

高分子材料의 腐蝕

이 재 익* · 서 명 포**

한국비료공업(주) 기술연구소 책임연구원*, 영남대학교 화학공학과**

The Degradation of Polymer

J. I. Lee*, M. P. Seo**

Korea Fertilizer Co. LTD. R & D. Young Nam Uni Chem. Eng**

1. 序 論

모든 化學裝置設備는 過酷한 環境條件에서 使用되고 있는 경우가 비일비재한 실정이며, 化學裝置設備를 使用할 境遇 過酷한 使用條件이라 하면 一般的으로 腐蝕性 環境이라 하겠다.

이러한 腐蝕性 環境에 있어서 대부분의 化學裝置材料로서는 強度面에서나 經濟的인 側面에서 가장 理想的인 裝置材料라 할 수 있는 鐵 및 鋼材料를 널리 使用하고 있으나, 腐蝕(Corrosion)에 對한 抵抗性이 결핍되어 있다는 點이 金屬材料의 큰 弱點이라 하겠다.

即 마모라든가 Erosion 및 Corrosion 등으로 因하여 劣化 損傷되므로서 損失되는 바, 金屬材料로서 다시 利用할 수 없다는 點이 資源的인 측면에서 부터 工業 經濟的인 측면에서 있어서 가장 重要한 課題로 대두되어, 各種 工業 發展과 더불어 腐蝕과 防蝕에 關한 研究結果가 報告됨과 더불어 化學裝置設備를 設計 및 製作할 경우 充分히 反映되고 있는 實情이나 使用中 예측하지 못한 腐蝕現像으로 莫大한 損失을 초래하는 경우도 있다.

따라서 모든 이러한 예기하지 못한 腐蝕으로 因

한 損失을 最少化하기 爲한 研究가 進行된 結果, Polyethylene 및 Polyvinyl chloride와 같이 耐蝕性이 탁월한 高分子(Polymer)가 開發되어 工業材料로 使用되기 始作하였다.

이러한 高分子 材料는 金屬材料에서는 견디지 못하는 H^+ , Cl^- 및 OH^- 등과 같은 腐蝕性 物質을 含有한 腐蝕性 環境에서 各種 配管, 部品 覆복재(Lining Coating 등) 등으로 널리 使用된 同時에 漸次的으로 大形 塔, 槽類用으로도 使用되고 있는 實情이다.

當初 耐蝕 高分子材料의 主體가 되는 것은 熱可塑性樹脂이었으나 그 以後 꾸준한 研究結果로서 보다 耐蝕性이 良好한 熱硬化性樹脂 開發로 因하여 FRP(強化 Plastic)와 같은 高分子材料가 出現하였다.

그러나 이러한 FRP와 같은 高分子材料는 耐蝕性이 탁월하다고는 하지만 特殊한 腐蝕性 環境이라든가 使用條件에 따라서는 腐蝕이 發生한다고 하여도 過言은 아니다.

따라서 本文에서는 現場 實務者들에게 조금이나마 도움이 되고저 高分子材料에 있어서 劣化機構 및 腐蝕에 對하여 간단히 서술코저 한다.

2. 劣化機構

2. 1 劣化란?

一般的으로 劣化(Degradation 또는 Deterioration)이라함은 使用中에 物理的 혹은 化學的 變化로 因하여 材料의 性能이 低下되는 現象으로서, 劣化를 原因에 따라 細分하면, 酸化劣化, 熱劣化 Ozone 劣化, 光劣化(紫外線, 高 Energy放射線劣化), 電氣의 劣化, 微生物에 依한 劣化, 機械的劣化(疲勞 등) 및 化學藥品, 油, 各種 水溶劑等 化學的 環境에 依한 化學的劣化등으로 분류할 수 있으며 化學裝置用 材料로서 使用되는 경우에는 當然히 化學的劣化가 特別한 問題가 된다.

이러한 劣化現像은 一般的으로 單獨 또는 複合的으로 惹起되므로서 材料의 劣化現像이 促進된다.

2. 2 劣化機構

劣化는 앞에서도 서술한바와 같이 單獨 혹은 複合的으로 일어나고 있으며 酸素가 存在하지 않으면 일어나지 않으므로 酸化劣化를 最優先的으로 生覺하게 되며, 光劣化 역시 空氣中の 酸素가 高分子에 作用하기 손쉬우므로 水素를 除去할 경우라든지 光 Energy를 加할 경우 加熱에 依한 熱 Energy가 加해졌을 경우와 같이 光, 熱 Energy가 高分子를 自動酸化시키므로 一般的으로 酸化反應이라 生覺할 수 있다.

光劣化에 있어서 問題가 되는것은 光波長으로 光波長이 增大하므로서 光子 Energy가 急速히 減少된다. 一般的으로 高分子材料를 劣化시키기 爲한 光波長은 0.4μ이하의 短波長(紫外線)이며, 0.4~0.7μ의 可視光일 경우에는 그다지 問題가 되지 않는다.

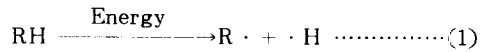
即 光波長이 3500Å에서 約 82Kcal/mol 程度의 Energy가 存在하므로 수많은 Polymer 結合을 完全히 파괴한다고 할 수 있다.

熱分解 및 熱劣化는 高分子 材料를 높은 온도로

加熱할 경우 熱 運動으로 因하여 高分子의 主鎖인 C-C結合이 수 없이 절단되는 現像이므로 加熱하여 成形 加工 時에는 問題로 되나 一般的으로 使用하고 있는 溫度 範圍內에서는 오히려 老化(Aging)이라 일컬고 있는 酸化劣化가 問題로 된다.

이러한 경우에는 熱 分解와 같이 높은 Energy가 아니므로 空氣中の 酸素에 依하여 中間 단계에서 Hydroperoxide를 生成하는 自動酸化反應이 主反應으로 일어나므로서 分子가 절단되기도 하고 架橋되기도 한다고 볼 수 있다.

一般的으로 Olefine을 例로하여 自動酸化反應 過程을 나타내면 다음과 같이 表示할 수 있다.



R : alkyl Radical

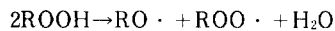
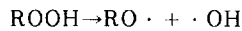
H : 外部의 光熱 Energy로 除去되기 쉬운 元素

· : 遊離基

와 같이 되어 結局 Peroxide(過酸化物)을 生成하고 Peroxide는 RH에서의 H와 結合하여 Hydroperoxide를 生成한다.

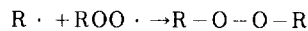
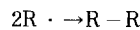


上記 反應式에서 生成된 Hydroperoxide는



와 같은 反應으로 다시 Radical를 生成하는 等 이러한 反應이 수차 反復되므로서 分子의 절단作用이 促進되기 때문에 自動酸化(Auto-Oxidation)이라 한다.

그러나 한편으로는 Radical이 서로 結合되어



와 같이 安定化 反應도 일어난다. 다시말해서 架橋 作用이 일어나므로서 安定化된다.

酸化劣化에 있어서 分子가 절단되기도하고 架橋 되기도 한다. 即 切斷과 架橋가 共存하나 酸素가 重要한 役割을 하고 있기 때문에 酸素가 Polymer 內로 吸收되는 것이 問題가 된다. 그러나 Ozone의 경우에는 酸素와는 달리 作用이 대단히 強하기 때문에 Olefine化合物의 不飽和 結合에 對해서 Ozone 化合物을 生成하므로서 分子를 切斷시킨다고 生覺된다.

3. 高分子材料의 劣化

天然物을 포함한 모든 高分子材料는 水酸化物을 生成하지 않기 때문에 無銅材料라 하여도 過言은 아니나, 空氣中 酸素作用으로 因하여 自動酸化反應이 進行되므로서 劣化現像이 誘發한다.

一般的으로 高分子材料는 그림-1에서 보는바와 같이 Polymer가 主材料이나 可塑劑라든가 補強劑 등과 같은 副材料로 構成된것으로 高分子材料 주변

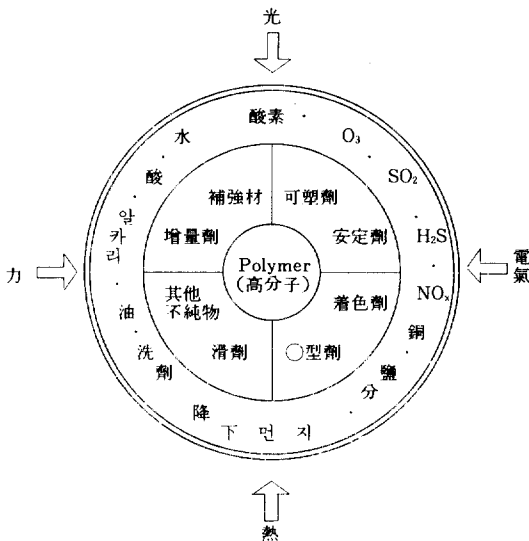


그림-1 高分子材料의 劣化 Model

表-1 高分子材料의 劣化現像

破 損 形 態	破 損 原 因
1. Crack	1. 設計不良: 荷重, 變形, 溫度
2. 變色, 白化(表面變化)	2. 材質不良: 硬化, 分子量
3. 界面破壞	3. 成形不良: 乾燥, 反應
4. 變形, 膨脹, 收縮, 剝離, 비틀림	4. 使用條件過酷: · 外力 · 應力 · 過熱 · 충격
5. 膨潤, 溶解	5. 輕視的變化: · 環境제
6. 發泡	· 환경응력
7. 燒損, 分解, 灰化	· 열열화, 열응력
8. 消失	· 기타

의 諸般 環境 即 氣體, 液體, 固體中에서 光力, 熱 및 電氣 등과 같은 外的 Energy에 依한 化學的 및 機械的 作用으로 因하여 劣化現像이 誘發되며 表 1에서 보는 바와 같이 高分子材料의 劣化形態가 複雜多樣하게 일어나고 있음을 알수 있다. 뿐만아니라 물, 酸, 알카리水溶液 또는 有機溶劑와 高分子材料가 接觸하면 그림-2에서 보는 바와 같이 이러한 環境物質이 Polymer 分子內로 침입되어 팽윤되며, Polymer와 環境物質이 程度의 差異는 있으나 Polymer分子가 溶媒化되어 Polymer 分子面의 二次的 結合력이 弱하게 된다.

이와같은 팽윤현상과 용매화 현상은 정지하지 않으므로서 Polymer 分子의 溶解가 계속된다.

다시말해서 液體 分子가 高分子材料를 構成하고 있는 分子鎖間의 틈으로 침입, 擴散되므로서 高分子材料의 體積과 重量이 增加하는 等 膨潤現像이 誘發된다.

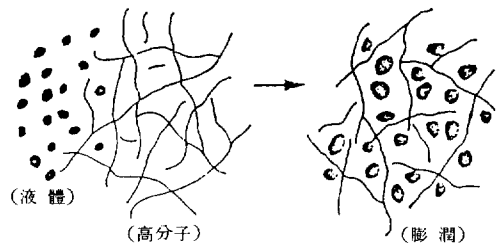


그림-2 高分子材料의 物理的劣化(膨潤)

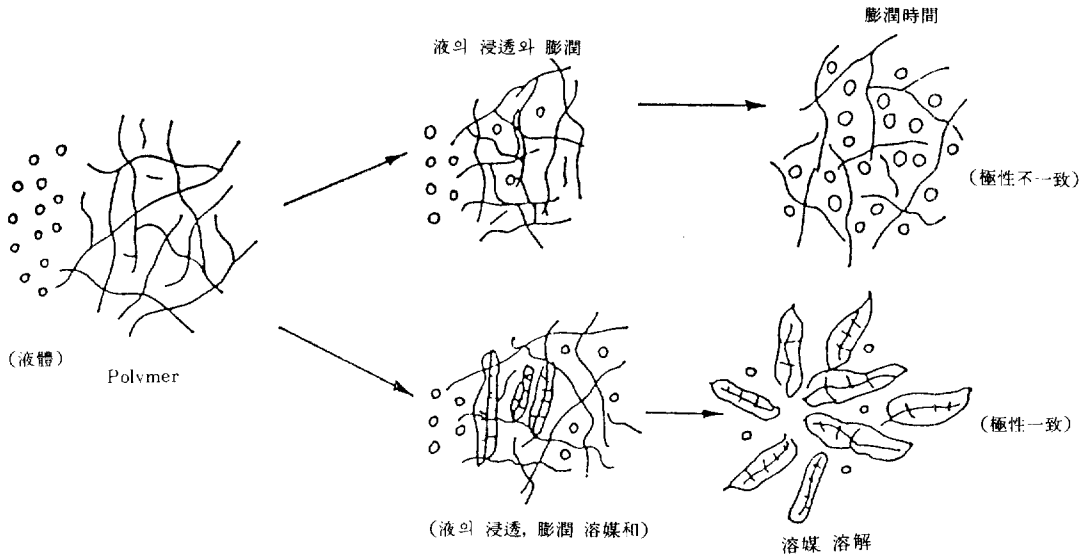


그림-2. 2 Plastic의 物理的 劣化 Model

水溶液의 種類와 使用條件에 따라 多少 差異는 있을지언정 이러한 膨潤은 即時 平衡에 到達하며, 膨潤程度에 따라 物理的 性能 및 機械的 性能이 低下되는 現象을 物理的 劣化라 한다.

高分子과 液體의 組合으로 한없이 膨潤되면 때에 따라서 材料를 구성하고 있는 分子鎖가 사방으로 흩어지면서 溶解한다.

이와같은 物理的 劣化現象은 程度의 差異는 있으나 高分子材料에서는 피할수 없다.

Polyvinylchloride와 Polyethylene과 같은 熱可塑性 Resine를 使用할 경우 熱可塑性 Resine은 物理的 劣化에 支配되므로 液體에 對한 材料의 저항성은 從來 耐蝕性이라는 表現보다 耐藥品性이라는 用語를 使用한다.

한편 FRP와 같은 熱硬化性 Resine의 경우에는 熱可塑性 Resine과 같이 一次元 即 線狀으로 된것이 아니라 線狀中의 分子鎖間 架橋로 分子가 相互 結合된 3次元의 構造를 갖고 있기 때문에 膨潤 程度는 熱可塑性 Resine에 比하여 적기 때문에 物理的 劣化現象은 使用上 그다지 問題되지 않는 反面

化學的 劣化 即 腐蝕問題가 보다 심각하다고 할 수 있다.

4. 高分子 材料의 腐蝕

一般的으로 高分子物質은 두 種類의 有機化合物이 縮合反應으로 結合되어 있으므로 高分子材料內에는 分子內에 反應성이 높은 二重結合과 官能基를 保有하고 있는 바, 大氣中에서나 化學藥品等의 環境下에서 官能基가 部分的으로 化學反應을 일으키므로서 分子鎖가 切斷되든가 分岐되는 等 脆弱化된다. 이러한 現象은 비록 熱硬化性 Resine 뿐만아니라 反應성이 있는 官能基라든가 二重結合을 갖고 있는 熱可塑性 Resine에서도 化學反應에 依하여 材料가 損耗, 劣化 現象이 誘發되고 있다.

이와같이 高分子材料가 劣化되는 現象은 넓은 意味에서 腐蝕이므로 高分子材料의 化學的劣化도 腐蝕범주에 屬한다.

一般的으로 高分子材料의 경우에도 반드시 液體가 침입으로 起因되는 것이므로 金屬腐蝕에 있어서

高温, 高压 Gas에 의한 腐蝕(高温腐蝕, 乾蝕)의 경우와 類似하다고 할 수 있다.

高分子材料의 腐蝕은

가. 酸 및 알칼리에 의한 加水分解反應

나. 酸化性酸 또는 酸素, Ozone에 의한 酸化反應

다. Alcohol의 Ether 變換反應

라. Nitro化 反應

마. Sulfon化 反應

바. 鹽素化 反應

사. 脫鹽酸化 反應

등과 같이 많은 腐蝕反應이 있으나 본문에서는 酸, 알칼리水溶液에 의한 腐蝕과 一般的으로 高分子材料에서의 腐蝕形態에 對하여 간단하게 서술코저 한다.

가. 水溶液中에 있어서의 腐蝕

一般的으로 水溶液中에서 使用되고 있는 高分子

材料에 있어서의 問題點은 酸이라든가 알칼리에 의한 加水分解와 酸化性酸에 의한 酸化反應으로 大別할 수 있다.

(1) 酸, 알칼리水溶液에 의한 加水分解

一般的으로 高分子材料의 構造中에는 水酸基(OH), 아민其(-NH₂) Carboxyle基(COOH) 및 술폰산基(-HSO₃)와 같이 親水基를 包含하고 있는 경우와 Ether結合(-O-) Ester結合(-COO-), Amide結合(-CONH₂-)을 갖고 있다.

前者와 같은 高分子材料의 경우 耐水性이 貧弱하며, 後者와 같은 高分子材料는 特別히 酸이나 알칼리에 依하여 손쉽게 加水分解된다.

그림-3에 FRP로 널리 使用되고 있는 熱硬化性樹脂의 化學構造를 表示한것으로 熱硬化性樹脂의 化學構造를 관찰하면 二重結合(C=C-)인 Car-

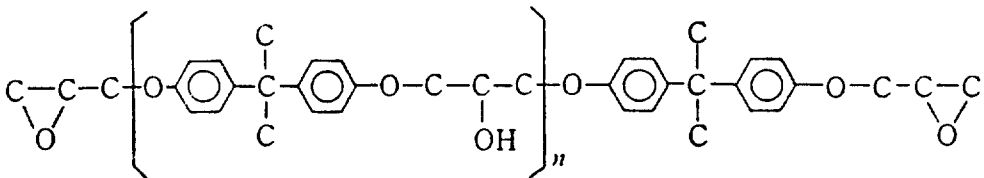
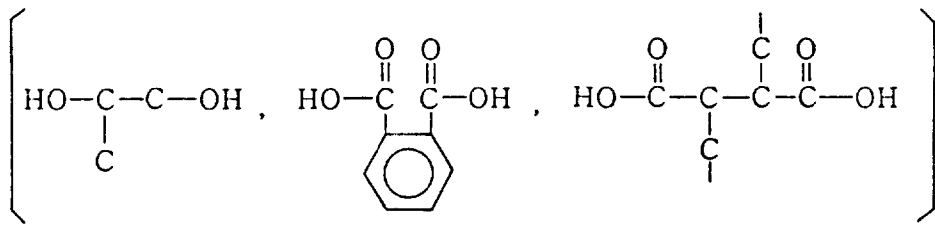
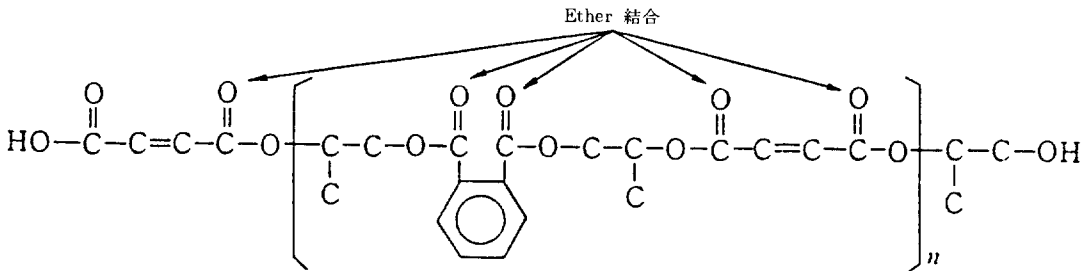
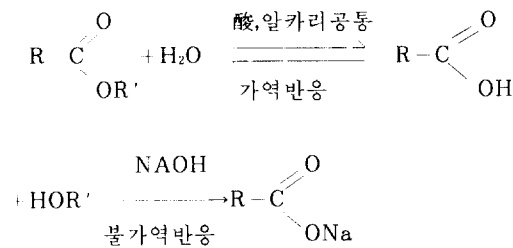


그림-3 FRP用樹脂의 化學構造例 (式中, []內主鎖, n 重合度)

boxyle基 (-COOH)라든가 水酸基(-OH)와 같은 親水基을 갖고 있음을 알 수 있다.

그림 3. a에서 보는바와 같이 ortho Phthal 酸系의 不飽和 Polyester樹脂의 경우에는 -COO-와 같은 Ester結合이 主鎖內에 많이 포함되어 있으며, 그림 3. c에서 보는 바와 같이 bis-Phenol Type의 Epoxy 樹脂에서는 基本的으로는 Ester結合은 存在하지 않으나, 使用前에 硬化劑를 添加시키므로서 Ester結合이 生成되는 境遇도 있다.

一般的으로 Ester結合이라든가 Amide結合(-CONH₂) 등은 酸이나 알카리 存在下에서



와 같이 加水分解反應이 손쉽게 일어나며, 特別 Cellulose, Polyester, Polyacetal Polyamide 및 Polyacryl系 등과 같은 樹脂에서는 이러한 反應即 腐蝕이 일어나고 있다.

即 그림 3. a와 같은 化學構造를 갖고 있는 不飽和 Polyester樹脂가 加水分解되면 그림 3. b에서 보는 바와 같이 分子鎖가 어느정도 산산조각으로 切斷된다. 따라서 이와같은 orth-Phthal酸系인 不飽和 Polyester樹脂는 一般 構造用으로는 사용할 수 있으며 耐蝕用으로서 不適合하다.

그러나 비록 同一한 加水分解反應으로 인한 腐蝕일지라도 酸인가?, 알카리인가? 水溶液의 條件에 따라 腐蝕使用이 다르다.

한편 그림 3. c에서 보는바와 같이 Ester結合을 갖고 있는 많은 bis-Phenol Type의 Epoxy樹脂에서는 알카리水溶液中에 침적시킬지라도 強度低下現像은 誘發되지 않으므로 尙혀 腐蝕이 일어나지 않고 있음을 알 수 있다.

(2) 酸化性 酸에 의한 腐蝕

진한 黃酸, 窒酸, 크롬酸 및 차아염소酸나트륨 등과 같이 酸化力이 강한 酸化性酸이 存在하는 環境下에서는 高分子材料가 加水分解反應 뿐만아니라 高分子材料 構造中에서 不飽和 部分에서든지 monomer가 酸化되므로서 腐蝕이 일어나며, 特別 酸化力이 강한 物質中에서도 차아염소산나트륨은 金屬에서 뿐만아니라 FRP와 같은 高分子材料에 對하여 가장 苛酷한 物質로서, 酸化性酸에 의한 腐蝕機構는 Ketone의 Hydroxyl Radical이 酸化되과 同時에 이에 따라 隣接한 炭素가 鹽素化되므로서 起因되기도 하고 또한 Ketone Group사이에 存在하는 炭素와 炭素結合 即 C-C結合이라든가 또는 鹽素化炭素가 切斷되므로서 反應이 進行된다고 生覺한다.

이와같은 腐蝕反應은 金屬에서의 酸腐蝕作用과 비슷하며 高分子材料 表面 가까운 附近에서 일어난고 있다.

나. 腐蝕形態

金屬腐蝕에서의 腐蝕形態는 腐蝕이 金屬材料 表面에 均一하게 腐蝕되는가 그렇지 않으면 局部的으로 不均一하게 腐蝕이 進行되는가, 即 腐蝕進行樣式에 따라 全面腐蝕과 局部腐蝕으로 大別하고 있다.

高分子材料에서는 이러한 腐蝕이라는 概念이 없으므로 化學的인 損傷程度는 表面狀態, 變色狀態, 硬도와 強度變化 狀態 등의 變化狀態만으로서 定性的으로 或은 間接적으로 評價되고 있으며 金屬과 같이 腐蝕形態도 알려지고 있지 않는 現實이며, 또한 腐蝕速度라는 直接的인 腐蝕 評價法도 없다.

그러나 水溶液중에서 일어나고 있는 高分子材料의 損傷中 化學的劣化만을 腐蝕이라는 立場에서 본다면 金屬腐蝕과 비슷한 腐蝕形態가 存在하고 있음을 알 수 있다.

一般的으로 程度의 差異는 있으나 腐蝕側面에서 高分子材料의 腐蝕形態는 그림 4에서 보는바와 같이

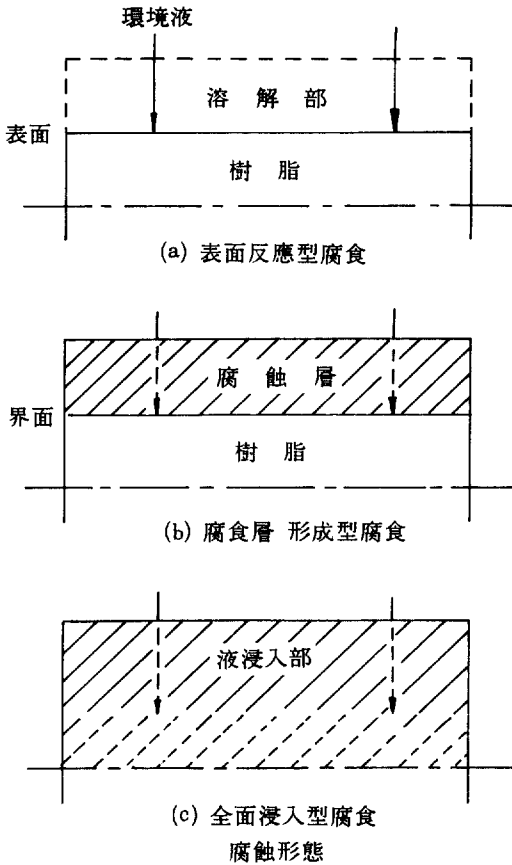


그림-4 腐蝕形態

- ① 表面反應型
- ② 腐蝕層形成型
- ③ 全面侵入型

으로 3種類의 腐蝕形態가 水溶液中에서의 腐蝕으로 現在까지 確認되었으며 어떠한 形態의 腐蝕인가는 高分子材料의 化學構造, 水溶液 種類의 溫度 및 濃度 等 諸般 條件에 따라 다르다.

(1) 表面反應型 腐蝕

이러한 形態의 腐蝕은 高分子材料를 形成하는 主鎖와 側鎖가 제각기 單純한 低分子로 되어 있기 때문에 無水프탈산 硬化型 Epoxy와 같이 Ester 結合된 樹脂에서 나타나고 있다.

그림-4. a에서 보는 바와 같이 液體와 接하고 있는 高分子材料 表面에서 化學反應이 일어나며, 全表面이 均一하게 腐蝕되며 腐蝕生成物은 液中으로 溶出되는 高分子材料 表面에서의 反應支配 腐蝕이다.

(2) 腐蝕層形成型 腐蝕

一般的으로 高分子材料가 腐蝕性 液體와 接하게 되면 液體는 高分子材料內로 侵入하여 膨潤現象이 일어남과 同時에 腐蝕反應이 일어나게 된다.

熱硬化性樹脂에서는 三次元의 網狀構造이기 때문에 分子鎖의 切斷 位置에 따라서는 腐蝕部 全部가 溶出되지 않고 그림-4.b에서와 같이 高分子材料 表面에 結合된 狀態로 腐蝕 殘渣層 卽 腐蝕層을 形成하고 있는 경우도 있다.

이러한 경우에는 腐蝕層形成後의 腐蝕現象은 高溫酸化와 같으며, 이같은 形態의 腐蝕에서는 生成된 腐蝕層은 液體分子 內부로 侵入에 對한 抵抗層으로 된다. 卽 이러한 形態는 環境液의 擴散으로 支配되는 腐蝕으로서 時間이 경과하면 腐蝕速度는 急激히 減少되기 때문에 耐蝕의인 觀點에서는 完全耐蝕型이라 하여도 무방하다.

그러나 腐蝕層은 언제나 抵抗層으로 되는것이 아니라, 環境條件에 따라서는 膨潤된 多孔質의 腐蝕層을 形成하는 경우가 있으므로 이러한 경우에는 腐蝕層과 高分子材料에서 腐蝕되지 않는 界面에서의 反應을 支配하는 腐蝕으로 金屬의 高溫酸化에서 粗雜한 酸化物的 被膜을 生成시키는 경우의 作用과 一致한다.

(3) 全面侵入型 腐蝕

環境液이 高分子材料 內부로 浸透하여 평형에 到

達한 後에야 腐蝕反應이 일어나므로서 高分子材料의 強度가 低下되는 特殊한 形態의 腐蝕으로 一般的으로 擴散→反應과 같이 두 단계의 부식작용을 나타내는 高分子材料에 있어서 特殊한 부식형태로서 液의 吸收量이 크다.

그림 4. c와 같은 全面侵入型腐蝕의 腐蝕機構를 模式的으로 表示하면 그림 5에서와 같으며, 우선 溶液이 高分子 材料內로 擴散으로 因하여 侵入한後 (a), 溶液이 高分子材料內에서 反應活性點에 到達하게 되며(b), (c)에서 나타내는 바와 같이 高分子材料 全面的 反應活性點에서 切斷反應이 일어나므로

로 強度가 急激히 低下된다.

이러한 形態의 腐蝕은 第1段階 [(a)→(b)]와 切斷反應進行 ((b)~(c))의 第2段階로 分類된다.

第1段階에 있어서 溶液 侵入過程이 腐蝕의 律速段階로 된다.

一般的으로 高分子材料의 腐蝕은 金屬의 濕蝕(wet corrosion)에 있어서 電氣化學的인 腐蝕과는 機構的으로는 相異하나 現像的으로는 濕蝕이라든가 特히 乾蝕(Dry Corrosion)과 類似하다.

高分子材料에 있어서 腐蝕速度를 適用하면 金屬과 같이 定量的인 防蝕設計와 合理的으로 수명을

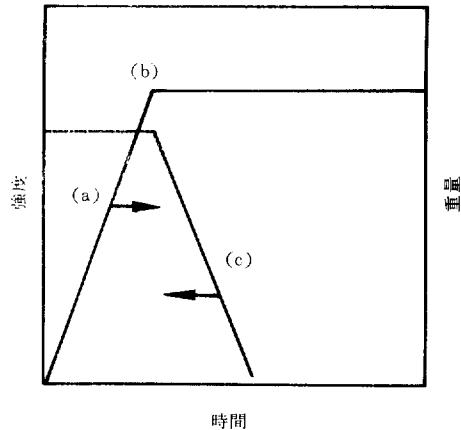
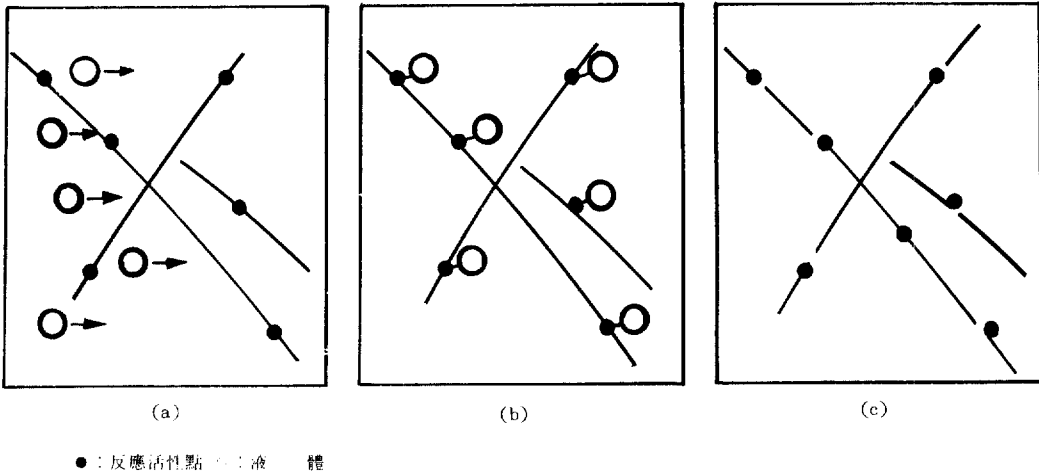


그림-5 全面浸入型腐蝕의 腐蝕機構

예측할 수 있다.

또한 견고한 부식층을 생성하는 耐蝕의으로 생각되는 高分子材料에 있어서 條件에 따라서는 金屬에서 관찰할 수 있는 孔蝕(Pitting)과 같은 局部腐蝕(Local Corrosion)이 發生하는 경우도 있으며, 機械的作用이 腐蝕作用 뿐만 아니라 高分子材料에 作用할 경우 應力腐蝕(Stress Corrosion), Erosion Corrosion 등 金屬에서 관찰할 수 있는 것도 金屬腐蝕作用과 類似한 作用을 하고 있음을 確認되었다.

5. 高分子材料의 添加劑

一般的으로 高分子材料는 建築資材, 家電製品, 電子機器, 醫用材料, 包材, 車輛部品 및 雜貨等에 이르기까지 多方面으로 使用되고 있으며, 高分子材料의 一般의인 性質인 단열성, 절연성, 방청성 및 내충격성 등의 特徵을 利用하고 있다.

그러나 高分子材料는 앞에서도 서술한 바와 같이 高分子材料를 加工할 경우 또는 저장할 경우 혹은 使用할 경우 物理的 혹은 化學的 變化로 因하여 性能이 低下되는 現象이 發生되므로, 高分子材料를 製品으로서 利用할 境遇 諸般 劣化現象을 防止하기 爲하여 使用目的 및 加工方法에 따라 적절한 添加劑를 添加하므로써 特性을 維持하고 있다.

一般的으로 使用되고 있는 添加劑와 添加劑의 役割은 대단히 많으나 大體的으로 表-2와 같이 區分할 수 있다.

따라서 本節에서는 重要的 添加劑에 對하여 役割과 特徵을 간단하게 記述하고자 한다.

가. 可塑劑

可塑劑는 Polymer 分子內로 分散되므로써 高分子材料를 부드럽게 하여 加工하기 손쉽게 한다.

卽 Polymer를 加工하기 爲하여 軟化溫度까지 加溫하면 熱分解을 일으키기도 하고 酸化로 因하여 劣化되어 着色되는 경우가 許多하므로 可塑劑를 添加하여 軟化溫度를 降下시켜 加工하기 쉽게 한다.

表-2. 使用目的에 따른 添加劑

使用目的	添 加 劑
安 定 化	加工安定劑, 酸化防止劑, 紫外線吸收劑, 赤外線吸收劑
柔 軟 化	可塑劑
輕 量 化	發泡劑
加工性向上	安定劑, 滑劑, 可塑劑, 相溶化劑
着 色 性	着色劑
帶電防止	靜電氣防止劑, 導電劑
難 燃 化	難燃劑, 充填材
表面改質	表面處理劑, 滑劑, Slip 防止劑
強度向上	充填劑, 架橋劑, 相溶化劑
分 解 性	生分解促進劑, 光分解促進劑

나. 安定劑

高分子材料는 使用中에 光 Ozone等으로 因하여 變色되는 境遇와 加工工程中에서 熱, 酸素에 依하여 變質되어 分子가 切斷되는 등의 劣化現象이 發生되므로써 少量의 安定劑를 加工工程中에서 添加하여 劣化現象을 防止한다.

一般的으로 安定劑를 添加할 경우 安定化 機構는 다음과 같이 要約할 수 있다.

- ① 脫鹽酸 起點으로 되는 不安定한 鹽素를 不活性으로 한다.
- ② 脫鹽酸으로 生成하는 鹽酸 中和作用
- ③ 連鎖反應으로 生成된 Polyene 構造과피로 인 한 消色作用
- ④ 過酸化物 分解作用

다. 酸化防止劑

高分子材料로 製造된 製品을 空氣中の 酸素라든가 Ozone에 依하여 酸化되므로써 強度低下 微細 crack, 着色, 電氣特性低下等과 같은 劣化現象을 誘發한다.

이러한 劣化現象을 化學構造의 變化를 관찰하면 主鎖切斷, 側鎖切斷現象이 일어난다. 卽 高分子材料가 酸化되면 Free Radical이 生成되고 自動酸化에

依하여 劣化가 進行되므로써 分子鎖가 切斷된다.

따라서 이러한 劣化現像을 防止하기 爲하여 酸化 防止劑를 添加하며, 酸化防止劑의 作用을 分離하면 다음과 같이 要約할 수 있다.

- ① Radical 連鎖禁止作用
- ② 過氧化物 分解作用
- ③ 重金屬 除去作用

라. 難燃化劑

各種 分野에서 使用되고 있는 高分子材料는 家電, 自動車 電子機器, 建築材 및 産業資材로 使用할 경우 法的 規制로 必히 難燃化劑를 添加하지 않으면 안된다.

難燃劑는 高分子材料의 種類, 加工溫度, 物性, 使用部位, 要求規格에 따라 적절히 添加하여야 하며, 難燃劑를 大別하면 添加型和 反應型으로 區分하고 있으나 難燃劑로서의 役割은 同一하다.

難燃劑의 作用을 要約하면 다음과 같다.

- ① 熱傳達 制御：材料(表面)의 熱 火災時 遮斷作用
- ② 熱分解速度 制御：材料의 分解溫度를 높임으로써 分解를 일으킨다.

③ 熱分解物 制御：分解物을 變化시켜 可塑性 Gas 生成을 減少시키기도 하고 不燃成分炭化物 및 Glass 狀物 生成 促進

④ 氣相反應 制御：生成된 不燃性 氣體分解 生成物에 依한 可燃性 Gas稀釋 및 連鎖成長反應 制御等

이러한 添加劑 以外에 充填材, 滑劑 紫外線吸收劑, 帶電防止劑, 發泡劑, 分解促進劑 및 相溶化劑等 여러가지 種類의 添加劑가 있으나 紙面 關係로 생략코저 한다.

6. 參 考 文 獻

1. 谷內暉：MOL. No11. 92(1989)
2. 北條英光：MOL. No12. 35(1988)
3. 上 同：ポリマーダイジェスト35-1. 9(1983)
4. 上 同：強度プラスチック Vol. 34. No.2 p.49 (1988)
5. 上 同：日本複合材料學會誌 12. 1. 16(1986)
6. 大石不二夫：防食技術 38. 11. 599(1989)