

## 特別報告2 送電信タワーの大気腐食

### 1. タワー素材の溶融亜鉛めっき材の大気腐食

図1に米国電信タワーの大気腐食状況を示す。

- ① 溶融亜鉛メッキのは、亜鉛が大気の大気腐食に対して、バリアー層と犠牲陽極になり、鉄部材を保護する。
- ② 使用年数とともに、亜鉛は大気の大気腐食性、雨／晴れのサイクルにより腐食する。亜鉛の大気腐食生成物(さび)は、炭酸亜鉛、酸化亜鉛、水酸化亜鉛、硫酸亜鉛、水酸化塩化亜鉛、水酸化塩化硫酸亜鉛が生成する。
- ③ 表面の亜鉛が消失すると、赤茶色の三水酸化鉄  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、黒色のマグネタイ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、青／緑の二水酸化鉄  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ が生成する。

### 2. 対策

日本での対策として、京都マテリアルズ製のPL Galva塗料を使用し、塗料中の微粒亜鉛による犠牲防食作用及び亜鉛サビによる対環境バリア作用によりタワーの半永久的防食が可能である。



FIGURE 2 Utility transmission and distribution towers located in environments where land use (e.g., proximity to industry, roads, and deicing salts) is indicative of potential corrosion issues.

### 図1 送電信タワーの腐食(米国の例)

M..Zamanzadehら:送電信鉄塔の腐食リスク戦略,  
Materials Performance, Vol. 53, No. 3, 2014)

## Materials Project Introduces the Pourbaix Diagram App



Image courtesy of Massachusetts Institute of Technology.

the database will contain information on the basic properties of all compounds that can exist. Recently the Materials Project added a Pourbaix Diagram App that draws on its database to create Pourbaix diagrams for various elements. Learn more at [www.materialsproject.org](http://www.materialsproject.org).

米国では、上図に示す各金属のさびに関して、各元素の Pourbaix Diagram(元素の電位-pH図)をつけたデータベース作成のプロジェクトを立ち上げている。インフラストラクチャーの維持管理に役立てる。

## 特別報告3 ケルビンプローブによる露点腐食のモニタリング

**1. 測定原理:** 数十マイクロン～数mmの腐食液で覆われた金属材料の腐食電位を測定して、腐食の状態を知る。照合電極を水溶液に漬ける必要はない。

火力ボイラー低温部の硫酸露点腐食、インフラストラクチャーの大気腐食、石油化学、石油精製工場のステンレス配管の外面応力腐食割れ(ESCC)及び自動車排気系ステンレス管の孔食・すき間腐食などの検査に使用可能である。

2. 照合電極を大気中にぶら下げ、金属試験片と照合電極の間を約2mmの間隔に保ち振動させることにより、試験片と照合電極でコンデンサーが発生する。このコンデンサーを利用して金属の腐食電位の測定が可能となる。実験室内でのモニタリングでは、この2mmの間隔で十分であるが、実装置の腐食モニタリングと使用するには、電極間の距離は最低5mmが必要となる。

### 3. 新しいケルビンプローブの開発の可能性

次ページの手書きによる式から、電極間距離を2mmから5mmに広げるためには、照合電極の面積を2.5倍にすることにより可能となる。

実際には、メーカーのヒロコン(株)及び弊社クライアント会社のL社のご協力を得て検討中。

### 4. 自動車排気系材料の腐食モニタリング装置

図1にその装置概略を示す。

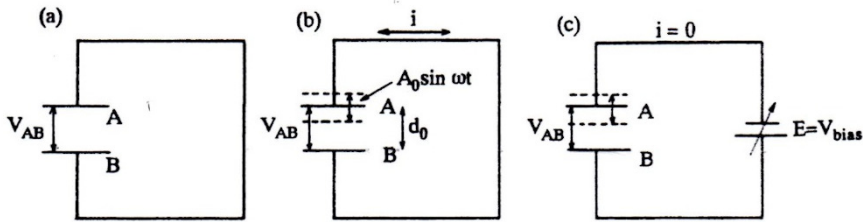


Fig. 4 Measuring method for Kelvin potential.

- (a) Kelvin potential is equal to volta potential difference  $V_{AB}$ .
- (b) Alternate current flows along the circuit when electrode A oscillates sinusoidally.
- (c) Kelvin potential is measured as  $V_{AB} = -V_{bias}$ .

上図はケルビンプロ-ブの原理です。ヒロコニ(株)の装置ではA-B間の距離 $d$ が最大 2mmの制限があります。

例えば、 $d$ を2mmから5mmに広げるにはどうしたらよいか？ (これは以前からの課題です)

A(プロ-ブ), B(サンプル)で構成されるコンデンサーの交流電流 $i$ は、

$$i = \frac{dQ}{dt} = V_{AB} \frac{dC}{dt} \quad (1)$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 A}{d} \quad (2)$$

$C$ : コンデンサー容量,  $\epsilon$ : 空気の誘電率,  $\epsilon_0$ : 真空の誘電率  
 $d$ : A, B間の距離,  $A$ : Aの面積

今  $d$ を一定にし,  $A$ を変動させるとしたら、

$$A = A_0 + A \sin \omega t \quad (3)$$

$A_0$ : 平均面積,  $\omega$ : 角速度

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{d_0} \frac{d(A_0 + A \sin \omega t)}{dt} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{d_0} A \omega \cos \omega t \quad (4)$$

(1) 及 (4)より

$$|i|_{max} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{d_0} A \omega \quad (5)$$

従来のケルビンプロ-ブは  $d_0 = 2(\text{mm})$ ,  $A = A_1$ ,  
 目標値は  $d_0 = 5$ ,  $A = A_2$

$\therefore A_2 > 2.5 A_1$  ならば  $d_0 = 5\text{mm}$  で測定可能 (6)

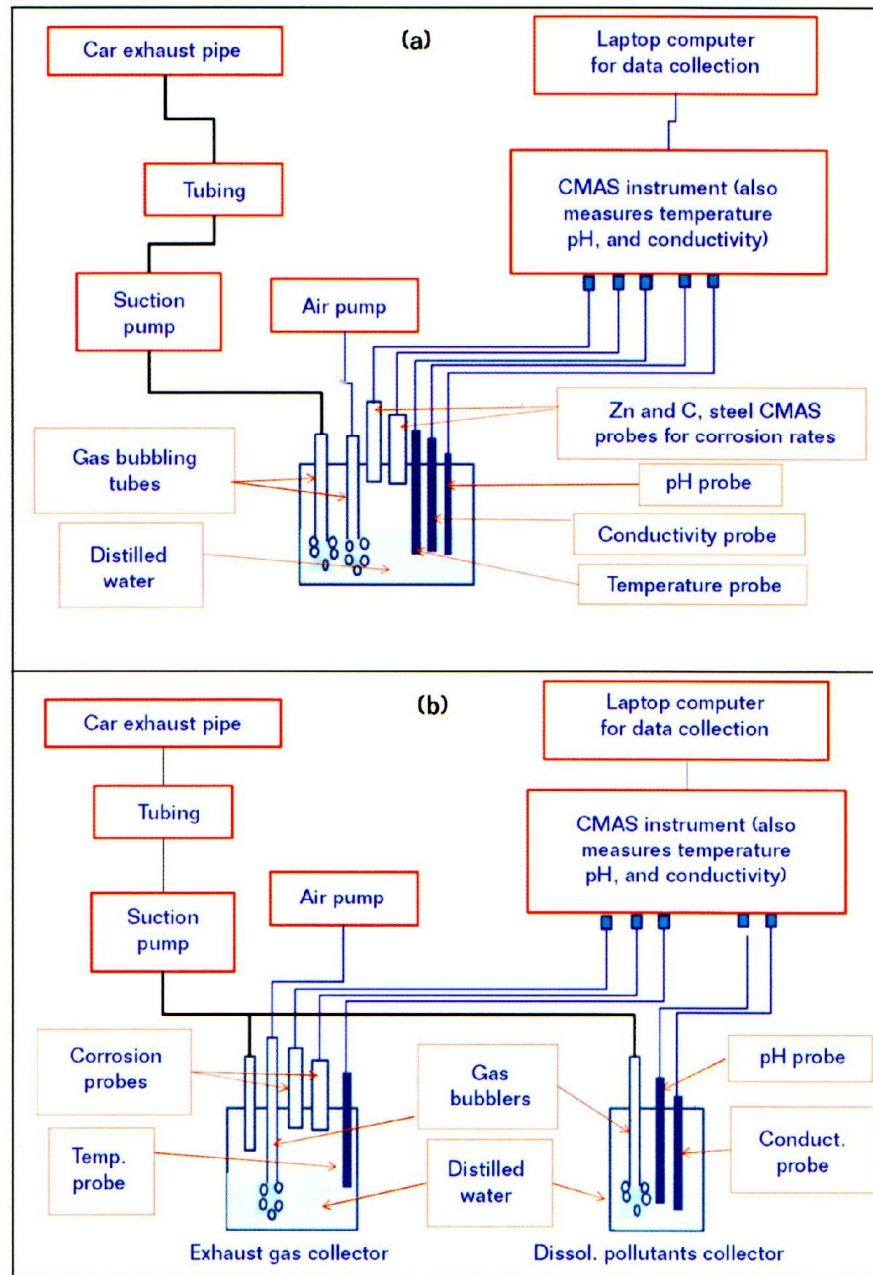


FIGURE 1 Experimental setup for the measurement of corrosion rates of Zn and CS accelerated by the exhaust gas from a vehicle engine for (a) regular testing and (b) for verification testing.

図1. 自動車の排気系システムの炭素鋼及び亜鉛の腐食モニタリング装置 (A.Yang ら: 腐食センサによる自動車排気系の腐食モニタリング、Materials Performance, Vol. 53, No. 3, 2014)