

IEC 60068-2-52 の Test method

*長谷川和哉

鋼板を用いた比較

1. 背景

IEC 60068-2-52⁽¹⁾は 1984 年に制定され、2017 年に 1996 年の改正から約 20 年ぶりに改正された。今回の改正で塩水噴霧試験の条件は ISO 9227⁽²⁾とハーモナイズされた。また、1996 年当時の試験は Severity 1 から 6 が規定されていたが、Severity=厳しさという表現は適切でないとの判断があり、今回の改正で Test method に変更された。更に、日本の新規提案により Test method 7 と Test method 8 が追加された。今回、Test method 1 から 8 について鋼板における腐食度の調査を行ったので、その内容を紹介する。

2. 試験方法

IEC 60068-2-52:2017 に規定されている試験条件は表 1 の通りである。試験片は ISO 3574⁽³⁾の CR4(JIS G3141⁽⁴⁾、SPCE)冷間圧延鋼板を用い、その成分は表 2 の通りである。試験機は当社 CCT-2L 型を用いて試験し、得られた腐食減量値により各 Test method 毎における腐食度の比較を行った。また、IEC 60068-2-52 規格本文には複数台の試験機(例えば、塩水噴霧試験機と恒温恒湿槽など)の運用を前提とした Manual handling(手動による試験片の移し替え)も定められており、この時の次の試験への移行の許容時間は最大で 2 時

表 1 IEC 60068-2-52:2017 試験条件

Test method	Details of the cycle	Recommended number of cycles
Test method 1		4 cycles (28 days)
Test method 2		3 cycles (3 days)
Test method 3		1 cycle (7 days)
Test method 4		2 cycles (14 days)
Test method 5		4 cycles (28 days)
Test method 6		8 cycles (56 days)
Test method 7		3, 6, 12, 30, 45, 60, 90, 150, 180 cycles (1, 2, 4, 10, 15, 20, 30, 50, 60 days)
Test method 8		

*Test method 1 から 7 の塩水噴霧試験は塩濃度 50g/l の中性塩水(噴霧後 pH6.5~7.2)、
Test method 8 は塩濃度 50g/l に硫酸および硝酸を加えた酸性塩水溶液(噴霧後 pH3.4~3.6)

間である。この 2 時間が試験全体に与える影響も Test method 3 の腐食減量の比較によって評価した。Manual handling 時の試験サイクルを表 3 に示す。なお、Manual handling による影響を再現するために実際に手動で試験片を取出し・設置を行った。

腐食減量は腐食生成物をクエン酸水素二アンモニウム 200g/l に常温で 10 分間浸漬して除去し、手順は ISO 8407⁶⁾に従った。

Test method 7 及び 8 については試験時間が 1 から 60 日間と幅があるため、本試験では 2 日間(48h)の試験とした。

3. 試験結果及び考察

(1) 全体の腐食減量値および腐食速度について

各 Test method の腐食減量値を図 1 に示す。結果は腐食量減量値が少ない順番から Test method 7 < 2 < 8 < 3 < 4 < 5 < 1 < 6 となった。腐食減量値の順列は試験時間の影響を大きく受けていることが分かる。各 Test method の試験時間が異なるため、1 日当たり腐食速度に換算したのが図 2 である。図 2 では腐食速度が遅い順番から Test method 6 < 5 < 3 < 4 < 1 < 2 < 7 < 8 となった。

(2) Severity という表現について

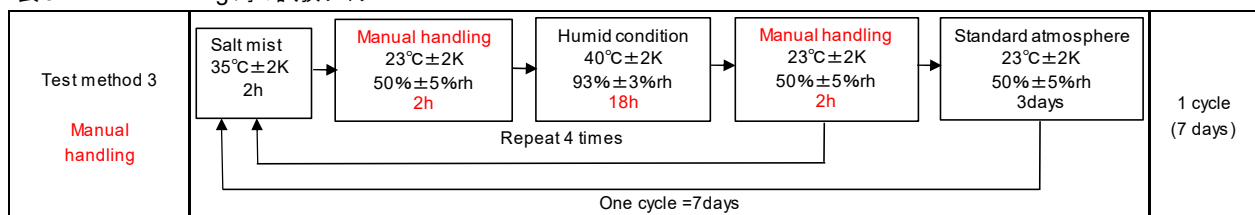
Severity(厳しさ)という観点で見た場合、Test method 1 と新規に追加した 7 及び 8 を除いた Test method 2 から 6 は段階的に腐食量が増加している。Test method 7 及び 8 は試験時間が 2 日間であることを考慮すると試験時間の選択によって腐食量が Test method 6 よりも多くなることは腐食速度の値から明白である。したがって、ますます Test method 1 の結果が他の試験と比較し位置付けが不明確となっていることが分かる。IEC の規格附属書によると Test method 1 及び 2 は海上、海浜環境を対象とし、Test method 1 は製品寿命のほとんどをその環境で過ごすもの、Test method 2 はその環境に曝される恐れのあるものを対象としている主旨の記述がある。また、Test method 3 から 6 は通常使用下が、塩分を含む雰囲気と乾燥雰囲気との間で頻繁に変化する製品、Test method 7 及び 8 は実環境との相関が良い試験とされ、Test method 8 は酸性雨の影響も加味している。規格附属書からは Test method 1 が腐食の最も厳しい環境であることが伺える。しかし、今回の鋼板による試験結果は図 1 及び図 2 の通りであり、Severity という序列を連想させる表現はいたずらに規格の使用者を混乱させることになるため Test method という表現への変更は妥当であると再認識できた。

表 2 鋼板の不純物の成分(ISO 3574 CR4(JIS G 3141 SPCE)冷却圧延鋼板)

SPCE鋼板 規格記載の成分量				
C	Si	Mn	P	S
< 0.08%	No value	< 0.45%	< 0.030%	< 0.030%

今回使用した SPCE鋼板の成分量				
C	Si	Mn	P	S
0.001%	0%	0.08%	0.014%	0.007%

表 3 Manual handling 時の試験サイクル



*日高・川越工場 開発部プロジェクト D 課長代理

(3) Test method 1 から 6 の比較

1996 年から記載のある Test method 1 から 6 について、それぞれ比較をする (Test method 3 から 6 は同試験サイクルであり、そのサイクルの繰り返し回数の違いであるので基本的に Test method 3 で比較を行う)。

はじめに Test method 1 と 2 の比較だが、前述のように図 1、図 2 から腐食減量値は Test method 1 > Test method 2、腐食速度は Test method 1 < Test method 2 である。腐食減量値については単に試験時間が 28 日間と 3 日間の差である。腐食速度は試験サイクルの内容から Test method 1 が塩水噴霧試験 2 時間の後に湿潤試験を 6 日と 22 時間を 1 サイクルとして行うものに対し、Test method 2 は塩水噴霧試験 2 時間の後に湿潤試験 22 時間を 1 サイクルとしている。

そのため、塩水噴霧試験の頻度の少ない Test method 1 は腐食の反応物 (Cl⁻) の供給量が少なく、腐食速度が低下したものである。続いて Test method 2 と 3 の比較も図 1、図 2 から腐食減量値が Test method 2 < Test method 3、腐食速度が Test method 2 > Test method 3 である。両者の試験サイクルは塩水噴霧試験 2 時間の後に湿潤試験 22 時間を基本としており、Test method 2 が塩水-湿潤サイクルを 3 回繰り返すものに対し、Test method 3 は塩水-湿潤サイクルを 4 回繰り返した後に標準大気 (本試験では乾燥試験として実施) に 3 日間放置するものである。Test method 2 の腐食が試験サイクルを繰り返すことで比例的に増加すると仮定した場合、1 日間 = 1 サイクル (塩水噴霧試験 2 時間 + 湿潤試験 22 時間) 当たりの腐食減量値は、式 1 の通りである。

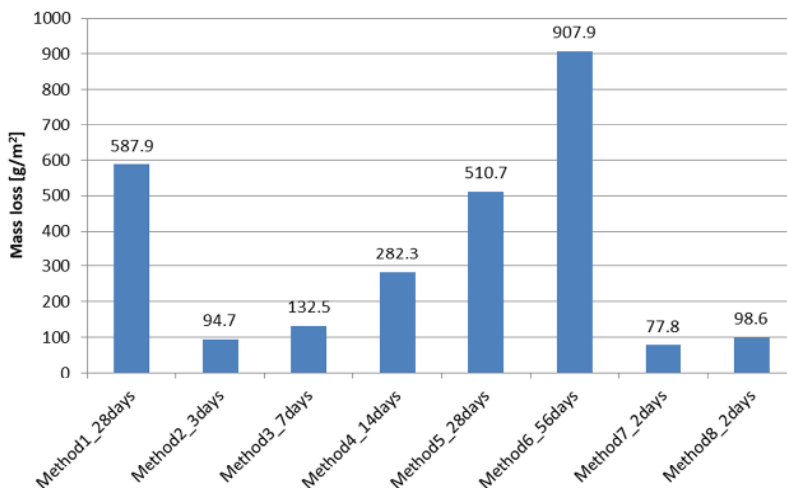


図 1 各 Test method の腐食減量値

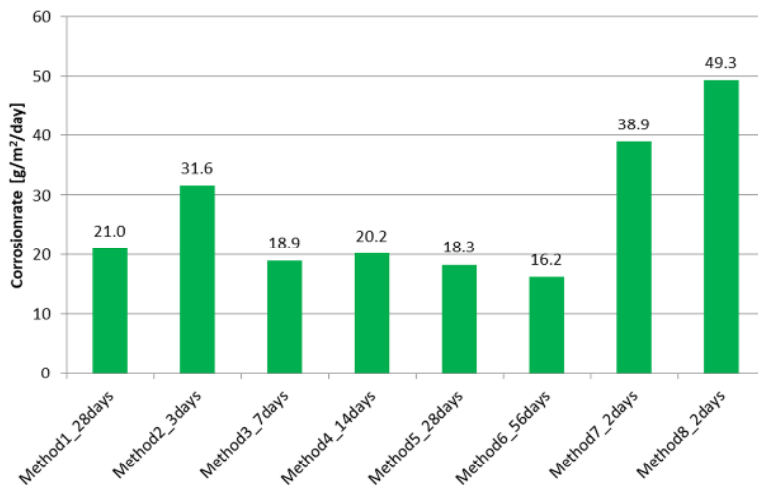


図 2 各 Test method の腐食速度

$$94.7 \text{ [g/m}^2\text{]} / 3 \text{ [day]} = 31.6 \text{ [g/m}^2\text{/day]} \quad \text{式 1}$$

式 1 から計算した 1 日当たりの腐食減量値から Test method 3に当てはめた場合、塩水噴霧試験2時間と湿潤試験 22 時間の 4 日間=4 サイクルの腐食減量値は式 2 と推測される。

$$31.6 \text{ [g/m}^2\text{/day]} \times 4 \text{ [day]} \\ = 126.4 \text{ [g/m}^2\text{/4day]} \quad \text{式 2}$$

仮に、Test method 3の腐食減量値から式2の値を引けば標準大気での推定腐食減量値が導き出せることになる(式3)。

$$132.5 \text{ [g/m}^2\text{/7days]} - 126.4 \text{ [g/m}^2\text{/4days]} \\ = 6.1 \text{ [g/m}^2\text{/3days]} \quad \text{式 3}$$

7 日間で腐食減量値 132.5g/m²のうち標準大気 3 日間の腐食減量値が 6.1g/m²であることから、標準大気ではほとんど腐食が進行していないことが分かる。そのため、Test method 3から6は腐食速度がTest method 2に劣る結果になったのであろう。ただし、本試験では鋼板を試験した結果である為、ステンレス鋼や塗装鋼板などの乾燥工程が加わることで腐食劣化の起点になる材料を試験した場合には結果が変わる可能性が有る。

(4) Manual handling を介した場合の試験結果

Test method 3に於いて故意に Manual handling を介した試験を行った場合の腐食減量の結果を図 3 に示す。図 3 の Program run とは試験機 1 台でサイクル試験を組み自動運転していることを指している。結果は見ての通り Manual handling 時の試験の腐食減量値は少なく、Program run の 80%程度であった。この差は単純に腐食環境に接する頻度の違いであることは想像にたやすい。また、Manual handling として試験片を細心の注意を払って試験装置から取り出しても試験片に付着した塩水などが滴下してしまい、試験片の状態がそのまま静置したものとは異なる事も腐食減量が低下した一因であると思われる。Manual handling による腐食へ与える影響は大きいと思われるので、試験所間などで比較検証する場合にはこの点を注意して試験を行う事が必要である。

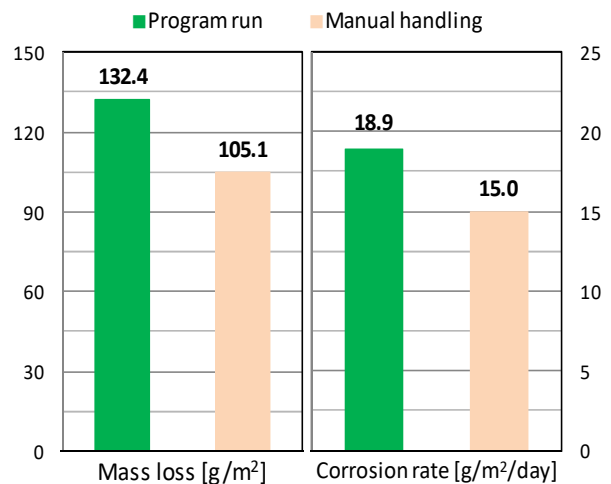


図 3 Program run と Manual handling の比較

4. おわりに

今回は鋼板を試験片としての試験結果であり、この結果が亜鉛系材料や塗装鋼板、ステンレス鋼などでは同様の結果が得られない可能性が有る事に留意していただきたい。IEC 60068-2-52 の試験について鋼板における試験の 1 つの指標として役に立てていただければ幸いである。

【参考文献】

- (1) IEC 60068-2-52, Environmental testing - Part 2-52: Tests - Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution), 2017
- (2) ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests, 2017
- (3) ISO 3574, Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities, 2012
- (4) JIS G3141, 冷間圧延鋼板及び鋼帯, 2017
- (5) ISO 8407, Corrosion of metals and alloys — Removal of corrosion products from corrosion test specimens, 2009