

神戸製鋼所 福原義浩, ○児山佑二, 沢久栄一郎, 上窪文生,
成田憲二

1 緒言 チタンは耐食材料として各種化学プラント, 海水淡水化装置, 発電用復水器などの熱交換器用管として多量に使用されてきたが, これらの管はほとんどが内外面が平滑な, いわゆる平滑管である。チタン管がほとんど平滑のままもちいられてきた理由のひとつに, 表面に加工を加えて異形にすることが他の金属にくらべて難しいことが挙げられる。しかし, 最近チタンでは伝熱性能向上の為, 高性能異形伝熱チタン管が作られ, 実用化される様になってきた。

本稿では, 当社で開発し, 使用実績のあるチタンローフィン管(以下LFT)の製造法およびその特性調査結果を紹介する。

2 製造方法

2.1. LFT用素管の材質およびサイズ

LFT用素管として以下のものを用いた。 a) 材質, JISH4631 TTH35W b) サイズ, 19.05φ×1.24t, 19.05φ×1.65t, 25.4φ×1.24t

2.2 LFTの転造条件の検討結果

a) LFT用素管としては, とくに管内面の溶接ビード高さを極力抑えることが望ましく, b) また, 転造時, 工具との焼き付きを軽減するために, 650℃~700℃で大気中焼鈍し, 酸化皮膜をつけた。

転造方法については原理的には従来の銅合金の転造方法と同様であるが, チタンのLFTの転造加工の場合以下の問題があることがわかった。

a) チタンの焼付性のため, 工具との摩擦力が大きくて, フィンが立ちにくい。 b) フィンが立ちにくいいため, フィンの高さを低くして, その代わりにフィン数を増やすことによって伝熱面積をかせぐ必要があるが, フィン数を増やすと円盤工具の厚さが薄くなり, 円盤にかかる荷重が高くなり, 円盤の寿命が短くなる。これらの問題を解決するため, 潤滑材, 工具の材質, 工具形状, 工具の配列などについて検討し, 最適な転造条件を見いだした。 a) 潤滑材は特別に固体の潤滑材を開発した。 b) 工具の材質は硬さより耐折損性を重視して選定したし, 工具の形状と配列については, フィンが立ちやすいこと, フィンが必要以上に薄くならないこと, 工具が折れにくいことなどを考慮した。

3 特性調査結果

LFTの伝熱性能, 疲労特性, 腐食特性および硬度測定等の特性調査を行なった。 a) LFTの総括伝熱係数は平滑管の約3倍の値を示し伝熱面積の増加による効果が明らかである (Fig. 1.)。 b) LFTの焼鈍材及び未焼鈍材の内圧疲労試験の結果, 未焼鈍材の疲労強度(1×10⁵)は焼鈍材の約1.3倍の数値を示した。これは転造により管の外面に圧縮加工がなされているためと推定された。 c) LFTと平滑管の耐食性(耐隙間腐食性, 耐応力腐食割れ性, 耐水素吸収性)の調査の結果, LFT材は本質的には劣化することなくむしろ改善され, 実用上何ら問題のないことが明らかとなった。 d) LFTのフィン部の硬度測定の結果, 各位置の硬度値は同程度の値を示し, 均一な加工が加わっていることが分った。

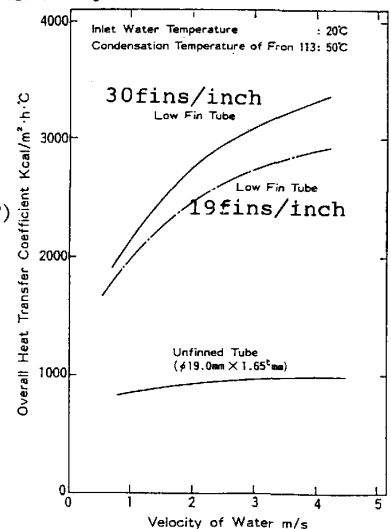


Fig. 1 Relation between velocity of water and overall heat transfer coefficient