

## 挟み込み防止機能で使用するジグ寸法について

### 1. 身体寸法計測

身体挟み込みを確認するジグ（指先、掌、上肢、下肢、体幹）を開発するにあたり、参照する身体寸法データが無かったことから、高齢被験者(30名)を対象に身体寸法計測を行い、そのデータに基づき、ジグ寸法を決定した。

なお、頸部及び頭部の挟み込み確認ジグについては、JASPA（日本福祉用具・生活支援用具協会）にて JIS T 9254（在宅用電動介護用ベッド）の JIS 原案改正委員会の議論を得て決定した。

#### 1.1 対象者(年齢、性別)

被験者は、高齢者 30 名（65～89 歳：平均 76.3 歳）を対象とした。また、体重が軽量な方から重量な方まで偏りが無い構成とした。（表 1 参照）

表 1 被験者基本属性

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
MAX	89.0	179.0	76.4
MIN	65.0	138.9	39.2
AVE	76.3	156.8	58.0
中央値	77.5	154.8	56.3

#### 1.2 身体寸法計測

各身体部位の寸法を項目を表 2～6 に示す。



表 2 指の幅に関する項目

第1指先幅	第1指遠位関節幅	第2指先幅	第2指遠位関節幅	第3指先幅	第3指遠位関節幅	第4指先幅	第4指遠位関節幅	第5指先幅	第5指遠位関節幅	手幅
-------	----------	-------	----------	-------	----------	-------	----------	-------	----------	----

表 3 指の長さに関する項目

第1指長	第2指長	第3指長	第4指長	第5指長	手長
------	------	------	------	------	----

表 4 指の厚さに関する項目

第1指高	第1指遠位関節高	第2指高	第2指遠位関節高	第3指高	第3指遠位関節高	第4指高	第4指遠位関節高	第5指高	第5指遠位関節高	手厚
------	----------	------	----------	------	----------	------	----------	------	----------	----

表 5 体幹・上肢・下肢に関する項目

胸部矢状径	胸部厚径	腕付根前後径	肘上部幅	肘下厚	手首厚	大腿幅	膝幅	下腿最大幅	下腿最小幅
-------	------	--------	------	-----	-----	-----	----	-------	-------

表 6 足部に関する項目

第1指先高	M7ポール高	足背高	足指長	M7ポール長	足背長	足幅	足長
-------	--------	-----	-----	--------	-----	----	----

### 1.3 測定データの集計

測定した全被験者データから 95%タイル値、5%タイル値を算出し、これを試験ジグの寸法とした。

※パーセンタイル値：例えば5%タイル値とは、大小順に並び替えた100人の小さい方から5人目の値を示し、10%とは10人目の値のこと。5%に相当する人がN人目+1人目の間にあるときは、この2人の平均となる。

### 1. 頸部

IEC/ISO60601-2-52 (CDV) の、頭部の挟み込み確認試験では、直径 120mm の円筒ジグが規定されている。(図 1 参照)

日本人高齢者の頭部でもっとも幅が狭い位置を調査した結果、前後長よりも左右長の方が狭く、高齢者男女の 5%タイル値 (小さいサイズの方) は、144~150mm 程度であり、IEC/ISO60601-2-52 (CDV) で規定する直径 (120mm) より十分大きいことから、同規格で使用する試験ジグを使用しても差し支えないと判断した。

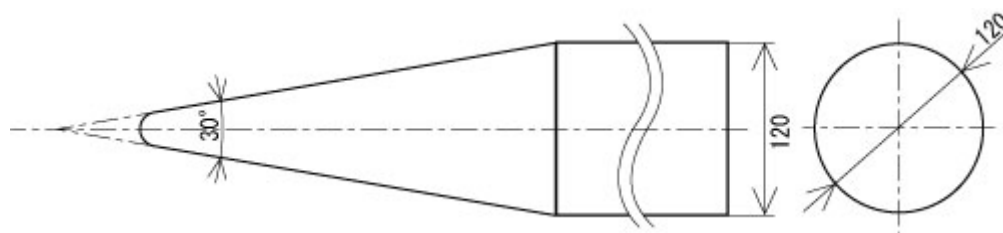


図 1 頭部ジグ (直径 120mm の円筒)

使用文献:

社団法人 人間生活工学研究センター  
Japanese body size data book 2004-2006

		単位mm						単位mm					
		頭長(前後長): 眉間から後頭点までの長さ						頭幅(左右長): 左右側頭点の幅					
		5%タイル		95%タイル				5%タイル		95%タイル			
	男性(人)	女性(人)	男性	女性	男性	女性	男性(人)	女性(人)	男性	女性	男性	女性	
60-69	426	426	178	170	199	189.8	426	426	151.3	145	169	162	
70-79	404	399	177	169	198	188	401	398	150	144	171	161	

		単位mm						単位mm					
		胸部矢状径: 胸骨の中心の高さにおける前後正中線間直線距離						胸幅: 前面における右前腋窩点から左前腋窩点までの水平距離					
		5%タイル		95%タイル				5%タイル		95%タイル			
	男性(人)	女性(人)	男性	女性	男性	女性	男性(人)	女性(人)	男性	女性	男性	女性	
60-69	422	417	175	157	227	215	393	410	322.6	298	405	373.6	
70-79	403	390	180	163	232	227.6	390	385	320	284.2	405.6	367.8	

		単位kg					
		体重		5%タイル		95%タイル	
	男性(人)	女性(人)	男性	女性	男性	女性	
60-69	426	426	51.75	41.78	75.95	65.35	
70-79	404	399	47.43	38.3	76.3	64.9	

## 2. 頸部

介護用ベッドのサイドレールや手すりは用途により形状や構造は異なるが、いろいろな隙間が内包しており、こうした製品内部の隙間だけでなく、ベッド本体との組み合わせによっても同様の隙間が生じる。このような隙間は、ベッド上で療養されている方々の視野が確保されるとともに、閉塞感が軽減され、療養環境の向上にも繋がっている。

しかし、そのような隙間に身体部分が挟まれることにより使用者の生命に関わる重大な事故が複数発生している。特に介護用ベッドにおいては、予測できない行動をとる可能性がある方や、自力で危険な状況から回避することができない方による事故が多発した。

JIS T 9254：在宅用電動介護用ベッドでは、現行、サイドレールとサイドレールの隙間は、60mm 以下又は 235mm 以上と規定されているが、この 60mm 以下の寸法で「頸部」の挟み込みの事故が発生したことから、「60mm」の隙間寸法を見直す必要があった。

そこで、製品評価技術基盤機構では、既存データベースで計測されたデータを活用することを検討したが、既存の頸部データは、体表面の周径データであり、実際の挟み込み事故のように頸部を圧迫に相当するデータは存在しないことが分かった。

そこで、最大圧迫時の頸部寸法を推定するために、圧迫可能な軟部組織を取り除いた部分（頸椎）の前後・左右長を CT 画像から測定した。

計測は、国際医療福祉大学に御協力頂き、国際医療福祉大学病院で過去に撮像した頸部 CT 画像から頸部の複数個所の寸法を計測し、それぞれの頸部寸法に関する統計値を求めた。

その結果、第 4 頸椎付近が最も小さく、約 40.0mm であった。つまり、開口幅が 40mm 未満であれば、剛体である頸骨よりは進入しない。という結論から、「 $\phi$ 40mm の円筒ジグを開口部に、12kg の力で押し込む」という試験方法を JIS T 9254：在宅用電動介護用ベッド改正委員会へ提案した。（別紙参照）

一方、同時期に、国際規格（IEC/ISO60601-2-52）でも頸部の挟み込みについて重要な課題であるとし、ドラフトとして「 $\phi$ 60mm の円筒ジグをベッドの開口部に、5kg の力で押し込み、そのジグが通過してはいけない。」という試験方法の提案があった。

※ 60mm の根拠は、アメリカ人女性の 1%タイルの頸部の幅が約 70mm であり、その頸部が約 25%圧縮したときの寸法。

NITE の提案した試験方法は、サイドレールの剛性を考慮すると、サイドレールの R 形状を 30mm に設定し、サイドレールとサイドレールとの間隔を約 25mm 以下に設定しなければパスできず、ベッドメーカーにとっては非常に厳しい試験条件であるとの意見があった。そこで、国際規格で検討している試験方法を中心に、NITE から提案した頸部の寸法 40mm を考慮した試験方法にすることとした。そこ結果、

「 $\phi$ 60mm の円筒ジグをベッドの開口部に、5kg の力で押し込み、手すりの上端面より下に円筒ジグが入り込まないことを確認する。」

という試験方法を JIS T 9254：在宅用電動介護用ベッド改正委員会へ提案し、了承を得た。この試験方法では、手すりの R 形状を 30mm に設定し、手すり手すりとの間隔を 40mm 以下に設定すればパスするようになっている。つまり、頸部の最小寸法 40mm と一致するようになっている。

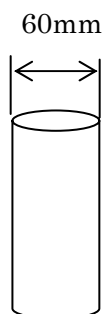
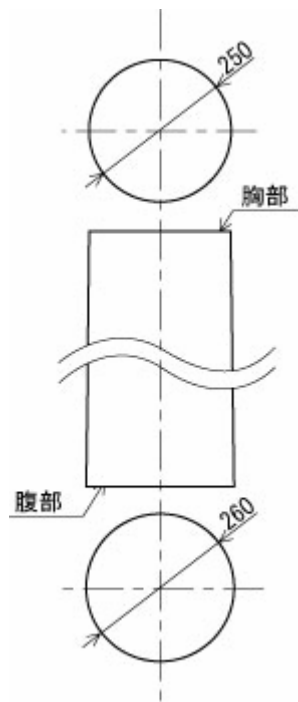
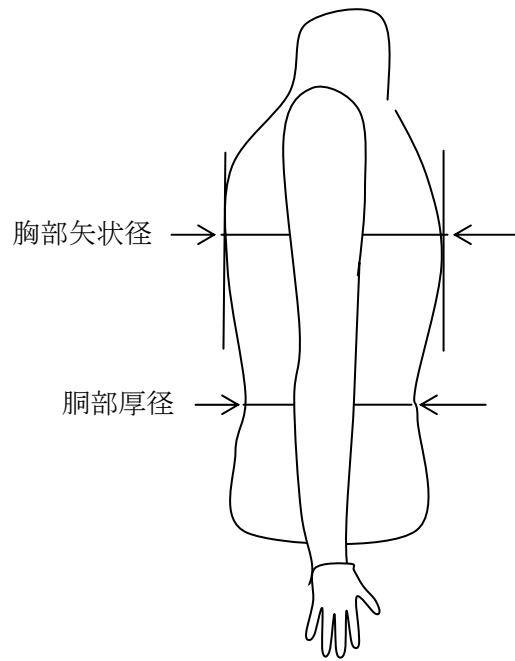


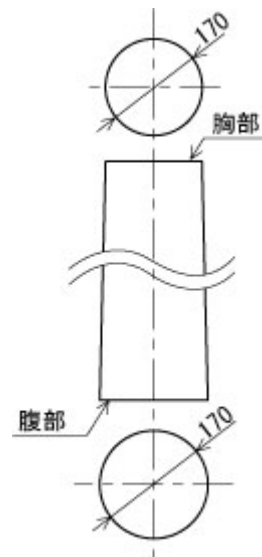
図 2 頸部ジグ

### 3. 体幹

	胸部矢状径 (cm)	胴部厚径 (cm)
95%tile	25	26
5%tile	17	19



体幹ジグ (95%ile)

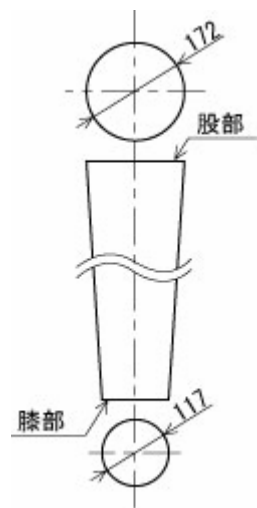
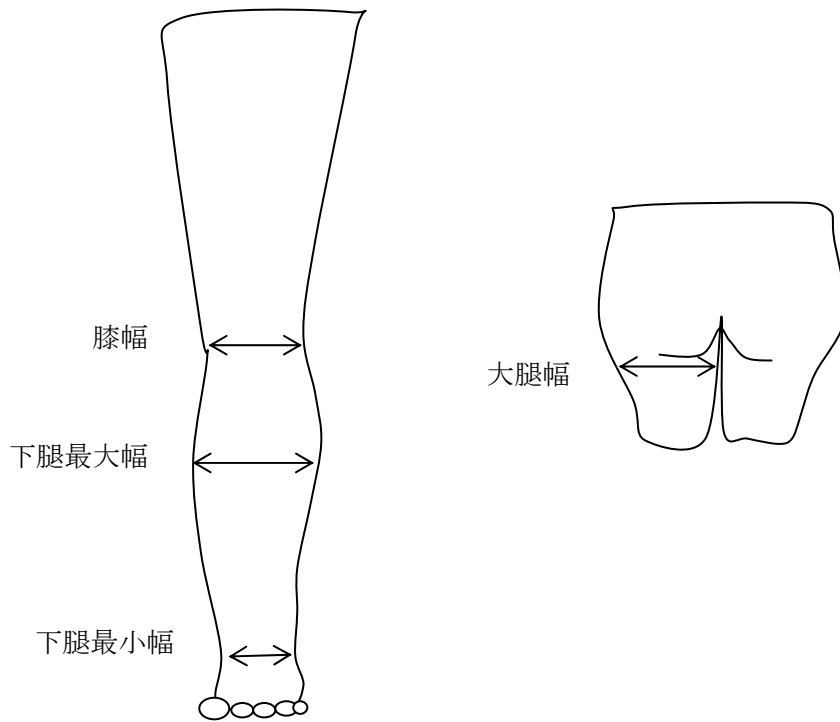


体幹ジグ (5%ile)

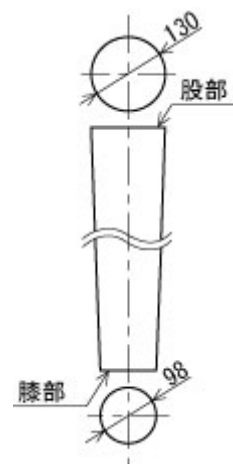
図3 体幹ジグ

4. 脚部

	大腿幅(cm)	膝幅(cm)	下腿最大幅 (cm)	下腿最小幅 (cm)
95%tile	17.2	11.7	11.4	6.8
5%tile	13	9.8	8.5	5.2



体幹ジグ (95%ile)



体幹ジグ (5%ile)

図 4 大腿ジグ

5. 足部

	第1指先高 (mm)	M7ボール 高(mm)	足背高 (mm)	足指長 (cm)	M7ボール 長(cm)	足背長 (cm)	足幅 (cm)	足長 (cm)
95%tile	24.3	38.3	80.6	5.1	7.1	16.3	10.2	25.8
5%tile	15.8	30.8	62.4	3.8	5.8	11.8	8.4	21.2

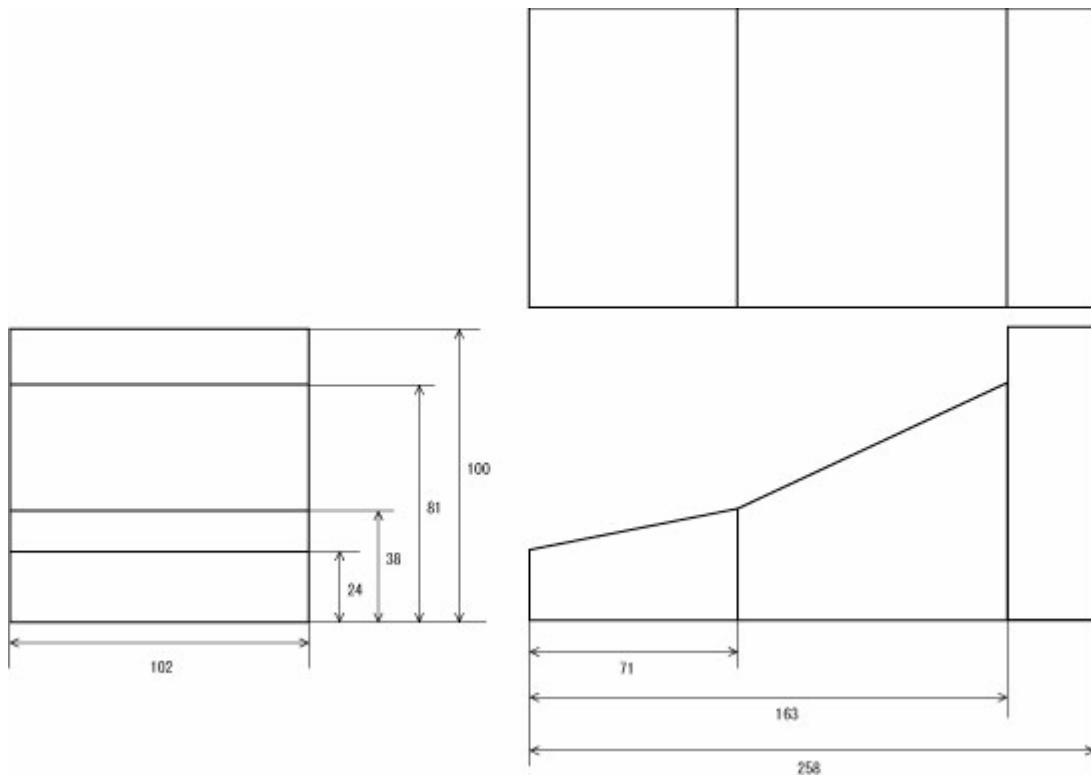
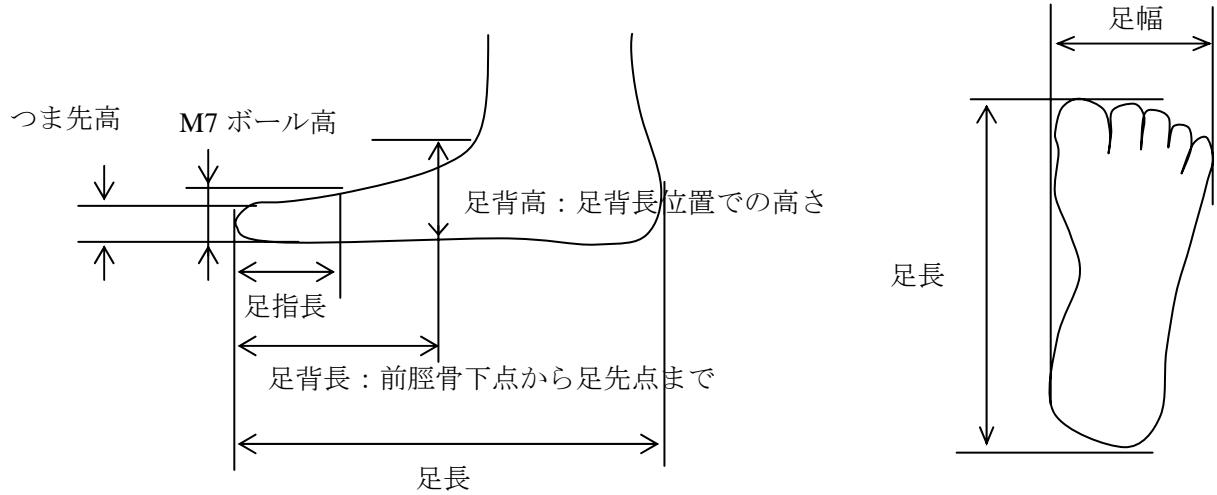


図5 足部ジグ (95%ile)

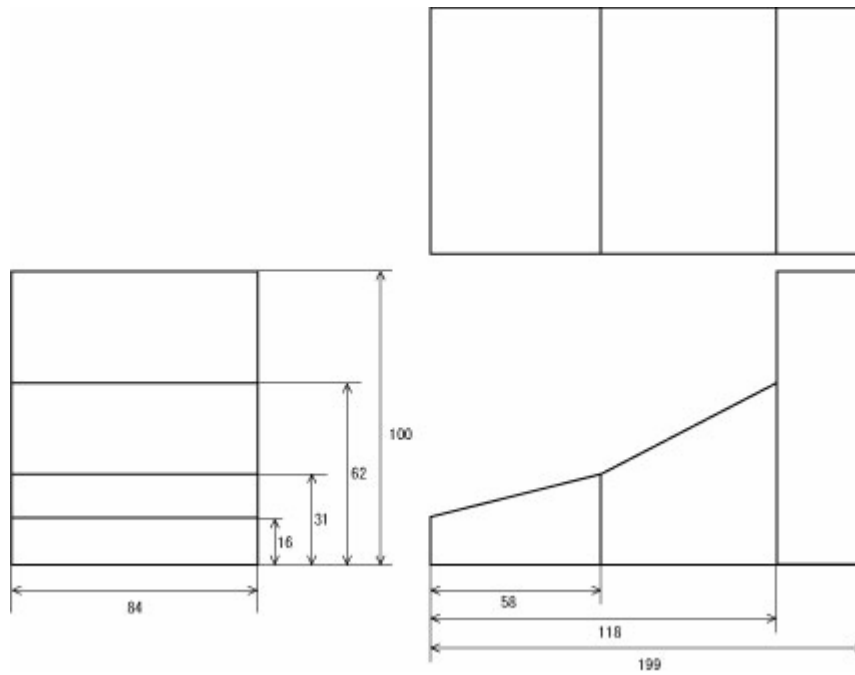
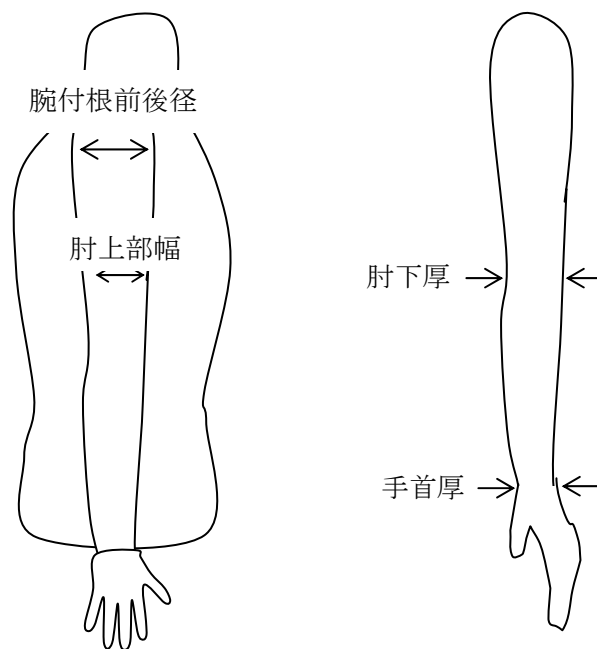


図6 足部ジグ (5%ile)

6. 腕部

	腕付根前後径(cm)	肘上部幅(cm)	肘下厚(cm)	手首厚(cm)
95%tile	15.5	7.7	6.5	4.3
5%tile	8.4	4.9	4.8	3



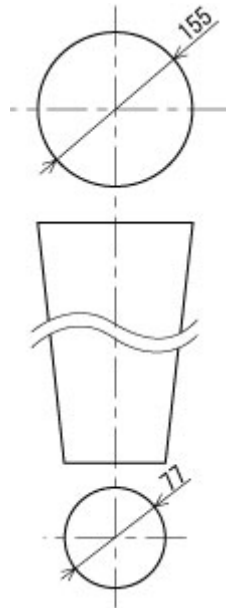


図 7 上腕ジグ (95%ile)

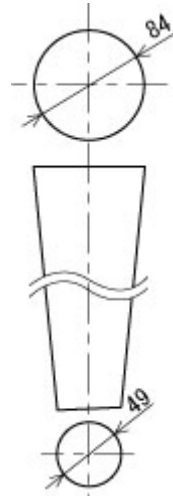


図 8 上腕ジグ (5%ile)

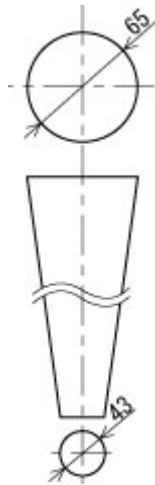


図 9 前腕ジグ (95%ile)

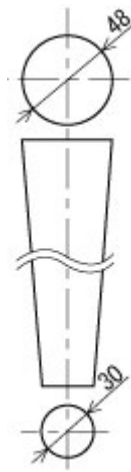


図 10 前腕ジグ (5%ile)



7. 手掌部

	手幅(cm)	手厚 (mm)	手掌長
95%tile	8.9	34.5	10.5
5%tile	7.2	25.4	9.4

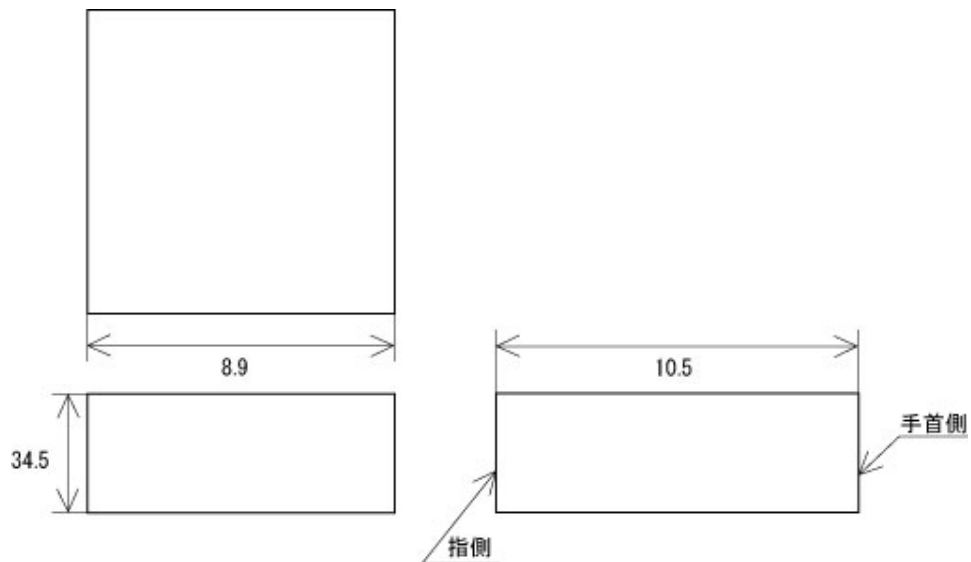
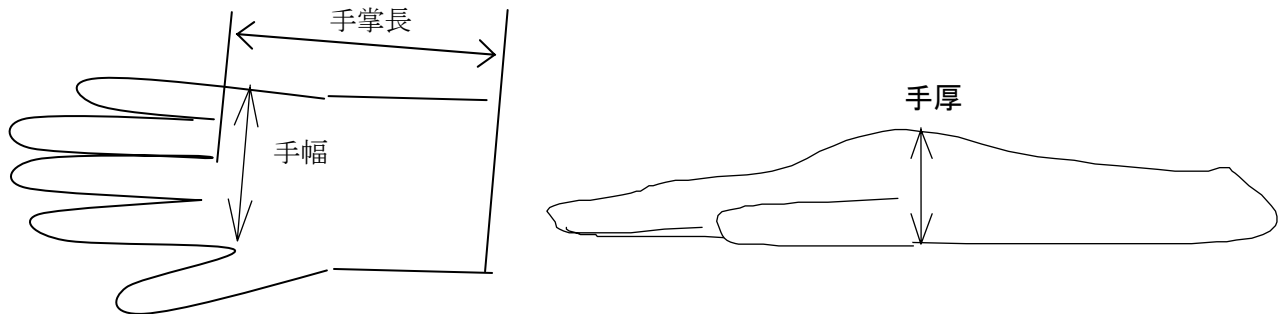


図 11 手掌ジグ (95%ile)

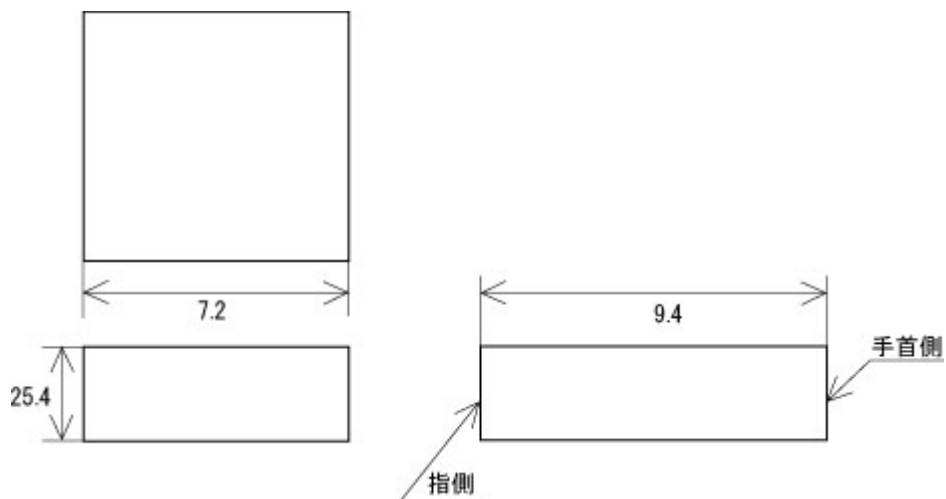


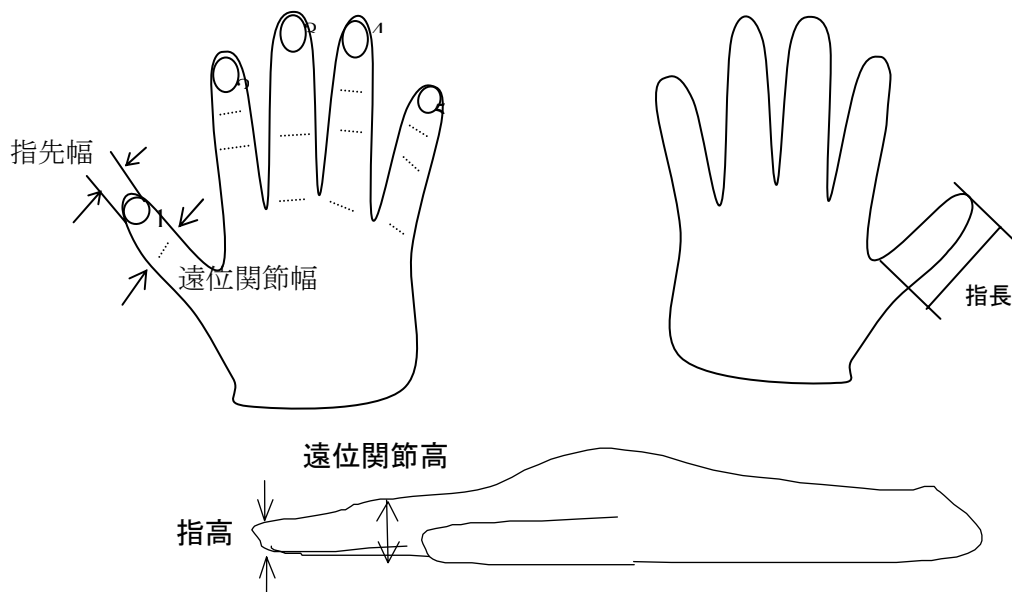
図 12 手掌ジグ (5%ile)

8. 指

	第1指長 (cm)	第2指長 (cm)	第3指長 (cm)	第4指長 (cm)	第5指長 (cm)
95%tile	6.3	7.3	8.2	7.8	6.4
5%tile	4.7	5.9	6.5	6.1	5

	第1指 先幅 (cm)	第1指 遠位 關節幅 (cm)	第2指 先幅 (cm)	第2指 遠位 關節幅 (cm)	第3指 先幅 (cm)	第3指 遠位 關節幅 (cm)	第4指 先幅 (cm)	第4指 遠位 關節幅 (cm)	第5指 先幅 (cm)	第5指 遠位 關節幅 (cm)
95%tile	1.8	2.5	1.4	2	1.5	1.9	1.4	1.7	1.2	1.7
5%tile	1.1	1.8	0.9	1.5	1	1.4	1	1.3	0.8	1.2

	第1指 高 (mm)	第1指 遠位 關節高 (mm)	第2指 高 (mm)	第2指 遠位 關節高 (mm)	第3指 高 (mm)	第3指 遠位 關節高 (mm)	第4指 高 (mm)	第4指 遠位 關節高 (mm)	第5指 高 (mm)	第5指 遠位 關節高 (mm)
95%tile	15.7	20.9	11.8	17.3	12.7	17.6	13.3	17.5	10.3	15
5%tile	8.6	13.7	6.7	12.5	7	13	7.5	11	5.4	11.3



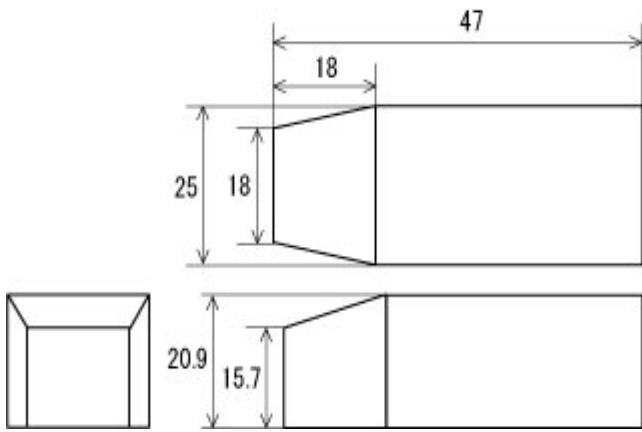


図 13 第 1 指ジグ (95%ile)

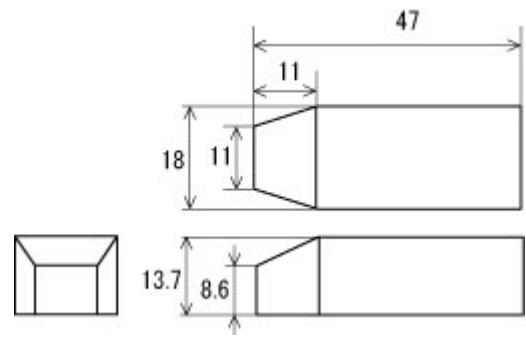


図 14 第 1 指ジグ (5%ile)

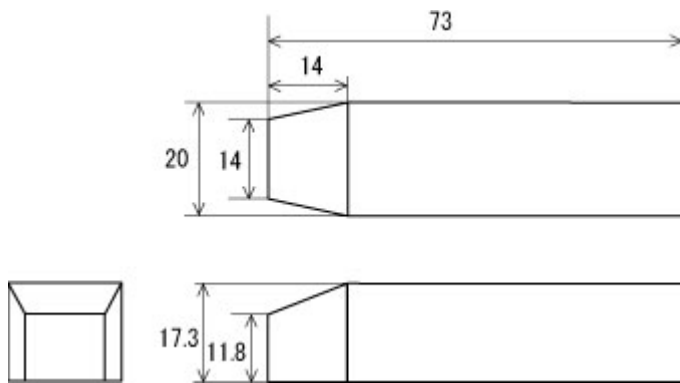


図 15 第 2 指ジグ (95%ile)

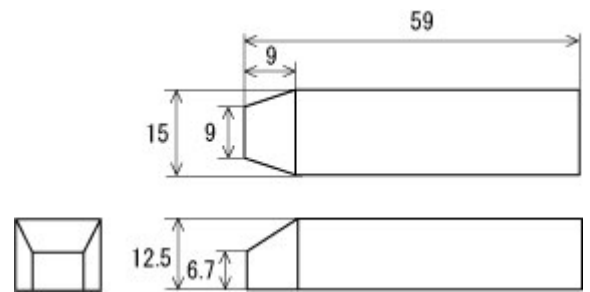


図 16 第 2 指ジグ (5%ile)

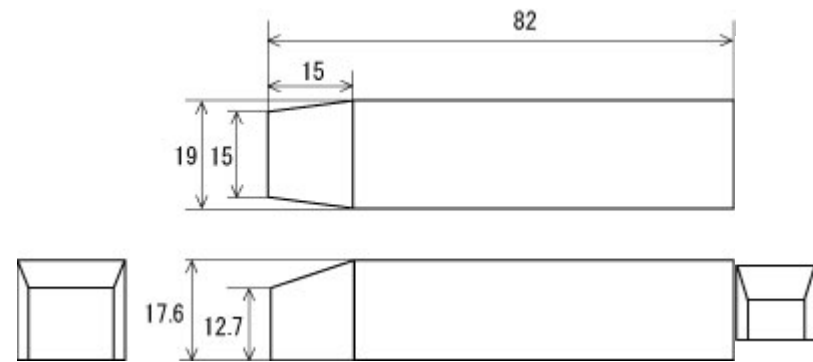


図 17 第 3 指ジグ (95%ile)

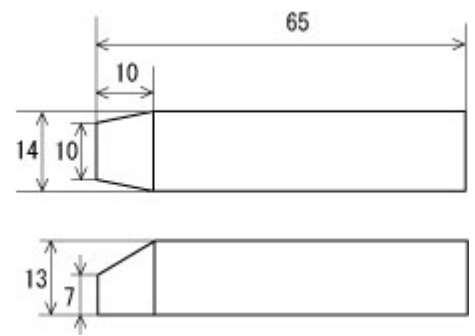


図 18 第 3 指ジグ (5%ile)

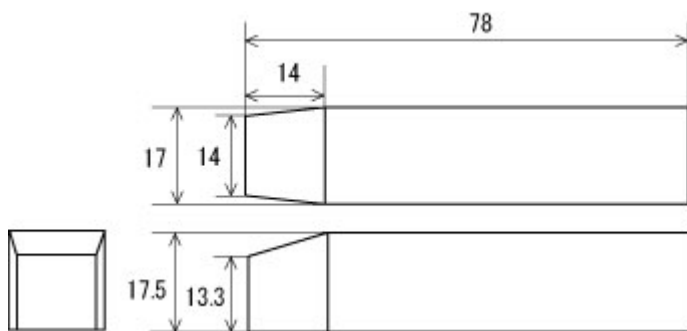


図 19 第 4 指ジグ (95%ile)

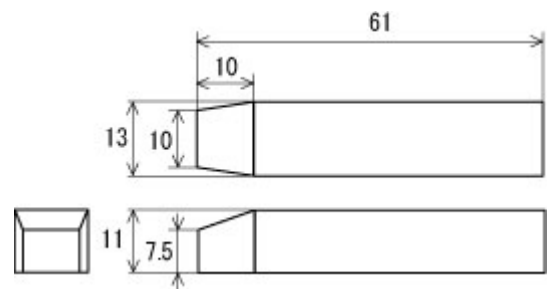


図 20 第 4 指ジグ (5%ile)

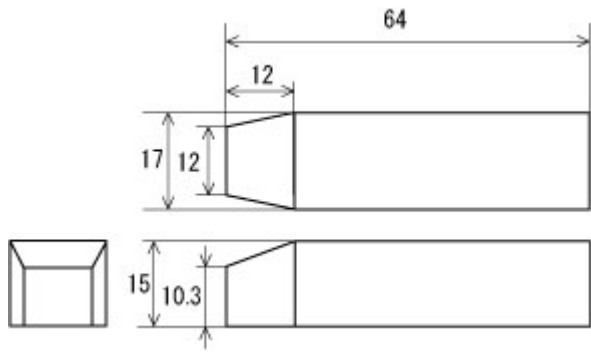


図 21 第 5 指ジグ (95%ile)

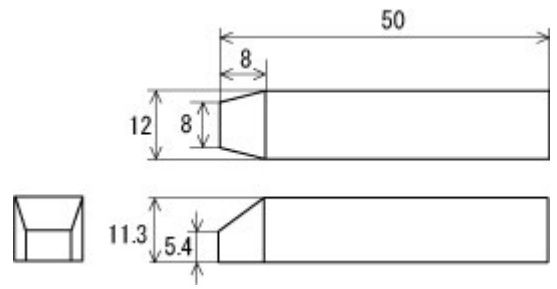


図 22 第 5 指ジグ (5%ile)

## CT 画像による頸部各種寸法の計測結果について

## 1. はじめに

本計測は、国際医療福祉大学に協力頂き、国際医療福祉大学病院で過去に撮像した頸部 CT 画像から頸部の複数個所の寸法を計測し、それぞれの頸部寸法に関する統計値を求めたものである。

## 2. 計測対象

計測の対象とした画像は、国際医療福祉大学病院に通院、または入院した患者の診療目的に過去に撮影した 19 歳～87 歳の 70 例を対象とした。男性 31 例、女性 39 例、平均年齢は、男性 52.8 歳、女性 53.6 歳、全体で 53.2 歳であった。

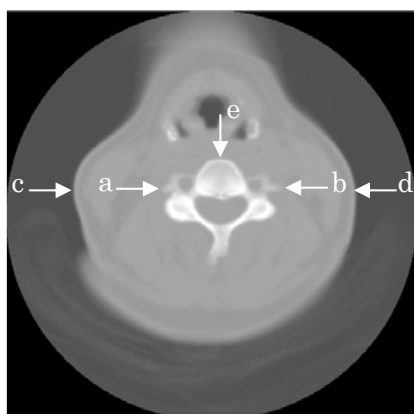
なお、今回の頸部 CT 画像の使用については、国際医療福祉大学の倫理審査委員会の承認を得たものである。

## 2.2 計測の方法

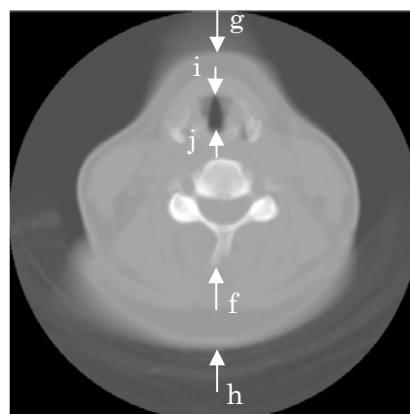
計測には CT 装置の中心軸に垂直な断面（横断像）を使用する。同一の頸椎に対する椎体と棘突起は同じ断面には表示されないことが多いので、頸椎ごとに、つぎの 2 つの断面を用いた。

- ① 左右の横突起が最大に表示される断面
- ② 棘突起が最大に表示される断面

これらの断面について、図 1 および表 1 に記号 a～j で示した 10 個の点の 3 次元座標 (x, y, z) を計測した。また、国際医療福祉大学病院の CT の補完データは断面間隔が 5 mm であり、このままでは上記①、②の 2 断面を正確に選ぶことができないので、3 次元画像処理ソフト「MRicro」を用いて画素サイズ 0.34×0.34×0.34mm の 3 次元画像を作成し、ほぼ連続的に断面を選べるようにした



① 左右の横突起が最大に表示される断面



② 棘突起が最大に表示される断面

図 1 測定断面

表 1 計測点

断面	計測点	記号
① 左右の横突起が最大に表示される断面	1-1) 横突起の右端*の点	a
	1-2) 横突起の左端の点	b
	1-3) 皮膚の右端の点	c
	1-4) 皮膚の左端の点	d
	1-5) 椎体の前縁	e
② 棘突起が最大に表示される断面	2-1) 棘突起の外側の端	f
	2-2) 皮膚の前方の端の点	g
	2-3) 皮膚の後方の端の点	h
	2-4) 喉頭(空洞)部分の前方の点	i
	2-5) 喉頭(空洞)部分の後方の点	j

\*画像上では左端になる

### 2.3 計測部位と各種寸法

第1頸椎(C1)から第7頸椎(C7)について、表1の各点の座標から表2および図2に示す頸椎および頸椎+軟部組織の各種寸法を算出した。

表 2 算出した各種寸法 (距離)

	距離	記号
頸椎	1 横突起の両端の距離	a-b
	2 椎体の前面と棘突起の外側の端の距離	e-f
	3 a, f を結ぶ直線と b との最短距離	af-b
	4 b, f を結ぶ直線と a との最短距離	bf-a
	5 a, e を結ぶ直線と f との最短距離	ae-f
	6 b, e を結ぶ直線と b との最短距離	be-f
頸椎+軟部組織	7 左右方向の皮膚の両端の距離	c-d
	8 前後方向の皮膚の両端の距離	g-h
	9 皮膚前方-椎体前縁間距離	g-e
	10 棘突起と皮膚の後縁との距離	f-h
	11 喉頭の前後径	i-j

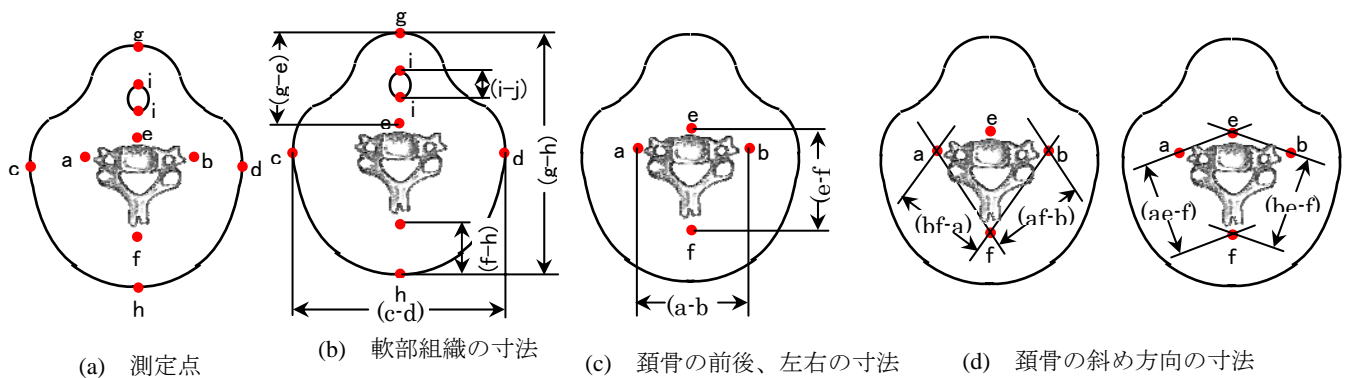
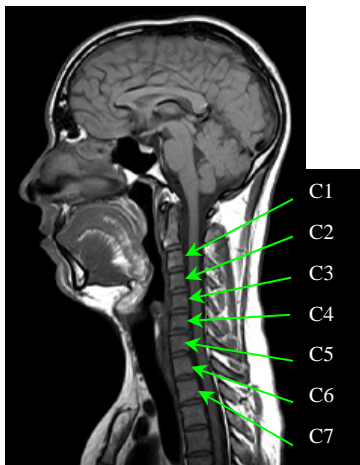


図 2 座標の測定点と算出した各種寸法

## 2.4 距離の算出方法

計測した a~j の 10 個の点の座標をもとに、表 2 の 11 種類の距離を以下の計算式を用いて算出した。

### 1) 2 点間の距離 (a-b, c-d, e-f, g-h, f-h, i-j)

A, B の座標を  $A(x_1, y_1, z_1)$ 、 $B(x_2, y_2, z_2)$  とすると、A, B 間の距離  $d_{12}$  は以下の式で表される。

$$d_{12} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad \text{---(1)}$$

### 2) 2 点を結ぶ直線と他の点との最短距離 [af-b, bf-a, ae-b, be-a]

x-y 平面上の 2 点、 $A(x_1, y_1)$ 、 $B(x_2, y_2)$  を結ぶ直線と、その平面上の点  $C(x_3, y_3)$  との最短距離  $d_{34}$  は以下の式で表される。

$$d_{34} = \frac{|(x_3 - x_2)y_1 + (x_1 - x_3)y_2 + (x_2 - x_1)y_3|}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} \quad \text{---(2)}$$

実際に測定される点、a, b, e, f の座標は z 座標が等しくないので、(2)式の  $A(x_1, y_1)$ 、 $B(x_2, y_2)$ 、 $C(x_3, y_3)$  の座標と正確には等しくないが、各点の z 座標の値はほぼ等しいので近似的には十分である。

### 3) 皮膚前方-錐体前縁間距離 (g-e)

皮膚前方-錐体前縁間距離 (g-e) は、以下の式で算出した。

$$\text{皮膚前方-錐体前縁間距離 (g-e)} = (g-h) - \{(e-f) + (f-h)\} \quad \text{---(3)}$$

## 3. 結果

### 3.1 各種寸法の統計値

表 3 には、各種頸部寸法の平均値、正規確率が 1% および 0.1% 以下となる距離ならびに、5% Tile 値を示す。

表3 各種頸部寸法の統計値

部位	頸椎	女						男						全体					
		平均	確率		平均	確率		平均	確率		平均	確率		平均	5%tile				
			≤1%	≤0.1%		≤1%	≤0.1%		≤1%	≤0.1%		女	男		全体				
	C1	74.1	64.8	61.7	81.2	72.6	69.8	77.3	65.2	61.2	(a-b)	C1	68.2	74.8	69.0				
	C2	55.0	46.3	43.5	60.8	50.3	46.9	57.6	46.0	42.2		C2	50.3	53.0	51.0				
	C3	53.8	46.9	44.7	57.9	48.7	45.7	55.7	46.4	43.4		C3	50.0	52.6	50.1				
	C4	54.3	47.5	45.3	58.7	51.6	49.3	56.3	47.8	45.0		C4	50.0	53.7	50.8				
	C5	55.1	48.3	46.1	58.8	51.9	49.6	56.8	48.7	46.1		C5	51.0	54.7	51.5				
	C6	56.9	49.3	46.9	61.2	53.1	50.4	58.9	49.6	46.6		C6	52.1	54.7	52.5				
	C7	65.5	54.0	50.2	71.1	60.2	56.6	68.1	55.2	50.9		C7	58.4	64.6	59.1				
	C1	42.0	36.2	34.4	43.8	37.0	34.8	42.8	36.3	34.2	(e-f)	C1	38.2	39.9	38.2				
	C2	47.9	42.3	40.5	51.0	43.8	41.5	49.3	42.1	39.7		C2	45.0	46.1	45.1				
	C3	44.8	38.3	36.2	46.8	38.4	35.6	45.7	38.0	35.4		C3	41.2	42.2	41.3				
	C4	43.5	36.4	34.1	47.9	39.6	36.9	45.5	36.4	33.4		C4	39.3	43.7	40.0				
	C5	46.2	36.7	33.6	52.1	38.4	33.9	48.9	35.4	31.0		C5	41.9	46.6	42.0				
	C6	53.1	41.0	37.0	60.8	46.2	41.4	56.6	40.7	35.4		C6	46.9	51.6	48.5				
	C7	61.6	51.1	47.7	70.4	58.3	54.4	65.6	50.4	45.4		C7	55.1	62.8	56.5				
	C1	43.2	35.2	32.5	45.3	35.2	31.9	44.2	34.8	31.8	(af-b)	C1	37.9	37.3	37.3				
	C2	43.2	37.7	35.9	46.4	38.4	35.8	44.7	37.0	34.5		C2	39.6	41.8	40.1				
	C3	41.8	35.7	33.7	43.6	36.9	34.7	42.6	36.0	33.8		C3	38.5	39.9	38.7				
	C4	41.3	34.7	32.6	45.2	37.3	34.7	43.0	34.6	31.8		C4	37.5	40.9	38.0				
	C5	42.7	36.8	34.8	46.8	40.7	38.7	44.6	36.9	34.4		C5	38.9	43.0	39.4				
	C6	45.9	37.4	34.6	50.9	43.3	40.8	48.2	38.2	35.0		C6	41.4	46.1	41.9				
	C7	52.3	43.2	40.2	58.0	48.8	45.7	54.9	43.6	39.9		C7	46.5	52.4	47.3				
	C1	42.7	34.8	32.1	44.9	35.5	32.5	43.7	34.8	31.9	(bf-a)	C1	38.1	37.2	37.4				
	C2	43.1	37.0	35.0	46.4	39.4	37.1	44.6	37.1	34.6		C2	39.6	41.1	39.7				
	C3	41.9	35.5	33.4	44.7	36.3	33.5	43.2	35.1	32.5		C3	38.0	38.1	37.8				
	C4	41.8	36.2	34.4	44.8	37.7	35.3	43.2	36.0	33.6		C4	38.6	40.7	38.8				
	C5	43.5	36.2	33.8	47.6	40.2	37.8	45.4	36.7	33.8		C5	40.0	42.8	40.1				
	C6	46.2	38.0	35.3	51.1	44.1	41.8	48.4	38.9	35.7		C6	41.2	46.8	42.6				
	C7	51.6	42.9	40.0	58.2	51.2	48.9	54.6	43.6	40.0		C7	47.0	54.3	47.8				
	C1	38.5	33.3	31.6	40.2	34.2	32.3	39.3	33.4	31.5	(ae-f)	C1	35.7	36.2	35.7				
	C2	42.7	35.2	32.7	45.8	39.0	36.8	44.1	36.1	33.5		C2	39.7	41.7	40.0				
	C3	41.2	34.6	32.4	43.0	34.8	32.2	42.1	34.4	31.9		C3	37.5	37.2	37.3				
	C4	40.4	33.8	31.7	43.8	35.2	32.3	41.9	33.5	30.7		C4	35.9	39.1	36.9				
	C5	42.9	34.0	31.0	48.5	36.7	32.9	45.5	33.3	29.3		C5	38.7	41.7	39.2				
	C6	48.3	34.9	30.5	55.5	42.3	38.0	51.6	35.9	30.8		C6	42.5	47.4	43.1				
	C7	53.4	43.2	39.8	61.7	52.5	49.5	57.2	43.5	39.0		C7	47.2	55.6	48.3				
	C1	38.7	33.2	31.4	40.7	34.3	32.2	39.6	33.3	31.2	(be-f)	C1	35.5	36.7	35.6				
	C2	43.2	39.3	37.9	45.8	38.1	35.6	44.4	37.7	35.6		C2	41.0	41.3	41.1				
	C3	41.1	34.6	32.5	42.5	35.0	32.5	41.7	34.6	32.3		C3	37.1	37.9	37.1				
	C4	39.9	32.7	30.4	43.9	35.4	32.6	41.7	32.6	29.7		C4	35.6	39.1	36.2				
	C5	42.5	33.3	30.3	47.8	35.7	31.7	44.9	32.7	28.6		C5	37.9	42.0	38.2				
	C6	48.0	34.3	29.9	55.4	41.4	36.8	51.4	35.1	29.8		C6	41.1	47.0	42.8				
	C7	54.0	42.8	39.2	61.6	50.7	47.1	57.5	43.3	38.7		C7	47.1	54.5	48.4				
	C1	139.8	105.6	94.4	151.4	120.9	111.0	145.0	110.0	98.6	(c-d)	C1	118.8	131.7	120.0				
	C2	128.9	93.5	81.8	138.5	105.7	94.9	133.3	97.5	85.7		C2	106.8	118.3	110.1				
	C3	122.1	91.9	82.0	130.0	100.9	91.3	125.8	94.9	84.7		C3	102.0	107.6	105.1				
	C4	115.1	88.1	79.3	123.2	99.3	91.4	118.8	91.6	82.7		C4	96.9	102.2	98.9				
	C5	113.1	83.0	73.1	123.1	94.4	85.0	117.7	86.2	75.9		C5	99.0	98.3	98.6				
	C6	114.2	81.8	71.1	128.4	90.8	78.4	121.2	82.6	69.9		C6	101.6	101.6	101.2				
	C7	115.5	91.4	83.5	129.5	99.8	90.0	122.2	90.9	80.6		C7	108.2	111.4	108.3				
	C1	178.1	151.7	143.0	189.4	167.0	159.7	177.3	165.2	161.2	(g-h)	C1	164.5	173.0	168.6				
	C2	168.3	141.8	133.1	182.2	154.8	145.7	167.1	151.1	138.5		C2	151.3	169.0	153.8				
	C3	162.9	125.2	112.8	172.2	136.1	124.3	157.6	141.1	123.8		C3	141.2	157.2	144.1				
	C4	136.7	75.6	55.6	151.3	99.9	83.1	117.3	85.4	68.2		C4	106.0	121.4	108.8				
	C5	124.2	72.4	55.4	138.4	85.1	67.6	106.8	78.7	61.1		C5	99.0	117.7	101.0				
	C6	120.4	84.1	72.1	140.3	88.7	71.7	106.3	78.7	61.1		C6	99.0	118.4	101.6				
	C7	123.4	86.0	73.7	136.8	111.6	103.4	118.1	85.2	68.9		C7	102.9	119.0	105.7				
	C1	42.5	24.7	18.9	49.7	31.1	25.1	77.3	65.2	61.2	(f-h)	C1	32.0	41.1	33.3				
	C2	29.2	11.3	5.4	34.6	12.1	4.7	57.1	43.1	38.5		C2	18.1	23.0	19.1				
	C3	28.4	13.7	8.9	35.5	14.5	7.6	57.6	43.1	38.8		C3	19.9	23.9	20.0				
	C4	28.9	9.1	2.6	32.6	17.2	12.1	57.3	43.1	38.8		C4	19.1	24.6	19.8				
	C5	28.5	7.6	0.8	32.4	7.5	(0.7)	56.8	48.7	46.1		C5	17.7	17.5	17.3				
	C6	29.0	5.0	(2.9)	29.8	3.1	(5.7)	59.3	46.5	42.3		C6	15.8	16.2	16.0				
	C7	26.6	1.1	(7.2)	24.5	3.3	(3.6)	68.1	55.2	50.9		C7	13.4	13.3	13.2				
	C1	91.0	80.3	76.8	95.0	77.6	71.8	93.3	77.8	72.8	(g-e)	C1	85.0	82.0	82.6				
	C2	91.9	75.0	69.4	96.9	71.2	62.8	94.6	72.0	64.6		C2	81.6	85.0	81.7				
	C3	89.8	58.1	47.7	90.7	52.9	40.5	90.3	55.5	44.1		C3	73.7	53.9	52.6				
	C4	64.0	9.1	(8.9)	72.1	17.7	(0.2)	67.8	12.8	(5.3)		C4	38.3	43.9	39.9				
	C5	49.5	7.1	(6.8)	55.1	11.3	(3.0)	52.0	8.8	(5.4)		C5	34.9	42.1	35.1				
	C6	38.8	21.3	15.5	49.6	9.1	(4.2)	43.7	11.2	0.5		C6	31.9	38.6	32.4				
	C7	37.4	20.6	15.1	43.9	20.7	13.1	40.4	19.1	12.1		C7	29.9	36.6	30.3				
	C1	11.1	(0.3)	(4.0)	10.8	(3.6)	(8.3)	77.3	65.2	61.2	(i-j)	C1	4.1	2.2	4.0				
	C2	13.1	1.8	(1.9)	16.5	2.1	(2.6)	57.1	43.1	38.5		C2	7.0	9.6	7.0				
	C3	13.5	0.5	(3.8)	14.5	1.7	(2.6)	57.6	43.1	38.8		C3	7.0	7.6	7.0				
	C4	14.3	6.4	3.8	16.1	3.0	(1.3)	57.3	43.1	38.8		C4	8.9	8.6	8.4				
	C5	15.1	6.9	4.2	16.2	7.2	4.2	56.8	48.7	46.1		C5	7.7	8.7	8.0				
	C6	16.4	8.4	5.8	17.8	3.4	(1.3)	59.3	46.5	42.3		C6	13.0	5.1	6.5				
	C7	16.9	9.3	6.9	19.9	10.9	8.0	68.1	55.2	50.9		C7	13.0	15.0	13.0				



### 3.2 頸部各種寸法の性別依存性

図3は、男女別度数分布の一例である。今回の計測では、頸部の中心部である C3、C4 付近では、**頸椎、軟部組織ともに、男性、女性によって明確な差があるとは言えなかった。**

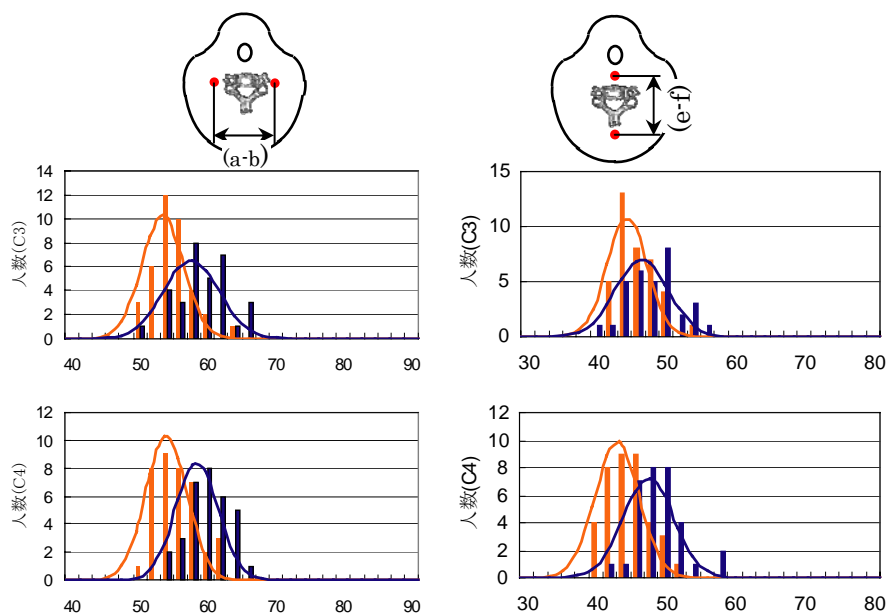


図3 頸部の寸法の男女別度数分布（一例）

### 3.3 年齢依存性

図4に代表的な例として、第4頸椎部分の左右皮膚間距離、横突起間距離の年齢依存性のグラフを示す。このグラフからは頸部寸法と年齢との特定の相関は認められない。

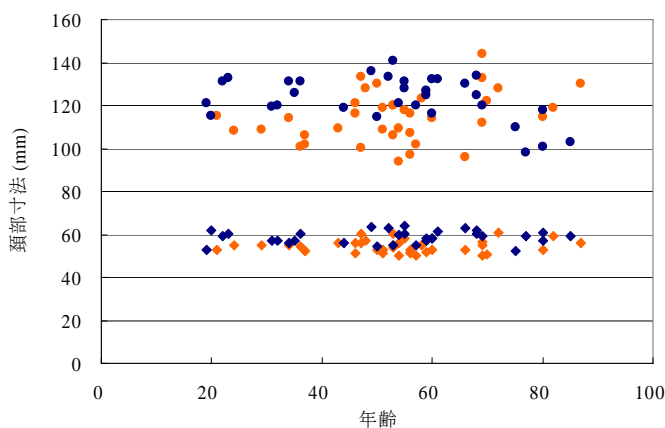


図4 第4頸椎(C4)部分の頸部寸法の年齢依存性  
 ※上段は左右皮膚間距離、下段は横突起間距離、赤は女性、青は男性

## 4. 頸部挟み込み確認試験方法の検討

男性 32 例、女性 38 例、合計 70 例の頸部の CT 画像の計測により、第 1 頸椎～第 7 頸椎のそれぞれについて、各種頸部寸法の詳細なデータを得た。そのデータを基に考察した結果を以下に示す。

- 各測定部に年齢依存性はなかった。
- 各測定部において、概ね、第 4 頸椎 (C4) あたりが最も寸法が小さい。
- 第 4 頸椎 (C4) 付近は、男女に寸法の違いがみられなかった。
- 以上のことから、データを男女別、年齢別にすることなく一緒にして考察を行った。
- 頸骨の幅は、左右幅より前後幅の方が狭い。

- 第4頸椎（C4）の a-b 間の 5%Tile は約 50mm、e-f 間の 5%Tile は約 40mm であった。



- C4 の頸骨の e-f 寸法は、約 40.0mm である。手すりの開口幅が 40mm 未満であれば、頸部が横向きの状態で、軟部を押しつぶしながら、開口部に進入した場合でも、剛体である頸骨よりは進入しない。
- C4 の頸骨の a-b 寸法は 50.8mm である。手すりの開口幅が 40mm 未満であれば、頸部が前向き状態で、開口部に進入した場合でも、剛体である頸骨よりは進入はしない。

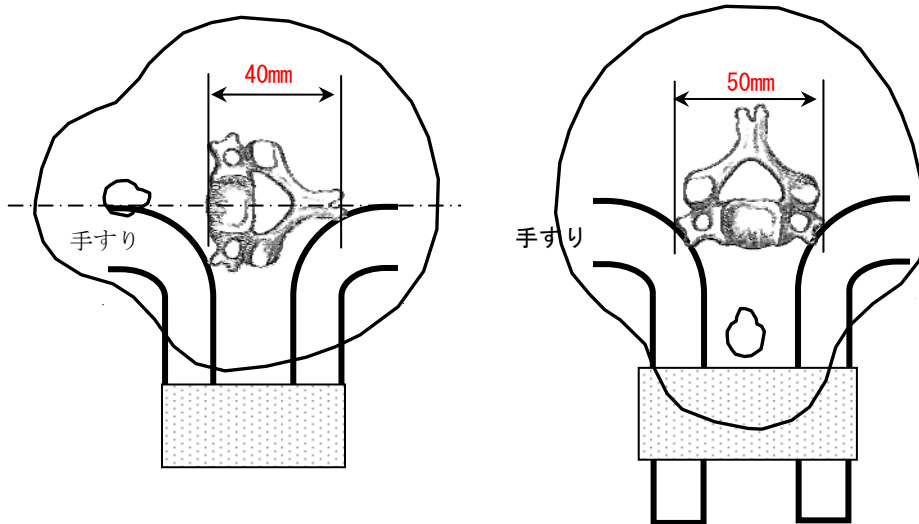


図5 頸部の開口部入り込み模式図（開口幅）

- C4 の頸骨の a-b 寸法は、約 50mm である。その半分である 25mm より深く頸部が進入した場合は、自力での脱出は困難になると考える。つまり手すりの上面からの深さが少なくとも約 20mm 未満であれば、自力で逃れられる可能性がある。

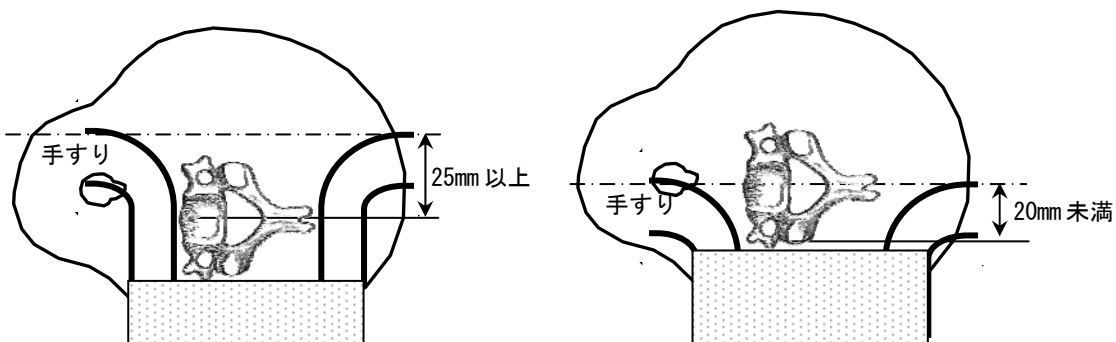


図6 頸部の開口部入り込み模式図（深さ）

- 酸素の供給が遮断された場合における神経組織の生存可能性時間は、表4のとおり。このことから、少なくとも開口部に頸部が挟み込んだ場合、8分以内には脱出できる手すりでなければならない。

表4 酸素供給遮断後の  
神経組織生存可能性時間

大脳	8分
小脳	13分
延髄	20～30分
脊髄	45～60分
交感神経系	60分

(真島英信：生理学，光文堂，1979 より)

5. d1、e1、e2 (図7参照) の押し込み荷重について

d1 のジグ押し込み荷重は、IEC/ISO60601-2-52 (CDV) では、頭部質量相当の荷重で押し込むことになっているが、実際には頭部だけ独立して挟み込むことはないため、実際に頸部が手すりにもたれかかった時の荷重値を基に規定するべきであると考えた。

高さ 220mm (サイドレースの高さを想定) の手すりに頸部を乗せたことを想定した (図8) 荷重測定を実施した。測定は、被験者の頸部にてすりに相当するジグを取り付け 0～220mmの高さまで頸部をワイヤーで吊り上げたときの荷重値を荷重計で実測した。

その結果、約 40kg の体重の方で約 108N、約 50kg で約 111N、約 60kg で約 128N、約 80kg で約 138N であり、この結果を基に直線回帰式 ( $y = 0.8029x + 75.086$ ) を求め、この式に高齢者男女の 5% タイルの体重を代入した。その結果、106～117N であり、約 120N 程度の荷重で上部開口部に試験ジグを押し込めば、小柄な高齢者の頸部が手すりにもたれかかったに相当する荷重であると考えた。

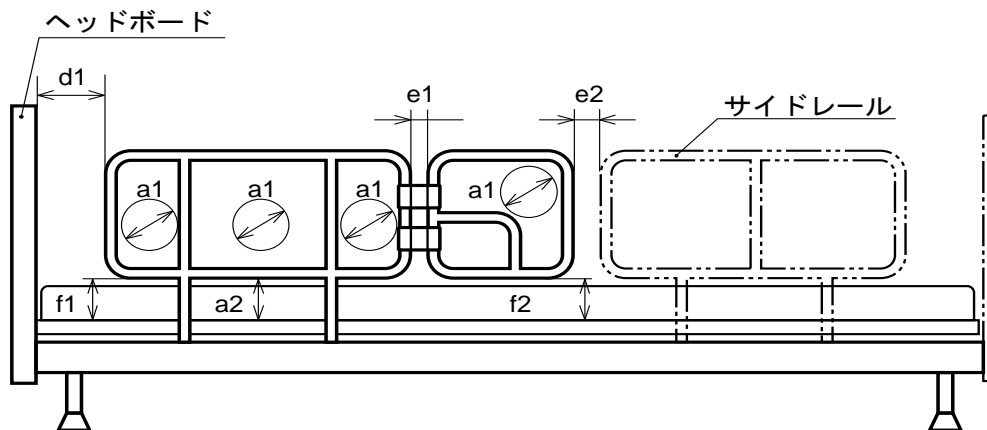


図7 挟み込み確認位置

表5 手すりもたれかかり荷重

	年齢	高齢者体重(5%タイル)	手すりもたれかかり荷重(N)
女性	70-79	38.3	106.8367
	60-69	41.78	109.72162
男性	70-79	47.43	114.40547
	60-69	51.75	117.98675

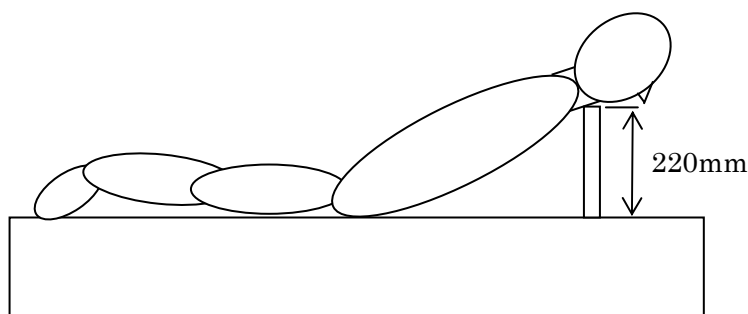


図8 手すりもたれかかり状況

6. 頸部挟み込み確認試験の提案

5. を踏まえて試験ジグ及び試験方法を提案する。

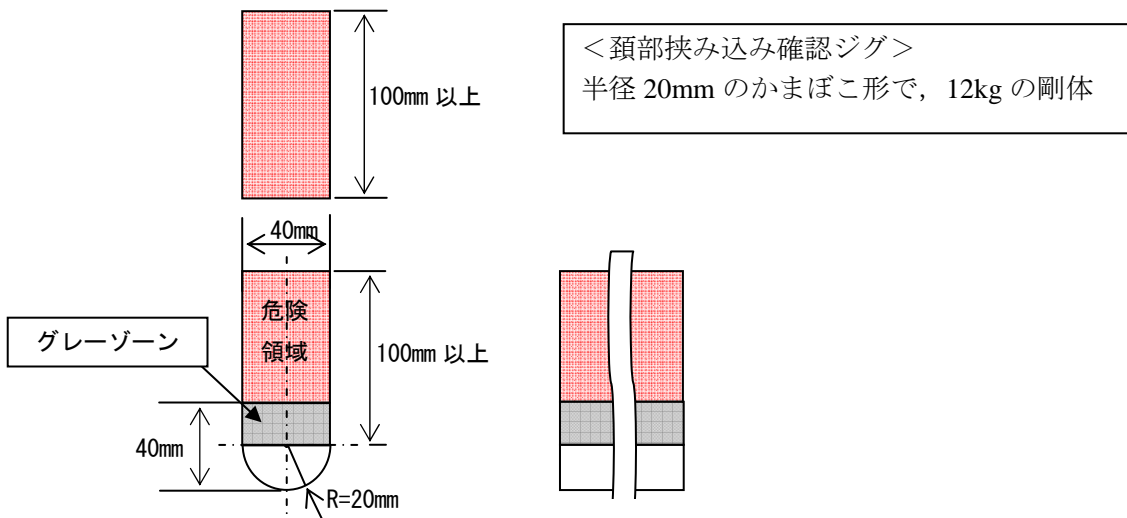


図 9 頸部挟み込み確認ジグ案

試験方法は、以下を提案する。

<試験方法>  
ジグを開口部に差し込み、5 分間放置し、ジグの先端から 20mm が入り込まないことを確認する。

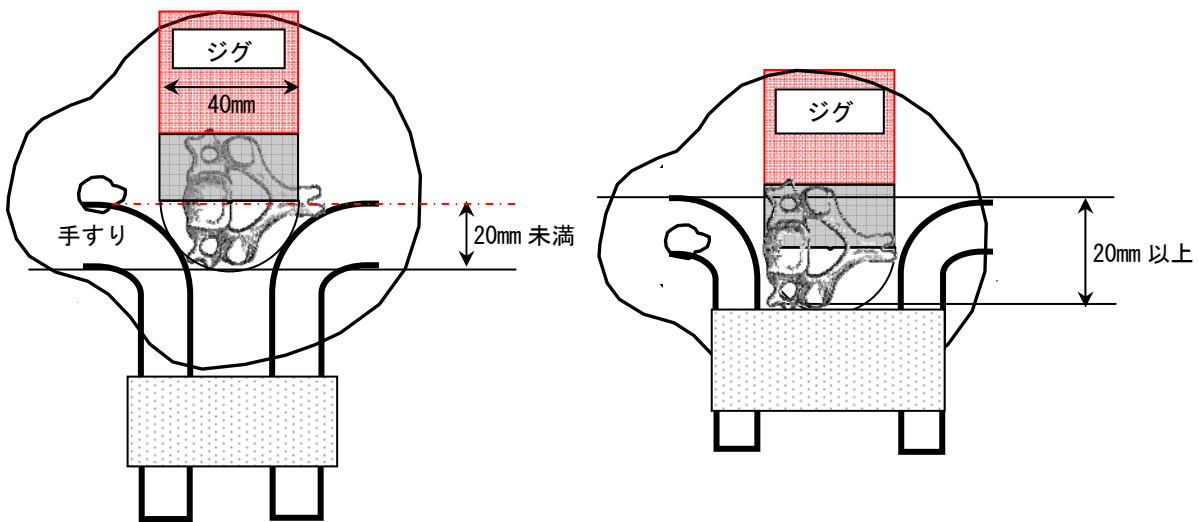


図 10 頸部挟み込み確認試験

7. 頸部挟み込み確認試験の前提条件

頸部挟み込み確認試験について、以下の事項を前提条件としている。

- ①手すりに、立位から倒れ込むケースは、開口部の有無に関係なく、頸部に致命的な衝撃力が加わることが予想される。そこで、今回の確認試験では、立位から倒れ込むケースを、検討対象から省いた。
- ②頸部挟み込み確認用ジグの寸法を検討するにあたって、頸部の軟部組織（筋肉、脂肪等）は、自重による圧迫で寸法が変化するため、軟部組織を除いた「頸骨の寸法」を検討用データとした。
- ③気道の閉塞のメカニズムについては、明確に断定することができないため、考慮していない。