

## 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<sup>1)</sup>。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 $\ell$ 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 $\phi=12\text{mm}$ 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 $\theta$ 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 $\theta$ 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ねじの呼び径 $\ell$ を示す。目標締付けトルク $TS^2)$ 、 $TS_E$ 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、 $\sigma_D$ は貫通トルク $TD$ の標準偏差、 $\sigma_{FP}$ は破壊トルク $TF_p$ の標準偏差である。また、 $\sigma_{PE}$ は着座トルク $TP_E$ の標準偏差、 $\sigma_{FE}$ 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、ねじの呼び径 $\ell$ が6mmの場合は全てねじが破壊するが、ねじの呼び径 $\ell$ が9mmになると4本がねじが破断し、ねじの呼び径 $\ell$ が12mmになると全てがねじが破断となっていることが分かる。貫通型の場合もねじの呼び径 $\ell$ が長くなるにつれてねじが破壊からねじが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)	ねじの呼び径 $\ell$ (mm)	
PL45-60	貫通型	過大孔	2	4.5	6	6	
P0-90		—	1	—	9	9	
P0-105		共孔	2	4.5	6	10.5	
PB45-60	非貫通型	過大孔	2	6	9	6	
EL60-90				6	10.5	6	
EL60-105				3	12	9	
EL30-120		共孔		6	9	12	
EB60-90				—	15	12	
E0-150		—	1	—	—	—	

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

表-2 試験片の機械的性質

板厚 $t$ mm	降伏点 $Y_P$ $\text{N/mm}^2$	引張強さ $TS$ $\text{N/mm}^2$	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

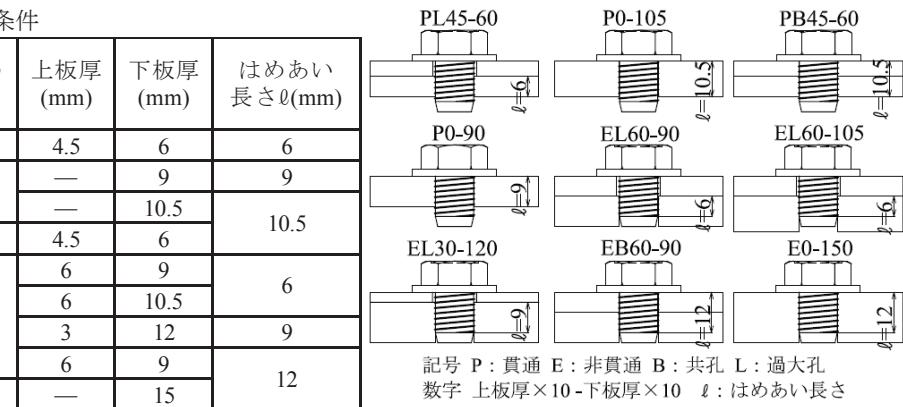
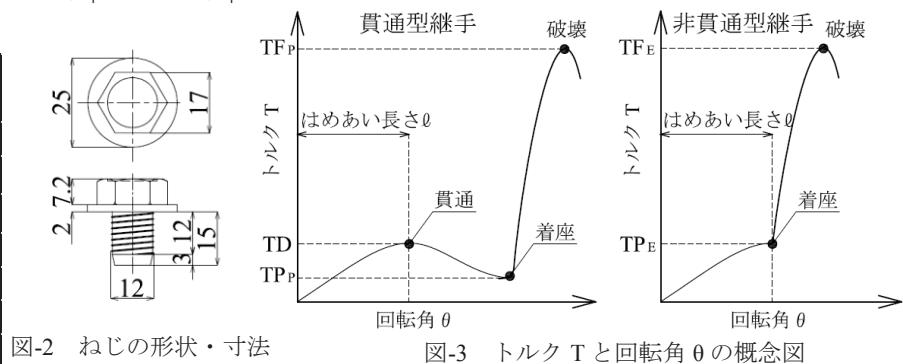


図-1 継手形状

図-3 トルク $T$ と回転角 $\theta$ 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  $\ell$  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  $\ell$  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  $\ell$  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表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  $\ell$  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  $\ell$  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  $\ell$  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  $TS_p$ ,  $TS_E$  とめあい長さ  $\ell$  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  $\ell$  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 卷第 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。

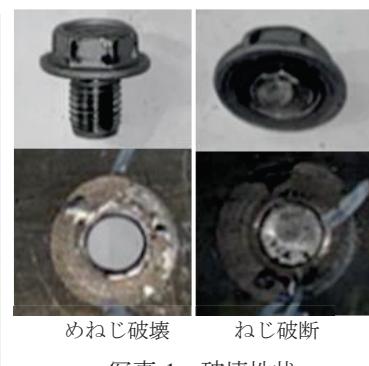


写真-1 破壊性状

表-3 実験結果

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

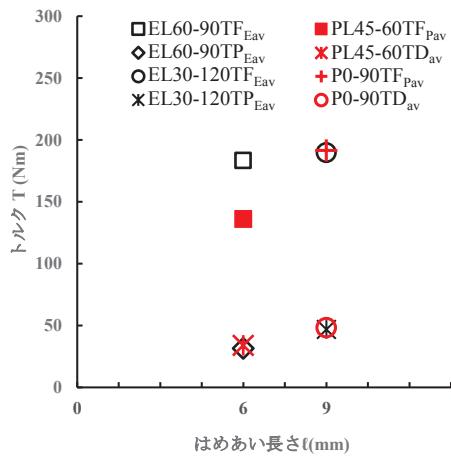


図-4 はめあい長さ  $\ell$  が 6mm と 9mm の  $TD_{av}$ ,  $TP_{Eav}$ ,  $TF_{Pav}$ ,  $TF_{Eav}$

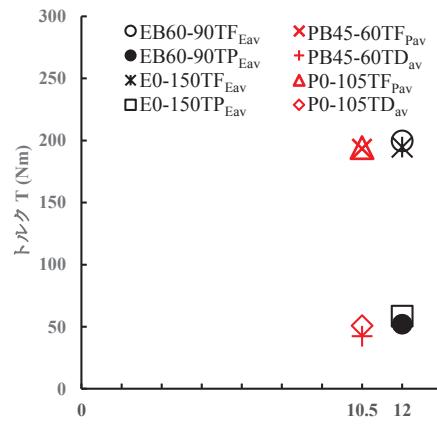


図-5 はめあい長さ  $\ell$  が 10.5mm と 12mm の  $TD_{av}$ ,  $TP_{Eav}$ ,  $TF_{Pav}$ ,  $TF_{Eav}$

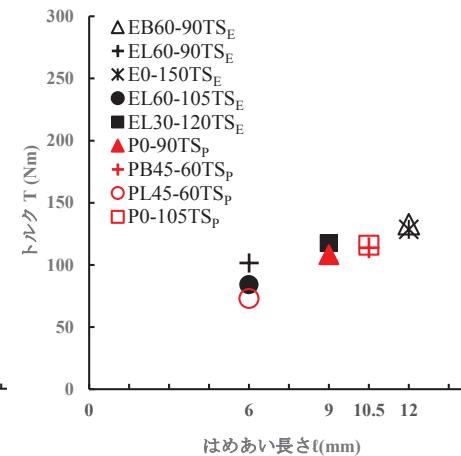


図-6 目標締付けトルク  $TS_p$ ,  $TS_E$