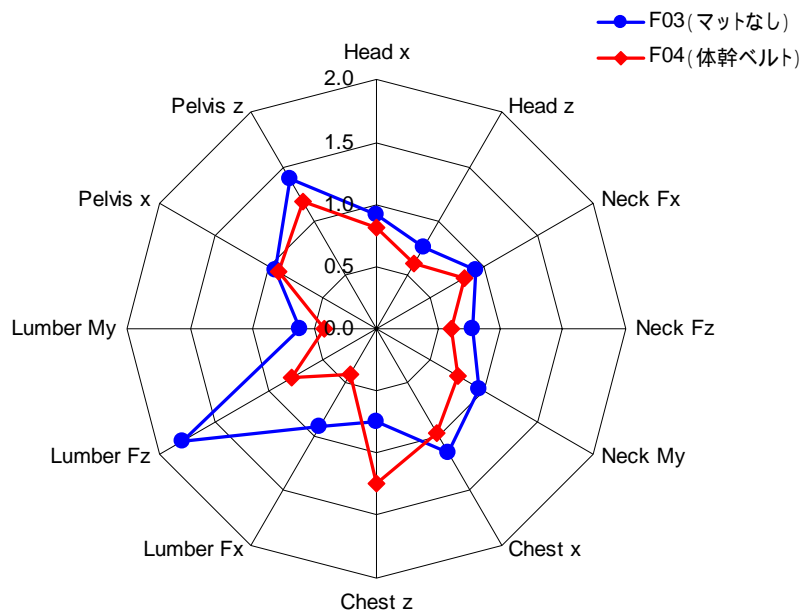


図 2.31 ダミー各部に発生した加速度の比較

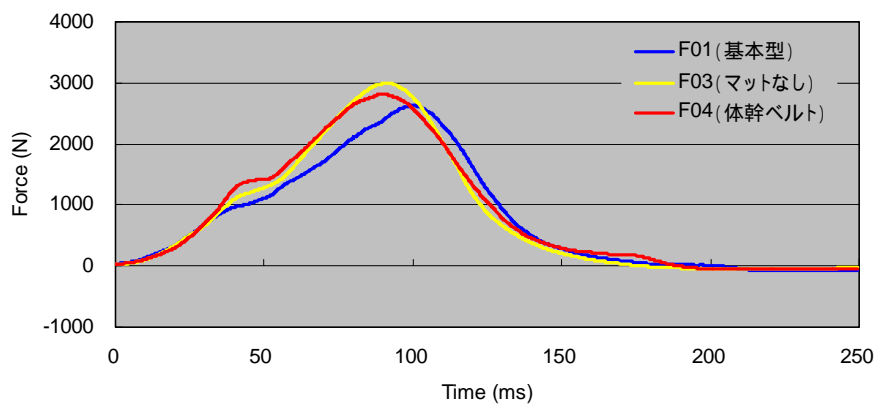


図 2.32 車体側固定部 (スレッドのフック) にかかる荷重の比較

(2) スレッド加速度の差異による影響度合い (F01、F03、F04)

ここでは、スレッド加速度が 4G と 10G の実験結果を比較した。10G の実験は F02 であり、手動式の車いすを用いて実施したものである。図 2.33 に頭部と膝部の移動量を示す。頭部の移動量は基本型 (F01) で 300mm、10G 実験 (F02) で 778mm と約 2.5 倍の大きさとなった。膝部の移動量は基本型で 94mm、10G 実験で 169mm と約 1.8 倍に達していた。同様にダミー各部に生じる加速度の最大値も図 2.34 に示すように、すべて高くなっており、特に頭部前後方向加速度 (Head x)、上下方向加速度 (Head z)、胸部上下方向加速度 (Chest z) および頸部上下荷重 (Neck Fz) は、いずれも基本型の 7 倍を超える値となっていた。

図 2.35 に車体側アンカー部 (実際にはスレッドの固定部) を示す。アンカー部の荷重は基本型 (F01) の 2,630 N に対して、10G 実験では 6,880 N と 2.6 倍に増加していることがわかる。

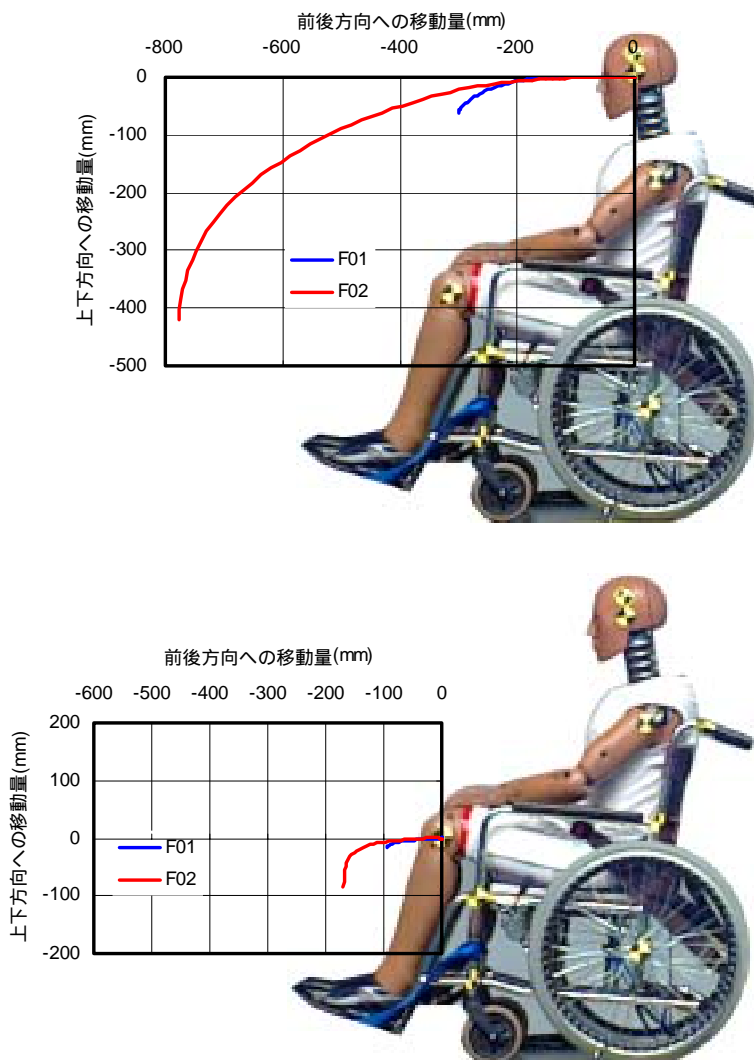


図 2.33 高速度映像から求めた頭部 (上) と膝部 (下) の移動量

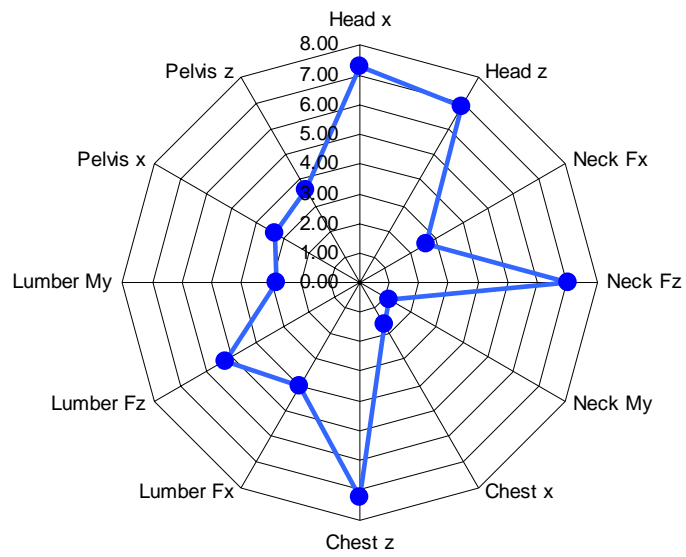


図 2.34 ダミー各部に発生した加速度の比較

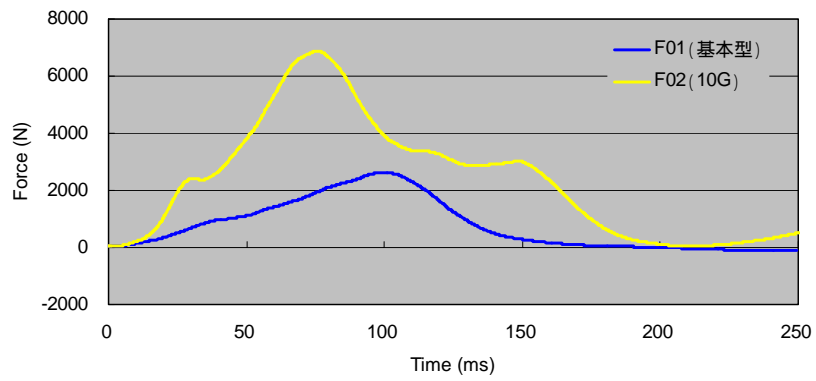


図 2.35 アンカー部の荷重の比較

(3) 固定用ベルトの取り付け位置の違いによる影響 (F05、F10、F11)

F10 実験は、車いす固定の片側に緩み (緩み量は 150mm) をもたせた状態を再現させたものである。車いすを路線バスに取り付ける場合、車両中央側 (通路) は比較的固定しやすいが、奥側 (窓側) は、かがみ込む体勢を採って作業するため、強固に固定できないことを想定して設定されたものである。また、F11 実験は、車いす側の固定位置を下げて、サスペンションの影響を排除するために実施したものである。電動式車いす側へのベルトの固定は、通常、強固なフレームが対象となっている。しかし、サスペンションを有する車いすでは、固定位置によって、衝突時にサスペンションが沈み込むような挙動を示すことがわかっているため、この影響を検証した。

図 2.36 に頭部と膝部の移動量を示す。基本型の頭部移動量は 567mm、緩みあり実験 (F10) は 640mm、バネ下固定実験 (F11) 686mm となった。膝部の移動量は基本型で 128mm、緩みあり実験で 141mm、バネ下固定実験で 171mm となった。以上のように、バネ下固定実験が頭部、膝部とも移動量が大きかったが、その理由としては、図 2.37 のように、基本型 (F05) と緩みあり (F10) では、サスペンションが縮んで後ろ下がりとなったため、ダミーの前屈挙動が抑止されたものと考えられる。バネ下固定の実験 (F11) では、サスペンションが働かない位置で固定しているため、車いすはほぼ水平に移動している状態がみられた。

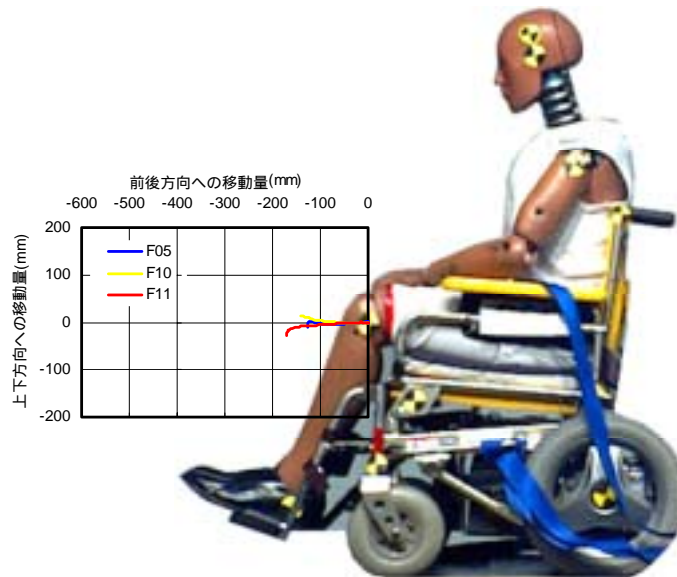
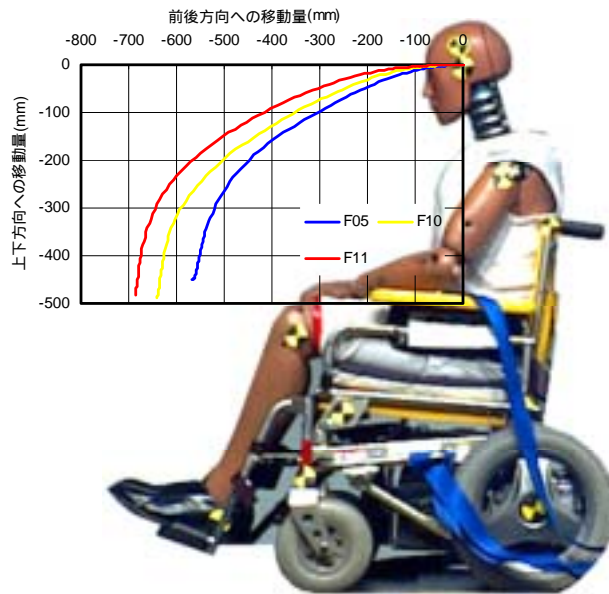


図 2.36 高速度映像から求めた頭部（上）と膝部（下）の移動量

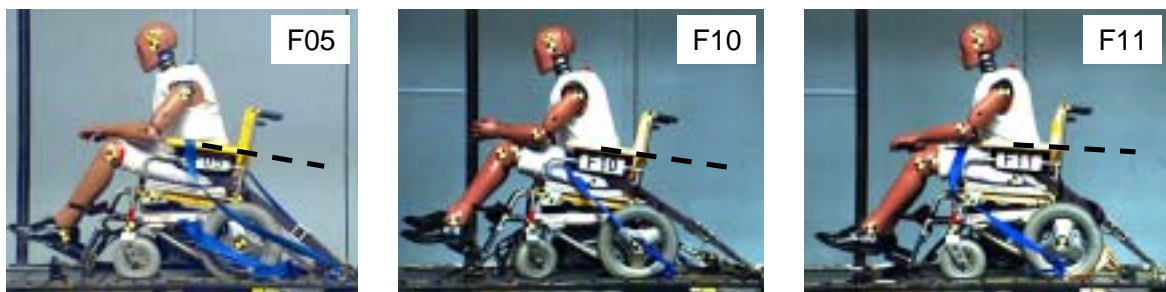


図 2.37 100ms 時点の乗員と車いすの挙動比較

図 2.38 にダミー各部に発生した加速度、荷重およびモーメントの比較を示す。片側緩み実験 (F10) では、腰部の上下荷重 (Lumber Fz) が、基準型に比べて 1.5 倍ほど高い値を示したが、それ以外の部位ではほぼ同等な値であったことがわかる。バネ下固定実験 (F11) は、腰部の前後方向加速度 (Pelvis x) で、基準型に比べて 1.5 倍ほどの高い値を示しているが、それ以外の部位ではほぼ同等な値となっていた。このため、片側緩み実験、バネ下固定実験ともに、ダミーに及ぼす影響度合いは少なかったとの結論となる。

図 2.39 に基本型 (F05) と片側緩み実験 (F10) でのアンカー部の荷重を示す。なお、バネ下固定 (F11) は、荷重計測をしていないために比較することができない。片側に緩みがあると、反対側の固定部に負荷がかかり、かつ荷重の発生するタイミングも遅くなっている (ただし、最大となる時間はほぼ同等)。荷重の最大値は緩んだ側が 8,090 N、反対側が 10,500 N であった。

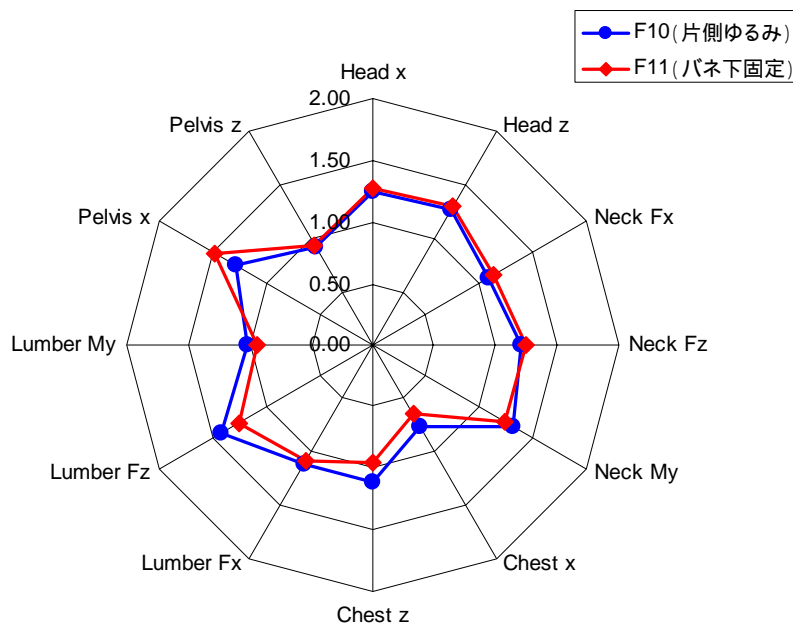


図 2.38 ダミー各部の加速度、荷重の比較

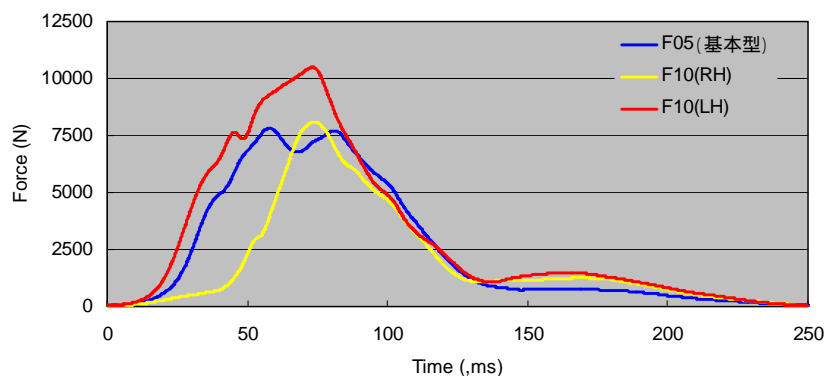


図 2.39 アンカー部の荷重の比較

(4) 固定装置のタイプ別安全評価 (F05、 F07、 F08、 F09)

基本型では、実験の効率化の観点から台車側固定アンカーは剛性を高めたものを使用してきた。このため、標準品であるバスの車体側アンカーを購入し、検証をおこなったものが F07 実験である。また、車いすの固定を容易にするための装置として、介護車両に搭載されている固定装置 (F08) と自動巻き取り装置を備えたベルトシステム (F09) について同等な実験をおこない評価することとした。

図 2.40 にダミー頭部と膝部の移動量を示す。基本型 (F05) の頭部移動量は 567mm、NS (ノンステップバス) 標準仕様 3 点固定式 (F07) は 579mm、電動ワイヤー引き込み式 (F08) は 514mm、リトラクタ付き機械固定式 (F09) は 610mm であった。膝部の移動量は基本型が 128mm、NS 標準仕様は 124mm、電動ワイヤー式は 154mm、リトラクタ付きは 186mm となり、頭部と膝部の移動量は、リトラクタ付きが最も大きな値を示した。乗員の拘束ベルトは、リトラクタ付き実験以外は、同一種類を使用していることから、ベルト自体の特性の差異による影響、ならびに、このベルトが巻き取り型であるため、内部で巻き締まりが発生した可能性があり、これらが要因となって移動量の増加に繋がったことと思われる。

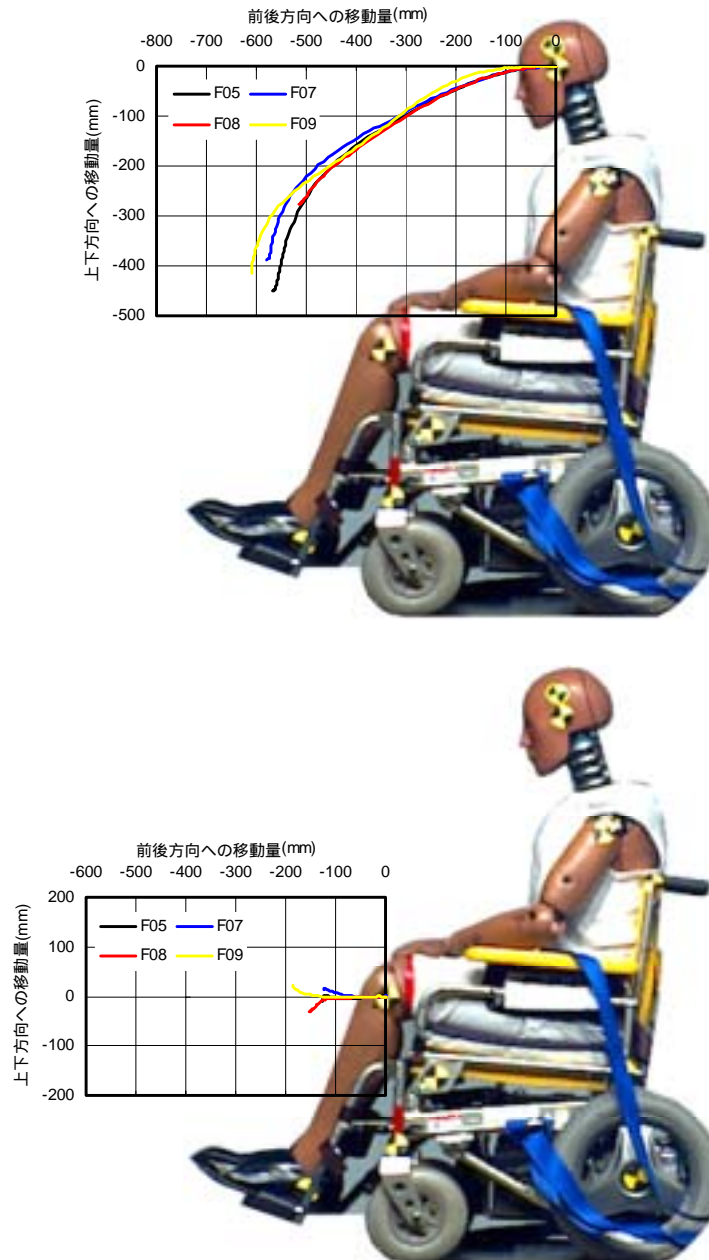


図 2.40 ダミー頭部と膝部の移動量の比較

図 2.41 にダミーの加速度、荷重およびモーメントの比較を示し、図 2.42 にリトラクタ付き実験におけるアンカー部の荷重を示す。NS 標準仕様 (F07) は、基本的にアンカー部分のみが変更となっているため、それ以外は基本型と同様であるため、ダミーの加速度等のデータも類似している。電動ワイヤー (F08) では、頭部前後方向加速度 (Head x) と頸部せん断荷重 (Neck Fx) とモーメント (Neck My) が基本型に比べて高い値を示しているが、それ以外では同等もしくは低めの値となっている。これに対して、リトラクタ付きの実験 (F09) は、ほぼすべての部位において、基本型を超えており、特に胸部上下方向加速度 (Chest z) や腰椎上下荷重 (Lumber Fz) などの上下方向への衝撃が大きな値を示す結果となった。リトラク

夕付き実験でのアンカー部の荷重をみると、基本型に比べて荷重の立ち上がりが遅い。このことは、車いすが拘束されるまでに、固定ベルトが伸びたか、緩んだ状態であったことが考えられる。しかし、固定ベルト自体が巻き取り式であり、緩んだ状態とは考えにくいことから、前述したように内部での巻き締めによる影響が否定できない。このため、本実験は、見かけ上、緩んだ状態と同じとなり、結果的にダミーに加わる衝撃が大きくなったものと推察される。

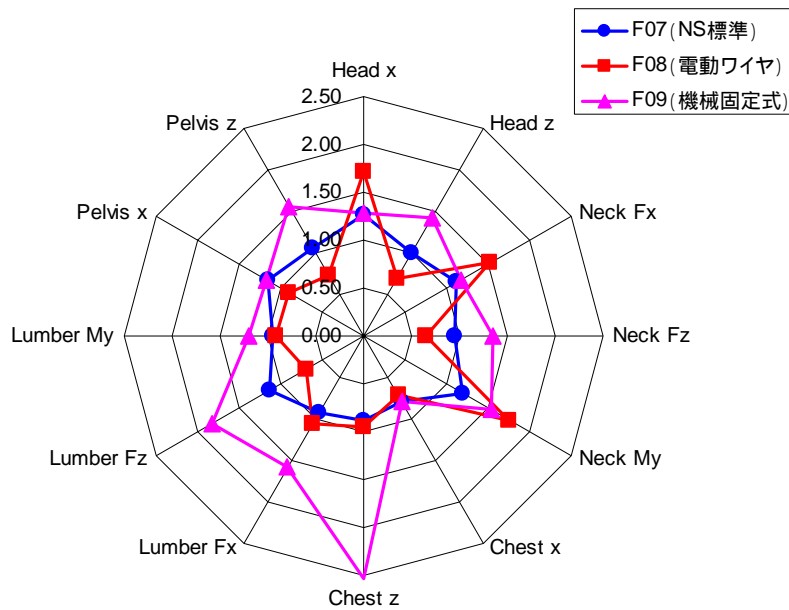


図 2.41 ダミーの加速度、荷重およびモーメントの比較

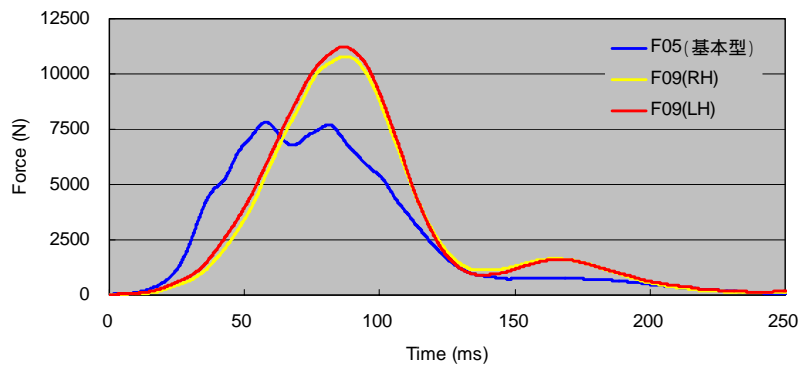


図 2.42 リトラクタ付き実験におけるアンカー部の荷重

3. 車いす乗員の安全性および固定装置に関する検討

3.1 車いす乗員の安全性評価

2章では、種々の条件にて実施した実験の結果を、基準となる実験と対比して評価してきた。しかし、ダミー各部に発生した加速度や荷重といった計測物理量と傷害との関連性については言及していないものの、車いす乗員の安全性を評価するためには、適切な評価指標が必要と考える。ここでは自動車の安全性評価実験で用いられている傷害指標を本実験の結果に適用し、車いす乗員の安全性を評価することとした。

現在使用されている評価指標は、頭部ではHIC (Head Injury Criterion) 3軸方向の合成加速度がある。頸部は引張荷重、後屈モーメントおよびNIC (Neck Injury Criterion) 等がある。胸部は3軸方向の合成加速度と胸部のたわみ等がある。これ以外の部位として、大腿部や下肢等にも指標が設定されている。

HICとNIC以外の傷害指標は、基本的にセンサーで計測した物理量そのものである。このため、HICとNICについて、その算出方法と傷害指標としての意味合いについても簡単に述べる。

(1) HIC : Head Injury Criterion

HICは1式により求め、 a は頭部重心の合成加速度、 t_1 と t_2 はHICが最大になる時間である。HICの閾値は1,000以下であるが、一般的にこの $HIC < 1,000$ は、最も軽い傷害で一過性の意識障害である脳しんとうの発生限界レベルが目安として定めたとされている。すなわち、脳しんとうの発生限界を越えた領域では何らかの頭部傷害が発生するとみなされている。

$$HIC = \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\} \dots \dots 1$$

(2) NIC : Neck Injury Criterion

NICは追突時における頸椎の急速な変形により、頸椎の脊柱管内の圧力が急激に変化し、頸椎神経節に損傷を引き起こすという仮説にもとづいて開発された指標である。NICは頸椎のS字状変形のとときの体幹に対する頭部の後方変位を評価しており、2式のようにT1および頭部重心の加速度と速度で計算される。図3.1に頸部の傷害発生に至る行程を示す。

$$NIC(t) = a_{rel}(t) \cdot 0.2 + (v_{rel}(t))^2 \dots \dots 2$$

$$a_{rel}(t) = a_x^{T1}(t) - a_x^{Head}(t)$$

$$v_{rel}(t) = \int a_{rel}(t) dt$$

$a_x^{T1}(t)$: 胸椎T1x加速度

$a_x^{Head}(t)$: 頭部重心位置x加速度

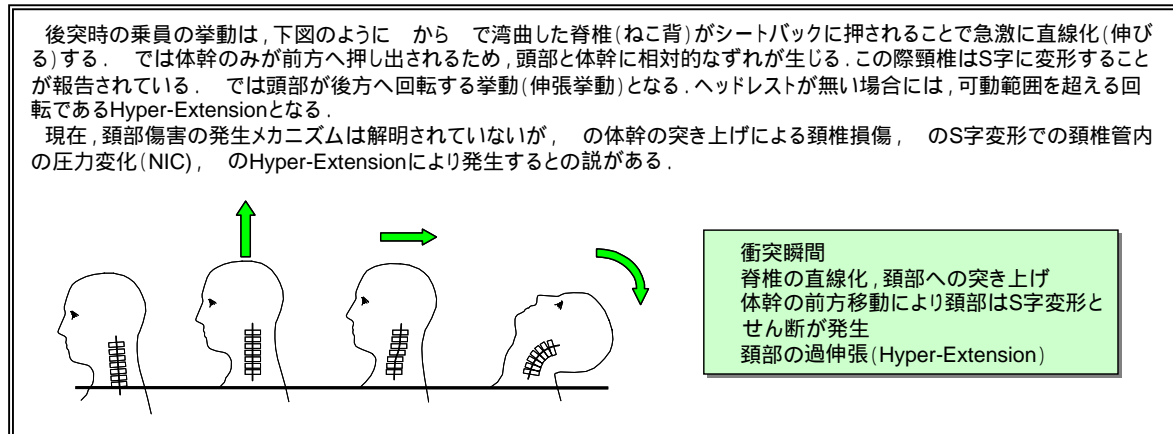


図 3.1 追突時の頸部の動きと頸部傷害の発生までの過程

表 3.1 は本実験の結果を傷害指標別に整理したものである。BioRID-II ダミーは、胸部に相当する加速度が T1 (第 1 胸椎) と T8 (第 8 胸椎) の 2 カ所となるため、ここでは T1 加速度を採用した。また、NIC は追突時の傷害指標であるため、前向き実験では算出していない。同表から傷害指標を超過している項目は、後向き実験における NIC と ECE R80 準拠 (10G) での頸部モーメント (My) であった。NIC は AIS 1 (Abbreviated injury score: 簡易式外傷スコア、1 = Minor (軽症)) をターゲットに設定されているため、他の傷害指標より超過しやすいと言えるが、その要因のひとつとして、頭部と背もたれ板間のクリアランスの長さがあげられる。最近の頸部傷害に関する研究では、このクリアランスが 80mm 以下であることが望ましいとの報告もあり、本実験時の頭部と背もたれ板間のクリアランスは、最短な実験でも 130mm ほどであったことから、頸部の傷害を引き起こしやすい状態であったと考える。さらに、NIC 値が増加した要因として、電動式車いすのシートバッグの連結バー (介護者用グリップ間を繋いだパイプ) の影響も考えられる。すなわち、この連結バーの強度が高いため、背もたれ板のクッションだけでは衝撃を吸収できないため、骨組であるベニヤ板まで達し、底付きすることで、結果として T1 (第 1 胸椎) への衝撃が増加したものと推察される。

一方、前向き実験では、いずれの項目も閾値には達していない状況にあり、本実験の範囲内であれば、頭部、頸部、胸部に重大な傷害が発生する可能性は低いことを示唆している。しかしながら、図 3.2 に示すように、スレッド加速度が高くなるにつれ、ダミー上半身の前屈も増加し、特に ECE R80 準拠 (8G 相当) では、頭部が自身の膝部へ衝突する状況となっていた。したがって、スレッドの加速度が 7G 超えとなる場合は、車いす乗員の安全性を確保するためには、3 点式のシートベルトが必要であると推察される。

表 3.1 傷害指標の評価結果

(1) 後向き試験

試験番号	車いす	ねらい	Sled G (m/s ²)	Sled V (km/h)	HIC	Head G (m/s ²)	Neck Fx (N)	Neck Fz (N)	Neck My (Nm)	T1 G (m/s ²)	NIC (m ² /s ²)
R01	手動式	基本型	37.6	10.4	22	226.0	117.0	328.0	5.4	62.5	-11.0
R02	手動式	荷物上部	38.9	10.6	45	396.0	106.0	477.0	12.5	66.5	-10.8
R03	手動式	荷物下部	39.0	10.7	44	400.0	82.0	443.0	6.4	103.5	-17.6
R04	電動式	基本型	40.0	10.6	37	325.0	169.0	586.0	10.4	126.5	-23.1
R05	電動式	前傾	40.6	10.8	9	141.0	228.0	555.0	6.0	124.5	-26.1
R06	電動式	隙間	40.4	11.2	56	449.0	154.0	628.0	-13.1	175.0	-33.5
R07	電動式	隙間+輪止め	39.2	10.8	32	289.0	233.0	684.0	-14.8	162.5	-32.0
R08	電動式	ECE R80準拠	98.6	27.5	131	642.0	-466.0	-716.0	-76.6	267.0	---
R09	電動式	突起なし	42.0	11.0	19	190.6	117.7	400.0	-8.5	87.6	-14.3

(2) 前向き試験

試験番号	車いす	ねらい	Sled G (m/s ²)	Sled V (km/h)	HIC	Head G (m/s ²)	Neck Fx (N)	Neck Fz (N)	Neck My (Nm)	Chest G (m/s ²)
F01	手動式	4G基本型	38.2	10.7	2	70.5	-278.8	192.2	25.6	53.5
F02	手動式	ECE R80準拠	101.3	29.4	115	492.9	-721.9	1343.4	29.3	124.7
F03	手動式	座面マットなし	38.4	10.7	2	66.2	-258.4	147.0	24.3	61.9
F04	手動式	体幹ベルト	38.2	10.7	1	57.5	-226.4	116.3	19.5	52.1
F05	電動式	7G基本型	71.0	20.1	6	118.8	-274.9	501.6	-18.3	126.3
F07	電動式	NS標準仕様	70.4	20.1	7	120.8	-305.2	476.8	21.9	101.4
F08	電動式	電動ワイヤー引込式	70.7	20.2	8	123.4	-417.8	326.6	31.9	88.9
F09	電動式	リトラクタ付きベルト	73.6	20.1	16	167.8	-319.8	681.1	28.2	128.9
F10	電動式	固定ベルト片側緩み	70.6	20.0	13	153.3	-299.7	605.7	24.1	95.0
F11	電動式	バネ下固定	69.9	19.8	12	151.1	-313.7	622.5	22.7	81.0
F12	電動式	4Gレベル	39.6	10.6	2	72.8	-302.3	162.2	24.7	59.2

[閾値]

- ・ HIC < 1000
- ・ Head G < 784.5 m/s² (80G)
- ・ Neck Fx < 4000 N
- ・ Neck Fz < 4170 N
- ・ Neck My < 57 Nm
- ・ NIC < 15 m²/s²
- ・ Chest G < 588.4 m/s² (60 G)



図 3.2 前向き実験におけるスレッド加速度別のダミーの前屈状態の比較

3.2 車いす固定のタイプ別評価

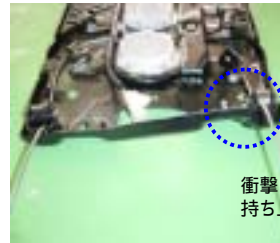
一連の実験において、車いす側の損傷は少なく、走行不能となるような事例はなかった。ただし、10G で実施した実験での背もたれ板と電動ワイヤー引き込み装置（福祉車両用、4G 衝撃）においては、図 3.3 に示すような変形が発生した。背もたれ板の変形は、電動車いすが輪止めに乗り上げ、車いすの構造部材である持ち上げ用のバーが背もたれ板のクッション部分下端にもぐり込み背もたれ板を押し上げたために変形が生じたものである。

一方、電動ワイヤー引き込み装置については、本来と異なる固定位置をボルト固定したために生じたと考えられる。ただし、同装置の取り付け部分は、専用車両の床部分の形状に合わせているため、本来の位置では固定できなかったことが理由である。

車いすの衝撃で後方に変形



背もたれ板



衝撃により上方へ持ち上がった

電動ワイヤー引き込み装置

図 3.3 実験時に変形した装置

後向きの実験において、頸部傷害は別として、衝突時は意図したとおりに乗員を保護していたと考える。しかしながら、それ以降のダミーと車いすの挙動をみると、背もたれ板から大きく反発している状況がみてとれる。特に輪止めがあると反発した際に、この輪止めを支点に前転する挙動が発生していた（図 3.4 参照）。最悪の場合、車いす乗員が車いすより落ちる危険性が否定できない。これを防止するためには、車いす側のブレーキのみでは制動力が不足するため、背もたれ板と車いすとの固定を輪止めだけでなく、ベルトなどの補助拘束が必要であると思われる。

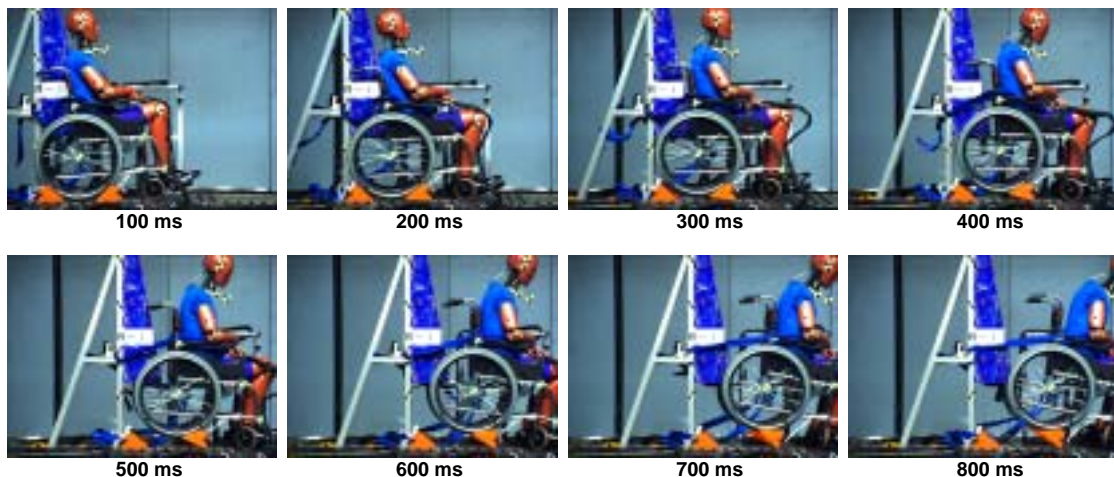


図 3.4 後向き実験（4G）でのダミーと車いすのリバウンド状況

図 3.5 にスレッド加速度の比較および ECE R80 のコリドーを示す。同図の加速度が発生している時間（持続時間）の短い波形（半正弦波）は予備実験での結果であり、同図ではこれを short と表記した。また、本実験での結果は long と表記して区別した。

図 3.6 にスレッドの速度を示す。表記内容（凡例）は加速度の場合と同一である。速度は加速度を時間積分した値であることから、加速度の最大値が同等であっても、速度は異なっていることがわかる。表 3.2 に持続時間の長さの差異によるダミー頭部と胸部の加速度の最大値の比較結果を示す。ダミーに発生する加速度は、すべて持続時間の長さに比例して値が高くなっている。

したがって、車いすに限らず、供試品の安全評価を行うためには、加速度の最大値のみでなく、その持続時間も考慮すべきであるといえる。

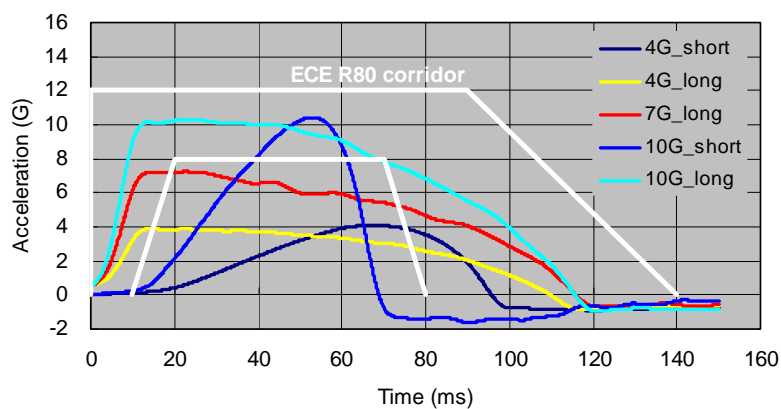


図 3.5 スレッド加速度の比較と ECE R80 のコリドー

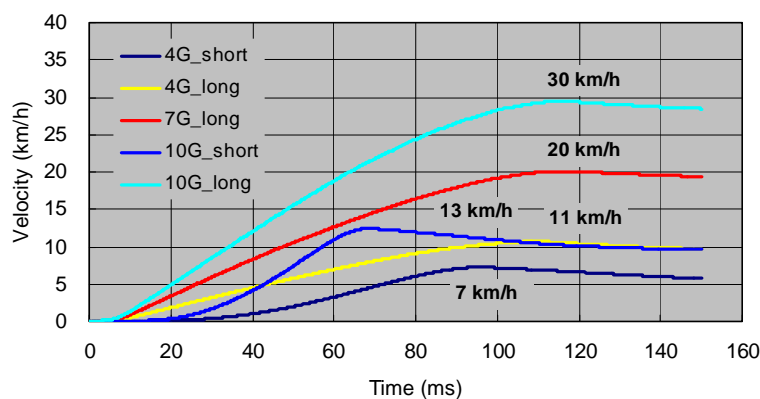


図 3.6 スレッド速度の比較

表 3.2 加速度レベル別、時速時間別のダミー頭部と胸部の加速度

Head G	short	long	Chest G	short	long
4Gレベル	5.1 G	7.2 G	4Gレベル	4.7 G	5.4 G
10Gレベル	7.5 G	50.3 G	10Gレベル	6.3 G	12.8 G

4. まとめ

手動式、電動式の車いすを後向きと前向き状態にした場合を想定した衝突実験を実施した。実験条件としては、4G、7G および 10G の 3 水準において、固定方法の差異、ミスユースの再現、異なる固定方法の可能性について検討した。以下に本研究のまとめを述べる。

(1) 後向き実験

国内の事業者において実験的に採用されている後向き乗車用の固定装置を製作し、4G を主体とした衝撃実験を実施した。その結果、次の知見を得た。

- 1) 手動式と電動式車いすの衝突中の現象は、基本的に同一となる。但し、電動式車いすは、手動式に比べて重量が重いこと、強度が必要なため補強部材が多く、その部材が背もたれ板と干渉することで、車いす乗員に高い加速度や荷重が発生する要因となっていた。
- 2) 同様に、車いすと背もたれ板の間に手荷物などを挟んだ状態で衝突した場合、特に下部に手荷物があると頭部加速度が高くなる。これは頭部と背もたれ板のクリアランスが広がることで、相対速度が高くなったためである。
- 3) 乗員の姿勢が前傾状態で衝突すると、上半身が後方へ回転することで、遠心力が作用し、上下方向の加速度や荷重が高まることになる。
- 4) 車いすと背もたれ板の間に隙間があると、ダミーの各部の衝撃度合いが高くなる。特に背もたれ板に最初に衝突する腰椎 (L1) には、標準的な場合と比較して 1.5 から 2 倍の衝撃が加わることになる。

(2) 前向き実験

前向き実験では車いすの固定方法をノンステップバスの標準仕様に準拠させて、7G を主体とした実験を実施した。前向き実験の結果から以下の知見が得られた。

- 1) 手動式と電動式車いすの衝突中の現象は、ほぼ同じ挙動を呈し、特にダミーに発生する加速度や荷重等の衝撃もほぼ同等であった。これは、車いすの重量差による影響を固定ベルトが分担したことにより、その影響が乗員にまで及ばなかったためである。
- 2) 座面マットや体幹ベルト等の装備品は、4G の衝撃レベル程度であれば、悪影響となることは少ないと考えられる。逆に、座面マットにより上下方向の衝撃が緩和されていることや体幹ベルトで腰椎への負担が少なくなるなどの利点もみられた。
- 3) 衝撃レベルとして 4G と 10G を比較すると、ダミー頭部や膝の前方への移動量が増大し、また加速度や荷重も同様に増加する。さらに、アンカー部への負荷も、10G では 4G に比べて約 2.6 倍高い荷重がかかっていた。
- 4) 車いすの固定ベルトの一方が緩んでいると、ダミー頭部と膝部の移動量が増加する。サスペンションを有する車いすの場合、固定する位置をバネ下にすると、衝突中のピッチング挙動を押さえることができるものの、その反面、頭部と膝部の前方移動量が増加するため、車室内部品への二次衝突の発生率が高くなる可能性がある。

5) NSバスの標準仕様(アンカー、固定ベルト、乗員拘束ベルト)は、電動車いすを用いた7Gの衝撃レベルにおいても、十分な安全機能を有していた。

また、福祉車両に搭載されている電動ワイヤー引込式の車いす固定装置は、本体の筐体部に若干の変形が発生したが、機構部品等の破損は認められず、乗員に対して悪影響を及ぼすまでには至っていなかった。

さらに、ベルトの緩み防止機構を有した車いす固定装置は、NS標準仕様の場合に比べると、ダミーの移動量や加速度等が大きくなる結果となった。これはベルトの伸びや巻き締まりが発生していた可能性がある。

(3) 傷害指標による評価

ダミーで計測したデータをもとに、傷害指標でダミーの傷害発生状況を評価した。その結果、頭部、胸部については後向き、前向き実験ともに傷害発生の可能性は認められなかったものの、後向き実験では頸部の傷害が発生する可能性が高いことがわかった。特にNICで評価すると、図4.1に示すように、半数以上の実験で、閾値を超過していた。これは頭部と背もたれ板との間のクリアランスによる影響や背もたれ板のベニヤ板に電動式車いすの上部突起物(シートバッグの連結バー)が突き当たることで前後方向の胸加速度が大きくなるためと考えられる。

これらの頸部傷害を軽減するためには、頭部と背もたれ板との間のクリアランスを狭くすることや、電動車いすの突起物長さの短縮化、さらには背もたれ板・クッション材の肉厚の増加などが必要といえる。

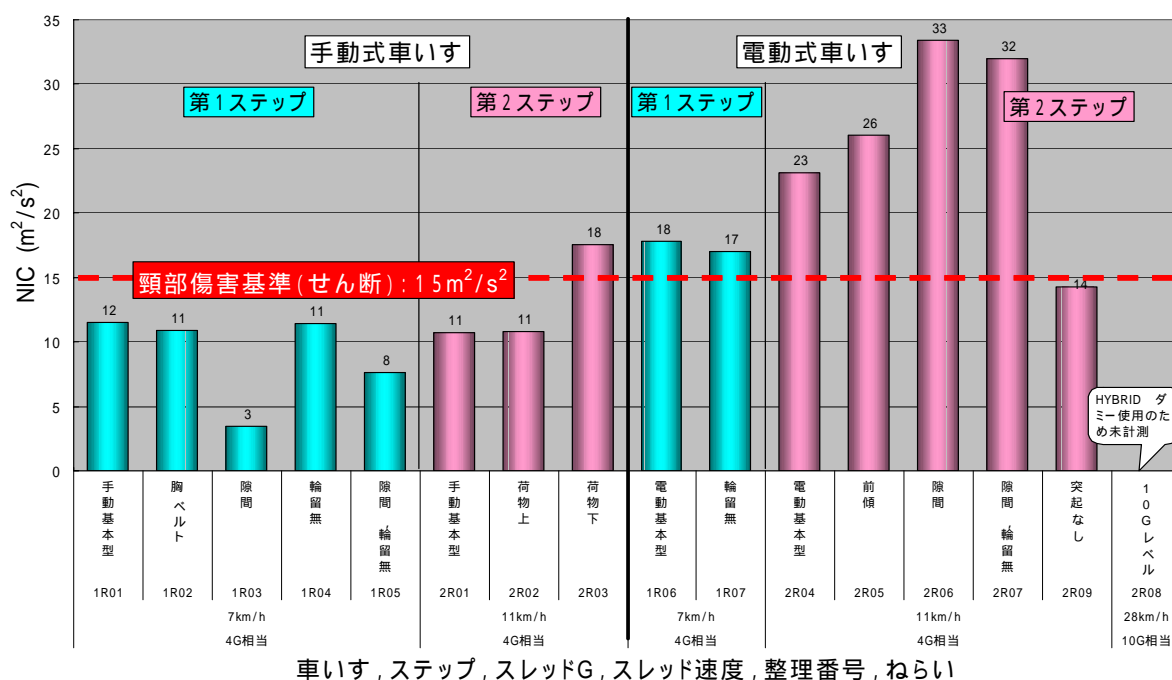


図 4.1 頸部傷害 (NIC) のまとめ

注) 図中の第1ステップの結果は本実験の実験条件等を設定するために実施した予備実験での結果(スレッド速度: 7km/h)であり、第2ステップの結果は予備実験結果を踏まえてスレッド加速度波形の立ち上がりを急勾配とし、かつ持続時間を長くした時の本実験での結果(スレッド速度: 11km/h)である。

5. 車いす乗車中の安全対策と今後の課題

本研究では、車いすの公共交通機関利用時における車内安全性の向上をはかることをねらいとして、衝突事故時（バスの車体加速度が4G以上発生する場合）における前向き・後向き乗車時の車いす乗員の安全性に関する影響因子を探るための実験、および市場で現用されている車いす固定装置を用いた安全性評価実験を実施し、今後の車内安全性向上に繋がる基礎的技術データを収集した。その結果、車いす使用者がバスを利用する際の安全対策として以下の点が重要であることがわかった。

（1）後向き乗車中の安全対策

1）同型のバス同士が約7km/h相当（図4-1、1R06、1R07、今回の実験での4G相当）で衝突すると電動式車いす（後部に突起がある機種）においてせん断による頸部傷害（NIC）が発生し始め、また約11km/h相当（図4-1、2R03、今回の実験での4G相当）で衝突すると下部に荷物を装備した手動式車いすにおいて頸部傷害が発生し始めている。この頸部傷害を防ぐためには、

車いす使用者は、車いすと背もたれ板との隙間がなくなるように乗車する

車いすメーカーは、電動車いすの突起物長さを短縮化する

車体メーカーは、背もたれ板・クッション材の肉厚について検討する

などの安全対策が必要である。

2）なお、同型のバス同士が約28km/h相当で衝突すると、前方の輪止めを乗り越え、後屈による頸部傷害が発生する可能性が高くなる。また、車いすが背もたれ板に二次衝突後、その反動で車いすが後方の輪止めを乗り越える際に、車いす乗員が投げ出される様相を呈する場合がある。このような現象を防止するためには、輪止めに変わって車いすおよび乗員を拘束するための安全対策が必要と思われる。

（2）前向き乗車中の安全対策

1）今回の前向き乗車時の実験範囲内では、ダミーの傷害値は基準内にあり、特に傷害発生に繋がる事例はなかった。しかしながら、固定ベルトが緩んでいた場合には、腰ベルトに乗員の慣性質量のみならず車いす自体の慣性質量も負荷されることになるため、腰ベルト荷重が増大する傾向が認められた。これを防ぐためには、

乗務員及び車いす使用者は、車いすをベルトで固定した際に固定ベルトに緩みがないかを確認する

車いす固定装置メーカーは、固定ベルトの緩みを自動調整できる機構（例えばELR付固定ベルト）を開発する

などの安全対策が必要と思われる。

2）今後、バス乗車時における安全性と利便性の両立をはかるには、車いすおよび車いす使用者を固定装置に取付ける時間の短縮化が重要な課題となる。

このうち、車いすを固定装置に取付ける時間を短縮化するためには、以下の検討が必

要と考える。

車いすメーカーは、車いす側にフック固定箇所を設け、マーキングし、相応の強度をもった構造を検討する。

車いす固定装置メーカーは、操作性が良好なワンタッチ式の車いす固定装置を検討する。

なお、車いす使用者を固定装置に取付ける時間を短縮化するためには、

車いすメーカーは、乗員拘束ベルト付の車いすの開発を検討する

車いす固定装置メーカーは、衝突時における車いすと車いす使用者の両者の慣性力に耐える固定装置を検討する

などの検討が必要と思われる。

これらの情勢を踏まえて、スレッドの衝撃条件、車いす、車いす固定装置、安全性と利便性の総合評価に関する今後の検討課題を抽出すると、表 5.1 に示す課題、すなわち、

- 1) 路線バス関連の衝突事故の実態を踏まえた衝撃条件の精査
- 2) 車いすの固定箇所のマーキング化を促進することを狙いとした、車いすの固定箇所の違いによる影響度合いを把握するための系統的な実験
- 3) 後向き乗車における実車を用いた急制動時のダミー傷害値の検証実験
- 4) 車いす固定装置の開発を促すことを狙いとした、車いす固定装置の耐荷重を提示するための系統的実験
- 5) 安全性と利便性の両立を目指した車いすおよび車いす固定装置の開発実験の実施

などが挙げられる。

(3) JIS 化に向けた検討

前述の検討課題に示したように今後も引き続き研究及び実験に関する課題が残されているが、今回の実験により、路線バスが衝突事故を起こした場合の車いす使用者の安全性が確保される耐荷重の程度について把握することができた。こうした結果から、以下に JIS 原案の作成に向けた検討項目を整理した。

1) 固定装置

路線バスの衝突を想定した固定装置の強度基準の検討

過度の耐衝撃性を求められた場合、製品の剛性、コスト、仕様上の問題等が生じるため、車いす固定装置の耐衝突衝撃性能の妥当なレベルを特定し設定したことから、この点について規格化を検討する。

操作性向上の要件検討

耐衝撃レベルの検討に応じて、どこまで固定を簡素化（着脱を容易にする）できるかの検討を行うとともに、固定作業が完了するための時間的要素（分以内の着脱等）を盛り込めるか検討する。

固定の状況を想定したモックアップの作成

操作性の高い標準的モデルを示して関係者の取組みを推進するために、可能であれば固定装置の簡易なモックアップの作成について検討する。モックアップは操作性の機能評価にも活用する。

2) 車いす

汎用性、かつ使いやすい固定装置の導入のためには、車いす側の固定箇所のマーキング化、固定装置フックが取り付け可能な構造を取り入れる等を促進する必要がある。これらの内容について、車いす側の JIS 改訂の働きかけを行う必要性があり、関係機関との協議が必要である。

以上の点について JIS 原案の作成に向け、関係者の合意形成を図り検討を行うことが必要である。

参考 . JIS 原案の作成では、以下の事項等を技術的内容として満足することが求められている。

- ・標準化すべき内容・目的を明確にし、必要十分な規定内容を含んでいること。
- ・規格として統一すべき内容を含んでおり、現在の知見からみて妥当な水準であること。
- ・対応国際規格の有無の調査を行い、国際規格がある場合はこれを基礎に原案作成を行うこと。国際規格と異なる内容とせざるを得ない場合は、できない理由を明確にすること。
- ・対応する海外規格等の動向を踏まえたものであること。
- ・強制法規・公共調達基準との関係を明確にし、矛盾がないことを確認すること。

表 5.1 平成 19 年度の実験結果を踏まえた今後の課題と対応策

	実施概要	主要結果	今後の課題	次年度の対応案	備考	
1 スレッドの衝撃条件	<p>本研究では、路線バスの前面衝突事故を想定した下記の衝撃条件を設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・衝撃加速度： 4～10G ・持続時間： 55～115ms ・衝撃速度： 7～30km/h で実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・衝撃加速度のみではなく、持続時間も考慮した衝撃速度を重視することが重要 ・後向きでは約 10km/h(4G-110ms)、前向きでは約 20km/h(7G-115ms)を基本型とした実験を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・今回の実験では、わが国の路線バスの事故実態が不明なため、国内外の規程や実験例を参考に衝撃条件を設定 ・このため、路線バス関連の衝突事故の実態を踏まえた衝撃条件の把握が必要とされる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・路線バス関連の全国交通事故データ等による検証 		
2 車いす	<ul style="list-style-type: none"> ・市場での普及率が比較的高い手動式および電動式を選定 ・選定した手動式の質量は 14kg、電動式は 86kg 	<ul style="list-style-type: none"> ・本実験範囲内では、後向き、前向き乗車ともに両タイプの車いすが破損した事例はなし ・なお、ダミー傷害については、後向き乗車時の電動車いすにおいて、突起物の影響による頸部傷害が発生したが、これについては下記の 4 を参照 	<p>前向き乗車時の車いすに関する今後の課題として、以下の点が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今後、誤った取り扱いによる事故を防止するため、また車いす使用者の利便性向上を図るためには、車いす側の固定箇所へのマーキング化、固定装置フックが取り付け可能な構造を取り入れる等を促進する必要がある。 ・今回の実験では一部の車いすについて固定箇所の違いによる影響度を調べたものの、体系的な実験ではないため、結論付けるための十分な結果が得られなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・手動式及び電動式車いすについて、固定箇所の違いによる影響度合いを把握するための体系的な実験を実施 ・これらの実験結果をもとに、車いす側の固定箇所のマーキング化、フック取付可能な構造の検討の必要性を車いすメーカー等に提示 	<ul style="list-style-type: none"> ・体系的な実験条件としては、主に上下方向の複数の固定箇所を設定の予定 	
3 車いす固定装置	後向き乗車方式	<ul style="list-style-type: none"> ・国内の路線バスで使用されている背もたれ板方式を選定 	<ul style="list-style-type: none"> ・本実験範囲内では、下記を除き、装置が破損した事例はなし ・破損した事例：電動車いすを用いた 10G の実験において、背もたれ板の筐体と床を固定する箇所において変形が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・後向き乗車方式の固定装置は、本来、急制動や急旋回時の車内事故を防止するためのもので、衝突事故を想定したものではない。 ・しかし、大型バス関連事故の約半数を占める衝突事故を想定した今回の実験(4G、10km/h)では、後述する「頸部傷害」が発生したため、車内事故(急制動時 1G 未満)でもこのような傷害が発生しないか否かを検証する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実車を用いた急制動、急旋回でのダミー傷害値の検証実験の実施 ・なお、衝突事故も想定するならば、4G のみならず、前向き乗車の場合と同様に、7G 対応の背もたれ板・クッション材の開発や反発防止対策の検討などが必要 	
	前向き乗車方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ノンステップバス標準仕様の 3 点固定式を選定 	<ul style="list-style-type: none"> ・本実験範囲内では、下記を除き、装置が破損した事例はなし ・破損した事例：電動車いすを用いた 7G の実験において JARI が試作した電動引込式固定装置のローラ部付近の筐体において、変形が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・車いす固定装置の開発を促進するには、車いす固定装置の耐荷重に関するガイドラインの提示が必要 ・今回の実験では、荷重計測が不可能な車いす固定装置、または固定ベルトの取付け角度(車いすの固定箇所と車いす固定装置の固定箇所がなす角度)の不一致などによって、固定ベルトに発生する荷重を整理することができなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・車いす固定装置の開発を促すために、車いす固定装置の耐荷重を提示するための体系的な実験を実施 	
4 安全性と利便性の総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究では、各種条件下でのダミーの頭部、頸部、胸部、腰部の傷害値を電気計測し、安全性の評価に主眼を置いた実験を実施 ・しかし、利便性の評価は未実施 	<p>安全性に関する評価結果は以下の通り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・後向き乗車方式では、電動車いすを用いた 4G の実験においてせん断による頸部傷害が発生し、また 10G の実験において後屈による頸部傷害が発生 ・前向き乗車方式では、10G の実験においてジャックナイフ現象が発生するもの、傷害基準を超えた事例はなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・後向き乗車方式での頸部傷害の軽減策としては、電動車いすの突起物長さ(出の方向)の短縮化、背もたれ板・クッション材の厚肉化、背もたれ板と車いす間の隙間の除去などが挙げられる。 ・前向き乗車方式での利便性の向上策が十分ではない。 ・車いすを固定しないと危険であることが車いす使用者等に十分理解されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・頸部傷害の軽減を図るためには、車いすメーカー、固定装置メーカー、バス運行管理者など、各方面での連携強化が必要このための検証実験を実施 ・利便性の向上策としては、ワンタッチ方式の固定装置の開発や腰ベルト取り付け時間の短縮化を目指した「腰ベルト付き車いす」について検討を要する。 		

参考資料 1 . 車いすの JIS 規格 (JIS より抜粋)

手動車いす JIS T 9201 : 2006 (JBPI / JSA)

手動車いす (以下、車いすという。) は、国が規定する補装具の種目の中でも非常に需要が高い代表的な福祉用具である。車いすの品質・性能を規定する JIS は、福祉関連機器の中で最も早く、1971 年に制定された (原案作成団体は、日本肢体不自由者協会)。そして 1977 年に第 1 回目の改正 (原案作成団体は、財団法人自転車産業振興協会)、1987 年に第 2 回目の改正 (原案作成団体は、社団法人日本リハビリテーション医学会)、1998 年に第 3 回目の改正 (原案作成団体は、財団法人自転車産業振興協会) を行った。

国際標準化機構の車いすに関する国際標準規格 (ISO) との関連では、整合性が検討され、可能な限りその時点での ISO 規格との整合化が図られた。ISO では 1979 年に ISO / TC173 (リハビリテーション機器システム専門委員会) を開設し、1981 年に従来の ISO / TC136 / SC8 (家具専門委員会 / 病院用家具専門分科会) を統合した形で ISO / TC173 / SC1 (車いす専門分科会) を設置し、車いすの国際標準規格の制定作業を本格的に開始して現在に至っている。ISO 規格では車いすに関する 23 種類の規格が既に制定された。

手動車いすの寸法及び寸法図を以下の表 1、図 1 に示す。

表 1 手動車いすの寸法

部位	寸法値
全長 (L_0)	1,200mm以下
全幅 (W_0)	700mm以下
フットサポート高 (H_7)	50mm以上
全高 (H_0)	1,090mm以下

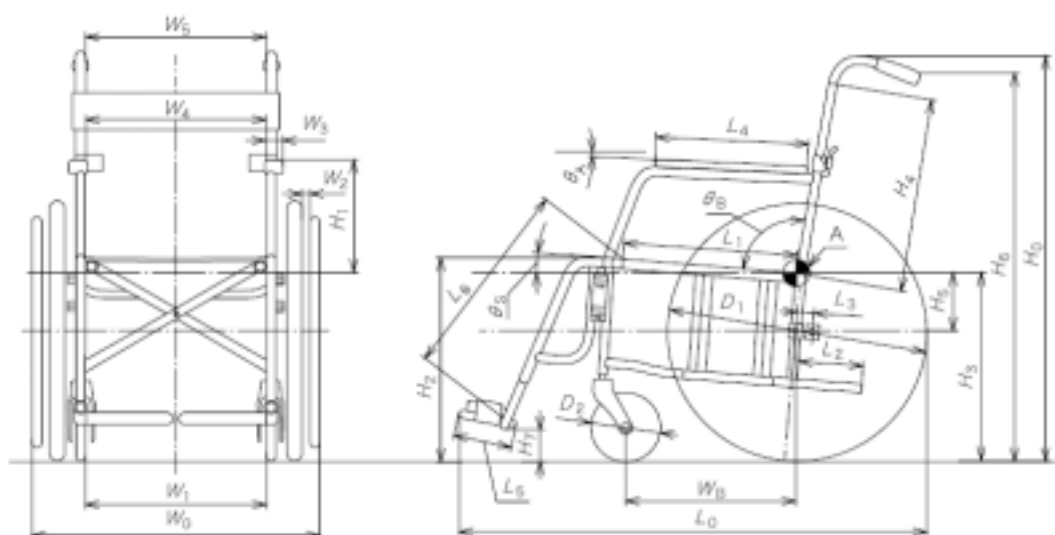


図 1 手動車いすの寸法図

電動車いす JIS T 9203 : 2006 (JASPA/JSA)

身体障害者の代表的な移動機器である電動車いすがJIS に最初に制定されたのは1977年(原案審議団体:財団法人自転車産業振興協会)で、現在まで2回の規格改正が実施された。この間、最高速度4 km/h の規定が4.5 km/h 以下の“屋内外兼用”と時速6 km/h 以下の“屋外用”の2種類に区分された他、性能試験におけるISO規格との整合など、その時代のニーズと要望に対応した形で規格改正が進行された。また、電磁環境における急速な進展を背景に、電動車いすについてもISO/DIS7176-21:1999の翻訳規格がJIS T 9206:2001(電動車いすの電磁両立性要件及び試験方法)として制定された。

ISO規格との関連では、現在手動・電動を包含した形で車いすに関する規格は既に24種類制定されており、現在なお、“ISO 7176 試験方法”、“ISO 10542 拘束システム”及び“ISO 16840 車いすシーティング”などの規格制定作業が進められている。また、新たに電動アシスト車いす、シートクッションなどの分野についても本年度から作業に加わった。

なお、日本も電動車いすに関する規格制定の国際的な動きに連動して、特にISO規格との整合性をより一層図るため、従来JISの内容の修正だけでなく、規格構成についての検討も必要になってきた。

一方、自操用ハンドル形電動車いすの普及によって高齢者が移動機器として、電動車いすを屋内外で手軽に利用するようになった。これらについてもユーザが安全に利用できる製品の安全性が求められ、時代の変化に対応した規格内容の見直しについての検討が必要になってきている。

電動車いすは、主としてその外観及び用途によって、次の二つに分類される。

- ・自走用電動車いす：使用者自らが操作して使用することを主目的とした車いす
- ・介助用電動車いす：使用者自らは操作せず、介助者によって操作することを主目的とした車いす

電動車いすの寸法及び寸法図を以下の表2、図3、図4に示す。

表2 電動車いすの最大寸法

部位	最大寸法 ⁽¹⁾
全長 (L_0)	1,200mm
全幅 (W_0)	700mm
全高 (H_0)	1,090mm

注(1) リクライニング機構、リフト機構及びチルト機構を装備する電動車いすは、標準状態の寸法とする。

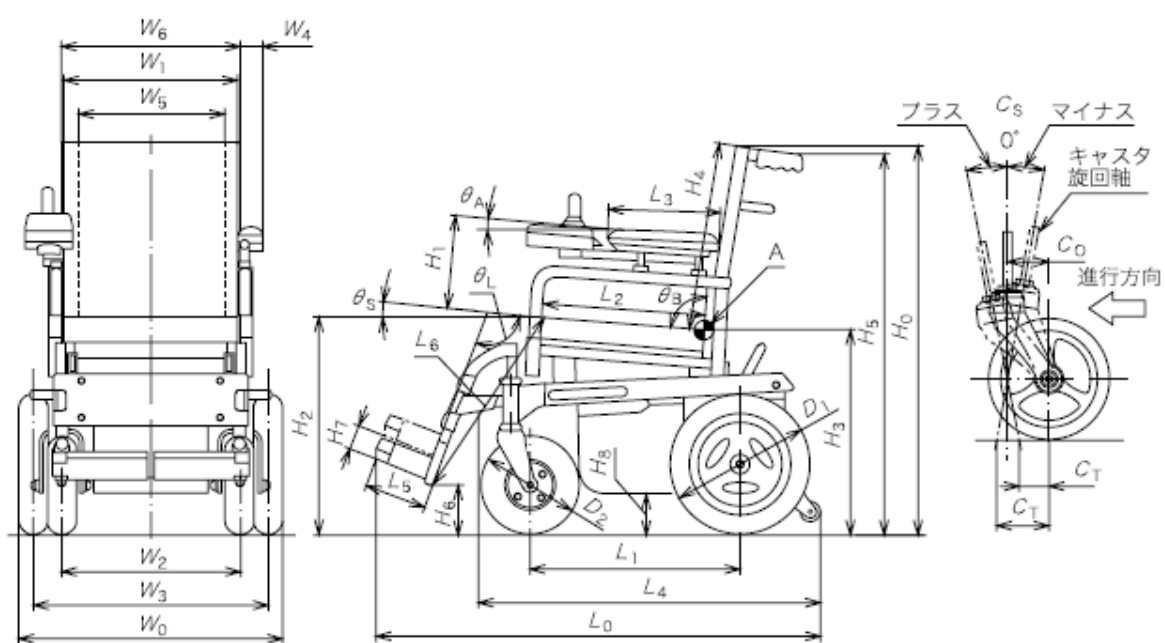


図2 自操用標準形電動車いす

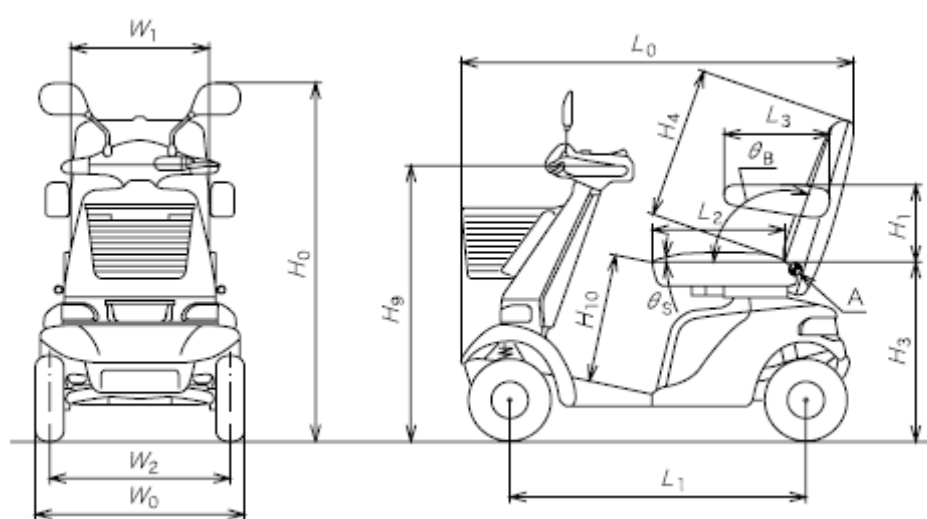


図3 自操用ハンドル形電動車いす

出典：JIS T 9201 手動車いす(財団法人 日本規格協会) 平成18年3月25日改正
 JIS T 9203 電動車いす(財団法人 日本規格協会) 平成18年3月25日改正

参考資料 2 . 固定装置、車いすの規格化の概況

(1) 次世代普及型ノンステップバスの標準仕様 (平成 15 年 3 月)

固定装置

わが国の標準仕様においては、車いす固定装置は「短時間で確実に車いすが固定できる構造とする。」と明記されている。

前向き乗車：3点ベルト式。

後ろ向き乗車：背もたれ板を設置し、横ベルトで固定。

シートベルト

前向き乗車：3点ベルト式固定装置付属の人ベルトを装着。

後ろ向き乗車：車いす用姿勢保持ベルトを用意しておき、希望によりこれを装着。

車いすスペース

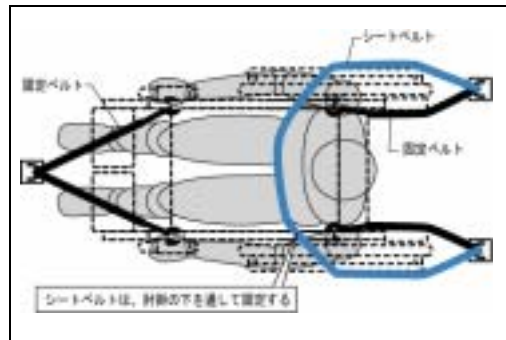
幅 750mm 以上、長さ 1,300mm 以上、高さ 1,300 mm 以上。

2 脚以上の車いすスペースを確保。

(2 脚の車いすを前向きに縦列に設ける場合には 2 脚目の長さは 1,100mm 以上で良い。)

(後ろ向きに車いすを固定する場合は、車いすスペース以外に車いすの回転スペースを確保。)

前向き固定の事例



後ろ向き固定の事例



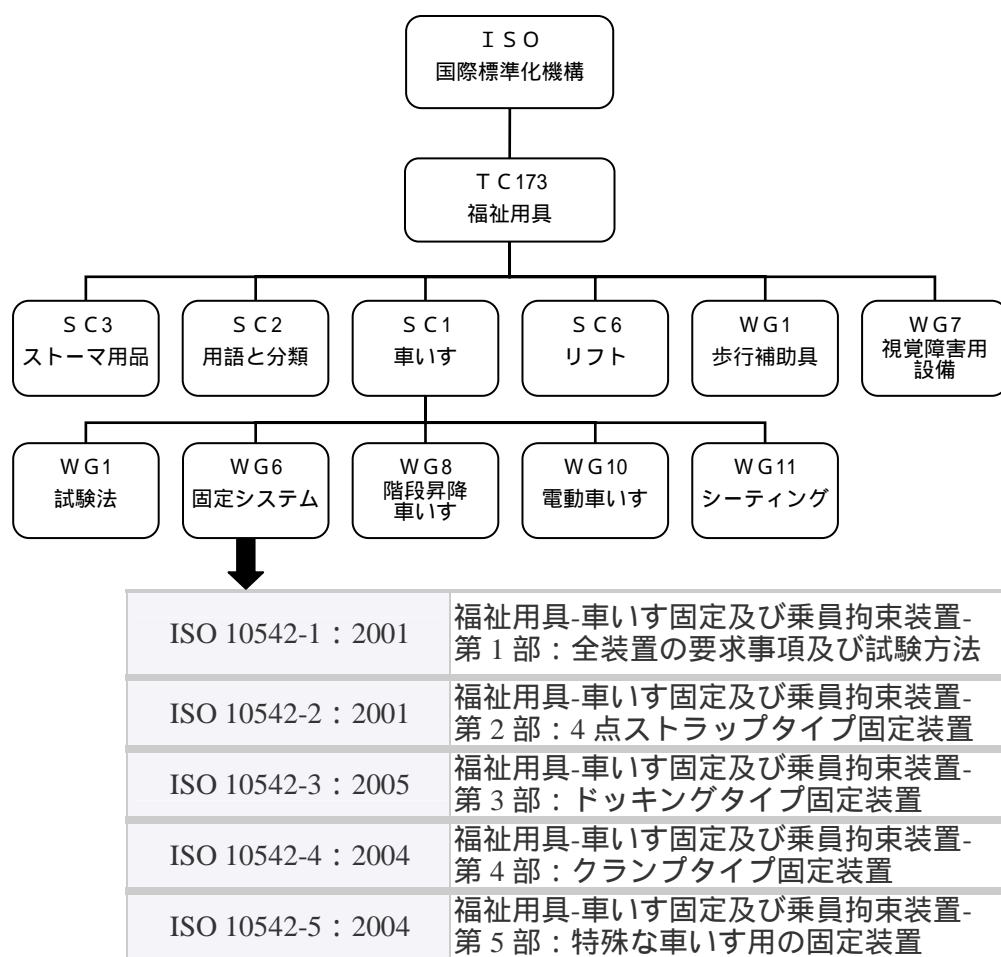
(2) ISOでの検討状況

TC173 (障害者の補助製品) と、TC22 (自動車) で検討されている。

TC173 (障害者の補助製品)

福祉用具に関連する専門委員会はTC173が担当しており、TC173には4つの分科委員会(SC)と2つのWGがある。このうちのSC1が車いすに関する規格化作業を行っているが、下部組織として実際の規格原案作りを行う5つの作業グループ(WG)がある。

参考資料：日本福祉用具評価協会ホームページ



出典：日本福祉用具評価協会ホームページ

TC22 (自動車)

自動車関係の国際標準化活動は、主としてISOのTC22(第22専門委員会)において行われている。TC22は技術分野ごとに分かれた26のSCと78のWG、8つのTC直轄のWGで構成されている。

肢体不自由者、視覚障害者等の属性別に車両がどのようなアクセシビリティを図ればよいかを議論している。

参考資料：(社)日本自動車工業会ホームページ

参考資料 3 . ISO の正面衝撃試験の方法

ISO/TC173/SC1

ISO/7176-19 : Wheeled mobility devices for use in motor vehicles

< 概要 >

- ・自動車内の座席として使用するための車いすの設計要件、性能要件、関連する各試験方法および識別、ラベル、販売用カタログ類、取扱説明書について規定している。
- ・正面衝撃試験は、乗員を乗せた前向き車いすの 48km/h 正面衝撃要件を規定している。
- ・本規格では正面衝突の際に車いすを効果的に固定する 4 点ストラップ式固定システムの使用を義務付けており、正面衝撃試験の際は ISO/10542-1 および 10542-2 の正面衝撃要件に準拠する市販の 4 点ストラップ式固定装置または 4 点ストラップ式代用固定装置を用いる。
- ・この中の規定と試験方法は、ベルト式の腰骨拘束装置および胴体上部拘束装置の両方の使用を想定している。
- ・手動車いす、およびスクーターを含む電動車いす全般に適用される。
- ・設計要件、性能要件および識別、ラベル、取扱説明書で規定している項目は以下のとおりである。

< 設計要件 >

- (1) 車いすの固定
- (2) 乗員拘束システム
 - ・車いす取付型腰骨拘束装置
 - ・車いす取付型胴体上部拘束装置
- (3) 車両取付型乗員拘束装置の適合性

< 性能要件 >

- (1) 車いす取付型ベルト式拘束装置
- (2) 正面衝撃試験
- (3) フック型エンドフィッティングを使う 4 点ストラップ式固定装置用の固定点へのアクセスの容易さ

< 識別、ラベル表示、使用者向け取扱説明書、開示要件 >

- (1) 識別とラベル表示
- (2) 販売用カタログ類
- (3) 取扱説明書および保守説明書

< 試験報告書 >

- (1)一般事項
- (2)正面衝撃試験

< 付属書 A～E >

付属書 A～E に以下のような項目に関して記述されている。

- 付属書 A 正面衝撃試験の方法
- 付属書 B 4点ストラップ式の車いす固定点の仕様
- 付属書 C 4点ストラップ式固定点へのアクセスに関する試験方法
- 付属書 D(参考用) 車いすの車両取付型ベルト式拘束装置に対する適合性格付けに関する試験方法
- 付属書 E(参考用) 代用固定装置のガイドライン

付属書 A 正面衝撃試験の方法

・概要

- (1)自動車内の座席として使用するための車いすが受ける動的荷重をシミュレートするスレッド衝撃試験を実施するための設備、条件および手順を規定している。
- (2)衝撃スレッドは規定の水平速度変化 $48(+2-0)\text{km/h}$ (デルタ V) を実現するために所定の減速時間パルスに従わせる。
- (3)正面衝撃条件のもとで車いすの効果的な固定と乗員の効果的な拘束が可能か否かを判定する。

・試験装置

(1)衝撃シミュレーター（衝撃スレッド）

衝撃スレッドは、規定の水平速度変化 $48(+2-0)\text{km/h}$ (デルタ V) を実現するために所定の減速時間パルスに従わせる。

- ・図 1 の網掛け範囲内におさまること
- ・少なくとも 15ms の累積時間の間 20G を超えること
- ・少なくとも 40ms の累積時間の間 15G を超えること
- ・開始時間 t_0 から停止時間 t_f まで少なくとも 75ms の間があること

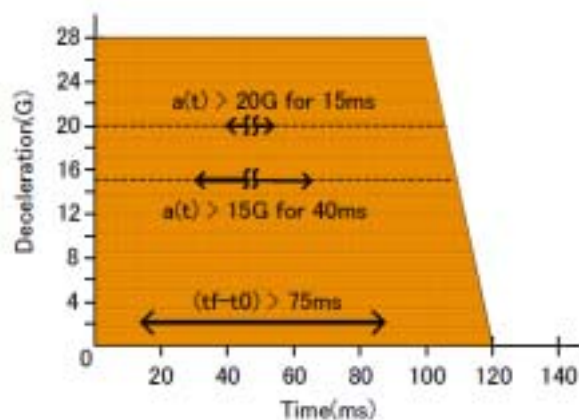


図 1 48(+2-0)km/h 衝撃試験の加速 / 減速要件

(2)車いす固定装置

(3)乗員拘束装置

・試験方法の概略

衝撃スレッドによる衝撃試験を実施し、試験後の測定および計算を行う。

- ・ダミーが車いすに留まっているか、車いすが破損していないかなどを確認する。
- ・ダミー各部の最大移動量を +5mm の精度で決定する（性能要件として、試験中ダミーおよび車いすは表 1 に示す水平移動量を超えてはならないと本文に記述されている）。

- ・ 車いす接地面上でダミーの左右ヒップポイント（H-Point）高さを測定し、試験前に対する高さの平均変化を計算する。
- ・ ダミー胴体の垂直線に対する角度が最大となる方向から見たときの傾き角度を測定する。
- ・ 乗員拘束装置を解除してダミーを車いすから降ろす。
- ・ 車いすを固定装置から外す。
- ・ 調節可能なコンポーネントについて、試験前に対する移動量を測定する。

表 1 ダミーおよび車いすの水平移動量限度

測定点	移動変数	移動量限界（単位：mm）
車いすの点 P	X wc	200
ダミー膝間接ターゲット	X knee	375
ダミー前頭部	X head F	650
ダミー後頭部	X head R	-400

- ・ P 点は車いすの移動量などを測定するために車いすに定められた基準点
- ・ X wc は衝撃スレッドに対して代用車いすの P 点の衝撃前と衝撃中の最大水平移動量
- ・ X knee は衝撃スレッドに対してダミー膝関節ターゲットの衝撃前と衝撃中の最大水平移動量
- ・ X head F は衝撃スレッドに対して衝撃前のダミー鼻上方の頭部最前端と衝撃中のダミー頭部最前端の水平移動量
- ・ X head R は衝撃スレッドに対して衝撃前のダミー鼻上方の頭部最後端と衝撃中のダミー頭部最後端の水平移動量

付属書 B 4点ストラップ式の車いす固定点の仕様

・この付属書は、ISO/10542 に従った 4 点ストラップ式の固定アセンブリのエンド・フィッティングによってはめ込むことを目的とした車いす固定点の幾何学的および位置設計要件を確立する。

・形状に関する仕様

車いすの固定点は図 2 に示す寸法でなければならない。

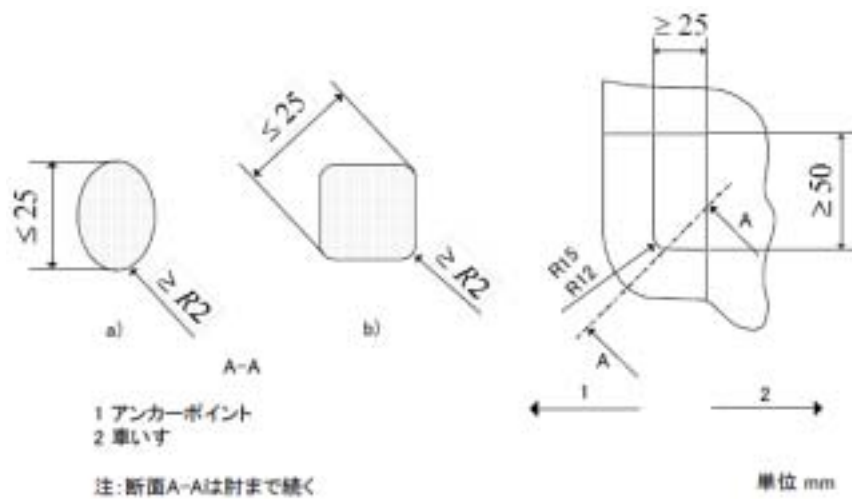


図 2 四角い固定点開放部の最小寸法と構造部材の最小半径を含む固定点の形状例

・位置の仕様

4 点ストラップ式固定アセンブリをはめる方式の車いす固定点は車いすの構造フレームにしっかり取り付けて以下を実現させる。

(1) 前部および後部の固定点の位置は車いすの接地面に対して、また相互において図 3 の網掛け範囲内にあること。

注：この範囲は代表的な 4 点固定型車いすステーション構造内の決められたアンカーポイント位置から測定する。前部と後部のアンカーポイント間の距離は、実際の車両では 1372mm に限定されない。

(2) 前部と後部の固定点間の水平縦方向の間隔は、100mm 以上であること。

(3) 後部左右固定点の水平横方向の間隔は、250mm 以上であること。

(4) 前部左右固定点の水平横方向の間隔は、100mm 以上であること。

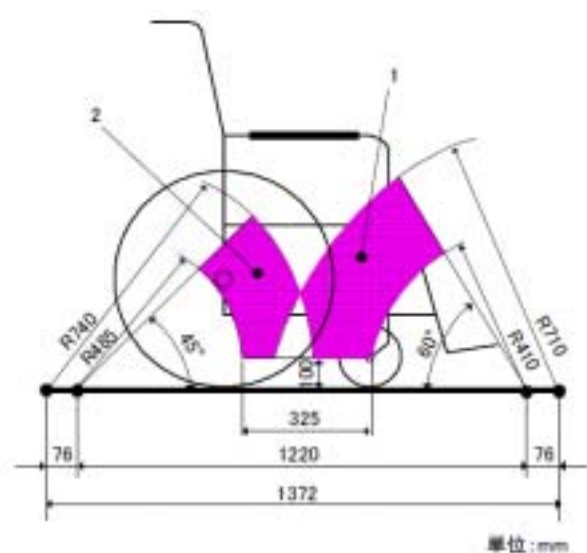


図3 4点ストラップ式固定装置で固定される車いすに必要な前後方向の固定点ゾーン

注：上記ゾーンは代表的な4点車いす固定装置の車いす固定点から測定している。このゾーンは説明用であり、車いすフレーム上の許容できる固定点を意味するものではない。前部アンカーポイントから後部アンカーポイントまでの距離は実際の車両では1,372mmに限定されない。当該ゾーンはISO 10542-2で定められている最長および最短ストラップ長さと車両の前部アンカーポイントから後部アンカーポイントまでの代表的な長さの概要に基づいている。

付属書C 4点ストラップ式固定点へのアクセスに関する試験方法

- ・この付属書は付属書Bに従った固定点に片手で届き易いかを評価するための装置、条件、および手順を規定する。
- ・試験対象装置
 - 4点ストラップ式拘束装置によって固定するよう設計された市販品あるいはプロトタイプの子車いす一式。
- ・試験設備
 - (1)図4の子車いす固定スペースのある剛性の台
 - (2)図5のフックエンド金具
 - (3)ダミー
 - (4)時間測定器（精度：0.5秒）

・試験方法の概略

- (1)試験係員は、時間測定係員のスタートの合図により、片手で図5のフック・プローブを選んだ固定点の一つにフックをかける。
- (2)時間測定係員は(1)の作業時間を測定し、記録する。
- (3)試験係員は、フックをかけた後、フックが固定点に有効に掛かったかどうかを目視検査する。
- (4)その後、試験係員はフックをはずし、時間測定係員は作業時間を測定し、記録する。
- (5)車いすのすべての固定点について、上記(1)~(4)を実施する。

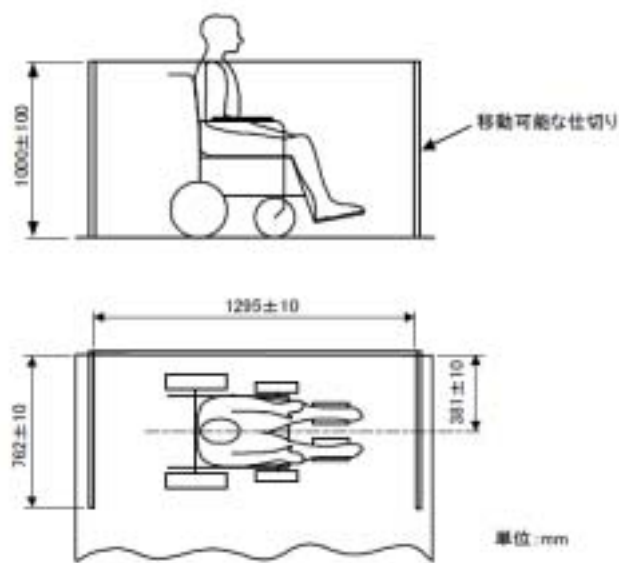


図4 固定点への手の届き易さを試験するスペース

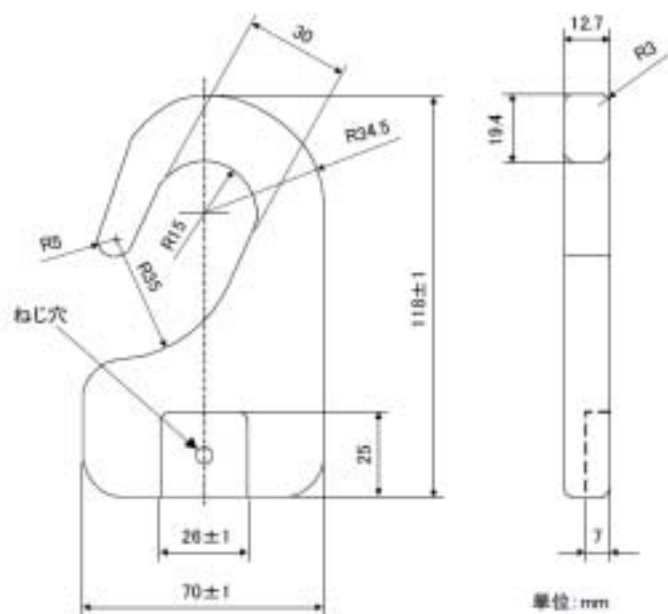


図5 固定点への片手での届き易さを試験する際に用いるフック・プローブ

付属書 D (参考用) 車いすの車両取付型ベルト式拘束装置に対する適合性格付けに関する
試験方法

・この付属書は、車いすの座席システムを以下に関して格付けする試験方法を定める。

- (1) 車両取付型ベルト式拘束装置を車いす乗員に正しく位置決めするときの容易さ
- (2) 車両取付型肩ベルトおよび腰骨ベルトの車いす乗員に対するかかり具合と接触
- (3) ベルト帯ひもが車いすの鋭利な先端と接触する可能性

・試験用サンプル

車いすメーカーはあらゆる面で付属書 A の正面衝撃試験項目に準拠した座席システムを装備した市販品またはプロトタイプの車いす一式を提供しなければならない。

・試験装置

- (1) ISO/10542-1 および ISO/10542-2 に準拠した 4 点ストラップ式固定装置および車両取付型の 3 点ベルト拘束装置からなる車いす固定・乗員拘束装置
- (2) 車いす固定装置のストラップ用、および腰骨拘束装置と胴体上部拘束装置のアンカー用の調節可能なアンカーポイントを備えた試験台
- (3) ダミー

・試験方法の概略

- (1) 4 点ストラップ式車いす固定システムを使用して車いすを試験台の上に固定し調節する。
- (2) 3 点拘束装置のフロアアンカーを試験台に固定する。
- (3) 腰部を車いすの背もたれにしっかりと当てた状態でダミーを車いすに着座させる。
- (4) 付属書 A で規定されている手順に従って肩ベルトの上部アンカーポイントあるいはガイドポイントを位置決めする。
- (5) 3 点ベルトを取り付けてダミー上の位置決めをする。
- (6) 座席ベルト取り付け中および取り付け後の車いすの性能を以下の 8 つの性能評価項目にそれぞれ数値スコア、0 (不可)、1 (良)、あるいは 2 (優良) を与えて評価する。
 - ・ 全体的なベルト位置決め容易さ
 - ・ 腰骨拘束装置の接触部分
 - ・ 胴体上部拘束装置の接触部分
 - ・ 腰骨拘束装置の接触位置
 - ・ 胴体上部拘束装置の接触位置
 - ・ 腰骨拘束装置の角度
 - ・ 腰骨拘束装置のアンカーポイントへのクリアーパス (障害物に当たらない経路)
 - ・ 腰骨拘束装置の鋭利な縁との近接
- (7) 車両取付型拘束装置を適切に取り付けるための適合に関して、以下のスコアをもとに車いす性能の総合評価を行う。

- ・上記(6)の 8 つの性能評価項目に 1 つ以上ゼロ評価があった場合、総合評価は C (適合不可) とする。
- ・スコアにゼロがない場合、合計スコアにより適合性の格付けを行う。

合計スコア	12 ~ 16	A	優良
	8 ~ 11	B	良
	7 以下	C	適合不可

付属書 E (参考用) 代用固定装置のガイドライン

- ・代用固定装置の目的は、本規格において試験する可能性のあるすべての車いすの反復衝撃試験で使用するのに十分な耐久性および強度を持つ実験装置を提供することであり、下記の仕様は代用固定装置を使用する試験施設のための指針である。

・一般設計ガイドライン

代用固定装置の設計はすべて下記のようにあることが望ましい。

- (1) ISO/10542-1 の付属書 A の動的試験要件を満たす。
- (2) 反復試験結果に一貫性があることが実証できる。
- (3) 代表する車いす固定装置の反応特性とエネルギー吸収特性を良く表し、これと同様の特性を有することが実証されている。
- (4) 大きな修理や主コンポーネントの交換を必要とせず繰り返し使用できる。
- (5) 車いす固定装置の緩みと空きスペースを取り除くことができる。
- (6) ピーク時の固定負荷の測定ができる。
- (7) 試験用車いすのメーカーが意図する固定形式をシミュレートできるエンド・フィッティングなどの固定金具を有する。

・ストラップ式代用車いす固定装置のためのその他のガイドライン

4 点ストラップ式拘束システムをシミュレートする代用固定アセンブリはすべて下記のようにあることが望ましい。

- (1) 付属書 B に示されている車いす固定点に合うエンド・フィッティングを有する。
- (2) 前後の固定アセンブリ間の試験前の張力を調節するメカニズムを有する。
- (3) 縫製を要することなく交換用の帯ひもを金具コンポーネントに取り付けられる。



車いすの公共交通機関利用時における乗降及び
車内安全性に関する研究 報告書（平成 19 年度）

平成 20 年 3 月発行

発行者 交通エコロジー・モビリティ財団 会長 井山嗣夫
〒102-0076

東京都千代田区五番町 10 番地 五番町 KU ビル 3 階

電話 03-3221-6672（代表） FAX 03-3221-6674

ホームページ <http://ecomoto.or.jp/>
