

高精度寸法ライナ

1 緒言

弊社は、耐摩耗性を必要とする部分へのライナ製品を製造し、これらのライナは鉄鋼メーカを中心に広く用いられている。

ライナ製品は、環境などの使用条件に応じて選ばれるが、大きく分けて高硬度の溶材を溶接する溶接ライナ、耐衝撃性を加味した鋼材に高硬度材料を鑄かけした厚肉製品（当社商品名ESTライナ）、耐摩耗特性の優れた材料を溶射したライナがある。

水などの流体物を搬送する管内にもライナが使用される場合があるが、特に土砂を含む流動物の搬送には、耐摩耗性が要求されることが多い。

このような管内を通過する土砂などを含む流動物の進行方向をコントロールするための弁を管内に使用する際、弁と管内に使用するライナ内面との隙間の公差が非常に狭く設定される場合が多い。

そこで、当社が行っているライナ製品の中で、水力発電用に使用され、弁との寸法公差が0.15mm以下である高精度寸法ライナ（シートライナ）を例にライナ製造技術について紹介する。

2 高精度寸法ライナの選定方法

2.1 摩耗性能について

(A) 材質選定

①キャビテーション・エロージョン性

ライナ部品の耐キャビテーション・エロージョン材料の選定は、耐摩耗に有効と言われている高硬度かつ加工硬化性も加味して検討される。表-1に各材料の代表的な性質

と耐用比較を示す。水力発電用のシートライナは、SUS304とSUS410がそのまま表面処理なしで使用される場合も多いが、キャビテーションの蒸気泡崩壊に伴う衝撃圧により材料表面が加工硬化するため硬さの低いSUS304がSUS410と耐キャビテーションにおいて同等の耐用を示す傾向が見られる。しかし、最近ではCo系材料を表面処理したライナの使用例も増加傾向にある。その理由として、各地の水力発電機器実地調査報告^(※1)によれば、この材料の表面処理膜の加工硬化により、SUS410の2～6倍の耐用を示すことが知られている。

まず、材料硬さ、加工硬化能および製品の安定性を考慮して、ライナの使用環境に適した材料を選定する。

②矯正

自溶合金溶射法での製作では、フュージング処理や加工中に大きな歪が発生した場合、矯正できないという問題がある。現状の施工法および加工法では、このような歪を制御することが困難な場合もある。そこで、キャビテーション・エロージョン性を考慮した上で歪矯正可能な延性特性の高いCo系No.2を選定することも多い。

(B) 施工方法の選定

①密着強度

フュージング処理を行う自溶性合金溶射法と肉盛溶接法の比較例を表-2に示す。肉盛溶接法は、自溶性合金溶射法と同様に高い密着強度を示す。剥離強度が特に必要とする場合は、肉盛溶接法を採用する場合も多い。

表-1 各材料の代表的な性質と耐用比較

種類	化学成分 (wt%)								硬さ HCR	加工硬化能	耐用比 1 ^{*1}	耐用比 2 ^{*2}
	Ni	Co	Cr	Mo	W	Fe	C	その他				
SUS410	—	—	13	—	—	Bal.	<0.15		<11	×	1	
SUS304	8	—	18	—	—	Bal.	<0.08		<11	○	1	1
Co系 No.1	<3	Bal.	28		4	<3	1		35 42	◎	6	1.9
Co系 No.2	<2.5	Bal.	27	5	—	<3	0.25		25 30	○◎	>2 ^{*3}	5.2
Ni基 自溶性合金	Bal.	<1	15	—	—	<5	0.75	B,Si有	60 65	△	>6 ^{*3}	31(SFNi4)

※ 1…1956年ASME年次大会 キャビテーションシンポジウム報告より(各地の水力発電機器実地調査結果)。

※ 2…弊社、エンドレスエメリ摩耗試験結果より。

※ 3…Co系No.2、Ni基自溶性合金の耐用性は、硬さ、加工硬化能、※1より推量した。

表-2 自溶性合金溶射法と肉盛溶接法の比較例

項目	自溶性合金溶射法 (フュージング処理)	肉盛溶接法
母材への溶け込み	拡散層 50 μ	最良施工→500 μ
密着強度	200MPa	同左+ α

3 製作方法について

3.1 製作手順、加工方法

高精度寸法ライナの標準的な製作手順および加工方法を図-1に示す。ワイヤカットおよびNC加工は、マシニング制御にて行う事が多い。マシニングによる加工精度には、一般的に0.01mm程度の許容値が設けられる。NC加工で利用したマシニング制御装置の測定精度の例を表-3に示す。

3.2 熱処理方法

表面処理実施後、残留応力除去などの目的で、表-4に

示すような熱処理を施す。

3.3 矯正方法

溶接後および加工後に発生した歪が、製作工程や完工製品に支障をきたす場合は、シートライナに銅板をはさみ油圧プレス機を用いて矯正する。矯正時に剥離やクラック発生させない施工方法と表面材料の選定が重要である。

3.4 寸法検査

各検査位置の寸法検査を行うが、その検査方法をシートライナを例に図-2に示す。各加工工程での検査は、隙間ゲージで加工による歪のみを測定する。穴加工後に寸法公差の上限と下限の限界ゲージを製作し、最終検査を行う。最終検査で用いる限界ゲージは、NCフライス盤で製作し、3次元測定を行う。

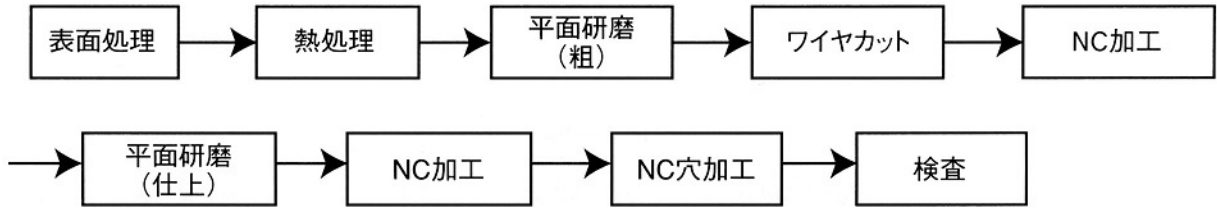


図-1 製作手順および加工方法

表-3 マシニング制御装置測定精度の一例

検査装置	許容値	測定値		
		0.01以内 X軸	0.009以内 Y軸	0.011以内 Z軸
レーザー 測定機		0.0031	0.003	0.0068

※製造元:ワイヤカット…ファナック、NCフライス盤…牧野精機
マシニング制御装置…ワイヤカット、NCフライス盤共にファナック

表-4 Co系の熱処理条件

熱処理方法	昇温(加熱)	保持	降温(冷却)
SR	2 $^{\circ}$ C/min	600 $^{\circ}$ C \times 240min	炉冷

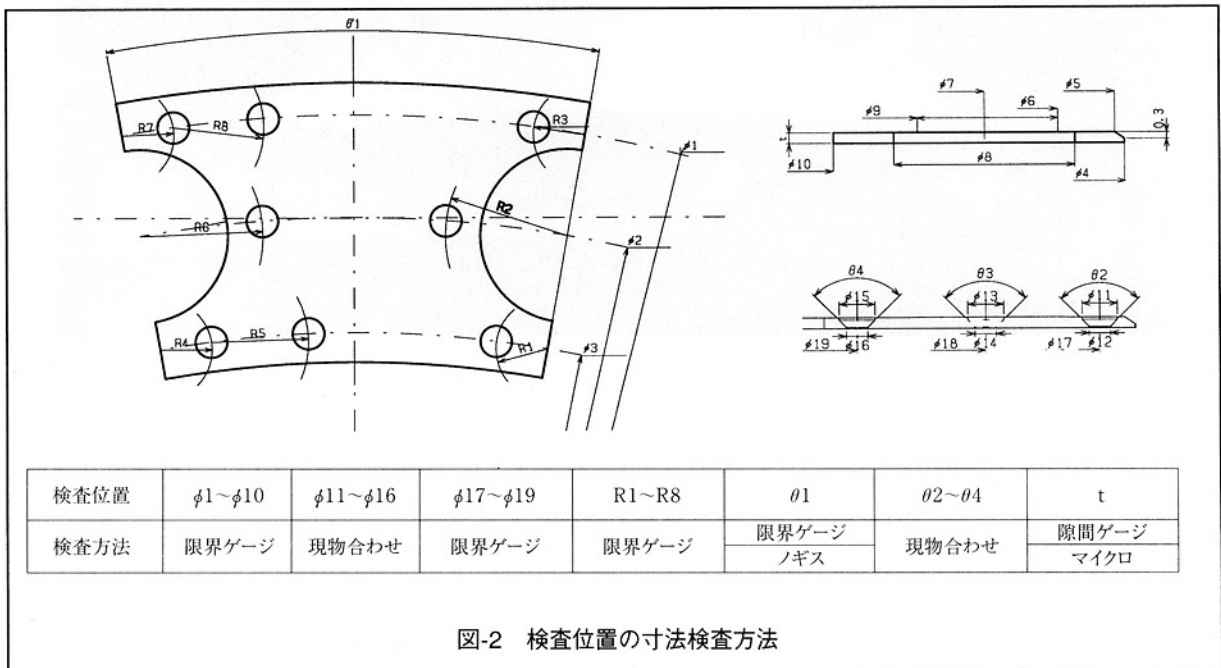


図-2 検査位置の寸法検査方法

3.5 品質検査

代表的な品質検査方法を下記に示す。

- ・硬度検査…平面研磨(粗)の工程後に、エコーチップにて測定を行う。
- ・浸透探傷検査…肉盛溶接後と穴加工後に検査を行う。
- ・超音波探傷検査…穴加工後に検査を行う。

4 ライナ取付方法について

4.1 コーキング衝撃に対する割れの発生について

ライナの取り付けには、ネジ部の頭部分をハンマリングによってつぶすコーキング処理が行われる場合がある。フェーシング処理自溶性合金溶射品、Co系No.2肉盛品共にコーキング処理の衝撃で割れが発生しないことを確認している。各材料の機械的性質を表-5に示す。

図-3に水力発電用シートライナの実製品を参考までに示す。

5 製作管理

5.1 全数製作時の歪範囲

全数製作時の歪の管理方法については、お客様と協議打合せし決定する。

6 結言

耐摩耗性を必要とする部位に使用されるライナは、使用環境によっては耐食性や耐熱性を加味する必要性のある場合も多い。しかも、使用される場所によっては寸法精度が厳しく要求されることもあるので、総合的に検討しなければならない。

当社は、鑄かけ・溶接・溶射を総合的に行い、適材適所の材料選定から施工技術を駆使した高精度寸法ライナの製造方法技術や品質管理技術を有している。

このように弊社はお客様のご満足いただける総合ハードフェーシングメーカーとして展開できます。

表-5 各材料の機械的性質の1例

	引張強さ(MPa)	0.2%耐力(MPa)	伸び(%)	衝撃値J/cm ²
SUS304	520	205	40	—
SUS410	540	345	25	98
Ni基自溶性合金	314	—	—	—
Co系No.1	896	541	1	0.46
Co系No.2	694	494	9	2.33



図-3 水力発電用シートライナ

[問い合わせ先]

技術開発センター

Tel. 093(871)0761 古田 博昭

Fax. 093(882)0522