

프 라 스틱 上 의 鍍 金

株式會社 金星社 技術主任

尹 基 榮

1. 緒 論

近來 表面處理分野에 새로운 方法으로 登場한 프라스틱上的 鍍金은 初期에는 그 方法이 不分明하였으나, 現在는 이 分野에 對한 研究가 매우 活潑하게 되어 外國에서는 이미 量産을 行하고 있는 것이다. 따라서 이 分野에 對한 關心이 점차적으로 높아져 가고 있으며 앞으로 크게 發展될 것으로 믿고 있다. 갑자기 plastics plating에 對하여 關心이 높아진 것은 그 동안의 研究結果로 프라스틱上的 鍍金の 密着이 大端히 向上되었으며 이로 因해서 종래의 亞鉛다이캐스팅物이나 其他 金屬材料 대신에 프라스틱으로 바꿀 分野가 開拓되게 된 點이다. 따라서 프라스틱工業의 進歩와 더불어 그 用途는 金屬의 分野를 위협하고 있는 實情이다.

프라스틱은 金屬材料에 比하여 여러가지 特徵을 가지고 있다. 예를 들면, 輕量, 電氣絶緣性, 耐藥品性, 耐蝕性, 成型의 容易等이다. 故로 프라스틱을 使用함으로써 材料費의 減少, 加工費, 研磨費, 運搬費의 節約 製品의 多樣性, 耐蝕性的 向上등의 利點이 있다. 反面에 프라스틱은 金屬에 미치지 못하는 많은 缺點을 가지고 있다. 即, 高溫에서의 變形, 變質, 收縮, 衝擊, 硬度, 耐候性은 金屬에 比하여 떨어지기 때문에 金屬을 鍍金하는 것은 이와같은 프라스틱이 金屬에 미치지 못하는 點을 補強하여 프라스틱의 特徵과 金屬의 特徵을 併用하는 새로운 工業材料를 만들어 내는 것이 그 目的인 것이다. 非電導體에 金屬을 被覆하는 方法으로서는 銀鏡反應, 眞空蒸着, 陰極蒸着等 여러 方法이 있으나 그 被膜이 大端히 얇고, 電氣化學的으로 金屬을 프라스틱表面에 鍍金하는 表面加工法이 아니므로 電氣化學的인 鍍金方法의 工業化에 對한 諸條件에 對하여 研究되어 온 것이다.

이 方法으로 鍍金된 프라스틱은 外觀上 金屬과 똑 같으며, 종래 金屬을 使用하였던 車輛, 弱電部門 自動車工業 등의 各部品과 玩具, 雜貨에 이르기 까지 利用되게 되었다.

以下 프라스틱上的 金屬鍍金에 對하여 關心이 있는 分을 爲하여 그 方法에 對하여 專門的인 立場을 떠나서 說明하고자 하며, 鍍金上 注意點에 對하여 記述하고자 한다.

2. 프라스틱에 金屬鍍金을 行함으로써 얻어지는 利點.

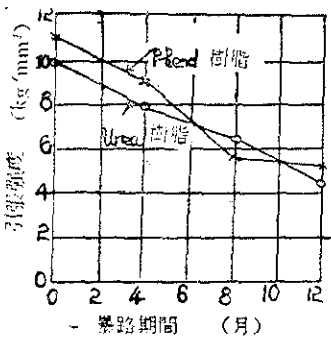
2-1. 耐候性이 改善된다.

프라스틱製品을 屋外에서 長時間 使用하면 引張強度, 伸縮性이 減少한다. 이것은 紫外線을 吸收하여 프라스틱이 劣化하기 때문이다. Phenol樹脂 Urea樹脂를 屋外에 暴露하면 第1圖과 같이 引張強度의 減少를 나타낸다. 紫外線에 依한 프라스틱 製品을 屋外에서 長時間 使用하는 경우 缺點으로 된다 따라서 프라스틱上에 金屬鍍金을 行하면 紫外線이 直接 프라스틱에 照射되지 않기 때문에 이 劣化를 防止할 수 있는 것이다.

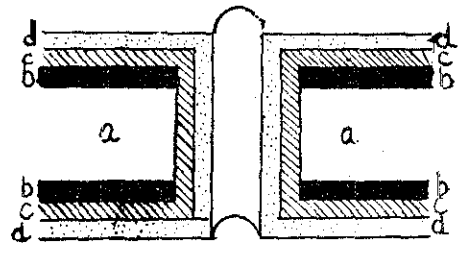
2-2. 電導性을 賦與할 수 있다.

電導性이 없는 것이 프라스틱이 金屬과 다른 큰 特徵의 하나이다. 그러나 때에 따라서는 프라스틱上的 特定部分에 電導性을 주어야 할 경우가 있다. 이와같은 경우에는 電導性 프라스틱을 使用하면

좋은 것같이 생각되나 이 分野의 開發은 아직 도달되지 않고 있기 때문에 電氣鍍金이 利用되고 있다
 電子計算機, 通信機, 錄音機, 텔레비전, 라디오 등의 P.C.B. (Printed Circuit Board)의 表 pattern과
 裏 pattern을 連結시키기 위해서 鍍金을 行하고 있는 것은 그 代表的인 例이다. 第2圖는 플라스틱板
 의 兩面에 미리 銅箔을 接着시킨 것에 구멍을 뚫고 孔部分에서 兩面의 銅箔을 連結하기 爲해서 鍍金
 한 것의 斷面을 表示한다.



第 1 圖



a. 플라스틱
 b. 銅 箔
 c. 化學銅鍍金
 d. 黃酸銅電氣鍍金
 第 2 圖

2-3. 機械的 諸性質을 改善한다.

플라스틱에 두꺼운 鍍金을 行하면 表面硬度, 耐摩耗度, 耐衝擊值等의 機械的 性質을 向上시킬수
 있다. 이들 性質의 向上의 程度는 鍍金하는 金屬의 種類, 鍍金두께等에 依해서 差異가 있으나 그 一
 例를 보면 第1表와 같다.

第 1 表 鍍金에 依한 플라스틱의 機械的 性質의 向上

플라스틱의 種類	引張 強度 lb/in ²		增 加 (%)	耐衝 擊值 ftlb/in		增 加 (%)
	鍍金前	鍍金後		鍍金前	鍍金後	
Poly Vinyl Chloride	6775	8650	27.7			
Poly Vinylidene Chloride	7500	9100	21.4	0.90	1.10	22.0
Poly Styrene	4775	6225	30.4	0.30	0.36	20.2
Cellulose Acetate	5775	6725	16.4	2.40	2.95	22.9
Ethyl Cellulose	4450	5200	16.8	4.70	5.40	14.9
Melamine-formaldehyde	6500	7250	11.5	0.24	0.31	29.2
Urea-formaldehyde	7300	8775	17.0	0.28	0.33	21.4

(注) ① 모두 3枚의 Test piece의 平均値임.
 ② 도금은 7.6μ 銅鍍金後 12.7μ의 카드뮴鍍金한 것.

2-4. 耐熱性을 增加시킬 수 있다.

耐熱性이 적은 것은 플라스틱의 큰 缺點이다. 一般의 플라스틱은 約 70°~140°C 부근의 溫度의
 耐熱性을 가지고 있으며 最高의 耐熱性을 가지고 있다고 하는 弗素樹脂도 300°C부근이다. 그러나 프
 락스틱에 두꺼운 도금을 행하면 耐熱性을 向上시킬 수 있다. 第2表에 그 一例를 表示한다.

第 2 表 鍍金에 의한 프라스틱의 耐熱性的 增加와 吸水率의 減少

프라스틱의 種類	耐熱度 (°C)		增加 (%)	吸水度 (24hr)		減少 (%)
	鍍金前	鍍金後		鍍金前	鍍金後	
Urea-aldehyde 樹脂	126	160	23.0	1.6	0.05	96.9
Melamine-formaldehyde 樹脂	132	210	51.8	0.14	0.02	86.7
Poly Vinyl Chloride	76	107	32.4	0.42	0.11	73.9
Poly Vinylidene Chloride	82	121	38.9	0.08	0.02	75.0
Poly Styrene	76	112	38.2	0.01	0.00	100.0
Poly Metha Acrylate	68	121	61.3	0.35	0.03	91.4

(注) ① 모두 3枚의 Test piece의 平均値이다.
 ② 도금은 銅도금 7.6 μ 後 12.7 μ 의 카드뮴도금한 것.

2-5. 吸水率을 減少시킬 수 있다.

Polyethylene 樹脂나 弗素樹脂는 거의 물을 吸收 하지 않으나, 一般的 프라스틱은 若干의 吸水性이 있다. 이 性質은 프라스틱을 工業材料로서 使用하는 경우에 障害로 되는 경우가 있다. 第2表는 프라스틱에 鍍金을 行함으로써 吸水率을 70~100% 減少시키는 것이 可能함을 표시해 준다.

2-6. 金屬感을 준다.

內部는 프라스틱이라도 外觀은 金屬感을 갖게 하고져 하는 경우가 있다. 外觀上 單只 金屬感만을 賦與하는 때에는 眞空鍍金이 좋으나 表面硬度, 耐磨耗性 其他 機械的性質을 同時에 向上시키고져 하는 경우에는 眞空鍍金으로서는 目的을 達成하기 어렵고 두꺼운 鍍金이 必要하다.

2-7. 프라스틱上的 鍍金은 金屬上的 鍍金보다 腐蝕이 劣다.

예를 들면, 亞鉛다이캐스팅製品에는 銅-니켈-크롬의 3層의 電氣鍍金을 하는 것이 普通이지만, 다이캐스팅物도 도금층도 부식되기 쉽다. 亞鉛대신에 프라스틱을 使用하여 그 위에 같은 方法으로 도금하게 되면 프라스틱과 鍍金層間에는 電氣化學的 腐蝕이 극히 적기 때문에 製品全體로서의 耐蝕性은 현저히 向上한다. 第 4表에 하나의 比較例를 表示한다.

第 3 表 鐵에 鍍金한 것과 프라스틱에 鍍金한 것과의 耐蝕度 比較

素 材	鍍 金	鹽水 浸漬 時間 (hr)									
		24	48	72	96	120	144	168	192	240	264
鋼 板 (研磨)	銅鍍金 10 μ	A A B C D									
	니켈鍍金 5 μ	A A B C D									
	크롬鍍金 0.5 μ	A A B C D									
Phenol-formaldehyde 樹脂	同 上	A A A A A S T									
鋼 板 (研 磨)	銅鍍金 20 μ	A B C D									
	니켈鍍金 5 μ	A B C D									
	크롬鍍金 0.5 μ	A B C D									
Phenol-formaldehyde 樹脂	同 上	A A A S T									

(注) ① 鹽水: 鹽化마그네슘 11.0g/l, 鹽化칼슘 1.2g/l, 鹽化소다 4.0g/l, 鹽化나트륨 23.0g/l나트륨
 ② A: 脫蝕안함, B: 多少腐 C: B以上の 腐蝕, D: 심하게腐蝕, S: pinhole 部分에 腐蝕生成物 T: S의 狀態가 어느 部分에도 나타남.

2-8 輕量이고 加工費가 싸다.

大部分의 프라스틱이 金屬에 比하여 가볍다. 따라서 最終製品의 重量을 감소시켜주므로 휴대용 器

품에 많이 利用된다. 外國에서는 이 特徵을 利用하여 부녀자用 裝身具를 비롯하여 T.V. 안테나에도 利用되고 있으며, 宇宙船의 경우 그 무게 1파운드 감소시키는데 約 \$ 10,000~20,000이 節約된다고 한다. 또한 수송비도 절약할 수 있다. 第4表는 金屬材料와 프라스틱材의 重量의 比較를 表示한다.

第 4 表

Material	Sp. Gr.
Brass	8.7
steel	7.9
Zinc	6.6
Alumium	2.72
ABS	1.60

프라스틱제품은 成型後 二次 機械加工을 行하지 않고 바로 鍍金할 수 있기 때문에 加工費를 절약할 수 있다. 第5表에 그 一例를 表示한다.

第 5 表

Material	cost per Cubic Inch(cents)
ABC (CycolacEP-3510)	1.46
Alumium, casting	2.25
Yellow Brass, Casting	9.25
Stainless Steel, Casting	12.76
Carbon Steel, Casting	2.69
Zinc, Casting	3.78
Poly Carbonate	4.52
Acetal	3.38

3. 素 材

鍍金加工의 對象으로 되는 프라스틱의 種類는 約 20餘種으로 보고 있다. 그러나 이 中에서 鍍金에 가장 많이 利用되는 것이 ABC(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) 樹脂라고 報告되어 있다.

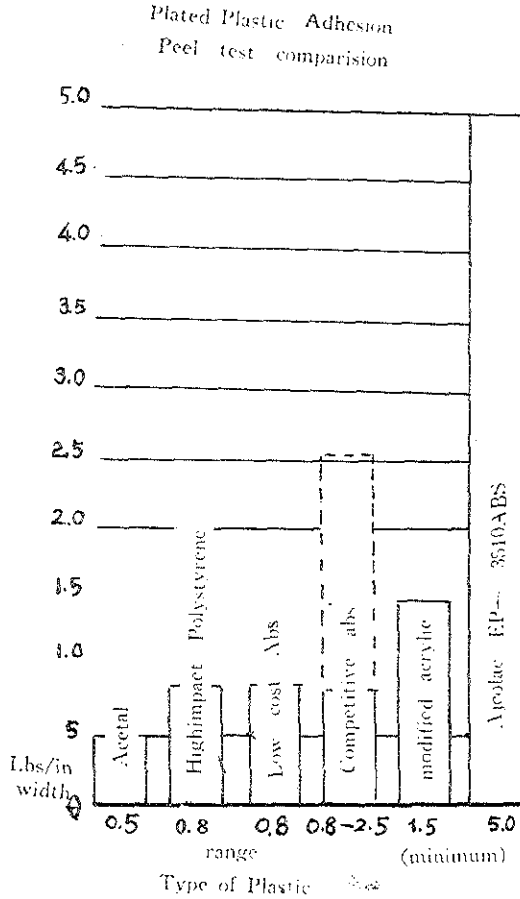
ABS 樹脂以外에도 Poly Amide, Polyacetals, Phenolics, Urea-formaldehyde, Melamine, Polycarbonates Acrylics, Fluoro Carbons, Poly propylene, Polyester, Epoxies等도 鍍金이 可能하나 密着力의 變化가 많다.

ABS 樹脂는 아직까지 다른 樹脂에 비하여 우수한 밀착력을 나타내고 있다. 外國에서는 현재 鍍金用 ABS樹脂를 生産하고 있으며 Marbon Chemical Co의 Cycolac EP-3510은 鍍金用樹脂로서 우수하다고 한다.

前述한 바와 같이 鍍金을 하는 프라스틱에는 여러종류가 있고 그 性能도 다르기 때문에 素材와 適切한 鍍金方法의 선정은 대단히 重要的한 것이다. 따라서 현재 熱可塑性 熱硬化性을 포함하는 많은 프라스틱中에서 ABS 樹脂가 그 代表로서 取扱되게 되었다. 그러면 다음에 ABS樹脂에 對하여 간단히 설명하고자 한다.

ABS 樹脂라는 것은 Styrene, Acrylonitrile에 다시 Butadine을 加한 共重合樹脂로서 機械的強度(耐衝擊性, 壓縮強度, 耐屈曲性)가 優秀하고 熱安定性이 높고 成型收縮率이 적으며 熱膨脹係數가 적어 鍍金工程中 溫度依存度가 적으며 吸水性도 낮고 成型도 비교적 용이하여 도금용 素材로서 適성이 評

價되고 있다. 또한 鍍金膜과 密着性에 重大한 영향을 주는 成型品の 表面粗化가 化學的 處理만으로 均一하게 安全하게, 더구나 高生産性으로 行하여 지는 利點이 있다. 다음 第3圖에 ABC樹脂와 他樹脂의 鍍金密着力比較를 表示한다.



第 3 圖

現在 機械的處理에 依하지 않고 간단한 化學적處理만으로 表面粗化가 可能한 樹脂는 ABC 樹脂뿐이다. 機械的處理例를 들면 液體호—닝에 依한 表面粗化를 行하지 않으면 얇은 플라스틱에 金屬鍍金을 하는 것도 不可能한 것은 아니나, 加工費面에서 볼 때 不合理한 것이다.

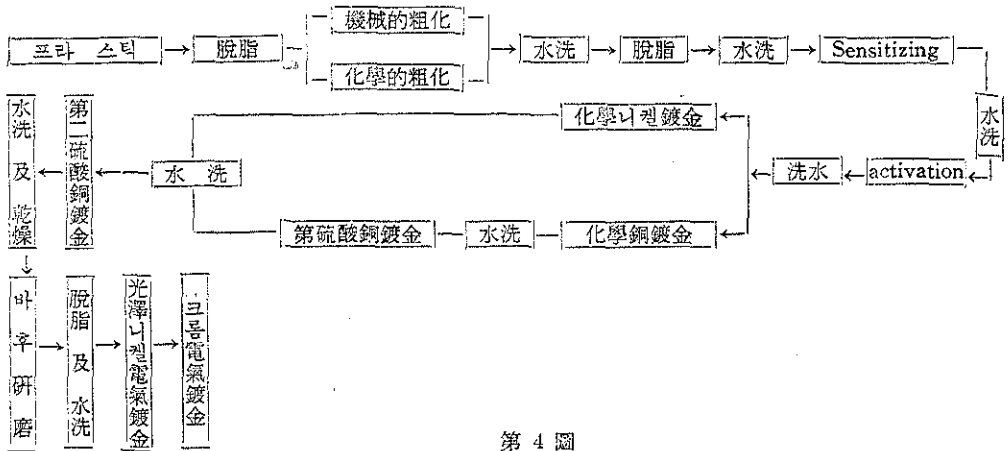
4. 鍍金 順序

프라스틱에 鍍金하는 技術을 個別的으로 說明하기 前에 鍍金順序에 對해서 記述하고자 한다. 플라스틱에 鍍金하는 경우 가장 重要한 것은 어떻게 하여 플라스틱에 充分한 電導性을 賦與하는가 하는 것이다. 電導性이 充分히 賦與되면 그 위에 두꺼운 電氣鍍金을 하는 것이 容易하기 때문이다.

電導性을 賦與하는 一般的인 方法은 플라스틱面에 適當한 觸媒物質(主로 周期率表上의 第8族 金屬 即 Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt等)을 吸着시켜 이것을 化學鍍金液에 浸漬하여 化學鍍金을

行하고 이렇게 하여 얻은 化學鍍金屬의 電導性을 利用하여 電氣鍍金을 行하는 것이다. 따라서 觸媒物質은 化學鍍金反應을 프라스틱面上에서 活發히 進行시키는 것이어야 하며 프라스틱面에 잘 吸着되는 것이어야 한다.

第4圖中 Sensitizing(感度性 賦與)와 activation(活性化)의 工程은 프라스틱에 觸媒物質을 吸着시키는 工程으로서 그 前에 行한 粗化(化學的) 또는 (機械的)는 觸媒物質이 프라스틱面에 잘 吸着시키기 위한 것과 동시에 化學鍍金과 프라스틱과의 밀착력을 強化하기 爲하여 行하는 것이다.



第 4 圖

化學鍍金으로서 化學銀鍍金을 採用하는 경우는 Sensitizing 만을 行한다. 그러나 化學 니켈鍍金이나 化學銅鍍金을 行하는 경우는 Activation을 行하지 않으면 좋은 結果를 얻지 못한다. 化學銅鍍金후의 硫酸銅電氣鍍金으로서 第1硫酸銅鍍金과 第2硫酸銅電氣鍍金の 두가지를 行하는 것은 化學銅鍍金上에 硫酸銅電氣鍍金을 支障없이 行하기 爲한 것으로 다른 組成의 鍍金液으로 2回鍍金하는 것이 安全하기 때문이다. 化學니켈鍍金을 行하는 경우는 第2硫酸銅鍍金으로서 충분하다. 硫酸銅電氣鍍金에서 充分한 電導性이 부여되면 後의 니켈, 크롬등의 鍍金은 金屬製品の 경우와 같은 方法으로 行할수 있다.

硫酸銅鍍金後의 마후研磨는 銅鍍金이 光澤과 平滑化作用이 充分히 있으면 省略할 수 있고 이것이 理想的인 方法임은 물론이다. 化學니켈鍍金을 두겹게 하여 硫酸銅電氣鍍金을 行하지 않고 完成品으로 하는 경우도 있다.

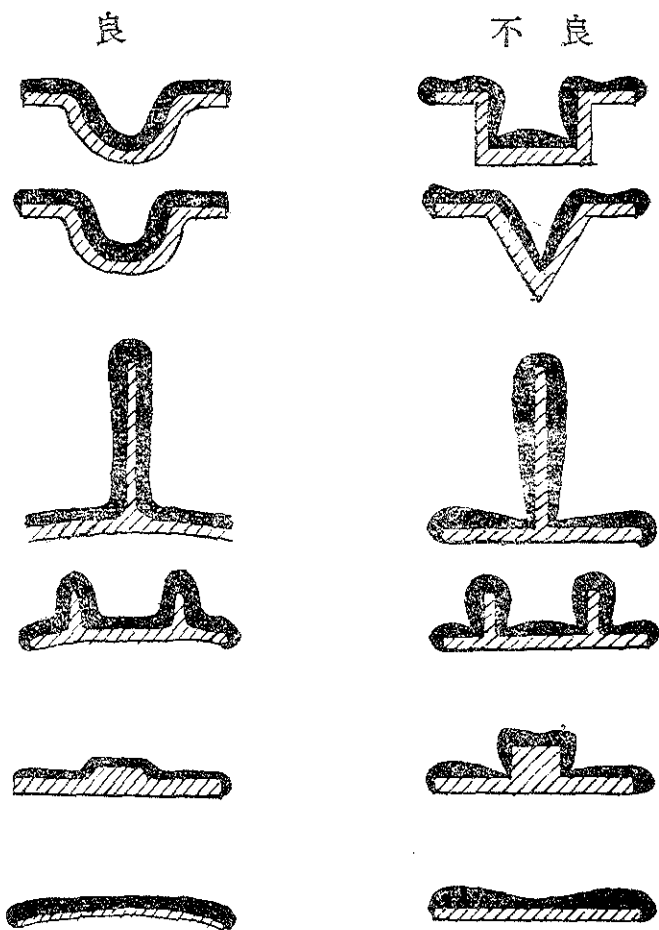
5. 프라스틱 鍍金時의 一般的 注意事項

5-1. 成型品の 形狀

프라스틱을 利用함으로써 얻는 最大의 利點은 成型이 容易하기 때문에 斬新한 形狀 및 design이 可能하고, 아울러 部品의 輕量化, 耐蝕性의 向上, 生産 및 管理의 容易等이 可能하다는 것이다.

종래, 金屬에 電氣鍍金하는 경우와는 根本적으로 다르고 프라스틱에 電氣鍍金은 形狀 및 design의 良否에 依해 最終製品에 影響을 주기 때문에 下記의 留意事項에 充分히 注意해야 한다.

1) 電氣鍍金의 缺點으로 되는 構造는 避한다. 即 (1) 銳角部分을 可能한限 避하고 丸味를 갖도록 한다. 2) 깊은 溝나 穴은 될 수 있는 限 피하고 불가피한 경우는 깊이에 대하여 底邊이 最少 2倍로 되도록 한다. (第5圖 參照).



第 5 圖

2) 密着性を考慮하여 形特을 design한다. 即 (1) 平滑한 面(鍍金面所)을 가능한 적게 하고, 有效鍍金面以外的 部分은 가능한 小模樣의 裂地加工을 한다. (2) 凹凸, Rollet, 溝等を design할 때 活用하여 平滑面을 적게 한다. (3) 平面보다 曲面을 擇한다.

3) 電氣鍍金時의 電氣 接點關係를 考慮하여 接點을 適當數만큼 設定한다. 即 1) 被鍍金面에 對하여 接點個所의 不足은 鍍金膜의 不均一의 原因이 되어 密着性和 外觀에 影響을 준다. (通電範圍는 接點으로부터 半徑 5cm 程度가 理想의이다. (2) 表面과 裏面과의 通電性を 良好하게 하기 爲하여 가능한 限 適當穴을 만들어 준다.

5-2. 成型作業時의 注意事章

成型作業에서 注意해야 할 點은 種래 異하여 온 것과 같이 樹脂成型品이 故때로 最終製品으로 使用되는 경우와는 달라, 成型品을 다시 電氣鍍金을 行하여 最終製品으로 하는 경우와는 그 取扱方法이 根本的으로 다르다. 即 成型作業의 良否에 따라 電氣鍍金에 對한 影響이 크기 때문에 成型業者는 樹脂 Maker와 充分한 協議後 最適의 成型條件으로 作業해야 한다.

鍍金加工部門의 立場으로 보아 成型作業에 있어서 留意事項을 보면 다음과 같다.

1) 成型機는 可能的 限 Screw Type를 採用한다. Plunger Type의 경우 plunger에서의 樹脂의 滯

留에 依해서 樹脂가 過熱되는 原因으로 되고 樹脂가타서 鍍金工程中에서 不良이 일어나기 쉽다. 그러나 부득이 한 경우에는 plunger의 速度를 빠르게 하여 Cavity 內에의 充塡를 容易하게 하므로서 滯留樹脂를 없도록 해야한다.

2) 離型劑는 可能한 限 使用하지 말것, 離型劑를 使用하면 鍍金前處理工程에서 離型劑 除去工程이 必要하고 特別히 被膜方式系 離型劑(Silicone, Stearic Acid, Wax 金屬비누等)는 成型品의 表面에 부착하여 除去가 困難하고 또한 金型損傷의 우려가 크기 때문에 使用해서는 아니된다.

3) 成型前에 樹脂는 充分히 乾燥한다. 乾燥不充分의 경우는 銀線, 氣泡等의 表面的, 內面의인 여러가지 缺點이 나타나게 된다. 乾燥는 材料에 따라 다르나, ABS의 경우 熱風乾燥로 80°C에서 3~4시간 乾燥를 要한다. 原料中의 含有水分은 0.08%以下가 理想的이다. 만일 1% 以上의 水分을 含有하면 氣泡等이 發生할 우려가 있다.

4) 金型溫度는 可能한 限 높게 한다.

樹脂 Maker에 따라, 樹脂種類에 따라 金型溫度가 다르기 때문에 Maker와 協議後最適溫度로 하여 주어야 한다. 일반적으로 金型溫度가 낮으면 Cavity內에의 樹脂充塡時間이 길고 Cycle Time, 射出 壓力이 同一한 경우도 成型品의 樹脂密度가 낮고 表面光澤이 떨어진다. 또한 Weld line의 發生, 樹脂表面層의 配向性歪等의 缺點이 생기고 均一한 鍍金面이 얻어지지 않기 때문에 이 缺點을 피하는 最適溫度範圍에서 作業해야 한다.

5) Cycle Time을 可能한 충분히 해준다. Cycle Time이 짧으면 樹脂密度가 적게 되고 鍍金工程中 부풀어 오를 우려가 있다. 종래 20~30秒 Cycle Time으로 成型되던 것을 40~60秒 정도로 연장하고 冷却時間을 충분히 하면 좋다.

6) 成型品은 可能한 限 Annealing해 준다.

成型後 鍍金工程中 變形의 防止는 두께를 두껍게 하면 防止되지만 일반적으로 Annealin하여 內部 應力을 除去하여 주는것이 좋다.

7) 成型品 取扱을 慎重히 할 것. 成型物의 表面결함은 電氣鍍金시 여러가지로 惡影響을 주기 때문에 포장이나 運搬時 慎重히 取扱해야 한다.

5-3. 鍍金作業時 注意事項

5-3-1. 프라스틱과 鍍金 金屬間의 熱膨脹係數의 差에 注意한다.

프라스틱은 金屬의 10배에 가까운 熱膨脹係數를 가지고 있는 것이 있기 때문에 鍍金하는 경우, 鍍金液의 溫度가 높으면 鍍金後의 水洗工程에서 鍍金된 金屬보다 더 收縮하기 때문에 鍍金層의 密着이 나빠져서 剝離, 부풀어 오름等의 原因이 된다. 良好한 鍍金을 얻기 爲해서는 鍍金工程中 液溫度變化를 될 수 있는 한 피해야 한다. (第6表 參照).

第 6 表 金屬과 프라스틱과의 熱膨脹係數 比較

名 稱	熱膨脹係數 (10 ⁻⁵ /°C)
銀	1.97
銅	1.65
니켈	1.33
크롬	0.83
polyethylene	18.
Nylon(壓縮成型)	15.
polyvinylidene Chloride	19.
DELTRIN	8.1

第4圖中에서 第1硫酸銅鍍金, 第2硫酸銅鍍金은 常溫에서 行하기 때문에 關係없으나 化學니켈鍍金은 60~100°C에서 行하기 때문에 注意를 要한다. 電氣니켈鍍金, 電氣크롬鍍金은 모두 50°C 부근에서 行하며 이때는 미리 두꺼운 銅鍍金이 되어 있으므로 熱은 直接 플라스틱에 傳導되지 않으므로 熱膨脹 差에 依한 影響은 어느 程度 완화된다.

4-3-2. 플라스틱의 變形溫度에 注意한다.

大部分의 鍍金用 플라스틱은 100°C 以下에서 變形하며 鍍金의 대상으로 되어 있는 ABC 樹脂도 一般의 ABC 樹脂는 100°C부근 耐衝擊性의 ABC樹脂는 97°C부근 이므로 이 溫度를 넘으면 變形한다.

5-3-3. 內部應力이 적은 鍍金方法을 擇한다.

플라스틱에 鍍金하는 경우 金屬에 鍍金하는 경우보다 密着力이 좋지 않은것이 보통이다. 鍍金의 內部應力은 鍍金의 密着力과 밀접한 關係가 있고, 內部應力이 크면 密着不良, 剝離, 부풀음등을 이 르키기 쉬울 뿐만아니라 硬하고 脆弱한 鍍金으로 되므로 鍍金液의 選定時에는 內部應力이 적은 것을 擇하여야 한다.