2021 OEGセミナー

車載向け各種塩水試験規格の実施事例の紹介

～アルミニウム及び鋼鉄の各種試験規格に対する耐腐食性の比較～

2021年9月10日

沖エンジニアリング株式会社
システム評価事業部
岩瀬　圭

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景・目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧・塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

4．結果

5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景･目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧･塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

4．結果

5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

1.1　車載部品材料の変化

アルミニウムは自動車の軽量化を牽引する材料として様々な部品へ
採用されています。

アルミニウムの性質

- 鋼鉄と比較して約1/3の軽さ
- 加工性、耐腐食性などの優れた特性をもつ

軽量化のメリット

- 運動エネルギーの効率化による燃費の改善
- 電動化に伴う搭載部品増加への対応

アルミニウムが使用されている車載部品例

エンジン

ECU※1

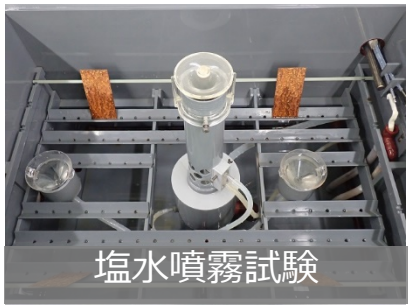
PCU※2

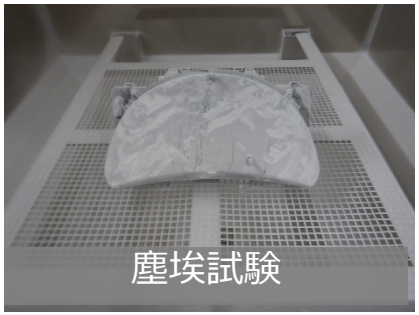
※1　ECU：Engine Control Unit
※2　PCU：Power Control Unit

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

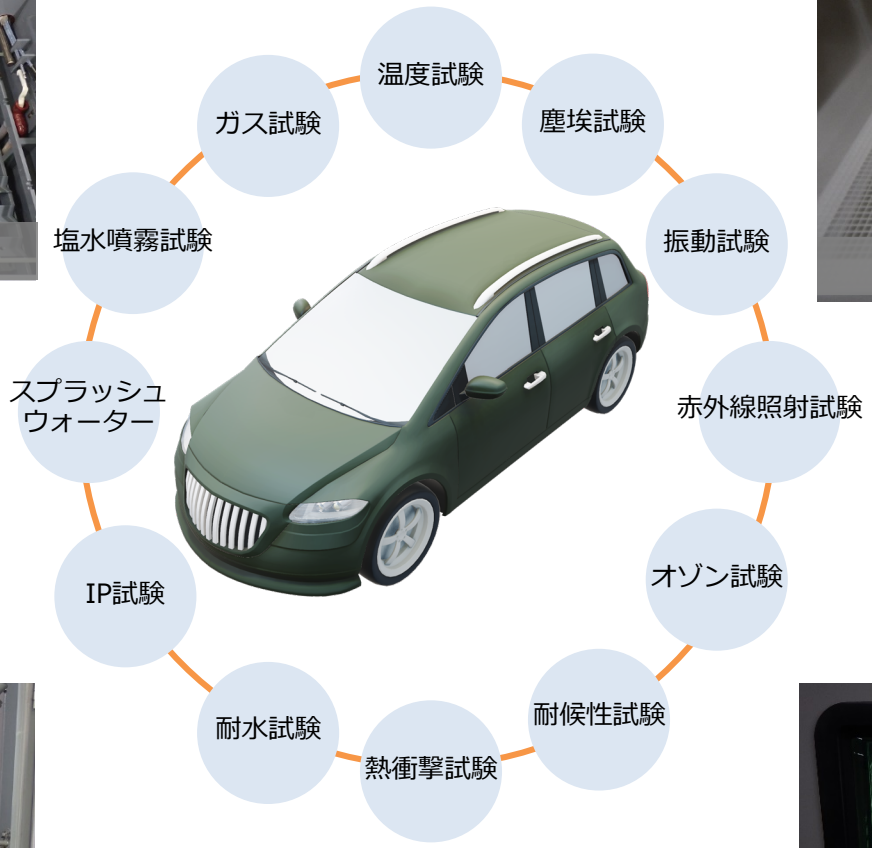
1.2 車載部品と環境試験

車載部品は、厳しい使用環境下での信頼性を確保するために
様々な環境試験を実施する必要があります。


塩水噴霧試験

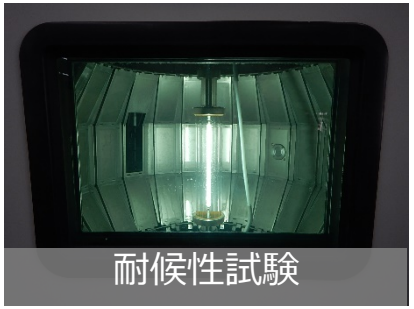

塵埃試験

スプラッシュウォーター



赤外線照射試験

耐水試験


耐候性試験

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

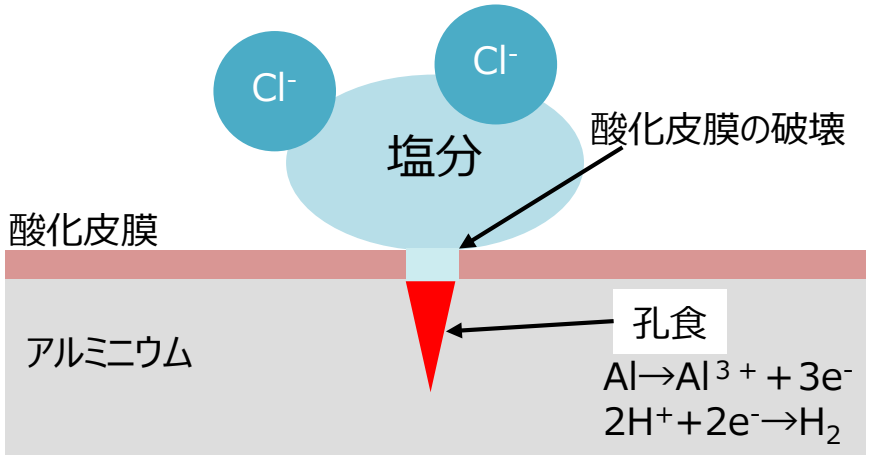
1.3 アルミニウムの腐食メカニズム

塩分はアルミニウムに対して、孔食と呼ばれる腐食を発生させます。
特に自動車は沿岸部での潮風や道路に撒かれる融雪剤に含まれる
塩分などによって孔食が発生する可能性があります。

☆ アルミニウムの腐食メカニズム

アルミニウムは大気中の酸素と反応して表面に酸化皮膜を形成し、
酸素と水分を遮断するため、優れた耐腐食性をもっています。

表面の酸化皮膜に塩分が付着
↓
塩分が酸化皮膜を破壊
↓
水分が素地へ到達
↓
孔食が発生



塩害によるアルミニウム腐食模式図

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

1.4 目的

☆背景

アルミニウムを使用している車載部品や製品は塩分により
孔食が発生し、耐久性の低下や不具合の原因となる
可能性があります。

☆課題

塩分に対する耐腐食性の評価方法として塩水噴霧試験は
効果的ですが、塩水噴霧試験の規格が多数存在するため
実施する試験規格を正しく選択する必要があります。

☆目的

本セミナーでは、塩水噴霧試験を実施する際の規格選定の
一助となるために、**アルミニウム試験片を用いた代表的な
塩水噴霧試験規格の実施事例**を紹介いたします。
さらに、比較として**鋼鉄試験片の実施事例**を紹介いたします。

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景・目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧・塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

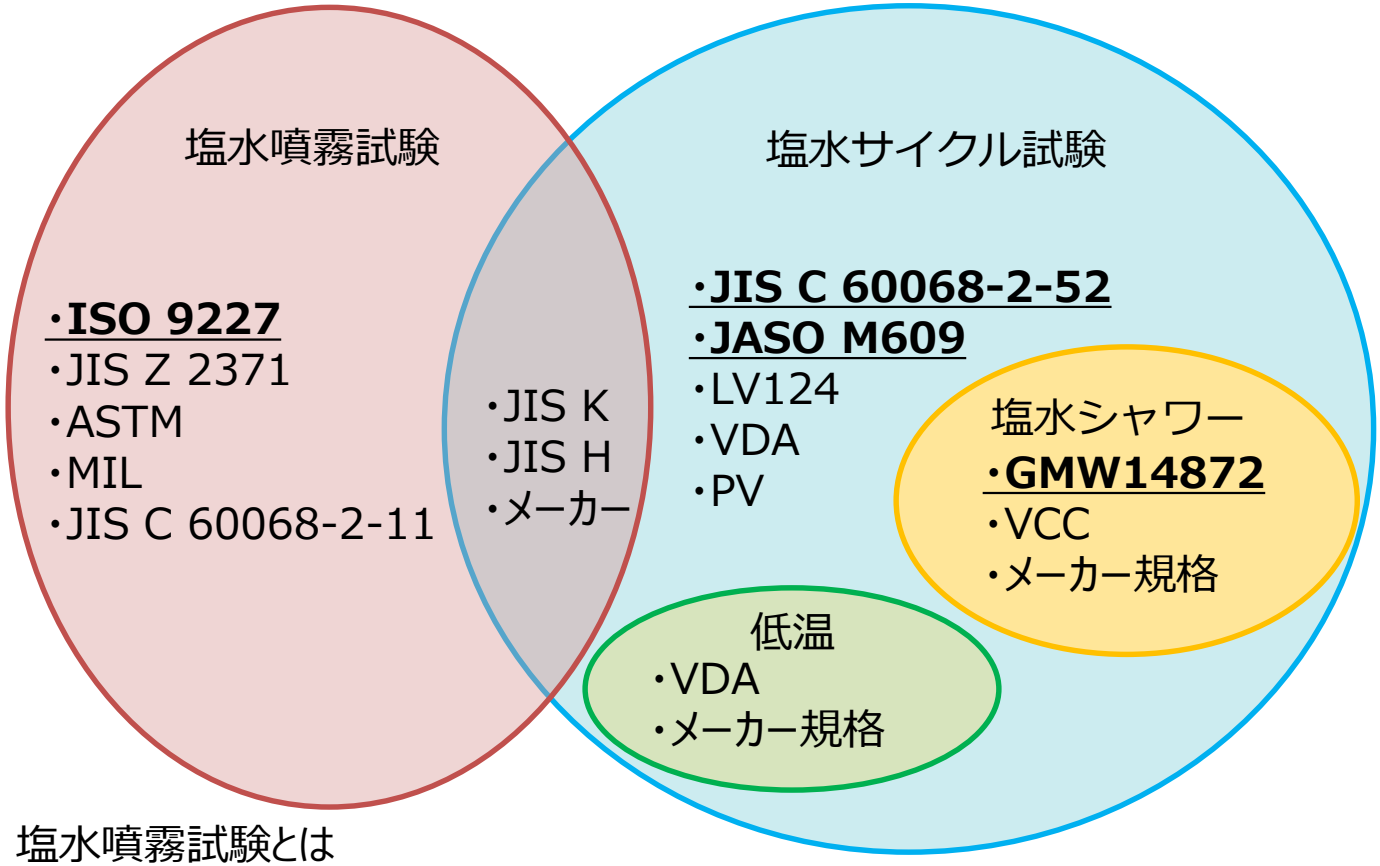
4．結果

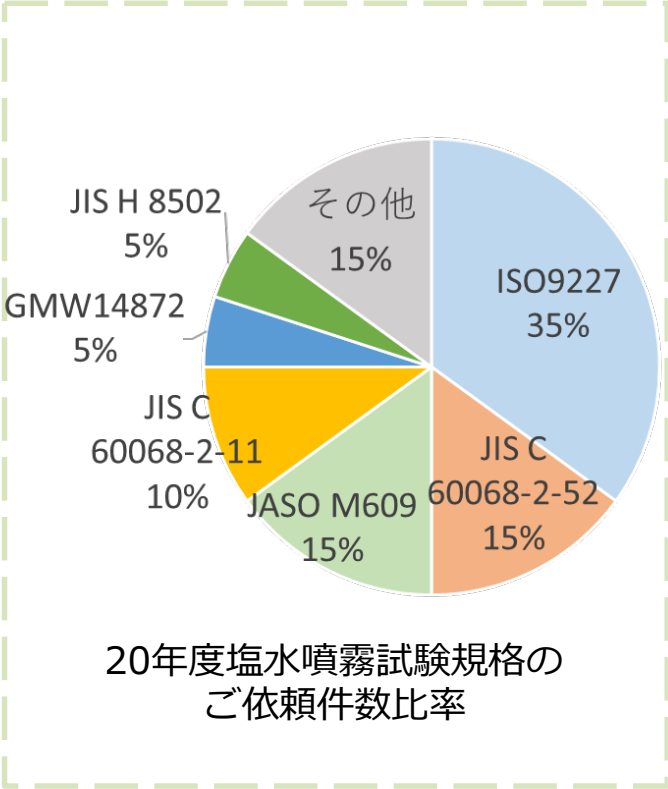
5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

2.1 塩水噴霧試験の試験規格

代表的な試験規格および当社へのご依頼の多い試験となります。





塩水噴霧試験とは

試験槽内に霧状の塩水を充満させることで、塩分に常時曝されている環境を模擬した試験方法となります。

塩水サイクル試験とは

塩水噴霧（塩水シャワー）に加え乾燥・湿潤・低温などの環境雰囲気を繰り返し、実環境から受ける影響を再現することで、市場の再現性や加速劣化を目的とする試験方法となります。

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

2.2 今回選定した試験規格の詳細

	塩水噴霧試験		塩水サイクル試験		
規格	ISO 9227 中性塩水噴霧	ISO 9227 CASS※1	JIS C 60068-2-52 方法4	JASO M609	GMW14872
特長	めっきや被膜の有無にかかわらず 金属材料の耐食性を評価		通常の使用状態で塩分を 含んだ大気と乾燥した 大気とが頻繁に切り換わる 環境にさらされる製品の 耐食性を評価	自動車材料の耐食性を 評価するための 標準的な試験方法	屋外で曝されるような 実環境を想定し、 塩水噴霧ではなく 塩水シャワーを採用している
主な製品	メッキ品、塗料、SUS材料		カメラ（車載部品）、電子機器	ECU、PCU（車載部品）	ECU、PCU（車載部品）
試験条件	試験温度：35℃	試験温度：50℃	①塩水噴霧：35℃、2h 噴霧溶液：5%NaCl	①塩水噴霧：35℃、2h 噴霧溶液：5%NaCl	①塩水シャワー： 25℃45%RH、8h シャワー溶液：0.9%NaCl ＋0.1%$CaCl_2$ ＋0.075%$NaHCO_3$
	噴霧溶液： 5%NaCl	噴霧溶液： 5%NaCl ＋$CuCl_2$ ＋CH_3COOH	②湿潤：40℃93%RH、22h	②乾燥：60℃25%RH、4h	②湿潤：49℃100%RH、8h
			③①～②を4回繰り返す	③湿潤：50℃95%RH、2h	③乾燥：60℃25%RH、8h
	pH：6.5~7.2	pH：3.0~3.2	④乾燥：23℃50%RH、72h		
試験期間	14日間		14日間（2サイクル）	14日間（42サイクル）	14日間（14サイクル）

※1 CASS：Copper-Accelerated Acetic Acid Salt Spray

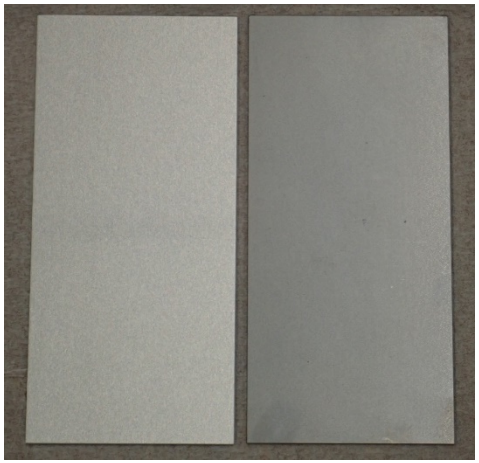
© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

2.3 試験片と観察項目

アルミニウム試験片と鋼鉄試験片の2種を使用いたしました。

試験片：アルミニウム
- サイズ　：　幅７０mm×長さ１５０mm×厚さ１mm
- 重量　：　２７．６g～２７．８g

試験片：鋼鉄
- サイズ　：　幅７０mm×長さ１５０mm×厚さ１mm
- 重量　：　８０．５g～８１．０g



（左）アルミニウム試験片
（右）鋼鉄試験片

腐食確認方法として、
外観観察・腐食減量測定・腐食深さ測定を実施いたしました。

- 外観観察　：　各試験片の表面をマイクロスコープを使用して確認しました。
- 腐食減量測定　：　腐食生成物を除去後、重量を測定しました。
  初期値から測定値を引いて減量値を算出しました。
- 腐食深さ測定　：　レーザー顕微鏡で腐食深さを測定しました。

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景･目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧･塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

4．結果

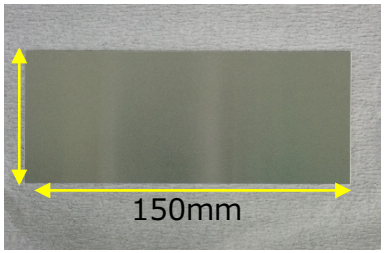
5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.1 アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果

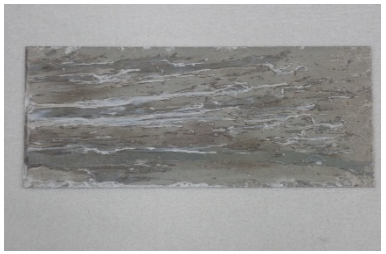
アルミニウム試験片および鋼鉄試験片ともに全ての規格にて腐食が確認できました。

アルミニウム



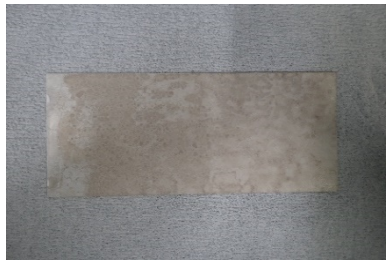
初期

JASO M609

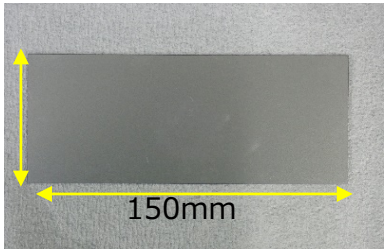

ISO 9227
中性塩水噴霧

JIS C 60068-2-52
方法4

ISO 9227
CASS


GMW14872

鋼鉄



初期

JASO M609

ISO 9227
中性塩水噴霧

JIS C 60068-2-52
方法4

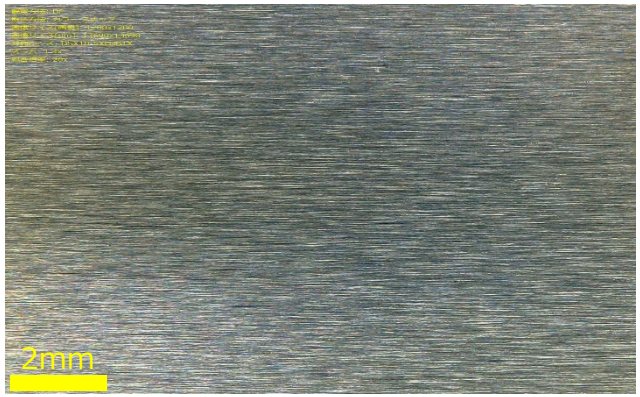
ISO 9227
CASS

GMW14872

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.2 アルミニウム試験片の外観観察結果（マイクロスコープ）

全ての規格にて、穴が空いたような箇所が確認できました。



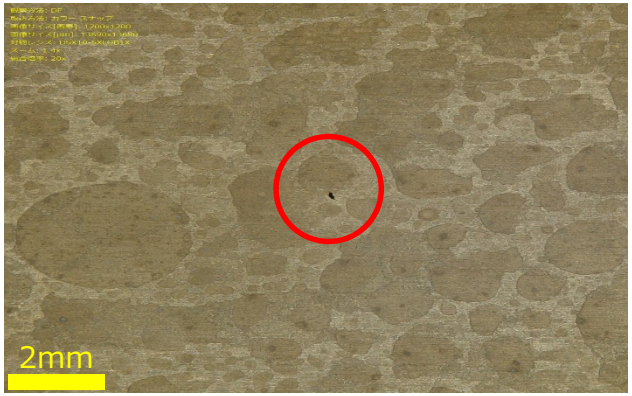
初期

ISO 9227
中性塩水噴霧

ISO 9227
CASS

JIS C 60068-2-52
方法4

JASO M609

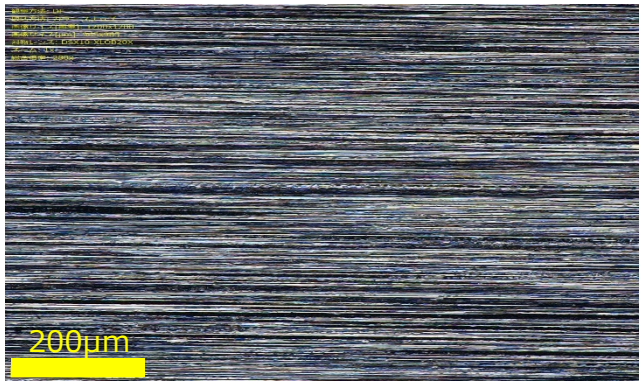


GMW14872

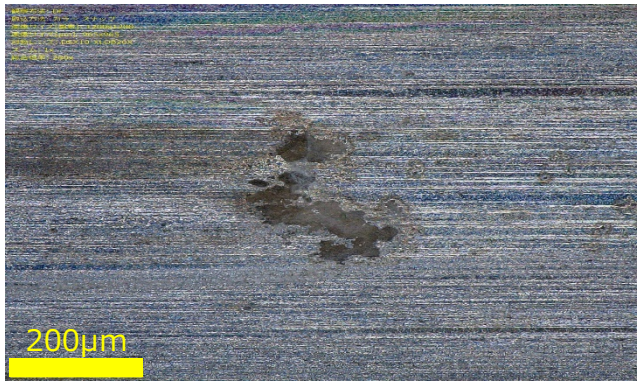
© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.2 アルミニウム試験片の外観観察結果（マイクロスコープ）

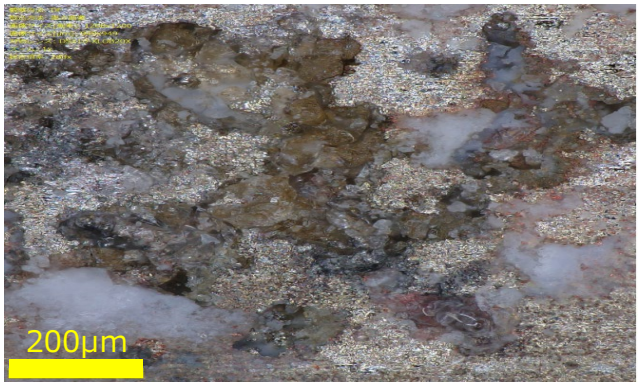
さらに高倍率観察することで、全ての規格で穴が空いたような腐食が確認できました。



初期

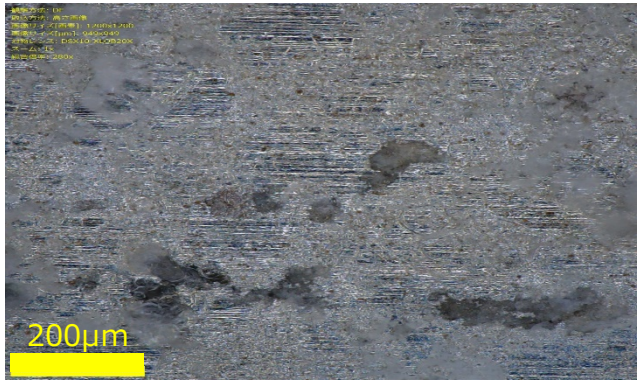


ISO 9227
中性塩水噴霧



ISO 9227
CASS

JIS C 60068-2-52
方法4



JASO M609

GMW14872

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.3 鋼鉄試験片の外観観察結果（マイクロスコープ）

全ての規格で腐食が確認できました。

初期

ISO 9227
中性塩水噴霧

ISO 9227
CASS

JIS C 60068-2-52
方法4

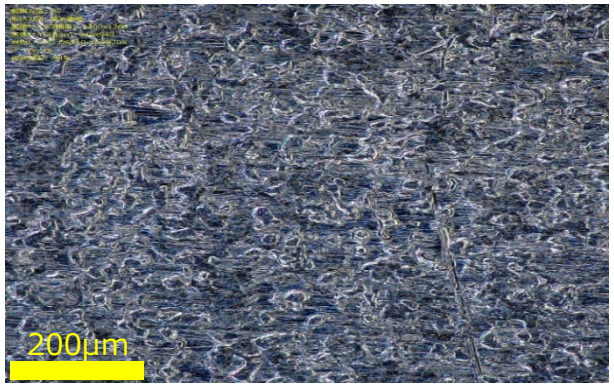
JASO M609

GMW14872

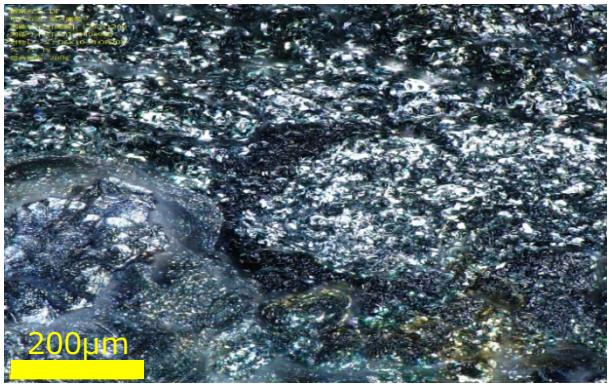
© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.3 鋼鉄試験片の外観観察結果（マイクロスコープ）

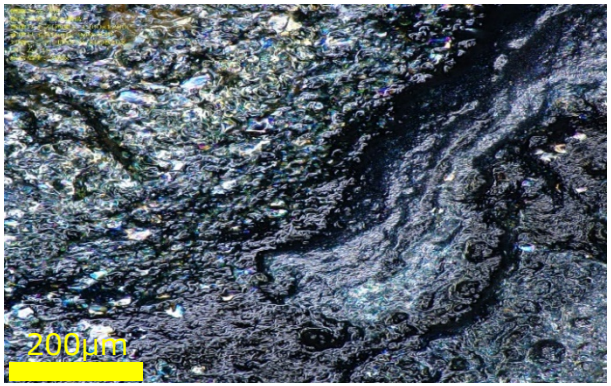
さらに高倍率観察することで、黒錆の表面の状態が確認できました。



初期

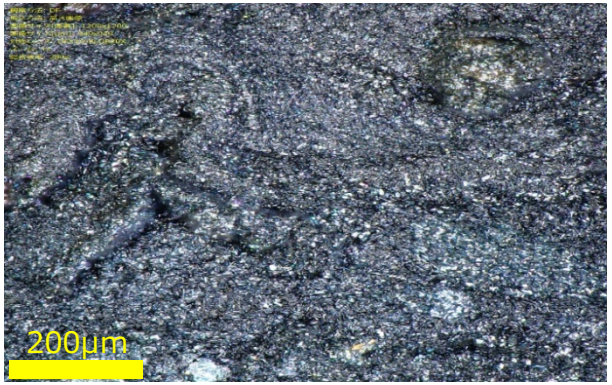


ISO 9227
中性塩水噴霧



ISO 9227
CASS

JIS C 60068-2-52
方法4



JASO M609

GMW14872

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.4 腐食減量測定結果

ISO 9227 CASS試験がアルミニウム及び鋼鉄の両試験片に対して
他の試験規格よりも多く減量しており、今回実施した塩水噴霧試験規格の中では、
最も厳しい試験規格といえます。

材料	測定項目	塩水噴霧試験		塩水サイクル試験		
		ISO 9227 中性塩水噴霧	ISO 9227 CASS	JIS C 60068-2-52 方法4	JASO M609	GMW14872
アルミニウム	腐食減量値	0.96g	1.99g	0.38g	0.47g	0.49g
	減量率（腐食促進度）	3.48%（×１）	7.13%（×2.05）	1.35%（×0.39）	1.69%（×0.49）	1.77%（×0.51）
鋼鉄	腐食減量値	10.3g	17.5 g	7.4g	15.0g	12.3g
	減量率（腐食促進度）	12.8%（×１）	21.6%（×1.68）	10.1%（×0.79）	18.4%（×1.44）	15.3%（×1.19）

減量値（大）

☆アルミニウム

ISO 9227 CASS ＞ ISO 9227 中性塩水噴霧 ＞ JASO M609 ≒ GMW14872 ＞ JIS C 60068-2-52 方法4

☆鋼鉄

ISO 9227 CASS ＞ JASO M609 ＞ GMW14872 ＞ ISO 9227 中性塩水噴霧 ＞ JIS C 60068-2-52 方法4

減量値（小）

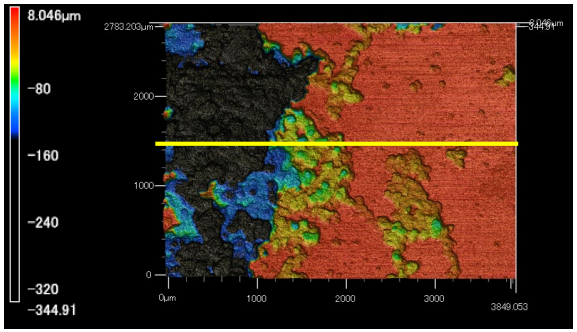
© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

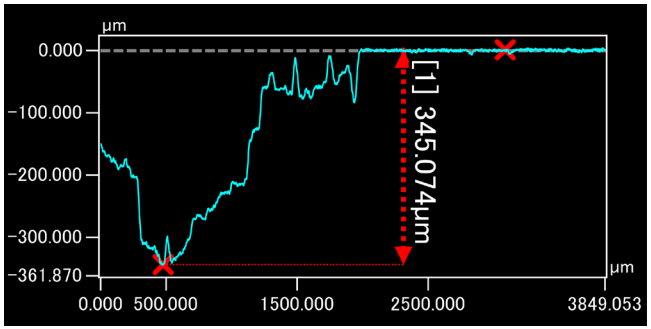
3.5 アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果

アルミニウム試験片に対してはISO 9227 CASS試験において最も深い腐食が発生しており、今回実施した塩水噴霧試験規格の中では、最も厳しい試験規格といえます。

材料	測定項目	塩水噴霧試験		塩水サイクル試験		
		ISO 9227 中性塩水噴霧	ISO 9227 CASS	JIS C 60068-2-52 方法4	JASO M609	GMW14872
アルミニウム	腐食深さ（腐食促進度）	122.3μm（×１）	345.1μm（×2.8）	56.4μm（×0.5）	144.4μm（×1.2）	25.8μm（×0.2）

腐食深さ（大）　ISO 9227 CASS ＞ JASO M609 ＞ ISO 9227 中性塩水噴霧 ＞ JIS C 60068-2-52 方法4 ＞ GMW14872　腐食深さ（小）



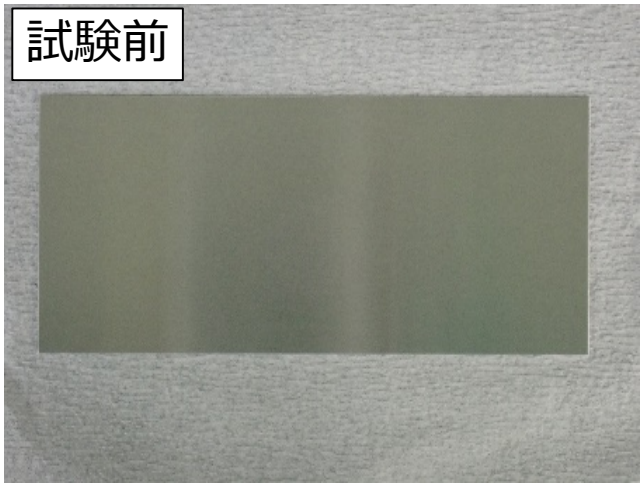


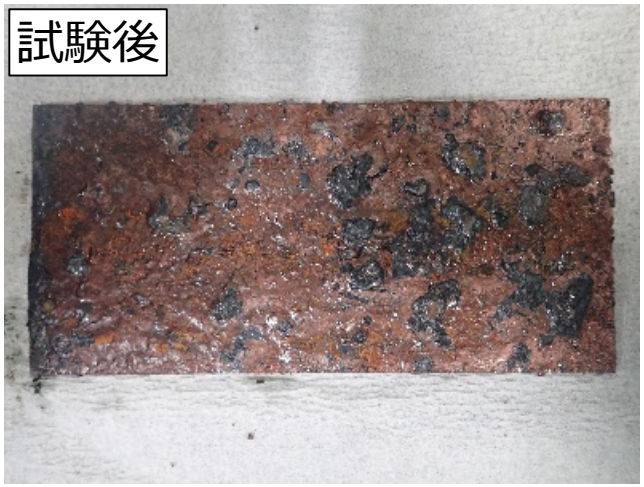
腐食深さ測定の様子（ISO 9227 CASS試験）

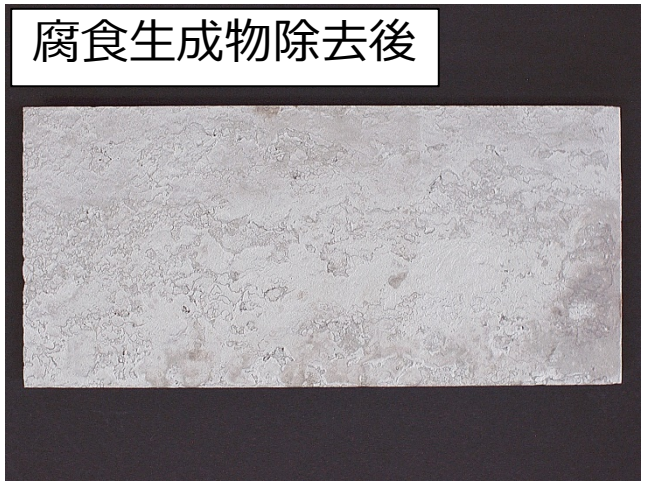
© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

3.6 鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

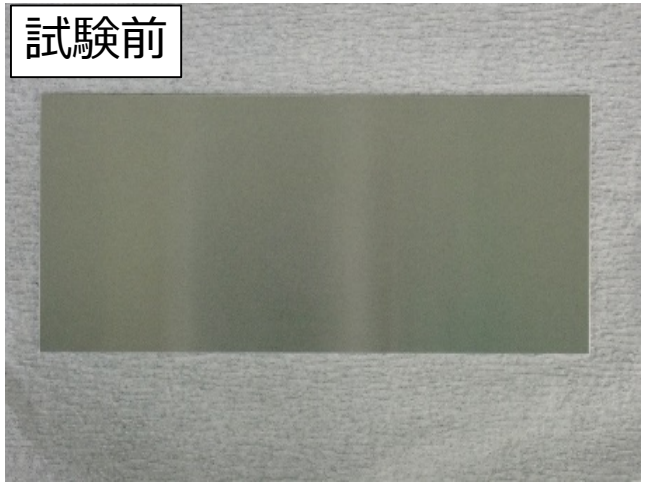
鋼鉄試験片は局所的に穴の空いた腐食は確認されませんでした。







ISO 9227　CASS



JASO　M609

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景･目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧･塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の腐食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の腐食深さ測定結果

4．結果

5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

4. 結果

- 今回の試験結果では、腐食減量においてはISO 9227 CASS試験が最も厳しく
ISO 9227 中性塩水噴霧試験を基準とした場合、アルミニウム試験片に対しては
約2.1倍の腐食減量値。鋼鉄試験片に対しては約1.7倍の腐食減量値となりました。

- 今回の試験結果では、腐食深さにおいてはアルミニウム試験片には
ISO 9227 中性塩水噴霧試験を基準とした場合、ISO 9227 CASS試験が
2.8倍の腐食深さとなりました。

- アルミニウム試験片における各規格試験の腐食減量値と腐食深さの厳しさを比較すると、
腐食減量値と腐食深さは必ずしも同じ厳しさにはならないことがわかりました。

☆アルミニウム試験片

・腐食減量値

ISO 9227 CASS ＞ ISO 9227 中性塩水噴霧 ＞ JASO M609 ＞ GMW14872 ＞ JIS C 60068-2-52 方法4

・腐食深さ

ISO 9227 CASS ＞ JASO M609 ＞ ISO 9227 中性塩水噴霧 ＞ JIS C 60068-2-52 方法4 ＞ GMW14872

- 鋼鉄試験片は全面が腐食するため、穴の空いた腐食は確認されませんでしたが、
表面はアルミニウム試験片よりも激しい腐食が観察されました。

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1．背景・目的

2．塩水噴霧試験の規格
2.1　塩水噴霧・塩水サイクル試験規格
2.2　今回選定した試験規格の詳細
2.3　試験片と観察項目

3．試験結果の比較
3.1　アルミニウムおよび鋼鉄試験片の外観観察結果
3.2　アルミニウム試験片の外観観察結果
3.3　鋼鉄試験片の外観観察結果
3.4　腐食減量測定結果
3.5　アルミニウム試験片の孔食深さ測定結果
3.6　鋼鉄試験片の孔食深さ測定結果

4．結果

5．まとめ

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

5．まとめ

今回の実施事例より、
開発・設計の際、腐食減量及び腐食深さの厳しい試験を目的とする場合は
ISO 9227 CASS試験が有効と考えます。
また、実環境を想定した塩水サイクル試験の中では、JASO M609が
適切な試験と考え、提案いたします。

当社ではご紹介させていただいた試験規格以外の各試験規格、
試験条件が実施可能でございます。
尚、製品や部品の材料、使用環境などにより適切な試験条件を
決める必要があります。
豊富な経験や実績からお客様のご希望に沿った試験を提案いたします。

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

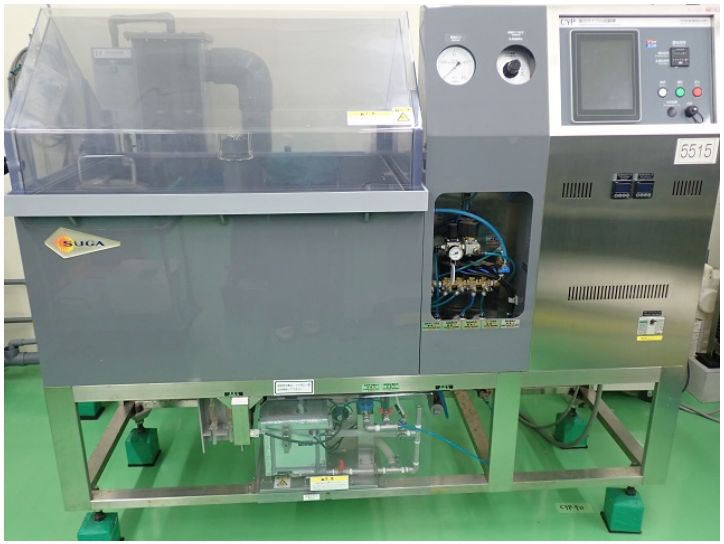
ご清聴いただき、ありがとうございました

Open up your dreams

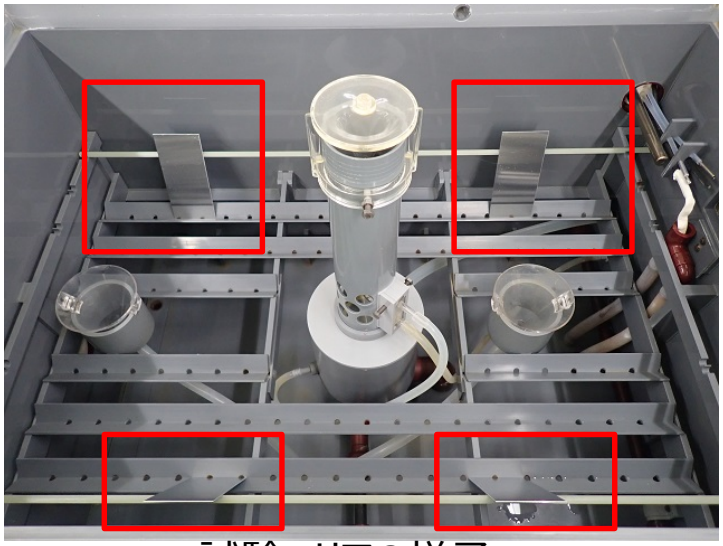
沖エンジニアリング株式会社
□ システム評価事業部
□ 担当　　：岩瀬　圭
□ TEL　　：0495-22-8140
□ E-mail ：oeg-kita-sales@oki.com
□ URL　　：https://www.oeg.co.jp/

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

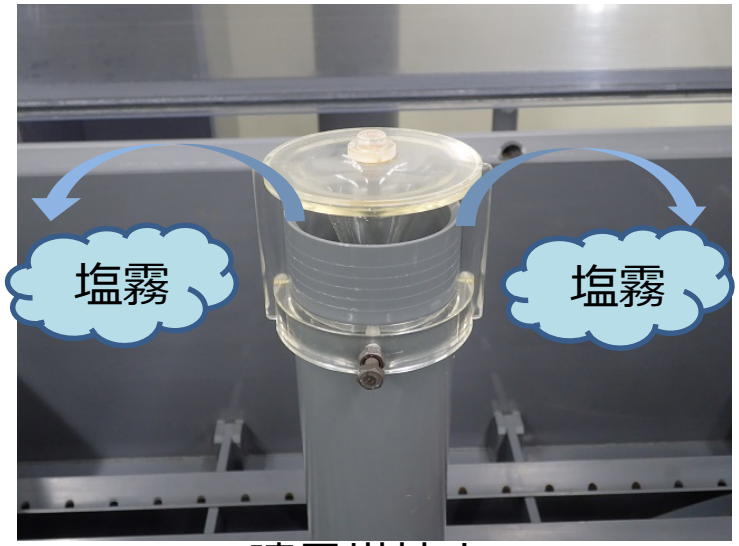
参考　塩水噴霧の様子（1/2）



塩水噴霧試験機外観



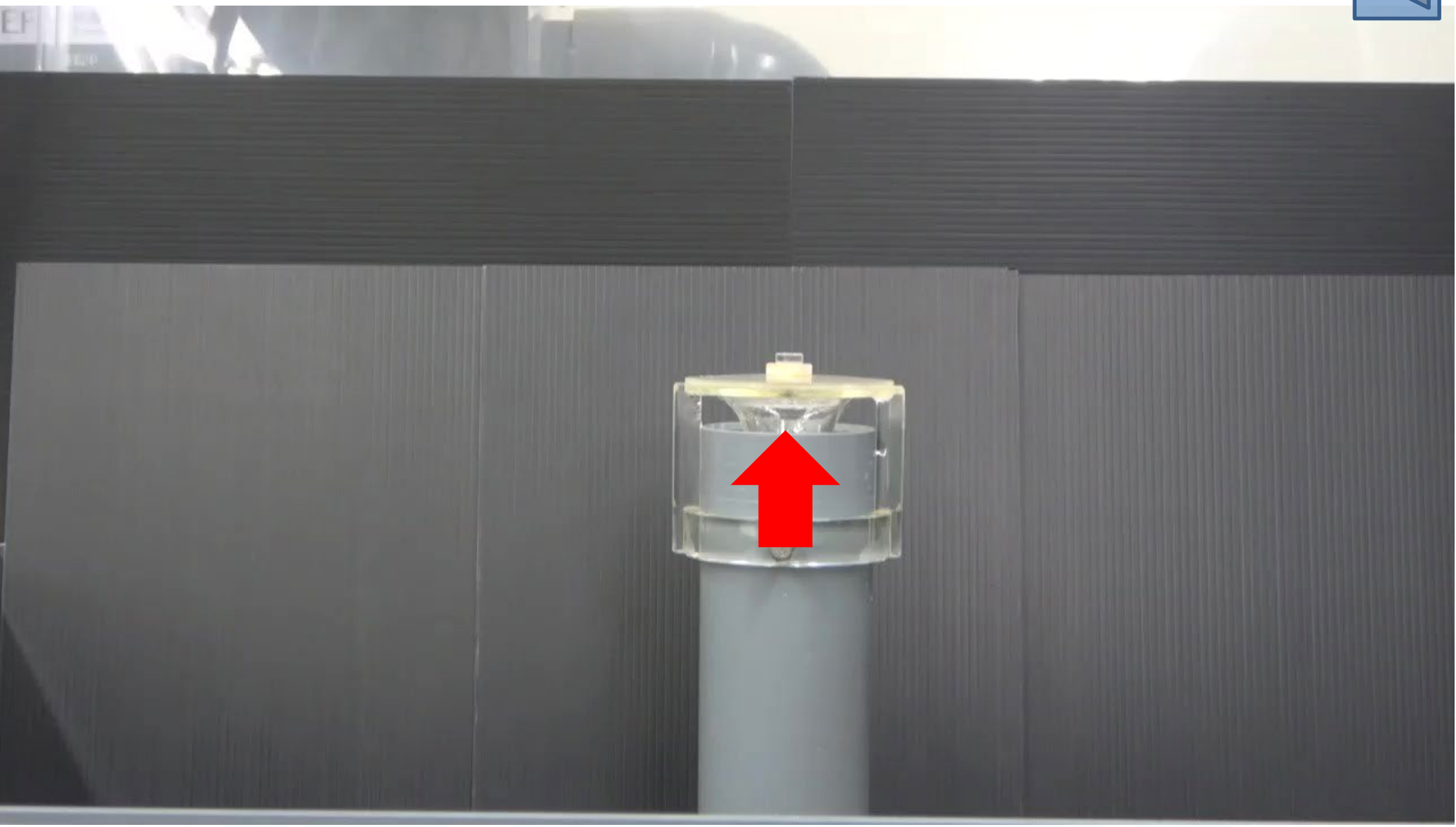
試験エリアの様子



噴霧塔拡大

© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.

参考　塩水噴霧の様子（2/2）



© Copyright 2021 Oki Engineering Co., Ltd.