

工場における蒸気発生と回収について

(株)進栄技研 丸山 紀彦

1. はじめに

工場における蒸気発生と回収は、プラントの種類や温度-圧力などの条件に合わせたシステムにより、効率的に行うことができる。工場設備での蒸気の使用方法や省エネルギー対策として効果の高い凝縮水（ドレン）利用回収について説明をする。

2. 蒸気発生と回収

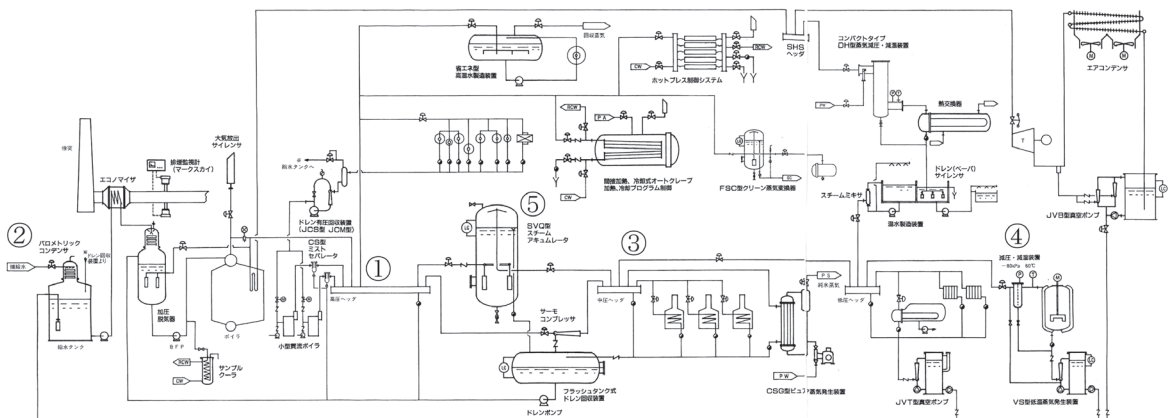
一般に工場の蒸気は、脱気器を含む給水装置で処理された水を使用し、ボイラにより蒸気を発生させる。

蒸気は加熱、殺菌、乾燥、蒸留、洗浄等の各プロセスで使用されており、各種プラントごとについても使用圧力・温度は違うが、まずこの発生した飽和蒸気は分岐目的やドレン除去のために高圧ヘッダへと送気し、その高圧ヘッダか

ら各プロセスへと送気する（第1図-①部）。

蒸気使用先で熱交換をして仕事を終えた蒸気は凝縮してドレンとなるが、効率よく再利用するためには、バケット式やフロート式のメカニカルスチームトラップ等でドレンのみを排出させたい。この排出された高圧ドレンは、再蒸発させて熱回収ができるが、その方法はトラップの2次側に気水分離装置であるフラッシュタンクを設置し、低圧系の配管につないで器内圧力を低く保つことによって可能となる。発生する蒸気はフラッシュ蒸気と言われ、ミストを同伴しなければ良質な蒸気として使用可能であり利用価値が高い。高圧ドレン以外にもボイラのブロー水など圧力と温度が高い排熱水があればフラッシュ蒸気として回収可能であるので積極的に回収したい。

フラッシュ蒸気を発生させた後の残った低圧



第1図 工場における蒸気発生から回収のフロー

ドレンはスチームトラップを經由させてドレン回収装置で回収するか、そのまま給水タンクに回収をする。

この時にドレンの熱量がまだ多いと給水タンクから湯気が発生する可能性があるが、バロメトリックコンデンサを設置することで消す事が可能となる(第1図-②部)。

蒸気は高圧から中圧へ、中圧から低圧へと減圧して使用すれば、自己圧力以外の動力が不要であり無駄がないため高圧ヘッダからの蒸気の一部を減圧して中圧ヘッダへと送気をし、中圧で使用する各プロセスへと送気をする(第1図-③部)。

中圧使用先でのドレンはフラッシュタンクへ送り低圧蒸気として使用し、中圧ヘッダからの蒸気の一部は減圧して低圧ヘッダに送り各プロセスへと送気をする。この低圧蒸気使用先では、差圧が少ないため配管形状や運用上によってはスチームトラップからドレンが排出しにくい場合があるが、その場合は、真空ポンプを設置すると良い。

すると、ドレン排出による問題、例えば製品の温度ムラがある場合や加温に時間が掛かる場合等は、解消が可能となり、また回収する事で省エネにもなる。

真空ポンプを使用した、さらに低圧低温である低温蒸気を使用している工場もある(第1図-④部)。

このように蒸気は高圧から低圧、真空まで幅広く使用されているが、圧力だけではなく蒸気使用方法や温度、質についても考慮する必要がある。

3. 蒸気使用方法について

高圧系、中圧系、低圧系の蒸気負荷変動が大きい工場では、負荷を吸収して安定運転を行うためヘッダ間にスチームアキュムレータを設置しているケースもある。

特に負荷変動となりやすいバッチ操作がある工場ではその効果は大きい。変動をなくすこと

は蒸気の安定、製品の安定、工場の安定にもつながり省エネにもなる。また作業者と管理者も蒸気の使用を気にせず居られるとなれば作業効率も良くなるメリットが生まれる(図1-⑤部)。

4. 蒸気温度について

動力として過熱蒸気がある工場ではタービンから抽気した蒸気や余った蒸気を減圧減温して中圧、低圧蒸気の使用先の一部として使用している。例えば飽和蒸気の場合、圧力計の値が0.7MPaであれば温度は約170℃(第1表)であるように飽和蒸気であれば圧力を管理することによって温度も管理することができるが、過熱蒸気の場合は温度が一定ではないので温度管理も必要となる。また圧力制御している場合は温度制御も必要である。

特に間接熱交換器に使用する場合は、大きな伝熱効率である凝縮潜熱が使えない、設計温度を考慮しなければならないなどデメリットがあるので、減温器を設置し飽和蒸気とした方が良い。

過熱蒸気の良い点としては蒸気の動きがない箇所等の温度が下がる箇所を除けばドレンが発生しない点である。例えば乾燥させる製品に直接蒸気を吹きかける場合などで、ドレンが発生しないように空気も入れている装置を過熱蒸気のみで制御することができれば、伝熱効率も上がりよりクリーンな製品とすることができる。

また蒸気輸送についてもドレンによるエロージョンを考慮しなくて良いなど飽和蒸気よりも大きい流速で輸送できるので配管口径を小さくできる。

過熱蒸気は一般的にあまり知らずに使用されている事も多い。

蒸気の減圧は等エンタルピー変化のため、飽和蒸気でも高圧系から低圧系へ送気する場合などでは使用先で過熱蒸気となっていたりする。蒸気使用にとって温度は重要であるから、過熱蒸気の特徴を知ることも重要であると考えられる。

第1表 飽和表 (圧力基準)

圧力 Pressure MPa p	温度 Temp. °C t	比体積 Specific Volume $m^3 \cdot kg^{-1}$		密度 Density $kg \cdot m^{-3}$ ρ	比エンタルピー Specific Enthalpy $kJ \cdot kg^{-1}$			比エントロピー Specific Entropy $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$			圧力 Press. MPa p
		v'	v''		h'	h''	$h'' - h'$	s'	s''	$s'' - s'$	
0.70	164.95	0.00110797	0.272764	3.66617	697.14	2762.75	2065.61	1.99208	6.70698	4.71490	0.70
0.72	166.09	0.00110937	0.265582	3.76532	702.12	2763.94	2061.82	2.00337	6.69742	4.69405	0.72
0.74	167.21	0.00111075	0.258775	3.86436	706.99	2765.08	2058.10	2.01439	6.68810	4.67371	0.74
0.76	168.30	0.00111212	0.252314	3.96332	711.76	2766.19	2054.43	2.02516	6.67903	4.65387	0.76
0.78	169.37	0.00111346	0.246172	4.06220	716.43	2767.26	2050.83	2.03569	6.67018	4.63449	0.78
0.80	170.41	0.00111479	0.240328	4.16099	721.02	2768.30	2047.28	2.04599	6.66154	4.61555	0.80
0.82	171.44	0.00111610	0.234758	4.25971	725.52	2769.31	2043.79	2.05607	6.65311	4.59704	0.82
0.84	172.45	0.00111739	0.229445	4.35835	729.93	2770.28	2040.35	2.06594	6.64487	4.57893	0.84
0.86	173.43	0.00111867	0.224370	4.45693	734.27	2771.23	2036.96	2.07562	6.63682	4.56120	0.86
0.88	174.41	0.00111994	0.219518	4.55544	738.53	2772.15	2033.61	2.08510	6.62895	4.54384	0.88
0.90	175.36	0.00112118	0.214874	4.65390	742.72	2773.04	2030.31	2.09440	6.62124	4.52683	0.90
0.92	176.29	0.00112242	0.210425	4.75229	746.85	2773.90	2027.06	2.10353	6.61369	4.51016	0.92
0.94	177.21	0.00112364	0.206158	4.85064	750.90	2774.74	2023.84	2.11249	6.60630	4.49381	0.94
0.96	178.12	0.00112485	0.202064	4.94893	754.89	2775.56	2020.67	2.12129	6.59905	4.47776	0.96
0.98	179.01	0.00112605	0.198130	5.04718	758.82	2776.35	2017.53	2.12994	6.59195	4.46201	0.98
1.00	179.89	0.00112723	0.194349	5.14539	762.68	2777.12	2014.44	2.13843	6.58498	4.44655	1.00
1.02	180.75	0.00112841	0.190711	5.24355	766.49	2777.87	2011.38	2.14678	6.57814	4.43136	1.02
1.04	181.60	0.00112957	0.187207	5.34167	770.25	2778.60	2008.35	2.15500	6.57143	4.41643	1.04
1.06	182.43	0.00113072	0.183832	5.43976	773.95	2779.31	2005.36	2.16308	6.56483	4.40175	1.06
1.08	183.26	0.00113186	0.180577	5.53782	777.60	2780.00	2002.40	2.17103	6.55835	4.38732	1.08
1.10	184.07	0.00113299	0.177436	5.63584	781.20	2780.67	1999.47	2.17886	6.55199	4.37312	1.10
1.12	184.87	0.00113411	0.174403	5.73384	784.75	2781.32	1996.57	2.18657	6.54573	4.35915	1.12
1.14	185.66	0.00113522	0.171473	5.83181	788.25	2781.96	1993.70	2.19417	6.53957	4.34540	1.14
1.16	186.44	0.00113633	0.168641	5.92975	791.71	2782.58	1990.87	2.20165	6.53351	4.33186	1.16
1.18	187.21	0.00113742	0.165901	6.02768	795.13	2783.18	1988.05	2.20903	6.52755	4.31853	1.18
1.20	187.96	0.00113850	0.163250	6.12558	798.50	2783.77	1985.27	2.21630	6.52169	4.30539	1.20
1.22	188.71	0.00113958	0.160682	6.22346	801.83	2784.34	1982.51	2.22346	6.51591	4.29245	1.22
1.24	189.45	0.00114065	0.158195	6.32133	805.12	2784.90	1979.78	2.23053	6.51022	4.27969	1.24
1.26	190.18	0.00114171	0.155783	6.41919	808.37	2785.45	1977.07	2.23751	6.50461	4.26710	1.26
1.28	190.90	0.00114276	0.153444	6.51703	811.59	2785.98	1974.39	2.24439	6.49909	4.25470	1.28
1.30	191.61	0.00114380	0.151175	6.61486	814.76	2786.49	1971.73	2.25118	6.49365	4.24246	1.30
1.32	192.32	0.00114484	0.148972	6.71268	817.91	2787.00	1969.09	2.25789	6.48828	4.23039	1.32
1.34	193.01	0.00114587	0.146832	6.81049	821.01	2787.49	1966.48	2.26451	6.48298	4.21847	1.34
1.36	193.70	0.00114689	0.144754	6.90829	824.08	2787.97	1963.88	2.27105	6.47776	4.20671	1.36
1.38	194.38	0.00114791	0.142733	7.00610	827.12	2788.44	1961.31	2.27750	6.47261	4.19510	1.38
1.40	195.05	0.00114892	0.140768	7.10389	830.13	2788.89	1958.76	2.28388	6.46752	4.18364	1.40
1.42	195.71	0.00114992	0.138856	7.20169	833.11	2789.34	1956.23	2.29019	6.46251	4.17232	1.42
1.44	196.37	0.00115092	0.136996	7.29949	836.05	2789.77	1953.72	2.29642	6.45755	4.16113	1.44

5. 蒸気の質について

一般産業用のボイラから供給される飽和蒸気は、蒸気使用機器側で負荷変動が激しい場合や、ボイラ缶水が過度に濃縮された時など、発生蒸気にボイラ缶水中の浮遊物や水滴が同伴されることがあり、そのような場合、蒸気使用先では次のような問題がおきる。

- 蒸気使用設備のトラップ閉塞が起き易い。
- 自動制御機器の検出端の開口部や連絡管、コンデンスポットが詰まり正しい値を示さなくなる。
- 配管内でウォーターハンマを起こす。弁、継手にエロージョンを発生させる。
- 食品工場等において、蒸気と直接接触する場合、製品の汚染などの悪影響が出る。
- 加熱コイル、ジャケット内面が汚れて伝熱

効率が悪くなる。

- ドレン排出が著しい。

良質の蒸気を供給するには、蒸気中の湿り水分（ドレン）を効率よく分離排出するための蒸気用ミストセパレータを設置すれば良い。また一般工場蒸気を加熱源として、薬品処理を必要としない供給水を蒸発させる蒸気発生器や、飽和熱水から自己蒸発するスチームアキュムレータの設置も乾き度や質の向上の観点からも有効である。

6. 各種プラントごとのおおよその特徴

6-1 ゴム、段ボール

高圧系が多く、低圧系が少ない。

低圧蒸気使用先が少ないためフラッシュタンクでのドレン回収は難しい。高圧系のドレンを

ドレンタンクに回収しボイラに直接給水する有圧ドレン回収装置の設置が有効である。

温水の利用があれば高温水製造装置設置も有効となる。

高圧のピーク負荷がある場合はボイラ追従だけでは難しいのでスチームアキュムレータがあると良い。

6-2 飲料、食品、発泡スチロール。

蒸気のバッチ使用が多いので蒸気負荷変動が大きい。

負荷変動を吸収できるスチームアキュムレータを設置する事で、より工場の安定運転が可能となる。

低圧系のドレン回収も行われている。

6-3 石油化学、化学。

高圧、中圧、低圧と上手に使われている。

過熱蒸気がある場合は減温器の設置が有効である。

100℃以下の低圧ドレンはあまり回収されていない。

6-4 病院、ビル

低圧系が多い。クリーンな蒸気を求められる。

低圧ラインのドレンは自圧では戻らない現場も多い。その場合ドレン回収真空ポンプを設置すると自動で回収できるので良い。

間接式の蒸気発生器の設置も多い。

6-5 半導体、医薬

よりクリーンな蒸気を求められる。クリーンルームの加湿用蒸気や重要な製品に直接接触させる蒸気には間接式蒸気発生器によるクリーンな蒸気が必要である。

不必要なドレントラブル防止や、自動化、効率化のため真空ポンプを設置するとよい。

6-6 クリーニング

中圧系が多く、低圧系が少ない。

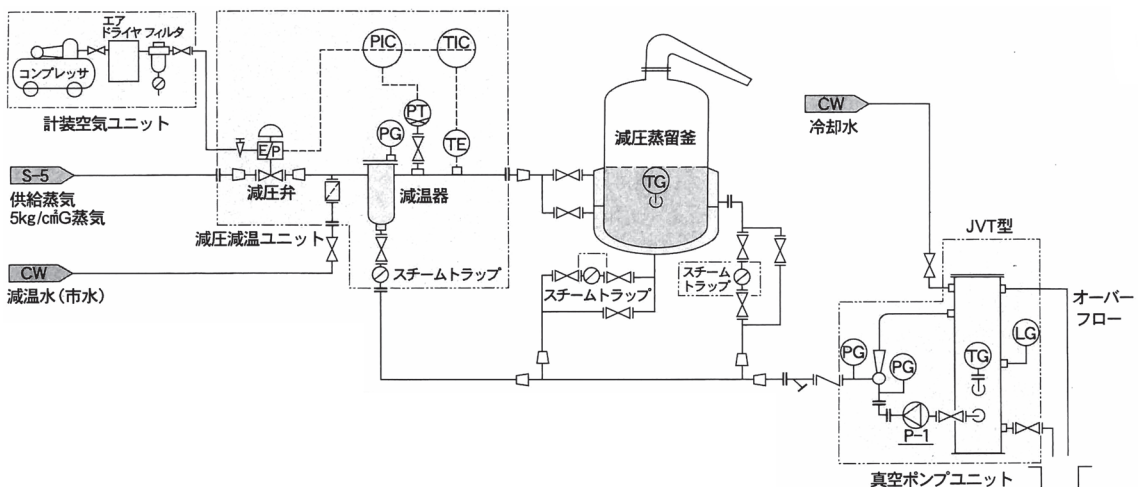
有圧ドレン回収装置で中圧系のドレンを回収するのがシンプルで良い。給水タンクから湯気が発生しない程、上手に蒸気を使用している現場もある。

7. 蒸気やドレン有効利用のシステム構成機器について

システムの構成機器について、低温蒸気加熱冷却システム、フラッシュタンクシステム、ドレン回収システム、スチームアキュムレータシステム、について紹介する。

7-1 低温蒸気加熱冷却システム

100℃以下の加熱用熱源としては、一般に温水が使用されているが、低温蒸気発生装置は35℃以上の加熱媒体として大気圧以下である低温の蒸気を使用可能とする。蒸気の秀れた性質である、圧力と温度が対応している、加熱ムラが



第2図 低温蒸気加熱冷却システム

ない、安全、搬送容易、搬送熱量が多い、凝縮伝熱で総括伝熱係数が大きいなどは、一般蒸気と全く同じである。その一般蒸気があれば装置配管に接続するだけで、低温蒸気が発生可能であり、圧力が高い一般蒸気であっても発生側の温度は任意の温度にコントロールが可能となる。

また温度精度は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内を保証できるほど高性能であり、温水に比べて動力も少ないメリットがある。下記は実際に低温蒸気を使用して品質向上した例である。

焼酎の製造工程で減圧蒸留法を使用していた工場では、釜の中の製品（もろみ）は低温真空となっていたが、加熱源である釜の外側の加熱蒸気は一般の高温蒸気を使用されていたため、釜の内壁面では温度差による焦げが発生していた。単純に減圧をただけの蒸気では温度はあまり下がらず安定しないが、低温蒸気発生装置からの低温蒸気で釜の外側を均一加熱することによって製品の焦げ付きをなくすことができ、品質向上を図ることができた。

冷却としても、潜熱を奪うシステムを採用することにより低温蒸気による冷却が可能となる。冷却システムの特徴としては冷却水の制御では難しい温度コントロールや製品の温度ムラを少なくできる、複数台の対応ができる等の利点がある。

7-2 フラッシュタンクシステム

特長は下記の通りとなる。

- ① 蒸気条件に合わせて蒸発面積（胴径）を設計するので、ミストを同伴しない。
- ② 気水分離装置を内蔵しており良質のフラッシュ蒸気を得られる。
- ③ ドレン減速装置が設置されており、タンクのエロージョンの心配がない。長寿命である。
- ④ 運転音が静かである。

フラッシュタンクは流入ドレンの流量、性状と発生する蒸気の圧力に応じて、品質の良い蒸気を得られるように設計されており、その本体

は、容量や最高使用圧力によって簡易压力容器、小型压力容器、第一種压力容器となる。また電気事業法にも対応可能である。

フラッシュ蒸気の使用としては、発生蒸気量は流入（高圧）ドレン量で決まってしまうので、既存の低圧蒸気系に接続して使用すると良い。その発生蒸気量については次の例のように算出する（第2表）。

第2表 フラッシュ蒸気量の算出例

	圧力	温度	流量	比エンタルピー
流入ドレン	1.3MPaG	195°C	(F ₁) 4000 kg/h	(h ₁) 830.13kJ/kg
流出ドレン	0.2MPaG	133.5°C	(F ₁ -F ₂) 3503kg/h	(h ₂) 561.46kJ/kg
発生フラッシュ蒸気	0.2MPaG	133.5°C	(F ₂) 497kg/h	(h ₂) 2724.89kJ/kg

$$F_2 = \frac{h_1 - h_2}{h'_2 - h_2} \times F_1 = \frac{830.13 - 561.46}{2724.89 - 561.46} \times 4000 = 497\text{kg/h}$$

フラッシュ蒸気を発生させた後の低圧ドレンはスチームトラップを経由してドレン回収装置で回収するか、そのまま給水タンクに回収するのが一般的である。

タンク内の液位については、低圧ドレンが排出できるスチームトラップを選定すれば、フラッシュタンク内にドレンはたまらないはずであるから、通常、液面制御は行わない。

システムとしては液面制御を使ったポンプや制御弁の設置も可能である。

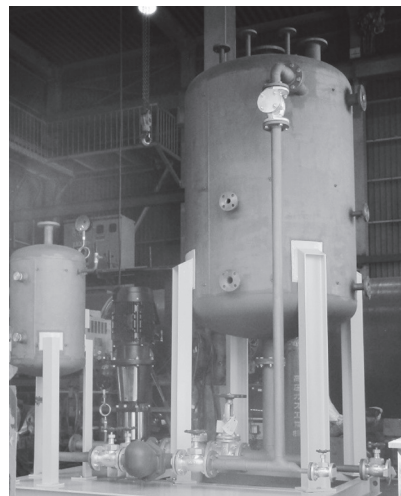


写真1 給水タンクとフラッシュタンクをユニット化した製品例

7-3 ドレン回収システム

(スチームコンデンセート回収システム)

高圧から真空までドレン発生量の変動に対応可能で、回収に必要な動力は最小、回収熱量は最大の、シンプルで安全な最適システムを設計する。選択した装置は小型でかつその現場に合わせる事ができる。

ドレン回収には二つのタイプがあるが、特徴は下記の通りとなる。

(1) オープン回収 (無圧回収、大気開放系)

冷却水不要の真空ドレン回収システムである。空調機、貯湯槽、吸収式冷凍機等から排出される低压蒸気ドレンや真空域で使用される蒸気使用設備で発生したドレンをドレン温度100℃まで、吸引回収し、再びボイラに給水することや、給水タンク、還水タンクに送水することができる。メリットとしては100℃まで真空引きが可能であり、冷却水不要で熱量を有効に回収できる。ドレン滞留がなくなる事でウォーターハンマ防止や、真空を保つことで配管の寿命を延ばすことができる等がある。回収量～50t/h。特殊なタイプは、ステンレス製や防爆対応、遠隔発停などがある。

(2) クローズド回収 (有圧回収、密閉系)

高差圧、大流量時に安定回収できるシステムである。圧力調整機能を持った压力容器と高温ポンプとの組合せシステムであり、回収ドレンとボイラとの差圧が大きな時や、回収ドレン量

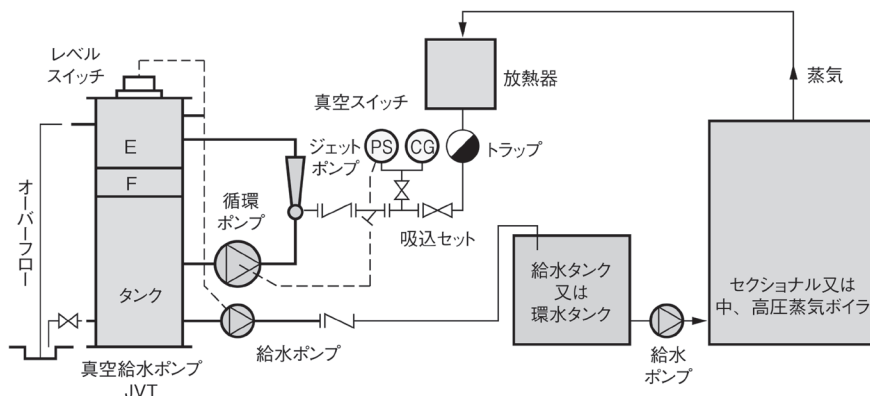
が大量で、変動の多い場合に適している。温度によっては冷却水不要のポンプを設置することでより、さらに省エネルギーを可能としている。回収量～100t/h、回収差圧～2MPa。その他に高性能ジェットポンプを設置したJCS型もある。クローズド回収のメリットは大きく、ボイラの燃料費を約10～25%節約できる。今後は、燃料費は上昇すると考えられるため検討実施が必要である。

7-4 スチームアキュムレータシステム

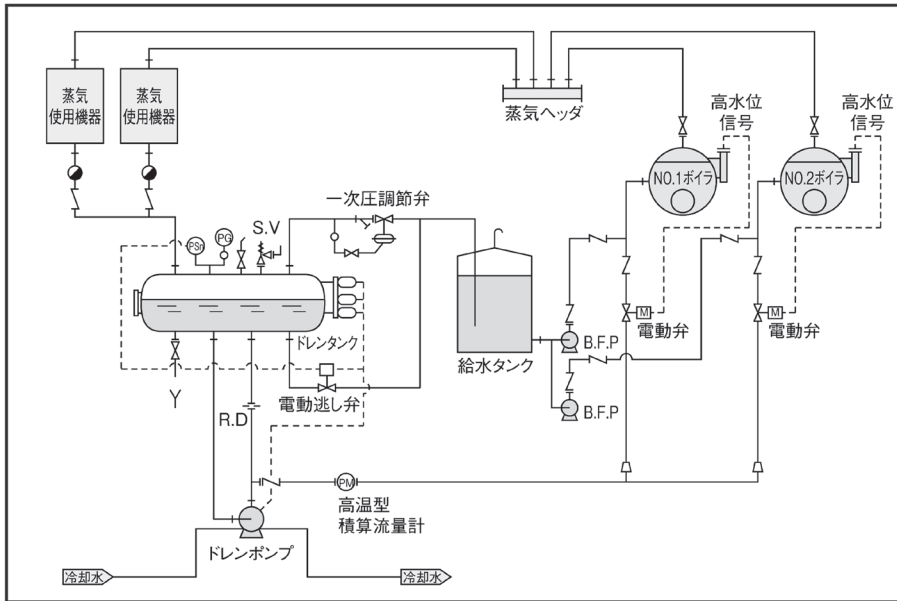
スチームアキュムレータは蓄熱器である。蓄熱媒体として、熱容量の大きな飽和熱水を使用しており、単なる気相の蒸気溜と比較すれば、同一内容積で70倍以上の蓄蒸量となる。スチームアキュムレータ本体は通常、第一種压力容器となる。設計圧力は20MPaまで製作可能であり、海上輸送を含めれば大型のものは250m³の実例もある。電気事業法にも対応可能となっている。設置目的に応じた合理的なスチームアキュムレータシステムを提供しているが、大別すると(1)省エネ型 (流量制御型)、(2)簡易型、(3)保圧弁型の三つがある。

(1) 省エネ型の特長

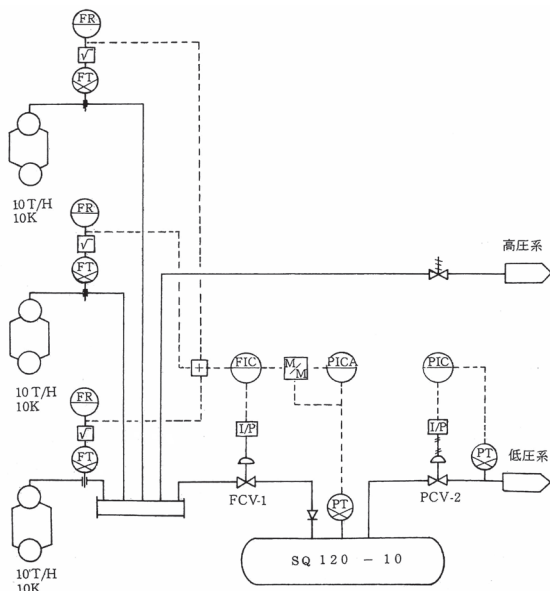
ボイラ蒸発量平均化システムにより、ボイラの運転が安定し運転効率が上昇する。蒸気負荷再現システムにより工場の実際の蒸気負荷変動曲線をボイラの蒸発量とスチームアキュムレータの内圧により演算再現をする事によりスチー



第3図 オープン回収の例



第4図 クローズド回収の例



第5図 省エネ型アキュムレータシステム

ムアキュムレータの2次側の蒸気流量計を不要にできる。

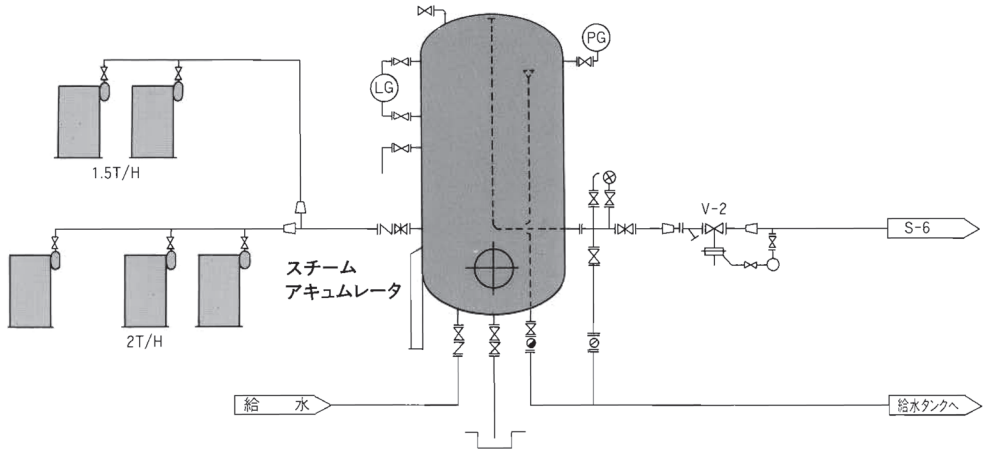
(2) 簡易型の特長

ボイラの連続運転時間帯が増加することにより、ボイラの起動、停止回数が減少しプレパージ、ポストバージによる熱損失が減少、電力の

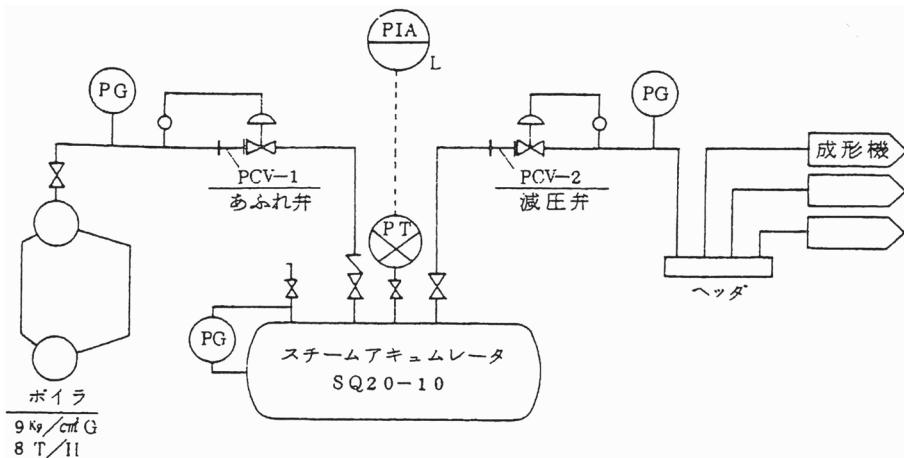
節約が可能となる。ボイラ保有水量を増大させることと同じで、ボイラ運転は安定するため燃料費やCO₂排出の削減が可能となり、さらにボイラの寿命の延長もする。大きな蒸発面積によって供給蒸気の乾き度が上昇し製品の安定や省エネにつながる。多数缶設置の場合、スチームアキュムレータがある事で2次側負荷は直接1次側へと伝わらないため、内圧の緩やかな変化を利用して合理的な台数管理を行うことができる。選定としては換算蒸発量2t/h当り保有水量2m³程度が目安となる。ボイラ台数としては2台など少数の方がより効果が高く、例えば2t/hボイラが2缶設置されている場合、選定するスチームアキュムレータの保有水量は4m³となる。ボイラの能力以上のピーク負荷に対応可能であり、最大負荷に合わせたボイラの場合、スチームアキュムレータでピーク負荷をカットする事が可能であれば、平均蒸気使用量でボイラを選択することによって台数を少なくする事やダウンサイジングが可能となる。

(3) 保圧弁型の特長

パッケージボイラとの組み合わせで、簡単なシステムである。保圧弁は弁前圧力が設定圧力



第6図 簡易型アキュムレータシステム



第7図 保圧弁型アキュムレータシステム

を超すと開きはじめ、その圧力が上昇するにつれて弁開度も大きくなるように働く。保圧弁は、スチームアキュムレータがボイラにとって過大な負荷となることを防止する。パッケージボイラや廃熱ボイラにとってはドラム圧力が安定する。

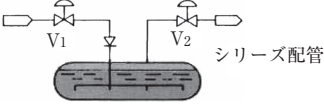
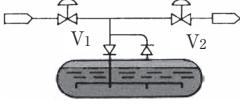
8. おわりに

適正な計装機器、圧力制御弁や流量制御弁、空気式や自力式、電動式を選定する事でスチームアキュムレータの能力を最大に使用することが可能となっているため、既設のスチームアキ

ュムレータがある場合でもシステムフローの提案や制御改造でスチームアキュムレータの能力が改善した例も多い。

さらにループ配管である場合、シリーズ配管へ改造工事(参考外部配管比較表)をすると改善効果はより大きい。工場の蒸気ライン変更にもない高温水が必要になった工場では、スチームアキュムレータを高温水製造装置として変更して使用されたケースもある。また横型アキュムレータが設置されていたケースでは、縦型アキュムレータに置き換える事により能力は同等でスペース確保ができるメリットがうまれた。

第3表 スチームアキュムレータ外部配管比較表

フロー	 シリーズ配管	 ループ配管
蒸気処理量	<ul style="list-style-type: none"> ●全量通過。 ●常に蒸気吸込、再蒸発が行われている。 	<ul style="list-style-type: none"> ●部分通過。 ●一次側、二次側の蒸気流量が等しい時アキュムへの蒸気流入、流出が悪い。
缶水温度分布	●常に水循環があり、温度分布は均一で蓄熱量が多い。	●水循環が無い時間帯があり缶底が冷える。
二次側蒸気	<ul style="list-style-type: none"> ●一次側が飽和蒸気の場合は、アキュム本体がドレンセパレータの動きをし、広い蒸発面積から静的に蒸発した乾き度の良い蒸気が流出する。 ●一次側が過熱蒸気の場合は、本体が減温器となり二次側では温度の安定した飽和蒸気を得られる。 	●アキュムレータからの蒸気と、一次側よりストレートに通過する蒸気が混合したり、混合しなかつたりして、蒸気の質が安定しない。特に一次側がスーパーヒートの場合には二次側蒸気温度は安定しない。
出入口部逆止弁	<ul style="list-style-type: none"> ●基本的には不要。 ●入口部逆止弁は一次側圧力降圧時のみ作動する。 	<ul style="list-style-type: none"> ●重要な機能部分。 ●逆止弁通過蒸気量減少時に必ずチャタリングが発生する。 ●騒音、振動、故障の原因となる。 ●逆止弁が故障するとアキュムレータが作動しなくなる。
負荷変動吸収能力	<ul style="list-style-type: none"> ●二次側負荷変動は直接一次側に伝わらない。 ●V1弁の制御システムが簡易型でもアキュムがクッションとなり、効果が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ●負荷変動が直接一次側（ボイラ）に波及する。 ●V1弁が保圧弁型システムの場合負荷変動がボイラ蒸発量を不安定にし、アキュムレータが有効に作動しない。
設備	<ul style="list-style-type: none"> ●複列配管となる。 ●流入、流出管は全量通過分の配管径必要。 ●入口逆止弁は市販品が良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ●単列配管で済み設置場所が離れている場合有利。 ●ループ部分は、部分通過の配管径で良い。 ●出入逆止弁高価。
用途	●全ての蒸気使用プラントに適用できる。	●負荷変動の激しい製造プラントには不向き。

既設のシステムが現状に合っているのかを見直しをすることで、より良いシステムへと改善できると考えている。最近のスチームアキュムレータの設置可能なケースとしては、例えば自工場のコージェネレーションシステムで発生した蒸気を、他工場や使用先に送る場合、需要先での蒸気負荷のピークが問題となるケースがある。その場合、スチームアキュムレータを導入しピークカットする事により、供給先は安定した蒸気を送ることと、需要先は安定した蒸気を使用することができる。より効率を最大化、省

エネとCO₂削減が可能となる。

<参考文献>

- (1) 安形明彦：ボイラ燃料節約 省エネ型スチームアキュムレータ、食品機械装置（1981年4月号）
- (2) 丸山紀彦：化学・食品工場における蒸気発生と回収の実際、化学装置（2018年7月号）

【筆者紹介】

丸山 紀彦
 (株)進栄技研 技術部

超音波フェーズドアレイ技術 —実技・応用編—

B5判40頁 1,000円＋税

超音波フェーズドアレイシステムは、溶接部のクラック検出などで複雑な形状を二次元表示で可視化することができ、従来の超音波探傷にない利点がある。性能評価、実測例、単勝出力例等を紹介する。

日本工業出版(株)

フリーコール 0120-974-250 <https://www.nikko-pb.co.jp/>