

粉体機器要覧

1974

粉 体 機 器 要 覽

編 集 日 本 粉 体 工 業 協 会

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

廣 信 社

7 (34) 1A 25

粉体機器要覧

1974年版

定 価 会 員 5,000円 会 員 外 6,000円

発 行 昭 和 49 年 3 月 10 日

編 集 日 本 粉 体 工 業 協 会

発 行 者 八 木 茂

代 理 所 株 式 会 社 広 信 社

〒 101 東 京 都 千 代 田 区 神 田 錦 町 3-20 山 京 ビ ル

電 話 03 (293) 8821 (代 表)

〒 東 京 93192

—
—
—
○

117

編 集 委 員

委 員 長	中央大学工学部	東 畑 平 一 郎
委 員	横浜国立大学工学部	青 木 隆 一
	昭和電工(株)	浅 井 邦 夫
	(株) ツバキ工機製作所	加 藤 雄 二 郎
	日曹エンジニアリング(株)	坂 下 攝
	(株) 細川鉄工所	細 川 明 彦
	(株) 徳寿工作所	命 尾 晃 利
	千代田化工建設(株)	森 八 蔵

目次

巻頭言 粉体機器と工業…中大理工 東畑平一郎… 1	
解説編	
世界の粉体工学の進歩…名大工 神保 元二… 3	
安全面から見た粉体工学	
……労働安全研 内藤 道夫… 5	
粉碎機…名大工 神保 元二… 12	
ふるい分機, 分級機, 分別装置	
……同志大工 三輪 茂雄… 18	
分級装置…名工試 上田 康… 24	
沈降分離装置…東理大工 吉野 善弥… 34	
凝集沈殿装置	
……荏原インフィルコ(株) 角田 省吾… 40	
遠心分離機…月島機械(株) 板橋 徹… 46	
工業ろ過, 圧搾装置とろ過圧搾理論	
……名大工 白戸 紋平… 50	
集じん装置とミスト分離機	
……京大工 井伊谷鋼一… 55	
混合機, ニーダー	
……阪府大工 矢野武夫・宮南 啓・佐藤宗武… 59	
造粒機, 成型機, コーテング機	
……中大理工 関口 勲… 66	
乾燥装置…京大工 桐栄 良三… 71	
貯 蔵…横国大工 青木 隆一… 76	
供給機…(株)細川鉄工所 細川 明彦… 80	
粉体コンベヤ…九工大 上滝 具貞… 84	
コンベヤの現状と展望	
……大阪機設工業(株) 青井 静夫… 91	
包装機…味の素(株) 三宅 重正… 96	
計測機器…京大工 増田 弘明… 105	
三協電業(株) 渡辺金之助	
粉体物性測定機器…京大化研 荒川 正文… 110	
標準粉体…機械技研 山下 憲一… 116	
粉体プラント	
……日曹エンジニアリング(株) 坂下 撰… 121	
資料編	
粉碎機, 乳化機	
Contaless (コンタレス) …アイデス(株)… 129	
振動ミル…中央化工機(株)… 130	
微粉碎機…不二パウダル(株)… 132	
粉碎用スチールボールとスチールシルベップ	
……(株)藤崎鉄工所… 133	
ディスパミル…(株)細川鉄工所… 134	
ビクトリミル…(株)細川鉄工所… 135	

ニューコロイドミル…(株)細川鉄工所… 136	
グラビコーン…(株)細川鉄工所… 137	
フェザミル…(株)細川鉄工所… 138	
アイスクラッシュャ…(株)細川鉄工所… 139	
パルペライザ…(株)細川鉄工所… 140	
バンタムミル・サンプルミル…(株)細川鉄工所… 141	
ファインミクロンミル…(株)細川鉄工所… 142	
ロロボール…(株)細川鉄工所… 143	
スーパーミクロンミル…(株)細川鉄工所… 144	
ACM—パルペライザ…(株)細川鉄工所… 145	
ハンマミル…(株)細川鉄工所… 146	
かくはん播潰機…(株)石川工場… 147	
ローラーミル粉碎装置…(株)栗本鉄工所… 148	
アトライタ…(株)三井三池製作所… 149	
ロールブレイカー…(株)前川工業所… 150	
コニカルボールミル・チューブボールミル	
……(株)前川工業所… 151	
スウィングハンマーミル…(株)増野製作所… 152	
マキノ式ケージミルおよびマキノ式	
高速度衝撃式粉碎機…榎野産業(株)… 154	
石井式ローラミル…森村商事(株)… 155	
超音波ジェットミル I 式	
……日本ニューマチック工業(株)… 156	
塔型摩砕粉砕機…日本タワーミル(株)… 157	
NPC カッターミル…(株)奈良機械製作所… 158	
粉碎装置…(株)奈良機械製作所… 159	
超微粉碎装置…日曹エンジニアリング(株)… 160	
エロホールミルシステム…大塚鉄工(株)… 161	
ケージミル…大塚鉄工(株)… 162	
GX型高速度粉碎機…(株)尾上機械… 163	
OP型パルペライザー…(株)尾上機械… 164	
ジェットオーマイザー…(株)セイシン企業… 165	
コンビネーションミル…(株)安川電機製作所… 166	
安川 商事 (株)	
パイプロミル…(株)安川電機製作所… 167	
安川 商事 (株)	
ハンマークラッシュャ…(株)ヤリヤ機械製作所… 168	
精密粉碎機…(株)ヤリヤ機械製作所… 169	
分級機・ふるい機・磁気分離機・浮選機	
湿式ろ過ふるい機…不二パウダル(株)… 170	
パイプシフタ…(株)細川鉄工所… 171	
ウルトラシフタ…(株)細川鉄工所… 172	
ミクロンセパレーター…(株)細川鉄工所… 173	
ミクロンウオシープ…(株)細川鉄工所… 174	

目次2

J I S標準ふるい用ふるい振盪機

……(株)飯田製作所…	175
J I S標準ふるい……………(株)飯田製作所…	176
ソニックシフター……………コロンビア貿易(株)…	177
N L H型振動ふるい……………近畿工業(株)…	178
エヤースクリーンプラント……………近畿工業(株)…	179
さとう式振動ふるい機……………晃米産業(株)…	180
エヤーセパレーター……………(株)増野製作所…	182
乾式分級装置……………(株)榎野産業(株)…	184
ジェットクロンセパレーター ……日本ニューマチック工業(株)…	185
メカニカルエアーセパレータ……………大塚鉄工(株)…	186
ウルトラセパレーター……………(株)佐藤製作所…	187
DALTON 振動ふるい……………(株)三英製作所…	188
マグネット・セパレーター……………(株)三英製作所…	189
電解浮上分離装置……………住友重機械(株)…	190
振動スクリーン……………神鋼電機(株)…	191
音波式ハンドシフター……………筒井理化学器(株)…	192
4~2000 メッシュふるい機……………(株)泰工社…	193
寿ジャイロシフター……………(株)徳寿工作所…	194
ジュニアシフター B-840, JBT-1200 ……(株)東京製粉機製作所…	196
マイクロブックス MP V 1 型 ……(株)安川電機製作所…	197
安川商事(株)	
マイクロブックス MP 型……………(株)安川電機製作所…	198
安川商事(株)	
連続電動ふるい……………(株)ヤリヤ機械製作所…	199
遠心分離機	
光電沈降粒度分布測定装置……………(株)シユミット…	356
ろ過機, 固液分離用プレス	
ポロフロ (多孔質流動床) ……富士フィルター工業(株)…	200
ラースタフィルター……………石垣機工(株)…	201
ユニクロンメンブランフィルター ……光和機材(株)…	202
メンブランフィルターによる工業ブ ロセスの超精密ろ過……………光和機材(株)…	203
栗本 Fest Filter ……………(株)栗本鉄工所…	204
ベルトフィルター ……住友重機械エンパイロテック(株)…	205
ろ過布……………足立繊維工業(株)…	206
湿式ろ過ふるい機……………不二パウダル(株)…	170
公害フィルターする泉のろ布……………(株)泉…	212
工業用ろ布……………中尾フィルター(株)…	220

STRATA AIR CLEANER

……日本ドナルドソン(株)… 221

集じん装置, ミスト分離器

ろ過布……………足立繊維工業(株)…	206
ルーアフィルター……………三菱化工機(株)…	207
湿式集じん機……………(株)細川鉄工所…	208
パルスエアー……………(株)細川鉄工所…	210
エレクトロフィル……………(株)細川鉄工所…	211
公害フィルターする泉のろ布……………(株)泉…	212
ベストローダー……………神田工業(株)…	213
電気集じん装置……………コットレル(株)…	214
栗本パイプロ・クリーン・バッグフィルター ……(株)栗本鉄工所…	216
バッグフィルター用フェロンBF ……日本フェルト工業(株)…	217
ニックCR型電気集じん装置…日本空気工業(株)…	218
ユーロホルムミストエリミネーター ……日本碍子(株)…	219
工業用ろ過布……………中尾フィルター(株)…	220

STRATA AIR CLEANER

……日本ドナルドソン(株)… 221

遠心式集じん装置シマクロン……………(株)島津製作所…	222
ホイールアブレーター・ダスチューブ コレクター……………新東ダストコレクタ(株)…	223
ルガータッセンフィルター……………(株)三興製作所…	224
スタック……………(株)スタック…	225
エアーシャッター……………三興空気装置(株)…	226
高温ガス集じん用バッグフィルタ……………進和貿易(株)…	227
工業用建屋集じん装置……………住友重機械(株)…	228
バッグフィルター……………(株)ツバキ工機製作所…	229
電気集じん装置……………(株)タクマ…	230
ベート式バッグフィルタ……………(株)タクマ…	231
バッグフィルタ……………(株)山本工作所…	232
ダストコレクター……………森村商事(株)…	155

混合機・ニーダー

リボン型混合機……………不二パウダル(株)…	233
連続混練機……………不二パウダル(株)…	234
フロージェットミキサー……………(株)粉研…	235
フロージェッター&フロープレンディング システム……………(株)粉研…	236
リボンブレンダー……………(株)細川鉄工所…	237
ナウタミキサー……………(株)細川鉄工所…	238
タービュライザ……………(株)細川鉄工所…	239
連続式混合機……………(株)楠木機械製作所…	240
コンテニューアスニーダ……………(株)栗本鉄工所…	241

NAL システム	・三井三池製作所	242
リボンミキサー	・榎野産業	243
NSE パート・オー・ミックス	・日曹エンジニアリング	244
万能混合攪拌機	・三英製作所	245
エアブレンダー	・徳寿工作所	246
自動混合装置	・徳寿工作所	248
ウノサワ重力式粉粒体混合槽	・宇野沢組鉄工所	249
Contaless (コンタレス)	・アイデス	129
かくはん播潰機	・石川工場	147
アトライタ	・三井三池製作所	149
流動式連続 α 化装置	・奈良機械製作所	275
音波式ハンドシフター	・筒井理化学器械	192
造粒機, 成型機, コーティング機		
微細粒機	・不二パウダル	250
流動造粒装置	・不二パウダル	251
造粒機	・不二パウダル	252
マイクログラニューライザ	・細川鉄工所	253
錠剤重量管理装置・タブレットクリーナー		
打錠機	・畑鉄工所	254
ブリケットングマシン	・大塚鉄工	255
ブリケットングマシン	・新東パーウインド	256
乾燥機		
振動流動乾燥機	・中央化工機	257
流動層乾燥機	・不二パウダル	258
バンド型通気乾燥機	・不二パウダル	259
マイクロドライヤ	・細川鉄工所	260
ソリッドエア	・細川鉄工所	261
横型流動層乾燥装置	・カンソー工業	262
回転流動層乾燥装置	・カンソー工業	263
箱型乾燥機, トンネル乾燥機	・カンソー工業	264
回転乾燥装置	・カンソー工業	265
バンド型通気乾燥装置	・カンソー工業	266
気流乾燥装置	・カンソー工業	267
ドラム乾燥装置	・カンソー工業	268
噴霧乾燥装置	・カンソー工業	269
ドラムドライヤー	・楠木機械製作所	270
三菱スプレードライヤ	・三菱化工機	271
気流乾燥機	・榎野産業	272
パドルドライヤー	・奈良機械製作所	273
連続流動層乾燥装置	・奈良機械製作所	274
流動式連続 α 化装置	・奈良機械製作所	275
Coulter Spray Dryers	・日本化学機械製造	276

NHS 噴霧乾燥装置	・日本熱学装置	277
気流乾燥装置	・大川原製作所	278
旋回流動層乾燥装置	・大川原製作所	279
流動造粒乾燥装置	・大川原製作所	280
連続真空濃縮乾燥装置	・佐久間製作所	281
流動乾燥装置	・三機工業	282
振動乾燥冷却装置	・神鋼電機	283
真空攪拌乾燥機	・玉川機械金属工業	284
Q ユニット振動乾燥機	・玉川機械金属工業	285
振動乾燥装置	・安川電機製作所	286
	安川商事	
バンド乾燥機	・大和三光製作所	287

供給機, 貯蔵

粉粒体自動定量供給装置	・赤武エンジニアリング	288
フンケンオートフィーダ	・粉研	289
連続/回分フィーディングシステム	・粉研	290
ミクロンフィーダーD型	・細川鉄工所	291
ビンアクチベータ	・細川鉄工所	292
ブリッジブレーカ	・細川鉄工所	293
ロータリバルブ	・細川鉄工所	294
フロートロン	・細川鉄工所	295
ヘビーデューティフィーダ	・細川鉄工所	296
ライブビンフィーダ	・細川鉄工所	297
バキュームロータリーフィーダ		
	・ミツミエンジニアリング	298
OF ディスチャージャー	・明治機械	299
ミニバルクS-1型, W-1型		
	・日清エンジニアリング	300
パドル式レベルスイッチ	・日本興産	301
粒度連続測定装置	・三協電業	302
超音波式レベルコントローラ	・桜測器	303
静電容量式レベルコントローラ	・桜測器	304
サウンディング式レベルメータ	・桜測器	305
音叉式レベルコントローラ	・桜測器	306
コンスタントフィーダ・ロータリーバルブ		
	・セイコー機械	307
パイプロ・デスチャージャー		
	・東京製粉機製作所	308
重量制御式スムーズオートフィーダ		
	・大盛工業	309
粉粒体連続定量供給機スムーズオートフィーダ		
	・大盛工業	310
パイプロホッパ	・安川電機製作所	311
	安川商事	

目次 4

粉粒体自動定量供給装置

……赤武エンジニアリング(株)… 288

NALシステム……(株)三井三池製作所… 242

音波式ハンドシフター……筒井理化学器械(株)… 192

粉体輸送

ハイフローニューマ

……デンカエンジニアリング(株)… 312

ハイフロユニ……デンカエンジニアリング(株)… 313

高濃度空気輸送装置……不二パウダル(株)… 314

ニューマチックコンベアー……横野産業(株)… 315

各種コンベアー……横野産業(株)… 316

エアコンベアー……ミツミエンジニアリング(株)… 317

インゼクションフィーダによる空気輸送

……日本エアーシューター(株)… 318

スピンドローコンベアー……日本興産(株)… 319

空気輸送装置……三興空気装置(株)… 320

粉末輸送ポンプ……(株)三徳泰工社… 321

バケットリフター……神鋼電機(株)… 322

スパイラルエレベーター……神鋼電機(株)… 323

振動コンベアー……神鋼電機(株)… 324

気力輸送装置……(株)宇野沢組鉄工所… 325

チューブラコンベアー……(株)山本工作所… 326

パイプロリフト……(株)安川電機製作所… 327

安川商事(株)

ユーラスフィーダ……(株)安川電機製作所… 328

安川商事(株)

ユーラスコンベアー……(株)安川電機製作所… 329

安川商事(株)

ベストローダー……神田工業(株)… 213

包装機

真空式減容袋詰装置……(株)細川鉄工所… 330

定量袋詰機GW20型……(株)江東衡器製作所… 331

自動配合秤量機……(株)江東衡器製作所… 332

ホッパースケール……守谷精工(株)… 333

自動バックカー・バッグプレーサー… 森村商事(株)… 334

自動開袋設備……(株)東京製粉機製作所… 335

粉粒体自動計量配送装置……(株)東京製粉機製作所… 336

計量器・制御装置

レベルメーターSL, M-1型… 信光電気計装(株)… 337

パッチウエイマシ……神鋼電機(株)… 338

NALシステム……(株)三井三池製作所… 242

粒度連続測定装置……三協電業(株)… 302

超音波式レベルコントローラ……桜測器(株)… 303

静電容量式レベルコントローラ……桜測器(株)… 304

サウンディング式レベルメーター……桜測器(株)… 305

音叉式レベルコントローラ……桜測器(株)… 306

粉粒体自動計量配送装置……(株)東京製粉機製作所… 336

測定器

水分測定装置……(株)アムコ… 339

表面積測定装置……(株)アムコ… 340

パウダテスタ……(株)細川鉄工所… 341

コロイド又は懸濁粒子の連続的移動度分析,

ゼータ電位の自動精密測定——記録装置

……協和科学(株)… 342

赤外線水分計……ケツト科学(株)… 343

光電管白度計……ケツト科学(株)… 344

エリヤ・メーター……丸本工業(株)… 345

ハイアック自動微粒子計測器……野崎産業(株)… 346

顕微鏡用粒度分布解析装置……(株)島津製作所… 347

じん速水分計……(株)島津製作所… 348

遠心沈降式粒度分布測定装置……(株)島津製作所… 349

粒度分布自動測定装置……(株)島津製作所… 350

粒子経解析装置……(株)島津製作所… 351

水銀圧入式ポロソメーター……(株)島津製作所… 352

オーア式比表面積解析装置・比表面積自

動解析装置……(株)島津製作所… 353

川北式カサ密度測定装置……(株)セイシン企業… 354

SK卓上縮分器……(株)セイシン企業… 355

光電沈降粒度分布測定装置……(株)シユミット… 356

安息角測定装置……筒井理化学器械(株)… 357

カールフイッシャー自動滴定装置

……筒井理化学器械(株)… 358

音波式ハンドシフター……筒井理化学器械(株)… 192

粉体プラント

粉体プラント……日曹エンジニアリング(株)… 359

OP型パルペライザー……(株)尾上機械… 164

NALシステム……(株)三井三池製作所… 242

連続混練機……不二パウダル(株)… 234

微細粒機……不二パウダル(株)… 250

造粒機……不二パウダル(株)… 252

流動造粒装置……不二パウダル(株)… 251

微粉碎機……不二パウダル(株)… 132

流動層乾燥機……不二パウダル(株)… 258

高濃度空気輸送装置……不二パウダル(株)… 314

湿式ろ過ふるい機……不二パウダル(株)… 170

バンド型通気乾燥機……不二パウダル(株)… 259

エアースクリーンプラント……近畿工業(株)… 179

流動式連続 α 化装置……(株)奈良機械製作所… 275

パドルドライヤー……(株)奈良機械製作所… 273

GX型高速度粉碎機……(株)尾上機械… 163

公害処理

汚泥処理装置——わが社の汚泥処理に対する

考え方……(株)栗田機械製作所… 361

廃棄物処理機……横野商事(株)… 362

名簿 全国主要粉体機械・装置メーカーリスト…… 365

解 説 編

粉体機器と工業	1
世界の粉体工学の進歩	3
安全面から見た粉体工学	5
粉碎機	12
ふるい分機・分級機・分別装置	18
分級装置	24
沈降分離装置	34
凝集沈殿装置	40
遠心分離機	46
工業ろ過・圧搾装置とろ過・圧搾理論	50
集じん装置とミスト分離機	55
混合機・ニーダー	59
造粒機・成型機・コーティング機	66
乾燥装置	71
貯 蔵	76
供給機	80
粉体コンベヤ	84
コンベヤの現況と展望	91
包装機	96
計測機器	105
粉体物性測定機器	110
標準粉体	116
粉体プラント	121

粉 体 機 器 と 工 業

—序 に 代 え て—

編集委員会委員長

東 畑 平 一 郎*

本書の旧版は粉体工学研究会の編集（編集委員長井伊谷鋼一京大教授）により昭和45年に刊行され、粉体機器ユーザーおよびメーカー各位の好評を得て一昨年の秋頃には在庫が僅少となった。昭和46年秋、粉体工学研究会と緊密な関連をもつ粉体工業懇話会が産業界を中心として発足し、その後順調な発展を続け今回日本粉体工業協会と改称することとなった。本書の刊行の仕事は一昨年粉体工業懇話会が粉体工学研究会より引継ぐことになり、旧版の内容を検討した結果、次の観点から新版を計画した。

- 1) 粉体機器は産業機器の中でも新機種の開発がさかんであるため、新しい資料を加える必要がある。
- 2) 旧版の資料は分類方法に多少不相当なところがあり、機種によっては掲載製品数があまりに少ない。
- 3) できれば広告のページをなくしたい。

そこで、数回の編集委員会を開き討議を重ね、旧版にはなかった総論的な記事を加えること、分類方法を手直すこと、広告を全廃すること、索引を完備すること、メーカー一覧を加えること、特に資料の充実力を入れることなどを決めた。必ずしも意図したとおりの要覧ができたとは思わないが、日本粉体工業協会の初めての出版物としてここにお届けできたことは、編集委員の方々、実務に当たられた広信社の方々のご協力のおかげであり、深く謝意を表したい。

巻頭にあたり粉体機器とは何か、また粉体機器が工業においてどのような役割りを果しているかを考察してみたい。粉体とは固体の分散系をいい、小は μ 以下から大は数十 μ に及ぶ。また、液体の分散系すなわちエマルジョンやミストも粉体に含められることもある。たとえばエマルジョン分離のための遠心分離機でも、固液分離のための遠心分離機でも、遠心沈降する分散系の挙動は類似しており、工学的に見れば上記のような拡張解釈は合理的であるといえよう。粉体を取扱う機械装置を粉体機

器といい、具体的には本書に記載されているような諸機器をいう。粒度分布測定装置などのように、粉体の物性を測定する装置も当然含まれる。粉体の特性は流体と異なって不連続体である点にあり、粉体機器内での粉体の挙動は多分に統計現象としての性格をもち、粒度分布、形状、組成などの僅かな変化が効率や容量にかなりの影響を与える場合がある。したがって、流体を処理する機器のような設計計算が行ないにくい意味があり、モデル機による実験を必要とする例が多い。それだけに同じ目的の機器にも多くの種類があり、新機種の開発の可能性の多い機器でもある。表1は化学プラントショー（毎年秋晴海で開催される化学工学協会・日本能率協会共催の化学機器展示会）でC P アイデア賞（着想の卓抜な新製品を表賞する）に選ばれた粉体機器を示し、上記の事実を立証しているといえよう。化学プラントショーでは第7回（'72）以降重点展示コーナーの一つとして粉体機器コーナーを設けており、出品社数、コマ数は表2のとおりであるが、粉体機器は他の小間、たとえば公害防止技術コーナーなどにもかなり出品されていることを考慮に入れれば、化学機器の中に占める粉体機器の比率はかな

表 1

年	会 社 名	製 品
1967	モノコン産業(株)	モノコンベヤ
	(株)安川電機製作所	パイプロッドミル
1970	(株)大川原製作所	旋回流動層乾燥機
	(株)粉研	連続噴流混合機
		フロージェットミキサー
1971	(株)奥村商会	連続式溶解機
	大宝産業(株)	ホモフィリタミル
	(株)徳寿工作所	ケミックススタティックミキサー
1972	(株)粉研	ハイキャップスクリーン
	三協電業(株)	ループコンベアスケール
1973	不二パウダル(株)	インパクトライン流量計
		パウダルポンプ

表 2

年	社 数	小 間 数
1972年	39 社	117 小間
1973年	40 社	144 小間

* 中央大学理工学部 (〒112 東京都文京区春日 1-13)
TEL 03-813-4171
日本粉体工業協会理事 広報委員長

世界の粉体工学の進歩

神保元二*

「粉体工学」という学問分野が、すでに確立しかつ広く認められているものであるかどうかは、種々議論のあるところであろう。しかし最近世界的にみても、また国内的にみても、“粉体工学” Powder Technology を冠した学会誌や会議がかなり多くみられるようになった。どうやら“粉体工学”という学問分野も市民権をえてきたといえようか。それと同時に“粉体工業”という言葉も次第に広く使われてきているようである。

さて「粉体工学」という概念がまとまった形でだされたのは、1943年に有名な Dallavalle が Micromeritics という本をあらわしたときにはじまる。この1948年版はわが国でも非常に広く読まれ、いまでも依然として粉体工学の定本であるし、その影響ははかり知れない。しかしその後 Micromeritics という言葉はあまり使われなくなり、Particulate Technology (1966年に Dallavalle の後継者の Orr がこういう題の本を書いている) から次第に Powder Technology (1967年以來、Elsevier 社よりこういう題の雑誌が刊行されている) という言葉に落ち着いてくる。

これより前から、ドイツでは Staubtechnik という言葉が用いられていた。有名な Meldau の Handbuch der Staubtechnik は1946年頃発刊されている。それより大分前から Staub という月刊誌も刊行され今日に及んでいるが、Meldau のものも含めてドイツでは伝統的に衛生学、医学の側面が強く、面白いことに粉体工学は非常に盛んであるにもかかわらず、Staubtechnologie といったような言葉はできていないようである。

「粉体工学」を早い時期から独立した学問分野として認識していたのは実は日本である。1956年は中部粉体工学研究会が、ひきつづいてそれが今日の粉体工学研究会として確立してきている。現在にいたるまで世界的にみても「粉体」をうたった学会や研究者グループはこの粉体工学研究会以外は見当たらないようである点を考える

と、これはかなり注目に値することと思われる。

研究会は1964年に「粉体工学研究会誌」の刊行をはじめ、本年(1974年)その10周年記念を迎え、ほぼ月刊化の段階に達しているが、“粉体工学”を冠した定期刊行学会誌は恐らくこれが世界最切のものであろう。

また1962年に出版された「粉体——理論と応用」(丸善)は、必ずしも“粉体工学”に関するものではないが、粉体の科学と工学に関しては画期的な著書であった。また1965年には「粉体工学ハンドブック」(朝倉)が発刊されているが、これもこの分野でののはじめての総合的なハンドブックであろう。(Meldau のものはあまり“工学的”でない、という意味で、)

結局わが国では1964~65年に、“粉体工学”という概念が定着しはじめた、と考えていいであろう。世界的には1966年~67年と考えていいのではなからうか。

一方、教育の分野ではヨーロッパが先行していた。1963年に London 大学 King's College に Powder Science のコースができたのが、恐らく最切であろうか。それから3~4年の間に、イギリスの大学では、Loughborough と Bradford で粉体工学の大学院コースができています。またドイツでは、“粉体工学”という名前さえかぶせてはいないが、Rumpf 教授の institute は全面的に(三十名ほどの研究員全員)粉体工学の研究・教育を行なっているし、Loughborough 工科大学と、大学院生の交換制度を実施しているアメリカの Georgia 工科大学(Orr 教授)も教育面でも粉体工学の諸問題と広くとり組んでおられるようである。またインドの Madras 工科大学も粉体工学を中心に大学院教育を行なっているようである。とに角、粉体工学は全世界的にも認められ、カリキュラムにも組み入れられつつある。わが国では1972年に九州工大に粉体工学研究施設がもうけられ、また粉体工学研究室を名のっているところは、同志社大学をはじめいくつかあるものと思われる。

粉体工学はこのようにして次第に形を整えてきたわけ

*名古屋大学工学部(〒464 名古屋市千種区不老町) TEL052-781-5111

1973年の8月～10月に開かれた粉体関係国際会議

8月21～24日	INTERNATIONAL CONFERENCE AND INSTRUMENT EXHIBITION IN PARTICLE TECHNOLOGY (Chicago)
9月15～17日	SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PNEUMATIC TRANSPORT OF SOLIDS IN PIPES (Guildford, Surrey)
9月17～18日	HAROLD HEYWOOD MEMORIAL SYMPOSIUM (Loughborough)
9月19～21日	EFCE SYMPOSIUM-CHARACTERISATION OF BULK PROPERTIES OF GRANULAR SOLIDS (London)
9月25～28日	FILTECH/73-INTERNATIONAL FILTRATION & SEPARATION EXHIBITION AND CONFERENCES, DUST CONTROL & AIR CLEANING EXHIBITION (London)
10月1～5日	LA FLUIDISATION ET SES APPLICATIONS, CONGRES INTERNATIONAL (Toulouse)

であるが、それが国際的な交流関係の中で確認されたのは比較的最近のことに属しよう。たとえば国際会議についてみれば、1962年に Frankfurt で開かれた第1回ヨーロッパ粉砕シンポジウムが、粉体と関係したテーマを直接かかげた国際的な会議としては最切のものではないかと思う。その後粒度測定、粉体輸送、粉体貯槽に関する専門別の国際会議が、1960年代後半から次第に数を増してきている。しかし「粉体工学」というテーマをはっきりかかげた会議やシンポジウムが開かれたのは案外最近のことに属する。

1972年にイギリスの Harrogate で開かれた第1回 International Powder & Bulk Solids Technology Conference and Exhibition がこの種のものはしりといえようか。1973年にシカゴで開かれた International Conference and Instrument Exhibition in Particle Technology がこれにつづいている。とくに

1973年の夏から秋にかけては世界的に粉体に関連した国際会議が数多く開かれたので、この活況ぶりを表に示してみた。しかし粉体関係の国際会議といっても、あるいは1大学が主催したものであったり（シカゴ会議、Heywood 記念シンポジウム）、情報センターが主催したものであったり、必ずしもアカデミックに公認されていないともいえるが、それがまたこの分野での1つの特長になっている、ということもできよう。

ついでながら、粉体関係ではいわゆる情報センター的役割をはたしているものが目につくのが特長で、イギリスの Powder Advisory Centre、アメリカの Fine Particle Society などはその代表といえよう。こういう情報センター以外でも、たとえば Loughborough 工大のように、大学や研究機関が情報サービスを行なっている。わが国でも日本粉体工業協会に広報委員会や文献調査委員会が、今後はこのような情報センターの役割もはたしていくものと思われる。

このように「粉体工学」は世界的にみてもまた国内的にみても、ようやく1つの境界領域の位置から、1つの独立した学問体系としてととのってきつつある。また粉体と関連した工業も、このような学問上の概念の定着と対応して、1つの工業分野としての認識が強まってきているといえよう。しかし一方、その境界領域性や新分野としての特長は依然として保持されており、学問研究の方法やスタイルにしても、学問と産業との協力の形態にしても、国際的な交流の方法や形にして、非常にユニークな諸側面を有していると思われるのである。

幸いわが国の粉体工学、粉体工業は、こういう世界的な歴史の流れの中でみても決しておくれではない。むしろかなり先進国的な面をもっており、またすぐれた特長を有しているといえよう。今後も独自性を見出して大いに内容、体制ともに充実して、世界をリードしていきたいものと思う。

安全面からみた粉体工業

内 藤 道 夫*

緒 言

昭和48年という年はまるで狂ったように大型の爆発火災事故が続発し、マスコミ関係者ばかりでなく、行政当局もきわめて多忙であった。またこれらの爆発火災事故は世間一般にも大きな衝撃を与えると同時に、災害による間接損害も計り知れないものがあり、生産停止による関連企業や一般民衆への打撃といった大きな社会問題をもひきおこしたのである。

これらの一連の石油化学工業を始めとする爆発火災災害はその原因を追求すると、初歩的なバルブ操作などのミスから大量の可燃性ガスが空气中に放出されて引火爆発に至った場合が多く、最新技術を誇る石油化学や石油精製関係の化学工業にも意外と盲点が存在することが分った。

一方、このような華々しい災害の影にかくれて表面上は知られないが、いくつかの可燃性粉じんにもとづく爆発火災災害が発生し、被害を与えていたことも事実である。そしてこれらの粉じん爆発災害はあまり大きい目立つようなものは数少ないが、毎年確実に発生し、人的被害の大きさが災害規模の大きさと比較して意外に大きい場合がある。

爆発災害を生じている業種は粉体そのものの製造、取扱のほか、二次的に粉体を生ずるような業種においても見られる。特にここ数年間、金属粉や穀物粉などの粉体による粉じん爆発災害は、問題として取り上げる必要があるほど重要な因子を秘めており、一方化学製品による粉じん爆発も災害として潜在危険性をもっている。実際には災害に至らぬまでも小事故はかなり発生しているという。

いわゆる可燃性粉じんは一般に危険物として取り扱われているものは少ないし、ありふれた物質であり、危険性について関係者の認識が可燃性ガスや引火性液体のそ

れに比較してはるかに不足していて、安全常識を疑われる場合が多い。特に粉体を取扱う装置、建物、プロセスについては防爆を考慮した対策がほとんど見受けられないまま使用され、運転されているのが現状である。また一部安全管理の進んだ工場においても、対策不十分か、安全技術について割合に甘い判断を下している所も少なくない。このことは潜在的な爆発災害の発生危険性を粉体工業において内蔵していることになる。今後粉体工業が発展し、粉体システムが大規模に応用されようとする現在、このようなことは非常に重要な問題であり、可及的速やかに安全上の対策をとり入れなければ大規模な爆発火災災害の発生も考えられるので、過去の事例などを紹介し、粉体工業の安全化の上の問題となる点、対策などに私見の一端を述べ、この種災害防止上の一助にしたいと思う。

粉じん爆発災害の発生状況

わが国で過去に発生した粉じん爆発災害は、労働省などに報告されたものとして昭和27年～47年の21年間に155件に達しており、これによる死傷者数414名、内死者70名となっている。物的被害についてははっきりしていないが、かなりの額にのぼるものと思われる。これを年次別に示すと表1で示すことができる。

これによれば年間発生件数は平均7～8件、死傷数は約20名程度となるが、かなり年によって相違が著しい。昭和48年については未調査のためはっきりしないが、10件程度ではなからうか。この数字はあくまでも表面に出たものであり、小規模で人的、物的被害の小さいものは含まれていないので、粉じん爆発そのものは実際には数多いものと思われる。

なお死者1件当りの被害者数は約3名であり、災害強度はかなり高く、重大災害が大部分である。

外国の場合と比較してみると、アメリカでは1900年から1956年までの57年間に1,083件、死者640名、負傷者、1,709名、損害約1億ドルである。またイギリスにおい

* 労働省産業安全研究所 平108 東京都港区芝5-35-1
TEL 03-453-9441

表 1 年次別粉じん爆発発生状況 (1952年—72年)

年度 (昭和)	発生件数	死傷者数	死	傷
1952 (27)	3	33	7	26
53 (27)	9	17	1	16
54 (29)	9	20	1	19
55 (30)	4	—	—	—
56 (31)	7	21	7	14
57 (32)	4	8	2	6
58 (33)	8	22	4	18
59 (34)	7	12	3	9
60 (35)	6	1	—	1
61 (36)	3	6	—	6
32 (37)	8	26	3	23
63 (38)	11	32	2	30
64 (39)	7	11	2	9
65 (40)	12	42	1	41
66 (41)	6	23	3	20
67 (42)	8	48	9	39
68 (43)	12	21	4	17
39 (44)	8	17	6	11
70 (45)	6	12	7	5
71 (43)	7	14	2	12
72 (47)	7	28	6	22
計	155	414	70	344

ては1951年より1960年までの10年間に243件、死者22名、負傷者182名を出している。したがって、アメリカ、イギリスの両国ではそれぞれ年間平均20件、24件、死傷者それぞれ41名、20名程度となり、わが国のそれと比較してみると、災害件数はわが国の約3倍という多さである一方、死傷者数ではイギリスとほぼ同数、アメリカはわが国の約2倍ということで、結局爆発災害1件当りの人的被害はイギリスの3倍、アメリカの1.5倍ということになり、災害強度の高さについて一考せねばならないところである。

表2、表3、表4にはわが国における粉じん爆発災害を、それぞれ、粉じんの種類別、工程別、発火源別に分類して示したものである。

粉じんの種類別発生状況では、金属粉じんが最も多く、特にアルミニウム粉末によるものが多い。しかも死者が爆発災害1件当りかならず1名は出るという悪質さである。これについては有機化学工業系統の産業におけるプラスチック粉や薬品類の粉じんによるものが多いが、死者は比較的少ない。3番目には農産加工品の粉じんによる爆発があげられる。特にこの種の爆発は、死者は比較的少ないが、死傷者では最も多く、災害1件当り約4名に達し、また物的被害も非常に大きくなる場合がある。特に農産物サイロの機械室、飼料工場、股粉工場などは規模が大型化しているの、一度爆発が生ずると

表 2 種類別粉じん爆発発生状況 (1952年—72年)

粉じんの種類		発生件数	死傷者数	死	傷
石	炭	12	45	7	38
無機薬品	イ オ ウ	22 { 15 2 5	30 { 16 1 13	6 { — — 6	24 { 16 1 7
	カ ー ボ ン				
	ケイ化石灰				
金 属	アルミニウム	33 { 21 2 10	81 { 53 2 26	28 { 25 — 3	53 { 28 2 23
	マグネシウム				
	その他金属				
農 産 加 工 品	米 ぬ か	25 { 2 1 7 4 1 1 1 1 4 1 1	96 { 13 1 36 11 4 3 1 2 — 16 2 7	13 { 4 — 4 1 — 3 — — — — 1 —	83 { 9 1 32 10 4 — 1 2 — 15 2 7
	砂 糖				
	殿 粉				
	小 麦 粉				
	き び 粉				
	さらしあん				
	ビール酵母				
	ふ す ま				
	大 麦 粉				
	銅 料 粉				
	コ プ ラ 粕				
その他穀粉					
合 成 物	染料中間物	25 { 8 15 1 1	40 { 6 28 3 3	5 { 2 2 1 —	45 { 4 36 2 3
	プラスチック				
	合成洗剤				
	合成糊料				
有 機 化 学 薬 品	無火フタル酸	27 { 11 1 3 12	60 { 20 — 5 35	8 { 3 — 1 4	52 { 17 — 4 31
	加 硫 剤				
	医 薬 品				
	そ の 他				
織 維 類	木 粉	10 { 6 1 1 1 1	48 { 17 — 2 18 11	3 { 1 — — — 2	45 { 16 — 2 18 9
	コ ル ク 粉				
	リ グ ニ ン				
	紙 の 粉				
	そ の 他				
そ の 他		1	4	—	4
計		155	404	70	344

表 3 粉じん爆発工程別発生状況 (1952年—72年)

工 程 別	発 生 件 数
粉 碎 製 粉 工 程	42
集 じん 分 離 工 程	33
乾 燥 工 程	19
輸 送 工 程	14
貯 蔵 工 程	10
燃 焼 室	2
そ の 他	35
計	155

損害が大きく、需要家に大きな影響を与えることになる。なお木粉など、繊維質の粉じん爆発災害にも類似型

表4 粉じん爆発発火源別発生状況(1952年—72年)

点 火 源 別	発 生 件 数
摩 擦 衝 撃	51
異 物 混 入	18
そ の 他	33
メ タ ル の 過 熱	10
裸 火	8
静 電 気 ス パ ー ク	25
電 気 設 備	8
溶 接 溶 断 の 火 花	13
自 然 発 火	19
不 明	13
そ の 他	8
計	155

がみられる。

表3には工程別の発生状況を示したが、粉碎、製粉工程と集じん分離工程が約半数を占めている。そのほかの工程では、装置の修理、掃除、点検、固体物資の成型、加工などにおいて多発している。なお集じん分離工程は粉体取扱、粉じん発生の一工程に大体付属しており、最初の爆発点である場合ばかりでなく、二次、三次の爆発場所となっている場合が多い。輸送工程ではコンベヤー、エレベーターなどの機械装置において生ずる場合が主である。

表4に示す爆発原因となった点火源別発生状況では、約半が摩擦衝撃によるものである。これは表3の工程別発生状況のうち最も多い粉碎製粉工程のほとんどを占めており、また輸送工程など機械装置が運転している場合における粉じん爆発災害の原因ともなっている。

次いで点火源として静電気スパークによるものが多いが、これは集じん分離の工程や乾燥、貯蔵などの工程の爆発災害原因となっている場合が多い。以上の二つの点火源は、はっきりこれと確認された証拠となる点火源が考えられない場合に推定原因とされている。粉じん爆発事故の場合には最初の爆発発生場所が不明なことが多く、そのまま二次、三次の爆発へと拡大するので点火源の確認が困難な場合も多いわけで、自然発火や不明といったものもこの範ちゅうに入るから、粉じん爆発災害の点火源は半数以上よく分らないということになる。また堆積粉の存在なども点火源の推定困難に関係するかもしれない。

最近の各種粉じんの爆発災害の実例と問題点

1. 金属粉じん

〔事例1〕

昭和46年7月 大阪府 金属粉製造業

負傷者1名

スタンプ式でアルミニウム箔から粉末を製造する工場で、出入口の外側壁にとりつけた羽型開閉器を切ったところ、スパークがたまっていたアルミニウム粉末に着火せしめ、この火が工場内にたまっていたアルミニウム粉じんに燃えうつり、爆発火災事故を生じた。

〔問題点〕

小規模の製粉工場で、除じん排気設備もなく、窓、扉を開放して、自然換気により、アルミニウム粉を放出していたが、付近に住宅ができ、公害問題となったので、開閉器付近の開口部に塩ビ波板をとりつけて、住宅地区への放散を防いだため、掃除せぬまま放置していたので、開閉器付近に大量に蓄積し、しかも電気設備は粉じん防爆構造ではなかったために発生した事故で、全く粉じん爆発の危険性を無視した操業であった。

〔事例2〕

昭和47年8月 東京都 金属製品製造業

死亡者2名 負傷者4名

アルミダイカスト製品をショットブラスト研磨する工場、休日のため操業中止中、ショットブラスト機付近で丁度ほかの装置の据付け工事用ボルトを作業台で工事業者が電気溶接していたところ、ブラスト機集じん用バグフィルタ下部のアルミ粉末に引火、燃え上がり、バグフィルタが爆発し、消火のためにかけつけた作業員が被災した。

〔問題点〕

事故当時バグフィルタの下部には掃除されないまま大量のアルミニウム粉末が蓄積し、またブラスト機周辺にも散乱していたため電気溶接火花から引火したのであろうが、元来前日作業終了時において当然清掃すべきものを放置していたこと、また危険場所で電気スパークを発生する作業を行ない、しかもバグフィルタ付近に多くの人々が近寄ったことがこのような大事故となったものである。ショットブラスト機は過去においても大事故を発生しており、危険な装置として安全な場所に隔離し、爆圧放散設備などの安全対策を実施すべきものがほとんど実施されず、一般の機器類と同様に設置されていた点に大きな問題がある。

〔事例3〕

昭和48年4月 大阪府 金属製品製造業

死亡者2名 負傷者38名(警察、消防職員、住民)

作業場の一角のアルミニウム屑(粉末も混入)の堆積をフォークリフトですくい上げていたところ発火し、これを水で消火しようとして噴霧状の水をかけたところ、爆発が生じた。そして消火従事者が被害をうけた。

(問題点)

アルミニウム屑のように発火しやすいものをフォークリフトのような摩擦衝撃の大きい装置を使用したのが発火原因であり、しかも水をかけるという非常識な消火法を行なったのがこの災害の爆発原因であり、問題点である。

2. 農産物加工粉じん

(事例4)

昭和46年4月 兵庫県 穀物倉庫業 負傷者7名

食品コンビナートの中心である穀物サイロで大量のバラ積み穀物を荷役し、各種の需要家に送配しているが、大豆を船から荷役中、機械棟6階付近で爆発が生じ、機械棟全体を爆発に巻き込み、約1億円の大損害を生じた。原因は穀物分配用のシュートが傷んだため、シュートの補修を電気溶接により実施していたが、連絡不十分のため、荷役作業が開始され、舞い立った穀物粉じんに着火爆発したのである。

(問題点)

筆者らの事故調査では、このサイロ運転担当者は穀物粉じんが爆発するという危険性について全く無知であり、セメントなどの不活性粉じんと同様なものを見なし、全く安全対策がとられていなかったことが分かった。それはこの工場が新設プラントで、穀物の送給は電子計算器を使用しているにもかかわらず、粉じん爆発防止に関する安全対策が考慮されていないこと、また建設工事を実施したメーカーも全くの無知であったことである。

(事例5)

昭和47年12月 三重県 食料品製造業

負傷者3名

コーンスターチの乾燥作業中、製品ビンが満杯であるという警報が鳴ったので、乾燥機の運転を停止した。ただしプロア、排気ファン、ケージミルは炉の余熱を冷やすため運転中であった。約30分後、ケージミル付近、排気ファン上のダクト、サイクロン下部の3ヶ所で同時に爆発した。原因は余熱により、炉筒上の粉じんが火の粉となって舞い立った粉じんに着火したものである。

(問題点)

農産物を乾燥する工程ではしばしば火災爆発事故が生じている。すなわち46年5月、47年11月の2回、愛知県の実料品製造業でコーンスターチの乾燥中に爆発をおこし、また48年1月、48年10月の2回、神奈川県の農産加工品工場でもうもろこしの皮の粉碎乾燥工程で爆発が生じている。農産物の粉じんは堆積していると、堆積層の厚みが大きいと意外に低い温度で発火する。そして爆発への引き金となる。したがってこのような工程では粉じ

んの長時間高温での堆積はきわめて注意をせねばならないのである。

3. 化学工業製品の粉じん

《事例6》

昭和46年5月 大阪府 染料製造業

負傷者1名

染料ケーキを粉碎して、バグフィルタを通してドラム缶に受ける作業中、染料ケーキが発火し、バグフィルタが爆発した。染料はニトロ基を少量含むラニールブラックBGで、原因はドラム缶内の粉末染料の発火か、バグフィルタの静電気によるものと思われる。

(問題点)

染料関係の粉じんによる爆発は他の有機化学薬品類と同様にそんなに数があるわけではないが、いわゆる可燃性粉じんばかりでなく、ジアゾニウム化合物、ニトロ化合物のように自己発火性のものもあり、単純な粉じん爆発防止対策だけではすまない場合もあるので、このような粉じんについては発火性、爆発性粉じんに準じた取扱いをすべきであろう。

このような事例とよく似たものに発泡剤としてジニトロソペンタメチレンテトラミン(DNPET)や、アゾビスなどがあり、乾燥、集じん工程を全滅せしめた事例もある。

《事例7》

昭和41年 東京都 製薬工場

死者1名

製薬工場で、流動乾燥機(ダイナミックドライヤー)にナイロン製バグフィルタ付きのバスケットを設け、下部から熱風を送り、無水エタノールを含む感昌薬原料の顆粒を乾燥しているときに、同乾燥機が爆発し、扉が急激に開いて、前面に立っていた作業者を打ち、死亡せしめた。同様な爆発は昭和42年にも同一機種の乾燥機で生じたが、死者は幸いに出なかった。しかし事故の重大性に鑑み、同工場では一切のダイナミックドライヤーの使用を中止した。この原因はナイロン製バグフィルタは静電気除電用鋼線が織込まれてあった(ドイツ製)が、連日手洗いしたので断線して、帯電除去に役立たなかったため、顆粒から生ずる微粉末に帯電し、放電火花により残ったエタノール蒸気に引火、さらに浮遊していた感昌薬の粉じん爆発を生じたものである。

(問題点)

流動乾燥機で可燃性の固体を乾燥するのは能率上はきわめてすぐれた方法であるが、引火性溶剤蒸気や可燃性粉じんの爆発性混合気を内部に生成するときわめて危険の大きい装置となる。このような装置は爆発がおこると

7141