

6.3 化学プロセス

6.3.1 概説

人類繁栄に化学工業は不可欠だがこの業種は多くの化学物質を扱う故に幾多の大気汚染問題を引き起こしてきた。化学工業種類は多岐にわたるので、代表的なものにつき大気汚染物質発生状況につき例示する。

6.3.2 セメント工業^{1) 2) 3)}

セメント工業のダスト飛散はしばしば苦情原因となった。セメントはプラスター、石灰、マグネシア、火山灰等を含む無機膠質の総称で今日セメントといわれているのは『主として石灰質原料およびマグネシア質原料を適当な割合で十分混合し、その一部が熔融するまで焼成して得たクリンカーに適量の石膏を加え粉碎して作る』とその製造法が要約されるポルトランドセメントおよびこれを主体とする混合セメントである。セメント製造法には乾式法と湿式法とがある。

(1) 乾式法乾燥焼成工程

乾式法は石灰石、粘土等を水分含有量1%以下に図6.3.1のような回転乾燥炉で乾燥し、それらの成分を考慮して混合し回転焼成炉で焼成してクリンカーを生産する。回転乾燥炉の熱源は石炭または石油燃焼ガスで円筒形回転炉の一端から原料を連続挿入し他端から乾燥原料を取出す。この場合回転焼成炉排ガスが熱源に使用されることもある。乾燥セメント原料は図6.3.2に示す水平に対し3~5度傾斜し鋼製円筒に耐火煉瓦を内張した回転焼成炉で連続的に焼成される。すなわち炉上端から供給された原料は1~2 rpm程度の回転数で回転する炉内を下に移動し下端のバーナで1,450℃程度の高温で1~4時間かけて一部が熔融するまで焼成されセメントクリンカーになり炉下端から約1,100℃で排出される。

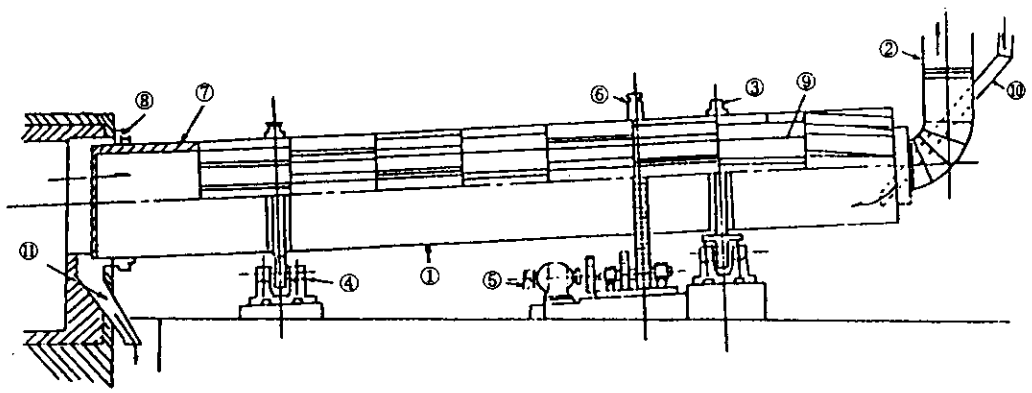
焼成炉にはボイラーやサスペンションヒーターが付き熱回収する。図6.3.2は幾つも連ねたサイクロン内に原料と排ガスを通じて熱交換するサスペンションヒーター付き焼成炉である。また焼成炉はセメント工業最大の大気汚染物質発生源でセメントダスト、硫黄酸化物、窒素酸化物、重金属フューム等の大気汚染物質を生成する。

(2) 湿式法、レポール式乾燥焼成工程

湿式法は原料を乾燥させず水分約35%のスラリーとしてボールミル、コンパートメントミル等で粉碎混合し回転焼成炉で焼成し製品を得る。

また、レポール式は乾式原料混合工程で得た原料に10~14%の水を加え造粒機で直径2.5~5 cmのペレットとし、回転焼成炉排ガスで乾燥し同様焼成してクリンカーを得る。

- ①胴体本体
- ②排気筒
- ③タイヤ
- ④ローラー
- ⑤駆動装置
- ⑥ガスギヤー
- ⑦内張煖瓦
- ⑧エアゾール
- ⑨リフター
- ⑩材料供給シート
- ⑪排出シュート



⑨リフターの構造例

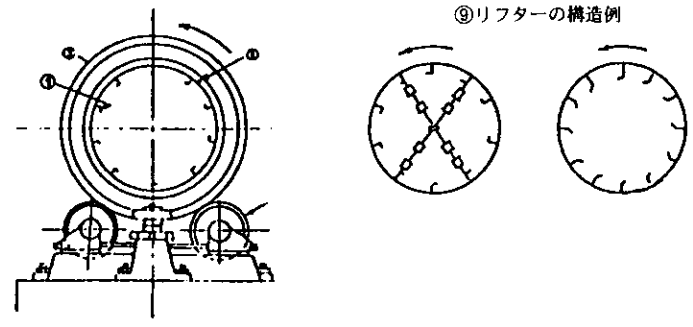


図 6.3.1 回転乾燥炉

- ①クーラー排気風車
- ②集じん装置
- ③クリンカ、クラッシャー
- ④クーラー
- ⑤冷却風車
- ⑥吹込風車
- ⑦ロータリーキルン
- ⑧排気風車
- ⑨電気
- ⑩煙突
- ⑪サスヘンション……I~IV
フレヒーター

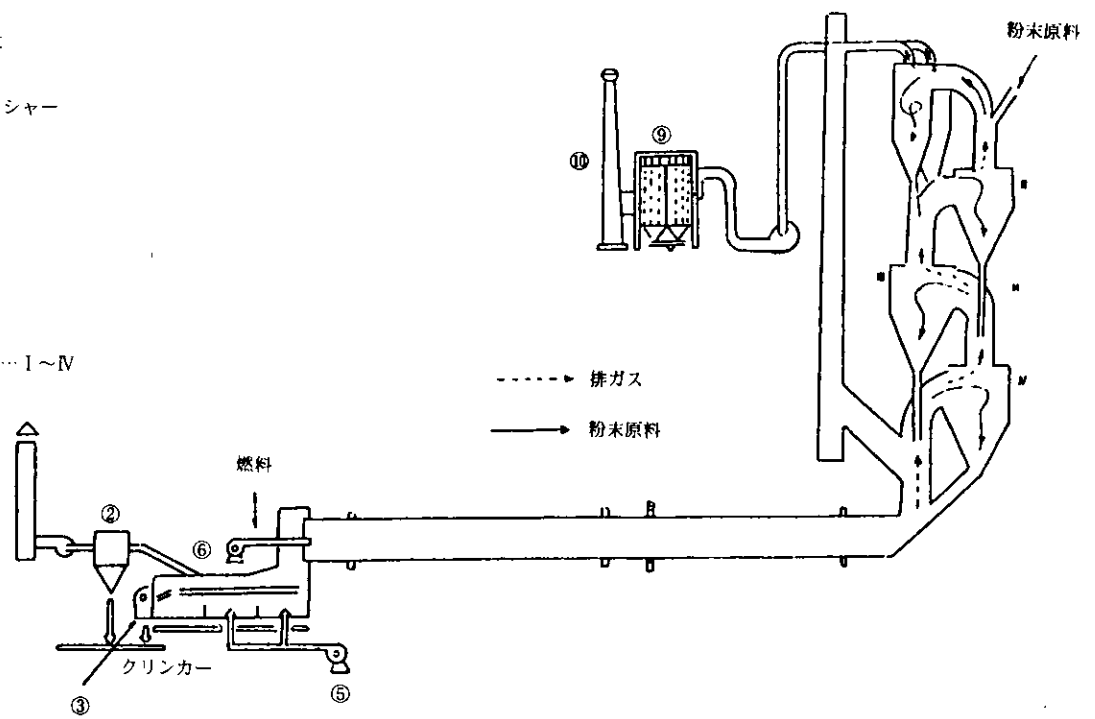


図 6.3.2 回転焼成炉

(3) セメント製造

焼成工程で得たクリンカーはエアクエンチングクーラで常温まで冷却しこれに4～6%の石膏を加えボールミル、チューブミルで粉碎しセメントとする。なお石膏はセメントの凝結調節剤として加えられるもので、第7章の脱硫石膏の最も環境安定性が優れた吸収先でこの点と廃棄タイヤを燃料としたり、石炭燃焼フライアッシュを原料としている点でこの工業は注目されている。

(4) 大気汚染物質

主要大気汚染物質は粉碎・混合工程、貯蔵サイロ、輸送工程、焼成工程、乾燥工程からの粉じん発生で、回転焼成炉、回転乾燥炉では硫黄酸化物、窒素酸化物も発生する。特に回転焼成炉排ガス中窒素酸化物濃度は高い。注目されてきたのは粒子で現在電気集塵装置で処理している。燃料中硫黄による硫黄酸化物はセメント原料に吸収され石炭を燃料として場合には灰はセメントに入る。まず煤塵濃度だが乾式回転焼成炉で25～130 g/m³で排出し電気集塵装置で処理している。

湿式では排出濃度84.5 g/m³を電気集塵で処理して97.8%の集塵率を得たという記録がある。回転乾燥炉の場合粉じん排出濃度42.9 g/m³、集塵率99.93%というデータがある¹⁾。また回転焼成炉排ガスの窒素酸化物が酸素0%換算濃度として乾式で158～1,469 ppm、湿式の場合503～1,927 ppmというデータがある¹⁾。

6.3.3 硫酸工業^{4) 5)}

硫酸製造には元素硫黄を空気を用いて酸化して二酸化硫黄とし、これを五酸化バナジウムを触媒として三酸化硫黄に酸化し、硫酸と接触せしめて高濃度の硫酸とする接触法が用いられている。なお従来は硫化鉄鉱を燃焼し二酸化硫黄を得ていたが近時重油脱硫で副生する元素硫黄を原料とする方法が採用されている。

また、このプロセスの主要化学反応は(1)～(3)式のように進む。

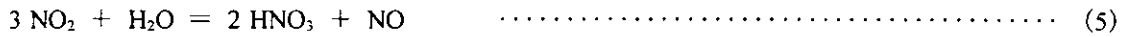
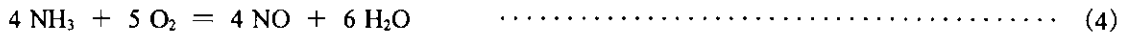


主要大気汚染物質は二酸化硫黄と酸ミストで、二酸化硫黄は酸生産量1 t当たり約20～70ポンド(1ポンドは0.4536 kg) 排出し、酸ミストは除去装置がない場合、酸生産量1 t当たり0.3～7.5ポンド、除去装置のある場合0.02～0.2ポンドに軽減する⁴⁾。

6.3.4 硝酸工業^{4) 5)}

硝酸製造にはアンモニアを白金触媒の存在のもと空気高温酸化して一酸化窒素を生成し、一酸化

窒素と空気の混合物を酸化して得られる二酸化窒素を水に吸収する方法が用いられている。主要化学反応を(4)(5)式に示す⁵⁾。



このプロセスで排出される主要大気汚染物質は吸収塔から排出される一酸化窒素及び二酸化窒素で、100%硝酸生産量1t当たり二酸化窒素として57ポンドであり、この他硝酸濃縮器から強酸生産量1,000ポンド当たり二酸化窒素として10ポンド排出するという報告がある。

さらに吸収塔からの排出ガス処理のための触媒式燃焼器の除去率は、36~99.8%であって平均して80%、アルカリスクラバーのそれは90%であると報告されている⁴⁾。

6.3.5 塩素製造^{4) 5)}

塩素は食塩水を電気分解して製造し塩素は陽極で生成する。図6.3.3は隔膜法の概要である。このように生成した高温の塩素は冷却し、硫酸で洗浄して乾燥してから液化し出荷する。主要な塩素排出は液化していないガスの放出である。防止装置のない場合、液化塩素生産量100t当たりの塩素排出量は水銀法で2,000~16,000ポンド(濃度20~50ppm)、隔膜で2,000~10,000ポンドでこの他に水吸収塔から400ポンド、タンク車通風孔から450ポンド、貯蔵タンク通風孔から1,200ポンド排出すると報告されている^{4) 5)}。

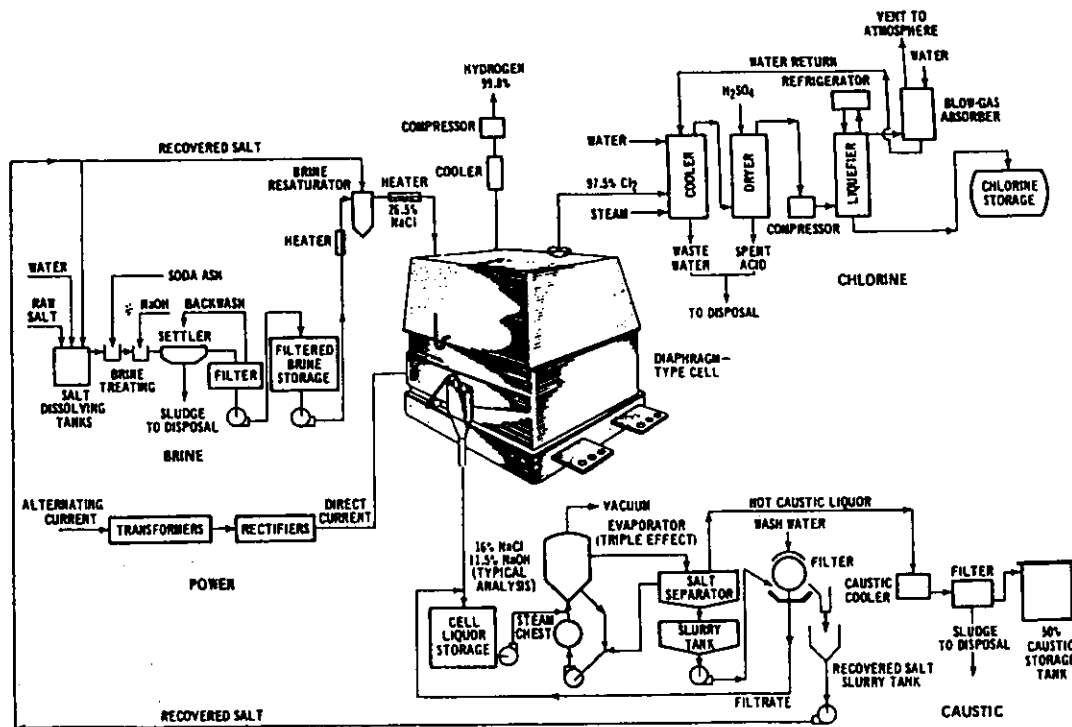


図 6.3.3 食塩水電気分解プロセスの概要