

表面粗さが接着強度に与える影響に関する実験的検討

名古屋大学大学院 正会員 ○北根 安雄
 名古屋大学大学院 吉村 浩寿
 名古屋大学 学生会員 上山 裕太
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤 義人

1. 目的

近年、腐食した鋼構造物の補修方法として、FRPまたは鋼板を接着することにより断面欠損部の性能回復を行う方法が開発されてきている¹⁾。通常、接着補修を行う際には、健全部に定着部を設けることで、接着強度を確保する。しかし、腐食部の近傍に全く腐食していない健全部は少なく、多少は腐食しているが、表面処理によりさびを除去した上で、定着部としている場合も想定される。本研究では、腐食により表面に凹凸がある定着部を対象とし、凹凸の有無またはその程度によって、接着強度がどのように変化するかを、小型供試体を用いた圧縮せん断試験により明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

本研究では、人工的に作成した表面粗さをもつ鋼板の接着せん断強度を測定するため、図-1に示す長さ110mm、幅100mm、厚さ12mmのSS400鋼板を2枚使用し、そのうち1枚に表面粗さを100mm×100mmの領域で与え、100mm×100mmの領域で、2枚の鋼板を接着した供試体を作成した。表面粗さとして、せん断方向とその直角方向に正弦波による凹凸を考え、表-1に示した9種類のケースに対して各3体の供試体を準備し、合計で27体の粗さ供試体を製作した。ここで、供試体に用いた粗さパラメータの範囲は、19.5年間海洋環境暴露アングル材、19年間

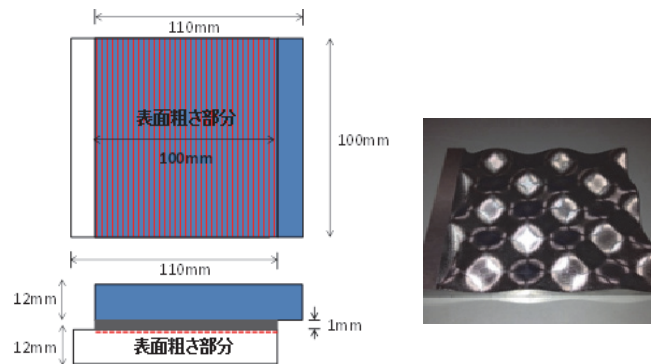


図-1 供試体寸法と粗さ表面の例

海洋環境暴露鋼管杭、168日間バブリング腐食試験を行った裸鋼材、清宮ら²⁾によって計測された鋼管杭の腐食データを参考に決定した。着目する粗さパラメータとして、波長 λ 、最大深さ S_z 、算術平均高さ S_a 、二乗平均平方根高さ S_q 、界面展開面積率 S_{dr} 、二乗平均平方根傾斜 $R_{\Delta q}$ を取り上げた。供試体の粗さ表面は、表-1に示した波長 λ および $S_z/2$ を振幅とした2方向の正弦波とした。また、比較のため、粗さをもたない鋼板同士を接着した供試体

表-1 製作した粗さ表面一覧表

名称	波長 λ (mm)	平均減肉量(mm)	S_z (mm)	S_a (mm)	S_q (mm)	S_{dr} (%)	$R_{\Delta q}$
R1010	10	0.5	1.0	0.18	0.238	2.41	0.156
R1016		0.8	1.6	0.289	0.381	6.04	0.250
R2032	20	1.6	3.2	0.579	0.762	6.04	0.250
R2053		2.65	5.3	0.96	1.27	15.8	0.416
R3332	33.3	1.6	3.2	0.58	0.76	2.27	0.150
R3353		2.65	5.3	0.96	1.27	6.01	0.250
R4032	40	1.6	3.2	0.579	0.762	1.55	0.125
R4053		2.65	5.3	0.96	1.27	4.22	0.209
R4064		3.2	6.4	1.157	1.524	6.04	0.250

キーワード 接着, 表面粗さ, 腐食, 鋼構造

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院 社会基盤工学専攻 TEL052-789-2736

(6体)も製作した。表面粗さの加工は、粗さの3次元表面データを作成した後に、3次元座標データによる表面加工が可能なNCフライス盤を使用した。

供試体の接着には、コニシ(株)製の鋼構造物用耐熱型エポキシ樹脂系接着剤 E258RW を用いた。この接着剤は、当て板補修などが主な用途となっており、腐食部の不陸調整にパテ材を別途使用する必要がない接着剤である。引張強度および引張せん断強度のカタログ値は、それぞれ 34MPa と 28MPa である。表面粗さのある鋼板の凹凸の最高部と粗さのない鋼板との間が 1mm となるよう接着層を確保し、7日間以上の養生を行った上、JIS K6852 を参考にした圧縮せん断強度試験(図-2 参照)を行った。

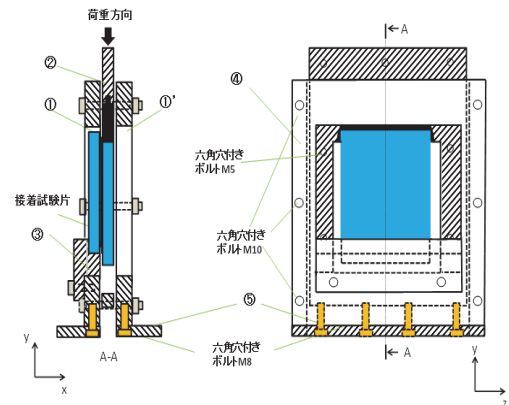


図-2 圧縮せん断試験の治具

3. 結果と考察

圧縮せん断試験結果のまとめを表-2 に示す。粗さのない供試体の圧縮せん断強度の平均値は 26.9MPa、標準偏差は 4.3%であった。粗さのない供試体の破壊モードはすべて凝集破壊であった。表面粗さをもつ供試体では、接着破壊となった供試体が多く見られ、接着破壊は表面粗さのない鋼板と接着剤との界面で発生していた。今回検討した表面粗さでは、R4064 が最もせん断強度の低下が大きく、表面粗さのない供試体より 17%低下が見られた。

表面粗さの影響として、粗さパラメータのうち波長λと最大減肉量(最大深さ) Sz に着目して評価すると、最大減肉量 Sz が同じであれば、波長λによる影響がほとんどなく、また、波長λが同じ場合、最大減肉量 Sz が大きくなるにつれ、圧縮せん断強度は小さくなった(図-3 参照)。波長が 40mm の供試体では、Sz が 3.2mm から 6.4mm になることで圧縮せん断強度が約 13%減少した。

4. まとめ

表面粗さをもつ鋼板の圧縮せん断試験を行った結果、今回考慮した正弦波による凹凸を持つ場合では、最大減肉量が圧縮せん断強度に与える影響が大きいことが明らかとなった。また、粗さをもつ供試体では接着破壊がみられたが、今回検討した粗さの範囲では、凝集破壊に比べて極端に低い接着せん断強度とはならないことがわかった。

参考文献

- 1) 土木学会:腐食した鋼構造物の性能回復事例と性能回復設計法, 鋼構造シリーズ 23, 2014.
- 2) 清宮理, 千葉照男, 横田弘, 阿部正美: 栈橋に用いられた鋼管杭の腐食状況と残存強度, 港湾技研資料, No.593, 1987.

謝辞: 本研究の遂行にあたり、コニシ株式会社の堀井久一氏に貴重な助言および情報提供をいただきました。

表-2 圧縮せん断試験結果

種類	供試体番号	破壊モード	強度(MPa)	平均(MPa)	変動係数
R1010	R1010-1	凝集破壊	26.2	26.3	0.046
	R1010-2	凝集破壊	25.1		
	R1010-3	凝集破壊	27.5		
R1016	R1016-1	接着破壊	22.0	25.2	0.11
	R1016-2	凝集破壊	27.0		
	R1016-3	接着破壊	26.7		
R2032	R2032-1	接着破壊	23.7	24.0	0.023
	R2032-2	接着破壊	23.6		
	R2032-3	接着破壊	24.6		
R2053	R2053-1	接着破壊	22.3	23.5	0.070
	R2053-2	接着破壊	25.4		
	R2053-3	接着破壊	22.9		
R3332	R3332-1	接着破壊	26.1	25.9	0.054
	R3332-2	接着破壊	27.2		
	R3332-3	接着破壊	24.4		
R3353	R3353-1	接着破壊	22.8	24.5	0.064
	R3353-2	凝集破壊	24.9		
	R3353-3	接着破壊	25.9		
R4032	R4032-1	凝集破壊	25.2	25.6	0.018
	R4032-2	凝集破壊	25.6		
	R4032-3	凝集破壊	26.1		
R4053	R4053-1	接着破壊	24.2	23.4	0.068
	R4053-2	接着破壊	21.6		
	R4053-3	接着破壊	24.5		
R4064	R4064-1	接着破壊	21.5	22.4	0.055
	R4064-2	接着破壊	21.9		
	R4064-3	接着破壊	23.8		

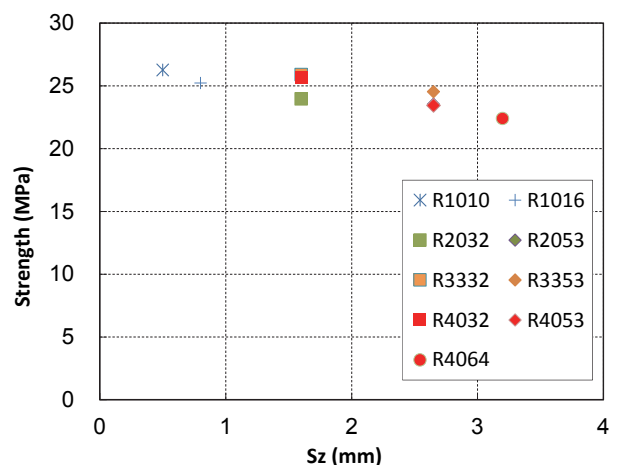


図-3 最大減肉量と圧縮せん断強度との関係