

座位保持装置頭部支持部の試験評価

相川孝訓* 廣瀬秀行*

Evaluation of the Head Supports in Posture Support Devices

Takanori AIKAWA* and Hideyuki HIROSE*

The purpose of this research is to check about the contents of the authorization standard of the posture support devices created by the Ministry of Health, Labour and Welfare. Commercially available products of head support devices were examined according to the standard, and the contents of the standard were checked. In the head support posterior force test, examination data was collected about 11 kinds of samples using the universal testing machine. All the products were satisfied with the standard of the head support posterior force test, and the conclusion was that the appropriate standard was obtained. In the impact test, the impact test machine was developed and it examined 4 kinds of samples. Consequently, it became clear that the part of the standard is too severe, and it was thought that some relaxation is necessary for more appropriate result.

キーワード：完成用部品、車いす、試験装置、基準

1. はじめに

補装具の種目、受託報酬の額等に関する基準に、座位保持装置の完成用部品が多く取り入れられるようになってきた。しかしながら、座位保持装置完成用部品の強度、耐久性などについては国内・国外とも規格がなく、安全に使用できる製品かどうかの判断が困難である。このため、部品の工学的評価を実施可能にするために、厚生労働省では委員会を臨時に組織して座位保持装置完成用部品の強度などに関する工学的試験評価方法について検討を開始した。これには、現在、国際標準化機構ISOの専門委員会ISO/TC173/SC1/WG 11で国際規格の制定作業が進められている座位保持装置の機械強度を中心とした性能の規格化に関する委員会原案[1]を基にして検討した。今回の対象である頭部支持部に限れば、自動車の分野で類似した部品の試験

が規定されている日本工業規格、自動車乗員用ヘッドレストレイント[2]、家具の分野の日本工業規格、オフィス用いす[3]、および、家具-いす及びスツール-強度と耐久性の試験方法[4]、についても参考にした。また、KargおよびSprigleが行った頭部支持部の開発への基礎として発表された頭部保持の前方力試験結果[5]も参考にした。また、頭部支持衝撃試験は、JIS T-9201手動車いす[6]のバックレスト斜め耐衝撃性試験を参考にした。さらに、本基準の作成に当たっては日常生活での使用を想定し、自動車内での使用については想定しないこととした。これらを基に座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法を作成した[7]。認定基準の作成には関連規格を出来る限り調べて対応したが、自動車のシート関係のJIS規格[8]、[9]や、製品安全協会が出しているSG基準[10]~[15]についても内容の確認を

* 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部

* Department of Assistive Technology, Research Institute,
National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities.

表 1 頭部支持部の試験基準（抜粋）

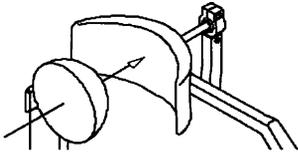
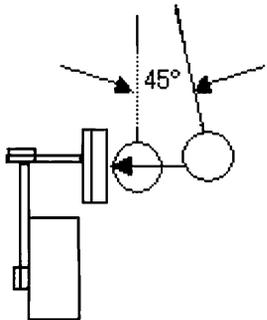
項目	認定基準	基準確認方法
後方静的荷重試験	<p>後方静的荷重試験を行った時、機能不全がおこらないこと。また、200Nまで破壊、機能不全が起こらない場合、破壊または機能不全状態まで荷重を増加して行い、その時、使用者の身体に損傷を与えるような鋭利な状態にならないこと。</p>	<p>頭部支持部の長さ調節（高さ、奥行き、左右オフセットなど）については最大に伸ばした状態で、荷重の負荷角度は頭部支持面中央部分に直角になるように設定すること。図1に示すように頭部支持部中心に衝撃を与えない速度で200Nの力を加えること。</p>  <p>図1 頭部支持部後方静的荷重試験</p>
衝撃試験	<p>頭部支持部に衝撃試験を行い、機能不全がおこらないこと。</p>	<p>頭部支持部の長さ調節（高さ、奥行き、左右オフセットなど）については最大に伸ばした状態で、荷重の負荷角度は頭部支持面中央部分に直角になるように設定すること。図2に示すように質量25kgのおもりの重心が頭部支持部中央に当たるように設定し、45度の角度からおもりを放して頭部支持部に100回衝突させること。試験後、目視、触感などによって確認すること。おもりの詳細はJIS T9201の附属書4を参照すること。</p>  <p>図2 頭部支持衝撃試験</p>



図1 試験サンプルと治具が取り付けられた試験機

行った。作成された座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法には、全般的な規定と共に個々の部品に関する試験が23規定されている。試験の種類としては、静的荷重試験が8、衝撃試験が4、繰り返し試験が2、耐荷重試験が4、その他として静的安定性試験、走行耐久性試験などが規定されている。今回対象としている頭部支持部の試験基準は、表1に表される。この認定基準内容について確認試験を開始し、基準の確認と見直しとともに市販製品の試験データの収集を行った。今回、頭部支持部に関する試験について試験機を開発し試験を実施したので報告する。

2. 方法

頭部支持部の試験は後方静的荷重試験と衝撃試験があり、この両者について試験を実施し、基準内容を検討した。

後方静的荷重試験は万能材料試験機テンシロンRTC-1325を用いた（図1）。座位保持装置の試験を想定して、表2に示される試験機に要求される事項を満足する試験機を使用した。試験は頭部支持部と頸部支持部を組み合わせたものを幅200mm×長さ450mm×厚さ15mm程度の合板に取り付け、その合板を合板固定用治具に固定し、合板固定用治具をフレーム下部のT溝付き定盤に固定した。

表2 座位保持装置用静的試験機に要求される事項と試験機(テンシロンRTC-1325)の仕様

座位保持装置用静的試験機に要求される事項	試験機の仕様
座位保持装置サンプルが試験可能な大きめの試験空間が必要	・大きめのフレームサイズ(有効試験幅590mm) ・機柱を標準サイズより500mm延長(有効ストローク1108mm)
精度良く測定可能	ロードセル容量5kN
座位保持装置の取り付け方法を考慮	フレーム下部にT溝付き定盤を取り付け

試験条件を決定するために、何回かの予備試験を実施し、頭部支持部の取り付け方法などの条件を決定した。その後、市販の頭部支持部と頸部支持部11組について同一条件で試験を実施した。

衝撃試験は、試験機を開発して確認試験を実施した(図2)。静的試験と同様な形状の取り付け用治具を製作し、試験機のフレームに固定した。予備試験を実施して試験条件を決定し、代表的な構造の市販の頭部支持部と頸部支持部4組について試験を実施した。

2. 1. 静的試験の予備試験

予備試験は3回実施した。サンプルを合板へ取り付ける取り付け方を決めるのに1回、合板の種類とサイズを決めるのに2回の計3回である。

予備試験Ⅰは以下のように実施した。頭部支持部+頸部支持部の模擬サンプルとして角棒を使用した。サイズは17mm角で長さが310mmである。合板への取り付け部は70mm×70mm×厚さ4mmの金属板を使用した。素材は何れもアルミ合金である。取り付けネジは縦横とも50mm間隔の4箇所とした。荷重パッドは通常は75mm半球荷重パッドを使用するが、頭部支持部を省略した形になり荷重負荷部が角棒になるため、今回は3点曲げ試験用治具(半円柱部の半径10mm、長さ100mm)を使用した。ベニヤ板は幅200mm×長さ450mm×厚さ15mmのものを使用した。試験速度は、10mm/minとした。サンプルの合板への取り付け方としては、以下の3種類について確認した。①4×25のサラ木ネジ4本で固定、②M4の丸小ネジと爪付きナット4組で固定、③M6の丸小ネジと爪付きナット4組で固定、の3種類である。

予備試験Ⅱは予備試験Ⅲと組み合わせて、合板の種類とサイズ及び取り付け向きについて検討した。予備試験Ⅰと同様に模擬サンプルを使用し、3点曲げ試験

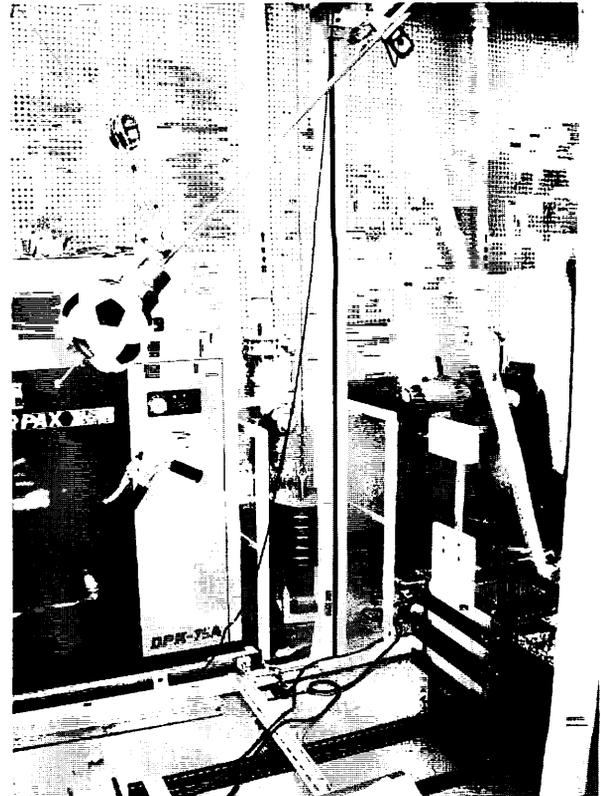


図2 車いす耐衝撃試験装置(特注品)

用治具を使用した。試験速度は、10mm/minとした。ベニヤ板は長さ450mm×厚さ15mmのものを使用した。条件を以下のように設定した。①シナベニヤ、幅200mm、縦方向、②シナベニヤ、幅200mm、横方向、③ベニヤ、幅200mm、縦方向、④ベニヤ、幅200mm、横方向、⑤ラワン板、幅150mm×厚さ14mm×長さ450mm、縦方向、の5種類である。

予備試験Ⅲは予備試験Ⅱの条件のうち、ベニヤ板のサイズを変更して幅を300mmに設定した。①シナベニヤ、幅300mm、縦方向、②シナベニヤ、幅300mm、横方向、③ベニヤ、幅300mm、縦方向、④ベニヤ、幅300mm、横方向、の4種類である。

2. 2. 後方静的荷重試験

予備試験結果から、試験条件を決定し、市販の頭部支持部と頸部支持部について後方静的荷重試験を実施した。座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法によれば、頭部支持部の試験基準は表1に表される。この基準に則って試験を実施することとし、市販の製品から試験サンプルを収集した。サンプルの一覧を表3に示す。なお、頭部支持部と頸部支持部を組み合わせる場合は同一メーカーのものを組み合わせた。また、足りない部品がある場合は製作した。取り付けネジは

表3 試験を実施した頭部支持部、頸部支持部の試験サンプル

No.	メーカー	頭部支持	頸部継手	取付ネジ	備考	後方静的荷重試験			衝撃試験
						最大荷重(N)	試験中止時の伸び(mm)	試験後の塑性変形	
1	栃木つくし工房		1CHO-BA	M6×4個	頭部製作	1109	143	なし 滑りあり	実施
2	栃木つくし工房		3CHO-BA	M6×4個	頭部製作	842	121	なし 滑りあり	
3	AEL	#18085	#18140	M6×6個	頸部アームが長い	290	182	あり	実施
4	テクノグリーン	R82A/S89613-1	R82A/S81483	M6×4個	取付金具を製作	839	103	なし 滑りあり	
5	オットーボックス	430H1=3-7	430F6	M6×2+M4×4個	頸部アームが長い	289	154	あり	実施
6	昭和貿易(Thera)	31436	32465	M6×6個	頸部アームが長い	343	116	あり	
7	きさく工房		NJ2	M6×2個	頭部製作	878	110	あり	
8	であい工房		NA-001	M5×4個	頭部製作	956	71	なし	実施
9	であい工房		NA-002	M5×4個	頭部製作	1220	95	なし	
10	ひげ工房		3D-H-01	M6×4個	頭部製作	681	126	あり	
11	TAKU工房		TH-002	M6×4個	頭部製作	446	142	あり	

M6の爪付きナットを主として使用したが、取り付け板の状態により適宜ネジのサイズや本数を変更した。今回の試験は、基準内容の妥当性の確認と、各サンプルの強度の確認が目的であることから、以下のように試験を実施することにした。

荷重負荷開始後、基準値200Nに達した時にサンプルの状態を目視で確認し、破損などが見られず問題がないと判断できれば継続して荷重値を増加させ、その後、破損などの異常が生じた場合や、最大荷重を過ぎたと判断した時点で試験機を停止させることにした。

表4 予備試験Ⅱの結果

名称	板幅(mm)	板厚(mm)	最大値(N)
シナベニヤ縦	200	15	645
シナベニヤ横	200	15	1337
ベニヤ縦	200	15	747
ベニヤ横	200	15	565
ラワン板	150	14	1072

表5 予備試験Ⅲの結果

名称	板幅(mm)	板厚(mm)	最大値(N)
シナベニヤ縦	300	15	870
シナベニヤ横	300	15	1006
ベニヤ縦	300	15	826
ベニヤ横	300	15	937

2. 3. 衝撃試験

衝撃試験で使用するおもりは、JIS[6]に規定されているバックレスト(背もたれ)斜め耐衝撃性試験用おもりの規定を参照しており、この内容を参考にしておもりを製作し、同時に衝撃試験装置を開発した。製作は委託した。サンプルの取り付け治具と模擬サンプルを用いて試験機の動作確認を行い、正常に動作することが確認できたため、衝撃試験に使用した。試験機はフィクスターズ社製車いす耐衝撃試験装置(特注品)である。サンプルの取り付けは、基本的に静的試験機と同じ方法で行い、衝撃試験機用のサンプル取り付け治具を製作した。試験を実施したサンプルは4種類で、特徴的な製品を選択した(表3)。試験方法は、規定では回数が100回衝突させるとあるが、1回とした。これ以外の条件は規定通りに実施した。

3. 結果

3. 1. 静的試験の予備試験の結果

予備試験Ⅰの結果は以下になった。①4×25のサラ木ネジ4本で固定、の条件では木ネジが抜けたため、試験を中止した。最大荷重値は425Nであった。②M4の丸小ネジと爪付きナット4組で固定、の条件では爪付きナットが合板に食い込み、合板が折れそうになったため、試験を中止した。最大荷重値は934N

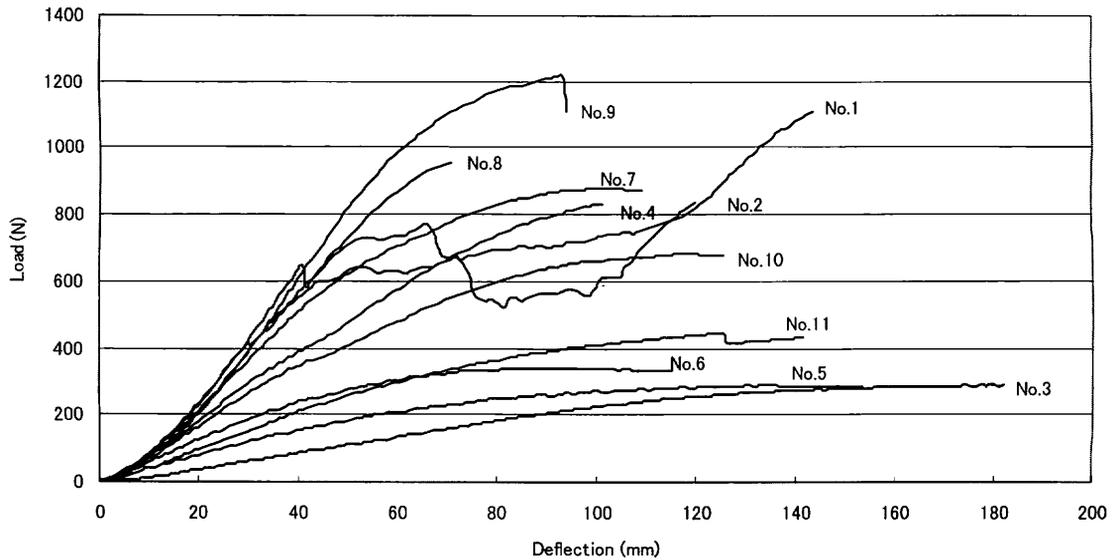


図3 頭部支持と頸部支持サンプルの後方静的荷重試験結果

であった。③M6の丸小ネジと爪付きナット4組で固定、の条件では②と同様であった。最大荷重値は964 Nであった。

予備試験Ⅱ及びⅢの結果は表4、5のようになった。

3. 2. 後方静的荷重試験の結果

後方静的荷重試験の結果を表3に示す。また、荷重と変位のグラフを図3に示す。試験時のサンプルの変形状態を図4、5に示す。

3. 3. 衝撃試験の結果

衝撃試験は4種類のサンプルについて1回ずつ実施したが、試験結果を表6に示す。また、試験時のサンプルの変形状態を図6に示す。

4. 考察

4. 1. 予備試験の結果について

予備試験の結果によれば、木ネジによる固定は不十分であり、木ネジを固定に使用することは薦められない。これに対して、爪付きナットによる固定は、M4でもM6でも十分な固定力を有していた。従って、固定方法としては、M4～M6の爪付きナットとボルトによる固定が薦められる。

固定に用いる合板であるが、板厚は15mmで十分であるが、素材と大きさと取り付けの向きに注意が必要である。幅が300mmの場合には、シナベニヤとベニヤの差も小さく、取り付け向きによる差も小さかったが、幅が200mmでは素材と向きによる差が大きく現れた。無垢の板との違いを見るためにサイズが近いラ

ワン板についても試験を実施したが、ラワン板は強度的には十分であったが完全に割れてしまうため、実際の使用には合板の方が良いと考えられた。この予備試験の結果から、今回の後方静的荷重試験では、幅が狭くても強度が十分な200mm幅のシナベニヤを横向きに使用することにした。

4. 2. 後方静的荷重試験の結果について

後方静的荷重試験の実施は、制定された認定基準が実際の製品に対して妥当なものであるかどうかの確認と、実際の製品が認定基準を満たすかどうかについて確認しようとするものである。基準値200Nを満たすかどうかについては、目視で確認したが、特に問題は見られなかった。200Nの負荷の荷重後は、個々の製品がどの程度の荷重まで耐えられるかどうかと変形の仕方に注意して試験を進めた。荷重が最大値になった後に減り始めた時や、変形の仕方からこれ以上荷重負荷しても意味がないと判断された時に試験を中止したが、サンプルにより挙動は様々であった。最大荷重を負荷した後の永久変形を目視で確認すると、永久変形があるものが6例、ないものが5例であった。永久変形がないものの理由として考えられることは、構造的に丈夫に出来ているものが2例 (No. 8、No. 9)、調節部分の固定力が弱くて、初期位置よりずれてしまうことにより対応できたもの3例 (No. 1、No. 2、No. 4) である。これらは図4、5により確認できる。永久変形の生じたものの永久変形の部位としては、アームの合板への固定部付近が大部分であり、荷重負荷方向へアームが曲がっていた。また、一部に合板への取

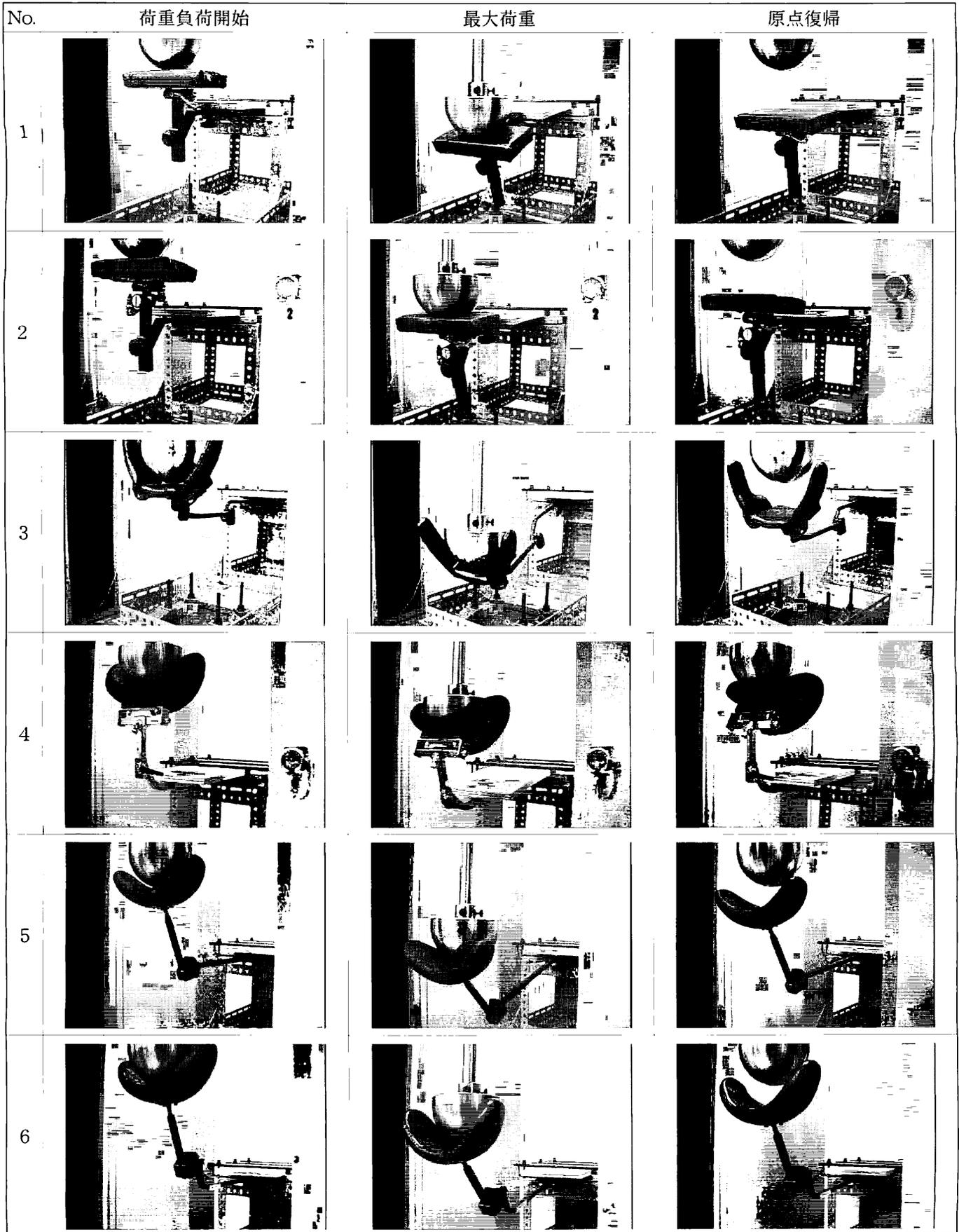


図4 後方静的荷重試験時のサンプルの変形状態 (その1)

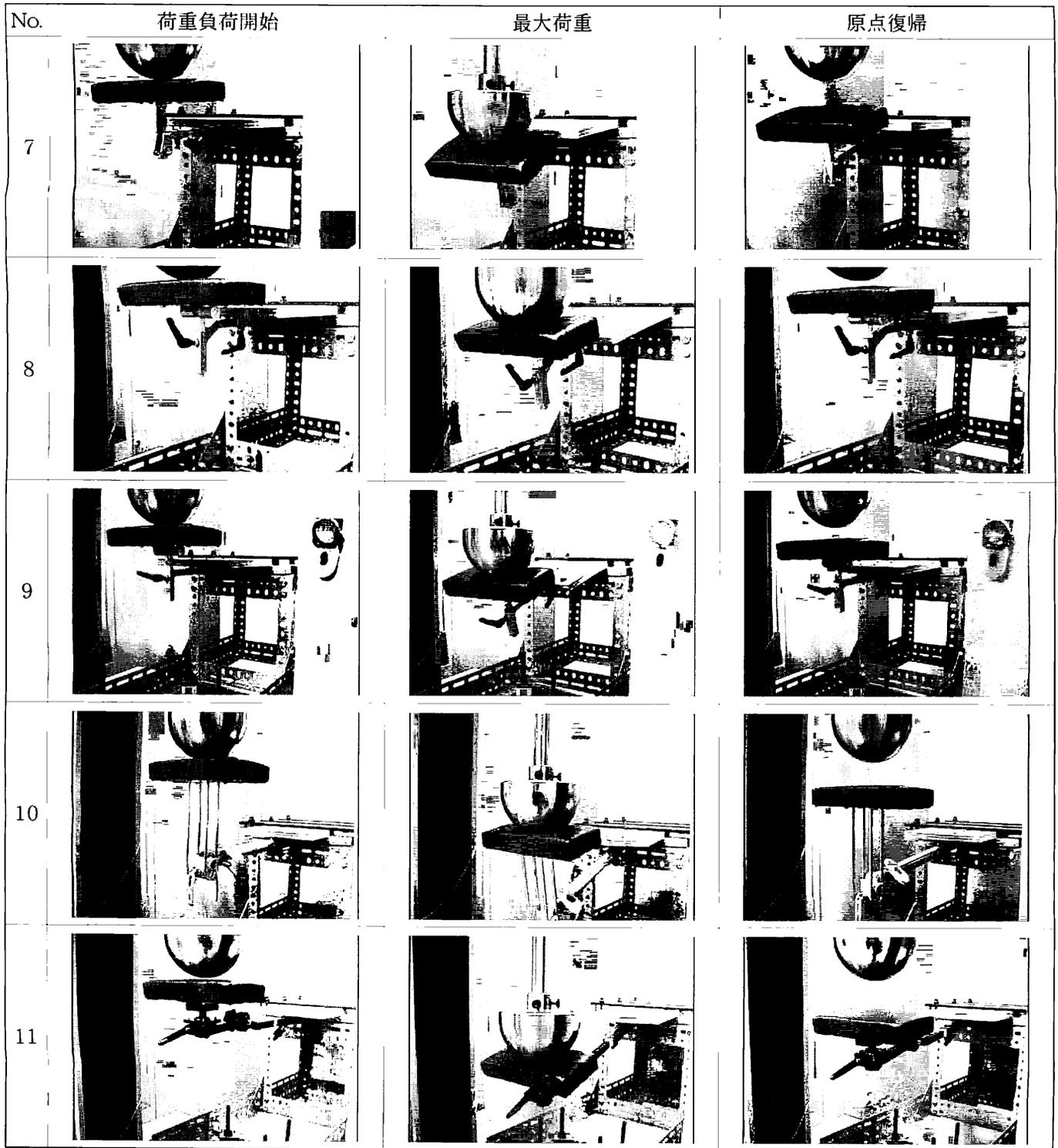


図5 後方静的荷重試験時のサンプルの変形状態 (その2)

表6 衝撃試験結果

No.	衝撃試験結果
1	治具全体が持ち上がり、ノブ付きネジ固定部が滑った。サンプルに変形等は見られない。
3	合板固定部付近でアームが曲がった。
5	合板固定部付近でアームが曲がった。
8	合板が折れた。サンプルに変形等は見られない。

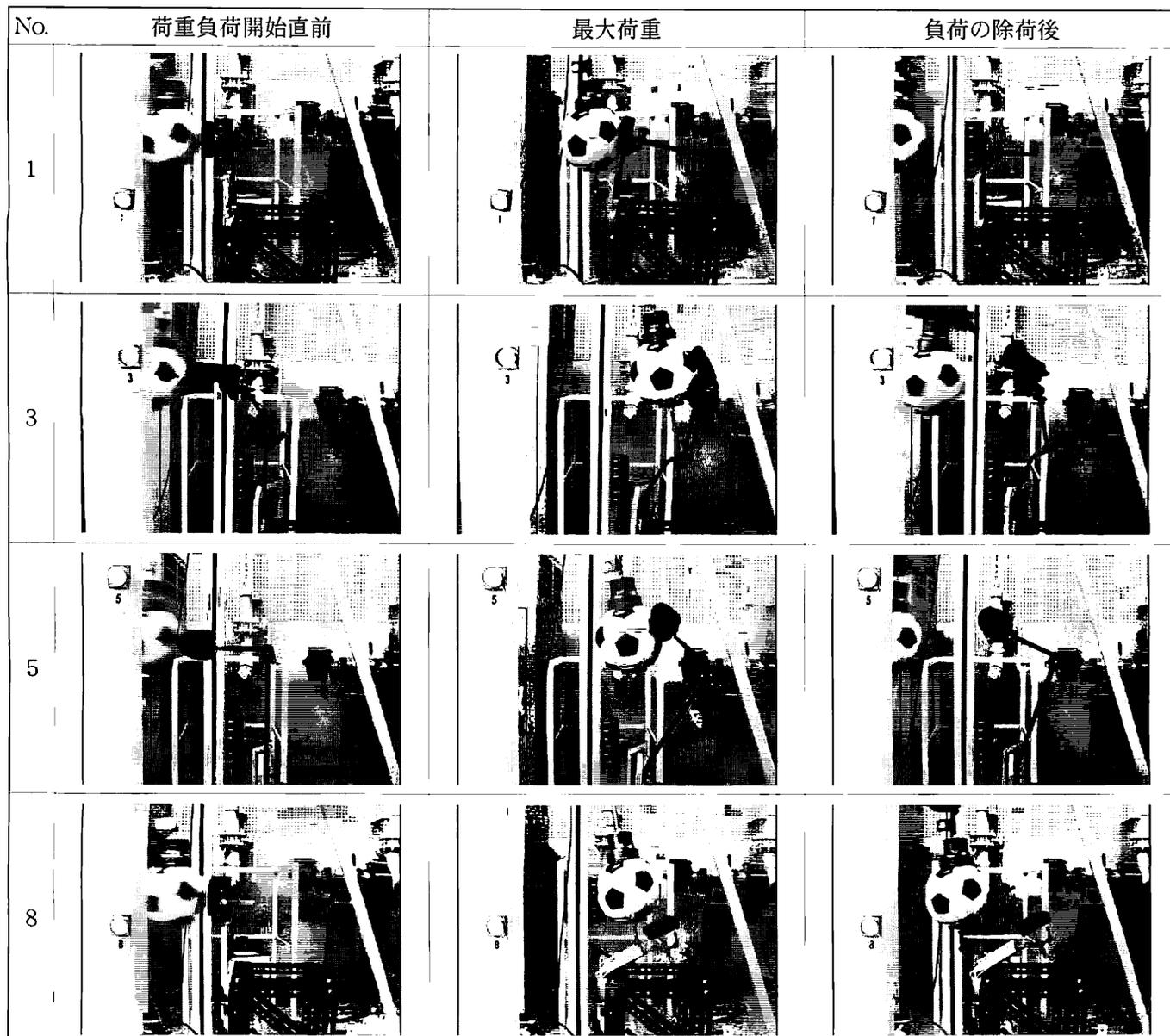


図6 衝撃試験時のサンプルの変形状態

表7 衝撃試験のまとめ

規格	対象物	試験の内容	おもり	エネルギー、 衝突速度、運動量
頭部支持部の 衝撃試験	座位保持装 置の頭部支 持部	質量25kgのおもりの重心が45度 の衝撃角度で衝突させる。回数 100回。	おもり部分の直径φ221 ±2mmかフットボール サイズ5のボール。総質 量25kg±0.5kg。回転 中心からおもりの中心 までの長さ1200±10 mm。	86.2J 9.45km/h 65.6kg・m/s
JIS[6]のバック クレスト {背もたれ} 斜め耐衝撃性 試験	車いすのバック クレスト	質量25kgのおもりの重心が30± 2度の衝撃角度で衝突させる。回 数100回。	おもり部分の直径φ221 ±2mmかフットボール サイズ5のボール。総質 量25kg±0.5kg。回転 中心からおもりの中心 までの長さ1200±10 mm。	39.4J 6.39km/h 44.4kg・m/s
JIS[2]の前方 からの衝撃試 験	ヘッドレス トレイント	ヘッドフォームを25±1km/hの 速度で、振り子式・発射式・落 下式などで衝撃を加える。	ヘッドフォームは頭部 に相当する直径165mm の半球状又は球状の剛 体模型。動的試験に用 いる時は、その有効質 量を6.8kgとする。	164J 25km/h 47.2kg・m/s
JIS[3]、[4]の 背もたれの耐 衝撃性試験	いす、オフィ ス用いす	衝撃ハンマを用いて水平に10回 打撃する。試験区分により、高 さ又は角度が決められている。 区分1、高さ70mm、角度20度。 区分2、高さ120mm、角度28度。 区分3、高さ210mm、角度38度。 区分4、高さ330mm、角度48度。 区分5、高さ620mm、角度68度。	衝撃ハンマ頭部は質量 6.5kgの円筒物体であり、 直径が38mmで肉厚が 1.6mmの鋼管を振り子 の腕として、回転軸で 支持する。回転軸とハ ンマ頭部との重心間の 距離は1mとする。	区分1、4.46J 4.22km/h 7.62kg・m/s 区分2、7.65J 5.52km/h 10.0kg・m/s 区分3、13.4J 7.31km/h 13.2kg・m/s 区分4、21.0J 9.16km/h 16.5kg・m/s 区分5、39.5J 12.6km/h 22.7kg・m/s
SG 基準 [14] の座いすの強 度	座いす (背 もたれ部)	座面を固定し、直径200mm、重 さ20kgの砂袋を取り付けた長さ 1.5mの振り子により25度の角度 から背もたれの中央部に衝撃を 与える。回数は1回であるが、背 もたれの角度が変換できるもの は格段ごとに行う。	直径200mm、重さ20 kgの砂袋を取り付けた 長さ1.5mの振り子。	22.1J 5.35km/h 29.7kg・m/s

り付け板の部分の変形が見受けられた (No.10、No.11、No.7)。No.10とNo.11では取り付け板の端の部分が少し変形していた程度であったが、No.7では大きな変形が生じており、同時にアームの変形も生じていた。No.7の取り付け板はネジが2本であり、他の製品が4本以上であるのと比較して、取り付け強度が弱いことが認められた。他の4本以上で固定する取り付け板は異常ないものが大部分であったことから、取り付けネジは4本以上使用することが推奨される。また、取り付け板付近のアームが曲がっている例が多いことから、この部分のアームの強度を増す必要があると思われる。

4. 3. 衝撃試験の結果について

予備試験による確認で、衝撃試験の試験条件は非常に厳しく、すぐサンプルが破損することが考えられたため、製品による試験は代表的な構造の製品について各1回ずつの試験を実施することにした。結果は表6に示されるが、予想通りに厳しい条件であった。ただ、静的試験で強度があった製品は衝撃試験でも強く、静的試験で弱かった製品は衝撃試験でもアームが曲がってしまい、同様に弱い結果が得られた。変形状態は図6に示されるが、No.3とNo.5については大きく変形が生じているのが認められた。また、No.1ではノブ付きネジによる固定が不十分で頭部支持部が後方へずれているのが認められた。一方、No.8では製品の強度が十分であったため、製品自体には破損が生じなかったが、合板が折れてしまった。この基準は質量25kgのおもりを45度の角度から放して100回衝突させると規定されているが、今回の試験では1回の試験で破損が生じてしまった。

この試験条件の基になった規格は、JIS[6]に規定されているバックレスト {背もたれ} 斜め耐衝撃性試験である。構造について比較してみると、車いす背部は2本のフレームからなるしっかりした構造であるのに対して、頭部支持部は、固定用フレームがアーム1本であり、長さ調節可能であるため構造的に弱いことが考えられる。また、JIS[6]では背部の試験時にキャスター部に衝撃時に緩衝となるゴムで固定するのに対し、頭部支持部の試験では背フレームにヘッドレストを直接固定するため、厳しい条件になってしまったことが考えられる。今回、サンプルの破損が多かった原因が、基準の決め方に問題があるのか、サンプルの強度が足りなかったかについて検討するために、参考にした衝撃試験の規定について再度まとめてみた (表7)。それぞれの規格により条件が異なり一概に論じることは

出来ないため、衝撃試験のエネルギー、衝突速度、運動量を算出して、頭部支持部の衝撃試験条件について検討した。JIS[2]が試験条件としては厳しい条件であることが考えられるため、主にこの条件と比較した。エネルギーの値はJIS[2]が最も大きな値で164J、頭部支持部の衝撃試験条件は86.2Jと約半分の値になっている。衝突速度は、JIS[2]ほどではないが大きめの値を示している。運動量は頭部支持部の衝撃試験条件が65.6kg・m/sとJIS[2]の47.2kg・m/sより大きく、全条件内で最大の値になっている。これは、運動量が速度と質量の積になるので、おもりの質量25kgがJIS[2]の6.8kgと比較して大きい影響が出たためと考えられる。JIS[2]は大きな衝撃に耐える必要のある自動車のヘッドレストの試験条件であり、この条件と比較しても今回の基準数値は大きな値であり、基準の決め方に問題があった可能性が推定された。今後、結論を出すための追加試験を実施して、早急に対処したい。

4. 4. まとめ

今回、頭部支持部の試験について確認試験を実施した。後方静的荷重試験は概ね妥当な試験基準であり、このまま基準として使用可能であると考えられた。これに対して、衝撃試験は試験条件の再検討が必要であると考えられた。

今後、他の試験基準についても確認試験を早急に実施していきたい。

参考文献

- 1) ISO/CD16840-3 Wheelchair seating- Part 3: Postural Support Devices-Test Methods for Static, Impact and Repeated Load Strength.
- 2) JIS D4606:1994 自動車乗員用ヘッドレストレイアウト
- 3) JIS S1032:1999 オフィス用いす
- 4) JIS S1203:1998 家具-いす及びスツール-強度と耐久性の試験方法
- 5) Karg, P. and S. Sprigle: Development of test methodologies for determining the safety of wheelchair headrest systems during vehicle transport. J Rehabil Res Dev 33(3), 290-304 (1996).
- 6) JIS T9201:1998 手動車いす
- 7) 座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法の策定について<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2003/12/s1225-8.html>

- 8) JIS D4609:1993 乗用車のシートベルトの取付部—位置及び強度
- 9) JIS D4610:1993 乗用車用シート及びシート取付装置—強度
- 10) CPSA0001 乳母車の認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会
- 11) CPSA0014 ショッピングカートの認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会
- 12) CPSA0029 乳幼児用ハイチェアの認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会
- 13) CPSA0054 乳幼児用いすの認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会
- 14) CPSA0063 座いすの認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会
- 15) CPSA0071 金属製折り畳みいすの認定基準及び基準確認方法, 製品安全協会