

気化性防錆剤 (VCI)

1. はじめに

輸出超過による貿易摩擦が新聞紙上を賑わしています。貿易、特に輸出は日本経済にとって不可欠なものですが、一方、輸出時における錆による経済損失は2兆円ともいわれております。

こうした状況をふまえてスリーボンドでは、本年6月にスリーボンド1870番シリーズとして気化性防錆剤をシリーズ化して発売いたしました。気化性防錆剤は技術的に体系化されましたが、その歴史が比較的浅いため、防錆補助的な役割しか果たしていませんでした。

今回は、気化性防錆剤が将来の防錆包装の主流となるべくその機能を記述し、併せて新しい手法をも紹介いたします。

目 次

1. はじめに.....1	14. スリーボンドの気化性防錆剤の防錆効果.....7
2. 気化性防錆剤とは.....2	15. 気化性防錆剤の有効性の確認方法.....8
3. 気化性防錆剤の位置付け.....2	(1) 現状及び開発の必要性.....8
4. 気化性防錆剤の形態.....2	(2) インジケータの手法について.....8
5. 気化性防錆剤の種類.....2	(3) 発色の構成要素.....8
6. 代表的な気化性防錆剤.....2	(4) 化学的機構.....8
7. 代表的な気化性防錆剤の構造.....3	(5) 発色度合の定量化.....8
8. 代表的な気化性防錆剤の防錆効果.....3	(6) 気化性防錆剤揮散量と色差の関係.....9
9. 気化性防錆剤の腐食抑制機構.....4	(7) 気化性防錆剤揮散量と発色度及び防錆力の関係.....9
10. 気化性防錆剤の腐食抑制効果.....5	(8) 考察.....10
11. 気化性防錆剤の毒性.....6	(9) まとめ.....10
12. 気化性防錆剤適用上の一般的な注意事項.....6	16. おわりに.....10
13. スリーボンドの気化性防錆剤.....7	《参考文献》.....10

2. 気化性防錆剤とは

気化性防錆剤とは固体・液体の区別なく常温で気化性を有する金属腐食抑制剤のことをいいます。

一般に気化性防錆剤は固体・液体の区別なく、例えば家庭で防虫剤として使用しているナフタリンや樟脳、パラジクロルベンゼンなどのように常温で徐々に気化する化合物、または混合物です。その気化ガスは、金属表面に化学的・物理的に吸着したり反応するとか、あるいは金属の腐食を防止する雰囲気を形成するなどして金属の腐食を防止するものといえます。

気化性防錆剤は一般に英語名の頭文字をとって VCI (Volatile Corrosion Inhibitor) または VRI (Volatile Rust Inhibitor) と呼ぶ場合が多い。

3. 気化性防錆剤の位置付け

気化性防錆剤は図 - 1 から明らかなように、防錆・防食分野に於いては「包装」の項目に分類されます。

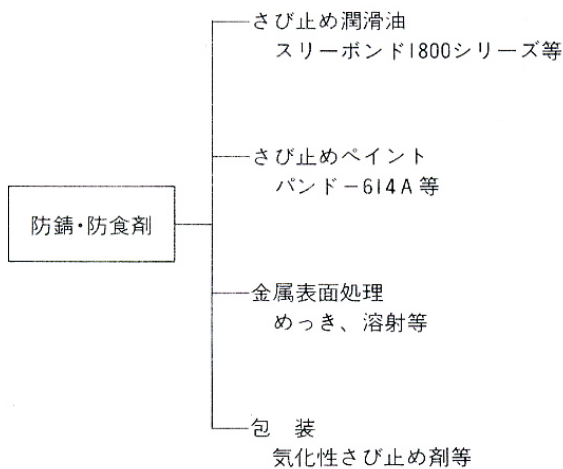


図 - 1 防錆・防食剤の分類

4. 気化性防錆剤の形態

気化性防錆剤を用いた商品は、次のような形態があります。

- | | |
|-----------|----------|
| (1)粉末 | (6)デバイス |
| (2)タブレット | (7)エミッター |
| (3)防錆油 | (8)テープ |
| (4)水溶性防錆剤 | (9)フィルム |
| (5)防錆紙 | (10)その他 |

5. 気化性防錆剤の種類

(1) 鉄鋼用気化性防錆剤

- アミン類の亜硝酸塩類
- アミン類のカルボン酸塩類
- アミン類のクロム酸塩類
- カルボン酸のエステル類
- これらの混合物

鉄鋼用としては気化性の早い安息香酸モノエタノールアミン塩を併用する場合が多い。

(2) 銅及び銅合金用気化性防錆剤

- 複素環状化合物 (Hetero cyclic compounds)
- トリアゾール (Triazole) 環
- ピロール (Pyrole) 環
- ピラゾール (Pyrazole) 環
- チアゾール (Thiazole) 環
- イミダゾール (Imidazole) 環を有するもの
- チオ尿素 (Thiourea) 類
- メルカプト (Mercapto) 基を有するもの

6. 代表的な気化性防錆剤

- | | |
|------------|---|
| 1 BTA | :Benzo triazole
(ベンゾトリアゾール) |
| 2 TTA | :Tolyl triazole (Methyl benzotriazole)
(トリルトリアゾール) |
| 3 DICHA | :Dicyclohexyl ammonium nitrite
(ダイカン) (ジシクロヘキシルアンモニウムナイトライト) |
| 4 DICHA・SA | :Dicyclohexyl ammonium salicylate
(ジシクロヘキシルアンモニウムサリシレート) |
| 5 MEA・BA | :Monoethanolamine benzoate
(モノエタノールアミンベンゾエート) |
| 6 DICHA・BA | :Dicyclohexyl ammonium benzoate
(ジシクロヘキシルアンモニウムベンゾエート) |
| 7 DIPA・BA | :Diisopropyl ammonium benzoate
(ジイソプロピルアンモニウムベンゾエート) |
| 8 DIPAN | :Diisopropyl ammonium nitrite
(ダイパン) (ジイソプロピルアンモニウムナイトライト) |
| 9 CHC | :Cyclohexylamine carbamate
(シクロヘキシルアミンカーバメイト) |
| 10 NITAN | :Nitro naphthalene ammonium nitrite
(ナイトアン) (ニトロナフタレンアンモニウムナイトライト) |

11 CHA·BA :Cyclohexylamine benzoate
(シクロヘキシルアミンベンゾエート)

12 DICHA·CHC:Dicyclohexyl ammonium
cyclohexanecarboxylate
(ジシクロヘキシルアンモニウム
シクロヘキサンカルボキシレート)

13 CHA·CHC :Cyclohexylamine cyclohexane
carboxylate
(シクロヘキシルアミン
シクロヘキサンカルボキシレート)

14 DICHA·AA :Dicyclohexyl ammonium acrylate
(ジシクロヘキシルアンモニウムアクリレート)

15 CHA·AA :Cyclohexylamine acrylate
(シクロヘキシルアミンアクリレート)

16 その他

7 . 代表的な気化性防錆剤の構造

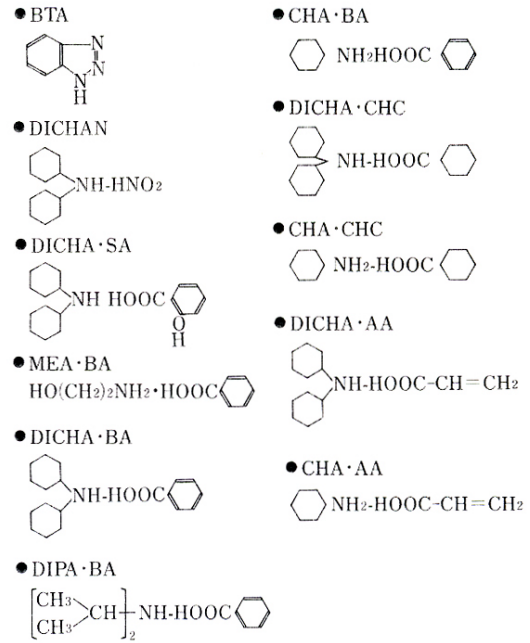


図 - 2 代表的な気化性防錆剤の構造

8 . 代表的な気化性防錆剤の防錆効果

表 - 1 各種金属に対する防錆効果

防 錆 剤	BTA	DICHA	DICHA·SA	MEA·BA	DICHA·BA	DIPA·BA	CHA·BA	DICHA·CHC	CHA·CHC	DICHA·AA	CHA·AA
銅	◎	◎	○	○	△	◎	◎	◎	○	○	○
燐 青 銅	△	△	◎	×	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
黄 銅	○	○	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	○	◎
アルミニウム	△	○	○	◎	◎	◎	×	◎	△	○	○
耐食性アルミニウム	◎	◎	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	×
亜鉛ダイカスト	○	○	○	◎	○	○	○	◎	◎	○	○
ジュラルミン	◎	○	◎	◎	○	×	△	○	◎	◎	○
マグネシウム合金	◎	△	○	◎	○	◎	○	○	○	◎	○
アルマイト	×	×	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
光沢クロムめっき	○	◎	×	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎
硬質クロムめっき	○	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
光沢亜鉛クロメートめっき	×	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
光沢亜鉛めっき	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	○
熔融亜鉛めっき	△	△	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	△	○
銀めっき	△	○	×	◎	◎	△	○	◎	○	○	◎
ニッケルめっき	△	○	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	○
半田めっき	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○	◎	◎
錫めっき	○	○	×	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
カドミウムめっき	×	◎	◎	◎	◎	×	◎	◎	×	×	×

判定◎：防錆力があり、また他より防錆力が強い

○：防錆力が他と比べて弱い

△：防錆力がないかまたは逆効果

×：防錆力がないかまたは逆効果（腐食促進）

条件 温度50℃、湿度90RH% 期間70日

9 . 気化性防錆剤の腐食抑制機構

(1) 鉄鋼用

a. 亜硝酸塩類 (DICHAN)

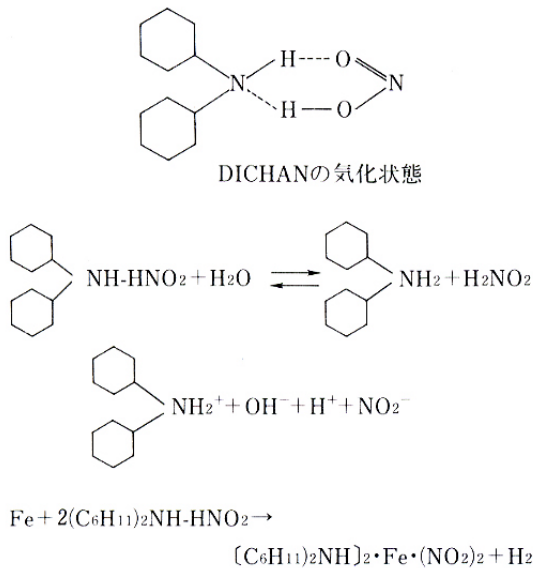


図 - 3 亜硝酸塩類

金属面に空気中の水分が結露する場合、このように徐々に気化した DICHAN が、この結露水中に溶解して酸素や液体の水が金属と反応してさびになるのを防止します。

b. アミンのカルボン酸塩類

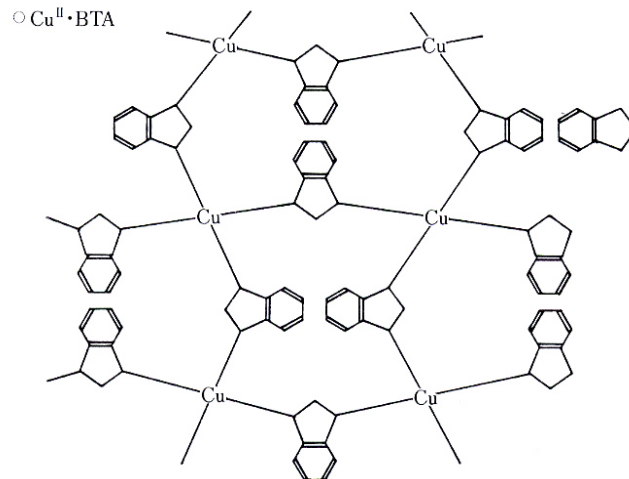
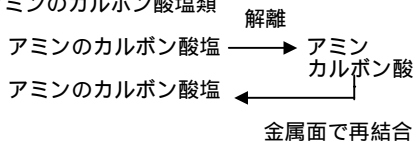


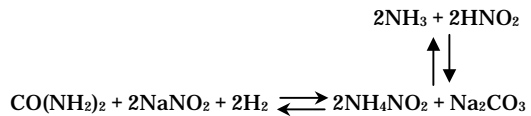
図 - 5 Cu ·BTA の場合

このようにアミンのカルボン酸塩類の場合はアミンとカルボン酸に解離したものが金属面で再結合してアミンのカルボン酸塩類に戻り金属の腐食を防止します。

c. 混合系

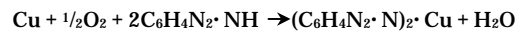
単独では気化性のないものも混合物系では空気中の水分を吸湿することによって加水分解し気化します。

亜硝酸ソーダと尿素の場合



(2) 銅及び銅合金用

銅及び銅合金用の BTA や TTA などの腐食抑制機構は単なる吸着や錯化合物皮膜の形成によるものではなく次のように反応して、ベンゾトリアゾール銅塩 (Cu·BTA) の皮膜形成によるものと考えられます。



一方、銅のイオン状態により図 - 4、図 - 5 に示すようなポリマー状化合物を形成しています。

図 - 4、図 - 5 に示すような保護皮膜の厚さは 50 から 2000 程度あり、単なる Cu·BTA の皮膜だけでなく、Cu₂O および Cu·BTA からなる多重皮膜です。

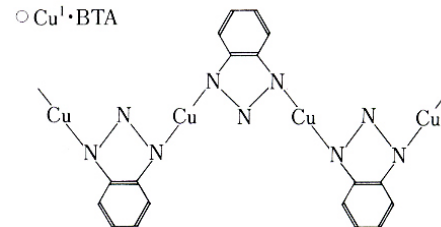
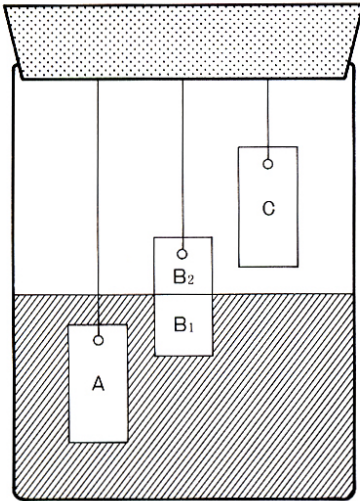


図 - 4 Cu ·BTA の場合

10. 気化性防錆剤の腐食抑制効果

(1) 水溶液における効果

気化性防錆剤の水溶液もまた防錆効果を有します。図 - 6 のように研磨した鋼試験片を各濃度で試験した結果は、表 - 2 のとおりです。この結果から DICHAN の蒸留水中での有効限界濃度は 0.01wt% 程度であることがわかります。



条件 試験片：SAE-I020
温度：37.8℃
時間：500h

図 - 6 水溶液の防錆力試験装置

表 - 2 DICHAN 蒸留水溶液の防錆効果

試験片 濃度 (wt%)	A	B		C
		B ₁	B ₂	
0	×	×	×	×
0.01			×	×
0.10			×	×
1.00			×	×
2.00				
3.00				

×：発錆 ○：僅かに発錆 □：完全防錆

(2) 気相における効果

気化性防錆剤が気相で防錆効果を発揮するのはいうまでもありませんが、いずれの防錆材も直ちに効果を発揮するわけではありません。蒸気圧等の関係で初期効果のバラツキが大きく代表的なものを表 - 3 に示します。

表 - 3 代表的気化性防錆剤の初期効(20±1)

時間(h)	DICHAN	DIPAN	CHC
1/4	×		
1/2	×		
1	×		
2			
3		-	-
4		-	-
5		-	-
16		-	-
20		-	-

(気化性防錆力の判定基準)

判定基準	表示	合・否
発錆なく、完全に規定に合格するもの		合格
若干の点錆あり規定に不合格なるも、効果が明確に認められるもの		不合格
発錆あるも空試験と比較して多少効果が認められるもの		不合格
空試験と同等に発錆し、効果が認められないもの	×	不合格

一方気相での防錆効果は初期効果と共に最低必要量又は濃度にも大きく依存します。その結果を表 - 4 に示します。これからもわかるように、おおよその目安として最低必要量 5mg/l 程度であることがわかります。

表 - 4 代表的気化性防錆剤の最低必要量

(20±1、20h)

VCH(mg/l)	DICHAN	DIPAN	CHC
50			
40			
30			
20			
10			
5			
4		~	~
3	×~		~
2	×	×	×
1	×	×	×

(判定基準と表示は表 - 3 と同じ)

11. 気化性防錆剤の毒性

代表的気化性防錆剤 DICHAN は、一般の使用状態で大量に飲まない限り毒性も累積作用もなく安全であるが、口中で多少の苦味と鼻粘膜を刺激するので、大量に常時取り扱う場合はマスクなどの使用が好ましい。参考までにカルフォルニア大学薬学部公報の要約を表 - 5、表 - 6 に示します。

12. 気化性防錆剤適用上の一般的な注意事項

(1) 標準的な使用量は表 - 7 を参考にすると共に、メ

ーカーの指示に従って下さい。

- (2) 気化ガスのおおよその到達距離は 30cm 以内です。それ以上は離さないで下さい。また防錆紙の場合は薬品の適用面を内側にして使用して下さい。
- (3) 気化ガスは空気より重いので防錆を必要とする空間のできるだけ上部で使用して下さい。
- (4) 100 以下で、なるべく中性に近い状態で使用し、直射日光のあたらない乾燥冷暗所に保管して下さい。
- (5) 非鉄金属や非金属材料が組み合わさっている場合は、あらかじめ十分に考慮して下さい。
- (6) 前処理は完全に行い、長期防錆の場合はなるべく密閉状態かそれに近い状態にして下さい。

表 - 5 気化性防錆剤の経口投与試験

薬品名		対象動物	LD ₅₀ (mg/kg)
DICHAN		二十日ネズミ	205 ± 15
		モルモット	350 ± 50
		家 兔	440 ± 20
BTA	純度95%	二十日ネズミ	500
	純度98%	二十日ネズミ	937 ± 28
TTA		二十日ネズミ	675

力大薬学部公報は DICHAN のみ

表 - 6 関連物質の動物実験値 (二十日ネズミ)

薬品名	LD ₅₀ (mg/kg)
ジシクロヘキシルアミン	500
シクロヘキシルアミン	710
ジイソプロピルアミン	550 ~ 770
モノエタノールアミン	15,000 ~ 20,000
モルホリン	1,050
安息香酸	1,700
尿素	12,000以上
亜硝酸ソーダ	180 ~ 277
ギ酸	1,210
酢酸	4,960

表 - 7 気化性防錆剤の標準的使用量

形態	標準的使用量
粉末	1g / (30cm) ³
溶液	鉄鋼用の場合、0.5%の濃度
防錆紙	(30cm) ³ に対して (30cm) ² または対象物の見掛け表面積と同程度の防錆紙

13. スリーボンドの気化性防錆剤

(1) Three Bond 1871

気化性防錆剤を 55 × 35mm のスポンジに内包したタイプで、1個 100 l の空間を防錆雰囲気にします。これは種々の金属に対して効果があり、銅、銅、アルミニウム、耐食性アルミニウム、アルマイト、亜鉛ダイカスト、硬質クロムめっき、光沢亜鉛クロメートめっき、ジュラルミン、銀めっき、半田めっきに対して有効です。

一方燐青銅、黄銅、亜鉛、光沢亜鉛めっき、溶解亜鉛めっき、光沢クロムめっき、マグネシウム合金、カドミウムめっき、錫めっきに対しては悪影響を及ぼすので、使用に際しては留意を要します。用途としては、輸送・保管の防錆包装材料として期待されます。

(2) Three Bond 1872

全金属を対象とした気化性防錆剤で、スポンジに内包したり含浸したり様々な形状用途に利用できます。

(3) Three Bond 1873, Three Bond 1873B

(気化性防錆シート)

気化性防錆剤を不織布に含浸したタイプで、全金属を対象とした Three Bond 1873 と鉄を対象とした Three Bond 1873B の 2 商品があります。幅 1 m × 長さ 100m の原反と幅 25cm × 長さ 30m のロール状(ミシン目加工有)の 2 種類を揃え、小物部品の包装やクッション性を兼ね備えた金型内面防錆剤として利用できます。

(4) Three Bond 1874 (気化性防錆袋)

全金属を対象とした気化性防錆剤を特殊不織布に含浸し、更に不透湿フィルムをラミネートしたシートで製袋したものです。サイズは 100 × 150、150 × 200、150 × 250、200 × 350、250 × 300 の 5 種類が標準サイズです。その他のサイズについては特注品として対応が可能です。

用途としては小物類、小型部品等の防錆包装ですが、不織布、フィルムに特殊な材質を使用しているため、包装後のヒートシールも可能であり密閉状態が保たれ、より防錆効果が持続します。

また袋の片面は透明になっていますので従来から使用されているビニール袋と同様に内容物の識別が一目瞭然となります。

一方、こうした技術手法を転用して次のような商品の開発も可能で、商品としての供給も可能です。

レジャー、スポーツ用品等の保管に。たとえばゴルフクラブのアイアンヘッドの形状に溶断することによりアイアンの防錆及びクラブ輸送時の傷つき防止クッション

材になります。また長尺物に製袋することによりシーズンオフ中のスキー板のエッジ及び金具の防錆剤としての用途も考えられます。

(5) Three Bond 1875, Three Bond 1875B

Three Bond 1875 全金属用気化性防錆剤のエアゾール品で、特に鉄、銅をはじめ多種類金属共存系における防錆剤です。

Three Bond 1875B 鉄を対象とした気化性防錆剤のエアゾール品です。

以上の気化性防錆剤シリーズの各種金属に対する有効性をまとめると次のようになります。

14. スリーボンドの気化性防錆剤の防錆効果

表-8 各種金属に対する防錆効果

金属	防 錆 剤					
	TB1871	TB1872	TB1873	TB1874	TB1875	TB1875B
銅	◎	◎	◎	◎	◎	◎
燐青銅	△	○	○	△	○	△
黄銅	△	◎	◎	◎	◎	◎
アルミニウム	◎	◎	◎	◎	◎	◎
耐食性アルミニウム	◎	◎	◎	◎	◎	◎
亜鉛ダイカスト	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ジュラルミン	◎	○	○	○	○	○
マグネシウム合金	△	○	○	△	○	△
アルマイト	◎	◎	×	◎	◎	×
光沢クロムめっき	◎	◎	◎	◎	◎	◎
硬質クロムめっき	◎	◎	◎	◎	◎	◎
光沢亜鉛クロメートめっき	◎	◎	◎	◎	◎	◎
光沢亜鉛めっき	×	○	○	○	○	○
溶解亜鉛めっき	△	◎	◎	△	◎	△
銀めっき	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ニッケルめっき	○	◎	◎	◎	◎	◎
半田めっき	◎	◎	◎	◎	◎	◎
錫めっき	○	○	○	○	○	○
カドミウムめっき	×	◎	◎	◎	◎	◎
鉄鋼	◎	◎	◎	◎	◎	◎

判定◎：防錆力があり、また他より防錆力が強い

○：防錆力が他と比べて弱い

△：防錆力がないかまたは逆効果

×：防錆力がないかまたは逆効果(腐食促進)

条件 温度50℃、湿度90RH% 期間70日

※TBはThree Bondの略です。

一方、こうした気化性防錆剤はスポンジに内包されたり不織布に含浸されていて、通常の使用状態では気化性防錆剤の有効性の確認がむずかしいのですが、スリーボンドではこうした気化性防錆剤の有効性を目視にて確認する新しい方法を考案し、実用化に向けて検討中です。

次にその概略を記します。

15. 気化性防錆剤の有効性の確認方法

気化性防錆剤の有効性の確認方法（インジケータ）について種々検討した結果、実用化のめどがたついたのでその概要について以下に記述します。（特許出願済）

（１） 現状及び開発の必要性

気化性防錆剤の有効期間は芳香剤や消臭剤のような商品と異なり、有効成分がなくなると防錆剤を使用した価値がなくなり、更には錆が発生するという悪い結果にもなりかねません。ところが現在は、こうした気化性防錆剤の有効期間についての確認方法がなく、このため各社製品も補助防錆という形でしか使用されなかったのではないかと考えています。

そこで当社では、気化性防錆剤のレベルアップも兼ね、新商品開発にあたりこのインジケータが重要であると考え手法開発を行ってきましたので、以下にその概要を記述いたします。

（２） インジケータの手法について

現在、確認方法は下記の３つが考えられます。

- (a) 電子供与性呈色物質とフェノール性水酸基含有化合物を利用したインジケータ

気化性防錆剤の揮散とともに電子供与性呈色物質とフェノール性水酸基含有物質との反応が進み発色します。

- (b) 酸塩基指示薬と強酸性物質を利用したインジケータ

気化性防錆剤の揮散とともに起こる PH 変化によって発色します

- (c) 塩化コバルトを利用したインジケータ

気化性防錆剤の揮散とともに吸湿度が増加することによって発色します。

前途の３つの手法について検討した結果、(a)の手法が一番実用化の可能性が高いと考えられますので、以下(a)の手法について概略を説明いたします。

（３） 発色の構成要素

電子供与性呈色物質としてはクリスタルバイオレットラクトン、マラカイトグリーンラクトン、ローダミン B ラクタム、フェノール性水酸基含有化合物としてはビスフェノール A、P-ヒドロキシ安息香酸ベンジル、気

化性防錆剤としては DICHAN（ジシクロヘキシルアンモニウムナイトライト）、CHA・CHC（シクロヘキシルアミン・シクロヘキサンカルボキシレート）などが考えられます。

（４） 化学的機構

CVL とフェノール性水酸基の発色機構は以下のようです。

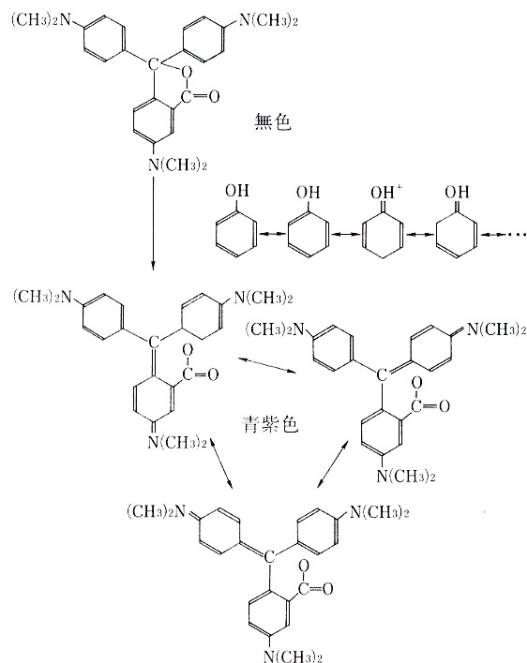


図 - 7 CVL とフェノール性水酸基の発色機構

CVL が酸性顕色剤（フェノール水酸基含有化合物）と反応すると分子内に電子の移動が起こりラクトン環が開裂して、イオン共鳴構造を取る事によって発色します。

（５） 発色度合の定量化

目視による発色度合確認は誤差を含むうえに定量化できないために、試験上発色変化を色刺激値（L 値、a 値、b 値）で求めました。色は三属性（光の三原色）赤、緑、青紫をそれぞれ色刺激値 X（赤） Y（緑） Z（青紫）を以下の式にあてはめたものです。

$$L = 10 - Y$$

$$a = 17.5(1.02 X - Y) / Y$$

$$b = 7.0(Y - 0.847 Z) / Y$$

対象がある場合、基準物と対象物の色の差を次のハンターの色差式にあてはめて E を求めます。

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2}$$

: ハンターの色差式

(6) 気化性防錆剤揮散量と色差の関係

加湿条件 40 × 90RH% 500h

試験方法 図 - 9

気化性防錆剤 DICHAN と CHA・CHC を用いて気化性防錆剤 / 着色剤 = 10 / 1 のものを不織布に含浸し 60 恒温における強制揮散を行い、それに伴う発色の变化を求めたところ図 - 8 で示されるような気化性防錆剤揮散 % - E 曲線が得られました。

結果

表 - 9 VCI 揮散量と発色度、防錆結果

VCI揮散%*1	発色度*2	防錆試験結果
ブランク	L = +51.0 a = -0.1 b = -2.7	錆発生
0.0	L = +56.2 a = -1.1 b = -3.1	異常なし
6.2	L = +55.7 a = -0.8 b = -2.7	"
15.6	L = +55.3 a = -0.8 b = -5.0	"
16.9	L = +54.2 a = -0.8 b = -4.5	"
35.1	L = +53.7 a = -0.8 b = -6.0	"
43.8	L = +54.1 a = -0.8 b = -4.6	"
74.0	L = +48.5 a = +0.1 b = -9.6	"
93.2	L = +41.1 a = +4.1 b = -22.9	錆発生
100.0	L = +41.1 a = +39.0 b = -23.0	"

(7) 気化性防錆剤揮散量(%)と発色度及び防錆力の関係

DICHAN を含浸した不織布の揮散に伴う発色及び防錆力の関係について次のような実験を試みてみました。

含浸量 1.94g / m²

防錆試験片 JIS - G3141 SPCC - SB

炭酸カルシウムによる表面研磨

*1 60 の強制揮散によって作成しました。

*2 n = 3 の平均

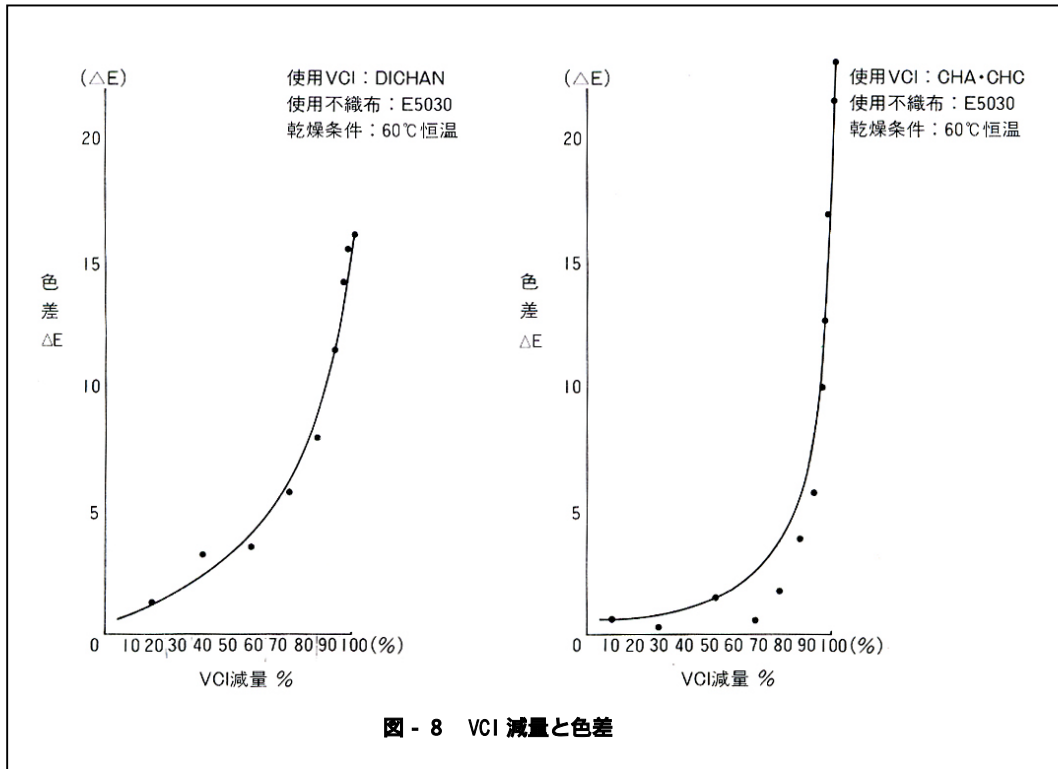


図 - 8 VCI 減量と色差

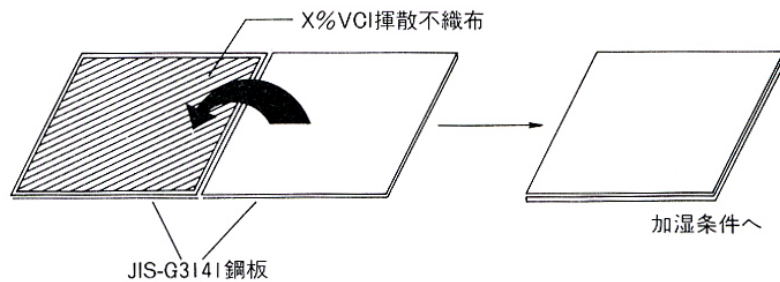


図 - 9 試験片の作成

(8) 考察

ブランク及び93.2%、100%減量では錆の発生がみられませんが、0~74%減量の間では錆の発生はみられませ

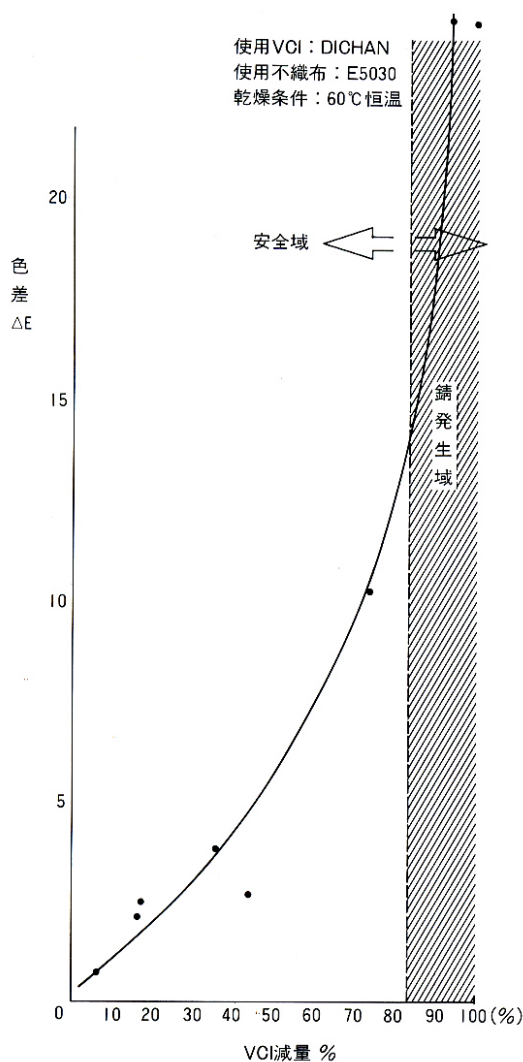


図 - 10 VCI 減量と色差、錆発生域

ん。揮散に伴う発色は、 a 、 b 値より求めた色差 E からわかるように74%よりも揮散が進んだ時点で顕著になってきています。こうした手法が不織布含浸インジケータとして使用可能となりました。

(9) まとめ

このように研究開発をすすめてきましたが、気化性防錆シート(金型防錆用他)、気化性防錆袋(部品保管用他)等に応用展開ができると考えております。すなわちあらかじめ色見本を渡す方法を取らずに安全限界を次の手法によって求めることが考えられます。例えばこの発色反応は、フェノール性水酸基含有化合物を一体積中に多くすれば、VCI揮散以前に発色するので、あらかじめ含浸したインジケータ不織布に、フェノール性水酸基含有化合物を溶かした溶媒をスタンピングすればその部分のみが発色します。その後、VCIの揮散によって発色が進むと、最初のスタンピング部分と色の境界が存在しなくなります。このことにより使用限界を設定することが可能となります。

16. おわりに

気化性防錆剤は今まであまり耳なれない言葉であり、防錆包装分野においては脇役的存在でありましたが、今まで述べてきましたように気化性防錆剤の種類や形態も豊富にあり、確認方法などの工夫によっては主役にもなり得ると確信しています。

《参考文献》

堀正著 気化性防錆材の実際(社)日本防錆技術協会
スリーボンドカタログ、技術資料

シール・防錆・潤滑剤研究室
雨宮 栄



技術力で躍動する

株式会社スリーボンド

本社 〒193 東京都八王子市狭間町 1456 電話 0426(61)1333 代

●スリーボンド・テクニカルニュース編集委員会