

第2章 個人防火装備の性能等

第1 防火服に求められる性能等

1 防火服の現状の性能等

(1) 防火服の構造

ア 日本の防火服の一般的な構造は、表地（最外層）、透湿防水層（中間層）、断熱層（最内層）で構成されている（図2-1参照）。

イ 表地は、耐炎性、耐熱性、機械的強度等が要求され、主にアラミド繊維、PBO繊維（ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール）等が使われている。アラミド繊維は、メタ系アラミドとパラ系アラミドに分類され、メタ系アラミドは耐炎性及び耐熱性に優れ、パラ系アラミドは強度及び弾性に優れる。各繊維には長所短所があり、混紡して使われることが多い。

また、生地には織地と編地とがあり、織地は引裂き等に対する強度が強い、編地は伸縮性がある等の特徴がある。さらに、表地にアルミを蒸着させ、外層で防水性及び熱反射性を持たせるものもある。

ウ 透湿防水層は、耐水性及び透湿性が要求され、耐水性と透湿性のあるPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、PU（ポリウレタン）等の被膜を貼り付けた生地が使われている。

エ 断熱層は、表地と同様の素材が使用されている。防火服の断熱性は、主に断熱層の空気層により大きく左右されるため、断熱層を形成するには空気層を多くつくることが重要である。主な構造としては、①主にアラミドの不織布を重ね合わせ空気層を形成するもの、②アラミドの生地に極太の糸をストライプ状に配し空気層を形成するもの、③蜂巢織のような凹凸を付けて空気層を形成するもの等がある。

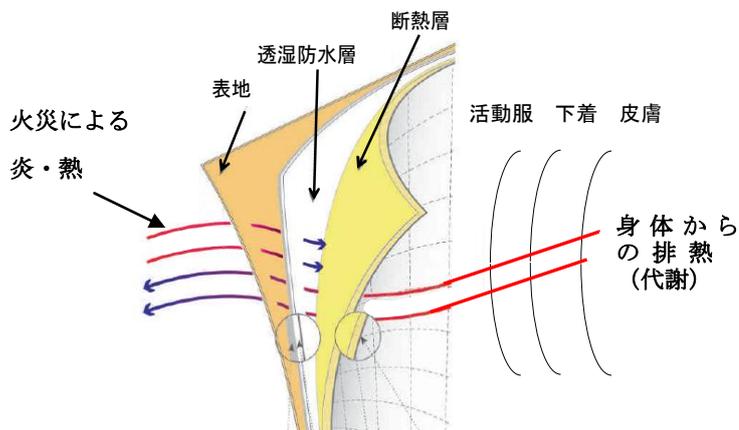


図 2-1 防火服の構造例

(2) 防火服に使用されている主な繊維の特徴

ア メタ系アラミド繊維

耐炎性及び耐熱性に優れている繊維の一つである。

耐炎性の面では、引火点が約 600℃と高く、高温においては炭化する性質を持っている。耐熱性の面では、熱分解開始温度が約 400℃と高く、高温においても機械的特性を失うことなく、長時間の熱劣化が少ない。

パラ系アラミド繊維と比較すると、染色堅牢度が高く、紫外線による強度劣化が緩やかである。

イ パラ系アラミド繊維

耐炎性及び耐熱性に優れている繊維の一つで、メタ系アラミド繊維より高強度、高弾性という特徴があり、熱分解開始温度が約 500℃と高く、分解温度に達すると炭化する性質を持っている。高温下においても機械的特性は、ほぼ失わない。

メタ系アラミド繊維と比較すると、切創性が高く、熱収縮耐性が強い特徴を持っている。ただし、染色堅牢度が低く、特に紫外線による強度劣化が早い。

また、繊維としてメタ系アラミド繊維より硬い特性を有する。

ウ PBO 繊維

パラ系アラミド繊維の 2 倍の強度と弾性を持ち、単位面積あたりの強度及び弾性率でも鉄を上回り、有機繊維の中で最も強い繊維である。

また、耐炎性及び耐熱性においても、有機繊維の中で最高レベルであるが、紫外線による強度劣化が早い、高湿度下で強度劣化が起きる、染色ができないなどの特性を有する。

(3) 防火服に求められる性能等

防火服に求められる主な性能については、①耐炎性、耐熱性等の耐炎・耐熱性能、②引張抵抗、引裂抵抗等の機械的強度性能、③液体化学薬品浸透性等の耐化学薬品性能、④全熱損失、生地質量等の快適性能及び運動性能、⑤耐水性、帯電性その他の性能である(図2-2参照)。

ISO 11613:1999 や財団法人日本防災協会(以下「日本防災協会」という。)の防災製品性能試験基準(以下「日本防災協会基準」という。)の中では、性能基準としてそれぞれ必要な機能及び性能が示されているが、特に注意が必要なのは、耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能と透湿性、通気性、柔軟性等の快適性能及び運動性能とは、相反する性能とされており、炎や熱に対する防護性能を高めるために防火服の積層を厚くすると、重量が重くなるとともに透湿性及び通気性が悪くなり、一方で快適性能及び運動性能を高めるために積層を薄くすると、炎や熱に対する防護性能が悪くなると言われている。

このことから、より炎や熱に対する防護性能が高く、かつ高い快適性能及び運動性能を得られるような薄くて軽い防火服の開発が望まれている。

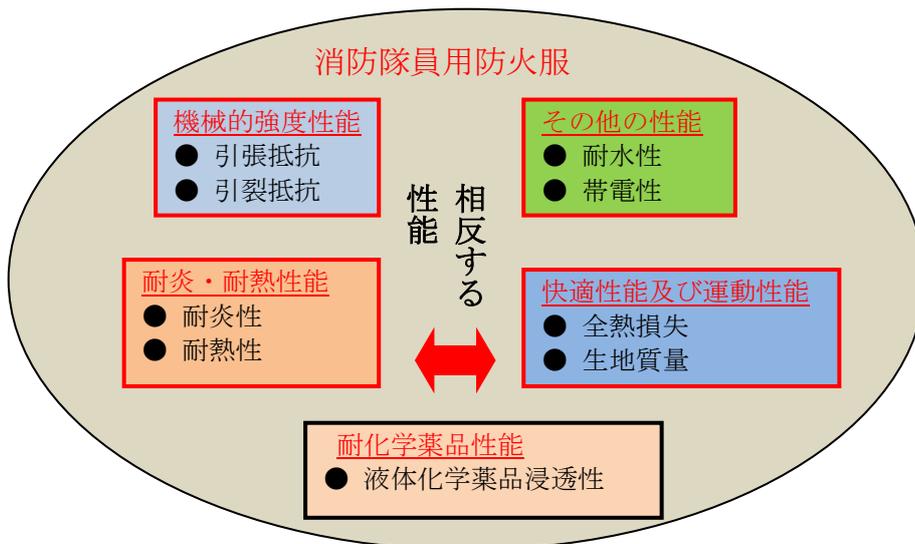


図 2-2 防火服に求められる性能等

2 ISO 規格

現在、防火服の ISO 規格については、ISO 11613:1999（消防隊員用防火服）、ISO 15538:2001（反射性表地を持つ消防隊員用防火服）及び ISO 15384:2003（原野火災時の消防隊員用防火服）が規格化されている。

ISO 11613:1999 については、消防士が消火活動で屋内進入時に使用する防火服の性能と試験方法を定めている。この中には、タイプの異なる 2つの基準（アプローチ A とアプローチ B）があり、アプローチ A は欧州統一規格（EN）を基に熱防護性に加え、一定程度の機能性や快適性を考慮して設計され、アプローチ B は米国防火協会規格（NFPA）を基に熱防護性を重視して設計されている。それぞれ図 2-3 に示す特徴がある。

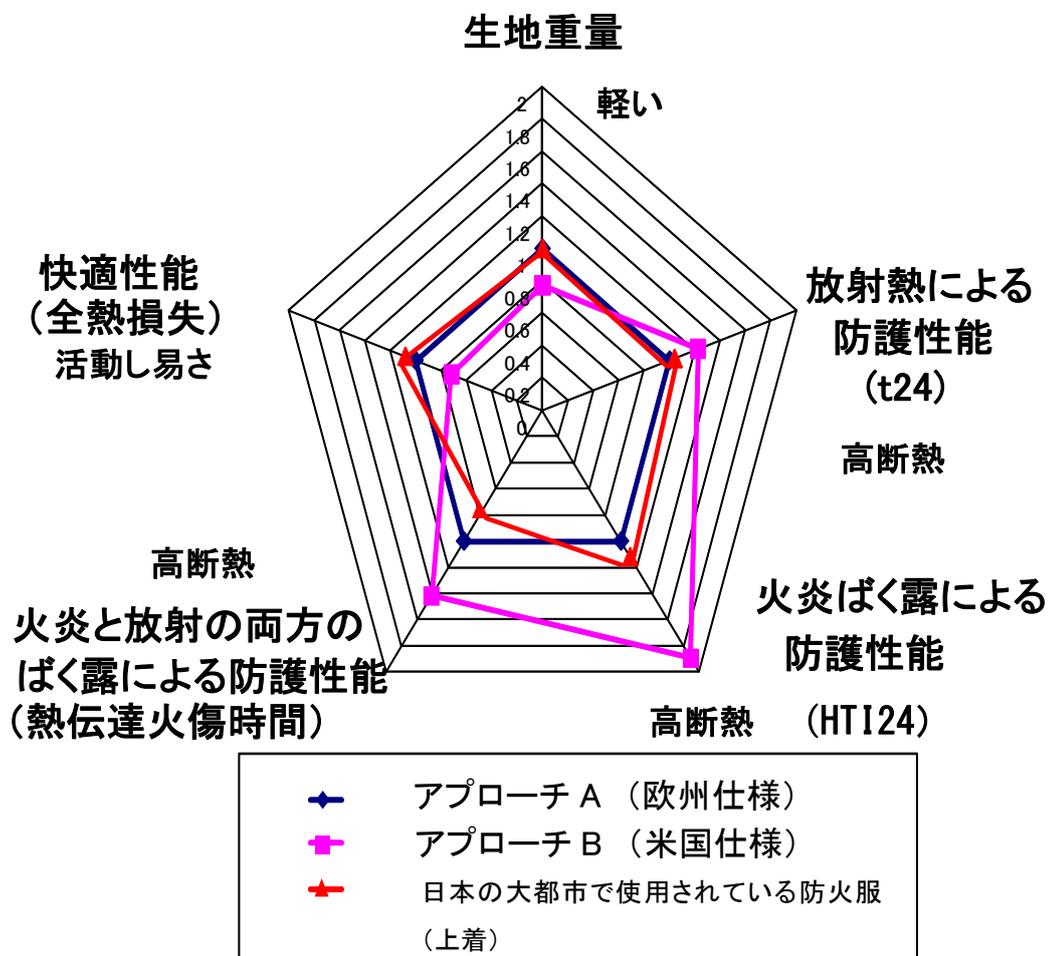


図 2-3 防火服の比較チャート

「次世代防火服の開発に関する研究報告書(3)」

財団法人日本防災協会（平成 19 年 3 月）から抜粋

3 日本防災協会基準

日本防災協会に設けられている防災製品認定委員会が、自主認定基準として日本防災協会基準を定めており、同協会が認定業務を実施している。

日本防災協会基準は、ISO 11613:1999 の定めるアプローチ A を基に、国内の消防事情等を勘案し、防火服の性能基準を規定している。

この性能基準については、平成 14 年から「防火服性能基準検討委員会」及びその部会である「ISO 防火服研究会」において検討され、平成 15 年に制定された（ISO 11613:1999 アプローチ A との性能の比較は、表 2-1 のとおり。）。

また、日本防災協会基準で定める独自の性能は、次のとおりである。

(1) 機械的性能

消防活動現場において防火服が破れた事例があったことから、経年劣化を見越して、放射熱ばく露前後の引張強さ及び引裂強さについて、高い性能を要求している。

(2) 耐水性能

一過性の撥水剤を多量塗布したものは、表面湿潤性（撥水性）試験に合格する場合があるため、洗濯処理後に耐水度試験を行うこととしている。

(3) 静電気帯電防止性能

引火性蒸気（ガスを含む。）が存在する環境下で消防活動をする場合を考慮し、静電気による着火危険を防止するため、帯電性試験を必須項目としている。

表 2-1 ISO 11613:1999 アプローチ A との性能の比較表

事項		ISO 11613:1999 アプローチ A	日本防災協会基準
耐炎・耐熱 性能	耐炎性	ISO 15025	ISO 15025
	熱伝達性 (火炎ばく露)	ISO 9151	ISO 9151
	熱伝達性 (放射熱ばく露)	ISO 6942	ISO 6942
	耐熱性	ISO 17493	ISO 17493
機械的強度 性能	放射熱ばく露前後の引張 強さ	ISO 5081 生地表 \geq 450N	ISO 5081 (*) 生地表 \geq 1,200N 銀面 \geq 450N
	引裂強さ	ISO 4674 A2 法: 生地表 \geq 25N	ISO 4674 (*) A2 法: 生地表 \geq 100N A1 法: 銀面 \geq 50N
耐化学薬品 性能	液体化学薬品浸透性	ISO 6530	ISO 6530
防水性能	表面湿潤性	ISO 4920	ISO 4920 スプレー法
	耐水性 (透湿防水層等)	ISO 811 任意試験	JIS L 1092 B 法 (*) 洗濯 20 回
静電気帯電 防止性能	帯電性	基準なし	JIS L 1094 (*) $\leq 7 \mu C/m^2$
その他	洗濯収縮性 (生地表)	ISO 5077	ISO 5077

*については、日本防災協会基準で定める独自の性能を示す。

4 防火服に求められる性能

(1) 基本的な考え方

日本防災協会基準については、一定の期間をかけ専門的な委員会（「防火服性能基準検討委員会」及びその部会である「ISO 防火服研究会」）にて検討されたものであり、一定の合理性のある基準と評価することができる。また、各消防本部における認識も高く、現在の日本の標準的な防火服の基準に位置付けられるものである。このことから、ガイドラインについては、日本防災協会基準及び ISO 規格を基礎とし、使用者（消防本部）の状況を考慮しながら、消防活動を実施するうえで必要な耐熱性等の一定の性能を示す。

(2) 防火服の構成等

ア このガイドラインの対象とする防火服は、原則として上衣とズボンで構成された上・下型（セパレート型）とする。

これは、日本防災協会基準に定められており、ISO 11613:1999に規定されている防火服の3つのタイプ（ワンピース型、上・下型、その他）のうちの1つでもある。

イ 防火服は、より安全性の高いものとするため、5以降で示す性能を満たすとともに、防火服単体（防火服の下に着用する活動服を含まない。）で性能試験に合格するものとする。

ただし、ズボンについては、活動服を複合層に含めて性能試験をすることを可能とする。この理由としては、日本防災協会基準においても同様に規定されていること及び消防隊員が防火服を着用するときは必ず活動服のズボンを着用していることから、活動服の耐熱性を考慮することができるためである。

なお、ISO 11613:1999では、下半身部分に限定的保護範囲を認めており、熱伝達性能は製造者と消防本部で協議し、決定することとしている。

ウ 防火服の前あきの部分には、ファスナー等を取り付け、そのファスナーを被うことができるものとし、完全な耐熱性を確保できる構造とする。

これは、ISO 11613:1999においても同様に規定されており、より炎や熱から隊員を保護し、安全性を確保するために必要である。

エ 防火服には、視認性を高めるための幅5cm以上の反射材を取り付けるものとする。

消防隊員は、濃煙内や夜間の道路など、危険な状況での活動が多いことから、活動中の隊員の安全を確保するために、視認性を確保することが重要である。取付方法については、ISO 11613:1999と同様に上衣及びズボンに取り付けるものとする。

オ 上衣の袖には、リストレットを取り付ける等手首を保護する加工を施す。これは、ISO 11613:1999においても同様に規定されており、手首部からの炎や熱の進入を防ぎ、手首の熱傷を防ぐためのもので

あり、同時に消火用水の進入を防ぐものである。

カ 上衣の襟は、上衣に準ずる複合層を持った前面で閉鎖できる構造とする。

これは、ISO 11613:1999においても同様に規定されており、頸部からの炎や熱の進入を防ぎ、熱傷を防ぐためのものである。

5 耐炎・耐熱性能

(1) 耐炎性試験

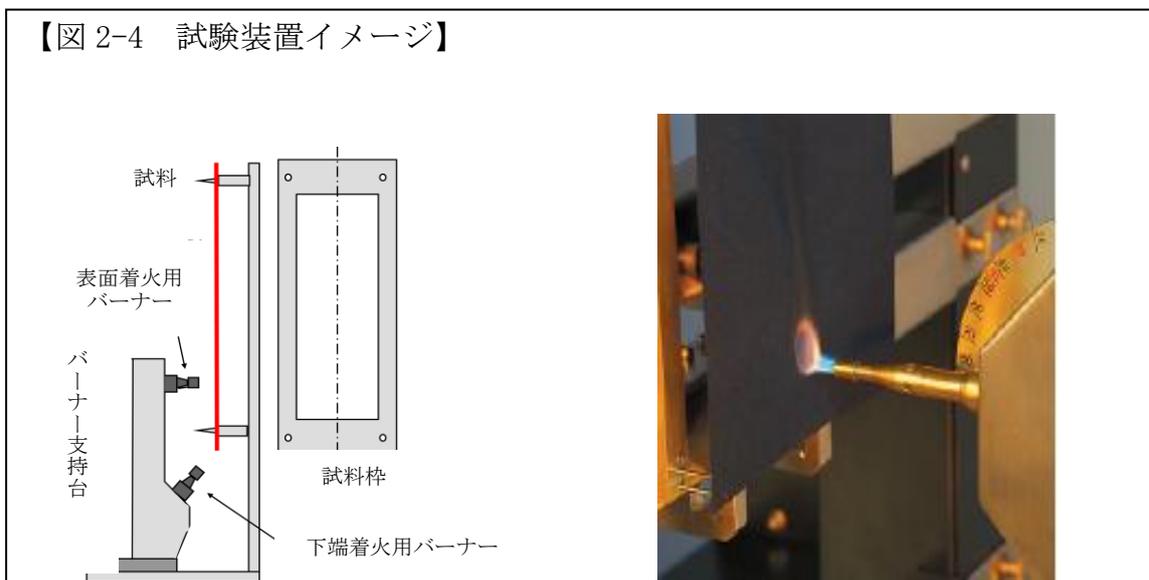
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐炎性試験は、防火服の燃えにくさを測定するための試験である。
- ・消防隊員が火災現場で火炎に触れた場合でも防火服に着火せず、また、仮に防火服に着火した場合でも、防火服全体に燃え広がらないことが必要のため、防火服の耐炎性について評価する。
- ・日本防災協会基準では、本試験が必須事項であり、ISO 11613:1999のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-4 参照）

- ・ISO 15025:2000 A 法(表面着火)又は JIS T 8022:2006 (表面着火)に従って行う。
- ・防火服を構成する全ての生地を重ね合わせた試験片を鉛直に張り、外層からバーナーの火炎を 10 秒間当てる。火炎を消した後に残る炎(残炎)及びじん(残じん)が消えるまでの時間を計測する。

【図 2-4 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

- ・試験片の最上部又は左右いずれかの端部に火炎が伝わらないこと。
- ・全ての層に貫通した穴が開かないこと。
- ・着火、熔融、滴下のいずれもしないこと。
- ・残炎時間の平均値は、2秒以下であること。
- ・残じん時間の平均値は、2秒以下であること。

(2) 熱伝達性試験（火炎ばく露）

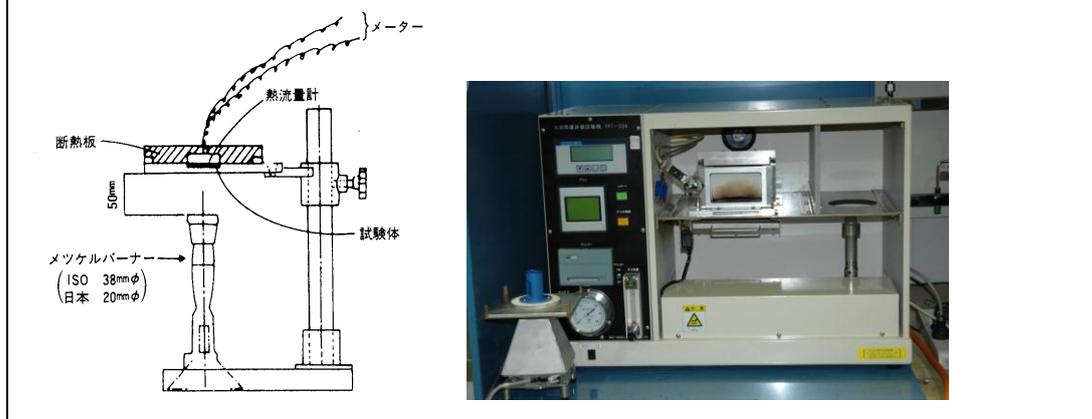
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性試験は、防火服が火炎に短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・消防隊員が火炎に短時間にばく露されたときに、高熱の環境から退去するまでの時間を確保できるように断熱性を評価するものである。
- ・日本防火協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-5 参照）

- ・ISO 9151:1995 又は JIS T 8021:2005 に従って行う。
- ・防火服を構成する全ての生地を重ね合わせた試験片の表面に、火炎により一定熱量（80kW/m²）を与え、試験片の裏面に取り付けられたカロリーメーターにて、熱伝達指数、HTI（Heat Transfer Index）24（人間の皮膚の表面温度は平均 32℃という前提を基に、皮膚表面温度が 24℃上昇し、56℃になり、熱により皮膚に水ぶくれ（Ⅱ度熱傷）を生じる温度に達する時間をいう。以下同じ。）及び HTI12（皮膚表面温度が 12℃上昇し、44℃になり、熱による皮膚の痛みを感じる温度に達する時間をいう。以下同じ。）を捉え、材料の断熱性を評価する。

【図 2-5 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

- ・熱伝達指数 HTI24 の平均値は、13 秒以上であること。
- ・熱伝達指数 HTI24 と HTI12 の差の平均値が、4 秒以上であること。

(3) 熱伝達性試験（放射熱ばく露）

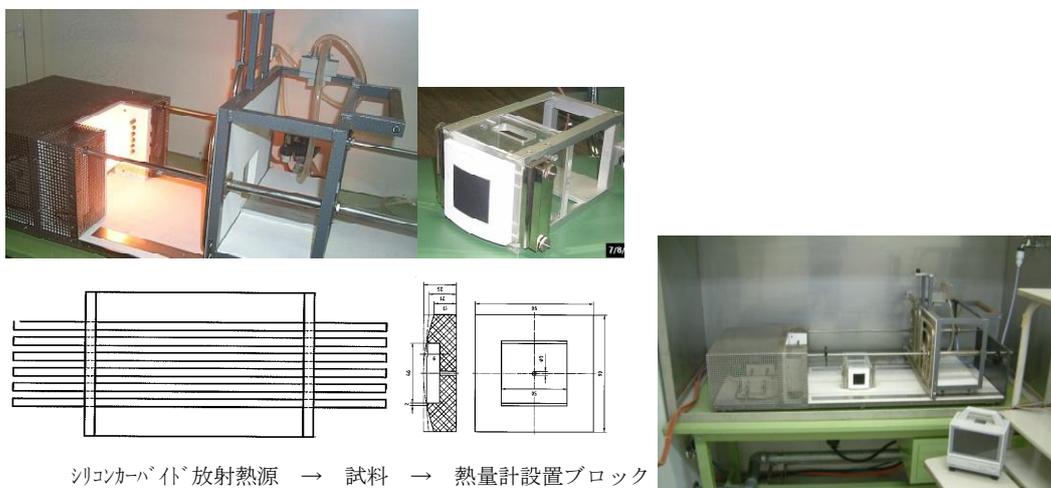
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性試験は、防火服が火炎からの放射熱に短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・消防隊員が、火炎からの放射熱に短時間にばく露された場合、高熱の環境から退去するまでの時間を確保できるように断熱性を評価する。
- ・日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-6 参照）

- ・ISO 6942:2002 B 法又は JIS T 8020:2005 に従って行う。
- ・防火服を構成する全ての生地を重ね合わせた試験片の表面に、放射熱により一定熱量 (40kW/m^2) を与え、試験片の裏面に取り付けられたカロリーメーターにて、放射熱伝達指数 RHTI (Radiant Heat Transfer Index) 24 及び RHTI12（試験開始より 24°C 及び 12°C 上昇するまでの時間（秒）をいう。以下同じ。）並びに平均熱透過率（試料表面から裏面に伝わった熱の割合をいう。以下同じ。）を捉え、材料の断熱性を評価する。

【図 2-6 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

- ・放射熱伝達指数 RHTI24 の平均値は、18 秒以上であること。
- ・放射熱伝達指数 RHTI24 と RHTI12 の差の平均値は、4 秒以上であること。
- ・平均熱透過率の平均値は、50%以下であること。

(4) 火炎と放射熱の両方に対する防護性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

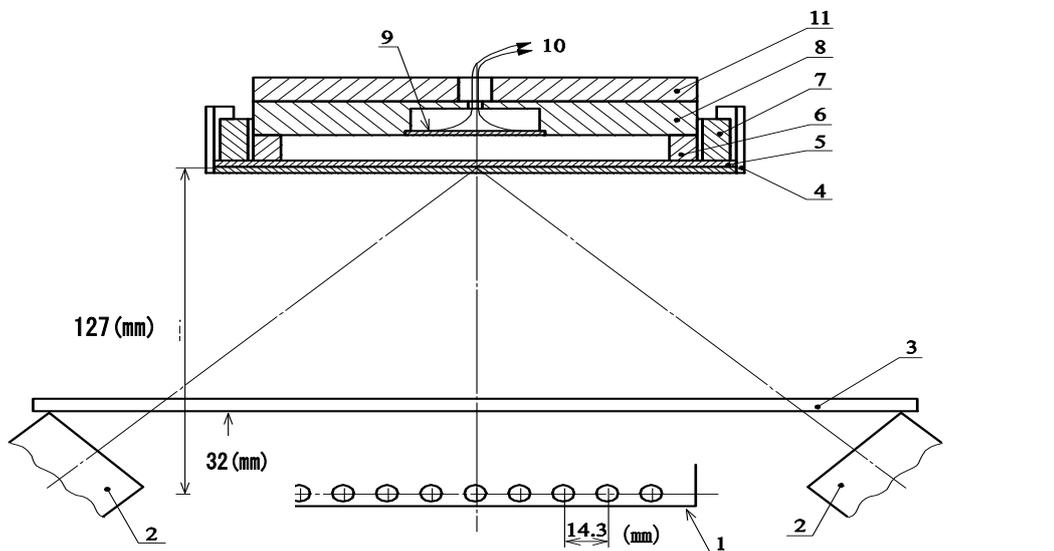
- ・火炎と放射熱の両方に対する防護性試験は、防火服が火災からの炎と放射熱に、短時間、ばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・日本防災協会基準では、炎と放射熱に対する断熱性試験を個々に試験しているが、ガイドラインでは ISO の試験基準に基づき炎と放射熱に対する試験を同時に実施することを可能とする。
- ・ISO/DIS 11613.4 でこの試験基準が提案されていることから、要求事項として取り入れるものとする。また、熱しきい値指数（第Ⅱ度熱傷を引き起こすのに十分な総熱量（単位： $\text{kW} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ ）をいう。以下同じ。）TTI（Thermal Threshold Index） $\geq 1,050$ は、そのなかでアプローチ A の評価値としている数値であるため、この値を採用する。

なお、熱伝達性試験（火炎ばく露）及び熱伝達性試験（放射熱ばく露）の双方を実施した場合は、本試験を実施する必要はない。

イ 試験方法（図 2-7 参照）

- ・ ISO 17492:2003 又は JIS T 8024:2009 に従って行う。
- ・ 防火服を構成する全ての生地を重ね合わせた試験片の表面から、火炎と放射熱による一定熱量（80kW/m²）を与え、試験片の裏面に取り付けたカロリメーターにて、TTI を捉え、材料の断熱性を評価する。
- ・ TTI は、熱量（80kW/m²）と熱伝達曲線及び第Ⅱ度熱傷予測曲線の交点から算出される熱伝達時間（秒）との積で表される。

【図 2-7 試験装置イメージ】



- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1 放射熱源 | 7 試験片保持板 |
| 2 メッセル又はフィッシャーバーナ | 8 センサ部 |
| 3 水冷式シャッター | 9 銅熱量計 |
| 4 試験片取付板 | 10 熱電対（記録計又はコンピュータにつながる。） |
| 5 試験片 | 11 荷重 |
| 6 スペーサ（使用する場合） | |

注記 試験片支持台は記載していない。



ウ 求められる性能

TTI は、1,050 J / m²以上であること。

(5) 耐熱性試験

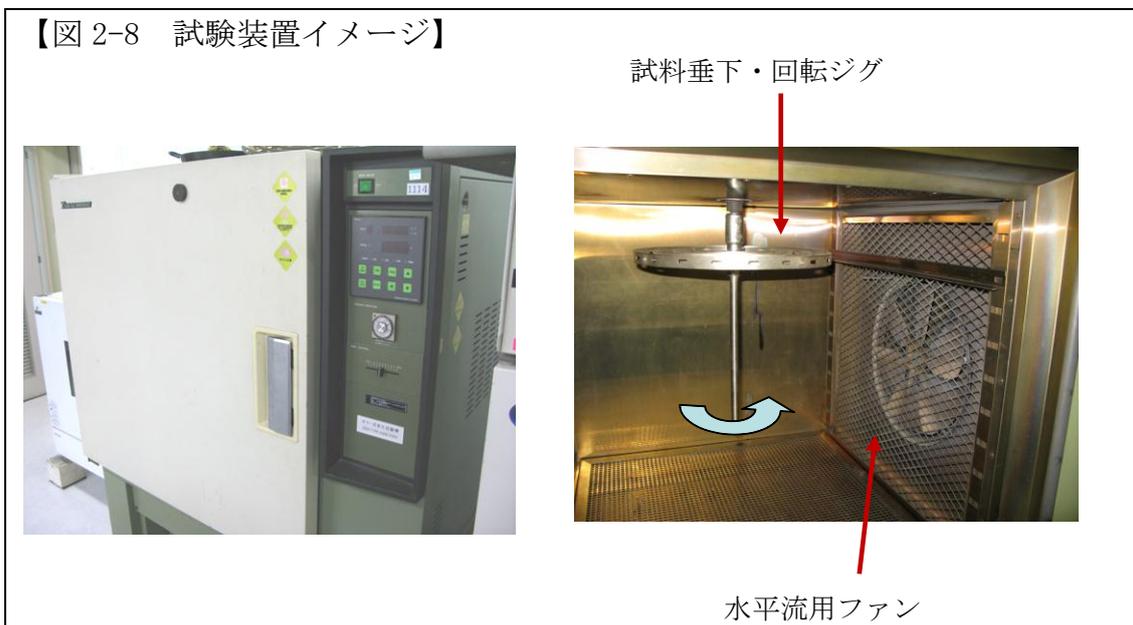
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐熱性試験は、熱による材質変化がないことを確認する試験である。
- ・防火服の生地は、熱による収縮が大きくなれば、防火服と防火手袋等との隙間ができ、そこから火炎や放射熱が入るおそれがあるため、熱による材質の変化が無いことを評価する。
- ・日本防火協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法 (図 2-8 参照)

- ・ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。
- ・防火服を構成している生地 (表地) を規定の温度 (180℃) の熱風循環炉内に入れ、5 分間放置し、外観上の変化、材料特性の収縮率及び耐熱性を評価する。

【図 2-8 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

- ・溶融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。
- ・収縮率は、5%以下であること。

(6) ファスナー及びボタンの耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・本試験は、副材料のファスナー及びボタンの熱による材質変化がないことを確認する試験である。
- ・日本防災協会基準及び ISO 11613:1999 のアプローチ A の要求事項となっていない。しかし、防火服には高い耐熱性が求められているが、副材料のファスナー及びボタンが防火服と同等の耐熱性を有していない場合、発火、熔融等により防火服に隙間が発生し、そこから火炎が進入する恐れがあることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

(5) と同じ。

ウ 求められる性能

- ・熔融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。
- ・ファスナー及びボタンが加熱後、機能すること。

(7) 縫糸、リストレット及び再帰反射材の耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・本試験は、副材料の縫糸、リストレット及び再帰反射材の熱による材質変化がないことを確かめる試験である。
- ・防火服には高い耐熱性が求められているが、副材料の縫糸、リストレット及び再帰反射材についても、防火服と同等の耐熱性を有していなければ発火し、又は熔融するおそれがあるため、副材料についても防火服の生地と同様の試験を取り入れるものとする。
- ・日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、防火服の耐熱性と整合性を図っていること及び ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

(5) と同じ。

ウ 求められる性能

- ・熔融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。
- ・縫糸、リストレット及び再帰反射材が加熱後、機能すること。

(8) 炭化耐性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服の生地（表地）が熱により炭化しないことを確認する試験である。
- ・日本防災協会基準及び ISO 11613:1999 のアプローチ A の要求事項となっていない。しかし、防火服の表地は、発火等に至らなくても炭化することにより副次的な機能が低下することから、要求事項として取り入れるものとする。

なお、ISO 11613:1999 アプローチ B では、炭化耐性試験がすでに取り入れられている。

イ 試験方法

(5) と同じ。

ウ 求められる性能

炭化しないこと。

6 機械的強度性能

(1) 放射熱ばく露後の引張抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服の生地（表地）が、放射熱を受けた後であっても、一定の引張抵抗を有することを確認する試験である。
- ・放射熱をばく露すると、繊維は固くなり、もろくなることもあるため、放射熱ばく露後の引張抵抗を評価する。
- ・日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。
- ・性能について、アプローチ A は 450N 以上としているが、日本防災協会基準は生地表 $\geq 1,200\text{N}$ 、銀面編地 $\geq 450\text{N}$ としている。理由として、織地と編地では生地の機械的特質が違ふことがあげられる。

また、織地と編地では生地の性質が違ふこと、ISO においても試験方法が異なること及び日本防災協会基準においても織地と編地で試験方法を変えていることから、ガイドラインにおいては、日本防災協会基準の試験方法と性能を取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・ ISO 6942:2002 A 法に従って行う。
- ・ 防火服の生地（表地）を ISO 6942:2002 A 法に従って 10 kW/m² の放射熱を受けた後に、織地は ISO 5081、編地は ISO 13934-1:1999 に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・ 織地の場合 1,200N 以上であること。
- ・ 編地の場合 450N 以上であること。

(2) 防火服の生地（表地）の引張抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 防火服の生地（表地）の引張抵抗を測定する試験である。
- ・ 防火服は、一定の強さ、破れにくさが求められることから、引張抵抗を評価する。
- ・ 評価方法は、放射熱ばく露後の引張強さ試験と同様である。
- ・ 日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

織地は ISO 5081:1977、編地は ISO 13934-1:1999 に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・ 織地の場合 1,200N 以上であること。
- ・ 編地の場合 450N 以上であること。

(3) 引裂抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 防火服の生地（表地）の引裂抵抗を測定する試験である。
- ・ 活動中の消防隊員の防火服が、突起物等に触れ、引き裂かれることを防ぐため、引裂抵抗を評価する。
- ・ 日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

織地は ISO 4674:1977 A2 法、編地は ISO 4674:1977 A1 法に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・織地の場合 100N 以上であること。
- ・編地の場合 50N 以上であること。

(4) シーム（縫い目）強度の試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服の生地（表地）のシーム（縫い目）の引張強さを測定する試験である。
- ・防火服を構成する生地は、重織物であり、消火活動における激しい動きのため、各部を接合している縫い目の強度が弱いと縫い目が破壊される恐れがあり、すき間から火炎及び放射熱が入る危険性がある。
- ・縫い目の強度は、ISO 規格（アプローチ A）及び日本防災協会基準の要求事項ではないが、防火服の性能を維持するために重要度が高いことから、要求事項として取り入れるものとする。

また、シーム強度を 225N 以上とした理由は、ISO/DIS 11613.4 において、アプローチ A の評価値としている数値であり、この値を採用した。

イ 試験方法

ISO 13935-2:1999 に従って行う。

ウ 求められる性能

表地について、225N 以上であること。

7 耐化学薬品性能

液体化学薬品浸透性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・液体化学薬品浸透性試験は、防火服に液体化学薬品が付着した際に、薬品が防火服の外側を流れ、内部に染み込まない性能を有することを確認するための試験である。
- ・液体化学薬品が付着し、防火服の内部に染み込んだ場合、消防隊員の身体に悪影響を及ぼす恐れがあることから、その浸透性を評価

する。

・日本防災協会基準では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

・ISO 6530:2005又はJIS T 8033:2008に従って行う。
・10秒の注入時間及び20°Cの温度で、次のものを用いて行う。

- ① 40%の水酸化ナトリウム (NaOH)
- ② 36%の塩酸 (HCl)
- ③ 30%の硫酸 (H_2SO_4)
- ④ 100%のパラキシレン (C_8H_{10})

ウ 求められる性能

・反発指数は、80%超であること。
・①から④に掲げる液体化学薬品が防火服積層体の表面から裏面へ浸透しないこと。

8 防水性能

(1) 表面湿潤性及び撥水性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・防火服の表地の撥水性を確認する試験である。
・防火服は、濡れると水を含んで重くなり、また透湿度も低下し、消防隊員の活動性に影響を与えるため、防火服の撥水性能について評価する。

・日本防災協会基準では、本試験が必須事項であり、ISO 11613:1999のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 4920:1981又はJIS L 1092:2003スプレー法に従って行う。

ウ 求められる性能

撥水度は、4以上であること。

(2) 耐水性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐水性試験は、透湿防水層の耐水性を測定する試験である。
- ・防火服を構成する多層生地の中かで、透湿防水層は、外部からの水の侵入を防ぎ、防火服内の水蒸気を放出する構造となっていることから、透湿防水層の耐水性を評価する。
- ・日本防災協会基準では、本試験が必須項目であることから、要求事項として取り入れるものとする。
- ・試験方法について、ISO 11613:1999 では ISO 811 によるものとなっているが、同様の試験として JIS L 1092 が制定されており、日本国内で試験が可能であることから、本ガイドラインは JIS によるものとする。

イ 試験方法

JIS L 1092:2009により、耐水度試験（静水圧法）B法（高水圧法）に従って行う。

ウ 求められる性能

耐水度は、294KPa 以上であること。

9 快適性能

全熱損失及び潜熱損失試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・一般的に熱防護性の高い防火服は、重量が重く、運動性が悪く、身体負担の大きいものになり、ヒートストレスが増大する。そこで日本防災協会基準及びISO 11613:1999の要求事項となっていないが、熱防護性だけではなく身体負担の低減（快適性能）を担保するために、ガイドラインに、防火服の熱・水分透過性を示す全熱損失及び潜熱損失を性能として取り入れ、相反する機能のバランスをとり、消防隊員の安全性に資することから、要求事項として取り入れるものとする。
- ・全熱損失及び潜熱損失の試験は、防火服を構成する多層生地の内側に供給された一定の熱と水分が、生地を通過して外部に放出され

る熱量を測定する試験である。本来ならば、防火服の完成品で実施すべき試験であるが、一般的にその試験方法が普及していないことから、防火服の生地（積層状態）で行う。

- ・試験方法は、過去の研究「消防防火服の総合的な評価手法に関する研究報告書（H17. 消防研究所）」等により、快適性能の試験として認知され信頼性の高いものである。

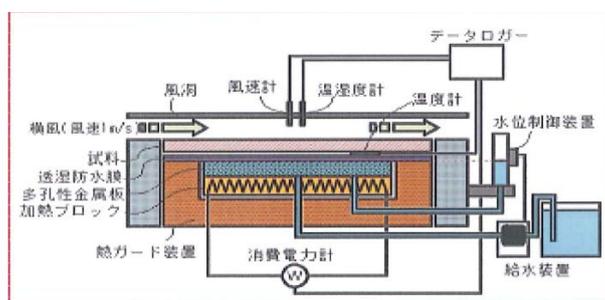
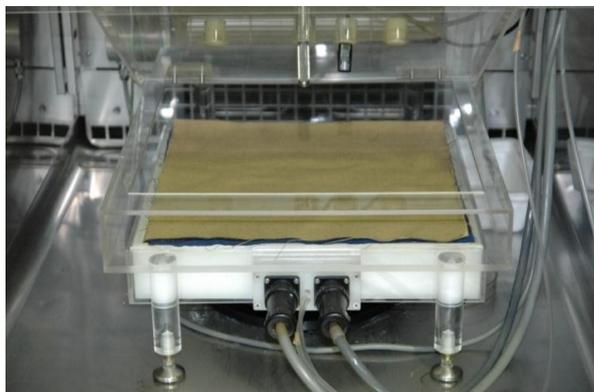
- ・全熱損失の性能については、上記報告書で、 $300\text{W}/\text{m}^2$ が妥当とされていることから、この値を採用した。また、高温環境下では顕熱損失よりも、水分の蒸発に伴う潜熱損失が重要な役割を果たすため、防火服を通しての水分蒸発の性能として、全熱損失に占める潜熱損失分の値として $200\text{W}/\text{m}^2$ を採用した。

イ 試験方法（図 2-9 参照）

- ・米国材料試験協会規格 (ASTM) F 1868 PartC に従って行う。ただし、防火服の表地に機能上必要な補強材、アルミ蒸着加工等の熱反射生地、視認性向上のための再帰反射材等を使用している場合は、その部位の試験を除くものとする。

- ・試験装置は、発汗機能を有する多孔性金属板と加熱ブロックとで構成される測定部及びその周囲並びに底面からの熱の漏洩を防ぐ熱ガード装置から成り、試料を通過する水蒸気の移動量が多いほどヒータ温度が下がるため、多孔金属板の温度を一定にするためにヒータが働き電力を消費する。この消費電力量から熱損失を測定する方法である。

【図 2-9 試験装置イメージ図】



ウ 求められる性能

全熱損失が $300\text{W}/\text{m}^2$ 以上であり、かつ、潜熱損失が $200\text{W}/\text{m}^2$ 以上であること。

10 運動性能

生地質量試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・生地質量試験は、日本防災協会基準及び ISO 11613:1999 の要求事項となっていないが、炎と熱に対する防護性能を高めると、防火服の生地が重くなり、消防隊員の活動に影響を及ぼすことから、要求事項として取り入れるものとする。

・最大質量については、「消防隊員のフィールド試験による防火服の快適性能、運動性能」(東京消防庁消防科学研究所)の研究結果から、運動性能として、 1m^2 あたりの最大質量を定めたものである。

また、過去の研究「消防防火服の総合的な評価手法に関する研究報告書 (H17. 消防研究所)」の数値及び現行の日本の代表的な消防本部の採用している防火服の数値を参考としている。

イ 試験方法

防火服を構成する生地や素材の積層状態の 1 m²あたりの質量を測定する。重量を測定する環境は、次のとおりとする。

- ① 室温は、22℃±5℃
- ② 湿度は、55%±30%
- ③ 試験環境下に 72 時間置いた後直ちに重量を測定する。
- ④ 計量に用いる計量器は、上皿天秤はかりとし、計量法（平成 4 年 5 月 20 日法律第 51 号）に定める検定に合格したものを使用する。

ウ 求められる性能

- ・上衣650g/m²以下であること。
- ・ズボン 550g/m²以下であること。

11 静電気帯電防止性能

帯電性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服の表地の帯電性を測定する試験である。
- ・可燃性蒸気等が存在する現場において静電気の放電による着火危険を防止するため、防火服等には帯電防止性能を有することが望ましいこと及び日本防災協会基準では本試験が必須事項であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

JIS L 1094:2003 の摩擦帯電電荷量測定法に従って行う。

ウ 求められる性能

帯電電荷量は、7 μC/ m² 以下であること。

12 その他の性能

(1) 洗濯収縮性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服を洗濯した際に、どの程度収縮するかを測定する試験である。
- ・収縮が大きいと、防火服の上衣とズボン、防火服と他の装備との間に隙間ができ、そこから火炎や放射熱が進入することを防止する

必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

- ・試験方法は、日本防災協会基準と同じ試験とするが、より防火服の積層に近い状況で評価するため、生地各層ごとに試験をするのではなく、積層体の状態で試験を実施する。ただし、編地の場合は、寸法変化が大きいため、実際の試験データから収縮率を5%としている。

イ 試験方法

- ・ISO 5077:1984 又は JIS L 1909:2005 に従って行う。
- ・1回洗濯後の試料の寸法に対して5回洗濯後の試料の寸法変化率を測定する。

ウ 求められる性能

- ・織地の場合 寸法変化率 3%以内であること。
- ・編地の場合 寸法変化率 5%以内であること。

(2) 反射材可視性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・防火服に装着されている再帰反射材の視認性を評価する試験である。
- ・消防隊員は、濃煙内や夜間の道路など、視認性が低い場所での活動が多く、活動中の隊員の安全のため、視認性を確保することが重要であることから、防火服の反射材等の一定の性能を定め、その性能試験を取り入れるものである。
- ・現在、日本の防火服に使用され一定の品質のものが合格している性能であること及びISO/DIS 11613.4でも規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・国際照明委員会基準 (CIE 54.2:2001) 又は JIS Z 9117 に従って行う。
- ・欧州統一規格の EN 469:2005 Annex B により評価する。

ウ 求められる性能

- ・個別反射性能素材に求められる性能は、次の表のとおり。

(単位：cd/luc/m²)

観測角	入射角			
	5°	20°	30°	40°
0.2°	330	290	180	65
0.33°	250	200	170	60
1°	25	15	12	10
1.5°	10	7	5	4

- ・蛍光特性複合性能単色素材に求められる性能は、次の表のとおり。

(単位：cd/luc/m²)

観測角	入射角			
	5°	20°	30°	40°
0.2°	65	50	20	5
0.33°	25	20	5	1.75
1°	5	4	3	1
1.5°	1.5	1	1	0.5

(3) 染色堅牢度試験【任意試験】

ア 試験の概要と任意試験として取り入れた理由

- ・防火服の生地の色落ちの度合いを測定する試験である。
- ・防火服は、高温、高熱、水分、蒸気等の環境下において使用されるため、色落ちも進みやすい。消防本部において、防火服を5年間以上使用している現状を鑑みると、色落ちしにくい生地である必要性がある。しかし、安全性に直接関係性が薄いことから、任意試験として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・洗濯による退色及び汚染（色素が他の物に移る程度）については、JIS L 0844 A2法とする。
- ・酸性及びアルカリ性（汗の成分）による退色又は汚染については、JIS L 0848 とする。
- ・光による退色については、JIS L 0842 とする。
- ・摩耗については、JIS L 0842Ⅱ型 とする。

ウ 性能基準は、次による。

- ・洗濯による退色及び汚染については、堅牢度4以上とする。
- ・酸性及びアルカリ性による退色又は汚染については、堅牢度4以上とする。
- ・光による退色については、堅牢度3以上とする。
- ・摩耗については、堅牢度4以上とする。

13 参考

ガイドラインにおいては、ISO 11613:1999 におけるアプローチ A を基に作られている日本防災協会基準を基礎として性能を示している。しかし、日本国内の消防本部で使用している防火服の中には、一般的に耐炎性能及び耐熱性能が高い ISO 11613:1999 におけるアプローチ B の性能を満たすものもある。

なお、アプローチ B の性能（耐炎性能及び耐熱性能に限る。）は、表 2-2 のとおり。

また、ISO 11613:1999 アプローチ A で認められている、必ず一緒に着用する前提で内側に着用する活動服等を含めて性能を満たす防火服や下半身部分に限定的保護範囲を設けている防火服もある。

表 2-2 アプローチ B の性能 (抜粋)

事 項		性 能
耐炎・耐熱 性能	耐炎性	ISO 15025 B 法 (下端着火、洗濯 5 回後) 残炎 \leq 2s、穴あき、着炎、熔融不可 炭化長 \leq 102 mm 防火服生地 (全層を各層ごとに評価)、フード、 リストレットを対象
	火炎と放射熱の 両方に対する防 護	ISO 17492 (洗濯 5 回後) 防火服生地 (全層を積層体で評価) 熱伝達燃焼時間 \geq 17.5 秒 フード、リストレット: 熱伝達燃焼時間 \geq 10 秒
	耐熱性	ISO 17493 (洗濯 5 回後、260°C5 分) 熔融、分離、発火不可、収縮率 \leq 10% 防火服生地 (全層を各層ごとに評価)、フード、 リストレット、ファスナー、釦 (フック) を対象
	耐熱性 (縫糸)	縫糸: ISO 3146 発火、熔融、炭化不可
	炭化耐性 (防火服表地)	ISO 17493 (洗濯 5 回後、260°C5 分) 防火服表地のみ、炭化不可

第2 防火手袋に求められる性能等

1 防火手袋の現状の性能等

(1) 防火手袋の構造

ア 防火手袋の構造

日本の防火手袋は、耐炎性、耐熱性及び機械的強度を有する生地から形成され、一層又は二層の構造となっている。

一般的にはアラミド繊維が使用されている生地が多く、アラミド繊維はパラ系アラミドとメタ系アラミドに分類される。

特徴として、手背側と手掌側の構造に違いがあり、手背側はパラ系アラミド繊維とメタ系アラミド繊維の二重構造であり、手掌側は綿とパラ系アラミド繊維の二重編みの上に滑り止めとして牛革等が縫い付けられている。また、指先や親指の付け根部分は牛革等で補強されている。

イ 防火手袋に用いられている主な繊維の特徴

第2章第1節1(2)と同じ。

(2) 防火手袋に求められる性能

防火手袋に求められる主な性能は、①耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能、②引裂抵抗、耐摩耗性等の機械的強度である。

また、日本の消防活動においては、ロープワークが必要不可欠であるため、特に手掌側には活動性が求められている。

2 ISO規格

現在、防火手袋のISO規格については、ISO 15383:2001(手袋)が規格化されている。

ISO 15383:2001については、消防隊員が消火活動で着用する防火手袋の最低限の性能と試験方法を定めている。この中には、タイプの異なる3つの基準(タイプ1~3)がある。

タイプ1は、ISO 15384(原野火災活動)に適した手袋として設計されており、活動性には優れているが、耐炎性及び耐熱性は劣っている。

タイプ2は、建物火災用であり、欧州統一規格(EN659)を基に設計され、防火服のアプローチAとほぼ同等の耐炎性及び耐熱性を有している。

タイプ3は、建物火災用であり、米国防火協会規格(NFPA1971)を基に設計され、防火服のアプローチBとほぼ同等でアプローチAよりも耐炎性

及び耐熱性が優れているが、活動性は劣っている。

タイプ 1、タイプ 2 及びタイプ 3 (ISO 15383:2001) の性能の比較は、次の表のとおり。

表 2-3 ISO 15383:2001 の性能 (抜粋)

事項	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3	
耐炎・耐熱性能	耐炎性	ISO 15025 穴あき、溶融不可、残炎時間 2 秒以下		
	熱伝達 (火炎ばく露)	ISO 9151 HTI ₂₄ ≥ 9 秒、 HTI ₂₄ - HTI ₁₂ ≥ 3 秒	ISO 9151 HTI ₂₄ ≥ 13 秒、 HTI ₂₄ - HTI ₁₂ ≥ 4 秒	ISO 9151 HTI ₂₄ ≥ 17 秒、 HTI ₂₄ - HTI ₁₂ ≥ 6 秒
	熱伝達 (放射熱ばく露)	ISO 6942 B RHTI ₂₄ ≥ 10 秒 RHTI ₂₄ - RHTI ₁₂ ≥ 3 秒	ISO 6942 B RHTI ₂₄ ≥ 18 秒 RHTI ₂₄ - RHTI ₁₂ ≥ 4 秒	ISO 6942 B RHTI ₂₄ ≥ 26 秒 RHTI ₂₄ - RHTI ₁₂ ≥ 8 秒
	耐熱性	ISO 17493 180°C 収縮率 ≤ 5% 溶解、滴下、分離、 発火不可	ISO 17493 180°C 収縮率 ≤ 5% 溶解、滴下、分離、発火 不可	ISO 17493 260°C 収縮率 ≤ 8% 溶解、滴下、分離、発火 不可
機械的強度性能	耐摩耗性	ISO 12947-2 紙やすり 2,000 回、 貫通なし	ISO 12947-2 紙やすり 2,000 回、 貫通なし	ISO 12947-2 紙やすり 8,000 回、 貫通なし
	切創抵抗	ISO 13997 切創抵抗 ≥ 2N	ISO 13997 切創抵抗 ≥ 2N	ISO 13997 切創抵抗 ≥ 4N
	引裂抵抗	ISO 4674B 引裂抵抗 ≥ 25N	ISO 4674B 引裂抵抗 ≥ 25N	ISO 4674B 引裂抵抗 ≥ 50N
	突刺し抵抗	ISO 13996 突刺し抵抗 ≥ 60N	ISO 13996 突刺し抵抗 ≥ 60N	ISO 13996 突刺し抵抗 ≥ 120N
その他の性能	耐水性	要件なし	ISO 20811 (圧力 7kPa、5 分間) 水滴なし	
	耐液体浸透性	ISO 6530 80%以上の溢出なし、 最も内側の表面は浸透 なし	ISO 6530 80%以上の溢出なし、 最も内側の表面は浸透 なし	ISO 13994 の手順 C1 1 時間以上液体の浸透 なし

3 防火手袋に求められる性能

(1) 基本的な考え方

ア 防火手袋は、消火活動をする上で、手背側にあつては防火服と同様に耐炎性及び耐熱性を重視し、手掌側にあつては活動性を重視した性能を求めることとする。

イ 手背側は、防火服と同様の炎と熱を浴びることから、耐炎性及び耐熱性については、防火服と同様の性能を求めることとする。

防火服のガイドラインは、日本防災協会基準を基礎としており、日本防災協会基準は ISO 11613:1999 の定めるアプローチ A を基準にしていることから、手背側については、防火服と同じくアプローチ A を基礎とする。

ウ 手掌側は、基本的に手背側と同様の耐炎性及び耐熱性を求めるが、手背側と異なり火炎ばく露及び放射熱ばく露の可能性が少ないこと及びロープワーク等に必要な活動性を重視することから、熱伝達性能については、タイプ 1 (ISO 15383:2001) の性能を取り入れることとする。

エ 防火手袋の使用方法を考慮し、突刺し抵抗、耐摩耗性及び切創抵抗を要求事項として加えることとする。

オ 寒冷地その他の地域の実情により、液体化学薬品浸透性、表面湿潤性、撥水性又は耐水性を求める場合は、防火服の性能と同等とする。

(2) 防火手袋の構成等

ア 耐炎性及び耐熱性を有する生地のみでは生地が水に濡れた場合、滑り易くなり消火活動に支障を来すおそれがあることから、手掌側に滑り止めの措置を施すこととする。

イ 防火手袋には、手首を保護するためのリストレット又はカフス (50mm以上) を設けることとする。これは、ISO 15383においても同様に規定されており、手首部からの炎や熱の進入を防ぎ、手首の熱傷を防ぐためのものであると同時に消火用水の進入を防ぐものである。

4 耐炎・耐熱性能

(1) 耐炎性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐炎性試験は、防火手袋の燃えにくさを測定するための試験である。
- ・消防隊員が火災現場で火炎に触れた場合でも防火手袋に着火せず、また、仮に防火手袋に着火した場合でも、全体に燃え広がらないことが必要なため、防火手袋の耐炎性について評価するものである。
- ・ISO 15383:2001 タイプ 2 では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 15025:2000 A 法（表面着火）又は JIS T 8022:2006（表面着火）に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・試験片の最上部又は左右いずれかの端部に火炎が伝わらないこと。
- ・全ての層に貫通した穴が開かないこと。
- ・着火、熔融、滴下のいずれもしないこと。
- ・残炎時間の平均値は、2 秒以下であること。
- ・残じん時間の平均値は、2 秒以下であること。

(2) 熱伝達性試験（火炎ばく露）

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性試験（火炎ばく露）は、防火手袋が火炎に短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・ISO 15383:2001 タイプ 2 では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

なお、手掌側については、活動性を重視することから、ISO 15383:2001 タイプ 1 と同じ性能とする。

イ 試験方法

- ・ISO 9151:1995 又は JIS T 8021:2005 に従って行う。
- ・手背側は防火手袋を構成している外層の生地で行い、手掌側は大部分に滑り止めの措置等を行っている場合は、それらの補強材を含めた積層で行う。

ウ 求められる性能

(手背側)

- ・熱伝達指数 HTI24 の平均値は、13 秒以上であること。
- ・熱伝達指数 HTI24 と HTI12 の差の平均値は、4 秒以上であること。

(手掌側)

- ・熱伝達指数 HTI24 の平均値は、9 秒以上であること。
- ・熱伝達指数 HTI24 と HTI12 の差の平均値は、3 秒以上であること。

(3) 熱伝達性試験（放射熱ばく露）

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性試験（放射熱ばく露）は、防火手袋が火炎からの放射熱に短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・ISO 15383:2001 タイプ 2 では、本試験が必須項目であり、ISO 11613:1999 のアプローチ A においても同様であることから、要求事項として取り入れるものとする。

なお、手掌側については、活動性を重視することから、ISO 15383:2001 タイプ 1 と同じ性能とする。

イ 試験方法

- ・ISO 6942:2002 又は JIS T 8020:2005 に従って行う。
- ・手背側は防火手袋を構成している外層の生地で行い、手掌側は大部分に滑り止めの措置等を行っている場合は、それらの補強材を含めた積層で行う。

ウ 求められる性能

(手背側)

- ・放射熱伝達指数 RHTI24 の平均値は、18 秒以上であること。
- ・放射熱伝達指数 RHTI24 と RHTI12 の差の平均値は、4 秒以上であること。
- ・平均熱透過率の平均値は、50%以下であること。

(手掌側)

- ・放射熱伝達指数 RHTI24 の平均値は、10 秒以上であること。
- ・放射熱伝達指数 RHTI24 と RHTI12 の差の平均値は、3 秒以上であること。
- ・平均熱透過率の平均値は、60%以下であること。

(4) 耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐熱性試験は、熱により防火手袋の生地に変化が無いことを確認する試験である。
- ・防火服の性能との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・熔融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。
- ・収縮率は、5%以下であること。

(5) 炭化耐性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・炭化耐性試験は、熱により防火手袋の生地が炭化しないことを確かめる試験である。
- ・防火服の性能との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。

ウ 求められる性能

炭化しないこと。

(6) 縫糸の耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・縫糸の耐熱性試験は、副材料の縫糸が熱による材質変化がないことを確かめる試験である。
- ・防火手袋の生地には高い耐熱性が求められているが、縫糸が防火手袋の生地と同等の耐熱性を有していない場合、発火し、熔融するおそれがあることから、縫糸についても防火手袋の生地と同様の試験を要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。

ウ 求められる性能

発火、溶融、炭化のいずれもしないこと。

5 機械的強度性能

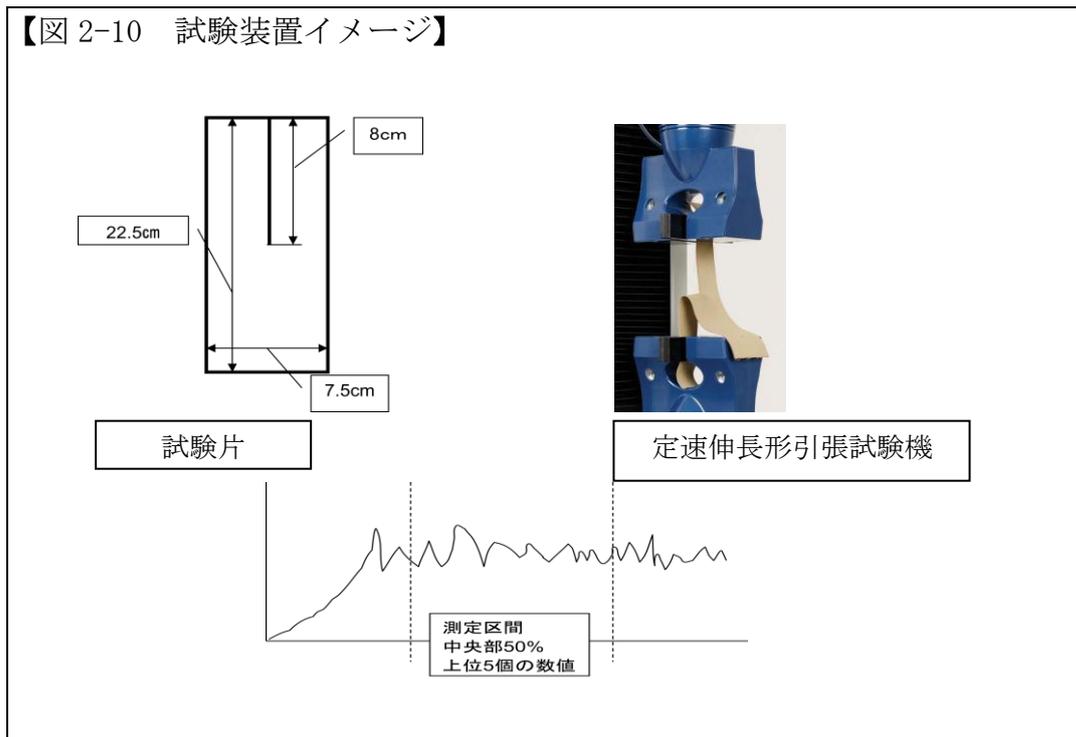
(1) 引裂抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・引裂強さの試験は、手袋の生地引裂強さを測定するための試験である。
- ・手袋に用いられている生地が、容易に破損することを防ぐ必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-10 参照）

- ・ISO 4674 B 法に従って行う。
- ・試験は、定速伸長形引張試験機に、幅 7.5cm×長さ 22.5cm で中央に 8 cm のスリットを入れた試験片を挟み、毎分 10.2 cm 又は 30.0 cm で引き裂く。



ウ 求められる性能

引裂き抵抗は、25N 以上であること。

(2) 突刺し抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・突刺し抵抗試験は、生地突き刺し強さを測定するための試験である。

・消防隊員が、消火活動中に誤って鋭利な突起部等を握った場合であっても、突起物等が手袋の生地を貫通することを防止する必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

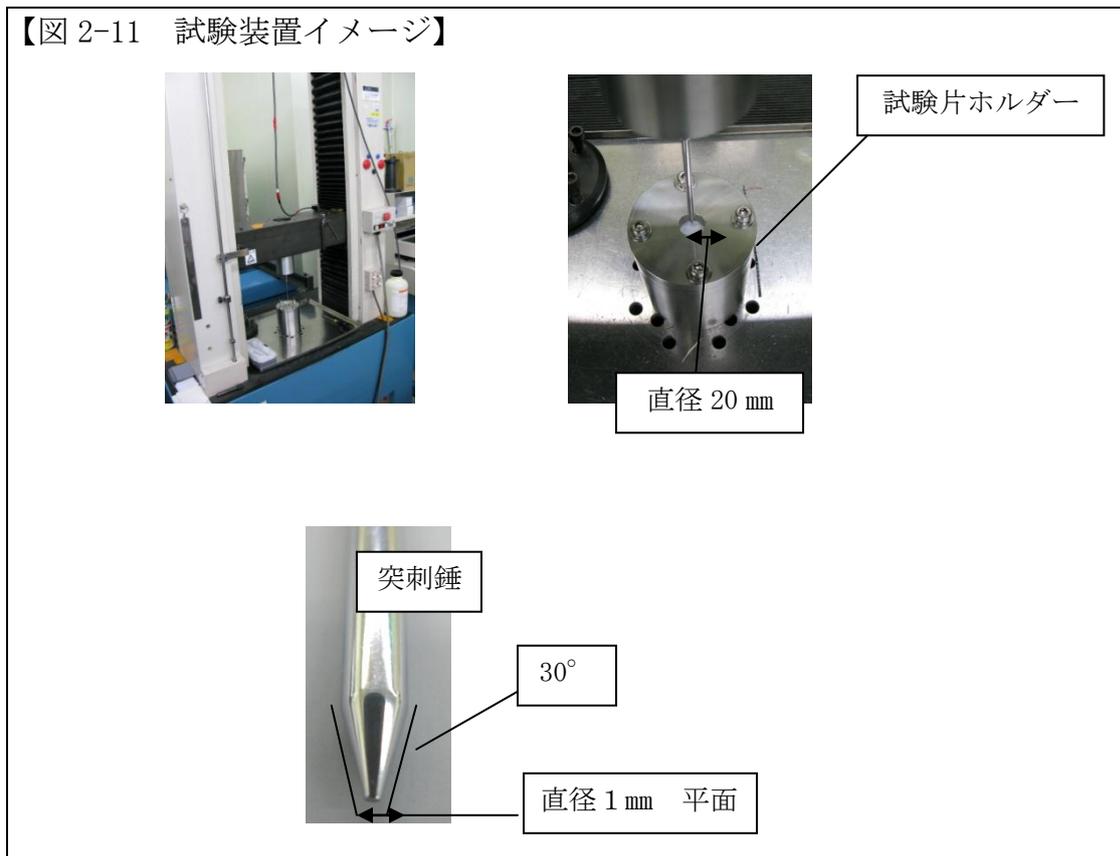
イ 試験方法（図 2-11 参照）

・ISO 13996 に従って行う。

・試料に突刺錘（鋼製 先端直径の 1 mm の平頭 開角度 30°）を毎分 10 cm の速さで押し当て、突刺錘が試料を通過したときの圧力を測定する。

・突刺錘が試験前の位置から下方へ 25 mm 移動しても試料を貫通しなかった場合は、そこで試験を終了する。

【図 2-11 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

突刺し抵抗は、60N 以上であること。

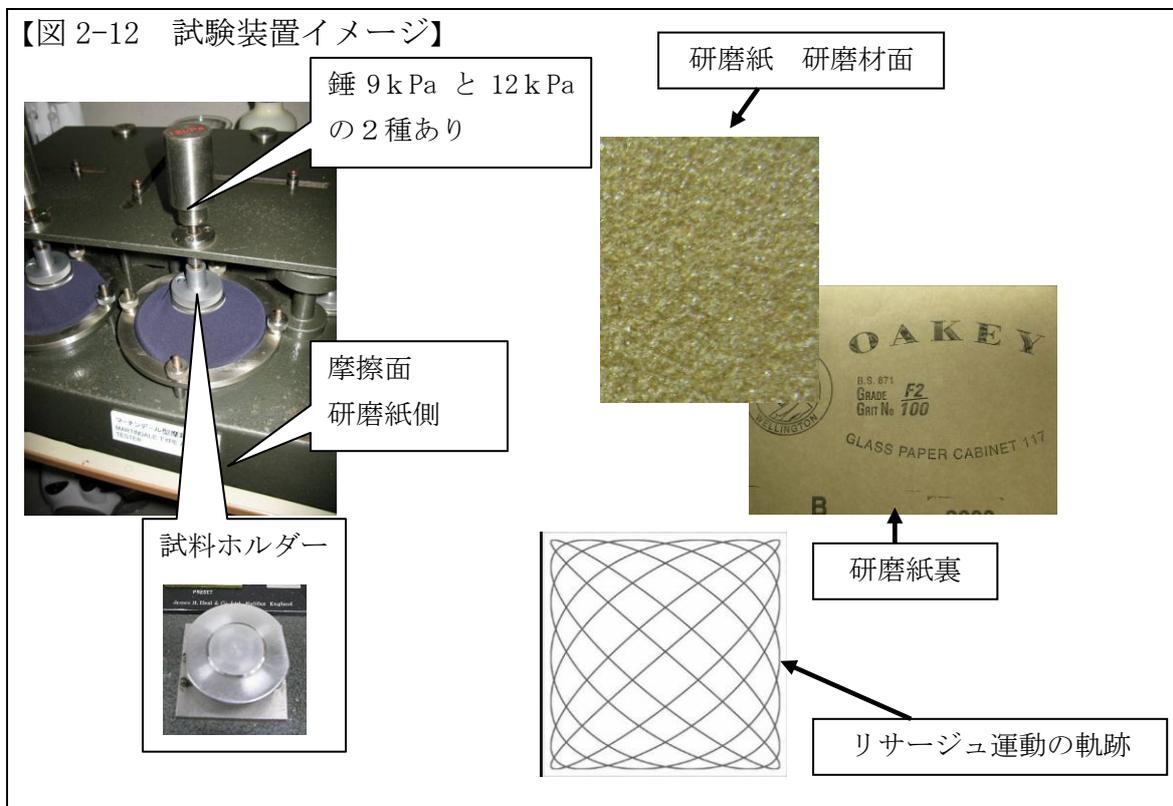
(3) 摩擦抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 摩擦抵抗試験は、手袋の生地耐摩耗性能を評価するために行う試験である。
- ・ 手袋の使用状況から、摩耗に対する一定の耐久性を持たせる必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-12 参照）

- ・ ISO 12947-2 に従って行う。
- ・ 手袋の表地を、圧力 9kPa を加えた紙やすり（グレード 100/F2）の表面で 2,000 回摩擦し、生地が穴が開かないか評価する。



ウ 求められる性能

紙やすりを 2,000 回かけても貫通しないこと。

(4) 切創抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

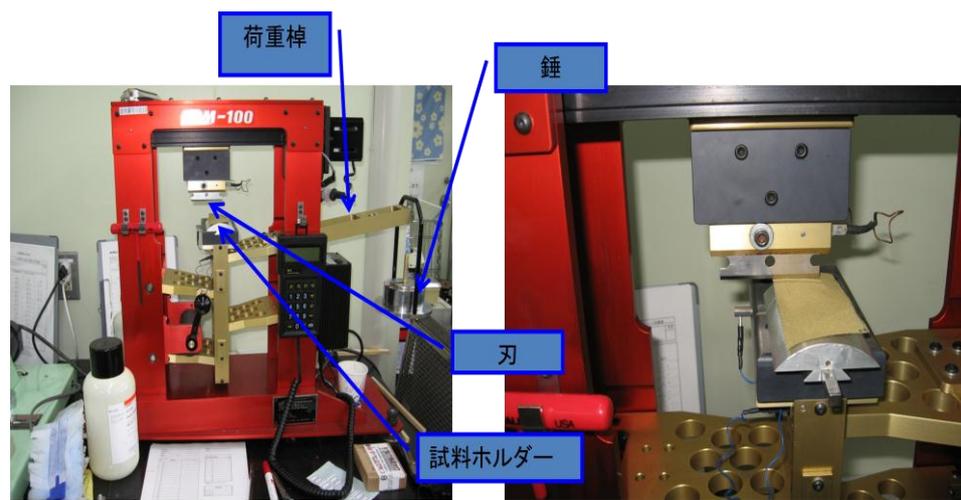
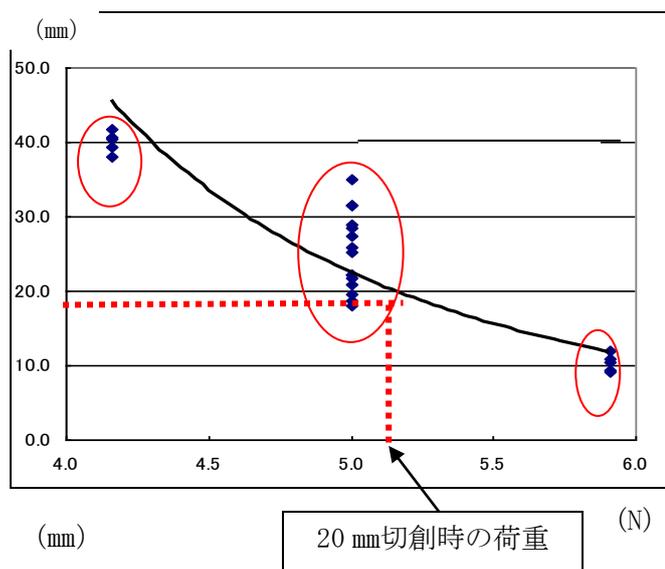
- ・ 切創抵抗試験は、手袋の生地切れにくさを評価するための試験である。
- ・ 消防隊員が、消火活動中にガラス等に触れた場合であっても、手

袋の生地が破れない一定の強度が必要であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-13 参照）

- ・ ISO 13997 に従って行う。
- ・ 三つの異なる荷重における試料の切創距離を測定し、その結果から下図のグラフを書き、それを基に標準切創距離 20 mm を切創するのに必要な荷重を求める。

【図 2-13 試験装置のイメージ】



ウ 求められる性能

切創抵抗は、5N 以上であること。

第3 防火靴に求められる性能等

1 防火靴の現状の性能等

(1) 防火靴の構造

防火靴には、甲被の違いによりゴム製と革製の二種類がある。

ア ゴム製防火靴

・一般的なゴム製防火靴は、甲被全体をゴムで覆い、つま先部に鋼製の先しんを装着している。

・靴底の構造は、底から順に、表底、中しん、踏抜き防止板、中底、裏布という構造となっている。

・使用されている主な材料については、甲被、表底、中しん及び中底は加硫ゴム、踏抜き防止板はステンレス製のバネ鋼、裏布はレーヨン等の合成繊維である。

イ 革製防火靴

・一般的な革製防火靴は、甲被に牛革を使用し、つま先部に鋼製又は樹脂製の先しんを装着している。

・靴底は、底から順に、表底、踏抜き防止板、中底という構造となっている。(インナー材を含むものもある。)

・使用されている主な材料については、甲被は牛革、表底は加硫ゴム、踏抜き防止板はステンレス製のバネ鋼、中底は合成材である。(インナー材があるものは透湿防水素材を使用することが多い。)

(2) 防火靴に使用されている材料の特徴

ア 牛革

防水効果には制約があるが、透湿性に優れているという特性がある。

イ 加硫ゴム

原料ゴムに補強剤、可塑剤、硫黄などを加えて加硫して得られたゴムで、加硫することにより弾性が得られるという特性がある。

ウ ステンレス製のバネ鋼

防錆性と屈曲に対する耐久性に優れているという特性がある。

(3) 防火靴に求められる性能等

防火靴に求められる主な性能については、①耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能、②重量物の落下に対する耐衝撃性、重量物の圧迫に対する耐圧迫性等の機械的強度、③可燃性ガスが発生している場所等で活動する場合における静電気による着火危険を排除するための静電気

帯電防止性能等である。

2 安全靴等の規格

日本の規格としては、日本工業規格に定められている安全靴（JIS T 8101）及び静電気帯電防止靴（JIS T 8103）の規格がある。また、国際規格案として、ISO/DIS 11613.2 がある。

日本工業規格（JIS）は、工業標準化法（昭和 24 年 6 月 1 日法律第 185 号）に基づき制定された規格である。

(1) 安全靴（JIS T 8101）

ア 法的根拠

労働安全衛生規則（昭和 47 年労働省令第 32 号。以下「労安規則」という。）第 558 条において、事業者は、作業中の労働者に作業の状態に応じて、安全靴等その他適当な履物を定め、当該履物を使用させなければならないと規定されている。

イ 規格内容

材料、構造、耐踏抜き性能、表底の剥離抵抗等について定められている。

(2) 静電気帯電防止靴（JIS T 8103）

ア 法的根拠

労安規則第 286 条の 2 において、事業者は、引火性の蒸気又は可燃性ガス等が爆発の危険のある濃度に達する恐れのある場所において作業を行うときは、当該作業に従事する労働者に静電気帯電防止作業服及び静電気帯電防止用作業靴を着用させる等、労働者の身体、作業服等に帯電する静電気を除去する措置を講じなければならないと規定されている。

イ 規格内容

静電気の帯電防止性能について定められている。

(3) ISO 規格

現在、防火靴の ISO 規格はなく、ISO/DIS 11613.2 で、欧州統一規格（EN）を基にしたクラス 2 と米国防火協会規格（NFPA）を基にしたクラス 3 とに分類され、検討されている。

また、ISO/DIS 11613.4 の付属書 A において、伝導性履物の使用が必要であると示されている。それぞれの性能の比較は、次の表のとおり。

表 2-4 ISO/DIS 11613.2 防火靴の性能 (抜粋)

事項	クラス 2	クラス 3	
耐炎・耐熱性能	耐炎性	ISO 15025 残炎・残じん ≤ 2 秒	
	熱伝達 (接触熱)	ISO 20345:2004 5.12 サンドバス 250°C に靴を静置、 10 分後に内部温度 が 42°C 未満 15 分後に内部温度が 55°C 未満 20 分後に劣化のないこと。	NFPA 1971:2007 サンドバス 260°C に靴を静置、 10 分後に内部温度 が 42°C 未満 15 分後に内部温度が 55°C 未満 40 分後に劣化のないこと。
	熱伝達 (放射熱ばく露)	ISO 6942B 熱流束密度 20Kw/m ² RHTI24 ≥ 40 秒	ISO 6942B 熱流束密度 10Kw/m ² RHTI24 ≥ 60 秒
	耐熱性	ISO 17493 180°C 5 分 溶解、滴下、分離、発火不可、底部の分離不可	NFPA 1971:2007 260°C 5 分 溶融、滴下、分離、発火不可、底部の分離不可、構成品の機能維持、水の浸透不可
機械的強度性能	耐踏抜性 (表底)	ISO 20344:2004 5.8.2 踏み抜き力 > 1,100N	NFPA 1971:2007 8.21 踏み抜き力 > 1,211N
	引裂強さ (表底)	ISO 20344:2004 8.2 革の引張強さ > 5kN/m ²	基準なし
	耐摩耗性 (表底と踵)	ISO 4649:2002 A 法 密度 0.9 以下の材料の相対減量 < 250 mm ³ 密度 0.9 超材料の相対減量 < 150 mm ³ ゴム材 < 250 mm ³	NFPA 1971:2007 8.24 摩擦指数 < 100
	耐屈曲性 (甲被)	ISO 2023:2004 付属書 E 屈曲回数 125,000 回で亀裂不可	基準なし
	耐屈曲性 (表底)	ISO 2023:2004 8.7 屈曲回数 30,000 回後 亀裂成長 < 4 mm	基準なし
	耐屈曲性 (インソール)	EN344:1992 B.2.2 屈曲 1,000,000 回で亀裂不可	基準なし
	剛性 (つま先)	ISO 20344:2004 耐衝撃性 200J ± 4 J 耐圧迫性 15kN ± 0.1N	NFPA 1971:2007 8.18 耐衝撃製 102J 条件 耐圧迫性 11.1kN 条件で最小すきま寸法合格
電気的特性	帯電性	ISO 20344:2004 5.10 電気抵抗 > 100kΩ	基準なし
	耐電圧性	基準なし	NFPA 1971:2007 7.10.11 漏洩電流 ≤ 3.0mA

3 防火靴に求められる性能

(1) 基本的な考え方

ア 労安規則第 558 条では、事業者は作業中の労働者に当該作業の状態に応じて、安全靴その他適当な履物を使用させなければならないと定めている。

屋内進入時の消火活動においても、上方からの落下物、釘の踏み抜きその他の活動上の危険に対応するため、安全性及び機能性を持つ必要がある。また、防火服には静電気帯電防止性能を持たせているが、防火靴にも同様の性能がないと人体に蓄積された静電気が除去できないことから、防火靴にも静電気帯電防止性能を取り入れる必要がある。

労安規則には、安全靴についての基準がないため、国内で唯一の安全靴の規格である日本工業規格の性能を満たすこととし、物理的性能については JIS T 8101 を、電氣的性能については JIS T 8103 を参照する。

イ JIS T 8101 には、耐熱性その他の消火活動上に必要な性能が規定されていないため、ISO 規格を参照とする。

ウ 防火服、防火手袋及び防火帽に求められる性能と整合性を図ることとする。

(2) 防火靴の構成等

ア 表底と中底との間に踏抜き防止板を入れ、釘等を踏んだ場合、貫通しないこととし、足を保護できること。

イ つま先には、先しんを設け、重量物が落下し、又は重量物に圧迫された場合、つま先を保護できること。

4 耐炎・耐熱性能

(1) 耐炎性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐炎性試験は、防火靴の燃えにくさを測定するための試験である。
- ・消防隊員が火災現場で火炎に触れた場合でも防火靴に着火せず、また、仮に防火靴に着火した場合でも、全体に燃え広がらないことが必要なため、防火靴の耐炎性を評価するものである。
- ・ISO/DIS 11613.2 に示されている性能であり、また、防火服、防火手袋及び防火帽との整合性を図ることから、要求事項として取り入れ

るものとする。

イ 試験方法

足背部を対象に、ISO 15025:2000 A 法（表面着火）又は JIS T 8022:2006（表面着火）に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・試験片の最上部又は左右いずれかの端部に火炎が伝わらないこと。
- ・全ての層に貫通した穴が開かないこと。
- ・着火、溶融、滴下のいずれもしないこと。
- ・残炎時間の平均値は、2秒以下であること。
- ・残じん時間は、2秒以下であること。

(2) 熱伝達性試験（接触熱）

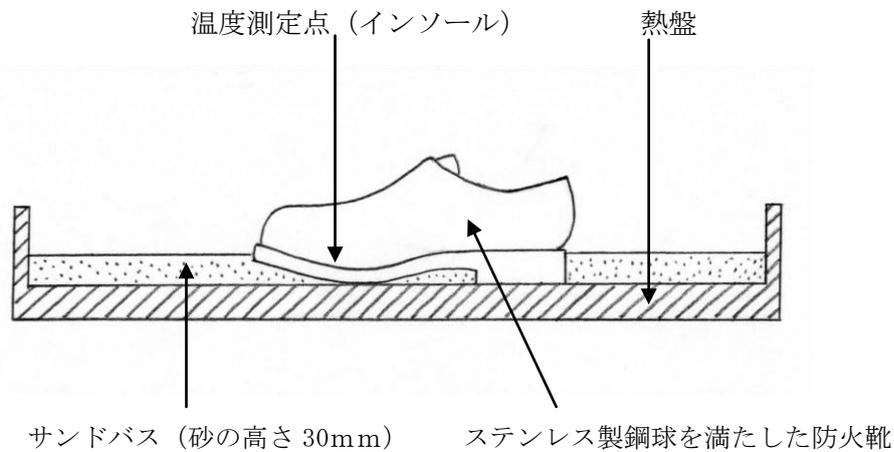
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性試験（接触熱）は、接触熱を測定するものであり、高温物の上を歩行する場合における靴底の断熱性を評価する試験である。
- ・ISO/DIS 11613.2 クラス 2 で示されている性能であり、また、防火服及び防火手袋との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-14 参照）

- ・ISO 20345:2004 に従って行う。
- ・熱盤で覆われた箱に、250℃に熱した砂を底から 30 mm の位置まで入れ、その箱の中にステンレス製鋼球を満たした防火靴を、靴底の表底が熱盤に当たるように入れる。
- ・防火靴の靴底の内部（インソール部）に熱センサーを入れ、温度を測定する。

【図 2-14 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

- ・ 10 分後の靴底の温度が 42℃未満であること。
- ・ 15 分後の靴底の温度が 55℃未満であること。
- ・ 試験開始後、20 分で劣化がないこと。

(3) 熱伝達性試験 (放射熱ばく露)

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 熱伝達性試験 (放射熱ばく露) は、防火靴が火炎からの放射熱に短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。
- ・ 消防隊員が、火炎からの放射熱に短時間にばく露されたとき、高熱の環境から退去するまでの時間を確保できるように断熱性を評価するものである。
- ・ ISO/DIS 11613.2 で示されている性能であり、また、防火服及び防火手袋との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

足背部を対象に、ISO 6942:2002 又は JIS T 8020:2005 に従って行う。

ウ 求められる性能

- ・ 放射熱伝達指数 RHTI24 の平均値は、18 秒以上であること。
- ・ 放射熱伝達指数 RHTI24 と RHTI12 の差の平均値は、4 秒以上であること。
- ・ 平均熱透過率の平均値は、50%以下であること。

(4) 耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐熱性試験は、防火靴に熱による変化が無いことを確認する試験である。
- ・ISO/DIS 11613.2 で示されている性能であり、また、防火服、防火手袋及び防火帽との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。

ウ 求められる性能

溶融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。

5 機械的強度性能

(1) 引張抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・引張抵抗試験は、防火靴の甲被及び表底の引っ張り強さを評価する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、引張抵抗試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・革製防火靴で表底が耐油性のもの並びにゴム製防火靴の甲被及び表底を対象に、JIS T 8101:2006 に従って行う。
- ・材料より試験片を採取し、引張試験機のつかみ部に予め標線を引いた試験片の両端を固定して引っ張り、破断時の伸びと引っ張り強さを測定する。

ウ 求められる性能

(革製防火靴)

- ・表底の耐油性ゴムは、14MPa 以上であること。

(ゴム製防火靴)

- ・甲被について、耐油性ゴムは 10MPa 以上、非耐油性ゴムは 13MPa 以上であること。
- ・表底について、耐油性ゴムは 8 MPa 以上、非耐油性ゴムは 9 MPa 以上であること。

(2) 引裂抵抗試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・引裂抵抗試験は、革製防火靴の表底の引裂強さを評価する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、引裂抵抗試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・革製防火靴で表底が耐油性ゴムのものを対象に、JIS T 8101:2006 に従って行う。
なお、ゴム製防火靴については、引張抵抗試験で代替できるため、対象から除く。
- ・材料より試験片を採取し、引張試験機のつかみ部に試験片の両端を固定して引っ張り、破断時の引き裂き強さを測定する。

ウ 求められる性能

引裂抵抗は、35N/mm以上であること。

(3) 耐摩耗性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐摩耗性試験は、防火靴の表底の摩耗による耐久性を測定する試験である。
- ・ISO/DIS 11613.4 クラス 2 で示されている性能であり、また、防火靴を使用するにあたり、他の部位と比較し摩耗が激しいと思われる表底及び踵の耐摩耗性を評価する必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

防火靴の表底及び踵を対象に、ISO 4649:2002 A 法に従い行う。

ウ 求められる性能

- ・密度 0.9 以下の材料の相対減量は、250 mm³未満であること。
- ・密度 0.9 を超える材料の相対減量は、150 mm³未満であること。
- ・ゴム材料の相対減量は、250 mm³未満であること。

(4) 耐屈曲性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・耐屈曲性試験は、甲被、表底及び踏み抜き防止板の屈曲による亀裂の発生の程度を評価する試験である。

・ISO/DIS 11613.4 クラス2で示されている性能であることから、要求事項として取り入れるものとする。

なお、インソールについては、表底と一体となっていることから、屈曲回数を表底と同様とする。

イ 試験方法

・甲被は、ISO 2023:2004 付属書Eに従って行う。

・表底は、ISO 20344:2004に従って行う。

・踏み抜き防止板は、EN344:1992に従って行う。

ウ 求められる性能

・甲被は、次の屈曲回数において亀裂がないこと。

① 甲被の厚さが2.0mm以下で、製法が手張りタイプの場合125,000回、形成タイプの場合75,000回

② 甲被の厚さが2.0mmを超え2.25mm以下で、製法が手張りタイプの場合110,000回、形成タイプの場合50,000回

③ 甲被の厚さが2.25mmを超え、製法が手張りタイプの場合90,000回、形成タイプの場合40,000回

・表底は、屈曲回数30,000回で亀裂が4mm未満であること。

・踏み抜き防止板は、屈曲回数30,000回で目に見える亀裂がないこと。

(5) 耐踏抜き性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・耐踏抜き性試験は、釘などの鋭利な物を踏んだときに、表底を踏み抜くまでの力を評価する試験である。

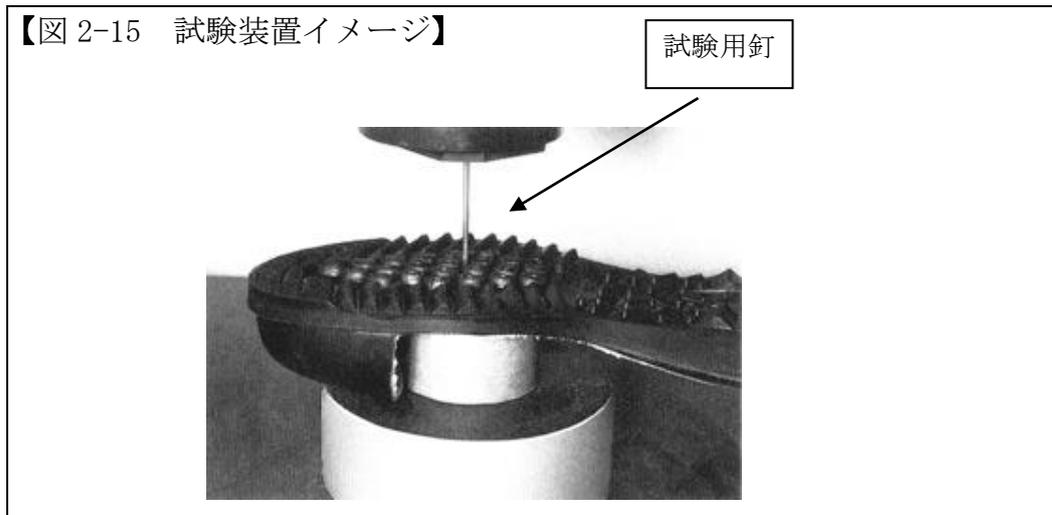
・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、耐踏抜き性試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図2-15参照）

・JIS T 8101:2006に従って行う。

・防火靴の表底に試験用釘を垂直に立て、圧迫を加え、釘が貫通したときの力を測定する。

【図 2-15 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

踏抜き力は、1,100N以上であること。

(6) 剥離抵抗試験

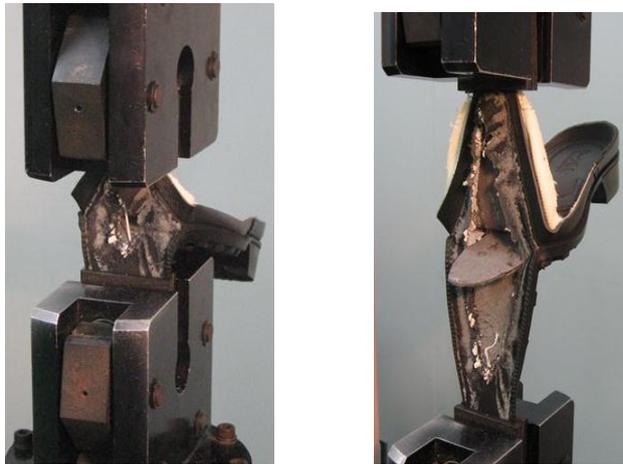
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・剥離抵抗試験は、革製防火靴を対象に表底と甲被との接着力を測定する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、表底の剥離抵抗試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-16 参照）

- ・革製防火靴を対象に JIS T 8101:2006 に従って行う。
なお、ゴム製防火靴については、表底が一体形成であり、剥離部分がないことから、対象から除外する。
- ・靴底と甲被とをジグで挟み剥がす。

【図 2-16 試験装置イメージ】



- ウ 求められる性能
表底の剥離抵抗は、300N以上であること。

(7) 剛性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・剛性試験は、物体の落下や圧迫などに対するつま先前部の強度を測定する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、剛性試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

さらに、消防隊員が、消火活動中に足を重量物に挟まれたり、重量物が落下した場合であっても、消防隊員の足の保護が必要であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

ISO 20344:2004 に従って次の2つの試験を行う。

① 耐衝撃性（図 2-17 参照）

ストライカを、防火靴の上に落下させ、落下後の中底と先しんのすきまの寸法を測定する。

【図 2-17 試験装置イメージ】



② 耐圧迫性能 (図 2-18 参照)

防火靴の先しん部を平行な鋼製加圧ヘッドで圧迫し、圧迫試験後の中底と先しんのすきまの寸法を測定する。

【図 2-18 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

活動性を考慮し、JIS T 8101:2006 に定められる H、S、L 種のうち、軽作業の L 種とする。

- ・①の試験について、30 J 条件で下表に定める最小すきま寸法を満たすこと。
- ・②の試験について、4.5KN 条件で下表に定める最小すきま寸法を満たすこと。

※ 最小すきま寸法は、靴のサイズにより次のとおり定められている。

サイズ (全長 cm)	すきま (mm)
23.0 以下	12.5 以上
23.5～24.5	13.0 以上
25.0～25.5	13.5 以上
26.0～27.0	14.0 以上
27.5～28.5	14.5 以上
29.0 以上	15.0 以上

6 防水性

(1) 耐水性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐水性試験は、防火靴の中に水が侵入しないことを確認する試験である。
- ・防火靴の中に水が侵入することは、消防活動上の支障になることから要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・ISO 20344 に準じて行う。
- ・防火靴の甲被と表底の継ぎ目が水没する深さの水を入れた水槽内で、足踏みを行う。

ウ 求められる性能

- 片足 500 回の足踏みを行った後に、防火靴内に 3 cm³以上の水の浸透がないこと。

(2) 漏れ防止性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

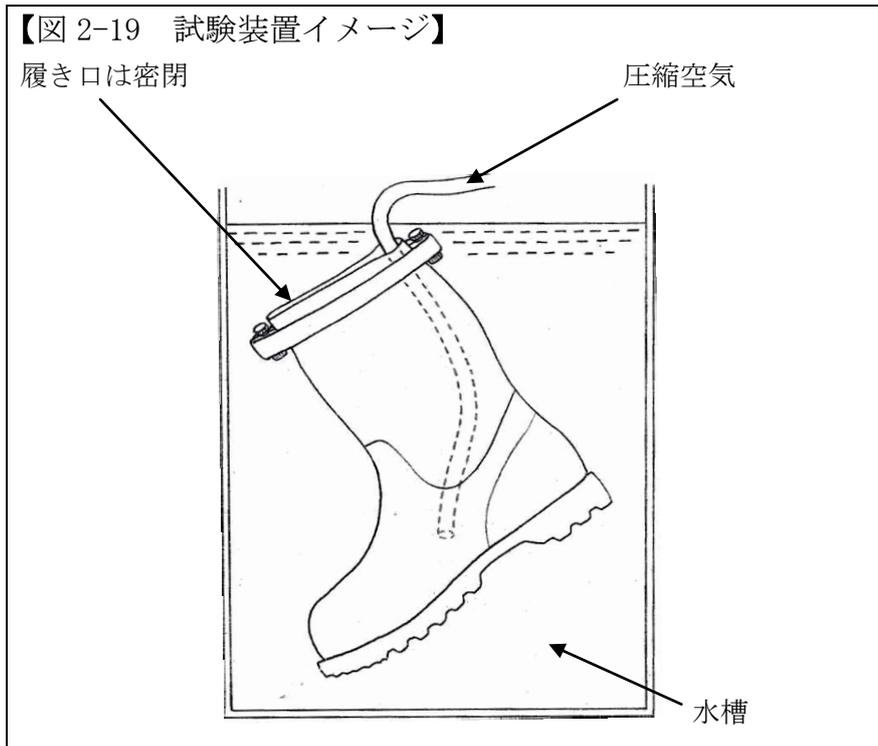
- ・漏れ防止性試験は、ゴム製防火靴の気密性を確認する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴 (JIS T 8101) の規格を満たすことを基本としており、また、漏れ防止性試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

さらに、防火靴の気密性が保たれないと、火災による熱や消火用水が侵入するおそれがあることから、要求項目として取り入れるものと

する。

イ 試験方法（図 2-19 参照）

- ・ゴム製防火靴を対象に、JIS T 8101:2006 に従って行う。
- ・ゴム製防火靴を水槽に浸し、圧縮空気をゴム製防火靴に送り込む。



ウ 求められる性能
連続して気泡が出ないこと。

7 耐化学薬品性能

液体化学薬品浸透性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・液体化学薬品浸透性試験は、防火靴に液体化学薬品が付着した場合、薬品が防火靴の外側を流れ、内部にしみ込まない性能を有することを確認するための試験である。

・ISO/DIS 11613.4 クラス 2 で示されている性能であり、また、液体化学薬品が、防火靴の内部に浸透することで、消防隊員が負傷することを防ぐ必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・ISO 6530:2005又はJIS T 8033:2008に従って行う。

・10秒の注入時間及び20℃の温度で、次のものを用いて行う。

- ① 40%の水酸化ナトリウム (NaOH)
- ② 36%の塩酸 (HCl)
- ③ 30%の硫酸 (H₂SO₄)
- ④ 100%のパラキシレン (C₈H₁₀)

ウ 求められる性能

- ・反発指数は、80%超であること。
- ・次に掲げる液体化学薬品が防火靴の表面から内部に浸透しないこと。
 - ① 40%の水酸化ナトリウム (NaOH)
 - ② 36%の塩酸 (HCl)
 - ③ 30%の硫酸 (H₂SO₄)
 - ④ 100%のパラキシレン (C₈H₁₀)

8 静電気帯電防止性能

帯電性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・帯電性試験は、防火靴の帯電性を評価する試験である。
- ・引火性の蒸気が発生している場所で活動する場合等、消防活動時において、静電気による着火危険を排除する必要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・JIS T 8103:2010 に従って行う。
- ・対向電極となる台の上に靴を置き、靴には中底との間に十分な導通性を持つように主電極を挿入し、12.5kgの垂直荷重をかけ、対向電極と主電極との間の電気抵抗値を測定する。
- ・試験室の温度は、23℃及び0℃とする。

ウ 求められる性能

- ・試験室の室温が23℃のとき、電気抵抗値が $1 \times 10^5 \Omega$ 以上、 $1 \times 10^8 \Omega$ 以下であること。
- ・試験室の室温が0℃のとき、電気抵抗値が $1 \times 10^5 \Omega$ 以上、 $1 \times 10^9 \Omega$ 以下であること。

9 その他の性能

革のクロム含有量試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・革に含まれるクロムの量を評価する試験である。
- ・日本工業規格の安全靴（JIS T 8101）の規格を満たすことを基本としており、また、革のクロム含有量試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・革製防火靴を対象に、JIS T 8103:2006 に従って行う。
- ・革を細断し、酸を加え、加熱酸化分解させ、革中の3価クロム分を6価に酸化させ、チオ硫酸ナトリウムで滴定し、革中のクロム含有量を測定する。

ウ 求められる性能

クロムなめし革では、3価クロムの含有量が3%以上5.5%以下であること。

10 参考

感電防止に要求される抵抗値

作業者が低圧配線の充電部に触れた場合、静電靴の抵抗が極端に小さいと感電するおそれがある。したがって、この感電を防止するためには静電靴の抵抗値にどのような制限が生まれてくるかその1つの目安について検討してみる。

まず人体の一部が充電部に触れた場合、人体に流れる電流 I は充電部の電圧を V 、人体の抵抗を R_m とすれば、これと静電靴の抵抗 R とは直列にはいることになるから

$$I = \frac{V}{R + R_m} \quad (21)$$

として求まる。ここで感電を防止するためには、人体に流れるこの電流を抑制しなければならず、その意味で、静電靴にはある程度以上の抵抗が必要となる。しかし、感電は必ずしも電流の大きさのみでなく、その電流が人体に流れた時間にも関係している。したがって、本来はこの通電時間の関係も考慮すべきであるが、これを考慮すると静電靴の抵抗値がそれのみで定まらないため、ここではこの感電災害をさらに安全側に拡大したものである可随電流を感電防止を行うための基準と定め、これ以下の電流しか人体には流れないような静電靴の抵抗値を定めることに

した。すなわち、人体に流れる電流を静電靴によって可随電流以下におさえておけば、感電防止が行えるであろうという考え方を採用したものである。そこでの考え方によると、可随電流を I_m としたとき、静電靴の抵抗は次の関係

$$R > \frac{V}{I_m} - R_m \quad (22)$$

を満足するものでなければならないこととなる。

以上のようにして求められた条件式に数値を代入して抵抗値の範囲を求めてみる。可随電流としては電流値の小さな方である女子の平均値を採用して $I_m=10.5\text{mA}$ 、低圧充電部の電圧としては440V、人体の抵抗としてはこれも種々の条件によって変わるので安全側を求める意味でゼロとすれば、これらを (22) 式に代入して、静電靴の抵抗範囲は

$$R > \frac{440}{1.05 \times 10^{-2}} - 0 \doteq 4.2 \times 10^4 (\Omega)$$

として求まってくる。すなわち、低圧の動電気による感電防止も考えるならば、静電靴の抵抗値が両足で $4.2 \times 10^4 \Omega$ 以上のものでなければならないことになる。

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所
(旧労働省産業安全研究所)

「静電靴の抵抗値とその測定法」1971年より抜粋

第4 防火帽に求められる性能等

1 防火帽の現状の性能等

(1) 防火帽の構造

防火帽は、帽体（頭部を覆う殻体をいう。以下同じ。）の内側に発泡スチロール等を用いた衝撃吸収ライナーが取り付けられた構造となっており、帽体には装着体（ハンモック及びヘッドバンドをいう。以下同じ。）、あごひも、フェイスシールド（以下「シールド」という。）及びしころが取り付けられている。

使用されている主な材料については、帽体はFRP、ポリカーボネート製樹脂又はABS樹脂、シールドはポリカーボネート製樹脂である。また、しころは、防火服の表地と同様の生地（アラミド繊維、PBO繊維等）と防水層との多層構造となっている。

(2) 防火帽に主に使用されている材料の特徴

ア 帽体及びシールド

(ア) FRP

繊維強化プラスチックの英文名の頭文字を取った簡略名である。

帽体には、ガラス繊維等を不飽和ポリエステル等の熱硬化性樹脂に入れ、強度を向上させているものが多い。

熱に強く剛性があるが、加工は難しいという特性を有する。

(イ) ポリカーボネート製樹脂

熱可塑性樹脂であり、帽体だけでなく、シールドにも用いられている。

耐熱性に優れ衝撃にも強く、透明性が高いが、薬品や有機溶剤には弱く、塗装には不向きという特性を有する。

(ウ) ABS樹脂

アクリロニトリル、ブタジエン、スチレンからなる熱可塑性樹脂をいう。

安価で加工性、剛性、硬度等に優れているが、耐候性は劣るため、長時間直射日光をあてると劣化するという特性を有する。

イ しころ

第2章第1節1(2)と同じ。

(3) 防火帽に求められる性能等

防火帽に求められる主な性能は、次のとおりである。

ア 帽体

①耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能、②上方からの落下物又は飛来物に対する衝撃吸収性及び耐貫通性、③高所から墜落した際に頭部への衝撃を防止又は軽減できるための機械的強度。

イ シールド

①耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能、②消防隊員の視界の確保及び顔面の保護、③破損した場合であっても飛散しない措置がされていること。

ウ しころ

①耐炎性、耐熱性等の炎や熱に対する防護性能、②消防隊員の顔面及び頸部を保護することができること。

2 保護帽等の規格

日本の規格としては、労働安全衛生法（昭和 47 年 6 月 8 日法律第 57 号。以下「労安法」という。）に基づく保護帽と日本工業規格に定められている産業用安全帽（JIS T 8131）がある。また、防火帽の国際規格案としては、ISO/DIS 11613.4 がある。

(1) 保護帽

ア 法的根拠

労安法第 42 条の別表第 2 の第 15 項において、物体の飛来若しくは落下又は墜落による危険を防止するための保護帽について、厚生労働大臣が定める規格に適合しないものを譲渡し、貸与し、又は設置してはならないと規定し、保護帽の規格（昭和 50 年 9 月 8 日労働省告示第 66 号。）が定められている。

イ 規格内容

材料、構造、耐貫通性能及び衝撃吸収性能について定められている。

ウ 保護帽の着用義務

労安規則により、保護帽を着用することが義務付けられている主な作業は、次のとおりである。

- ・最大積載量 5 トン以上の貨物自動車の荷物の積み下ろし作業
- ・明り掘削作業（掘削作業を陽の当たる場所で行う作業）
- ・採石作業

- ・ 船内荷役作業
- ・ 鉄骨の組み立て作業
- ・ 高層建築物等の場所でその上方で他の労働者が作業を行っている場所で作業を行うとき
- ・ 物体が飛来又は落下するおそれのある作業

(2) 産業用安全帽

ア 法的根拠

日本の規格としては、日本工業規格に定められている産業用安全帽（JIS T 8131）がある。これは、飛来物又は落下物に対する産業用安全帽について、ISO 3873:1977 を基に、昭和 52 年 12 月 1 日に作成されたが、安全性の確保の見地から技術的内容を変更して、平成 12 年 3 月 20 日に改正されたものである。

イ 定められている内容

安全帽に求められる性能のうち、必須要件として衝撃吸収性、耐貫通性、難燃性並びに任意要件として超低温及び耐側圧性が定められている。

(3) ISO 規格

現在、防火帽の ISO 規格はなく、国際規格案の ISO/DIS 11613.4 において、ヨーロッパの EN 規格を基にしたクラス 2、アメリカの NFPA 規格を基にしたクラス 3 に分類され、検討されている。

それぞれの性能要求項目の比較は、次の表のとおり。

表 2-5 ISO/DIS 11613.4 防火帽の性能 (抜粋)

事項		クラス 2	クラス 3
耐炎・耐熱性能	耐炎性	EN137:2006 7.4.1.3 残炎及び残じん(残光) ≤ 5 秒 (火炎巻き込まれ)	NFPA 1971:2007 残炎及び残じん(残光) ≤ 5 秒 溶融、滴下不可
	熱伝達 (放射熱ばく露)	EN13087-10 熱流束 14kW/m ² 8 分 軟化、溶融、滴下、発火不可	基準なし
	耐熱性	ISO 17493 90°C 20 分 溶解、滴下、分離、発火不可	NFPA 1971:2007 260°C 5 分 溶融、滴下、分離、発火不可
機械的強度性能	衝撃吸収性	EN13087-2:2000 (落下体法) ストライカ 5 kg 頭部へ伝えられる力 ≤ 15KN	NFPA 1971:2007 8.15 3,780N 以上の力を伝達しない
	耐貫通性	EN13087:2000 ストライカ 1 kg ストライカと試験ブロックに接触がないこと。	NFPA 1971 8.19 電氣的又は物理的接触がないこと。
	耐側圧性	EN11613.4 7.5.1 項 横方向と縦方向の変形 ≤ 40 mm	基準なし
電氣的特性	耐電圧性	導電性試験 EN13087-8:2000 5.2 破損の兆候 不可 漏れ電流 ≤ 1.2mA	導電性試験 NFPA 1971:2007 8.31 手順 A、 手順 B 漏れ電流 ≤ 3.0mA

3 防火帽に求められる性能

(1) 基本的な考え方

- ア 屋内進入時の消火活動を基準としているので、労安規則に定められている物体の飛来若しくは落下又は墜落のおそれのある作業に対応するため、労安法に基づく保護帽の規格に適合させることとする。
- イ 保護帽の規格には、耐熱性その他消火活動上に必要な性能が規定されていないため、JIS 規格及び ISO 規格を基準とし、原則として防火服、防火手袋及び防火帽に求められる性能と整合性を図ることとする。

ウ 防火帽は、直接火炎に触れる可能性のある部分（帽体、シールド及びしころ）について、耐炎性能及び耐熱性能を求めることとする。

エ しころは、布地なので防火服に求められる性能を基準とする。ただし、耐炎性能及び耐熱性能については、防火服の襟と重なること及びしころと顔面との間に空気層が確保出来ることから、防火服のズボンと同等の性能を求めることとする。

また、快適性能については、必要により選択するものとする。

(2) 防火帽の構成等

ア このガイドラインの対象とする防火帽の基本的な構成は、本体（帽体、衝撃吸収ライナー、装着体及びあごひもをいう。以下同じ。）、シールド及びしころとする。

イ 防火帽は、原則として頭部及び頸部を覆うことができるものとする。

ウ 防火帽の内側には、頭部に伝わる衝撃の運動エネルギーを緩和するための衝撃吸収ライナーを取り付け、さらに装着体を装備する。装着体は、防火帽を頭部で保持し、帽体に衝撃を受けた際には、着用者の頭部に伝わる衝撃エネルギーを緩和する。

エ シールドは、他の防火装備と合わせて顔面を覆い、火炎の炎や熱が直接顔面に当たらないようにする。

オ しころは、頭部及び頸部の周囲を火災の炎や熱から保護するため、耐炎性及び耐熱性を有するとともに、防火服の上衣の襟と重なる長さとする。

4 耐炎・耐熱性能

(1) 耐炎性試験

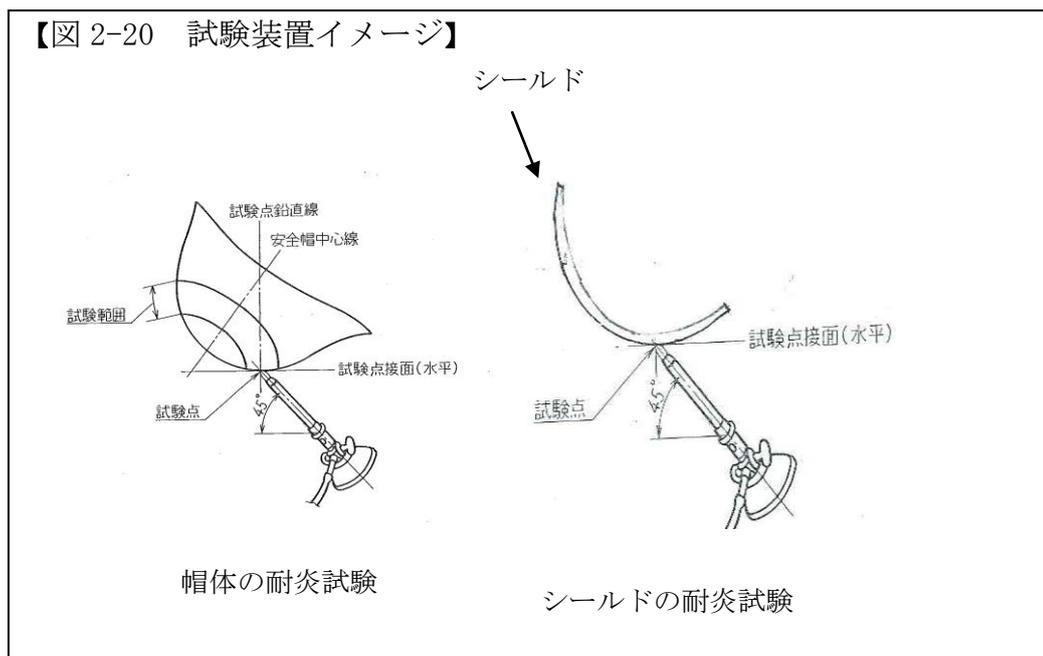
ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐炎性試験は、防火帽の燃えにくさを測定するための試験である。
- ・消防隊員が火災現場で火炎に触れた場合でも防火帽に着火しないこと、また、仮に防火帽に着火した場合でも、全体に燃え広がらないことが必要なため、防火帽の耐炎性を測定するものである。
- ・ISO/DIS 11613.4 に示されている性能であり、また、防火服及び防火手袋との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

・難燃性を評価する試験として ISO 15025 があるが、この試験は、原則的に生地（生地）の難燃性を測定する試験であること及び ISO/DIS 11613.4 では、難燃性試験を EN137:2006 7.14.3 で実施することとされているが、この試験を行える装置が日本にないことから、JIS T 8131:2000 に規定する試験方法で実施する。

イ 試験方法（図 2-20 参照）

- ・防火帽の帽体及びシールドを対象に、JIS T 8131:2000 6.7 に従って行う。
- ・ブンゼンバーナーの炎（青色炎）が 15 mm となるよう調節し、バーナーを垂直軸に対して 45 度傾け、防火帽の上側を下にして、帽体表面の頂部から 50～100 mm の試験点（炎の頂点が当たる点）に炎の先端を 10 秒間当てた後、炎を取り去る。



ウ 求められる性能

- ・帽体の素地が 2 秒以上、帽体に塗装を施したものが 5 秒以上、シールドが 2 秒以上燃え続けられないこと。
- ・溶融したものが流れ出さない、又は滴下しないこと。

(2) 熱伝達性試験（放射熱ばく露）

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・熱伝達性（放射熱ばく露）試験は、防火帽が火炎からの放射熱に

短時間にばく露されたときの断熱性を測定する試験である。

- ・ ISO/DIS 11613.4 クラス 2 に示されている性能であり、また、防火服及び防火手袋との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

- ・ ISO /DIS 11613.4 クラス 2 においては、EN13087-10 で試験することとされているが、防火服及び防火手袋（手背側）との整合性を図るため、それらと同様の試験とする。

イ 試験方法

- ・ 防火帽の本体を対象に、ISO 6942:2002 又は JIS T 8020:2005 で行う。ただし、平均熱透過率については、試験に用いる熱センサーの形状が決定されていないため、除外する。

- ・ ISO 6942:2002 方法 B (JIS T 8020:2005 手順 B) により、人頭模型に防火帽を被せ、人頭模型を垂直軸に対して 45 度傾け、防火帽に一定熱量 (40kW/m²) を持つ放射熱を 3 分間与え、人頭模型に取り付けられた熱センサーにて、時間経過に伴う人頭模型表面の温度変化を測定し、防火帽本体の断熱性を評価する。また、試験後における防火帽外観の状況を記録する。

ウ 求められる性能

- ・ 試験開始 3 分後に、人頭模型表面の温度が試験開始前から 24℃ 以上上昇しないこと。

- ・ 帽体の素地は、熔融したものが流れ出さないこと又は滴下しないこと。

- ・ 帽体の素地は、加熱部において、帽体の機能を損なうような著しい膨張及び凹み並びに帽体内面まで繋がった亀裂及び穴あきがないこと。

(3) 耐熱性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 耐熱性試験は、熱により防火帽の帽体及びシールドに変化が無いことを確認する試験である。

- ・ ISO/DIS 11613.4 に示されている性能であり、また、防火服及び防火手袋との整合性を図ることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

防火帽の帽体及びシールドを対象に、ISO 17493:2000 又は JIS T 8023:2006 に従って行う。

ウ 求められる性能

溶融、滴下、分離、発火のいずれもしないこと。

5 機械的強度性能

(1) 衝撃吸収性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・ 衝撃吸収性試験は、飛来物若しくは落下物又は墜落時の衝撃に対して防火帽がどの程度衝撃を吸収出来るかを評価する試験である。
- ・ 労安法に基づく保護帽の規格に適合させることを基本としており、衝撃吸収性試験は、当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法（図 2-21 参照）

防火帽の本体を対象に、保護帽の規格第 8 条に基づき次の 2 つの試験を行う。

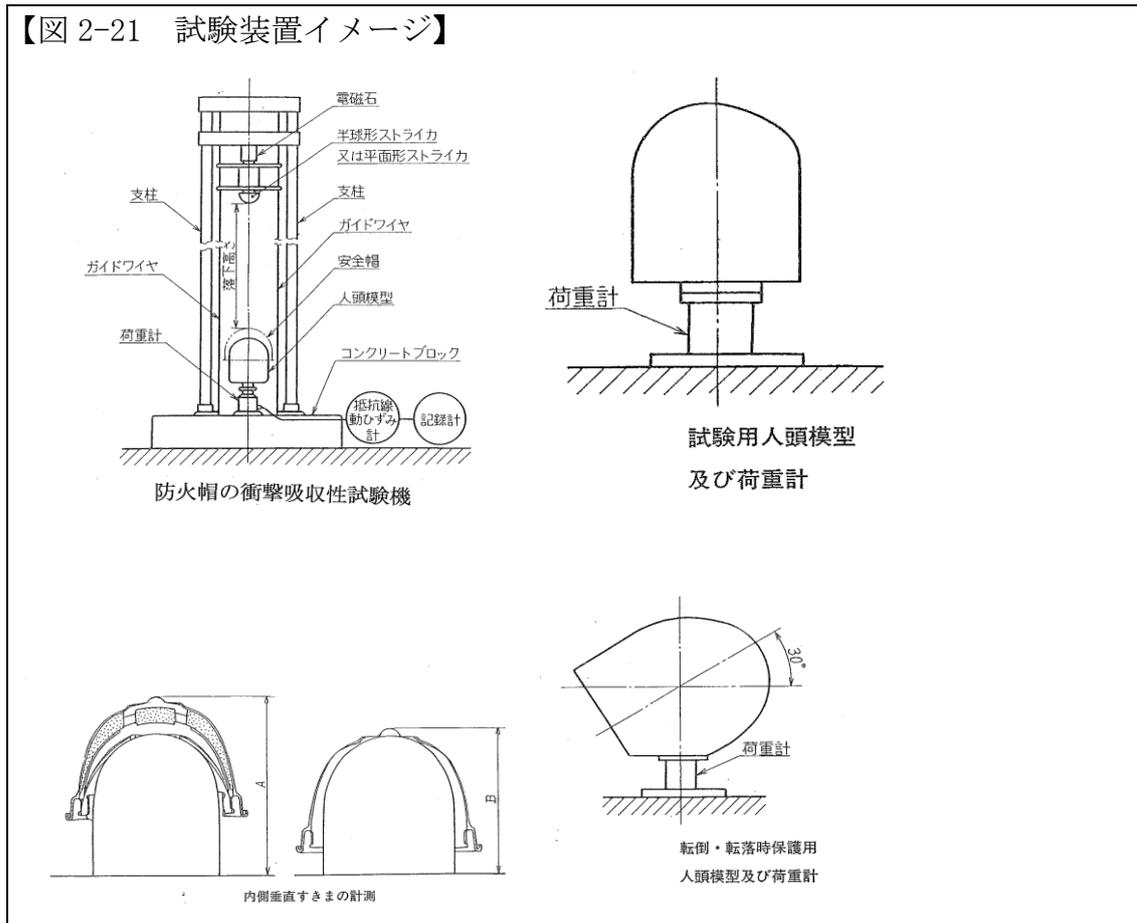
① 飛来物及び落下物用

防火帽のヘッドバンドが、人頭模型に密着しない状態で装着させ、重さ 5 kg の半円形ストライカ（JIS 規格 G3101（一般構造用圧延鋼材）に定める SS400 の規格に適合する鋼材を材料とし、かつ、半径 48 mm の半球系衝撃面を有するものに限る。）を 1m の高さから防火帽の頂部に自由落下させる。

② 墜落時の保護用

中心線が水平に対して 30 度傾斜している人頭模型に、衝撃点が防火帽の前頭部及び後頭部となるように装着し、重さが 5 kg の水平面ストライカ（JIS 規格 G3101（一般構造用圧延鋼材）に定める SS400 の規格に適合する鋼材を材料とし、かつ、直径 127 mm の半球系衝撃面を有するものに限る。）を 1m の高さから自由落下させる。

【図 2-21 試験装置イメージ】



ウ 求められる性能

①の試験について

・人頭模型に係る衝撃荷重（以下「衝撃荷重」という。）が、500 kg 以下であること。

②の試験において

- ・衝撃荷重が 1,000 kg 以下であること。
- ・750 kg 以上の衝撃荷重が 1,000 分の 3 秒以上継続しないこと。
- ・500 kg 以上の衝撃荷重が 1,000 分の 4.5 秒以上継続しないこと。

(2) 耐貫通性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

・耐貫通性試験は、飛来物若しくは落下物が防火帽に当たった場合又は墜落時に地面の突起物に当たった場合、防火帽を貫通しないことを確認する試験である。

・保護帽の規格に適合させることを基本としており、耐貫通性試験が当該規格に規定されていることから、要求事項として取り入れる

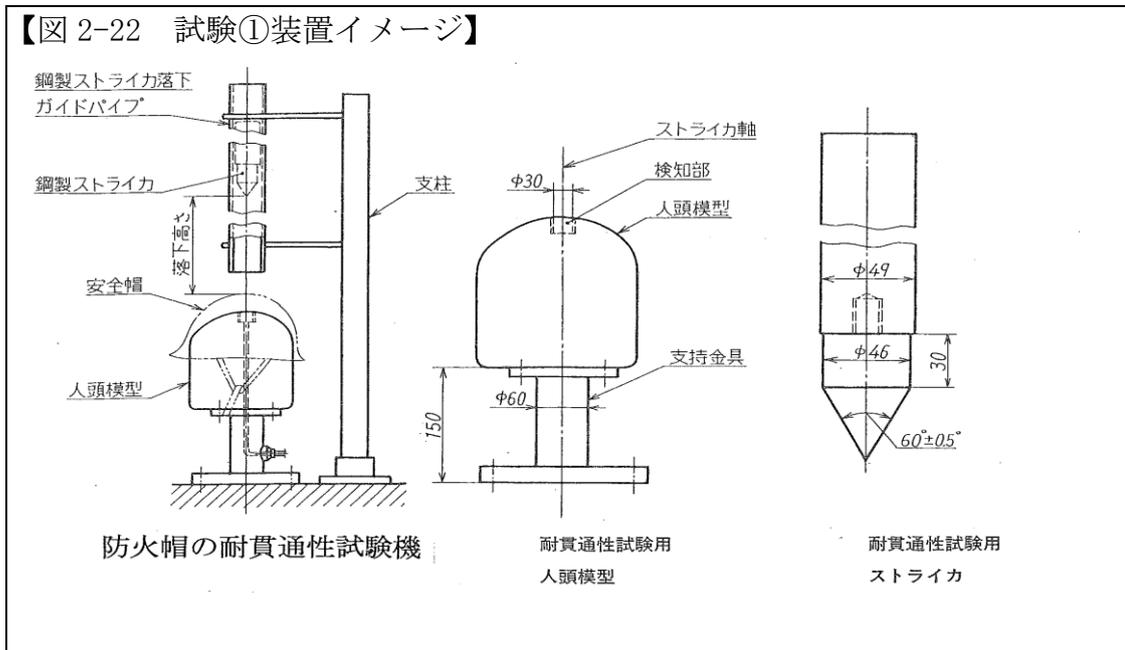
ものとする。

イ 試験方法

次の2つの試験を行う。

- ① 防火帽の本体を対象に、保護帽の規格第6条に基づき試験を行う。

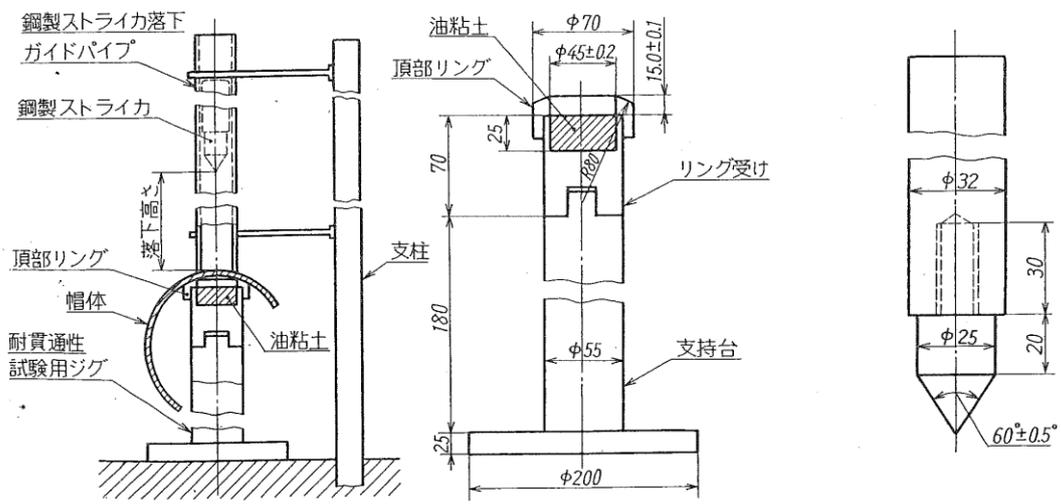
防火帽のヘッドバンドが人頭模型に密着しない状態で装着し、重さ3kgの円すい形ストライカを1mの高さから防火帽の頂部を中心とする直径100mmの円周内に自由落下させる（図2-22参照）。



- ② 防火帽の帽体を対象に、保護帽の規格第7条に基づき試験を行う。

帽体を、試験用ジグの頂部リングにそれぞれ落下点が帽体の前頭部、後頭部及び両側頭部になるようにかぶせ、重さ1.8kgの円すい形ストライカを0.6mの高さから自由落下させる（図2-23参照）。

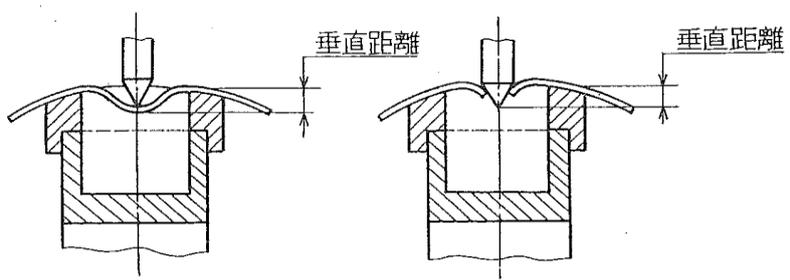
【図 2-23 試験②装置イメージ】



防火帽帽体の耐貫通性試験機

耐貫通性試験用ジグ

耐貫通性試験用ストライカ



墜落時保護用 耐貫通性計測方法

ウ 求められる性能

①の試験について

・円すい形ストライカの先端が人頭模型に接触しないものであること。

②の試験について

・試験用ジグの頂部のリングの上端から帽体内面のくぼみの最降下点（ストライカの先端が帽体を貫通した場合は、当該ストライカの先端）までの垂直距離が 15 mm 以下であること。

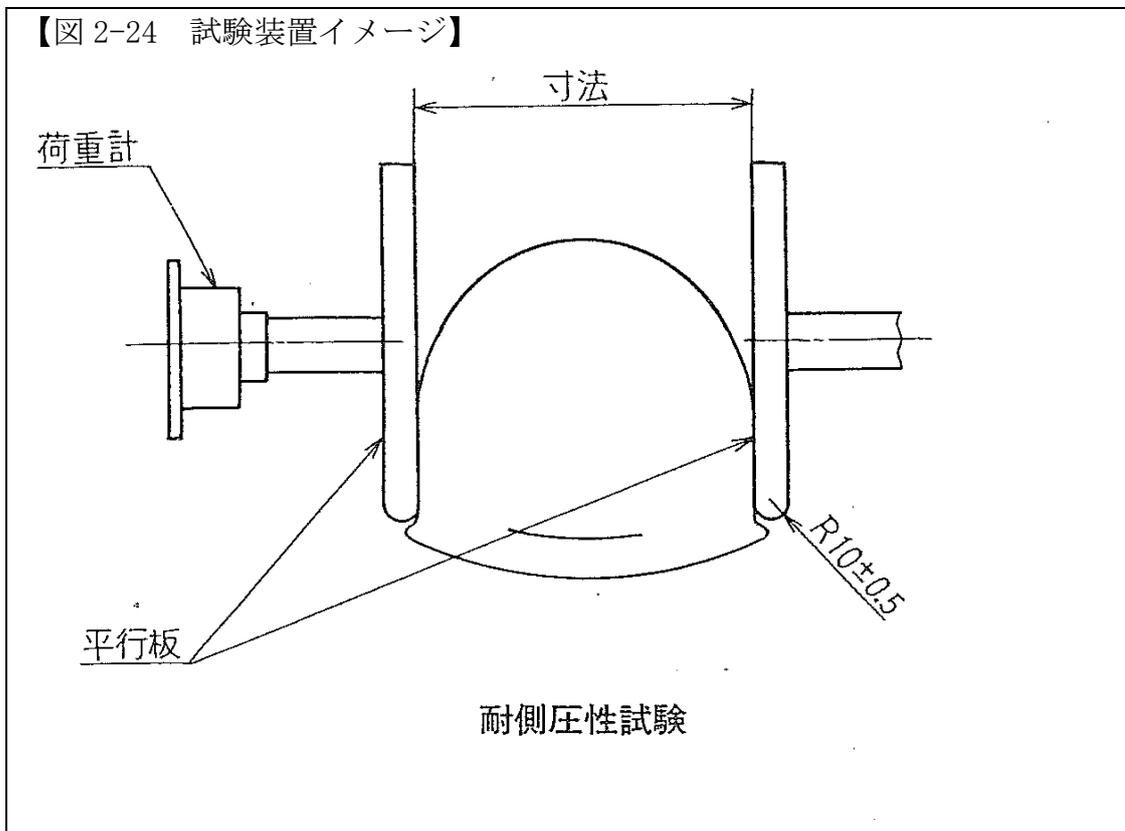
(3) 耐側圧性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・耐側圧性試験は、防火帽が重量物に挟まれた場合、頭部と防火帽本体との間に一定の空間を保つことを確認する試験である。
- ・ISO/DIS 11613.4 クラス 2 に示されている性能であり、また、安全性の観点から、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法 (図 2-24 参照)

- ・防火帽の本体を対象に、JIS T 8131-2000 に従って行い、数値は ISO/ DIS 11613.4 に定める数値とする。
- ・二枚の平行板の間に本体を置き、横向きに圧力がかかるように、平行板の直角の方向から 30N を加え、30 秒間維持した後に平行板の間隔を測定する。その後 1 分に 100N の割合で 630N まで増加させた後、30 秒間維持して平行板の間隔を測定する。
- ・圧縮力を 25N まで減じた後、直ちに 30N まで増加させ、30 秒間維持して平行板の間隔を測定する。



ウ 求められる性能

初期圧力 30Nにおける側面変形寸法に対して、630Nにおける最大変形は 40 ミリメートルを超えず、かつ、2 度目の 30Nにおける残存変形は 15 ミリメートルを超えてはならない。

6 運動性能

重量試験

重量には、本体、シールド及びしころを含むものとする。

なお、本体及びしころに取り付けられている記章及び周章も含むものとする。

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

- ・重量試験は、防火帽の重量を測定する試験である。
- ・防火帽の重量は、消防隊員が活動する上で重要な要素であることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法

- ・JIS T 8131-2000 に従って行う。
- ・重量を測定する環境は、次のとおりとする。
 - ① 室温は、 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
 - ② 湿度は、 $55\% \pm 30\%$
 - ③ 試験環境下に 72 時間置いた後直ちに重量を測定すること。
 - ④ 計量に用いる計量器は上皿天秤はかりとし、計量法（平成 4 年 5 月 20 日法律第 51 号）に定める検定に合格したものを使用すること。

ウ 求められる性能

重量は、1,500 g 以下であること。

7 電気的特性

導電性試験

ア 試験の概要と要求事項として取り入れた理由

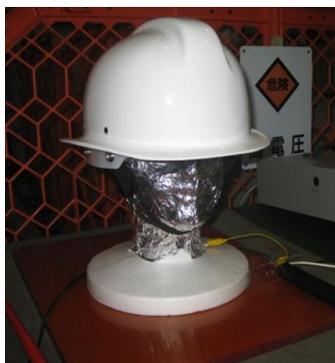
- ・導電性試験は、消防隊員が感電した場合に防火帽本体が破損しないこと及び人体に電流が流れないことを確認する試験である。
- ・ISO/DIS 11613.4 クラス 2 に示されている性能であり、また、火災現場において垂れ下がった電線に触れるなど、感電のおそれを防ぐ必

要があることから、要求事項として取り入れるものとする。

イ 試験方法について（図 2-25 参照）

- ・ 防火帽の本体を対象に、EN13087:2000 に従って行う。
- ・ 防火帽を、導電性のある人頭模型に被せ保護具で固定する。
- ・ 人頭模型と直径が 4 mm で端部に半円形の丸みを持つ導電性測定用電極との間に、50 ヘルツ又は 60 ヘルツの交流電流を流す。
- ・ 導電性測定用電極を本体の表面に当て、1,200 ボルトの電圧をかけ、これを 15 秒間保持し、漏えい電流を測定する。

【図 2-25 試験装置イメージ】



導電性人頭模型の例



漏洩電流測定器

ウ 求められる性能

- ・ 防火帽本体に破損の兆候がないこと。
- ・ 漏れ電流は、1.2mA 以下であること。