

電動工具により既設丸鋼をおねじ加工した継手の実験的検討（その2）

株式会社安藤・間 正会員 ○小原 孝之 船津 貴弘

メトロ開発株式会社 正会員 水上 博之 新井 泰 田中 篤史

1. はじめに

過去に築造された地下構造物で、軸方向鉄筋に丸鋼を用いた鉄筋コンクリート構造物を改良して機能向上を図る場合がある。その際、既設構造物の部材に新たに築造する構造物の部材を接合するため、既設構造物の丸鋼（以下、既設丸鋼）を研り出し、新たに築造する構造物の異形鉄筋を圧接、重ね継手、またはあき重ね継手とする方法がある。しかし、既設構造物の改良工事は通常、供用しながら行われるため、工程短縮を実現する合理的な施工技術の開発が求められている。そこで本研究では、研り作業が少なく、現場における急速施工も可能となる丸鋼と異形鉄筋の継手構造として、電動工具により既設丸鋼をおねじ加工した継手を提案する¹⁾。本報告では、加工ねじとそれによる継手の強度特性に関する試験結果について報告する。

2. 加工したねじ部のせん断強度特性

電動工具によるねじ加工では、ねじ山の形状に加工誤差が生じる。ねじ山の加工誤差は、図1に示すように、ねじ山の高さが低くなる事象と、ねじの谷位置におけるねじ山の底辺が狭くなる事象が想定される。ねじ山の高さが低くなると、ナット側のめねじのせん断面積が減少してせん断破壊を引き起こす一方、ねじ山の底辺が狭くなると、おねじのせん断破壊を引き起こすなど加工誤差の傾向によって破壊する部位が異なってくる事が想定される。以下では、ねじ部のせん断特性を評価するせん断強度試験の概要と試験結果について述べる。

表1にねじのせん断強度試験諸元と試験結果を示す。図2に示すように、電動工具により丸鋼におねじを形成した後に、ねじ山2個程度に相当する区間を残し、それ以外のねじ山を旋盤で切削除去した。引き続き、残したねじ山に高ナットを箆合させ、高強度ボルト(SCM435H, $f_y=785\text{N/mm}^2$)と接合して引張荷重を与えてねじ山をせん断破壊させた。高ナットの材質はSS400 ($f_y=245\text{N/mm}^2$)とS45C($f_y=490\text{N/mm}^2$)の2種類とした。

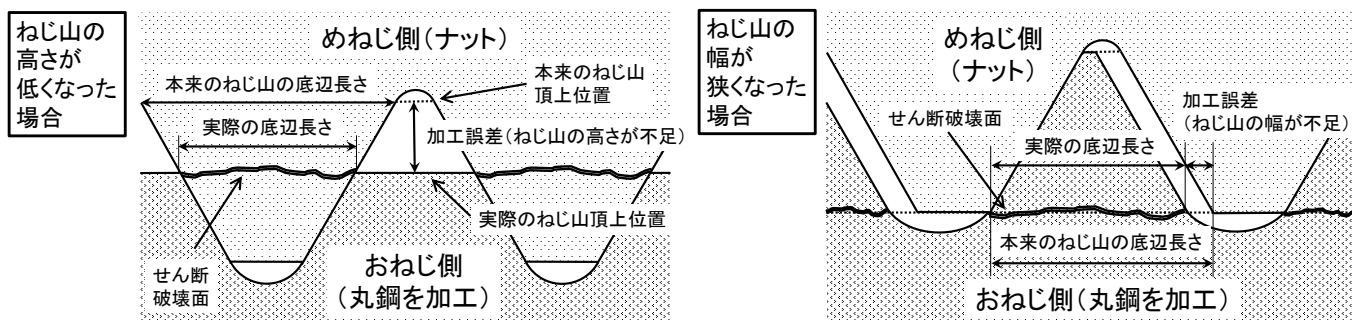


図1 想定したおねじの加工誤差とせん断破壊位置の関係

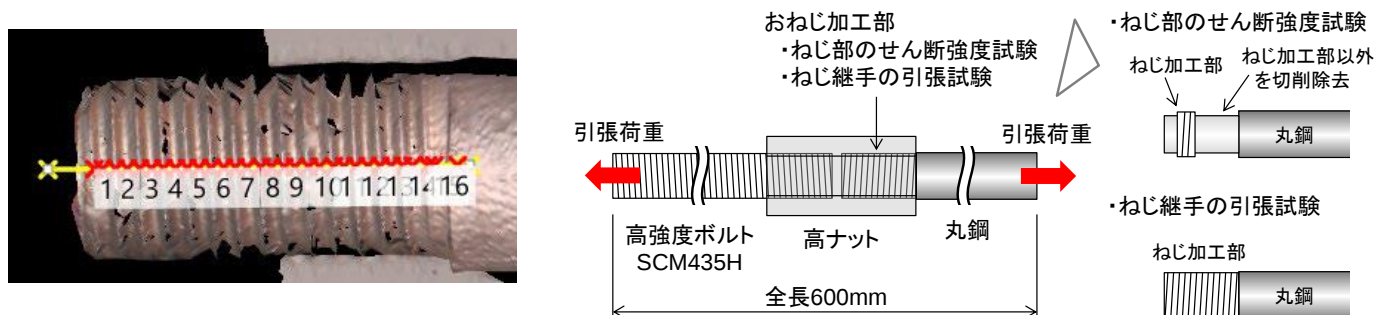


図2 加工したねじ(丸鋼φ25→ねじM24)の3Dスキャン画像とせん断強度試験体・引張試験体の概要

キーワード 丸鋼, 継手, 部材接合, ねじ加工

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 TEL029-858-8813

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町 11 番 9 号 日本橋小伝馬町ビル 7 階 TEL03-5847-7808

試験結果としてのせん断強度は 179～228N/mm² であり、丸鋼母材のせん断降伏強度($f_y/\sqrt{3}$)と同程度であった。高ナットの材質に関するせん断強度には優位な差が見られないため、接合に用いるナットの材質は SS400 相当で良いと考えられた。さらに、一般のナット高さは D の 0.8 倍程度²⁾である現状で、得られたせん断強度から加工おねじを引張破断させるのに必要なナット高さを算出したところ D の 0.38～0.49 倍という値を得た。

3. 加工したねじ継手の引張耐力

表 2 に加工ねじによる継手の引張試験の諸元と試験結果を示す。加工ねじ部の端部より材質 SS400 の高ナットを継手として嵌合させ、高強度ボルト (SCM435H, 降伏強度 785N/mm²) と接合して引張試験を行った。嵌合長さは、現場での適用を見据え、全て 30mm 程度とした。その結果、全試験体において、ねじ位置によるせん断破壊は見受けられず、加工ねじ部における母材破断に至らしめることができた。ねじ継手の引張破断荷重を丸鋼の降伏荷重で除して得た比 (P_{exp}/P_y) の値は 1.15～1.28 であり、いずれも丸鋼の降伏荷重を上回った。

表 1 ねじ部のせん断強度試験諸元と試験結果

丸鋼の諸元			加工おねじの諸元				ねじ部のせん断強度試験結果							
径 φ (mm)	①降伏強度 f_y ②引張強度 f_u (N/mm ²)	せん断 降伏強度 $f_y/\sqrt{3}$ (N/mm ²)	呼び径 D (mm)	ピッチ (mm)	実験 部位 長さ (mm)	せん断※ ¹ 断面積 (mm ²)	高ナット SS400		高ナット S45C					
							せん断強度※ ² (N/mm ²)		必要※ ³ ナット高さ (×D)		せん断強度※ ² (N/mm ²)		必要※ ³ ナット高さ (×D)	
								平均				平均		
16	① 332 ② 447	191	M16	2.0	4.21	58.2	172	228	0.38	213	219	0.40		
					3.60	49.8	245	(21.9%)		250	(33.4%)			
					4.38	60.6	267			194				
19	① 319 ② 450	184	M20	2.5	4.14	71.6	241	207	0.42	214	214	0.41		
					3.99	69.0	181	(14.9%)		205	(7.4%)			
					4.22	73.0	198			223				
25	① 313 ② 448	181	M24	3.0	7.61	157.9	192	179	0.49	114	180	0.49		
					5.22	108.3	157	(10.6%)		194	(44.4%)			
					4.22	87.6	189			231				

※1 せん断断面積(mm²) = 実験部位長さ(mm)×おねじ谷位置における周長(mm)
※2 せん断強度 = 引張せん断耐力(N)/せん断断面積(mm²), ()内の値は変動係数 (標準偏差 σ/平均値)
※3 必要ナット高さ = 加工おねじの降伏耐力(N)/ (せん断強度(N/mm²)×ねじ谷位置における周長(mm))

表 2 ねじ継手の引張試験諸元と試験結果

丸鋼の諸元				加工おねじの諸元			ねじ継手の引張試験結果		
径 φ (mm)	断面積 A _{s1} (mm ²)	①降伏強度 f _y ②引張強度 f _u (N/mm ²)	①降伏荷重 P _y ②引張荷重 P _u (kN)	呼び径 D (mm)	有効 断面積 A _{s2} (mm ²)	断面 欠損率 A _{s2} /A _{s1}	加工おねじ 嵌合長さ (mm)	引張破断荷重 P _{exp} (kN)	
								平均	
16	201	① 332 ② 447	① 66.7 ② 89.9	M16	157	78.1%	31 (1.94×D)	75.6	76.6 (P _{exp} /P _y 1.15) (P _{exp} /P _u 0.85)
							30 (1.88×D)	78.8	
							29 (1.81×D)	75.3	
19	284	① 319 ② 450	① 90.5 ② 127.8	M20	245	86.3%	35 (1.75×D)	115.7	115.7 (P _{exp} /P _y 1.28) (P _{exp} /P _u 0.91)
							33 (1.65×D)	116.7	
							28 (1.40×D)	114.7	
25	491	① 313 ② 448	① 153.8 ② 220.1	M24	353	71.9%	36 (1.50×D)	186.0	184.0 (P _{exp} /P _y 1.20) (P _{exp} /P _u 0.84)
							27 (1.13×D)	182.1	

4. まとめ

本検討により、電動工具で既設丸鋼をおねじ加工し、高ナットで接合する継手の適用可能性を見出すことができた。今後は本検討に基づいて実構造物を模擬した要素試験等を行い、継手としての技術の確立を目指す。

参考文献

1) 船津ら：電動工具により既設丸鋼をおねじ加工した継手の実験的検討（その1），土木学会第 78 回年次学術講演会，2023 年
2) 東京鋳螺協同組合：ネジ総合カタログ 2022