

Suspension 安定도에 影響을 미치는 流性學的 및 物理化學的 因子에 關하여

金 昌 奎

(太平洋化學 研究三科長)

I. 序 論

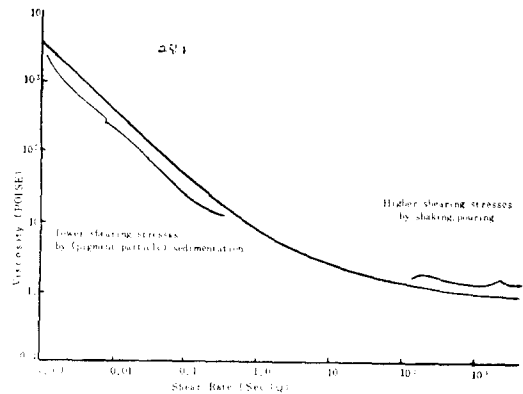
化粧品에 있어서의 Liquid Eyeliners, Nail Enamels, Pearl Essence 같은 pigments 分散제품 및 醫藥品等에 있어 Suspension 을 개발할려 할때 많은 問題에 부딪치게 된다. 그 중에서도 어떤 분산매를 택할 것이냐 하는것과 둘째로는 分散媒 및 分散시킬려는 粒子들의 物理化學的 因子들을 어떻게 調節할 것인가 하는 것이 고려되어야 한다. 일반적으로 分散媒에 있어서는 그 主成分(예를 들면 물)은 이미 決定되어 있고 나머지 附加物 및 流性學的인 性質을 變化시킬 수 있는 Suspending Agents 의 選擇이 가장 重要하게 된다. 懸濁系는 아주 複雜한 性質을 갖고 있어 한 試驗에서 얻은 結果가 그 特定用途에만 適合하지 다른 系에서는 研究의 始發點은 될수 있어도 效果의 利用이 안될 경우가 많다. 따라서 各系에 알맞는 Suspending Agent 를 선택하여 그 分散媒自體의 流動 特性과 이로 만든 Suspension 의 流動 特性을 체크하지 않으면 안된다. 또한 物理化學的인 여러 變數들 即 分散시킬려는 粒子의 크기, 形態, 密度, 電荷, 懸탁매의 密度, 粉散粒子和 分散媒의 容量比, 粒子들의 flocculation 程度, Suspending Agents 의 電荷 및 濃度, 粒子和 分散媒와의 親和性, 電解質의 種類 및 濃度, 溫度, pH, 懸濁劑性分 相互間의 Compatibility 等이다.

이와같이 安定도에 影響을 미치는 變數가 많으므로 使用된 分散媒의 物理化學的인 性質이 같지 않을 경우 그 結果에 있어서는 큰 差異가 생기게 되며, 동시에 安定도에 影響을 미치는 化學的인 因子에 對해서도 考慮하지 않으면 안된다. 따라서 우수한 Suspension 이 갖추어야 할

流性學的인 必要條件과 物理化學的인 因子들에 對해 說明한 다음 二相의 分離를 最少限으로 할 수 있도록 「체크리스트」를 決定코자 한다.

II. 流性學的인 必要條件

Suspension 을 만들때 Shear rate 의 두가지 領域에 對해 생각해야 할 것이다. 일반적으로 Suspension 은 Solvents, 顏料, Suspending Agents 및 binders, 其他成分으로 되어 있는데 그림[1]에서 보는 바와같이 Shear Rate 가 낮은 [I]部分과 Shear Rate 가 높은 [II]部分을 分離시켜 檢討해야 한다.



即 가장 우수한 Suspension 은 流性學的인 面으로 보았을때 粒子를 떠있게 할수 있을만큼 粘度가 充分히 높고 반면에 攪拌하거나 쓸수 있을만큼 粘度가 充分히 낮게될 수 있어야 한다. 이러한 두가지 流性學的의 必要條件 (Rheological Requirements)을 簡單히 說明코자한다.

Suspension 을 가만히 放置할때 顏料等의 粒子들이 重力에 依하여 沈澱하게 되는데 分散媒가 이를 막거나 지연시킬수 있을만큼 粘度가 높아야 할것이므로 그림[1]에서 보는 바와같이 Shear Rate 가 낮은 [I]부분에서의 粘度를 檢討해야

할 것이다. 이때 粘度는 대개 Suspending Agents, 顔料, Colloid 性質을 갖는 結合劑等에 依하여 決定된다. 또한 Suspension 을 흔들거나 쓸때 이를 쉽게 되도록 현탁제의 粘度가 낮아야 하는데 그림 (1)에서 보는데와 같이 Shear Rate 가 높은 [II]부분에서의 粘度를 檢討해야 할 것이다. 이때의 粘度는 主로 結合劑, 溶媒, 顔料等에 依하여 決定된다.

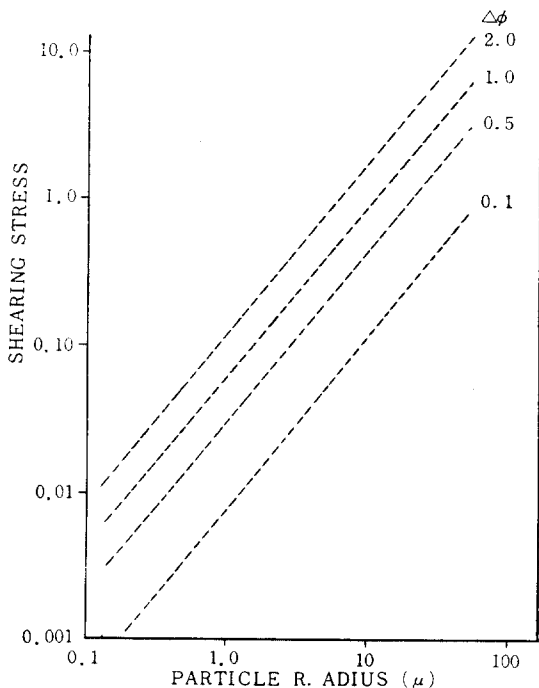
다음으로 이 두 條件을 Shearing Stress 의 크기에 따라 說明하면

① 粒子의 沈澱에 따라 일어나는 낮은 Shearing Stress 를 갖는 경우와 ② 현탁제를 흔들거나 쓸때 일어나는 높은 Shearing Stress 를 갖는 경우로 나눌수 있다. 顔料沈澱에서 생기는 Shearing Stress 는 일반적으로 낮고 또한 分散粒子가 球形이고 分散媒와의 比重差異가 적을때 다음식에 依하여 간단히 計算된다.

$$F_T = F_d - F_u = \frac{3}{4} \pi r^3 g (\rho_s - \rho_v)$$

(F_T , F_d , F_u ; 粒子에 作用하는 Total Rorce, Downward Force, Upward Force

그림 2



r ; 粒子半徑 ρ_s ; 分散粒子密度
 g ; 重力加速度 ρ_v ; 分散媒의 密度
 따라서 Shearing Stress 는

$$\tau = \frac{1}{3} r g (\rho_s - \rho_v) = \frac{1}{3} r g \Delta \rho \quad \text{①}$$

이 식에 따라 $\Delta \rho$ 및 分散粒子의 半徑에 對한 Shearing Stress 를 圖表上으로 나타내면 그림 (2)와 같다.

例를 들면 密度가 1가까이 되는 分散媒中の Carbon black 은 $r=0.02\mu$, $\Delta \rho \approx 1$ 이므로 이 粒子의 運動, 沈澱에 따른 Shearing Stress 는 無視할 程度로 적음을 알수있다. 따라서 粒子의 運動, 沈澱에 依하여 일어나는 Shear Rate 는 아주 적고 또한 粘度에 反比例해서 적어짐을 알수있다. 다음에 Suspension 을 흔들거나 쓸때 發生하는 Shearing Stress 는 가해진 힘의 크기, 容器의 形態, 容器의 空間, 粘度에 따라 아주 많은 差異가 있는데 대개 흔들때는 $100 \sim 600 \text{ dyne/cm}^2$, 쓸때는 $25 \sim 150 \text{ dyne/cm}^2$ 가까이 된다. 그러나 이때의 Shearing Stress 는 현탁제가 어느 수준만큼 쉽게 흔들수 있거나 쓸수 있는 한 그 크기를 측정할 필요는 없다. 以上을 要約하면 Suspension 의 流性學的 必要條件은 첫째 顔料, 粒子들의 沈澱이 일어나는 Shear Rate 가 낮은 경우에는 아주 높은 粘度를 가져야하고 쓸거나 붓으로 바르거나 흔들때 即 Shear Rate 가 높은 경우에는 아주 낮은 粘度를 가져야 함을 알수있다.

이와같은 條件을 가지는 Suspension 에 대해 Shear Rate 와 Shearing Stress 와의 flow curve 를 그리면 理想的인 plastic flow 와 비슷해 지게된다.

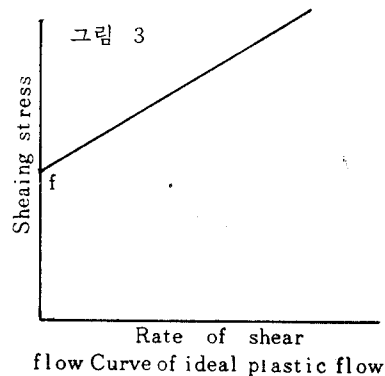
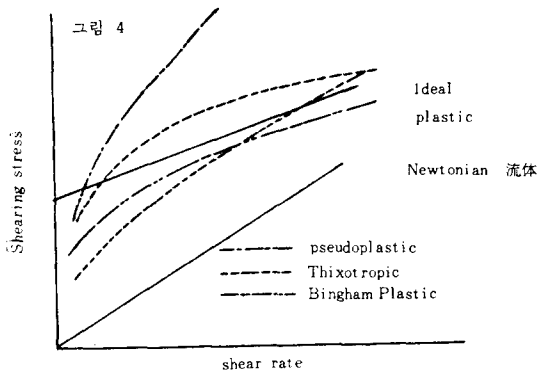


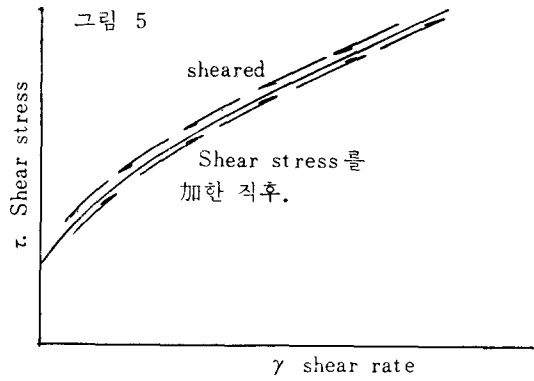
그림 3에서 보는 바와같이 理想的인 plastic flow 에 있어서는 加해진 Shearing Stress 가 어떤 最少值 即 限界應力(Yield Stress)을 넘어서야만 流動하게 되는데 Suspension 에 있어서는 分散粒子의 運動을 막으려는 流體의 抵抗力이라 볼수 있다. 따라서 좋은 Suspension 을 만들려면 分散媒가 粘度面에 있어 理想的인 plastic flow 를 가져야 하고 懸탁性能에 重要한 限界應力을 調整해야 함을 알 수있다.

그러나 이와 꼭 같은 적합한 分散媒를 찾는다는 것은 매우 힘든일이고 현재 化粧品 및 醫藥品工業에 使用되는 分散媒中 使用性이 좋으면서도 理想的인 plastic flow 를 갖는 것이 극히 드문 것으로 생각된다. 그러나 分散媒에 對한 限界標準으로서 研究 및 性能試驗에 重要性을 갖게 되며, 現在 開發되어 나오는 여러가지 Suspending Agents 는 이러한 流動特性에 接近하는 方向으로 研究되고 있다.

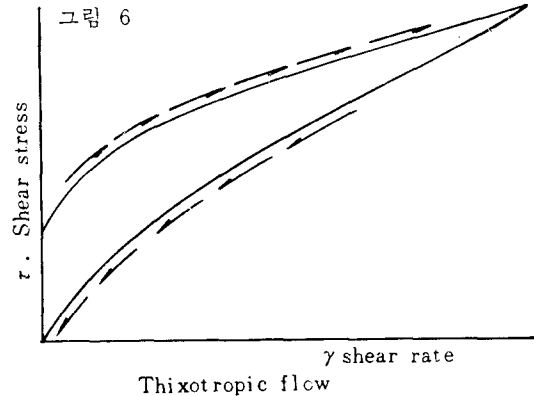
다음으로 理想的인 plastic flow 와 流動性質이 다른 세가지 分散媒의 流動曲線을 比較해 보기로 한다. 그림 4에서 보는바와같이 ① pseudoplastic



stic 分散媒 ② thixotropic 分散媒, ③ Bingham 分散媒, ④ 理想的인 plastic 分散媒 ⑤ Newtonian 分散媒의 典型的인 流動典線이 나와있는데 이中 Bingham plastic 分散媒가 Ideal plastic 分散媒와 가장 가깝다는 것을 알 수 있다. 即 Suspension 으로서는 Bingham plastic 分散媒가 가장 좋고 Thixotropic Vehicle, pseudo-plastic Vehicle 順으로 좋음을 나타낸다. pseudoplastic 分散媒에 있어서는 그림 5에서 보는 바와같이 一定한 Stress 에 대해 viscosity 는 一定하고 또한 Shear Stress 를 가한 直後의 Shear Rate 나 時間이 經過한 後의 Shear



Pseudoplastic flow Rate 가 一致하나 Thixotropy 에 있어서는 一定한 Shear Stress 에 대해 viscosity 는 時間的으로 減少하고 可逆的이며 또한 [그림 6]에서 보는바와 같이 Shear Stress 를 加할때 shear rate 가 時間에 따라 增加하므로 結果적으로 Thixotropic Structure 를 나타낸다.



여기서 Thixotropic flow 는 上向線 및 下向線 2가지가 있게되는데(最大點에서 만남) 上向線은 shear stress 가 가해질때 内部構造의 破壞(Suspending Agents 에 의한 Medium 內에서의 網狀構造는 쉽게 파괴된다)에 依하여 나타나는 shear rate 와의 關係이고 下向線은 最大點에 到達後 나타나는 shear rate 와의 流動曲線이다. 그런데 最大 shear 가 일어났을 때 顏料들이 沈澱하기 始作하므로 이에 對해 Check 하지않으면 안된다. 一般的으로 最大 shear 라는 것은 제품을 만들때 Mixing 한다거나 흔들거나 쏟을때, 칠할때 일어나므로 Suspension 의 性能 即 粒子의 安定度는 下向線과 關係가 깊다는 것을 알 수 있다. 上向線은 分散媒의 Gel 化 狀態를 表示하게되고 shear 後에는 여기에 到達하기 爲해서는 時間의 걸리

게 되므로 shear 後의 分散粒子의 安定度테스트는 上向線을 使用할 수 없게된다. 단지 shear 後 곧 Gel 化가 일어나는 Vehicle 에 對해서만 使用될 수 있다. 그런데 여기서 留意해야 할것은 一般的으로 Thixotropic Vehicle 이 Bingham plastic Vehicle 보다 못하다고 알려져 있으나 반드시 그렇지는 않다. [그림 4]에서 Bingham plastic 分散媒가 Thixotropic 分散媒보다 더 좋은 것으로 나타나 있으나 [그림 6]에서 보는 바와같이 履歷帶가 있고 또한 粘度가 높은 Thixotropic Vehicle 에 있어서는 그 下向線이 Bingham plastic 보다 높은 位置에 나타나게 되므로 使用性이 그렇게 나쁘지 않은 限 더욱 좋다고 할 수 있다.

Bingham plastic 分散媒에 있어서는 流動시키기 爲해서는 一定한 크기의 限界應力이 必要하다는 點에서 특징이 있지만 이 限界應力을 넘어서면 shear rate 와 shear stress 가 直接 比例하지 않기 때문에 Ideal plastic flow 와도 差異가 있다.

그대신 流動曲線이 shear rate 軸에 對해 오목하게 나타나고 shear rate 가 적을 때 stress 軸과 만나게 되어 限界應力이 있다는 것을 나타내고 shear rate 가 높을 때는 기울기가 적어 粘度가 낮다는 것을 제외하곤 pseudoplastic 과 비슷하다. 이 Bingham plastic flow 는 Ideal plastics 과 달리 化粧品 및 醫藥品에 使用할수 있는 分散媒中에 存在하지만 이런 流動形態를 正確하게 Check 할 수 있는 믿을만한 方法이 아직 부족하기 때문에 이러한 분산媒를 찾는다는 것은 쉬운일이 아니다.

III. Suspension 性能 測定

效果的인 分散媒에는 限界應力이 粒子를 分散시킬 수 있는 性能에 가장 큰 因子가 된다는 것을 알 수 있다. 따라서 이런 限界應力을 測定할 수 있는 믿을 만한 方法을 開發하는 것이 必要하다. 1962年 S.P. Eriksen, J.V. Swintosky, C.W. Chong 諸氏가 發表한 non-Newtonian 分散媒의 限界應力 決定에 效果的인 方法을 發表했는데

1) pseudoplastic flow 에 있어서는

$$\tau = AD + Be^{-KD}$$

2) Bingham plastic flow 에 있어서는 (下向線)

$$\tau = (2\eta \cdot f \cdot D)^{\frac{1}{2}} + f$$

단 τ ; shearing stress f ; yield stress
 D ; shear rate A, B, K ; 常數
 η ; plastic viscosity

이식을 利用하여 直徑, 密度를 아는 硝子, 나일론球를 使用하여 限界應力을 測定할 수 있으며 粒子의 沈澱, shelf life 등 分散媒의 性能을 豫測할 수 있게 된다.

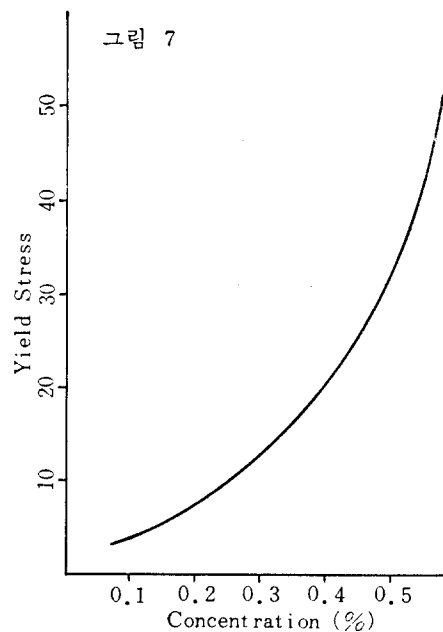
IV. 物理化學的 因子

위에서 말한 流性學的인 條件外에 다음과 같은 物理化學的인 因子들에 대해 說明하기로 한다.

1) Suspending Agents 의 電荷 및 濃度

一般的으로 Suspending Agents 는 非이온性인 경우가 많다. 그러나 非이온性이 아니고 Charge 를 갖고있을때 分散시킬려는 粒子의 電荷와 一致하던가 아니면 變更시킬 수 있어야 할것이다. 그렇지 않은 경우 粒子의 flocculation, Coalescence 를 가져오고 安定度가 급격히 떨어지게된다.

Suspending Agents 의 濃度에 있어서는 그 種類에 따라 少量增加가 Suspension 의 性能에 크게 影響을 미친다. 例를들어보면 [그림 7]에서 보는 典型的인 Bingham plastic 分散媒에 있어 濃度의 少量增加가 Yield stress 에 얼마나 크게 影響



을 미치는가를 알 수 있게 된다.

따라서 粒子的 沈澱에 의하여 일어나는 Shearing stress 를 計算하게 되면 Suspending Agents 의 濃度を 計算할 수 있게 된다. 이때 粒子的 flocculation, coalescence 등이 일어나지 않는다고 봐야만 一致하게 된다.

2) 分散粒子的 物理的 性質 即 粒子的 直徑, 形態, 密度, 電荷 등에 따라 Suspension 의 安定度에 큰 影響을 미치게 된다.

① 直徑, 形態, 密度: 一般的인 境遇에 있어 粒子的 沈澱速度와의 關係는 다음과 같은 式으로 表示된다.

$$U_i = K_1 \frac{g D_s^2 \Delta \rho}{18 \eta} \text{ ft/sec.}$$

$$K_1; 0.843 \log \frac{\Psi}{0.065}$$

U_i ; free settling velocity

D_s = 粒子的 直徑 η ; 分散媒의 粘度

$\Delta \rho$ = 粒子和 分散媒의 密度差異

g ; 重力加速度 Ψ ; 球形率

여기에서 粒子的 重力에 依한 沈澱速度는 D_s^2 , $\Delta \rho$ 에 比例하지만 留意할 것은 粒子的 形態에 따라 分散度 및 沈澱速度가 달라지게 된다. 여기에서 Ψ 는 sphericity 로서 같은 부피를 갖는 粒子的 球形의 表面積을 針狀 또는 板狀의 表面積으로 나눈 값을 意味하게 된다. 이 式에서도 顔料 또는 粒子的 表面積이 클수록 (球形이 아닐수록) 침전 속도가 低下되고 또한 分散媒와의 特性關係로 해서도 沈澱速度가 느리게 된다. 따라서 같은 規格의 粒子라도 球形이 아닌 形을 使用함이 效果的이다.

② 粒子的 電荷

粒子的 電荷는 使用되는 Suspending Agents 및 分散媒 다른 性분하고도 많은 關係가 있으므로 使用하기 前에 Check 가 되어야 할 것이다. 無機粉末인 境遇에는 별로 문제가 되지 않으나 分散劑에 依한 電荷變更이 不可能한 有機藥品, 粉末에 對해서 留意해야 된다. 分散되어 있는 粒子들은 電荷로 인한 Repulsive force 에 依해 安定화가 可能한데 여기에 反對荷電의 物質이 加해졌을 때에 保護콜로이드의 效果도 없이 粒子들은 flocculation 을 일으켜 沈澱을 促進하게 되고 따라

서 力價, 色相, 外觀, 其他 物理的 性質에 많은 影響을 미치게 된다. 따라서 粒子和 같은 Charge 를 가지는 性分 또는 非이온성 性분이 使用되어야 한다. 無機粉末인 경우 媒質에 따라 Charge 가 다르게 나타나는 경우가 있으므로 (예를 들어 TiO_2 는 물속에선 +Charge, 아마인유속에선 -Charge) 유의하지 않으면 안된다. 또한 그 自體의 構造결합에 依한 荷電이 아니고 吸着에 依한 帶電인 경우 製造方法에 따라 荷電이 달라지므로 그때 그때 測定함이 效果的이라 생각한다.

3) 電解質의 種類 및 濃度

極少量의 電解質이 Suspension 의 安定度에 큰 影響을 미치게 되는데 分散된 粒子的 荷電과 反對荷電인 경우 沈澱은 加速化되며 또한 反對荷電의 原子價가 增加할수록 침전속도는 급격히 증가된다. 예를 들어 酸化鐵의 水溶液狀 分散劑에 있어서 沈澱을 일으키는 電解質의 量을 表示하면 다음과 같다.

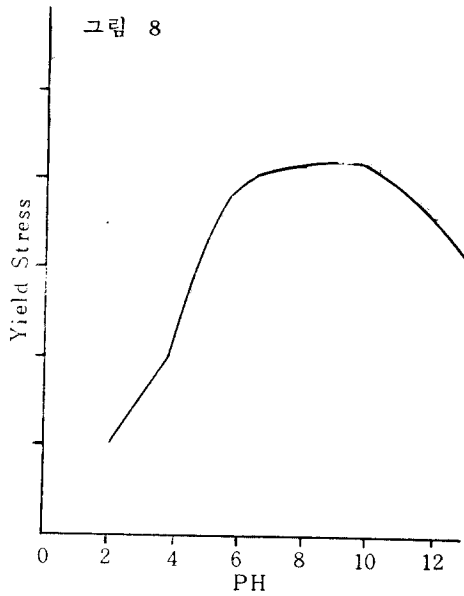
[Table 1] 酸化鐵(赤)줄을 沈澱시키는 電解質의 最少濃度

| 電 解 質 | 陰이온 原子價 | 最少濃度(mols) |
|------------------------------------|---------|------------|
| KCl | 1 | 0.103 |
| KBr | 1 | 0.138 |
| KNO ₃ | 1 | 0.131 |
| K ₂ CrO ₄ | 2 | 0.000325 |
| K ₂ SO ₄ | 2 | 0.000219 |
| K ₃ Fe(CN) ₆ | 2 | 0.000096 |

4) pH

Suspension 의 Suspending Agent 의 化學構造 및 分散媒, 分散된 粒子에 따라 pH 로 因한 限界應力이 달라지게 된다. 예를 들면 [그림 8]에서 보는 바와같이 Bingham plastic flow 를 가지는 한 Suspension 의 pH 와 限界應力에 關係를 보게 되면 Suspension 의 最大效果는 pH 6~8 사이에 있음을 알 수 있고 6~8 以外에서는 急速으로 低下됨을 알 수 있다. 따라서 分散시키려는 粒子 또는 藥品이 pH 6~8範圍가 아니라면 이와같은 Suspending Agents 를 使用할 수 없고 다른 Acid 또는 Alkali 에 安定한 Suspending Agents 를 찾아야 할 것이다.

5) 溫度



Suspension 은 대개 37°C에서 3일 이상 방치 할때 큰 영향을 받지 않아야 하며 특별한 경우를 제외하고는(M.P.가 比較的 銳敏한 것) 60°C 가까이 되었을 때에도 Gel化된 ppt가 생기거나 沈澱이 빨리 될만큼 粘度가 너무 내려가도 좋지 않다, 또한 Freeze-thaw Cycle을 반복하더라도 처음의 粘度를 나타낼수 있는 Suspending Agents를 使用해야 한다.

溫度와 分散된 粒子와의 關係에 있어 한가지 留意해야 할 點은 製造工程中 加熱處理된後 常溫까지 계속 攪拌을 해야 한다는 것이다. 溫度가 上昇했을때 pigments, 또는 藥品의 작은 粒子들의 Surface Energy가 增加되므로 flocculation이 일어날 가능성이 많기 때문이다.

6) 粒子들의 Flocculation

分散된 粒子들은 위에서 말한것과 같이 溫度, 電解質, Suspending Agents 등의 影響으로 structural bond를 形成하여 Suspension의 安定度를 惡化시킨다. 이를 막기 爲하여 充分한 分散劑 또는 Wetting Agents를 가해 주어야한다.

7) Suspension의 流動特性 및 分散媒의 流動特性

위에서 말한 分散媒의 流動特性外에 分散시킬려는 粒子가 들어가게되면 含量에 關係되나 어느정도 限界應力에 變化를 주게된다. 이는 粒子

가 적을수록, 吸收力이 클수록 많은 差異가 생긴다.

8) 粒子와 分散間의 親和性

分散시킬려는 粒子가 Lyophilic이 아닐 경우 Suspension의 安定度에 影響을 미치게 되므로 親和性을 높이기 爲해 Wetting Agents를 가해주던가 아니면 粒子自體를 Lyophilic 쪽으로 處理해 주어야 할 것이다.

9) 分散媒와 Suspending Agents와의 相溶性

分散媒의 各性分은 Suspending agent 뿐만아니라 Suspension의 모든 性分들과의 Compatibility가 좋아야 할 것이다. 예를 들면 첨가제, 색소, 香料等に 아무런 影響을 받지 말아야 할것이다.

10) 化學的인 因子

Suspension의 shelf-life中 첨가제 등의 各性分간의 反應, Suspending Agents 등의 Hydrolysis, 酸化 등의 因子를 Check해야 할것이다.

V. Suspension 處方에 있어서의 Check-list

이것은 Suspension 제품 개발에 必要한 한 안내서로서 도움이 되도록 Check-list를 짜보았다 이는 하나하나 工程을 가장 優秀한 Suspending agents 및 가장 理想的의 濃度를 Check토록하고 Trial & Error 過程을 最少로 할수있도록 해보았다.

우선 Suspending agents의 構造, 性質뿐 아니라 分散시킬려는 粒子, 藥品에 對한 物理的 化學的 性質을 事前에 알아두어야 하고 處方속에 비록 少量이 含有되었다 하더라도 그 性분에 依하여 일어날수 있는 效果, 流性學的인 面에 對해서도 充分히 認知하고 있어야 한다. 이를 爲해서는 할 性分을 除外한 다른 性分の 比를 一定하게하고 그 性分の 量을 增減시켜 봄으로써 Check가 可能할수 있을 것이다. 다음 리스트는 分散媒가 水性 Suspension의 實驗結果이나 몇가지 點을 除外하곤 油性, 溶劑를 使用한 시스템에서도 適用할수 있을 것으로 본다.

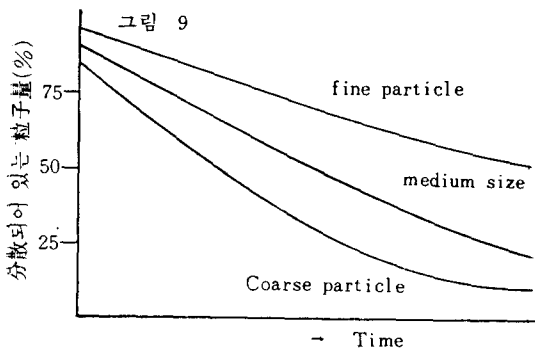
① 分散시킬려는 粒子, 藥品의 電荷를 決定한다. 一般的으로 全體 荷電量은 보잘것 없으나 한 粒子가 가지고 있는 電氣量은 電解質의 荷電量과 비슷하므로 Electrophoresis로 쉽게 決定된다.

② 處方속에 들어갈 다른 成分들의 電荷이온

性質을 체크한다. 가급적이면 非이온 性分을 사용하고 電解質 특히 2價 이상의 이온에 주의하다.

③ 分散시킬려는 粒子들의 密度, 形態 粒度等을 체크한다. 粒度는 대개 micron 前後이나 Suspension 內에서 몇개의 粒子가 함께 뭉치는 경우가 많아 正確하게 체크하기가 곤란한 경우가 많다. 원래 粒子가 2μ 이하이게 되면 비록 球形이라 하더라도 Stoke's Law를 적용할수 없고 더욱이 粒子形態가 針狀, 또는 板狀인 경우 큰 差異가 있으나 이는 다른 체크에 參考가 되기 때문에 必要하게 된다.

粒度分布에 따른 沈澱速度와의 關係를 圖表로 나타내면 (그림 9)와 같은 곡선이 된다.



④ 分散시키려는 粒子의 親媒性(Lyophilicity)을 체크한다. 例를 들면 水性 Suspension에선 S_{H_2O}/S_{N_2} (粒子의 親水表面積比)가 클수록 安定한 Suspension이 얻어지게 된다.

위의 ①~④까지 Check한 다음 Suspension에서 가장 重要한 限界應力을 갖는 Suspending Agents를 選擇해야 한다.

⑤ 分散媒의 密度를 測定한다. 이때 Suspending Agents, 및 다른 첨가제를 모두 가한 다음의 밀도를 측정한다.

⑥ 粒子의 沈澱에 의하여 發生하는 Shear stress를 式(1)에 의하여 計算한다.

여기서 나온 數値는 粒子가 球形인 것과 電荷에 의한 反發力等을 考慮하지 않았기 때문에 실제보다 언제나 數値가 크게 나타나게 된다.

⑦ 必要한 限界應力을 基準으로하여 Suspending Agents의 種類와 濃度를 決定한다. 分離가 잘 안되는 安定된 Suspension을 얻기 爲해서는

分散媒의 限界應力을 粒子의 沈澱에 의한 應力보다 크도록 해야한다. 위에서 말한 바와 같이 粒子에 의한 應力은 計算値보다 적으므로(정확한 計算은 다른 因子때문에 곤란하지만) 粒子에 의한 應力보다 크게 調節하는 것은 豫期치 않은 原因을 即 振動, 溫度變化, 粒子의 영김等에 대처하기 爲해서 效果의이라 생각된다. 이들에 의한 영향이 어느 程度인가는 알려진게 없으나 實驗으로 限界應力을 보완해 주게되면 충분하리라 생각한다.

⑧ Suspension의 分散媒 性分을 決定한다. 性分을 決定한後 分散시킬려는 粒子 또는 藥品, 粉末을 가하기 전에 分散媒의 限界應力을 確認해야한다. 왜냐하면 Suspension에 설탕이나 글리세린 등을 加하면 限界應力이 變化하므로 따라서 Suspending agents 量도 變化시켜야 된다.

⑨ 製造工程을 決定한다.

특히 粒子가 電氣의으로 帶電되어 있는 경우 製造工程上의 差異는 Suspension의 安定도와 밀접한 關係가 많다. 粒子, Suspending agents, wetting agents, protective colloid, electrolyte, additives 등에 대한 가장 좋은 工程을 체크해야한다.

⑩ Suspension의 安定度를 체크한다.

위의 ①~⑨까지 모두 決定된 다음 製造하여 $37^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 3일간 放置하던가 또는 Freeze-thaw Method에 의하여 安定度를 체크한다. Suspending Agents 自體가 Gel化하면서 ppt가 생겨 限界應力의 떨어지지 않는가, 粒子들이 溫度가 上昇함에 따라 Flocculation을 일으켜 침전속도가 빨라지지 않는가, 등에 對해서 체크가 되어야 하며 또한 어떤 化學的인 變化는 생기지 않는가에 대해서도 確認해야 할것이다.

이상과 같이 ①~⑩項目을 체크했을때 Rheology 面에서 變化없이 正常이라면 安定한 Suspension이라 할 수 있을 것이다.

參考文獻

1. T. Higuchi, J. Am. Pharm. Assoc., Sci. Edi. 47, 657 (1958)
2. R.J. Meyer and L. Cohen, J. Soc. Cosmetic Chemists. 10, 143 (1959)
3. S.P. Eriksen presented at Dec. 1962, meeting of A.A.A.S.

4. Samuel Glasstone "Physical Chemistry"
5. E.A. Smith "preparing Suspension" Manufacturing
Chemist. Dec. 1962
6. Chemical Engineer's Handbook 4th Edi, 5—59.
7. "Viscosity And Thixotropy" The Baker Castor oil
Corp.
8. Tong Joe Lin; Am. perf. & Cosm. 83. No. 7,
(1968)