

# EN469（欧州防火装備性能基準）適合に基づくフルハーネス型 防火服の開発

青柳 嘉宏\*，武藤 伸哉\*\*，田幸 皓和\*\*

寺屋 充彦\*\*\*，水野 守\*\*\*\*

## 概要

平成31年の労働安全衛生法の改正により、安全帯が墜落制止用器具に名称が変更され、地上より6.75mを越える高さでの使用においては、従来の胴ベルト型墜落制止用器具ではなく、フルハーネス型墜落制止用器具（以下「フルハーネス」という。）を使用することが原則となっている。

しかし、火災現場は、特異な場合として捉えられており、現在でも火災現場で使用する防火服には、胴ベルト型が採用されている。このため、火災現場における消防隊員の多くは6.75mを超える状況下でも胴ベルト型を使用している現状がある。

そこで、フルハーネスの普及を目指し、防火性能を持たせたフルハーネスと防火服が一体となった製品を東京消防庁と共に研究開発を実施した。

## 1 はじめに

開発を実施する上で、防火服にフルハーネスが普及していない課題を推察した。

フルハーネスを防火服の上から装着した場合、以下のことが考えられる。

- (1) フルハーネスを防火服の上から装着し、締め付けることで防火服の空気層が潰れ、熱防護性能が低下すること
- (2) フルハーネスと他の装備品が干渉し、胸、肩、大腿部、臀部の部分に引っかかりや摩耗により擦り減り、防火服の機械的強度が失われること
- (3) フルハーネスの性能に、火炎暴露を想定した難燃性能が必要となること

(4) フルハーネスと防火服を装着した場合の安全性を測る試験及び試験機関が、現在国内に存在しないこと

(5) 防火服とフルハーネスをそれぞれ別に装着しなければならず、着装に時間がかかり、出場するまでに遅れが生じること

以上の課題を解消するには、フルハーネスを防火服の外側から装着するのは困難であるため、フルハーネスを防火服の内部で一体化させた防火服（以下「フルハーネス一体型防火服」という。）が最適と考える。安全性を担保するため、欧州防火装備性能基準（EN469:2020）に基づいた製品を目指し、ユーザー意見を取り入れるため、東京消

\* 船山株式会社繊維機能部 \*\* 船山株式会社消防防災部 \*\*\* 安全技術課 \*\*\*\* 日野消防署

防庁の令和5年度の公募型研究において提案し採択され、共同開発として実施した。

防火服と同様、フルハーネスにも高水準の安全性能と難燃性能が求められるため、開発には、株式会社谷沢製作所に協力を要請した。

## 2 現在の墜落制止用器具の使用法と今後のフルハーネス一体型防火服における製品要求仕様について

フルハーネス一体型防火服の開発にあたり、現在使用している胴ベルト型墜落制止用器具のランヤードの使用法を東京消防庁の火災時の要救助者検索救助活動（以下「検索活動」という。）を基に調査した。検索活動における火災室への屋内進入の最小単位は、小隊長を先頭とし、後ろに検索員2名が続く3名である。小隊長は、放水担当と内部において検索員の指揮者である。検索員2名をバディと称し、写真1のとおり、検索1番員と検索2番員はランヤードで繋がれており、さらに検索2番員から出口側へ向かって、命綱のロープが繋がれており、出口の外にいる進入管理者が、このロープを管理している。進入管理者は、ロープが常に張っている状態で脱出経路を示しており、不測の事態に備えている。以上のように火災現場では、ランヤードの使用目的は、検索員の単独行動を禁止するためと互いに協力し検索活動を効率よく実施するためである。



写真1 消火活動のイメージ

一方で、高所活動における墜落制止用器具として使用する主な活動は、次のとおりである。

- (1) 火災現場における高所からの放水活動
- (2) 火災現場で逃げ遅れた者、上階に避難した者の救出において、はしご車で救出に向かう際のベランダ等からの乗り移り時の救出活動
- (3) マンションの高層階において、玄関ドアが内部より施錠された状態で中に急病人（倒れて動けない等）がいる場合の救出において、隣室ベランダからのベランダ伝いに進入する救助活動
- (4) 看板落下対応等の高所での危険排除活動

なお、火災を伴わない高所活動における救助活動、危険排除活動においては、防火服ではなく、フルハーネスを着装し活動している。

また、一般の住宅の高さにも該当する2m以上かつ6.75m未満の高所では、墜落制止用器具の使用において、落下時のショックアブソーバーの伸びを考慮すると、胴ベルト型とフルハーネスでの明確な高さの基準はないが、火災現場においても足場や手すりが無い状況下で「高所における適切な落下防止措置」と「墜落時における受傷防止措置」が必要であると考えられる。

以上より、写真2に示すように検索員同士が繋がるランヤードの用途と墜落制止用器具の両面を兼ねそそえたフルハーネス一体型防火服が条件であるといえる。

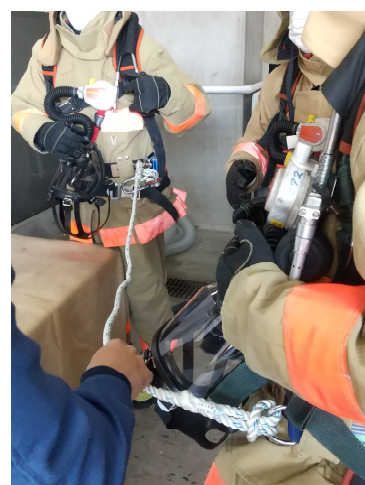


写真2 検索員同士を繋ぐランヤード

フルハーネス一体型防火服における課題としては、ランヤードを使用する場面において、ランヤードをフルハーネスの胸部に取付けられたD環（以下「胸部D環」という。）に接続する。このため、落下防止の確保を取る上では、防火服内部のフルハーネスの胸部D環を防火服の外側に出し、ランヤードと接続させる必要がある。

さらに、空気呼吸器装着時にベルト、バックル部が胸部D環に干渉し、誤操作の危険性も考えられるため、検討が必要である。

また、墜落時の耐荷重は、着用者の体重と空気呼吸器等の装備品の質量等も含めると一般的な100kgではなく、130kgとし、防火服内部でフルハーネスと内側素材の摩擦対策も必要であることを確認した。

### 3 フルハーネス一体型防火服の構成について

株式会社谷沢製作所と共にプロトタイプに向けた開発会議を実施し、防火服へのフルハーネスの取り付け方について2種類の提示を受けた。

#### (1) フルハーネスを防火服上衣にのみ内蔵

フルハーネスを写真3に示すとおり防火服上着の外布と中布の間に通し、内部で固定し、胸部D環を上着内部から開口部を通じて外側に出し、ランヤードをカラビナで繋げる仕様とした。

しかし、フルハーネスの下半身部分が防火服下衣の外側に出ることで締め付けにより防火服下衣の空気層が失われる懸念がある。



写真3 フルハーネスを上衣内部への固定状況

- (2) フルハーネスを防火服下衣の内側に内蔵  
フルハーネスを防火服下衣の内側に取付け、防火服下衣と一体化させたサスペンダー形状とした。その状況を写真4に示す。



写真4 防火服下衣のサスペンダー形状

防火服下衣へ取付けは、写真5に示すようにフルハーネスの要所を固定するためのループを防火服下衣の内側に取付けた。フルハーネスが防火服の内側にあることで空気層は潰れることはないが、装着後のフルハーネスのサイズ調整ベルトの引き締めが困難なため事前に調整しておく必要がある。

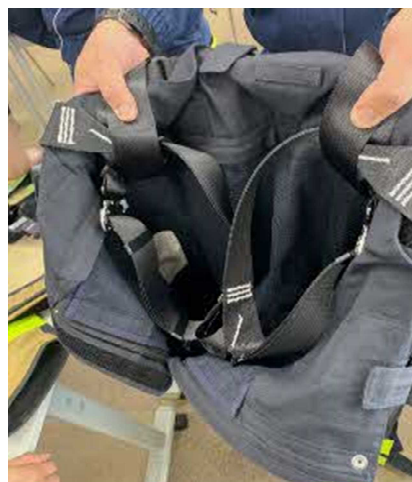


写真5 防火服下衣への固定状況

比較検討した結果、フルハーネスを防火服下衣の内側に取付け、防火服下衣と一体化したサスペンダー形状に決定した。

#### 4 フルハーネスの背面ベルト形状について

当初、フルハーネスの背面ベルト形状をH型としたが活動時にズレ落ちる可能性があること及び肩甲骨の稼働域が拡がり動きやすさも改善できることからX型を採用した。背面ベルトのH型を写真6、X型を写真7にそれぞれ示す。

フルハーネスの胸部D環の位置が体型によって異なるので、上下、左右方向に調整できる構造とした。

また、安全面を考慮し、一般的なリュックのショルダーベルトのように1動作で緩まないベルトの巻き返し構造とした。



写真6 背面ベルトH型



写真7 背面ベルトX型

フルハーネス本体はJIS規格適合製品となり、耐荷重は130kg以下、引張強度は順方向15kN以上（逆方向10kN以上）となる。フルハーネスのベルト部分は、難燃性のアラミド繊維製とした。

また、フルハーネスの装着が緩くなると墜落制止時に大きくずり上がり、身体へ負荷が加わり、防火服が破損する原因となる可能性もあるため、本製品は、写真8に示すように消防活動に支障がない程度に身体にフィットするように製作されている。胸部D環は、空気呼吸器のベルトと干渉しないよう、やや下方に下げ、身体の中心となる「みぞおち」部分に配置した。



写真8 フルハーネス装着の状況

#### 5 防火服上衣の形状について

胸部D環を通す開口部を図1で示す右前見頃の「みぞおち」部分に縦型に開口部を空け、内側から取り出した胸部D環の防火服内部への埋没防止のためタブを設けた。左前立ては、胸部D環と重なる中央辺りの位置（図1の丸で囲んだ部分）に切り込みを入れ凹ませる仕様とし、胸部D環を露出させている。ランヤードを使用しない場合、開口部への炎や熱の侵入を防ぐため、さらに1枚開口部を塞ぐフラップを設けた。

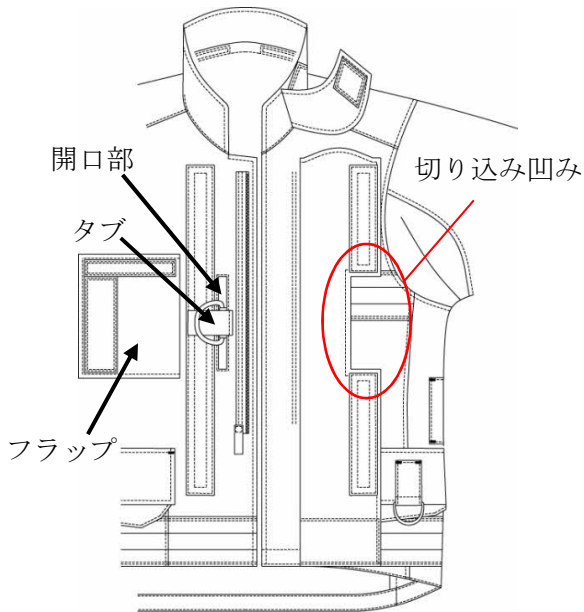


図1 前身頃のタブと左前立ての設計図面

防火服身頃のフラップの設定の手順は、図1で示した右前側の開口部からフルハーネスの胸部D環を出して埋没防止のタブで留める。身頃のチャックを閉じ、次に図2に示すとおり、左前立てを閉じ、マジックテープで固定する。さらに図3に示すとおり、右前立ての開口部フラップを閉じる。

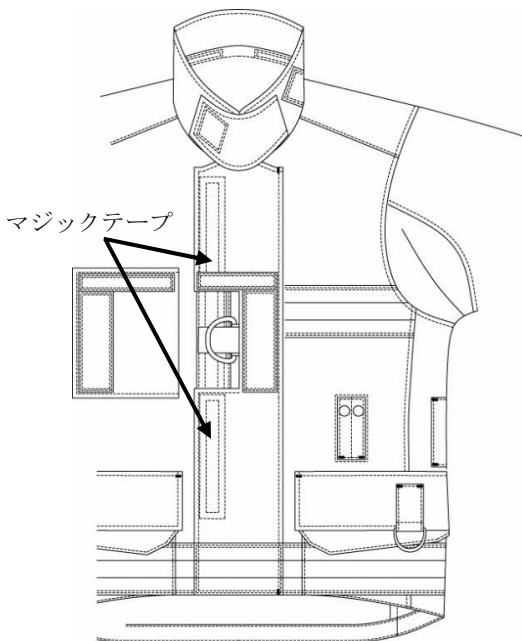


図2 左前立てを閉めた状況の設計図面

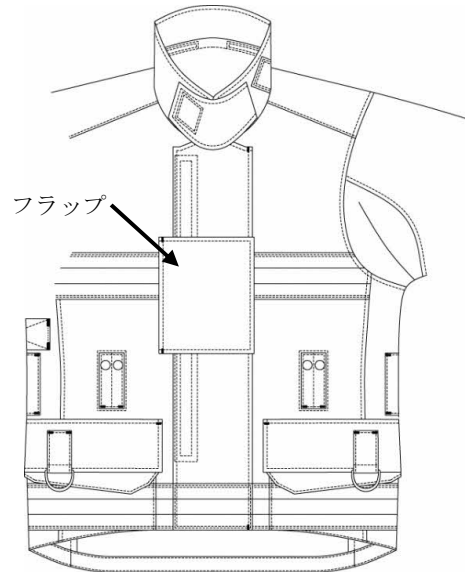


図3 開口部フラップを閉じた状態の設計図面

## 6 ランヤードについて

ランヤードは、検索活動の際に隊員同士を繋ぐ役割もあることから、ロープとして兼用可能なショックアブソーバーランヤードとし、難燃性の素材で製造されたものを採用した。写真9にランヤードの外観を示す。ランヤードの長さは、短いと検索活動において検索範囲が制限されてしまうので、落下距離を考慮した安全規格上の制限長さで最も長い1.7mに決定した。



写真9 難燃性ランヤードの外観

また、このランヤードは、全体に第一種ショックアブソーバー機能（腰より高い位置にフックを掛けて作業する場合）を有し、耐荷重は130kgで、自由落下距離4.0mの試験で1.75m以内の伸びになるように設計し、カラビナは両側異なるカラビナを取り付けた。両カラビナは、構造規

格で求められる引張強度は同程度であり、身体側と確保側とで使い分けが可能となる。

なお、東京消防庁が採用しているフルハーネスでは、足元にもフックを掛ける活動も想定されるため、第二種のショックアブソーバーが採用されている。

## 7 ファーストサンプルの完成と課題の抽出

フルハーネス一体型防火服のファーストサンプルのデザインを図4に示す。



図4 ファーストサンプルのデザイン

写真10に右前立ての開口部及びフラップ部を示す。実際に検索活動の動きで体感し、着用感、機能性について検証を実施した。



写真10 右前立ての開口部及びフラップ

防火服上衣については、活動性や使用時の問題点はなかったが、通常ランヤードは、収納状態と考えられるので、検索活動や墜落制止用器具としてランヤードを使用する際に、取り出し及び収納しやすいポケット等の工夫が必要であると判明した。防火服下衣については、着装において足を入れる際、写真11に示す大腿ベルトのループ部分が誤って足の内側に入る問題が生じた。これは、通常、消防隊の防火服下衣は、すぐに履けるように防火靴（長靴）をセットした状態であることから、セット状態が悪い、または持ち運び、移動した際の拍子にセット状態が崩れると発生する可能性があった。



写真11 防火服下衣の大腿ベルトのループ

## 8 課題解決に向けたセカンドサンプルの完成

ファーストサンプルの課題を踏まえ、修正及び追加機能を加えたセカンドサンプルを作製した。ファーストサンプルの設計デザインを図5に、外観を写真12に示す。



図5 セカンドサンプルの設計図



写真12 セカンドサンプルの外観図

防火服上衣について、ファーストサンプルの修正点として、ランヤードの取り出し及び収納が容易になるように、腰ポケットのフラップに切り込みを入れ、1つのポケットに対してフラップが2枚となる仕様とし、資器材携行ができるように補強材ループを付属した。フラップの切り込みの外観を写真13に示す。

また、ランヤードをポケット内に収容時、いざ使用する際にケブラー手袋装着等出しづらい点を配慮し、写真14に示すようにカラビナ用ループを補強材にて、左脇下（左腰ポケット上部）に設定した。フラップの切り込みとカラビナ用ループを活用した収納例を写真15に示す。本カラビナ用ループには、人間一人を支えるほどの耐荷重はなく、検索活動には使用できる想定で

はあるが、従来の胴ベルト型の墜落制止用器具のD環と同じようには、使用はできない。

胸ポケットは、写真 16 に示すように高さを変更できる脱着式の仕様とした。



写真 13 腰ポケットのフラップ外観

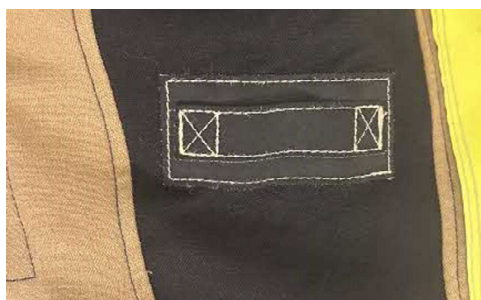


写真 14 カラビナ用ループ



写真 15 ランヤード収納例



写真 16 脱着式のポケット

なお、背面には、写真 17 で示す船山株式会社  
のオプション仕様である緊急時、倒れた隊員を  
救出する牽引救出装置（DRD：ドラッグレスキ  
ューデバイス）を追加した。



写真 17 牽引救出装置（DRD）

防火服下衣の誤って大腿ベルトのループ部分  
が足の内側に入る問題については、防火服下衣  
の内側にフルハーネスのベルトを固定するこ  
とで解消した。

## 9 セカンドサンプルにおけるアンケート調査

腕・足の可動域及び空気呼吸器との干渉や活動性において、課題抽出のため、アンケート調査を実施した。アンケートの回答には、東京消防庁の安全技術課、警防課、救助課及び装備課の17名で実施した。回答意見を表1に示す。

表1 アンケート調査における意見

<b>質問1：フルハーネス装着の動きやすさ</b>
上衣の装着は、容易で違和感はない。
足部を通す場所が分かりにくかった。 足を間違えて通すことがありスムーズとはいえない。
フルハーネスのベルトのサイズ調整が難しい。
車両から防火服を取り出し、地面に落とした時に、防火服下衣とハーネスと防火靴のセットが崩れていないか確認を要すると思う。
防火服下衣と防火靴のセット準備（フルハーネスの足を通す部分）が複雑だと感じる。
フルハーネスだけでも大変なのに、防火服と連動したら装着時間が遅くなる。
カラビナ用ループは、横ではなく、縦が良い。
<b>質問2：フルハーネスのフィット感</b>
防火服下衣のフィット感はあるが、しゃがんだ時に締まって動きづらさがある。
フルハーネスの引締ベルトは、締めた状態で着るよりも、肩にかけてから締めるようにしないと着づらいのではないかと思う。
サイズ調整が難しいと思う。フィットというか食い込む感じが嫌だった。
動きながらいい位置にくると違和感がなくなってきた。
<b>質問3：防火服とフルハーネスの整合性について</b>
着用時、大腿部のハーネスが、防火服下衣と一

緒が上がってこないため、ハーネスを固定止するループ位置をもっと高い位置に変更したほうがよい。
大きな問題はないが色々な活動との整合性を加味する必要がある。
フィット感が良いわけではないが違和感はなかった。
着心地は良かった。

<b>質問4：腕の動きやすさ</b>
呼吸器を装着し、長時間活動した際に、干渉した際には、圧迫感を感じる可能性がある。
スムーズであり、違和感はない。
動きづらさは感じなかった。

<b>質問5：足の動きやすさ</b>
締め付け感があるため、動きづらさがある。
立っているときは問題ないが、座っている際に大腿部に圧迫感を感じた。
火災現場において、長時間活動や進入時の隊員の姿勢に向かないと思う。
フルハーネスが防火服の内側にあることで股、脇等の熱がこもる部分に、さらに熱の滞留が起こる可能性があるのではないか。

<b>質問6：その他、感じたこと</b>
従来型の防火服における胴部のベルトがないため、身軽さを感じた。
ハーネスの色と防火服裏側の生地の色を変えることで、フルハーネスのねじれ発生時、発見率（気づき）が高まると考える。
吊られた際に、生地耐久性、ダメージがないか確認が必要と思われる。
脇の下に、検索ロープの取付け部（カラビナ用ループ）があるとボディ（他人）が設定しづらいのではないか。
牽引救出装置は日本では必要ない。ボンベが干

<p>渉して使いづらいため。</p>
<p>救助活動単体ではどうするのか。フルハーネスだけの使用において、検討の余地がある。</p>
<p>ポケット等色々付いているのは嬉しいが、そのせいで、自分の腰部付近が見えづらくなるので、カラビナが掛けづらくなる要因になると思う。</p>
<p>収納スペースが多くあり、使いやすかった。</p>

## 10 フルハーネスの胸部D環での吊上げ検証

アンケートの質問6「その他、感じたこと」での回答にもあったようにフルハーネスで吊られた際の防火服の状況確認をするため、落下時を想定し、防火服上衣の開口部からフルハーネスの胸部D環で足が浮かぶ程度（約10cm）吊られた状態を検証した。胸部D環で吊上げられた状況を写真18に示す。



写真18 胸部D環で吊上げた状態

胸部D環で吊られた際に、防火服の胸部も上方へ引っ張られ、防火服上衣と防火服下衣の間が開いてしまい腹部が露出してしまうことが確

認された。

胸部D環で吊られた際に、防火服の胸部が上方へ引っ張られることに関しては、落下時の衝撃を吸収するため、ある程度は仕方ない部分ではあるが、火災現場での使用を考慮すると腹部が露出することについては、検討する必要がある。

また、吊られた際に防火服上衣が引っ張られるため、防火服内部の生地への耐久性において、検討する必要がある。

## 11 おわりに

セカンドサンプルのアンケート結果から着装までの遅延改善、運動性能の低下防止、大腿部等への圧迫感の軽減及び防火服内側でハーネスと擦れが生じる部分の補強等、修正点は多く挙げられた。

しかし、難燃性を持ったフルハーネスと防火服の組み合わせにより、耐炎・耐熱性能を有したフルハーネス一体型防火服の開発が出来たことは、従来の胴ベルト型の墜落静止用器具の一択の選択肢しかなかった従来防火服において、新たな安全製品を示すことができた。

今後の展望として、フルハーネス一体型防火服の欧州防火装備性能基準（EN469:2020）の取得を目指す。さらに製品のグレードアップを図るため、株式会社谷沢製作所と共にフルハーネス単体でのEN規格適合品を共同開発し、防火服とフルハーネスの双方で欧州防火装備性能基準適合を目指す製品開発を進めていく。

## 12 謝辞

本研究の実施にあたり、株式会社谷沢製作所の営業部藤尾様ならびに開発部開発課の馬島様、根本様、小澤様より多くの貴重なご意見を頂いたことをここに深く感謝申し上げます。