

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4) : 引張試験結果とまとめ

ドリルねじ 下地材 高耐食めつき鋼板 正会員 ○中島一浩*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 城倉貴史*3 山本寛*4 梅山博*5

1. はじめに

本報(その4)では, 外壁下地鋼材(以下, 下地材)とドリルねじ接合部の引張試験の結果と, 本研究(その1)~(その3)のまとめについて報告する. 本研究で対象とした鋼板とドリルねじの種類を表4-1に示す. 試験は, 本研究(その1)の4-2に示す方法で行った.

表4-1 試験材料選定表

鋼板	材質	板厚 mm	本報での呼称
A	SS400	2.3	さび止めペイント
B			溶融亜鉛めつき
C			高耐食めつき
D	SGMH400	2.0	SUS304

ドリルねじ	材質	ねじ径 mm	ドリルねじの表面処理
a	SWCH18A	6.0	電気亜鉛めつき
b			亜鉛・珪素系複合被膜(焼付塗装)
c			亜鉛・エポキシ樹脂複合被膜(焼付塗装)
d			亜鉛ニッケル合金めつき+合金コーティング+無機系コーティング
e			パシベート仕上げ(不動態処理)

2. 実験結果と考察

引張試験後の試験片は, ドリルねじが鋼板から引抜ける破壊性状であったが, 鋼板が面外方向に変形し明確な降伏点が現れないため, 本稿では, ドリルねじ接合部の降伏引張耐力を試験における最大荷重の70%と定義した¹⁾. また, ドリルねじ接合部の短期許容引張耐力は, 鋼板の板厚が2.3mm, ドリルねじ径が6.0mmの場合は2.32kNである²⁾. 図4-1から図4-4に, CCT前, 100サイクル後, 200サイクル後の降伏引張耐力と短期許容引張耐力2.32kNを示す.

図4-1に示す鋼板Aの場合, 全てのドリルねじで引張耐力の低下が認められ, CCT200サイクル後には, 短期許容引張耐力よりも小さくなるケースがあった. 一方, 図4-2, 図4-3の鋼板B, Cは, 著しい引張耐力の低下は認められなかった. 鋼板Dは, ドリルねじdの引張耐力の低下が最も小さかった.

図4-5に示すCCT200サイクル後の耐力低下(200サイクル/CCT前)は, 鋼板Aの場合, 62%から74%であり, 他の鋼板と比べて著しく引張耐力が低下している. 本研究(その2)で明らかになったように, 鋼板及びドリルねじの耐食性は, ドリルねじ接合部の引張耐力に影響を及ぼすことが分かった.

図4-6に鋼板DのCCT200サイクル後の荷重変位を一例として示す. ドリルねじdを用いた場合は, 最大荷重後に荷重の増減を繰り返しながら緩やかに引張耐力が低

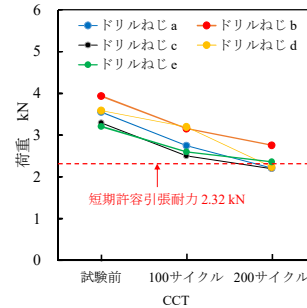


図4-1 鋼板Aの試験結果

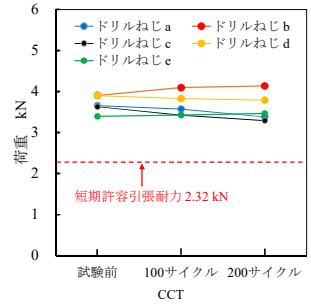


図4-2 鋼板Bの試験結果

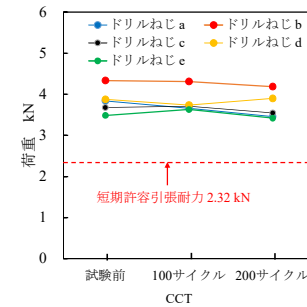


図4-3 鋼板Cの試験結果

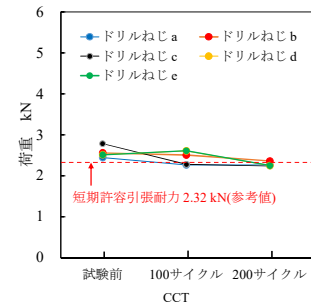


図4-4 鋼板Dの試験結果

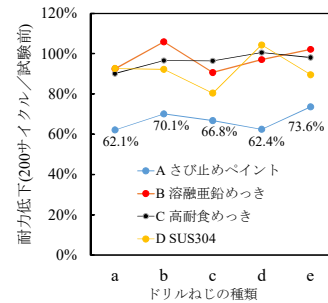


図4-5 耐力低下

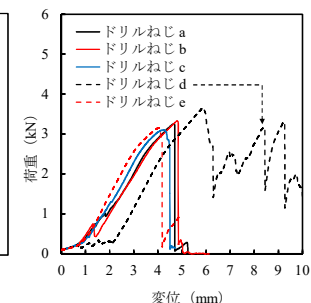


図4-6 鋼板D 200サイクル

下している. 一方, ドリルねじ a, b, c, eは, 最大荷重後, 急激に引張耐力が低下しているのが分かる.

3. 引張試験の結論

- (1) 鋼板Aは, ドリルねじの種類に関わらず接合部の引張耐力が低下し, 耐力低下は62%から74%となり, 降伏引張耐力が短期許容引張耐力を下回るケースがあった.
- (2) 鋼板B及び鋼板Cは, 著しい引張耐力の低下は認められなかった.

(3) 鋼板 D は、著しい引張耐力の低下は認められなかったが、板厚が 2.0mm であるため降伏耐力は短期許容引張耐力程度であった。

4. 本研究のまとめ

下地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を行った結果、本研究(その1)に示した課題について、以下のことが明らかになった。

4-1. 耐食性の高い下地材の仕様

下地材が鋼板 A の場合は、ドリルねじの種類に関わらず鋼板が腐食し、腐食減量は約 30%であった。一方、鋼板 B 及び鋼板 C は、白錆が発生したものの、鋼板の腐食は 1%~2%程度であった。鋼板 D は耐食性に優れているが、ドリルねじの締結には下孔が必要であり、施工手間が大幅に増える。従って、耐食性の高い下地材としては、鋼板 B 又は鋼板 C とするのが良い。

4-2. 耐食性の高い外壁締結用ドリルねじの仕様

めっきの犠牲防食が働かない鋼板 A 及び鋼板 D はドリルねじ a, b, c の腐食減量は 20%以上であったがドリルねじ d, e は 10%以下であった。一方、鋼板 B 及び鋼板 C は犠牲防食が働き、ドリルねじの腐食は少なく、ねじ山の多くは残存していた。ドリルねじ e は、鋼板 A 以外は耐食性が良かった。ドリルねじ d は、いずれの鋼板に対しても腐食減量は 5%以下であり、耐食性の高い外壁締結用ドリルねじとしては、ドリルねじ d とするのが良い。

4-3. 下地材とドリルねじの組み合わせによる耐食性

下地材が鋼板 A では、鋼板及びドリルねじとも腐食が著しく、下地材が鋼板 B 及び鋼板 C は、鋼板の腐食は少なく、ドリルねじ d と e の腐食が少なかった。また、鋼板 D については、ドリルねじ d を用いた場合に鋼板の赤錆の発生が少なかった。

4-2 項及び 4-3 項の結果から、耐食性向上という観点では、下地材は鋼板 C、ドリルねじは d の組合せが良いことが分かった。

4-4. ドリルねじ接触部の腐食

鋼板 A について、ドリルねじ近傍の板厚を測定した結果、ドリルねじ近傍で腐食が進行していた。ねじ周辺は水が滞留しやすく、長期間にわたり湿潤状態になるためと推定される。

4-5. 腐食によるドリルねじ接合部の耐力

ドリルねじ接合部の引張試験を行った結果、下地材が鋼板 A の場合は、全てのドリルねじで著しく引張耐力

表 4-2 外壁接合部の耐食性と耐力

鋼板	評価項目	ドリルねじ					
		a	b	c	d	e	
A	腐食減量	鋼板	×	×	×	×	×
		ドリルねじ	×	×	×	●	△
	外観	鋼板	×	×	×	×	×
		ドリルねじ	×	×	×	△	×
引張耐力		×	×	×	×	×	
B	腐食減量	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	△	×	●	●
	外観	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	×	×	△	×
引張耐力		△	●	△	●	●	
C	腐食減量	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	△	△	●	●
	外観	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	●	△	●	×
引張耐力		△	●	●	●	●	
D	腐食減量	鋼板	●	●	●	●	●
		ドリルねじ	×	×	×	●	△
	外観	鋼板	△	△	△	●	△
		ドリルねじ	×	×	×	△	×
引張耐力		△	△	×	●	×	

腐食減量 ●5%未満 △5%以上10%未満 ×10%以上
 引張耐力低下率 ●5%未満 △5%以上10%未満 ×10%以上
 外観 ●赤錆なし △赤錆あり ×激しい赤錆

が低下した。また、鋼板 B はドリルねじ b, d, e が、鋼板 C はドリルねじ a 以外は耐力の低下が小さかった。鋼板 D の場合は、ドリルねじ d のみ引張耐力の低下が少なかった。

5. 結び

本研究で明らかになった耐食性試験結果及び引張試験結果のマトリックスを表 4-2 に示す。腐食減量と引張耐力低下率は、それぞれ 5%、10%を閾値として判定を行い、鋼板とドリルねじの外観は、赤錆の有無による評価とした。その結果、下地材には鋼板 C (高耐食めっき) を、ドリルねじは d (亜鉛ニッケル合金めっき+合金コーティング+無機系コーティング) を用いた組合せが適していることが分かった。

本研究では、外壁下地鋼材とドリルねじ接合部の耐久性向上について実験的に検討を行い、その特性を明らかにしたが、外壁の耐用年数やコスト及び施工条件なども考慮し、本研究で得られた知見を参考に、下地材とドリルねじを選定するのが良い。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鋼構造許容応力度設計規準，P48，2019 年
- 2) 一般社団法人日本鉄鋼連盟：薄板軽量形鋼造建築物設計の手引き第 2 版，P189，2014 年 3 月

*1 ロブテックスファスニングシステム

*2 東日本旅客鉄道

*3 日鉄日新製鋼

*4 日鉄日新製鋼建材 *5 九飛勢螺

*1 Lobtex Fastening System Co., Ltd.

*2 East Japan Railway Company

*3 Nippon Steel Nisshin Co., Ltd.

*4 Nippon Steel Nisshin A&C Co., Ltd. *5 QP Fastening Works Co., Ltd