

# 新しい復水器について

## The New Type Condenser

佐々木 精 治\* 谷 岡 啓 次 郎\*

Seiji Sasaki

Keijirō Tanioka

### 内 容 梗 概

最近の火力発電所は高温高压大容量化の傾向にあり、高効率のものが計画されている。復水器の性能はタービンプラントの効率に直接関係があり、復水器そのものを高性能で運転することはもちろん必要であるが、それ以上にプラント全体を高効率で運転するためには復水の純度を良好な状態に保つことがどうしても必要である。

本文においては主として高純度の復水をうるための全熔接形復水器、二重管板方式、バイパス脱塩装置などについて記し、さらに復水器脱気方式および空気冷却式復水器などについても言及した。

### 1. 緒 言

最近の火力発電設備の高温高压化はめざましく、その容量もますます大きくなってきた。蒸気条件としては  $350 \text{ kg/cm}^2$ 、 $650^\circ\text{C}$ 、容量においては一つのユニットで  $500\text{MW}$  の発電所が計画されている現状である。それにしたがって復水器も高性能、大容量化の方向へ進んでいるがまだ問題となる点が多い。その中でも特に超臨界圧力の火力プラントにおいては、復水器冷却水の復水ラインへの漏れは給水の固形分を増大させるのでタービンの効率低下、ボイラの事故などの重大な原因となっている。

復水純度の低下は原子力プラントにおいてもまた重要な問題である。これに対してはいろいろな対策がとられているが、本文においてはこれらの問題に対して総合的な検討を加えてみた。

### 2. 復水器の性能

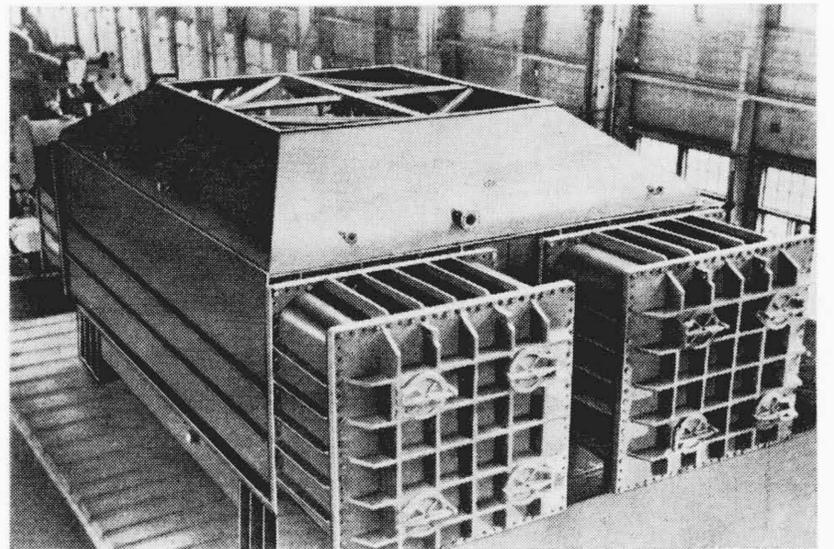
性能の良い復水器の条件としてはいろいろな点が考えられるが、まず設計上の主眼は与えられた温度の冷却水で蒸気タービンの背圧を可能な限り下げ、蒸気タービンを高効率で運転することである。したがってタービン排気はなるべく少ない圧力損失で冷却管束内に達し、管束内における圧力損失もなるべく少ないことが要求される。またプラント効率を向上させるために、復水を過冷却することなく、なるべく高い温度で回収すること、復水中の溶存酸素を減少させて低圧給水ラインの酸化腐食を防止することなども重要な要件である。これらの諸点を満足させるためにはいろいろの形式が考えられるが、最近、日立製作所では日立独自の技術にアメリカFW社の技術を導入して従来の円形、楕円形のものに代って第1、2図に示すような角形の復水器を製作している。

この形式の復水器の特長は第1図に示すとおりその高さが低いので蒸気の通路が短く、さらに冷却管の配列は放射線配列と千鳥形密集配列を適当に組み合わせて管束を通過する際の圧力損失を非常に少なくしていることである。また復水器の管束が大きく四つに区分されていて上半部の復水は中央の通路をとって蒸気とともに落下し、またその蒸気は直接に復水溜と接するので脱気効果が大きく、復水温度はほぼ飽和温度に保たれる。

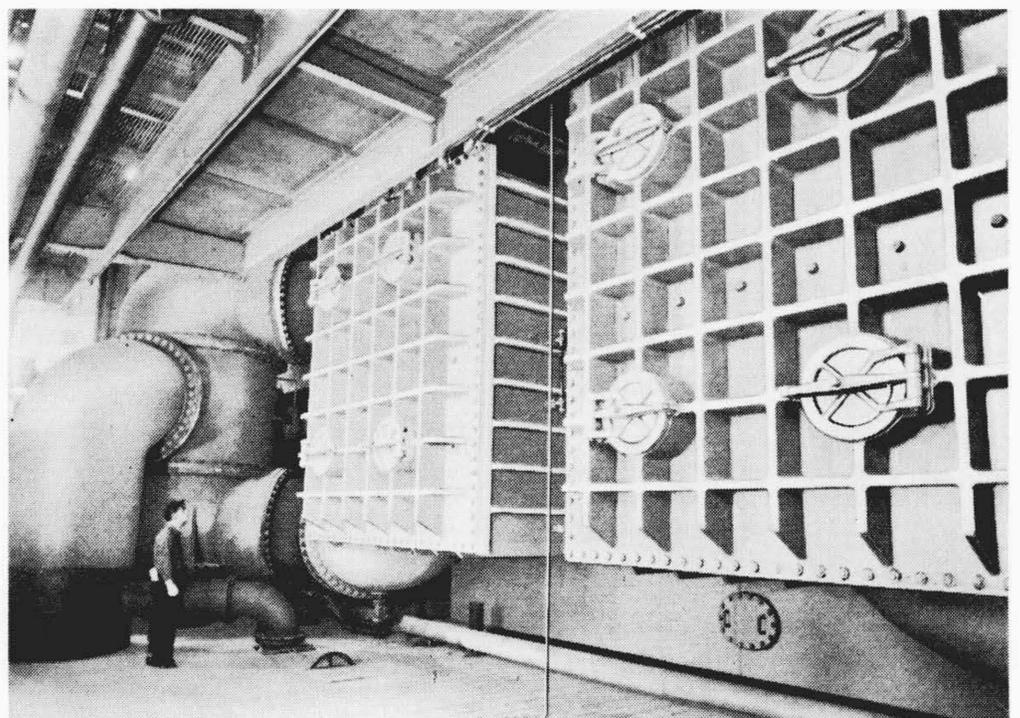
復水器の性能に関して冷却管のよごれも大きな問題となる。大形復水器ではこのよごれの問題を解決するために、水室が半区分独立形になっていてタービン運

転中でも片側の水室を掃除できるようになっている。掃除の方法は逆洗弁が一般に使用されており、遠方操作も可能である。この逆洗弁はタービンの運転を停止することなく、冷却水を逆流させて、冷却管内にある異物、あるいはよごれを取り去るもので、これを適当に使用すれば高性能で運転をすることができる。第3図に日立独特の設計で、良好な使用実績をもつ電動バタフライ形の逆洗弁を示す。このほかに数個の弁を操作することにより逆洗する方法もある。

復水器の据付法は従来は第14図に示すようにバネで復水器を支

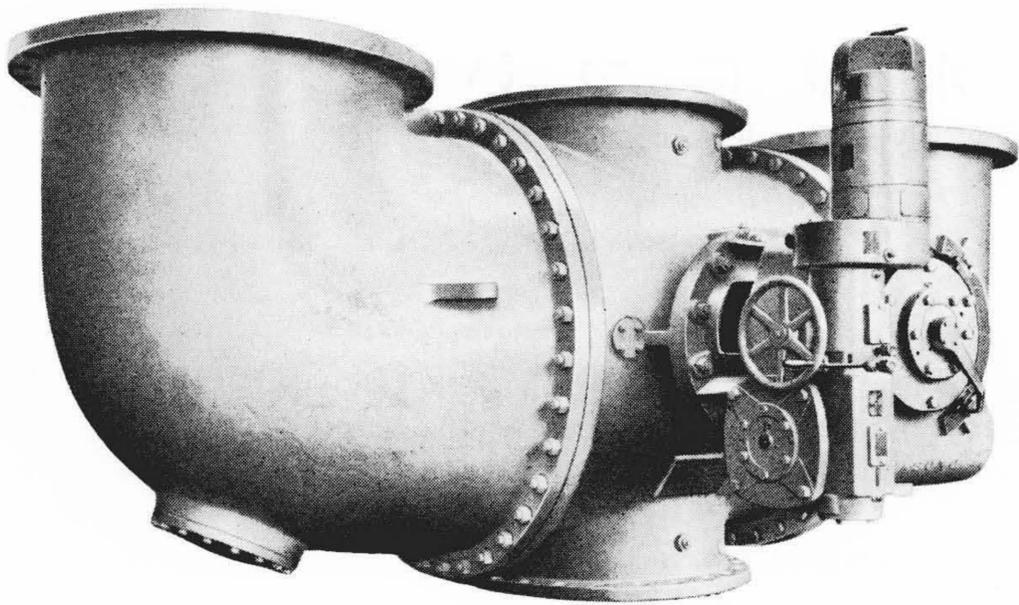


第1図 仮組した角形復水器



第2図 東北電力仙台火力P S納 175 MW タービン用復水器

\* 日立製作所日立工場



第3図 電動バタフライ形電動逆弁

持していたが、最近ではタービンとの間に伸縮継手を設け、運転時の熱膨脹を吸収する方法をとっている。

### 3. 冷却水の漏えい対策

#### 3.1 漏えい防止の必要性

復水器の構造で最近特に問題となっているのは、管端部よりの海水漏えいによる復水純度の低下である。冷却水の漏れについては従来から大きな関心が払われていたのが高温高圧の火力プラントや原子力プラントにおいてはその条件がよりいっそう厳格になってきた。この固形分はボイラの事故原因になるのはもちろん、その上に、高温高圧になるにつれて蒸気への固形分の溶解度は非常に増大し、このような固形分の多い状態でタービンにはいった蒸気は、膨脹し低温低圧になるにつれて蒸気に対する固形分の溶解度が減少するので、溶解されていた固形分は蒸気から析出してタービン翼などに堆積することになる。したがってタービンを洗浄しないで長期間運転するためにはタービンに流入する蒸気の固形分は 0.05 ppm を越えないようにする必要があるといわれている。

このような不純物がボイラにはいりこむ原因には復水器内への海水の漏れ、補給水による不純物の増加などが考えられる。しかし補給水から系統にはいりこむ固形分の量は第4図から明らかとなり 0.5% 程度の少ない補給水の場合、比較的純度の悪い、たとえば 0.5 ppm の補給水でも固形分の増加はほとんどみられない。一方復水器の漏れによるものは第1表に示すとおりその漏水が非常に少なくても、重大な影響を与えるだけの固形分が加えられることになる<sup>(1)</sup>。

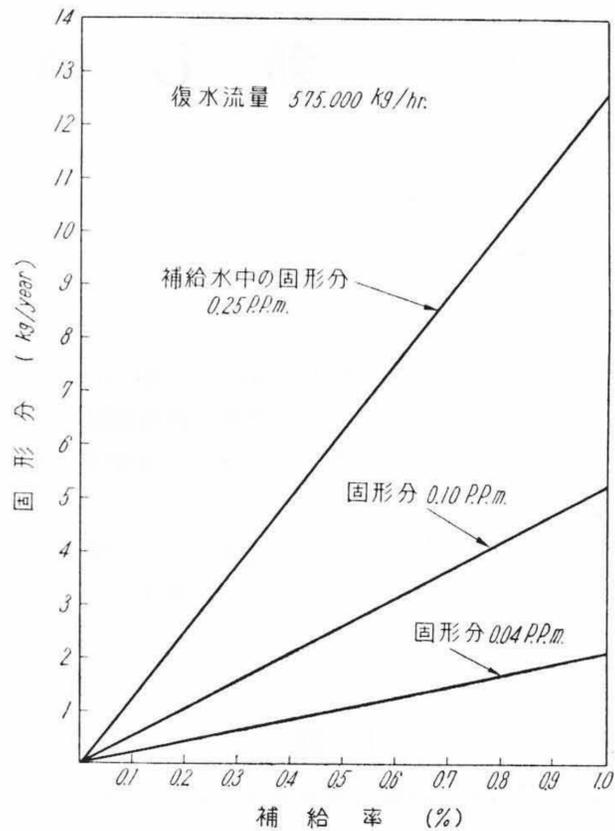
この管端部の漏えい防止対策としては冷却管の管端部にネオプレン、ゴムなどを塗覆したり、管板を二重にしたり、管板と冷却管をシール溶接するなどの方法がとられている。そのほか漏えいした不純物をバイパス脱塩装置により取除く方法も一般に採用されている。

#### 3.2 管端部塗覆法

現在実際に運転にはいっている超臨界圧力プラントでは、Philo No. 6, Avon No. 8, Eddyston No. 1 などはいずれも管端部および水室内面をネオプレン、ゴムなどにより塗覆し、管端部の漏れを極力防止する構造を採用している<sup>(2)</sup>。強固な耐久性のすぐれた塗覆をうるためには、被塗覆面の前処理が非常に重要な問題であるが、冷却管を取付けた復水器管板面の前処理には冷却管の損傷のおそれがあるので、サンドブラストなどの通常の方法は使用できない。このため特殊な化学的な処理の方法が適当である。

#### 3.3 復水脱塩装置

復水の固形分を減少させる方法の一つとして脱塩装置がつけられ

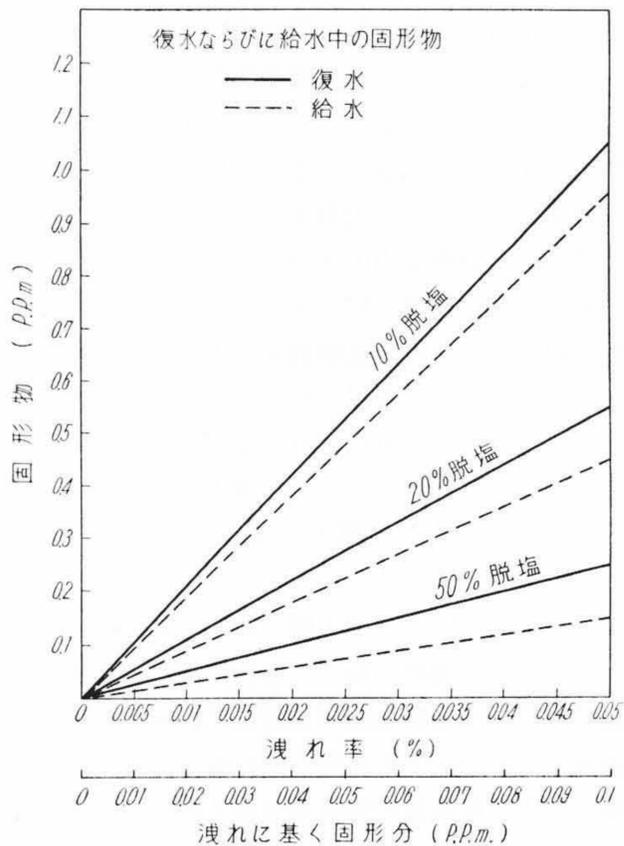


第4図 補給水による固形分の増加

第1表 復水器の漏えいにより系統内にはいりこむ固形分

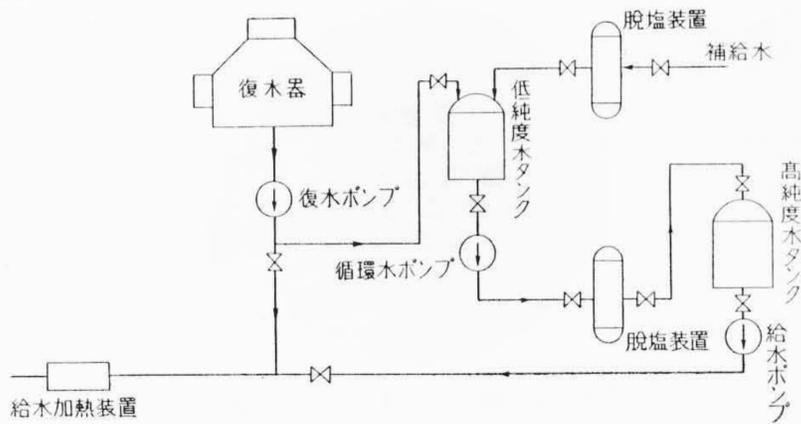
漏水による固形分 (ppm)	漏えい率 (%)	1時間当りの漏えい水量 (kg/h)	系統にはいりこむ固形分 (kg)		
			1時間当り	1日当り	1年当り
0.001	0.0005	2.88	0.00058	0.0139	5.07
0.005	0.0025	14.40	0.00288	0.0691	25.22
0.010	0.0050	28.8	0.00576	0.1382	50.44
0.025	0.0125	72.1	0.01442	0.3460	126.29
0.050	0.0250	144.0	0.02884	0.6921	252.62
0.100	0.0500	288.0	0.05760	1.3824	504.57
1.000	0.5000	2,880.0	0.57600	13.8240	5,045.76

ただし、復水流量は 575,000 kg/h、漏水中の固形分 200 ppm と仮定

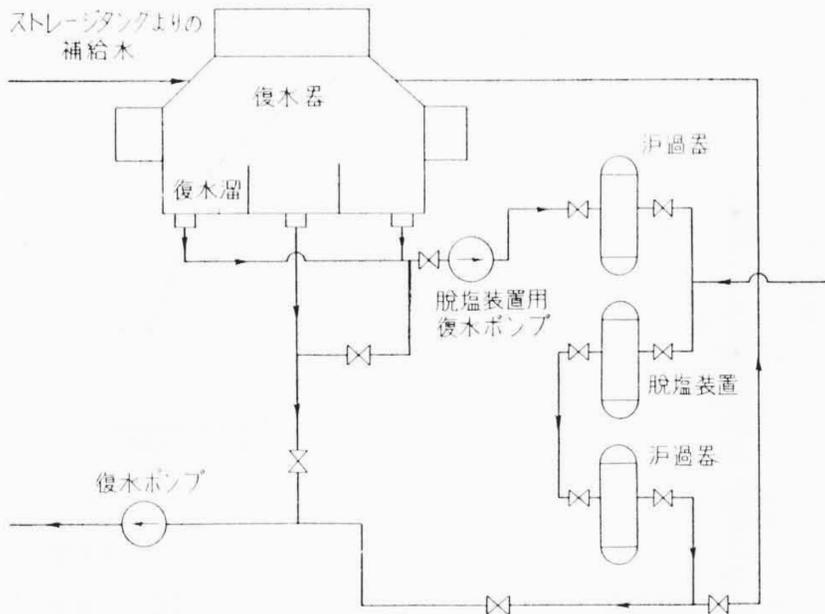


(1) 冷却水の固形分は 200 ppm  
(2) 脱塩装置を出た水の固形分は 0.04 ppm  
第5図 バイパス脱塩装置の効果

ることが多い。脱塩装置をつけた場合の効果は第5図に示すとおりで、復水器にかなりの漏れがある場合でもこの方法によれば復水の固形分をかなり減少させることができる。このような脱塩装置の前には、普通ろ過装置をおいて酸化鉄などの浮遊物を除いて脱塩装置を保護している。この復水用脱塩装置は大量の水を処理しなけれ



第6図 Eddyston No.1 ユニット処理系統図



第7図 Avon No.8 ユニット処理系統図

ばならないが、水の質は比較的良いので流速を大きくとることができ、また補給水用のポリッシャを兼ねさせるなどにより設備費をかなり減少させることができる。しかし樹脂が水の中に運ばれてゆくなどの問題もあり、さらに高性能の樹脂へと研究がすすめられている。

アメリカの超臨界圧力の発電所ではいずれも復水器の冷却水には河水とか湖水を使用しているが、次に述べるような脱塩装置を備えている。

Eddyston No.1 を例にとると、第6図に示すような系統になっており、脱塩装置の能力は復水量の30%で、危急時には100%処理できるようになっている<sup>(3)</sup>。この復水器はムンツメタルの管板にアドミラルティの冷却管を使用し、さらに管端部はゴムで塗覆されている。

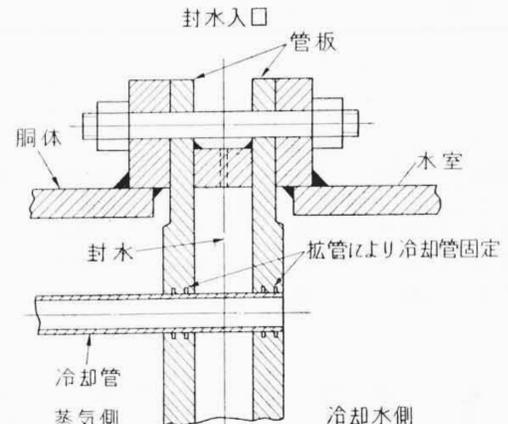
Avon No.8 でも管端部の状況は Eddyston とほぼ同じであるが、復水量の50%、危急時には100%処理できるようになっている。この場合の系統は第7図に示すとおり復水溜が大きく三つに区分されており、冷却水の漏れいのおこりやすい管端部分の復水のみが脱塩装置を通り、中央部の復水はそのまま給水加熱器をとおりボイラに送られる。こうすることにより脱塩装置を非常に効率良く使用することができるわけである。

Philo No.6 でも復水量の20%を処理できるろ過装置、混床式脱塩装置をもっている。

アメリカにおいては、冷却水として淡水を使用する場合においてすら、このように脱塩装置を設置しており、それに対してわが国ではほとんどの場合が海水の使用を余儀なくされるわけであるから、脱塩装置の使用はますます必要になってくるものと思われる。

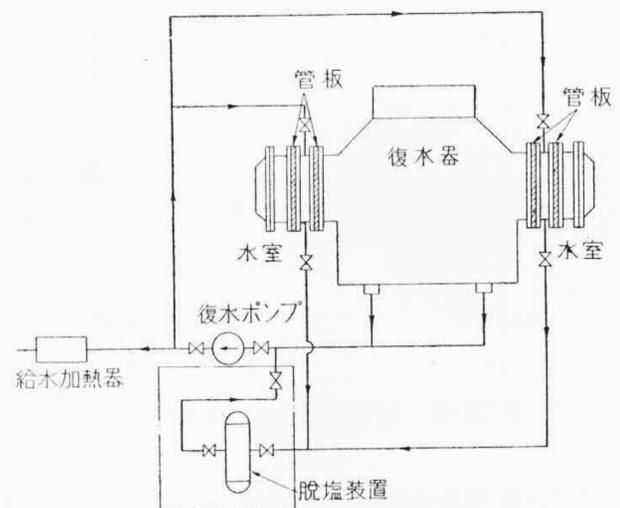
### 3.4 二重管板方式

あとに述べる全熔接形復水器、バイパス脱塩装置はいずれも高価なものとなるので、それをさける方法として二重管板方式がある。



復水器二重管板

第8図 復水器2重管板方式



第9図 2重管板方式系統図

これは第8,9図に示すとおり2枚の管板の間に復水ポンプ出口の圧力水を送り、その圧力により海水の漏れを防止する方法である。

水室における冷却水の圧力は普通はサイホン効果を利用しているのできわめて低く、負圧かわずかの正圧をもっているにすぎない。一方復水ポンプ出口給水は少なくとも数気圧の圧力を持っているので復水器の胴体側に海水が漏れる割合はきわめて少ない。もし復水器に封水が漏れたとしても、それは非常にうすめられたものであるので問題にはならない。この封水を回収する場合には封水に対して脱塩装置をつけるわけであるが、その容量は比較的小さいもので十分である。

以上述べたものは復水を封水として使用する場合であるが、このほかに原子力プラント用復水器などにおいては密封用流体として水以外の気体を使用することもある。

### 3.5 全熔接式

ネオプレン、ゴムなどの塗覆は完全な漏れい防止法としてはまだ問題があり前述のとおり、超臨界圧力プラントではいずれも脱塩装置を設置している現状である。

そこで超臨界圧力プラント、原子力プラントにおいては全熔接式復水器が要求されるわけである。

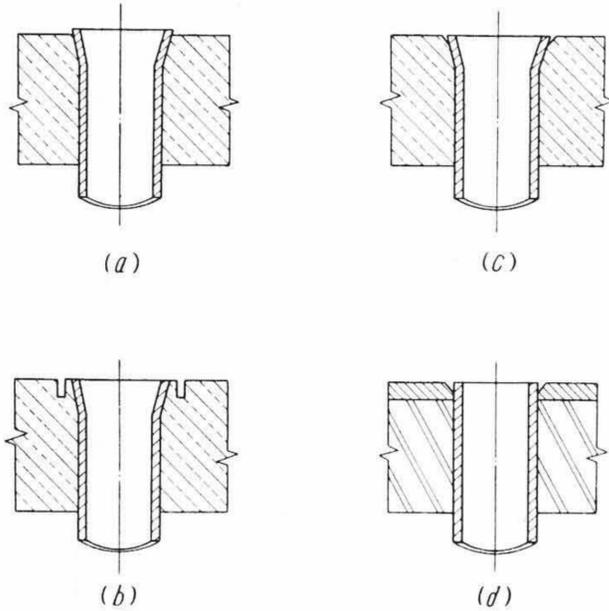
#### 3.5.1 材 質

全熔接形復水器の管板、冷却管の材質としては、海水に対する耐食性のほかに熔接性が良好なこと、さらに熔接部の耐食性が低下しないことなどでいろいろな条件があるのでその材料は限定されてくる。しかし試験の結果では、冷却管については現在使用されているアドミラルティ、アルブラック、アルミプラスなどはいずれも使用可能で、管板材としてはシリコンブロンズが非常にすぐれた性質をもっている。シリコンブロンズは Si の作用により熔接性が非常に良好である。

第2表は管板材としてネーバルプラスとシリコンブロンズ、冷却管としてアドミラルティ、アルミニウムプラスなどを使用した

第2表 冷却管および管板の組み合わせによる溶接部強度

管板	シリコン ブロンズ	シリコン ブロンズ	ネーパル ブラス	ネーパル ブラス	7:3 キュープロ ニッケル	モネ ル クラッド	9:1 キュープロ ニッケル	
冷却管	アドミラ ルティ	アルミニ ウム ブラス	アドミラ ルティ	アルミニ ウム ブラス	7:3 キュープロ ニッケル	7:3 キュープロ ニッケル	9:1 キュープロ ニッケル	
接合構造	第15図 (c)	第15図 (c)	第15図 (c)	第15図 (c)	第15図 (d)	第15図 (d)	第15図 (d)	
抗張力	平均	32.8	36.1	28.0	19.7	35.6	33.5	27.1
	最高	37.8	38.7	31.5	25.6	37.7	35.3	27.2
	最低	27.6	30.7	23.8	14.4	33.8	30.4	26.7



第10図 溶接形復水器開先形状

場合の強度の比較であるが、強度の上においても明らかにシリコンブロンズのほうがすぐれている<sup>(4)</sup>。

3.5.2 開先形状

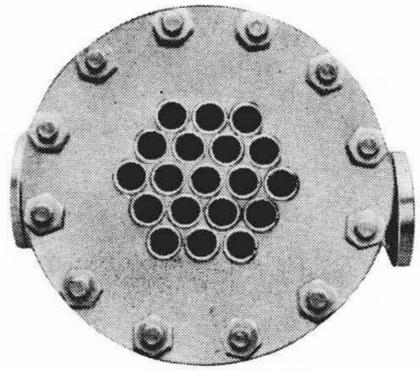
溶接部の開先形状についてはいろいろなものが考えられているが一般的に使用可能なものは第10図に示す4種類である。第11図にそれぞれの溶接部断面を示す。

(a) 管板よりの管の出張りの調整がやや困難であり、ビードが管板表面より盛り上るのが欠点となっている。強度も必ずしも十分でない。

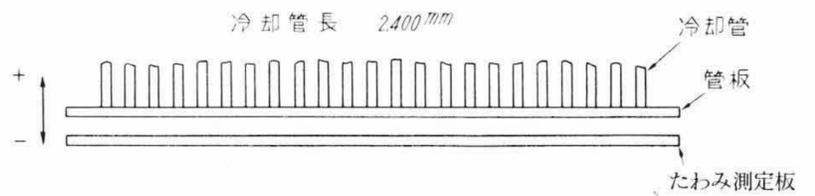
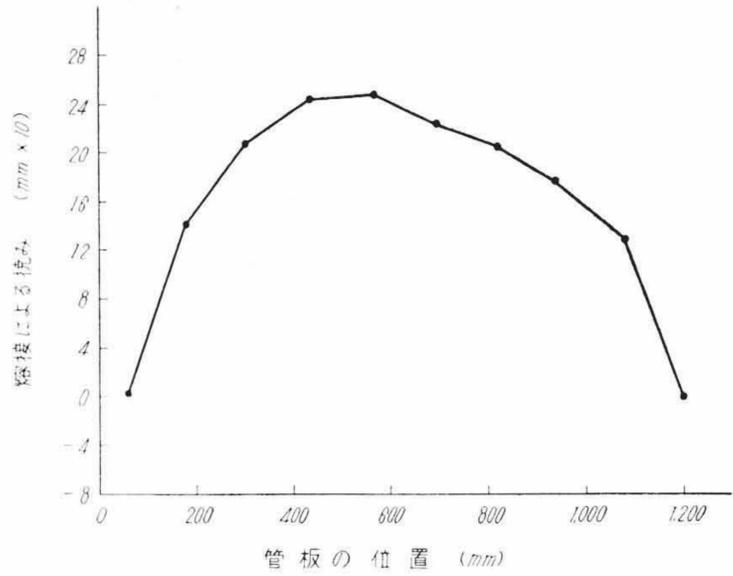
(b) 冷却管のまわりに溝が切つてあるので溶接熱量が少なく溶接性が良好である。しかし管板で開先加工がややめんどろなことで、この部分の管板の強度がいくぶんおちるのが欠点である。

(c) 開先加工、溶接のいずれの点においても実用的であるが、(b)に比較するといくぶん溶接性が劣るのは免がれない。ビードが管内に流れこむ危険性も少なく、そのうえ溶接部の強度も十分高い。

(d) この方法は一般に鋼板にモネルメタルをクラッドした管板にキュープロニッケル、モネルメタルなどの冷却管を溶接する方法で溶接性もよく、強度も大きいですが、材料費、加工費が高くなるので復水器用としてはほとんど使用されない。むしろ高圧給水加熱器などに採用されている。



第12図 漏えい試験用溶接試験片



第13図 溶接による管板のたわみ

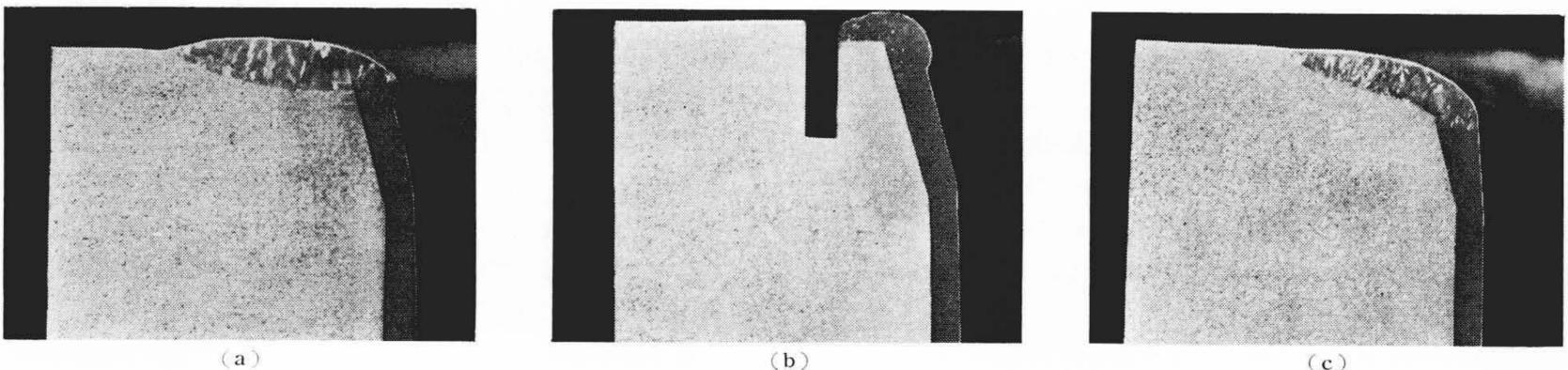
以上4種類のうち復水器用として実用的なものは(b)(c)で、今後はこの両者のうちいずれかが採用されるようになるものと思われる。

第12図は(b)開先について漏えい試験をした溶接試験片の外観を示すものである。

3.5.3 溶接部のたわみ

復水器管板のように表面積が大きく肉厚が薄いものに、多数の冷却管を溶接すると、そのたわみが非常に大きな問題となる。溶接順序を単純に片方からやるといわずに、溶接熱の集中をさけるように Skip Sequence 法と称する左右の適当な冷却管から、まばらに溶接を行う方法をとればそのたわみの量はかなり減少する。またたわみの大きさは溶接熱量と大きな関係があり管板の肉厚の大きいものではそのたわみも当然大きくなってくる<sup>(5)(6)</sup>。

第13図に代表的なたわみの傾向を示す<sup>(6)</sup>。これは冷却管はアドミラリティで管板は22.2 mm厚さのシリコンブロンズである。



第11図 溶接部断面

第3表 熔接によるたわみ

番号	材 質		管板厚さ (mm)	熔接法	熔接熱量 (Watt-s)	最大たわみ (mm)
	冷却管	管 板				
1	アドミラルティ	シリコンブロンズ	22.2	手 熔 接	13.800	+0.75
2	アドミラルティ	シリコンブロンズ	22.2	自動熔接	17.300	+0.60
3	アドミラルティ	シリコンブロンズ	22.2	手 熔 接	15.750	+0.62
4	アドミラルティ	シリコンブロンズ	22.2	自動熔接	17.300	-0.20
5	アルミニウムプラス	シリコンブロンズ	22.2	自動熔接	23.000	+1.80
6	アドミラルティ	シリコンブロンズ	22.2	自動熔接	17.300	-0.20
7	アルミニウムプラス	シリコンブロンズ	38.1	自動熔接	28.800	+2.28
8	アドミラルティ	シリコンブロンズ	38.1	自動熔接	17.300	+2.03
9	アルミニウムプラス	ネーバルプラス	22.2	自動熔接	18.600	+0.15
10	アドミラルティ	ネーバルプラス	22.2	自動熔接	26.400	+0.33
11	アルミニウムプラス	ネーバルプラス	38.1	自動熔接	18.500	+2.06
12	アドミラルティ	ネーバルプラス	38.1	自動熔接	25.500	+2.41

第4表 熔着部微量成分の変化

成分 番号	材 質		Al		As		Sn		Si		
	冷却管	管 板	冷却管	熔着部	冷却管	熔着部	冷却管	管板	管板	熔着部	
1	アルミニウム	シリコンブロンズ	1.8~2.5	0.94	0.02~0.1	0.02	—	—	—	2.8~3.6	1.38
2	アドミラルティ	シリコンブロンズ	—	—	0.02~0.1	0.03	0.9~1.2	—	—	2.8~3.6	0.88
3	アルミニウム	ネーバルプラス	1.8~2.5	0.94	0.02~0.1	0.03	—	0.5~1.0	0.35	—	—
4	アドミラルティ	ネーバルプラス	—	—	0.02~0.1	0.03	0.9~1.2	0.5~1.0	0.36	—	—

第3表は冷却管材質、管板材質、肉厚などをいろいろに変えた場合の熔接熱量、たわみ量を示すものである。開先は、いずれも第10図(c)を使用している。

3.5.4 熔接部の耐食性

異種金属を熔接した場合に、その部分の機械的、化学的性質を知るうえにおいて、熔接部分から両方の母材に含まれる微量成分が蒸発、酸化などにより少なくなっていないかどうかを調べることが有力な手がかりとなる。Cuベースの合金において、Al, Si, As, Snなどの微量成分は大きな影響をもつものである。

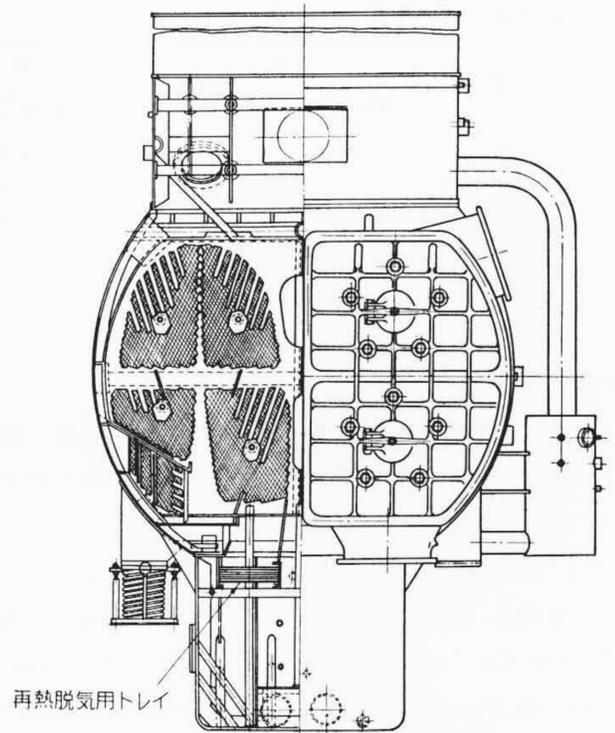
第4表は母材と熔着金属の各微量成分の分析表を示すものである<sup>(7)</sup>。

シリコンブロンズの管板とアルミニウムプラスを熔接したものを例にとってみると、熔着金属は Si 1.38%, Al 0.94%, As 0.02% となっている。シリコンブロンズの管板は大體3%程度の Si を含んでいるので熔着金属の Si は母材の約46%になっているわけである。そのほか Al, As もほぼこの割合で減少しており、特に異常な減少は示していない。

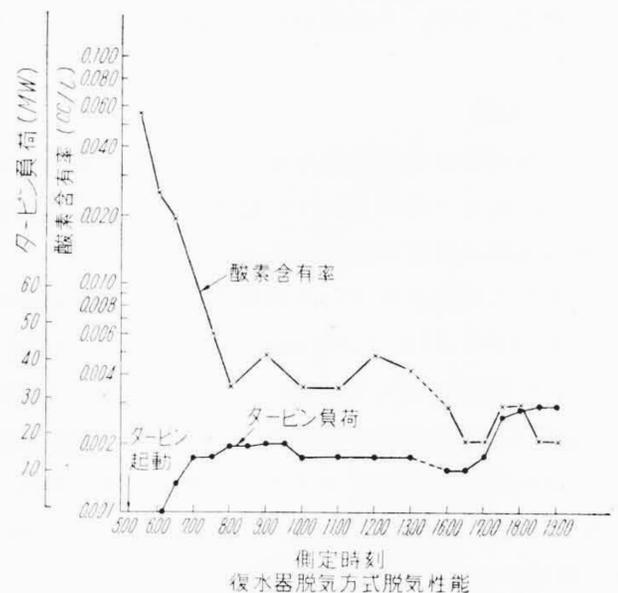
つぎに3% NaClの電解液で電位を測定した結果では、管板、冷却管、熔着金属はどの組み合わせをとっても非常に近い電位を示している。以上のとおり、微量成分の分析結果およびそれらの電位を考えた場合に電気化学的な腐食が発生する危険は少ないと考えられるが、実際的な使用条件における腐食試験を目下実施中である。

4. 復水器脱気法

性能の良い復水器の条件の一つとして復水の酸素含有量になるべく少ないことがあげられる。通常の復水器では酸素含有量は0.03cc/l程度であるが、ボイラ給水として要求される酸素含有量は0.005cc/l以下である。したがって一般のプラントでは復水器で十分脱気できなかった酸素を脱気器で取除いているわけである。この溶存酸素を復水器で0.005cc/l程度まで取除こうとするのが復水器脱気方式である。しかしこれは脱気装置としては条件の悪い真空脱気方式であるので構造的に十分な注意を払わなければ満足な結果は得がたい。アメリカ、ソ連などにおいては比較的高温高压大容量プラントにおいても復水器脱気方式が採用されているが、わが国においては



第14図 復水器脱気方式用復水器



第15図 復水器脱気方式溶存酸素測定結果

実用されている例がきわめて少ない。

日立製作所においては、第14図に示すような特殊な設計を行ない、空気抽出器の容量を大きくするとか、そのほか系統的にも十分な検討を加えて、国鉄川崎火力発電所の60MW発電設備にこの方式を採用して非常に良好な結果を得た。溶存酸素の測定結果は第15図に示すとおりで連続運転中は0.002~0.003cc/lとなっており、十分な性能を発揮している。起動時においても併入後約1時間30分で0.005cc/l以下となっている。この起動時の酸素をさらに少なくするためには、グラウンドがスチームシールのタービンでは、タービンを起動する前に復水器の真空をあげながら復水を再循環し、補助蒸気を使用すれば十分脱気されるものと思われる。

この方式には、いろいろの利点がある。脱気器がなくなるために配置、配管、建屋が簡略化されるので建設費が安くてすみ、さらに急激な負荷変動にも安全に使用できる。

5. 冷却管の材質

復水器冷却管の材質は熱伝達率が大きく、価格も比較的安いという理由でアルミニウムプラス、アドミラルティなどのCuベースの合金が一般に使用されている。しかし最近外国において価格の点からアルミニウムを採用した例があり、また耐食性の点からステンレス鋼の冷却管が使用された例もあり、Cuベース以外の合金も冷却管材として注目されるようになった<sup>(8)~(10)</sup>。

第5表 材質による熱伝達率の比較

材 質	肉 厚	
	BWG #18 (1.245mm)	BWG #16 (1.651mm)
アドミラルティ	1.0	0.96
アルミニウムプラス	0.96	0.91
90-10 キュプロニッケル	0.90	0.84
70-30 キュプロニッケル	0.83	0.76
304 ステンレス	0.58	0.54

## 5.1 アルミニウム

アルミニウムを使用するのはおもに価格の点からで、耐食性は上記のCuベースの合金に比較すると、どうしても劣るのであるが比重が軽いので安くできることが非常に有利である。

わが国のように冷却水はほとんど海水を使用するところではまだまだ検討の余地があると思われるが、アメリカの Wisconsin Electric Power Co, の Oak Creek Station とか Dayton Power & Light Co, の Frank M. Tait Station の復水器ではアルミニウム管を実際に使用して良好な結果を得ている。ただし蒸気速度の速い蒸気入口部とか、濃厚な不凝縮ガスと接する空気冷却部などでは腐食がおこりやすいので、その部分だけは材質を変更するなどの考慮が必要である。

## 5.2 ステンレス鋼

ステンレスの冷却管は熱伝達率が小さいことと、価格が高いという理由で今まではあまり使用されていなかったが実際に使用した結果ではその熱伝達率は非常に良好である。

第5表は HEI に発表されている各種冷却管の熱伝達率の比較表であるが、肉厚 BWG #18 (1.245 mm) のステンレスは同一厚さのアドミラルティの58%となっている。しかしアメリカの Delaware Power & Light Co, の Edge Moor Station で実際に使用した結果ではステンレスの熱伝達率はアドミラルティの90~96%であったと報告している。これと同様の結果が Monongahela Power Co, Rivesville Station においても発表されている。またステンレスは非常に耐食性がすぐれている。肉厚が BWG #18 (1.245 mm) のCuベースの合金で7年間使用できるような条件で、BWG #20 (0.889 mm) のステンレスでは30年以上も使用できることになる。実際に上記 Monongahela Power Co, では BWG #22 を採用している。

そのほかステンレスの特長として冷却管に付着するごみ、皮膜などを簡単な掃除で取除くことができるので、冷却管の汚損度を小さくすることができる。

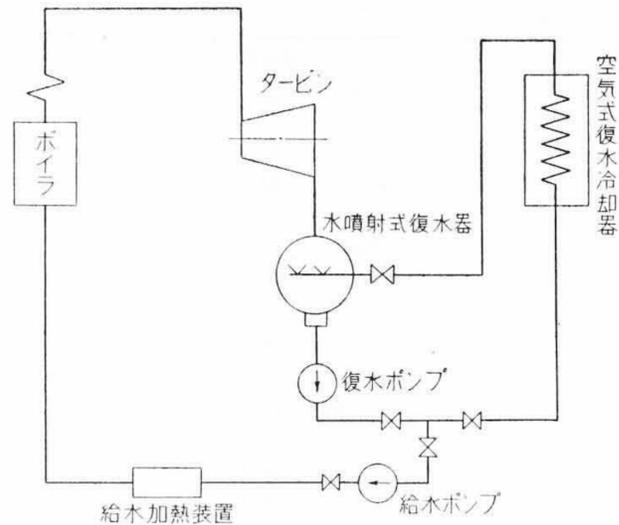
ステンレスは現状ではまだ高価であるが、以上のとおりいろいろの利点があるので特殊な使用条件のもとにおいては経済的に十分使用しうる性質をもっている。

## 6. 空気冷却式復水器

現在の発電所用復水器はほとんど海水、湖水、あるいは河川水を冷却水として使用しており、燃料と同様に冷却水の有無が立地条件の大きな因子となっているわけである。

空気冷却式復水器というのは復水器でとる熱量を大気中に放出しようとするものである。したがって冷却水が不要で、冷却管の管端部から海水が漏れることもないなどいくつかの利点がある。

一方大量の空気を処理しなければならないので復水器が非常に大きくなり、従来のようにタービン架台の下に簡単に据付けることはできない。そうするとタービンから復水器まで大きな排気管を配管



第16図 空気冷却式復水器系統図

しなければならぬということになり、非常に不便である。しかしこの排気管の問題は水噴射式復水器を採用すれば解決できる<sup>(11)</sup>。

第16図はその配管系統図であるが、まずタービンをした排気は水噴射式復水器にはいり凝縮する。復水ポンプを出た復水の一部分は空気式復水冷却器にはいり、空気と熱交換をし、この復水は水噴射式復水器の冷却水として噴射される。ほかの復水は、給水ポンプ、給水加熱器をとってボイラに給水されるわけである。

このような系統にすると、復水器は比較的小さくなりタービン架台の下に据付けることができるので、上に述べたような大きな排気管は不要となる。その上復水器と空気式復水冷却器の間は復水配管のみをつなげばよいので、空気式復水冷却器は最も適当な場所に据付けることができる。そのほかに、この方法によれば冷却水がまったく不要で、表面接触式復水器のように冷却管のよごれによる熱伝達率の低下をおこすこともない。

今までこの空気冷却式復水器は、空気と蒸気あるいは空気と復水の熱交換器が非常に大きくなり経済的に高くなるので、冷却水の特に少ない場所以外ではほとんど使用されなかったのであるが、熱交換器も性能の良いものが研究されているので、この空気式復水器は見直す必要があるものと考えられる。

## 7. 結 言

以上今後の高温高圧火力プラントや原子力プラント用復水器にとって最も重要な復水の純度向上の問題を中心として、最近の一般的すう勢と研究および実績の一端を述べた。

日立製作所においてはこれらのプラント用として十分な性能と信頼度を有する復水器の製作体制をととのえつつあるが、われわれは今後のこの分野の発展のためさらに努力を重ね、各位のご期待に沿いたいと考えている。

## 参 考 文 献

- (1) R. C. Ulmer: Combustion 28, 61 (Dec. 1956)
- (2) C. B. Campbell, C. C. Frank, J. C. Spahr: ASME Paper 56-A-156 (1956)
- (3) J. H. Harlow: ASME Paper 56-A-165 (1956)
- (4) L. H. Hawthorne: Welding Condenser Tubes (May 1957)
- (5) J. F. Sebal, L. H. Hawthorne: Power 102, 94 (Mar. 1958)
- (6) J. F. Sebal, L. H. Hawthorne: Power 102, 92 (Apr. 1958)
- (7) J. F. Sebal, L. H. Hawthorne: Power 102, 108 (Jun. 1958)
- (8) W. A. Pollock: Power Engineering 63, 74 (Jun. 1959)
- (9) High Heat Transfer Stainless: Power 103, 75 (Feb. 1959)
- (10) What Stainless Condenser Tubes do at Monongahela Power: Power Engineering 63, 78 (Dec. 1959)
- (11) W. W. Schroedter: Combustion 30, 47 (Sep. 1958)