

航空救助用担架の改良

野本 秀和*, 佐藤 建司**, 日高 一誠***, 山西 寿治****, 渡邊 茂男*

概 要

多様化する災害から都民の安心・安全を確保するための航空救助体制の強化を図るため、現行の航空救助用担架を改良した。

担架本体を現行の二つ折りから三つ折りにしてコンパクト化するとともに、スクープ担架との併用を可能とし、フレームの長さの調節機能、担架の吊り上げ傾斜角度の調節機能等、新たな機能を備えた航空救助用担架を試作した。

1 はじめに

現在、当庁で採用している航空救助用担架（以下「現行担架」という）は、平成9年に配置になったもので、二つ折りに畳んで航空救助員及び航空救急員（以下「救助員等」という）が背負って消防ヘリから降下できる構造となっている。しかし、中型機で活動する場合、担架を二つ折りにしたサイズでも、機内で背負うのは容易でなく、乗降口から機外へ出る際も、機内の突起物等に引っ掛からないように救助員等が細心の注意を払っているが、よりスムーズな救助活動をするためにはさらにコンパクト化を図る必要がある。

また、現行担架はフレームの長さを調節できないとともに、カラビナ等による担架の傾斜角度調節が出来ない構造である。そのため、長身の傷病者を収容して救助する場合、足がフレームからはみ出した状態で、かつ現行担架を垂直に近い角度でホイスト吊り上げすることになる。したがって安全確保は万全であっても傷病者にはいくらかの不安感を与える状況にある。

さらに、現行担架はスクープ担架を併用する山岳救助活動での使用頻度が多いことから、スクープ担架をより一層速やかにかつ確実に固定できる構造の航空救助用担架が望まれている。

2 検証概要

前1の課題を克服した航空救助用担架を実現することを目的とし、救助員等からの要望を事前に調査の上、現行担架に代わる航空救助用担架を試作するとともに、試作した担架（以下「試作担架」という）の安全性及び機能性等

について検証を行った。

3 現行担架に対する課題等

救助員等への事前調査の結果、現行担架について挙げられた主な課題及び要望は次のとおりである。

(1) 中型機内での背負い動作等の困難

中型機で救助活動を行う場合、機内での活動スペースに対して二つ折りにした現行担架のサイズは大きく、救助員等が担架を背負う動作に困難を伴う。また、現場到着するまでの間、救助員等は座席に着座することができず、折膝または正座の姿勢で搭乗している（写真1）。

さらに、救助員等がホイスト降下をするために現行担架を背負って乗降口から機外へ出る際、折り畳んだ担架の上部が乗降口上部の手掛かりに引っ掛かったり、担架の下部が機内床部に当たって障害とならないよう細心の注意を払っている（写真2）。



写真1 中型機内での背負い状況



写真2 乗降口注意箇所

(2) フレームの長さ

現行担架のフレームの長さは175cmで、長さの調節はできない。そのため、長身の傷病者を収容する場合、症状

に応じて適切な収容を行っているものの、写真3に示したとおりフットボックスのファスナーを開放してフレームの枠外へ足をはみ出させるか、膝を曲げて対処している。



写真3 フットボックス解放状況

(3) 担架傾斜角度

現行担架は吊り上げ支点位置が固定され、担架の傾斜角度が約40度で調節ができない構造となっている。このため、長身の傷病者を収容した場合、担架の重心が足側に移動し、担架は急傾斜の状態ですり上げられることになり、傷病者にいくらかの不安感を与えることになる。

(4) スクープ担架との併用

現在、当庁で採用しているスクープ担架は、傷病者の身長に合わせて4段階(165cm、177cm、189cm、202cm)の長さの調節が行える。このスクープ担架で固定された傷病者をホイストで吊り上げる場合、前(2)でも既述したように、長身の傷病者を収容する場合、現行担架ではフレームの長さの調節が行えないため、フレームからはみ出した状態でスクープ担架を固定しなければならず、ロープ等による確実に安定した固定に、細心の注意を払う必要がある。

このことから、航空救助用担架をスクープ担架に合わせて長さを調節できる構造とし、さらにスクープ担架の固定具等が備えられ、ワンタッチで確実にスクープ担架を固定することができれば、より迅速な救助が可能になるため、そのような固定具を備えた航空救助用担架が救助員等から望まれている。

(5) ベッド部の材質

現行担架はベッド部がポリエステル繊維のため、当該担架上で傷病者へ心臓マッサージを実施した場合、圧迫した力の一部がベッド部に吸収される。

このことからベッド部は心臓マッサージの圧迫により適した構造・材質が望ましい。

(6) その他の要望

前(1)から前(5)のほか、航空救助用担架の試作に先立ち救助員等から次の要望が挙げられた。

ア 担架はホイスト救助時に発生するダウンウォッシュの環境下に耐え得る十分な強度を保持しつつ、その重量は現行担架の重量(約12.5kg)と同程度におさえること。

イ 一人でも担架の設定が行えること。

ウ ベッド部は、荷重を掛けても大きく変形しないよう、十分な強度を持った板状にして、バックボード及びCPRボードとしても兼用できること。

エ PA連携時等に用いる足付き担架としても兼用できること。

オ 体格の小さい小児を担架に収容し、ベルト固定する場合、ベルトと身体が密着する面積は小さくなることから、ダウンウォッシュや振動等の影響で小児の身体が固定位置から移動してしまわないよう、大人と小児のいずれの体格であっても確実なベルト固定が可能であること。

カ 防風カバーは担架本体と一体ではなく、離脱式とすることで機内収容後の救急処置を実施しやすくすること。

キ 担架は、折り畳んで専用の収納袋に収納することで、担架の保護並びに携行が可能であること。

なお、収納袋には、毛布、ヘッドイモビライザー、その他の資器材及び傷病者の私物(バッグ、靴等)も収納できるスペースも設けること。

ク ベルト、スリング等付属品は、すべて担架から取り外し可能とし、日常の手入れ、修理を容易に行えるようにすること。

4 試作担架の概略

現行担架に対する課題と要望を踏まえて製作した試作担架の概略は次のとおりである。

(1) 使用材料及び寸法等

試作担架の使用材料を表1、寸法等を表2に、収納袋の使用材料を表3に示す。

また、試作担架及び現行担架を写真4から写真8に、試作担架とスクープ担架を併用した状態を写真9に示す。

表1 試作担架の使用材料

部位	使用材料
フレーム(足部側可動フレームを除く)	チタン
足部側可動フレーム	アルミニウム合金
ベッド部	アルミニウム合金
ヒンジ	チタン
スライドストッパー	チタン
脚	アルミニウム合金

表2 試作担架の寸法等

部位	寸法等	現行担架の寸法等 (参考)
全長 (標準)	1,780 mm	1,745 mm
全長 (足部側可動フレーム一段伸長時)	1,900 mm	
全長 (足部側可動フレーム二段伸長時)	2,020 mm	
三つ折り状態時の高さ	720 mm	907 mm
三つ折り状態時の奥行	240 mm	300 mm
フレーム幅	435 mm	510 mm
フレームのパイプ径 (足部側可動フレームを除く)	27.2 mm	35.0 mm
足部側可動フレームのパイプ径	32.0 mm	
ベッド部の厚さ	2 mm	
ヒンジ径	30 mm	
スライドストッパーのパイプ径	40 mm	
脚の厚さ	5 mm	
本体質量	12.65 kg	12.5 kg

表3 収納袋の使用材料

部位	使用材料
袋本体	ナイロン
肩バンド及び胸バンド	ポリエステル
ファスナー	ポリエステル樹脂

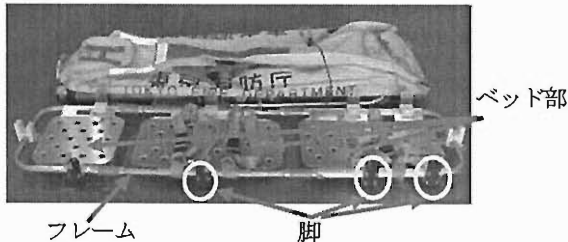


写真4 全体像 (手前：試作、奥：現行)



写真5 折り畳み正面 (左：試作、右：現行)



写真6 折り畳み側面 (左：試作、右：現行)



写真7 背負い状況正面 (左：試作、右：現行)



写真8 背負い状況側面 (左：試作、右：現行)

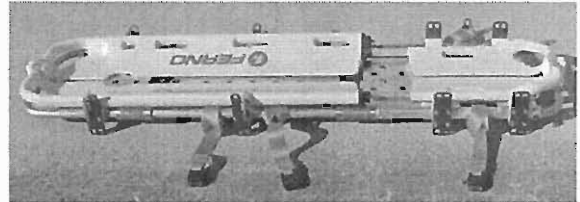


写真9 スクープ担架併用時

中型機内での試作担架の背負い状況を写真10に示す。現行担架の場合(写真1)と異なり、救助員等は座席に着座することができ、かつシートベルトの着用も可能である。さらに、ホイスト降下時において救助員等が試作担架を背負って乗降口から機外へ出る際も、背負った収納袋の上部が乗降口上部の手掛かりに引っ掛かったり、収納袋下部が機内床部に当たることはない(写真11)。このため、現行担架の場合(写真2)と比べて、乗降口付近でより安全かつスムーズに機外へ出られる。



写真10 中型機内での背負い状況



写真11 乗降口注意箇所

(2) 試作担架の構造等

試作担架本体の構造等は、次のとおりとした。
 ア 試作担架は一人で設定及び折り畳みができるよう、フレームはヒンジを用いた三つ折り構造(写真12)とし、ヒンジ部分はスライドストッパーで固定することとした(写真13)。また、スライドストッパーが固定位置から勝手に外れることのないよう、ばねの力を利用したボールプランジャー式ストッパー機構を設けた(写真14)。

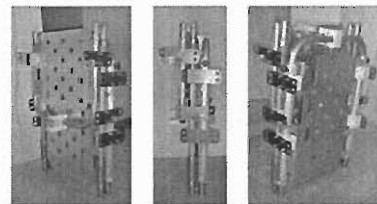
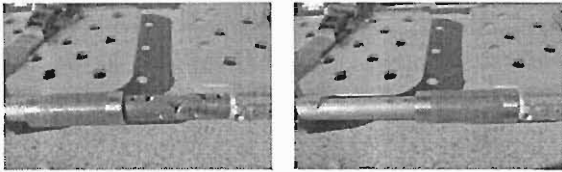
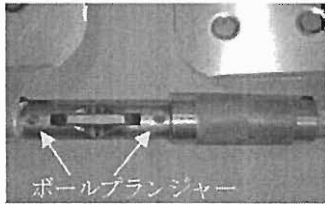


写真12 試作担架の三つ折り構造



固定前 固定後

写真13 スライドストッパー



ボールプランジャー

写真14 ボールプランジャー式ストッパー機構

イ スクーブ担架に固定された傷病者の搬送及びホイスト救助時に、スクーブ担架が試作担架から分離及びずれを防止するため、試作担架のフレーム上には、スクーブ担架を確実に固定することが可能な固定具（クランプ）を設置した（写真15）。



頭部側

足部側



クランプ設定前

クランプ設定後

写真15 スクーブ担架固定具

ウ スクーブ担架の長さ調節（177 cm、189 cm、202 cm）に合わせて試作担架の長さを三段階に調節できる構造とした。足部側のフレームに設けられたピン（インデックスプランジャー）を引き上げるとフレームを伸縮させることができ、試作担架の全長がスクーブ担架の各段階の長さになったところでピンが戻り、フレームが固定される。以後、本稿では、この伸縮できるフレーム部を足部側可動フレームと言う（写真16～19）。



写真16 第1段階 スクーブ担架 177 cm

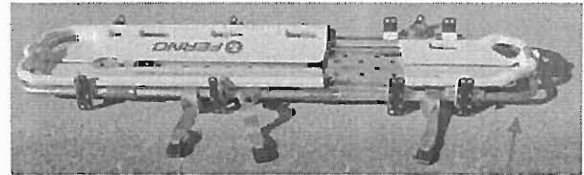
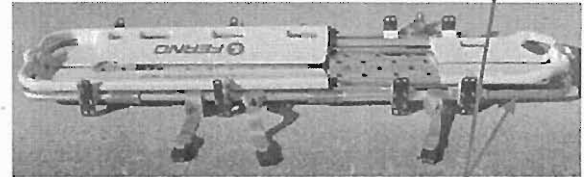
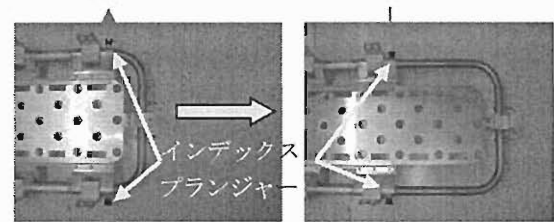


写真17 第2段階 スクーブ担架 189 cm



足部側可動フレーム

写真18 第3段階 スクーブ担架 202 cm



調節前

調節後

写真19 試作担架長さ調節状況

エ ベッド部をアルミニウム合金の板としたため、ヘッドイモビライザーを取り付けてバックボードとして兼用することが可能である（写真20）。また、CPRボードとして兼用することも可能である。



写真20 ヘッドイモビライザー設定状況

オ 体格差に対応した確実なベルト固定を行うため、大人の傷病者固定に2ピースタイプのベルトを、また、小児の傷病者固定に1ピースタイプのベルトを採用した。

なお、2ピースタイプのベルトは、ベルトの通し穴に限らず、フレームの任意の位置に直接掛けることも可能である。

カ 脚部には吊り上げ用スリング、誘導ロープ等が取り付けられるように穴を設けた。

(3) 収納袋

収納袋は三つ折りにした試作担架及び資器材等の収納・取り出しが容易に行えるよう、外周3辺にわたってファスナーを設けた。

(4) 担架吊り上げ用スリング

担架吊り上げ用スリング（以下「スリング」という）には、暫定的にナイロン製チューブ状テープを用いた。

担架の吊り上げ時における傾斜角度を現行担架よりも緩和するためスリングの長さは頭部側を700mm、足部側を760mmとした。試作担架及び現行担架の吊り上げ状況を写真21に示す。標準時の全長(1,780mm)で、カラビナ等による担架の傾斜角度調節を行わないとき、試作担架の傾斜角度は15度となり、現行担架に対して傾斜角度の緩和が図られた。

また、現行担架はカラビナ等による調整はできない構造になっているが、試作担架は傾斜角度をカラビナにより調整できる。

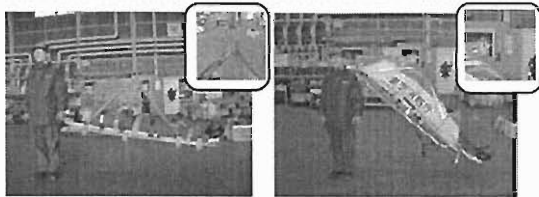


写真21 担架吊り上げ状況 (身長173cm、体重82kg)

(5) 足付き担架兼用

出場可能な状態にある中型機での出向時は、現行担架に加え、足付き担架も積載するため、航空機内床部は狭隘となる。これに対し、試作担架は足付き担架としても兼用できるため、試作担架を積載することで足付き担架を積載する必要がなくなり、床部には足を置く十分なゆとりが生まれるとともに作業スペースを確保することができる。

5 試作担架に係る各種検証

(1) フレーム強度試験

当庁で採用している救助用担架は、そのフレーム強度として、フレーム中央部分に下方向の静荷重2.0kNを加えても残留変形がないことを仕様で要求している。航空救助用担架の場合、フレーム強度にはホイスト吊り上げ時のダウンウォッシュによる荷重も考慮されなければならない。現行担架の場合でのダウンウォッシュの荷重を測定した結果は約0.7kNであった。

そこで試作担架の仕様で要求するフレーム強度を2.7kNに設定し、荷重試験機を用いて試作担架のフレームに2.7kNの荷重及び2.7kNを上回り破壊に耐えうる荷重を加え、割れ、破断を含む残留変形の有無を確認した。

ア 実施日

平成22年1月14日(木)

イ 実施場所

都立産業技術研究センター 西が丘本部

ウ 試験方法

(7) フレーム強度試験①

荷重試験機(20kN精密万能試験機: 榊島津製作所製AG-20kNX)に固定した治具の上に、脚部が支点となるように試作担架を乗せ、フレーム中央に置いた治具を介して下方向の荷重を毎分10mmの速度で2.7kNに達するまで加えた後、荷重を取り除き、フレームのほか、床板、

ヒンジ、脚、ボルト、ナット等に対して残留変形の有無を確認した(写真22)。

(イ) フレーム強度試験②

前(7)と同じ試験環境で荷重を加え続け、試作担架に割れ、破断、変形等の異常が生じる様子を確認した(写真23)。



写真22 強度試験①

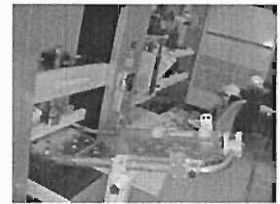


写真23 強度試験②

エ 試験結果

(7) フレーム強度試験①

試験後の試作担架の状況を写真24に示す。また、荷重一変位(たわみ)線図を図1に示す。

荷重を取り除いた後、目視で試作担架に残留変形は確認されなかった。また、図1より、静荷重2.7kNに対して試作担架のたわみ量は約33mmであった。図1の荷重一変位(たわみ)線図を見ると、荷重2.7kNまでの間では、変位は荷重にほぼ比例して増加しており、荷重は0.2%耐力に達しておらず、弾性変形に留まったと言える。



写真24 除荷後の試作担架

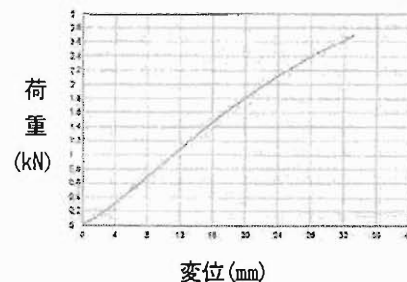


図1 フレーム強度試験①結果

(イ) フレーム強度試験②

図2に示すとおり、加え続けた荷重約4.5kNで最大となり、試作担架のたわみ量は約109mmとなった。

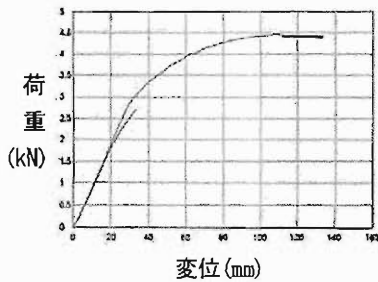


図2 フレーム強度試験②結果

試験後の試作担架の状況を写真 25 に示す。目視による観察の結果、試作担架は弾性限度を超えた荷重を受けたことにより塑性変化が生じた。しかし、割れ、破断は確認されなかった。

図2の荷重-変位（たわみ）線図において、曲線が滑らかで不連続変化が生じていないことから、試作担架に割れ、破断は生じていないと言える。



写真 25 塑性変形状況

(2) 脚-フレーム間強度試験

試作担架の脚とフレームの接続部は、接地時における傷病者及び試作担架の荷重支持のみならず、吊り上げスリングによる吊り上げ荷重にも耐えられることが要求される。そこで引張圧縮試験機を用いて脚とフレームの接続部の引張強度試験を行った。

ア 実施日

平成 22 年 1 月 26 日（火）

イ 実施場所

消防技術安全所 防火性能実験室

ウ 試験方法

試作担架頭部側の左右 2ヶ所の脚にスリングの両端を繋いでクレーンのフックに掛け、クレーンにより試作担架を吊り上げ一定の高さで固定し、足部側の左右 2ヶ所の脚にスリングの両端を引張圧縮試験機（5 k N精密万能試験機：(株)島津製作所製 AG-I 5 k NM1）の荷重が作用する部分を通して繋ぎ、当該試験機で下方向へ荷重が 3 k Nになるまで試作担架を引張った。その後、荷重を取り除き、脚とフレームとの結合部分に対して残留変形の有無を確認した（写真 26）。

なお本試験は、前(1)の試験で使用した試作担架を再使用して行った。



写真 26 脚強度試験

エ 試験結果

本試験で得られた引張荷重の時系列を図3に示す。約3分をかけて引張荷重が 3 k Nに達するまでの間、曲線は滑らかで、不連続変化は見られなかった。このことから脚とフレームとの結合部分に割れ、破断は生じていないと言える。また、目視でも割れ、破断及び変形は確認されなかった。

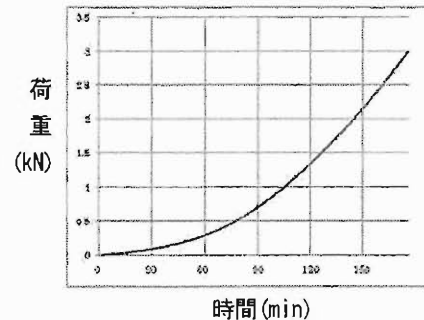


図3 脚強度試験結果

(3) 人体荷重による強度試験

前(1)及び前(2)では、フレームや脚とフレームの接続部へ局所的に荷重をかけて、それぞれ個別に強度を確かめたが、本試験ではより現実的に、人体の重量配分比に従う荷重を試作担架へかけ、特に荷重による負荷が大きいと予想される部分（フレーム中央部、スライドストッパー、ベッド部中央部）に生じるひずみを測定し、強度を確認した。

ア 実施期間

平成 22 年 2 月 1 日（月）から 2 月 4 日（木）まで

イ 実施場所

消防技術安全所 総合実験室

ウ 試験方法

試作担架は最長（2,020 mm）の状態でスクープ担架を積載せず、代表的な人体の重量配分に基づき総重量が 2 k Nとなるようにダミー及び錘をベッド部に乗せ、フレーム両端の各角部 4ヶ所を支点として 120 秒間吊り上げ、フレーム中央部、スライドストッパー、ベッド部中央部及び足部側可動フレームに生じるひずみをひずみゲージを用いて測定した（写真 27・28）。

なお、本試験における試作担架への積載荷重 2 k Nは、当庁で採用している救助用担架の仕様で要求するフレーム強度を準用したものであり、重量配分については Braun、Fisher の人体質量配分比を参考に 0.32 k N（≒32kgf）のダミーと錘の組合せにより行った。



写真 27 人体荷重試験
（ひずみゲージ設定状況）



写真 28 人体荷重試験
（吊り上げ状況）

エ 試験結果

測定結果はそれぞれ次のとおりである。

(ア) フレーム

試験の結果、測定されたひずみの最大値は $21\mu\epsilon$ であり、0.2%耐力 ($2,000\mu\epsilon$ の永久ひずみが生じる応力) 時の約1%であった。このことから、2 kNの人体荷重によってフレームに残留変形が生じることはないと言える。

(イ) スライドストッパー

試験の結果、測定されたひずみの最大値は $5.5\mu\epsilon$ であり、0.2%耐力の約0.3%であることから、残留変形が生じることはないと言える。

(ロ) ベッド部

試験の結果、測定されたひずみの最大値は $2.5\mu\epsilon$ であり、0.2%耐力の約0.1%であることから、残留変形が生じることはないと言える。

(ハ) 足部側可動フレーム

試験の結果、測定されたひずみの最大値は $7.0\mu\epsilon$ であり、0.2%耐力の約0.4%であることから、残留変形が生じることはないと言える。

(4) 航空隊員による操作性等の調査

航空隊員が実際に試作担架を活用した際の操作性、機能性、活動負担等を調査するため、航空隊による試作担架での訓練後、アンケート調査を実施した。

ア 調査対象

航空隊及び江東航空センターの航空救助員6名、航空救急員4名、整備士3名及び操縦士2名(合計15名)

イ 調査期間

平成22年2月8日(月)から3月5日(金)まで

ウ 調査内容

アンケート調査は、現行担架、試作担架の重量的負担感、降下の際の安定感、設定時の操作性、収納袋を背負った時のフィット感、作業性及び機能性等について行った。

エ 調査結果

現行担架、試作担架及び試作担架収納袋のアンケート調査結果(抜粋)は以下のとおりである。

(ア) 現行担架及び試作担架について

重量的負担感について、現行担架は「かなり負担が大きい」、「負担が大きい」と回答した割合は87%であったのに対し、試作担架については20%であった。

背負ってへりから降下時の安定感は、「安定感がある」と回答した割合は、現行担架が20%であったのに対し、試作担架は40%であった。また、「かなり不安定である」、「不安定である」と回答した割合は、現行担架が53%であったのに対し、試作担架は13%であった。

担架設定・折り畳みの操作性について「かなり操作し易い」、「操作し易い」と回答した割合は、現行担架が67%、試作担架は7%であった。また、「かなり操作しづらい」、「操作しづらい」と回答した割合は、現行担架が13%であったのに対し、試作担架は53%であった。また、現行担架に対して、展開するのは容易だが収納するのは困

難という意見があった。

フレーム長さ調節の操作性について、60%が「普通」、40%が「かなり操作しづらい」、「操作しづらい」と回答した。

(イ) 試作担架収納袋について

背負い時のフィット感は、「普通」と回答した割合が一番高く47%、次いで「悪い」が33%、「良い」が13%であった。

担架取出し・収納の作業性は、「悪い」の回答割合が53%、「普通」は40%、「良い」は7%であった。

収納資器材の整理・分別の機能性は、「かなり良い」、「良い」と回答した割合が47%、「普通」は33%、「かなり悪い」、「悪い」は20%であった。

(ロ) その他の意見等

「脚の接地面積が小さいため、機内収容時や機内を移動させる際、床面を損傷させてしまう恐れがある。」、「クランプをはじめ、担架の突起部分は、傷病者、隊員、機内の設備、開口部の角等と接触して損傷する恐れがある。全体的に突起部分を少なくした方が良い。」等が挙げられた。

6 まとめ

本検証では、現行担架に代わる航空救助用担架の試作を行った。その主な特徴は、フレームを三つ折り構造としてコンパクト化を図ったこと、スクープ担架との併用を考慮し、専用の固定具を設けたこと、担架本体の全長を三段階に調節できること、などであり、そのほかにも多くの機能を試作担架に備えることができた。

担架本体の強度については、フレーム強度試験、脚強度試験及び人体荷重による強度試験を行い、それらの結果から、明らかに強度不足である箇所はなかった。よって通常の救助活動を行う上で、試作担架に強度的な問題はないと考えられる。

航空隊員による操作性等の調査結果は、概ね良好であった。一方で、今後さらに改良が必要な課題も浮かび上がってきた。特に重要な課題としては、試作担架の脚を機内の床面を損傷しない構造とすること、クランプに代表される試作担架の突起部分を減らすこと、さらなる軽量化、収納袋の改良等が挙げられる。

Improvement of the Stretcher for Air-Rescue Services

Hidekazu NOMOTO*, Kenji SATOU**, Issei HIDAKA***, Toshiharu YAMANISHI****,
Shigeo WATANABE*

Abstract

On the request of our aviation rescue crew, we improved the stretcher currently used by the air rescue crew. This is part of our attempts to ensure the safety and security of the Tokyo residents against diversifying disasters.

We made a prototype, focusing on the following: For compactness the stretcher body is made tri-fold instead of the existing half-fold. The stretcher now can be used in combination with the scoop stretcher. It has such new functions as the adjustment of frame length and the stretcher-lifting angle.