

# 工業用ガス脱湿装置について

## Examples of Industrial Gas-dehumidificator

清水 雅夫\*  
Masao Shimizu

### 内 容 梗 概

工業用脱湿法にはいろいろな方法があるが、最近多く応用されているものは冷却式および吸着式である。本稿はこれらの代表例として最近、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所に納入された酸素脱湿装置、ならびに、日本タングステン株式会社納めの水素脱湿装置についてその概要および特長を紹介し、かつこれらに採用した、冷却式と吸着式の2方式についてその利害得失を述べたものである。

### 1. 緒 言

湿ったガスから水分を少なくすること、すなわち湿度を下げることは除湿または脱湿と呼ばれているが、ここでは脱湿と呼ぶことにする。

脱湿は、(1)保健衛生、(2)産業における諸工程、(3)物品の貯蔵、(4)原料ガスの精製などに必要であり、ガス中の水分が製品の品質を低下させたり、酸化、還元などの作用を妨げたりすることは周知のとおりである。この脱湿は以前から空気調和の一環として行なわれていたが、第2次世界大戦後、特にプロセス工業の発達とともに、この問題に対する関心が高まってきた。すなわち、プロセスの自動化に伴い、プロセス中のガスの脱湿、計装空気の脱湿などが多くなってきた。

最近、日立製作所で製作した、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納めの酸素脱湿装置と、日本タングステン株式会社納めの水素脱湿装置の二つについてその概要と特長を述べ、これらの方式の得失について考察を加える。

### 2. 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納め酸素脱湿装置

#### 2.1 装置の概要

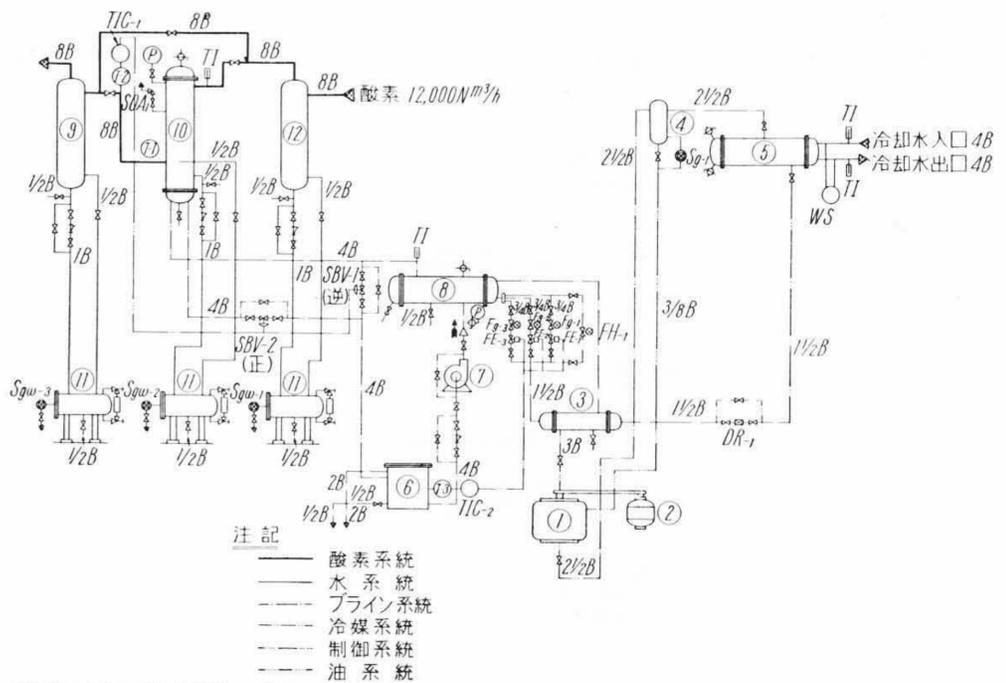
本装置は製鋼用転炉に使用する 12,000 Nm<sup>3</sup>/h の酸素を、15~2°C の露点まで脱湿する装置で、酸素中の水分による水素の脱炭作用を防止する目的で設置されたものである。第1図はこの系統図を示す。

酸素は最高圧力 30 kg/cm<sup>2</sup> まで昇圧して貯蔵され、2基の転炉に圧力 10 kg/cm<sup>2</sup> のもとで 9,000 Nm<sup>3</sup>/h あて供給される。圧縮機は酸化作用の大きいガスを扱うためシリンダ部の油潤滑形式が不可能で水潤滑を採用している。

昇圧後はアフタクーラ、セパレータを経て凝縮水分を除き、脱湿装置へ送酸されるが、圧縮機が水潤滑のため、なお水分が脱湿装置へはいつてくるおそれがあり、サイクロンセパレータ⑫が設けてある。酸素冷却器⑩は、ブラインで夏期 15°C、冬期 2°C まで酸素を冷却脱湿するものであり、セパレータ⑨は冷却後の酸素中の過飽和水分を分離するものである。

ブラインはブラインタンク⑥に貯蔵され、ブラインポンプ⑦によって循環され、調節器 TIC-2 によって温度を 0°C 付近に制御されている。また、温度指示調節器 TIC-1 は、酸素出口が冬期 2°C 以下に低下せぬよう、ブライン調節弁 SBV-1, 2 によってブライン量を加減している。

\* 日立製作所川崎工場



番号	名 称	数量	備 考	記号	名 称	数量	備 考
1	冷 凍 機	1	FW6R-CW, R-12	TIC	温度指示調節計	2	
2	電 動 機	1	55 kW	P	圧力指示計	2	
3	熱 交 換 器	1	200φ×1,400L	TI	温 度 計	4	
4	油 分 離 器	1	200φ×530H	SOA	安 全 弁	1	
5	凝 縮 器	1	470φ×3,420L	Sgw	自 動 排 水 弁	3	
6	ブラインタンク	1	2,012φ×2,000H	SBV	調 節 弁	2	
7	ブラインポンプ	1	5.5 kW	Fg	温度式膨脹弁	3	
8	ブライン冷却器	1	552φ×3,200L	FE	電 磁 弁	3	
9	サイクロンセパレータ	1	844φ×2,000L	FH	手 動 式 膨 脹 弁	1	
10	酸素冷却器	1	784φ×4,104L	Sg	自 動 排 油 弁	1	
11	ドレンタンク	3	320φ×6,000L	DR	ド ラ イ ヤー	1	
12	サイクロンセパレータ	1	844φ×2,000L	WS	断 水 リ レー	1	
				T	サ ー チ コ イ ル	3	

第1図 酸素脱湿装置系統図

ブラインを冷却する冷凍サイクルは、冷凍機①、油分離器④、フロン凝縮器⑤、熱交換器③、膨脹弁 Fg-1~3、冷却器⑧よりなり、この⑧でブラインを冷却している。

主要機器の仕様は第1表のとおりである。

#### 2.2 本装置の特長

(1) アフタクーラ部からこの冷却設備部までは約 30 m あり、この間で凝縮される水分、および、飛まつ水分を除去するため、冷却器前に分離器を設けた。また、酸素中の許容水分の関係から冷却器を使用しないとき、または、冷却関係の事故の場合を考慮して冷却器にバイパス回路が設けてある。

(2) 取扱ガスが酸素であるため、安全第一を考えて、冷却式脱湿を採用している。

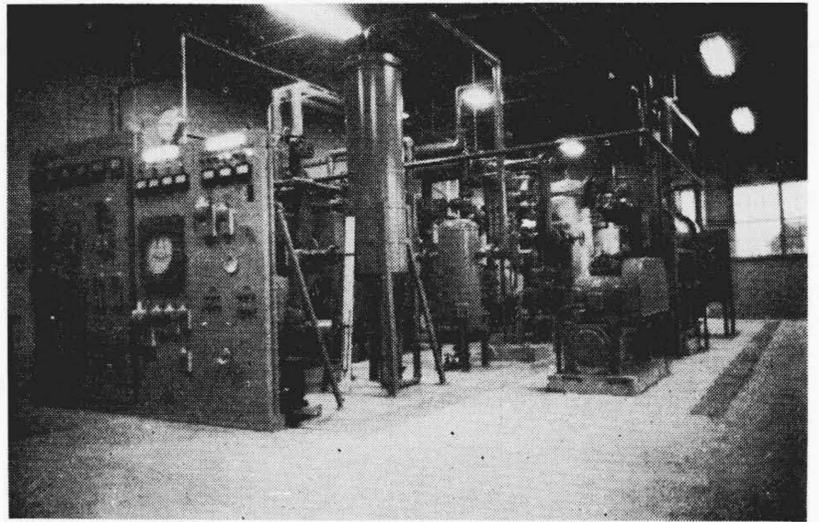
(3) 冷却方式はブラインによる間接冷却として、酸素の漏えいによる危険を防いでいる。

(4) 室蘭における冬期の最低温度は約 -10°C で冬期ドレーンの凍結が問題になる。このため各ドレンタンクには蒸気ヒータを付けたカバーを取り付けた。

(5) 液分離器と冷却器間には圧力差があるため、ドレンタンク

第1表 酸素脱湿装置主要機器一覧表

項目	仕様	数量
① 冷凍機	形式 FV6R-CW, 高速多気筒 筒径×数 115mmφ×6 行程 90mm 吐出容量 320m <sup>3</sup> /h 蒸発温度 -5°C 容量調整 66, 33% 冷媒 R-12 電動機 40kW	1基
⑤ 凝縮器	形式 横形シェルアンドチューブ(CFF-40) 寸法 470mmφ×3,000mm 冷却水温 30°C 冷却水量 42m <sup>3</sup> /h	1基
⑧ プライン冷却器	形式 横形シェルアンドチューブ 寸法 558mmφ×3,000mm ライン入口温度 0.58°C ライン出口温度 -2°C ライン量 0.61m <sup>3</sup> /min	1基
⑩ 酸素冷却器	形式 立形シェルアンドチューブ 寸法 750mmφ×2,500mm 酸素入口温度 30°C~10°C 酸素出口温度 15°C~2°C 酸素流量 12,000Nm <sup>3</sup> /h	1基



第3図 水素脱湿装置全景

とほぼ一致する。

酸素冷却器部のドレーンは、30~45分間隔で約8~6l/h排出されている。この場合ドレーン量を計算すると、7l/hになるので前記の実際のドレーン量と一致する。最終段のサイクロンセパレータ⑨部からは、ほとんどドレーンが出ていない。

以上から酸素冷却器は、20°Cにおける仕様を満足している。さらに夏期、入口温度30°Cの場合の必要熱量は前述の20°Cの場合とほぼ等しいので、この場合にも仕様値を満足することがわかる。

制御機構関係は第2表のとおり、ライン、酸素いずれの温度制御も、仕様値よりは温度を高くして運転しているが作動は順調である。

### 3. 日本タングステン株式会社納め 水素脱湿装置

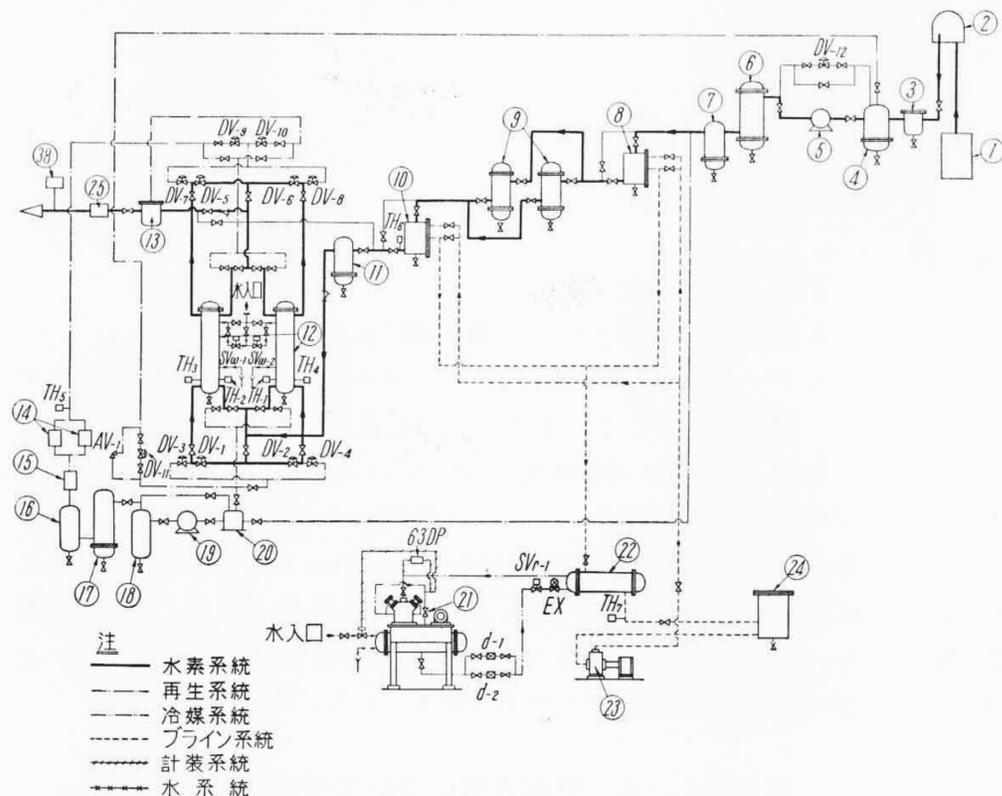
#### 3.1 装置の概要

本装置はタングステン焼結用を使用する180Nm<sup>3</sup>/hの水素を、-40°Cの露点まで脱湿する装置である。第2図はこの系統を示している。

水電解槽①から発生した水素ガスは、水封式タンク②に70mmAqの圧力で貯蔵され、これをナッシュポンプ⑤で圧力1,000mmAqに圧縮し、洗浄塔⑥で洗浄のうえ冷却器⑧で5°Cまで冷却される。冷却された水素ガスはサイクロンセパレータ⑦で過飽和水分を取り、脱酸炉⑨で純度99.99%まで脱酸精製される。このとき脱酸による反応熱で水素ガスの温度が上昇するため、次の冷却器⑩でふたたび5°Cまで冷却のうえサイクロンセパレータ⑪を経て、吸着筒⑫へ送られ、ここで-40°Cの露点まで脱湿される。

冷却器⑧、⑩に送られるラインは冷凍機⑭によりライン冷却器⑮で0°Cまで冷却され、ラインポンプ⑯によりそれぞれ循環される。なおライン温度は温度調節器TH-7による冷凍機の自動発停で調節されている。

吸着筒⑫はシリカゲルを充てんした⑬、⑭の2筒より成り、水素は8時間ごとに自動切換弁、DV-1~8で交互に吸着筒に供給され脱湿される。吸着筒の再生時には、ナッシュポンプ⑯が作動し、水素ガスは加熱器⑰で加熱され、自動切換弁DV-9 DV-7を通してA筒に送られ、筒内ゲルを平均150°C程度まで加熱しゲル中の水分を蒸発させる。この水分を含んだ水素は、自動切換弁DV-3から、ナッシュポンプ⑱の吸入側にもどり冷却器⑰、サイクロンセパレータ⑲で冷却脱水され、ふたたび加熱回路に



注  
 水素系統  
 再生系統  
 冷媒系統  
 プライン系統  
 計装系統  
 水系統

番号	名称	数量	備考	番号	記号	名称	数量	備考
1	水素発生炉	1		20		安全トラップ	1	350φ×480
2	タンク	1		21		小形フロン冷凍機	1式	FVV4-7.5kW
3	安全装置	1		22		ライン冷却器	1	320φ×1,720
4	安全トラップ	1	425φ×1,300H	23		ラインポンプ	1	2.2kW
5	ナッシュポンプ	1	70φ×5.5kW	24		ラインタンク	1	900□×900H
6	洗浄塔	1		25		流量計	1	
7	サイクロンセパレータ	1	425φ×1,300H	26	DV-1-9	空気弁	8	
8	冷却器	1	550□×1,000H	27	DV-9	空気弁	1	
9	脱酸炉	2		28	DV-10,11	空気弁	2	
10	冷却器	1	550□×800H	29	DV-12	空気弁	1	
11	サイクロンセパレータ	1	400φ×1,200H	30	TH1-5	温度調節器	5	
12	吸着筒	2	550φ×1,800H	31	TH6.7	温度調節器	2	
13	安全装置	1		32	SVr-1	電磁弁	1	
14	9kW加熱器	2	450φ×1,300H	33	AV-1	安全弁	1	
15	流量計	1		34	63DP	圧力調節計	1	
16	サイクロンセパレータ	1	200φ×600H	35	EX	温度自動膨脹弁	1	
17	立形冷却器	1	360φ×2,000H	36	d1.2	ドライヤー	2	
18	サイクロンセパレータ	1	400φ×1,000H	37	SVw-1.2	電磁弁	2	
19	ナッシュポンプ	1	70φ×5.5kW	38	PIC-1	圧力調節器	1	

第2図 水素脱湿装置系統図

クの兼用を避け、おのおのにドレーンタンクを取り付けた。

#### 2.3 運転結果

酸素量9,000Nm<sup>3</sup>/h、圧力30kg/cm<sup>2</sup>gで運転した結果は第2表のとおりである。この場合酸素の入口温度は約20°Cで出口は3~3.5°Cまで冷却され、冷凍機は33~66%負荷で運転されている。この20°Cの場合を計算すると、圧縮機の負荷は53%となるので実際

第 2 表 酸素脱湿装置運転実績

時 間	圧縮機吸入圧力	圧縮機吐出圧力	ロード	室温	酸素入口温度	酸素出口温度	ブライントラ出口温度	ブライントラ入口温度	備 考
	kg/cm <sup>2</sup> G	kg/cm <sup>2</sup> G					%	°C	
13.30	1.6	4.1	33	20	19.5	3.2	1.2	2.0	
14.30	1.6	4.3	33	20	19.0	3.2	1.2	2.0	
15.30	1.7	4.2	33	20	18.0	3.2	2.0	2.5	
16.30	1.75	4.2	33	20	17.5	3.5	2.0	2.5	
18.00	1.7	4.3	33	19	17.5	3.2	1.5	2.5	
19.00	1.7	4.3	33	19	17.0	3.5	2.3	3.0	

注：ロード 33% は 33~66% の間で運転されていることである。

第 3 表 水素脱湿装置主要機器一覧表

項 目	仕 様	備 考	
⑧ 冷却器	形式 寸法 ガス入口温度 ガス出口温度 ガス量	クロスフィン式 550 mm 角×1,000 mmh 25°C 5°C 180 Nm <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub>	1 基
⑩ 冷却器	形式 寸法 ガス入口温度 ガス出口温度 ガス量	クロスフィン式 550 mm 角×1,000 mmh 50°C 5°C 180 Nm <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub>	1 基
⑫ 脱湿装置	形式 寸法 ガス入口 ガス出口 脱湿再生時間 再生電熱量	立形円筒式 550 mmφ×1,800 mmh 5°C 飽和 -40°C 露点 8 h 18 kW (1 筒)	1 基
⑭ 冷凍機	形式 筒径×数 衝程 吐出容量 蒸発温度 冷媒 電動機	FVV4-CW, 小形フロン 90 mmφ×4 70 mm 63.03 m <sup>3</sup> /h -8°C R-12 7.5 kW	1 基

循環する。

加熱完了時には④筒の温度調節器 TH-3 により加熱器⑨, ナッシュポンプ⑩の回路が切れ, 脱湿された冷たい水素ガスの一部は, ④筒に DV-10 DV-7 を経て誘導され, これによってゲルを冷却する。

④筒の冷却後, 水素は自動切換弁 DV-3, DV-11 を通りナッシュポンプ⑤の吸入側にもどる。

これらの操作はすべてタイマにより自動的に行なわれ, 故障の場合には手動式でも操作できるようになっている。なお使用目的で最終水素ガスの圧力調整を必要とする場合は, 圧力調節器⑧によりナッシュポンプ⑥のバイパス弁 DV-12 を開いて圧送水素ガスの一部をもどすことができる。

主要機器の仕様は第 3 表のとおりである。

### 3.2 本装置の特長

(1) 冷却式のみによると, 水素ガスを -40°C まで冷却する必要がある, 大容量の冷却設備が必要になる。また, この冷却式を 0°C 以下の低露点用に使用すると除霜装置, 霜付きによる冷却器の切替装置が必要となって複雑となり, 好ましくない。

本装置は系統の一部に脱酸炉を含み, これの前後に水素ガスの冷却設備を必要とするため, これを利用して, 冷却式と吸着式との併用方式とした。

(2) 吸着筒の再生用電熱器を筒内に入れると, 漏電時には大事故となる。このため, 加熱器を筒外に独立して設け, かつ電熱器が直接水素ガスに触れないようにしてある。

(3) 冷却系統はブラインによる間接冷却方式となっているため, 冷媒が水素ガス内に漏れるおそれがない。

第 4 表 水素脱湿装置運転実績

時 間	再生水素加熱温度	脱湿後の露点	吸着筒入口ガス温度	ブライントラ温度	備 考
	°C	°C	°C	°C	
9	138	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h
10	138	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h
11	138	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h
12	144	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h
1	144	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h
2	144	-60	4.8	1	ガス風量 15 m <sup>3</sup> /h

第 5 表 脱湿方式の比較表

方 法	長 所	短 所	用途の規模	
1. 冷却ガス露点を下げに下げる	1. 冷水(地下水など)による 2. 冷凍機による	安価, 取り扱い簡単 取り扱い比較的簡単	(イ) わずかに温度を下げるのみ (ロ) 低湿度が得られるが 0°C 以下になるとドレンが氷結する	大 中 小
2. 圧 縮	ガスを圧縮して凝結水分を除去する	圧縮機を使用する場合には有効	(イ) 運転費, 設備費が高い	小
3. 吸着剤ガス中の水分を吸着剤で除去する	1. 固体吸着剤による(シリカゲル)	(イ) 低湿度が得られる (ロ) 腐食がなく化学的に安定している (ハ) 再生が容易 (ニ) 取り扱いが簡単	(イ) 除湿作用はサイクル的 (ロ) よごれると能力減退 (ハ) 再生装置が必要であり再生熱量が大きい (ニ) 風量に比較して装置が大きくなる	大 中 小

### 3.3 運 転 結 果

本装置の運転結果の一部を第 4 表に示す。

本データは, 全体装置の都合でガス量 15 Nm<sup>3</sup>/h に対するもので, 露点は -60°C と仕様値の -40°C をはるかにこしている。

なお, 短時間の運転結果であるが, ガス量 150 Nm<sup>3</sup>/h のとき, -45°C の露点を測定している。180 Nm<sup>3</sup>/h に対する必要な脱湿水分は, 前記の 150 Nm<sup>3</sup>/h に比して約 0.2 kg だけ多くなる。しかるに, ゲルの -45°C と -40°C における吸着能力の差は約 0.4% あり, 230 kg のゲルに対しては約 0.9 kg の水分の吸着が可能で, 上記の 0.2 kg の水分は十分吸着できることがわかる。

## 4. 脱湿方式についての検討

### 4.1 脱湿方式の種類とその比較

工業用脱湿装置にはその目的や規模の大小に応じていろいろの方法があり, 原理的に分類すると次の 3 方法となる。

- (1) 冷却脱湿法
- (2) 圧縮脱湿法
- (3) 吸湿剤による方法
  - (i) 固体吸着剤による
  - (ii) 液体吸湿剤による
  - (iii) 潮解性のある固体吸湿剤による

(3) 項の固体吸着剤による脱湿現象は物理的現象で, 液体吸湿剤と潮解性のある固体吸湿剤によるものは化学的現象である。これらの主要脱湿法を比較してみると第 5 表のようになる。

冷却および圧縮による脱湿法はガスの分子エネルギーを変えることにより, 水蒸気分子を凝縮して抽出させるために余分のエネルギーを必要とし, 一般に不経済な脱湿法である。一方, 吸湿剤による方法は物理的, 化学的現象により, 直接ガス中の水分を抽出せしめるため, 理想的な方法といえるが, これを反復して使用する再生操作に多量の熱を必要とするのみならず, 一般に操作が複雑になる。すなわち, 圧縮による場合は, 低湿度になるほど高い圧力を要し, -40°C の露点をうる場合は約 170 kg/cm<sup>2</sup> の等温圧縮が必要で, 概

して装置が大規模になる。また冷却による場合は、上記の露点をうるためには $-40^{\circ}\text{C}$ までガスを冷却する必要があり、ガス冷却の感熱のほか水蒸気を凝縮する熱量、ならびに水分の凍結潜熱まで加わった熱量の除去が必要になるわけである。したがって低湿度ほど冷却熱量が多くなり、装置が大きくなる。吸着剤による場合は低湿度が容易に得られるが、再生時水分の蒸発熱として約 $780\text{ kcal/kg}$ と、吸着剤を平均 $150^{\circ}\text{C}$ 以上に熱する熱量を要するため、再生熱源が多量に必要となる。なお、潮解性吸湿剤は化学反応によるため、再生困難の場合が多い。固体吸着剤は化学的に安定しているが、液体ならびに潮解性吸湿剤は化学的に不安定で取り扱いが容易でない。したがって、一般的には取り扱いが容易で低湿度が得られ、かつ多くのガスに対して化学的に安定している固体吸着剤が最も多く使用され、次に冷却式が比較的高露点の場合に使用されている。なお、使用条件のいかんによっては、一般的利害の比較が通用しない場合があるので、定性的な比較とともに設備費、運転費の比較をして、確実に経済的な方式を選ぶべきである。

4.2 冷却式および吸着式脱湿装置の問題点

(1) 冷却式

冷却式の場合は、水による冷却と冷凍機による場合があり、水の場合、 $16^{\circ}\text{C}$ 以下は容易に得られず最低露点は $26^{\circ}\text{C}$ 程度である。

冷凍機による冷却は、技術的に可能な限度の低温まで処理ガスを冷却すれば、それだけ低湿度のガスが得られる。

冷却には、直接冷却と間接冷却の2とおりあり、間接冷却としてはブラインを媒体とする場合が多い。このときは蒸発温度が直接式より下がるため冷凍機が大きくなる。

考慮点としては次の点があげられる。

- (a) 低湿度としてガスを $0^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却した場合、冷却器に霜付きが起り冷却能力を減少させるため除霜装置を必要とする。
- (b) 冷却で出口ガス温度が下がるため、ガスの加熱を必要とする場合がある。
- (c) 低湿度になるほど蒸発温度が下がるので冷凍機の性能が下がり、機械が大きくなる。したがって、冷媒と冷凍機の選定に注意しないと冷凍機が過大になる。
- (d) 可燃性、爆発性のガスを脱湿する場合、冷却部に冷媒またはガスが漏れて問題を起すことがある。したがって、直接冷却か間接冷却かの選定に注意を要する。

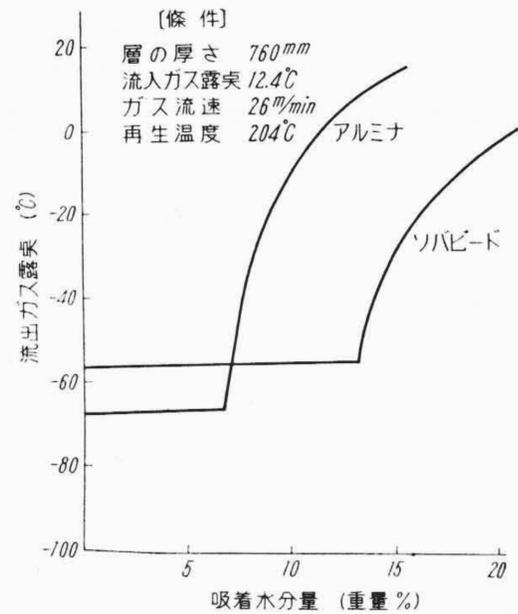
以上冷却式の場合はガスを $0^{\circ}\text{C}$ 以下に下げる場合に問題が多い。したがって、これを避けるため前述の室蘭製鉄所の場合は、冷却器の出口の酸素温度を $2^{\circ}\text{C}$ 以下に下がるようにし、また、水素脱湿装置は吸着式と併用にし、吸着筒を小形にする目的から、吸着筒入口を冷却しているが、やはり $5^{\circ}\text{C}$ 程度に押えている。

(2) 固体吸着式

固体吸着式は、シリカゲル、アルミナゲルなどの多孔性物質の毛細管凝縮を利用したものであり、吸着剤自体化学的に安定した物質である。

考慮点としては次の点があげられる。

- (a) 吸着式では、再生の不備が直接性能に影響してくる。特に取扱ガスが爆発性、燃焼性のたかい場合は、再生にそのガスの一部を使用するため、操作上この点を十分考慮しなければならない。
- (b) 脱湿後吸着熱によりガスの温度が上昇するので、冷却を必要とする場合がある。
- (c) 吸着剤に接するガスの温度は、 $50^{\circ}\text{C}$ までは第6表のように、吸着能力は減じないが、 $50^{\circ}\text{C}$ をこえると吸着能力が減少する。
- (d) 固体吸着剤の種類により到達湿度に限界がある。第4図で



第4図 吸着水分量

第6表 気体温度の変化と吸湿容量

流入気体温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	18	24	30	35	38	41	44	46	49
吸着容量重量 (%)	10.2	10.2	10.3	10.2	10.6	11.6	11.4	10.8	11.6

第7表 酸素脱湿装置、動力比較表

状態	脱水量	冷却式(現装置)	吸着式
	kg/h	kWh	kWh
圧力 $30\text{ kg/cm}^2$ ガス入口温度 $30^{\circ}\text{C}$ ガス入口露点 $30^{\circ}\text{C}$ ガス出口露点 $15^{\circ}\text{C}$	7.03	22.5	13
圧力 $15\text{ kg/cm}^2$ ガス入口温度 $30^{\circ}\text{C}$ ガス入口露点 $30^{\circ}\text{C}$ ガス出口露点 $15^{\circ}\text{C}$	13.7	24	25

第8表 水素脱湿装置、動力比較表

状態	脱水量	冷却式	吸着式(現装置)
	kg/h	kWh	kWh
圧力 $70\text{ mm Aq}$ ガス入口温度 $5^{\circ}\text{C}$ ガス入口露点 $5^{\circ}\text{C}$ ガス出口露点 $-40^{\circ}\text{C}$	1.25	4.5 { 直接冷却 2段圧縮 } 8 { 間接冷却 2段圧縮 }	9

みるとおり、シリカゲルでは $-60^{\circ}\text{C}$ 、アルミナゲルでは $-70^{\circ}\text{C}$ の露点が限界で、他のゲルを使用しても工業用装置としての能力は $-70^{\circ}\text{C}$ の露点が限度である。

以上から問題点としては、吸着剤自体の性能に起因するものが多いので、これらの適正な使用法いかんがいちばん大きな問題点である。

前述の水素脱湿装置において、脱酸炉の出口温度が $50^{\circ}\text{C}$ に上昇するためこれを冷却しているが、これは吸着剤の吸着能力の減退を防ぐためである。

4.3 実例の経済比較

装置の選定にあたっては脱湿法の特長、問題点、および経済性などを検討しなければならない。第7表と第8表は前述の酸素脱湿装置ならびに水素脱湿装置の動力の比較表である。動力の算定はいずれも損失を含んだ実測値を基にして計算してある。

第7表は現在冷却式を採用している装置の場合であるが、圧力が $30\text{ kg/cm}^2$ の酸素の場合には吸着式がよく、圧力 $15\text{ kg/cm}^2$ の場合には冷却式が有利であることを示している。冷却式の場合、 $30\text{ kg/cm}^2$ と $15\text{ kg/cm}^2$ でほとんど動力が変わらないのは、ガスを $30^{\circ}\text{C}$ から $15^{\circ}\text{C}$ まで冷却する感熱が大きいためである。また吸着式の場合

は、圧縮による脱湿水分量が大きく影響して、 $15 \text{ kg/cm}^2$ では $30 \text{ kg/cm}^2$ の場合に比して約2倍の動力を要するわけである。実際の使用圧力は $15 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ となるので装置としては最悪条件の $15 \text{ kg/cm}^2$ の場合を考えればよい。なおこのほかに、吸着式の場合には前述した欠点も加わり、総括的にみても冷却式のすぐれていることがわかる。

第8表は現在吸着式を採用している装置の場合であるが、表では冷却式がよいことになる。表中の直接冷却は冷媒を直接冷却器に通ずるものであり、間接冷却はブラインを介して行なうものである。なおいずれも蒸発温度が $-50^\circ\text{C}$ 以下になるため、冷凍機は2段圧縮を採用している。本装置を吸着式にした最大の理由は、冷却式では前述のように冷却器の霜付きによる除霜の自動操作が吸着式と同程度に複雑になり、かつ極低温のため機器の構造が複雑になり、吸着式以上に設備費がかかるためである。

## 5. 結 言

脱湿の技術は特に新しいことでなく、古くから化学工業などで行なわれている気体の乾燥、吸収操作と理論的には同じものである。本稿の二つの例も方法的には新しいものではないが、工業的規模としては少ない例の中にはいると考え紹介した次第である。なお、方式選定についてあらゆる条件に対する比較はできにくいので、実例に対する考察にとどめた。各工業界の発展とともに工業的規模の脱湿に関する需要は漸増すると考えられるので、今後ともこれらの装置の改善に努力したいと考えている。

## 参 考 文 献

- (1) 山田：除湿（昭33，日刊工業）
- (2) 衛生工業便覧：427～433（昭32，衛生工業協会）
- (3) 南条：流体輸送，吸着と取着（昭11，共立社）



## 特 許 と 新 案



特許第295688号

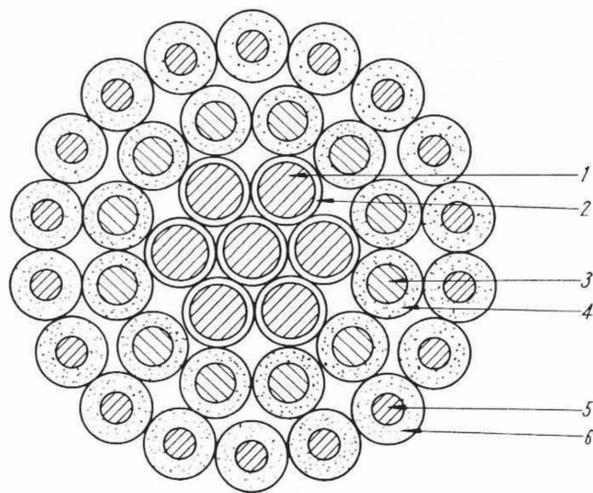
杉山正夫・岡光夫  
山路賢吉・田中昭

## 架 空 送 電 線

この発明は、鋼線のような高抗張力金属線を、より合わせて電線を構成する場合において、外周に位置する素線を順次遁減するとともに、その素線表面には外周に向うほど、順次肉厚の増大する高導電性金属被覆、たとえば、銅またはアルミ被覆を設けた架空送電線に関するものである。

この発明電線の一例を、図により説明すると、1は第一鋼線、2は第一アルミ被覆、3は第二鋼線であって第一鋼線1より径小である。4は第二アルミ被覆であって第一アルミ被覆2より肉厚である。5は第二鋼線3より径小の第三鋼線、6は第二アルミ被覆4より肉厚の第三アルミ被覆である。この場合、第一アルミ被覆である。この場合、第一アルミ被覆2は、たとえばアルミメッキ法により施し、第二、第三アルミ被覆4および6は、たとえば冷間圧接法により、鋼線3および5の周上に施すことができる。

この発明によれば、電線を構成する素線自体には、それぞれ、高抗張力の鋼線が介在しているので、電線全体の抗張力は著しく大である。また素線の表面には、外周に向うほど、導電性良好なアルミ被覆が設けてあるから、課電中における表皮作用による電流は、主として外部被覆のほうを流れるので、送電線全体の機械的強度の低下をきたすことなく、その電流容量を確保できる。もちろん鋼心アルミひねり線のように、鋼とアルミとの異金属接触による腐食の心配がない。



この発明によって得られた電線は、送電容量を大きく、しかも高抗張力に耐えうるから、架線時の鉄塔スパンを大きくとることができ、特に谷間、河川、あるいは海峡のような長スパンの架空送電線として最も適している。  
(斎藤)