

非貫通型スレッドローリングねじ継手の締付けトルクに関する実験的研究

明星大学 正会員 鈴木 博之

(株)ロブテックスファスニングシステム 正会員 ○中島 一浩

1. はじめに スレッドローリングねじ(以下、ねじ)を用いたねじ継手には、ねじが鋼板を貫通する形式と貫通しない形式の2種類がある¹⁾。本研究では、これら2種類の形式のねじ継手の締付けトルクについて実験的に検討する。

2. 実験方法 本研究の実験条件を表-1に示す。継手形式は貫通型と非貫通型の2種類とし、上板と下板の孔径は、上板と下板の孔径が同じ共孔の場合と、上板の孔径がねじ径よりも1mm大きい過大孔の場合の2種類とした。また、鋼板の枚数および板厚により、図-1のようにねじと鋼板のはめあい長さ ℓ を変化させた。なお、板厚が3mm, 10.5mm, 15mmの鋼板は、これらより板厚の厚い別の鋼板を減厚加工した。鋼板の幅は50mm, 材質はSS400であり、鋼板の機械的性質を表-2に示す。ねじの呼び径は $\phi=12$ mmであり、ねじの形状、寸法を図-2に示す。実験に用いたねじの本数は各ケースに対して5本である。

ねじのねじ込みにはトルクTとねじの回転角 θ を計測できる容量200Nmのデジタルトルクレンチを使用し、200Nmを超える直前から接合部の破壊まではトルクTだけを計測できる容量500Nmのデジタルトルクレンチを使用した。試験後にはインパクトレンチでねじを取り外し、継手の破壊性状を確認した。

図-3に貫通型と非貫通型のトルクTと回転角 θ の概念図を示す。貫通型のトルクTは、ねじが鋼板を

貫通してから着座までは減少し、着座後に急激にトルクTが増加し破壊に至るが、非貫通型のトルクTは着座後に急激に増加し破壊に至るのが特徴である。

3. 実験結果および考察 表-3に本実験で得られた貫通型の場合の貫通トルクTDの平均値 TD_{av} 、着座トルク TP_p の平均値 TP_{Pav} 、破壊トルク TF_p の平均値 TF_{Pav} 、目標締付けトルク TS_p 、および非貫通型の場合の着座トルク TP_E の平均値 TP_{Eav} 、破壊トルク TF_E の平均値 TF_{Eav} 、目標締付けトルク TS_E を示す。さらに、各ケースの破壊性状とはめあい長さ ℓ を示す。目標締付けトルク $TS_p^{2)}$ 、 TS_E は次式により求めた。

$$\text{貫通型: } TS_p = \{ (TD_{av} + 3\sigma_D) + (TF_{Pav} - 3\sigma_{FP}) \} / 2$$

$$\text{非貫通型: } TS_E = \{ (TP_{Eav} + 3\sigma_{PE}) + (TF_{Eav} - 3\sigma_{FE}) \} / 2$$

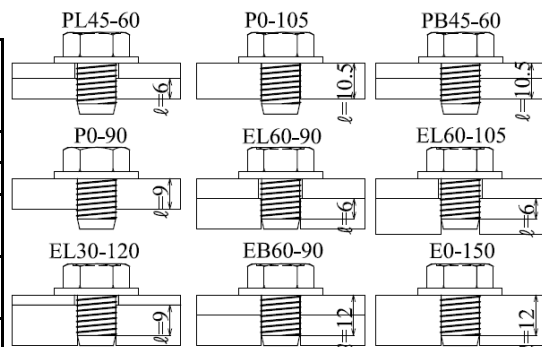
ここに、 σ_D は貫通トルクTDの標準偏差、 σ_{FP} は破壊トルク TF_p の標準偏差である。また、 σ_{PE} は着座トルク TP_E の標準偏差、 σ_{FE} は破壊トルク TF_E の標準偏差である。

表-3より非貫通型の場合の破壊性状(写真-1参照)は、はめあい長さ ℓ が6mmの場合は全てめねじ破壊であるが、はめあい長さ ℓ が9mmになると4本がねじ破断、はめあい長さ ℓ が12mmになると全てがねじ破断となっていることが分かる。貫通型の場合もはめあい長さ ℓ が長くなるにつれて鋼板のめねじ破壊からねじ破断に変化していくような傾向を示している。

表-1 実験条件

試験片の名称	継手形式	共孔* 過大孔**	鋼板の枚数	上板厚(mm)	下板厚(mm)	はめあい長さ ℓ (mm)
PL45-60	貫通型	過大孔	2	4.5	6	6
P0-90		—	1	—	9	9
P0-105		—	—	—	10.5	10.5
PB45-60		共孔	2	4.5	6	
EL60-90	非貫通型	過大孔	2	6	9	6
EL60-105				6	10.5	6
EL30-120				3	12	9
EB60-90		共孔	—	6	9	12
E0-150		—	1	—	15	

*共孔:上板 $\phi=11.5$ mm 下板 $\phi=11.5$ mm **過大孔:上板 $\phi=13$ mm 下板 $\phi=11.5$ mm



記号 P: 貫通 E: 非貫通 B: 共孔 L: 過大孔
数字 上板厚×10-下板厚×10 ℓ : はめあい長さ
図-1 継手形状

表-2 試験片の機械的性質

板厚 t mm	降伏点 YP N/mm ²	引張強さ TS N/mm ²	伸び EL %
3.0	362	470	29
4.5	387	470	34
6.0	362	470	29
9.0	335	449	30
10.5	291	442	32
12.0	323	447	30
15.0	302	442	31

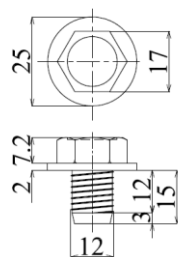


図-2 ねじの形状・寸法

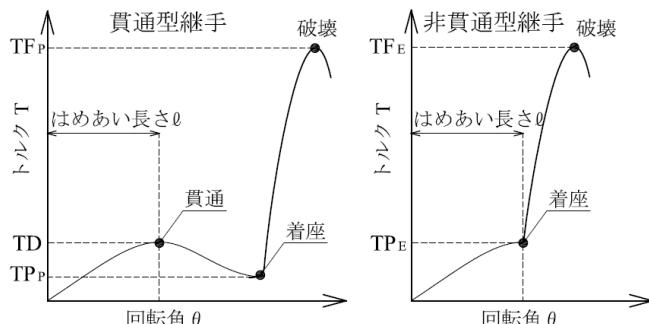


図-3 トルクTと回転角 θ の概念図

キーワード スレッドローリングねじ, 貫通型継手, 非貫通型継手, 共孔, 目標締付けトルク

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-5-11 堀留Dビル5階 TEL 03-5847-4100

図-4にはめあい長さ l が6mmと9mmの貫通トルク TD_{av} 、着座トルク TP_{Eav} 、破壊トルク TF_{Pav} 、 TF_{Eav} を示す。はめあい長さ l が6mmの場合も9mmの場合も貫通型の貫通トルク TD_{av} と非貫通型の着座トルク TP_{Eav} に有意な差は認められない。はめあい長さ l が6mmの場合、貫通型の破壊トルク TF_{Pav} よりも非貫通型の破壊トルク TF_{Eav} の方が大きくなっている。これは、貫通型の破壊トルク TF_{Pav} は、鋼板とねじのフランジ座面の座面トルクと鋼板とねじのねじ部トルクの和であるが、非貫通型の破壊トルク TF_{Eav} は、座面トルクとねじ部トルクの和に加えて、鋼板にめねじを成形するトルクが生じているためであると考えられる。はめあい長さ l が9mmの場合、貫通型の破壊トルク TF_{Pav} と非貫通型の破壊トルク TF_{Eav} にほとんど差異は認められない。これは、貫通型は全てめねじ破壊であり、非貫通型はめねじ破壊が1本、ねじ破断が4本であったというように、破壊性状の違いに起因するものと考えられる。

図-5にはめあい長さ l が10.5mmと12mmの貫通トルク TD_{av} 、着座トルク TP_{Eav} 、破壊トルク TF_{Pav} 、 TF_{Eav} を示す。貫通型、非貫通型ともに鋼板の枚数が異なってもトルクの差異は小さい。つまり、はめあい長さ l が同じであれば、貫通型の貫通トルク TD_{av} と非貫通型の着座トルク TP_{Eav} および破壊トルク TF_{Pav} 、 TF_{Eav} に及ぼす鋼板の枚数の違いによる影響は小さいことが分かる。

図-6に目標締付けトルク TS_P 、 TS_E とはめあい長さ l の関係を示す。目標締付けトルク TS_P 、 TS_E は貫通型、非貫通型ともにはめあい長さ l が長くなるとともに増加することが分かる。また、貫通型の目標締付けトルク TS_P よりも非貫通型の目標締付けトルク

TS_E の方がわずかに大きくなっている。これは、破壊性状の違いによるものであると考えている。

4. まとめ 本研究では、非貫通型のスレッドローリングねじ継手の締付けトルクについて実験的に検討し、本研究の範囲において以下の結果を得た。

- (1) 鋼板とねじのはめあい長さが長くなるにつれて、破壊性状は鋼板のめねじ破壊からねじ破断に変化した。
- (2) はめあい長さが6mmの場合、非貫通型の破壊トルクは、貫通型の破壊トルクよりも大きくなり、はめあい長さが9mmの場合は、貫通型と非貫通型の破壊トルクの差異は小さくなった。
- (3) 貫通型の貫通トルクと非貫通型の着座トルクは、はめあい長さが同じであれば差異は小さかった。
- (4) はめあい長さが同じであれば、貫通型、非貫通型のいずれにおいても鋼板の枚数の違いがトルクに及ぼす影響は小さかった。
- (5) 目標締付けトルクは貫通型、非貫通型ともにはめあい長さの増加とともに増加し、貫通型の目標締付けトルクよりも非貫通型の目標締付けトルクの方がわずかに大きくなった。

参考文献

- 1) 池田拓矢, 貴志友基: TRSを用いたUリブ鋼床版ビード亀裂に対する下面補修の施工改善, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VI-714, 土木学会, 2020年9月
- 2) 小長井和裕: タッピンねじの締め付け条件選定とその対応, 日本ねじ研究協会誌, 第38巻第5号, p131-135, 2007年5月20日

謝辞: 本研究の実施にあたり、高瀬春輝君(研究当時、明星大学4年生)の協力を得た。記して感謝の意を表します。

表-3 実験結果

試験片の名称	破壊トルク		貫通トルク TD_{av} (Nm)	着座トルク		目標締付けトルク TS_P TS_E (Nm)		破壊性状	はめあい長さ l (mm)
	TF_{Pav}	TF_{Eav}		TP_{Pav}	TP_{Eav}	TS_P	TS_E		
PL45-60	136.0	136.0	34.1	25.5	72.9	72.9	全てめねじ破壊	6	
P0-90	191.5	191.5	48.3	32.5	108.2	108.2	全てめねじ破壊	9	
P0-105	194.3	194.3	50.9	36.1	115.8	115.8	めねじ破壊4本、ねじ破断1本	10.5	
PB45-60	193.4	193.4	42.3	30.4	113.8	113.8	めねじ破壊4本、ねじ破断1本	10.5	
EL60-90	183.4	183.4	—	31.6	101.6	101.6	全てめねじ破壊	6	
EL60-105	170.8	170.8	—	30.2	84.1	84.1	全てめねじ破壊	6	
EL30-120	189.7	189.7	—	47.0	117.4	117.4	めねじ破壊1本、ねじ破断4本	9	
EB60-90	199.7	199.7	—	51.9	132.8	132.8	全てねじ破断	12	
E0-150	194.3	194.3	—	58.6	128.5	128.5	全てねじ破断	12	



写真-1 破壊性状

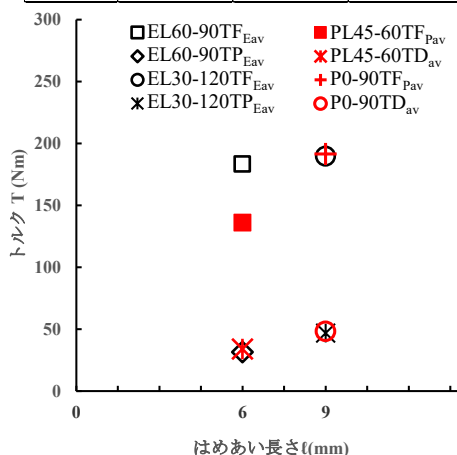


図-4 はめあい長さ l が6mmと9mmの TD_{av} 、 TP_{Eav} 、 TF_{Pav} 、 TF_{Eav}

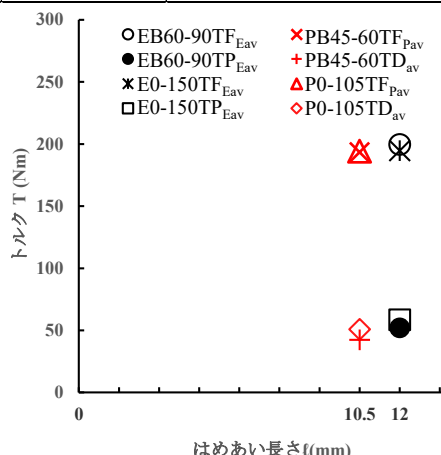


図-5 はめあい長さ l が10.5mmと12mmの TD_{av} 、 TP_{Eav} 、 TF_{Pav} 、 TF_{Eav}

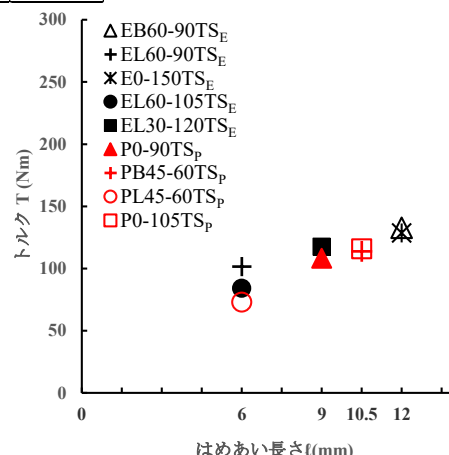


図-6 目標締付けトルク TS_P 、 TS_E