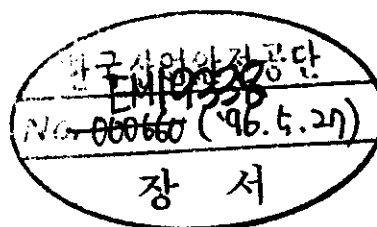


우리나라 面體濾過式마스크 性能에 關한 研究

An Experimental Study on the Performance of Filter-integrated Half-face Respirators

1990. 7



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전보건연구원
INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH RESEARCH INSTITUTE

여 백

目 次

第 1 章 序 論	4
第 1 節 研究의 目的	4
第 2 節 研究의 內容 및 範圍	5
第 2 章 粉塵의 一般概要	6
第 1 節 粉塵	6
第 2 節 粉塵의 有害性	9
第 3 節 粉塵에 의한 疾病	12
第 3 章 呼吸用 保護具	14
第 1 節 呼吸用 保護具의 種類	14
第 2 節 作業强度와 마스크의 着用	15
第 4 章 面體 濾過式마스크의 性能試驗 및 結果	17
第 1 節 調査對象 및 性能試驗의 方法	17
第 2 節 性能試驗 및 結果의 分析	17
I 面體濾過式마스크의 一般構造	17
II 面體濾過式마스크의 構造試驗	19
III 面體濾過式마스크의 濾過 原理 및 性能試驗	21
1) 面體濾過式 濾過 메카리즘	21
2) 面體濾過式의 濾過效率 試驗	27
IV 材料試驗	39
V 顔面部의 密着性에 대한 試驗	40
第 5 章 結 論	51
附錄 I 産業安全保健法에 의한 保護具의 分類	56
附錄 II 防塵마스크 檢定 技術基準(案)	71
附錄 III 保護具製造 또는 수입자의 人力과 施設基準	87

第 1 章 序 論

第 1 節 研究의 目的

産業安全保健法 第35條(保護具의 檢證), 同法施行令 第28條(檢定對象保護具) 및 동법 施行規則 第60條 ⑦項「防塵마스크는 粉塵이 呼吸器를 통하여 人體에 流入되는 것을 防止하기 위한 것」으로 1990년 1월에 법개정이 되었다. 종래는「防塵마스크의 흡기면 및 배기면이 있는 것에 한한다」라고 하였으나, 이번에 濾過材를 성형해서 面體로 하고 있는 面體濾過式마스크도 防塵마스크로 인정하게 이르렀다. 이것은 최근 여과재의 品質향상, 製造技術의 진보 등에 의해 그 性能이 향상되었고, 기존 마스크와 동등의 性能을 갖게 되어 先進外國에서는 이미 같이 취급을 하고 있는 실정이다. 또, 面體濾過式마스크는 경량이므로 착용하기 쉽고 착용중 呼吸가 어느정도 가능하므로 재해방지상의 長點도 있다.

이런 점을 고려하여 이번 法改訂으로 面體濾過式마스크도 呼吸器를 통하여 粉塵이 人體에 流入되는 것을 방지하기 위한 呼吸用 保護具로써 인정하고 그 使用範圍를 확대하게 되었다.

이에 따라 우리나라에서 製造 또는 수입하여 판매되고 있는 面體濾過式마스크를 수집하여 面體濾過式마스크의 性能의 실태를 파악, 마스크의 性能改善 및 開發의 資料를 확보하고, 또한 面體濾過式마스크의 性能規格 개정으로 양질의 保護具가 보급되게 하고, 製造者에게는 製造技術向上에 기여하게 하며, 使用者에게는 적당한 保護具의 선정 및 着用方法을 제시코저 하는데 그 目的이 있다.

第 2 節 研究 內容 및 範圍

浮游粉塵 發生作業場으로부터 發生되는 塵肺症 유소견자가 '89년도에 3,937명으로 전체 職業病 유소견자의 52%를 차지하고 있는 실정이다. 이에 대한 豫防對策의 일환으로 우리실정에 알맞는 良質의 防塵마스크를 보급 사용케하여 粉塵으로 인한 職業性 질환자를 줄이는데 그 목표를 두고 있다.

본 연구는 '90년도 防塵마스크의 使用範圍 확대에 따른 性能檢定 規格을 개정하고 面體濾過式마스크와 既存 마스크와의 문제점을 파악하여 개선기법 연구 및 性能 실태를 파악하고, 필터의 性能 등 특성파악을 실시하고자 한다. 또 粉塵의 일반적 濾過原理 및 有害성과 呼吸保護具의 顔面部 密着性 試驗方法도 검토코져 한다.

앞으로 우리실정에 알맞는 呼吸用保護具 開發 등 粉塵으로부터 勤勞者の 健康障害을 예방하기 위한 研究를 段階的으로 수행할 것이다.

本研究의 범위는 面體濾過式마스크에 국한하여 性能檢討 등을 실시하였으며, 粉塵에 대한 여러文獻 고찰도 병행 실시하였다.

第 2 章 粉塵의 一般概要

第 1 節 粉 塵

粉塵은 勤勞者의 健康障害 有害要因으로 人體에 吸入되어 肺에 조직반응을 일으켜 塵肺症을 일으키는 代表的인 物質로 들 수 있다.

作業場에서 生産工程에 따라 한종류의 粉塵뿐 아닌 수종류의 粉塵이 동시에 發散되는 일이 있다. 또 粉塵은 그 化學的 組成에 따라 無機物로부터 生成되는 無機粉塵

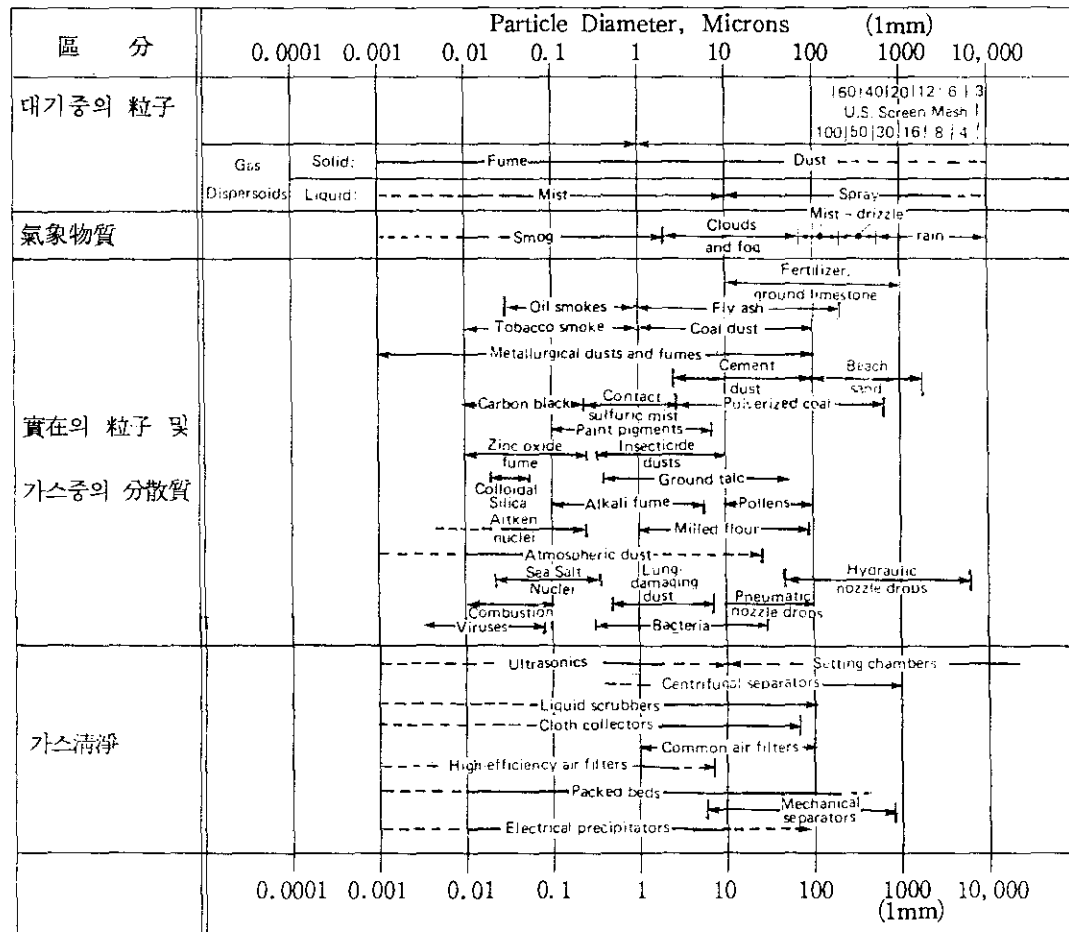


그림 - 1 粒子의 크기 (資料 C. E Lapple, Stanford Research Institute Journal 5, 1961)

과 有機物로부터 生成되는 有機粉塵으로 區分할 수 있다.

作業에 따라서는 이런 無機 및 有機粉塵이 동시에 發散되는 것도 있다.

空氣中에 浮遊하고 있는 粉塵 等 粒子의 크기는 여러가지가 있으며 그림-1에서 보여 주는 바와 같이 그 크기와 폭이 있다.

또한 空氣中에 浮遊하고 있는 粒子狀物質의 生成메카리즘 (Mechanism)에 의한 발산원의 種類와 크기 등을 分類하면 표1과 같다.

표1 粒子狀 物質의 分類

區 分	형 상 (Phase)	定 義 (Definitions)	發散原 (Origins)	크기 (Size) D (μm)
Aerosol	液-固	가스중의 고체 또는 액체 粒子의 浮遊狀態 즉 가스와 粒子가 同時에 包含되어 構成되는 2-phase System을 말한다.		$D \geq 0.01$ ~100
Dust	固	粉塵은 자연력이나 機械的인 工程에 의해 공기중으로 發散된 고체입자로 공기중에서 重力에 의해 沈降한다. 또, 物理的 課程을 거친 적은 粒子가 된 것으로 化學的 造成은 本來의 物質과 다를 바가 없다.	1) 自然力 - Wind - Volcanic Eruption $D \leq 100$ - Earthquakes (地震) 2) Mechanical Processes - Crushing (粉碎) - Grinding (연마) - Demolition (爆破) - Drilling - Shoueling - Screening	$D > 1$

區 分	형 상 (Phase)	定 義 (Definitions)	發散原 (Origins)	크기 (Size) D (μm)
			- Sweeping - Impact - Detonation (爆發)	
Fume	固	고체물질이 고열로 증발한 후 이것이 응축 하므로서 形成되는 고체의 粒子 즉 熔融金屬 증발에서 볼 수 있는 바와 같이 가스 狀態에서 응축하는 때에 發生된 고형미립자로 生成된다. 化學變化로서는 酸化反應이라 생각된다. 化學反應 등의 工程에서 주로 1μm 未満의 浮遊粒子를 만들 때는 이런 工程에서 흡이 발생될 수 있다.	Metallic Fume (산화물로서 발생) - 空冷된 鉛 증기 - 아연제련시 또는 熔接 작업시	D<1
Mist	液	一般的으로 상온 상압에서 액체인 物質로 공기중에 浮遊하고 있는 粒子	- 격렬한 化學反應 - 크롬산 mist - oil mist - 분무도로 - 압력강하시 용해가스누출	
Smoke	液-固	有機物質의 燃燒하는 과정에서 發生되는 粒子로 不完全燃燒物, 灰分, 水分 등을 包含하는 粒子로 통상적으로 고체·액체 및 가스 생성물 즉, 연소에 의해서 나온 가스상 物質이나 微粒子狀의 탄화물의 存在에 따라 가시적 性質을 갖는 것을 말한다.	- 유기물의 불완전연소	D<0.5
Ash	固	可燃性物質이 연소할 때 그속에 包含되어 있던 不燃性物質이 粒子로 되어 放出되는 것으로 크기는 條件에 따라 다르다.		

第 2 節 粉塵의 有害性 因子

粉塵이 인간의 身體에 侵入 또는 接觸하면 인간의 身體는 粉塵에 대하여 反應을 보이거나, 그 反應은 粉塵의 性質과 量에 따라서 差異가 난다.

인간의 身體는 外部로부터 異物의 侵襲에 身體를 지키려는 恒常性을 維持하고자 하는 機能을 갖고 있어 防禦의 Balance가 무너지면 病的인 상태로 되어 疾病이 발생 되는 일이 있다.

粉塵을 吸入한 경우에 일어나는 疾病을 評價하는 때에 중요한 因子로서는

- ① 粉塵의 化學的 組成
- ② 粉塵의 粒子크기
- ③ 粉塵의 吸入量
- ④ 인체측의 要因

등의 4가지 因子를 말할 수 있겠다.

1) 粉塵의 化學的組成

粉塵에 包含되어 있는 化學物質의 種類와 量은 그 粉塵의 有害性的 程度를 判斷하는 이상으로 매우 重要하다.

中毒을 일으키는 化學物質이 粉塵의 形態로 신체에 侵入하는 경우에는 吸入에 의한 것이 많다. 이같은 化學物質의 예로는 연, 카드뮴, 망간 등이 있다. 이러한 特有의 中毒을 일으키는 化學物質의 含有量이 아주 적은 粉塵이라 하더라도 그 粉塵을 多量으로 또는 長期間 吸入한 경우에는 塵肺를 일으키게 된다. 無機性的의 粉塵은 一般的으로 塵肺를 일으킨다고 말하고 있으나 有機粉塵에서도 綿粉塵 등을 吸入한 勤勞者에게서 塵肺를 발견하였다는 報告가 있다.

그러나 이러한 有機粉塵으로 인하여 無機粉塵에 의한 塵肺와 똑같은 病變을 일으

키는 지에 대한 의학계의 합의는 現在로서 얻지 못하고 있다. 그렇지만 유기성 粉塵을 계속 吸入하므로서 기관지염, 기관지 천식, 만성 폐질환 등이 일어난다고 생각된다.

2) 粉塵의 粒子크기

粉塵을 吸入한 경우 粉塵의 粒子크기에 따라 沈着되는 部位가 다르고 沈着하는 部位에 따라서 健康障害의 정도도 다르다고 생각되어진다.

3) 粉塵의 吸入量

健康障害을 일으키는 有害因子의 경우에는 一般的으로 노출량이 증가함에 따라서 健康障害의 정도도 심하게 되어진다. 이것은 「量-反應關係」 「量-影響關係」라 부른다. 다만, 인간의 입장에서 感受性이 강하여 影響을 덜 받는 境遇의 健康障害을 大部分 볼 수 있다.

露出量은, 「露出濃度×露出時間」로 表現할 수 있다.

이같은 사실에서 똑같은 露出時間이라면 露出濃도가 높을 수록, 또한 露出濃도가 같다면 露出時間이 길면 길수록 一般的으로 重態인 健康障害을 일으키게 된다.

中毒을 일으키는 것과 같은 化學物質을 含有한 粉塵의 경우에는 똑같은 粉塵 露出量이라 하더라도 粉塵중에 化學物質 含有量이 많을 수록 中毒되는 危險性이 크며 重態인 中毒이 된다. 塵肺의 경우에도 一般的으로 吸入한 粉塵量이 많으면 많을 수록 重態에 이른다고 하며 塵肺症의 하나인 硅肺의 경우에는 吸入된 粉塵量 뿐만 아니라 유리硅酸 含有量이 높을 수록 重態에 빠진다고 알려져 있다.

4) 人體測의 要因

같은 露出 條件하에서도 人體測의 要因에 의하여 健康障害의 病像이나 그 程度가

달라짐이 알려져 있다. 이같은 要因으로서는 性, 年齡, 體質, 習慣, 健康狀態 등의 여러종류의 要因이 있게 된다.

粉塵에 의한 粉塵障害 中에서 人體測의 要因이 중요한 역할을 하고 있는 예로서 職業性 喘息을 들 수 있다. 職業性 喘息은 作業 中에 주로 動物性이나 植物性 粉塵에 폭로되는 勤勞者 가운데 粉塵中の 어떤 성분에 感受性이 높은 자에만 發病하는 것이다. 이같은 職業性 喘息의 原因이 되는 因子는 주로 粉塵의 形態로 吸入된다고 하는 事實이 알려져 있다.

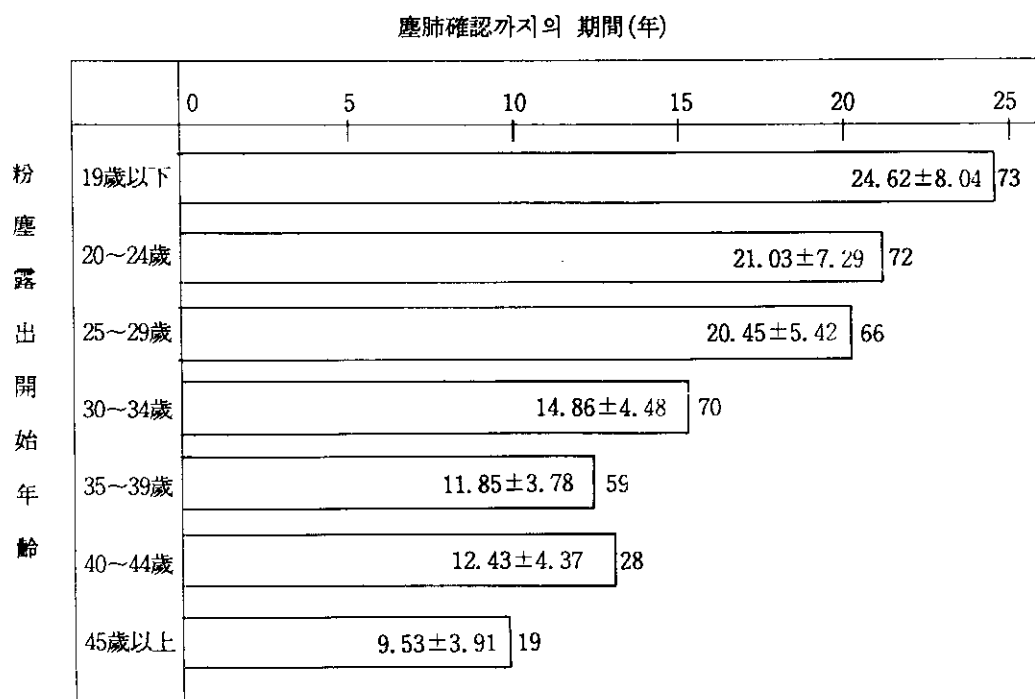


그림 - 2 粉塵暴露開始年齡과 塵肺(PR₁) 確認까지의 期間(日本)

또한 粉塵폭로 開始年齡이 많을 수록 塵肺 確認까지의 期間이 짧은 것으로 나타난 것을 그림-2에서 볼 수 있다.

第 3 節 粉塵에 의한 疾病

우리나라의 勤勞者의 職業性 疾患은 粉塵에 기인한 塵肺가 89년도 勞動部資料에 의하면 3천 9백 37명으로 전체의 52%를 차지한 것으로 나타나, 粉塵에 의한 健康障害의 深刻性을 보여 주고 있다.

一般的으로 有害物質이 身體내로 들어 오는 經路는 呼吸器, 消化器, 皮膚를 통하여 侵入되는데 粉塵이 주로 侵入하는 經路는 呼吸器이다.

呼吸器로 吸入된 公기는 코-후두-기관-기관지-폐포의 그림-3과 같은 順으로 들어와 公기중의 산소와 血液중의 탄산가스가 交換되어 逆경로로 公기는 體外로 그림-4와 같이 배출케 된다. 粉塵이 浮遊하고 있는 公기를 吸入한 때에 그 粉塵이 기도의 벽 또는 폐포의 벽에 일단 접촉하면 그곳에 沈着된다. 粉塵이 沈着하는 部位는 粉塵의 粒子크기에 좌우되며 粒子의 크기가 큰 粉塵은 대부분 코안에서 沈着하여 肺에까지는 도달하지 않는다.

塵肺症에 관계가 깊은 肺조직내에 沈着率과 粉塵의 粒子크기와의 關係를 보면 $1\mu\text{m}$ 에서 $2\mu\text{m}$ 附近의 것이 沈着率이 높음을 알 수 있다. 한편으로는 機關 및 氣管支에 沈着率은 그림-5와 같이 $6\mu\text{m}$ 附近의 것이 높음을 알 수 있다.

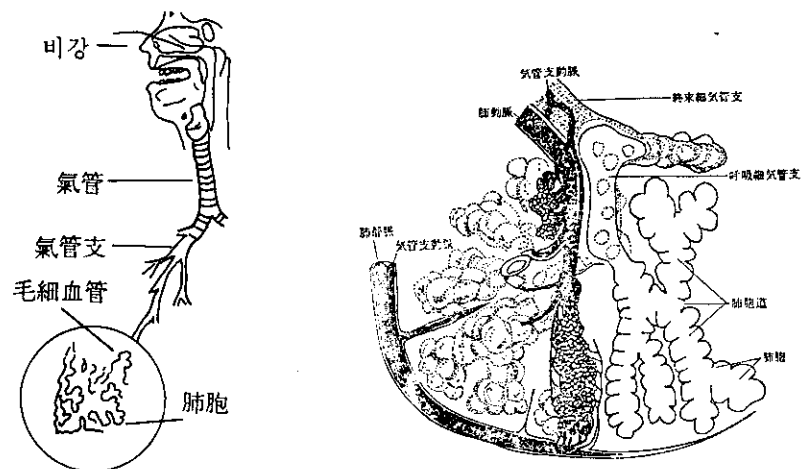


그림 - 3 肺의 構造 및 呼吸器의 模形

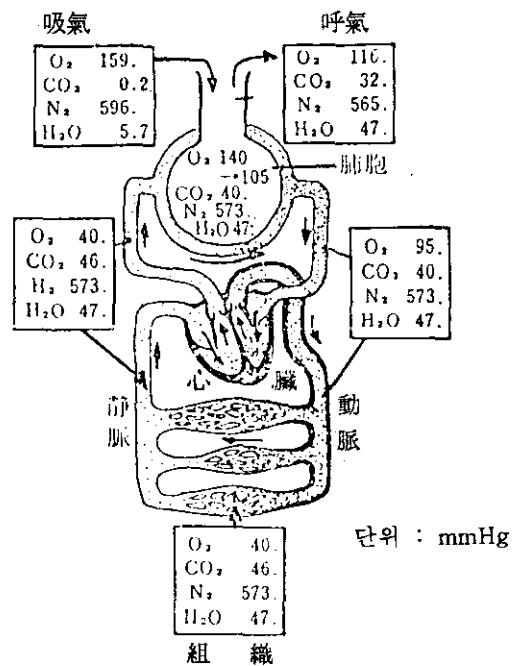


그림 - 4 呼吸·循環回路에 있어서 酸素 등의 分壓變動

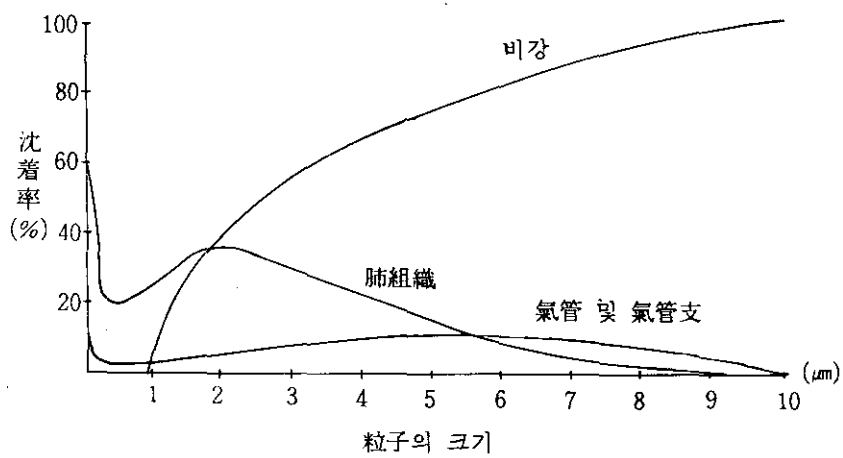


그림 - 5 部位別 같은 粒子的 크기와 沈着率 (Morgan and Seaton)

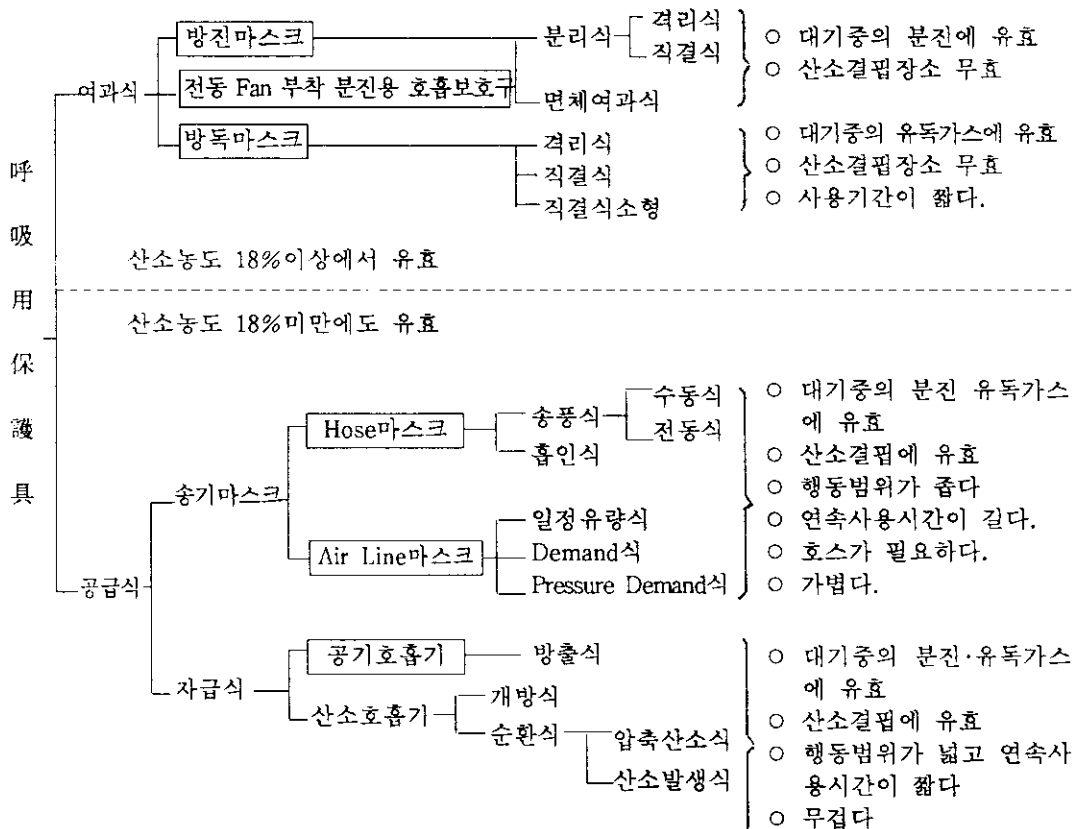
第 3 章 呼吸用 保護具

第 1 節 呼吸用 保護具의 種類

粉塵에 의한 疾病을 防止하기 위해서는 무엇보다 우선 作業環境의 改善, 즉 生産工程, 作業方法 및 原材料의 變更 또는 設備의 配置 등의 改善, 換氣設備改善 등을 통하여 作業環境을 改善하여야 하나, 여러가지 條件때문에 作業環境改善이 困難한 경우에는 呼吸用 保護具에 依存, 粉塵 등의 有害物質로부터 마지막 防護를 하지 않으면 안된다.

따라서 呼吸用 保護具는 그 種類에 따라서, 使用 가능한 環境條件이나 對象物質,

표 2 呼吸用 保護具의 種類



使用可能 時間 등이 차이가 나기 때문에 防護에 가장 적합한 種類, 形狀, 材質, 크기를 選擇하고 올바르게 使用하는 것이 必要하다.

표2의 呼吸用 保護具의 種類에서 粉塵作業에 使用可能한 呼吸用 保護具는 □표시한 防塵마스크, 전동 Fan부착 粉塵用 呼吸保護具, 호스마스크, Air Line 마스크, 空氣呼吸器 등을 들 수 있겠다.

第 2 節 作業 強도와 마스크 着用 限界

防塵마스크의 使用目的은 粉塵의 吸入을 防止하는데 있으므로 粉塵 捕集效率이 重要的 意味를 갖는다. 그러나 捕集效率을 높게 하여도 吸氣抵抗이 높게 되는 경향이 있다. 防塵마스크의 使用者는 粉塵의 捕集效率보다 呼吸의 困難, 吸氣抵抗의 問題로 쉽게 着用하지 않는 原因이 된다.

그러므로, 作業強度 즉 에너지-代謝率과 最大吸氣抵抗과의 關係를 實驗的으로 求한 結果를 그림-6에 나타내었다.

에너지-代謝率(RMR)이 4~4.5 이하의 作業에서 맥박의 증가가 70~80/분에 最大吸氣抵抗의 限界를 實驗的으로 구하면 水柱壓 60mmH₂O 정도에 있다. 그림-6에서는 水柱壓 60mmH₂O 곳을 實線으로 표시하였다.

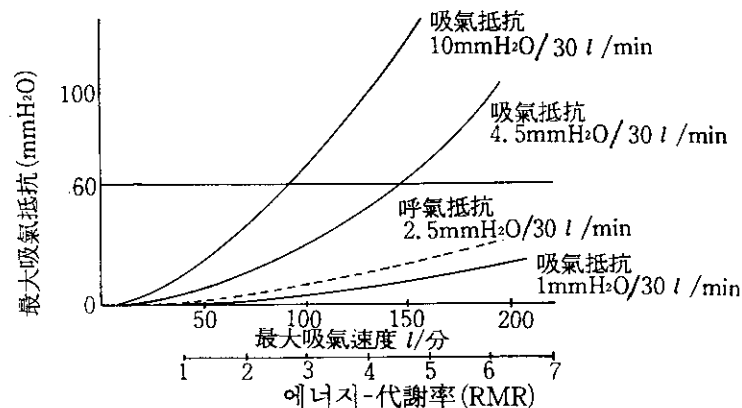


그림 - 6 에너지-代謝率 마스크의 抵抗關係

作業強度는 一般的으로 熱量消費量을 基準으로 하고 있다. 똑같은 作業을 하는 경우에도 이를 수행하는 작업자의 性別, 年齡, 體格에 따라 熱量消費量이 달라진다. 그러므로 작업시 消費되는 熱量을 나타내기 위하여 여러가지 條件을 고려한 에너지代謝率(Relative Metabolic Rate)이라고 하는 지수를 使用한다.

에너지代謝率은 個別的인 作業動作, 職業別 作業全體에 대하여 생각할 수도 있고, 하루의 總 作業時間을 통한 平均 作業代謝量으로 나타낼 수도 있다.

$$\text{에너지代謝率(RMR)} = \frac{\text{作業에 소요된 熱量} - \text{안정시 熱量}}{\text{基礎代謝量}}$$

그림-6에서 보는 바와 같이 橫軸에는 에너지-代謝率을 취하고, 그 위에 最大吸氣速度를 기입했다. 예를 들면 에너지-代謝率이 2부터는 最大吸氣速度는 70 l /분, 代謝率이 3부터는 最大吸氣速度는 100 l /분이 된다. 에너지代謝率이 3의 경우(最大吸氣速度 100 l /분), 30 l /분의 流量에 대하여 10mmH₂O (10 mmH₂O/30 l /분)의 마스크를 使用하면 最大吸氣抵抗은 70mmH₂O되므로 作業이 困難하게 된다. 그러나 에너지-代謝率이 2.5정도 이하의 作業으로부터 使用이 可能하다는 것이 된다.

또, 4.5mmH₂O/30 l /분의 吸氣抵抗마스크는 에너지-代謝率이 4.5정도의 作業까지 使用 可能한 것이 된다. 또 에너지-代謝率이 5이상 같은 경우 防塵마스크의 使用은 吸氣抵抗 값이 적은 것이 필요하다. 실제로 이같은 경우에는 防塵마스크의 使用은 困難하다.

第 4 章 面體濾過式 마스크 性能 試驗 및 結果

第 1 節 調查對象 및 性能試驗의 方法

우리나라에서 流通되고 있는 面體濾過式마스크에 대하여 90年 7月부터 同年 11月 까지 國內外에서 生産된 20種을 蒐集하여 性能 試驗을 實施하였다.

性能試驗의 方法은 日本 勞動安全衛生法에 의한 防塵마스크의 規格, 日本工業 規格(JIS), European Committee for Standardization, KS規格, 현재 施行되고 있는 勞動部 防塵마스크의 規格을 根據로하여 新규로 作成된 規格(案)을 性能試驗의 方法으로 活用하였다.

第 2 節 性能試驗 및 結果의 分析

I. 面體濾過式 마스크의 一般構造

防塵마스크의 種類에는 分離式과 面體濾過式(표3)이 있으며 吸排氣 構造의 계통도는 그림-7과 같다. 또한 面體濾過式마스크의 構造는 그림-8과 같이 一般的으로 區分된다.

표 3 防塵마스크의 種類

種 類	分 離 式		面 體 濾 過 式
	격 리 식	직 결 식	
形 態	전 면 형	전 면 형	반 면 형
	반 면 형	반 면 형	

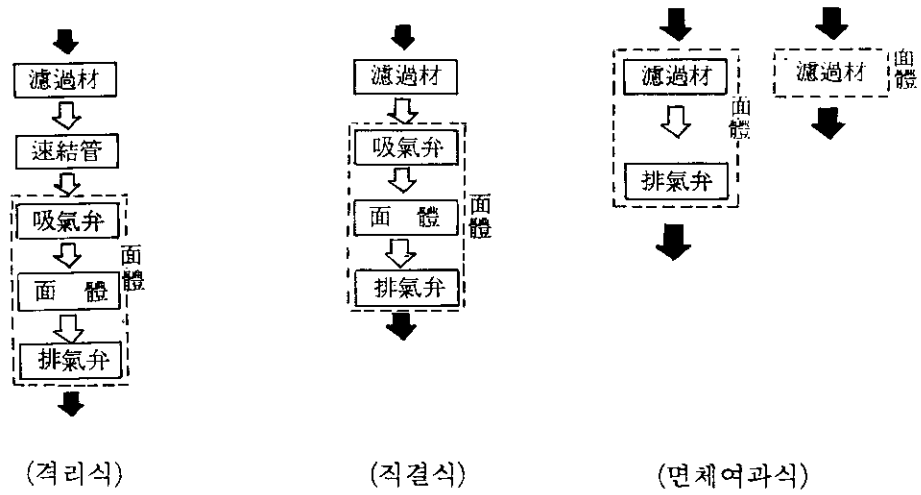
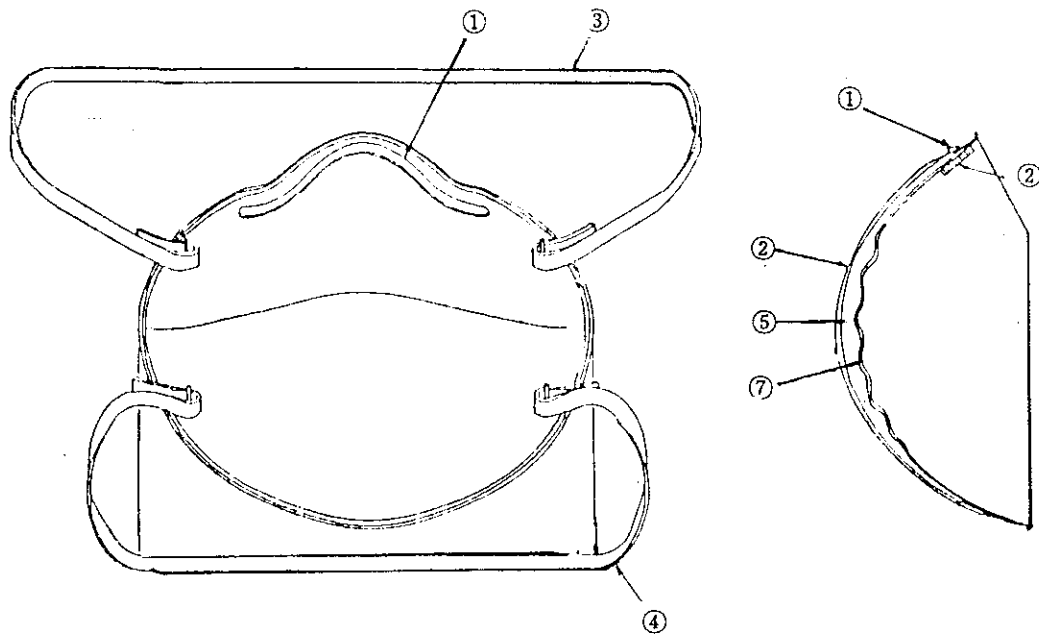


그림 - 7 防護마스크의 吸排氣構造의 系統圖



- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| ① 금속장식 | ② 코보호덮개 |
| ③ 머리끈(상부) | ④ 머리끈(하부) |
| ⑤ 면체외면 | ⑥ 여과재 ⑦ 면체내면 |

그림 - 8 面體濾過式마스크의 一般構造 (예)

II. 構造試驗

構造試驗에는 死積試驗, 視野試驗을 다음과 같은 方法으로 實施하여 檢討하였다.

1) 視野試驗

視野試驗은 표준머리모형 그림-9에 試驗하고자 하는 防塵마스크를 안면부에 정확히 씌우고, 표준머리모형의 眼球 位置에 휴대전등용전구 (2.5V 0.3A) 를 設置하고 반구형 투형면의 투형에 따라 하방의 視野를 그림-10, 그림-11과 같이 測定하였다. 視野試驗 測定結果는 표4와 같다.

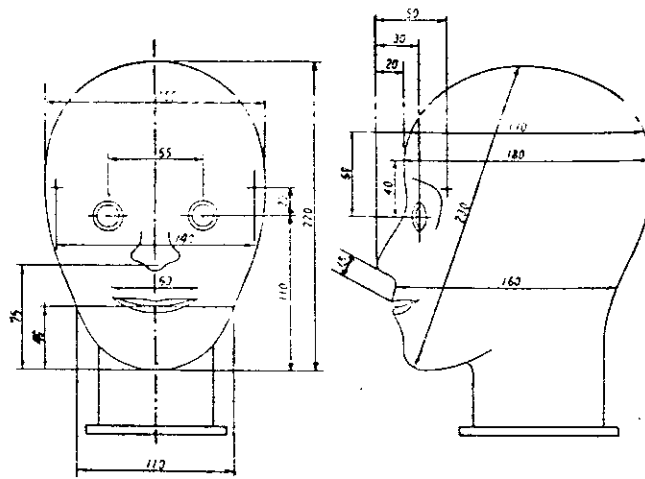


그림 - 9 標準머리模形

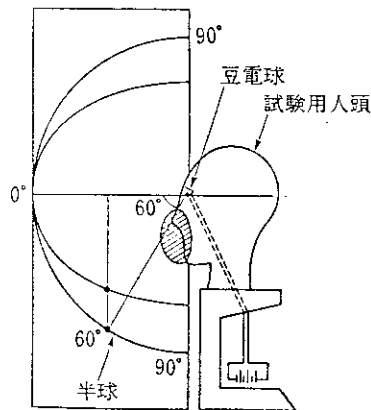


그림 - 10 視野試驗設備의 概要

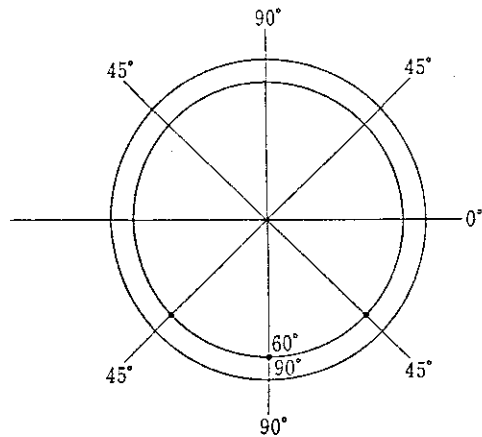


그림 - 11 視野試驗設備의 半球의 正面圖

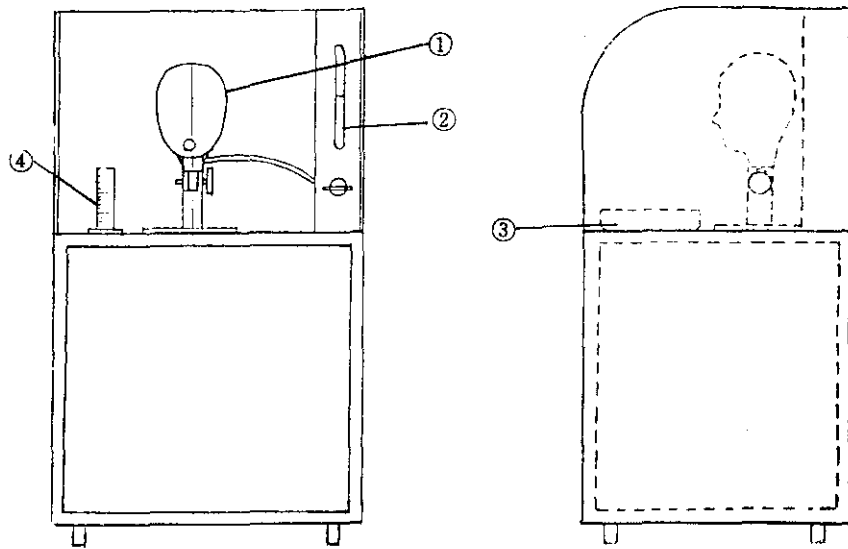
표 4 視野試驗 結果

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
視野圖	78	75	80	82	76	77	78	81	82	70	80	79	65	81	80	65	76	77	81	80

視野試驗結果 대체적으로 하방視野가 60° 이상으로 視野圖는 양호한 것으로 나타났다.

2) 死積試驗 (Dead Space Test)

死積試驗은 防塵마스크의 안면부의 배기변 및 흡기변의 入口를 물이 새지 않도록 接着테이프 등으로 완전히 密閉하고 標準머리모형에 정확히 씌운 후 이 안면부를 전방으로 90° 기울인다. 물탱크 하부에 있는 코크를 열고 面體 또는 격장 (Nose Cup) 내에 서서히 주수한다. 이때 面體 또는 Nose Cup 내에 空氣가 들어가지 않게 한다. 주수가 끝나면 코크를 닫고 조심스럽게 마스크를 떼어 들어간 물 量을 Mass Cylinder로 그림-12와 같이 測定한다.



- ① 標準머리모형 (Dummy Head) : KSM-6674 ② Water Tank (용적 1Liter)
 ③ Basin ④ Mass Cylinder

그림 -12 死積試驗裝置 構造圖

한편 고무나 合成樹脂로 形成되지 아니한 防塵마스크 面體 즉 필터 自體가 面體로 形成되어 있는 面體濾過式마스크의 死積 計算은 同一 마스크 5개에 대하여 다음 식에 의하여 計算하고, 그 平均값으로 하였다.

$$V_d = 112 + 0.59V - 6.7R + 13.6L$$

위식에서 V_d : 사적 (cm)

V : 面體의 부피 (cm)

R : 面體의 둘레길이 (cm)

L : 面體의 깊이 (cm)

死積은 防塵마스크를 着用하였을 때 死積을 制限하는 것은 死積의 空間이 너무 클 때는 視野의 障礙 등 使用상의 불편을 초래하고 또한 흡·배기변의 作動이 원활치 못 하며 使用상에 불편을 받게 되므로 이 部分의 性能을 制限코져 하는데 있으며 死積試驗結果는 표5와 같다.

표 5 死積試驗結果

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
死積(ml)	111	90	110	68	67	71	71	68	72	50	40	71	70	69	45	35	62	71	90	82

死積試驗 結果 面體의 形態는 10여종으로 區分할 수 있었으나 死積이 너무 커서 視野 등에 障礙를 초래한다던지 死積에 問題가 되는 製品은 없었다.

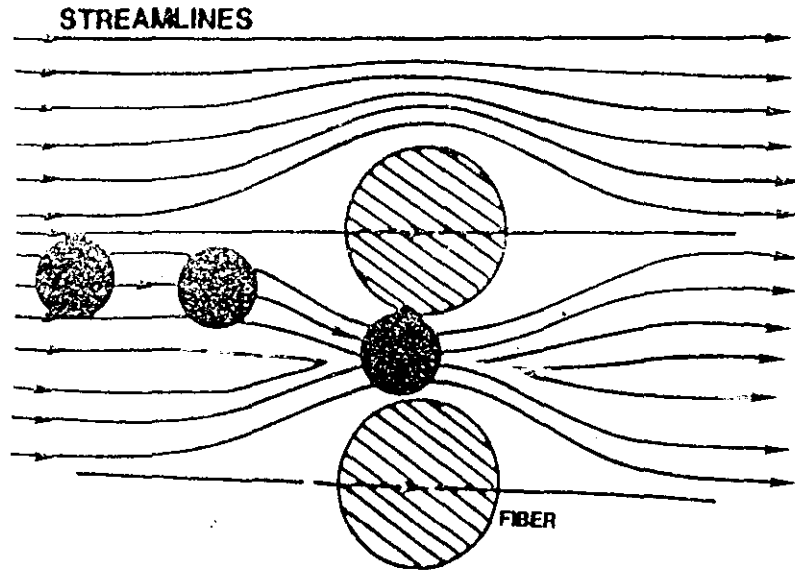
III. 面體濾過式마스크의 濾過原理 및 性能試驗

1) 面體濾過式마스크의 濾過 메카리즘(Mechanisms)

面體濾過式마스크는 着用者 肺의 힘과 呼吸에 의해 面體나 흡기변을 통해 吸入된 粉塵 含有 空氣가 濾過材를 通過할 때에 濾過材의 運動으로부터 粉塵을 除去하는 것

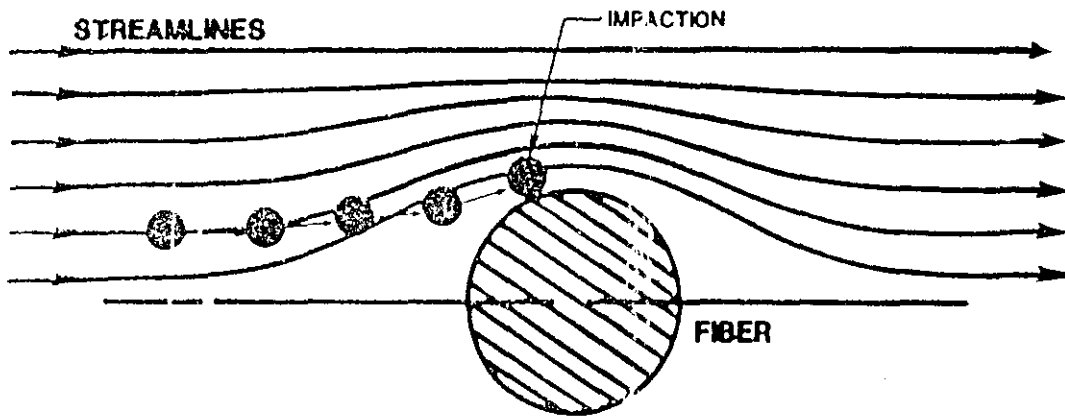
으로 濾過材의 捕集의 原理는 다음과 같은 것이 있다.

① 체 (Sieving)



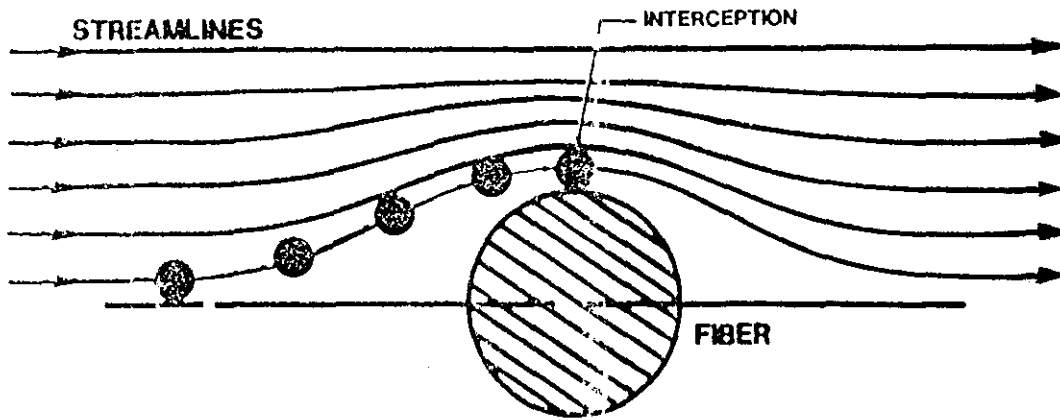
粒子가 濾過材의 網 사이에서 걸리는 形態를 Sieving이라 한다.

② 慣性衝突 (Impaction)



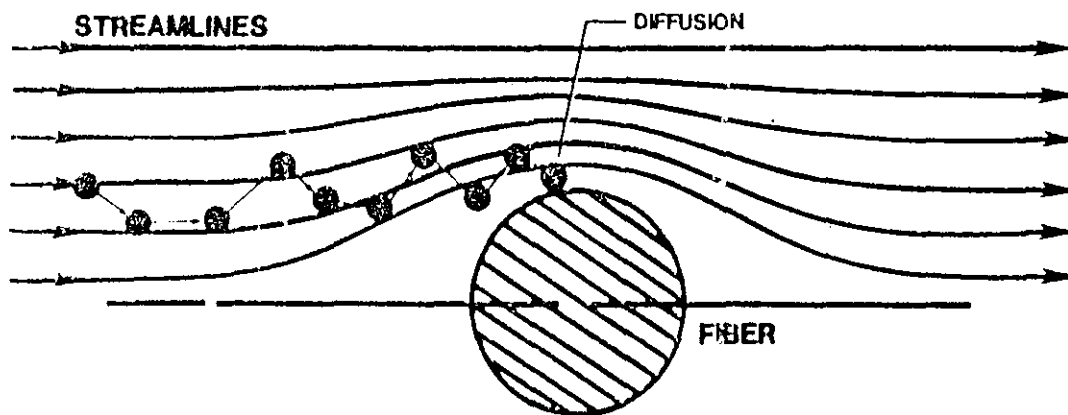
慣性衝突 (Impaction) 은 粒子가 比較的 크고 濾過速度가 큰 경우에 관성이 클때, 粒子가 濾過材의 纖維表面에 충돌하여 捕集되는 것을 Impaction이라 한다.

③ 直接遮斷 (Interception)



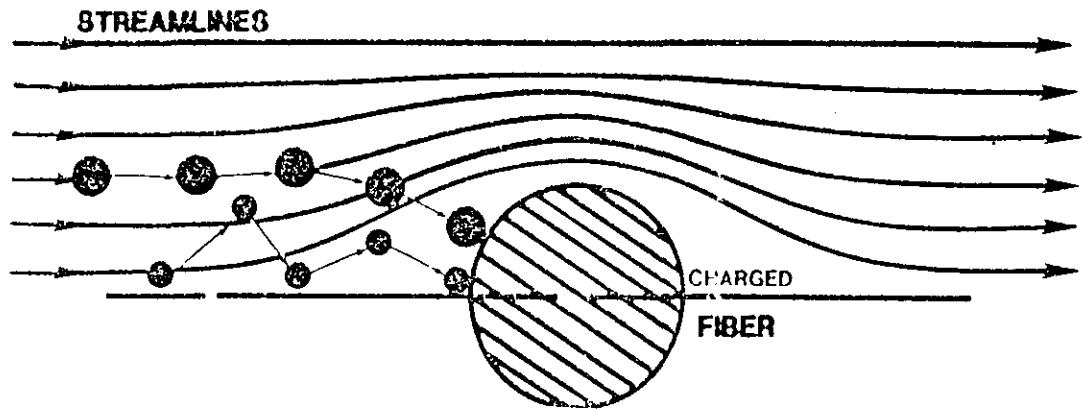
粒子가 吸氣에 의하여 인도된 空氣의 流線에 따라서 흐를 때, 濾過材의 섬유의 表面에 接觸 또는 衝突하여, 捕集되는 것을 말한다.

④ 擴散 (Diffusion)



粒子가 比較的 작은 경우에는 粒子의 브라운 (Brownian) 運動에 의한 擴散作用이 있고, 濾過材의 纖維 表面에 衝突하여 捕集되는 것을 말한다.

⑤ 정전기 (Electrostatic)



濾過材에 부가된 정전기 및 정전유도 등의 정전기력에 의해 捕集하는 것을 말한다.

또한 重力沈降, 熱沈着, 흔들음작용 등의 여러가지가 있는데 防塵마스크 濾過層의 경우, 여러 條件 때문에 관성충돌, 重力沈降, 熱沈着, 흔들음작용 등을 이용하는 것은 가능하지 않다. 따라서 주로 擴散, 直接遮斷, 정전기력의 作用을 이용하는 것으로 생각된다.

擴散 및 直接遮斷의 作用은 주로 粒子의 크기가 작을 수록 유효하게 움직여, 濾過材의 纖維徑이 작고, 또 濾過速度가 작을 수록 유효하다. 그러나 防塵마스크는 吸氣抵抗 등의 問題도 있고, 纖維徑이 무턱대고 작아서는 안된다. 濾過速度를 그렇게 작게 하는 것은 인간의 吸氣를 이용하고 있는 것만으로는 어렵다. 따라서, 擴散, 直接遮斷의 作用을 利用하는 것도 困難하게 된다.

이러한 이유 때문에 현재는 吸氣抵抗이 낮고, 捕集效率이 높은 濾過材로서 防塵마스크의 대부분에 정전기력을 利用한 정전 濾過방법이 사용되고 있다.

최근에는 濾過材(一般的으로 Polymers)의 纖維表面에 정전기적인 전하를 物理적으로 갖고 있도록 대전시킨 것이 있다.

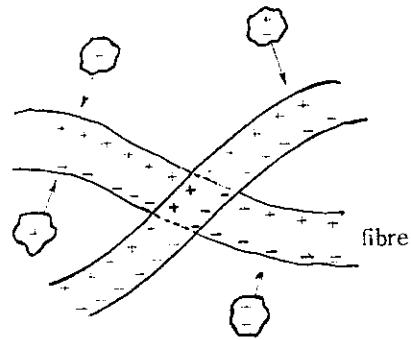


그림 - 13

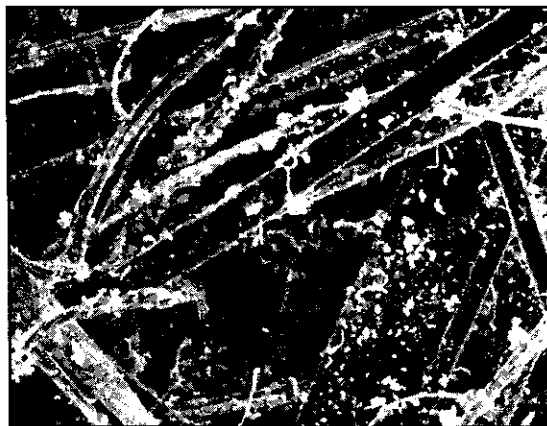
그림-13에서 보는 바와 같이 왼쪽의 대전된 두 粒子들은 쿨롱의 힘 (Coulombre Force)에 의해 끌어 당겨지고, 오른쪽의 대전되지 않은 두 粒子들은 쌍극자로 바뀌어져 편광작용 (Polarization Force) 힘에 의하여 잡아 당기어져 濾過되어 지는 것도 있다.

또한, 현재 사용되고 있는 정전濾層은 소재를 중심으로 다음과 같이 分類할 수 있다.

- ① 양모헐터를 基材로 수지가공한 것
- ② 合成樹脂의 부직포를 베이스로 특수가공한 것
- ③ 면상의 양모섬유에 微細 수지가공한 것
- ④ 초미립자의 유리섬유를 동심원상으로 성형한 것

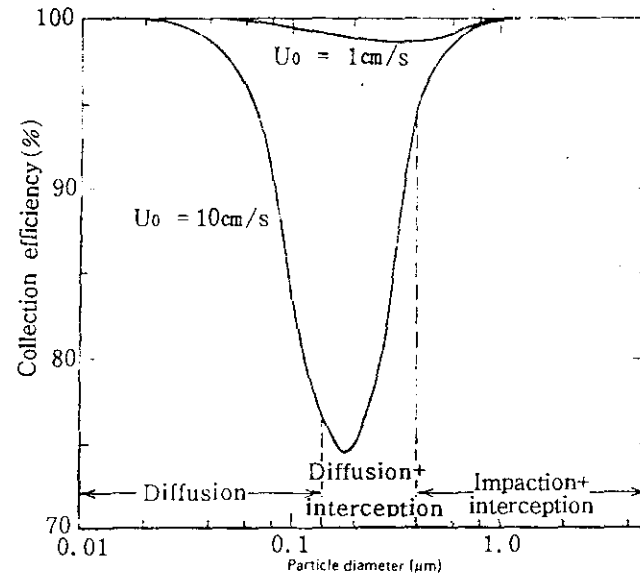


정전 필터의 확대사진

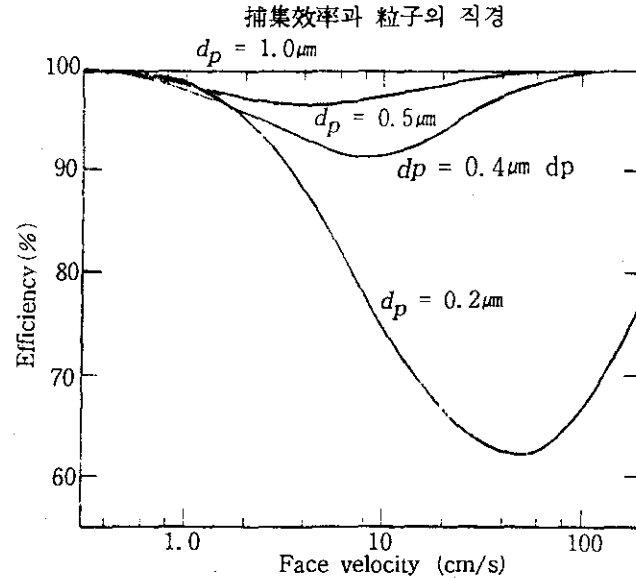


염화나트륨 입자를 통과시킨 후의 확대사진

또한 필터의 입자크기에 따른 濾過效率는 다음과 같은 濾過原理에 따라 대체적으로 捕集되어지는 것으로 나타나있다.



t (필터의 두께) = 1mm, a (입자의 반경) = 0.05, d_f (섬유직경) = $2\mu\text{m}$
 U_0 (속도) = 1과 10cm/s



d_p (입자직경) = 0.2, 0.4, 0.5과 $1\mu\text{m}$ t (필터의 두께) = 1mm,
 d_f (섬유직경) = $2\mu\text{m}$

效率과 粒子直徑에 따른 速度와의 關係

2) 性能試驗

面體濾過式마스크의 性能試驗은 ① 捕集效率試驗

② 吸氣抵抗試驗

③ 排氣抵抗試驗

④ 吸氣抵抗 上昇率試驗

⑤ 가슴시 吸氣抵抗試驗

⑥ 배기변의 작동기밀시험

등으로 區分할 수 있으며, 本 研究에서는 NaCl에 의한 Aerosol을 發生시켜 捕集效率, 吸氣抵抗, 吸氣抵抗 上昇率, 가슴시 吸氣抵抗試驗 등을 實施하였다.

① NaCl粒자를 利用한 捕集效率試驗

필터性能試驗機(TSI Model 8110)에 NaCl 2% 용액을 만들어 Aerosol발생조에 넣고 3IP 콤프레서를 利用하여 60PSI의 壓力을 가하여 Aerosol을 發生시켜 捕集效率를 試驗하였다. Aerosol 발생 필터性能試驗機의 모형은 그림-14와 같으며 그 원리는 그림-15와 같이 나타낼수 있다.

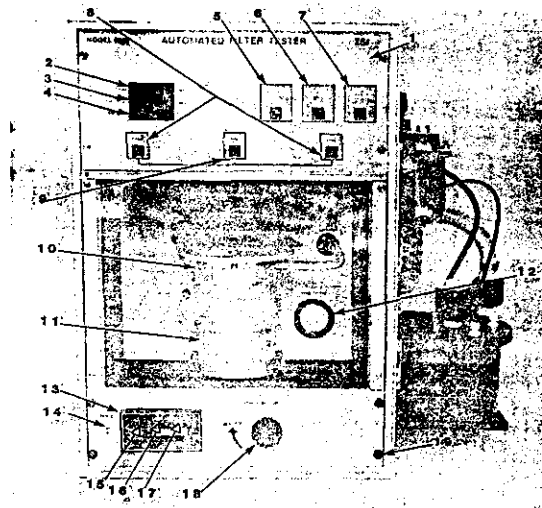


그림 - 14 필터 성능시험기(TSI Model 8110) 모형

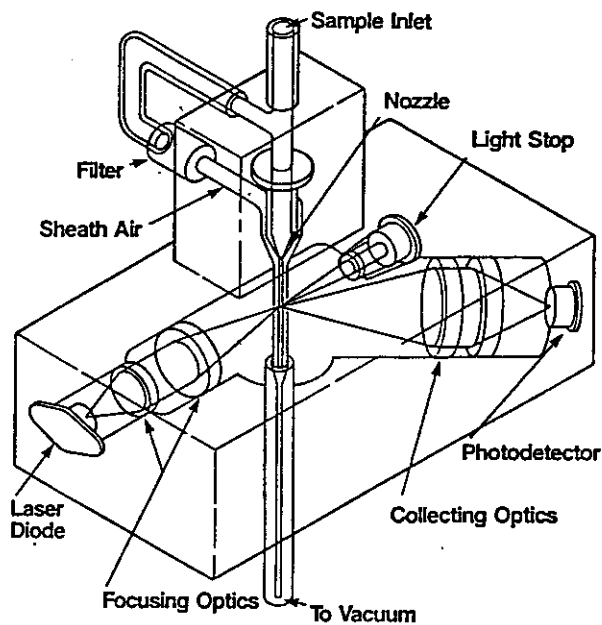
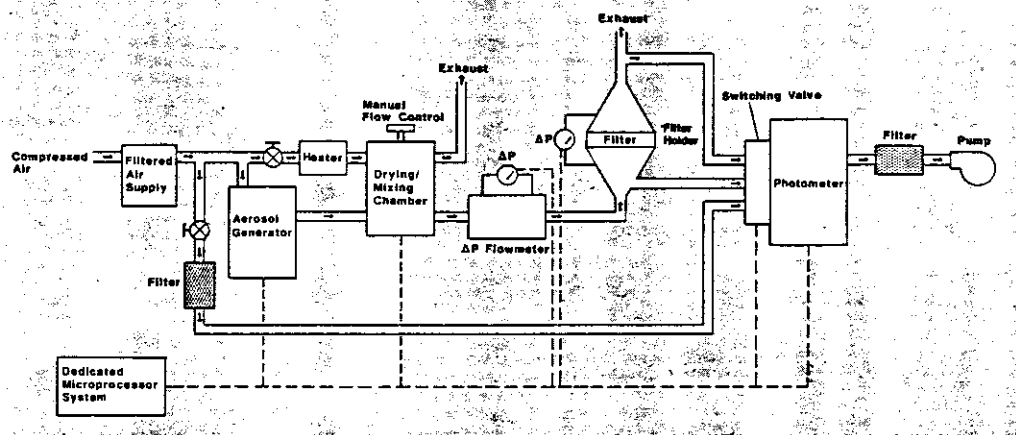


그림 - 15 필터 성능시험機構造 및 광도계의 原理

捕集效率試驗은 NaCl을 利用한 Aerosol발생기 즉 필터 성능시험기에 Aerosol 含有空氣를 30 l/min의 流量으로 통과시켜 통과전후의 Aerosol濃度を 광산란광방식에 의한 필터 성능시험기에 의하여 測定하여 그 결과는 표6과 같으며, 그 分布는 그림-16, 그림-17에서와 같이 나타났다.

표 6 面體濾過式 마스크 捕集效率

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
捕集效率 (%)	93.4	16.9	15.5	99.9	86.0	95.0	98.6	99.3	98.6	99.9	96.5	76.9	99.9	98.5	97.7	50.5	99.9	70.9	27.4	17.6

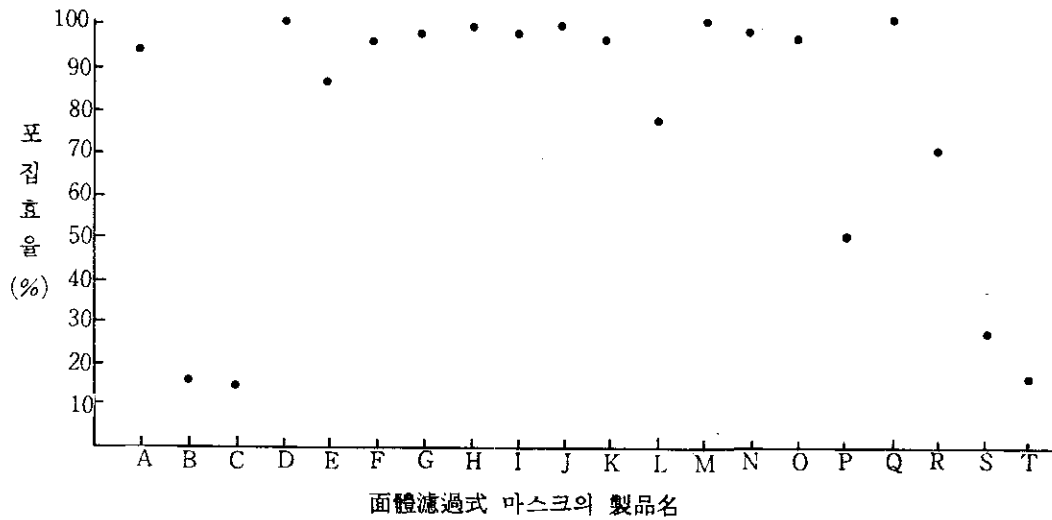


그림 - 16 面體濾過式 마스크 粉塵捕集效率의 關係

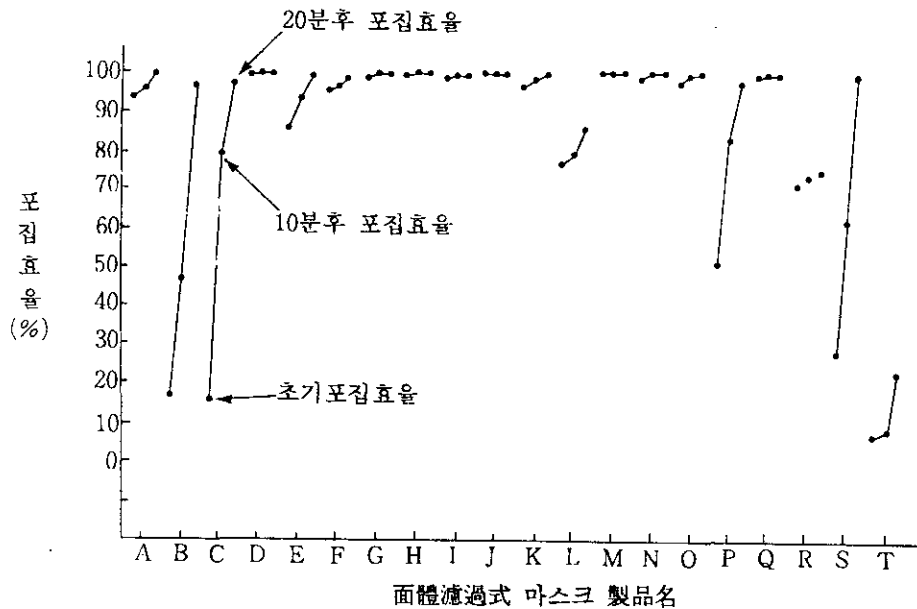


그림 - 17 粉塵捕集效率 變化의 關係

그림-16의 面體濾過式마스크의 捕集效率의 關係를 보면 95%이상의 效率를 갖는 것이 20개 製品 중에서 11개로 55%로 分析되었다.

또한 석영분진을 이용하여 粉塵捕集效率를 測定하는 方法이 現行 防塵마스크 性能檢定에 利用되고 있는데 그 方法을 보면, 성능시험기에 着用시킨 防塵마스크에 석영분진 含有空氣를 30 l/min의 流量으로 통과시켜 통과전후의 석영분진의 濃度를 광산란광방식에 의한 통과분진을 測定 捕集效率를 나타내는 것이 있다. 石英粉塵 發生室의 크기는 27m³ 이상으로 하고 淨遊粒子的 크기는 2 μ m 이하로 하며 粉塵濃度는 30 $\pm$ 5mg/m³으로 하며 性能試驗裝置의 構造는 그림-18과 같다.

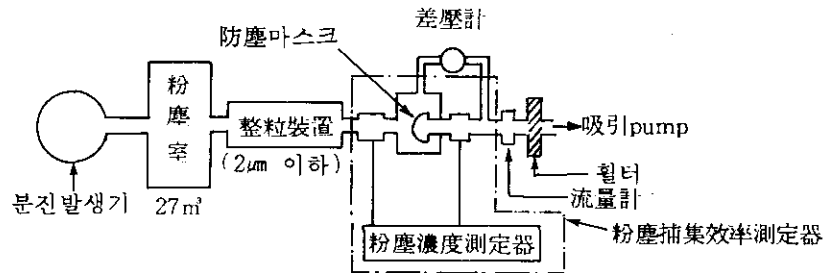


그림 - 18 防塵마스크 性能試驗裝置構造

분진발생기에 의한 粉塵捕集效率試驗에 사용하는 石英粉塵의 粒子的 크기는 표7과 같은 比率로 조성된 石英粉塵을 사용하고 있다.

표 7 粉塵捕集效率試驗에 使用하는 석영분진 粒子的 크기

粒 子 의 크 기	比 率	化 學 造 成
2 μ m 이하	98%	SiO ₂ (97%이상)
1 μ m 이하	90%	Fe ₂ O ₃
0.5 μ m 이하	60%	Al ₂ O ₃ } (3%이하)
0.3 μ m 이하	30%	MgO
		TiO ₂

粉塵捕集效率의 測定은 기록연산부(프린터)에 의해 기록되어지며 算出은 다음과 같이 한다.

$$\text{粉塵捕集效率(\%)} = \frac{\text{통과전석영분진농도(mg/m}^3\text{)} - \text{통과후의 석영분진농도(mg/m}^3\text{)}}{\text{통과전 석영분진의 농도(mg/m}^3\text{)}} \times 100$$

② 吸氣抵抗 試驗

吸氣抵抗 試驗은 2% NaCl Aerosol을 捕集效率試驗과 같은 조건으로 하여 마스크 内外의 靜壓差를 測定하였다.

TSI Model 8110 필터 시험기는 필터 Holder가 작아 面體濾過式마스크 외에는 試驗하기 어려운 것으로 되어 있다. 이번 吸氣抵抗試驗에서는 面體의 크기에 따라 필터 시험기 Holder를 조정하여 試驗하였으며, 試驗結果는 표8과 같고, 그 분포는 그림-19와 같이 나타났다.

표 8 吸氣抵抗試驗結果

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
吸氣抵抗 (mmH ₂ O)	2	1.5	3.3	3.8	4.4	2.9	4.1	3.6	3.7	3.7	3.9	3.1	14.6	4.7	3.8	10.7	4.8	3.2	6.4	0.2

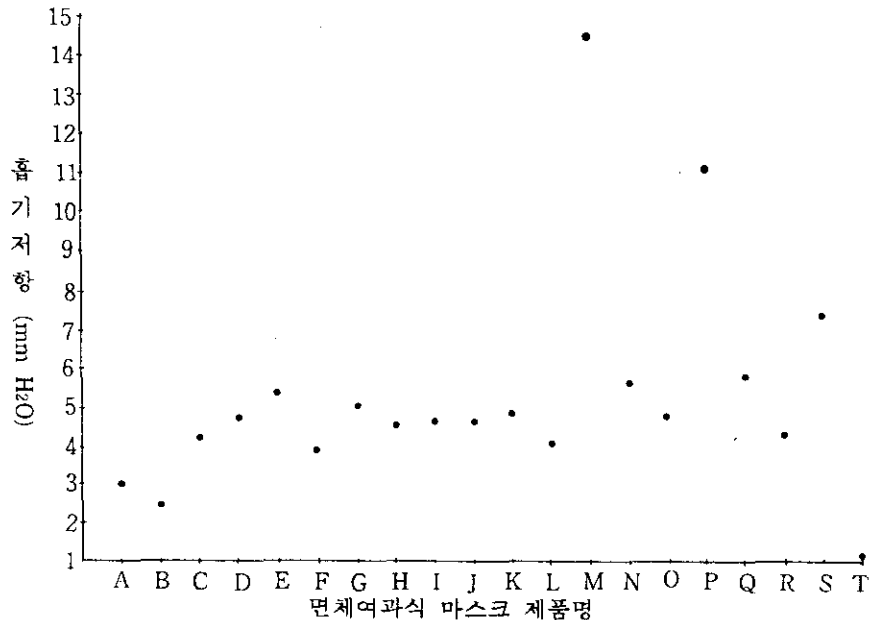


그림 - 19 面體濾過式마스크 吸氣抵抗의 關係

이상에서 보는 바와 같이 吸氣抵抗試驗은 20개 제품중 吸氣抵抗이 4mmH₂O 이하가 13개로 吸氣抵抗은 대체적으로 양호한 것으로 나타났다.

또한 吸氣抵抗과 捕集效率과의 關係를 分析하여 보았다. 製品 20개중 吸氣抵抗과 捕集效率의 변화가 적은 각사별 8개 제품을 分析한 結果가 그림-20과 같이 나타났다.

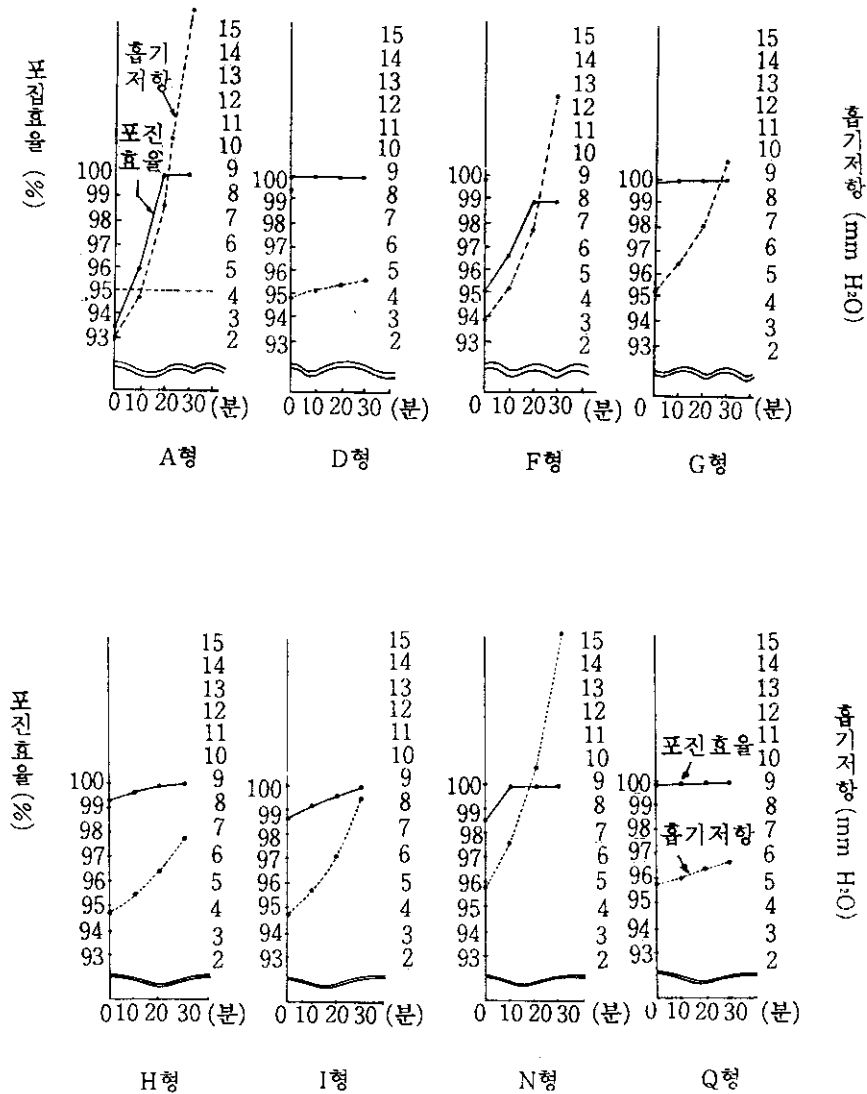


그림 - 20 製品別 吸氣抵抗과 捕集效率關係

또 20개 製品에 대한 Aerosol 捕集效率과 吸氣抵抗의 關係는 그림-21과 같다.

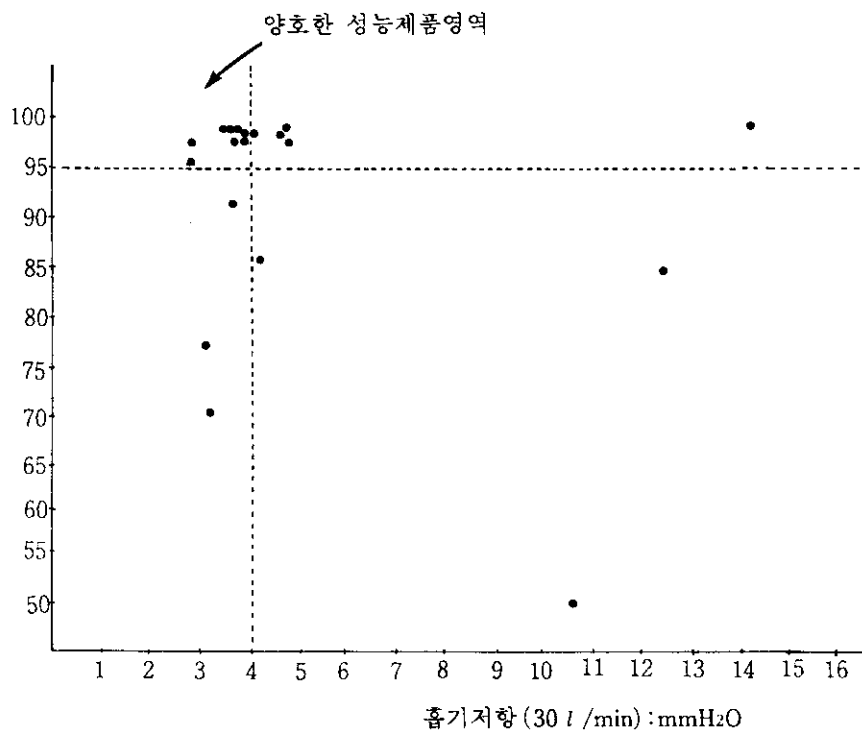


그림 - 21 Aerosol捕集效率과 吸氣抵抗의 關係

그림-21에서 보면 吸氣抵抗 4mmH₂O이하이고 Aerosol 捕集效率이 95%이상인 것은 8개 製品으로 40%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 製品의 品質이 아주 不良한 것도 그림-21에서 같이 다수 나타났다.

③ 吸氣抵抗 上昇率 試驗

吸氣抵抗 上昇率 試驗은 2% Nacl Aerosol 함유空氣를 捕集效率 試驗과 같은 條件으로 30分間 通過시킨 後의 吸氣抵抗을 알아보았다.

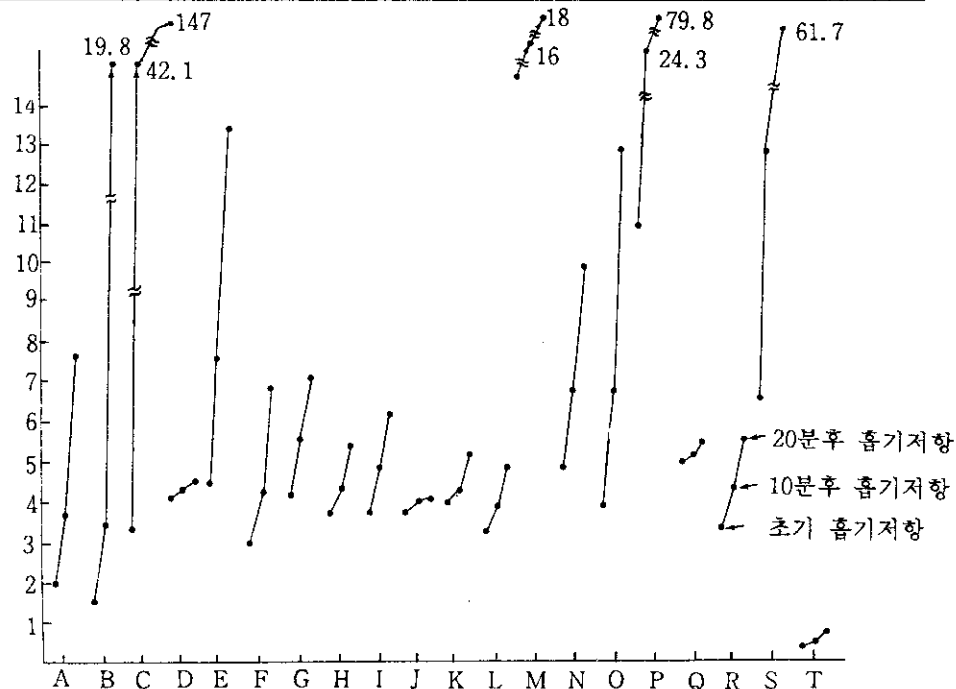
吸氣抵抗上昇率 計算은 다음식에 의하여 計算하였다.

$$\text{吸氣抵抗上昇率(\%)} = \frac{\begin{array}{l} \text{Aerosol함유공기를 30분간 통과시킨 後의 內외압력차(mmH}_2\text{O)} \\ - \text{Aerosol함유공기 초기통과시의 內외압력차(mmH}_2\text{O)} \end{array}}{\text{Aerosol함유공기 초기통과시의 內외압력차(mmH}_2\text{O)}} \times 100$$

이 試驗 結果는 表9와 같고, 吸氣抵抗上昇率의 變化는 그림-22와 같이 나타났다.

표 9 吸氣抵抗 上昇率

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
吸氣抵抗上昇率(%)	695	1220	막힘	18	415	317	137	86	130	16	74	110	41	172.3	487	막힘	19	113	1920	550



面體濾過式 製品名
그림-22 面體濾過式 마스크의 吸氣抵抗 上昇關係

그림-22에서 보는 바와 같이 吸氣抵抗上昇率을 分析하여 보면 대부분 吸氣抵抗이 급격히 上昇하는 것으로 나타났으며 D, J제품은 吸氣抵抗上昇이 거의 일어나지 않았다. 또한 C, P제품은 30분 동안에 필터가 막혀버려 測定이 不可한 것도 있었다.

④ 排氣弁 作動 氣密試驗

배기변 作動 氣密試驗은 제품중 배기변이 있는 것 3개에 대해서 배기변을 떼어 물에 담근 후 기밀시험기에 설치하여 1 l/min의 流量으로 흡인하여 배기변의 폐쇄에 의한 내부의 감압상태를 조사한 후 내부의 壓力 50mmH₂O 저하시켜 내부의 壓力이 상압으로 돌아올 때까지의 시간을 測定하였는데, 배기변 作動 氣密試驗의 結果는 3개 모두 10초 이상으로 양호했다.

기밀시험기의 내용적은 50cm로 되어 있으며, 試驗裝置構造는 그림-23과 같다.

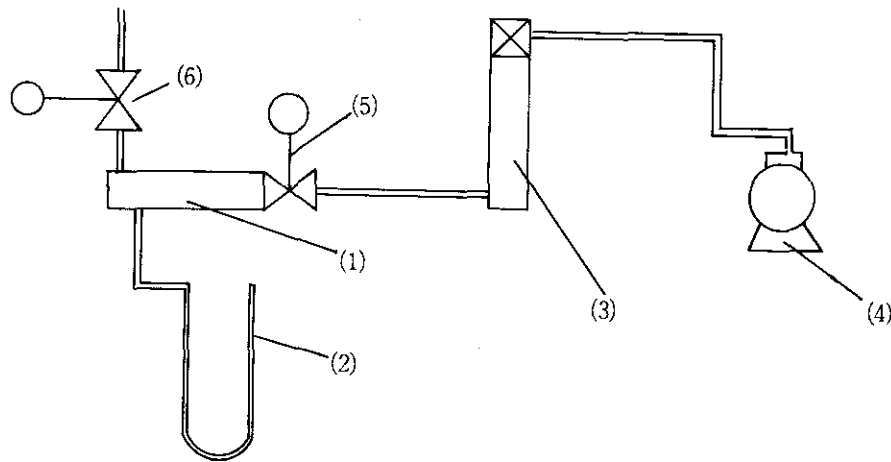


그림 - 23 排氣弁 作動氣密試驗裝置 構造

- (1) Valve Seat (용적 50cm)
- (2) Water Level Gauge
- (3) Flowmeter
- (4) Suction Pump
- (5) Electromagnetic Valve
- (6) Valve

⑤ 가슴시 吸氣抵抗 試驗

面體濾過式마스크를 침수용기(그림-24)에 뒷면이 위로 향하도록하여 상온의 수중에 60분간 침수용기에 넣은 다음 마스크를 꺼내어 앞면을 아래로 향하여 10cm높이에서 나무판 위에 2회 낙하시키고, 다시 뒷면을 아래로 향하여 같은 要領으로 2회 낙하시킨 후 교반장치가 있는 항온조에 매달아 그온도를 $20 \pm 2^\circ$ 로 유지하여 150분 건조 후 마스크 吸氣抵抗試驗 方法으로 매분 30 l의 流量으로 吸氣를 행하여 마스크 내외의 壓力差를 測定하여 그 結果는 표10와 같다.

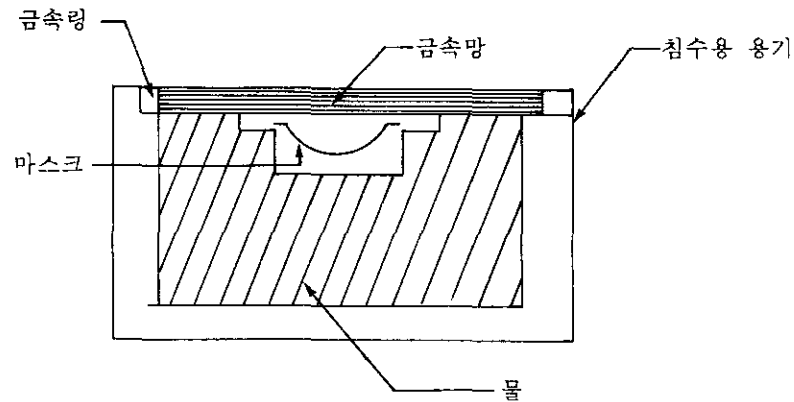


그림 - 24 침수용기구조

표 10 가슴시 吸氣抵抗

製品名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
가슴시 吸氣抵抗 값 (mmH ₂ O)	1.5	4.8	1.7	46.9	24.3	2.1	7.7	4.5	4.6	80.5	4.	막힘	60.5	4.6	1.5	187.6	5.2	7.1	23.7	3.9

가슴시 吸氣抵抗 값은 20개중 A, B, C, F, G, H, I, K, N, O, Q, R, T製品은 대체적으로 가슴시 吸氣抵抗값이 적었으나 L 製品은 수분 浸透에 의한 막힘 현상이

일어났으며, I 製品을 갖이고 가슴시 吸氣抵抗 試驗方法에 따라 필터의 吸氣抵抗과 捕集效率 關係를 시간별로 測定하여 보았다. 그 結果는 그림-25와 같다.

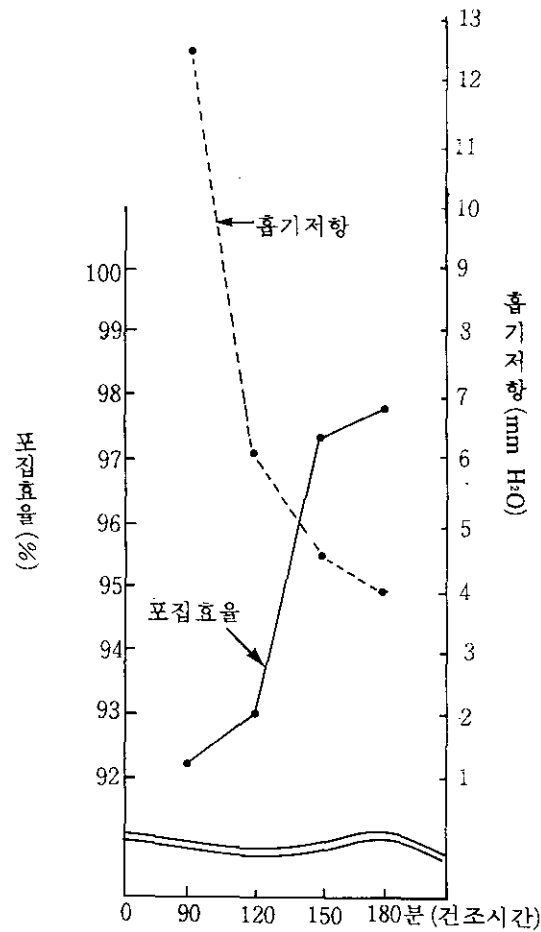


그림 - 25 가슴시 吸氣抵抗試驗變化關係 (I製品)

⑥ 面體濾過式마스크의 性能 試驗 結果

面體濾過式마스크의 性能試驗은 捕集效率試驗, 吸氣抵抗試驗, 吸氣抵抗 上昇率試驗, 가슴시 吸氣抵抗試驗을 實施하였다. 그 試驗結果는 표11와 같다.

표 11 面體濾過式마스크 性能試驗結果

제품명	무게 (g)	포집효율 (%)				흡기저항 (mmH ₂ O)				유량 (l/min)				가습흡기저항 및 효율		비고
		0분	10분	20분	30분	0분	10분	20분	30분	0분	10분	20분	30분	포집 효율 (%)	가습 흡기 저항 (mmH ₂ O)	
A	14.5	93.4	95.9	99.1	99.9	2.0	3.7	7.6	15.9	30.8	30.0	29.7	28.0	88.8	1.5	
B	4.7	16.9	46.8	96.3	99.3	1.5	3.4	19.8	46.6	31.1	30.7	28.2	21.3	19.7	4.8	
C	8.1	15.5	78.4	97.8	99.7	3.3	42.1	14.7	999.9	30.2	22.3	14.0	막힘	12.6	1.7	22분에 유량 0
D	28.0	99.9	99.9	99.9	99.9	3.8	4.1	4.3	4.5	30.9	30.6	30.4	30.8	98.1	46.9	
E	6.9	86.0	94.0	99.9	99.9	4.4	7.5	13.3	22.7	30.6	30.1	29.5	28.1	85.1	24.3	
F	10.4	95.0	96.7	98.9	99.8	2.9	4.2	6.7	12.1	30.6	30.2	30	28.6	23.95	2.1	
G	11.5	98.6	99.3	99.7	99.9	4.1	5.4	7.0	9.7	30.6	30.7	30.4	29.6	96.7	7.7	
H	11.3	99.3	99.7	99.8	99.9	3.6	4.3	5.3	6.7	30.8	32.1	32.6	33.1	99.3	4.5	
I	10.5	98.6	99.2	99.6	99.8	3.7	4.7	6.1	8.5	30.4	30.4	30.1	29.7	97.4	4.6	
J	15.4	99.9	99.9	99.9	99.9	3.7	3.9	4.0	4.3	30.7	30.7	30.7	30.8	99.7	80.5	
K	9.7	96.5	98.3	99.1	99.2	3.9	4.2	5.1	6.8	29.8	24.5	22.0	20.5	97.4	4.1	
L	9.3	76.9	78.6	86.4	94.1	3.1	3.7	4.8	6.5	30.4	30.8	30.9	30.8	막힘	막힘	
M	35.8	99.9	99.9	99.9	99.9	14.6	16.2	18.0	20.6	30.9	30.3	31.2	31.1	99.9	60.5	
N	11.4	98.5	99.3	99.8	99.9	4.7	6.6	9.7	12.8	30.5	30.3	30.3	29.3	96.3	4.6	
O	7.40	97.7	99.6	99.6	99.9	3.8	6.6	12.7	22.3	31.1	30.3	29.0	27.7	74.4	1.5	
P	13.4	50.5	82.8	97.3	99.8	10.7	24.3	79.8	999.9	31.4	31.8	24.3	막힘	84.4	187.6	25분에 유량 0
Q	31.4	99.9	99.9	99.9	99.9	4.8	5.0	5.4	5.7	30.9	31.7	33.1	33.4	99.7	5.2	
R	5.0	70.9	73.2	74.2	71.2	3.2	4.2	5.4	6.8	30.6	29.8	29.5	29.0	25.8	7.1	
S	7.3	27.4	61.1	98.8	98.4	6.4	12.5	61.7	129.4	30.6	29.5	18.6	17.0	84.8	23.7	
T	3.4	17.6	18.1	22.7	33.8	0.2	0.3	0.6	1.3	30.2	29.6	30.4	31.1	30.0	3.9	

PENETRATION.% 0.822
 DELTA P. H2O 4.9
 FLOW.....LPM 30.9
 02:58 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.898
 DELTA P. H2O 4.7
 FLOW.....LPM 30.8
 02:57 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.939
 DELTA P. H2O 4.6
 FLOW.....LPM 30.8
 02:56 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.990
 DELTA P. H2O 4.5
 FLOW.....LPM 30.9
 02:55 08 JUN 90
 PENETRATION.% 1.08
 DELTA P. H2O 4.4
 FLOW.....LPM 31.0
 02:54 08 JUN 90
 PENETRATION.% 1.16
 DELTA P. H2O 4.3
 FLOW.....LPM 30.9
 02:53 08 JUN 90
 PENETRATION.% 1.36
 DELTA P. H2O 4.1
 FLOW.....LPM 30.6
 02:52 08 JUN 90

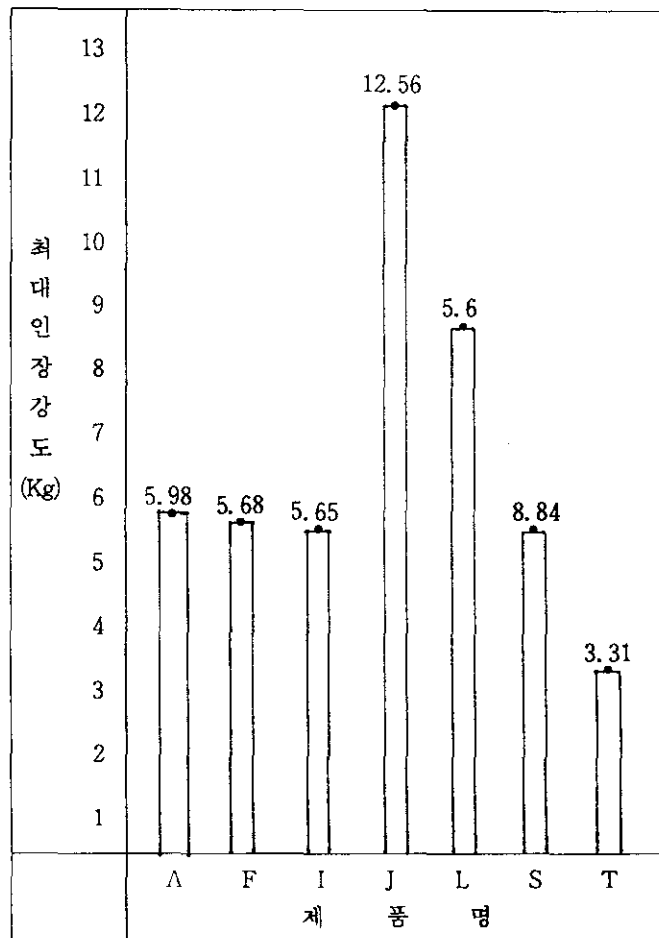
PENETRATION.% 0.577
 DELTA P. H2O 5.8
 FLOW.....LPM 30.4
 03:05 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.619
 DELTA P. H2O 5.7
 FLOW.....LPM 30.5
 03:04 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.641
 DELTA P. H2O 5.5
 FLOW.....LPM 30.5
 03:03 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.693
 DELTA P. H2O 5.4
 FLOW.....LPM 30.7
 03:02 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.728
 DELTA P. H2O 5.2
 FLOW.....LPM 30.6
 03:01 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.772
 DELTA P. H2O 5.1
 FLOW.....LPM 30.7
 03:00 08 JUN 90
 PENETRATION.% 0.783
 DELTA P. H2O 5.0
 FLOW.....LPM 30.7
 02:59 08 JUN 90

참조:M제품의 (TSI Model 8110 필터성능시험기) 성적서 예

IV. 材料試驗

마스크의 材料試驗에는 ①金屬의 부식시험 ②고무의 비중시험 ③고무의 인장강도 및 신장을 시험 ④고무의 노화시험 ⑤고무재료의 내한시험 ⑥고무재료의 내열시험 ⑦合成樹脂의 침지시험 ⑧合成樹脂의 내열시험 ⑨合成樹脂의 내한시험 ⑩合成樹脂의 가열감량시험 ⑪強度試驗이 있다.

이들 여러 試驗 중에서 새로이 規定된 強度試驗만 實施하였다. 面體濾過式마스크의 머리끈 및 附着部分에 있어서 각사별 및 머리끈 모형이 다른 製品 7종을 골라 強度試驗을 분당 300mm速度로 인장하중을 가하여 보았다. 이 試驗結果는 그림-26와 같다.



INPUT PARAMETERS
 7083.100
 FV 1.00 KG
 dF 3.00 KG
 FORMAT 222.
 V 1 300.00 mm/min
 V 2 300.00 mm/min
 V RET 1000.00 mm/min
 V MAX 1000.0 mm/min
 L-I 0.

DATE 90 09 26
 NO. 4

TEST RESULTS:

n	F MAX KG	dL MAX mm
3	5.98	575.42

그림 - 26 머리끈의 인장강도시험관계

참조: A시료의 강도시험 성적서 (예)

V. 顔面部의 密着性試驗

呼吸用 保護具를 選定할 때는 마스크의 構造, 材料 및 性能이 適合한 檢定品으로 選定하여야 한다. 여러가지의 作業工程이나 危險性, 有害物質 發生形態, 發生場所 등을 考慮하여야 하며 또한 그 性能을 충분히 發揮하기 위해서는 性能檢定品 → 着用者 個人의 顔面에 적합한 마스크를 선택 → 정확한 着用 → 정확한 보수관리 가

필요하다. 이런 점을 考慮하여 面體濾過式 마스크를 주로 使用하여 呼吸用保護具 顔面部의 밀착성에 대하여 그 調査方法을 알아보았다.

1) Fit Test 方法

呼吸保護具를 着用할 때는 着用方法, 머리끈의 調整要領, 顔面部 밀착성 與否를 알아야 한다. 呼吸保護具의 밀착성을 確實하게 하기 위해서는 着用者 個人이 着用時에 그 밀착성을 確認하는 것이 不可缺하게 되어 있다.

呼吸保護具의 顔面部의 밀착성에 대한 試驗方法은 표12에서 표시하는 것과 같이 定性·定量的인 方法이 있다.

표 12 呼吸用保護具 顔面部 밀착성 調査 方法

區 分	調 査 方 法 種 類
定 性 的 方 法	음압시험, 양압시험, 이소아밀아세테이트(Isoamyl Acetate) 등 시험액 사용법, 스모그테스타(Smoke Test) 이용법
定 量 的 方 法	호흡용보호구의 내외의 농도를 측정하는 방법

(1) 定性的 方法

가) 陰壓試驗(Negative Pressure Test)

呼吸用保護具의 吸氣具(Canister, Cartridge, 여과필터 등)를 손 또는 材料 등으로 막고 서서히 呼吸을 들이마시며, 面體가 漏泄이 없어져 찌그러들어 그 상태가 유지되게 된다.

그러나 面體全體에 吸氣되는 面體濾過式마스크는 양손으로 마스크 全體를 감싸고 空氣漏泄與否를 調査하여야 한다.

나) 陽壓試驗(Positive Pressure Test)

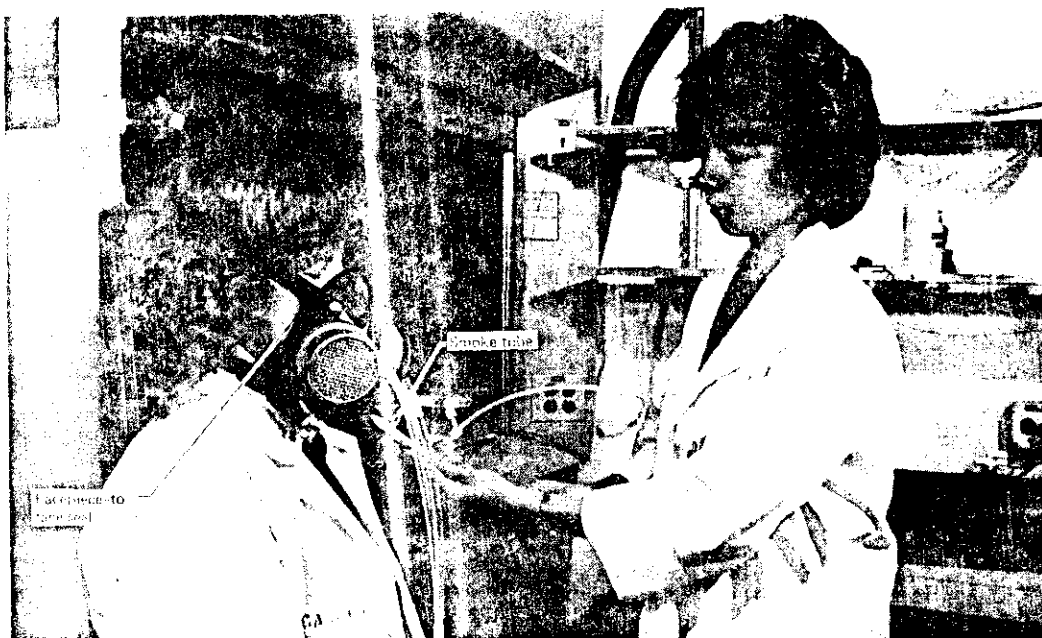
배기변을 손으로 막고 面體部에 呼吸을 내쉬어 面體와 顔面部 接觸部分에 漏泄 與

否를 確認하는 試驗으로 陽壓이 내부에 걸리게 된다.

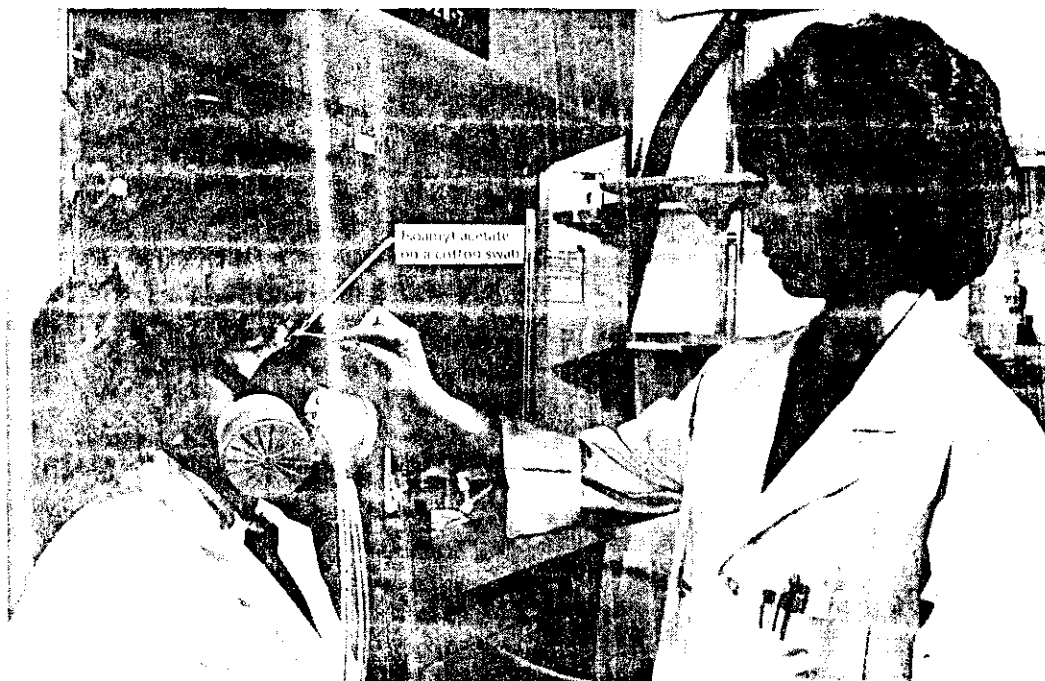
다) 其他方法

테스트 액 (Isoamyl Acetate, 사카린액 등)을 사용하여 呼吸用 保護具를 着用시킨 후 냄새 또는 맛 등으로 감지여부로 漏泄與否를 確認하는 方法이 있다. 또, 스모그 테스트 (Smoke Test)를 利用하여 호흡시 漏泄與否를 목과 기관지의 刺戟性 與否로 漏泄을 알아보는 方法도 利用된다.





呼吸用 保護具 전면에 Smoke Test를 利用하여 염화제2주석 (Stannic Chloride) 가스를 발산시켜 呼吸하여 자극성 與否를 確認한다.



呼吸用 保護具의 顔面部 接觸部位에 이소아밀아세테이트(Isoamyl Acetate)를 숨에 묻혀 냄새 感知與否를 確認한다.



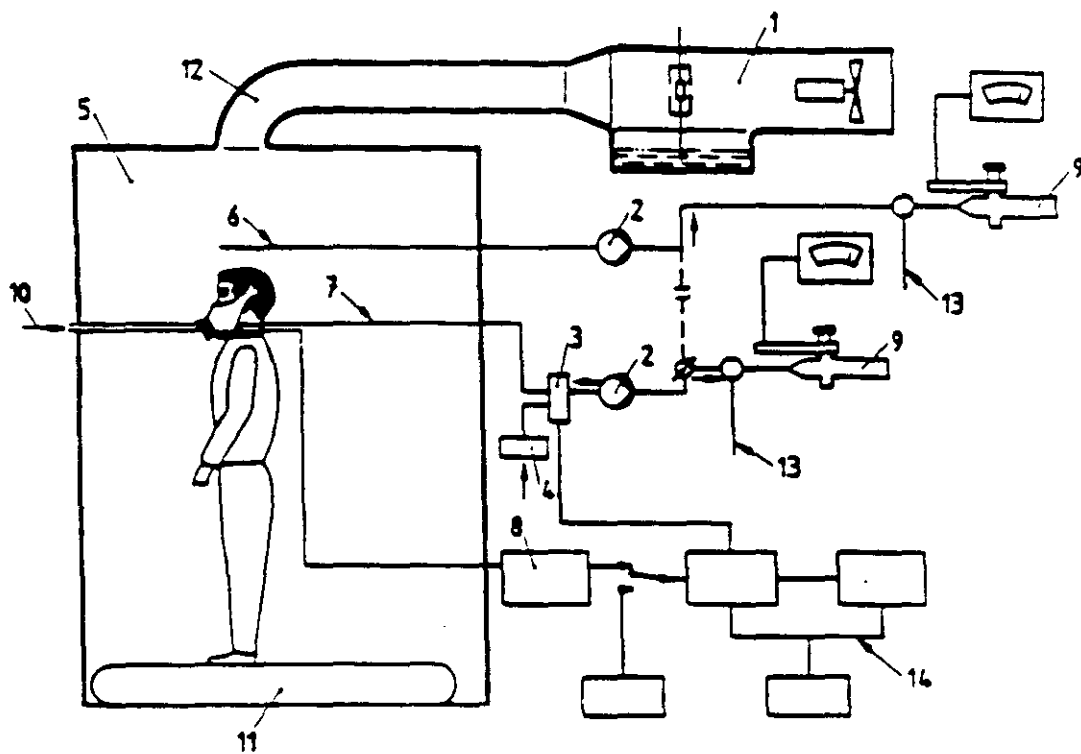
사카린 등 테스트 粒子를 키트(Kit) 속에 넣어 마스크 외면에 發散시켜 단맛 등을 느끼는지 與否를 確認한다.

(2) 定量적 方法

定量적 試驗에 使用되는 입자상 물질로서는 NaCl, DOP(Dioctylphthalate) 대기분진 등이 이용되어지나, 가장 많이 使用되고 있는 方法은 염화나트륨(NaCl) 發生 方法이 있다. 이들 方法중에서 NaCl 發生 方法에 대해서 알아본다.

① NaCl發生方法

NaCl發生方法은 염화나트륨용액(1% 또는 2% 수용액)을 콤프레셔를 이용 건조공기를 도입하여 Aerosol 發生장치에서 염화나트륨 Aerosol을 그림-27과 같이 發生한다. 이 Aerosol을 마스크의 내외 농도 측정에 使用하고 그림-27과 같은 裝置에 의해 광산란광 方式에 따라 定量적으로 測定하는 方法이 있다. 그림-28은 Aerosol 發生장치의 머리부의 장치 모형이다.



- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1 Aerosol generator | 8 Manometer |
| 2 Pump | 9 Photometer |
| 3 Change-over Valve | 10 Filter Simulator Fresh Air |
| 4 Filter | 11 Treadmill |
| 5 Hood/Chamber | 12 Ducting and Baffle |
| 6 Hood/Chamber Sample (Co) | 13 Additional Air |
| 7 Mask Sample (Ci) | 14 Pulsed Sampling Interface |

그림 - 27 Aerosol 發生裝置를 利用한 漏泄試驗裝置 構造圖

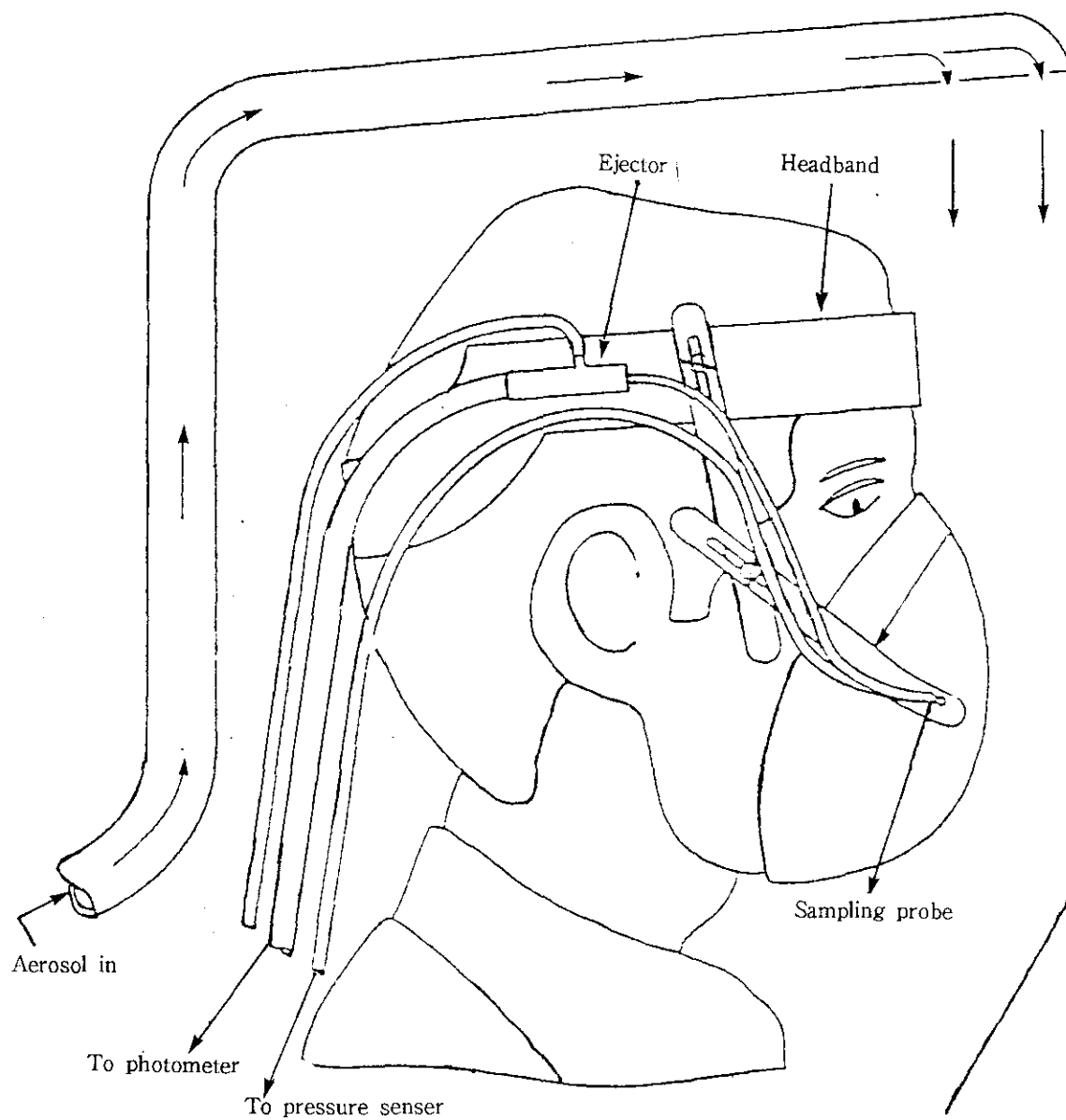


그림 - 28 Aerosol 發生裝置의 머리부의 裝置 모형

測定順序는 피시험자에 試驗用 面體를 정확히 着用시키고, Chamber내 및 면체내의 염화나트륨 농도를 測定하여 이것에 따라 피시험자의 面體의 漏泄率을 測定한다.

試驗 시스템의 예는 그림-29에서 표시하였다.

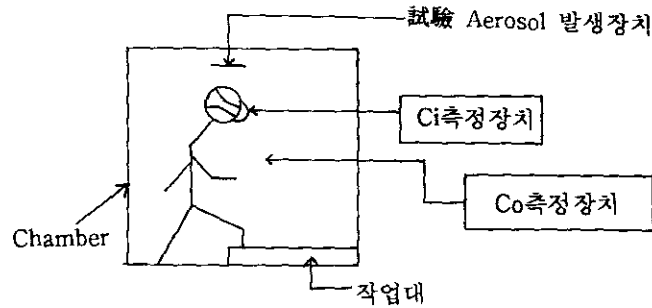


그림 - 29

피시험자는 그림-30에 따라 10명을 선정하여 마스크를 着用시켜 운동부하를 20cm 높이 작업대에 15회 이상 오르내리기를 시키면서 3분 후에 시료를 1분간 이상 採取한다. 이때의 採取流量은 5 l/min이하로 한다.

이때 試驗粉塵의 입도는 0.5 μ m이하의 입자수 90%이고 농도는 1mg/m³ 이상이 좋다. 試驗 Chamber의 溫度는 20 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C 상대습도 60%이하로 하는 것이 적당하다.

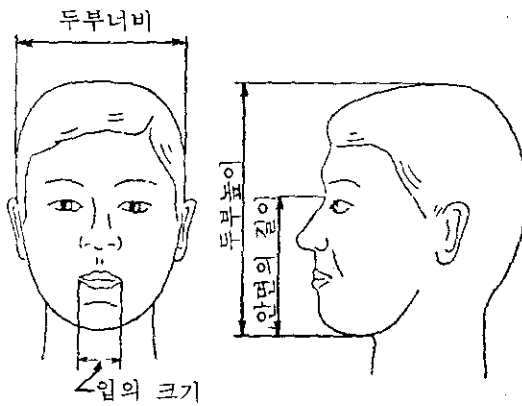


그림 - 30 피시험자의 입의 크기 및 안면의 길이

입의 크기 (cm)	안면의 길이 (cm)	인원
3.5이상 4.5미만	10.5이상 11.5미만	1
3.5이상 4.5미만	11.5이상 12.5미만	1
3.5이상 4.5미만	12.5이상 13.5미만	1
4.5이상 5.5미만	10.5이상 11.5미만	1
4.5이상 5.5미만	11.5이상 12.5미만	1
4.5이상 5.5미만	12.5이상 13.5미만	1
4.5이상 5.5미만	13.5이상 14.5미만	1
5.5이상 6.5미만	11.5이상 12.5미만	1
5.5이상 6.5미만	12.5이상 13.5미만	1
5.5이상 6.5미만	13.5이상 14.5미만	1

피시험자의 面體의 漏泄率(l)은 다음식에 의해 算出하여 피시험자의 面體의 漏泄率을 測定하는 것이 바람직하다.

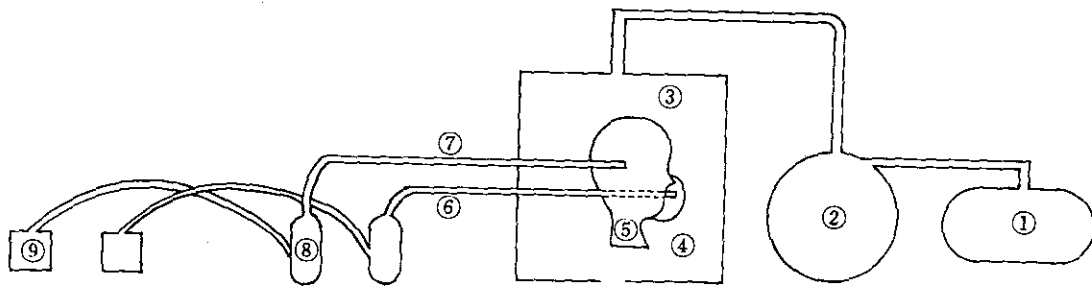
$$l = \frac{C_i}{C_o} \times 100$$

여기서, l : 피시험자의 면체의 누설율(%)

C_i : 면체내 농도

C_o : 시험 Chamber내 농도

그러나 本 研究試驗에서는 그림-31에서 보는 바와 같이 피시험자를 이용하지 않고 표준머리모형을 利用하여 面體濾過式마스크를 각사별 모형이 다른 10개 製品을 골라 표준머리모형에 적 恰히 着用시킨 후 2% NaCl용액을 TSI Model 8110 Aerosol발생기에 의해 발생시켜 마스크 및 Chamber내의 농도를 미젯 임핀저에 증류수 10ml를 넣고, 분당 0.5 l의 流量으로 30분간 Fixt-Flo Pump를 利用하여 捕集하였다.



- ① 콤푸레서 ② NaCl Aerosol발생장치 ③ Chamber
 ④ 마스크 ⑤ 표준머리모형 ⑥ 마스크내 Aerosol포집용 Hose
 ⑦ Chamber내 Aerosol포집용 Hose ⑧ 미젯임핀저 ⑨ Fixt-Flo Pump

그림 - 31 試料捕集 試驗裝置 構造圖

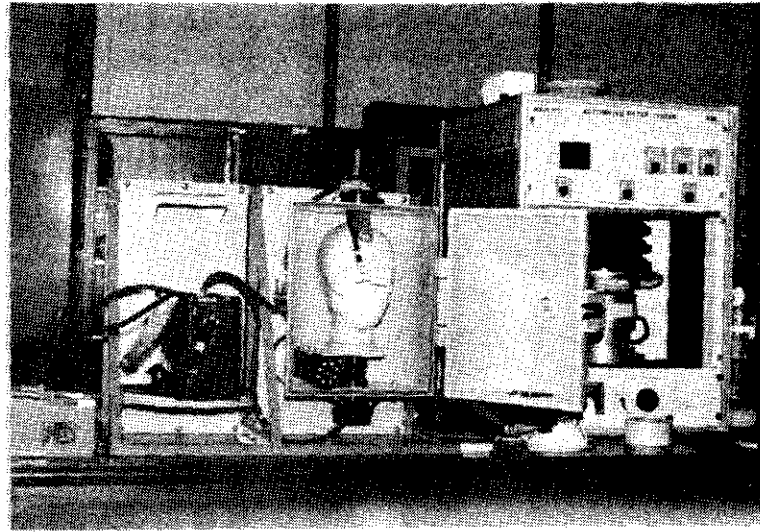


그림-32 시료포집 시험장치 모형

포집시료를 AAS(Atomic Absorption Spectroscopy)에 의한 분석을 하였는데, Na에 대한 AAS의 검량선은 100, 200, 400ppm에 대하여 그림-32와 같다.

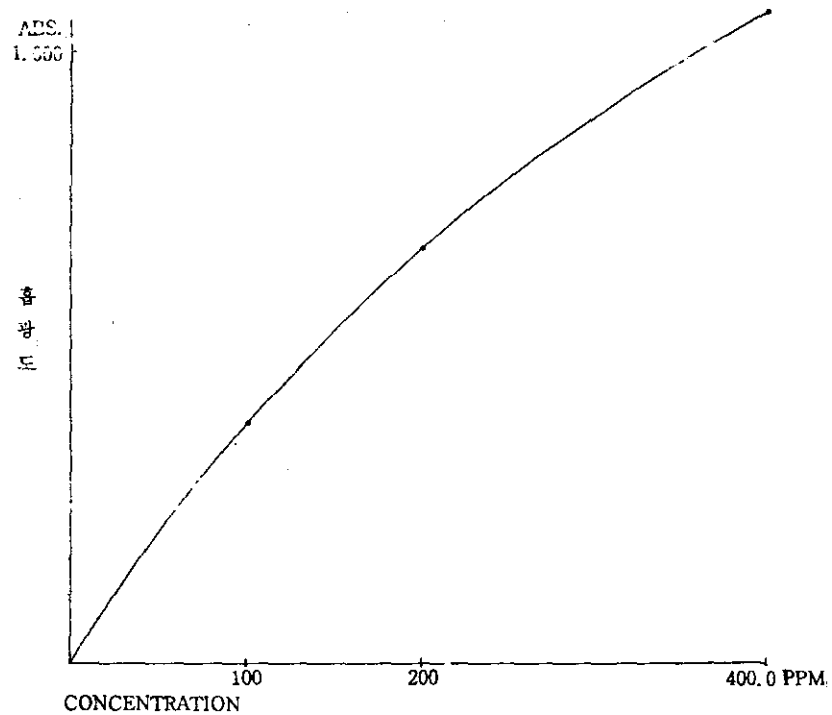


그림 - 32 Na에 대한 검량선

표 12 面體濾過式마스크와 표준머리 모형과의 面體 漏泄率

製 品 名	A	E	F	G	H	I	J	L	N	Q
定量的試驗에 의한 표준머리 모형과의 面體 漏泄率	27	12	58	5	52	12.4	48	23.2	12	20

또, 面體濾過式마스크내 및 Chamber내의 시료를 捕集하여 面體濾過式마스크의 표준머리모형과의 面體의 漏泄率 分析結果는 표12와 같이 나타났다.

面體濾過式마스크의 面體漏泄率은 그림-32와 같은 方法으로 試驗하였는데 試驗한 結果 面體濾過式마스크와 표준머리모형과의 面體漏泄率은 대체적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 製品마다 漏泄率의 차이가 많이 있음을 알 수 있으며 F같은 製品은 面體의 漏泄率 58%를 나타내기도 했다. 面體濾過式마스크와 표준머리모형과의 顔面 밀착성 양부는 표준머리모형의 형상과 面體濾過式마스크 면체 형상에 따라 決定되는 것이라고 고려되나 표준머리모형의 크기, 코끝의 높이, 턱등의 상태에 關係가 깊은 것으로 나타났다.

이런측면에서 마스크의 構造는 같으나 面體의 형이나 크기가 다른 것을 만들어 각 제품별로 販賣되고 있다. 이러한 것 중에서 착용자의 顔面에 잘 맞는 것을 選擇하는 것이 좋을 것이다.

또한 面體濾過式마스크의 着用時 작업부하에 따른 面體濾過式마스크의 漏泄率을 檢討하는 것이 더욱 바람직 할 것으로 사료되나, 다음 기회에 계속 檢討코져 한다.

第 5 章 結 論

粉塵作業場으로부터 勤勞者의 健康障害을 예방하기 위하여 우리나라에서 유통되고 있는 面體濾過式마스크 性能研究를 수행하여 그 結果는 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 構造試驗에서는 死積試驗과 視野試驗을 실시하였다.

視野試驗에서는 하방 視野度가 가장 문제가 되는데 이번에 視野試驗한 20종에 대해서는 하방 視野度에 큰 영향을 주는 淨化筒이 없는 것으로 視野試驗에서 하방시야 60° 이상으로 볼때 문제되는 제품은 없었다.

또한 死積試驗에서도 面體濾過式으로 形體가 형성되어 여러모형을 하고 있었으나, 死積이 180cm 이상 너무 커서 顔面에 지장을 초래하는 제품은 없었다.

2. 性能試驗은 2% NaCl Aerosol을 이용하여 捕集效率試驗, 吸氣抵抗試驗, 吸氣抵抗上昇率試驗, 가습시吸氣抵抗試驗을 實施하였다.

①捕集效率試驗은 NaCl 粒子를 이용한 捕集效率試驗을 실시하여 捕集效率가 95% 이상인 제품이 55% (11종)로 나타났으며 그 이하 제품이 9종으로 捕集效率가 30% 미만인 제품도 4종이나 있었다.

또한 이 4종(B. C. S. T 제품)은 捕集效率가 급변하는 것으로 나타났다.

②吸氣抵抗 試驗은 捕集效率試驗과 같은 조건으로 실시하여 65% (13종)가 4mmH₂O 이하로 양호한 편이었으며 그 이상의 吸氣抵抗 값을 갖는 제품이 7종이 있었다.

또한 Aerosol 捕集效率와 吸氣抵抗과의 관계를 보면 捕集效率가 95% 이상이고 吸氣抵抗이 4mmH₂O 이하인 제품은 20개 제품중 8개 제품으로 40%를 차지하는 것으로 나타났다.

③吸氣抵抗 上昇率試驗은 30분 동안의 Aerosol 통과시의 吸氣抵抗 上昇率을 보

면 吸氣抵抗 上昇率 값이 100이하가 7개 제품으로 35%로 나타났다. 특히 捕集效率이 낮은 B, S, T제품은 吸氣抵抗 上昇이 급변하는 것으로 나타났으며 C, P제품은 吸氣抵抗 上昇率 試驗 後 22분, 25분에 필터부가 막히는 것으로 나타났다.

④排氣弁 作動氣密試驗은 20개 중 3종이 排氣弁를 갖고 있었으며 排氣弁 作動氣密試驗에서 D, M, Q제품 3종으로 양호한 것으로 나타났다.

⑤가습시 吸氣抵抗 값은 10mmH₂O이하인 제품이 65%를 차지 하였으나 吸氣抵抗 값과 차이를 많이 갖는 제품이 D, E, J, L, M, P, S제품 등이었으며, L제품은 필터부의 막힘 현상으로 測定이 不可하였다.

또한 가습시 吸氣抵抗의 값은 건조시간에 따라 吸氣抵抗 및 捕集效率의 값이 대체적으로 150분 정도에 적정 기능을 나타내는 것으로 나타났다.

3. 材料試驗은 面體濾過式마스크의 머리끈 및 머리끈 접합부의 強度試驗을 각사별 머리끈 모형이 다른 7종을 골라 분당 300mm의 인장속도로 인장하중을 가하여 최대 인장강도를 구하여 보았다. T製品이 3.3Kg이었고 나머지 A, F, I, J, L, S製品은 모두 5Kg이상의 최대 인장강도를 나타내어 머리끈 및 머리끈 접합부의 強度試驗은 양호한 것으로 나타났다.

4. 呼吸保護具 顔面部의 密着性에 대한 調査方法에는 定性的的方法和 定量的方法으로 區分되는데 定性的方法에는 음압시험, 양압시험, 기타 이소아밀 아세테이트 등 시험액 使用法이 있으며, 定量的方法으로는 Aerosol을 발생시키는 방법 등 呼吸用保護具의 내외의 농도를 測定하는 方法이 있다.

이들 방법 중 염화나트륨 發生方法을 利用하여 표준머리모형에 마스크모형이 다른 10개 제품을 Fit Test하여 보았다. 이 試驗結果 피시험자를 이용하지 않고, 표준머리모형을 이용하였기 때문에 누설율은 다소 높은 것으로 나타났다.

이상과 같이 面體濾過式마스크의 構造試驗, 性能試驗, 材料試驗을 實施하였으나,

그중 성능이 양호한 製品은 35%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 Fit Test에서는 대체적으로 표준머리모형과 面體部의 漏泄率은 높은 것으로 나타났다. 이를 토대로 보아 아무리 捕集效率이 좋고 성능이 우수한 마스크라 하더라도 마스크를 着用하는 作業者 顔面에 잘 맞는 面體의 마스크를 선정하여 정확한 方法으로 着用해야 제대로 의 效率을 나타낼수가 있다 하겠다.

ABSTRACT

Filter-integrated half-face respirator is the respirator to protect workmen from various dusts. According to the first revision of Korean industrial safety and health law on Jan. 13 in 1990, the utilizing range of filter-integrated half-face respirator has been enlarged.

Under these circumstances, we have collected all sorts of filter-integrated half-face respirator coming into the market, analysed the status of their performances, examined their performance upgrading and their problems. So we investigated the various dusts, the kinds of respirators, and the wearing limits of respirators. Also we carried out the structural test, the performance test, and the material test of those respirators. Moreover we studied the Fit Tester Method of respirators.

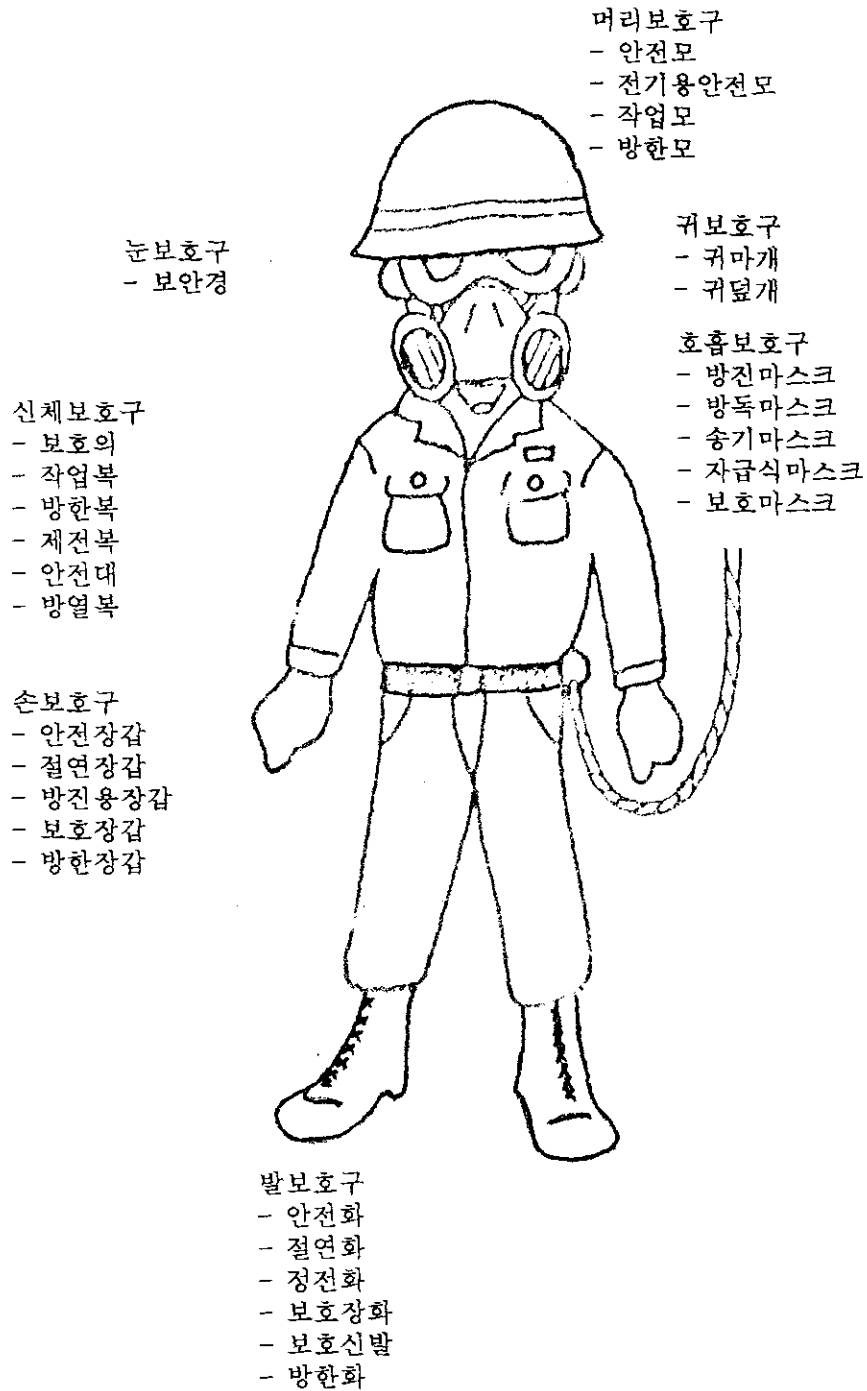
Judging from the results of data analysis, there are none particular problems about the structural test and the material test. But only 35% of filter-integrated half-face respirator coming into the market has been fit for use. At the same time, it seemed to be important that filter-integrated half-face respirator should be selected ergonomically and the respirator be worn correctly.

As standard model of artificial human head which would be perhaps different from the true one is used to experiment fit test, leakage rate is shown to be more or less high. However, artificial human head shall be accurately examined and follow-up study would be conducted in the future.

附 錄 I

産業安全保健法에 의한 保護具의 分類

산업안전보건법에 의한 보호구의 구분



산업안전보건법에 의한 개인보호구의 분류

산업안전기준에 관한 규칙 - 안전규칙
산업보건기준에 관한 규칙 - 보건규칙

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
머 리 보호구	안전모	노천굴삭작업등	· 굴착작업 · 발파작업	안전규칙 제392조 안전규칙 제398조
		붕괴등에 의한 위험방 지작업	· 해체작업	안전규칙 제461조
		거푸집 지보공 및 거 푸집작업	· 거푸집 지보공을 고정하 거나 또는 해체작업	안전규칙 제367조
		터널작업	· 채석작업	안전규칙 제433조
		비계조립작업	· 달비계 또는 높이 5M이 상의 비계의 조립, 해 체, 변경작업	안전규칙 제373조
		화물취급작업등	· 2M이상인 화적단위에서 작업	안전규칙 제478조
			· 항만 하역 작업	안전규칙 제496조
		추락위험방지작업	· 낙하·비래에 의한 위험작 업	안전규칙 제456조
		벌목작업	· 벌목, 집재, 운재작업	안전규칙 제504조
	화물자동차작업	· 최대적재량이 5톤이상인 화물 자동차에 화물을 싣 고 내리는 작업(로우프걸 이 작업 및 풀기작업과 덮개를 덮는 작업 덮개를 벗기는 작업 포함)	안전규칙 제206조	
전기용 안전모	활선작업 및 활선근접 작업	· 저압 활선작업 및 저압 활선 근접 작업	안전규칙 제346조, 제347조	

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
			· 고압 환선작업 및 고압 환선 근접작업 (특별 고 압제외)	안전규칙 제348조, 제349조
	작업모	기계등의 일반작업장	· 동력기계에 말려들어갈 위 험이 있는 작업	안전규칙 제43조
		4알킬연작업	· 4알킬연의 내부오염 되었 거나, 찌꺼기 취급 업무	보건규칙 제112조
	방한모	항만하역작업	· 섭씨 영하 18도 이하인 급냉동어창에서 하역 작 업	안전규칙 제496조
		저온물체취급 및 추운 장소작업	· 다량의 저온물체를 취급 하거나 심히 추운 장소	보건규칙 제30조
신 체 보호구	보호의	특정화학물질 취급작 업장	· 피부장해 등을 유발할 우려가 있는 특정화학물 질 취급작업 및 그주변 의 다른 종사자	보건규칙 제184조
			· 설비등의 개선작업	보건규칙 제170조
		연작업	· 분진 등이 부착 또는 퇴 적되어 있는 노, 연도, 분쇄기, 건조기 또는 제 진장치 내부에서의 작업	보건규칙 제 93조
		병원체 오염 우려작업	· 병원체 등에 의하여 우려 가 있는 장소에서 작업	보건규칙 제30조
		피부 흡수중독 위험물 질 취급작업	· 피부에 장해를 일으키거나 피부를 통하여 흡수중독	보건규칙 제30조

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
신 체 보호구			물질을 취급하는 작업	
		4알킬 연작업	· 4알킬연의 제조 취급작업	보건규칙 제112조
	작업복	기계등의 일반작업장	· 동력으로 작동되는 기계 에 피복이 말려 들어갈 우려가 있는 작업	안전규칙 제43조
		연 작업	· 연제련, 정련 등의 취급 작업	보건규칙 제92조
	방한복	한냉작업장	· 섭씨 영하 18도 이하인 급냉동어창에서 하역작 업	안전규칙 제496조
		다량의 저온물 취급 및 추운장소 작업	· 다량의 저온 물체를 취급 하거나 심히 추운 장소	보건규칙 제30조
	제전복	정전기 발생 작업	· 정전기로 인하여 화재 폭 발의 위험이 있는 작업	안전규칙 제355조
눈·안면 보호구	안전대	산소결핍 위험작업	· 산소결핍 위험 작업장	보건규칙 제209조
		이동식크레인 작업	· 탑승설비를 설치하여 근 로자를 탑승시킬 경우	안전규칙 제130조
		건설용 리프트 작업	· 건설용 리프트의 조립 또는 해체작업	안전규칙 제141조
		건설작업시 추락위험 작업	· 난간등의 해체 작업	안전규칙 제440조
		곤도라 작업	· 옥외에 설치되어 있는 승강로탑 및 가이드레일 지지탑의 조립 또는 해 체작업	안전규칙 제161조

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
신 체 보호구	안전대	비계의 조립등 작업	· 5M이상의 비계 등의 조 립·해체 및 변경작업	안전규칙 제372조 제373조
		거푸집지보공 및 거푸 집 작업	· 거푸집 지보공을 고정하 거나 조립 또는 해체작 업	안전규칙 제367조 "
		비계작업	· 표준 안전 난간 해체작 업	안전규칙 제371조
		분쇄기 및 혼합기작업	· 분쇄기 등의 개구부로 부터 전락방지작업	안전규칙 제71조
눈 보호구	방열복	용융고열물등 작업	· 용광로, 용선로 또는 유 리 용해로 기타 다량의 고열물 취급작업 및 심 히 더운 장소	안전규칙 제281조 보건규칙 제30조
	보안경	가스 집합 용접장치 작업	· 금속의 용접·용단 및 가 열작업	안전규칙 제320조
		유해광선에 시력장해 우려 장소	· 유해광선이 발생하는 작업	보건규칙 제30조
손 보호구	안 전 장 갑	가스집합 용접장치 작 업	· 금속의 용접, 용단·가열 작업	안전규칙 제320조
	절 연 장 갑	활선작업 및 활선 근 접작업	· 고압·저압 활선작업 및 고압·저압 활선 근접작 업(특별고압 제외)	안전규칙 제346조 제347조, 제348조 제349조
	방 열 장 갑	다량의 고열물체취급 작업	· 다량의 고열물체를 취급 하거나 심히 더운장소의 작업	보건규칙 제30조

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
손 보호구	방진용 장 갑	강렬한 진동발생 작업	· 강렬한 진동이 발생하는 작업	보건규칙 제30조
	보 호 장 갑	특정 화학물 취급작업 4알킬연 작업 병원체 오염 우려 작업	· 피부장해 등을 유발할 우려가 있는 특정화학물 질 취급작업 및 설비개 선 등 작업 · 가솔린 세정작업이나 내 연기관의 연료용외의 용 도의 작업 · 병원체의 오염될 우려가 있는 작업	보건규칙 제170조 제184조, 제30조 보건규칙 제112조 보건규칙 제30조
	방 한 장 갑	한냉작업	· 다량의 저온물체를 취급 하거나 심히 추운장소	보건규칙 제30조
호 흡 보호구	보 호 마스크	병원체 오염 우려 작업	· 병원체 등에 의해 오염 될 우려가 있는 장소에 서의 작업	보건규칙 제30조
	방 독 마스크	인체에 해로운 물질발 산장소에서 작업	· 인체에 유해한 가스, 증 기, 미스트 등이 발생하 는 작업	보건규칙 제30조
		4알킬연 작업	· 4알킬연 업무 작업자	보건규칙제114조
		유기용제 취급작업	· 증기발산원 밀폐설비 및 국소배기장치를 설치하 지 않은 장소나 전체환 기장치를 설치한 유기용 제취급·제조특별장소에	보건규칙 제145조

보호구의 구분	보호구명	적용작업	적용작업내용	산업보건법상 관계조항
호흡			서의 유기용제 업무	
보호구	송기 마스크 (호스마 스크, 에아라 인마스크)	다량의 탄산가스 발생 작업 산소결핍작업	· 다량의 탄산가스 발생작 업장 및 산소결핍의 우 려가 있는 작업장	보건규칙 제30조 제49조
		유기용제 취급작업	· 유기용제를 넣었던 탱크내 부에서의 세척및 도장작업	보건규칙 제144조
		"	· 유기용제 및 제조특별장 소에서 소요시간이 짧은 작업에서의 증기 발산원 을 밀폐하는 설비, 국소 배기 및 전체 환기장치 를 설치하지 아니한 옥 내작업장	"
			· 증기발산원 밀폐설비 및 국소배기장치를 설치하 지 않는 장소나 전체환 기장치를 설치한 유기용 제 취급·제조특별장소 에서의 유기용제 업무	보건기준 제145조
		연 작업	· 연제련 정련등의 취급및 청소업무	보건기준 제93조
		건조실작업	· 건조실 내부에서의 작업	"
		여과집진장치 작업	· 여과 집진장치의 여과재 교환 업무	"
		산소결핍장소작업	· 산소농도 18% 미만인 장소	보건기준 제212조

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
호 흡 보호구		산소결핍장소작업	· 다량의 탄산가스가 발생 되거나 산소결핍의 우려 가 있는 장소에서의 작업	보건기준 제30조
		4알킬렌 작업	· 4알킬렌등에 의해 내부 오염이 되어 있거나 오 염될 우려가 있는 탱크 내부에서의 업무및 이같 은 오염우려가 있는 물 건 또는 장소의 오염을 제거하는 업무	보건기준 제112조
		옥내·갱내에서 암석 또는 광물 채단·조각 작업	· 옥내 또는 갱내에서 손 또는 동력공구를 사용하 여 암석 또는 광물을 채 단 또는 조각하는 작업	보건기준 제49조
	자급식 마스크 (공기호 흡기, 산소호 흡기)	산소결핍장소 작업	· 산소농도 18%미만인 장 소에서의 작업	보건기준 제212조
			· 다량의 탄산가스가 발생 되거나 산소결핍의 우려 가있는 장소에서의 작업	보건기준 제30조
	방 진 마스크	분진발생작업	· 인체에 해로운 분진이 발산되는 작업	보건규칙 제30조
		분진작업	· 암석을 굴삭하는 작업중 갱외에서 충격식 착암기를 이용하여 굴삭하는 작업	보건규칙 제49조 (당해분진 작업장 소를 밀폐하는 설 비 또는 국소배기

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
호 흡 보호구		분진작업	· 옥내 및 갱내에서 암석을 싣거나 내리는 작업 · 갱내에서 암석 등을 운반하는 작업 · 갱내에서 암석 등을 충전하거나 암분을 살포하는 작업, 암석 또는 광물을 조각하는 작업 · 옥외에서 연마재의 분사에 의하여 연마하거나 암석 또는 광물을 조각하는 작업 · 옥내갱내, 탱크, 선반, 관 또는 차량 등의 내부에서 손 또는 운반하기 쉬운 동력공구를 사용하여 암석·금속 또는 광물을 재단하는 작업 · 옥내 또는 갱내에서 동력 수공구를 사용하여 암석 등 탄소원료 또는 알루미늄박을 파쇄 또는 분쇄하는 작업 · 시멘트, 비산재, 분말상의 광석 또는 탄소원료	장치를 설치하거나 당해 분진작업장소를 습윤한 상태를 유지하기 위한 설비를 갖추어 가동하는 등 필요한 조치를 한 때는 제외) 보건규칙 제49조 " " " " " "

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
호 흡 보호구		분진작업	· 를 분쇄 또는 체질하는 작업이나, 탄소제품을 건조하기 위한 건조설비 내부에 들어가는 작업이나, 옥내에서 이들의 물질을 내리는 작업 · 작업중 원료 또는 반제품을 건조하기 위하여 건조설비 또는 가마의 내부에서 행하는 작업 · 반제품을 노에 넣거나 반제품 또는 제품을 노에서 꺼내기 위하여 노의 내부에서 행하는 작업 · 주형해체 장치를 이용하지 아니하고 주형을 해체 또는 탈사하거나 동력에 의하지 아니하고 주물사를 재생하거나 동력 수공구를 사용하여 구조품 등을 절삭하는 작업 · 암석 등을 운반하는 암석전용선의 선창내에서 암석을 빠뜨리거나 한군	보건규칙 제49조 " " " "

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
호 흡 보호구		분진작업	· 데로 모으는 작업 · 노·연도 또는 연돌 등에 부착 또는 퇴적되어 있는 광물찌꺼기 또는 재를 긁어 모으거나 용기에 넣는 작업 · 내화물을 이용한 가마 또는 노등을 축조 또는 수리하거나 내화물을 이용한 가마 또는 노등을 해체 또는 파쇄하는 작업 · 욕내·깁내·탱크, 선박관 또는 차량 등의 내부에서 금속을 용접 또는 용단하는 작업 · 수지식용융분사기를 사용하여 금속을 용융분사하는 작업 · 임시로 특정분진작업을 행하는 경우 · 동일한 작업장에서 작업시간이 짧은 특정분진작업이나 6개월미만의 기간에 걸친 특정분진작업을 행하는 경우	보건규칙 제49조 " " " 보건기준 제35조 "

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
호 흡 보호구		분진작업	· 사용전의 직경이 300MM 미만인 연삭숫돌을 사용 하여 특정분진 작업을 행하는 경우	보건규칙 제35조
		특정화학물질 작업	· 특정화학물질을 제조하 거나 취급하는 작업	보건기준 제183조
귀 보호구	귀마개 및 귀덮개	소음발생작업	· 리베팅기·절삭기 또는 주물의 자동조형기 등 압축공기로 작동되는 기 계 또는 기구를 취급하 는 작업장 · 로울러·압연·프레스 등 에 의한 금속의 압연·신 선·절단·절곡 또는 판곡 을 하는 작업장 · 동력으로 작동되는 해머 를 사용하여 금속을 단 조 또는 성형하는 작업장 · 동력으로 목재를 절단 또는 가공하는 작업장 · 윤전파쇄기를 사용하여 광물 또는 금속물질을 파 쇄하는 작업장 · 불밀이나 로밀 등의 파쇄 기를 사용하여 광물 또는	보건규칙 제6조 (소음발생의 억제 및 전파방지조치 가 불가능한 경우)

보호구의 구분	보호구명	적용작업	적용작업내용	산업보건법상 관계조항
귀 보호구	귀마개 및 귀덮개	소음발생작업	금속물질을 파쇄하는 작업장 · 그라인더 또는 금속끌을 사용하여 금속부분을 갈아내는 작업장 · 강렬한 충격음을 발생시키는 기계가 밀집되어 가동되는 작업장 · 내연기관의 제조 또는 수리공장에서 내연기관을 시운전하는 작업장 · 직포기를 사용하는 방직 작업장 · 기타 강렬한 소음을 발산하는 옥내작업장으로서 노동부장관이 정하는 작업장 · 강렬한 소음이 발생하는 장소에서 작업	보건규칙 제6조 보건규칙 제30조
발 보호구	안전화	중량물 취급작업	· 중량물 취급작업장 작업	
	절연화	활선작업 및 활선근접작업	· 저압활선작업 및 저압활선근접작업 · 고압활선작업 및 고압활선근접작업	안전규칙 제467조 안전규칙 제346조 제347조
	정전화	정전기발생작업	· 정전기로 인하여 화재폭발의 위험이 있는 작업	안전규칙 제348조 제349조

보호구의 구 분	보호구 명	적 용 작 업	적용작업내용	산업보건법상 관 계 조 항
발 보호구	보 호 장 화	특정화학물질 등 취급 작업	· 피부장해등을 유발할 우 려가 있는 특정화학물질 등을 취급하는 작업 및 그주변작업자	안전규칙 제355조 보건규칙 제184조
		4알킬렌 작업	· 4알킬렌의 제조, 4알킬렌 을 가솔린에 혼입하는 작 업 · 4알킬렌등에 의해 오염되 어 있거나 오염될 우려가 있는 탱크 기타 시설내부 작업	보건규칙 제112조
	보호신발	병원체 오염 우려 작업	· 병원체의 오염 우려 작업 장소	
	방한화	한냉작업장	· 다량의 저온물체를 취급 하거나 심히 추운 장소	보건규칙 제30조
			· 섭씨영하18도이하에서 급 냉동어창에서 하역 작업	보건규칙 제30조 안전규칙 제496조

附 錄 II

防塵マスク 檢定 技術基準(案)

방진마스크 성능검정 항목 및 판정조건(안) 요약

시 험 항 목		시험사항	소요기자재	판 정 조 건		
재 료	금속재료	부식시험	부식성	시약 : NaCl, HCl	부식흔적이 없을 것	
	고 무 재 료	비중시험	비 중	비중계	비중이 1.4이하일 것	
		인장강도시험	인장강도	인장시험기	인장강도 150kg/cm ² 이상일 것	
		신장율 시험	신장율	시료채취기	신장율이 400%이상일 것	
		경도시험	경 도	고무경도계	경도가 70도 이하 이어야 한다.	
		노화시험	인장강도와 신장율의 변화율	인장시험기, 항온기	인장강도와 신장율이 20%이상 저하하지 않아야 됨	
		내한시험	경 도	저온항온기 고무경도계	경도가 10%이상 상승하지 않아 야 한다.	
		내열시험	점착성	고온항온조	점착성, 균열 기타이상이 없을 것	
	시 험	합성수지 재 료	약품침지시험	중량변화율	시약 : H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , NaCl, NaOH.	중량변화율이 10% NaCl은 0.5% 3% H ₂ SO ₄ 는 0.5%, 10% HNO ₃ 는 5.0% 10% NaOH은 5.0% 수치이하이어야 함.
			내열시험	점착성 등	항온기(고온)	점착성, 균열, 기타이상이 없을 것
		내한시험	파손균열 등	항온기(저온)	파손, 균열 기타 이상이 없을 것	

시 험 항 목			시험사항	소요기자재	판 정 조 건
		가열감량시험	가열전후의 중량변화율	항온기 (고온)	가열감량율이 3%이하이어야 한다.
	강도시험		머리끈 및 부착 부분 인장강도	인장시험기	찢어지거나 끊어지지 않아야 한다.
구 조 시 험	사적시험		사 적	사적시험기	전면형은 280cm ³ , 반면형은 180cm ³ 이하일 것
	시야시험		하방시야도	시야시험기	시야도가 하방 60도이상일 것
성 능 시 험	흡기저항시험		흡기저항	분진포집효율시험기 (흡기저항시험 포함)	분리식마스크 6mmH ₂ O이하 면체여과식 마스크는 4mm H ₂ O 이하일 것
	분진포집효율		분진포집효율	분진포집효율시험기	분진포집효율이 95%이상일 것
	배기저항 시험		배기저항	분진포집효율시험기 (배기저항 시험포함)	분리식 방진마스크 6mmH ₂ O 이하일 것 (단, 배기변을 갖지 않는 면체여과식 마스크는 4mmH ₂ O 이하일 것
	흡기저항상승시험		흡기저항상승율	분진포집효율시험기	흡기저항 상승율이 200% 이하일 것
	배기변의 작동기밀시험		배기변의 기밀, 작동시험	배기변의 작동기밀 시험기	내부의 압력이 상압으로 돌아올 때까지의 시간이 10초이상일 것
	가습시 흡기 저항시험		가습시 흡기 저항	분진포집효율시험기 항온기, 수조	가습후 흡기저항이 10mmH ₂ O 이하일 것 (면체여과식에 한함)
	불연성시험		불연성여부	불연성시험기	마스크가 타지 않아야 함 (면체여과식에 한함)

방진마스크 검정기술기준 (안)

제 1 조(목적) 이 규격은 산업안전보건법 제35조제1항 동법 시행령 제28조1항 및 시행규칙제60조에 의한 방진마스크(이하 “마스크”라 한다)의 검정에 필요한 규격을 정하여 사업장에서 발생하는 분진을 발생시키는 작업장 근로자들에게 양질의 마스크를 보급, 호흡을 통한 분진의 체내 흡입을 방지함으로써 직업병을 예방함을 목적으로 한다.

제 2 조(적용범위) 이 규격의 적용은 근로자가 작업하는 장소로써 분진의 체내 흡입을 방지하기 위하여 사용되는 마스크에 대하여 적용한다. 단, 이 규격에서 정하는 마스크는 산소농도 18%미만인 장소에서 사용하여서는 안된다.

제 3 조(마스크의 종류) 마스크의 종류는 다음과 같이 구분한다.

종 류	분 리 식		면체여과식
	격 리 식	직 결 식	
형 상	전 면 형	전 면 형	반 면 형
	반 면 형	반 면 형	

(마스크종류 등에 관한 사항을 그림-5 참조)

제 4 조(마스크의 형상 및 기능 등) 마스크의 형상 및 기능구조(이하 “형상”등 이라 한다)는 다음과 같다.

종 류	분 리 식		면체여과식
	격 리 식	직 결 식	
형 상	면체, 여과재, 연결관, 흡기변, 배기변 및 머리끈으로 이루어졌으며 여과재에 의해 분진을 제거한 청정공기	면체, 여과재, 흡기변, 배기변 및 머리끈으로 이루어졌으며, 여과재에 의해 분진을 제거한 청정공기	여과재료 된 면체와 머리끈으로 이루어졌으며, 여과재인 면체에 의한 분진을 제거한 청정공기

종류	분리식		면체여과식
	격리식	직결식	
형상	거한 청정공기를 연결관을 통한 흡기변에서 흡입하고 체내공기는 배기변을 통하여 외기중으로 배출하는 것으로 부품의 교환이 용이한 형태인 것을 말한다.	정공기를 흡기변을 통하여 흡입하고 체내의 공기는 배기변을 통하여 외기중으로 배출하는 것으로 부품의 교환이 용이한 형태인 것을 말한다.	를 흡입하고 체내의 공기는 여과재인 면체를 통해 외기중으로 배출하는 것으로(배기변이 있는 것은 배기변을 통하여 배출) 재사용이 불가능한 것을 말한다.

제 5 조 (재료) 마스크에 사용되는 각 부분의 부품재료는 다음 각호의 규정된 내용에 적합한 것이어야 한다.

- ① 안면에 밀착하는 부분은 피부에 장해를 주지 않는 것이어야 한다.
- ② 여과재는 여과성능이 우수하고 인체에 장해를 주지 않는 것이어야 한다.
- ③ 통상의 취급에 대해서 파열, 변형 기타 이상을 일으키지 않아야 한다.
- ④ 금속은 부식하지 않는 것이어야 한다.

제 6 조 (재료시험) 마스크의 각 부분에 사용되는 부품의 주요재료(배기변과 흡기변에 사용하는 고무는 제외)는 다음에 규정하는 시험방법에 따라 시험을 실시한 결과 그 조건에 적합한 것이어야 한다.

구분	시험방법	조건
1. 금속의 부식 시험	시험편 (25mm ² 의 판상편)에 대해 다음 각항의 방법을 병행 실시하여야 한다. 1. 끓는 8%염화나트륨용액(중량%)에 15분간 담가놓은 후 꺼낸 즉시 상온의 8%염화나트륨용액에 다시 10분간 담	부식된 흔적이 없어야 한다.

구 분	시 험 방 법	조 건
	가 놓았다가 꺼내어 부착된 염화나트륨을 씻지 말고 그대로 24시간 상온에서 건조시키고 이어서 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$의 물로 씻은 다음 48시간 방치한 후 육안으로 부식된 흔적의 유무를 살핀다. 2. 0.05% 염산용액(중량%)에 24시간 담가 놓은 뒤 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$의 물로 씻고 건조하여 육안으로 부식된 흔적의 유무를 살핀다.	
2. 고무의 비중 시험	시험편을 Yang비중계에 매달고 공기중과 수중에서의 중량을 각각 측정하고 다음식에 의하여 비중을 산출한다. $\text{비중} = \frac{\text{공기중에서의 시험편의 중량(g)}}{(\text{공기중에서의 시험편의 중량(g)} - \text{수중에서의 시험편의 중량(g)})}$	비중이 1.4이하이어야 한다.
3. 고무의 인장강도 신장율 및 경도시험	시험편을 한국공업규격인 KSM6518 (가황고무 물리시험 방법) 4 및 6.2에 따라 시험한다. 이때에 인장강도 및 신장율 시험에서의 인장속도는 매분 200mm로 한다.	1) 인장강도가 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이어야 한다. 2) 신장율이 400% 이상이어야 한다. 3) 경도가 70도 이하이어야 한다.
4. 고무의 노화 시험	시험편을 한국공업규격인 KSM6518 의 7.3에 규정된 공기가열 노화	인장강도 및 신장율이 20% 이상 저하하여서는 안된다.

구 분	시 험 방 법	조 건
	시험방법에 의하여 시험하고, 인장강도와 신장율의 변화율을 계산하다. 이때에 시험온도는 $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 하고 시험시간은 96시간으로 한다.	
5. 고무 재료의 내한시험	시험편을 저온항온조에 넣어 그 온도를 $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하며 24시간 방치한 다음 그 경도를 알기 위하여 한국공업규격인 KSM6518의 6.2에 규정한 스프링설비 경도시험방법에 따라 시험측정한다.	경도가 10%이상 상승하지 않아야 한다.
6. 고무 재료의 내열시험	고무재료의 시험편을 $120\pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 항온조에서 2시간 가열한 다음 꺼내어 그 점착성 및 기타의 이상유무를 조사한다.	뚜렷한 점착성, 균열이 기타 이상이 없어야 한다.
7. 합성수지의 침지(浸漬)시험	시험편 약5g을 마스크의 주요부분에서 채취하여 시험액인 10% 염화나트륨용액, 3%황산, 10% 질산, 10%수산화나트륨용액에 각각 상온에서 7일간 담가둔 다음 꺼내어 흐르는 물로 씻어 여지로 그 표면의 수분을 닦아낸 후 중량을 측정하고 다음식에 의하여 약품침지중량 변화율을 산출한다. 이 시험에서 시험편은 시험액마다 병행 실시한다.	약품침지중량변화율은 각 약품의 시험액에서 다음 수치 이하이어야 한다. 10%염화나트륨 약품침지중량 변화율은 0.5%, 3%황산은 0.5%, 10% 질산은 5%, 10% 수산화나트륨은 5.0%

구 분	시 험 방 법	조 건
	약품침지 중 량 변화율(%) $= \frac{\text{침지후의 중량(g)} - \text{침지전의 중량(g)}}{\text{침지전의 중량(g)}} \times 100$ 비고:이 시험에 사용하는 약품 (시험액의 조제에 사용하는 약 품의 순도)은 다음규격의 1급이 상의 것을 사용하여야 하며, 시 험액의 농도는 중량%에 의한 것으로 한다. KSM8103 황산(시약) KSM8104 질산(시약) KSM8115 염화나트륨(시약) KSM8116 수산화나트륨(시약)	
8. 합 성 수 지 의 내열시험	합성수지로 구성된 마스크의 주 요부분을 택하여 적당한 크기로 잘라 채취한 시험편을 항온조에 넣어 그 온도를 $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지 하여 8시간 방치한 다음 꺼내서 점착성과 균열 등의 유무를 조 사한다.	1) 뚜렷한 점착성이 없어야 한다. 2) 균열, 기타의 이상이 없어야 한다.
9. 합 성 수 지 의 내한시험	합성수지재료로 구성된 마스크 의 주요부분에서 시험편을 채취 하여 적당한 크기로 잘라 채취 한 시험편을 그 온도를 $-10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지할 수 있는 냉동실에 10 분간 방치한 다음 꺼내서 파손, 균열, 기타의 이상유무를 조사 한다.	파손, 균열, 기타의 이상이 없어야 한다.

구 분	시 험 방 법	조 건
10. 합 성 수 지 의 가열감량 시 험	합성수지재료로 구성된 마스크의 주요부분을 택하여 적당한 크기로 잘라 채취한 시험편을 교반장치가 있는 항온조내부에 매달아 그 온도를 $70\pm 2^{\circ}\text{C}$로 유지하여 72시간 방치한 다음 꺼내서 물에 넣어 상온에 이를 때까지 방치하고 데시케이터에 넣어서 건조한 다음 그 중량을 측정하고 다음 식에 의하여 가열감량을 산출한다. $\text{가열감량율}(\%) = \frac{\text{가열전의 중량(g)} - \text{가열후의 중량(g)}}{\text{가열전의 중량(g)}} \times 100$	가열감량율이 3%이하이어야 한다.
11. 강도시험	가. 머리끈 및 부착부분 머리끈 및 부착분에 있어 전면형은 10kg, 반면형은 5kg, 면체여과식은 1kg의 인장하중을 가해 찢어짐 또는 끊어짐 유무를 조사한다. 나. 연결관 및 부착부분 연결관 및 부착부분에 10kg인장 하중을 가해 찢어짐 또는 끊어짐 유무를 조사한다. 단, 시험시 인장하중을 가하는 속도는 매분 200mm로 한다.	찢어지거나 끊어지지 않아야 한다.

제 7 조(구조) 마스크의 구조는 다음 각호에서 정하는 바에 적합하여야 한다.

- ① 쉽게 파손되지 않을 것.
- ② 착용이 간단하고, 착용시 이상한 압박감 또는 고통을 주지 않을 것.
- ③ 사적이 현저히 크지 않을 것. (단, 면체여과식 마스크의 면체의 깊이는 3cm이상이어야 한다).
- ④ 착용자의 시야를 현저히 방해하지 않을 것.
- ⑤ 전면형의 면체를 갖는 것에 있어서는 호기에 따라 보안경이 흐려지지 않을 것.
- ⑥ 분리식 마스크에 있어서는 여과재, 흡기변, 배기변 및 머리끈은 쉽게 교환할 수 있고, 착용자 자신이 안면과 면체와의 밀착성의 여부를 수시로 검사할 수 있는 것.
- ⑦ 면체여과식 마스크에 있어서는 여과재로 된 면체가 사용기간 중에 형태가 변하지 않을 것.
- ⑧ 면체여과식 마스크에 있어서는 가슴시 흡기저항치가 현저하게 큰 것이 아닐 것.
- ⑨ 면체여과식 마스크에 있어서는 여과재를 안면에 적합하게 밀착시킬 수 있을 것.
- ⑩ 마스크의 사적 및 시야는 다음에 규정한 시험방법에 의거 검정하였을 때 각각 그 조건에 적합한 것이어야 한다.

구 분	시 험 방 법	조 건
1. 사적시험	검정하고자 하는 마스크 안면부의 배기변 및 흡기변의 입구를 물이 새지 않도록 접착테이프 등으로 완전히 밀폐하고 다음표의 그림1에 표시한 표준머리모형에 정확히 씌운 후 이 안면부를 하향시키고 여기에 물을 조금씩 부어넣어 그 들어간 물의 양을 측정하여 사적을 구한다. 단, 구획이 있는 안면부에 대해서는 구획내에 물을 붓고 사적을 구한다. (단, 면체여과식 마스크 사적은 제10조의 사적계산방법에 따른다.)	사적은 전면형이 280㎤이하, 반면형은 180㎤이하이어야 한다. (단, 전면형의 마스크에서 구획(격장)이 되어 있는 것은 그 구획내의 사적을 180㎤이하로 한다).
2. 시야시험	다음표의 그림-1에 도시한 표준머리모형에 검사코자 하는 방진마스크의 안면부를 정확히 씌우고 표준머리모형의 안구위치에 휴대전등용전구(2.5V, 0.3A)를 설치하고 그림2와 같이 부채꼴 투영면의 투영에 따라 하방의 각도를 측정한다 (이때의 측정도는 그림3과 같다).	시야는 마스크의 종류에 관계없이 모두 하방 60° 이상이어야 한다.

비고: 이 표에서 사적 및 시야의 측정은 그림1에 보여주는 치수의 표준머리모형에 의한 것으로 한다(단위는 mm임).

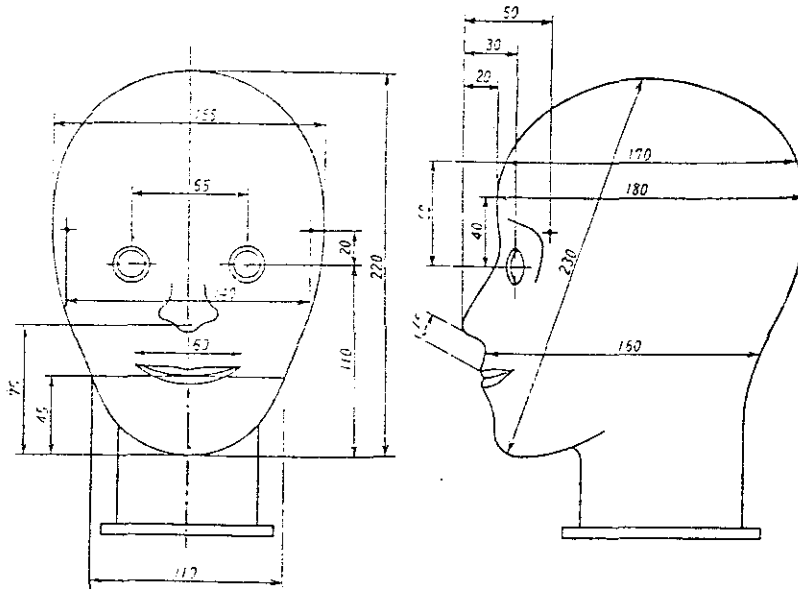


그림-1 표준머리모형

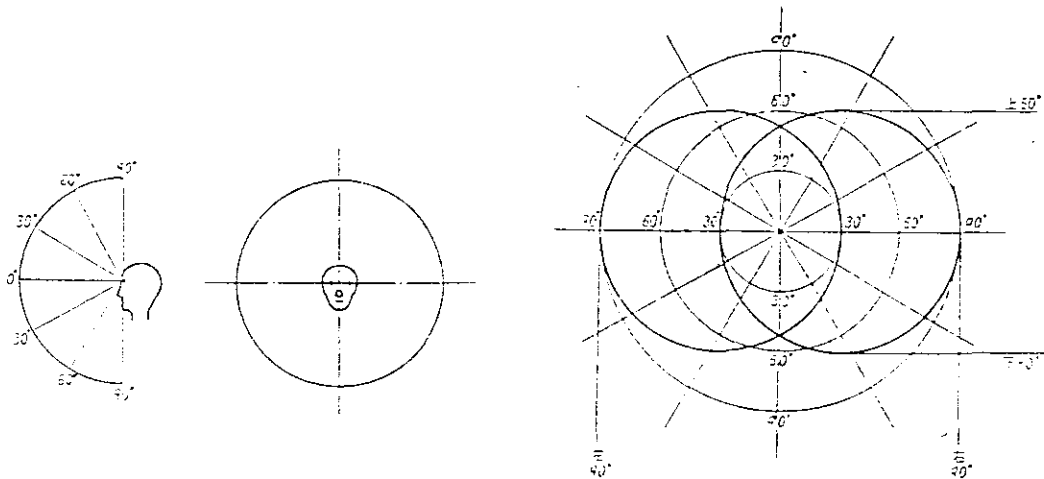


그림-2

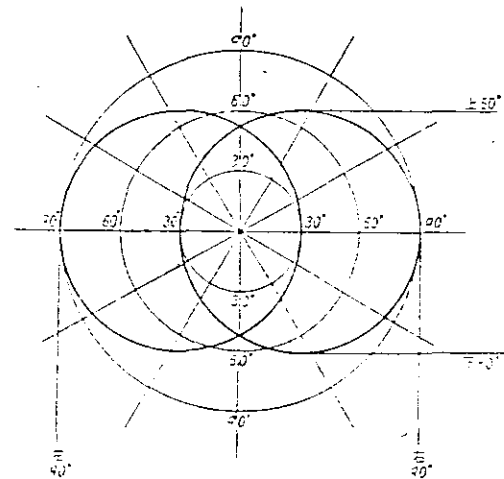


그림-3

제 8 조 (각 부분의 주요부품) 마스크 각 부분의 주요부품은 다음과 같고 각각 그 조건에 적합하여야 한다.

구 분	조 건
면 채	1. 착용이 간단하여야 한다. 2. 마스크를 얼굴에 붙들어 댈 수 있는 머리끈은 충분한 탄력이 있고 튼튼하며 용이하게 조정할 수 있어야 한다. 3. 착용하였을 때 공기가 새지 않아야 한다.

구 분	조 건
흡기변	통상의 호흡에 대하여 확실하고 예민하게 작동하여야 한다.
배기변	1. 내외부의 압력이 평형일 때에는 폐쇄상태를 유지하여야 한다. 2. 통상의 호흡에 대하여 확실하고 예민하게 작동하여야 한다. 3. 외부의 힘에 의하여 손상되지 않도록 카바 등에 의하여 보호되어 있어야 한다.
연결관	1. 신축성이 커서 여러가지의 상태로 구부리더라도 통기에 지장이 없어야 한다. 2. 턱이나 팔의 압박에 의하여 통기에 지장이 없어야 한다. 3. 목의 운동을 자유롭게 할 수 있는 것이어야 한다.
머리끈	적당한 길이 및 탄력성을 갖고, 동시에 길이를 용이하게 조절할 수 있을 것(분리식에 한함)

제9 조(성능) 마스크의 성능 시험은 완성품에 대하여 실시하고 다음에 표시한 시험 방법에 의거 검정하였을 때 각각 그 조건에 적합하여야 한다.

구 분	시 험 방 법	조 건
1. 흡기저항시험	표준머리모형(제7조제3항의 표중의 비고에 표시한 얼굴들을 말함)에 착용시킨 마스크에 석영분진을 함유한 공기(석영분진의 입자 크기는 $2\mu\text{m}$ 이하이고 농도는 1m^3 당 $30\pm 5\text{mg}$ 인 것을 말한다. 이하 같음)를 매분 30	흡기저항이 $6\text{mmH}_2\text{O}$ 이하일 것. 단, 배기변을 갖지 않는 면체 여과식 마스크는 $4\text{mmH}_2\text{O}$ 이하일 것.

구 분	시 험 방 법	조 건
	1의 유량으로 통과시켜 방진 마스크 내외의 압력차를 수주 로 측정한다. (단, 통기개시 30 초후부터 1분간 측정한다).	
2. 분진포집 효율 시험	표준머리모형에 착용시킨 마스크에 석영분진 함유공기를 매 분 30 l의 유량으로 통과시켜 통과전후의 석영분진의 농도를 산란광 방식에 의한 분진측정기에 의하여 측정하고 아래 식에 의하여 분진포집 효율을 산출한다. (이 경우 용적 27m³ 이상의 분진발생실에서 그 부유 입자의 크기는 2μm이하로 하며, 분진농도는 30±5mg/m³로 한다). $\text{분진포집효율}(\%) = \frac{\text{통과전석영분진농도}(\text{mg}/\text{m}^3) - \text{통과후석영분진농도}(\text{mg}/\text{m}^3)}{\text{통과전석영분진의 농도}(\text{mg}/\text{m}^3)} \times 100$	분진포집효율이 95%이상일 것
3. 배기저항시험	1) 표준머리모형에 착용시킨 마스크에 공기를 매분 30 l의 유량으로 통과시켜 마스크의 내외의 압력차를 수주 로 측정한다. 2) 이 경우 흡기저항시험의 공기흐름의 방향과는 반대로	배기저항이 6mm H ₂ O이하일 것. 단. 배기변을 갖지 않는 면체 여과식 마스크는 4mmH ₂ O이하일 것.

구 분	시 험 방 법	조 건
	하여 안팎의 정압차를 측정 하여야 한다. (단, 통기개시 30초후부터 1분간 측정한 다).	
4. 흡기저항 상승 시험	표준머리모형에 장치한 마스크 에 공기를 매분 30 l 의 유량으 로 통과시킬 때의 마스크의 내 외의 압력차를 측정하고 석영 분진함유공기를 매분 30 l 유 량으로 100분간 통과시킨 다 음의 마스크의 내외의 압력차 를 측정하여 다음식에 의거 흡 기저항 상승률을 산출하여야 한다. $\text{흡기저항 상승률}(\%) = \frac{\text{석영분진함유공기를 100분간 통과시킨 후의 내외의 압력차 (mmH}_2\text{O)} - \text{공기통과시의 내외의 압력차 (mmH}_2\text{O)}}{\text{공기통과시의 내외압력차 (mmH}_2\text{O)}} \times 100$	흡기저항상승률이 200% 이하 이어야 한다.
5. 배기변의 작동 기밀 시험	배기변에 물을 담근 후 기밀시 험기에 장치하고 1 l 의 유량으 로 흡인하여 배기변의 폐쇄에 의한 내부의 감압상태를 조사 한 후 내부의 압력보다 50mmH ₂ O 저하시켜 방치하여	1. 공기를 흡입하였을 때는 곧 바로 내부에 감압되어야 한 다. 2. 내부의 압력이 상압으로 돌 아올 때까지의 시간은 10초 이상이어야 한다.

구 분	시 험 방 법	조 건
	내부의 압력이 상압으로 되돌아 올 때까지의 시간을 측정한다(이 경우 기밀시험기의 내용적 50㎤로 한다).	
6. 가슴시 흡기저항 시험	면체여과식 마스크를 침수용기에(그림-4) 뒷면이 위로 향하도록 하여 상온의 수중에 60분간 침수용기에 넣은 다음 마스크를 꺼내어 앞면을 아래로 향하여 10cm높이에서 나무판위에 2회 낙하시키고 다시 뒷면을 아래로 향하여 같은 요령으로 2회 낙하시킨후 교반장치가 있는 항온조 내부에 매달아 그 온도를 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$로 유지하여 150분 건조후 마스크 흡기저항 시험 방법으로 매분 30 l의 유량으로 흡기를 행하여 마스크 내외의 압력차를 측정한다.	가슴시 흡기저항이 10mmH ₂ O이하이어야 한다.

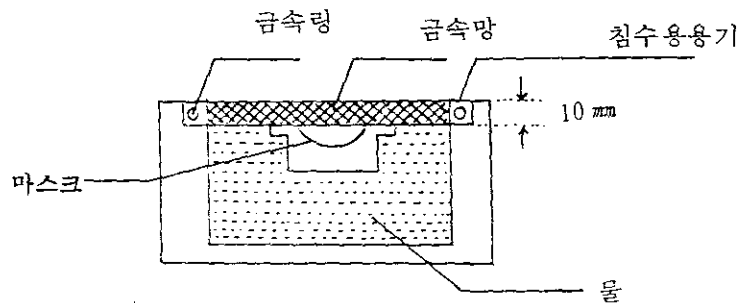


그림-4

구 분	시 험 방 법	조 건
7. 불연성시험	마스크를 표준머리모형에 정확히 씌운후 표준머리모형을 $6 \pm 0.5 \text{ cm/sec}$로 수평하게 움직이도록 해 놓는다. 버너불의 길이는 40mm로 조절한다. 이때 버너선단에서 20mm 위치의 불꽃온도는 $800 \pm 50^\circ\text{C}$로 해야 한다. 버너를 고정하고 마스크의 최선단부가 버너의 선단에서 20mm되는 곳은 $6 \pm 0.5 \text{ cm/sec}$의 속도로 통과시킨다. 마스크의 최선단이 여과재 이외의 부품인 경우는 그 부품이 없을 때의 여과재 최선단부에 대해서 시험한다.	버너의 불꽃에서 마스크가 벗어났을 때에 마스크가 타지 않아야 한다. (단, 면체여과식 마스크에 한한다).

제 10 조 (취급주의사항) 면체여과식 마스크를 판매하는 경우에는 다음 사항을 기재한 인쇄물을 첨부하여 판매하여야 한다.

- 1) 사용시간
- 2) 중 량
- 3) 사 적
- 4) 흡 · 배기저항 값
- 5) 분진포집효율
- 6) 흡기저항 상승률
- 7) 가슴시 흡기저항 값

8) 착용방법

9) 기타 주의사항

* 비교:사적의 계산방법

면체여과식 마스크의 사적 계산은 동일마스크 5개에 대하여 다음식에 의하여 계산하고 그 평균값을 취한다.

$$vd = 112 + 0.59V - 6.7R + 13.6L$$

위 식에서 Vd:사적 (cm)

V :면체의 부피 (cm)

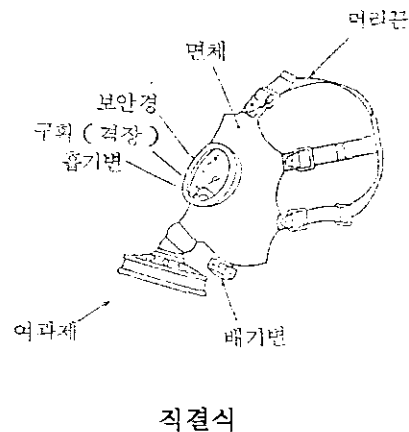
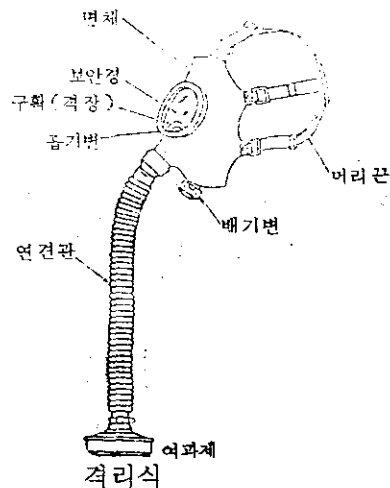
R :면체의 둘레길이 (cm)

L :면체의 깊이 (cm)

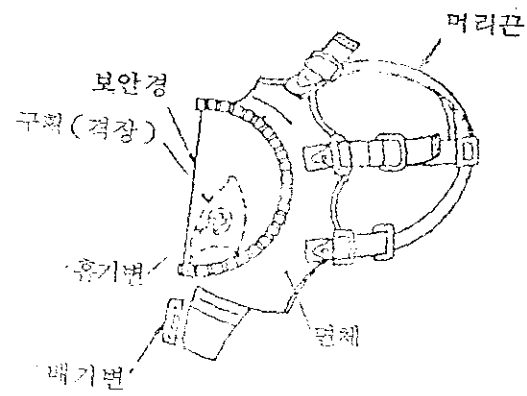
제 11 조 (특수한 구조의 마스크) 특수한 구조의 마스크로서 한국산업안전공단 이사장이 제1조부터 제10조까지의 규정한 동등 이상의 성능을 보유한 것으로 인정한 경우 이 고시의 관계규정을 적용하지 아니할 수 있다.

그림 - 5 마스크의 구조도

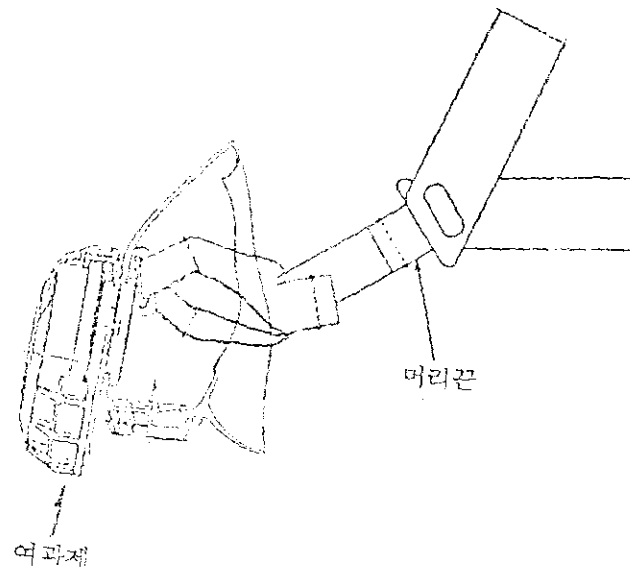
1) 마스크의 격리식 및 직결식의 구분



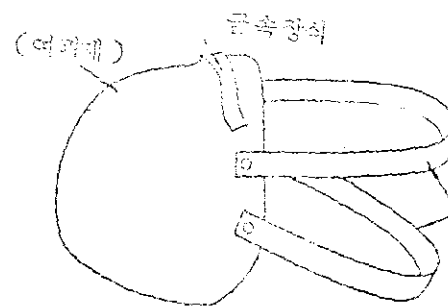
2) 전면형, 반면형, 면체여과식의 구분



전면형



반면형



면체여과식

附 錄 Ⅲ

保護具製造 또는 수입차의
人力과 施設基準

보호구 제조 또는 수입자의 인력과 시설기준(제72조 관련)

가. 제조자

번호	구분	인력기준	시설·설비기준	비고
1	안전모	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상 안전모의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년이상 안전모의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 3. 3년이상 안전모의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	1. 성형설비(금형을 포함한다) 2. 내관통 시험설비 3. 충격흡수성 시험설비(항온조를 포함한다)	시설·설비기준에 대하여는 외부설비를 임대사용하는 것으로 그 설비를 대체할 수 있다.
2	안전대	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상 안전대의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업	1. 절단기 2. 연마기 3. 벨트붕제용미싱 4. 인장강도 시험설비(U자용 안전대제조자의 경우에 한한다) 5. 충격흡수 시험설비(1개 걸이용 안전대 제조자의 경우에 한	

번호	구 분	인 력 기 준	시설·설비기준	비 고
		하고 2년이상 안전대의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 3. 3년이상 안전대의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	한다)	
3	안전화	다음 각호의 1에 해당하는자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상의 안전화의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년이상 안전화의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년이상 안전화의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	1. 갑피의 플씨움설비 (가죽제 안전화 제조자의 경우에 한한다) 2. 재봉기(가죽제 안전화 제조자의 경우에 한한다) 3. 결창접착기 (가죽제 안전화로서 C식 제조자의 경우에 한한다) 4. 결창사출성형기 (가죽제 안전화로서 1식 제조자의 경우에 한한다) 5. 결창가류압착설비 (가죽제 안전화로서 V식 제조자의 경우에 한한다) 6. 성형기(고무제 안전화 제조자의 경우에 한한다)	

번호	구 분	인 력 기 준	시설·설비기준	비 고
			7. 내압박시험설비(내 답발 시험이 가능한 것에 한한다) 8. 내충격시험설비 9. 대전방지성능시험기 (정전기 대전방지용 안전화 제조자의 경 우에 한한다) 10. 내전압 시험설비(절 연화 및 절연장화 제조자의 경우에 한 한다)	
4	보안경	다음 각호의 1에 해당 하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문 대학 또는 이와 동 등 이상의 이공계학 과를 졸업한 자로서 1년 이상의 보안경의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력 이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업 계 고등학교를 졸업 하고 2년 이상 보안 경의 연구·설계· 공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년 이상 보안경 및 보안경의 연구·설 계·공작 또는 검사 실무 경력이 있는 자	1. 투시부제조설비 또 는 가공설비 2. 프레임제조설비 3. 내충격시험장치	

번호	구 분	인 력 기 준	시설·설비기준	비 고
5	안전장갑	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문 대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상 안전장갑의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년이상 안전장갑의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년이상 안전장갑의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	1. 재봉기(용접용 안전장갑 제조자의 경우에 한한다) 2. 성형기(전기용 고무장갑 제조자의 경우에 한한다) 3. 인장시험기 4. 내전압 시험설비(전기용 고무장갑 제조자의 경우에 한한다)	
6	방진 마스크	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문 대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상 방진마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업	1. 성형설비(금형을 포함한다) 2. 인장시험기 3. 시야시험설비 4. 통기저항시험설비	

번호	구분	인 력 기 준	시설·설비기준	비 고
		하고 2년이상 방진마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년이상 방진마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자		
7	보안면	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년이상 보안면의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년이상 보안면의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년이상 보안면의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	1. 투시부제조설비 또는 가공설비 2. 면체가공설비 또는 성형설비 3. 프레임제조설비 4. 내충격시험장치	
8	방 독 마스크	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서	1. 성형설비(금형을 포함한다) 2. 배합설비	

번호	구 분	인 력 기 준	시설·설비기준	비 고
		1. 1년 이상의 방독마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년 이상 방독마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년 이상 방독마스크의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	3. 경도계 4. 인장시험기 5. 배기변작동기밀 시험기 6. 사적시험기	
9	귀마개 및 귀덮개	다음 각호의 1에 해당하는 자 1인 이상 1. 교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등 이상의 이공계학과를 졸업한 자로서 1년 이상 방음보호구의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자 2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2년 이상 방음보호구의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자. 3. 3년 이상 방음보호구의 연구·설계·공작 또는 검사실무 경력이 있는 자	1. 성형설비 (금형을 포함한다) 2. 오디오미터 등 차음수준측정설비 3. 무음실	

나. 수입자

번호	구분	인 력 기 준	시 설 · 설 비 기 준	비 고
1	안 전 모	다음 각호의 1에 해당하는 자 중 1인이상	내관통성시험설비	시설·설비기준 에 대하여는 외 부설비를 임대 사용하는 것으로 그 설비를 대체 할 수 있다.
2	안 전 대	1. 교육법에 의한 전문대	인장시험기	
3	안 전 화	학 또는 이와 동등 이 상의 이공계학과를 졸 업한 자로서 1년이상의 보호구 수입·제조 또 는 판매에 대한 실무경 력이 있는 자	1. 내압박시험설비(내압발 시험이 가능한 것에 한 한다)	
		2. 교육법에 의한 공업계 고등학교를 졸업하고 2 년이상의 보호구 수입· 제조 또는 판매에 대한 실무경력이 있는 자.	2. 내충격시험설비 3. 대전방지 성능시험기 (정전기 대전방지용 안 전화 수입자의 경우에 한한다)	
4	보 안 경	3. 3년이상 보호구 수입·	4. 내전압시험설비(절연화 및 절연장화 수입자의 경우에 한한다)	
5	안전장갑	제조 또는 판매에 대한	내충격시험장치	
6	방진마스크	실무경력이 있는 자	인장시험기	
7	보 안 면		인장시험기	
8	방독마스크		내충격시험장치	
9	귀 마 개 또는 귀 덮개		인장시험기 1. 오디오미터등 차음수준 측정설비 2. 무음실	

参 考 文 献

1. National Safety Council, Fundamentals of Industrial Hygiene (Chicago, 1982)
2. William C. Hinds, Aerosol Technology, (John Wiley & Sons, 1982)
3. 東海林 菊夫, 安全衛生保護具の選び方・使い方, (中央労働災害防止協会, 1982)
4. 粉じんによる疾病の防止, (中央労働災害防止協会, 1987)
5. 朴弼洙 “産業安全保健法 解説”, (중앙경제사, 1990)
6. 木村菊二, 防じんマスクの保守管理手法に関する調査研究報告書, (労働科学研究
所, 1982)
7. 閔廷植等, 韓国型防塵마스크 開発研究, (KIER 1987)
8. JIS T8151, 防じんマスク
9. JIS T 8159 呼吸保護具 面体の漏水率 試験方法, (1983)
10. CIS, CIS Information Sheet, Respiratory Protective Equipment, (Geneva, 1964)
11. 労働安全衛生法, 防じんマスクの規格(労働省 告示 第一九號, 1988)
12. ANSI Z 88. 2-1980 Practices for Respiratory Protection (ANSI, 1980)
13. DIN 3182 Round Screw Threads for Respiratory Protective Devices (DIN 1957)
15. CEN 143, Particle Filters, (CEN, 1986)
16. CEN 149, Filtering Facepieces, (CEN 1985)
17. 木村菊二, 防じんマスクの選び方・使い方(労働科学研究所, 1989)
18. KE. Hardis, Correlation of Qualitative and Quantitative Results from Testing
Respirator Fit (AOHA 1983. 2)
19. TSI, Respirator Fit Tester, (TSI 1989)
20. TSI, Model 8110 Automated Filter Tester Manual (TSI, 1989)
21. MSA, Fixt-Flo Pump Manual

22. 李榮燮, 個人保護具, (대성안전교육사, 1986)
23. KISCO, 保護具의 規格 및 解説, (韓國産業安全公團, 1990)
24. 三浦豊彦, 新労働衛生ハンドブック (労働科學研究所, 1977)

“인간존중 산업안전”
“무재해 산업사회 창조”

우리나라 面體濾過式마스크 性能에 관한 研究

발행일 : 1990. 12

발행인 : 원 장 金元甲

작성인 : 연구원 변임근

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전보건연구원

(보건위생연구실)

TEL. (032) 526 - 6485

인쇄처 : (주) 문원사 (739 - 3911~4) (비매품)