

粘着 tape 에 關한 理論과 實際

許 東 變※

1. 序 言

우리들이 日常 使用하며 잘 알려진 粘着 tape 의 歷史를 더듬어보면 古代 帛帛에서 藥用으로 사용하던 豚脂, 酸化鉛 및 植物의 汁으로 된 單鉛硬膏모양의 것이 그 紀元으로 推測된다. 近代에 이르러 18世紀 後半 獨逸에서 松脂와 蜜 wax 를 加하여 보다 粘着性있는 것을 만들었고 19世紀末에 美國에서 고무, 松脂, 蜜 wax 및 充填劑를 調合한 고무紵創膏를 만들었는데 常時 常溫에서 粘着性이 維持된다는 點으로서 粘着 tape 의 眞正한 誕生이라고 말할 수 있다.

工業材料로서의 粘着 tape 는 1930年代에 들면서 美國의 自動車工業의 發展에 따라 塗裝 masking 用 粘着 tape 가 出現하게 되었고 世界 第2次大戰 前後에 그 應用分野가 急速히 넓어지게 되자 工業分野로서 急速한 發展을 일으켜 오늘날에는 많은 種類의 tape 가 大工業化되고 있는 것이다.

2. 粘着의 概念

粘着現象은 複雜한 것으로 지금까지 이렇다 할 充分한 定說이나 解說도 없는 것이지만 界面化學, 靜電氣, 擴散, 材料力學 및 rheology 等等 많은 學問이 關聯된다는 것은 事實이나 其中 rheology 는 1929年 英國의 E. C. Bingham 에 依하여 創設된 物質의 變形과 流動에 關한 學問으로서 至今은 體系화된 것이나 粘着 tape 에 關한 問題는 難題의 하나로 많은 論爭이 거둬지고 있는 것이다.

一般으로 粘着이라고 하면 大略의 語源은 알 수 있으나 一定한 統一된 定義는 없는 것이며 特히 粘着에 있어서 粘着과 接着의 問題는 그 取扱에 難點이 있는 것으로 여러 學者들의 說을 要略해 보기로 한다.

Weidner^①는 被着材의 表面形狀에 順應하여 表面을 wetting 시키고 (또는 融合) 荷重 stress 에 견디는 諸性質을 統合한 것이 tack 라고 했다. 鋼, 유리, 硬化된

石炭酸樹脂 같은 것은 壓力을 加해도 接着은 되지않고 液體를 묻히므로서 接合은 되나 引張荷重에 견디질 못하는 것으로 粘着시키는 物體는 粘彈性을 갖고 있어야 한다는 것이다.

Voyutskii^②는 粘着은 많은 粘性을 가진 液에서 나타나는 現象으로서 接着될 固體面에 그 液이 接着될려는 能力이 있는 것이라 했다. 그 本性을 보면

④ 두 被着材 사이에 粘性液體를 挿入하고 引張剝離하면 그림 1 과 같이 細線狀으로 늘어나다가 切斷되는 曳糸性を 나타낸다.

⑤ 이 때 液과 被着材 사이에는 接着되어 있고 液의 凝集破壞가 始終인지는 모르나 일어나고 있는 것으로 粘着과 接着은 全然 別個의 現象이라고 했다.

⑥ 凝集破壞가 存在하기는 하나 앞에서 처럼 細線狀으로 되는 것으로 單純한 凝集破壞는 아니고 曳糸性を 나타내는 流動變形의 일이 大部分이다.

切斷面積을 A, 그 表面自由 energy (等方性物體라면 表面張力)을 r 라고 한다면 凝集일은 $2Ar$ 가 되며 細線狀으로 될 때는 A가 極히 작게된다. 그런데도 不拘하고 粘着일이 $2r \cdot A$ 보다 아주 크다는 것은 流動變形

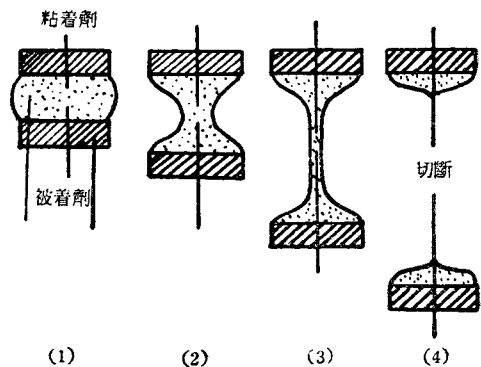


그림 1. 粘着模型

※ 國立工業研究所고무研究室

의 일이 要因인 것이다. 더구나 $2Ar$ 가 적다는 것은 그때의 r 가 無意味하게 되어 粘着에 對하여 無關係하는 것이다. 다시 말하면 粘着劑의 表面張력이 크던지 적던지 粘着力에는 無關係하다는 것이다.

粘着 tape 의 粘着에 關하여 J. Dow[®] 는 粘着 tape 의 重要한 性質으로서 接着力 A_1 , 粘着力 T , 凝集力 C , 支持體와 粘着劑의 結合力 A_2 인 4가지의 힘을 갖고 있으며 tape 를 被着體로 부터 完全히 引張剝離하는 때는 $A_2 > C > A_1 > T$ 인 힘의 balance 를 取할 必要가 있는 것이라 했고 粘着은 最小壓으로 接觸시켰을 때의 分離抵抗力이고 接着은 充分한 接觸이 일어났을 때의 抵抗力이라고 했으며 Wetzel[®] 은 粘着이란 他 表面에 接觸함과 同時에 生기는 結合력을 形成시키는 物質의 性質이라고 했으며 堀[®] 은 tape 에 가벼운 荷重을 極히 短時間에 加함으로서 急速히 接觸되어 短時間 後에 粘着劑와 被着材의 界面을 分離할 때 必要한 힘으로서 測定되는 것이 粘着性이라고 했다.

이와 같이 粘着의 定義는 若干 희미하나 粘着劑와 着接劑의 差異는 若干 明確視되고 있는 것으로 卽 接着劑는 溶劑, 熱, 化學反應等 어떤 手段을 使用하여 接着過程에서는 液體的 性質을 가지고 破壞過程에서는 固體的 性質을 가짐으로서 강한 接着力을 얻을 수 있는 것이나 粘着劑는 粘彈性的 性質이 강한 것이라고 할 수 있다.

3. 粘着 tape 의 構成 및 配合例

粘着 tape 는 種類에 따라 下引劑나 剝離劑를 省略한 것도 있으며 紙粘着 tape 처럼 紙의 補強을 目的으로 浸漬處理하는 것도 있으나 一般的으로 支持體, 粘着劑, 下引劑 및 剝離劑等 4가지로 構成되고 있다.

3.1 支持體(backing)

Tape 의 支持體로는 布, 紙, film, sheet, 不織布等 여러 가지가 利用되나 用途에 따라 適選 되어야 한다. 絆創膏를 보면 強度를 要하는 固定用에는 布를, 伸縮性和 柔軟性을 目的으로 하는에는 vinyl sheet 를, gauze 의 固定用에는 紙를, 發疹防止用에는 通氣性이 있는 不織布등을 利用한다.

3.2. 下引劑(primer)

下引劑는 支持體와 粘着劑의 相互 結合력을 強하게 하는 것으로서 相互 親和力이 있어야 하며 cellophane tape 用으로는 다음과 같은 例가 있다[®].

④ polyvinyl alcohol.....	1.87 part.
formaldehyde soln. (40%)	2.33 "
ammonium hydrate (28% NH ₃)	2.80 "
rubber latex (60% rubber)	6.25 "
water	18.25 "

⑤ polyvinyl alcohol.....	1.90 part.
rubber latex (60% rubber)	6.33 "
water.....	21.77 "

이것은 cellophane 에 親和力이 강한 polyvinyl alcohol 과 粘着劑에 親和性이 있는 natural rubber latex 를 混合한 것이다. 또 cellophane 은 물에 軟化되고 熱乾燥로 材質이 脆化 됨으로 有機溶劑, titane 化合物, elastomer 等の 調合[®]이 提案되고 있다. 여기서 titanium 化合物로서는 TPT (tetraisopropyl titanate), TBT (tetra-n-butyl titanate)等이 主用되는바 이는 大氣中の水分으로 分解되는 cellophane 表面에 酸化 titanium 의 緻密한 膜을 形成할 수 있는 것이다. 이 외에도 isocyanate 의 添加로 化學反應을 일으켜 保護하는 方法도 있다[®].

3.3 剝離劑(releaser)

剝離劑의 良否가 製品의 品質을 左右한다고 하여도 過言이 아닐 程度로 다음의 條件을 滿足시킬 수 있어야 한다.

- ① 耐水性이 있어야 한다.
- ② 粘着劑와의 界面에 安定性を 부여할 수 있어야 한다.
- ③ 卷取할 때 剝離劑의 흐름이 없어야 하며 剝離가 容易하여야 한다.
- ④ 布의 경우 뒷면이 平滑하도록 하여야 하는 것 등으로 布에는 polyvinyl chloride, polyvinyl acetate, ethyl cellulose, acrylic ester樹脂, 紙에는 selac樹脂等 支持體의 種類에 따라 여러 가지가 있는 것으로 支持體에 親和性이 있고 粘着劑에는 非親和性인 것으로 carbamine酸 polyvinyl ester와[®] maleic ester의 copolymer[®], polyvinyl alcohol의 部分 高級脂肪酸 ester[®], cellulose alkyl urethane[®] 등 여러 特許가 있다.

3.4 粘着劑(pressure sentsitive adhesive mass)

가벼운 指壓으로도 容易하게 變形流動되어 간단히 附着되어야 하는 것으로 高凝集력과 彈性을 가진 elastomer 를 基體로 여기에 軟化劑와 粘着附與劑 等を 加하여 粘性을 低下시켜 適當한 凝集력을 갖게하여 강한 接着성을 나타내어야 하고 充填劑로서 補強效果, 收縮防止, 原價節減 等を 생각하여야 하며 老化防止劑, 安定劑, 粘着調整劑 等を 適當히 使用하여야 한다. 粘着附與劑는 다음과 같은 性質을 가져야 한다. 卽 셋째로는 使用되는 고무素材와 잘 融合되는 다시 말하면 相溶性이 큰 것이 必要하다. 이것은 고무素材와 粘着附與劑의 solubility parameter 가 서로 近似할 必要가 있는 것이다. $S.P = \frac{d \cdot \sum G}{M}$ 라는 Small[®] 의 式으로 求할 수 있는 것으로 여기서 d 는 粘着附與劑의 比重, $\sum G$ 는 粘着附與劑의 分子式 中の 原子와 原子團의 分子間引力

恒數(G)의 總和, M는 粘着附與劑의 分子量이다. 둘째로는 粘着附與劑 自體가 강한 粘着性을 갖고 있어야 한다. 셋째로는 고무配合物에 附與되는 粘着性의 効力은 經時變化가 적어야 할 必要가 있다. 그러면 粘着劑의 組成을 綜合하여 보면 大略 다음 表1과 같다.

表 1. 粘着劑의 組成

高分子...NR, SBR, IIR, IR, CR, silicone rubber, 鹽化고무, 再生고무, polyisobutylene, polyvinyl-isobutyl ether, polyvinyl butyral, vinylchloride-vinyl acetate copolymer, acryl copolymer, cellulose nitrate, cellulose acetate 등.

粘着附與劑樹脂...rosin ester gum, polyterphene 樹脂, cumarone-indene 樹脂, styrene 系樹脂, polyolefine 系樹脂, alkylphenol-formaldehyde 樹脂, alkylphenol-acetylene 樹脂, xylene-formaldehyde 樹脂 등.

軟化劑...polybutene, polyisobutylene 低重合物, polyvinyl-isobutyl-ether 低重合物, rosin 油, 樟腦, 解重合고무, 各種 可塑劑 등.

粘着調整劑...caster oil, soyabean oil, process oil, 流動 paraffine, factice 등.

充填劑...亞鉛華, 殿粉, titanium oxide, calcium carbonate, silica, aluminium hydrate, clay 등.

酸化防止劑...alkylated polyhydroxy phenol, zinc dibutyl-dithiocarbamate, 2,5-di-tert-butylhydroquinone, 2,6-di-tert-butyl-p-cresol, phenyl-β-naphthyl amine, di-butyl-amyl hydroquinone, aldol-α-naphthyl amine 등.

安定劑 및 其他

3.5 被覆物(liner)

Liner로서 silicone 處理를 한 剝離紙가 獨特한 것으로서 感壓紙, 兩面 tape 등에 主用되고 있으며 貼布藥에는 藥劑의 揮散防止를 目的으로 cellophane이 主用되고 PVC, PE, PP 등의 film도 使用되고 있다.

3.6 粘着劑의 配合例

粘着劑의 配合은 tape의 使用目的에 따라 調査되어야 하는 것으로 오늘날 까지 經驗에 依한 基本的인 data가 있을 뿐 實際 配合에는 各社의 獨自의 方法으로서 널리 알려져 있지 않으며 特許의 內容도 무엇인가 重要한 몇 가지는 빠뜨려져 있어 實際 配合 data로서는 適用이 困難하나 比較的 良心的인 data 몇 가지를 간추려 보기로 한다.

Cellophane tape;

日本特公 昭 30-1747	重量部
A. benzene 可溶性 polyvinyl butyral	100.0

caster oil	160.0
di-hydro-metyl-abietate	30.0
B. 70% chloronated paraffine	30.0
40% "	10.0
benzene	10.0
C. 1/2抄, 硝化綿	20.0
butyl acetate	200.0

A에 B와 C를 加하고 다시 benzene 60, butyl acetate 20部の 混合溶劑로서 稀釋하여 完全 均一하게 溶解시킨다. 위에서 caster oil이 使用될 時 水酸基含有 油脂類를 多量 含有할 必要가 있는바 이는 軟化作用과 同時에 常時 不乾性 및 粘着性을 維持하는 것이며 chloronated paraffine은 수증기 透過性을 低減시키며 粘着性의 向上도 附與한다.

日本特公 昭 28-6492	重量部
latex · crepe natural rubber	50.0
rubberlike butadiene-styrene copolymer	50.0
酸化防止劑(alkylated polyhydroxyphenol)	1.0
polyterphene resin (Piccolyte S-85)	50.0
heptane	600.0

위에서 polyterphene resin은 粘着附與劑로서 강한 粘着성과 透明性을 주고져 使用한 것이다.

Vinyl tape;

日本特公 昭 30-7231	重量部
鹽化고무	31.0
天然樹脂	5.0
DOP	43.0
大豆油	21.0

可塑劑인 DOP의 量은 PVC film에 含有된 可塑劑와 粘着劑 中の 可塑劑와 同一 量으로하여 可塑劑의 移行性(migration)을 參酌하고 있다.

日本特公 昭 40-24546	重量部
rubberlike butadiene-styrene copolymer	100.0
zinc oxide	5.0
titanium oxide	7.0
carbon black	3.0
油溶性熱反應 phenol-aldehyde resin	12.0
ester gum	60.0
paraffine oil	20.0
soft cumarone-indene resin	40.0
heptane	441.0
alcohol	4.4

primer로서는 아래의 水溶性型이 사용된다

water	1740.0
Igepal CA-630	13.0
ammonium (26 Bé)	1.0
Hycar-1552	250.0
cumarone-indene 樹脂 分散液	660.0
vinyl chloride. maleic acid 的 共重合物(1% 水溶液)	500.0

위에서 primer 로서 水性형을 사용하여 靜電氣 發生이 容易한 vinyl tape 를 安全하게 하고 vinyl 에 對한 흐름(濡性)을 改善하고자 非 ion 界面活性劑인 Igepal CA-630 (iso octyl penoxy poly (ethyleneoy) ethanol) 을 使用하고 있다.

Masking tape;

U. S. A. 2, 937, 109	重量部
pale crepe rubber	100.0
poly-β-pinene resin	75.0
peteroleum oil	5.0
poly-trimetyl-di-hydroquinone	2.0

Kraft 紙는 chloroprene 97%와 ethylene-di-amine-tetra-acetate 的 sodium salt 3%의 latex(固形分 37%)로 서 浸漬處理한 것을 使用하여 加工함으로써 彈性, 屈曲性, 引裂, 引張強度등의 物理的性質의 補強을 目的으로 하고 있다.

醫療用 tape;

U. S. P. 2, 415, 901	重量部
polyvinyl- n-butyl ether	25.0
factice	10.0
Stelite ester #10	30.0
Bistack #1 (低重合 polyisoprene)	6.0
lanoline	2.0
aluminium hydrate (Al ₂ O ₃ ·3H ₂ O 또는 Al(OH) ₃)	11.0
titanium oxide	15.1
Santovar	1.0

U. S. P. 2, 484, 060	重量部
polyisoprene (MW 80, 000)	15.0
SBR	10.0
factice	5.0
hydrated rosin-glycerine ester	28.0
lanoline	7.0
密 wax	2.0
亞鉛華	32.8
Santovar	0.2

大豆油, rosin ester, sulfur 로 만든 factice 는 ela-

stomer 的 軟化劑로 使用하여 roll 加工의 容易 및 cold-flow 를 減하고 aluminium hydrate 는 充填劑인 C-730 을, polyisoprene 인 Bistack #1 은 軟化劑로 使用하고 있다.

Polyester tape;

U. S. P. 3, 197, 326	重量部
天然 고무	100.0
polyterphene resin(Piccolyte S-125)	75.0
rosin 誘導體	10.0
酸化防止劑	2.0
lanoline	1.0
Primer 는 다음과 같은 混合液을 사용함.	
10% butadiene. acrylonitrile (in MEK)	300.0
20% vinylidene chloride. acrylonitrile(in MEK)	150.0
10% chloroprene(in MEK)	155.0
50% phenolated terphene(in MEK)	100.0
50% trichloroacetate(in Toruene)	40.0

위에서는 親和性이 있는 halogen 化合物, nitril 고무를 下引劑로 使用하고 있다.

日本特公 昭 36-88	重量部
A. acrylic isoocetyl monomer	163.0
ethyl acetate	248.0
benzoyl peroxide	0.62
acylic acid	6.8
B. ethyl acetate	79.0
benzoyl peroxide	0.6
C. (Primer)	
epoxy resin(m. p 10°C)	1.0
多官能 amine 重合體(Basamit 115)	1.0
nitril 고무(butadiene 70 部와 acrylonitrile 30 部)	2.0
toluene 또는 methyl ethyl ketone	適量

A 는 N₂ gas 中에서 55°C 에서 6 時間, 攪拌하면 粘調한 溶液이 되는데 여기에 B 를 添加한 다음 60°C 에서 5 時間 保持했다가 heptane 280 部로 稀釋하여 被覆하기 容易한 粘度로 하는 것으로 粘着劑로는 acryl 樹脂를 單獨 使用하고 있다.

Polypropylene tape;

U. S. P. 3, 079, 278	重量部
無定形 polypropylene 的 n-heptane 10% 溶液	10.0
hydro-dienetate abiethyl alcohol	2.0

低 energy 表面을 가진 polyolefine 的 代表例로서 atactick polypropylene 을 使用한 것이다.

Teflon tape;

U. S. P. 2, 989, 419	重量部
alkyl polysiloxane	94.6
tetraethylene pentamine	0.4
tetrabutyl-o-titanate	5.0
xylene	157.0

Aluminium tape;

U. S. P. 3, 202, 535	重量部
silicon 樹脂	100.0
titanium oxide	12.0
aluminium hydrate	5.0
benzoyl peroxide	0.6
toluene	90.0

이상의 Teflon 및 aluminium tape 는 $-38\sim 288^{\circ}\text{C}$ 에서 사용할 수 있는 特殊 tape 로서 silicon 樹脂를 粘着劑로 사용한 것이 特徵이다.

4. 粘着 tape 의 用途

粘着 tape 도 여러가지 種類가 있고 그 特性에 따라 用途가 달라지는 것으로 다음과 같이 大別하고 關係規格과 함께 간단히 살펴 보기로 한다.

4-1 包裝用 및 補修用

包裝材料는 古來로 繩, 紐等이 사용되어 왔으나 容器的 型이나 熟練度等 個人차가 크고 오늘날의 包裝簡易化와 粘着 tape 工業의 發達로 使用量의 增大는 勿論 適用範圍도 넓어져서 一般簡易包裝, 單一보루箱子の 梱包, 缶容器類의 封緘, 書籍類의 補修 및 補強, 棒狀物質의 結束, 其他 方面으로 가장 넓은 用途를 나타내는 것으로 紙粘着 tape, cellophane, acetate 粘着 tape, 布粘着 tape, 纖維補強粘着 tape, plastic 粘着 tape 等等이 있다.

紙粘着 tape 는 가장 오랜 것으로 紙는 latex 含浸, polyethylene 積層, silicon 處理 等을하여 機械의 強度의 補強과 함께 防水性,撥水性 等の 效果를 附與한다. KS-M-1525 및 JIS-Z-1523 에는 支持體의 紙質에 따라 3種으로 나누고 Fed. Spec. -PPP-T-76b 에는 特히 防水性, 耐濕性을 要求하고 있으며 Fed. Spec. UU-T-118 에는 醫療用 機器의 包裝, 醫療用 器具의 滅菌(高熱濕, 高壓)時에 封緘用으로 사용되는 것을 규정하고 있다.

Cellophane 은 耐油性, 耐溶劑性이 優秀하지만 親水性으로 濕度의 影響에 따라 機械의 強度에 惡影響이 크며 透明性이 좋고 紫外線透過率이 높아 美觀한 反面에 粘着劑의 老化促進이 容易하여 長期使用이나 光曝露時

에는 不適하여 一般包裝用, 一時補修等 比較的 短時間의 使用에 適合하다. 또 良好한 透明性으로 印刷를 하거나 透明 또는 着色粘着劑를 塗布하여 表示를 兼한 軟包裝에 使用되는 것이 많다. 이 tape 는 品質의 均衡을 이루어 極히 安定한 것이며 高分子工業의 發達과 함께 그 消費量의 增大를 보이고 있다.

食醋酸化纖維素를 film 狀으로한 acetate film 은 耐濕 및 耐水性은 極히 優秀하며 尺寸安定性도 良好하여 書籍類 等 長期保存物의 補修 및 補強에 主用된다. 또 艶消處理를 하여 typing 도 可能하여 表示를 兼하기도 하는바 이들은 Fed. Spec. L-T-90c 및 JIS-Z-1522 에 그 品質을 규정하고 있다.

布粘着 tape 는 綿 staple fiber 같은 布의 한쪽 面에 適當한 物質을 塗布 또는 積層加工하여 防水, 防濕性을 附與한 것을 支持體로 하고 다른 한쪽 面에 凝集力이 豊富한 粘着劑를 塗布한 粘着保存性이 높은 tape 로서 梱包, 封緘, 結束等에 主用된다. 布의 強度에 따라 KS-A-1526 에는 3種으로 區分되고 있으며 JIS-Z-1524 및 Fed. Spec. -PPP-T-60b 에는 透濕率에 따라 3種으로 나누고 浸水後의 強度特性에 따라 2型으로 나누고 있었으나 지금은 全體의인 強度나 防濕性의 要求로 完化되어 있다.

纖維補強粘着 tape 는 高強度를 要求하는 것으로 複合物을 支持體로 하는 所謂 plastic film 의 縱方向으로 纖維를 並行하게 接着시켜 높은 引張強度와 耐衝擊性인 것으로 重梱包, 重結束에 主用되며 Fed. Spec. -PPP-T-97c 에는 引張強度 및 耐候性에 따라 4種으로 나누고 耐久性試驗(長時間에 있어서의 貯藏安定性과 耐熱濕性)도 行하고 있다.

Plastic tape 는 polyvinyl chloride, polyethylene, polypropylene 같은 plastic film 을 支持體로하는 粘着 tape 로서 防濕性을 크게 要求하는 곳에 主用되어 缶容器的 封緘에 主用된다. Fed. Spec. -PPP-T-66c 에서는 一般用과 印刷用으로 나누고 防濕, 防水性을 規定하고 있으며 JIS-Z-1525 에는 軟質, 硬質로 區分하고 있다. MIL-T-4239 에는 寫眞用 不透明 vinyl tape 가 있는데 防濕性 寫眞感光材에 影響을 끼치지 않아야 한다는 것을 規定하고 있다.

4-2 電氣絶緣用

Plastic tape 로서 가장 오랜 歷史를 지닌 것으로 電線保持固定, transcoil 의 電氣絶緣, 電氣機器의 laping, 電線電纜의 組織等 各種 電氣絶緣用으로 사용되는데 支持體로서는 非親水性이며 絶緣性이 높은 polyvinyl chloride, polyethylene, polyester, 三醋酸化纖維素 外에 最近에는 polycarbonate, polypropylene 等도 使用되고

있으며 粘着 tape 의 一般特性 外에 優秀한 電氣絕緣性 과 耐溶劑性, 耐油性이 있어야 하며 電線等에 腐蝕이 없고 高溫에서도 性能이 維持되는 品質이라야 한다.

軟質 PVC tape 는 多彩롭고 鮮명한 color 로서 伸張性(順應性), 耐濕性, 耐摩耗性이 優秀하여 가장 많은 用途를 갖고 있으나 支持體와 粘着劑 中의 可塑劑가 被着體에 對한 migration 으로 惡影響을 미치는 수도 있다. JIS-C-2336 과 MIL-I-7789a 에 그 品質을 規定하고 있다.

Polyester tape 는 PVC tape 다음가는 需要量으로 優秀한 順應性으로 小型通信機器와 電子産業에 있어서는 안되는 것으로서 粘着劑는 熱可塑型과 熱硬化型의 2種이 있고 JIS-C-2338 에는 film 의 두께에 따라 3種으로 나누고 各各의 電氣特性을 區分하고 있다.

그 밖에도 polyethylene, Teflon, polycarbonate, polypropylene 等の tape 는 絕緣性이나 耐濕性이 좋으나 使用量은 적으며 高度의 絕緣性을 願치 않는 곳에는 紙나 布의 粘着 tape 도 廉價로써 利用되기도 한다.

4.3 醫療用

勿論 外科用으로서 皮膚에 貼着하거나 索引, 緊縛, 創傷의 包帶材로서 官能의 特性이 重要하여 粘着性이나 皮膚에 對한 抗發疹性을 要求하고 있는 것으로 抗 histamine 劑, 殺菌劑, mould 抑制劑等의 配合를 생각하여야 한다. 支持體로서는 布, 紙, 軟質 PVC film 等이 使用되며 J. P. VII, U. S. P. XVII, Fed. Spec-U-P-401c 에서는 綿布를 指定하고 있으며 人間體溫에 가까운 37°C 에서의 引張強度와 接着力을 同時에 規定하고 있다. 粘着劑는 勿論 醫療用에 適合한 것이어야 하며 精選된 原料를 使用하여야 할 必要가 있으며 Fed. Spec. -U-P-401c 에도 特別히 再生고무의 使用를 禁하고 있다. 綿布絆創膏는 特別히 防水性을 가져야하며 U. S. P. XVII 에서는 滅菌한 것을 볼 수 있고 低粘着 tape 도 큰 힘을 要求치 않은 곳에 安價로 또 粘着性에 比하여 接着力이 적으므로 剝離時에 物理的 刺戟이 적은 것을 特徵으로 한다. 軟質 PVC tape 도 順應性, 耐水性이 좋아 많이 使用되고 있는데 皮膚에 對한 發疹性이 적어 衛生的이며 使用이 容易한 滅菌綿附着 應急 絆創膏가 널리 유행되고 있다.

4.4 保護用 및 masking 用

輸送 및 運搬時의 損傷防止, pipe 의 防蝕, 塗裝時의 masking 等에 使用되는 것으로 布粘着 tape 는 一般의 인 各種 保護에 使用되며 特殊한 例로서는 高溫 長時間의 燒付塗裝에서 耐水性, 耐藥性品을 要求하는 masking 用으로 前工程의 保護 및 塗裝 後의 保護를 兼하는 곳에 使用되는 것도 있다(表 2 참조). 紙粘着 tape 는 保護紙와 같은 保護用을 目的으로 하는 것과 crepe mas-

king tape 와 같은 塗裝 masking 을 目的으로 하는 것으로 大別할 수 있는데 고무 latex 를 含浸한 krap 紙를 支持體로 하는 保護紙는 金屬, plastic, 木製物等의 貯藏 및 運搬時에 損傷 및 汚損等으로 因한 商品價値의 低下 防止를 目的으로 粘着劑에 依한 汚染 및 損傷이 없도록 精選된 原料로서 高凝集力과 低粘着力으로 製造되어야 하며 (表 3 참조), crepe masking tape 는 伸張性이 커서 彎曲部分에 順應性이 좋고 耐油性, 耐水性도 優秀하며 masking 을 行할 때 tape 가 伸縮됨으로 凝集力과 接着力이 커야한다. 또 塗裝條件에 따라 常溫乾燥型과 燒付型으로 나누어지나 主로 粘着劑의 性質에 支配된다. 燒付型의 耐熱度는 熱處理溫度 및 時間으로 決定되며 燒付後 常溫으로되면 剝離가 容易하고 粘着劑의 殘留, 被着面의 汚染 및 變色等의 缺點이 없어야 한다(表 4 참조), Fed. Spec. -UU-T-106c 에는 crepe 와 flat 의 2種으로 나누고 있다.

金屬의 型取 等에 主用되는 plastic tape 는 軟質 PVC tape 로 強度와 伸張性이 크다(表 3 참조). 또 一般保護用, 防蝕用으로 PVC, PE, polyester 等이 使用되는데 Fed. Spec. -PPP-T-66c, Fed. Spec. -L-T-100a 에 이들을 規定하고 있으며 耐鹽性, 耐油性, 不燃性도 規定하고 있다.

表 2. 布 masking tape 의 性狀

두 께 (mm)	引張強度 (kg/25mm)		粘(着)力 (g/25mm)	
	常溫時	加熱後※	常溫時	加熱後※
0.38	28	22	1200	2500

※ 加熱條件; 150°C, 30分→水冷→150°C, 180分

表 3. 保護用 tape 의 性狀

支持體	두 께 (mm)	引張強度 (kg/25mm)	伸張率 (%)	粘(着)力 (g/25mm)
紙	0.14	5.7	14	160
P V C	0.13	7.6	170	550

表 4. Crepe masking tape 의 性狀

種 類	두 께 (mm)	引張強 度 (kg/ 25mm)	伸張率 (%)	粘着力(g/25mm)		
				常溫時	促進老 化後※	加熱後 ※
常溫型	0.162	10.8	14	520	430	—
燒付型	0.165	10.0	12	880	560	940

※ 1. 促進老化條件; 65°C, 85%RH, 48時間

※ 2. 加熱條件; 150°C, 1時間

4.5 表示標識用 裝飾用

支持體에 着色, 印刷, 金屬蒸着 또는 反射性物質의 塗布, 着色粘着劑의 塗布等을 行하여 pipe 나 線 等의

識別, 商品의 表示識別, 部品과 貯藏品의 差別, 警戒 個所의 明示, 道路의 區分, 壁紙나 其他 裝飾用에 使用되는 것으로 耐光性과 耐濕性가 重要하다. 여기에는 art紙와 같은 高級紙, cellophane, cellulose-acetate, PVC, polyester (Fed. Spec. —L—T—100c), 紙補強 acetate (Fed. Spec. —L—T—99a)等等이 支持體로 使用되고 있다.

4.6 固定用 및 接合用

Recording tape의 連結, 圖面의 固定, 絨 film의 淸 固定, carpet의 固定等 物質間의 固定接合을 目的으로 一般形 粘着 tape와 兩面粘着 tape가 있으며 特히 Fed. Spec. —UU—T—91c에는 品質과 함께 liner의 接着力도 規定하고 있다.

5. 粘着 tape의 試驗法

粘着 tape는 種類와 用途의 特性에 따라 여러 가지 項目의 試驗法이 있으나 紙面 關係로 粘着力이나 接着力의 測定方法과 促進老化試驗의 몇 몇 規格을 紹介하고 져 한다.

5.1 粘着力 및 接着力 測定方法

5.1.1. 球 굴림法

粘着의 概念은 短時間 接觸에 있다는 생각으로 球를 回轉하여 短時間에 接觸되는 값으로 粘着을 評價하는 方法으로 2가지가 있다.

하나는 直徑이 다른 여러가지 球를 一定한 거리에서 부터 굴렸을 때 tape의 粘着面에 정지되는 球의 直徑으로 값을 定하는 方法과 또 하나는 tape의 粘着面上에서 一定한 直徑의 球를 굴렸을 때 球가 정지하는 거리로서 값을 定하는 方法으로 두 方法이 모두 理論的인 意味는 解釋이 困難하며 滿足할만한 結果는 얻을 수 없는 것이다.

5.1.1.1. J. Dow 方法[®]

그림 2와 같이 30度의 傾斜面에 一定한 길이인 粘

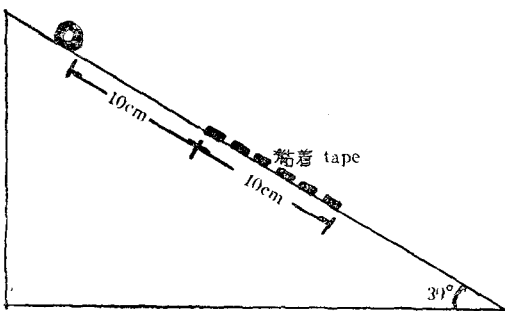


그림 2. J. Dow 球굴림법

着 tape를 粘着面이 위가 되도록 固定시키고 一定한 높이에서 直徑이 1/32 inch부터 1 inch까지 32個의 鋼球를 順序로 굴렸을 때 tape 위에 靜止되는 最大徑의 番號로서 粘着性을 判斷하는 方法이다.

5.1.1.2. Douglas tack test[®]

그림 3과 같은 鐵製滑走路의 水平部分에 tape의 粘着面이 위가 되도록 60 inch의 길이로 固定시키고 直徑이 1 1/8 inch의 steel ball (重量 111.5g)을 曲線 上部에서 떨어트렸을 때 球가 靜止되는 거리의 逆數로서 粘着性을 判斷하는 方法이다.

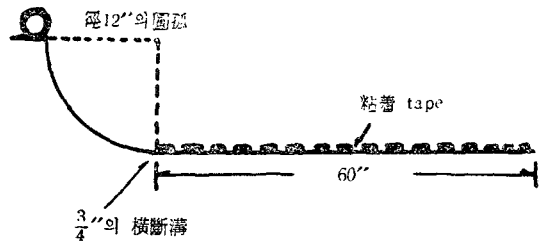


그림 3. Douglas tack test.

5.1.2 垂直 引張破壞強度試驗

粘着面에 接觸시킨 被着體를 粘着面의 垂直方向으로 引張할 때 要하는 힘을 測定하는 方法으로 Wetzel probe test[®]가 있다.

이것은 Instron 試驗機를 使用하여 粘着 tape를 固定하고 直徑 1/16 inch의 研磨된 brass棒을 tape의 粘着面에 接觸시켜 1秒 後에 垂直方向으로 引張하는 方法으로 被着體의 側面에 粘着面이 接觸되지 않고 完全한 接觸이 되도록 하여야 한다.

5.1.3 定速 引張剪斷強度試驗

Tape와 被着體를 平行하게하여 剪斷應力으로 粘着劑의 界面을 破壞시키는데 要하는 힘을 測定하는 方法으로 接着面 全體에 應力이 골고루 가도록 하여야 하고 接着面의 힘이 支持體의 強度보다 클 때는 支持體가 破斷되는 경우가 많고 粘着劑가 柔軟하면 凝集破壞를 일으키는 경향이 있으므로 界面에서 破壞되도록 하는 때는 接着面積을 可及的 저게 할 必要가 있다.

日本藥局法에서는 試料의 幅을 2.5cm, 길이를 5cm (接着될 部分)로하여 37°C의 恒溫槽 中에서 30分間 保溫시킨 被着體(Bakelite板)에 重量 850g인 roll로 30 cm/min.의 速度로 試料를 2回 壓着하고 30 cm/min.

의 引張速度로 引張하여 測定하고 있다.

5. 1.4 定角, 定速 剝離試驗

가장 널리 利用되는 方法으로 剝離角은 90° 및 180°가 있으나 普通 180°角을 많이 利用한다.

Federal specification UU-P-31 method 100 에서는 tetrachloride 로 잘 막은 stainless steel 板에 tape 를 놓고 4 1/2 lb. 인 고무 roll 로서 12"/min. 의 速度로 2 回 往復하여 tape 를 接着시키고 tape 의 한 끝과 stainless steel 板의 한 끝을 180 度角으로 하여 12"/min. 의 引張速度로 剝離시킬 때의 힘을 測定하는 方法이다.

5. 2 粘着 tape 의 促進老化試驗

粘着 tape 의 耐久性試驗에는 耐熱性, 耐寒性, 耐光性, 耐候性, 電氣絕緣性 등 많은 項目이 있지만 tape 에 共通되는 것은 耐老化性으로서 自然老化和 促進老化가 있으나 相互 關聯性이나 充分한 data 도 別로 없는 現狀이라 現今 活潑한 研究가 계속되고 있는 것이다. 人工促進老化的 條件은 溫度, 濕度, 光, Ozone 등이 主要因으로 tape 의 耐老化性도 이러한 特定한 條件下에서 接着力의 低下狀態를 規定하는 것이 많다. 다음에 몇 몇 試驗規格을 表 5, 表 6, 表 7 및 表 8에 나타낸다*.

表 5. 粘着 tape 의 高溫, 高濕試驗規格

品名	規格名	溫度 (°C)	濕度 (%)	時間 (hr)	試驗後許容最低接着力	保證貯藏期間(月)
cellophane 및 cellulose acetate 粘着 tape 保護用, 識別用 粘着 tape	Fed. Spec. -L-T-0090	65	85			
	" -L-T-101					
兩面 粘着 tape 製圖用, 紙粘着 tape	" -UU-T-91a	65	85	14		
	" -UU-T-93a	"	"	288	8 oz/in.	6
修理, 補強, 保護用 gum tape	" -UU-T-101a	"	"	30	10 oz/1/2 in	6
masking 用紙粘着 tape	" -UU-T-106a	"	"	288	14 oz/in.	12
寫真用紙粘着 tape	" -UU-T-123a	"	"	240	10 "	6
包裝用, 封緘用耐水性粘着 tape	" -PPP-T-0060	"	"	168	25 "	
filament 補強粘着 tape	" -PPP-T-97a	"	"	168	25 "	
電氣絕緣用粘着 tape	ASTM-D-1000-55T	65±1	90±1	144		
cellophane 粘着 tape	JIS-Z-1522	65±2	80±5	24	150kg/10mm	
梱包用 耐水生 粘着 tape	JAN-P-127					
電氣 絕緣用 plastic 粘着 tape	MIL-T-7798					

注, Fed. Spec.; Federal specification.
MIL; Military standard
ASTM; American Society for Testing Materials.
JAN; Joint Army-Navy specification
JIS; Japan Industrial standard

表 6. 粘着 tape 의 耐光試驗規格

品名	規格名	光源의型	溫度 (°C)	時間 (hrs)	許容最低接着力
cellophane, cellulose acetate 粘着 tape	Fed. Spec. -L-T-0090	RS	48.5±3	-	-
兩面 粘着 tape	" -UU-T-91a	RS	"	48	8 oz/0.5in.
保護用, 標識用 粘着 tape	" -L-T-101	S-1	"	30	10 "
修理, 補強, 保護用 gum tape	" -UU-T-101c	S-1	"	30	8 "

注, RS; 275w 定格(ASTM-1148-55) S-1 400W 定格(ASTM-D-795)

表 7. 粘着 tape 의 濕度 試驗規格

品名	規格名	濕度	溫度 (°C)	時間 (hrs)	許容最低接着力
製圖用 紙粘着 tape	Fed. Spec. UU-T-93a	水面上	23±2	7	8 oz/in.
masking 用紙粘着 tape	" -UU-T-106a	"	"	"	14 "
寫真用 紙粘着 tape	" -UU-T-123a	"	"	"	10 "

注, 濕度는 물을 넣은 desicator 中の 것.

表 8. 粘着 tape 의 耐候試驗規格

品名	規 格	時 間 (hr.)	試 驗 板	許容最低接着力
包裝, 封緘用, 耐水性, 粘着 tape	Fed. Spec. --PPP--T--0060	24	銅	25 oz/in.
vinyl film 粘着 tape	" --PPP--T--0066	96	stainless steel	25 "
耐水性 紙粘着 tape	" --PPP--T--0076	60	aluminium, stainless steel	35 "
梱包用 耐水性 粘着 tape	JAN--P--127	72	phenol-formaldehyde 硬化板	25 "
寫眞用透明 vinyl 粘着 tape	MIL--T--4239	—	—	—

注, 老化促進機는 Weather-O-meter 를 使用.

6. 粘着力에 미치는 諸因子

粘着 tape 의 粘着力에 미치는 諸因子에 對하여 많은 研究者들의 報告를 살펴가면서 대략 要略하여 보기로 한다.

6.1 粘 度

一般的으로 多成分 混合體로된 粘着劑의 基本成分으로서는 elastomer 와 粘着附與劑인데 elastomer 로서는 아직도 天然고무가 優越하고 粘着附與劑로서는 rosin 誘導體로 된 半合成品, polyterphene, polyolefine 등이 主用되고 있다.

Wetzel* 가 天然고무에 粘着附與劑樹脂를 添加하여 粘着力을 測定한 基礎的인 研究結果를 要略하면

- ㉑ 樹脂濃度 30%까지는 粘着力이 變한다
- ㉒ 50~60%에서 粘着力이 가장 높고 그 以上の 濃度에서는 急激히 低下한다.
- ㉓ 軟化點이 높은 樹脂일수록 低濃度에서 最高 粘着力이 얻어진다.
- ㉔ 低軟化點 樹脂의 最高 粘着力의 絕對値는 高軟化點 樹脂보다 크다.
- ㉕ 測定法 및 測定條件에 따라서 粘着力의 傾向은 變한다.

여기서 고무에 樹脂를 添加하면 30%까지는 飽和되고 그 以上 添加하면 樹脂에 低分子의 고무가 溶解된 樹脂相이 分散相으로 되는데 樹脂相은 容易하게 流動變形相으로 되어 被着體에 粘着力을 줄 수 있지만 樹脂相이 50~60% 以上の 濃度로 되면 相轉換이 생겨 連續相이 樹脂相으로 되고 고무相이 分散相으로 되어 粘着力이 低下하게 되는 것이라고 하였다.

Hock* 는 Wetzel 方法을 支持하면서 電子顯微鏡에 의한 replica 法으로 粘着劑의 表面狀態를 觀察하고 樹脂相이 存在한다고 報告하였다.

이러한 報告에 對한 一部分의 異見도 있으나 天然고무와 一部 合成고무에는 適用된다.

그러나 chloroprene 고무 등의 合成고무* 에서는 全然一致되지 않는 경우를 볼 수 있는데 Wetzel, Hock 等에 對한 一部 論難點을 要略하면 다음과 같다.

- ㉖ 樹脂相의 存在量이 粘着力을 支配한다면 測定法에 따라 粘着力이 變한다는 것이 의심스럽다.
- ㉗ 樹脂相에 따라서 粘着力이 支配된다면 樹脂不包含 粘着劑의 粘着力은 說明할 수 없는 것이 아니냐?
- ㉘ 樹脂添加에 따라 粘着劑의 粘性이 多少 變化함에도 不拘하고 이를 考慮치 않았으며 約 70°C 에서 粘性의 測定으로 樹脂의 添加에 따른 粘性低下는 알았으나 常溫에서도 이런 경향이 있는지?
- ㉙ 電子顯微鏡의 replica 法으로 表面을 觀察하였으나 樹脂에 低分子고무가 溶解한 것이 樹脂相이라고 하는 證明은 없었다.

粘度の 溫度特性을 살펴보면 素練한 고무의 粘度(η)를 溫度를 變化시키면서 測定한 結果 $\log \eta$ 와 絕對溫度의 逆數 間에는 Andrade 의 關係式

$$\log \eta = A + B \cdot \frac{E_{vis}}{T} \dots\dots\dots \text{①}$$

가 成立되고 粘着附與劑 樹脂의 粘度를 測定하여 $\log \eta$ 와 $1/T$ 間의 直線關係도 알 수 있으며 따라서 粘性流動活性化 energy(E_{vis})를 求할 수 있다. 이러한 二成分系(天然고무와 粘着附與劑樹脂)의 粘度를 보면 한 例로서 그림 4와 같다. 粘着附與劑樹脂는 軟化點이 높을수록 E_{vis} 도 커진다는 것은 위의 式으로 알 수 있겠지만 例로서 Piccolyte-S-70은 27 Kcal/mol, S-100은 35 Kcal/mol, S-125는 49 Kcal/mol, Piccopale-100은 35 Kcal/mol 이다. 이러한 樹脂의 添加에 따라 粘度는 一般的으로 低下하며 低溫則의 E_{vis} 가 크고 樹脂의 濃도가 增加할수록 E_{vis} 가 커지나 低溫側과 高溫側의 E_{vis} 差異가 別로 없다는 것이다.

Boyer* 는 Flory 의 粘度 關係式으로부터 高分子--可塑劑系에 對하여 다음과 같은 式을 提案하여 考察하였다.

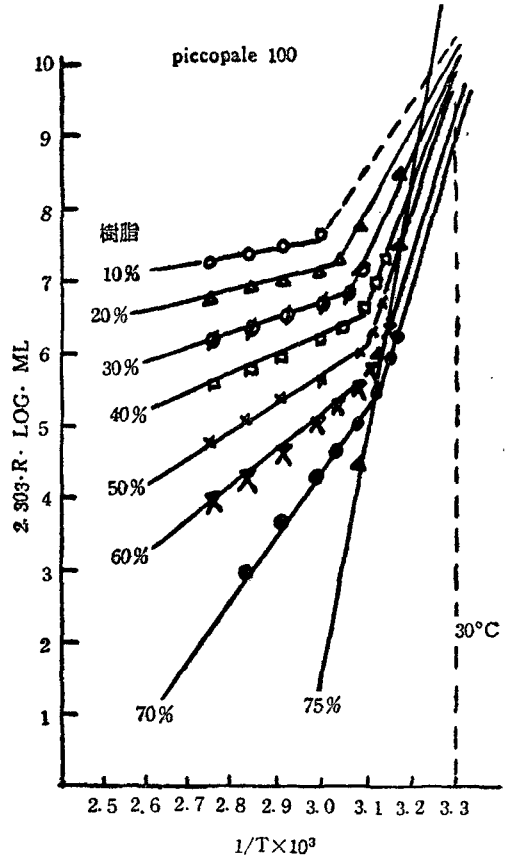
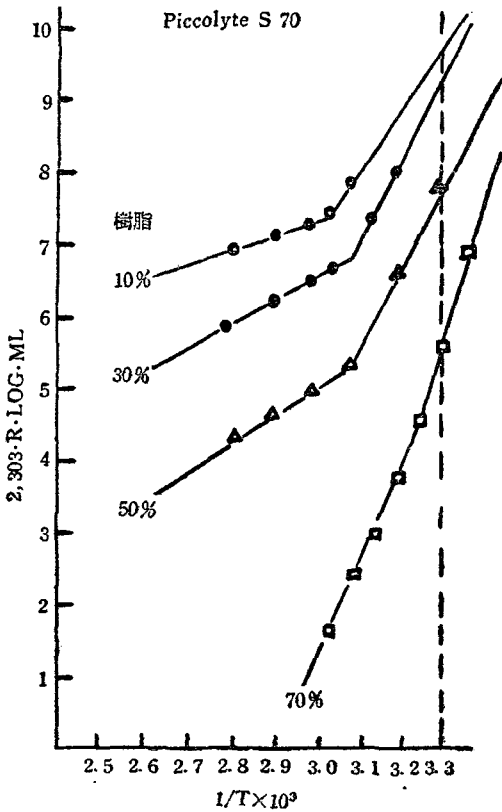


그림 4. Piccolyte-S-70 및 piccopale-100 과 天然고무系の Mooney 粘度値.

$$\ln \eta = \alpha + \beta \omega_2^{1/2} (M_2 - M_1)^{1/2} + E_{vis}/RT \dots\dots\dots ②$$

但 ω_2 ; polymer의 重量分率.

M_2 ; polymer의 重量平均分子量.

M_1 ; 可塑劑의 分子量.

다음은 粘度和 粘着力의 關係를 살펴 보면 粘着附與劑樹脂인 Piccolyte-S-70, Piccolyte-R-125 및 Piccopale-100을 天然고무와 混合한 試料를 두께 7×10^{-3} cm로 布에 塗布(calender roll法)한 粘着 tape를 180°角 定速剝離強度試驗으로 (測定溫度; $30 \pm 1^\circ$, 剝離速度; 30cm/min., 被着體; glass, Backlite, PE, stainless steel, 接着條件; 200g 荷重, 5秒間 接觸時의 測定) 粘着力을 求하고 粘度는 creep 剪斷粘度試驗 卽 Backlite 板을 被着體로 一定荷重으로 一定時間內에 剝離되는 距離와 面積을 測定하고 다음 式에 따라 求한 것으로서

$$\eta = \frac{\omega \cdot l}{A} \times 1/\Delta x/\Delta t \dots\dots\dots ③$$

但 ω ; 荷重(200g), l ; 粘着劑의 두께,

A ; 接觸面積, Δx ; Δt 時間에 剝離된 距離

低軟化點인 Piccolyte-S-70은 樹脂의 添加量에 따라 粘度는 一方으로 低下되고 粘着力은 反對로 向上되며 (그림 5.) 高軟化點인 Piccolyte-S-125 (그림 6.)와 Piccopale-100(그림 7.)은 各各 50% 및 70%濃度에서 粘度의 最小値와 粘着力의 最大値를 나타내고 있다.

6.2 Wetting

接着力이 作用되는 段階에는 被着體의 表面에 粘着劑의 wetting이 重要한 것으로서 界面化學의 問題이다.

一般的으로 液滴이 固體 表面에 있어서 다음 그림 8과 같이 接觸角 θ 로 平衡에 達하면 Young의 關係式이 成立된다.

$$\gamma_{SL} = \gamma_S - \gamma_L \cos \theta \dots\dots\dots ④$$

但 γ_S , γ_L ; 固體와 液體의 表面張力.

γ_{SL} ; 固, 液界面의 界面張力.

表面張力은 原來 그 物質을 構成하는 分子의 分子間引力에 따라 表面을 收縮시키는데 要하는 힘(dyne/cm)이고 이러한 힘으로 表面을 1cm² 움직이는데 要하는 것이 일(erg/cm²)이다. 따라서 等方性에서는 表面自由

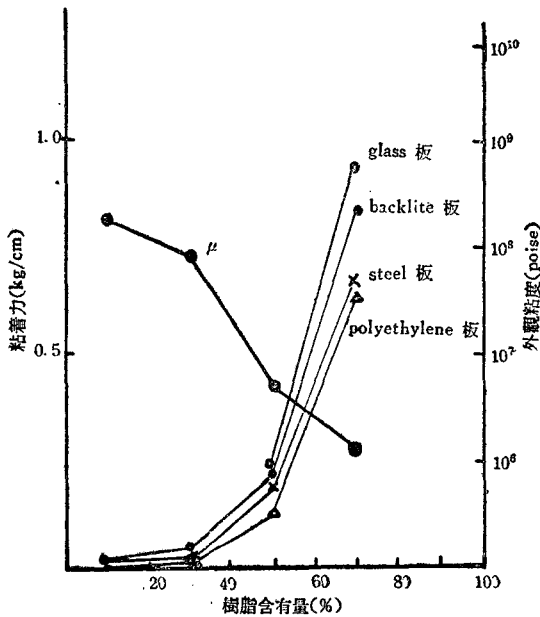


그림 5. Piccolyte-S-70系の粘着 tape.

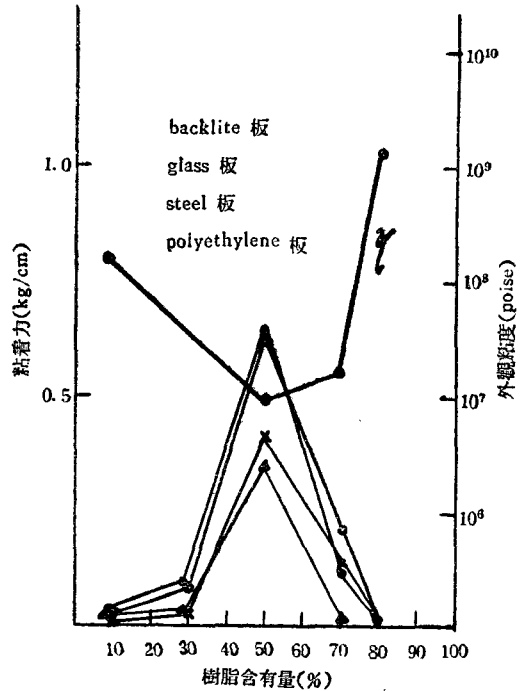


그림 6. Piccolyte-S-125系の粘着 tape.

energy는 表面張력과 같은 크기가 됨으로 固體와 液體를 接觸시킬 때의 energy變化는 表面自由 energy에서 界面 energy를 뺀 값이 接着일 (W_a)로 된다.

$$W_a = \gamma_s + \gamma_L - \gamma_{SL} \quad \text{.....⑤}$$

式 ④를 代入하면

$$W_a = \gamma_L (1 + \cos\theta) \quad \text{.....⑥}$$

가 되어 接着力은 $\cos\theta$ 에 比例된다.

한가지 固體 表面에서 種種의 液體에 對한 接觸角을 알면 液體의 γ_L 가 지나치게 크지않는 範圍內에서는 $\cos\theta$ 와 γ_L 가 거의 直線關係가 되고 $\theta=0$ ($\cos\theta=1$)일 때의 外插值를 臨界表面張力(γ_c)이라고 한다.

Zisman⁹⁾은 表面張력이 γ_c 보다 큰 液體로 一定한 θ 를 갖고 平衡에 達하나 보다 적으면 自發적으로 擴張되어 固體表面에 wetting 된다. 따라서 wetting 條件은 $\gamma_L < \gamma_c$ ⑦

가 된다. $\cos\theta$ 와 γ_L 의 直線式에서

$$\cos\theta = 1 + b(\gamma_c - \gamma_L), \quad 0 < \theta < \pi/2 \quad \text{.....⑧}$$

를 얻을 수 있고 式 ⑥⑧로부터 接着일은

$$W_a = \gamma_L(2 + b\gamma_c) - b\gamma_c^2 \quad \text{.....⑨}$$

가 되어 2次曲線으로서 極大點은 $dW_a/d\gamma_L = 0$ 가 되어 結局은 다음과 같은 式이 되는데 이것이 接着일을

最大로 하는 條件이 되는 것이다.

$$\gamma_L = \frac{1}{b} + \frac{\gamma_c}{2} \quad \text{.....⑩}$$

6.3 表面粗度

粘着劑의 接觸表面이 粗面이나 平滑面이나에 따라 接着力에 미치는 影響은 重要하지만 定說은 아직 없다.

R. N. Wenzel의 粗度係數(γ)의 定義 卽

$\gamma = \frac{\text{眞表面積}}{\text{外觀表面積}}$ 와 熱力學 第2法則으로 理想的인 平滑面에 對한 角 θ 와 粗表面의 接觸角 θ_r 間에는

$$\cos\theta_r = \gamma \cos\theta \quad \text{.....⑪}$$

의 關係가 생기며 粗表面의 臨界表面張力을 $(\gamma_c)r$ 라 하면 Zisman의 方程式은

$$\begin{aligned} \cos\theta_r &= 1 + b\gamma[(\gamma_c)r - \gamma_L] \\ &= \gamma[1 + b(\gamma_c - \gamma_L)], \quad 0 < \theta < \frac{\pi}{2} \quad \text{.....⑫} \end{aligned}$$

가 되고 이 式을 γ_L 로 微分하면

$$d \cos\theta_r = (br/b) d \cos\theta$$

가 된다. 式 ⑪과 ⑬의 類似關係로부터⑬

$$d \cos\theta_r = \gamma d \cos\theta \quad \text{.....⑭}$$

故로 $br/d = \gamma$ ⑮

가 된다. 式⑮와 ⑫에서 $(\gamma_c)r$ 와 γ_c 間에는

$$(\gamma_c)r = \gamma_c + (\gamma - 1)/r - b \quad \text{.....⑯}$$

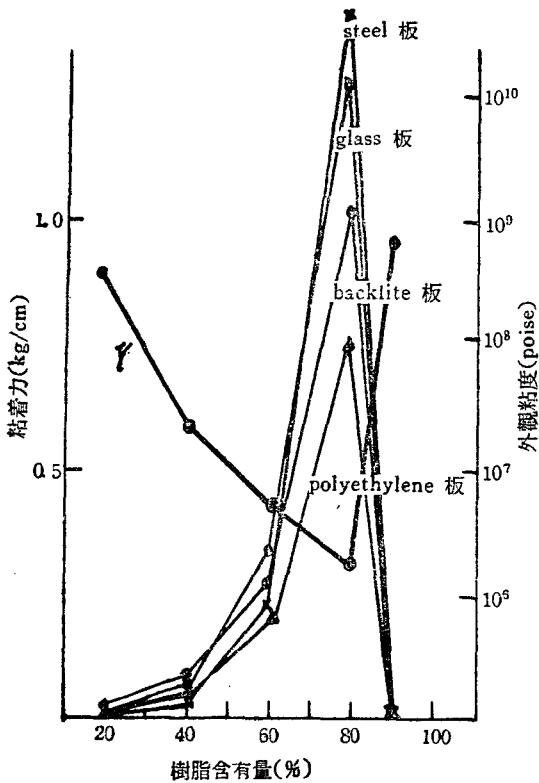


그림 7. Piccopale—100系の粘着 tape.

의 관계가 있는데 이것은 粗面係數 γ 가 커지면 臨界表面張力 γ_c 가 커지게 되어 表面이 粗面일 수록 wetting이 容易하게 된다. 이러한 條件은 粘着劑의 表面張力 γ_L 가 被着體의 臨界表面張力 γ_c 보다 클 경우에 有效하게 되는 것으로 實際로는 反對의 경우도 있어 wetting 條件은 滿足시키고 있으나 凹面에는 오히려 wetting 速度와 粘性이 더 重要하다고 볼 수 있다.

幅 δ , 깊이 Z_0 인 구멍에 Newton 液體가 흘러들어 밑바닥까지 到達하는 時間에 對한 Bikerman[®]의 式에서 알 수 있는 바와 같이

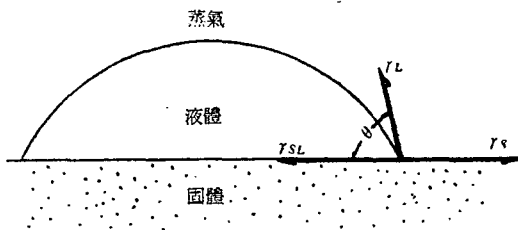


그림 8. 固體表面의 液滴.

$$Z_0^2 = \frac{\delta \cdot \gamma \cos \theta_A \cdot t}{3\eta} \dots\dots\dots 17$$

液이 밑바닥에 到達되는 時間 t 도 粘度 η 에 比例됨으로 高粘性 粘着劑는 全面을 wetting 하는데 相當한 時間이 要하게 되고 또 凹面 內에는 空氣를 內包하게 되어 全面接觸이 困難하여 粗表面일 수록 眞接觸面積은 적어져서 接着力은 적어지게 된다는 것이다. Weidner[®]의 實驗結果를 보면 (그림 9) glass 에 polyvinyl butyral (P. V. B.) 溶液을 塗布한 tape 의 接着力이 240 또는 40~50 grit sand paper 의 것보다 4~10 배가 큰 것이다.

6.4 接觸壓力

Pressure sensitive adhesive tape 라는 語源처럼 壓力에 敏感하여 적은 壓力으로도 容易하게 流動되어 被着體에 接着되는 것이 特徵인바 Piccolyte-S-70 과 天然 고무 50%인 粘着劑로 被着體는 Backlite 板, 剝離速度는 30 cm/min로 하고 壓着時間을 5 秒로 하여 接觸壓를 增加시키면서 試驗한 結果는 그림 10 과 같이 最初의 tape 自體의 重量에 依한 接着力이 約 240g/cm 이며 荷重의 增加로 接着은 增加하다가 荷重 250g 以上에서는 거의 平衡을 이룬다. 일반적으로 接觸時間과 壓力은 密接한 關係를 가지는데 어느 交點 以上에서는 큰 變化가 없는 것이다.

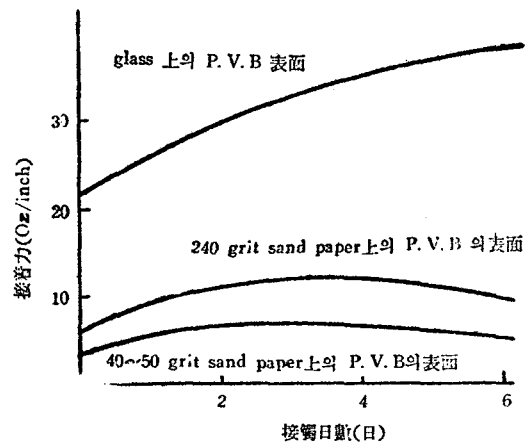


그림 9. 表面粗度の 接着力.

6.5 接觸時間

天然고무 30%, rosin 誘導體 28%, 充填劑 33%, oil 可塑劑 9%로 된 粘着劑를 두께 0.01cm 로 한 布紳 創膏 (R-1)과 polybutene 57%, polyterphene 33%, oil 可塑劑 10%로 두께 0.005cm 로 한 cellophane tape (P)로 接觸時間과 接着力의 關係를 實驗한 것은 그림

11과 같다. Bright⁹는 tape P-1은接觸時間에 따라接着力이增加하다가平衡에達하는데 이것은 rosin酸이被着體인金表面의酸化물에化學吸着을 일으키기 때문에時間依存性이 나타난다고 했으며 그接着速度는 다음의式을滿足시킨다고 했다.

$$k = \frac{2.3}{t} \log \frac{f_{\infty} - f_0}{f_{\infty} - f(t)} \dots\dots\dots \textcircled{18}$$

但 f_0 ; 初期接着力
 f_{∞} ; 平衡接着力
 $f(t)$; t時間後의接着力
 k ; 反應速度定數

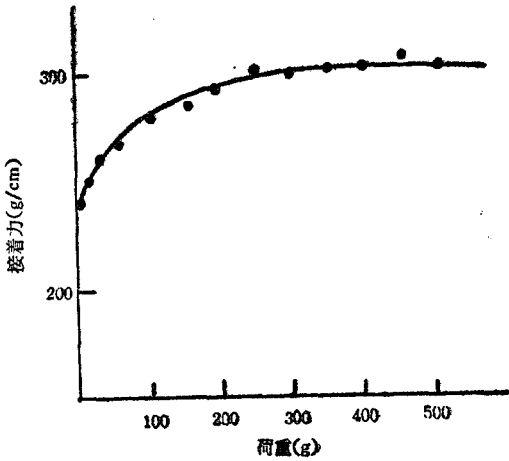


그림 10. 壓着荷重과 接着力.

또 金丸⁹은 rheological 한立場에서 τ 라는緩和時間을 가진 高分子鎖의 microbrown 運動이 支配的이라하여 다음式을誘導했다.

$$f(t) = f_0 + (f_{\infty} - f_0)(1 - e^{-t/\tau}) \dots\dots\dots \textcircled{19}$$

또 古川⁹은 分子論的인立場에서 t時間後의接合點數를 Z, 平衡時의接合點數를 Z_0 로 하여接合速度를 다음式으로表示하였다.

$$\frac{dZ}{dt} = k(Z_0 - Z) \dots\dots\dots \textcircled{20}$$

積分하면 $\ln(1 - Z/Z_0) = -kt \dots\dots\dots \textcircled{21}$

여기서 k 는官能基의流動配向速度의定數로一種의粘性에逆比例하는값이고 Z 는 $f(t) - f_0$, Z_0 는 $f_{\infty} - f_0$ 에各各比例하는값이라 생각하면式 $\textcircled{18}$ 과 같다.結局式 $\textcircled{18}$ $\textcircled{21}$ 의式은誘導하는立場이 다른 것이지만同一式으로 되는 것이다.

以上の理論에對하여粘着tape의接觸時間依存性은化學吸着에依한 것이 아니고粘性流動에依한眞接觸面積의增加에依한 것이라든가布tape의粘着面이凸凹面이므로被着體에接觸되어安全接觸이 될 때

까지若干의時間을要하기 때문이라든지, terphene系tape의時間依存性이布tape보다 크다는等 많은異見이 있으나 널리利用되는理論에는 틀림없다.

6.6 接着力의溫度依存性

Bright⁹는粘着tape를使用하여接着力의溫度依存性을研究한 것은그림 12와 같다.高溫部의凝集破壞와低溫部의界面破壞가 일어나며 그中間에轉移領域이存在하고 이部分의 50°C 부근에서最大値의粘着力이 얻어진다고 하였다.

또 Kaelble은 -50~20°C의溫度範圍에서粘着tape A(天然 고무와樹脂) 및粘着tape B(polyisobutylene과粘着附與劑樹脂 및可塑劑)에서는界面破壞部分에서最大値의接着力이 생기지만 tape C(silicon 基材)에서는溫度上昇에 따라接着力이低下한다고 하였다.

一般的으로 같은粘着附與劑樹脂에서는樹脂의濃度가增加될수록溫度依存性이強하고凝集破壞部分에서는樹脂含量이 많고粘性이 적은tape일수록破壞力이 적어지고界面破壞로 넘어가는轉移 pick는低溫側に 나타나게 되며異種의粘着附與劑에서는 같은濃度에서도曲線의 모양이變한다.

이와 같이溫度依存性問題에 있어서界面破壞部分과凝集破壞部分 사이에轉移領域이存在하고界面破壞部分의低溫側에서最大接着力이 생긴다는 것은 많은研究者들의共通點이 되고 있으나膜質의 rheological 한變形일이 중요한 것으로 이러한研究도 앞으로의課題인 것이다.

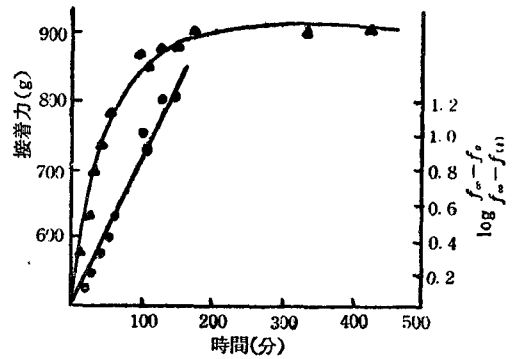


그림 11. 金表面에對한 tape R-1 接着力의時間依存性.

6.7 剝離速度와 두께

接着力은剝離速度依存性으로速度增加에 따라接着力이 커지는데 그剝離일의實測値가 $10^4 \sim 10^6$ erg/cm²라는 것도接着理論의論爭點의 하나이다.

Deriagin은接着力의起因을界面의靜電氣說로主

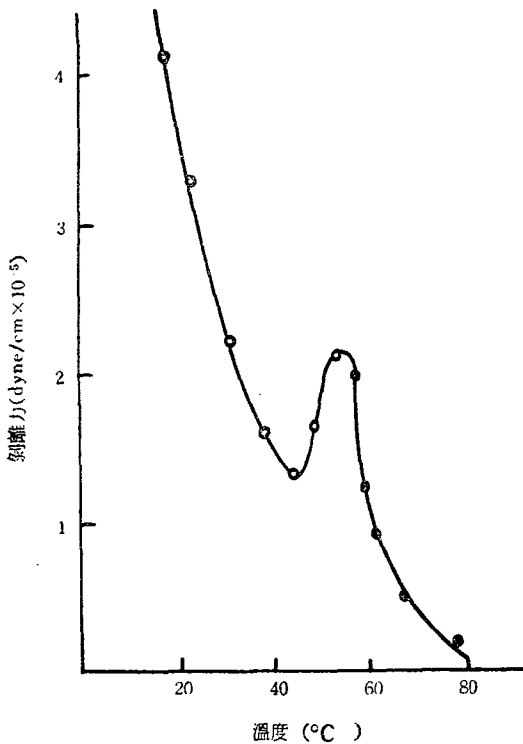


그림 12. 剝離力の 溫度依存性

張하지만 粘着 tape 를 暗所에서 急速剝離하여도 불꽃 放電이 일어나며 眞空中에서의 粘着力이 보다 높지 않으므로 粘着力이 靜電氣에 依한다고는 簡單히 說明되지 않는다.

Voyutskii⁹는 polymer 의 性質이 비슷할 수록 接着力은 높아지나 電位差로서는 보다 적어짐으로 靜電氣說로서는 說明할 수 없다고 하였으며 그는 性質이 비슷한 polymer 는 相溶性이 있어 相互 分子 segment 가 擴散되어 融合되므로 보다 강한 結合을 일으킨다는 擴散說을 主張하여 고무의 自着이나 cellophane 에 對한 polymer 의 接着等 많은 곳에 그의 理論이 適用되고 있다.

最近에는 單純히 界面問題로서 說明할 수 없어 膜質 (粘着劑層 또는 接着劑層)이 破壞될 때까지 要하는 變形일이 重要하다고 하여 rheological 한 面으로 再檢討하여 日量이 $10^4 \sim 10^6$ erg/cm² 이 된다는 것과 速度依存性에 對하여도 充分한 說明이 될 수 있으리라고 생각된다.

두께가 다른 粘着 tape 를 使用하여 剝離力の 速度依

存性의 關係를 살펴본 例로서 그림 13 과 같다. 여기서 ○票는 界面破壞를 나타내고 ●票 部分은 凝集破壞의 混在量을 나타내고 있는데 두께가 두꺼울 수록 凝集破壞部分이 많으며 剝離速度가 크면 剝離力도 커진다. 界面破壞部分에서의 速度依存性은 高速剝離部分에서는 거의 나타나지 않고 있다.

또 두께의 影響을 보면 두께가 얇을 수록 界面破壞部分이 넓어지지만 速度가 늦으면 凝集破壞가 일어나며 速度依存性이 거의 나타나지 않는다.

一般的으로 接着劑에서는 두께가 얇을 수록 接着力이 커지나 粘着劑에서는 두께가 두꺼울 수록 接着力이 커지게 된다.

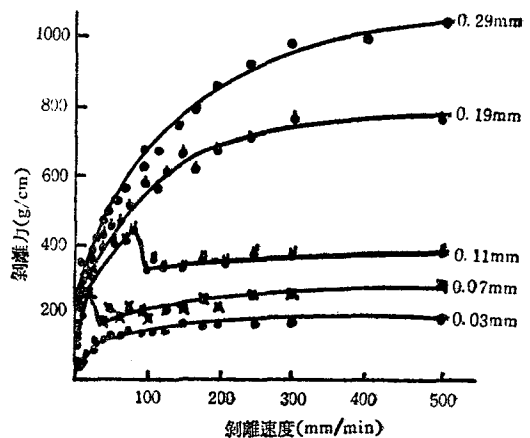


그림 13. 剝離力の 剝離速度依存성과 두께의 影響.

7. 結 言

以上에서 粘着 tape 에 對한 歷史, 用途, 試驗規格 및 理論을 要略하여 보았다. 事實 粘着 tape 는 多種多樣的한 것이며 學術의으로도 두렵하고 統一된 論說이 적으며 특히 rheological 한 學問에는 아직도 研究의 커다란 課題가 되고 있는 것이 많다. 粘着 tape 에 關한 몇몇 研究論說을 簡略하나마 살펴본 것으로 앞으로의 研究에 基礎的이나마 多少 도움이 될 수 있다면 기쁘게 생각한다.

引 用 文 獻

- ① C. L. Weidner, G. J. Croker; Rubber chem. & Tech., 33, 1323 (1960), 34, 1190 (1961)
- ② S. S. Voyutskii; "Adhesion and Autohesion of High

- Polymers" (1963).
- ③ M. Gainsly, J. Dow; Adhesion and Adhesive Fundamentals and Practice (London, 1954), p. 127.
 - ④ F. H. Wetzel; ASTM Bulletin, 64[221], Apr. (1957)
 - ⑤ 堀豊; 粘着 (高分子刊行會, 日本, 1965), p. 60.
 - ⑥ 日本特許; 特公, 昭 29—437.
 - ⑦ U. S. P.; No. 2,912,348.
 - ⑧ 日本特許; 特公, 昭 40—24,475.
 - ⑨ 日本特許; 特公, 昭 29—7,333.
 - ⑩ U. S. P.; No. 2,816,655.
 - ⑪ 日本特許; 特公, 昭 38—13,239.
 - ⑫ 日本特許; 特公, 昭 34—976.
 - ⑬ P. S. Small; J. Appl. Chem., 30, 71~80 (1948)
 - ⑭ J. Dow; Proc. Inst. Rubber Ind., 1,105 (1954)
 - ⑮ C. W. Bemmels; "Handbook of Adhesives" (I. Skeist, New York, 1962), Chapter 51.
 - ⑯ 接着理論과 應用(丸善株式會社, 東京, 日本, 1965), p. 811~813.
 - ⑰ F. H. Wetzel; Rubber Age, 82, 291 (1957)
 - ⑱ C. W. Hock; " 83, 471 (1957)
 - ⑲ S. S. Voyutskii; Adhesive, 5, 30 (1962)
 - ⑳ F. H. Wetzel; Adhesive Age, 7, 28 (1964)
 - ㉑ R. F. Boyer; J. Appl. Phys., 20, 540 (1949)
 - ㉒ W. A. Zisman; I. E. C., Vol 55, No 10, 19 (1963)
 - ㉓ J. J. Bikerman; The Science of Adhesive Joints (1961)
 - ㉔ W. M. Bright; Adhesion and Adhesive Fundamentals and Practice (London, 1954), p 138.
 - ㉕ 金丸; 接着과 積層, 高分子工學講座 9.
 - ㉖ 古川; 接着理論과 應用(丸善株式會社, 東京, 日本, 1965), p. 208.

<海外短信>

“天然고무부우로 日本에 開設”

마레이지어고무基金委員會(MRFB)는 1968年 1月 1日 字로 日本 東京에 天然고무부우로(Natural Rubber Bureau, Japan)로 불리울 한 機關을 開設하기로 하였다. 이 새로 開設되는 天然고무부우로는 日本고무工業을 위한 技術서비스를 使命으로 하고 나아가 마레이지어 고무生産者들을 위해 天然고무 使用 增加를 促進하는 구실을 하게될 것이다. 이 부우로는 印度 다음으로 MRFB가 亞細亞地域에 設置하는 두번째 天然고무 技術서비스 機關이다.

MRFB는 마레이지어의 天然고무 生産者의 釀出金으로 運營되는 公的 機構로 그 傘下에 現在 열세곳의 天然고무부우로가 世界 各地에서 活動하고 있고 뿐만 아니라 마라야고무研究所(RRIM) 및 英國의 天然고무生産者研究協會(NRPA)의 二大 研究機關을 갖고 있다.

日本에 있어서의 天然고무 技術서비스는 INIROTO (1951年 設立)에 이어 繼承된 舊 財團法人 天然고무研

究開發고무研財團天然研究所(1957年 改組해서 1968年 3月 31日 業務 停止)에 依하여 꾸준히 行해져 왔었다. 近一年間 中斷되었던 日本의 天然고무에 對한 技術서비스業務를 이번 새로 發足하는 天然고무부우로가 繼承하게 된 것이다.

新發足하는 天然고무부우로는 그 業務의 하나로 現在 美國 首都 워싱턴市에 所在하는 天然고무부우로에서 發行하고 있는 月刊誌 (Natural Rubber News), 英國 런던市에 所在하는 天然고무生産者研究協會(NRPA)에서 發行하는 季刊誌 「Rubber Developments」의 日本語版과 其他의 刊物行을 發行하며, MRFB 諸機關 其他의 業績, 資料紹介 및 世界의 天然고무事情等에 對한 報導에 努力할 것이라다.

天然고무부우로(日本)의 運營陣은 舊天然고무研究所 所長 S. Narusawa(成澤愼一)氏를 代表로 全部 日本사람으로 構成되고 1970年부터 現在 建設中인 世界貿易 센터벨딩內에 事務所을 定할 豫定이나 先于 亞細亞會館(東京都港區赤坂丁目 10-32) 三層에서 臨時 執務를 한다고 한다.