

## 目 次

ページ

1	適用範囲	1
2	引用規格	1
3	用語及び定義	1
4	試験項目	23
5	一般原則	3
5.1	共通的な条件	3
5.2	単位系	3
6	防護マスク吸収缶に関する生物剤防護性能試験評価方法	4
6.1	概要	4
6.2	試験方法	4
6.2.1	測定手順	4
6.2.1.1	MPPS 決定のための測定手順	4
6.2.1.2	MPPS に対する捕集効率測定手順	4
6.2.2	試験粒子	5
6.2.3	試験温度及び相対湿度	5
6.2.4	試験流量	6
6.2.5	試験装置	6
6.2.5.1	試験系	6
6.2.5.2	試験粒子発生方法	6
6.2.5.3	粒子測定器	6
6.2.6	試料	7
6.2.7	MPPS の決定及び MPPS に対する捕集効率の算出方法	7
6.2.7.1	MPPS の決定	7
6.2.7.2	MPPS に対する捕集効率の算出方法	8
7	車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法	9
7.1	概要	9
7.2	試験方法	9
7.2.1	測定手順	9
7.2.2	試験粒子	9
7.2.3	試験温度及び相対湿度	9

7.2.4	試験流量	9
7.2.5	試験装置	9
7.2.5.1	試験系	9
7.2.5.2	試験粒子発生方法	10
7.2.5.3	粒子測定器	10
7.2.6	試料	10
7.2.7	MPPS の決定及び MPPS に対する捕集効率の算出方法	10
7.2.7.1	MPPS の決定	10
7.2.7.2	MPPS に対する捕集効率の算出方法	10
8	防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法	11
8.1	概要	11
8.2	試験方法	11
8.2.1	強制通気法	11
8.2.1.1	測定手順	11
8.2.1.2	試料数	11
8.2.1.3	試験粒子	11
8.2.1.4	試験時の温度及び相対湿度	11
8.2.1.5	試験装置	12
8.2.1.5.1	試験系	12
8.2.1.5.2	サンプリングチューブ及びプローブ	12
8.2.1.5.3	試験粒子発生器	12
8.2.1.5.4	粒子測定器	12
8.2.1.6	試料	13
8.2.1.7	漏れ率の算出方法	13
8.2.2	吹き付け法	13
8.2.2.1	測定手順	13
8.2.2.2	試料数	13
8.2.2.3	試験粒子	13
8.2.2.4	試験時の温度及び相対湿度	13
8.2.2.5	試験装置	13
8.2.2.5.1	試験系	13
8.2.2.5.2	サンプリングチューブ及びプローブ	14
8.2.2.5.3	試験粒子発生器	14
8.2.2.5.4	粒子測定器	14
8.2.2.6	試料	14
8.2.2.7	漏れ率の算出方法	14

9	防護マスクの装着状態における生物剤防護性能試験評価方法	15
9.1	概要	15
9.2	試験方法	15
9.2.1	測定手順	15
9.2.2	被験者	15
9.2.3	動作	16
9.2.4	試験粒子	16
9.2.5	チャンバ内の温度及び相対湿度	17
9.2.6	サンプリング流量	17
9.2.7	試験装置	17
9.2.7.1	試験系	17
9.2.7.2	サンプリングチューブ及びプローブ	18
9.2.7.3	チャンバ	18
9.2.7.4	試験粒子発生器	19
9.2.7.5	検出システム	19
9.2.8	試料	19
9.2.9	個別漏れ率(TL)の計算	19
9.2.10	測定値のまとめ方	20
10	防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法	21
10.1	概要	21
10.2	試験方法	21
10.2.1	測定手順	21
10.2.2	被験者	21
10.2.3	動作	21
10.2.4	試験粒子	22
10.2.5	チャンバ内の温度及び相対湿度	22
10.2.6	サンプリング流量	22
10.2.7	試験装置	22
10.2.7.1	試験系	22
10.2.7.2	サンプリングチューブ及びプローブ	23
10.2.7.3	サンプリング位置	24
10.2.7.4	チャンバ	24
10.2.7.5	試験粒子発生器	245
10.2.7.6	検出システム	25
10.2.8	試料	25
10.2.9	漏れ率の算出方法	25

解説 ..... 26

## 1 適用範囲

この規格は、防衛省において使用する防護衣、防護マスク及び車両用空気浄化装置のエアロゾル散布された生物剤に対する防護性能を試験評価するため、防護マスク吸収缶に関する生物剤防護性能試験評価方法、車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法、防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法、防護マスクの装着状態における生物剤防護性能試験評価方法及び防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法について規定する。

## 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

JIS B 9927 クリーンルーム用エアフィルタ - 性能試験方法

JIS T 8001 呼吸用保護具用語

JIS T 8115 化学防護服

JIS T 8124-2 固体粉じんに対する防護服 - 第2部：微粒子エアロゾルに対する全身化学防護服内部への漏れ率試験方法

JIS T 8159 呼吸用保護具の漏れ率試験方法

JIS Z 8122 コンタミネーションコントロール用語

JIS Z 8203 国際単位系 (SI) 及びその使い方

## 3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、JIS T 8001、JIS T 8115 及び JIS Z 8122 によるほか、次による。

### 3.1

#### 防護装備システム

この規格における防護装備システムは、防護衣及び防護マスクで構成されるシステムである。

### 3.2

#### MPPS (Most Penetrating Particle Size)

この規格で規定されている試験によって、捕集効率が最低となる試験粒子の粒径。

### 3.3

#### 定格流量

この規格における定格流量は、車種ごとに規定される車両用空気浄化装置のエアフィルタが処

理する流量である。

### 3.4

#### フィルタユニット

この規格におけるフィルタユニットは、車両用空気浄化装置に使用するエアフィルタ、ガスフィルタ及びそれらを格納するハウジングからなるユニットである。

### 3.5

#### フィルタシート

この規格におけるフィルタシートは、エアフィルタに使用されるフィルタ素材である。

### 3.6

#### ミニチュアフィルタ

この規格におけるミニチュアフィルタは、エアフィルタのろ過面積を縮小したエアフィルタである。

### 3.7

#### 透過率

この規格における透過率は、環境中の試験粒子が、防護衣素材をどれだけ透過するかを示す指標である。

### 3.8

#### 強制通気法

この規格における強制通気法は、通気性を有する防護衣素材の透過率を評価する試験方法である。

### 3.9

#### 吹き付け法

この規格における吹き付け法は、通気性の有無に関わらず、防護衣素材の透過率を評価する試験方法である。

### 3.10

#### 光散乱検知器

この規格における光散乱検知器は、光散乱式自動粒子測定器及び微分型電気移動度粒子測定器を含む光の散乱を利用した粒子の検知器である。

### 3.11

#### 個別漏れ率 (TL)

この規格における個別漏れ率 (TL) は、防護マスク又は防護装備システムを着用したとき、環境中の試験粒子が、防護マスク又は防護装備システムの全ての箇所からどれだけ漏入するかを示す各被験者の指標である。

### 3.12

#### 漏れ率 (TLS)

この規格における漏れ率 (TLS) は、10名の個別漏れ率のうち、最大値と最小値を除いた8名

の個別漏れ率の算術平均値である。

#### 4 試験項目

本規格で規定する試験項目を表 1 に示す。

表 1 生物剤防護性能試験評価方法の試験項目

箇条番号	試験項目
6	防護マスク吸収缶に関する生物剤防護性能試験評価方法
7	車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法
8	防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法
9	防護マスクの装着状態における生物剤防護性能試験評価方法
10	防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法

#### 5 一般原則

##### 5.1 共通的な条件

この規格に基づいて試験を行う者は、この試験の作業に精通していることを前提とする。したがって、この規格の利用者は、各自の責任において安全及び健康に対する適切な措置をとらなければならない。

##### 5.2 単位系

この規格における単位系は、JIS Z 8203 に規定の国際単位系による。

## 6 防護マスク吸収缶に関する生物剤防護性能試験評価方法

### 6.1 概要

本項の試験評価方法は、防護マスク吸収缶の生物剤（微粒子）に対する捕集効率試験方法について記述するものである。

### 6.2 試験方法

#### 6.2.1 測定手順

測定手順は、次による。ただし、MPPS 既知の試料については、6.2.1.2 のみを適用する。

##### 6.2.1.1 MPPS 決定のための測定手順

- a) 試料をシール材、治具等を用いて試験装置の試料取り付け部に気密に設置する。
- b) 清浄空気を 6.2.4 に規定する流量で供給し、下流側粒子測定器の測定値が十分低いことを確認する。また、この時の試験空気の温度及び相対湿度が 6.2.3 に規定する条件に適合していることを確認する。
- c) 粒子発生器を用いて 6.2.2 に規定する粒子を発生させる。
- d) 粒子測定器を用いて 0.04～1.0  $\mu\text{m}$  の粒径範囲において、上流側及び下流側の粒子個数濃度をそれぞれ測定する。粒子個数濃度の測定は、努めて広範囲な 6 点の粒径において行い、MPPS よりも小さな粒径を 1 点以上含めなければならない。
- e) 6.2.7.1 に規定する方法によって、試料の MPPS を決定する。

##### 6.2.1.2 MPPS に対する捕集効率測定手順

- a) 試料をシール材、治具等を用いて試験装置の試料取り付け部に気密に設置する。
- b) 清浄空気を 6.2.4 に規定する流量で供給し、下流側粒子測定器の測定値が十分低いことを確認する。また、この時の試験空気の温度及び相対湿度が 6.2.3 に規定する条件に適合していることを確認する。
- c) 粒子発生器を用いて 6.2.2 に規定する粒子を発生させる。
- d) 粒子計測器を用いて測定粒径下限範囲  $\text{MPPS}/2 \sim \text{MPPS}/1.5$ （図 1 における a の範囲）から測定粒径上限範囲  $\text{MPPS} \times 1.5 \sim \text{MPPS} \times 2$ （図 1 における b の範囲）における上流側及び下流側の粒子個数濃度を測定する。
- e) 6.2.7.2 に規定する方法によって、試料の MPPS に対する捕集効率を決定する。

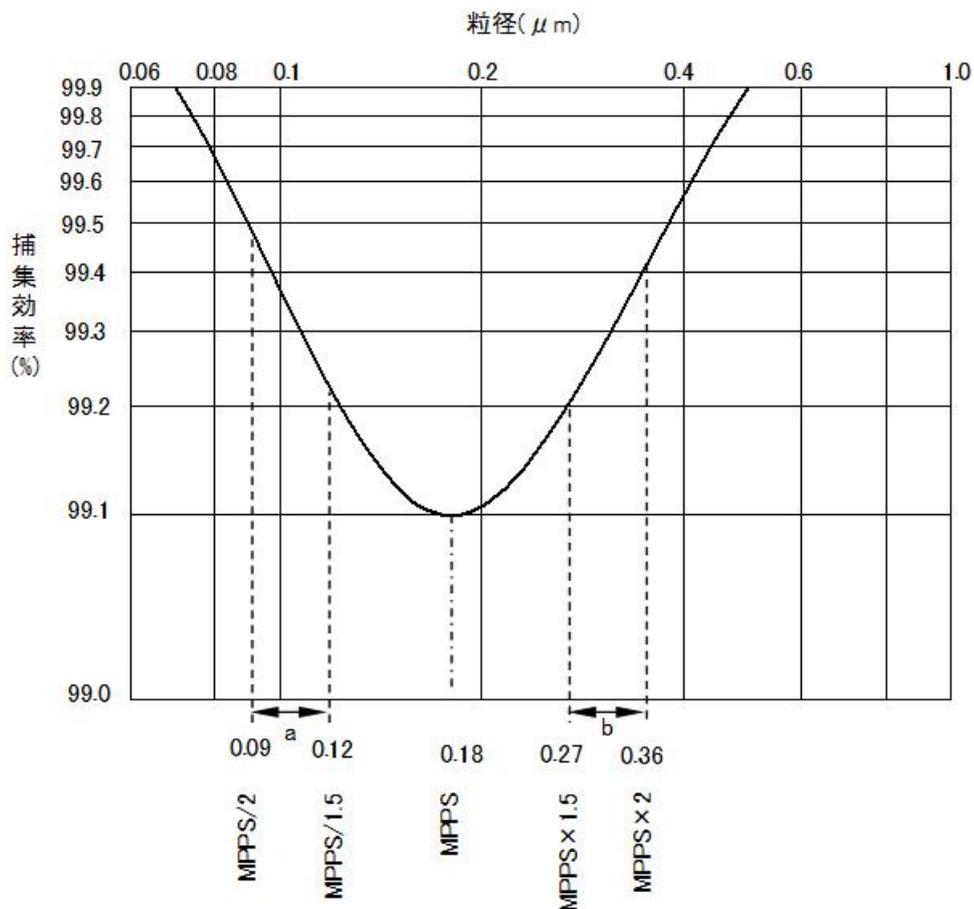


図 1－測定粒径範囲の例

6.2.2 試験粒子

試験に使用する粒子は、フタル酸ジオクチル (DOP : Dioctyl Phthalate) 粒子を使用するものとする。試験粒子は、表 2 に示す要件を満足するものとする。また、試験粒子は、ポリアルファオレフィン、コーンオイル又はパラフィンオイルを代替使用することができる。

表 2 試験粒子

項目	MPPS 測定用	捕集効率測定用
粒子個数濃度	10 <sup>5</sup> 個/cm <sup>3</sup> 以上	
濃度の平均値に対する変動幅	±15 %	
個数中央径	0.04～1.0 μm	MPPS/2～MPPS×2

6.2.3 試験温度及び相対湿度

試験に用いる空気の温度及び相対湿度は、次による。

- a) 温度 25±10 °C

b) 相対湿度(55±15) %

#### 6.2.4 試験流量

試験流量は、定常流 85 L/min とする。ただし、複数の吸収缶を取り付ける防護マスクの吸収缶を試料とする場合は、単数の吸収缶について、試験流量を防護マスクに取り付ける吸収缶の個数で除した流量とする。

#### 6.2.5 試験装置

##### 6.2.5.1 試験系

試験系の例を図 2 に示す。

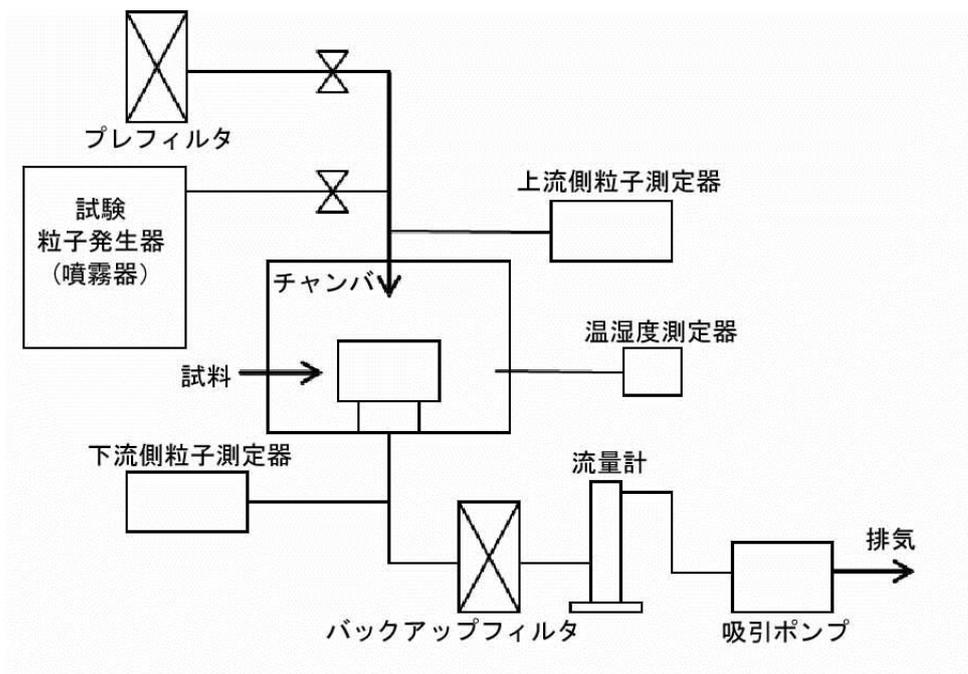


図 2—試験系の例

##### 6.2.5.2 試験粒子発生方法

試験用試薬を噴霧器により噴霧して生成した粒子を清浄空気で希釈して使用する。

##### 6.2.5.3 粒子測定器

粒子測定器は、光散乱式自動粒子測定器又は微分型電気移動度粒子測定器のうち試験粒子に対して適切な測定範囲を有するものを選択又は組み合わせて使用するものとする。試験粒子の測定は 1 対の粒子測定器により試料の上流側、下流側を並行して測定する方法又は単独の粒子測定器を用いて、上流側、下流側を交互に測定する方法のいずれかにて行う。単独の粒子測定器により測定を行う場合には、切り換え後に測定値が安定することを確認したのち、測定を開始するものとする。

なお、試験粒子濃度が粒子測定器の測定範囲を超える場合には、希釈器を設置して測定することができる。

a) 光散乱式自動粒子測定器 0.1～2.0 μm の粒子を計数可能で、偽計数<1 個/min のものを使用

する。

- b) **微分型電気移動度粒子測定器** 微分型電気移動度分析器 (DMA:Differential Mobility Analyzer) と凝縮粒子計数器 (CPC:Condensation Particle Counter 又は CNC:Condensation Nucleus Counter) を組み合わせたもので、0.01~0.8 μm の粒径範囲及び 10<sup>6</sup> 個/cm<sup>3</sup> までの粒子濃度が測定可能なものを使用する。

**注** 粒子濃度の測定範囲の下限値は、捕集効率の有効桁数に応じて適宜選定する。

#### 6.2.6 試料

試験に用いる試料は、表 3 のとおりとする。

表 3—試料

	MPPS 測定用	捕集効率測定用
試料	防護マスク吸収缶	

#### 6.2.7 MPPS の決定及び MPPS に対する捕集効率の算出方法

##### 6.2.7.1 MPPS の決定

6.2.1.1 による測定結果に基づき、以下の式を用いて各粒径における捕集効率を算出する。捕集効率を y 軸、粒径を x 軸として各粒径における捕集効率をプロットし、捕集効率の近似曲線を作成する。作成した捕集効率近似曲線に基づき MPPS を決定する。捕集効率近似曲線の例を図 3 に示した。

$$E_i = \frac{C_{1,i} - C_{2,i}}{C_{1,i}} \times 100$$

ここに、  
 $E_i$  : 粒径 i における捕集効率 (%)  
 $C_{1,i}$  : 粒径 i における上流側粒子個数濃度  
 $C_{2,i}$  : 粒径 i における下流側粒子個数濃度

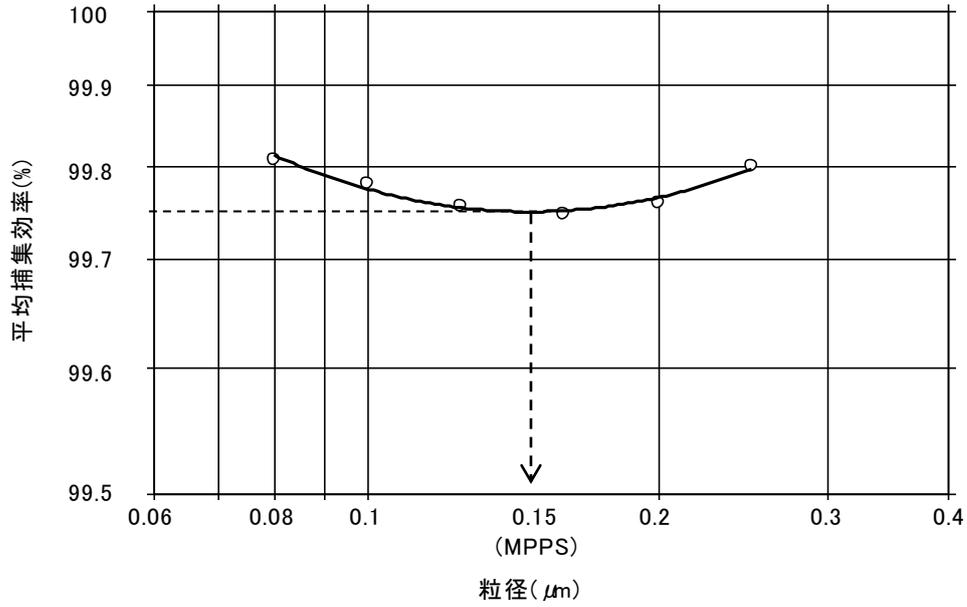


図 3—捕集効率曲線の例

#### 6.2.7.2 MPPS に対する捕集効率の算出

試料の捕集効率は、6.2.1.2 の測定結果に基づき、以下の式を用いて試料の MPPS に対する捕集効率を算出する。

$$E_{MPPS} = \frac{C_{1, MPPS} - C_{2, MPPS}}{C_{1, MPPS}} \times 100$$

ここに、  
 $E_{MPPS}$  : MPPS に対する捕集効率 (%)  
 $C_{1, MPPS}$  : MPPS における上流側粒子個数濃度  
 $C_{2, MPPS}$  : MPPS における下流側粒子個数濃度

## 7 車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法

### 7.1 概要

本項の試験評価方法は、車両用空気浄化装置エアフィルタの生物剤（微粒子）に対する捕集効率試験方法について記述するものである。

### 7.2 試験方法

#### 7.2.1 測定手順

6.2.1 参照。

#### 7.2.2 試験粒子

6.2.2 参照。

#### 7.2.3 試験温度及び相対湿度

6.2.3 参照。

#### 7.2.4 試験流量

試料がエアフィルタ又はフィルタユニットの場合には、定格流量にて行う。試料がフィルタシート又はミニチュアフィルタの場合には、フィルタユニットに定格流量を通気した際のエアフィルタの線速と同じ線速になる流量にて行う。

以下にフィルタシート又はミニチュアフィルタでの試験流量の算出方法を示す。

エアフィルタ又はフィルタユニットの定格風量が  $F$  (cm<sup>3</sup>/s)、エアフィルタ又フィルタユニットのろ過面積が  $S$  (cm<sup>2</sup>) であるとき、その線速  $V$  (cm/s) は、次の式で表わされる。

$$V = \frac{F}{S}$$

試料として、ろ過面積が  $S_m$  (cm<sup>2</sup>) のフィルタシート又はミニチュアフィルタを使用する場合は、その線速をエアフィルタ又はフィルタユニットを使用する際の線速  $V$  (cm/s) と合わせるように試験流量  $F_m$  (cm<sup>3</sup>/s) を次の式から決定する。

$$V = \frac{F_m}{S_m}$$

#### 7.2.5 試験装置

##### 7.2.5.1 試験系

試験系の例を図 4 に示す。

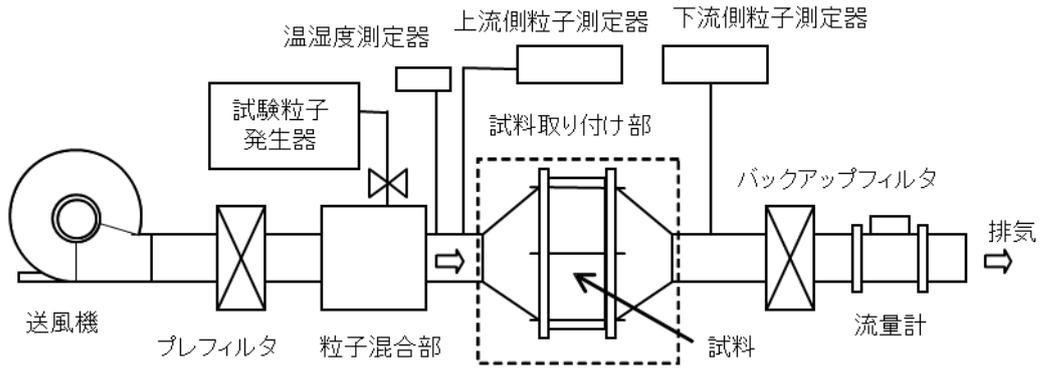


図 4－試験系の例

7.2.5.2 試験粒子発生方法

6.2.5.2 参照。

7.2.5.3 粒子測定器

6.2.5.3 参照。

7.2.6 試験

試験に用いる試験は、表 4 のとおりとする。ミニチュアフィルタ及びフィルタシートに用いるフィルタの面積は 100 cm<sup>2</sup>以上とする。

表 4－試験

	MPPS 測定用	捕集効率測定用
試験	フィルタユニット, エアフィルタ, ミニチュアフィルタ, フィルタシート のいずれか	フィルタユニット, エアフィルタ のいずれか

7.2.7 MPPS の決定及び MPPS に対する捕集効率の算出方法

7.2.7.1 MPPS の決定

6.2.7.1 参照。

7.2.7.2 MPPS に対する捕集効率の算出方法

6.2.7.2 参照。

## 8 防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法

### 8.1 概要

本項の試験評価方法は、防護衣に使用する素材の生物剤（微粒子）に対する透過率を測定する強制通気法と吹き付け法の2種類の試験方法について記述するものである。

### 8.2 試験方法

#### 8.2.1 強制通気法

##### 8.2.1.1 測定手順

測定手順は、次による。

- a) 試料を試験セルに装着する。試験セルと試料間は、ガスケット等を用いて漏れのないように確実にシールを行う。
- b) 粒子測定器の検出口を試験セルの下流側に設置し、試験セル内が汚染されていないことを確認する。
- c) 清浄空気を供給し、試験試料への通気線速を、10 cm/s に調整する。
- d) 清浄空気を供給した際の下流側粒子測定器の測定値が十分低いことを確認する。
- e) 粒子発生器を用いて所定濃度の試験粒子を発生させる。
- f) 試験粒子を試験セルの上流側に供給し、粒子測定器によって粒子の濃度測定を行い、所定の粒子濃度であることを確認する。
- g) 試験セルにセットした試料に試験粒子を通気する。
- h) 試験セルの上流側及び下流側の粒子の濃度を計測する。

##### 8.2.1.2 試料数

試料数は、3枚以上とする。

##### 8.2.1.3 試験粒子

試験で使用する粒子は、NaCl 粒子又はコーンオイル粒子のいずれかとする。試験粒子の条件は、次のとおりとする。

###### a) NaCl 粒子

- 1) 粒子濃度  $10^3$  個/cm<sup>3</sup> 以上又は 1 mg/m<sup>3</sup> 以上
- 2) 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の±10 %
- 3) 粒径（個数中央径：CMD(Count Median Diameter)) 0.06～0.2 μm 幾何標準偏差 2.0 以下

###### b) コーンオイル粒子

- 1) 粒子濃度  $10^3$  個/cm<sup>3</sup> 以上又は 1 mg/m<sup>3</sup> 以上
- 2) 粒径（個数中央径：CMD(Count Median Diameter)) 0.1～0.3 μm 幾何標準偏差 2.0 以下  
[（空気力学的質量中央径：MMAD(Mass Median Aerodynamic Diameter)) 0.4～0.6 μm 幾何標準偏差 2.0 以下]

##### 8.2.1.4 試験時の温度及び相対湿度

試験時の温度及び相対湿度は、次のとおりとする。

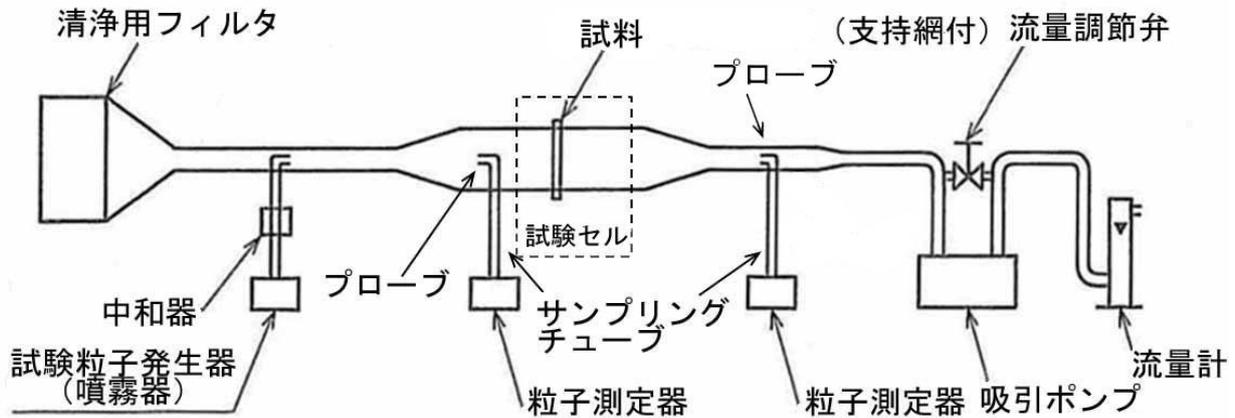
- a) 温度 23±5 °C

b) 相対湿度 60 %以下

### 8.2.1.5 試験装置

#### 8.2.1.5.1 試験系

試験系の例を図5に示す。



(JIS B 9927 による)

図5-試験系の例

#### 8.2.1.5.2 サンプルングチューブ及びプローブ

試験セルの上流及び下流側の空気をサンプルングし、分析するために、試験セルにサンプルングチューブ及びプローブを接続したものを使用する。プローブは、試験セルとの気密を保つようにしっかりと取り付け、柔軟な肉厚の薄いサンプルングチューブを通して、粒子測定器と接続する。サンプルングチューブ及びプローブは、試験セル内の気流に妨害を与えないように注意する。

#### 8.2.1.5.3 試験粒子発生器

- a) **NaCl 粒子** 精製水に溶解した NaCl 溶液を噴霧器で噴霧し、発生した NaCl 溶液ミストの水分を乾燥空気で蒸発させて、NaCl 粒子を生成させる発生器を使用する。
- b) **コーンオイル粒子** コーンオイルを噴霧器で噴霧して、コーンオイル粒子を生成させる発生器を使用する。

#### 8.2.1.5.4 粒子測定器

試験セル上流と下流の粒子測定器は、独立したシステムとすることが望ましい。一台の粒子測定器しか利用できない場合は、粒子測定器の経路を切り換えて清浄な空気の状態でのバックグラウンドに戻ることを確認する。

#### a) NaCl 粒子の場合

- 1) **炎光光度計** 炎光光度計の性能特性は、次のとおりでなければならない。
- NaCl 粒子を分析するために設計された炎光光度計でなければならない。
  - $10 \text{ ng/m}^3 \sim 15 \text{ mg/m}^3$  の NaCl 粒子濃度が測定できなければならない。
  - 炎光光度計に要求されるサンプルング流量は、 $1.5 \text{ L/min}$  を超えてはならない。
- 2) **光散乱検知器** 前方 ( $45^\circ$  未満の角度) 光散乱検知器は、次のとおりでなければならない。

- － 0～10<sup>4</sup> 個/cm<sup>3</sup>又は1 µg/m<sup>3</sup>～10 mg/m<sup>3</sup>の粒子濃度が測定できなければならない。
- － 光散乱検知器に要求されるサンプリング流量は、5 L/min を超えてはならない。

#### b) コーンオイル粒子の場合

光散乱検知器 前方（45° 未満の角度）光散乱検知器は、次のとおりでなければならない。

- － 0～10<sup>4</sup> 個/cm<sup>3</sup>又は1 µg/m<sup>3</sup>～10 mg/m<sup>3</sup>の粒子濃度が測定できなければならない。
- － 光散乱検知器に要求されるサンプリング流量は、2 L/min を超えてはならない。

#### 8.2.1.6 試料

強制通気法に用いる試料は、通気性を有する防護衣素材とする。試験前には、試料に破れや破損がないことを確認してから試験に使用する。

#### 8.2.1.7 透過率の算出方法

透過率は、次の式によって算出する。

$$P = \frac{C_2}{C_1} \times 100$$

ここに、 $P$ ：透過率(%)

$C_1$ ：試験セル上流側の粒子濃度

$C_2$ ：試験セル下流側の粒子濃度

#### 8.2.2 吹き付け法

##### 8.2.2.1 測定手順

測定手順は、次による。

- a) 試料を下流側の試験セルにガasket等を用いて漏れのないように確実にセットする。
- b) 粒子測定器の検出口を試験セルの下流側に設置し、試験セル内が汚染されていないことを確認する。
- c) 清浄空気を供給し、試験試料へ吹き付ける風速を、約 4 m/s に調整を行う。
- d) 清浄空気を供給した際の下流側粒子測定器の測定値が十分低いことを確認する。
- e) 粒子発生器を用いて所定濃度の粒子を発生させる。
- f) 試験粒子を試験セルの上流側に供給し、粒子測定器によって粒子の濃度測定を行い、所定の粒子濃度であることを確認する。
- g) 試験セルの上流側及び下流側の粒子の濃度を計測する。

##### 8.2.2.2 試料数

8.2.1.2 参照。

##### 8.2.2.3 試験粒子

8.2.1.3 参照。

##### 8.2.2.4 試験時の温度及び相対湿度

8.2.1.4 参照。

##### 8.2.2.5 試験装置

###### 8.2.2.5.1 試験系

試験系の例を図 6 に示す。

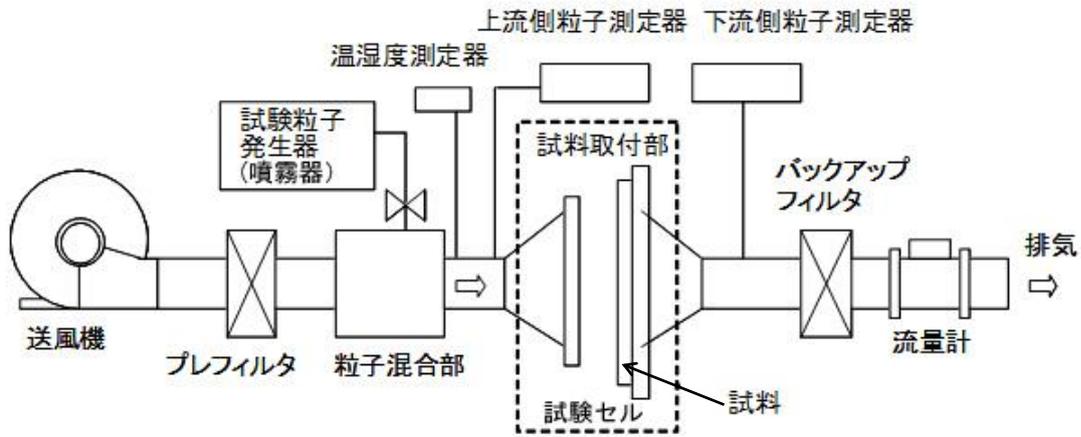


図 6－試験系の例

#### 8.2.2.5.2 サンプリングチューブ及びプローブ

8.2.1.5.2 参照。

#### 8.2.2.5.3 試験粒子発生器

8.2.1.5.3 参照。

#### 8.2.2.5.4 粒子測定器

8.2.1.5.4 参照。

#### 8.2.2.6 試験料

吹き付け法に用いる試験料は、通気性の有無に関わらない防護衣素材とする。試験前には、試験料に破れや破損がないことを確認してから試験に使用する。

#### 8.2.2.7 透過率の算出方法

8.2.1.7 参照。

## 9 防護マスクの装着状態における生物剤防護性能試験評価方法

### 9.1 概要

本項の試験評価方法は、防護マスクの装着状態における生物剤（微粒子）に対する漏れ率の試験方法について記述するものである。

### 9.2 試験方法

#### 9.2.1 測定手順

測定手順は、次による。

- a) 被験者は、取扱説明書に従って、試料（9.2.8で規定する防護マスク）を着用する。
- b) 被験者に、試料が適切に着用されているか否か（面体のフィットネスが良好か否か）を尋ねる。
- c) 試験の開始前に試料が被験者に適切に着用されているか否か（面体のフィットネスが良好か否か）を視覚的に調べる。適切に着用されていない場合は、被験者に協力し、適切に着用されるように努める。
- d) 被験者に“試験の間に、試料の着用状態を調節したい場合は、そうしてもよいこと”を伝える。
- e) 被験者がチャンバに入る前に、面体内の試験粒子を測定し、値が十分低いことを確認する。
- f) 被験者をチャンバに入れる。
- g) チャンバ内の試験粒子濃度が安定していることを確認する。
- h) 被験者に、9.2.3に定める動作を行わせる。
- i) 各動作の間中、チャンバ内試験粒子濃度及び面体内試験粒子濃度を測定する。粒子測定器が1台の場合は、面体内外の濃度測定切替時に、適切な待ち時間を設定する。
- j) 被験者をチャンバから出す。
- k) 試料は、各被験者が使用した後に、次の試験に使用する前に、清掃及び消毒を行う。

#### 9.2.2 被験者

被験者は10名とし、それぞれ図7に定める箇所寸法を記録する。

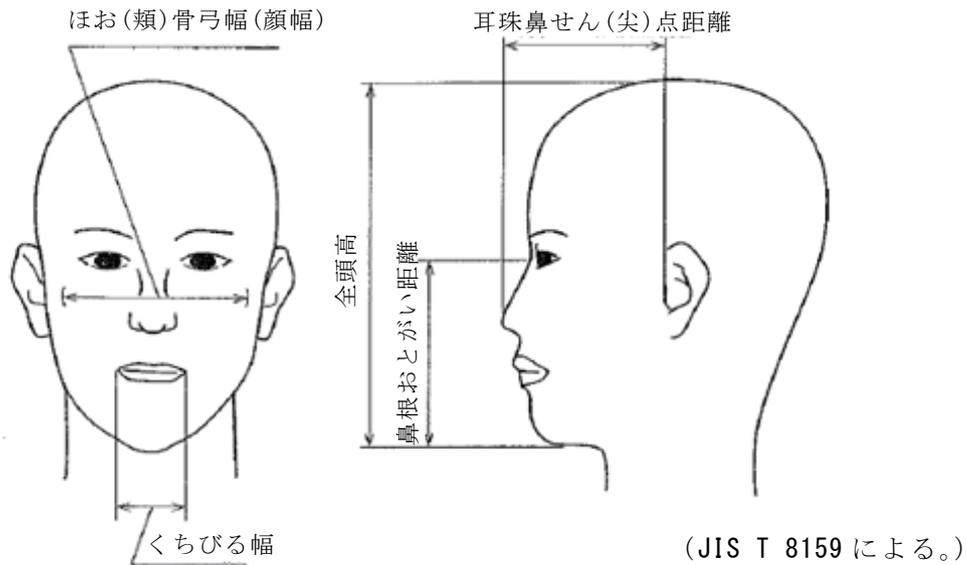


図 7-被験者の顔面寸法測定箇所

### 9.2.3 動作

個別漏れ率測定時は、トレッドミルを歩行速度 4 km/h で稼働させ、その上で歩行しながら次の動作をそれぞれ 2 分間行う。

- a) 頭を動かさない。
- b) 頭を左右に回す (約 15 回/min)
- c) 頭を上下に動かす (約 15 回/min)
- d) 適切な文章 (五十音, 寿限無など) を大声で朗読
- e) 頭を動かさない。

### 9.2.4 試験粒子

試験粒子は、NaCl 粒子又はコーンオイル粒子のいずれかとする。試験粒子の条件は、次のとおりとする。

#### a) NaCl 粒子

- 1) 平均粒子濃度  $12 \pm 6 \text{ mg/m}^3$
- 2) 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の  $\pm 10 \%$
- 3) 粒径 (個数中央径 : CMD (Count Median Diameter))  $0.06 \sim 0.2 \text{ } \mu\text{m}$ , 幾何標準偏差 2.0 以下

#### b) コーンオイル粒子

- 1) 平均粒子濃度  $20 \sim 40 \text{ mg/m}^3$
- 2) 粒径 (個数中央径 : CMD (Count Median Diameter))  $0.1 \sim 0.3 \text{ } \mu\text{m}$ , 幾何標準偏差 2.0 以下

[ (空気力学的質量中央径 : MMAD (Mass Median Aerodynamic Diameter))  $0.4 \sim 0.6 \text{ } \mu\text{m}$ , 幾何標準偏差 2.0 以下]

### 9.2.5 チャンバ内の温度及び相対湿度

チャンバ内の温度及び相対湿度は、次のとおりとする。

- a) 温度 23±5 °C
- b) 相対湿度 60 %以下

### 9.2.6 サンプリング流量

試験粒子及び検出システムに応じたのサンプリング流量は、面体の内側から 9.2.7.5 に定める流量及び次に記載する内容を考慮して設定しなければならない。また、サンプリングされる面体内の空気は、清浄空気で補充するものとする。

NaCl 粒子を用いて試験を行う場合は、面体内の試験粒子をサンプリングした気流に、約 1L/min の乾燥空気を合流させる。このときの面体からのサンプリング流量は、全流量から乾燥空気の流量を引いた値となる。

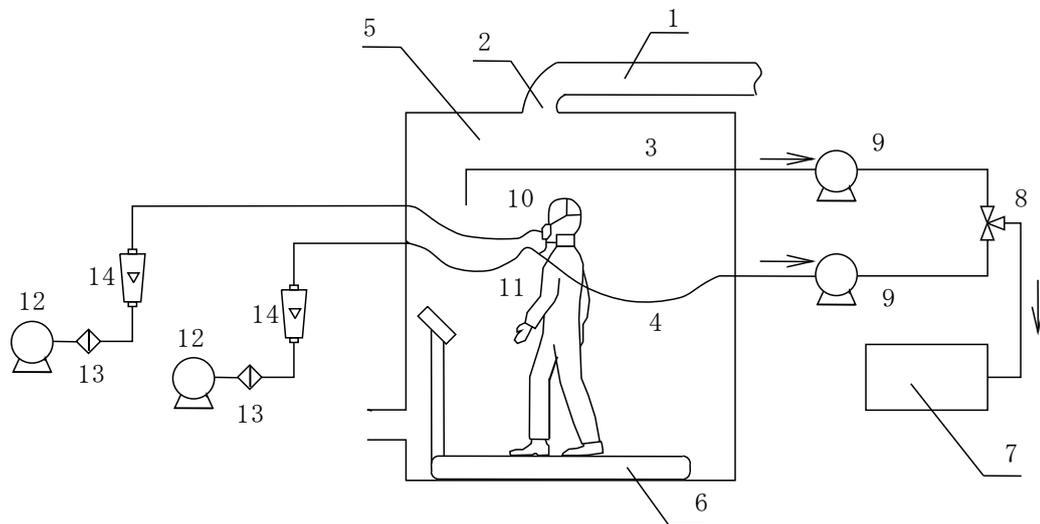
注 1 陰圧形保護具の場合は、その性能を変化させないために、面体等からのサンプリング流量は、できるだけ小さくする。

注 2 乾燥空気の使用は、サンプリングチューブ内への NaCl 粒子の沈着を最小にするためである。

### 9.2.7 試験装置

#### 9.2.7.1 試験系

NaCl 粒子を使用する場合の試験系の例を、図 8 に示す。



- |   |             |    |           |
|---|-------------|----|-----------|
| 1 | ダクト         | 8  | 切換バルブ     |
| 2 | 分配器         | 9  | サンプリングポンプ |
| 3 | チャンバ内サンプリング | 10 | 試料        |
| 4 | 面体内サンプリング   | 11 | T 字管      |
| 5 | チャンバ        | 12 | ポンプ       |
| 6 | トレッドミル      | 13 | フィルタ      |
| 7 | 粒子測定器       | 14 | 流量計       |

図 8—試験系の例

### 9.2.7.2 サンプリグチューブ及びプローブ

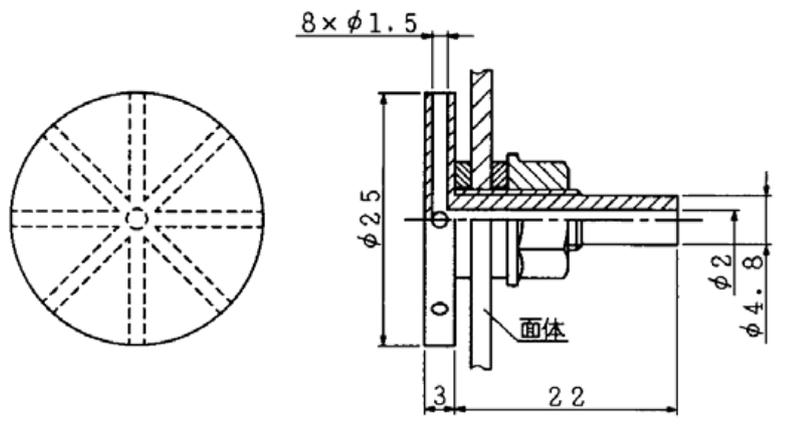
面体内の空気をサンプリグし、分析するために、防護マスクは、面体にサンプリグチューブ及びプローブを接続したものを使用する。サンプリグチューブ及びプローブは、面体の正常なフィットネス及び面体の形に妨害を与えないように注意しなければならない。

プローブは、ノーズカップ内のできるだけ被験者の口の近くに、面体との気密を保ってしっかりと取り付ける。柔軟で変形し易い又は軽い面体等の場合は、適当な保持を行う。ただし、保持のためにしめひもを用いる場合には、面体の変形及び密着性の不具合が生じないように注意しなければならない。

面体に取り付けたプローブに接続する柔軟で肉厚の薄いチューブは、なるべく短くなるように粒子測定器と接続する。

チャンバ内試験粒子の濃度測定のために設置するプローブは、面体に取り付けたプローブと同型のものを使用する。このプローブは、試験中に試料からの排出の影響がない場所に設置されなければならない。

プローブは、試料内のサンプリグの偏りを最小にするため、多数孔プローブを用いることが望ましい。多数孔プローブの例を図9に示す。



(JIS T 8159 による。)

図9—多数孔プローブの例

### 9.2.7.3 チャンバ

チャンバは、上部からダクトと分配器とを通して、試験粒子を含む空気が、被験者の頭上から下方に向かって流入する構造でなければならない。また、チャンバは、被験者が9.2.3に規定する動作を行うために十分な大きさでなければならない。チャンバ内の空気流速は、中心（トレッドミルがある場合はその上）に立っている被験者の頭部に近接した場所で測定したとき、補助ファンの稼働なしで、0.12～0.2 m/s でなければならない。チャンバは、いつでも外から被験者が見えるように設計されていなければならない。付加的な送風を行うことが要求されている場合は、補助ファンを稼働させ、必要とされる風速で空気を送るものとする。

注 チャンバは、試験中の試料からの排気によって、試験粒子が希釈されることを防ぐようにならなければならない。

#### 9.2.7.4 試験粒子発生器

##### 8.2.1.5.3 参照

#### 9.2.7.5 検出システム

サンプリングチューブ及びプローブを含む検出システムの応答時間は、使用する濃度範囲の 10～90 % の応答に対して 20 s 未満でなければならない。面体内濃度測定用粒子測定器とチャンバ内濃度測定用粒子測定器は、独立したシステムとすることが望ましい。一台の粒子測定器しか利用できない場合は、粒子測定器の経路を切り換えて清浄空気に対してバックグラウンドに戻ることを確認する必要がある。試験前に全てのプローブをチャンバ内の近接した位置に置き、サンプリングチューブの通気抵抗を調節して、試験粒子の計測値が同一となるようにする。

##### a) NaCl 粒子の場合

- 1) 炎光光度計 炎光光度計の性能特性は、次のとおりでなければならない。
  - － NaCl 粒子を分析するために設計された炎光光度計でなければならない。
  - － 10 ng/m<sup>3</sup> ～ 20 mg/m<sup>3</sup> の NaCl 粒子濃度が測定できなければならない。
  - － 炎光光度計に要求されるサンプリング流量は、1.5 L/min を超えてはならない。
  - － 炎光光度計に応答時間は、サンプリングシステムを除いて、使用する濃度範囲の 10～90 % の応答に対して 500 ms を超えてはならない。
- 2) 光散乱検知器 前方 (45° 未満の角度) 光散乱検知器は、次のとおりでなければならない。
  - － 200 ng/m<sup>3</sup>～20 mg/m<sup>3</sup> の粒子濃度が測定できなければならない。
  - － 検知器に要求されるサンプリング流量は、5 L/min を超えてはならない。
  - － 検知器の応答時間は、サンプリングシステムを除いて、使用する濃度範囲の 10～90 % の応答に対して 500 ms を超えてはならない。

##### b) コーンオイル粒子の場合

光散乱検知器 前方 (45° 未満の角度) 光散乱検知器は、次のとおりでなければならない。

- － 1 µg/m<sup>3</sup>～50 mg/m<sup>3</sup> の粒子濃度が測定できなければならない。
- － 検知器に要求されるサンプリング流量は、2 L/min を超えてはならない。
- － 検知器の応答時間は、サンプリングシステムを除いて、使用する濃度範囲の 10～90 % の応答に対して 2 s を超えてはならない。

#### 9.2.8 試料

試料とする防護マスクは、個別漏れ率試験前に良好な状態であり、被験者に危険がなく使用できることが確認されていなければならない。試料には、個別漏れ率試験前に、9.2.7.2 に規定するサンプリングチューブ及びプローブが取り付けられていなければならない。

#### 9.2.9 個別漏れ率 (TL) の計算

各動作における測定から、各動作の個別漏れ率 ( $TL_{nm}$ ) (n 人目の m 番目の動作における TL) を次の式によって計算する。

$$TL_{nm} (\%) = 2 \times C_2 / C_1 \times 100$$

ここに、

$C_2$  : 面体等の内部の平均粒子濃度,  $C_1$  : チャンバ内平均粒子濃度

なお、式中の係数 2 は、NaCl 粒子又はコーンオイル粒子の肺内沈着などによる面体等内濃度の低下を補正するためのものである。

#### 9.2.10 測定値のまとめ方

測定値のまとめ方は、次による。

- a) 被験者ごとの個別漏れ率 ( $TL_n$ ) は、次の式によって算出する。

$$TL_n (\%) = ( TL_{n1} + TL_{n2} + TL_{n3} + TL_{n4} + TL_{n5} ) / 5$$

$TL_{n1\sim5}$  : 9.2.3 に規定する 5 種類の各動作における  $TL_{nm}$  (%)

- b) 防護マスクの漏れ率 ( $TLS$ ) は、10 名の個別漏れ率 ( $TL_{1\sim10}$ ) から、次の式によって算出する。この場合、得られた個別漏れ率を数値の順に並べたときの、最低値 ( $TL_1$ ) と最高値 ( $TL_{10}$ ) を除いて平均値をとる。

$$TLS (\%) = ( TL_2 + TL_3 + TL_4 + TL_5 + TL_6 + TL_7 + TL_8 + TL_9 ) / 8$$

## 10 防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法

### 10.1 概要

本項の試験評価方法は、防護衣及び防護マスクからなる防護装備システム全体における生物剤（微粒子）に対する漏れ率についての試験方法について記述するものである。

### 10.2 試験方法

#### 10.2.1 測定手順

測定手順は、次による。

- a) 被験者は、取扱説明書に従って、試料（10.2.8で規定する防護衣及び防護マスク）を着用する。
- b) 被験者に、試料が適切に着用されているか否かを尋ねる。
- c) 試験の開始前に試料が被験者に適切に着用されているか否かを視覚的に調べる。適切に着用されていない場合は、被験者に協力し、適切に着用されるように努める。
- d) 被験者に、“試験の間に、試料の着用状態を調整したい場合は、そうしてもよいこと”を伝える。
- e) 被験者がチャンバに入る前に、試料内の試験粒子濃度を測定し、値が十分低いことを確認する。
- f) 被験者をチャンバに入れる。
- g) チャンバ内の試験粒子濃度が安定していることを確認する。
- h) 被験者に、10.2.3に定める動作を行わせる。
- i) 各動作の間中、チャンバ内試験粒子濃度及び面体等内の試験粒子濃度を測定する。粒子測定器が1台の場合は、濃度測定切替時に、適切な待ち時間を設定する。
- j) 被験者をチャンバから出す。
- k) 試料は、各被験者が使用した後に、次の試験に使用する前に、清掃及び消毒を行う。

#### 10.2.2 被験者

被験者は、10名とする。

なお、マスクについては、9.2.2を参照し、顔面寸法を記録し、防護衣については、身長及び胸囲を記録する。防護衣のサイズについては、体型に応じて最適なものを着用する。

#### 10.2.3 動作

個別漏れ率測定時は、準備動作と作業動作を一連の動作とし、準備動作はそれぞれ1分間行うものとする。作業動作についてはそれぞれ4分間行うものとする。

##### a) 準備動作

- 1) 通常呼吸
- 2) 前屈し、足の指先に触れる（約3回/min）
- 3) その場でジョギングする。
- 4) 頭の上に腕を上げて上を見る（約3回/min）
- 5) 膝を曲げてスクワットをする（約3回/min）

- 6) 肘と膝を使い匍匐する。
- 7) 胸の前に手をあて、上体を捻る (約 3 回/min)
- 8) 深呼吸

#### b) 作業動作

- 1) はしご又は脚立を 2 又は 3 段昇って、降りる (約 3 回/min)
- 2) 床からテーブルへ 1.5 kg の箱を上げ、元の場所に戻す (約 3 回/min)
- 3) 休息
- 4) 壁及び天井をモップで拭く。
- 5) 衣服をバッグに詰めて、出す (約 1 回/min)
- 6) 休息
- 7) ボルトを緩めて、締める (約 3 回/min)
- 8) 床からテーブルへ 1.5 kg の箱を上げ、元の場所に戻す (約 3 回/min)

### 10.2.4 試験粒子

9.2.4 参照。

### 10.2.5 チャンバ内の温度及び相対湿度

9.2.5 参照。

### 10.2.6 サンプルング流量

試験粒子及び検出システムに応じてのサンプルング流量は、防護衣及び防護マスク面体の内側から 10.2.7.6 に定める流量及び次に記載する内容を考慮して設定しなければならない。また、サンプルングされる空気は、清浄空気で補充するものとする。

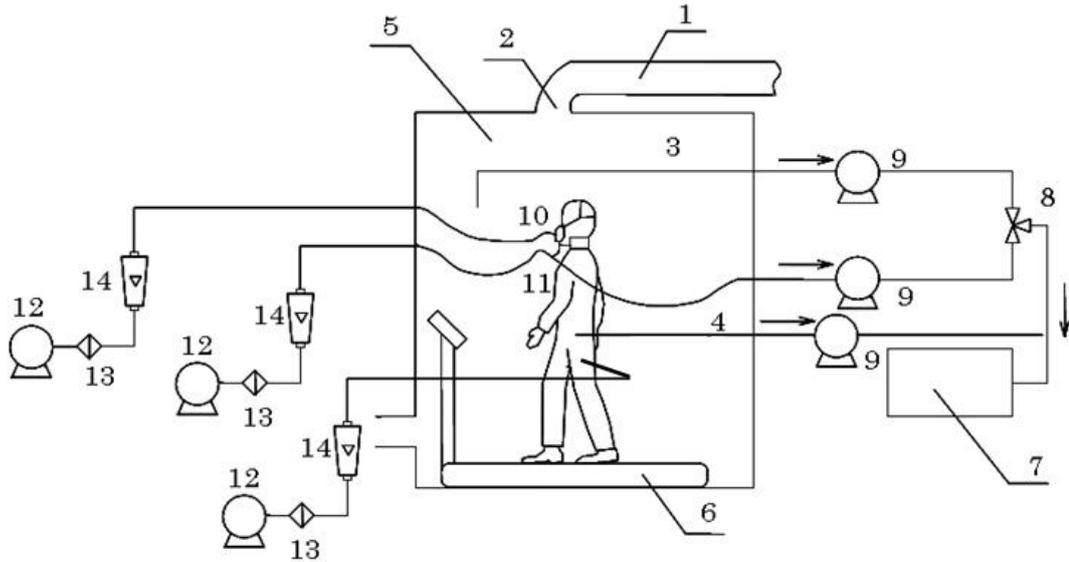
NaCl 粒子を用いて試験を行う場合は、防護衣及び防護マスク面体内の試験粒子をサンプルングした気流に、約 1 L/min の乾燥空気を合流させ、NaCl 粒子の粒径が変わらないことを確認する。このときのサンプルング流量は、全流量から乾燥空気の流量を引いた値となる。

**注** 陰圧形保護具の場合は、その性能を変化させないために、面体等からのサンプルング流量は、できるだけ小さくする。

### 10.2.7 試験装置

#### 10.2.7.1 試験系

NaCl 粒子を使用する場合の試験系の例を図 10 に示す。



1	ダクト	8	切換バルブ
2	分配器	9	サンプリングポンプ
3	チャンバ内サンプリング	10	試料
4	試料内サンプリング	11	T字管
5	チャンバ	12	ポンプ
6	トレッドミル	13	フィルタ
7	粒子測定器	14	流量計

図 10—試験系の例

#### 10.2.7.2 サンプリングチューブ及びプローブ

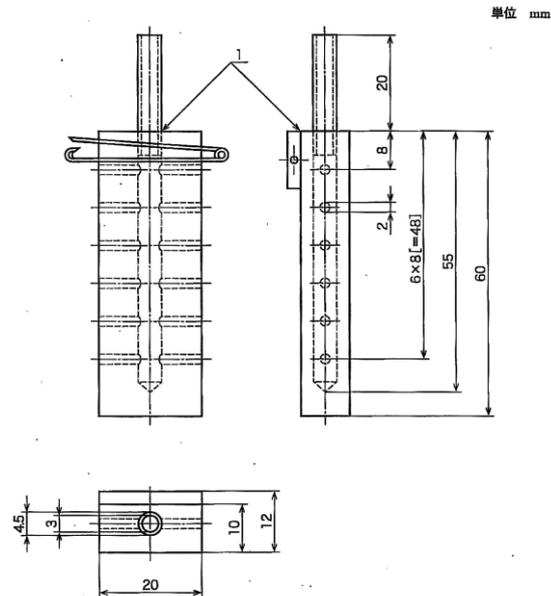
防護衣及び防護マスク面体内の空気をサンプリングし、分析するために、防護衣及び防護マスク面体にサンプリングチューブ及びプローブ（9.2.7.2 参照）を接続する。

防護衣へのプローブは、10.2.7.3 で規定する箇所へ配置し、防護マスクへのプローブは、ノーズカップ内のできるだけ被験者の口の近くに、面体との気密を保ってしっかりと取り付ける。柔軟で変形しやすい又は軽い面体等の場合は、適当な保持を行う。

ただし、保持のためにしめひもを用いる場合には、面体の変形及び密着性の不具合が生じないように注意しなければならない。

防護衣及び防護マスクに取り付けたプローブに接続する柔軟で肉厚の薄いチューブは、なるべく短くなるように粒子測定器と接続する。チャンバ内試験粒子の濃度測定のために設置するプローブは、防護衣又は防護マスクに取り付けたプローブと同型のものを使用する。このプローブは、試験中に試料からの排出の影響がない場所に設置されなければならない。

プローブの例を図 11 に示す。



(JIS T 8124-2 による)

図 11—試験粒子採取プローブ例（防護衣用）

### 10.2.7.3 サンプルング位置

サンプルング位置は、表 5 による。防護マスクのプローブについては、ノーズカップ内のできるだけ被験者の口の近くに、面体との気密を保ってしっかりと取り付ける。防護衣については、防護衣形状、試験の動作及び試験条件に応じて表 5 に示したサンプルング箇所例の中から、プローブの適切な取付け位置を選定する。

表 5—サンプルング箇所例

部位	サンプルング箇所
防護マスク	ノーズカップ <sup>a)</sup>
上半身	頭部
	頸部 <sup>a)</sup>
	体幹前部
	上腕部 <sup>a)</sup>
	手袋部
	体幹後部
下半身	腹部
	大腿部
	下腿部
	シューズ部

注<sup>a)</sup> Edgewood Chemical Biological Center (ECBC) の試験で採用されているサンプルング箇所

### 10.2.7.4 チャンバ

9.2.7.3 参照。

### 10.2.7.5 試験粒子発生器

9.2.7.4 参照。

#### 10.2.7.6 検出システム

9.2.7.5 参照。

#### 10.2.8 試料

試料は、防護衣及び防護マスクとする。試料は、個別漏れ率試験前に、良好な状態であり、被験者に危険がなく使用できることが確認されていなければならない。試料には、個別漏れ率試験前に、10.2.7.2 で規定するサンプリングチューブ及びプローブを取り付ける。

#### 10.2.9 個別漏れ率の算出方法

- a) 10.2.3 に規定した準備動作 8 つ、作業動作 8 つの合計 16 動作のうち  $m$  番目の動作における、サンプリング位置  $a$  での被験者  $n$  の個別漏れ率 ( $TL_{mna}$ ) を次の式によって計算する。

$$TL_{mna}(\%) = C_2 / C_1 \times 100$$

ここに、

$C_2$  : 防護システム内部のサンプリング位置  $a$  における平均粒子濃度

$C_1$  : チャンバ内部の平均粒子濃度

- b) 全動作 (16 動作) における、サンプリング位置  $a$  での被験者  $n$  の個別漏れ率 ( $TL_{na}$ ) を次の式によって計算する。

$$TL_{na}(\%) = (TL_{1na} + TL_{2na} + TL_{3na} + \dots + TL_{16na}) / 16$$

ここに、

$TL_{1na} \sim TL_{16na}$  : 10.2.3 で規定した 16 種類の動作における測定箇所  $a$  での被験者  $n$  の個別漏れ率

- c) 10.2.7.3 に規定したサンプリング位置のうち全サンプリング位置における、被験者  $n$  の個別漏れ率 ( $TL_n$ ) を計算する。例として、サンプリング位置が 11 箇所の場合の算出方法を以下に示す。

$$TL_n(\%) = (TL_{na} + TL_{nb} + TL_{nc} + \dots + TL_{nk}) / 11$$

ここに、

$TL_{na \sim nk}$  : 10.2.7.3 で規定した全サンプリング位置 ( $a \sim k$ ) での個別漏れ率

$a \sim k$  : サンプリング位置

- d) 防護装備システムの漏れ率 ( $TL_S$ ) は、10 名の個別漏れ率 ( $TL_{1 \sim 10}$ ) から、次の式によって算出する。この場合、得られた個別漏れ率を数値の順に並べたときの、最低値 ( $TL_1$ ) と最高値 ( $TL_{10}$ ) を除いて平均値をとる。

$$TL_S(\%) = (TL_2 + TL_3 + TL_4 + TL_5 + TL_6 + TL_7 + TL_8 + TL_9) / 8$$

## 生物剤防護性能試験評価方法 解説

この解説は、本体に規定した事項及びこれらに関連した事項を説明するもので、規格の一部ではない。

### 1 作成の経緯

#### 1.1 制定の趣旨

生物兵器対処能力の整備に欠かせない防護装備品の防護性能試験評価方法については、JIS等の国内外の規格がないため、防衛省として、防護装備品の生物剤防護性能試験評価方法を定めることとした。

#### 1.2 制定の経緯

2001年に生じた米国炭疽菌のテロ事件により、生物兵器による脅威が現実のものとなった。また、平成13年度に、生物剤の脅威から国の安全を確保するために「生物兵器対処に係る基本的考え方」が示され、生物兵器対処が急務の課題と位置付けられた。

生物兵器対処の根本は、防護衣、防護マスク、車両用空気浄化装置等のNBC防護装備品であるが、これらの装備品の生物剤に対する防護性能の評価に関しては、評価のための標準的な試験方法が未だ確立されていないのが現状である。このため、生物剤防護性能試験評価方法の防衛省規格を制定することとした。

このような背景のもと、防衛省技術研究本部（以下、「技本」という。）は、生物剤防護性能試験評価方法の規格を作成するために、技術研究等で各種試験を積み重ね、規格制定に必要な技術資料を得た。その中では、米陸軍エッジウッド化学生物センター（ECBC）と英国国防科学技術研究所（DSTL）でも試験を実施し、諸外国の技術的知見も得た。

このような成果を踏まえ、技本は、一般社団法人日本防衛装備工業会（以下、「工業会」という。）に対し、規格原案（案）の調査を委託した。工業会は、生物剤に対する防護装備品に関するメーカー及び工業会が選定した法人により、「生物剤防護性能試験評価方法の制定規格原案作業委員会（以下、「委員会」という。）」を組織して調査を実施した。委員会の構成については、11に示す。

### 2 審議中問題となった事項

生物剤防護性能試験評価においては、試験評価のために使用する剤（試験粒子）は、生物剤の模擬剤として民間でも使用可能な化学物質又は微生物とすることが望ましい。このため、化学物質と微生物の両方を使用した生物剤防護性能試験評価方法の可能性が論議された。その結果、微生物による試験評価のデータが不足している現時点においては、擬剤を化学物質に限定することとした。

### 3 参考とした規格等

- 1) JIS B 9917-3 クリーンルーム及び付属清浄環境－第3部：試験方法

- 2) JIS B 9927 クリーンルーム用エアフィルター性能試験方法
- 3) JIS K 3801 除菌用 HEPA フィルタの性能試験方法
- 4) JIS L 0105 繊維製品の物理試験方法通則
- 5) JIS L 1912 医療用不織布試験方法
- 6) JIS T 8124-2 固体粉じんに対する防護服－第 2 部：微粒子エアロゾルに対する全身化学防護服内部への漏れ率試験方法
- 7) JIS T 8151 防じんマスク
- 8) JIS T 8157 電動ファン付き呼吸用保護具
- 9) JIS T 8159 呼吸用保護具の漏れ率試験方法
- 10) 42 CFR part 84.170 Non-powered air-purifying particulate respirators ;description.
- 11) 42 CFR part 84.181 Non-powered air-purifying particulate filter efficiency level Determination.
- 12) EN136 Respiratory protective devices - Full face masks-Requirements, testing, marking
- 13) EN149 Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking
- 14) EN12941 Respiratory protective devices - Powered filtering devices incorporating a helmet or a hood- Requirements, testing, marking
- 15) ISO/DIS 29463-1:2009 High-efficiency filters and filter media for removing particles from air- Part 1: Classification, Performance testing and marking
- 16) ISO/DIS 29463-2:2009 High-efficiency filters and filter media for removing particles from air- Part 2:Aerosol production, measuring equipment and particle-counting statistics
- 17) ISO/DIS 29463-3:2009 High-efficiency filters and filter media for removing particles from air- Part 3:The method for flat sheet media
- 18) ISO/DIS 29463-4:2009 High-efficiency filters and filter media for removing particles from air- Part 4:Test method for determinating the leakage of filter elements (scan method)
- 19) ISO/DIS 29463-5:2009 High-efficiency filters and filter media for removing particles from air- Part 5:Test method for determinating the efficiency of filter elements
- 20) NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 Determination of laboratory respirator protection level (LRPL) values for CBRN self - contained breathing apparatus ( SCBA ) facepieces or CBRN air-purifying Respirator (APR), standard testing

procedure (STP)

- 21) NIOSH RB-CET-STP-CBRN-0352 DRAFT Determination of laboratory respirator protection level (LRPL) quantitative, medium flow, deep probe, corn oil, fit factor performance test for chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) full facepiece respiratory protective devices (RPD) standard testing procedure (STP)
- 22) ECBC-CR-085 Respirator filter efficiency testing against particulate and biological Aerosols under moderate to high flow rates
- 23) ECBC-TR Domestic preparedness: sarin vapor Challenge and corn oil protection factor (PF) testing of 3M BE10 powered air purifying (PAPR) with AP3 cartridge
- 24) ECBC-TR-047 Tests of level B suits-Protection against chemical and biological warfare agents and simulants: executive summary

#### 4 生物剤防護性能の評価のための指標

防護マスク又は防護衣の防護性を評価する場合、何に対して防護するかで、評価の指標が異なる。例えば、化学剤のような液体に対する防護性を評価する場合は、防護マスクの面体や防護衣の表面に付着した化学剤が裏面に出てくるまでの時間を測定して、その耐浸透性や耐透過性として評価する。また、気体や粒子であれば、防護マスクと顔面との隙間、防護衣の袖口や防護マスクとの接合部の隙間等から、内部にどの程度侵入するかを、漏れ率として評価する。さらに、防護衣素材を通しての粒子等の侵入の程度については、透過率として評価する。他方、防護マスク吸収缶やエアフィルタのように、微粒子を捕捉してクリーンな空気とするものは、捕捉する能力を示す捕集効率で評価する。

したがって、生物剤（微粒子）に対する防護性を評価する試験方法を記載している本規格においては、防護マスク吸収缶及び車両用空気浄化装置エアフィルタは、捕集効率を、防護衣素材は、透過率を、装着状態における防護マスク及び防護システムは、漏れ率を評価のための指標とした。

#### 5 試験評価に使用する擬剤

##### 5.1 要旨

本規格において試験評価のために使用する剤(粒子)は、生物剤そのものではなく、生物剤の模擬剤として技術的検討において選定する民間でも使用可能な化学物質又は微生物とすることが求められている。本規格においては、検討の結果、化学物質を試験評価のために使用する粒子とした。

##### 5.2 生物剤防護の手段とその試験評価に用いる擬剤

化学物質及び微生物とも生物剤のふるまいを模擬するものであり、試験目的に応じ、生物剤との相関が確認されていなければならない。生物剤防護の手段には、物理的な防護手段と化学的(生

物的)防護手段とが考えられる。物理的な防護手段に対しては、生物剤を微粒子とみなして化学物質又は微生物を粒子計測の方法で評価する方法と微生物そのものの生菌数を計測する方法がある。また、化学的(生物的)防護手段に対しては、微生物を用い生菌数を計測する方法がある。

本規格で求められている防護マスクの吸収缶,車両用空気浄化装置エアフィルタ,防護衣素材,防護マスクの装着状態及び防護装備システム全体は、いずれも物理的な防護手段であるので化学物質又は微生物を用い物理的な捕集機構(拡散,慣性衝突,重力沈降,静電気力,さえぎり)による捕集効率,透過率又は漏れ率を試験評価する方法とこれらの防護手段通過前後の生菌数を計測する方法の2つが有効である。

### 5.3 擬剤として具備すべき要件

生物剤を微粒子とみなす場合は、生物剤との相関を確保するため、化学物質及び微生物両者ととも生物剤と同等の粒径分布を有することや、あるいは MPPS (Most Penetrating Particle Size) (本解説 6.2 参照)のものを使用することが必要となる。生菌数計測の場合は、生物剤を模擬できる微生物を選定する必要がある。いずれの場合も、試験評価方法に応じて所要量の粒子又は生菌を安定的に発生させることができ、計測しやすく再現性があり、かつ、環境負荷も含めて安全であることも必要となる。

### 5.4 物理的防護手段を試験評価するために用いる擬剤

前述したとおり、MPPS のもの又は粒径分布が生物剤と同等のものであれば、化学物質及び微生物どちらでも使用することができる。計測方法も粒子計測を行う方法と生菌数を計測する方法を用いることができる。本規格においては、以下の結論に達した。

- 1) 化学物質を使用した粒子計測を行う方法を規格として提示する。
- 2) 微生物を用いる方法は、細菌サイズの擬剤として枯草菌、ウィルスサイズの擬剤として  $\phi$  X-174 が適当と思われるが、以下の理由から本規格には採用しなかった。
  - 2.1) 国内では、粒子計測を行う方法も、生菌数を計測する方法いずれも先駆的な研究例があるのみで、再現性や安定性の観点から規格として提示するには、更なるデータの積み重ねが必要である。
  - 2.2) 諸外国における防護性能を評価するための微生物を使用した試験方法は、規格として提示するに必要な細部までの情報の入手ができない。

### 5.5 化学的(生物的)防護手段を試験評価するために用いる擬剤

将来的に自己除染機能を有する防護衣素材等が出現した場合、これらを検査する試験方法は、素材の化学的(生物的)効果を評価しなければならないため、必然的に微生物を用いた生菌数を計測する方法が必要となる。微生物を用いた生菌数を計測する方法は、前項の物理的防護手段を試験評価する方法で、ECBC-CR-085 にその試験方法が記載されている。ただし、正確を期すためには、擬剤として用いる微生物は、化学的(生物的)防護方法の生物剤に対する影響と同様の影響を受けるものを選定することや安定的試験に必要な菌数及びその発生方法、サンプリング要領、安定的な培養法等の検討が必要となる。将来の規格改訂において検討すべき事項である。

## 5.6 まとめ

生物剤の擬剤として使用しうるものとして検討した擬剤は、以下の解説表 1 のようになる。

解説表 1－防護手段と試験粒子

区分	物理的防護手段	化学(生物)的防護手段
粒子数計測	化学物質（粒径分布近似，MPPS） 微生物（細菌（枯草菌等），ウイルス（φ X-174 等））	該当なし
生菌数計測	微生物（細菌（枯草菌等），ウイルス（φ X-174 等））	微生物（細菌（枯草菌等），ウイルス（φ X-174 等））その他目的に合わせて選定

## 6 防護マスク吸収缶及び車両用空気浄化装置エアフィルタの生物剤防護性能試験評価方法についての解説

### 6.1 要旨

防護マスク吸収缶及び車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法は、関連規格を調査した結果、微生物を用いた高性能フィルタの評価試験規格に該当するものはなく、また、微生物による検証データが不足していることから、現段階において微生物による規格制定が困難であるとの結論に至った。したがって、本規格では化学物質を用いた防護マスク吸収缶及び車両用空気浄化装置エアフィルタに関する生物剤防護性能試験評価方法について規定した。

対象脅威である生物剤は、粒径の小さいウイルスから比較的粒径の大きいバクテリアまで多岐に渡っているため、幅広い粒径範囲を考慮する必要がある。また、散布方法等により、空気中での存在状態が変化することも考えられる。フィルタの微粒子に対する防護性、すなわち、捕集効率に関しては、古くから研究が行われており、フィルタの捕集効率は、粒径、フィルタを通過する空気の速度、フィルタ特性（繊維径、厚さ等）等のパラメータに依存することが知られている。特に粒径に関しては、フィルタの捕集効率が最も低くなる MPPS の存在が確認されている。

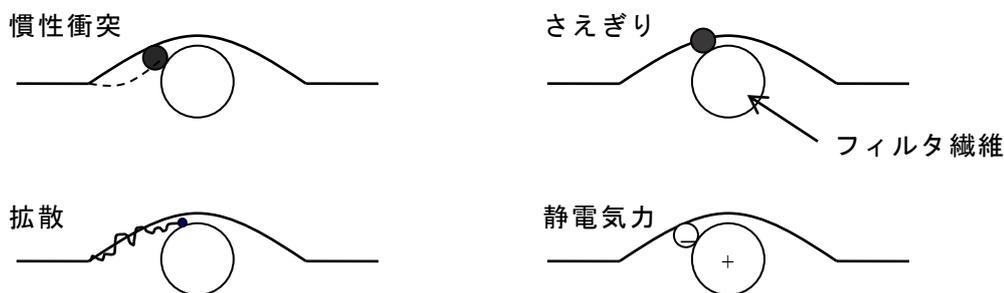
以上の理由から、対象生物剤を限定せず、幅広い粒径範囲を有する生物剤全般に対してワーストケースにおける評価が可能な方法、具体的には化学物質を用いた MPPS に対する捕集効率試験評価方法について規定することとした。

化学物質を用いた高性能フィルタの評価試験方法規格には、例えば JIS T 8151（防じんマスク）が挙げられるが、試料固有の MPPS に対する試験とはなっておらず、厳密な MPPS に基づく捕集効率試験評価方法としては不十分であると判断された。そのため、本規格で提示する防護性能試験評価方法においては試料ごとに MPPS を決定し、決定した MPPS に対して捕集効率を測定することで評価を実施することとした。

### 6.2 フィルタの粒子捕集理論

マスク連結部等の比較的大きな隙間から侵入する粒子を対象とした漏れ率とは異なり、フィル

タの捕集効率は、粒径、フィルタ通過速度、フィルタ特性(繊維径、厚さ等)等のパラメータに依存することが知られている。基本的な4つの捕集機構(1)慣性衝突、(2)さえぎり、(3)拡散、(4)静電気力について解説図1に示す。



解説図1—単一繊維粒子捕集機構

流速及び粒径に対する一般的な傾向について解説表2に示した。慣性衝突は、運動する粒子の慣性のために、フィルタ繊維近傍での急速な流線の変化に対応することができず、流線を横切って繊維に衝突する時に起こり、大きな粒子、また、その速度が速い場合に効率が高くなる捕集機構である。さえぎりによる捕集は、粒子が気体の流線に沿って運動しており、フィルタ繊維表面から1粒子半径以内に粒子が達した時に起こる。粒径  $0.1 \mu\text{m}$  以下では拡散による捕集機構が支配的となる。拡散は、粒子のブラウン運動によりフィルタ繊維と粒子が接触することで起こり、粒子の通過速度が速くなると拡散による捕集効果は減少する。静電気力による捕集機構は、メカニカルによる捕集効率をさらに強化する。静電フィルタは帯電している繊維によって構成されており、ここで生じた静電気力により浮遊微粒子を捕集する。浮遊している微粒子の中で無帯電粒子の場合は、双極子になり、誘起力によって繊維に捕集される。帯電粒子の場合は誘起力の他にクーロン力によってフィルタ繊維に捕集される。

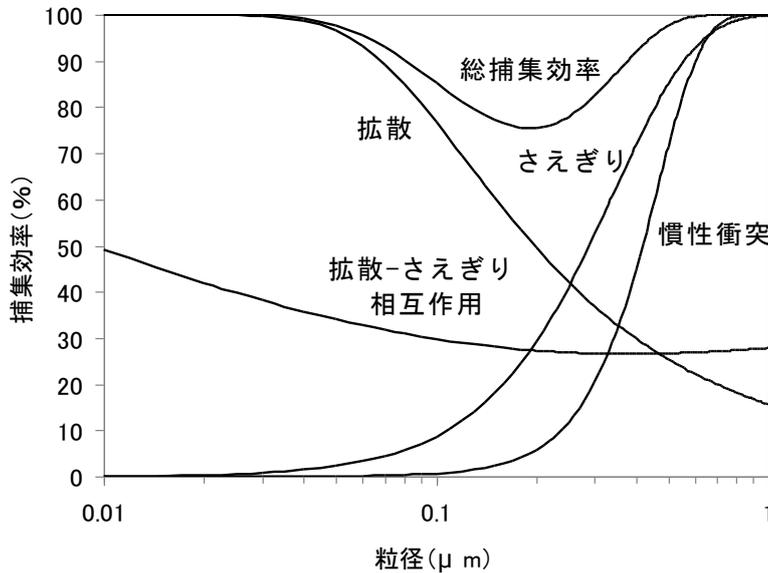
解説表2—通過流速と粒径が捕集機構に与える影響

捕集機構	通過流速増大	粒径増大
慣性衝突	捕集性向上	捕集性向上
さえぎり	影響を受けない	捕集性向上
拡散	捕集性低下	捕集性低下
静電気力	捕集性低下	捕集性低下

慣性衝突、さえぎり及び拡散の3つの基本的な捕集機構は、異なる粒径領域において効果的に作用するが、いずれの捕集機構も支配的でない粒径を有する粒子が最もフィルタを通過しやすい粒子となる。フィルタの特性や流速に依存するが、この現象は一般的に  $0.05 \sim 0.5 \mu\text{m}$  の粒径を有する粒子に対して起こるといわれている。捕集理論に基づく粒径に対する捕集効率のイメージについて解説図2に示す。

最小の捕集効率を示す粒径は、解説図2では約  $0.2 \mu\text{m}$  であるが、中間的な粒径であり、拡散

の効果が表れるには大きすぎ、慣性衝突やさえぎりの効果が表れるには小さすぎる粒径である。これら基本的な捕集機構が競合的に作用することにより、すべてのフィルタには、MPPS が存在することとなる。



解説図 2—単一繊維粒子捕集理論に基づく粒径に対する捕集効率モデル

そのため、本規格の作成にあたっては、上記 MPPS を考慮した試験によりフィルタ性能をワーストケースにて評価する方針とすることとした。その際、規格化には至っていないが、エアフィルタの MPPS に基づく捕集効率試験方法について検討されている ISO/DIS 29463:2009 を参考とした。

なお、MPPS に対する捕集効率については、他の規格に基づき測定された結果と本規格による結果は、必ずしも一致しない。そのため、両者を比較をする際には、試験流速、測定粒径等の試験条件の相違を十分に考慮して行う必要がある。

### 6.3 試験粒子

本体の 6.2.2 試験粒子の表 2 に示す数値の根拠について、MPPS 測定用の粒子個数濃度は、ECBC-CR-085 を参考とした。濃度の平均値に対する変動幅は、試験粒子として同じフタル酸ジオクチル（以下、「DOP」という。）粒子による捕集効率試験を規定している JIS T 8151 の値を採用した。MPPS 測定用の試験粒子の個数中央径は、ISO/DIS 29463-2:2009 より、粒子発生器の性能の最低要件として記載されている値を採用した。

試験粒子物質の選定について、例えば、米国の規格（42 CFR part 84.170）及び JIS T 8151 では、フィルタを固体粒子用と液体粒子用に区分しており、固体粒子（NaCl）で評価された防じんフィルタは固体粒子のみ、液体粒子（DOP）で評価された防じんフィルタは、液体及び固体の両方の粒子に対して使用できるとされている。そのため、試験粒子は、JIS T 8151 等の試験粒子に整合させ、固体物質、液体物質の両方に対応可能な液体粒子のみを採用した。

DOP については、発がん性に関して、1980 年に極めて高濃度をラットに投与すると肝臓に腫瘍を引き起こすことが報告された。しかし、その後の研究で肝腫瘍は、げっ歯類に特有のメカニズムで起きることが明らかとなり、2000 年 2 月の国際ガン研究機関の報告によると、従来「2B」（ヒ

トに対して発がん性がある可能性がある) の分類が、「3」(ヒトに対する発がん性について分類できない) の分類へと改正されている。その一方で、日本産業衛生学会における分類では、未だ「第2群B」(ヒトに対する発がん性のおそれの疑い) とされており、取扱いには注意が必要である。上記の問題を受けて、種々の機関により DOP の代替物質に関する調査・研究が重ねられているが、現段階において結論を出すには至っていない。そのため、本規格では、捕集効率試験が密閉系にて実施され、試験粒子による暴露の危険性が低いこと、また、代替物質を現時点で提示するに必要な情報が不足していることから、海外規格及び防衛省において使用実績のある代替物質を併記するにとどめた。代替物質を含む試験粒子物質の使用状況については、**解説表 3**に記載した。代替物質の使用にあたっては、屈折率や比重等が大きく異なるものを選択することが望ましい。また、生物擬剤、固体粒子等の他の粒子を使用する方法による試験結果との比較を行う際には、対象とする粒径及び使用された粒子物質に対する測定器の感度等、条件の違いを十分考慮する必要がある。

**解説表 3—捕集効率試験に用いられている試験粒子物質**

	DOP	コーンオイル	ポリアルファ オレフィン	パラフィンオイル
CAS No.	117-81-7	8001-30-7	68649-12-7	64742-46-7
規格等	42 CFR 84.181 JIS T 8151	NIOSH TEB-CBRN- APR-STP-0352	JIS B 9917-3	EN149 JIS B 9917-3
比重	0.99	0.91	0.82	0.84
引火点 °C	218	321	172-227	180

試験粒子濃度については、捕集効率測定試験の実績に基づく試験濃度とした。単独の粒子発生器で目的とする粒径分布及び濃度を有する試験粒子の発生が困難である場合には、複数の発生器を並列して使用することが可能である。また、試験粒子物質を揮発性の高い媒質(例えば、イソプロパノール)により希釈して粒径を制御することが可能である。

捕集効率測定用粒子の個数中央径は、対象とする粒径範囲と整合させた。

試薬の取扱いは、使用物質の化学物質安全性データシート(MSDS)等に従うものとし、必要に応じ、適切な措置を講じるものとする。また、試料の設置及び取外しは、試験装置内の粒子濃度が十分低い濃度にあることを確認し、暴露防止に留意する必要がある。

#### 6.4 MPPS の決定

試料の MPPS に基づく捕集効率の測定を行うため、試料の MPPS を測定した後、捕集効率を測定することとした。ただし、試料の MPPS は同一試験条件であれば、変化しないとみなすことができるため、MPPS の測定を実施した試料と同型の試料に関しては、MPPS 既知とし、再度 MPPS を測定することなく、捕集効率の測定が実施できるものとした。

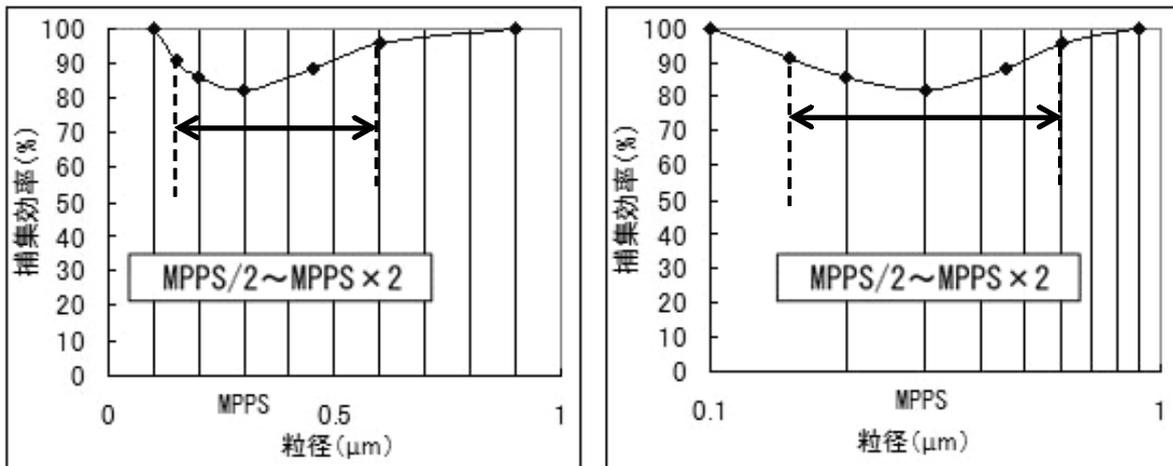
MPPS が未知な試料に対して、MPPS よりも小さな粒径を 1 点以上含めることとしているが、一般的に、メカニカルフィルタの MPPS は、0.15 μm 付近となることが知られており、規定粒径範囲に

において、広範囲の測定を行うことで、上記要求を満足する。

### 6.5 MPPS に対する捕集効率の算出

理想的には、MPPS 単独において評価することが望ましいが、粒径範囲を微小分割した際に必要な粒子濃度を確保することは、困難となる。また、粒子計測装置で測定される粒径についても、装置固有の粒径範囲における粒子個数を各測定チャンネルの結果として出力するものであって、単一の粒径に対する個数濃度を測定するものではない。したがって、同じ粒径に対する測定値であっても、測定器の違い等により各チャンネルの測定可能な粒径範囲が異なれば、結果は、異なることとなる。上記影響を極力小さくするために、本規格では、捕集効率の算出において、MPPS を中心とした一定範囲を規定し、その範囲の測定結果に基づき捕集効率を算出することとしている。

なお、粒径に対する捕集効率曲線（解説図 3 の左図参照）は、粒径を対数でプロットした際に MPPS を中心として対称形（解説図 3 の右図参照）に近くなることから、測定対象範囲は、MPPS に対して等倍率の範囲（対数グラフにおいて等間隔）としている。



解説図 3—捕集理論に基づく捕集効率曲線モデル

### 6.6 試験温度及び相対湿度

試験温度及び相対湿度は、試験粒子として本規格と同じ DOP 粒子を用いたフィルタの捕集効率試験を規定した JIS B 9927 を準用した。

### 6.7 試験流量

#### 6.7.1 防護マスク吸収缶の生物剤防護性能試験評価方法の試験流量

本体の 6.2.4 の試験流量は、JIS T 8151 を準用した。

#### 6.7.2 車両用空気浄化装置エアフィルタの生物剤防護性能試験評価方法の試験流量

本体の 7.2.4 の試験流量の換算式は、JIS B 9927 の附属書に規定されているろ過速度の式を準用した。

### 6.8 粒子測定器

本体 6.2.5.3 の a) 光散乱式自動粒子測定器については、ISO/DIS 29463-2:2009 に準拠した。

本体 6.2.5.3 の b) 微分型電気移動度粒子測定器については、粒径範囲については、ISO/DIS 29463-2:2009 に準拠した。本体では、粒子濃度の測定範囲の下限値については、ISO/DIS 29463-2:2009 では、 $10^3$  個/cm<sup>3</sup> とあるが、粒子測定器の選定に柔軟性をもたせるため、下限値を規定せず、適宜選択することと表記した。

## 6.9 車両用空気浄化装置エアフィルタの生物剤防護性能試験評価方法の試料

試験にかかる費用等の観点から MPPS の測定に関しては、JIS B 9927 に基づいた捕集効率試験の実績より、フィルタシート及びミニチュアによる試験が可能であるとした。

## 7 防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法についての解説

### 7.1 要旨

防護衣素材に関する生物剤防護性能試験評価方法に関する試験規格はなく、JIS B 9927 を参考として試験方法を規定した。

なお、JIS L 1912 医療用不織布試験方法の中では、黄色ブドウ球菌を使用した不織布材料の細菌ろ過効率の試験方法があるが、生物剤の擬剤として使用された実績はないため、本規格に用いることは、困難と判断した。

本規格の試験粒子は、ウィルスに対応する塩化ナトリウム粒子及び ECBC (Edgewood Chemical Biological Center) でも使用されているバクテリアに対応するコーンオイル粒子を使用するものとした。また、本規格においては、強制通気法と吹き付け法による 2 種類の試験方法を規定し、通気性を有する素材以外にも、通気性の有無によらず、粒子の透過率を測定できる方法を検討した。

- a) **強制通気法** この試験は、不織布、織物、編物及びこれらから構成される積層布等の通気性を有する素材に適用する。
- b) **吹き付け法** この試験は、防護衣の実際の着用・運用を想定した試験である。強制通気させないため、強制通気法に記載する材料以外に、フィルム、樹脂等をコーティングした通気性のない素材についても適用可能である。

### 7.2 試験方法

#### 7.2.1 測定手順

強制通気法及び吹き付け法の試験手順は、防護衣素材の防護性能試験の実績を基に規定した。

#### 7.2.2 強制通気法における試験線速及び吹き付け法における風速

a) **強制通気法の試験線速** 強制通気法の JIS B 9927 及び JIS K 3801 における通気線速は、それぞれ 5 cm/s から 40 cm/s の範囲と幅広いものであるが、本規格においては、防護衣素材の防護性能試験の試験実績より、試験の安定性の観点から、10 cm/s と定義した。なお、JIS 等で設定されている他の通気線速は、以下のようなものがある。

- 1) JIS B9927 クリーンルーム用エアフィルタ - 性能試験方法 5.3 cm/s
- 2) JIS K3801 除菌用 HEPA フィルタの性能試験方法 0.45 m/s ± 20 %

b) **吹き付け法の風速** 吹き付け法では、実運用に近い条件として、気象庁から発表されている

日本各地における年間平均風速（解説表 4 参照）を参考に約 4 m/s と規定した。

解説表 4—各地における平均風速

場所	統計期間	平均風速 (m/s)
那覇	1987 年～2000 年	5.3
大阪	1975 年～2000 年	2.6
東京	1975 年～2000 年	3.3
仙台	1982 年～2000 年	3.4
札幌	1975 年～2000 年	3.8
平均		3.7

#### 7.4 試料数

試料数は、JIS B 9927 に準拠した。

#### 7.5 試験粒子

非生物粒子としては、JIS 等では、NaCl を、NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) 及び ECBC ではコーンオイルを使用している。本規格では、ウイルス用の評価試験粒子として NaCl を、細菌用の評価試験粒子としてコーンオイルを試験粒子として規定した。

##### 7.5.1 NaCl 粒子

試験用 NaCl 粒子の粒径及び粒子濃度は、下記のとおり規格によって異なっている。本規格では、個数中央径は、防護衣素材の防護性試験の実績より粒径範囲の広い JIS T 8124-2 及び JIS T 8157 に準拠した。粒子個数濃度は、防護衣素材の透過率測定試験の実績を基に、強制通気法及び吹き付け法の両方の試験において発生可能な濃度として、 $10^3$  個/cm<sup>3</sup> 以上とした。濃度の平均値に対する変動幅は、範囲を狭く規定している JIS T 8159 及び EN136 及び EN12941 の平均濃度の±10 % を採用した。

参考とした規格を以下に示す。

##### ① JIS T 8124-2

粒径 個数中央径 (CMD) 0.06～0.2 μm 幾何標準偏差 2.0 以下  
濃度  $12 \pm 6$  mg/m<sup>3</sup> 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の±15 %

##### ② JIS T 8157

粒径 個数中央径 (CMD) 0.06～0.2 μm 幾何標準偏差 2.0 以下  
濃度  $12 \pm 6$  mg/m<sup>3</sup> 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の±15 %

##### ③ JIS T 8159

粒径 個数中央径 (CMD) 0.06～0.1 μm 幾何標準偏差 2.0 以下  
濃度  $8 \pm 6$  mg/m<sup>3</sup> 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の±10 %

##### ④ EN136 及び EN12941

粒径 個数中央径 (CMD) 0.02～2 μm

空気力学的質量中央径 (Mass Median Aerodynamic Diameter: MMAD) 0.6  $\mu\text{m}$

濃度 8 $\pm$ 4 mg/m<sup>3</sup> 濃度の平均値に対する変動幅 平均濃度の $\pm$ 10 %

### 7.5.2 コーンオイル粒子

コーンオイル粒子の粒子個数濃度は、防護衣素材の防護性試験の実績を基に、強制通気法及び吹き付け法の両方の試験において発生可能な濃度として、10<sup>3</sup> 個/cm<sup>3</sup> 以上とした。粒径は、NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 及び ECBC-TR に準拠し、空気力学的中央径から解説 7.5.3 の換算式を用いて個数中央径に換算した値を併記した。

参考とした規格を以下に示す。

#### ①NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352

粒径 空気力学的質量中央径 (MMAD) 0.4 $\sim$ 0.6  $\mu\text{m}$  幾何標準偏差 2.0 以下

濃度 30 $\sim$ 40 mg/m<sup>3</sup>

#### ②ECBC ECBC-TR

粒径 空気力学的質量中央径 (MMAD) 0.4 $\sim$ 0.6  $\mu\text{m}$

濃度 20 $\sim$ 40 mg/m<sup>3</sup>

### 7.5.3 個数中央径と空気力学的中央径との関係

試験粒子を定めるにあたり、参考とした規格には個数中央径 (CMD) と空気力学的質量中央径 (MMAD) の表記があるが、質量中央径 (MMD) を介して次の関係がある。

$$\ln(\text{MMD}) = \ln(\text{CMD}) + 3(\ln \sigma_g)^2$$

$$\text{MMAD} = \sqrt{\rho} \times \text{MMD}$$

$\sigma_g$  : 幾何標準偏差

$\rho$  : 粒子の比重

### 7.6 試験時の温度及び相対湿度

NaCl 粒子は、吸湿して粒径を大きくすると、光散乱強度が変化する。このため、検知器として光散乱検知器を使用する場合は、NaCl 粒子の粒径を変化させないように、チャンバ内の湿度を 60 % 以下にする必要がある。このため、チャンバ内の温度は、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 を準用した。相対湿度についても、JIS T 8159 を準用した。

### 7.7 粒子測定器

#### 7.7.1 NaCl 粒子の場合

##### a) 炎光光度計

試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 に準拠した。応答性については、防護衣素材の防護性試験の実績から、規定する必要はないと判断した。

##### b) 光散乱検知器

粒子濃度の測定範囲については、本体の 8.2.1.3 に規定する粒子濃度 10<sup>3</sup> 個/cm<sup>3</sup> 以上又は 1 mg/m<sup>3</sup> 以上を測定できる測定範囲として、防護衣素材の防護性試験の実績より、0 $\sim$ 10<sup>4</sup> 個/cm<sup>3</sup> 又

は  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 10 \text{mg}/\text{m}^3$  とした。

検出器に要求されるサンプリング流量は、JIS T 8159 に規定されている検出器のサンプリング流量を準用した。

### 7.7.2 コーンオイル粒子の場合

粒子濃度の測定範囲については、本体の 8.2.1.3 に規定する粒子濃度  $10^3$  個/ $\text{cm}^3$  以上又は  $1 \text{mg}/\text{m}^3$  以上を測定できる測定範囲として、防護衣素材の防護性試験の実績より、 $0 \sim 10^4$  個/ $\text{cm}^3$  又は  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 10 \text{mg}/\text{m}^3$  とした。

検出器に要求されるサンプリング流量は、NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 に規定されている検出器のサンプリング流量を準用した。

## 8 防護マスク装着状態における生物剤防護性能試験評価方法の解説

### 8.1 要旨

本規格は、ウィルス又は炭疽菌等に対する防護性を、擬剤を用いて評価する試験方法を規定するものであるため、 $0.2 \mu\text{m}$  以下の粒径の小さい塩化ナトリウム粒子 ( $\text{NaCl}$ ) のみを試験粒子として記載している JIS T 8159 は、そのままでは適当ではない。面体漏れ試験において、炭疽菌との相関性を調査した ECBC の報告書では、コーンオイルが最も良かったとしている。このため、本規格は、JIS T 8159 をベースに、米国の NIOSH 及び ECBC が使用しているコーンオイルを試験粒子に加えて作成した。

また、防護マスク内部の空気を分析するためのサンプリングによってマスク内部が減圧になることから発生する内部への漏れの発生を防ぐため、サンプリング流量と同じ流量の空気を防護マスク内部に補充する必要がある。JIS T 8159 では行っていないが、本規格では、正確性を期するため、補充することとした。

また、その他、サンプリングチューブ及びプローブ、チャンバ、試験粒子発生器等は、JIS T 8159 に準拠した。

### 8.2 動作

マンテストである本試験では、被験者に一定の動作を行わせ、その時の漏れ率を測定することになっている。この動作を、一定の時間に正確に、繰り返すことが重要である。

被験者が行う動作には、次のとおり、各種の動作がある。本規格では、動作 1 の JIS T 8159 の規定を採用した。

参考とした規格を以下に示す。

#### ① 動作 1 (JIS T 8159 及び EN136)

トレッドミルを歩行速度  $4 \text{km}/\text{h}$  で稼動し、その上で歩行しながら次の動作をそれぞれ 2 分間行う。ただし、EN136 では、 $6 \text{km}/\text{h}$  で歩行する。

- a) 頭を動かさない。
- b) 頭を左右に回す (約  $15$  回/ $\text{min}$ )
- c) 頭を上下に移動 (約  $15$  回/ $\text{min}$ )

- d) 適切な文章（五十音，寿命無など）を大声で朗読。
- e) 頭を動かさない。

② 動作 2（JIS T 8159）

直立した状態で次の動作をそれぞれ 2 分間行う。

- a) 頭を動かさない。
- b) 頭を左右に回す（約 15 回/min）。
- c) 頭を上下に移動（約 15 回/min）。
- d) 適切な文章（五十音，寿命無など）を大声で朗読。
- e) 頭を動かさない。

③ 動作 3（JIS T 8159）

15 回/min の割合で，高さ 20 cm の踏み台昇降を 5 分間行う。動作開始 3 分後から，2 分間を測定の対象とする。

④ 動作 4（NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352，NIOSH RB-CET-STP-CBRN-0352 DRAFT 及び ECBC-TR）

次の動作をそれぞれ 1 分間行う。ただし，j) の動作については，NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 及び NIOSH RB-CET-STP-CBRN-0352 DRAFT のみの規定であり，ECBC-TR では実施しない。

- a) 直立静止状態で，通常呼吸
- b) 直立静止状態で，深呼吸
- c) 頭を左右に動かす。
- d) 頭をゆっくり前後に動かす
- e) 大きい声で，文章を読む。
- f) 模擬ライフル銃を照準
- g) 手が床に触れるように上半身を曲げる。その後，天井に向かって，手と身体を伸ばす。
- h) 四つん這いになって，頭を前方に向けて左右に動かす。
- i) 顔をしかめる。
- j) 踏み台を昇り降りする。
- k) 直立して，通常呼吸

### 8.3 試験粒子

微生物を使用することは，試験方法としては未だ確立していないため，化学物質の粒子を使用することとした。ISO，EN 及び JIS では NaCl 粒子を，NIOSH 及び ECBC ではコーンオイル粒子を使用している。本規格では，ウィルス用の評価試験粒子として NaCl 粒子を，細菌用の評価試験粒子としてコーンオイル粒子を試験粒子として規定した。

#### 8.3.1 NaCl 粒子

試験用 NaCl 粒子の粒径及び粒子濃度は，解説の 7.5.1 に示した規格より，個数中央径は，防護マスク装着状態の漏れ率試験の実績より，粒径範囲の広い JIS T 8124-2 及び JIS T 8157 に準拠した。粒子濃度は，防護マスク装着状態の漏れ率試験の実績より，濃度の高い JIS T 8124-2 及び JIS T 8157 に準拠した。濃度の平均値に対する変動幅は，範囲を狭く規定している JIS T 8159

及び EN136 及び EN12941 の平均濃度の±10 %を採用した。

### 8.3.2 コーンオイル粒子

コーンオイル粒子濃度が、NIOSH と ECBC とでは、下記のとおりわずかに異なっている。本規格では、範囲を広く規定している ECBC-TR によった。

#### ①NIOSH (NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352)

粒径 空気力学的質量中央径 (MMAD) 0.4~0.6  $\mu\text{m}$  幾何標準偏差 2.0 以下  
濃度 30~40  $\text{mg}/\text{m}^3$

#### ②ECBC (ECBC-TR)

粒径 空気力学的質量中央径 (MMAD) 0.4~0.6  $\mu\text{m}$   
濃度 20~40  $\text{mg}/\text{m}^3$

### 8.4 チャンバ内の温度及び相対湿度

チャンバ内の温度及び相対湿度は、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 を準用した。

### 8.5 サンプリング流量

JIS T 8159 を参考として、NaCl 粒子を用いた試験の場合は、サンプリングされた空気に乾燥空気を合流させることとした。

### 8.6 検出システム

#### 8.6.1 NaCl 粒子の場合

##### a) 炎光光度計

粒子濃度の測定範囲については、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 の規定値である 10  $\text{ng}/\text{m}^3$ ~15  $\text{mg}/\text{m}^3$  を参考に、本体の 9.2.4 に規定する平均粒子濃度 12±6  $\text{mg}/\text{m}^3$  を測定できる測定範囲として、10  $\text{ng}/\text{m}^3$ ~20  $\text{mg}/\text{m}^3$  とした。

サンプリング流量及び応答時間は、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 に準拠した。

##### b) 光散乱検知器

粒子濃度の測定範囲については、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 の 200  $\text{ng}/\text{m}^3$ ~15  $\text{mg}/\text{m}^3$  を参考に、本体の 9.2.4 に規定する平均粒子濃度 12±6  $\text{mg}/\text{m}^3$  を測定できる測定範囲として、200  $\text{ng}/\text{m}^3$ ~20  $\text{mg}/\text{m}^3$  とした。

サンプリング流量及び応答時間は、試験粒子として同じ NaCl 粒子を使用している JIS T 8159 に準拠した。

#### 8.6.2 コーンオイル粒子の場合

##### 光散乱検知器

粒子濃度の測定範囲については、試験粒子として同じコーンオイル粒子を使用している NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 に規定されている検出器の濃度範囲である 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ~200  $\text{mg}/\text{m}^3$  を参考に、本体の 9.2.4 に規定する平均粒子濃度 20~40  $\text{mg}/\text{m}^3$  を測定できる測定範囲として、1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ~50  $\text{mg}/\text{m}^3$  とした。

サンプリング流量は、NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 に規定されている検出器のサンプリング流量を準用した。

応答時間は、NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 に規定されている検出器を用いた防護マスク装着状態の漏れ率試験の実績を基に、2 sに規定した。

### 8.7 NaCl 粒子の漏れ率計算方法

肺に吸入された NaCl のいくらかは肺に沈着されるため、漏れ率は次の式で計算される。この式で使われている K 値としては、下記のとおりいろいろ値が使われているが、本規格としては、厚生労働省告示でも使われている  $K=2$  とした。参考とした規格を以下に示す。

$$\text{漏れ率 (TL)} = K \cdot C_2 / C_1 \times 100$$

$C_2$  : 試験時間中の死積内の NaCl 濃度の平均値 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$C_1$  : NaCl エアロゾル含有空気中の NaCl 濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

#### ① 防じんマスクの規格 (労働省告示) 及び JIS T 8159

$$K=2$$

#### ② EN136 (全面マスクの規格)

$$K = \{(T_{in} + T_{ex}) / T_{in}\}$$

$T_{in}$  : 吸気の合計時間

$T_{ex}$  : 呼気の合計時間

#### ③ EN12941 (PAPR の規格)

$$K=1.25$$

### 8.8 コーンオイル粒子の漏れ率計算方法

コーンオイル粒子の漏れ率の計算式の K 値について、JIS T 8159 の解説では、NaCl 粒子の K 値について、大きくても 2 程度とあり、漏れ率を厳しく評価するという観点から、 $K=2$  とした。

### 8.9 測定値のまとめ方

本規格では JIS T 8159 にならい、漏れ率は、10 名の被験者から得られた個別漏れ率のうち、最大値と最小値を除いた 8 個の個別漏れ率の算術平均値としたが、下記のようなまとめ方もある。

① EN136 及び EN12491 : 被験者 10 名全員の個別漏れ率の算術平均値

② NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352 及び ECBC-TR : 被験者 25 名以上の個別漏れ率の調和平均値

## 9 防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法

### 9.1 要旨

防護衣及び防護マスクからなる防護装備システム全体における生物剤防護性能試験評価方法に関する試験規格を調査した結果、防護装備システム全体における試験規格はなく、本体の 9 に記載した防護マスクの試験方法を参考として、試験方法を規定するものとした。防護衣のサンプリング位置については、ECBC においては、マスク部、頸部及び上腕部の 3 ヶ所からのサンプリングと規定されているが、接合部の漏れ率を評価するには不十分と判断し、上半身の 7 ヶ所と下半身の 3 ヶ所を設定し、計測箇所を適宜選定できるものとした。防護衣及び防護マスク面体内からのサ

ンプリングについては、サンプリングにより内部が陰圧にならないように、防護衣と防護マスク面体内部へサンプリング流量と同じ流量の補充用空気をサンプリングプローブと異なるプローブから補充することとし、サンプリング箇所が多くなる場合においても信頼性の高いデータが取得できるよう配慮した。

## 9.2 動作

着用試験である本試験は、被験者に一定の動作を行わせ、その時の漏れ率を測定する。この動作を、一定の時間に正確に繰り返すことが重要である。

本規格では、ECBC-TR-047に記載されている動作を参考に規定し、このうち、b) 作業動作の4)の「ペンキローラで壁及び天井にペンキを塗る動作を行う」は、除染作業に近い動作として「壁及び天井をモップで拭く」とし、また、b) 作業動作の8)の「床からテーブルへ3ポンドの箱を上げる」については、単位をポンドからkgに換算し、「床からテーブルへ1.5 kgの箱を上げ、元の場所に戻す」とした。

また、動作の際に使用する箱やバッグ、梯子などの道具については、ECBC-TR-047に規定されていないことから、入手の容易性を考慮して、構造、寸法などの詳細な規定を省いた。

作業動作の時間については、4分間であることが望ましい。しかし、防護装備システムの漏れ率試験の実績から、作業動作の時間が、4分間の試験と1分間に短縮した試験の両方を実施したが、試験結果に有意な差が認められなかったため、試料の性能に応じて作業動作の時間を短縮できると考えられる。

動作の繰り返し回数については、防護装備システムの漏れ率試験の実績から規定した。

以下に参考として、ECBC-TR-047及びNIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352で規定されている動作を示す。

### ①動作1 (ECBC-TR-047)

漏れ率の測定時は、準備動作と作業動作を一連の動作とし、準備動作はそれぞれ1分間、作業動作についてはそれぞれ4分間行うものとする。

#### a) 準備動作

- 1) 直立静止状態で、通常呼吸
- 2) 前屈し足の指先に触れる
- 3) その場でジョギングする
- 4) 頭の上に腕を上げて上を見る
- 5) 膝を曲げてスクワットする
- 6) 肘と膝を使い匍匐する
- 7) 胸の前に手をあて、上体を捻る
- 8) 直立静止状態で、通常呼吸

#### b) 作業動作

- 1) 梯子を登る
- 2) 床からテーブルへ3ポンドの箱を上げる

- 3) 休憩
- 4) ペンキローラで壁及び天井にペンキを塗る動作を行う
- 5) 衣服をバッグに詰める
- 6) 休憩
- 7) ボルトを緩める
- 8) 床からテーブルへ3ポンドの箱を上げる

## ②動作 2 (NIOSH TEB-CBRN-APR-STP-0352)

次の項目の動作をワンセットとし、各動作をそれぞれ1分間行う。

- a) 通常呼吸
- b) 深呼吸
- c) 頭を左右に動かす
- d) 頭を前後に動かす
- e) 文章を読む
- f) 模擬ライフルを照準
- g) 床と天井に手を触れる
- h) 四つん這いになり、頭を左右に向ける
- i) 顔をしかめる
- j) 階段を登る
- k) 通常呼吸

### 9.3 サンプルング流量

同じマンテストであり、同じ試験粒子を使用し、また、試験装置として同様のものを使用することから、本体の9.2.6と同様の規定とした。

### 9.4 サンプルングチューブ及びプローブ

同じマンテストであり、同じ試験粒子を使用し、また、試験装置として同様のものを使用することから、本体の9.2.7.2と同様とした。

## 10 懸案事項

### 10.1 生物擬剤を使用した生物剤防護性能試験評価方法

擬剤として微生物を使用した生物剤防護性能試験評価方法は、微粒子として計測する方法及び生菌数を計測する方法いずれの場合においても、微生物粒子の発生所要量とその安定した発生方法を確立する必要がある。また、生菌数を計測する方法については、防護手段等に応じた下流側（二次側）のサンプル採取量と採取方法等について安定し、かつ、再現性のあるデータを積み重ねて確立する必要がある。

### 10.2 防護マスク装着状態及び防護装備システム全体におけるマネキンを用いた生物剤防護性能試験評価方法

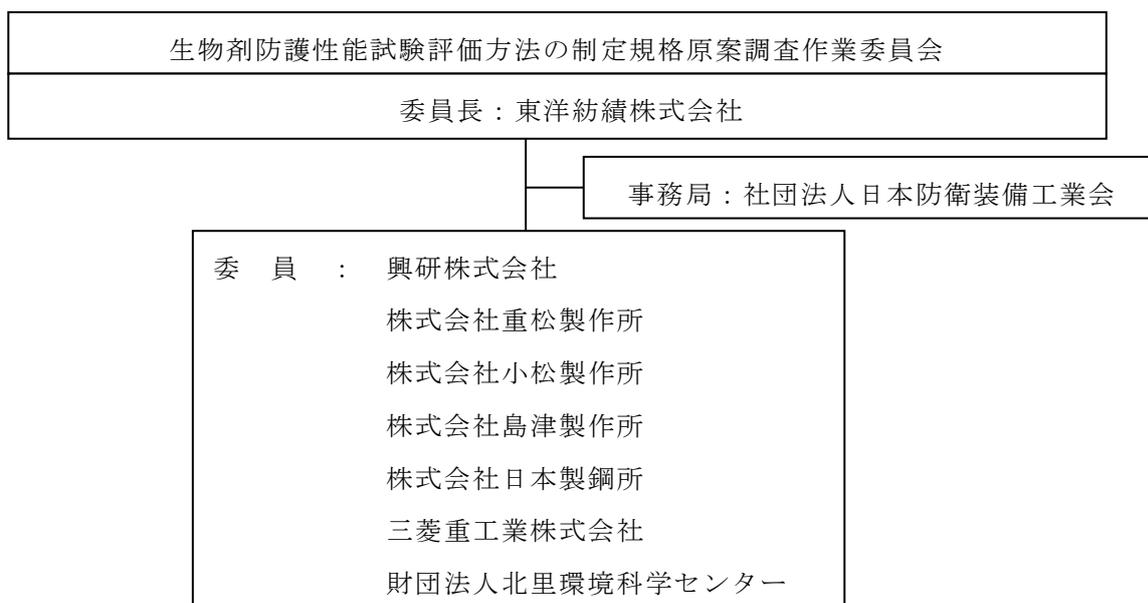
防護衣及び防護マスクからなる防護装備システム全体における可動マネキンを用いた生物剤防

26.  
T 8001

護性能試験評価方法及び防護マスクの装着状態における呼吸マネキンを用いた試験評価方法については、可動マネキン及び呼吸マネキンを用いた試験データを積み重ね、実員評価と可動マネキン及び呼吸マネキンを使用した評価との相関の確認と具体的な試験方法等を確立する必要がある。

## 11 委員会の構成

委員会の構成を解説図 4 に示す。



解説図 4－委員会の組織構成