

## 外壁下地鋼材とドリルねじ接合部の耐久性向上に関する実験的研究(その3): 耐食性試験結果の考察

ドリルねじ 下地材 高耐食めっき鋼板 正会員 ○城倉貴史\*1 同 岸元孝之\*2 同 久保康弘\*2 同 杉山敬宏\*2  
引張耐力 耐食性 複合サイクル試験 同 荻原厚\*2 同 萩原裕久\*2 同 中島一浩\*3 山本寛\*4 梅山博\*5

## 1. はじめに

本報(その3)では、外壁下地鋼材(以下、下地材)とドリルねじ接合部の耐食性に関する実験結果について考察する。尚、本研究で対象とした鋼板とドリルねじは、本研究(その1)の表1-1に、耐食性試験結果は本研究(その2)に示している。

## 2. 耐食性試験結果の考察

## 2-1. 鋼板の腐食減量の考察

本研究(その2)で述べたように、CCT200サイクル後の鋼板の腐食減量を調査した結果、鋼板Aの腐食減量が約30%に達していた。一般に、鋼材板厚の10%が腐食した時を鋼材の耐用限界に達したとされる<sup>1)</sup>。鋼板Aはこの板厚減少が耐用限界である10%を大幅に超えており、今回の試験体の中では最も耐食性が劣る結果となった。鋼板Aの防錆仕様は、JIS K 5674の鉛・クロムフリーさび止めペイント2回塗り(膜厚60 $\mu$ m以上)であるが、この防錆仕様では十分な防錆効果はなく、この上の中塗り、上塗り用塗料を組み合わせることで初めて十分な機能を発揮されると言われている<sup>2)</sup>。今回の試験結果はそれを裏付けるものとなった。

一方、鋼板B、C、Dの腐食減量は1~2%であり、鋼板の腐食はほとんど進行していなかった。鋼板B、Cについては、めっきの犠牲防食が働き、鋼素地を保護したためであると考えられる。特に、鋼板Cのめっき層は亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっきから成り、表面に形成される緻密な腐食生成物が保護皮膜の役割を果たすことにより、亜鉛めっきの約4倍の耐食性を有している<sup>3)</sup>。

鋼板Dの腐食減量が少ないのは、鋼板表面の不動態皮膜による防錆効果と言える。尚、SUS304は耐食性に優れるが、ドリルねじの締結時に発生する摩擦熱によってドリルねじの先端が軟化して打込みが出来ず、あらかじめ下孔を開けておく必要があるなど、施工手間が大幅に増える事が課題である。これらの点を考慮すると耐食性の高い下地材としては、鋼板Bまたは鋼板Cとするのが良い。

## 2-2. ドリルねじの腐食減量の考察

鋼板B、Cのドリルねじの腐食減量は鋼板A、Dよりも少なく、ドリルねじa以外の腐食減量は、その多くが

10%未満であった。これは、ドリルねじにもめっきの犠牲防食が働き、ドリルねじの腐食の進行を抑えたためと考えられる。特に、鋼板Cに締結されたドリルねじは、すべて鋼板のドリルねじの中で最も腐食減量が少なく、ねじ山の多くが残存していた。

図3-1にCCT200サイクル後のドリルねじbのねじ貫通側の外観写真を示す。鋼板C以外の鋼板のドリルねじには赤錆が発生していたが、鋼板Cのドリルねじには赤錆はほとんど確認されなかった。これは亜鉛めっきより高い耐食性を有する亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっきの成分が犠牲防食作用によりドリルねじを覆い、ドリルねじの腐食を抑制したと考えられる。このことは、仮にドリルねじが打込まれる際にドリルねじ表面に損傷があっても、鋼板Cでは犠牲防食作用によりねじ山が保護されることを示唆している。

ドリルねじdはいずれの鋼板に対しても、腐食減量は5%未満であり、優れた耐食性を示した。このことから耐食性の高い外壁用のドリルねじとしては、ドリルねじdとするのが良いと言える。



図3-1 各鋼板におけるドリルねじbの外観写真

## 2-3. ドリルねじ周辺の腐食結果の考察

現状調査で確認されたように、下地材がドリルねじ貫通部を中心として円形に錆びている状況が今回の促進試験でも再現された。

そこで、鋼板AのCCT200サイクル後の鋼板の除錆後の厚さをドリルねじ近傍と遠方について測定し、試験前の厚さと比較した。その結果を図3-2、3-3、表3-1に示す。板厚を測定した結果、ねじ穴中心から10mmの位置の平均板厚は1.29mm(腐食による板厚減量:44%)、また25mm位置での平均板厚は1.73mm(同:25%)と板厚に差が出ており、ねじ周辺部は腐食が進行することが確認できた。ドリルねじ貫通部を中心として円形に錆びた原因は、

以下によるものと推定される。また、図 3-4 にその腐食メカニズムの概念図を示す。

- ① ドリルねじの周辺に水および腐食因子が滞留する
- ② ドリルねじとその周辺の鋼板が腐食する
- ③ 腐食生成物に水が滞留し腐食が促進される
- ④ 上記①～③の繰り返しにより局所的な腐食が進行する



図 3-2 ドリルねじ周辺が円形に腐食した試験体の外観写真

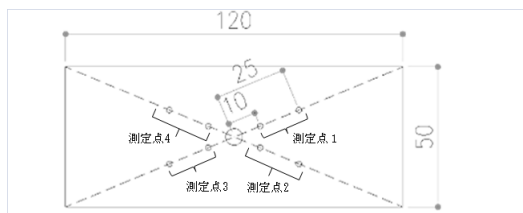


図 3-3 板厚の測定位置

表 3-1 腐食後の板厚(試験前は 2.3mm)

鋼板A-ねじ	測定位置	測定点1	測定点2	測定点3	測定点4	平均
A-a	ねじ穴中心から10mm	1.02	1.36	1.28	1.22	1.22
A-b		0.81	1.19	1.29	1.42	1.17
A-c		1.24	1.18	1.26	1.4	1.27
A-d		1.47	1.49	1.46	1.45	1.46
A-e		1.19	1.14	1.52	1.44	1.32
A-a～eの総平均						1.29

鋼板A-ねじ	測定位置	測定点1	測定点2	測定点3	測定点4	平均
A-a	ねじ穴中心から25mm	1.64	1.55	1.69	1.83	1.68
A-b		1.67	1.66	1.77	1.63	1.68
A-c		1.93	1.54	1.98	1.98	1.86
A-d		1.7	1.5	2.09	2.19	1.87
A-e		1.62	1.73	1.42	1.53	1.58
A-a～eの総平均						1.73

表 3-2 耐食性試験結果

鋼板	評価項目	ドリルねじ					
		a	b	c	d	e	
A	腐食減量	鋼板	×30.5	×27.9	×28.0	×28.9	×32.3
		ドリルねじ	×37.0	×29.6	×22.4	●4.9	△6.1
	外観	鋼板	×	×	×	×	×
		ドリルねじ	×	×	×	△	×
B	腐食減量	鋼板	●1.1	●1.6	●0.8	●1.5	●1.1
		ドリルねじ	×28.4	△9.2	×11.0	●4.9	●6.1
	外観	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	×	×	△	×
C	腐食減量	鋼板	●1.5	●1.0	●0.5	●1.2	●0.2
		ドリルねじ	×24.4	△6.4	△7.8	●1.2	●3.9
	外観	鋼板	●	●	△	●	●
		ドリルねじ	×	●	△	●	×
D	腐食減量	鋼板	●0.0	●0.1	●0.0	●0.0	●0.1
		ドリルねじ	×35.2	×30.6	×24.3	●2.1	△7.0
	外観	鋼板	△	△	△	●	△
		ドリルねじ	×	×	×	△	×

腐食減量：●5%未満 △5%以上10%未満 ×10%以上 (数値は腐食減量%)を示す

外観：●赤錆なし △赤錆あり ×著しい赤錆

\* 評価結果は「本研究(その2)耐食性試験結果」の表2-1, 表2-2, 図2-1, 図2-2による。

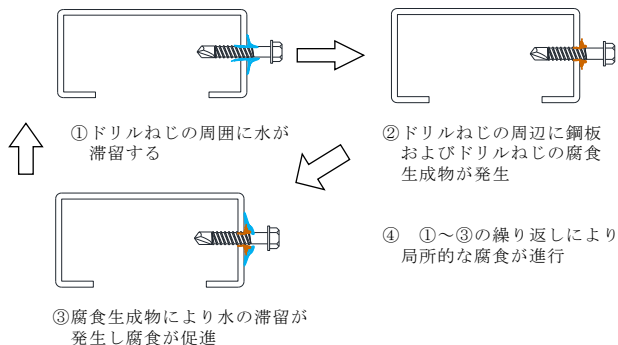


図 3-4 ねじ周辺の腐食メカニズムの概念図(推定)

### 3. 耐食性試験の結論

外壁接合部の耐食性に関する実験を行なった結果、以下の結論を得た。耐食性試験結果を表 3-2 に示す。

- (1) 鋼板 A は耐食性が低く、腐食減量は約 30%に及んだ。一方、鋼板 B, C, D は、耐食性に優れ鋼素地の腐食はほとんどなかった。
- (2) 表面処理としてめっきを施した鋼板 B, C に締結したドリルねじは、めっきの犠牲防食が働き、ドリルねじの腐食も抑制していた。特に、鋼板 C に打入れたドリルねじは、他の鋼板に比べ全てのドリルねじにおいて最も腐食量が少ないことが分かった。これは耐食性の高い亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっきの犠牲防食がドリルねじにも働いたためと考えられる。
- (3) 耐食性の高い下地材としては、鋼板 B または鋼板 C とするのが良く、またドリルねじは d とするのが良い。
- (4) 鋼板 A におけるドリルねじ周辺の腐食状況を確認した結果、ドリルねじ遠方に比べねじ近傍の方が板厚の減少量が大きく、促進腐食試験でもドリルねじ周辺では腐食が進行することが確認できた。この原因は、ドリルねじ周辺の腐食生成物により水が滞留しやすく長期間に渡り湿潤状態になるためと推定される。

\*1 日鉄日新製鋼  
 \*2 東日本旅客鉄道  
 \*3 ロブテックスファスニングシステム  
 \*4 日鉄日新製鋼建材 \*5 九飛勢螺

\*1 Nippon Steel Nisshin Co., Ltd.  
 \*2 East Japan Railway Company  
 \*3 Lobtex Fastening System Co., Ltd.  
 \*4 Nippon Steel Nisshin A&C Co., Ltd. \*5 QP Fastening Works Co., Ltd