

- 5) Moder Plastics International, Sep (1971)
- 6) A Damusis: Sealant
- 7) Rubber age, oct. (1960)
- 8) Urethane 樹脂 (工刊工業)

- 9) Modern plastic International Nov. (1971)
- 10) Rubber Journal Apr. (1970)
- 11) Geschaumetes polyurethan in der Schuhindustrie, kt Sonderheft k' 71

## 彈性이 있는 Integral Polyurethane foam

李永佶\* 李賢五\*\*\*

### 1. 緒 言

Polyurethane 처럼 공업적으로 널리 應用된 化學物質은 거의 없다.

이러한 應用中에서 一部分만을 소개하면 彈性體, 또는 合成樹脂, 接着劑, 表面 Coating 材 등이다.

이러한 모든 生産品들은 Farben fabriken Bayer AG 의 實驗室에서 開發시킨 isocyanate 의 多附加工程에 의해 製造될 수 있다.

美國에서는 이 工程을 용도에 꼭알맞는 plasion 으로 손쉽게 만들수 있는 방법이라고 불리우는 것도 當然之事이다. 用途에 알맞는 最適性能을 얻기위하여 OH 基를 함유하는 化合物과 isocyanate 를 어떻게 選擇하느냐에 따라 polyurethane 을 만드는데 使用되는 反應物이 달라질 수가 있다. 그러므로 polyurethane foam 은 屈曲성이 큰 軟質의 것부터 극히 경질의 것까지 生産할 수 있다.

한편으로는 膨脹된 合成樹脂의 物性を 다른 한편으로는 최종제품의 形狀을 改善할 餘地가 남으므로, polyurethane 의 多樣性, 특히 mold 를 使用하여 製造되는 foam 의 多樣性은 그의 限界가 거의 없다.

Cellular Core 나 non-Cellular Outer layer 를 얻는 型物을 製造할 수 있는 새로운 方法이 發見되어 多樣性은 더욱 더 커졌다.

型物이 한번의 操作으로 生産될 수 있기 때문에, 또한 膨脹中에 두께를 자유로 조절되어, 形成되는 表面層이 型物에서는 가장 重要한 부분이기 때문에 이러한 화학물질을 Integral foam 이라고 分類할 수 있다.

柔軟성이 큰 Integral polyurethane foam 인 Bayflex

는 이 種類에 屬하는 物質中에서 가장 有望한 것이다.

### 2. 製 造

Baylex 의 製造의 出發物質은 室溫에서 液體이며, 適當한 比率로서 混合하여 Mould 에 注入시킨다. 最終製品의 性質에 미치는 決定的인 因子는 Mould 內에서 膨脹되는 物質의 緻密度와 Mould 의 溫度에 따라 膨脹塗中에 일어나는 많은 化學反應이다.

Bayflex 에서 flexible moulding 이나 non-flexible moulding 의 製造原理는 isocyanate 에 대한 反應性이 서로 현격히 다른 두가지 化合物을 結合시키는 것이다.

이 化合物中에 하나는 比較的 高分子量의 polyalkylene glycol ether (polyol)이 普通이며, 다른 하나는 末瑞 OH 基를 가진 低分子量의 化合物 (架橋劑)이다.

polyol 의 性質과 量이 高度로 反應性이 큰 架橋劑와 完全히 같다면 反應은 2 段階로 일어난다.

첫段階에는 架橋劑와 isocyanate 와의 反應이다. 이 結果 反應物의 粘度가 急激히 上昇되며, 發生된 反應熱때문에 trichloro monofloromethane 과 같은 發泡劑가 蒸發된다. 反應物의 粘度가 增加됨에 따라 發泡劑의 蒸發을 抑制하기 위하여, 그리고 蒸發이 抑制되어 反應物이 膨脹되기 위하여 polyol 과 架橋劑의 種類와 量을 選擇하는것이 必要하다.

反應物內에서는 urethane 形成反應과 foam 形成反應은 平衡狀態이다. 外部層에서는 mould 의 壁을 따라 反應熱이 除去되므로 urethane 形成反應이 遲延된다.

그러하여 結果적으로 膨脹은 外部層에서 防止되며, mould 中心과 壁사이의 溫度에 따라 두께가 決定되는 비細胞狀의 表皮가 얻어진다.

\*延世大學校 大學院 \*\*\*仁荷大學校 工科大學

물체段階에서 polyol의 OH기는 餘分の isocyanate와 反應하여 foam과 外部層의 凝固를 일으킨다.

이 方法으로 製造된 型物은 接着力이 있는 表皮를 가진 urethane이다.

膨脹性 polyurethane 型物의 表面이 mould을 냉각시키던 좀더 緻密해진다는 것이 알려져있으나, 表皮는 比較的 얇고 多孔性이 매우 큰 것이 된다. 이 方法의 가장 큰 短點은 moulding 시간이 굉장히 길어지는 것이다. 柔軟性 型物製造에는 反應熱의 除去가 反對의 效果를 나타내기 때문에 適當한 時間에 型物을 製造하는 것은 實際적으로 不可能하다.

그러나 앞에서 이야기한 polyol 架橋劑結合이 利用되며 앞에서 이야기한 化學的 및 物理的 平衡條件이 維持된다면 높은 mould의 溫度에서도 比較的 두꺼운 外部層을 얻을 수 있다 그러나 事實上使用하는 發泡劑의 沸點보다 높은 溫度를 擇하는 것이 便利하다. 또한 mould 溫度는 foam 形成으로 因해 生成된 反應熱의 하여 일어난 限界以上으로 되어야 한다.

mould의 溫度를 30~60°C 사이로 할때 좋은 結果가 일어나 mould를 만들때 그의 材料나 그의 熱傳導에 따라 決定되어야 한다.

이러한 條件아래서 mould의 크기와 形態 및 糸의 反應度에 따른 moulding 時間은 大概 3~7 분사이이다.

沸點이 낮은 溶媒이므로 揮發이 되기 쉬워 膨脹反應의 化學的機構에 包含되지 않기 때문에 炭化水素의 Halogen 化合物은 發泡劑로서 最適이다. 이러한 理由로 CO<sub>2</sub>는 urea 架橋의 形成에 따라 附加架橋를 일으키고 따라서 foam의 安定性이 過度해지기때문에 isocyanate와 물과의 反應에서 生成된 CO<sub>2</sub>는 合成樹脂를 膨脹시키는 데에는 使用할 수 없다.

擴散되는 gas의 損失을 減少시키기 위해 膨脹을 可能的 限 密度가 큰 mould 內에서 일어나도록 하는 것이 賢明한 것이다.

膨脹時間이 거의 끝 나감에 따라 mould 內에 形成된 壓力은 0.2~0.1 氣壓이 된다.

組織內에 gas 壓力과 mould의 內部壓力과의 平衡이 이루어지기 때문에 이 壓力은 過度한 gas의 損失로 부터 膨脹된 化合物을 保護하게 된다.

適當한 isocyanate는 개량된 MDI (diphenyl methane diisocyanate 型)과 polyalkyleneglycol ether의 adduct 型과 Toluylene diisocyanate (TDI) 등이다.

integral foam에 알맞는 機械的性質과 Bayflex의 最終製品의 크기와 型態에 適當한 isocyanate는 改良된 MDI 型을 利用하여 一段工程法에 依해 大量으로 生産되고 있는데 이 工程法을 利用하면 性能을 굉장히 넓게 變化시키기가 쉽다.

原料는 斷續的 操作과 損失을 最小로 하는 機械로서 最高로 加工된다.

또한 一定한 組成比로 集中的인 混合이 必要한 것이다. 原料는 揚水 pump로 正確히 一定한 量을 調節하면서 넣으며 크기가 單只 0.5cm<sup>2</sup>인 混合槽에서 高壓下에서 送流 injection으로 混合되는 HK machine을 使用하면 좋은 結果를 얻는다.

混合槽과 排出 pipe는 壓縮空氣를 通하여 깨끗이 한다.

mould을 만드는데 알맞는 材料는 金屬, epoxy 樹脂, silicone rubber 등이다.

表皮形成이 좋기때문에 금속 mould 特別히 電氣鍍金型이나, aluminium 壓力鑄造는 大量生産에는 最適이다. 原則적으로는 Epoxy 樹脂가 使用되나 熱傳導도가 작기 때문에 連續操作時에는 反應熱때문에 mold의 加熱을 調節할 수 가 없으며 그러므로 이로 인하여 外部層의 構造가 달라진다.

그러나 Epoxy 樹脂는 原型製造에는 적당하다 silicone rubber는 強度가 크지 않기 때문에 거의 試料生産용으로만 使用된다.

Bayflex 型物을 만드는데 Mould 內에 形成된 壓力이 낮기 때문에 Mould는 比較的 가벼워도 된다. Mould 內의 膨脹壓力은 膨脹된 混合物의 緻密度의 크기의 函數이다.

Bayflex는 mould의 輪郭을 그대로 再現시키므로 mould을 만들때 細心한 注意가 必要하다. 주로 아름답게 치장되는 外部層은 Mould 表面의 모양을 細密한 部分까지 나타낸다.

그러므로 皮革의 脫毛面, 文字색임, 작은구멍까지도 나타낼 수 있다.

polyurethane이 모든 物質과 接着이 잘 된다는 것은 잘 알려져있는 사실이다. 그러므로 mould 離型劑에 관한 問題에, 相當한 注目を 하면서 이에 沒頭하지 않으면 아니된다.

液體離型劑를 噴霧하거나 칠하거나할 때에는 더욱 더 많은 注意를 必要로 한다.

大部分의 경우 이 問題는 매우 쉬운 方法으로 解決할 수 있다. 萬一 Mould를 Polystyrene film으로 lining 한다면 Bayflex는 接着되지 않는다.

그러므로 0.5 mm의 두께의 film을 願하는 모양을 갖게끔 형틀로 제조한다. 이렇게하여 plastic으로 만든 모형을 Mould에 넣고 液體 反應物을 넣는다.

離型後에는 film을 mould에서 빼내어 떼기시킨다.

이 方法의 長點은 mould가 깨끗하게 유지되며 film으로 만들어진 形態와 똑같이 再生할 수 있다는 것이다

다.

mould는 film과 같은 형태를 가질 필요가 있고 그리하여 單只 補助的 役割만을 한다.

이 경우 Epoxy 樹脂를 使用하는 것이 便利한데 그 理由는 mold를 새로운 polystyrene film으로 채우기 전에 foam이 형성되기 시작하였을 때의 처음 몇초간 溫度가 一定하게 維持되어야 하기 때문이다. 그 몇초간은 매우 중요한 時間이다. 이 方法의 또 하나의 長點은 離型을 좀 빨리 行하더라도 表面에 대한 影響이 그리 크지 않다. 普通 3~4分경과후 離型시킨다. 그러나 複雜한 型物에는 이 技術이 그리 적합하지 않다.

### 3. 性 能

Bayflex는 Cellular Core와 緻密한 外部層으로 이루어져 있다.

그러나 끝부분은 中心部와 完全히 分離가 되어있지 않으며 non-Cellular skin에서 부터 Core의 細胞組織에까지 連續的轉移가 일어난다.

그러므로 Bayflex의 機械的性能을 豫測하는내에는 언제나 密度分布에 따라 決定되어야만 한다.

Bayflex의 密度는 0.2~0.8 g/cm<sup>3</sup>이다. 이 密度는 豫備的으로 大體的인 分類를 하기 위하여 命名法으로서는 數字로 表示하였다.

最近 3個의 Bayflex가 널리 使用된다. 즉 Bayflex 30(密度가 약 0.3g/cm<sup>3</sup>), Bayflex 50(密度가 0.5g/cm<sup>3</sup>), Bayflex 70(密度가 約 0.7 g/cm<sup>3</sup>) 등이다.

Bayflex의 機械的性能은 反應物의 化學的組成에 따라 크게 左右된다. 그러므로 Polyol/ 架橋劑結合과 여러 種類의 diphenylmethane diisocyanate 比에 따라 Bayflex의 等級이 決定된다.

原料가 同一하다면 Bayflex의 性質은 mould에 대한 緻密度에 따라 달라진다.

Cellular Core와 Integral 外層의 機械的性能은 標準條件下에서 板狀으로 하여 測定할수 있다.

Cellular Core에 대한 測定 값은 緻密度에 많은 영향을 주는것이 明白히 되었다.

그러나 skin에 대한 測定은 緻密度에 全혀 영향을 받지 않는다.

다른면에서는 polyol/ 架橋劑結合을 變化시키므로써 用途에 알맞는 最高의 값을 갖도록 할수 있다.

### 4. 表面處理

Bayflex 製造에 芳香族 isocyanate를 使用하면 型物은 빛과 酸素때문에 노랗게 變하는 傾向이 매우크다. 그

리므로 Bayflex 型物은 언제나 색의 어두운 것으로 擇하는것이 必要한다. 黃變性을 防止하는 다른 方法은 molding 위에 coating 시키는 方法이다. 이 目的으로 冷黃化用 2成分系處理가 빛에 안정한 polyurethane에 적합하다.

萬一 plastic film이 이미 이야기한바와 같이 moulding을 離型하는데 使用한다면 處理는 表面에 直接으로 使用될수 있다.

그러나 萬一 液體離型劑가 使用되었다면 型物의 表面을 coating 하기전에 液體離型劑는 깨끗이 처리되어야 한다.

그리고 接着促進劑를 使用하는 것이 必要하게 되리라고 생각된다.

내개의 경우 Bayflex는 金屬, 合成樹脂, 板紙등과 같은 다른 物質과 接合시킬때에는 接着劑를 使用하여 接合시킨다.

이 目的이 適合한 接着劑는 2成分으로 製造된 polyurethane이다 그러나 完全하고 滿足한 接着을 保證하기 위하여는 表面이 事前에 거칠러야 한다.

### 5. 應 用

Bayflex로 만들어진 型物은 外觀이 좋으며, 기계적 性質도 좋고, 經濟的으로 加工되며 荷重이 가벼운 곳에 使用될 때에는 最適이다.

自動車工學에 있어 Bayflex 30의 主用途는 計器板, 의자, 팔걸이의 cover, 內部裝飾, 操縱 wheel 接合物등이다. 이것들은 自動車의 安全에 많은 도움이 된다.

Bayflex 50은 操縱 wheel 接合物製造와 操縱 wheel 自身을 둘러 싸는데 利用된다.

Bayflex 70으로 만들어진 操縱 wheel은 가볍고 잠기가 便하고 그것들의 運動競技用으로의 外觀이 좋기 때문에 높게 評價된다.

그리고 그의 用途의 將來의 展望은 價秀하다고 생각된다. 自動車技術에 있어 Bayflex 70에 關한 最近의 應用은 衝擊吸收部分의 製造 즉 緩衝器와 緩衝器用 Cushion이다. 한操作으로 크기가 크고 複雜한 型物을 製造할수 있으므로 外部用 crash pad로서의 개발될 장래가 크다.

Bayflex의 이러한 用途에 있어 特異한 長點은 40~100°C 사이의 溫度에서도 機械的 性質이 거의 一定하다는 事實이다.

신발工業에서도 Bayflex의 개발에 참가하고 있다.

신발 liner는 이미 Bayflex 30으로 만들어지며 Bayflex 50으로는 만들어지는 신발창은 이미 步行試驗에서 좋은 結果를 얻었다. Mould로서 만들어진 Bayflex 製 신