

ヒートポンプによる暖冷房

日立製作所技師 高嶋晴一

(新津教授紹介)

1. まえがき

これまでは建築の暖房と云えば、冷房には冷凍装置を、暖房にはボイラーをたくと云うのがほぼ常識であったが、最近では新しい方式としてボイラーを使わずヒートポンプ方式と云うのが話題になつている。

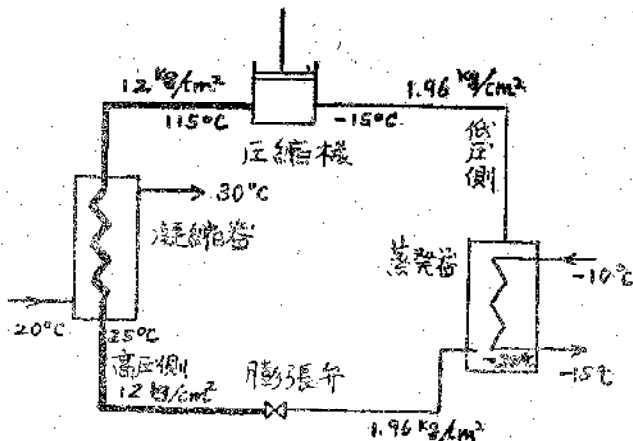
このヒートポンプによる暖冷房のやり方は、アメリカではなかなか盛んで既に実用になつているものも多数ある。日本の国土は夏は高温多湿で、冬は寒い気候であるから、今後経済力の回復と共にビル、工場、劇場では暖冷房装置はますます採用されるものと思われる。紡績工場では適当な温度を保つことにより良い製品を能率良く生産することができる。ビルでは事務の能率を上げられ、劇場では暖冷房装置は賣上げを増す有力な武器となる。

幸い冷凍機は技術の発達に伴い良いものを安く作れるようになり、又冷媒も安全ですぐれたフロンを使用することができるので、この機会にヒートポンプによる暖冷房設備について概要を述べて御参考に供したいと思う。

2. ヒートポンプの意味

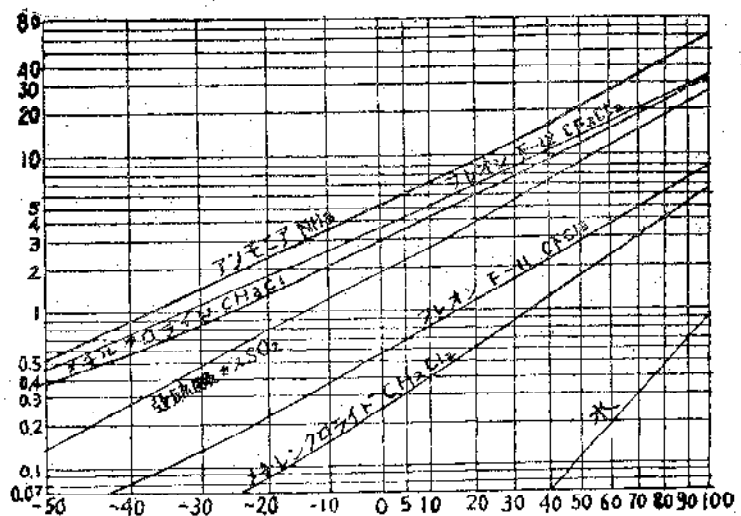
冷凍機と云えば元來物を冷やすのが目的であるが、その途中の工程で逆に熱を出す所がある。一般の冷凍装置

第1図 冷凍サイクル



のサイクルを第1図に示した。冷媒として例えばアンモニアを用いた場合、圧縮機で圧縮されて高温となり、凝縮器で水で冷やされ液化した後、膨張弁を通つて圧力を下げられ、次に蒸発器で周囲より熱を取つて蒸発しガス

第2図 冷媒の蒸気圧 (温度 $^\circ\text{C}$) 蒸気圧



第1表 主要冷媒特性表

冷媒の名称	アンモニア	メチルクロライド	メチレンクロライド	フレオン (F-11)	フレオン (F-12)
化学記号	NH_3	CH_2Cl	CH_2Cl_2	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}$	$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$
分子量	17	50	85	187	120
飽和圧力 $+30^\circ\text{C}$ kg/cm^2	11.89	6.65	0.703	1.3	7.59
-15°C kg/cm^2	2.41	1.49	0.087	0.21	1.86
蒸発熱 kcal/kg -15°C	313.5	100.4	86.1	49.8	38.6
理論冷凍能力 kcal/m^3 $+25^\circ\text{C} \sim -15^\circ\text{C}$	529	307	25.6	49.8	319
臭	甚しい	殆んど無臭	無臭	無臭	無臭
爆発性	13~27%の間	8.2~18.6%	12~18.6%	なし	なし
燃焼性	燃焼し難い	多少あり	殆んどなし	不燃	不燃
金属に対する腐蝕性	銅と銅合金を侵す	不純物あればAlを侵す	腐蝕性はないが不純物あれば侵す	水分あるとAlの合金を侵す	F-11と同じ

状となつて再び圧縮機に入り圧縮されて凝縮器に入る。今アンモニアについて第1図に示すような状態で循環しているものとする。圧縮機を出した115°Cのガスは凝縮器で冷却水によつて冷やされる。冷却水は20°C前後で入つて30°C前後で出るから温度がそう高くないため、従来は棄てられていた。

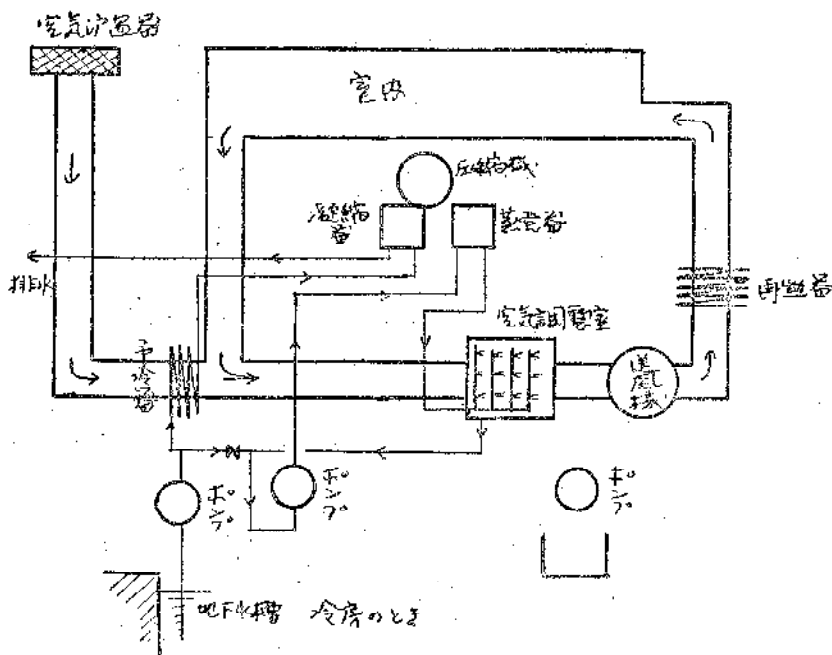
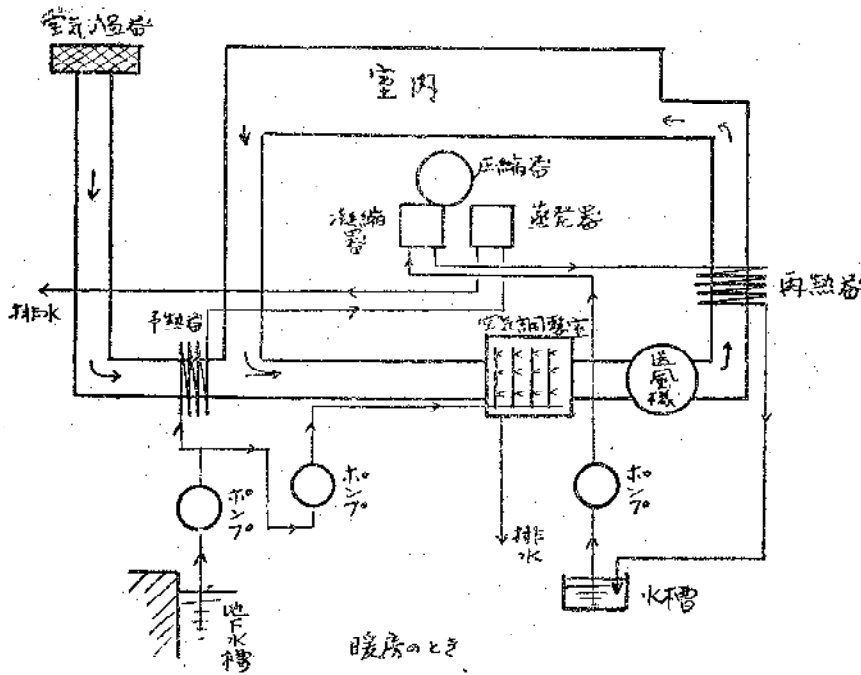
この暖い水を捨てないで暖房に利用するのが今云われているヒートポンプ方式なのである。利用の程度即ち効率はどうかと云うに、冷媒1kg当り凝縮器で水に與える熱量は334 kcalでそのときの圧縮機の仕事の熱当量は68 kcalから、いわゆる効率は $\frac{334}{68} = 5.3$ で理論上

は動力の5.3倍の熱を利用し得るので、大変効率が良いことになる。しかし5.3倍もの熱が何もない所から生じると云うのではなく、凝縮器に蒸発器より移行したもので、熱源は低温の液体なのである。このように低温のものより熱をとり高温の方へ移動させる作用をヒートポンプを唱えるようになったのである。

3. 冷 媒

冷媒として現在主として用いられているものに、アンモニア、メチルクロライド、メチレンクロライド、フロンなどがある。第2図、第1表でその主なものの特性を示した。普通の往復動圧縮機を用いた冷凍装置用としては、アンモニア、メチルクロライド、フロン12が採用されるが、暖冷房用としては容量が大きいので主としてターボ式を採用し、冷媒としてはメチレンクロライド、フロン11が使われる。この冷媒は他の冷媒に比べてガスが比較的重いから圧縮し易く吐出側と吸込側の圧力差が少いからターボ式に適合した性質を持っている。このうち特にフロンが秀れた性質を持っている。

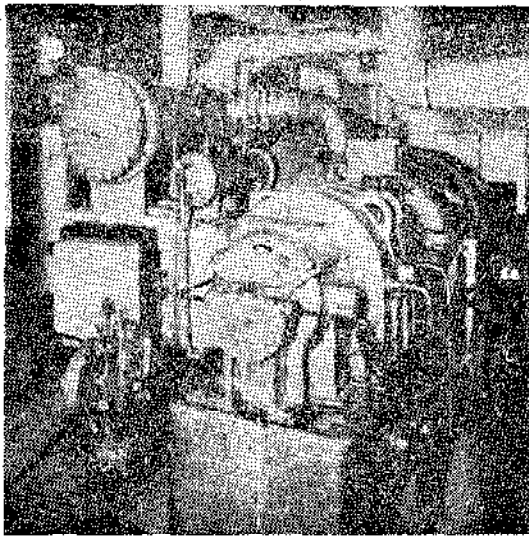
第3図 ヒートポンプによる暖冷房装置



4. ヒートポンプによる暖冷房装置

暖冷房の大体の系統は第3図に示す通りである。まず暖房のときの空気の流れについて説明する。冷い外気は取入口より吸込まれて、空気濾過器を通り塵埃を除去され、予熱器で地下水により少しく暖められ、更に各階より返つてくる空気と混合して空気調整室に入り、ここで湿度を調整されて送風機に吸込まれる。調整室の内部は多数の管が通りこの管に水の噴出口が多数取りつけられていて、地下水はポンプで噴出口より霧状となり室を通る空気と直接々触

第4図 ターボ冷凍機 能力160冷凍トン



して濕りを與える。其次いで再熱器で凝縮器から来る 40°C 前後の水で更に高い温度となり各階の部屋に送り込まれる。部屋の適当な温度は 20°C 前後で湿度は 60%位が良い。

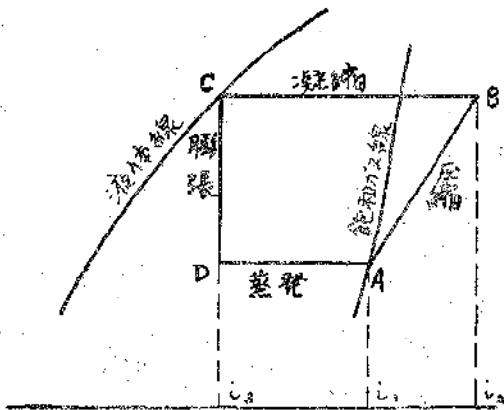
冷房の場合は外氣は 32°C 位であるから、まず予冷器で地下水により冷されてから各階より返つて来る空氣と混合し次に蒸発器を出た 7°C 前後の水の噴霧中を通つて更に冷やされ送風機により各部屋に送られる。夏の部屋の温度は 24°C 前後で湿度は 60%が適當である。

第4図は暖冷房装置に使用するターボ冷凍機で 160 冷凍トン床面積 1500坪の建物の暖冷房に適した能力のものである。

5. 熱効率の計算概要

通常暖冷房のサイクルの計算では第5図のようなモリエール線図上の熱ポンプサイクル

第5図 モリエール線図上の熱ポンプサイクル
温度°C → 圧力kg/cm² → エンタルピー



ユール線図を使うのが最も便利である。すると熱効率は

$$\text{熱効率} = \frac{\text{凝縮器で冷媒が出す熱量 Kcal/kg} \times 100}{\text{圧縮機で冷媒に與える仕事の熱当量 Kcal/kg}}$$

となる。メチルクロライド、メチレンクロライド、フロン11、フロン12のうちでは熱効率はフロン11が最も高く700%位になる。

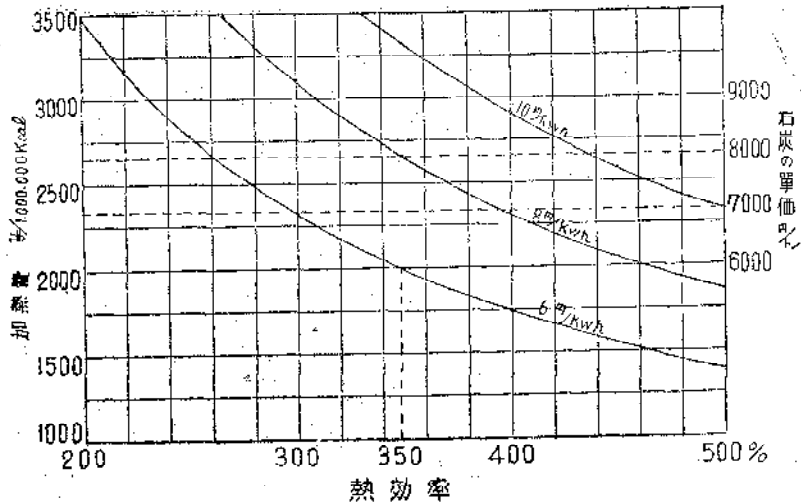
暖房装置全体の効率は

$$\text{全熱効率} = \frac{\text{空氣に與える熱量 kcal/h} \times 100}{(\text{電動機の入力 kw} \times \text{送水ポンプと送風機の入力 kw} \times 860)}$$

となり、例えば空氣に與える熱量を 50万 kcal/h、電動機の入力を 145kW、送風機と送水ポンプの入力を 55kW とすると、全体の効率は約 290%になる。

6. ヒートポンプ式暖房の經濟比較

第6図 ボイラー式ヒートポンプ式加熱比較図



ボイラーを使つたときの暖房費の比較は、電氣料金、石炭代、設備費、原價償却費、人件費、補修費等を綜合して計算しなければならないが、取りあへず電力量と石炭代とから比べてみる。今石炭使用の場合、発熱量 5000 kcal/kgの石炭を使いボイラーの燃焼効率を 60%とする。暖める建屋の坪数を約 3000坪とし、この暖房のカロリーを 100万 kcal/h と仮定する。100万 kcalの加熱費が等しくなる場合を計算すると第6図のようになる。

例えば石炭の単価が 36000円/トンならば 100万 kcalの加熱費は 2000円となるから、電氣料金が kWh 当り 6円で、暖房の効率が 350%のヒートポンプを使えばとんととなる。この外ヒートポンプ方式では、ボイラーが不用で維持費が少いと云うことは忘れてはならない。

ヒートポンプとしては今後更に効率を良くするよう努力しなければならぬ。又凝縮器の温水と蒸発器の冷水を平衡して同時に使用できるようにすれば理想的である。この方式は暖冷房のほか蒸発蒸溜、濃縮等にも応用され海水の濃縮にヒートホープ式の採用を計画して居る所もある。最近特にこの方式に関心を持たれるようになって来たので以上ヒートポンプ式暖冷房装置の大略を述べたが何等かの御参考になれば幸甚である。

資料 色彩管理委員會

Color dynamics 又は Color Conditioningについては、本号所掲の論文で、その概念的意味や實際的目的などを明らかにせられたと思うからこゝではそれについての解説は割愛することとして、現在わが国でどの程度の関心がよせられているかを研究及び實際面からその一端を紹介しておくことにする。

最近わが国に於ても事故災害の防止、生活環境の調整、作業能率の増進という實際的要求から、会社、工場、官庁、病院店舗などに於ていわゆる機能配色ということがようやく喧傳せられ、実施せられてきたようであるが、これは近來のアメリカに於ける流行の翻譯模倣の域をでないものようである。【F. Birren, Color Psychology and Color Therapy, 1950. DuPont, Col Conditioning (Du Pont 社の営業用刷物), Pittsburg, Color dynamics (Pittsburg Plate Glass Co., の営業用刷物)】と同時に未だ従來の塗裝技術の常識を出ないものようである。従つてわが国に於ける實際上の効果については国民性や生活環境や作業空間の特異性を考慮した上で、一応あらためて科学的に研究せねばならぬということから、全国に卒先して大阪府立産業能率研究所に於て「色彩管理委員会」を組織し、「研究専門部会」を設けて、科学的研究にのり出した。こゝにその概貌を紹介して参考に供したいと思う。

【大阪府立産業能率研究所】

色彩管理研究専門部会研究項目

(I) 能率測定研究専門部会 (大橋伸光)

(A) 生産能率

1. 単位当加工時間の測定
2. 実態調査

(B) 品質の向上

1. 誤作率
2. 不良個所
3. その原因

(C) 労務管理

1. 出勤率
2. 定着性

(D) 効果の測定

1. 効果の原價計算

(II) 心理学的測定、研究専門部会 (伊藤博)

(A) 環境調査

1. 心理的にみた場合

(B) 疲労調査

1. 主観的
2. 測定による

(C) 災害調査

1. 統計的
2. 測定による

(D) 快感度調査

1. 主観的
2. 測定による

(III) 医学的測定研究専門部会 (溝口輝彦)

項目は (I) に準ず

(IV) 労働衛生学的測定研究専門部会 (梶原三郎)

項目は (I)、(II) に準ず

(V) 配色塗裝研究専門部会 (須藤雅雄)

(A) 技術 (B) 測定 (C) 塗料材料費

(VI) 色彩照明研究専門部会 (浅越賢一)

(A) 技術 (B) 測定 (C) 主観 (D) 視色試験

以上各種研究専門部会を設けて研究を發足しようとしているが、その成果によつて、「色彩管理指導基準」を作成して、実業界への指導要領を指示しようとする、なほ調査の一端として現在次のようなものを開始している。

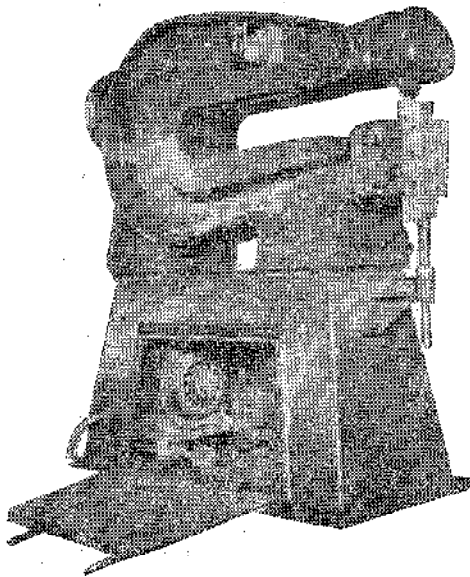
色彩管理現狀調査表

(□の中にチェックして下さい) 業種、従業員数

1. 現在科學的な色彩管理はどの程度實施していますか。
 - 研究過程 一部実施中 実施済
 - 今後実施したいと考えている 関心が無い
2. 色彩管理はどのような方法によつて研究していますか。
 - 委員会組織によつて研究している
 - 業者(例えばペイント会社)と共同して研究している
 - 現場責任者の研究に一任している
 - 職員の適任者に一任している
 - 研究していない
3. 工場会社建築物及機械の塗裝計画は特定の時に定めていますか。
 - 計画は別に樹てず随時にやつている
 - 一定の計画の下にやつている
4. 塗裝計画は經營成績の良否に依つて實施していますか。
 - 然り
 - 否
5. 塗裝はどのような見地から行つていますか。
 - 眼の爲によい 外見がよい 志氣昂揚
 - 工場安全 清潔 照明 耐久性を増す爲
 - 調和の爲 疲労防止 能率の向上
6. 塗裝は自工場の従業員に依つていますか、下請に委していますか。
 - 自工場の従業員に依つて塗裝している
 - 下請に委している
7. 塗裝はどの様な方法で行つていますか。
 - ブラッシュ塗裝 吹付 ローラー その他
8. 一度塗か、二度塗か。
 - 一度塗 二度塗 (以下43頁へ)

大鐵工業KK では此程新築落成した大和紡績ビル（大阪市東区南久太郎町四丁目電話(25)1470・6391～7）に6月1日移轉した。

新型自由截斷機 廣島の東洋工業が自動車、自動三輪車用の鉄板截斷に從來のバイブロンヤー（自由截斷機）の欠点の改良に努めていたがこの程新しい設計により大阪市の井上金属工業 KK（協会員）に製造を委嘱して完成した、これによつて3ミリ厚の鉄板も直線並に困難な曲線が自由な形状に切抜き截斷が容易に出来ることになつた。仕様は上部に取付けられた切削工具の強力な上下振動で切抜ける、長さ1350、高さ1450、幅600、重量1トン、切斷双物の振動数2000回、馬力2馬力最大切斷能力厚さ3% 幅800、尙要望により一般への販賣も行うことになり、東洋工業の油圧式パワーユニットで業績著しい汎栄機械 KK（大阪市天王寺区南河堀町）が製作権を獲得すでにぞくぞく受注に接している。



（写真バイブロンヤー）

キムレット完成 鉛及び鉛合金が耐酸化学機器用金属に使用されその最大の欠点は、機械的強度の弱いこと及び重量が重いことであつた。この欠点除去のため木村鉛鉄機械では予てより協会を通じて工学部冶金教室鈴木研究室の協力を得て一昨年より種々研究を続けて来たが、此の程遂に上記の欠点を除去した新鉛合金の製造に成功し、KIMLETと命名し市場にその声価を問う事となり、大いに注目されている。尙新製品KIMLE

Tは下記のような特長を有している。

【1】 Kimletの顕微鏡組織

新合金Kimletは鉛に3種以上の金属を配合し特殊なる方法にて熔融して製造せる4元より5元の合金で有り顕微鏡下に其の組織を見るに、其の共晶に α 晶又は β 晶が複雑に参差している。

特に鑄造塊 Kimlet-H の組織は鋼のパーライト組織に類似して硬度、並に抗張力の大なる事を示唆するものがある。

【2】 Kimletの機械的性質

Kimletの機械的性質に就いては、從來の純鉛、硬鉛の硬鉛の強度と比較して素晴らしい性質を示し特に硬度及抗張力が倍加し、之に依り同一なる強度を保持せしめるための從來の硬鉛製品等の肉厚を薄くする事が出来、従つて機器に使用する鉛の重量を節約し得て之が据附にも鉄鋼資材等の大幅なる節約が可能と成つた。

鑄造も熔接も何等從來のものと変りなく、従つて鑄造、圧延、引拔、鐵附其他の加工も容易で有る。又ホモゲン法に依るライニングも何等変化は無い。

【3】 Kimletの耐酸性

硫酸に対する耐蝕性は非常に増強され、其の耐蝕性は從來の鉛及鉛合金の2倍以上に達している。特に腐蝕の激しいアセチル化液に依る耐蝕性を見るに Kimlet-H が有する異色有る特性は驚異的で有り、30日間の浸漬期間中（溶液は連続的に 80°C~90°C）に加熱したるまゝにて、時々攪拌し気化を見越してホルマリン液補充）に試片板表面に固着した硫酸鉛の皮膜は可成り強固で、之を水中に於て指先で摩擦した程度では剥離しない。其の板面を顕微鏡で観察するに硫酸鉛粒子が Kimlet-H 板上に微粒状に一面に固着している事が認められる。

此の硫酸鉛の皮膜を醋酸アンモニウム溶液で溶解して除去すると始めて試片の重量の減少を來すが、其の量も從來の純鉛よりは著しく少量で有り耐蝕性に優秀で有るかを示している。

（41頁の続き）

9. 現在あなたの工場(会社)では、能率の向上、衛生的見地、安全等についての彩色に依るどのような対策を樹てゝ居られますか。すべてに就て御知らせ願います。

（例えば、パイプには～色を塗っている）
 危険物には～色を塗っている
 壁には～
 材料識別には～

（阪大心理学研究室）橋 覚勝