

高耐食めっき鋼板と高耐食タッピング型ワンサイドボルトによる乾式接合胴縁システムに関する実験的研究

正会員 ○中島一浩*1 同 岡本憲尚*2
川邊裕一*1 星山 守*3
藤井勝義*1 城倉貴史*4

胴縁 非構造部材 高耐食めっき鋼板
ワンサイドボルト 乾式接合 劣化対策等級

1. はじめに

胴縁は建築物の中の非構造部材であるが、建築的に合理的な検証が十分になされていないのが現状である。また、東日本大震災の被害では天井の落下など、非構造部材の安全性確保について問題提起¹⁾²⁾されている。筆者らは胴縁の耐食性向上と製造の簡素化を目的とした胴縁システムを開発した。本論ではその概要を報告する。

2. 胴縁システム概要

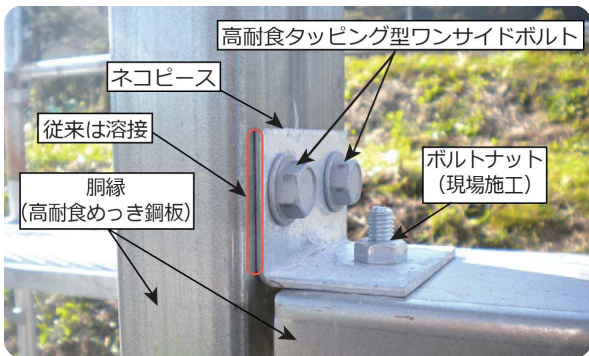


写真 1. 胴縁システム概要図

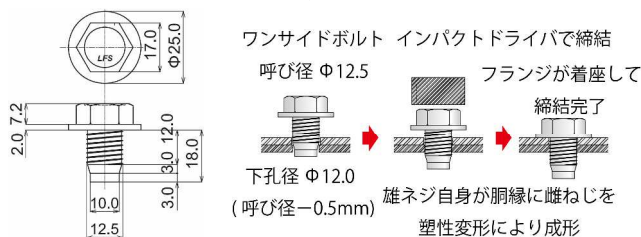


図 1. 寸法

図 2. 締結方法

胴縁システムの概要を写真 1 に示す。高耐食めっき鋼板と高耐食タッピング型ワンサイドボルト³⁾(以下、ワンサイドボルト)を採用し、ネコピースはワンサイドボルトで乾式接合している。図 1 にワンサイドボルトの寸法を、図 2 に締結方法を示す。ワンサイドボルトは、雄ねじ自身が鋼板に雌ねじを塑性変形によって成形し、部材同士を締結する。独自のねじ形状、ねじピッチにより高い接合強度が得られるのが特徴である。片側からの締結が可能のため角形鋼管などへの締結が有効である。

3. 接合部の耐力

表 1 に接合部の耐力を示す。基準耐力は式(1)より算出した。鋼板の F 値は 280N/mm² とし、各試験片の降伏点 Yp により、降伏点のバラつきの影響を除外した。破壊性状は、雌ねじ側鋼板からのボルト抜けであった。

$$\text{基準耐力} = (\text{比例限度荷重平均} - 3\sigma) \times F \text{ 値} / \text{降伏点 } Y_p \quad (1)$$

また、胴縁部材である角形鋼管を用いた引張試験を行い、平板試験片の基準耐力よりも大きいことを確認した。

表 1. 接合部の耐力

板厚	t = 2.3mm		t = 3.2mm	
	引張	せん断	引張	せん断
最大荷重	5.37	20.90	9.65	28.65
比例限度荷重	2.11	6.56	4.81	9.43
基準耐力	1.20	4.53	3.39	6.13
角形鋼管	1.82	—	4.27	—

4. 耐食性試験

高耐食めっき鋼板とワンサイドボルト接合部の耐食性を確認するために、中性塩水噴霧サイクル試験(JIS H 8502)を行った。表 2 に 150 サイクル後の腐食の状況を、図 3 に試験方法を示す。ボルト近傍にわずかな白錆が発生しているものの、耐食性は溶融亜鉛めっき HDZ40 と同等以上である。

表 2. 中性塩水噴霧サイクル試験

材料	試験前	50サイクル	100サイクル	150サイクル
高耐食めっき鋼板 (JIS G 3323, JIS G 3317) + タッピング型ワンサイドボルト				
溶融亜鉛めっき (JIS H 8641 HDZ40) + タッピング型ワンサイドボルト				

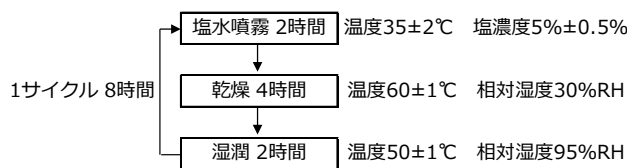


図 3. 試験方法

Experimental study on furring strips system of high corrosion-resistant plated steel sheet and thread forming self-tapping one-side bolt.

NAKAJIMA Kazuhiro, OKAMOTO Norihisa
KAWABE Yuichi, HOSHIYAMA Mamoru
FUJII Katsuyoshi, SHIROKURA Takashi

5. 劣化対策等級

建築物の耐久性を劣化対策等級で比較した一例を表3に示す。めっき鋼板の推定耐用年数は、めっき層が90%消失し、さらに鋼板の板厚が10%減少した時点限界状態として算出した⁴⁾⁵⁾。劣化対策等級は1世代が概ね25年から30年程度である。構造躯体は板厚が厚いため劣化対策等級は3レベルであるが、同じ防錆仕様の場合、胴縁の劣化対策等級は1レベルとなる。つまり、胴縁と構造材の耐用年数が異なるため、胴縁の耐食性を構造体と同等以上にするには、本胴縁システムのように非構造部材の耐食性を向上させることが有効である。

表3 構造躯体と胴縁の推定耐用年数の比較

部位	板厚 mm	防錆仕様	鋼材の耐用年数	塗膜めっきの耐用年数	推定耐用年数	劣化対策等級
梁	10	一般さび止めペイント JIS K 5621 2回塗り	70	7	77	等級3レベル
柱	9		63		70	等級2レベル
胴縁	2.3		16		23	等級1レベル
		高耐食めっき鋼板 K14	16	147	163	等級3レベル

梁：H300×300×10×15 柱：□350×350×9 胴縁：C100×50×20×2.3

6. 疲労試験

胴縁接合部の疲労試験 (JIS Z 2273) を行った。繰り返し数 200 万回時の最大負荷荷重は、板厚 2.3mm のとき引張 2.2kN、せん断 6.67kN、板厚 3.2mm のとき引張 3.84kN、せん断 8.0kN となり、何れも基準耐力より大きく、疲労に対して安全であることを確認した。

7. 耐緩み性試験

胴縁接合部の振動試験 (JIS D 1601) を行った。振動数 33Hz、振幅 3mm、負荷荷重 5kg、試験時間は 17 時間である。試験の結果、200 万回の加振で緩みや変形は確認されなかった。

表4 戻しトルクの比較

	締付トルク N・m	戻しトルク N・m	トルク比
ワンサイドボルト Φ12.5	30.0	20.5	68.3%
M12×1.75 (並目) SW付	30.0	22.6	75.3%
M10×1.5 (並目) SW付	30.0	20.2	67.3%

次に、ワンサイドボルトと普通ボルト M12 及び M10 の戻しトルクを比較した。表4に戻しトルクを示す。ネコピース (ボルト頭側) の板厚は 3.2mm、胴縁 (ナット側) の板厚は 2.3mm とし、締付部材は高耐食めっき鋼板とした。戻しトルクは約 70% 程度であり、胴縁接合部の緩み性能は、普通ボルトにばね座金を使用した戻しトルクと同程度である。

8. 実物大試験

胴縁の変形性能を確認するために実物大試験を行った。写真2に三点曲げ試験と層間変位試験の状況を示す。支持部材はリップ溝形鋼 100×50×50×20×2.3mm、梁部材は角形鋼管 100×100×2.3mm とした。

三点曲げ試験(梁スパン 1,140mm)は荷重制御とし、短期荷重相当 13.3kN 載荷時に梁中央の変位は 12.13mm、接合部の変位量は 0.86mm であった。

層間変位試験(層間高さ 1,800mm)は変位制御とし、層間変形角 1/120 で接合部の変位量は 0.037mm、層間変形角 1/10 においても 0.685mm であった。これらの結果により、胴縁接合部の変形に対する安全性を確認した。



三点曲げ試験

層間変位試験

写真2. 実物大試験

9. 結論

高耐食めっき鋼板と高耐食タッピング型ワンサイドボルトによる乾式接合胴縁システムについて実験的検証を行った結果、耐食性に優れ、非構造部材としての安全性が確保されていることを確認した。また、本システムのように乾式接合にすることで、製造上の歪取り、補修塗装、めっき工程が省略され、製造工程の短縮が図れる。

謝辞

本論文の実物大実験は、JFE シビル株式会社の皆様のご協力、ご指導を頂いた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 「非構造部材の安全性確保に向けて JSCA からの提言」、2014年6月
- 日本建築学会「建築雑誌」2016年3月号、特集「災害対策研究の新しい基点」、第三部「非構造部材の安全対策はどうあるべきか」、P26~37
- 鈴木博之：スレッドローリングねじで接合された継手の強度に関する実験的研究、土木学会構造工学論文集 Vol.61A, P614-626, 2015年3月
- 鉄骨造建築物の耐久性向上技術：(財)国土開発技術研究センター建築物耐久性向上技術普及委員会編、技報堂出版, P75~90, P189~203
- 住宅の腐食・防食 Q&A：腐食防食協会編、丸善株式会社, P225~275

*1 ロブテックスファスニングシステム

*2 岡本構造研究室

*3 カナヤマ

*4 日新製鋼

*1 Lobtex Fastening System Co., Ltd.

*2 SUM/Structural Engineer's Office

*3 Kanayama Co., Ltd.

*4 Nisshin Steel Co., Ltd.