

航空連携救助用担架に関する研究開発

Development of stretcher for helicopters

加藤 和利*
石塚 敏久**
島倉 宏明**

概 要

広域消防応援体制の確立等により、回転翼航空機による消防活動の有効性について大きな期待がよせられており、今後、更なる需要増加が見込まれている。

現在、航空連携救助用資器材として使用している担架は、既製品を暫定的に使用しているものであることから、専用担架の研究開発が強く望まれていた。

そこで、航空連携救助資器材の充実強化の一環として、航空連携救助用担架の研究開発を行い、実用試作機を制作した。

Mutual-aid system of fire departments in a wide area is established, and it is expected that demand for the use of helicopters increases further from now on.

Now, conventional stretchers are used on helicopters, and special stretchers are expected to appear for helicopter use.

We developed a stretcher for an exclusive helicopter use and produced a trial model.

1 はじめに

回転翼航空機は、離島救急、林野火災の消火、山岳救助や情報収集活動を主体として、着実な実績を挙げている。

今後、消火、救助、救急等、消防活動の広範囲な部分において、一層有効活用を図る必要があることから、専用資器材の充実強化が急務とされている。

現在、当庁航空隊が使用している救助用担架は、水難救助用として市販されているものを暫定的に活用しており、専用担架の研究開発が強く要望されていた。

本研究開発では、関係各課等の意見要望を反映した実験用担架を試作し、実験、検証、評価を行った後、更に改良を施した実用試作機を製作したもので、その概要を報告する。

2 担架の基本仕様

本担架は、当庁が保有する回転翼航空機(ドーファン)による吊り上げ救出作業を想定し、次の様な基本仕様により製作した。

(1) 当庁保有の回転翼航空機(間口:720mm、機体の幅:

1,920mm)に収容・積載できる大きさとする。

(2) 回転翼航空機特有のダウンウォッシュ(機体から下方向への強い風)から担架収容時の要救助者を保護するために、担架保護カバーを設ける。

(3) 隊員が機体から降下する際、担架を背負うことのできる構造とする。

(4) 担架の設定時間を短縮するために、ワンタッチで展開し、使用できる構造とする。

(5) 軽量化を図るために、主要フレームをアルミニウム合金製とする。

3 実験機の概要

実験機は、回転翼航空機専用の救助担架として、必要な構造、機能を装備したプロトタイプであり、製作概要は次のとおりである。(写真1参照)

(1) 担架の寸法

ア 設定状態

長さ×幅×高さ:1,824×724×860mm

イ 搬送状態

厚さ×幅×高さ: 345×724×810mm

(2) 重量

ア フレーム部:13kg

イ 総重量:16kg

*志村消防署

**第三研究室

- (3) 保護カバーは、面強度や耐劣化性を考慮し、ヨットのセール等に使用されている帆布材を活用し、担架内の気密性を確保した。
- (4) 保護カバーの4辺にはファスナーを設け、救助に係る一連作業の簡便化を図った。
- (5) 担架を折りたたむ形状は、リペリング降下時の背負搬送性や保護カバーの収納方法等を考慮し、左右から折りたたむコの字型とした。
- (6) 担架を垂下した際、収容した要救助者の頭部が常に高くなるよう支持金具を設け、支点の調整が行える構造とした。



写真1 試作した担架（実験機）

4 実験機の検証実験

(1) 検証実験の目的

回転翼航空機（ドーフアン）を用い、試作した担架の機能確認及びダウンウォッシュによる風荷重の検証を行い、問題点や改良点を抽出し、実用試作機の製作に反映させる。

(2) 検証実験項目

- ア 回転翼航空機内への担架収容、積載状況の確認
駐機状態において、ホイストによる担架吊り上げ状態からの機内収容状況及び担架の機内積載状況を確認した。
- イ ダウンウォッシュによる荷重の測定
回転翼航空機特有のダウンウォッシュによる担架全体にかかる荷重の変化を確認するために、次の設定条件により測定を実施した。（写真2 参照）
- ロ 担架は、実験機の保護カバーを完全に閉じた場合（以下、「全面カバー」という）、側面のカバーのみを使用した場合（以下、「側面カバー」という）及び既存担架の3パターンについて測定を行った。
- リ 機体の高度は約20mとし、ホバーリング状態で



写真2 ダウンウォッシュによる荷重の測定状況

行った。

- ロ 担架を地上からホイストにより吊り上げ、担架が航空機の床面を越えた時点で一旦停止後、再度ホイストにより地上まで降下させた。
 - リ ホイストと担架支点の間に荷重変換機を設定し引上げ作業中に、担架全体にかかる荷重の変化を測定した。
 - レ 担架には、約88kgのダミーを積載した。
- (3) 検証実験結果
- ア 回転翼航空機内への担架収容、積載状況の確認
 - ロ 機内積載状況は、機体に対して横積みする関係から、機体の幅と担架の長さが適当であり、良好であった。
 - リ 機内への収容状況は、担架の幅が機体の出入口よりも大きいため、不具合が見られた。
 - レ 保護カバーが担架フレームを包み込むような構造となっているため、機内に引き込む際にフレームがつかみ難く、不具合が認められた。
 - イ ダウンウォッシュによる荷重の測定
吊り上げ開始から機体側面到着、降下、着地までの荷重変化を図1に示す。

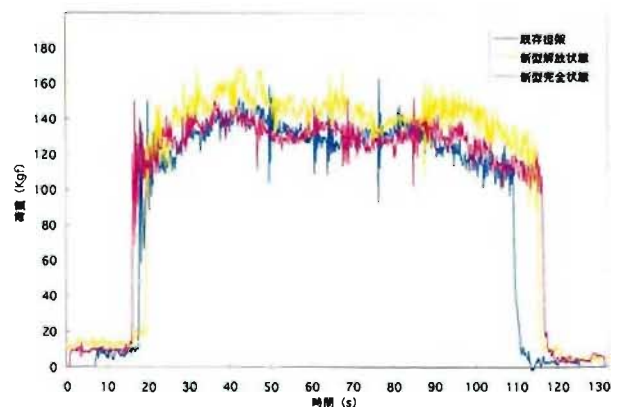


図1 ダウンウォッシュによる荷重の変化

本実験における最大荷重等を図1から読み取ると、表1のとおりとなる。

表1 担架の荷重測定結果

	既存担架	実験機 (全面カバー)	実験機 (側面カバー)
最大荷重	162kgf	151kgf	170kgf
風荷重	最大 59kgf	最大 47kgf	最大 66kgf

使用した担架の総重量は、ダミーを含めて既存担架が103kg、実験機が104kgである。

実験機の方が1kg多くなっている理由は、保護カバー等、既存の担架に無い付属品の重量が含まれているためである。

担架を地上から吊り上げ、機体の側面到達に要した時間は、各パターンとも概ね60秒であった。

(4) 実験結果からの考察

ア 回転翼航空機内への担架収容、積載状況について

(ア) 担架の形状等

実験機は、不確定要素の荷重(600kgfに設定)に対応するために、φ38～55mmのアルミ合金製のパイプを使用したために、設計寸法縦1,800mm×横700mmに対し、仕上がり寸法が縦1,824mm×横724mmと大型化してしまった。

実用試作機では、強度、材質、安全率等を勘案し、いかにパイプを細くしていくかについて検討を要する。

(イ) 担架の収容

担架の幅は、724mmとなり担架を出し入れする回転翼航空機の出入口の幅(720mm)よりも大きく、検証実験では担架を斜めに傾けて機内に収容する状況であった。

(ウ) 担架の積載

吊り上げた担架は、そのまま機内に引き入れて真横に積載する。

機内幅が1,920mmに対し、担架の長さが1,824mmであり、左右に48mmの余裕があり、積載状況は、良好であった。

イ ダウンウォッシュによる荷重について

(ア) グラフ1を見るとダウンウォッシュによる担架への影響が顕著に認められる。

(イ) 各条件の線図の凹凸は類似しているが、これはダウンウォッシュの特徴を示している。

大きく変動しているところは、担架が強い風荷重

を受けたところである。

(ウ) 既存の担架の場合、風荷重が一番大きく変動しているところは93～162kgfであり、最大瞬間荷重は、162kgfであった。

(エ) 側面カバーの場合、風荷重が一番大きく変動しているところは、106～170kgfであり最大瞬間荷重は、170kgfである。

これは、頭部及び足部を開放しているため、保護カバーが袋状になりダウンウォッシュによる風荷重を担架の中に集中したため、本実験中で最も大きい数値を記録したものである。

(オ) 全面カバーの場合、風荷重が一番大きく変動しているところは、103～151kgfであり最大瞬間荷重は、151kgfで、本実験パターンの中で、一番小さい値を示している。

(カ) 回転翼機の下概ね5～7mのところでは乱流が発生すると言われている定説があるが、グラフ1にの概ね60秒前後(機体側面到達時)を境にして左右に大きく振れている部位が認められる。

これは、吊り上げられた担架がこの乱流領域に入り、大きく振れたためと考えられ、この付近で瞬間最大荷重が記録されている。

(5) 検証実験における結論

ア 担架の大きさについては、航空救助員が担架を背負って回転翼航空機の出入口を通過し、リベリングするには見た目にも大きく、また重そうに検証された。

イ ダウンウォッシュに対して十分な強度が確認された(強度600kgfに対し最大値170kgf)。

ウ 傷病者に苦痛を与えないことを目的として、保護カバーを設けたが、既存の担架に比べ吊り上げ中の担架を安定させる効果が確認された。

エ ダウンウォッシュの影響下で担架を吊り上げる場合、ホバリング中の回転翼航空機の下、概ね5～7mのところには乱流域があり、担架が不安定となるため、現用の場合と同様に、控綱による確保という動作は安全管理面からも必要である。

オ 担架がまだ地上にある時は、カバーが張っていないので、担架の部材を握ることができるが、ホイストで吊り上げた際、カバーが張るため、機内収容時に担架の部材を握ることができないことが判明した。

5 実用試作機の製作

実験機の検証実験結果を踏まえ、次に示す改良項目を抽出した。

(1) ダウンウォッシュによる風荷重が数値化されたこと

により、今後、安全率、使用部材、構造等の再検討を行い、小型・軽量化を図る。

なお、実験による最大荷重が170kgfであったことを踏まえ、安全率を4倍(許容荷重680kgf)とし、基本設計を行う。

- (2) 折りたたんだ状態で携行に便なるよう、「こ」の字折りから「二つ」折りにしてコンパクト化を図る。
- (3) 控綱を取り付けるため、リング等を担架に施す。
- (4) 吊り上げの支点の位置を担架の中央から、頭部側に移動することで、吊り上げ中の担架を10°から20°程度傾斜させ、安定を図る。
- (5) 頭部から支点までの水平距離を回転翼航空機の出入口側面からホイストのワイヤーロープまでの水平距離以下とすることで収容性の向上を図る。
- (6) 吊り上げた担架を機内に引き込むための把手の構造について検討する。
- (7) オプションとして、フロート、ソリッド等が装着できるように構造、付属品を検討する。

6 実用試作機の概要

実験機による検証実験で、ダウンウォッシュによる最大風荷重が具体的に判明したことから、担架の構造・強度に関する再検討及び前述の改良項目に基づく基本設計を行い、製作した実用試作機の概要は、次のとおりである。(写真3参照)

- (1) 担架の寸法
 - ア 設定状態
長さ×幅×高さ：1,750×610×710mm
 - イ 搬送状態
厚さ×幅×高さ：205×610×810mm
- (2) 重量
 - ア フレーム部：11.5kg
 - イ 総重量：15kg
- (3) 保護カバーは、実験機と同様の材質を使用し、支点の位置を担架中央から担架の頭部側へ移動し、吊り上げ時の安定性を向上させた。
- (4) 担架の小型化を図るために、フレーム部材に熱処理を施し強度を上げ、使用パイプをφ22～35mmと細くした。
- (5) 保護カバー4辺のファスナー部が、設定時に露出しないように、マジックテープ式カバーを設けた。
- (6) 保護カバーの頂点部分を完全に封鎖できる構造とした。
- (7) 担架折りたたみ時の搬送性を向上させるために、担架を2つ折り機構とし、厚さを200mmとした。
- (8) 機内収容性を向上させるために、担架底面から支点

までの高さを700mmとした。

- (9) 機内引き込み時の引っ掛かりを防止するために、担架底部にソリッドを設けた。
- (10) 隊員が担架を機内に引き込む際、フレームを掴みやすくするために、保護カバー下部に隙間を設けた。
- (11) 担架内で要救助者をくるみ、救急車用ストレッチャー等への載せ替え性を向上させるために、内筒を設けた。

7 実用試作機の検証

実験機の検証実験により、担架の保護カバーが回転翼航空機特有のダウンウォッシュに有効であることが確認されたことから、担架の収容、積載状況及び実用試作機に新たに追加した内筒の使用状況について確認を行った。

(1) 担架収容状況の確認

担架吊り上げから、機内収容までの操作は、次のとおりであり、これにより収容状況を確認した。

ア 担架の頭側を機体の後方に向けた状態で、ホイストをほぼ一杯まで巻き上げる。(写真3参照)

イ 機内の隊員が担架の頭側を確保し、機体に対して垂直方向に回転させる。(写真4参照)

ウ 担架を確保した隊員とホイスト操作員が連携をとりながら、担架引き込みに合わせてホイストを緩める。(写真5参照)

(2) 担架積載状況の確認

担架を機内に積載した際の状態を確認した。(写真6参照)

(3) 内筒使用状況の確認

担架に要救助者要員を載せ、担架から内筒ごと離脱した状況を確認した。(写真7参照)

(4) 各状況確認結果

ア 収容状況の確認

機内への収容作業は、1連の動作がスムーズに行えた。

特に、支点を頭側に変更したことにより、吊り上げ時の担架が安定性が向上し、更に担架を機体側面で回転させる際に、担架が機体に触れる危険性がなくなったため、担架を外側に押し出す必要がなく、安全性、迅速性が向上した。

イ 積載状況の確認

担架の機内積載状況は、幅、長さともに良好であり、要救助者の観察等にも特に問題は無いものと思われる。

ウ 内筒の使用状況確認

担架から要救助者を降ろす際に、直接要救助者の体に触れるのではなく、内筒の把手部分を持つこと

ができるため、安全な載せ替え作業ができるとともに、航空隊員や救急隊員の腰部にかかる負担が少なくなることを確認された。

8 まとめ

今回試作した航空連携救助用担架は、今後、発展が見込まれている航空消防に大きく貢献できるものであると確信している。

今後は、より実災害に近い訓練等の機会をとらえ、更に検証等を行い、関係各課等を通して、実用化を目指すものである。



写真5 機内引き込み状況



写真3 試作した担架（実用試作機）



写真6 機内積載状況



写真4 担架吊り上げ後の旋回状況



写真7 担架内筒使用確認状況