



ハードロックナットは2つのナットの形状を工夫することによって、繰返し振動や衝撃が発生する締結箇所には大きな効果を発揮する。



鉄道に用いられているハードロックナット(図3)

MANUFACTURING
POWER OF JAPAN

くさびの原理から思いついた

緩まないナットとは

ハードロック工業は緩まないナットの生産で著名な企業である。緩まないナット(ハードロックナット)の外観は上の写真の通りで、二重のナットで構成されている。

その原理はシンプルなもの、2つのナットで重ねて締結するが、最初のナットはボス部を偏芯加工した凸ナットになっており、2つめのナットは真円加工をした凹ナットである。第一ナットで締結部を固定した後、第二ナットを締結すると、凸の偏芯部と凹の真円部が接触することで、ボルトの軸直角方向に大きな応力が発生し、ボルトとナットのねじ部に働く摩擦力を増大させ、この大きな応力によりナットが緩むことを防ぐ構造になっている(図1参照)。

偏芯加工した凸ナットと真円加工をした凹ナットの拡大図は図1の通りであるが、この形状の寸法を10ミクロン単位で加工することにより、軸直角方向に働く応力は微妙に変化する構造となっている。

通常、ねじの緩み止めを図るためには、締付けトルクを高くしたり、ダブルナットで羽交い締めにする方法や、様々な緩み止め機構を付加したロックナットを使用する方法などがある。このハードロックナットもロックナットの1種ではあるが、大きな特徴として以下の点があげられる。

- (1) 凹凸2種類のナットを一般工具で簡単に取り付けができる。
- (2) 様々なサイズ、材質にも対応することができる。
- (3) 凸ナットを凹ナットでロックする構造である為、被締結物に対して強く締付けられない場合でも、緩み止め機能を発揮させることができる(図2参照)。
- (4) 繰返し着脱してもねじを傷めず緩み止め効果を維持させることができる。

繰返し振動や衝撃が発生する締結箇所には大きな効果があり、最初は鉄道レールの枕木固定に用いられ、保全作業の削減に貢献した(図3参照)。

その効果が徐々に認識されることにより、様々な分野で需要が拡大してきた。最近では東京スカイツリーや高層ビル、鉄道関係、製鉄所、輸送機械、産業機械、重電プラント、建築、橋梁、鉄塔等など様々なねじの緩みが許されない重要箇所に幅広く採用されている。

発明への執念

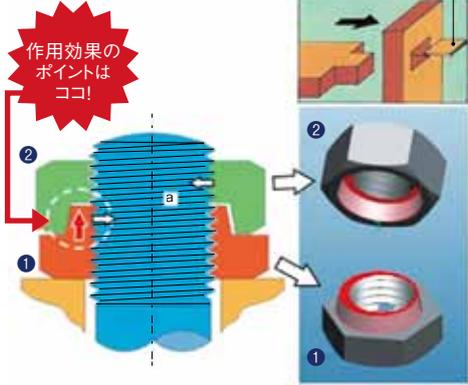
ハードロック工業の社長でハードロックナットの発明者である若林克彦氏と緩まないナットの出会いは昭和36年に開催された大阪国際見本市で当時の戻り止めナットとして展示されていたのを見た時だと言う。戻り止めナットとの触れ込みで展示されていたナットは作りも大きく、値段も通常のナットの10倍もした。これを見た瞬間に若林氏の発明魂に火が付いた。

若林氏は、もともと小さいときから発明好きで、国民学校の4年生の時、長野県の小諸へ疎開しているときに「種まき機」を発明した(図4参照)。これは農家の人が大豆の種を屈んでまいていた作業を解放するもので、中に種を入れ畑の上を転がすと一定間隔で種まきができる。農家の人が小学生だった若林氏にありがとと言ってくれたことがその後の発明への大きな励みとなった。この種まき機は発明第1号として若林氏が今でも大事にしているという。

また、若林氏は高校生の時、たまたま本屋である本に出会う。後に発明学会の会長となる豊沢豊雄氏が記した「発明は誰にもできる」である。豊沢氏が手掛けた発明の事例、特許の申請

ハードロックナットの構造(図1)

1 ボス部を偏芯加工した凸ナット①と真円加工を施した凹ナット②を組み合わせることでボルト軸直角方向にくさびの原理による強力なロック効果を力学的に発生させる。



2 HLNのくさびによる強力なゆるみ止め効果はボルトとナットを完全に一体化させ、いかなる振動、衝撃も寄せ付けけない。

ハードロックナットの締結方法(図2)



取付部材にボルトを通し凸ナットをセットして下さい。

一般工具(スパナ等)で締結して下さい。

締め付けられた凸ナットはこの時点で一般ナットと全く同じ強度です。



次に凹ナットを手でセットして下さい。この時に凹凸ナットに隙間が1ピッチ程度あることを確認して下さい。

凸ナット同様凹ナットを締結して下さい。

ご使用のボルトの状態により凹凸ナットが密着・非密着の場合ありますが、緩み止め効果は十分に内在されております。

緩まないナットの開発

方法、発明で得た報酬等は若い日の若林氏に大きな影響を与え、若林氏はますます発明にのめり込み、大学時代には一定量のインクが万年筆に付着できる「定量付着インク瓶」を発明し、これを文具メーカーに30万円で購入してもらった経験をしている。「発明は誰にもできる」は若林氏の宝物として大事に保管している(図5参照)。

もっと簡単な仕組みの戻り止めナットということで開発したものが、Uナットであった。ナットの上面に板バネをかきしめ、これがボルトのねじのらせん溝に食い込む方式のもので、展示会で見たナットに比べて3分の1のコストで生産できることが確認された。

ところがねじの間屋に持ち込むとJIS規格品でないからそんなもの売れないと取り合ってもらえなかった。そこで、自ら需要家を回り、現場の作業者に頼んで機械部品の締結に特別に使ってもらったという。こういう努力の積み重ねでUナットの耐緩み性能が認識され、需要が広がった。ところが、「絶対に緩まないナット」という触れ込みで客先にPRをしていたことが思わぬトラブルを招く。絶対に緩まないと言っても自ずから限度がある。Uナットの戻り止め機能以上の応力がかかる杭打ち機に使用された際、ねじ



種まき機写真(図4)



発明は誰にもできる(図5)

が緩んで外れたとして、ユーザーから損害賠償を迫られた。これを契機に新たな発想による絶対に緩まないナットの開発に取り組む。

どのような大きな力にも耐えられる緩み止

め機能はないかと悩んでいたところ、大阪の住吉大社の鳥居に差し込まれていたくさびを見て、この原理をねじに応用すれば緩みが防げるのではないかと閃いた。それから、ねじにくさびを打ち込むことを具体化するまでに約1年かかったが、その原理は図6の通りである。こうしてハードロックナットが開発された。

開発はされたが新しいものはすぐには売れず苦難の時代が続いた。そんな中、関西の私鉄の鉄道レールの固定に使用して

ものづくりの魅力



全ての物事に完成品は存在せず未完成品ですから、そこにアイデアをプラスすれば必ず付加価値が大きくなります。当社の製品はハイテクにはほど遠く、技術的には一見成熟した分野であるねじ(ナット)ですが、「ねじの緩み」という永遠のテーマに対し、コツコツと努力を重ねることで、他社製品との差別化が可能となります。

そう考えてねじの緩み止めに執念と情熱をもって取り組んできました。人と同じことをやっているだけではだめで、全てにオリジナリティがなくてはなりません。そのためのアイデアが勝負です。「アイデアは人を幸せにする」が私の信念です。良いアイデアを付加し続けることでオンリーワン商品、さらにはロングセラー商品に育てることが出来ます。こうした絶え間ない取り組みが、日本のものづくり中小企業に、今必要とされているのではないのでしょうか。(若林克彦 代表取締役社長)

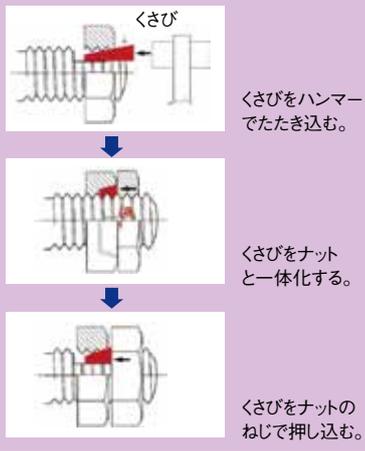
ハードロック工業(株)大阪府東大阪市

1974年4月設立、1977年ハードロック工業株式会社に改組。若林氏が開発した緩まないナット(ハードロックナット)の開発、製造、販売を営む。鉄道分野に採用された後、その実績が認められ、東京スカイツリーなど幅広い分野に採用される。ハードロックナットはグッドデザイン賞、ものづくり日本大賞、発明大賞など様々な表彰を受けている。

<http://www.hardlock.co.jp/>



くさびの原理をねじに応用(図6)



ハードロックナットリム付(図7)



計画的に「小出し」に出願するという。そして、これらのベースとなるものが、自分で開発した商品は自分で惚れ込み、自分の力で世界へ出していくという情熱である。こうした戦略の一例としてハードロックナットリム付の開発が挙げられる。

もらったところ、大きな効果が認められ、次第に鉄道業界へ浸透していった。当時の国鉄へも売り込みに行ったが、何とそこでの反対は労働組合だったという。緩まないねじならメンテナンスが楽になるが、その分仕事が減り、要員が削減されることを恐れたのではないかと若林氏は推測している。

こうした時期を乗り切って、その有効性が各業界に認識され、徐々に使用用途も拡大し、今日に至っている。2011年の年商が12億円というからボルト・ナットの平均事業所の売上2倍以上のところまで成長した段階にある。

工業統計調査によると、平成22年のボルト・ナットの出荷量は1,669千トンで10年前と比べると23.2%の減少であるが、出荷額では5,582億円で3.8%の増加となっており、単位あたりの付加価値は増大している。事業所数では22年が952(従業員4名以上)で10年間で28.8%の大幅減少となっている。こうした状況を見るとボルト・ナット分野でも高付加価値化に対応できる企業が生き残っているとさえ言える。

知的財産戦略

一見すると何の変哲もないように見えるボルト・ナット業界でも、高付加価値化の要素がまだまだ残っている証拠である。一方このようなナットを開発したとしてもその後、長期間にわたって模倣品を退け独占的製品として維持していくための戦略はユニークなものである。1974年のハードロックナットの生産、販売からすでに38年経過しており、最初の特許の有効期間はすでに過ぎている。

若林氏の言によれば、新たなアイデアで開発できた「ヒット商品」を一回だけの商品で終わらせず、長期間にわたって販売できる「ロングセラー商品」に成長させるためにさらなる知恵を絞っている。そのポイントは、①1つのテーマを徹底的に掘り下げる。②特許期限を1日でも長く延ばす工夫をする。③開発者が情熱を注ぎこむことであると言う。

緩まないナットに集中できたのは、ハードロック工業が緩まないナットの専業メーカーとして、他のねじ類の生産増大等に走らずあくまでも「緩まないナット」にこだわりその商品の改善に努力したからである。そうした努力を知的財産面でも補強するのが②の工夫である。そのため、特許出願時には商品の特許を一度に全て出願するのではなく、できるだけ長い特許期限が得られるよう

図7のように従来品にストッパーであるリムを付けたものであるが、これで国内や主要国で特許を取得した。リムが付くことによってスパナで凹ナットを締結する時に凸ナットにかからなくなる利点がある。こうした創意工夫がハードロック工業のものづくり力である。

科学的考察

緩まないナットの原理は先にあげたとおりであるが、それが科学的にどの程度効果があるのか考察することは簡単なことではない。特に中小企業にとってはなおさらである。緩み止め効果の科学的考察はハードロックナットの場合、広島大学大学院の澤俊行教授との出会いが大きかった。ねじの緩みで様々な鉄道事故が発生していることを受けて、JR内にねじ検討委員会が発足した。その時の委員長を澤教授がされていた時に、ハードロックナットに興味をもたれ、その緩み止め機能に科学的考察が行われた。ハードロックナットの緩み止め効果は、コンピュータ解析(有限要素法)と様々な実験によってその効果が確認され、2005年のASMEの国際会議でその研究論文が発表され、科学的な裏付けが図られた。緩み止め効果は、ユンカー式ねじ緩み試験やNAS式加振試験で大きな効果が確認されており、更なるねじの緩み現象の科学的解明が進められている。

今後の取り組み

ハードロック工業の今後の取り組みは、12億円の売上を3年後に20億円に拡大することで、その大きなターゲットは航空機産業向けのねじであるという。2010年には、経済産業省主催の航空機業界新規参入ミッションへの参加に選ばれ、米国ボーイング社へ日本の中小企業代表として、この技術売り込む為、航空機用のチタン製ハードロックナットを試作した。プレゼンの効果は、手応えのあるもので、従来品の5分の1の重量のチタン合金製のナットの開発に現在取り組んでいる。

航空機に使われるねじは信頼性の極めて高いものでハイレベルの規格認証を取得する必要がある、これに向けて全社一丸となって取り組んでいる。鉄鋼材料のユーザーである従業員50名の日本のものづくり企業が世界に向けて取り組んでいる姿は、この話を伺った筆者のみならず多くの人に勇気を与えてくれる。

●文 小島 彰(日本鉄鋼協会専務理事)