

出國報告（出國類別：開會）

## 參加 NACE East Asia & Pacific Area Conference

服務機關：台灣中油綠能所

姓名職稱：莊高樹

派赴國家/地區：日本/橫濱

出國期間：108.11.11~108.11.16

報告日期：108.12.5

## 摘 要

日本橫濱舉辦之 NACE East Asia & Pacific Area Conference，由美國腐蝕工程師協會(National Association of Corrosion Engineers)主辦，會議共4天(11/11-11/14)，主要活動包括論文發表和研討、專題演講以及儀器和產品展示，並利用此行搜集有關 Marine Corrosion(海洋腐蝕)、Oil & Gas Industry 石化煉製腐蝕、Process Industry、Corrosion in Combustion Gas Environments、Atmospheric Corrosion 大氣及海洋腐蝕、General Coatings、Cathodic Protection 陰極防蝕、Chemical Treatment、Microbiologically Influenced Corrosion 微生物腐蝕、Infrastructure (Management)、Corrosion Science、Cost of Corrosion 及材料腐蝕與防蝕(materials corrosion and prevention)等各項研討議題之相關資訊，以了解目前各項技術新的發展現況。參加 NACE 會議，包含論文發表、資訊交流及廠商參展等主題，KANSAI PAINT 專題演講的 CUI 迴圈方法和裝置，及 Asahi Dr. Nakahara 專題演講的 AI 電腦學習 Management of Corrosion Under Insulation (CUI) in Japan 和 CUI 預測及 AkzoNobel 的 Darren Ward 發表 Advanced Alkylated Amine Epoxy Technology for Corrosion Protection of High Temperature Insulated and Uninsulated Steelwork 討論因為環氧酚醛樹脂具優異的耐熱性，所以傳統上被用於絕緣和非絕緣的保護鋼結構在高達 230°C 的溫度下工作。然而，由於其化學結構，環氧酚醛樹脂遭遇了各種挑戰，包括對紫外線 (UV) 的敏感性，當暴露在自然光和電位下時，會導致快速產生在高乾膜厚度 (DFT) 下使用時出現裂縫等專題討論。Osaka City University 的 Hiroshi Kawakami 等人發表 Effect of Pickling and Mechanical Grinding on Initiation of Biofilm and Microbially Influenced Corrosion of Stainless Steel Weldments: 探討表面處理對生物膜萌生和微生物腐蝕的影響討論了不銹鋼焊接件。結果表明，腐蝕是由點蝕引起的在焊態試樣表面，由於兩個因素的疊加，即焊接抗點蝕性及芽孢桿菌產生的腐蝕加成作用。都讓人印象深刻。

工場因設備、保溫下管線及微生物腐蝕造成破損而引起的工安事故，對於工場的操作安全及經濟效益的提升實是一大隱憂，因此如何降低及預防腐蝕的發生，增進工場的操作安全及經濟效益，一直是工場操作及材料設計開發人員關心的課題。故藉此會議瞭解世界各國目前及未來用於降低及預防腐蝕的方法及作法，以做為公司的參考。

## 目 次

一、目的 .....	04
二、過程 .....	06
三、具體成效.....	31
四、心得及建議 .....	32
伍、參考資料.....	33

# 目的

參加 NACE East Asia & Pacific Area Conference 目的在於了解目前國際工業界所關注的離岸風電、預防包覆下腐蝕 (CUI)、船舶之塗裝系統。CUI 為近年來倍受石化廠關注之議題，因為此腐蝕發生於保溫層下，被保溫材和金屬外罩所遮蔽而難以被發現，一經發現，腐蝕問題通常已相當嚴重。若管線內為易燃液體或易於爆炸的物質，則會釀成重大的工安意外。根據 NACE SP0198-2010 的記載，CUI 發生溫度於碳鋼材上為  $-4^{\circ}\text{C}$  ~  $175^{\circ}\text{C}$ ，原因如下：1. 在潮濕保溫材包覆下的冷熱循環導致塗裝於金屬上的表面龜裂，造成陽陰極的電化學反應，加快腐蝕速率；2. 是吸水保溫材長期的濕潤環境；3. 是管線的高溫使腐蝕加速，同時水分的沸騰蒸發不斷循環，使得水中的氯化物、硫化特等離子濃度昇高，更加速腐蝕的速度，這三者因素在 CUI 同時發生，上述原因使 CUI 長期在石化業創造了破壞力極強的風險。所以本次 NACE 會議針對 CUI 專案討論。此外本次並會討論海上機件與構造物防蝕如船舶、風機，離岸風電能源政策是政府現階段極為重視與推展的重點項目，如何在 2025 年達到再生能源裝置容量達 2742 萬瓩，兼顧國際減碳承諾，並因應國內外政經情勢及能源環境的快速變遷與挑戰，除了快速引進國外發電技術做為根基，國內自主的風機及海上防蝕，更是再生能源能否成功的運行關鍵。Microbiologically Influenced Corrosion 水下生物汙損也是此次會議重點討論項目，根據統計每年因船舶水下生物汙損造成機械故障及船阻提升 80%、航速降低 11%、增加油耗達 80%、影像船舶性能(聲納)、生物體分泌物造成船體腐蝕。美國水下防污費超過 6 億美元/年。透過此次會議可了解離岸風機海上防蝕與船舶水下防蝕產業研究與發展趨勢。本次會議主題包含：Marine Corrosion、Oil & Gas Industry、Process Industry、Corrosion in Combustion Gas Environments、Atmospheric Corrosion、General Coatings、Cathodic Protection、Chemical Treatment、Microbiologically Influenced Corrosion、Infrastructure (Management)、Corrosion Science、Cost of Corrosion。

會中討論重要專題有：

1. Mechanism of CUI and Its Protective Painting
2. Marine Exposure Test of Conductivity Mortar Cover Method for Cathodic Protection Applied to Marine Steel Structures
3. Advanced Epoxy Coating Technology for Use on High Temperature Insulated and Uninsulated Steelwork
4. Effect of Relative Humidity and Temperature on the Corrosion Behavior

of AA3003 and AA6016 under Artificial Sea Water

5. Finite Element Model for Damaged Zinc Coatings Based on Real Time Corrosion Data Collected in the Tropical Marine Atmospheric of Singapore
6. Corrosion of Fe During Repeated Wet-Dry Cycling Tests with NaCl Solutions -Effect of Cl<sup>-</sup> Concentration on Corrosion morphology of Fe
7. NACE International's Organizational Activities Against Marine Corrosion
8. Onboard Test Results of Corrosion Resistant Steel for Crude Oil Tankers
9. Corrosion Management in the Oil and Gas Industry: How We Do It Around the World?
10. External Corrosion Direct Assessment of A Tape Wrap Pipeline
11. Introduction of Corrosion Cost Research in China
12. Corrosion Curriculum Intervention in Response to Cost of Corrosion
13. Metal Corrosion by A Marine Isolated Bacterium in Response to Environmental Changes

塗裝對於離岸風電和船舶及 CUI 有著極重要的保護作用，離岸風電在海上，面對極惡劣的環境，要如何延長其使用壽命以及確保其安全性及防蝕效率，除了製造過程需注意細節外，最後的塗裝程序扮演著關鍵性的角色。研討會中將探討船舶塗裝的影響及其施行的必要性，並提出相關建議，進而提供一些有用的塗裝相關資料，以利未來能建造更優良的船舶塗料。利用塗料的配方及製備技術，環保塗料可達到降低石化產品使用量及環保節能減碳效益。藉由此次會議吸收專業知識和專題演講新知，以增進研究發展能力，蒐集與討論有關環保低 VOC、船舶塗裝材料開發與製作技術及經驗，做為往後產品開發應用的參考資料。並藉由拜訪 Hitachi High-tech Science Corp. 以提升公司內高分子塗膜材料技術之分析和研發及合成能量，有助本所研究規劃先進綠色塗裝材料與開發研究。

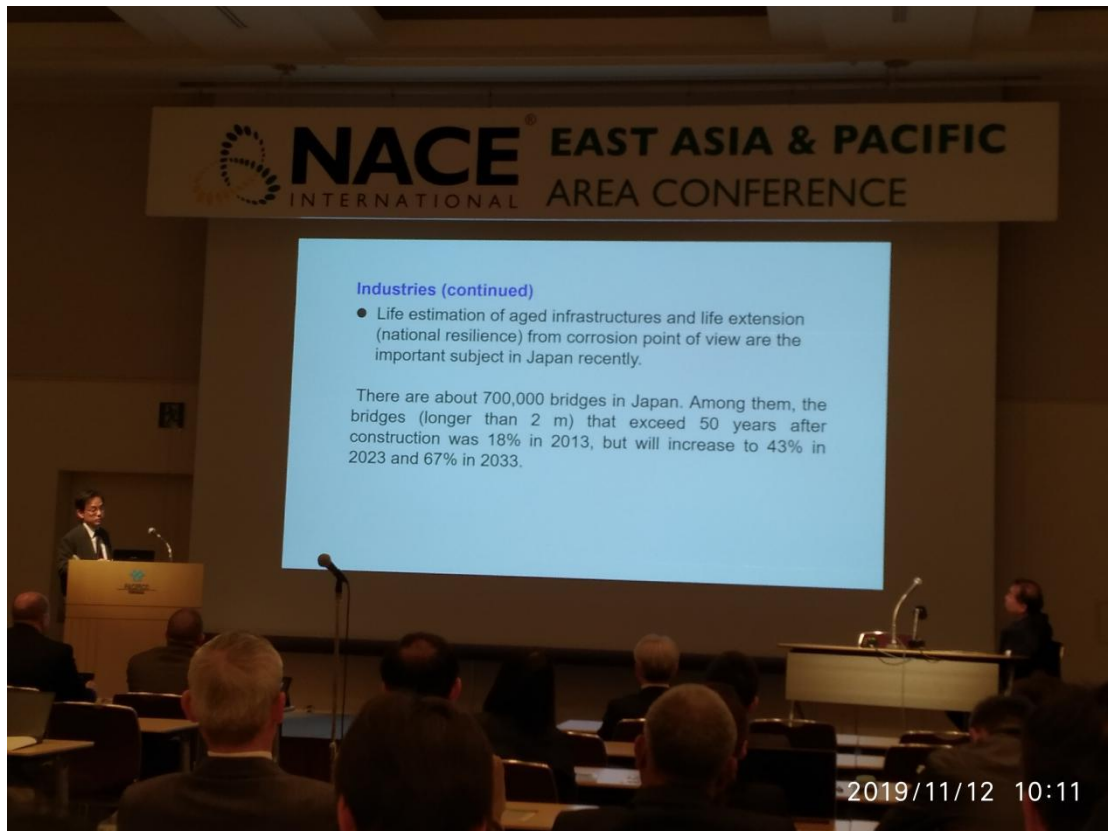
## 過程

NACE 為美國腐蝕工程師協會(National Association of Corrosion Engineers)，是現今世上在材料腐蝕與防蝕科技領域上著名之學會，其發行的期刊及論著、舉辦的研討會及教育訓練等向來皆受材料腐蝕界所重視。今年會議內容包括論文發表、技術研討、儀器設備及圖書文獻展示以及其它學會活動等，為說明方便起見，將分別就論文發表及廠商參展說明如下：

論文發表及技術研討：

NACE 會議所發表的主要是以技術論文(technical symposia)為主，純學術研究性的論文較少，今年論文內容主要是涵蓋 Marine Corrosion(海洋腐蝕)、Oil & Gas Industry 石化煉製腐蝕、Process Industry、Corrosion in Combustion Gas Environments、Atmospheric Corrosion 大氣及海洋腐蝕、General Coatings、Cathodic Protection 陰極防蝕、Chemical Treatment、Microbiologically Influenced Corrosion 微生物腐蝕、Infrastructure (Management)、Corrosion Science、Cost of Corrosion 等各項技術之應用與發展。由於技術論文眾多，本人只能就與目前工作相關者選擇參與，內容包括海洋腐蝕、微生物腐蝕、腐蝕監控、大氣及海洋腐及石油煉製工業腐蝕之論文等，皆有精彩的内容與討論，論文題目與内容摘要如附件一~二所示，分述如下：

大會演講第一場由 Japan Society of Corrosion Engineering 主席 Prof.Nishikata 主講



大會演講第二場由 National Association of Corrosion Engineers 主講

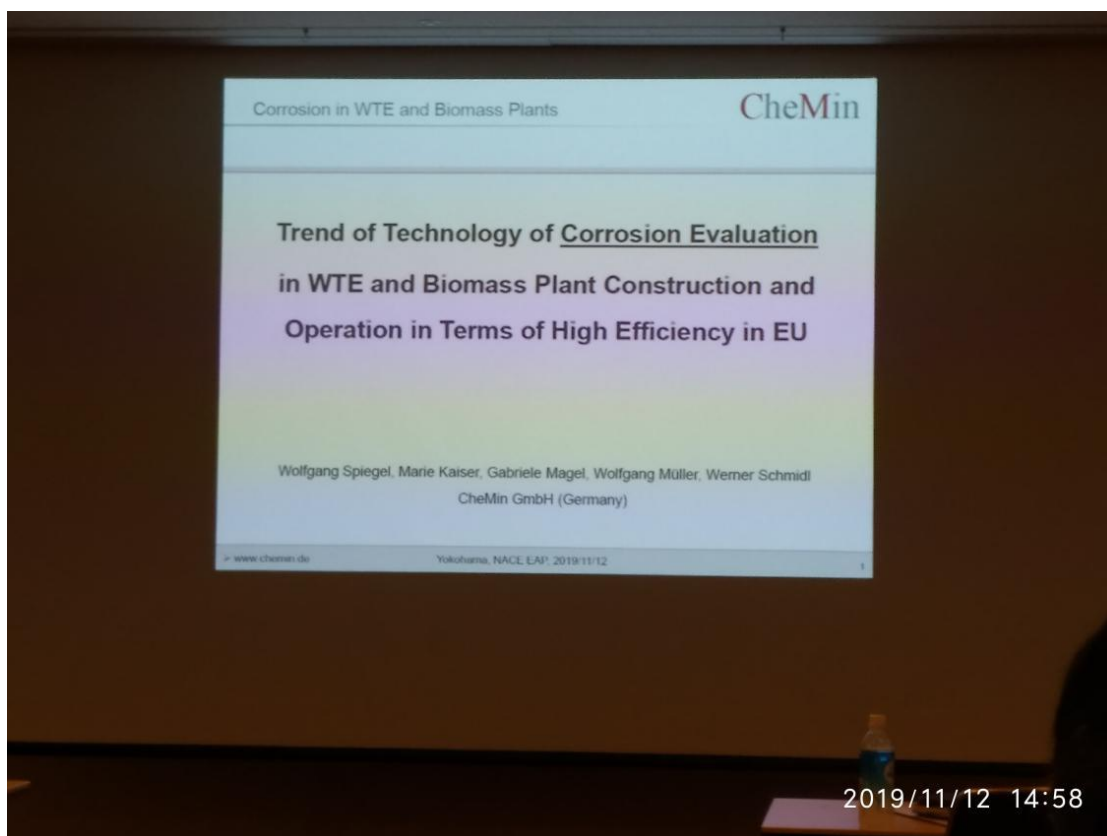
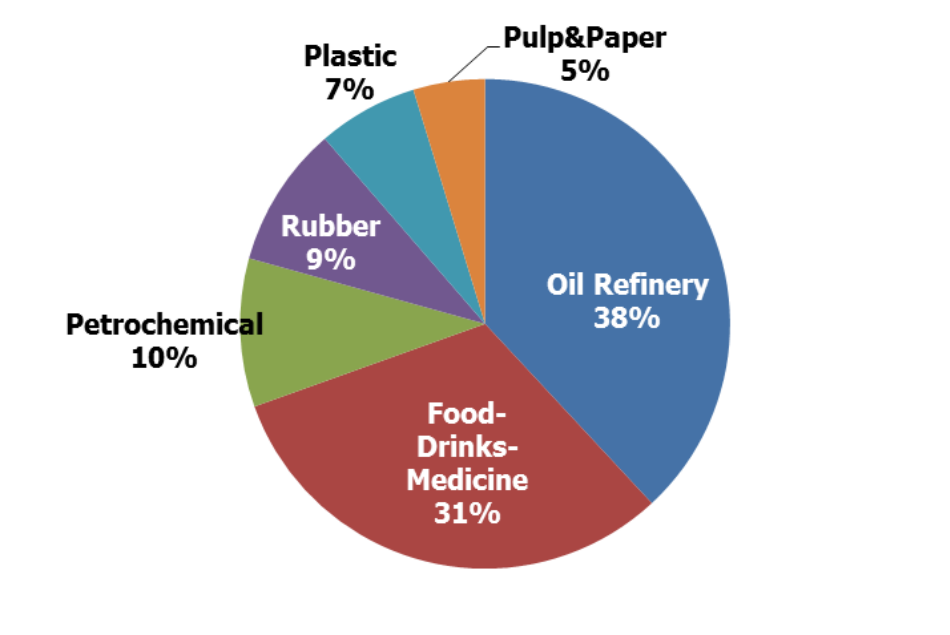


Cost of Corrosion:

Wanida Pongsaksawad 演講 Thailand Corrosion Cost Survey in 2011 based on the Hoar Method  
 中提到在 Chemical Sector 腐蝕費用分析中石油煉製工業腐蝕約 10%



Corrosion cost in the chemical sector in 2011 (\$1.1 billion total)

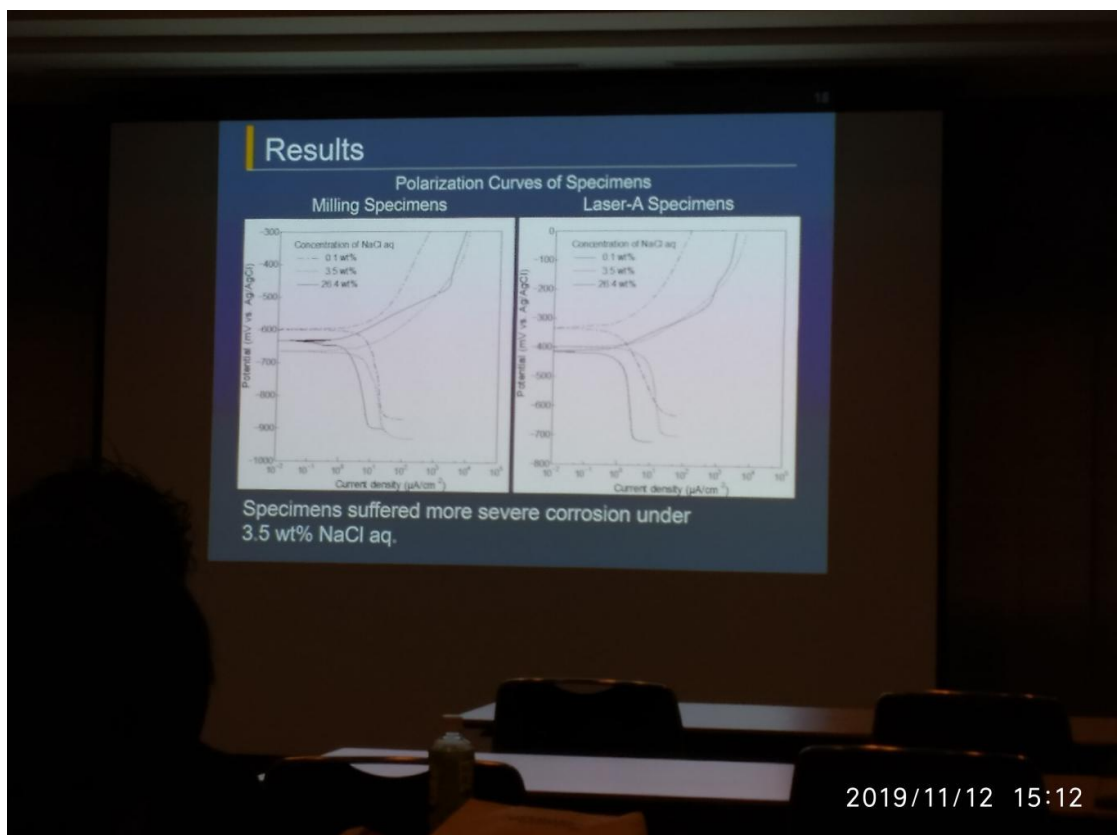
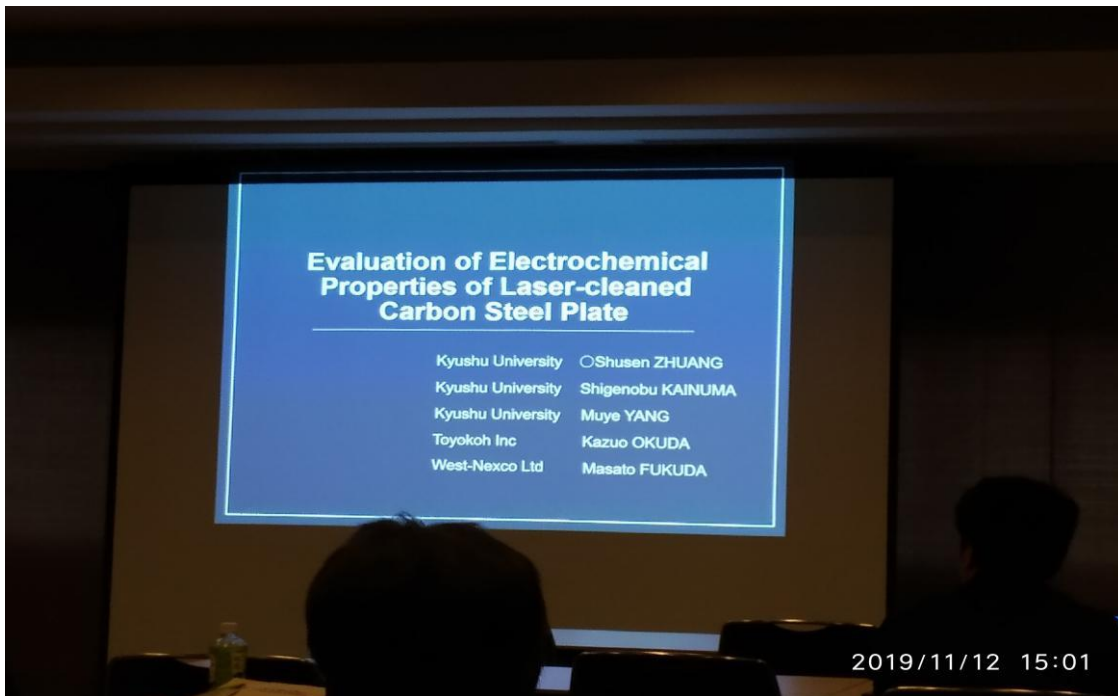


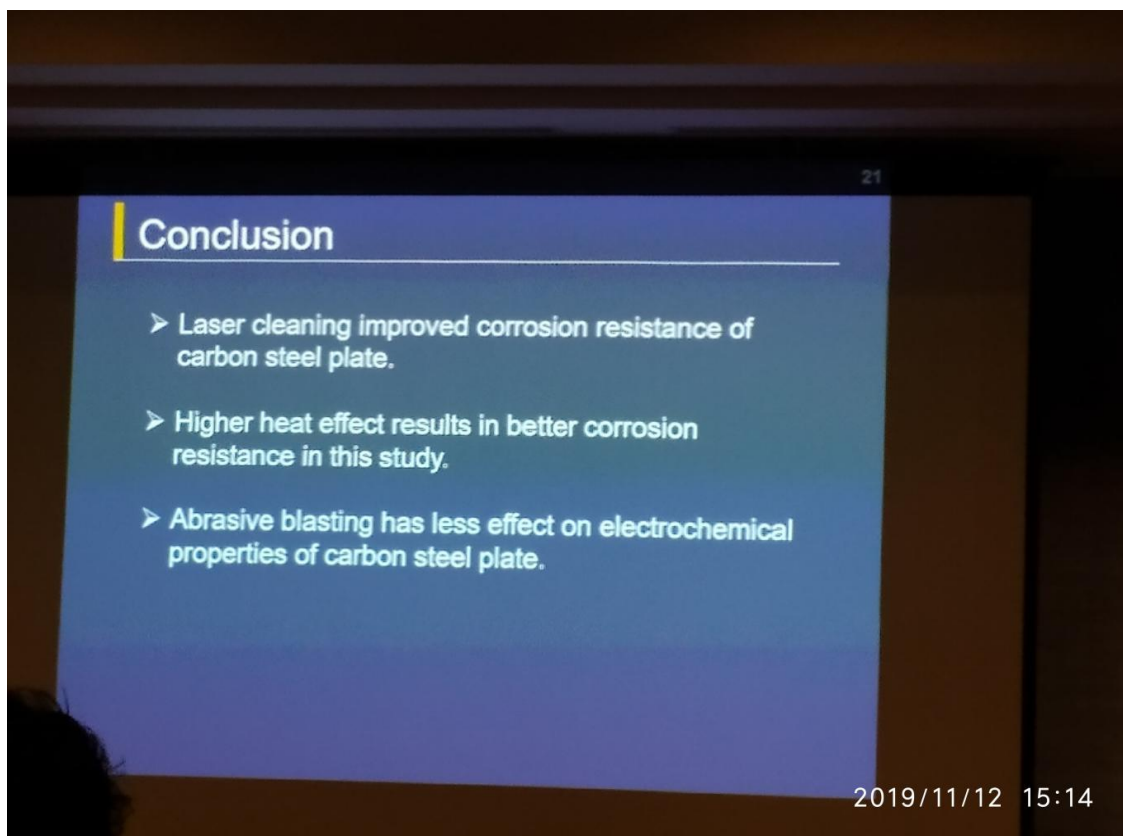
Infrastructure:九州大學主講 Evaluation of Electrochemical Properties of Laser-cleaned Carbon Steel Plate 結論有下:

1. laser 光表面處理後碳鋼板的耐蝕性提高
2. 較慢的 laser 光掃描速度會導致更大的熱效應，從而產生更大的影響 laser 光清潔樣

品的電化學性能的變化。隨著熱量的增加，更高開路電勢 OCP 和較小的腐蝕電流密度

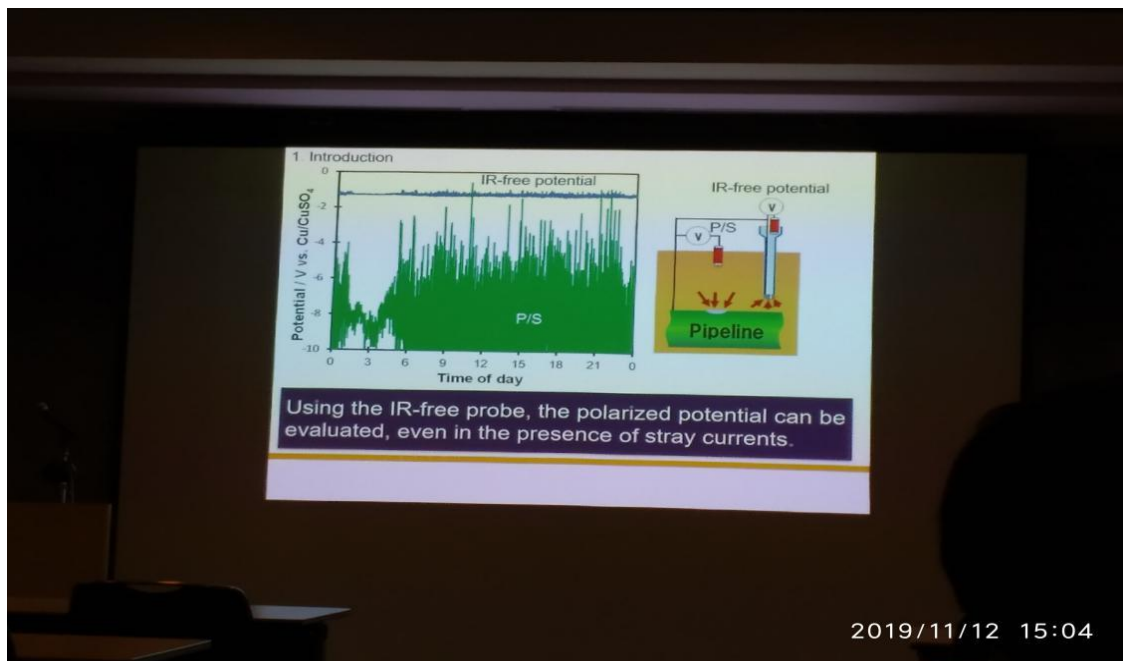
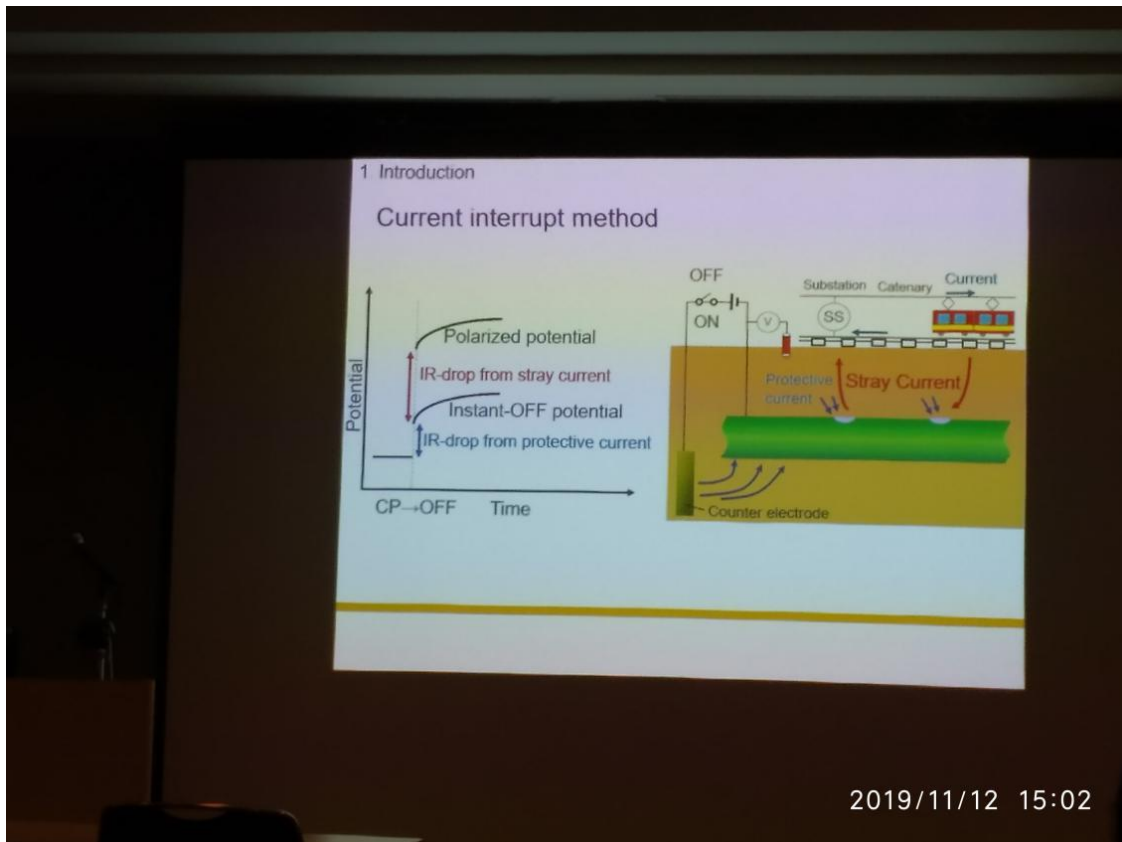
3. 噴砂對碳鋼板的電化學性能影響較小。與激光治療的比較。如果使用鐵鎳砂作為爆炸介質，則開路電位隨著腐蝕電流密度的增加，略微向負方向移動

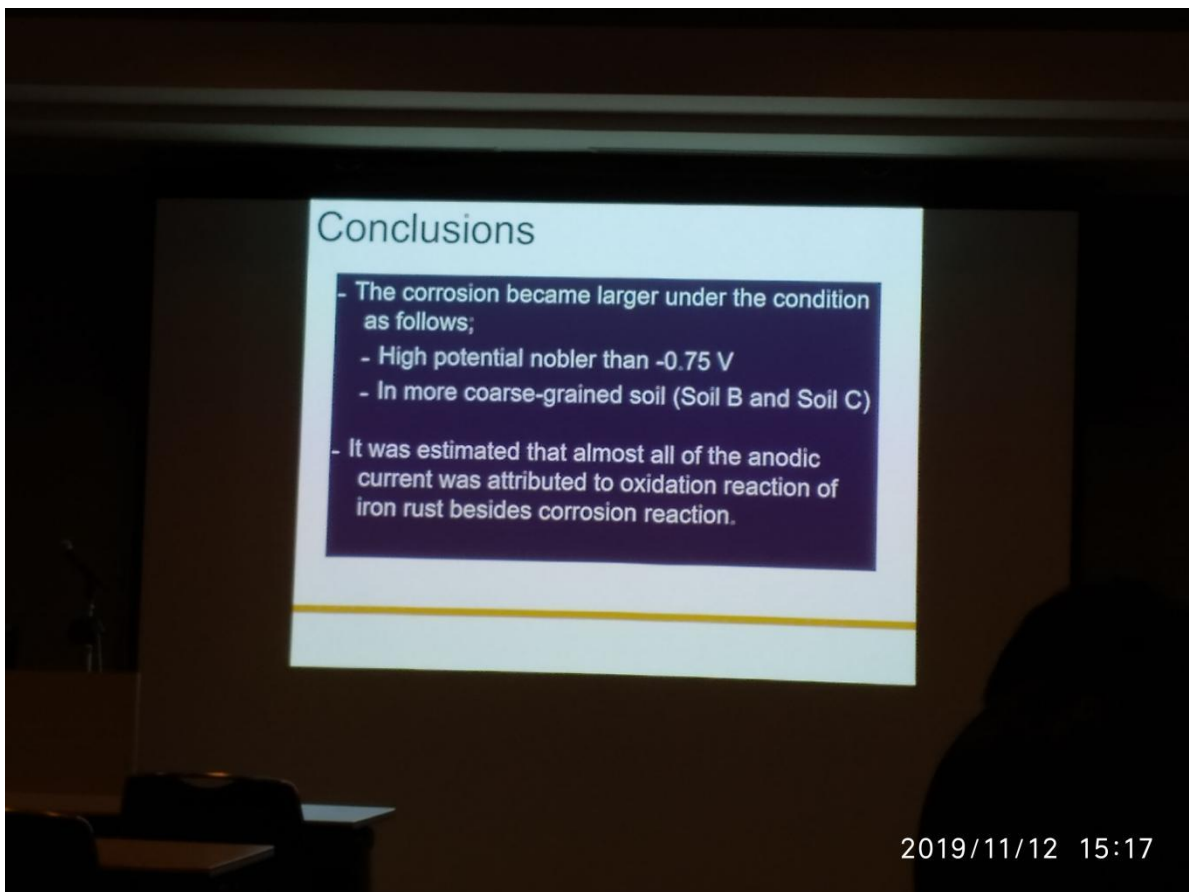




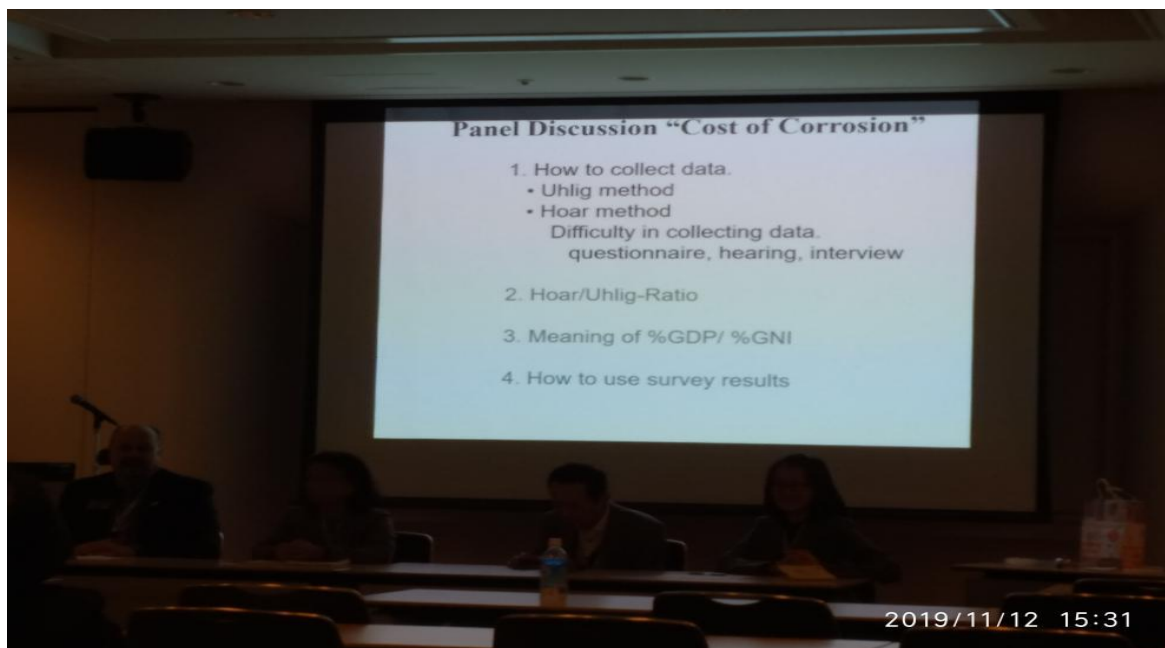
大阪瓦斯發表 Influence of Instantaneous Potential Fluctuations on Corrosion Protection Conditions of Buried Steel Pipelines under Cathodic Protection

有下面結論:1.粗粒土的腐蝕失重大於細粒土的腐蝕失重 2.腐蝕電流相對於觀察到的陽極電流的百分比不超過 1%。 因此,似乎大多數陽極電流不是歸因於腐蝕反應 3.在高於-0.70 V vs. Cu/CuSO<sub>4</sub>. 電位以上的條件下腐蝕失重更大





在 Introduction of Corrosion Cost Research in China 專題中並進行腐蝕成本小組討論：來自日本，泰國，美國，中國和越南的小組成員交換腐蝕成本資訊並討論如何使用腐蝕數據來分析未來走勢以提高用於資產的材料的安全性分析。



INPEX Corporation的Toshiyuki SUNABA發表Corrosion Resistance of 17%Cr SS for Domestic HP/HT Natural Gas Field 重點如下:在“Fit-For-Purpose conditions”條件下進行的 SCC /局部腐蝕和 SSC 測試說明，martensitic 17%Cr SS 滿足模擬現場服務要求。儘管略有與 22%Cr DSS 相比，具有更低的耐腐蝕性，但在高達 180°C 條件下並沒有出現點蝕或開裂的跡象觀察到。

Immersion Test

Specimen

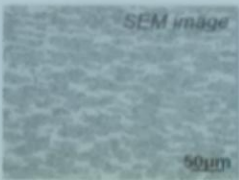
17Cr stainless steel

■ Chemical composition

						w%
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	
0.03	0.24	0.34	16.6	3.8	2.5	

■ Microstructure

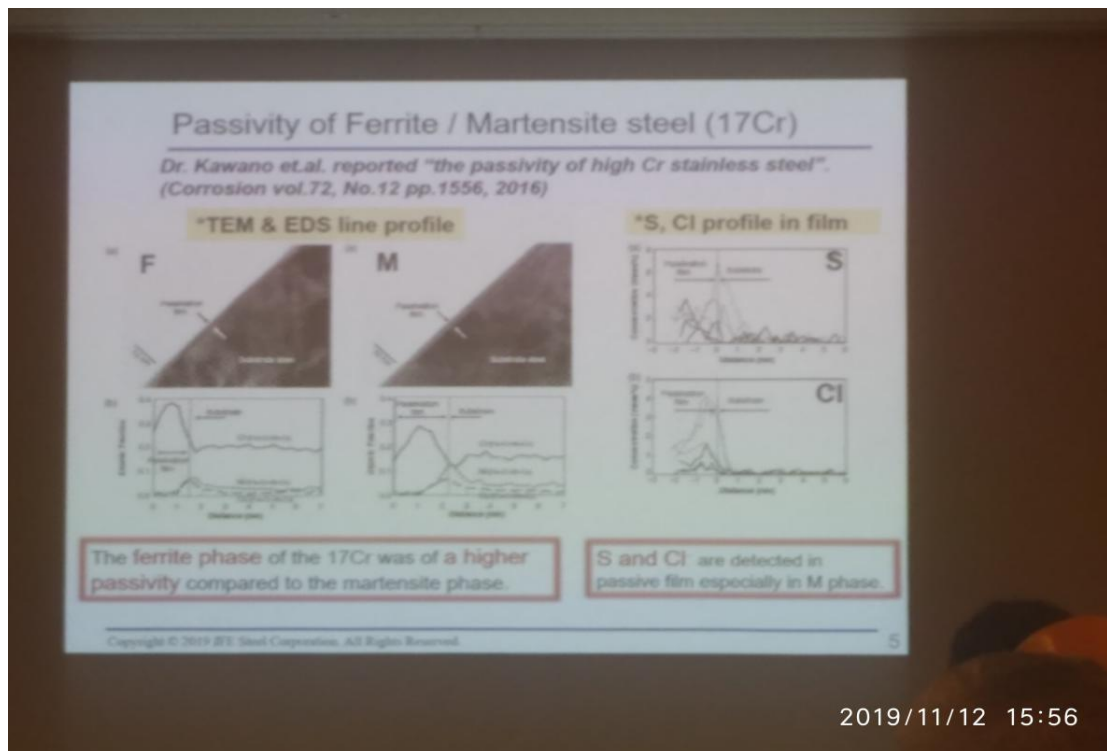
Volume fraction  
Ferrite : Martensite = 3 : 7



SEM image  
50µm

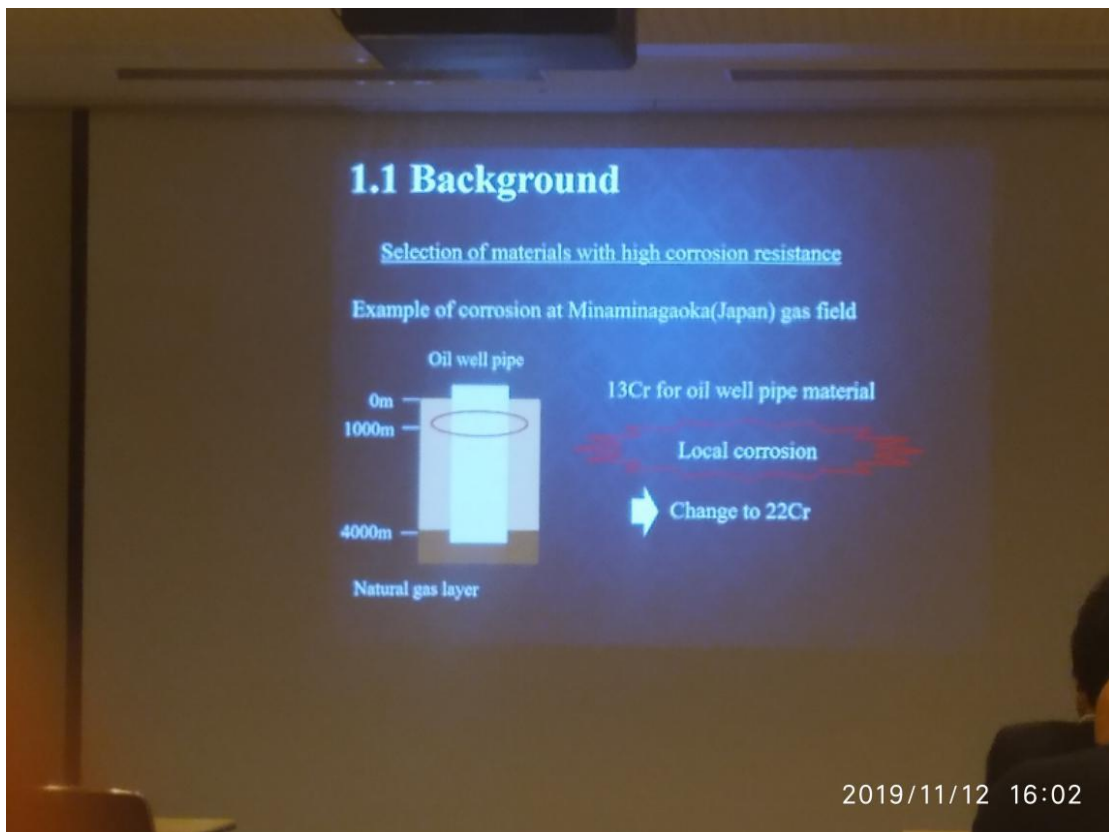
Copyright © 2019 JFE Steel Corporation. All Rights Reserved. 10

2019/11/12 15:45

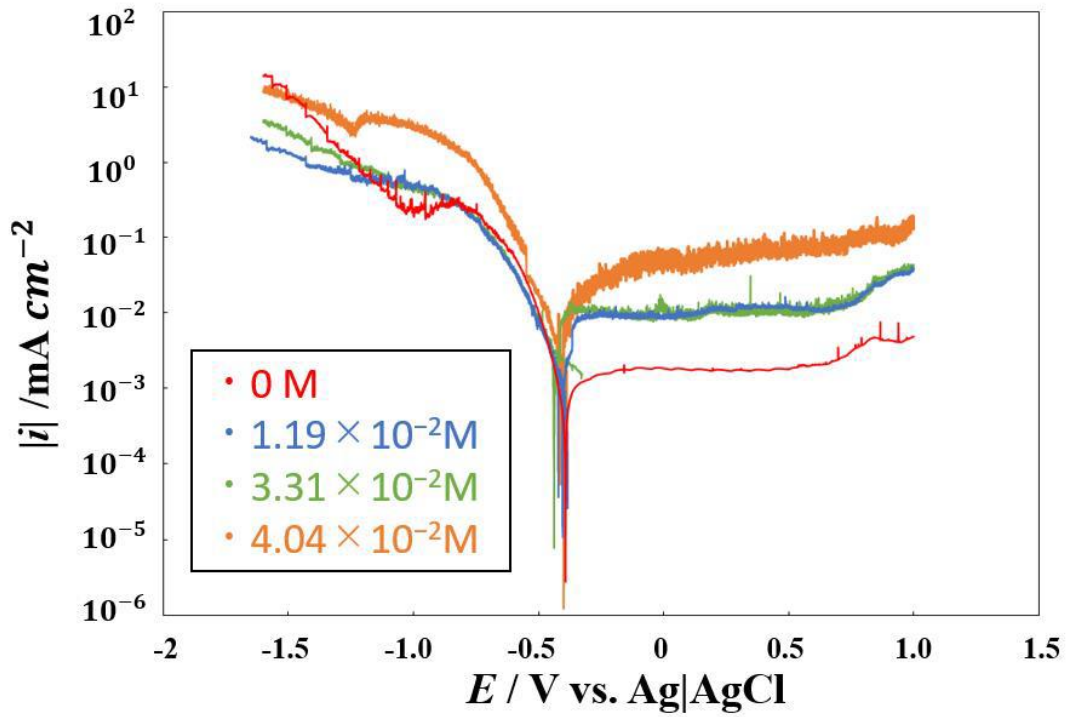


2019/11/12 15:56

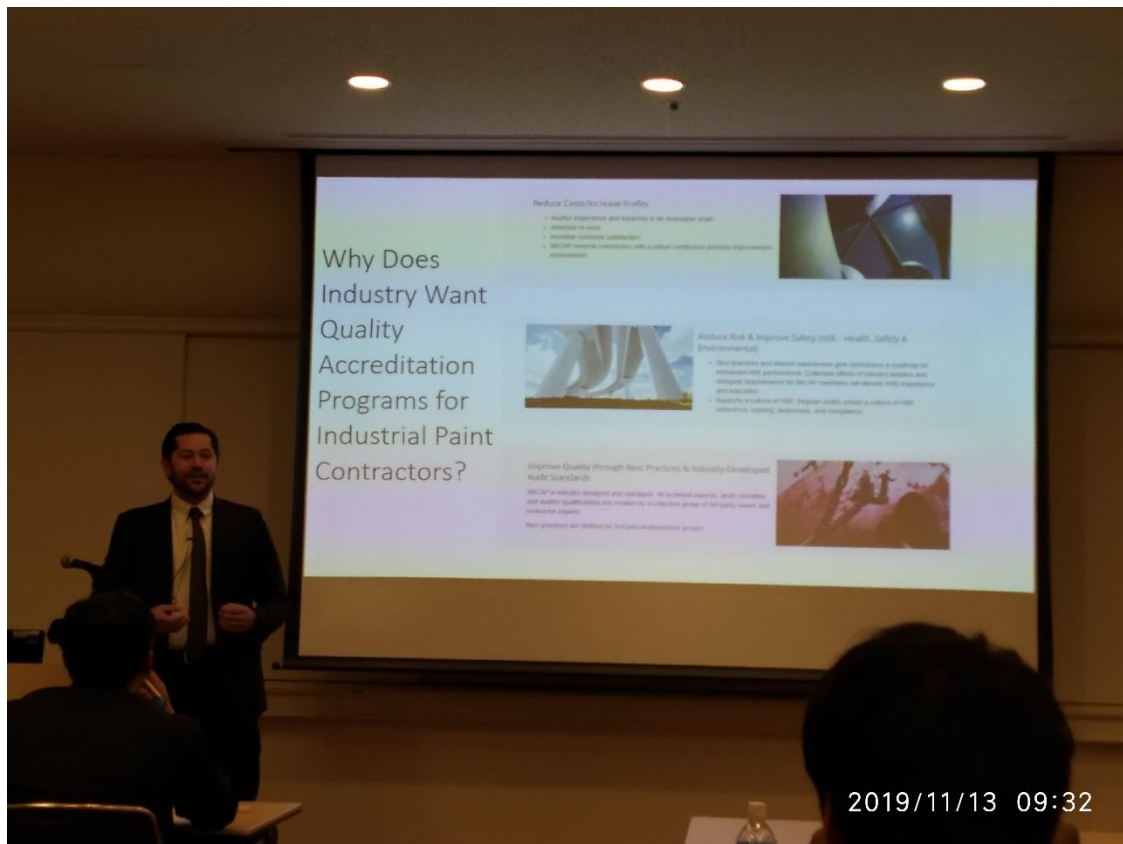
Yokohama National University 團隊報告 Effect of H<sub>2</sub>S on Corrosion Behaviors of Stainless Steels under Environments Containing Organic Acid 重點如下:1.在有機酸的存在下，13 Cr SS，17 Cr SS 和 22 Cr DSS 的點蝕電位取決於 Cr 的濃度 2.緩衝作用會活化了 H<sub>2</sub> 生成的陰極反應。





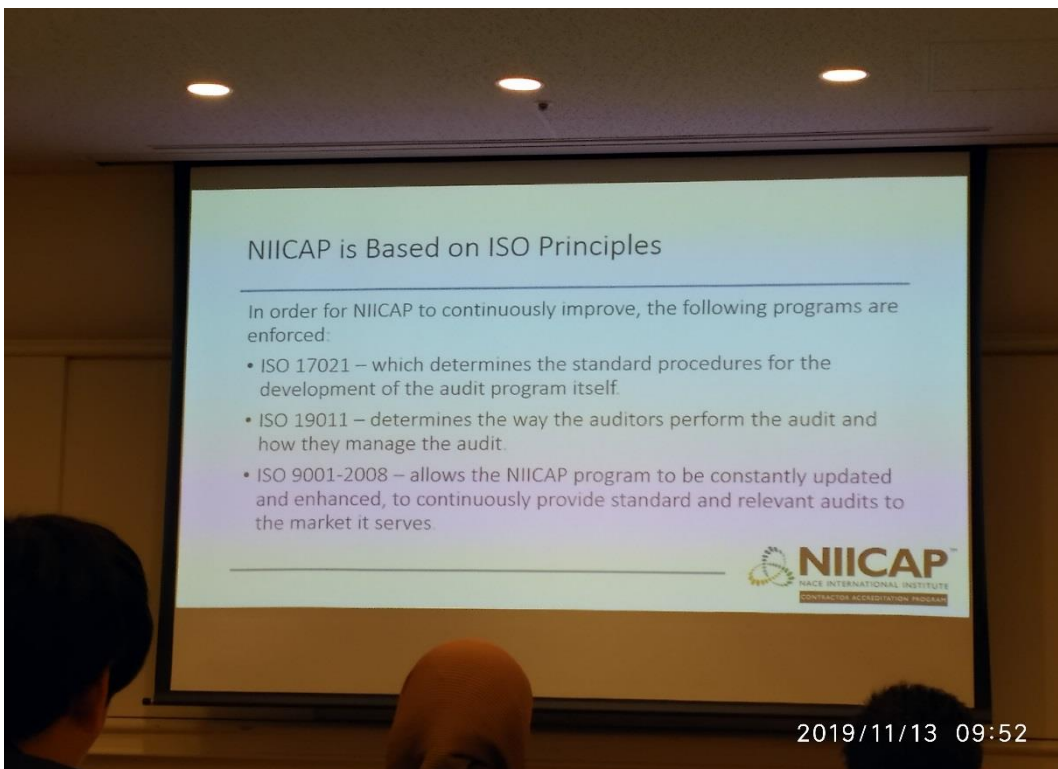
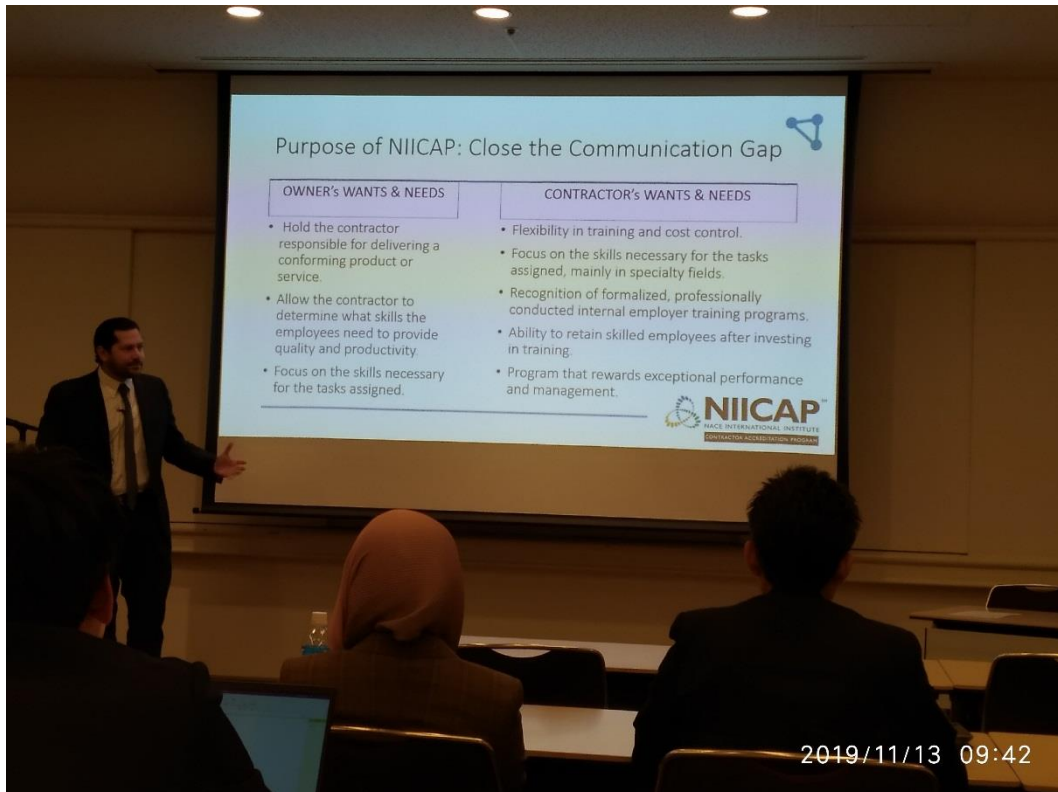


NIICAP—Setting the Standard for Coating Contractors, 由 NACE International Kamal Taher 說明塗裝承攬商標準作業事項



NIICAP 適用於 NIICAP 認證塗料承包商公司執行的所有工業和海洋表面製備和

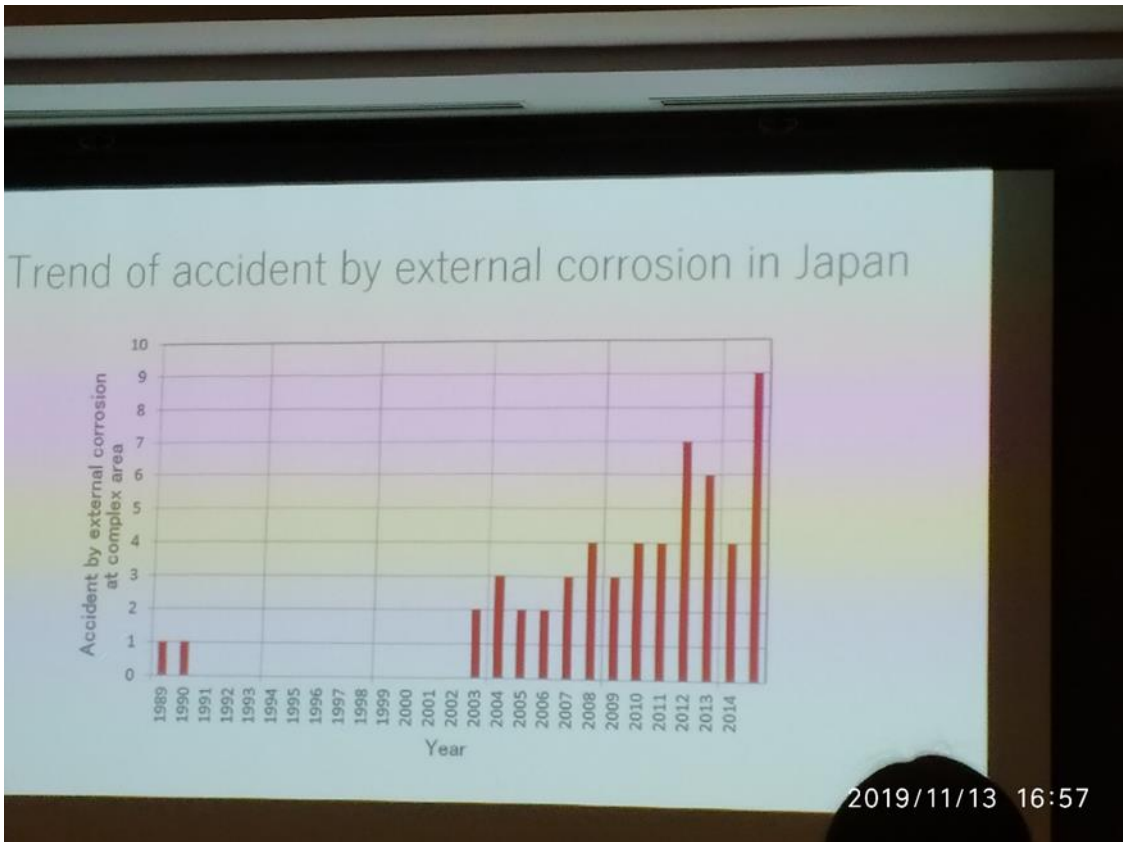
塗層或襯裡應用工作。該計畫的目的是確定工業/海洋塗料承包商是否能夠及時、第一時間並在預算範圍內獲得人員、組織、資格、程式、知識和能力。NIICAP 其建立在 ISO17021 和 ISO19011 及 ISO9001 標準之上。





C

Management of Corrosion Under Insulation (CUI) in Japan, Presented by Dr. Nakahara :CUI 是老化工廠安全運行的主要威脅，因為 CUI 的腐蝕率非常高分散，很難預測在哪裡檢查和何時修復。CUI 建模研發專案成果，由日本科技部(部)支援經濟、貿易和工業與 NEDO ( 新能源與工業技術開發 ) 組織，在研討會上解釋。收集了 13,600 個 CUI 的檢測資料通過電腦學習和 CUI 預測對日本 13 家化工企業進行了分析模型開發。CUI 模型已經向化工公司開放並驗證 2400 次檢查。保溫就是要節能，而油漆就是要防蝕，但自 1990 年代卻陸續發現：保溫材失效老化速度較預期快，而油漆卻達不到防蝕效果，最後找到的答案是：原來保溫材吸水，導致保溫材老化及保溫下腐蝕。但過去包覆在保溫材底下，需運用多種檢測技術及時偵測，進而在無形之中，長期損失了很多能源成本，更嚴重的造成管線的腐蝕風險提高。CUI 的預防方案包括正確包覆材鉛皮的設計和安裝、應用高品質之有機無機混成塗層以及同時運用多種檢測技術來提高檢查有效性。



## 4. Conclusion

About 16,000 points of CUI inspection and operation condition data are gathered from 16 chemical companies and analyzed to develop the CUI estimation model. And about 6,000 points data relating to the neutron moisture or thermo-camera measurement are also gathered and studied. The results of these study are as follows.

- i. New CUI estimation model is developed, and its accuracy and effectiveness are verified by the actual inspection data.
- ii. The neutron moisture measurement and the thermo-camera measurement can be use as the nondestructive screening method for CUI at the specific condition.
- iii. Developed model have been opened for consortium companies in JPIA by platform.

This presentation is based on the results obtained from a project commissioned by Ministry of Economy, Trade and Industry, METI, in 2016FY and New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO, in 2017 and 2018FY.

24

2019/11/13 17:33

## 3. CUI modeling project Objectives of this study-1

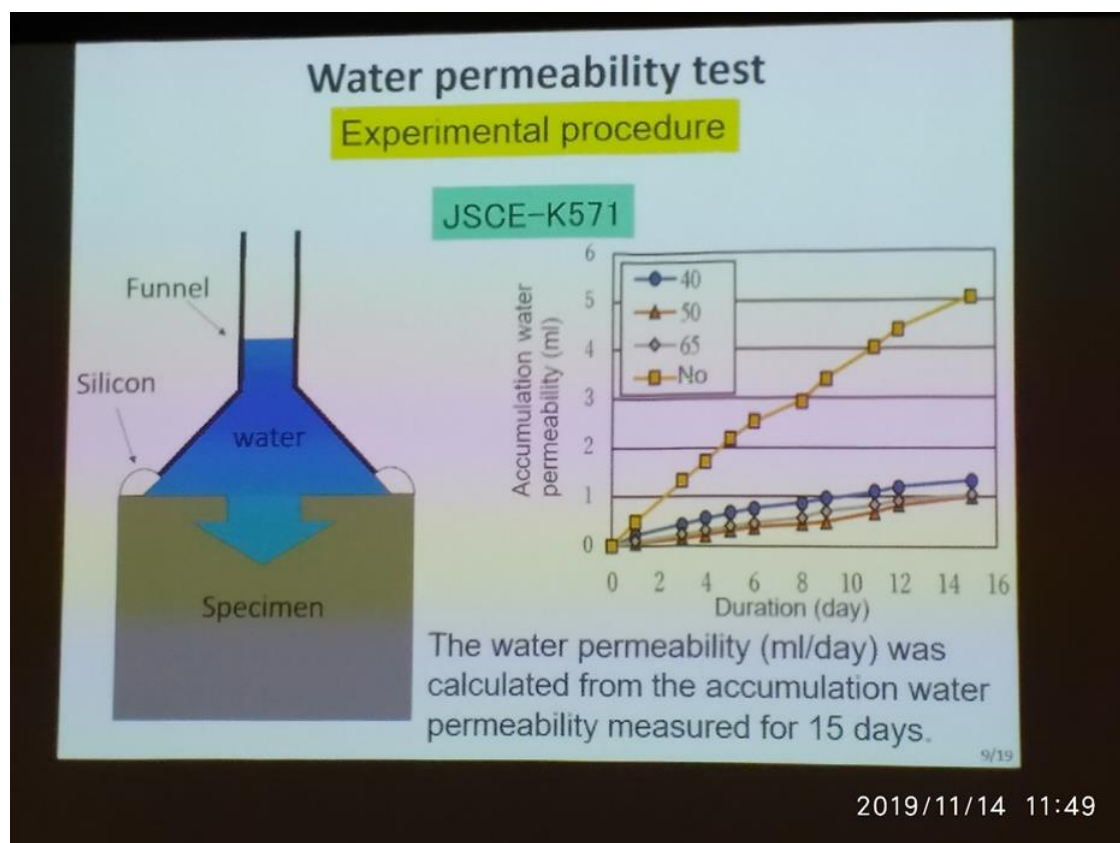
- I. To develop the CUI estimation model and to verify its accuracy and effectiveness
  - i. About 16,000 corrosion depth data of CUI and its operation conditions, about 40 items, were gathered form 16 chemical companies in Japan Petrochemical Industry Association, JPIA.
  - ii. Based on these data, the CUI estimation model was developed.
  - iii. The accuracy and applying effectiveness of this model were verified by the sample CUI data.

This project commissioned by Ministry of Economy, Trade and Industry, METI, in 2016FY and New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO, in 2017 and 2018FY.

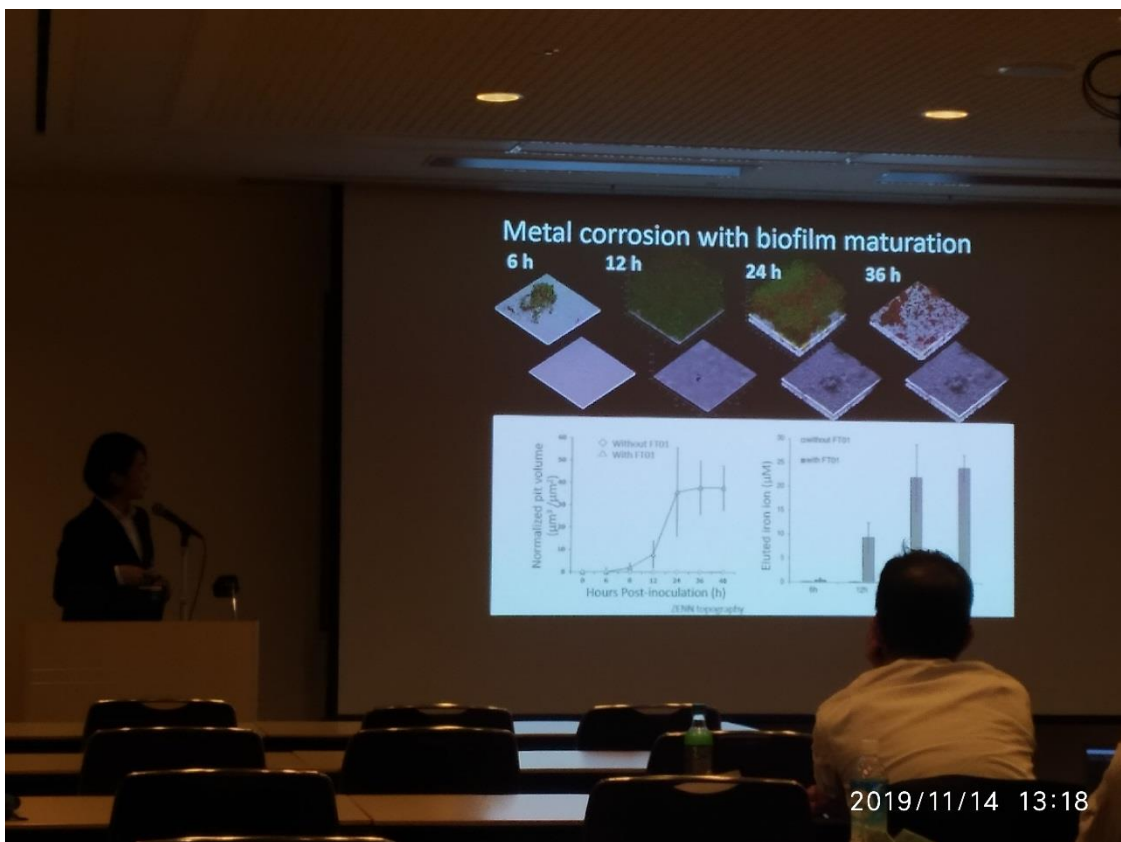
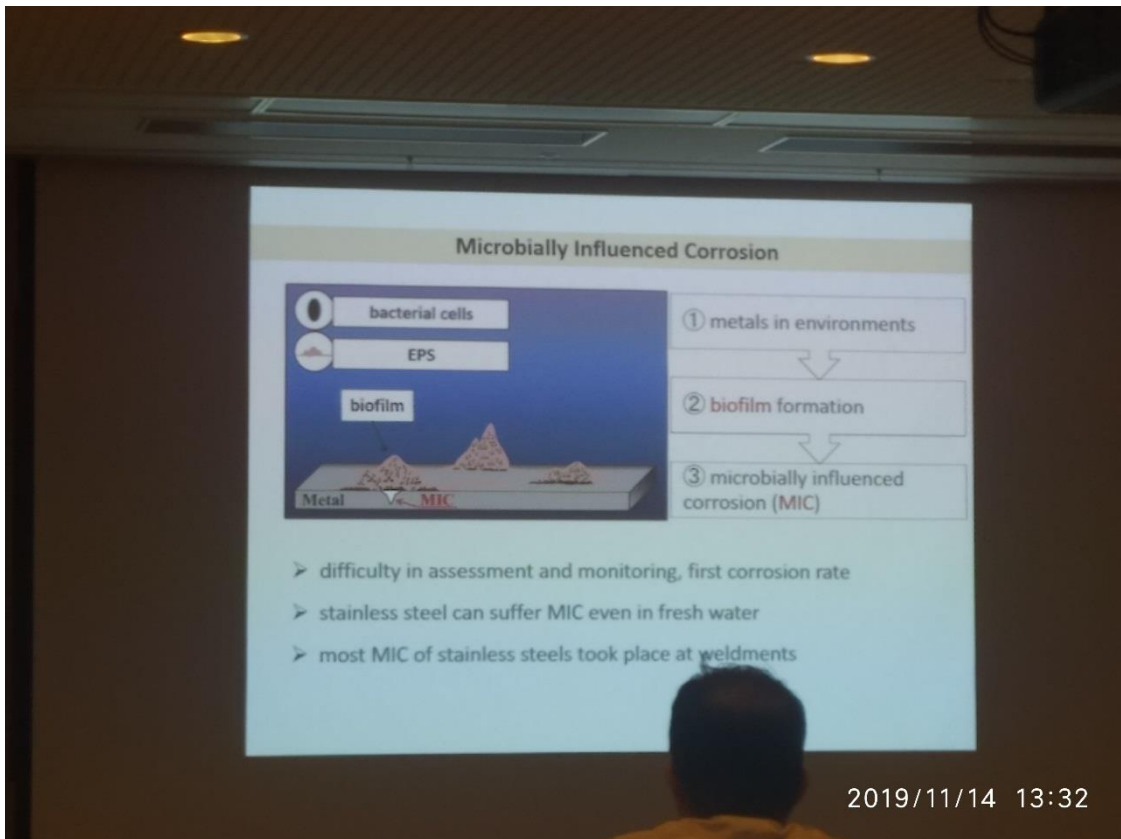
20

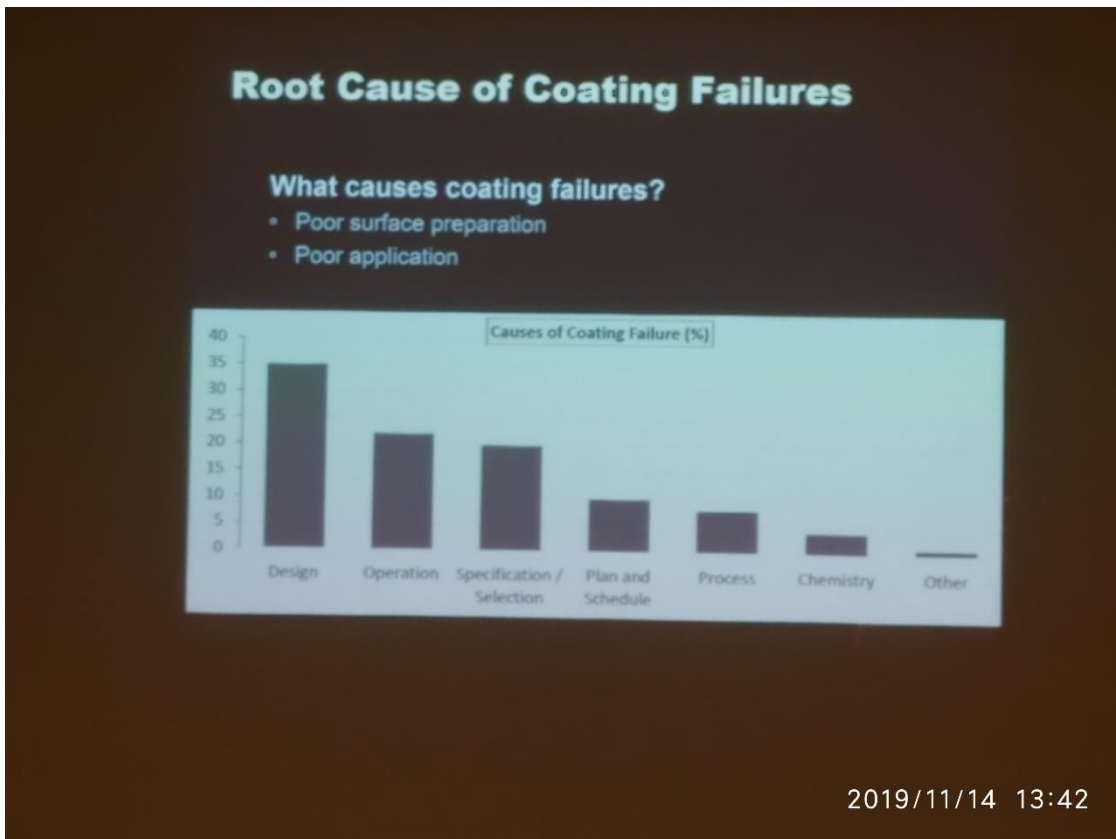
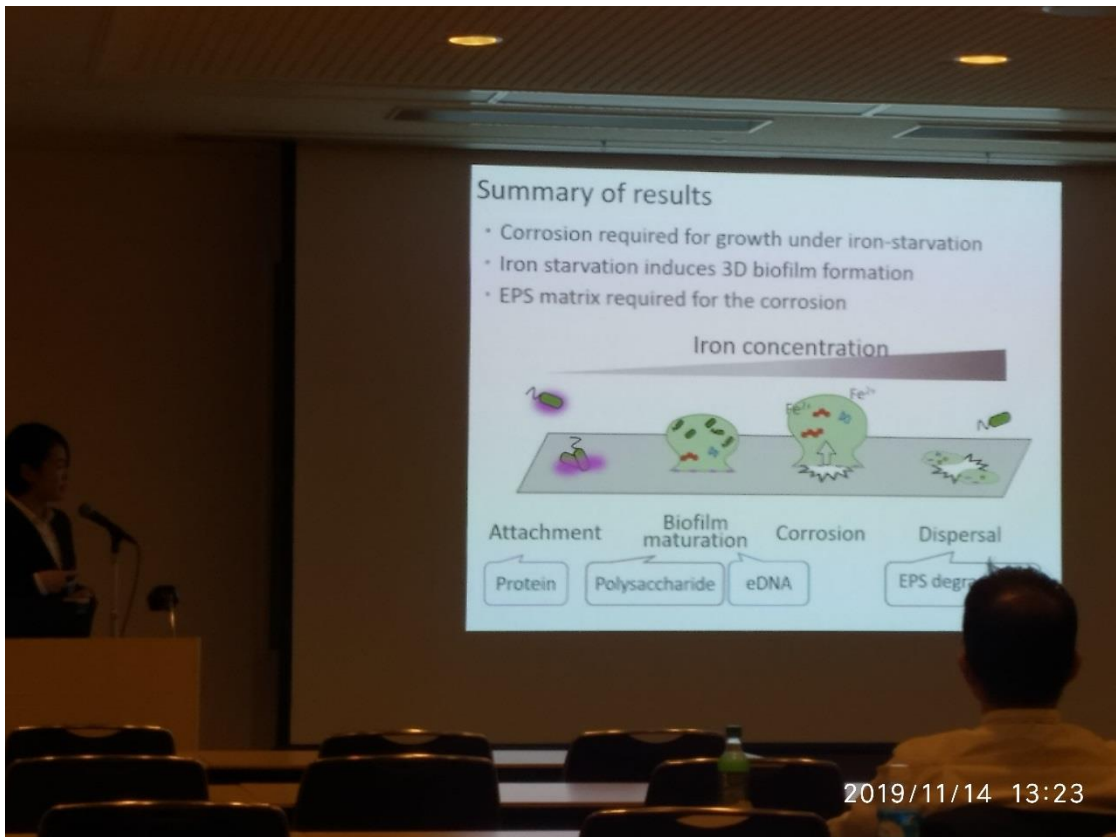
2019/11/13 17:08

Tokyo Denki University 的 Takuya Takeda Hiroyuki Saito 發表了 Improvement of Solder Wettability with Electrochemical Reduction of Oxide Film formed at Atmospheric Environment 提出以下觀點:分析暴露在大氣環境下的錫焊料上的氧化膜。發現錫的氧化物層厚度會影響焊料的潤濕。解決了氧化物的破裂模型，發現較薄的氧化物層使潤濕效果更好。因此，去除錫焊料的氧化物膜，以取得更好的潤濕性。每個樣品上的氧化物膜在隨 pH 值變化下陰極還原。利用氫氧化鈉和硫酸的混合物控制 pH。樣品的陰極電位在 E-pH 圖的還原點進行控制。濕潤指數的分佈面積率關係是線性的。



Osaka City University 的 Hiroshi Kawakami 等人發表 Effect of Pickling and Mechanical Grinding on Initiation of Biofilm and Microbially Influenced Corrosion of Stainless Steel Weldments:探討表面處理對生物膜萌生和微生物腐蝕的影響討論了不銹鋼焊接件。對 SUS304 不銹鋼進行酸洗和磨削帶有焊接件的試樣。將樣本浸入含有用雷射共聚焦顯微鏡觀察了腐蝕性芽孢杆菌的分佈，芽孢杆菌細胞同時存在於生物膜和基質標本表面。點蝕腐蝕只發生在焊接試樣的熱影響區和焊縫金屬上，它們是位於芽孢杆菌細胞聚集體下麵。這些結果表明，腐蝕是由點蝕引起的在焊態試樣表面，由於兩個因素的疊加，即焊接抗點蝕性及芽孢杆菌的腐蝕作用。

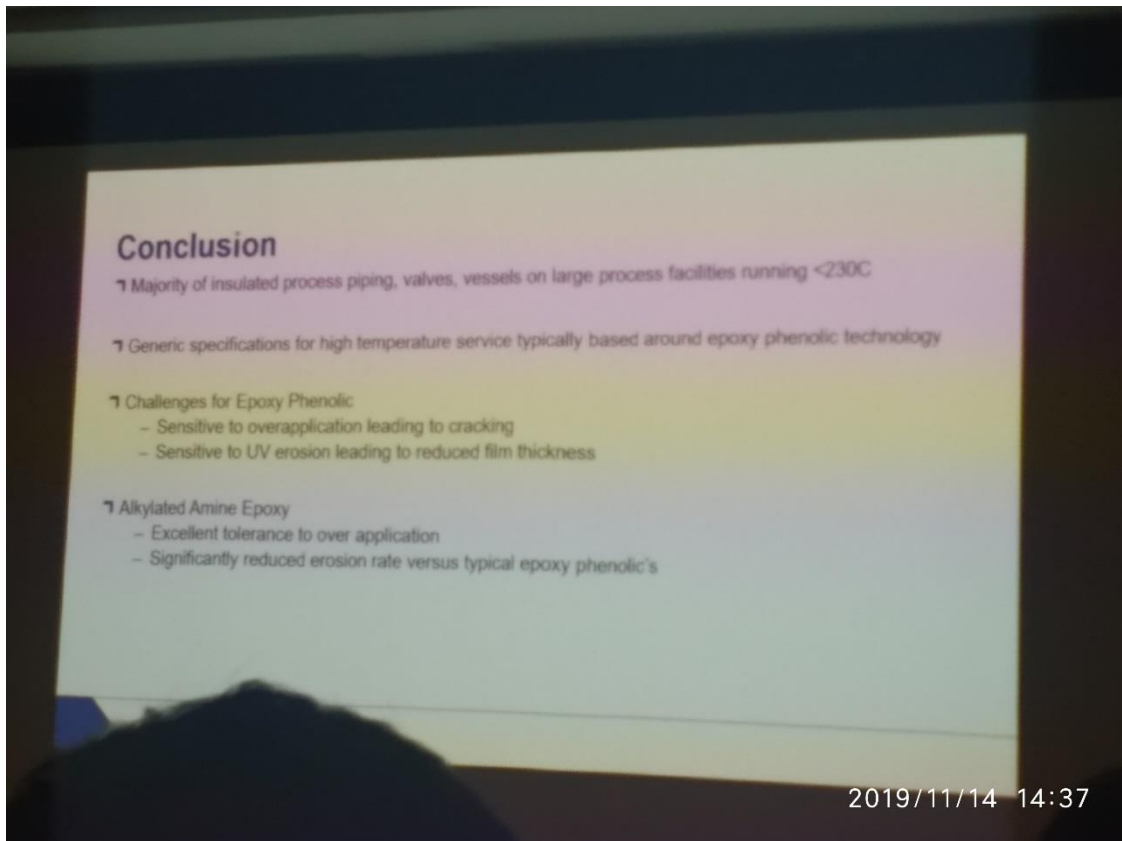






AkzoNobel 的 Darren Ward 發表 Advanced Alkylated Amine Epoxy Technology for Corrosion Protection of High Temperature Insulated and Uninsulated Steelwork。會中討論: 因為環氧酚醛樹脂具優異的耐熱性, 所以傳統上被用於絕緣和非絕緣的保護鋼結構在高達 230°C 的溫度下工作。然而, 由於其化學結構, 環氧酚醛樹脂提供了各種挑戰, 包括對紫外線 (UV) 的敏感性, 當暴露在自然光和電位下時, 會導致快速產生在高乾膜厚度 (DFT) 下使用時出現裂縫。當環氧酚醛樹脂長時間暴露在高紫外線和降雨的組合下, 塗層有相當大的腐蝕風險和塗層厚度的減少, 這可能最終導致塗層系統的屏障保護減少。AkzoNobel 開發了一種基於烷基化胺環氧樹脂的新技術, 該科技可同時增強紫外線對高厚度的穩定性和耐受性。這種改進的紫外線穩定性降低了腐蝕, 提供長期效能。會中討論與使用傳統環氧酚醛樹脂科技有關的問題絕緣和非絕緣鋼結構, 並採用烷基化胺技術提供解決方案。





KANSAI PAINT 的 Hiroshi Yamashita 發表 The mechanism of Corrosion Under Insulation (CUI) and its Protective Paintings:


保溫下腐蝕（CUI）是工廠和石油天然氣行業市場的一個嚴重問題，利用防護塗料是對抗 CUI 的對策之一。CUI 是一個嚴重的威脅，因為它發生在絕緣下的管道表面，並且一直被視為水（或濕氣）和鹽從外部侵入會導致腐蝕在廣泛的封閉空間中在特定的範圍溫度下。CUI 通過重複濕乾迴圈來加速，因此，一些測試方法使用鋼管、熱板、絕緣材料等已經研究至今。在本次演講中，KANSAI PAINT 研究了可能加速碳鋼腐蝕的因素。基於 CUI 機制開發了新的簡單加速測試方法，並評估了防止 CUI 的保護性塗料。並做成以下結論:在碳鋼板濕乾迴圈測試結果:

- 1.提出了一種顯示 CUI 的鋼板腐蝕的簡單方法。利用鋼板溫度、鹽度和濕乾迴圈。鋼板的溫度和鹽度是影響腐蝕的因素，但鋼板繼續根據濕乾迴圈的數量進行，具體關鍵因子取決於鋼板溫度和鹽度的具體情況的組合。
- 2.使用這種迴圈方法和裝置，可在很短的測試時間。評估 CUI 中的鋼板腐蝕。
- 3.開發迴圈測試裝置可用於確定惡劣環境，如帶絕緣（CUI）的管道系統。並發現矽樹脂塗料確實可有效防止 CUI 產生效果。符合 NACE SP0198 標準的高性能塗層科技，

在為 O&G 和電力項目中的散裝閥門指定塗層系統時，可長時間保護設備。

Example of simplified testing method simulating CUI :

► CORROSION 2019, Paper no. 12952 (2019)



- 1) Set the test sample on the hot plate at 220 deg.C for 6 hours.
- 2) Cool it at 23 deg.C for 2 hours without heating.
- 3) Immerse the pipe up to halfway in a 1 wt% NaCl solution for 0.5 hours.
- 4) Remove it from the solution, turn upside down and leave it at 23 deg.C for 13.5 hours.

These operations from 1 to 4 are repeated for 20 days.

Points to be further improved :

- >The procedure is very simple, but basically time-consuming work.
- >There is a chance that salt concentration varies on the pipe surface or inside the insulation.
- >It is difficult to see the development of corrosion.

8

2019/11/14 15:15

### Conclusions

- √ A simple method to simulate corrosion shown in CUI was proposed to replace the standing heated pipe test.
- √ Corrosion of steel continues to progress according to the number of wet-dry cycles depending on combination of the specific conditions of steel plate temperature and salinity.
- √ This new method and device should be applicable to any paint films with the basic requirements for preventing CUI met.
- √ Two-pack silicone resin paint should be effective against the occurrence of CUI.

25

2019/11/14 15:12

# How safe is your structural steel asset from exposure to Cryogenic Liquid releases?

Robin Wade – Fire Protection Technical Lead

**AkzoNobel**

**International**

**CHARTEK**  
FIREPROOFING

NACE EAST ASIA PACIFIC AREA CONFERENCE,

Not to be copied, circulated or replicated in part or full without express permission of AkzoNobel

NACE

1

2019/11/14 15:21

## The impact of cryogenic liquid release on structural steel

- It is important to join with a partner in the provision of tried and trusted passive insulation solutions in the early stages of design to resolve the many varied and “new” issues emerging for LNG assets
- ISO 20088 testing is useful to qualify materials for the use on LNG assets however testing and certification does not provide all the answers required for efficient and suitable provision of cryogenic protection schemes and passive fire protection schemes for owners and design engineers
- Many industry practices for hydrocarbon fires maybe / are not applicable and further research and development is required
- There must be confidence that materials to mitigate risks from cryogenic liquid exposure work “near end of life”

NACE EAST ASIA PACIFIC AREA CONFERENCE,

Not to be copied, circulated or replicated in part or full without express permission of AkzoNobel

NACE

36

2019/11/14 15:39

儀器設備與海報展示場是年會中熱門的場所，其中以地下管線之檢測、定位、塗裝及陰極防蝕等領域的展示最多；其次是各種防蝕材料包括金屬合金、塑膠、高分子及複合耐蝕材料也有眾多海報展示。





## 具體成效

NACE 會議是材料腐蝕界最具規模的年度盛會，包括 PPG、AKZONOBEL、International Paint、Kansai Paint、Sherwin-Williams 及世界知名塗裝公司都會派人與會並進行專題演講，不僅可由論文吸收新知，更可藉年會參與結識各方專家，充實未來問題的諮詢管道。在 Marine Corrosion(海洋腐蝕)、Oil & Gas Industry 石化煉製腐蝕、Process Industry、Corrosion in Combustion Gas Environments、Atmospheric Corrosion 大氣及海洋腐蝕、General Coatings、Cathodic Protection 陰極防蝕、Chemical Treatment、Microbiologically Influenced Corrosion 微生物腐蝕、Infrastructure (Management)、Corrosion Science、Cost of Corrosion 及材料腐蝕與防蝕(materials corrosion and prevention)等各項研討議題之相關資訊均有相當多的專題演講。故藉此會議瞭解世界各國目前及未來用於降低及預防腐蝕的方法及作法，以做為公司的參考。

## 心得及建議

1. NACE East Asia & Pacific Area Conference 討論的議題內容豐富且涵蓋範圍相當廣，包括陰極防蝕、大氣腐蝕、高溫腐蝕、應力腐蝕與疲勞、塗覆等，有很多可運用於實際工作中，許多演講都不斷提到採用適當的塗覆對於降低腐蝕發生及提高經濟效益的重要性。
2. 世界各塗料製造廠各有專長也各有特色，若能透過適當有效的評估及篩選原料程序，整合各家原料廠優良產品，再輔以必要的實驗室及現場實地測試，建立自有的塗裝配方，對公司整體的防蝕塗裝處理技術必可有效提升，對整體處理性能也能有效掌握，創造公司最大效益。
3. 工場因設備、保溫下管線及微生物腐蝕造成破損而引起的工安事故，對於工場的操作安全及經濟效益的提升實是一大隱憂，因此如何降低及預防腐蝕的發生，增進工場的操作安全及經濟效益，一直是工場操作及材料設計開發人員關心的課題。故藉此會議瞭解世界各國 PPG、AKZONOBEL、International Paint、Kansai Paint、Sherwin-Williams 及世界知名塗裝公司目前及未來用於降低及預防腐蝕的方法及作法，以做為公司的參考，實為相當難得的經驗。



## 參考資料

1. NACE SP0198 (formerly RP0198) (2010), “Standard Practice - Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials - A Systems Approach” (Houston, TX: NACE International).
2. NORSOK standard M-501 (Edition 6, February 2012), “Surface Preparation and Protective Coating” (Lysaker, Norway: Standards Norway).
3. C.H. Hare, *Paint Film Degradation - Mechanisms and Control*, 1st ed. (Pittsburgh, PA: SSPC: The Society for Protective Coatings, 2001), p. 334.
4. C.H. Hare, *Paint Film Degradation - Mechanisms and Control*, 1st ed. (Pittsburgh, PA: SSPC: The Society for Protective Coatings, 2001), p. 191.
5. J.D. Durig, “Comparisons of Epoxy Technology for Protective Coatings and Linings in Wastewater Facilities” , *JPCL*, May 2000: p. 49-51.
6. ISO 12944-9 (2018), “Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems - Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures” (Vernier, Switzerland: ISO).
7. NACE Standard TM0404 (2004), “Offshore Platform Atmospheric and Splash Zone New Construction Coating System Evaluation” (Houston, TX: NACE International).
8. ASTM D5894 (2016), “Standard Practice for Cyclic Salt Fog/UV Exposure of Painted Metal, (Alternating Exposures in a Fog/Dry Cabinet and a UV/Condensation Cabinet)” (West Conshohocken, PA: ASTM).
9. ISO 20340 (2009), “Paints and varnishes - Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures” (Vernier, Switzerland: ISO).
10. ISO 16474-3 (2013), “Paints and varnishes - Methods of exposure to laboratory light sources -Part 3: Fluorescent UV lamps” (Vernier, Switzerland: ISO).
11. EN 927-6 (2006), “Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior wood.Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water” (Brussels, Belgium: CEN).
12. SSPC-SP 10/NACE No. 2 (2006), “Near-White Blast Cleaning” (Pittsburgh, PA: SSPC: The Society for Protective Coatings, and Houston, TX: NACE).
13. C.H. Hare, *Paint Film Degradation - Mechanisms and Control*, 1st ed. (Pittsburgh, PA: SSPC: The Society for Protective Coatings, 2001), p.327.