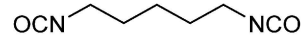


2.2 各種個別原料の動向

2.2.1 1,5-ペンタメチレンジイソシアネート (1,5-PDI)

1,5-Pentanemethylene Diisocyanate



CAS : 4538-42-5

(1) 概要

1,5-PDI は三井化学が世界ではじめて独自開発したバイオマス度70%の植物由来のイソシアネートである。サトウキビあるいはキャッサバなど主に糖蜜から誘導されるリジンを經由して、生体触媒技術により得られるバイオアミンの1,5-ペンタメチレンジアミンをイソシアネート化した。同社ではこのPDIをイソシアヌレート、アロファネート、ポリウレタンアダクト、ウレタジオンなどに誘導化したポリイソシアネートを硬化剤としてポリウレタンシステムに適用している。

三井化学のPDIおよびそれを用いたポリイソシアネート系硬化剤「STABiO (スタビオ)」は、従来のポリウレタン材料にはない耐薬品性、耐傷付き性、高光沢性を生かして塗料、接着剤として使用されている。反応性が高く、低温での硬化あるいは硬化時間の短縮が可能で、省エネルギーにも貢献している。軽量で割れにくい透明樹脂や独特の柔らかさがあるゲルなど、質感を求める用途でも開発が進んでいる。

スタビオPDIを用いて三井化学が開発した高屈折率メガネレンズモノマー「MR-60」(屈曲率1.60)、および超高屈折率メガネレンズモノマー「MR-174 (同1.74)」は透明性と硬度(JIS D 硬度80弱)が非常に高く、日本と米国でバイオマス製品の認定を取得している。また、ゲルへの展開では、透明性や強靱性で難点のあるシリコンに代わりスタビオPDIを用いて、ポリウレタンが有する高い引裂き強度を維持し、柔軟で変色しない人肌様ゲルを開発している。

(2) メーカー別生産能力と生産量

(単位：生産能力, 生産量トン, シェア%)

| メーカー | 工場 | 生産能力 | 生産量 | シェア | 備考 |
|-------|------------|-------|--------|-----|----|
| 三井化学 | 大牟田 | 2,000 | 2,000 | 100 | |
| コベストロ | Leverkusen | - | - | - | |
| 合計 | | 2,000 | 17,000 | 100 | |

(シーエムシー出版)

(3) メーカー別販売量

(単位：トン，%)

| メーカー | 販売量 | シェア | 備考 |
|-----------|-------|-----|----|
| 三井化学 | 2,000 | 61 | |
| コベストロジャパン | 1,300 | 39 | |
| 合計 | 3,300 | 100 | |

(シーエムシー出版)

(4) メーカー動向

当初は世界で三井化学1社であったが、ドイツのコベストロが2017年から既存プラントを使用して年産20,000トンの量産体制を築いている。欧米を中心に日本にも販路を拡大しており、日本国内では日本法人のコベストロジャパンが輸入販売している。

(5) 需要量推移

(単位：トン)

| 年 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 需要量 | 2,700 | 2,900 | 3,100 | 3,200 | 3,300 |
| 前年比 | 108 | 107 | 107 | 103 | 103 |

(シーエムシー出版)

(6) 用途別需要

(トン，%)

| 用途 | 需要量 | 構成比 | 備考 |
|--------|-------|-----|----|
| 塗料・接着剤 | 3,100 | 94 | |
| その他 | 200 | 6 | |
| 合計 | 3,300 | 100 | |

(シーエムシー出版)

(7) 需要動向

高光沢性、耐傷つき性などを生かした塗料用硬化剤、接着剤用硬化剤 塗料や接着剤製品用途などが需要の中心である。高イソシアネート濃度、低粘度かつ高植物度のイソシアネート硬化剤であることを特徴としている。また、三井化学ではPDIを原料とした高屈折率メガネレンズ材料「Do Green」や資生堂と共同開発した人肌様ゲルなど拡販に力を入れている。そのほか、自動車やヘルスケアなど幅広く用途開発を進めている。

第4章 添加剤

1 第三成分（鎖延長剤・硬化剤・架橋剤）

1.1 概要

ポリウレタン（PUR）は、通常、ポリイソシアネートとポリオールなど（水酸基）の重付加によって製造される。その際、PUR ポリマーの架橋速度を高め、高分子反応を進めて、ハードセグメント濃度を増大させる鎖延長剤、硬化剤、架橋剤などの添加剤が使われる。ポイイソシアネートを第一成分、ポリオールを第二成分と呼ぶのに対し、化学反応にかかわるそれらの添加剤は第三成分と呼ばれている。

① 鎖延長剤

鎖延長剤はポリウレタンのイソシアネート末端プレポリマーなどの高分子化を図るために用いられる。低分子量のジアミンやジオールなどを高分子化することで、フォームの弾力性や耐久性を向上させる役割を果たしている。

② 硬化剤

硬化剤はPUR原料の高分子化反応（キュア反応）の進行に伴い、液状のオリゴマーなどを固体状に硬化させるために用いられる。2液（2成分）型の塗料や接着剤、シーラントなどでは、それぞれの成分について主剤・硬化剤といわれることが多い。主剤を硬化させる成分としてイソシアネートや触媒を含有する場合がある。硬化剤の主剤との混合比率は1～10%と非常に大きな差がある。

③ 架橋剤

架橋剤は3次元架橋反応にかかわるものに対して広く呼ばれる。一般的には多価アルコールなどが用いられている。鎖延長剤は2次元的な分子の成長（延長）にかかわる場合に使用されるのに対して、架橋剤は3次元的な分子の成長にかかわる場合に使用される。

それぞれの成分の厳密な使い分けはなく、使用する原料系の状態、ポリウレタン製品の形態、および架橋反応の状況などに対応して使用されている。第三成分を化学的組成に基づいて分類すると、ジオール系（グリコール系）、ジアミン系、多価アルコール系とその他に分類される。これらの代表的な例を表1に示した。低分子ジオールやジアミンなどが第三成分として用いられるのは、これらによるウレタン結合やウレア結合の進行により、PURポリマー全体の高分子化反応の完遂率を高めるとともに、ウレタン結合とウレア結合の濃度を制御し、ハードセグメント濃度を増大させることが可能になる。

表 1 第三成分の代表例

| 分類 | 成分 | 官能基数 | 水酸基価 |
|----------|---------------------------------------|------|------|
| ジオール系 | 1,4-ブタンジオール (1,4-ブタンジオール) | 2 | 1245 |
| | ネオペンチルグリコール (NPG) | 2 | 1077 |
| | ヒドロキノン (2-ヒドロキシエチルエーテル) | 2 | 566 |
| ジアミン系 | ジメチルチオトルエンジアミン | 2 | 524 |
| | 4,4'-ジメチルビス- <i>o</i> -クロロアニリン (NOCA) | 2 | 420 |
| | イソホロンジアミン | 2 | 659 |
| 多価アルコール系 | 1,1,1-トリメチロールプロパン (1,1,1-TMP) | 2 | 1254 |
| | グリセリン (GN) | 3 | 1828 |
| その他 | 水 | 2 | 6230 |

(岩崎和男「採算成分」, 機能性ポリウレタンの進化と展望, シーエムシー出版より)

1.2 需要動向

ポリウレタンの用途別需要は表2の通りで、軟質フォームと塗料が2大用途となっている。なお第三成分の使用状況は表3に示したようになっている。

表 2 ポリウレタンの用途別需要

(単位：千トン)

| 用途分野 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 軟質フォーム | 128.3 | 129.9 | 128.7 | 113.5 | 112.4 |
| 硬質フォーム | 71.1 | 77.0 | 71.4 | 61.6 | 65.6 |
| エラストマー | 26.9 | 28.2 | 27.0 | 23.8 | 29.3 |
| 塗料 | 122.7 | 122.6 | 123.0 | 107.8 | 116.6 |
| 接着剤 | 52.1 | 55.2 | 52.2 | 49.4 | 48.1 |
| 土木建築塗布 | 82.3 | 84.7 | 84.4 | 81.6 | 79.2 |
| シーリング材 | 31.1 | 30.6 | 31.7 | 28.3 | 28.3 |
| 皮革・マイクロセルラー | 19.4 | 20.2 | 20.2 | 16.1 | 19.9 |
| 繊維 | 19.5 | 19.1 | 18.7 | 15.0 | 17.2 |

* 塗料は溶剤 (10~20%) を含む

(出所：日本ウレタン工業会)

表 3 CASE などに適合する第三成分

| 用途 | 鎖延長剤 | 硬化剤 | 架橋剤 | その他 |
|--------|------|-----|-----|-----|
| 塗料 | × | ○ | × | △ |
| 接着剤 | × | ○ | × | △ |
| シーラント | × | ○ | × | △ |
| エラストマー | ○ | × | × | × |
| フォーム | × | × | △ | × |
| 繊維 | △ | × | × | × |
| 合成皮革 | × | △ | × | △ |

○：ほとんど必須 △：時々使用 ×：ほとんどまったく使用されない

(シーエムシー出版)