

サイクル腐食試験の切り込み幅が 試験結果に及ぼす影響について

財団法人 日本塗料検査協会

東支部 検査部 関島 竜太
西支部 検査部 松本 倫毅

1. はじめに

さび止めペイントの製品試験項目のひとつに塩水噴霧、乾燥、湿潤を繰り返す「サイクル腐食試験」が規定されている。サイクル腐食試験は試験片に対して試験前に切り込みきず（以下「カット」とする）を付与し、試験終了後カットからのさび等の塗膜欠陥幅及び一般部（カットを付与していない部分）のさび・膨れ・はがれの発生について判定するのが一般的である。2006年以前はカットについて「JIS K 5600-7-1:1999 塗料一般試験方法-第7部：塗膜の長期耐久性-第1節：耐中性塩水噴霧性」で規定されていたが、切り込み幅（以下「カット幅」とする）について規定がなかった。2006年より定められた「JIS K 5600-7-9:2006 塗料一般試験方法-第7部：塗膜の長期耐久性-第9節：サイクル腐食試験方法-塩水噴霧/乾燥/湿潤」ではサイクル腐食試験におけるカットの付け方は、素地上で0.5～1.0mmの幅をもち、塗膜表面に向かって扇形に広がった断面であるよう規定されている（図-1）。切り込み幅は試験終了後、カットからのさび幅を判定する場合、重要な因子となると考えられる。そこで、JIS K 5600-7-9:2006でカット幅が規定される以前に付与していたカット幅（細カット）と、規定されたカット幅（太カット、0.5～1.0mm）で試験を行い、その影響を検証することにした。

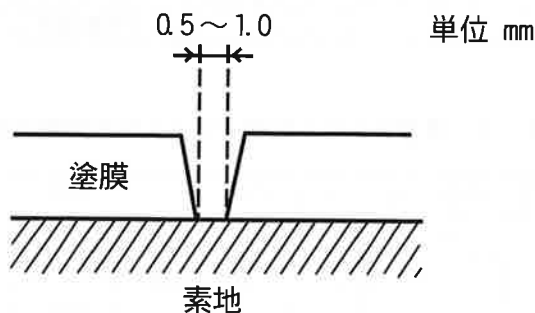
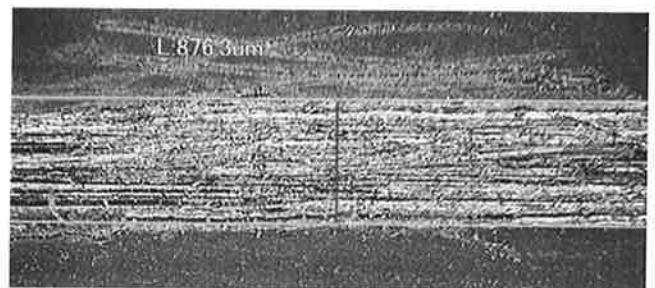
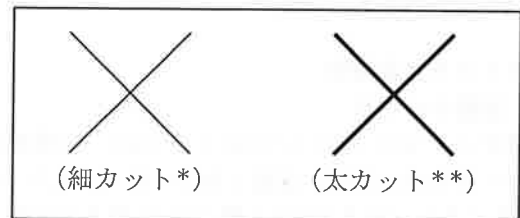


図-1 カットの断面図

2. 目的

「JIS K 5600-7-1:1999 塗料一般試験方法-第7部：塗膜の長期耐久性-第1節：耐中性塩水噴霧性 6.5 スクラッチの付け方」では、「単一刃を用い、スクラッチ

を付ける場所は試験板のどの端からも少なくとも20mm以上離れたところとする。」と記されている。すなわち、カット幅について明確な規定はないが、2006年にJIS K 5600-7-9が制定されるまでJIS K 5600-7-1に規定されたカット幅0.5mm未満を標準的に採用してきた。一方、「JIS K 5600-7-9:2006 塗料一般試験方法-第7部：塗膜の長期耐久性-第9節：サイクル腐食試験方法-塩水噴霧/乾燥/湿潤」では「単刃の切り込み具を用い、かつ、新しい刃を使う。カットは、素地上で0.5～1.0mm幅を持ち、塗膜表面に向かって扇形に広がった断面をしたものでなければならない。」とカット幅やその形状が細かく記されており、以後サイクル腐食試験ではこの方法が採用されている。なお、今回の検討はカット幅の違いが試験結果に及ぼす影響について調査することが目的であるため、一般部は評価対象から外した。そのため1枚の試験片に対して異なるカット幅が得られるよう2種類の cutter を用い、カットを付与して試験を実施することとした（図-2）。



「太カット部拡大図」

- * 細カット：カット幅0.5mm未満
(JIS K 5600-7-1:1999 6.5スクラッチの付け方による)
- ** 太カット：カット幅0.5～1.0mm (JIS K 5600-7-9:2006 7.5切り込みきずの付け方による)

図-2 カットの図

3. 試験方法

3.1 さび止めペイントの種類

今回の検証においては、汎用性の高いさび止めペイントである「JIS K 5621 一般さび止めペイント」及び「JIS K 5674 鉛・クロムフリーさび止めペイント」を用いた。JIS K 5621 2種（屋内外における鉄鋼製品に用いる有機溶剤を揮発成分とする液状・自然乾燥性のさび止め塗料）〔試料A, B, C〕、JIS K 5674 1種（有機溶剤を揮発成分とする液状・自然乾燥形のさび止め塗料）〔試料D〕を試験に供した。

3.2 試験片作製

3.2.1 塗装方法・養生

試験板としてP280の耐水研磨紙で表面処理した150mm×70mm×0.8mmのSPCC-SB鋼板を各試料につき6枚用いた。試料の塗り方ははけ塗りとし、1回の塗り付けて乾燥膜厚30～40μmとなるよう塗り付けた。乾燥方法は自然乾燥とし、温度23±2℃、相対湿度(50±5)%で7日間乾燥した後、電磁式膜厚計で乾燥膜厚を測定し、規定膜厚内であることを確認した。なお、裏面は同種塗料で塗りつつんだものを試験片とした。

3.2.2 塗装膜厚

規定養生後の各試験片塗装膜厚を測定した。膜厚測定点は3点とし測定結果を表-1に示す。なお、本試験では2種類の試験機の差も検討することとし試験片No. 1～3は試験機ⅠにNo. 4～6は試験機Ⅱによって試験を行なった。試験機Ⅰ、Ⅱを表-2に示す。

3.3 サイクル腐食試験

3.3.1 試験サイクル

試験サイクルは「JIS K 5600 7-9:2006 付属書C(規定)サイクルD」とし、規定どおりJIS K 5621 2種では28サイクル、JIS K 5674 1種では36サイクル行った。サイクルDの条件を表-3に示す。

3.3.2 評価方法

JIS K 5621:2008 一般さび止めペイント サイクル腐食性 7.12 d) 評価及び判定、JIS K 5674:2008 鉛・クロムフリーさび止めペイント サイクル腐食性 7.12 d) 評価及び判定では評価部を「試験片の周辺約10mm以内及び塗膜に付けたカットの両側それぞれ2mm以内の塗膜は、評価の対象から外し」と規定されている。今回の試験結果はすべての試験片においてカットの両側2mm以内に異常は認められなかったため、2mm以内に認められたさび幅、膨れ幅に着目し評価することとした。さび幅、膨れ幅はノギスを用いて測定した。なお、いずれの試験片とも2mm以内のはがれは認められなかった。

表-1 各試験片の膜厚測定結果(μm)

	試験片 No.	測定箇所		
		上	中	下
試料A	1	34	36	32
	2	38	38	31
	3	37	36	34
	4	38	40	39
	5	36	33	39
	6	42	39	36
試料B	1	31	34	34
	2	35	35	39
	3	30	32	40
	4	36	39	39
	5	40	33	32
	6	30	40	40
試料C	1	34	37	30
	2	34	35	38
	3	34	33	40
	4	36	34	36
	5	36	37	35
	6	36	37	35
試料D	1	33	40	30
	2	35	39	40
	3	35	40	37
	4	39	39	40
	5	30	39	40
	6	34	41	39

表-2 試験機Ⅰ、Ⅱの型式及び製造者

	型式	製造者
Ⅰ	Q-FOGCCT600	Q-Lab社
Ⅱ	CY90A	スガ試験機株式会社

表-3 複合サイクル試験1サイクルの試験条件

段階	時間 (h)	温度 (°C)	条件
1	0.5	30±2	塩水噴霧
2	1.5	30±2	湿潤(95±2)%RH
3	2	50±2	熱風乾燥
4	2	30±2	温風乾燥

4. 試験結果

4.1 測定結果

サイクル腐食性試験に供した試料 A, B, C, D の試験結果を表-4 に示す。

試料 4 種 (A ~ D)、試験機 2 種 (I, II)、カット幅 2 種 (細、太) の各種要因が試験結果に及ぼす影響を詳細に検証するため、分散分析を行なった (有意水準: 1%)。以下に分散分析結果を示す。

表-4 さび止めペイントのサイクル腐食性試験結果

試験片No.	細カット		太カット		試験機	
	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)		
A	1	0.52	1.04	0.56	0.58	I
	2	0.52	1.08	0.56	1.00	
	3	1.06	1.04	1.04	1.02	
	4	0.48	1.20	0.50	0.00	II
	5	0.54	1.02	1.02	1.00	
	6	0.52	0.00	1.04	0.00	

試験片No.	細カット		太カット		試験機	
	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)		
B	1	0.52	0.00	0.56	0.00	I
	2	0.50	0.00	0.54	0.00	
	3	1.06	0.00	0.52	0.00	
	4	0.56	0.00	0.54	0.00	II
	5	0.40	1.04	0.32	0.00	
	6	0.44	1.08	0.54	0.00	

試験片No.	細カット		太カット		試験機	
	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)		
C	1	1.50	0.00	1.52	0.00	I
	2	2.00	0.00	2.00	0.00	
	3	1.98	0.00	1.98	0.00	
	4	1.52	0.00	1.06	0.00	II
	5	1.12	0.00	1.04	0.00	
	6	1.08	0.00	1.00	0.00	

試験片No.	細カット		太カット		試験機	
	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)	さび幅 片側 (mm)	膨れ幅 片側 (mm)		
D	1	1.08	0.00	1.00	0.00	I
	2	0.56	0.00	0.52	0.00	
	3	0.50	0.00	0.52	0.00	
	4	1.02	0.00	1.00	0.00	II
	5	1.04	0.00	1.04	0.00	
	6	1.08	0.00	1.02	0.00	

4.2 分散分析結果

「さび幅」に関する分析結果を表-5に、「膨れ幅」に関する分析結果を表-6に示す。

〔試料〕、〔試験機〕、〔カット幅〕を主要因とする分散分析結果によると、「さび幅」、「膨れ幅」とともに〔試料〕に有意差が認められたが、〔カット幅〕には有意差は認められなかった。試料に対する影響は大きいですが、カット幅には影響がなくどちらのカット幅でも同様の試験結果が得られることが確認できた。また、双方ともに主要因として〔試験機〕による有意差はないものの、「さび幅」については交互作用として〔試料×試験機〕に有意差が認められたが顕著な傾向はなく、寄与率も主要因〔試料〕に比べて小さいものであった。

5. まとめと今後の課題

今回検討に用いた各種さび止め塗料〔試料A～D〕において、JIS K 5600-7-9:2006のサイクル腐食試験を行なったところ、「細カット」、「太カット」がさび幅もしくは膨れ幅に及ぼす影響は認められず、試験機についてもさび幅、膨れ幅へ及ぼす影響は認められなかった。

さび止め塗料の各種性能試験項目のなかでもサイクル腐食性試験はさび止め塗料の性能を知る重要試験であり、カットの付け方が試験結果に影響することが懸念されたが、少なくとも今回の試験の範囲では差がないことが確認された。ただ、今回用いた試料は4種類であり、十分な試料数とはいえない。今後は試料数を増やし、試験片膜厚、塗装方法（はけ塗り、スプレー塗装）等の試験結果に及ぼす影響についても今後の検討課題とした。

表-5 分散分析結果（さび幅）

分散分析表				
要因	分散比	F境界値	寄与率(%)	
試料	42.227	4.396	60.8	*
試験機	4.350	7.419		
カット幅	0.014	7.419		
試料×試験機	11.341	4.396	15.3	*
試料×カット幅	1.015	4.396		
試験機×カット幅	0.289	7.419		
計				

表-6 分散分析結果（膨れ幅）

分散分析表				
要因	分散比	F境界値	寄与率(%)	
試料	20.097	4.396	48.6	*
試験機	0.049	7.419		
カット幅	4.221	7.419		
試料×試験機	4.030	4.396		
試料×カット幅	1.428	4.396		
試験機×カット幅	2.145	7.419		
計				