

## 日本の主要産業の生産統計とねじの技術の進展を見る

日本ねじ工業協会

大磯 義和

はじめに

日本の主要産業である自動車、住宅、工作機械及び産業機械分野の2014年における生産統計を概観し、併せて、ねじの生産技術の推移を紹介する。

### 1 主要産業の統計

#### 1.1 自動車

自動車産業は市場のグローバル化の進展によって、海外生産が増加しており、国内生産の伸び悩みが出ている。2014年1月～12月の国内生産は、乗用車、トラック及びバスの四輪車の合計が9774558台で、前年同期の9630181台に対して101.5%であった。二輪車は、596982台で、前年同期の563309台に対して106.0%であった。

表1に四輪車の生産台数を、表2に二輪車の生産台数を示す。

表1 2014年の四輪車生産台数

単位：台

月	乗用車	トラック	バス	合計
1～12	8 277 070	1 357 654	139 834	9 774 558
(前年同期)	8 189 323	1 308 177	132 681	9 630 181
対前年同期比率(%)	101,1	103,8	105,4	101,5

表2 2014年の二輪車生産台数

単位：台

月	50CC以下	51CC以上	合計
1～12	76 493	520 489	596 982
(前年同期)	74 940	488 369	563 309
対前年同期比率(%)	102,1	106,6	106,0

#### 1.2 住宅着工数

2014年の住宅着工数は、消費税率引き上げ前の駆け込み需要の影響が大きかった前年に比べて、全体で約10%の減少となった。このような影響のない2012年に比べると1,1%の増加となる。表3に新設住宅着工数を示す。

表 3 2014 年の新設住宅着工数

単位：個

月	総計	持家	貸家	給与住宅	分譲住宅
1～12	892 261	285 270	362 141	7 372	237 428
(前年同期)	987 254	352 841	369 993	5 272	259 148
対前年同期 比率 (%)	90,4	80,5	97,9	139,8	91,6

## 1. 3 工作機械

工作機械の需要業種である金属製品、一般機械、自動車、電気機械のいずれも回復傾向が見られたことにより、2014年の受注総額は、内需・外需の伸びに伴い対前年比 35%の増加となった。表 4 に工作機械の受注実績を示す。

表 4 2014 年の工作機械の受注額

単位：百万円

月	内需	外需	受注総額
1～12	496 391	1 013 006	1 509 397
(前年同期)	400 803	716 246	1 117 049
対前年同期比率 (%)	123,8	141,4	135,1

## 1. 4 産業機械

産業機械業界の 2014 年の受注は、内需・外需ともに増加し、対前年度比で 19%増加の見通しをもっている。表 5 にボイラ・原動機、化学機械、ポンプ、運搬機械などの産業機械の受注見通しを示す。

表 5 2014 年の産業機械の受注見通し

単位：百万円

	内需	外需	計
2013 年実績	2 978 357	1 796 987	4 775 344
2014 年見通し	3 188 373	2 494 996	5 683 369
対前年同期比率 (%)	107,1	138,8	119,0

## 2 ねじ産業の技術

技術の推移を、現在(2015年)と20年前の1995年当時のねじの製品・生産技術とを対比して概観して見ると、量産性、コスト低減などとても大きな変化に気付かされる。

## 2. 1 ねじの高強度化

ねじの高強度化技術は、ねじ 1 本当たりの強度を高めるために材料の選択、成形加工の難易度、締結条件の適正管理を進め、遅れ破壊、疲労破壊などに対する耐性を検証するなど、ねじの信頼性を向上させている。高強度化に対する 20 年間の変化は、新材料の出現によるボルトの高強度化が伺える(表 6 参照)。高強度材料は各社の開発鋼種となっているので、既存 JIS の鋼種記号に当てはまらないので示していない。材料の開発、加工プロセスの革新を通じて、今後も躍進を続ける研究課題がねじの高強度化といえる。

## 2. 2 ゆるみ対策

ねじは取り付け、取り外しができる締結体設計の機能部品である。それ故に条件次第ではゆるみが発生し締結体の損傷、破壊につながるため、各種のゆるみ防止の技術開発が盛んである。ゆるみ対策の基本は締付け力を保持することにあるが、補助手段としてのゆるみ止め部品が併用されることが多い。ゆるみ止めには、へたりによる変形を抑える座金方式、ねじ部の抵抗を増すプリベリングトルク方式や接着剤使用方式、ねじ部と座面部の抵抗を増すフリースピニング方式、ピン・ワイヤ・つめ付き座金などを用いる機械的回り止め方式、ねじのリードの違いを用いるリード差方式、二つのナットを用いるダブルナット方式、これらを組み合わせたゆるみ止め方式などを用いたゆるみ止め部品が多数開発されている。この分野では 20 年間で各社各様の商品が開発利用されているので、具体例の記載を省かせていただく。

表 6 ボルトの高強度化の材料(一例)

時代	使用鋼種	代表的な JIS の材料記号	強度区分
1995 年頃迄	低炭素鋼 $C \leq 0.25\%$	SS400、S10C、SWRCH8	4.6、4.8
	中炭素鋼 $C \geq 0.28\%$	S45C、SWRCH22K	5.8、6.8
		SWRCH43K	~8.8
	低炭素ボロン鋼	—	~8.8
	非調質鋼	—	~9.8
	合金鋼	SCM435	~10.9
	SCM440	~12.9	
2015 年	低炭素鋼 $C \leq 0.25\%$	SS400、S10C、SWRCH8	4.6、4.8
	中炭素鋼 $C \geq 0.28\%$	S45C、SWRCH22K	5.8、6.8、8.8
	低炭素ボロン鋼	SWRCHB323	~8.8
	中炭素ボロン鋼	SWRCHB420	~9.8
	新ボロン鋼	—	~10.9
	非調質鋼	—	~12.9
	合金鋼	SCM435	~10.9
		SCM440	~12.9
	高強度鋼	—	~12.9

### 2. 3 非鉄金属材料の使用

鉄鋼製のねじ部品の使用が圧倒的に多いが、限られた分野で用いられている非鉄金属製のねじ部品では、この20年で脚光を浴びてきているのが、アルミニウム合金製、チタン及びチタン合金製、マグネシウム合金製である。これらの製品は物理的・機械的性質と締結性能との関係がまだまだ解明途上にあるので、広く一般化するには今後の開発に負うところが多い。しかし、航空機・医療分野でチタン製ねじ(表7参照)の利用が拡大しているし、高強度化を狙ったアルミニウム合金製ボルトは飛躍的に伸びる素地を残している分野でもある。

表7 6Al-4V-チタン合金製ねじの機械的性質(JFRI/FRS 0701の抜粋)

ねじ部品の区分	機械的性質		強度区分	
			TA60	TA60E
ボルト	引張強さ $R_m$ <sup>a)</sup>	最小	895	825
	N/mm <sup>2</sup>			
	くさび引張りの強さ	最小	b) (省略)	
	N/mm <sup>2</sup>			
	0.2%耐力 $R_{p0.2}$ <sup>c)</sup>	最小	825	755
	N/mm <sup>2</sup>			
	保証荷重応力比 $S_p / R_{p0.2}$		0.90	0.90
	保証荷重応力 $S_p$	N/mm <sup>2</sup>	745	680
破断伸び $A$	%	最小	10	10
破壊トルク $M_B$ <sup>d)</sup>	N·m	最小	表2による (省略)	
硬さ <sup>a)</sup>	最小	30	25	
HRC				
ナット	保証荷重応力 $S_p$	N/mm <sup>2</sup>	895	825
	硬さ <sup>e)</sup>	最小	30	25
	HRC			

### 2. 4 圧造・転造技術の改良

ねじ製造の中核を担う圧造機械、転造機械の開発は、高精度化と高い生産性を目指し、製造コストの大幅な低減を果たしている。

圧造機械は材料切断、鍛造成形、工程間の搬送という機能の高度化が製品の開発目標であり、金型交換の段取り時間の短縮、成形精度の向上、加工費の低減などが図られている。A社の製品事例を見ると、段取り替え時間が1/5、心ずれの位置精度が5倍、据え付け面積・

容積 1/2 という具合で、トータルの加工コストが半減というねじの生産性向上に大いに貢献している(図 1 参照)。

転造機械もコスト低減・加工時間の短縮をもたらしねじの大量生産に大いに寄与している。転造の精度は左右主軸の同期、送り機構の精度管理が影響し、ダイス寿命の延伸が鍵である。めねじを成形するタッピング機械の自動化、高精度化も著しい発展を遂げている。

ねじ部を成形する転造用ダイス・タップ、切削用ダイス・タップなどの工具も高速度工具鋼の開発、コーティング技術の進展により耐摩耗性の向上が図られ、生産性を大いに高めている。



図 1 A 社における金型交換の段取り時間の短縮

## 2. 5 熱処理技術の進展

熱処理技術は材料開発と相まって向上し、焼入焼戻し温度・時間の管理、処理能力の増大、熱処理炉の温度制御などの進展がみられる。通常の熱処理作業は 24 時間運転であるから、熱処理工程の不具合があれば不良品・欠陥品の大量発生につながる恐れがあり、熱処理には専門性が欠かせない。T 社の連続熱処理のシャッター付き焼戻炉(図 2 参照)を例に見ると、供給機の待機時間、スタート時間、ワークのトラッキングを管理項目として、シャッター付焼戻炉と自動温度変更システムとの組み合わせにより、多品種小ロットの生産でも稼働率を落とさない自動化技術を実現している。

## 2. 6 表面処理技術の進展

ねじ部品の耐食性を高める電気亜鉛めっきは、クロメート処理からの転換である。六価クロムを使うクロメート処理に変わって、三価クロムによる皮膜、クロムフリー皮膜などの表面処理の採用へと変化している。

表面処理工程で注意することは水素脆化に起因する遅れ破壊であり、その対策として、焼付型亜鉛フレック皮膜処理を用いた防錆技術の拡大も著しい。また、化学プラント、油田プラントなどで使用する耐熱・耐食性に優れるフッ素樹脂やナノカーボンチューブを焼き付けた特異な表面皮膜も脚光を浴びている。

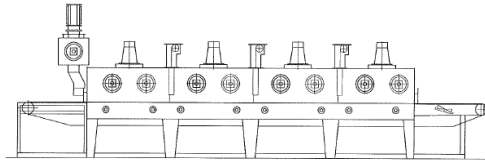


図 2 T社のシャッター付き焼戻し炉の一例

おわりに

ねじの需要家産業の動向とねじの技術の進展を紹介した。世界市場のグローバル化がますます進み、需要家産業の海外展開に呼応してねじ産業も海外生産の比率を高めている。国際競争の高まりを受けて、日本のねじ産業に求められることは、技術力を高め、付加価値製品・差別化製品の開発に注力することであり、そのための人材の育成を怠らないことが大事なことである。

#### 参考文献

- 1) 大磯義和：ねじ産業の動向と課題，日本ねじ研究協会誌，45，5(2014)133.
- 2) 日本ねじ研究協会出版委員会：改訂版 ねじ製造ガイドブック，2003.
- 3) (社)日本ねじ工業協会 50周年記念誌編纂委員会：種子島から世界・未来に向けて，2010.
- 4) 大磯義和：精密工学会誌，81，7(2015)