



### 3. 品質特性

表1に供試材の明細を示す。板厚0.6mmの低炭素鋼をベースとした片面平均めっき付着量90g/m<sup>2</sup>のZAM®を原板とし、クロメートフリー一次防錆処理を施した黒ZAM®の品質特性を評価した。比較材として、ZAM®の中で最も汎用的に使用されるTi系無機複合クロメートフリー一次防錆処理ZAM®(以下、ZC処理ZAM®と記す)、およびZAM®の上にリン酸塩処理を施し、さらに膜厚約2μmの黒色塗装を行った有機系薄膜黒色塗装ZAM®(以下、薄膜黒塗装ZAM®と記す)を用いた。

表1 供試材の明細  
Table 1 Specification of specimens

	黒ZAM®	ZC処理ZAM®	薄膜黒塗装ZAM®
原板	ZAM® (板厚:0.6mm, 母材:低炭素鋼, 片面めっき付着量:90g/m <sup>2</sup> )		
処理内容	黒色化処理 + 一次防錆処理	Ti系無機複合 一次防錆処理	リン酸塩処理 (1.5g/m <sup>2</sup> ) + 黒色顔料含有 有機系処理 (2μm)

#### 3.1 表面外観

供試材の外観を図2、明度(L\*値)の範囲を図3に示す。黒ZAM®の明度は薄膜黒塗装ZAM®と比較すると若干高いものの、ZC処理ZAM®と比べ大幅に低下しており、黒ZAM®が良好な黒色外観を呈していることがわかる。

#### 3.2 耐疵付き性

意匠性を重視する用途では、取扱い時に生じる表面疵や絞り加工時の金型との摺動による表面の損傷が問題となる場合がある。

黒ZAM®と薄膜黒塗装ZAM®の耐疵付き性を評価する

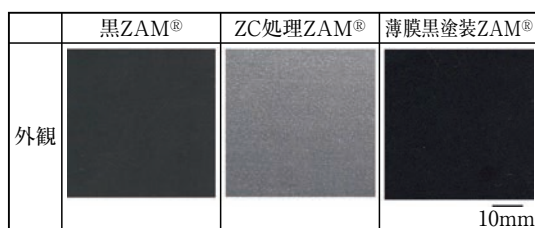


図2 供試材の外観  
Fig. 2 Appearances of specimens.

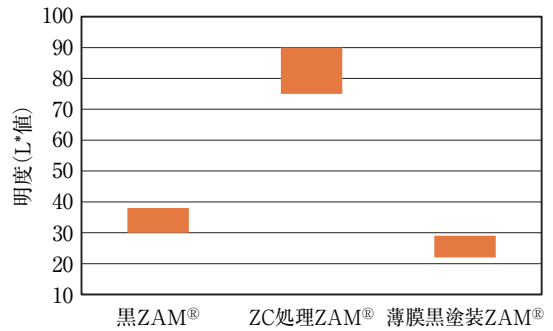


図3 供試材の明度  
Fig. 3 Brightness of specimens.

ため、耐スクラッチ試験および角筒絞り加工を実施した。

#### 3.2.1 耐スクラッチ試験

ISO1518-1に準拠した表2に示す条件で耐スクラッチ試験を実施した。供試材には黒ZAM®と薄膜黒塗装ZAM®を用い、0.59Nから0.196Nずつ荷重を増加させ、下層の銀白色のZAM®めっき層が露出しない最大荷重を耐疵付き荷重として比較した。

表2 耐スクラッチ試験条件  
Table 2 Conditions of scratch resistance test

試験針先端材料	サファイヤ
試験針先端半径	0.05mm
荷重	0.59N ~ 1.57N
走行距離	60mm
走行速度	600mm/min

図4にめっき層耐疵付き荷重、図5に耐スクラッチ試験後の外観を示す。黒ZAM®の耐疵付き荷重は1.37Nであり、薄膜黒塗装ZAM®の1.6倍の値を示した。このように、黒ZAM®は黒色塗装皮膜と比較して耐疵付き性に優れていることから、加工前の保護フィルム貼付けなどの取扱い疵対策の省略が期待できる。

#### 3.2.2 絞り加工性

表3に角筒絞り加工の条件、図6に角筒絞り加工試験後の外観を示す。

角筒絞りでは、ダイス側のコーナー部の金型との摺動により、薄膜黒塗装ZAM®は塗膜が損傷し、下地のZAM®めっき層が露出することで白色化する。一方、黒ZAM®はいずれの部位でも黒色外観を維持できている。このように黒ZAM®は加工後でも黒色外観を維持可能で

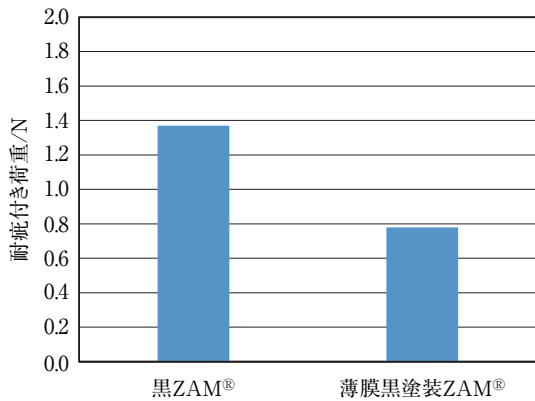


図4 供試材の耐疵付き荷重

Fig. 4 Scratch Resistance Load of specimens.

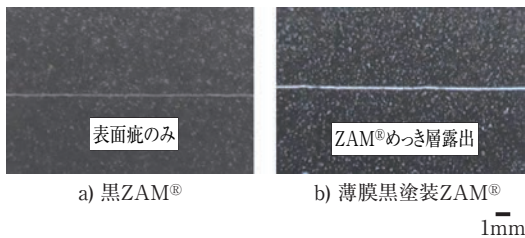


図5 耐スクラッチ試験後の外観 (荷重:1.18N)

Fig. 5 Appearance of specimens after scratch resistance test (Load:1.18N).

表3 角筒絞り加工条件

Table 3 Conditions of square-cup drawing

供試材サイズ	255×215mm
成形高さ	50mm
クリアランス	1mm
ダイスサイズ	150×100mm
ダイス肩半径 (Rd)	5mm
パンチサイズ	148×98mm
パンチ肩半径 (Rp)	10mm
パンチコーナー半径 (Rc)	10mm
しわ押さえ力	137.2kN
加工速度	50mm/min

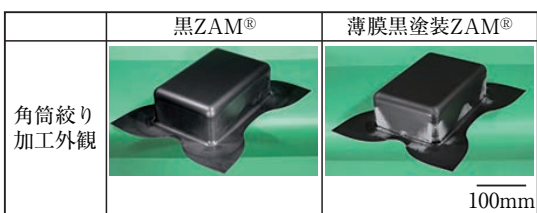


図6 角筒絞り加工試験後の外観

Fig. 6 Appearance of specimens after square-cup drawing.

あることから、黒色外観を要求される製品に黒ZAM®を適用することで、加工後の塗装工程の省略が図れる。

### 3.3 耐食性

#### 3.3.1 耐白錆試験

供試材として、切断端面部をフッ素テープによりシールした黒ZAM®およびZC処理ZAM®を用い、JIS Z 2371に準拠した塩水噴霧試験を24時間実施して耐初期白錆性を評価した。

図7に試験後の外観を示す。黒ZAM®, ZC処理ZAM®共に白錆は発生しておらず、良好な耐初期白錆性を有していることがわかる。

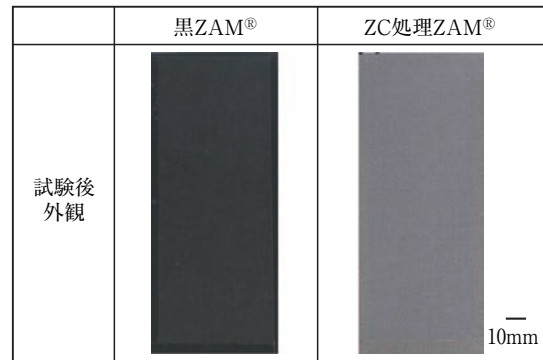


図7 塩水噴霧試験24時間後の外観

Fig. 7 Appearance of specimens after salt spray test for 24 hours.

#### 3.3.2 屋内暴露試験

黒ZAM®は意匠性が求められる用途への適用が考えられ、屋内での使用が中心になると推定する。そこで、屋内環境での耐食性を評価するため、黒ZAM®およびZC処理ZAM®を大阪府堺市の空調のない倉庫内で2年間暴露試験に供した。試験片には切断端面部をシールした平板、および表4の条件で円筒絞り加工を施したものをを用いた。

表4 円筒絞り加工条件

Table 4 Conditions of cylinder drawing

供試材径	100mm
成形高さ	25mm
クリアランス	1mm
ダイスサイズ	52mm
ダイス肩半径 (Rd)	5mm
パンチサイズ	50mm
パンチ肩半径 (Rp)	5mm
しわ押さえ力	6.3kN
加工速度	30mm/min

試験前後の外観を図8、明度変化(ΔL\*値)を図9に示す。黒ZAM®, ZC処理ZAM®ともにいずれの部位においても発錆は認められない。一方、供試材の明度に着目すると、黒ZAM®の明度は試験期間中ほぼ一定であったが、ZC処理ZAM®の明度には若干の低下が認められた。このことから、黒ZAM®は屋内用途であれば重厚感のある黒色外観を長期間維持可能であると考えられる。

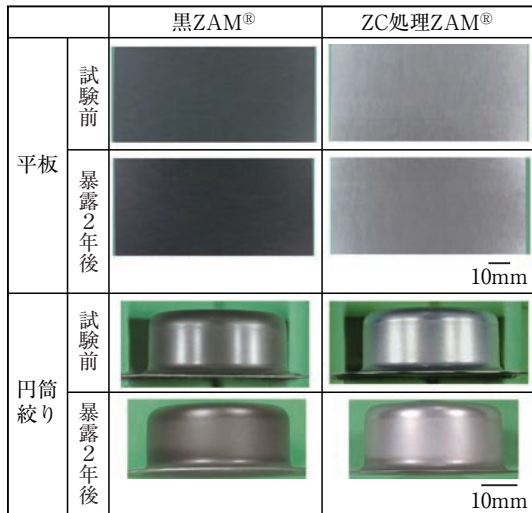


図8 屋内暴露試験2年後の外観  
Fig. 8 Appearance of specimens after indoor exposure test for 2 years.

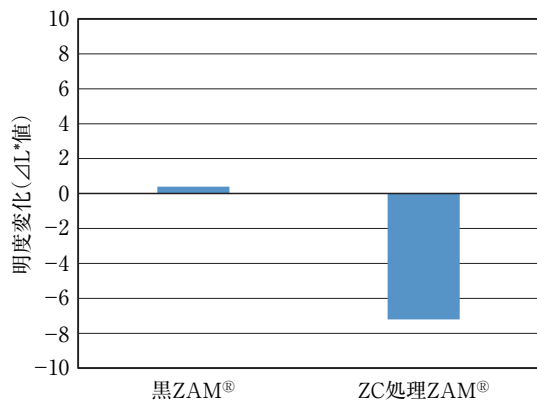


図9 屋内暴露試験2年後の明度変化  
Fig. 9 Brightness change of specimens after indoor exposure test for 2 years.

### 3.4 吸放熱性

一般的に黒色外観を有する部材は吸放熱性が高い傾向にあり、高温になる部品やその周辺材料の温度を下げる目的で用いられることがある<sup>4)</sup>。そこで、黒ZAM®の吸放熱性をZC処理ZAM®および薄膜黒塗装ZAM®と比較

した。

測定装置の外観を図10に示す。長さ120mm、幅90mm、高さ50mmの黒色樹脂で被覆されたSUS304製直方体フレームの底面および90mm×50mmの2面に板厚1.2mmのSUS304製鋼板を貼り付け、底面の下に断熱材として厚さ25mmの発泡スチロールを設置した。直方体フレームの中心付近に50mm×50mmのシリコンラバーヒーターを設置し、底面から高さ45mm、側面から40mmの位置に直方体内の雰囲気を測温するための熱電対を固定した。直方体の開放されている残りの3面(上面および120mm×50mmの側面2面)に供試材を貼り付けた後、シリコンラバーヒーターを120℃に加熱して直方体内の雰囲気を測温することで各供試材の吸放熱性を評価した。

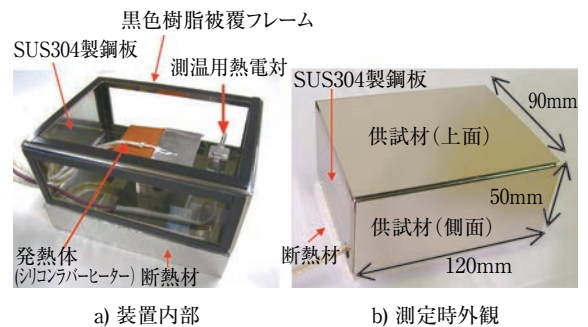


図10 吸放熱性測定装置の外観  
Fig.10 Appearances of heat radiation measuring equipment.

図11に各供試材を貼り付けた時の測定装置内の温度変化を示す。いずれの供試材の場合も加熱10分までの温度変化はほぼ同じであるが、20分経過時点から温度の差が生じ始めた。加熱120分後には銀白色外観を呈するZC

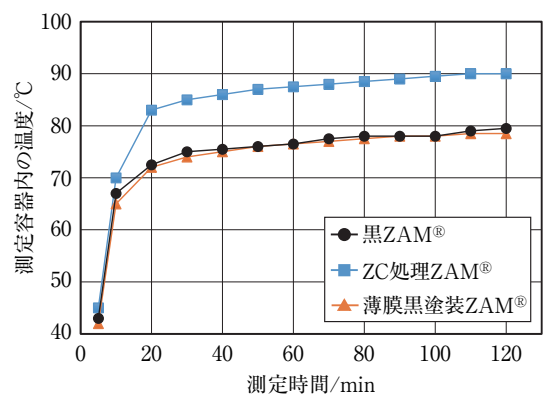


図11 測定装置内の温度変化  
Fig.11 Change of atmospheric temperature in measuring equipment.

処理ZAM®では90℃であったのに対し、黒ZAM®は薄膜黒塗装ZAM®と同様に10℃低い80℃となった。

以上のように、黒ZAM®は吸放熱性に優れることから、装置のケース材に黒ZAM®を適用することで黒色塗装品と同様に装置内部の温度上昇を抑制する効果が期待できる。

#### 4. 適用事例

図12に黒ZAM®の適用事例を示す。建屋内の天井部材などでは、目立ちやすいという理由から金属光沢のある外観が敬遠され落ち着いた黒色外観が好まれる。このような部材に黒ZAM®を適用することで、塗装省略によるコスト低減などが期待できる。さらに、黒ZAM®は重厚感のある黒色外観を有していることから、塗装とは風合いの異なる意匠性の付与が可能となる。また、モーターなど駆動部品のケースや集積回路のカバーは内部の熱を効率的に放射し、製品寿命を延ばす目的で黒色塗装する場合がある。これらの吸放熱性向上を目的として黒色塗装する用途にも黒ZAM®の適用が期待できる。

#### 5. 結 言

黒ZAM®は、ZAM®を原板として特殊表面改質処理によりめっき層自体を黒色化しているため、以下の特徴を有する。

- ・耐疵付き性に優れる。
- ・加工後でも黒色外観を維持可能である。
- ・屋内環境において黒色外観を長期間維持可能である。
- ・吸放熱性に優れる。

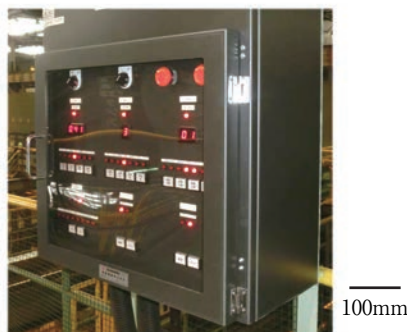
以上のことから、後塗装材や塗装鋼板の代替、吸放熱用途などに黒ZAM®を適用することで、工程省略およびそれにとまなうコスト低減が図れる。また、黒ZAM®は重厚感のある外観を有していることから、塗装とは風合いの異なる意匠性の付与も可能である。さらに、塗装鋼板では対応不可である板厚1.6mmを超える板厚にも対応可能であるため、様々な用途への展開が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 環境省:大気汚染防止法の一部を改正する法律, 第56号 (2005).
- 2) 北島道治:塗料の研究, 143 (2005), 41.
- 3) 浦中将明, 清水剛:日新製鋼技報, 92 (2011), 9.
- 4) 平野康雄, 渡瀬岳史, 満田正彦:表面技術, 54 No.5 (2003), 334.



a) 黒ZAM®製照明ボックス 100mm



b) 黒ZAM®製制御盤

図12 黒ZAM®の適用事例

Fig.12 Applied examples of BLACK-ZAM®.