

復水器用銅合金 / チタン二重管

辻野憲明・源 堅樹

神鋼メタルプロダクツ株式会社

Duplex Tube for Power Plant Condensers

Noriaki Tsujino・Kenju Minamoto

近年、原子力開発の遅延傾向の中で既設発電所の寿命延長が重要課題となっており、復水器についても細管取替による長寿命化の期待が高まっている。近年では復水器細管にはチタン管が多用される傾向にあるが、薄肉チタン管は強度面から支持板間隔を銅合金管復水器より狭くとする必要があるため、すでに銅合金管が使用されているプラントでは薄肉チタン管は適用範囲が制限される。

そこで、チタン管の耐食性と銅合金管の強度とを併せ持つ二重管が既設プラントの補修材として脚光を浴びてきた。

神鋼メタルプロダクツ(株)ではこれらのニーズに応えるべく、内面または外面に薄肉チタン管を併せた銅合金 / チタン二重管を開発し、好評をえている。第 1 表に代表的な二重管の仕様を、第 2 表に納入実績を示す。

1. 内面チタン二重管

写真 1 に復水器用銅合金 / チタン二重管の一例を示す。

1) 機械的性質は銅合金細管とほぼ同様であるので装着範囲の制約がなく、全管に適用することができる。

2) 内管はチタンなので耐食性がきわめて優れている。防食対策として部分取替も可能であり、全管に適用すれば全チタン管復水器と同等の性能がえられる。

3) 拡管加工性が優れているので使用中のネーバル黄銅管板をそのまま使って細管を二重管に取替えるのみで良い。したがって、全チタン管復水器に改造する場合にくらべて大幅なコストダウンと工期短縮が期待できる。

4) 復水器条件での熱貫流率は、新管の状態ではアルミニウム黄銅管にくらべて約 90% であるが、適正条件での洗浄をおこなうことにより運転中の洗浄度は全チタン管復水器と同様に高いレベルを維持できる。したがって、使用中はアルミニウム黄銅管復水器よりもかえって高い伝熱性能がえられる場合もある。

5) 内径は通常の銅合金管と同じなので、管内流速を従来と同じにとっても冷却水量は増加しない。したがって循環水ポンプや配管などは従来そのまま使用可能である。

6) 外管に 3% キュプロニッケル (商品名: コーベニック) を使用すると応力腐食割れ感受性がないので、たとえば管孔径が不揃いになった管板で過剰に拡管されたとしても、割れの懸念がない。

また外管はアルミニウム黄銅または 10% キュプロニッケルでも製作可能である。

2. 外面チタン二重管

空気冷却部とその近傍に見られるアンモニアアタックに対してもチタンは優れた耐食性を示す。したがってアンモニアアタック対策であれば外面に薄肉チタン管を合わせた二重管が有効である。外面チタン二重管は内管がアルミプラスであり、かつ

内径も他の管と同じであるので、薄肉チタン管にくらべて防汚特性に優れるという利点も持っている。

3. 二重管の使用時の注意事項

1) 電気防食の面では一部にチタン管が使用されている復水器と同様に管板面で 500 ~ 750mV SCE の範囲で運用するのが望ましい。

2) 内面チタン二重管の場合は管板面は樹脂ライニングを施すほうが望ましい。

第 1 表 代表的二重管の仕様

Table 1 Duplex tube specifications

内面材質 肉厚 mm	外面材質 肉厚 mm	引張強さ N/mm ²	接着力 N/mm ²	押広試験
チタン (0.3)	3% キュプロニッケル* (0.945)	> 360	> 0.5	60° 1.25D
アルミプラス (0.945)	チタン (0.3)	> 350	> 0.3	60° 1.14D

*3% キュプロニッケルを標準とするが、アルミプラスまたは 10% キュプロニッケルでも製作可能。

第 2 表 二重管の納入実績

Table 2 Supply records of duplex tubes

発電所	ユニット	本数	延長 km	重量 ton	納入時期	備考
A 発電所	1	10 992	202	150	1997	
	2	7 054	129	97	1995, 1998	
	3	11 008	202	150	1996	
	4	10 960	200	149	1997	
	5	8 864	169	160	1997	
S 発電所	1	5 922	114	108	1997	
	2	8 346	192	181	1995	
	3	11 151	256	241	1996, 1998	
	4	9 419	220	254	1998, 1999	
K 発電所	5	2 500	61	54	1999	外面チタン二重管
合計		86 216	1 745	1 544		



写真 1 復水器用銅合金 / チタン二重管

Photo 1 Duplex tube for power plant condensers