

ブラインド等のひもに関する事故再現実験結果

- ブラインドのひも等が子供の首にかかって宙ぶり状態になった場合、最大で子供の全体重がかかり、最小で複数のひも等の本数で等分された体重がかかることがわかった。
- 国内メーカー各社が付属するセーフティジョイントは、6ヶ月以上の子供が宙ぶり状態になるような事故については有効であることが確認できた。(ただし、セーフティジョイントを付属できないタイプのブラインドについては、他の対策が必要である)
- ボールチェーン固定具については、ループ部に頭が入らない有効な対策であるものの、取付方法が適切でない場合、リスク低減効果が減少してしまうことが確認できた。
- ブラインドのひもによる事故防止のための、ひもの高さやループの大きさについての条件を整理した。(ただし、高さについては、近くに家具を置かないといった対策も合わせて講じていく必要がある。)

国内外の事故、ヒヤリ・ハット事例を踏まえ、ブラインド等のひもによる子供の縊頸(いっけい)事事故事例について、再現実験等を行い、問題点と課題を分析した。あわせて、安全器具の有効性についても検証を行った。

1. 調査日時及び調査場所

日 時：平成 25 年 11 月 21 日 13 時 00 分から 17 時 30 分まで

場 所：独立行政法人産業技術総合研究所デジタルヒューマン工学研究センター

2. 調査内容

(1) 再現実験①

安全器具が装着されていないブラインド類・スクリーン類のひもが、各年齢の子供の首にかかり、宙ぶり状態になった場合の、ひも等にかかる荷重やひも等の損傷状況を調査した。

ア 試験対象

(ア) 子供の年齢と体重

試験対象年齢と用いた重りは、表 1 のとおりである。

表 1 試験対象年齢と平均体重、実験で用いた荷重

年齢	6ヶ月	1歳	1歳6ヶ月	2歳	2歳6ヶ月	3歳
平均体重	7.8kg	9.3kg	10.4kg	11.6kg	12.5kg	13.6kg
実験で用いた荷重	8.0kg	9.5kg	10.5kg	11.5kg	12.5kg	13.5kg

注) 年齢ごとの平均体重を参考に、最小単位 0.5kg の重りで再現。

平均体重の出典) ワークスコーポレーション, “子どものからだ図鑑 キッズデザイン実践のためのデータブック”, 2013

上記、重りによる再現に加え、6ヶ月児に相当するダミー人形を用いた実験も行った。

用いたダミー人形は、自動車の衝突実験などに使用される Humanetics Innovative Solutions 社のダミー人形 CRAMBI 6 Month Old Infant Dummy(図 1) (重量 17.2 lb¹ (約 7.8kg)) を使用した²。

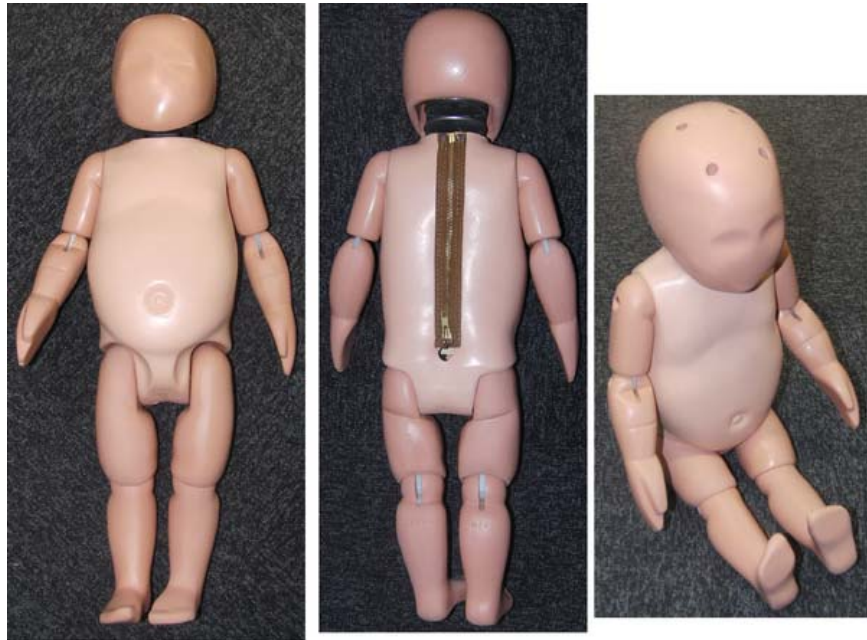


図 1 6ヶ月児のダミー人形

(イ) ブラインド類・スクリーン類

縊頸(いっけい)の原因となる、ループができるブラインド類・スクリーン類のひもについて検証する場合、ブラインド類・スクリーン類の種類よりも昇降機構(ドラム式、コード式等)による影響が大きいことを踏まえ、下記のブラインド類・スクリーン類を選択し試験対象とした(表 2 試験対象 1、3)。

あわせて、ひもとチェーンタイプの違いを確認する検証(試験対象 1、2)や、ループ部分以外で危険性が指摘されている「ワンコントロール式のポールからでたひも」「ローマンシェードの裏側のひも部分」「イコライザー上部の複数のひも部分」についての検証(表 2 試験対象 4、5、6)も行った。

¹ ヤード・ポンド法における質量の単位。1lb = 453.592g。

² その他、1歳児、1歳6ヶ月児、3歳児などのダミー人形も存在するが、アメリカのデータを元に重量を設定して開発されており、日本の子供の体重とはズレが大きくなるため、使用しない。

表 2 実験に用いたブラインド類・スクリーン類

試験対象	種類	様式 (昇降機構)	ひも部分の 種類	荷重をかける場所	参考 画像
1	ヨコ型ブラインド	ドラム式	ひも	ループ部分	図 2
2	ヨコ型ブラインド	ドラム式	ボール チェーン	ループ部分	図 3
3	ヨコ型ブラインド	コード式	ひも	ループ部分	図 4
4	ヨコ型ブラインド	ワンコント ロール式	ひも	ポールからでた 複数の細いひも部分	図 5
5	ローマンシェード		ひも	裏側のひも部分	図 6
6	ヨコ型ブラインド	コード式	ひも	イコライザー上部	図 4

ドラム式...ループ状のひも・ボールチェーン、滑車状の部品とその部品に固定された軸があり、ひも・ボールチェーンを引くことにより、滑車状の部品が回転し、ブラインドの間を通過している細いひもが軸に巻き取られて、ブラインドが上がる仕組み。

コード式... 1対1で巻き上がるもの。ブラインドの間を通過している複数の細いひもが、1ヶ所から引き出されており、イコライザーと呼ばれるプラスチック製の部品でそれらをまとめている。イコライザーの下には1本のひもがつながっており、ブラインドの下端部につながっている。ひもを引くことで、ブラインドの間を通過している複数の細いひもが引っ張られることによって、ブラインドが上がる仕組み。

ワンコントロール式...ブラインドの間を通過している複数の細いひもが、1ヶ所から引き出されており、それらがポールと呼ばれる中空の棒状のプラスチック製部品の中を通り、下端部をプラスチック製の部品でまとめている。ひもを引くことで、ブラインドの間を通過している複数の細いひもが引っ張られることによって、ブラインドが上がる仕組み。

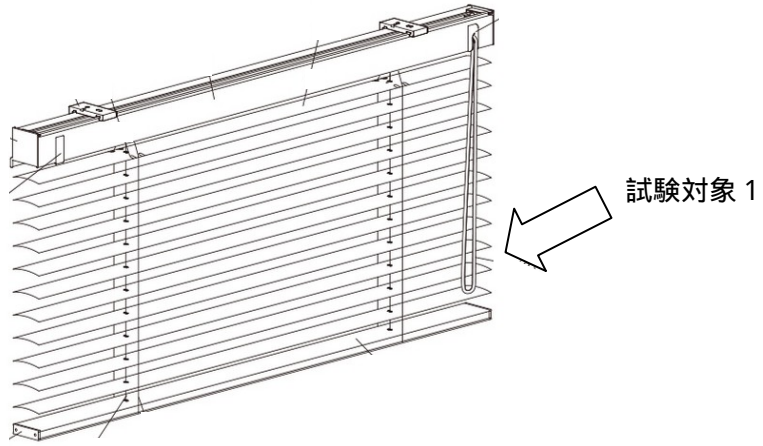


図 2 ドラム式でひものヨコ型ブラインド

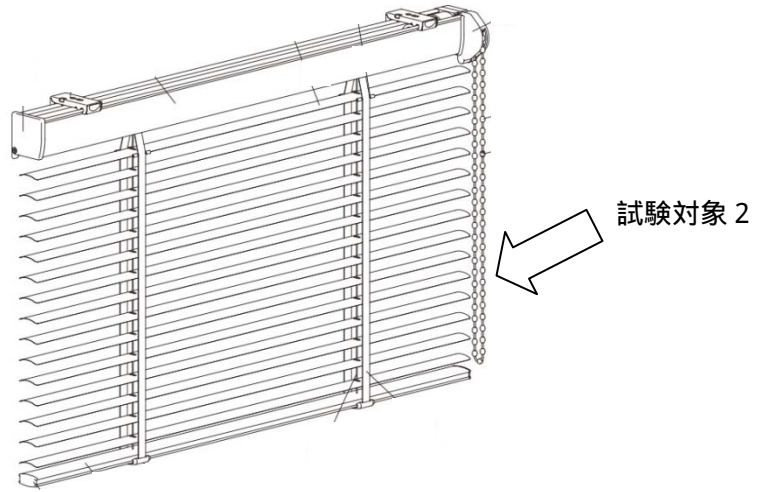


図 3 ドラム式でボールチェーンのヨコ型ブラインド

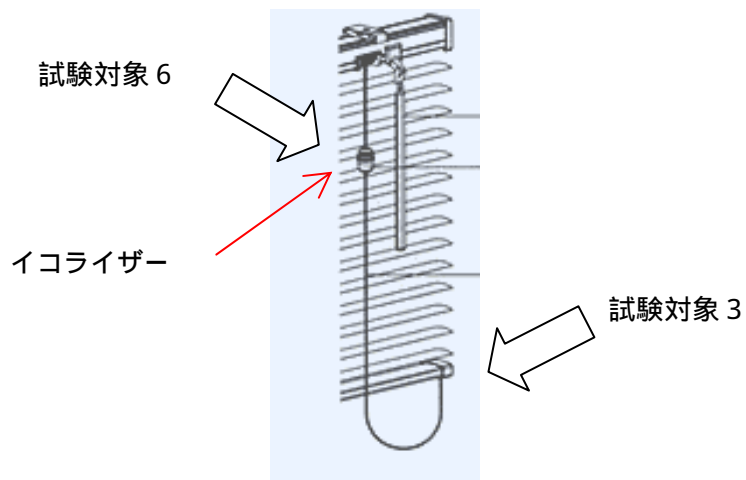


図 4 コード式のヨコ型ブラインド

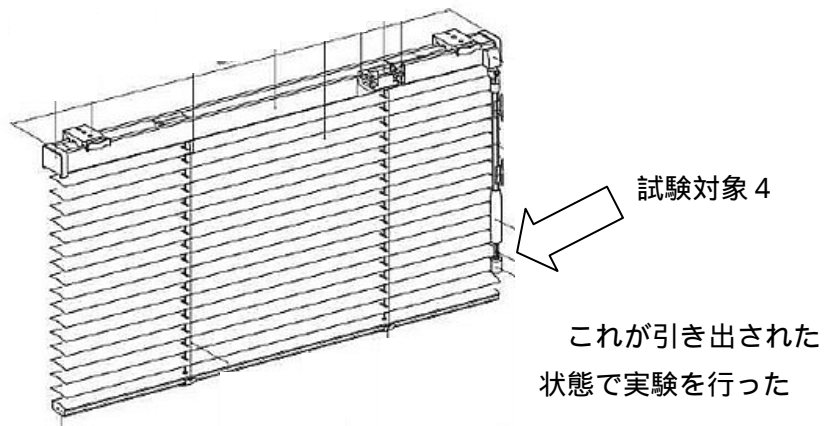


図 5 ワンコントロール式のヨコ型ブラインド

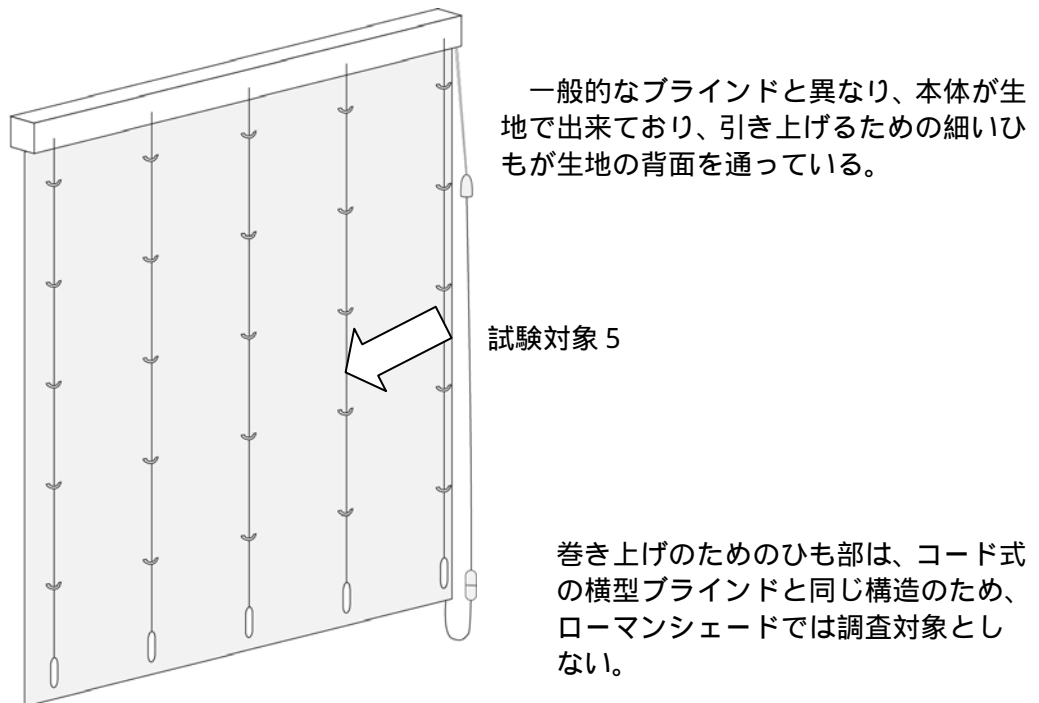


図 6 ローマンシェード

イ 試験方法

ひも等に子供の体重相当の重りやダミー人形をつるすことで事故状況の再現を行った(図7)。



図7 重り、ダミー人形を用いた再現実験状況




(2) 再現実験②

セーフティジョイントに静荷重をかけ、ジョイントが外れるまでの荷重を計測した。

ア 試験対象

国内メーカー3社から提供された4種類のセーフティジョイントを対象とした。各社で最も一般的なジョイントを提供いただき、試料とした(表3)。

表3 実験に使用した4種類のセーフティジョイント

試験対象	セーフティジョイント	写真
	A社	
	B社(細ひも)	
	B社(太ひも)	
	C社	

イ 試験方法

計測は、セーフティジョイントを取り付けたひもの両端を引張試験機に取り付け、セーフティジョイント部分が外れるのに必要な荷重を計測した。

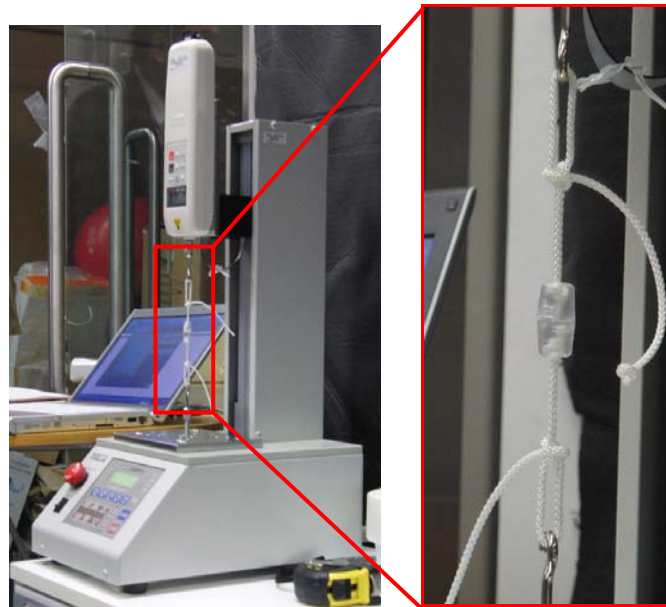


図8 実験器具及び実験状況

(3) 理論検証①

各年齢(6ヶ月、1歳、1歳6ヶ月、2歳、2歳6ヶ月、3歳)の平均身体寸法データ³をもとにして、安全を確保するためのひもの高さとしひもの長さ(ループの大きさ)の条件を検討した。

(4) 理論検証②

ドラム式でボールチェーンを使用しているブラインドに対応する安全器具の1つに固定具と呼ばれる部品がある。これは、ボールチェーンのループ部を壁に沿うように固定することで、頭部がボールチェーンのループ部に入りにくいようにする安全対策である(図9)。この対策をとった場合、ボールチェーンのループ部に頭部が入ることはなくなるものの、ボールチェーンと壁との隙間に頭部が入った場合、ボールチェーン、固定具、壁によって窒息に至る可能性が考えられる。

そこで、ボールチェーンと壁との隙間に子供の頭が入り得るかを調査した。6ヶ月児、1歳6ヶ月児、3歳児に相当する頭部の大きさについて調査を行った。

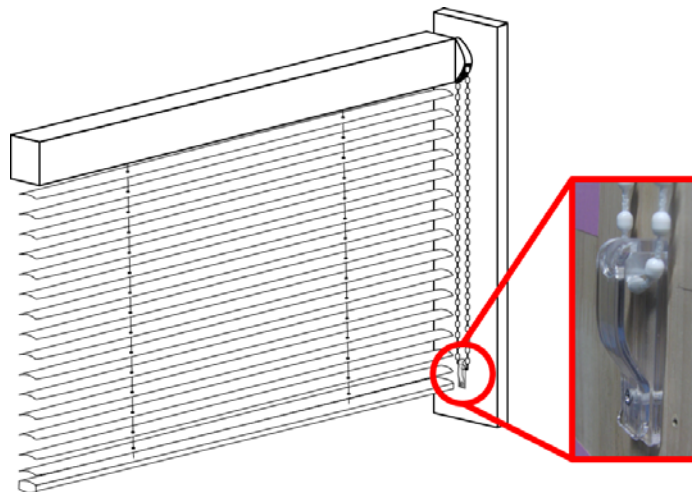


図9 ドラム式ブラインドのボールチェーンの固定具

³ 表1 出典文献と同じ。以下、身体寸法データについても同文献を参照している。

3. 調査結果・考察

(1) 再現実験①

ひも等にかかる荷重の計測結果を表 4 に、ひも等の損傷状況を表 5 に示す。

表 4 ひも等にかかる荷重（実験結果）

試験対象	機構	ひものタイプ/ 荷重をかける 場所	ひもにかかった荷重 (kg 重)						
			ダミー 人形 7.8 kg (17.2 lb)	8.0 kg	9.0 kg	10.0 kg	11.5 kg	12.5 kg	13.5 kg
			6ヶ月相当	1歳	1歳 6ヶ月	2歳	2歳 6ヶ月	3歳	
1	ドラム式	ひも/ ループ部	5.33	4.05	4.59	4.90	5.69	6.19	6.68
2	ドラム式	ボールチェーン /ループ部	3.72	3.90	4.42	4.70	5.55	6.01	6.53
3	コード式	ひも/ ループ部	4.49	3.85	4.34	4.62	5.36	5.92	6.29
4	ワンコント ロール式	ひも/ ループ部	7.72	7.80	8.85	9.42	10.99	11.88	12.94
5	ローマン シェード	ひも/ 裏のひも部	4.43	3.76	4.25	4.52	5.34	5.68	6.24
6	コード式	ひも/イコラ イザー上部	7.74	7.80	8.86	9.42	11.00	11.88	12.94

表 5 ひも等の損傷状況

試験対象	機構	ひものタイプ/ 荷重をかける 場所	ひも等の損傷状況						
			ダミー 人形 7.8 kg (17.2 lb)	8.0 kg	9.0 kg	10.0 kg	11.5 kg	12.5 kg	13.5 kg
			6ヶ月相当		1歳	1歳 6ヶ月	2歳	2歳 6ヶ月	3歳
1	ドラム式	ひも/ ループ部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
2	ドラム式	ボールチェーン/ ループ部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
3	コード式	ひも/ ループ部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
4	ワンコント ロール式	ひも/ ループ部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
5	ローマン シェード	ひも/ 裏のひも部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
6	コード式	ひも/イコラ イザー上部	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし

結果から、ややばらつきはあるものの、試験対象1（ドラム式ひも）、試験対象2（ドラム式ボールチェーン）、試験対象3（コード式ひも）、試験対象5（ローマンシェード）に関しては各体重の半分程度の荷重がひも等にかかっており、試験対象4（ワンコントロール式のひも）、試験対象6（コード式のイコライザーの上部）に関しては各体重の荷重がひも等にかかっていることがわかった。これはブラインドを昇降させる機構の違いによるもので、その違いを単純化して示したものが図10である。

試験対象1、2、3、5のように体重の半分程度の荷重がひも等にかかるタイプは、図10の左側の機構になっており、ループ部にかかった荷重を2本のひもで支えることになるため、各ひもには体重の半分の荷重がかかる。

一方、試験対象4、6では、図10の右側の機構になっている。このタイプでは、バランスよく荷重がかかれば、各ひもに体重の3分の1ずつ（3本の場合）の荷重がかかるが、バランスが崩れれば、2本のひもは弛み、1本のひものみに荷重がかかることになる。今回の計測では、荷重のバランスによるバラつきをなくすために、3本のひもをまとめて計測した。このため、本試験では体重の荷重がそのままひもにかかる結果となった。以上のことから、1本のひもにかかる荷重は、体重を最大とし、体重の3分の1を最小とする範囲にあると考えることができる。

ひも等の損傷状況については、表5の通り、ひも等が切れたり、切れかかるなどの損傷は特に見られなかった。

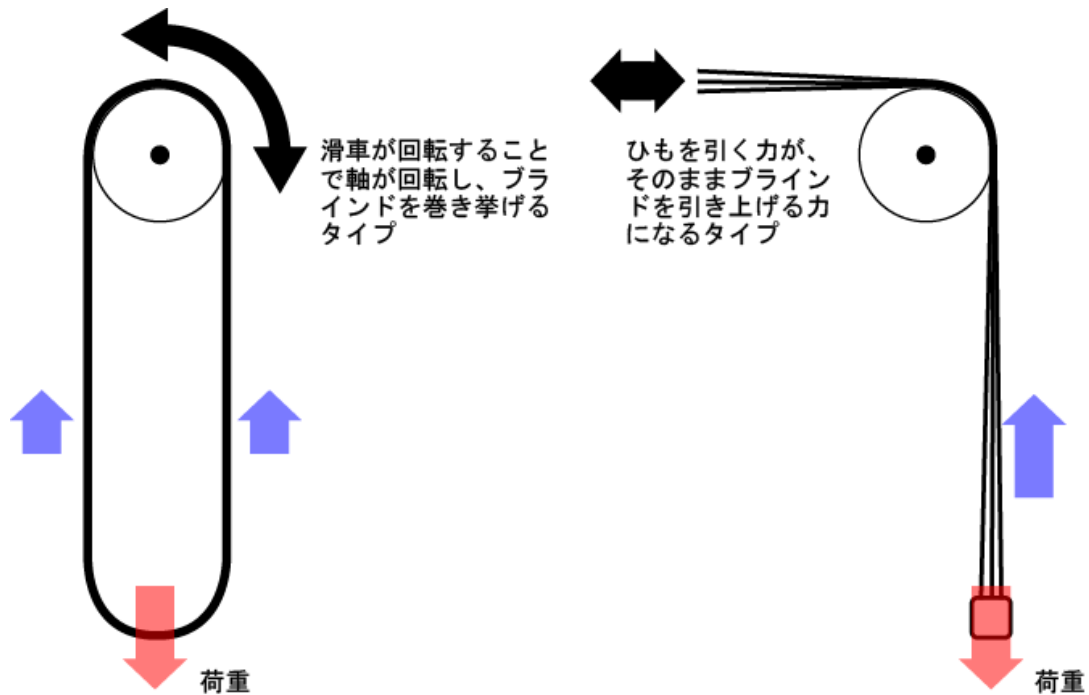


図 10 ブラインドを昇降させる機構の違い

(2) 再現実験②

4種類のセーフティジョイントに荷重をかけ、セーフティジョイントが外れた際の荷重計測を10回ずつ行った結果を表6に示す。最小値4.8N(約0.5kg重)、最大値30.4N(約3.1kg重)であった。このことから、最も外れにくかった場合でも約3.1kg重の荷重がかかることでセーフティジョイントが機能することがわかった。再現実験の結果から、セーフティジョイントを取り付け可能なタイプのブラインドでは、ループ部に子供の体重分の荷重がかかった場合、ひも等にかかる荷重は最小で子供の体重の半分の荷重がかかる。つまり、最も体重が軽い6ヶ月児の場合、平均体重7.8kgであるため、ひも等にかかる荷重は3.9kg(7.8kg÷2)である。この値は、最も外れにくかったセーフティジョイントが機能するのに必要な荷重(約3.1kg重)よりも大きいため、セーフティジョイントは有効に機能することが確認できた。

表 6 セーフティジョイントが外れた際の荷重(実験結果)

試験対象	セーフティジョイント	外れたときの荷重(N)										平均値(N)
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	
	A社	16.9	13.6	11.7	14.4	7.9	10.9	4.8	12.0	8.5	9.1	11.0
	B社(太ひも)	29.9	17.7	17.0	15.7	22.8	<u>30.4</u>	14.0	26.2	15.9	25.0	21.5
	B社(細ひも)	17.8	17.7	12.9	18.3	13.9	11.2	10.6	18.4	16.7	20.3	15.8
	C社	14.3	10.1	13.5	13.4	13.9	12.4	11.1	13.1	11.3	12.5	12.6

(3) 理論検証①

各年齢（6ヶ月、1歳、1歳6ヶ月、2歳、2歳6ヶ月、3歳）の平均身体寸法データのうち、身長と頭高のデータから、ブラインドのひもなどがかり得る顎までの高さを算出し、まとめたものを図 11 に示す。また、各年齢の頭囲の平均値を表 7 に示す。

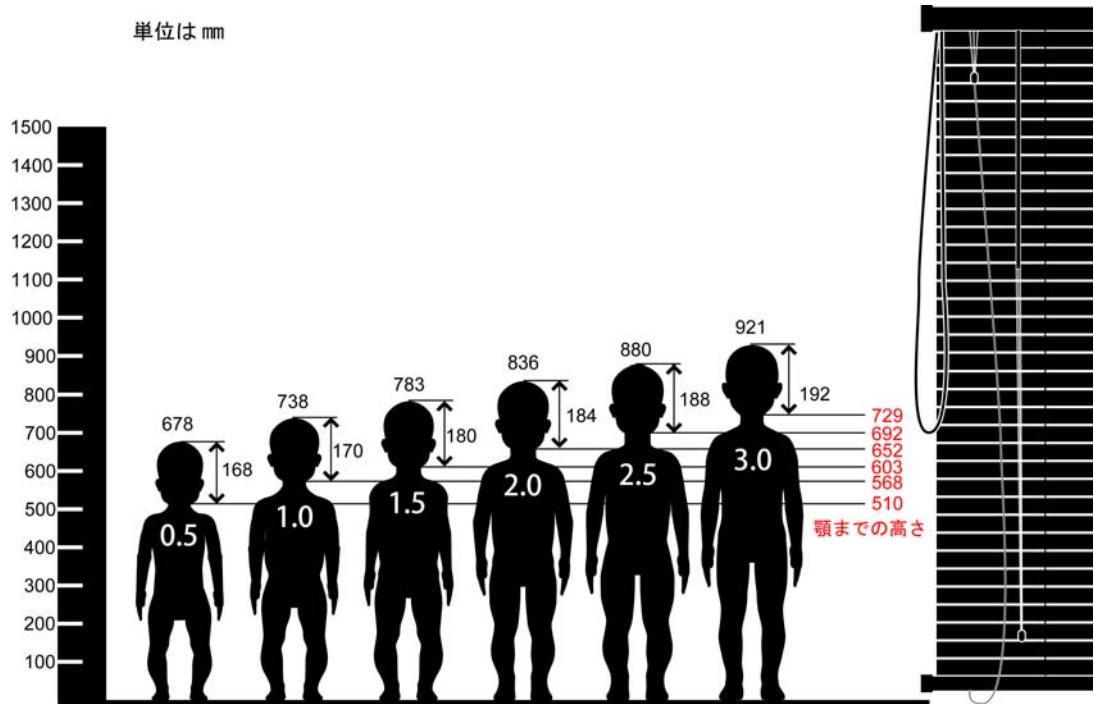


図 11 各年齢の顎までの高さ

表 7 各年齢の頭囲

年齢	頭囲(mm)
6ヶ月	446
1歳	454
1歳6ヶ月	473
2歳児	486
2歳6ヶ月	489
3歳	496

この整理から、ブラインドのひもなどによるループは、以下の条件を満たす位置にしか存在しないようにすることが、事故を防ぐ上で重要である。しかし、高さに関する条件については、子供は成長によって、椅子などに上ることができるようになるため、ループ部の高さの設定のみで事故を防ぐことは難しいと考えられる。そのため、セーフティジョイントなどの安全器具の装着や、家具の適切な配置についての周知など、他の対策と組み合わせることで活用することが重要である。

表 8 事故防止のためのループ部の高さと同周に関する条件

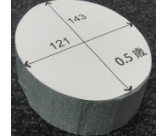

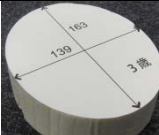
年齢	高さに関する条件	ループ部の周長に関する条件
6ヶ月	510mm より高い	446mm 以下
1歳	568mm より高い	454mm 以下
1歳6ヶ月	603mm より高い	473mm 以下
2歳	652mm より高い	486mm 以下
2歳6ヶ月	692mm より高い	489mm 以下
3歳	729mm より高い	496mm 以下

(4) 理論検証②

ドラム式でボールチェーンを使用しているブラインドに関しては、安全対策の一つとして固定具（図 9）で、ボールチェーンのループ部を壁に沿うように固定することで、頭がボールチェーンのループ部に入りにくいようにする対策がある。この対策を行った際に、壁とボールチェーンの隙間に頭部が入り得るかを調査した。この調査では、ボールチェーンが自然に垂れ下がった状態で、ボールチェーンが取り付けられた滑車部の下端からボールチェーンのループの下端部までの長さが 214cm となるボールチェーンを使用して行った。

壁とボールチェーンの隙間に頭部が入り得るかについては、各年齢の頭幅（左右の幅）と頭長（前後の長さ）から、頭部を楕円とする近似の頭部モデルを作製し、そのモデルが壁とボールチェーンとの隙間に入るかを調査した。表 9 に各年齢の頭幅と頭長を示す。

表 9 各年齢の頭幅・頭長

年齢	頭幅 (mm)	頭長 (mm)	作製した頭部モデル
6ヶ月	121	143	
1歳6ヶ月	134	158	
3歳	139	163	

壁とボールチェーンの隙間は、ボールチェーンにかかるテンションの状態によって変わる。つまり、固定具の取付位置によって、ボールチェーンのテンションの状態が変わり、頭部が入り得る条件に影響を与える。また、ボールチェーン 2 本に対して頭部を通す場合（図 12 の右側下図）と、ボールチェーン 1 本に対して頭部を通す場合（図 12 の右側上図）でもボールチェーンにかかるテンションが変わるため、頭部が入る得る条件に影響を与える。そこで、(1)固定具を適切に取り付けた場合と、(2)ボールチェーンにあまりテンションがかかっていない場合、及び、(3)ボールチェーン 2 本に対して頭部を通す場合と、(4)ボールチェーン 1 本に対して頭部を通す場合に関して、固定具の位置からどの程度の高さであれば頭部が入り得るのかを調査した。

以上の内容を整理したものを図 12 に示す。実験状況は図中 の状態である。ボールチェーンのテンションの状態の条件を図中 のようにして、デジタルフォースゲージで計測する。子供の頭部モデルが通るかどうかの計測については図中 の状態で、ボール

チェーン 1 本に通す場合と、ボールチェーン 2 本に通した場合（図中の右側参照）について固定具からの高さを計測する。

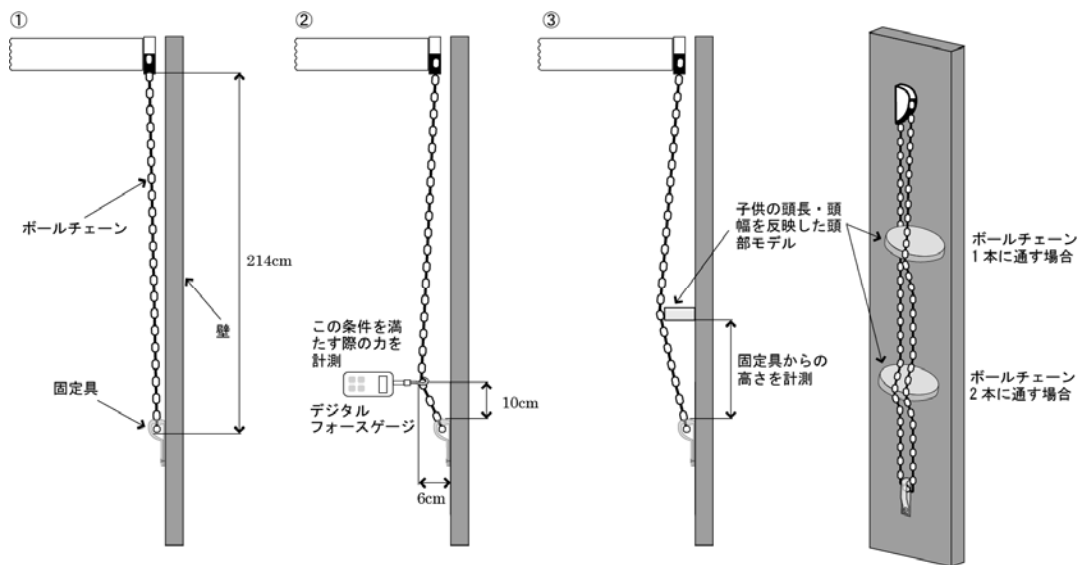
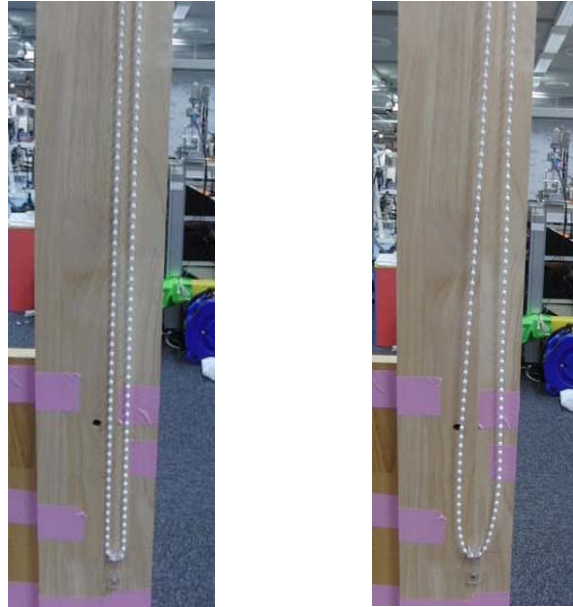


図 12 固定具に関する実験手順

まず、実験条件として、固定具の取付位置の違いによるボールチェーンのテンションの状態を定量的に示すために、適切な位置に固定具を取り付けた場合と、ボールチェーンが緩んだ状態になるように固定具を取り付けた場合（図 13）に関して、固定具から高さ 10cm の部分のボールチェーンを壁部から 6cm 引き出すのに要した力を計測した。その計測結果を表 10 に示す。本調査の条件の場合、適切な場合に比べて、緩い場合は固定具の取付位置が 8mm 高い位置であった。



適切に取り付けた場合 ボールチェーンが緩んだ状態で取り付けた場合

図 13 固定具の取付位置の違いによるボールチェーンのテンションの状態の違い

表 10 固定具取付位置の違いによるボールチェーンのテンション状態

固定具の取付位置による ボールチェーンの状態	ボールチェーンを壁部から 6cm 引き出すのに要した力(kg 重)	
	ボールチェーン 2 本	ボールチェーン 1 本
適切	3.7	1.12
緩い	1.8	0.24

以上の条件において、各年齢の頭部が壁とボールチェーンとの隙間に入る位置の固定具からの高さを計測した(図 14)。結果を表 11 に示す。



図 14 実験の状況

表 11 壁とボールチェーンとの隙間に頭部が入る位置の固定具からの高さ

固定具の 取付位置 による ボール チェーン の状態	6ヶ月児の頭部が入る 位置の固定具からの高さ (mm)		1歳6ヶ月児の頭部が入る 位置の固定具からの高さ (mm)		3歳児の頭部が入る 位置の固定具からの高さ (mm)	
	ボール チェーン 2本	ボール チェーン 1本	ボール チェーン 2本	ボール チェーン 1本	ボール チェーン 2本	ボール チェーン1 本
適切	640	325	853	365	1,045	410
緩い	390	180	415	240	500	260

計測結果から、ボールチェーン2本に頭部を通す場合と、1本に頭部を通す場合では、1本の場合の方が2本の場合に比べて、約半分の高さで頭部が入り得ることがわかった。また、固定具を適切な位置に取り付けた場合と、ボールチェーンが緩んだ状態になるよう固定具を取り付けた場合では、ボールチェーンが緩んだ状態の方が、適切な状態に比べて、約半分の高さで頭部が入り得ることがわかった。

これらの結果から、固定具の取付位置によって、ボールチェーンにかかるテンションの状態が変化し、リスクも大きく変化することがわかる。ボールチェーンにかかるテンションが大きすぎると、ブラインドを上げ下げする通常の操作がし辛くなる。つまり、テンションが大きすぎても、小さすぎても、問題が生じるため、適切な取り付けを行うことが重要であるが、現状では適切な取り付けのためのガイドや確認方法は存在しないため、一般ユーザーが自分で適切に取り付けることは難しいと考えられる。一般ユーザーが適切に取り付けられるようにガイドを作成する・簡便な取付方法を考案する、もしくは、内装業者や販売店が取り付けを行うルールとする、といった何らかの対策が必要である。

4. まとめ・全体考察

本調査では、ブラインドのひも等が子供の首にかかる事故に関して、再現実験を行うことで、ブラインドのひも等にかかる荷重と安全対策の効果検証を行うとともに、子供の身体寸法などのデータを用いた理論検証によって、子供の首にひも等がかからないための条件を整理した。

●再現実験①、再現実験②について

再現実験 より、ブラインドのひも等が子供の首にかかって宙づり状態になった場合、最大で子供の全体重がかかり、最小で複数のひも等の本数で等分された体重相当の荷重（2本の場合は体重の半分、3本の場合は体重の3分の1など）がかかることがわかった（いずれの場合も、静荷重の場合）。

このことから、セーフティジョイントなどのループ状部分が荷重によって切り離される対策の場合、ブラインドの構造に応じて、切り離される荷重を設定する必要がある。

再現実験 で確認したところ、最も切り離れづらいセーフティジョイントであっても約3.1kgの荷重で切り離されることから、セーフティジョイントは6ヶ月以上の子供が宙づり状態になった場合については有効であると確認できた。

一方で、セーフティジョイントを取り付けることができないタイプのブラインド（チェーンタイプ、ワンコントロール式、イコライザーの上部など）に関しては、コードクリップやフック等の使用の徹底や、ひもの高さ（長さ）の工夫など、他の対策を考える必要がある。

●理論検証①、理論検証②について

理論検証 では、子供顎部の高さや頭囲の平均値から、ブラインドのひも等が首にかからない条件を整理した。前述の通り、ひも等のループ部の高さのみの条件では、子供が椅子などに上った場合に対策の有効性が失われるため、セーフティジョイント等の安全器具の装着など、他の対策と組み合わせる必要がある。ループ部の周長に関しては、前述の条件を満たすことができれば、頭部が通ることができないため、縊頸（いっけい）については有効な対策であると考えられる。

理論検証 では、ドラム式でボールチェーンを使用しているブラインドの安全対策の一つである固定具を取り付けた場合の有効性について検証した。この結果から、固定具の取付位置の違いによって、ボールチェーンにかかるテンションの状態が変化し、それによって、壁とボールチェーンとの隙間に頭部が入り得る条件も大きく変わることが確認できた。ループ部に頭部が入らない有効な対策であるものの、適切な取り付けができないと、壁とボールチェーンとの隙間に頭部が入り得る可能性が十分にあることがわかった。

固定具の取付位置に関して、理論検証 と理論検証 により、適切に固定具を取り付けた状態でボールチェーン1本に頭部が通る位置の固定具からの高さのデータを整理すると、固定具を取り付ける際の床面からの最低高さを算出することができる。つまり、各年齢の子供の顎の高さと固定具の高さの差が、理論検証 で得られた固定具からの高さよりも小さい場合、壁と

ボールチェーンとの隙間に頭部が入り得る可能性は低いと考えられ、その条件を満たす固定具の高さが床面からの最低の取付位置となり、それ以上高い位置に固定具を取り付ければ、壁とボールチェーンとの隙間に頭部が入り得る可能性は低い。この固定具の取付最低位置を整理した結果を図 15 に示す。6 ヶ月児の場合は、床面から 185mm 以上の位置、1 歳 6 ヶ月児の場合は、床面から 238mm 以上の位置、3 歳児の場合は、床面から 319mm 以上の位置に取り付け、かつ、ボールチェーンに適切にテンションがかかっている状態になっていることで、壁とボールチェーンとの隙間に頭部が入り得る可能性は低くなり、固定具による対策が有効となる。これらの数値は、あくまでも本調査の条件における数値であり、固定具の取付位置やボールチェーンのテンションの状態、ボールチェーンの素材などによって、結果は異なる。取付位置に関する基準や取付方法については、それらの条件を考慮した上で、議論していく必要がある。

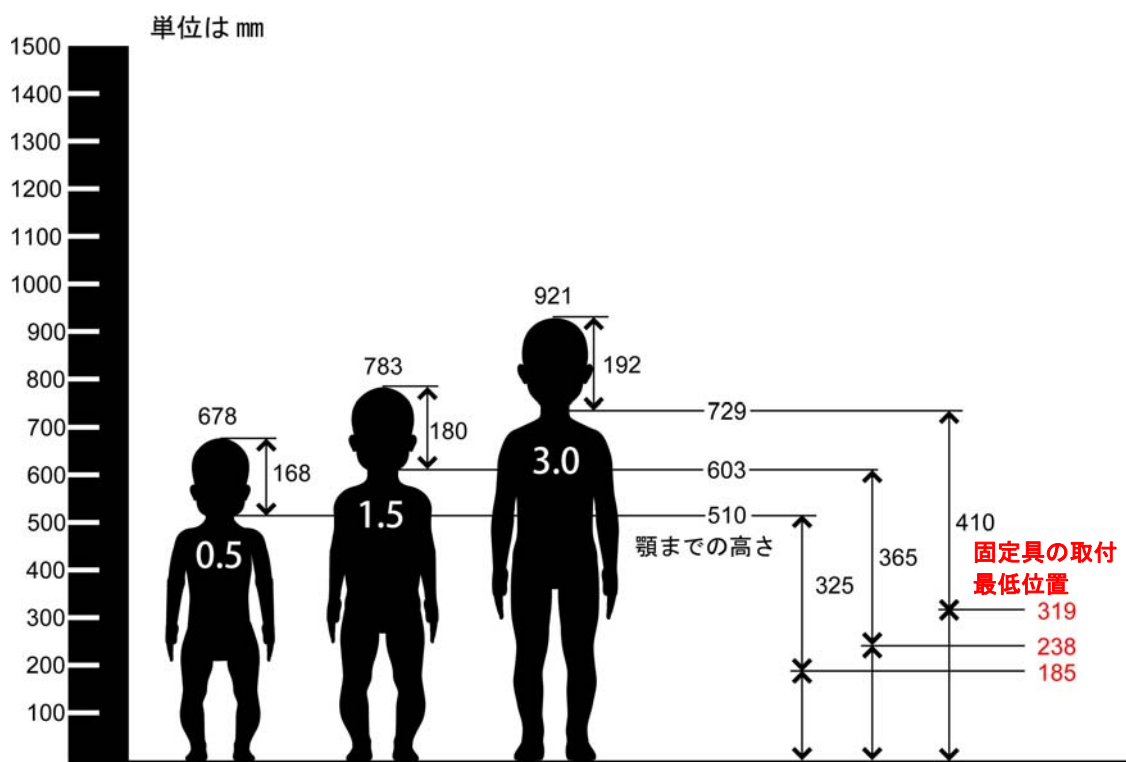


図 15 固定具の取付最低位置

以上の通り、本実験で取り上げた安全対策に関しては、有効性が確認できたが、現状では、設計段階や取付段階における明確な定義や基準、特に固定具の取り付けに関しては、基準、取り付けのサポート、適切に取り付けられたことを確認する方法などが不足していると考えられるため、これらの解決方法を検討する必要がある。

