

「ポリウレタンを上手に使うための合成・構造制御・トラブル対策及び応用技術」 目次

はじめに

第1章 ポリウレタン原料 1

1. ポリウレタンの構成 1
 - 1.1 ポリウレタンの構造 1
 - 1.2 ポリウレタンの生成反応と多様性 3
2. イソシアネート類 4
 - 2.1 イソシアネート化合物とは 4
 - 2.2 イソシアネート基の反応 5
 - 2.3 イソシアネート化合物の分類 8
 - 2.4 イソシアネート化合物各論 10
3. ポリオール類 15
 - 3.1 ポリオール類とは 15
 - 3.2 ポリオール類の分類 15
 - 3.3 ポリオール化合物各論 18
4. その他の原料 23
 - 4.1 触媒 23
 - 4.2 発泡剤 25
 - 4.3 難燃剤 29
5. ポリウレタン原料のまとめ 30

第2章 ポリウレタンの合成と分子設計 33

1. ポリウレタンの多様性と分子設計 33
2. ポリウレタンの分子設計 33
 - 2.1 末端官能基と分子量の設計 33
 - 2.2 分子構造のモデル化 37
 - 2.3 直鎖状構造 39
 - 2.4 緩い架橋構造 46
 - 2.5 密度の高い架橋構造 47
3. まとめ 49

第3章 ポリウレタンの用途 51

第1節 軟質フォームの化学と技術動向 51

1. 軟質フォームの用途と種類 51
 - 1.1 軟質フォームの用途 51
 - 1.2 軟質フォームの種類 55
2. 軟質フォームの化学 56
 - 2.1 軟質フォームの化学反応 56
 - 2.2 軟質フォームの原料 57
 - 2.3 軟質フォームの処方 61
3. 技術動向 62
 - 3.1 モールド発泡シートクッション用軟質フォーム 62
 - 3.2 寝具用軟質フォーム 65
4. まとめ 68

第2節 硬質ポリウレタンフォームの化学・技術・利用法 71

1. はじめに 71
2. ポリウレタン (PUR) の概要 71
 - 2.1 PUR の歴史 71
 - 2.2 ポリウレタン (PUR) フォームの分類および需要動向 72
3. ポリウレタン (PUR) の化学 72
 - 3.1 イソシアナートの化学 72

- 3.2 硬質 PUR フォームの生成反応 73
- 3.3 PUR フォーム製造時の化学量論について 74
4. 硬質 PUR フォームの原料 74
 - 4.1 総括 74
 - 4.2 ポリイソシアナート 75
 - 4.3 ポリオール 75
 - 4.4 触媒 75
 - 4.5 発泡剤 76
 - 4.6 その他の原材料 76
 - 4.7 代表的な製品の配合例 76
5. 硬質 PUR フォームの製造方法および設備 78
 - 5.1 硬質 PUR フォーム製造方法の分類 78
 - 5.2 発泡工程の制御 (発泡機における制御) の要点 79
 - 5.3 スラブ法 (ブロック発泡法) 80
 - 5.4 連続ラミネート法 80
 - 5.5 サンドイッチパネル法および注入発泡法 81
 - 5.6 スプレー法 (現場発泡法) 81
 - 5.7 その他の方法 82
6. 硬質 PUR フォームの特徴、性能および用途 82
 - 6.1 硬質 PUR フォームの特徴 (長所、短所) 82
 - 6.2 硬質 PUR フォームの性能 (性質) 83
 - 6.3 硬質 PUR フォームの用途 84
7. ノンフロン系硬質 PUR フォームの開発状況 85
 - 7.1 ノンフロン化の動向 (概要) 85
 - 7.2 炭化水素系発泡剤の活用 86
 - 7.3 二酸化炭素の活用 (注入発泡法の用途展開) 87
 - 7.4 二酸化炭素の活用 (現場スプレー発泡用途の展開) 88
 - 7.5 NEDO プロジェクトの開発状況 89
 - 7.6 真空断熱パネル (VIP) の動向 89
 - 7.7 その他の状況 (今後の展開) 89
8. 硬質 PUR フォームの課題、対策、今後の動向 90
 - 8.1 発泡剤対策 90
 - 8.2 産業廃棄物対策、リサイクル対策 90
 - 8.3 安全衛生対策 91
 - 8.4 規格 (JIS) の改正動向 91
 - 8.5 その他の課題 (発泡流動解析) 91
9. むすび 92

第3節 コーティング剤の特性とポリウレタン原料の上手な利用法 95

1. はじめに 95
2. 塗料の種類と分類 95
 - 2.1 見て (視覚) でわかること 96
 - 2.2 嗅いで (嗅覚) わかること 96
 - 2.3 分析してわかること 97
3. 塗装方法からの塗料選定 98
 - 3.1 エア霧化スプレー塗装 99
 - 3.2 静電スプレー塗装 99
4. 造膜過程からの塗料選定 100
 - 4.1 常温・室温硬化 100
 - 4.2 強制乾燥硬化 101
 - 4.3 焼き付け硬化 101
 - 4.4 UV 硬化・電子線硬化 102
5. 塗膜特性を上手く発揮するには 102
 - 5.1 基材との密着性と外観 102

- 5.2 1次物性 103
- 5.3 2次物性 103
- 6. ポリウレタン塗料では 104
 - 6.1 ポリウレタン塗料の用途展開 104
 - 6.2 原料選定と塗料・塗膜設計 104
- 7. 最近のポリウレタン系塗料の動向と開発志向 108
- 8. おわりに 109

第4節 粘着性を有するポリウレタン特性と用途 111

- 1. はじめに 111
- 2. 従来の粘着剤の特徴および問題点 111
 - 2.1 粘弾性の温度への依存性 112
 - 2.2 粘着力と剥離速度の関係 112
 - 2.3 ウレタン系粘着剤 113
- 3. 『ポリシック UP』シリーズの詳細や特徴 113
 - 3.1 1級OHPPGについて 114
 - 3.2 モノオールの高減について 115
 - 3.3 特殊ポリオールがウレタン粘着剤に与えるメリットについて 116
 - 3.4 採用が期待される用途や市場 119
- 4. まとめ 120

第5節 接着剤としての特性と利用法 123

- 1. はじめに 123
- 2. ウレタン系接着剤の定義 123
- 3. ウレタン系接着剤の歴史 124
- 4. ウレタン系接着剤の原料と製造法 126
 - 4.1 ウレタン系接着剤の原料 126
 - 4.2 ウレタン系接着剤の製造法 126
- 5. ウレタン系接着剤の各論 127
 - 5.1 溶剤形 128
 - 5.2 水性形ウレタン系接着剤 129
 - 5.3 ホットメルト形 16~18) 132
 - 5.4 反応形接着剤 2) 132
- 6. ウレタン系接着剤の接着機構 133
- 7. ウレタン系接着剤の用途 134
- 8. 今後の動向 134

第6節 熱可塑性エラストマーの特性と利用法 137

- 1. はじめに 137
- 2. TPUの特性 137
 - 2.1 TPUの基本骨格 137
 - 2.2 TPUの構成原料 138
 - 2.3 TPUのウレタン基濃度とハードセグメント濃度 141
- 2.4 TPUの製造方法 145
- 2.5 TPUを使用する際の注意点 145
- 3. TPUの用途 145
- 4. おわりに 147

第7節 水系ウレタン樹脂の種類・特性と利用法 149

- 1. はじめに 149
- 2. 水系ウレタン樹脂の用途と市場動向 149
- 3. 水系ウレタン樹脂の技術動向 151
 - 3.1 ウレタン樹脂の種類と用途 151
 - 3.2 水系ウレタン樹脂の製造方法 152
- 4. 水系ウレタン樹脂の高機能化 159
 - 4.1 水系ウレタン樹脂の架橋技術 159
 - 4.2 水系ウレタン樹脂の複合化技術 163

- 5. おわりに 164

第4章 ポリウレタンの高機能化と新規機能性発現 167

第1節 ポリウレタンの高機能化 167

- 1. はじめに 167
- 2. 求められる性能 167
 - 2.1 力学物性 167
 - 2.2 感性品質 168
- 3. 環境対応 170
 - 3.1 原料によるポリウレタンの高機能化 170
 - 3.2 配合物・工法によるポリウレタンの高機能化 171
- 4. 新しい概念によるポリウレタンの高機能化 172
 - 4.1 有機/無機ナノコンポジット 172
 - 4.2 動的共有結合の導入 173
- 5. おわりに 173

第2節 植物由来材料を原料とする新規なポリウレタンの合成およびその特性 177

- 1. はじめに 177
- 2. 植物由来の原料からの新規ポリウレタンの合成と生分解性 178
 - 3. ポリ(ε-カプロラクトン)ジオールを用いたバイオベース新規ポリウレタンの合成とその活性汚泥分解への可能性 180
 - 4. ヒマン油と2-アクリロイルオキシエチルイソシアナートを用いた新規な光硬化性樹脂の合成 181
- 5. 今後の展開 183
- 6. おわりに 184

第3節 ポリウレタンの高機能化と液晶性発現のための分子設計 187

- 1. はじめに 187
- 2. ポリウレタンにおける液晶発現 188
 - 2.1 メソゲン基 189
 - 2.2 液晶ポリウレタンの合成原料 189
 - 2.3 液晶ポリウレタンの分子設計 191
- 3. 相転移 194
- 4. 熱的性質に対する分子間相互作用の効果 197
- 5. 力学的性質および外部刺激応答性 198
- 6. まとめ 199

第4節 ポリウレタンに高度な生体適合性を付与するための分子設計と超薄膜化 201

- 1. 緒言 201
- 2. PC基含有ジアミンモノマーとポリウレタン-ウレア 202
 - 2.1 ジアミンモノマーの合成 202
 - 2.2 ポリエステル-ウレタンの合成と性質 203
- 3. PC基含有ジオールモノマーとポリウレタン類 205
 - 3.1 ジオールモノマーの合成 205
 - 3.2 ポリウレタンおよびポリエステル-ウレタンの合成と性質 206
- 4. ナノシートの作製とコーティング剤としての応用 207
- 5. 結言 211

第5章 ポリウレタンの構造と評価法 215

第1節 各種分析手法によるポリウレタンの構造と物性 215

1. 化学構造分析 215	5. トラブル要因の解析方法 261
1.1 組成分析 215	5.1 化学的要因（原材料要因）（Chemical factor） 262
1.2 高次構造解析 217	5.2 機械的要因（Mechanical factor） 262
2. 物性解析 219	5.3 工程的要因（Processing factor） 262
2.1 粘弾性 219	5.4 その他の要因（マネジメント要因）（Management factor） 263
2.2 パルスNMR 220	5.5 トラブル対策から固有技術の確立へ 263
3. まとめ 222	6. トラブル対策の事例紹介 263
第2節 ポリウレタン製品の組成分析（硬化物・成形物から原料組成の解析まで） 223	6.1 軟質PURフォームのトラブル対策 264
1. はじめに 223	6.2 硬質PURフォームのトラブル対策 265
2. ポリウレタンの定性 223	7. 結び 267
2.1 赤外分光法（IR）を用いる方法 223	第2節 劣化・変色・エミッションの課題と対策 269
2.2 熱分解ガスクロマトグラフ法（Py-GC）を用いる方法 224	1. はじめに 269
2.3 核磁気共鳴法（NMR）を用いる方法 225	2. ポリウレタンの劣化 269
2.4 近赤外分光法（NIR）を用いる方法 225	2.1 熱酸化劣化1~3) 269
3. 構成成分の構造解析 225	2.2 光劣化4,5) 270
3.1 イソシアネート成分の分析 225	3. ポリウレタンの安定化 272
3.2 ポリオール成分の分析 226	3.1 酸化防止剤4,5) 272
4. 製品（硬化物・成形物）の構造解析 230	3.2 光安定剤4,5) 274
4.1 概略の組成同定 230	4. 課題と対策 276
4.2 熱可塑ポリウレタンの分析 232	4.1 変色の課題と対策6) 276
4.3 ウレタン硬化物の分析 234	4.2 耐熱性の課題と対策7,8) 277
4.4 ウレタン硬化物中の添加剤の分析 236	4.3 低エミッション化の課題と対策 278
5. まとめ 236	5. おわりに 279
第3節 ポリウレタンの劣化メカニズムとその解析技術 239	
1. はじめに 239	
2. 劣化因子と劣化メカニズム 239	
2.1 高分子材料の劣化 239	
2.2 ポリウレタンで生じやすい劣化現象と劣化メカニズム 241	
3. 劣化分析法 246	
3.1 劣化分析法の選び方 246	
3.2 フーリエ変換赤外分光分析（FT-IR）による劣化分析法 248	
3.3 ゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）による劣化分析法 249	
3.4 熱重量測定（TG）による劣化分析法 252	
3.5 電子線マイクロアナリシス（EPMA）による劣化分析 252	
4. おわりに 254	
第6章 ポリウレタンのトラブル対策 257	
第1節 成形技術トラブルと対策の進め方 257	
1. はじめに 257	
2. PURフォームの発泡成形方法 257	
3. PURフォームの発泡成形におけるキーコンセプト 258	
3.1 化学量論の概念 258	
3.2 発泡成形を支配する物理化学的法則 258	
3.2.1 気体の状態式 258	
4. トラブル対策の進め方（事前に留意すべき事項） 260	
4.1 トラブル対策の概要（トラブルシューティングガイドの作成方法） 260	
4.2 基本的対応（現場主義・現物主義の徹底および基本に忠実） 260	
4.3 トラブル対策に入る前に検討すべき事項 261	