



## 腐食促進試験の歴史と発展 (15) 前号より続く

石川雄一  
須賀茂雄

## — サイクル腐食試験(2) —

## 10.3 サイクル腐食試験の起源と潮流

## 4) 複合サイクル試験

1970年代からの自動車の急速な普及につれて、北米や北欧などの融雪塩の影響を受ける寒冷地を対象とした車体の防錆品質目標が発表された。北米のカナダコード(1978年)、欧州5か国のノルディックコード(1983年)といったこれらの品質目標に対応するため、新たな腐食促進試験の研究開発が世界各国で取り組まれた<sup>44)</sup>。日本では、塩水噴霧試験における塩水噴霧を連続的に行うことに代えて、噴霧段階、乾燥段階、湿潤段階を基本的な腐食因子として選び、これらを組み合わせて周期的に行う複合サイクル試験が自動車産業を中心に検討され、各社によって条件の異なるサイクル腐食試験が多数開発された。そして1980年代後半に(社)自動車技術会で自動車会社および関連会社の参加の下で試験法の一本化を目的とした市場腐食調査、ラウンドロビンテストを含む調査研究が実施された。その結果1991年に制定されたJASO M 609、自動車用材料腐食試験方法<sup>114)</sup>は、世界的に複合サイクル試験の第1号であると言える。この試験方法は、電気めっきの耐食性試験用にJIS H 8502、めっきの耐食性試験方法(1999)に採用されるとともに国際規格としてISOに提案された。そしてISO/TC156で審議されて、2001年にISO 14993、Corrosion of metals and alloys — Accelerated testing involving cyclic exposure to salt mist, dry and wet conditions (金属と合金の腐食—乾湿条件での塩霧へのサイクル暴露を含む促進試験)として発行されている<sup>115)</sup>。なお、JASO M 609-91はその後1992年に発行された自動車部品外観腐食試験方法のJASO M 610-92と合わせて、2024年に一本化され、JASO M 609:2024、自動車用部品・材料腐食試験方法として発行されている<sup>116)</sup>。

中性塩水の複合サイクル試験は主に融雪塩による環境への対応として進展したが、その後、酸性雨によ

り酸性化した環境の腐食を再現する研究が進められた。日本では前述のJASO規格のサイクルパターンを基礎にして、中性の塩水噴霧溶液に硝酸および硫酸を加え、pHを3.5にした塩水溶液を噴霧する酸性雨サイクル試験方法が提案された。本試験は屋外暴露試験と高い相関を示し<sup>117)</sup>、JIS H 8502に採用された。またこの試験法は硝酸と硫酸でpH2.5に調整した0.6%濃度の人工海水を噴霧液として用いたサイクル試験法(2004年に、JIS G 0594、無機被覆鋼板のサイクル腐食促進試験方法に採用)とともに酸性化塩水噴霧サイクル試験方法として日本がISOに提案し、2005年にISO 16151, Corrosion of metals and alloys — Accelerated cyclic test with exposure to acidified salt spray, dry and wet conditions (金属と合金の腐食—酸性化した塩霧暴露によるサイクル腐食促進試験)として発行されている<sup>118)</sup>。

さらに実環境での腐食モードにより近似した腐食を再現させるために、試験条件をより複雑にして実環境暴露との相関性を高める取り組みがある。例えば、対象とする大気腐食の環境(海岸地域、田園地域など)に応じて人工海水の噴霧により表面の塩化物付着量を制御して、乾燥—湿潤時の絶対湿度を一定にしてサイクル試験を行う試みである。乾燥—湿潤時の絶対湿度を一定にすることにより実環境で起きる腐食を再現できるとの報告がある<sup>119)</sup>。また本試験方法はISOに日本が提案し、ISO/TC156で審議して、ISO 16539, Corrosion of metals and alloys — Accelerated cyclic corrosion tests with exposure to synthetic ocean water salt-deposition process — "Dry" and "wet" conditions at constant absolute humidity (金属と合金の腐食—絶対湿度一定下の乾湿条件での人工海水付着過程への暴露によるサイクル腐食促進試験)が2013年に発行されている<sup>120)</sup>。

本項のまとめとして、塩水噴霧試験の開発からの1世紀における代表的な腐食促進試験の開発の潮流を俯



瞰する試みの年表を図59に示す。また表21に塩水噴霧試験を始めとする主な腐食促進試験規格を一覧表としてまとめる。

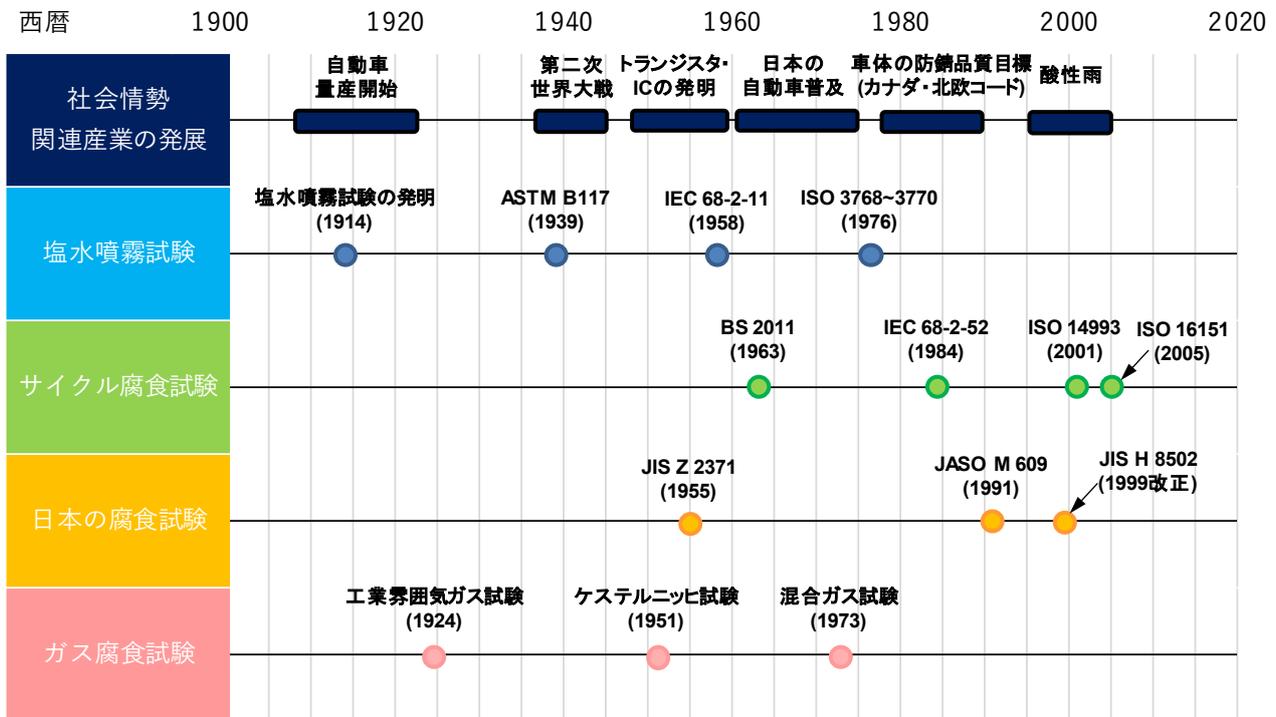


図59 腐食促進試験開発のミレニアム俯瞰図

表21 主な腐食促進試験規格の一覧

試験	日本	国際規格	諸外国
中性塩水噴霧	JIS Z 2371	ISO 9227	ASTM B117
	JIS C 60068-2-11	IEC 60068-2-11	
酢酸酸性塩水噴霧	JIS Z 2371	ISO 9227	ASTM G85, A1
キャス	JIS Z 2371	ISO 9227	ASTM B368
塩水交互浸漬	—	ISO 11130	ASTM G44
塩水噴霧・格納	JIS C 60068-2-52	IEC 60068-2-52	—
塩水噴霧サイクル (塩水噴霧・乾燥・湿潤)	JASO M 609:1991 JASO M 610:1992	ISO 14993	—
酸性雨サイクル	JIS H 8502 JIS G 0594	ISO 16151	ASTM G85, A2
絶対湿度一定サイクル	JIS G 0597 JIS G 0594	ISO 16539	—
亜硫酸ガス	—	ISO 22479	DIN 50018
	JIS H 8502	IEC 60068-2-42	ASTM G87

“—”は該当する規格なし

#### 10.4 おわりに

市場再現性が良く、かつ短時間で結果が出る腐食促進試験方法の開発を目指して、乾燥/湿潤の段階を加えたサイクル腐食試験開発の起源とその潮流について紹介した。試験法の促進性と市場再現性をいかに

両立させるかが今後の課題であろう。今回は対象を自動車の腐食に絞り、JASO規格を中心に最初の複合サイクル試験の開発について概説する予定である。



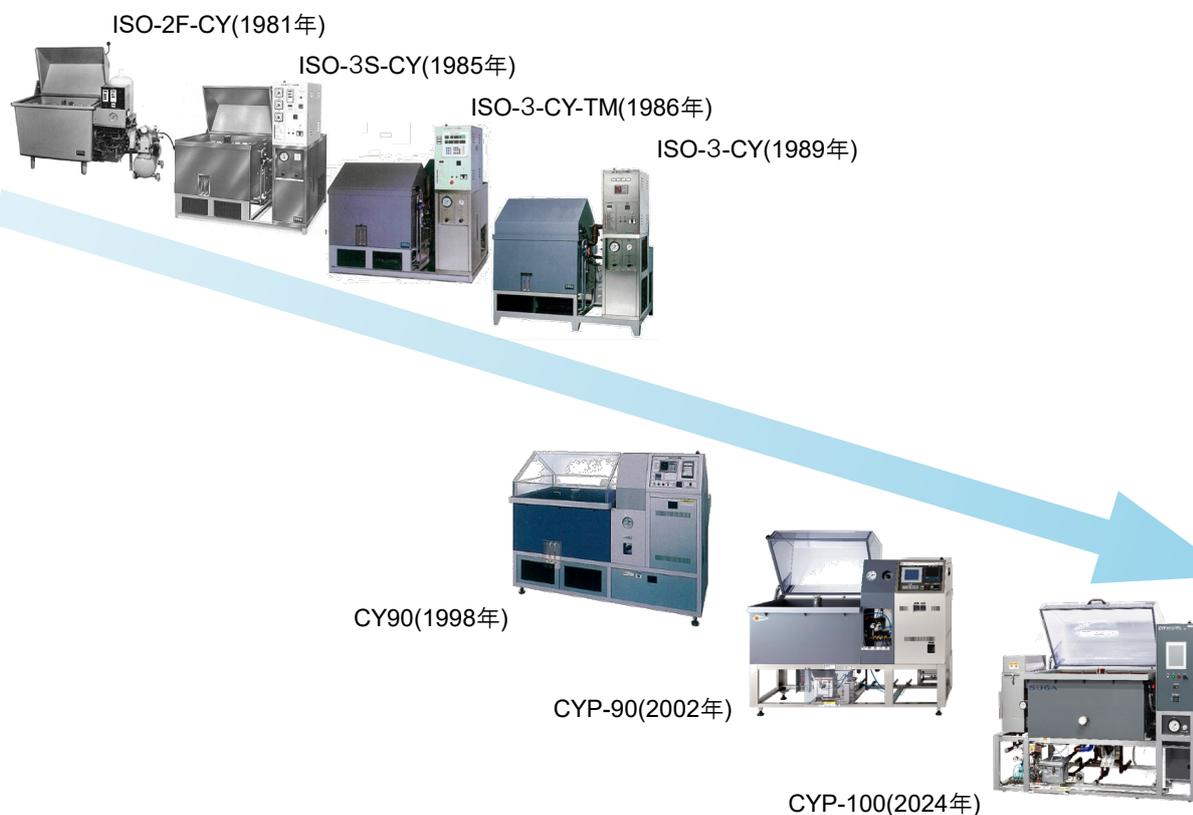
## 【参考文献】

- 114) JASO M 609-91, 自動車材料腐食試験方法.
- 115) ISO 14993:2001, Corrosion of metals and alloys – Accelerated testing involving cyclic exposure to salt mist, “dry” and “wet” conditions.
- 116) 川口博史, 藤田栄, 饗庭健, 太田成幸, 仲田ルリ, JASO M 609 自動車用部品・材料の腐食試験方法規格およびテクニカルペーパーJASO TP91001の改正, 自動車技術, 78, (5), (2024), pp.114-121.
- 117) S. Suga, S. Suga, Development of simulated acid rain test using CCT method, Accelerated and outdoor durability testing of organic materials, ASTM STP1202 (1994).
- 118) ISO 16151:2005, corrosion of metals and alloys- Accelerated cyclic tests with exposure to acidified salt spray, “dry” and “wet” conditions.
- 119) I. Muto, S. Fujita, H. kajiyama, K. Fujii, S. Suga, Atmospheric corrosion tests involving chloride deposition and cyclic wet/dry processes at a constant absolute humidity, Proc. JSCE, A307 (2009).
- 120) ISO 16539:2013, Corrosion of metals and alloys — Accelerated cyclic corrosion tests with exposure to synthetic ocean water salt deposition process "dry" and "wet" conditions at constant absolute humidity.

## Coffee Break 当社の複合サイクル試験機開発の歴史

当社は、1960年代よりお客様のご要望により様々な複合サイクル試験機を設計製造していましたが、1980年代に汎用的な普及モデルとして塩水噴霧・乾燥・湿潤・外気導入の基本サイクル試験に対応した試験機「ISO-3-CY」の量産を開始しました。その後も、「CYシリーズ」として開発を継続し、自動車業界のみならず広く産業界に普及していきました。

(編集部)



本誌巻末に当社の腐食促進試験機の開発について執筆した文献を紹介しています。