

耐候性に関する国際協力の現況と将来

金属材料技術研究所 福島 敏郎

今世紀のはじめにUSAおよびUKで行われた大気腐食に関する組織的活動は、実地と促進試験の両面において平行して進められ、やがて、日本などにおける実地暴露試験が実施されるようになった。この分野で国際協力が行われてから10年に満たないのではないかとみなされる。この間の事情を御紹介するとともに、今後ISOの共同実験をはじめとする展開について述べてみたい。

1. 耐候性に関するインド、アセアン各国との国際研究協力（屋外暴露および屋内腐食）

1.1 はじめに

高温・多湿の熱帯・亜熱帯地域における腐食が激しいことは、普通、当然のこととされている。事実、アジアの開発途上国では、設備、機器、車輛、構造物の腐食による被害が大きいためその対策に追われている防食技術者たちがいる。彼らは自国の技術水準を高めるため真剣に努力するとともに、先進国からの支援と技術導入を強く望んでいる。プラスチック、ゴム、布などの耐候性についても同様の状況にあると認識される。

一方、中国、日本の寒冷地では、冬季に凍結によりセラミックをはじめ、水が浸透する物体や塗膜の破壊が問題になっている。

1.2 屋外暴露に関するインドとの共同研究

1978年から今日にいたるまで、金属材料技術研究所ではインド国立金属研究所(National Metallurgical Laboratory)との間で、屋外の大気腐食に関する共同研究を続けている。このプロジェクトは科学技術行政の一環として科学技術庁からの要望によって始められたものである。この背景には、国連のアジア、極東経済会議及び政府間の機関であるアジア科学連合(ASCA)で腐食問題の重要性が指摘されたという事実がある。

インドではCSIR傘下の国立研究機関の共同実験により、5年間の屋外暴露試験の結果がまとめられてCorrosion Map of Indiaがつくられており、各地における腐食性の大小が表わされている。

一方、日本では陸上鉄骨構造物防食研究会を先駆者とし、大学、鉄鋼、船舶・設備・機器・構造物の施行会社、塗料メーカーなどの機関によって、全国各地における金属材料の腐食速度の値が得られている。また、この施行業者であるIHIではタイ、シンガポールにモデル構造物を設置して、10年間にわたる耐候試験が行われた。

しかるに、インドと日本で用いた試験片の組成と材質が異なるために、それぞれのデータを対比することは難しい。したがって、今度の研究では、同じ材種で、その上、同じ板から切り取った試験片またはこれに同様の被覆処理を行った鋼を両国の代表的地域で暴露したのである。これによって既存の腐食データの互換係数ともいべき値を求めることを意図している。

これまでに、共通試験片として炭素鋼、ステンレス鋼304 BA、304 2B、304 D、430 2B、耐海水ステンレス鋼、純アルミニウム、Al溶射鋼、Zn溶射鋼、溶融Al鋼、溶融Zn鋼、Znリッチ塗装鋼、耐候性鋼その他の板を両国内の8か所に3年間暴露して、腐食速度を求めるとともに表面状態の観測を行った。炭素鋼の場合には、上記のほか、沖縄5か所、本土4か所における腐食速度を求めた。

これと合わせて、大気環境因子、すなわち、温度、湿度、金属表面が雨や結露でぬれている時間、海塩粒子、SO₂ の量と炭素鋼の腐食速度との相関式が得られた。そして、腐食速度は、海岸、工業地帯、都市、山野によって異なるという既知の結果が得られるとともに、たとえ同じ地域内でも、構造物が置かれている場所に特有の環境条件（微気候 micro climate）及び構造物の部位によって、腐食の様相が異なるという予測が可能になった。

1.3 アジア各国との国際腐食セミナー

1984年3月、科学技術庁は「金属の腐食と防食に関するASCA（アジア科学連合）セミナーを開催した。この国際集會には、アジア・オセアニア地域の大学・国立研究所から約50名の研究者たちが参加し、各国の実状が紹介されるとともに、今後、防食技術を発展させるためには国際研究協力が必要であることが勧告された。

参加国は次のとおりであった。アセアン5か国、インド、中国、韓国、オーストラリア、日本。このセミナーを通じて、各国で腐食に関心の強い研究機関と人材が政府を通じて紹介され、以後の交流を進める上に有益であった。

引き続き、筆者らはアセアン諸国の国立研究所と大学をはじめ、科学技術の所轄官庁を訪れて、先方の腐食問題と防食技術の状況を探るとともに、これからの研究協力に適する相手方を選び、かつ協力の可能性について話し合った。その結果、当面の研究テーマとして、高度情報社会における電子機器の信頼性維持の見地から重要視されている「屋内腐食 indoor corrosion」の課題を取り上げるのが適当であり、アセアンの環境の腐食性を確認するために研究協力を行うことで合意が得られた。

1.4 屋内腐食に関するアセアン各国との研究協力

1985～6年、金材技研は次の国立研究機関から研究者を招いて屋内腐食に関する基本的実験を行った。

Thailand Institute of Scientific and Technological Research-TISTR
Philippine Council for Industry and Energy Research and Development-PCIERD

National Institute for Metallurgy-Indonesia (at present, Research and Development Centre for Metallurgy)

Standard and Industrial Research Institute of Malaysia-SIRIM

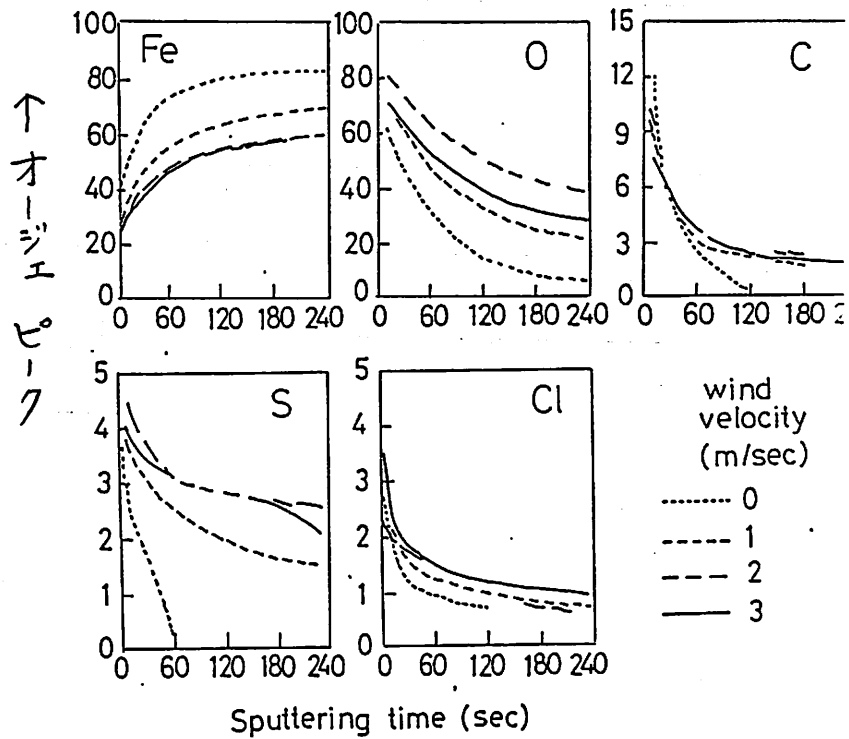
Singapore Institute of Standards and Industrial Research-SISIR

実験内容を次に述べる。すなわち、アセアンと日本における各種の屋内環境で、1～6か月、Ag、Cu、Fe、Ni、Co、Alの共通試験片を暴露し、表面状態の観測と表面皮膜の組成分析を行った。同時に、環境因子の簡易測定法について研究した結果、適当な方法を定めることができ、これによって大気汚染、すなわち、NaCl、SO₂、NO₂、H₂S、HClの補集量を測定した。その結果、アセアンのある都市ではH₂S量が東京の3倍以上検出され、AgやCuの変色原因となっていることを知ることができた。そして、地域的气象条件のほかに、試験片が暴露されている局所的な条件、つまり、前述の微気候によって腐食現象は異なることが判明した。

その他、室内の風速が変色に及ぼす影響について実験したところ、図に示すとおり、0～3 m sec⁻¹

の範囲で風速が高いほど変色が著しくなり、表面皮膜に含まれる汚染物質からの元素の量が増加する。

ついでに、1987年3月、NACEにおける発表によると、米国国防省で調査したところ、米軍航空機の故障の約20%は腐食によるという注目すべき事実が知られている。また、電気通信機、電算機のMTBFの値は環境によって長短があり、換言すれば、悪い大気環境下では寿命が短い。



2. 耐候性に関する中国、シンガポール、台湾、アメリカ、日本における屋外暴露試験

日本ウエザリングテストセンターでは、昭和60年から3年間、下記に示すとおり、プラスチックと金属の屋外暴露試験を行っている。

試験片の種類、大きさ及び枚数

種類	大きさ (mm)	試験片数				合計
		1回の サンプリング	暴露 水準	暴露地	小計	
ポリエチレンシート	300×300×2	1	6	10	60	480
硬質塩化ビニル 樹脂シート	350×300×2	1	6	10	60	
熔融亜鉛めっき 鋼板	150×70×2	3	6	10	180	
冷間圧延鋼板	150×70×2	3	6	10	180	

暴露場所及び暴露開始日

国別	暴露地	暴露場所	緯 経 度	暴露開始日
日本	銚子	JWT C銚子暴露試験場	35度43分N 140度45分E	昭和60年4月1日
	旭川	旭川工業高等専門学校	43度48分N 142度21分E	同上
	沖縄	琉球大学工学部	26度15分N 127度46分E	同上
中国	広州	広州電器科学研究所	23度10分N 113度10分E	同上
	海南島	広州電器科学研究所 海南湿熱試験場	19度25分N 110度28分E	昭和60年4月10日
台湾	台北	台和光化学股份有限公司	* 25度02分N 121度31分E	昭和60年2月4日
	高雄	高雄漆廠股份有限公司	* 22度38分N 120度20分E	昭和60年2月5日
米国	フェニックス	DSET Laboratories, Inc.	35度50分N 112度10分W	昭和60年8月8日
	マイミ	SUB TROPICAL TESTING Service, Inc.	25度39分N 80度25分W	昭和60年7月31日
シンガポール	シンガポール	ニッポンペイント (シンガポール)	* 1度21分N 103度54分E	昭和61年1月1日

評価項目は次のとおりである。

ポリエチレン、硬質塩化ビニル

外観観察、色差、光沢残存率、引張特性、曲げ特性、写真撮影

溶融亜鉛めっき鋼板及び冷間圧延鋼板

外観観察、腐食量、写真撮影

なお、JIS A 1415 (プラスチック建築材料の促進暴露試験方法) に規定するサンシャインカーボンアーク燈式促進暴露試験(120分間照射中に18分間水を噴霧)を2000時間行った。

3. 耐候性に関する中国、日本における屋外暴露試験

材料技術研究協会日中交流部会の材料耐候性試験分科会では、中国鉄道部科学研究院と共同で、金属、プラスチック、塗装鋼などの鉄道用材料を、下記のとおり中国5か所、日本3か所において3年間暴露試験を行うとともに促進耐候試験を実施することになった。

暴露場所は、日本側 千葉県千倉海岸、沖縄県糸満市、東京都国立市(鉄道総研)

中国側 北京(鉄道部科学研究院)、烟台、夾馬石(承徳の近く)の鉄道墜道、ハルビン、四川省江津暴露場

試験片の種類

金属 ステンレス鋼（301、304 2B、304 ヘアライン、316、329J1、430、436、444、シリコンポリエステル塗装、フッ素系樹脂塗装、発色ステンレス）、熔融Znめっき鋼板、5% Al 熔融Znめっき鋼板、冷間圧延鋼板、銅、アルミニウム、亜鉛、複合被覆ボルト、Ni-Zn 合金めっき、Fe-Zn合金めっき、Znめっき、化成処理耐候性鋼。

プラスチック 屋根布、エンジニアリングプラスチック、FRP

繊維 貨車用シート

ゴム レール下絶縁緩衝ゴム、運転席窓用ワイパー

鋼および熔融亜鉛めっき鋼上の塗装 塗装系 29種類

なお、鉄道科学院では塗装鋼などの暴露試験を約30年前から行っている。

4. 中国における屋外暴露試験

4.1 中国科学技術委員会

1978年に、この委員会からの指示により屋外暴露試験に関する国ベースの調査を行うため、8か所に暴露試験場が設置される計画がたてられた。そして1984年9月に暴露が開始され、1、3、5、7、10、20年の期間で実施されている。試験片の種類は鉄鋼、非鉄、被覆、高分子材料であり、合計 69700枚という大規模のプロジェクトである。

大気環境因子としてはSO₂、NO₂、NH₃、H₂S、日射時間、風向、風速、降水量、温度、湿度などが測定され、毎月、8か所の結果がコンピューターに記録されている。重量損失、表・裏面の外観観察が行われている。

試験場所と気候などについては次に示すとおりである。

- ① 北京 航空部航空材料研究所 郊外 116° E、39° 59' N 温帯湿潤郊外
- ② 青島 冶金部鋼鉄研究院青島海洋站 半島 121° 19' E、31° 18' N 温帯湿潤海洋
- ③ 武漢 機械工業委員会武漢材料保護研究所 都市 114° 18' E、30° 35' N 熱帯湿潤半工業都市
- ④ 江津 機械工業委員会重慶防護包装研究所 小都市 106° 15' E、29° 19' N 熱帯湿潤郊外
- ⑤ 広州 機械工業部広州電器科学研究所 都市 113° 13' E、23° 08' N 熱帯湿潤都市工業
- ⑥ 広州 化工部合成材料老化研究所 ⑤と同じ
- ⑦ 海南琼海県加積 機械工業部広州電器科学研究所海南熱帯試験研究分所 郊外 110° 28' E、19° 15' N 熱帯湿潤郊外
- ⑧ 海南万寧 ④の支所 海岸 110° 15' E、18° 59' N 熱帯湿潤海洋

4.2 中国科学院金属腐食防護研究所（遼寧省沈陽）

この研究所は1982年に金属研究所から独立して創立し、今年中に建物が竣工して移転することになっている。大気腐食関係の職員は目下15名である。近く中国科学院に腐食センターが設立されると、腐食センターの研究部門は沈陽に置かれ、教育部門は北京鉄鋼学院に置かれることになっている。

屋外暴露試験は今年から遼寧省内の 190か所で一斉に開始した。木製十字架に試験片をとりつけ、暴露地への巡回用にペキンジープが用意されているといわれている。

5. タイ、フィリピンにおける大気腐食の研究

金属材料技術研究所では、日・アセアン科学技術協力の一環として、タイ、フィリピンの国立研究所と大学を相手方とする協力研究を行うことになった。研究テーマは大気暴露試験による金属材料の耐食性評価技術に関する研究であり、フィリピンは金属被覆、タイは有機被覆を主眼においているが、両国とも種々の被覆金属及びISOによる裸金属（炭素鋼、銅、アルミニウム、亜鉛）を試験片に用いる計画である。

相手方の研究機関は次のとおりであり、研究期間は5年の予定である。

タイ Thailand Institute of Scientific and Technological Research,
Kingmongkut Institute of Technology, Thailand
Chulalongkorn University

フィリピン

Industrial Technology Development Institute

すでにタイ国では次の6か所で炭素鋼、SUS 304、316L、アルミニウム、銅、溶融亜鉛めっき、塗装鋼などの暴露が行われており、これらのうち①～④において日・タイ協力研究に用いる試験片が暴露されるはずになっている。

- ① TISTR, バンコク、都市郊外
- ② Department of Mineral Resources-DMR, Prapadang Area, Samutprakarn 化学工業地帯
- ③ Sri Chang Island, Chonburi チュラロンコン大学海洋科学研究室、海岸
- ④ Pakthongchai, Nakornratsim (Korat), TISTR の環境部の支所 バンコクから 260kmの郊外
- ⑤ チェンマイ大学理学部物理学科 郊外
- ⑥ Chumporn TISTR の支所で農業関係の支所 海岸