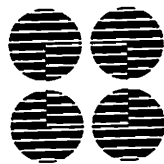


図-2 送り湯温度最高130°Cの開放式温水暖房装置の平面図と外面図(高温水暖房：田中辰明訳)

高温水暖房



抄録

Heißwasser-Heizungen

Dr.-Ing. Jürgen Lehmann

(Gesundheits-Ingenieur, Heft 3, 1969)

田 中 辰 明 訳

高温水暖房装置の計画や運転に関しては、一連の根本的な事がら、すでに多く公にされている。著者は、暖房技術のこの興味深い分野について、つぎのような考察によって、各種システムを解説し応用例を説明しようと思う。

高温水暖房の概念

温水暖房装置に対して高温水暖房の範囲の限界は、常に明確であるわけではない。2～3年以前までは送り湯温度 110°C 以上で運転される装置は高温水暖房であるといわれていた。送り湯温度 100°C までの装置は温水暖房、100～110°C のものは中圧温水暖房と呼ばれた。110°C という境界は、低圧蒸気ボイラのゲージ圧 0.5 kg/cm² の限界に相当する。1965年9月に出された新しい蒸気ボイラ規定により、このような無意味な区分は廃止され、“高温水暖房とは熱媒である水が、大気圧に対応する蒸発温度以上に加熱されるものをいう”と規定されるようになった。こうして水の蒸発温度（通常の気圧で 100°C）が温水暖房と高温水暖房の境界になっている。一方 DIN 規格（DIN 4751 の 1, 2 章, DIN 4752）では区分けが明確には行なわれていない。DIN 4752 では蒸気ボイラ規定と同じような区分けが行なわれているのに、DIN 4751 では送り湯温度 110°C までの装置を温水暖房と定義している。装置の安全を圧力に基づいて行なうか、温度に基づくかについては異なった解釈があるが、このことについては後述する。DIN 4751 の 1, 2 章による安全技術上の特別規準に基づいているシステムについては詳述しないことにする。

高温水暖房の歴史的展望

蒸気暖房については 1745 年(Cook による)以来、温風暖房については 1792 年(Strutt による)以来報ぜられているのに対し、温水暖房はやっと 1820 年(Weston, Bosc による)になって生まれた。このときは重力式暖房が行なわれた。高温水暖房は、温水暖房とほぼ同じ時期に始まった。1831年に Perkins は高温水暖房システムで特許

を得、多くの装置——なかでも教会堂の人の足もとを暖房する装置——を建設した(図-1)。一般の温水暖房でも装置に静水頭があるので、時には 100°C を越える可能性もあった。図-2 は 1829 年に Bramah により建設された New Westminster 病院の温水暖房装置を示している。絞り弁により膨張水そうへの循環を止めることができ、送り湯温度を 130°C までにすることが可能であった。一般の運転状態では、送り湯温度は 85°C であった。シンターピーツシステム(Synterpiez System)も設備の静圧を利用している(単管式温水暖房で温水温度は静圧に対応して下から上へ低くなっている)。この種のシステムは DIN 4751 の 1 章の安全規定にかなっていない。この規定では膨張水そうに至るまで強制循環により、温度上昇を妨げるようにしなければならないのである。高温水暖房も温水暖房同様長い伝統を持っているのであるが、高温水暖房固有の長所は、運転が確実で経済的な循環ポンプの出現を待って初めて得られた。工業用や地域暖房用の熱媒として高温水は今まで用いられていた高圧蒸気の競

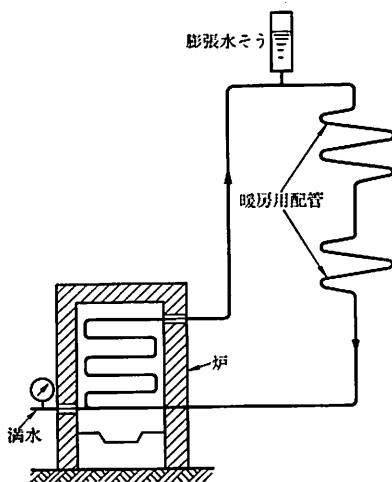


図-1 Perkins による高温水暖房の原理図

争者となった。高温水の長所は中央制御ができること、熱損失が少なく経済性がより良いこと、返りの温水を混合することにより、個々の需要者に対し制御性がより良くなること、凝縮水配管の腐食のないことなどである。地域暖房装置に対しては高温水を利用するに際し、返り

の温水混合を応用し、既存の温水暖房装置に直接接続することもできる。運転の確実な高温水暖房装置の開発にあたって、まずその基本部分で特許が得られたが、これに対しては一連の暖房会社(なかでも Caliqua 社, Krantz 社, Sulzer 社)が貴重なパイオニア的の仕事を行なってい

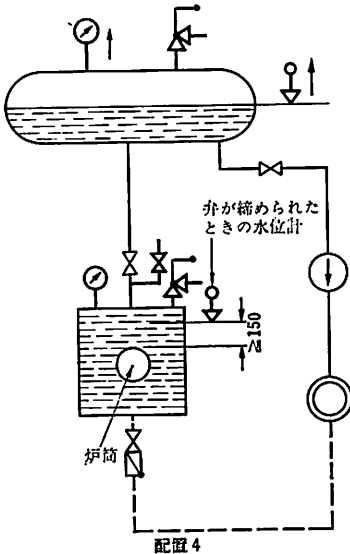
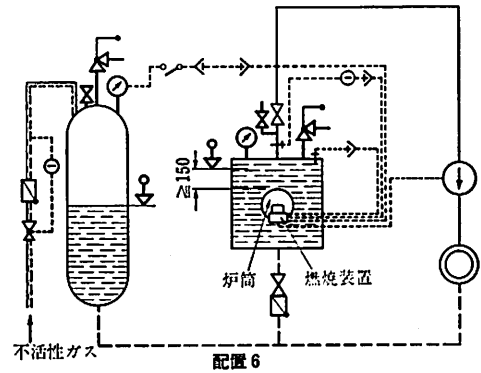
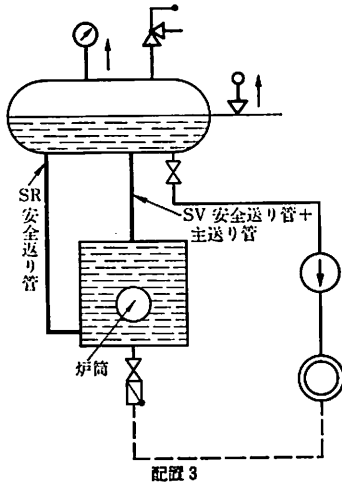
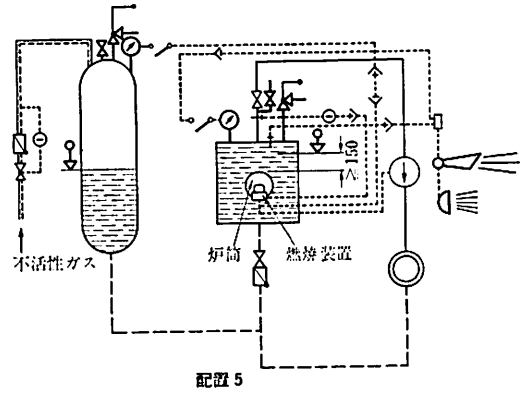
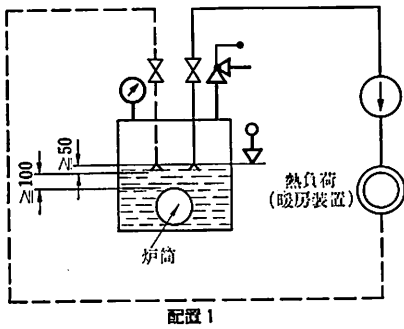


図-3
高温水暖房装置のいろいろ
(DLN 4752 による)

る。多くの場合高圧蒸気ボイラ(ゲージ10~16 kg/cm²)から直接高温水を抽出する装置を問題としているが、この場合大きな水室をもつ三煙管式ボイラが使用された。しかし高温水暖房の大規模な出現は1950年以降のことである。多様な設計様式ができあがった。高温水暖房は都市の地域暖房の分野や、住宅地域に対するブロック暖房・工場暖房・病院・大学・研究所において多くの応用の可能性を見いだした。これらすべての応用例に対して高温水暖房はすでに蒸気暖房を大幅に圧倒した。新たに建設される装置に対し、蒸気暖房は一般に特殊な場合(たとえば消毒、直接蒸気加熱)にのみ応用例がみられるにすぎない。もっとも蒸気暖房も密閉式の凝縮水もど(戻)しの原理を応用し、いくつかの根本的欠点を除いたのではあったが。

加圧装置

高温水暖房装置で、大気圧における蒸発温度以上の送り湯温度を得たいと思うなら、装置内圧力は常にこの装置の送り湯温度に対応する蒸気圧以上に保たなければならない。このようにすれば装置内での蒸発が避けられるわけである。必要な圧力を保持するには多くの方法がある。高温水暖房の種類は温水送りの最高温度とか、高温水発生原理などより、むしろ加圧方法によって決まることがずっと多いといえる。根本的な加圧システムは以下のとおりである。(DIN 4752の図面で解説)

1 自己の蒸気圧クッション

(1) 高温水発生装置内の蒸気クッション

(図-3, 配置1)

このシステムは以前には良く使用されたが、現在ではまれに見られるにすぎない。蒸気と高温水が同時に必要となるような場所に良く見られる。高温水発生装置としてはたいへい大きな水室のある三煙管式ボイラが使われている。この配置の場合の欠点は、いくつかのボイラを使用する時、水位がしばしばきわめて相違することにある。ボイラ間の接続に圧力均衡管を設けても、一般には十分な結果にならない。個々のボイラに至る返り管で流量調節を行なうのが効果的である。

(2) 高い所に置かれた膨張水そうでの固有の蒸気クッション(図-3, 配置3, 4)

この場合には蒸気圧クッションは個々の容器に成立する。個々に独立して使用しうるいくつかの高温水発生装置を用いる場合には配置4を用いると具合が良い。このシステムの長所は保守が簡単なことである。手間もかかり、運転費もかかる圧力維持のタンクを余分に設備する必要がない。高温水発生装置は大きな水容量を持つ必要がない。圧力クッションその水容量は低負荷運転時の

蓄熱水そうに利用できる。一般に膨張水そうの大きさは高温水装置運転の際の通常起こる容積変化を吸収しうるように作られている。余分な受け集め容器は一般に不要である。送り湯温度が100°C以下であれば、最も高い場所の熱消費者が膨張水そうの水面以下である限り、装置は開放状態で運転できる。膨張水そうが高い場所になければならないことが欠点であって、場合によってはボイラ室の建設費が高いものになる。そう(槽)は耐圧構造にしなければならないので開放形の膨張水そうに比べ高価なものになる。暖房装置の水温をあげていく時、100°C付近でそう内に運動が起こり、蒸発が始まる。ときどき行なわれるそう内での補助加熱(電気ヒータによる)は蒸気クッションの形成に対してはもちろん不要である。DIN 4752に基づく配置図とは別に、一般に固有の圧力クッションを有する設備では高温水送り管に返り管の混和が行なわれる。すなわち高温水発生装置は配管内水温よりいくらか高めの送り湯温度で運転されるのである。このようにして循環ポンプが停止した場合でも、高い位置に置かれた装置内で蒸発が起こるのが防止される。同時に、圧力クッションその水面よりも高所にある設備に供給することも可能である。ただし、この場合には装置が運転を停止している時に、そう内に湯が逆流しないように注意しなければいけない。

2 独立した圧力クッション(図-3, 配置5, 6)

この場合には圧力そう(高所にある膨張水そうを用いる場合でも良い)は、蒸気または不活性ガスにより加圧され所要の圧力に保たれる。これに対しては現存の高圧蒸気ボイラ設備(たとえば火力発電所の場合)、または小出力の個別のボイラ、たとえば蒸気発生器からの蒸気を用いることができる。圧力維持用の不活性ガスとしては窒素ガスが良く使われる。この場合には圧力そう内にも(藻)の類が形成される傾向に注意しなければならない。さらに送り湯温度が良く変化する場合、すなわち、たとえば週末に運転の制限を行なったり、停止する場合、窒素ガスの消費は比較的大きくなる。このような欠点は、水の体積が増大した時に放出した窒素が、特別なそうの中に回収され、再び窒素の需要のある場合に圧縮されて圧力そう内にもどされるようなシステムにより防止できる。

DIN 4752によれば、圧力クッション用には不活性ガスを用い、これは高圧のために水中に溶解しても装置部分に腐食を生じないものを使用することとされている。暖房時に圧力維持のため、水の体積増大に基づく容器内空気の圧縮を利用しているシステム——図-1のPerkins方式の暖房のような——は防食の点で良くない。蒸気ま

たは不活性ガスで運転される圧力クッションを備えた装置の長所は、システムの静圧を送り湯温度と独立に高く定めることができ、その結果きわめて高所に位置した装置部分も蒸発が起こらない点である。

3 加圧ポンプ (図-4, 配置7)

同様に加圧ポンプを使うことによっても、静圧の選定は送り湯温度と無関係になる。装置内の圧力は加圧ポンプとあふれ弁の間の相互作用により一定に保たれる。熱媒の体積変化は一般に開放容器に吸収される。これは密閉形圧力容器よりも確かに安価ではあるが、温水内に酸素の吸収が行なわれるようになる。さらに加圧ポンプ用に絶えず電力が消費されることも考慮しなければならない。またあふれ弁を通して開放水そうへ流れる温水を強度に加熱すると蒸発が生じうることに注意しなければならない。

高圧蒸気で加熱される高温水発生装置の場合には、図-4の配置10のように熱交換と圧力保持をカスケード

で行なうこともできるが、まれにしか使われない。

安全技術上の要求

高温水暖房装置は1962年にDIN 4752が規定される以前は、ゲージ圧0.5 kg/cm²の飽和水蒸気圧に相当する110°C以上の送り湯温度で運転される限り、当時有効であった蒸気ボイラ規定により商工監督局の認可および技術監督協会の監督を受けなければならなかった。蒸気ボイラ規定は基本的には、ボイラ本体、安全装置自体、補給水ポンプに関するものであったので、それ以外の装置部分に対しては当初何らの規定もなかった。いくつかの事故が起こり、その中には死傷事故もあったので、しだいに補足的な条件が要求されるようになり、それが基本的には水撃に耐えるよう諸設備の材料に関するものとなったのである。しかしながらいつも問題になったのは官庁の扱いが地方地方で異なったのを一致協定させることであった。1962年にDIN 4752が出て初めて協定が行なわれたが、これも1965年9月に新しい蒸気ボイラ規定が出てやっと法的な基礎を得るに至った。すでに述べたように、蒸気ボイラ規定には基本的には大気圧での蒸発温度、すなわち標準気圧で100°C以上の送り湯温度で運転されるすべての高温水暖房設備が含まれる。したがって、それより高い送り湯温度で運転される装置については、材料、安全装置、専門家による監視などに関して特別の規定が課せられる。例外はただ送り湯温度が110°Cまでで、DIN 4751の1章、または2章の特別指針に基づいて作られた設備の場合のみ認められる。しかしながら、この規準による装置を100°Cを越え110°Cまでの送り湯温度で、高温水装置として運転しようとする時は、設備が常に低圧蒸気ボイラ規定(TRD 701)に従っていることに注意しなければいけない。これにより特に使用ボイラの構造様式の許可に関して注意しなければならない。DIN 4751の1章では、高所に置かれた膨張水そうが、圧力の点からみて110°Cを越えないよう規定されているが、DIN 4751の2章では温度の方からの安全が規定されている。暖房装置では温度による安全方法の承認は積極的には決められなかった。今ではDIN 4752の2章の新しい草案で、一定条件の下(簡単に制御できる燃焼装置を必要とする等々)に、最高熱出力300 000 kcal/hまでの装置が認められている。送り湯温度100°Cまでで密閉式システムとして運転される装置は、温度によって働く安全装置が停止した場合に、静止圧力が高いことにより水温が110°C以上になることがあっても蒸気ボイラ規定の範ちゅうにはいらぬ。しかし温度により働く安全装置をもって送り湯温度を高めるのではなく、圧力による安全装置で高い送り湯温度を決定的なものにするよう蒸気ボイラ規定の2章を改正する努力がなされている。

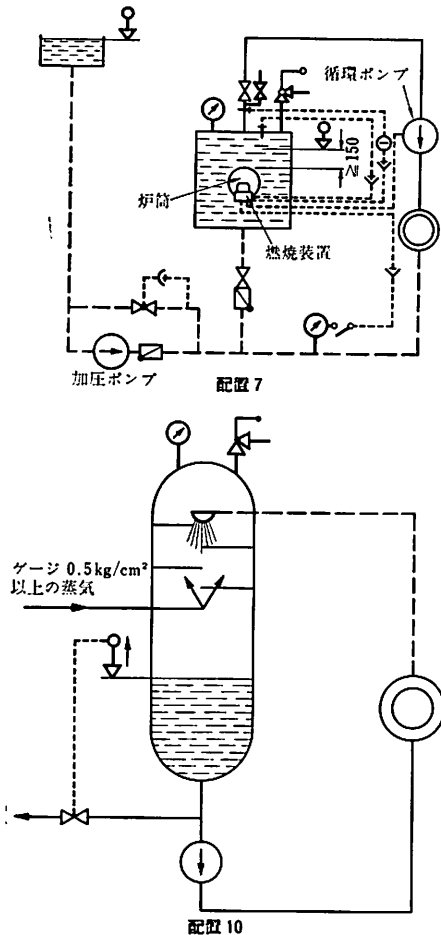


図-4 高温水暖房のいろいろ (DIN 4752による)

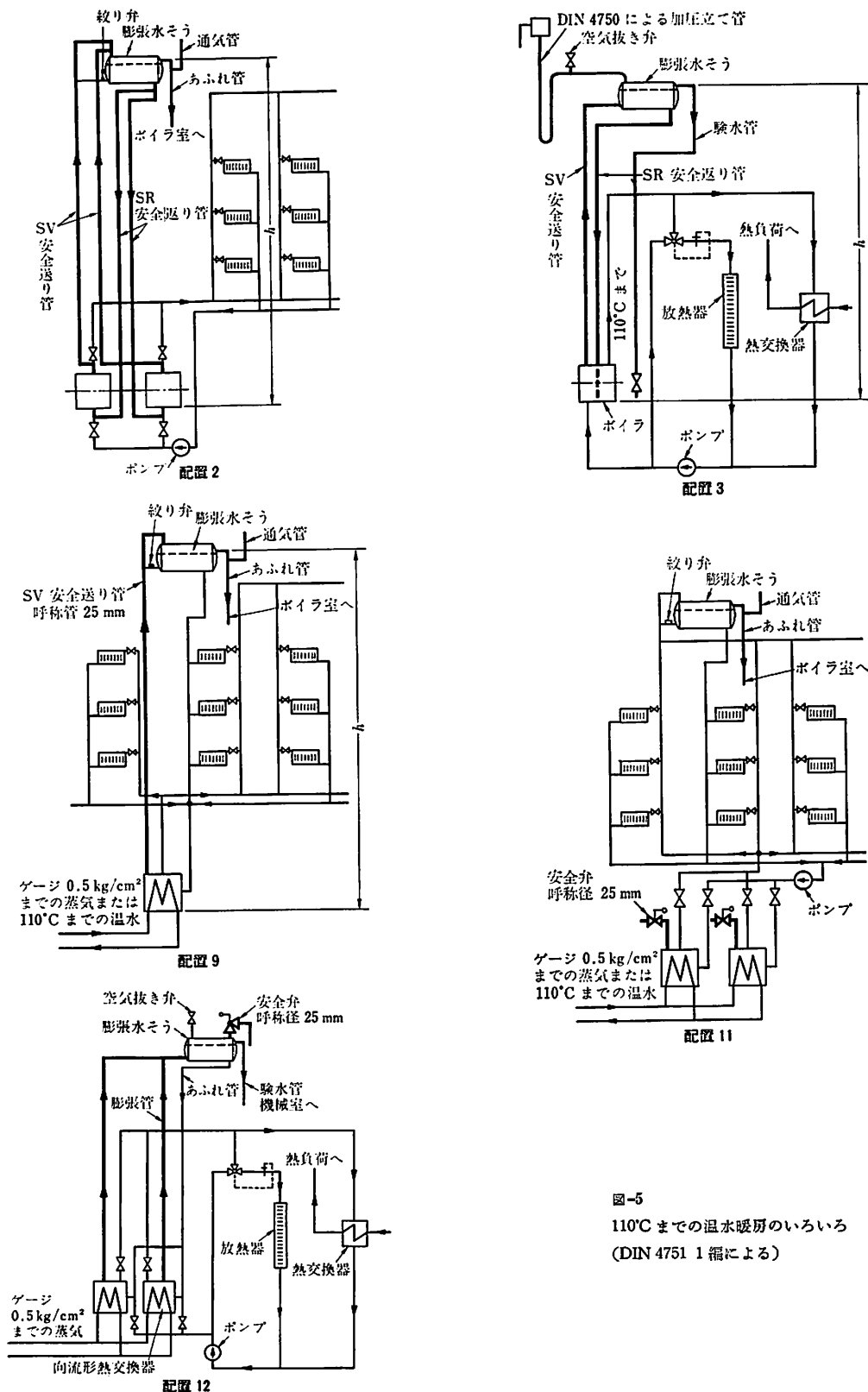


図-5
110°C までの温水暖房のいろいろ
(DIN 4751 1 編による)

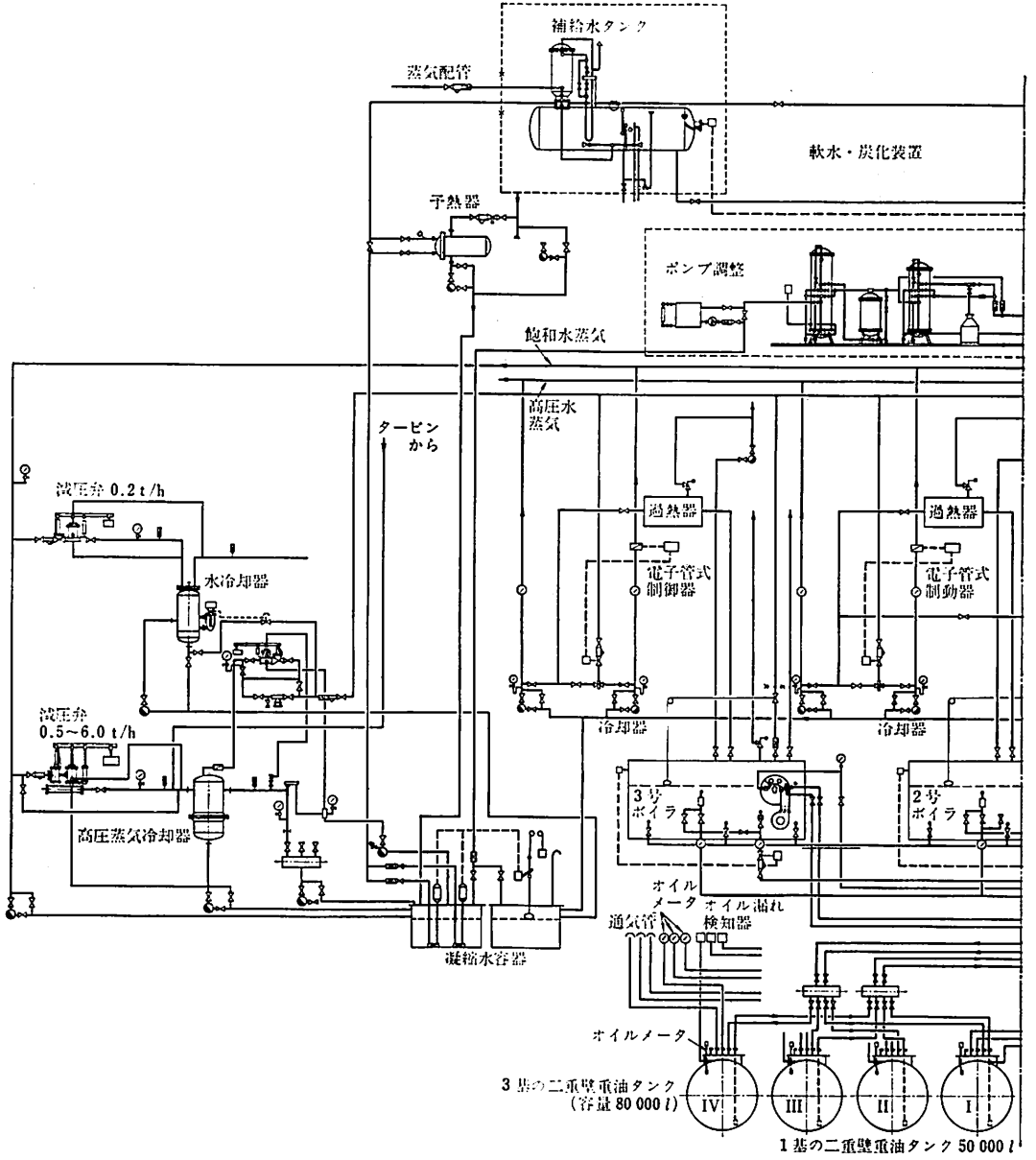
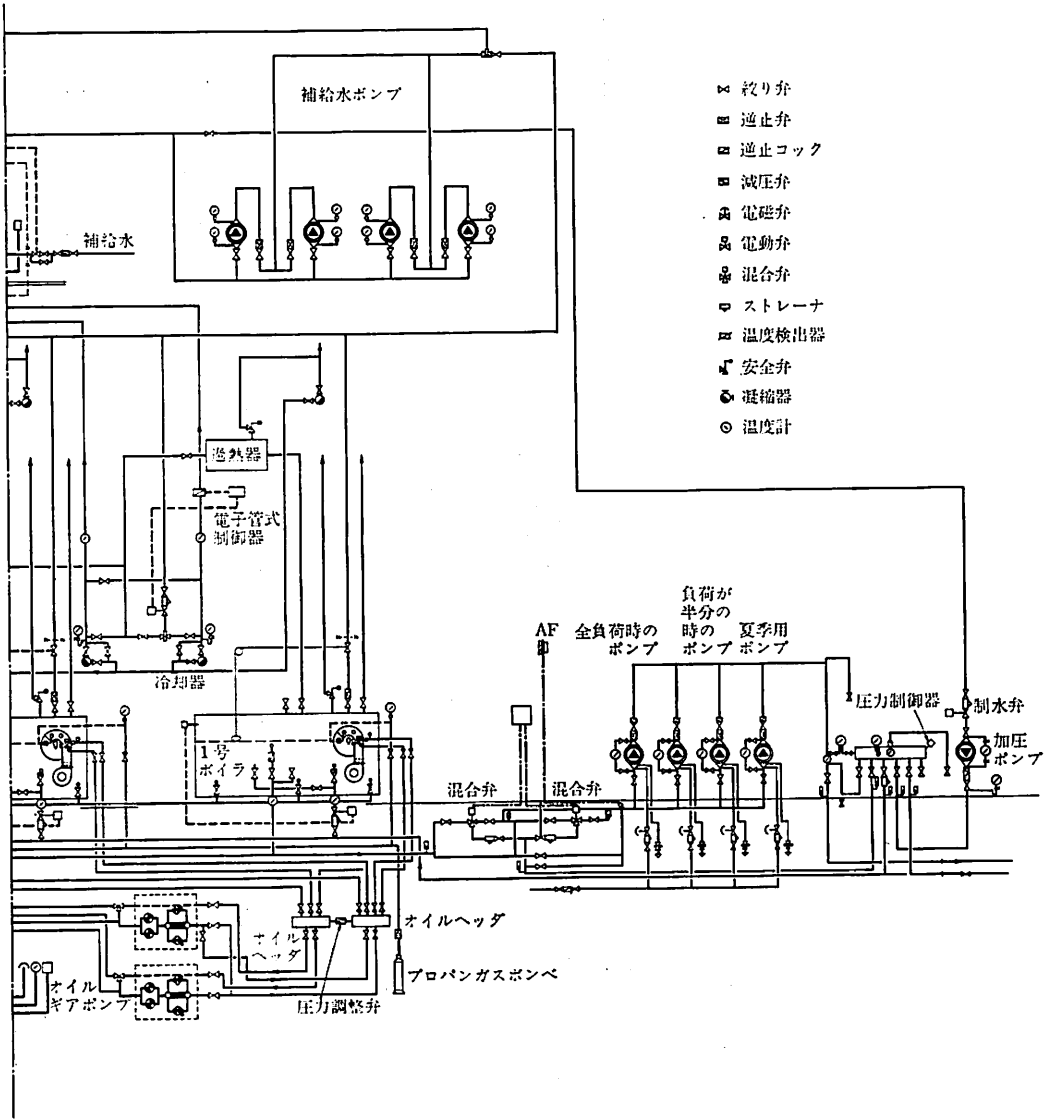


図-6 高圧蒸気ボイラから直接

こうなった場合 DIN 4751 の 2 章に基づく密閉式装置はすべて蒸気ボイラ規定の範囲内にあることになり、しかも特にボイラの構造様式の許可に関しては、TRD 701 の条件によることとなる。もちろんこのことと、温度による安全制御からの離反、および以前の蒸気ボイラ規定に対応する圧力による安全制御への復帰とは結びついているのである。DIN 4751 の 2 章に基づく圧力による安全制御も、常に十分な安全性を与えるものでないことを図-5 の 配置 3 がものがたっている。良く知られているように、安全送り管、安全戻り管によって企てられた循

環作用はめったに起こらない。重力に対する上揚圧力とボイラからの送り管、戻り管の抵抗の割合いかんによって、多くの場合循環は何ら生じないか、逆循環が生ずることがある。このようなとき膨張そう内に蒸気クッションが形成されないで、110°C 以上の温度になるか、またはずっと低温になるかのいずれかである。

特別な場合で、やや大きめの装置(熱出力 300 000 kcal/h 以上)を建設し、その時 DIN 4751 の 1 章に基づく通常の配置方法とは異なって、膨張水そうが暖房プラントの上方に垂直に設置できない場合(たとえば高さの異



取り出す高温水暖房の系統図

なる建物がある住宅地域で、暖房プラントが最も高い建物の中に設置できない時) 送り湯温度が 100°C 以下に限定されていたとしても、ボイラ規定および DIN 規格のわく(枠)内では、これに適合する設備を設ける可能性はない。例外として認めるのも困難なことである。よく用いられる方法は 図-5 の 配置 11 による配管の系統を利用し、まずゲージ 0.5 kg/cm² までの低圧蒸気を発生させ、つぎにこれを温水に熱交換する方法である。この方法は比較的経費がかさみ、経営上に不利をもたらすが(凝縮のため)、この方法により温度による安全制御方法は低

圧蒸気ボイラで承認されている圧力による安全制御方法と置き換えられるのである。

蒸気ボイラ規定と DIN 4752 との間の結びつきは蒸気ボイラ規定の § 6 からでており、これによれば蒸気ボイラ設備の施工は技術上の規則に則さなければならないとされている。この技術上の規則とは常にドイツ蒸気ボイラ委員会によって定められた、ボイラに対する技術的規則 (TRD) のことである。この規則の範囲においては、TRD 402 は高温水発生器の設備とすえ付けを取り扱っており、また蒸気ボイラ規定の範囲内においても DIN 4752

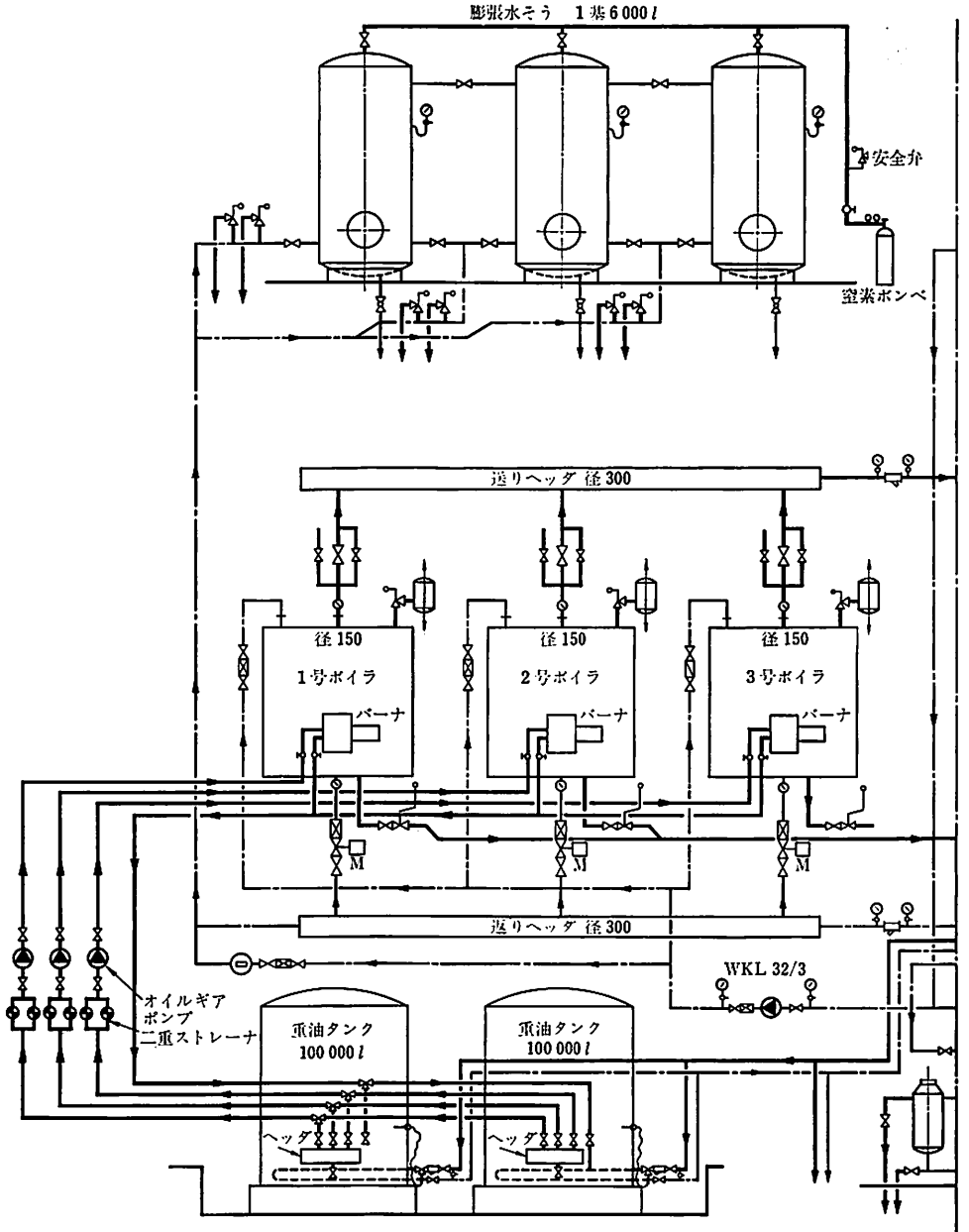
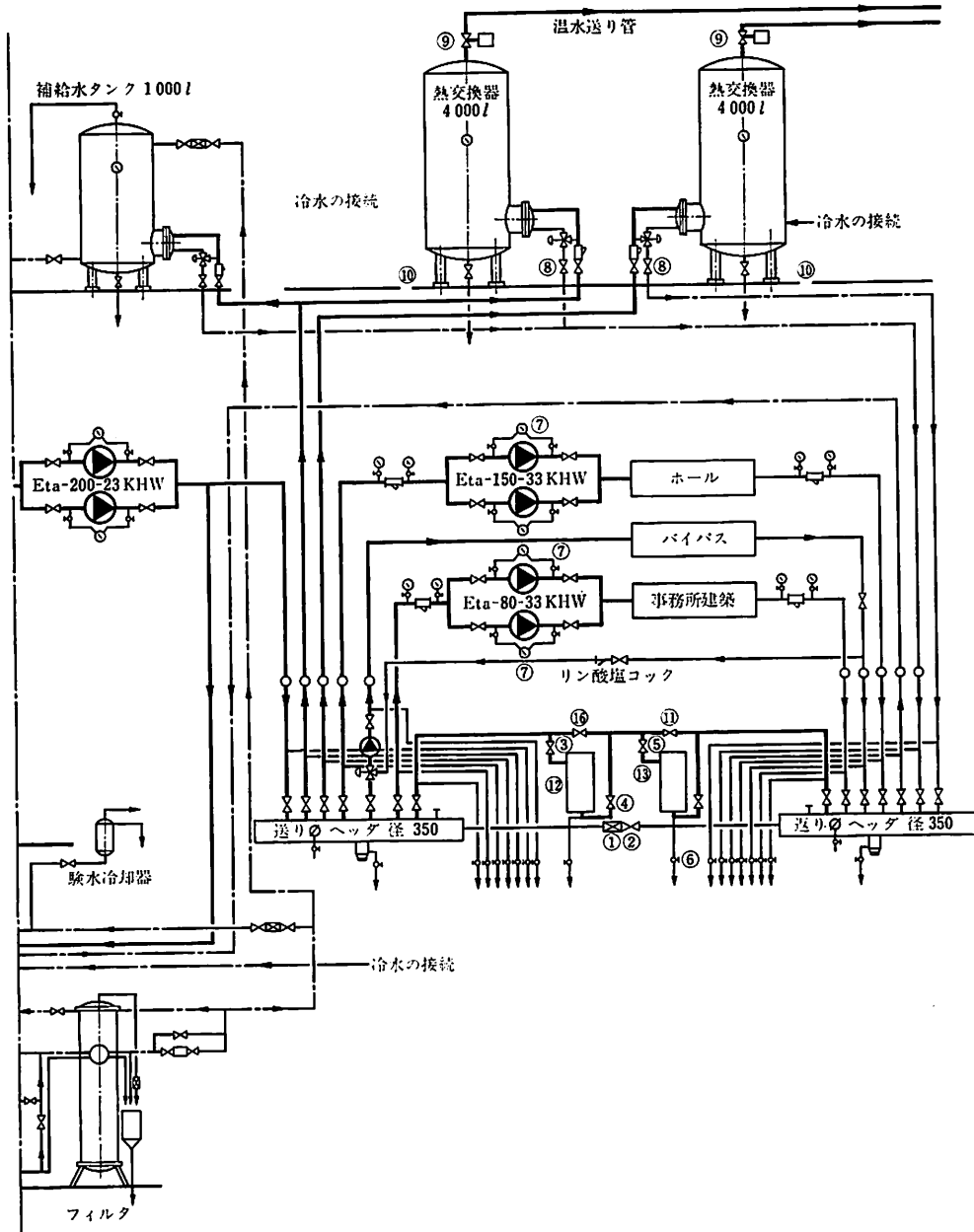


図-8 圧力クッションに

の効力を認めている。しかし注意しなければならないのは、DIN 4752 のところという高温水発生器全部が蒸気ボイラ規定の中にはいるというわけでないことである。水蒸気または高温水が、もっぱら高温液体または蒸気からの熱の受け渡しによって作られる蒸気発生器または高温水発生器は、§ 1 (3) によって除外されている。この種の装置に対しては、DIN 4752 によると、事故防止規定 (UVV) の圧力容器 (VBG 17) の規定が該当するのである。この規定の範囲内で、技術上の要求条件に対しては、一

般に認められている技術規則として圧力容器の労働共同体によって作成された AD 覚え書が該当する。

DIN 4752 による高温水発生装置の装備に対する基本的要求事項としてはつぎのようなものがある。すなわち使用材料の種類〔高温水発生装置から主ヘッダへ至る配管は DIN 1629 および DIN 1626 による継目なしまたは溶接管で、同じ規格の Bl. 3 による品質規定に則したものを使用し、DIN 8560 RI により合格した溶接工を配置すること、呼び径 50 およびそれ以上の部分に対しては強



よる高温水暖房系統図

じん(鋼)な材料——すなわち鋼、球状鑄鉄——を使用し、循環ポンプに対するねずみ鑄鉄 (GG) の使用は運転圧力 10 kg/cm^2 、送り湯温度 183°C 、送り管直径 200 mm までに行なうこと、加熱時の体積膨張に対して十分な膨張スペースを用意すること——場合によっては圧力のかからないこともある——予熱時の容積変化に対し給水装置を設けること——ただし予備設備は不要——その最低出力は燃料燃焼ボイラまたは電気ボイラに対し $Q^*/2500(\text{kg/h})$ とする。安全弁は TRD 401 (蒸気発生器

の装備とすえ付け) に従って設備されなければならない、この弁の飽和蒸気の噴出量は $D=Q/500 (\text{kg/h})$ である。ボイラの備品として水位指示計、水位マークがあり、これはボイラが運転中絶えず水で満たされている場合でも必要である。強制循環ボイラ (たいていの水管式ボイラはこれに属する) では許容最低水位を割った時に働く流量監視装置を設けなければいけない。高温水発生

* Q は全高温水発生装置の最大出力

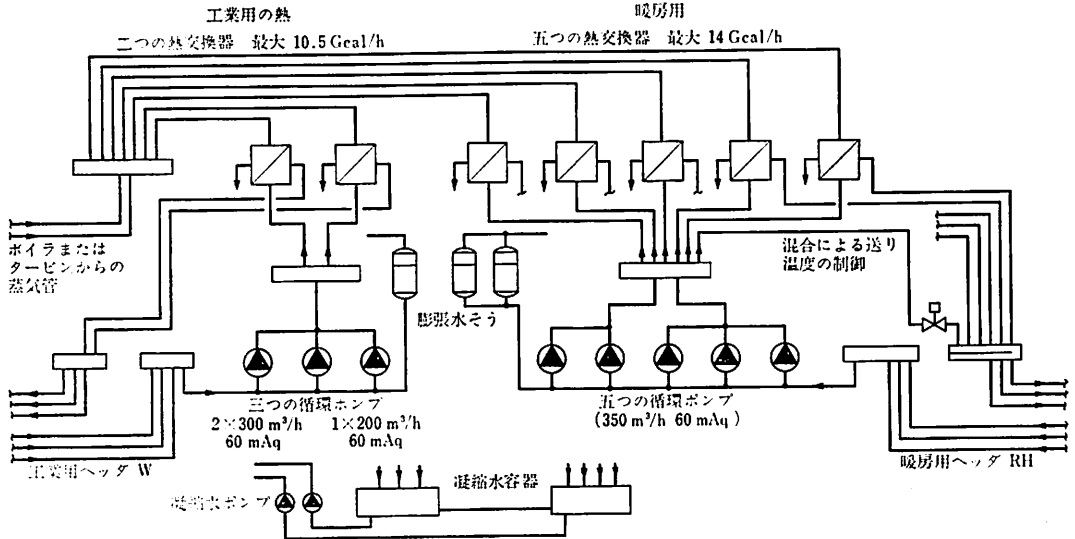


図-7 蒸気圧クッションによる高温水暖房の系統図

装置のすえ付けられる機械室に対し、燃料燃焼ボイラまたは電気ボイラの場合 TRD 401 (蒸気発生器のすえ付けと装備) の規定が該当する。このすえ付け機械室の軽減は、最高送り湯温度 130°C および静圧 50 mAq をこえない高温水発生装置に対してのみ許される。送り湯温度の安全は、ゲージ圧 1.5 kg/cm^2 に調整された安全弁により圧力の側から行なうか、または温度側から安全サーモスタット (その製品は検定されたものでなければならない) により行なうかして保たれる。後者の場合、熱発生装置の安全弁はゲージ圧 1.5 kg/cm^2 と 6.5 kg/cm^2 の間に設定しておくことができる。さらに安全弁の調整圧力 (ゲージ kg/cm^2) と高温水発生装置の水容量 (m^3) の積は、最大で 10、また同じ機械室内にすえられた全部の高温水発生装置の上記の積の総和は、50 以下でなければならない。このとき、温度が 110°C 以上に達し得る限り、膨張水そうの内容が決められた水位になるよう考慮しなければならないことに注意しなければならない。膨張水そうがボイラをすえ付けた機械室の外にあって、それぞれ内径が最大 100 mm の 2 本の配管で熱発生器と接続されている場合には、膨張水そうの水量も考慮しなくてよい。DIN 4751 の 1 章に於ける安全管の設置指針によれば、上記の場合は最高ボイラ出力 3.2 Gcal/h に相当する。このように述べられている条件を満足する設備に対しては“ボイラ室の建物と設備の指針”が該当するので、高温水発生装置は人の居住する部屋の下にも配置できる。同じ装置のグループに対しては一定条件下で鑄鉄製蒸気発生器を用いることもできる。

条件の緩和はもっぱら、機械室のスペースおよび熱発生器の材料に対してのみ行なわれる。装置を常時監視す

ることに関しては緩和は行なわれない。この常時監視という規定は高温水暖房装置の運転上、重要な維持経費の因子を意味し、特に小規模な設備の場合には著しい重荷になる。この点に関し、1967 年 10 月に発行された TRD 602 の Bl. 2 (陸上蒸気ボイラ装置の間接的監視) は意義のあるものである。これによって工場や病院その他におけるように比較的小規模な施設でも、装置を経済的に有利な条件で運転できるようになる。しかし装置の間接的監視の許可が与えられる前に、多くの補足的な事がらが完全に適合できなければならない。

TRD 603 (高圧蒸気発生器を運転圧力を下げ、監視なしで暫定的に運転する場合) によると、高圧蒸気装置を暫定的に (たとえば週末、夜間および休日) ゲージ圧 0.5 kg/cm^2 に下げ、無監視で運転できる条件が定められている。高温水発生装置に対しては、これと同じ規定は残念ながらもたない。というのは温度による安全装置は圧力による安全装置と同価値には扱われていないからである。高温水暖房装置の場合こそ、監視なしで送り湯温度を 110°C まで低下させたこのような運転が可能なら非常に有利になってくるものである。

しめくりに安全技術上の要求の領域で述べるならば、個々の規定や規格に述べられている条件はもちろん願慮しなければならないが、他面これは高温水暖房装置の建設に関し確実な処方であるとはいえない。なぜならこれ以外にも少なくともこれら諸規定と同じ程度に重要な多くの観点があって、それらは暖房設備の設計や施工に多年従事した後、習得できるものであるからである。この点に関して DIN 4752 の前文に“高温水暖房設備は経験ある専門会社の手でのみ施工できる”とあるのが、

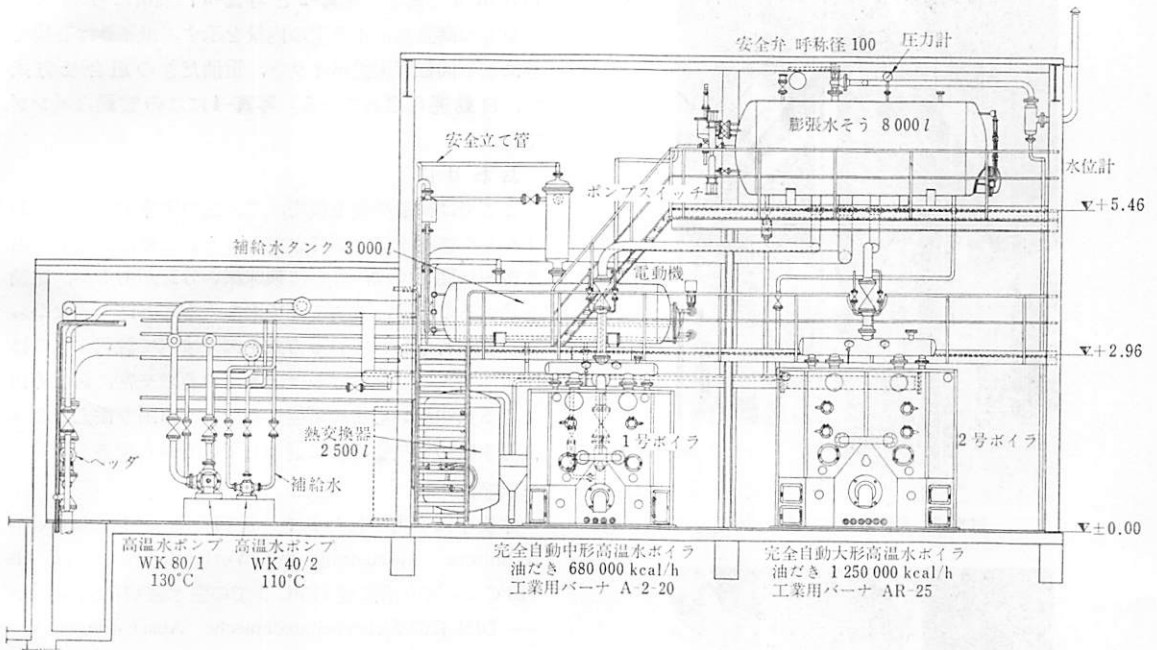


図-9 高所に置かれた膨張水そう内に固有の蒸気圧クッションを有する高温水暖房装置の図

もっともなことうなずけるのである。

実施の例

つぎに高温水暖房装置の若干の実施例が系統図，平面図，写真を用いて解説されている。図-6は三煙管式ボイラから直接抽出する高温水暖房設備の系統図を示している。この場合最高送り湯温度 180°C，ボイラ圧力，ゲージ圧 23 kg/cm²，過熱器通過後の蒸気温度 425°C，最大熱出力 15 Gcal/h となっている。この装置に対して需要家は，ボイラの水位よりもずっと高い所にある。ボイラ運転停止時にも接続配管内の圧力を維持するため加圧ポンプが備えつけられており，しゃ(遮)断された高温水回路に働くようになっている。

図-7には自動車工業の某大工場の高温水暖房設備系統図を示す。圧力維持には蒸気または窒素が選択して使用できるようになっている。高温水の送り湯温度は工業用の熱としては 130°C 一定であり，暖房用の熱は 130°C で変動(スライド)する。高温水配管内の最高圧力はゲージ圧 12 kg/cm² で，総熱出力は 90 Gcal/h である。

図-8は工業用に運転する重油だきの三煙管式ボイラを3台すえた，最終完成時の最大熱出力 11 Gcal/h，送り湯温度 110°C (技術用に使用する熱は一定で，部屋の暖房用はスライドする。)の高温水設備の図を示したものである。圧力の維持は窒素により圧力クッション水そうで行なわれる。窒素の損失をできるだけ少なくするために，循環する高温水の加熱度に応じて，体積増大に

じそう内圧力を変化させるようになっている。図-9は高所に置かれた膨張水そう内に固有の蒸気圧クッションを有する，工業用に運転する小規模な高温水暖房装置の図である。最高送り湯温度は 150°C，最大熱出力は 3.5 Gcal/h である。

写真-1はボイラ室を高くし，新しい膨張水そうを高所に設け，既存の高温水暖房装置を拡張した様子を示している。この装置は 180，110，90°C のそれぞれ異なった温度で運転される。最大熱出力は 35 Gcal/h である。熱発生器として4台の水管式ボイラが設置されているが，そのうち3台は回転炉床式と重油だきの組合せ方式で，4番目のボイラは石炭だきの回転炉床式で，熱出力は

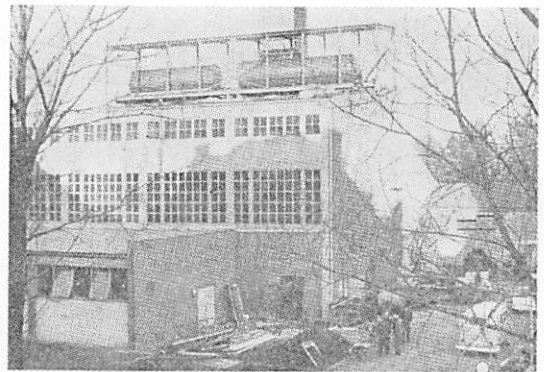


写真-1 高所に置かれた膨張水そうをもつ高温水ボイラ室の増築の様子

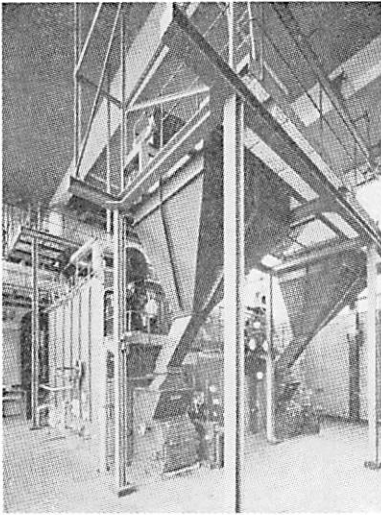


写真-2 高温水ボイラ室の内部

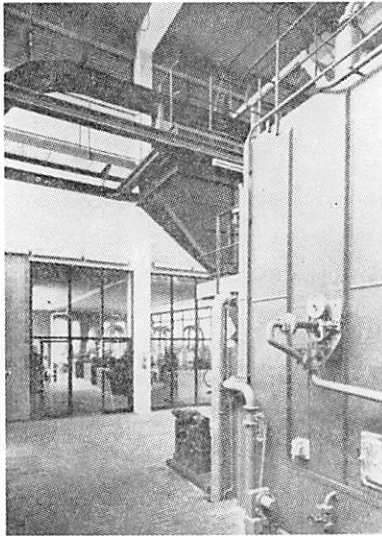


写真-3 高温水ボイラ室の内部

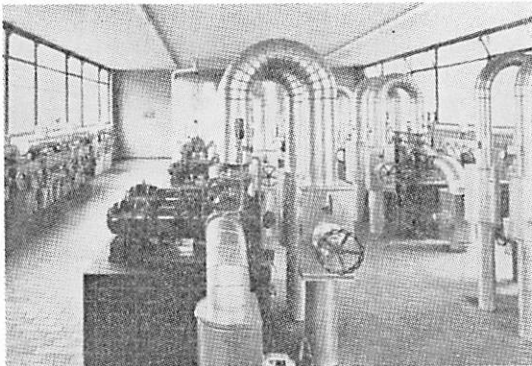


写真-4 高温水ボイラ室ポンプ室

15 Gcal/hである。写真-2と写真-3に高所に膨張水そうをもつ高温水ボイラ室の内部を示す。ボイラは石炭だきによる回転炉床式ボイラと、重油だきの組合せ方式で、自動運転されている。写真-4にこの装置のポンプ室を示す。

おわりに

ここでは構造や安全技術、二、三の実施例についてわずかしか述べるができなかった。このほかにも高温水暖房に関しては、さらに興味深い分野があるが、総論を述べるのでは、ここにまで立ち入ることはできなかった。現在行なわれている方式を図ですべて説明するのは不可能である。というのは、多くの要求や常に新しく出てくる興味深い応用の可能性にできうる限り添えるよう高温水暖房の技術は常に進歩しているからである。

(訳者註)

本文中に引用されたドイツ規格 DIN 4751 Sicherheits-technische Ausrüstung mit Vorlauftemperaturen bis 110°C——送り湯温度 110°C までの温水暖房の安全装置——DIN 4752 Sicherheitstechnische Ausrüstungen von Heißwasserheizungen mit Vorlauftemperaturen über 110°C (Absicherung auf Drücke über 0.5 atü)——DIN 4752 送り湯温度 110°C 以上の高温水暖房の安全装置 (ゲージ 0.5 kg/cm² 以上の安全装置)——については、ドイツ規格協会のご好意により空気調和・衛生工学会が翻訳権を得、私が全訳を行ない空気調和・衛生工学 1966 年 3 月号 Vol. 40, No. 3 に掲載されているので参照願いた。

参 考 文 献

- Rietschel/Raiß* : Heiz- und Klimatechnik. 15. Aufl. Berlin 1968.
- Recknagel Sprenger* : Taschenbuch für Heizung, Lüftung und Klimatechnik. 55. Ausg. München 1968.
- Kopp* : Die Wasserheizung. Berlin 1968.
- Tredgold* : Grundsätze der Dampf-Heizung mit T. Bramah's : Beobachtungen über Heizung mit warmem Wasser, Leipzig 1837.
- Verordnung über die Errichtung und den Betrieb von Dampfkesselanlagen (Dampfkesselverordnung) 1965 mit den Technischen Regeln für Dampfkessel TRD.
- Unfallverhütungsvorschriften (UVV) VBG 17-Druckbehälter mit den Richtl. für Werkstoffe, Berechnung, Herstellung und Ausrüstung von Druckbehältern (AD-Merkblätter).
- DIN 4752, Ausgabe 1967.
- DIN 4751, Bl. 1 u. 2.

(昭和 45. 6. 3 原稿受理)