

ケルビン電位測定方法の腐食モニタリングへの適用(案)

長野博夫* 宮崎良忠**

*株式会社材料・環境研究所 **計測検査株式会社

1. はじめに

以前、ケルビン電位測定方法を用いて薄膜水下での鋼の腐食電位測定し鋼の腐食電位が薄膜水厚さの影響を受けることを報告した。また、大気中におけるステンレス鋼の孔食発生をケルビン電位法により明らかにした。その後、データの蓄積により、ケルビン電位法は、腐食モニタリングとともに、腐食解析にも有効であることが分かってきた。

2. ケルビン電位測定方法とデータの意味

ケルビン電位とは、接触電位差、あるいはボルタ電位差と定義される。大気中、試料金属板と参照電極の振動電極の間は絶縁空間であり、

$$V_{kp} = V_s - V_r \quad (1)$$

V_{kp} : ケルビン電位, V_s : 試料の電位, V_r : 参照電極電位

V_{kp} は、図1より、

$$V_{kp} = -V_{bias} \quad (2)$$

より測定できる。

V_{kp} は試料表面に水膜があり、腐食している時は腐食電位に換算でき、試料表面がドライな状態であるときは、仕事関数に換算可能である。

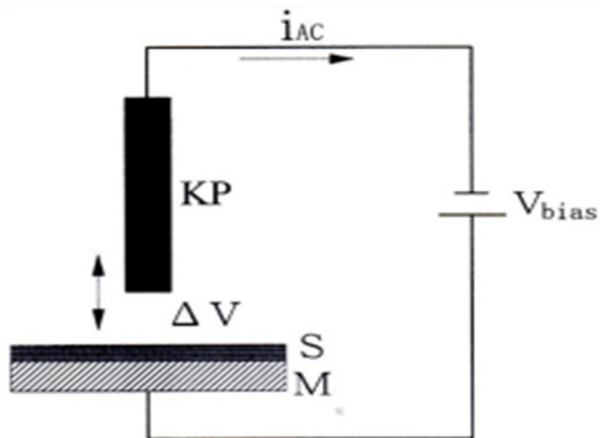


図1. 水膜で覆われた金属のケルビン電位の測定系図¹⁾

KP: ケルビンプローブ, S: 水膜,

M: 鋼試験片

V_{bias} : バイアス電位差, i_{ac} : ケルビン電流 Δ

V : ケルビン電位 (接触電位差)

3. 試験材料

- (1) 普通鋼と耐候性鋼 (0.5Cu-1Cr-0.5Ni)
- (2) ステンレス鋼
- (3) Cr 量変化材 (Cr 量 0~13%)
 - a) 裸材, b) 塗装材 (エポキシ樹脂塗装膜厚さ 150 ミクロン)

4. 試験結果

4.1 耐候性鋼の表面電位

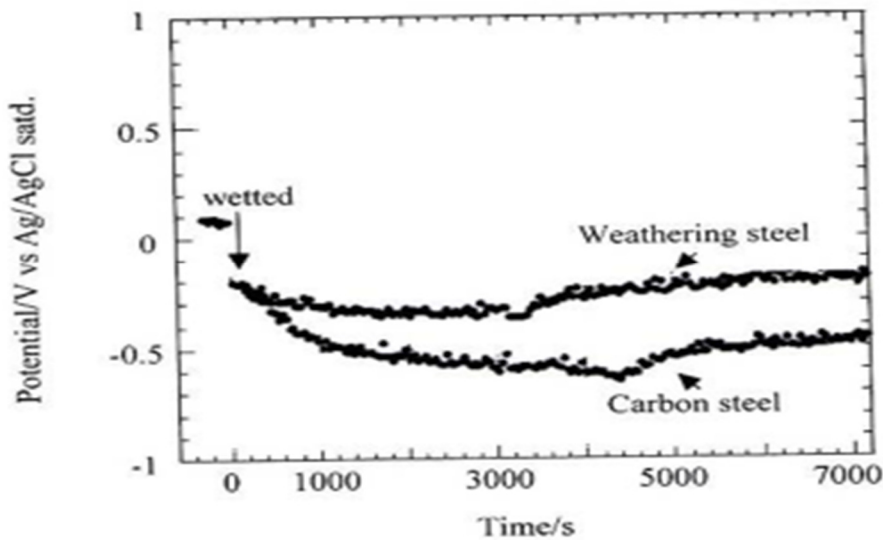


図2. 17年間海浜地帯に暴露した普通鋼 (Carbon steel) および耐候性鋼 (Weathering steel) の薄膜水下の表面電位⁵⁾

4.2 海塩粒子によるステンレス鋼の表面電位変化

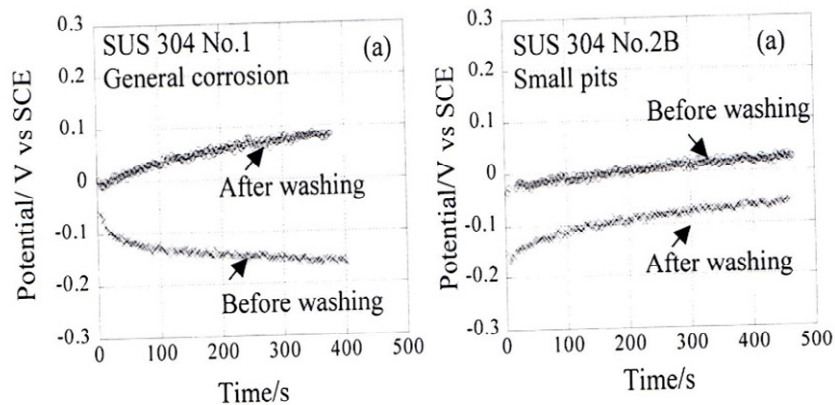


図3. 304ステンレス鋼の人工海浜環境に暴露後のケルビン電位測定結果⁶⁾

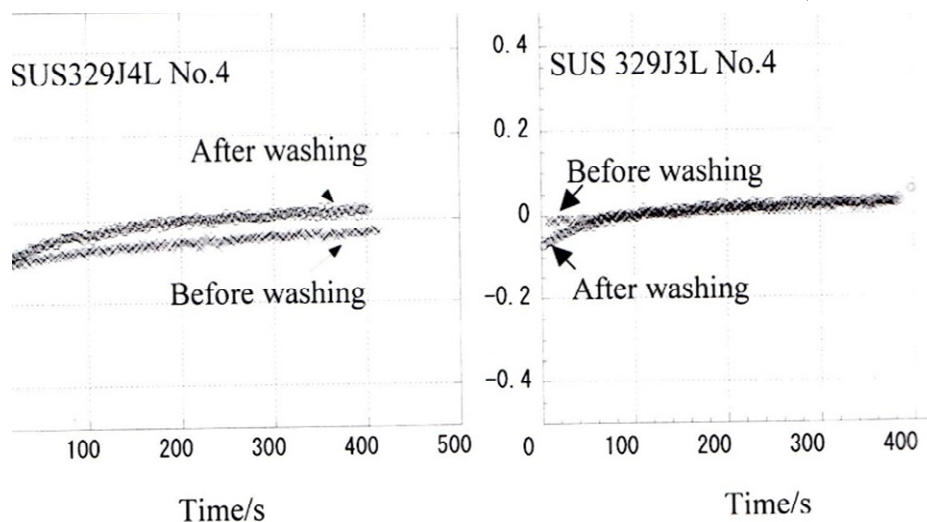


図4. 二相ステンレス鋼の人工海浜環境に暴露後のケルビン電位測定結果⁶⁾

4.3 Cr量変化材の表面電位変化

4年間九州地区で大気暴露したCr含有変化材のケルビン電位測定値を図5に示す。

表 1 裸材暴露後，湿潤下のケルビン電位

湿潤	1	2	3	4	5
SS	-0.12	-0.13	-0.10	-0.08	-0.11
1Cr鋼 (KC5)	-0.05	-0.11	-0.03	-0.04	-0.21
5Cr鋼 (KC7)	-0.03	-0.16	-0.03	-0.02	0.00
13Cr鋼 (ST1)	+0.09	+0.11	+0.14	+0.15	+0.15
13Cr鋼 (ST1) [膜上に蒸留水]	+0.05	+0.06	+0.07	-	-

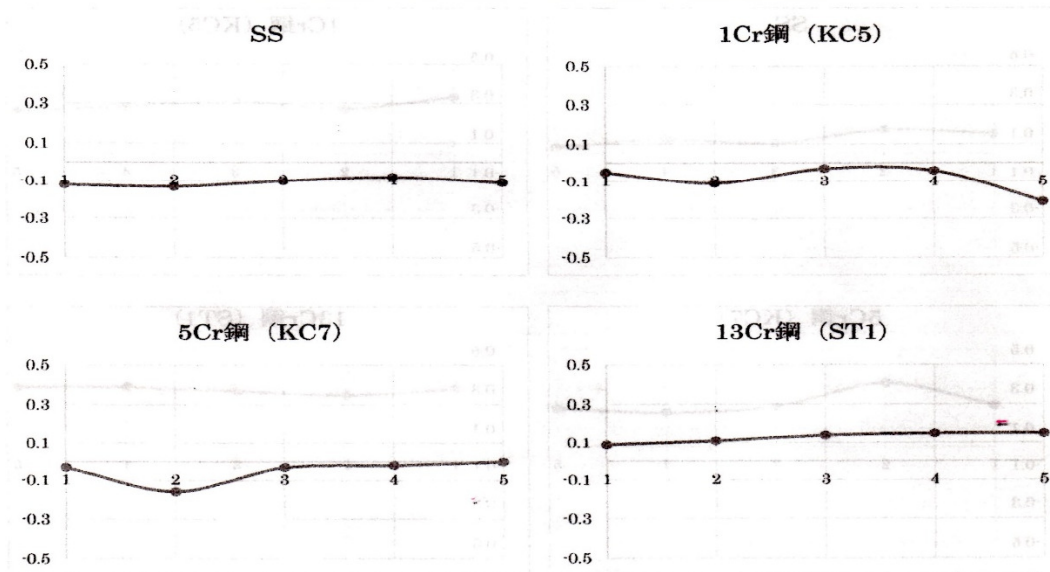


図 5. Cr 量変化材暴露後，湿潤下のケルビン電位
(縦軸 ケルビン電位 (V) ，横軸 測定点 5 ヲ所)

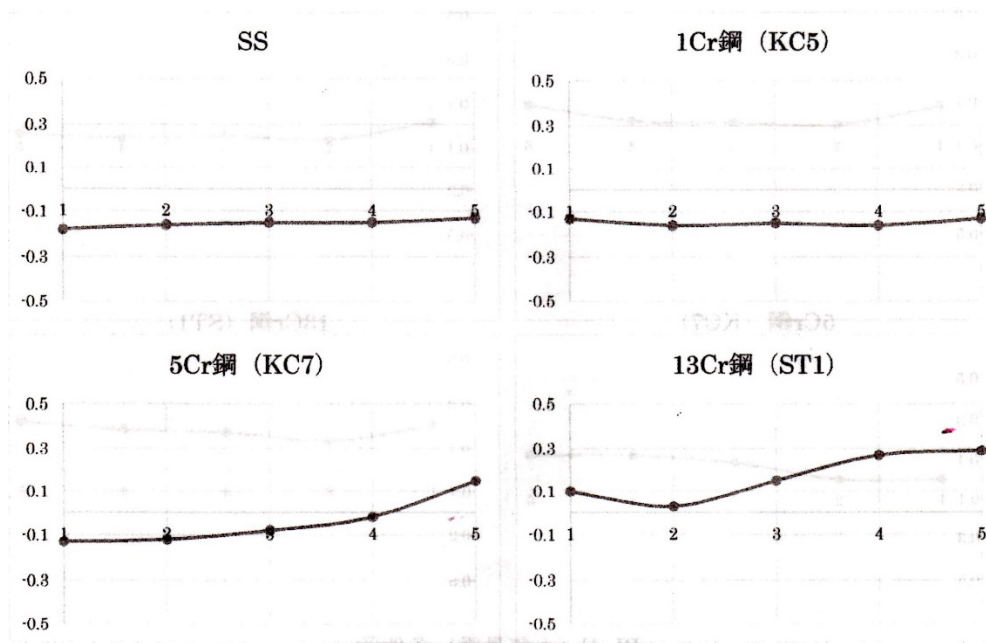


図 6 塗装材暴露後，湿潤下のケルビン電位

図 5 裸材の暴露試験後において，13Cr 鋼のケルビン電位は他材より 100mV ほど貴である。図 6 の塗装材暴露試験後においては，水が塗膜を浸透しており，13Cr 鋼塗膜材のケルビン電位は他合金鋼よりも高く，塗膜下基板の影響を反映する。

5. 終わりに

金属材料のケルビン電位測定値は、腐食下では腐食状態、乾燥下ではクリーンな表面或いは腐食したさび付きの状態を反映する。ケルビンプローブの活用することによりに、腐食モニタリング、腐食原因の究明、および耐食材料あるいは防食技術開発などに役立てられる。

6. 謝辞

Cr 変化材試験片をご提供下さった旧住友金属工業(株)殿に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 山下正人, 長野博夫: 日本金属学会誌, **61** (1997) 721-726.
- 2) 長野博夫, 土井教史, 山下正人: DENKI KAGAKU, **66** (1998) 493-497.
- 3) 山下正人, 土井教史, 長野博夫: 材料と環境, **47** (1998) 384-390.
- 4) 伊藤純, 長野博夫: 材料と環境, **52** (2003) 287-292.
- 5) 長野博夫: 腐食防食学会関西支部 第7回腐食防食セミナー資料 (2014).
- 6) MANAL GOMAA MAHMOULD OSMAN ALI 広島大学博士論文 (2005).