



# E-LOCK NUT SMART NUT

国土交通省  
**NETIS**  
KK-180059-A

## 技術説明

## 採用事例

E-LOCK はここがすごい！

解析による効果検証事例

## 安心と信頼のゆるみ止め効果を提供！

【E-LOCK シリーズ】は、

- ① 安定したゆるみ止め効果を発揮します。
- ② 締め付け軸力が低下しても、早期の脱落を防止します。
- ③ 被締め付材が軟質の物や破損しやすい物の締め付けに適しています。
- ④ 取付け作業が簡単で、取付けミスを防ぎます。
- ⑤ オールメタル（全金属）製品のため、耐熱・耐寒に優れています。
- ⑥ 繰り返し使用が可能です。

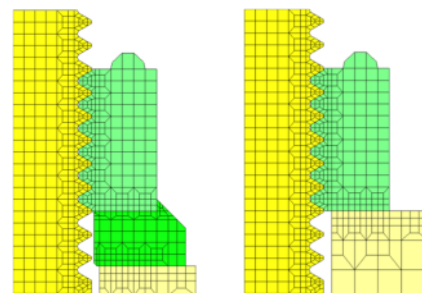
多種多様な規格・サイズをご用意



六角ナットタイプ、フランジナットタイプ、溶接ナットタイプ、ブラインドナットタイプ、更には、CAP 付やベアリング止めタイプなどさまざまなシーンでご使用頂けるよう規格・サイズを数多く取り揃えています。この他にも皿バネ付タイプなどもご用意しています。

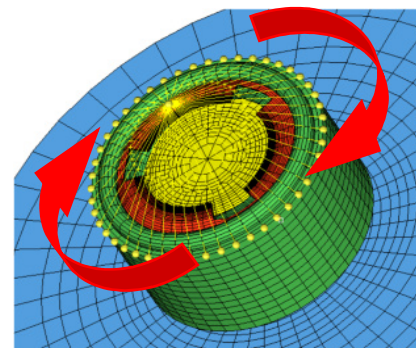
### 顕彰事例

- 2012 年に、ものづくり日本会議・日刊工業新聞社主催の“超”モノづくり部品大賞 機械部品賞を受賞。
- 2013 年に、池田泉州銀行主催のニュービジネス助成金 優秀賞を受賞。
- 2015 年に、近畿経済産業省主催の関西ものづくり新撰 2015 に選定。



SMART ナットの座繰り効果検証

軸対称有限要素のモデルを作成し解析することによって、各ねじ山にかかる荷重、各ねじ谷底に発生する応力、ナット座面の等価摩擦直径を求め、通常のナットと比較する



フリクションリングの効果検証

フリクションリングにかかる軸方向力を比較することにより、フリクションリング付きナットの持つゆるみ止め性能を検証する。

# E-LOCK シリーズは・・・

## E-LOCK の構造

- ① ナットとフリクションリングの2点からできており、ナット上面にくぼみを設け、安心・安全・信頼の3枚羽（フリクションリング）をネジのリード角に沿った立体感のある従来品とは違う形状に施し、上面にカシメ加工により固定し、一体化させています。

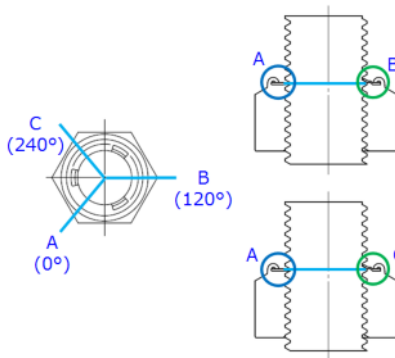


- ② 採用したフリクションリングは、ねじのリード角に沿って立体的に成形しています。ネジのリード角に沿った立体感のある羽を持つことで、2枚の羽に均一な応力が発生し、それに対する均一な反力と共にネジ山を強圧させ、安定したプリバリングトルク（自由回転を阻止する摩擦トルク）を発生させます。



## ここが違う！①

- ① 2枚羽の場合、1枚の羽根は必ずボルトの谷に入り込みます。よって、残りの1枚の羽根のみがボルトの山を強圧させ、プリバリングトルクを発生させる構造です。しかし、E-LOCKの3枚羽は、1枚の羽は2枚の羽根の場合と同じく必ずボルトの谷に入り込みますが、残りの2枚の羽根がボルトの山を強圧させ、プリバリングトルクを発生させる構造になっています。



- ② ねじのリード角に沿った立体感のある羽根は、ボルトにねじ込む時のトルクを軽減し、かつ、羽根がねじ山の下をくぐり、不良取り付けを起こす原因を改善しています。また、フリクションリングのたわみを緩和させることにより、無理のない安定したプリバリングトルクを発生させ、従来品よりもさらに安定したゆるみ止め機能発生させることが可能で、繰り返し使用にも耐えうる商品となっております。

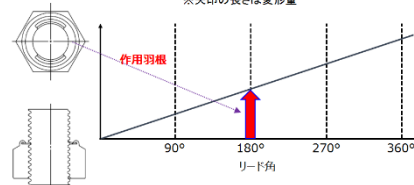
## E-LOCK シリーズは

お客様の様々なご要望にお応えできるよう、サイズ・形状・機能など、多種にわたり揃えています。また、座繰り付や皿座金付、ベアリング止め用など更なる新商品をシリーズ化し続けています。ゆるみ止めの性能はもちろんのこと、耐久性に優れ、あらゆる振動の場面で、安心と信頼を提供します。

ゆるみ止めの機能的な部分において、解析、検証を行い、安心と安全に対する確実な信頼を提供する新しいゆるみ止めナットのブランドです。

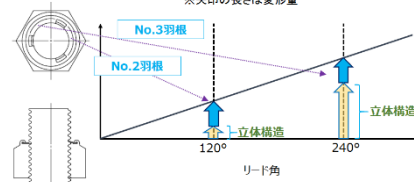
## 2枚羽の場合

※矢印の長さは変形量



## 3枚羽の場合

※矢印の長さは変形量

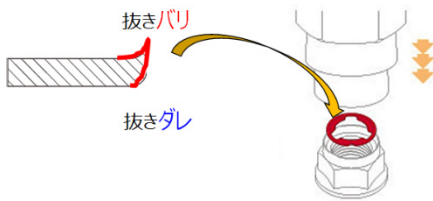




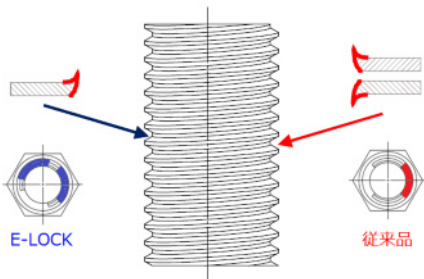
## ここが違う！②

### 羽根の表と裏の管理

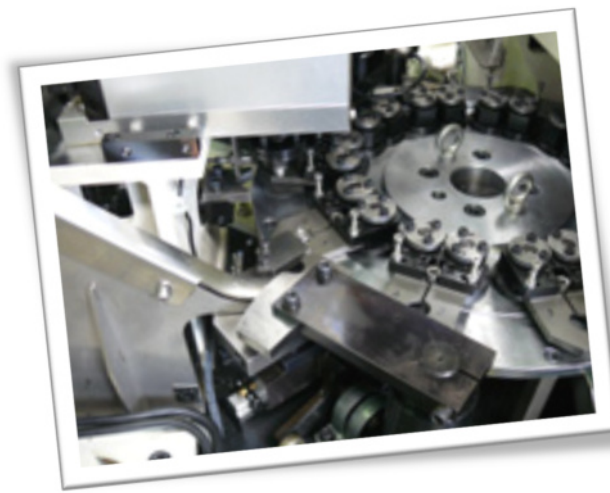
- ① フリクションリングはプレス成型品ですので、打ち抜く時にダイ側に抜きバリが、パンチ側に抜きダレが発生します。
- ② E-LOCK では抜きダレがボルトの山側に当たるようにアセンブリします。
- ③ 量産ラインでは組み付けのトルクが安定するなどの効果が発揮されます。



- ④ E-LOCK は抜きダレ側がボルトに必ず当たるようにナットに組み込むことによって、ボルトへのナットの組み付け時のトルクが安定し、焼き付きの防止にも役立ちます。



- E-LOCKは、表裏一定にアセンブリされます。抜きダレ側がボルトの山に当たることでボルトを傷つけにくくなります。
- 従来品は表裏ランダムにアセンブリされます。抜きバリ側がボルトの山に当たるとボルトを傷つけやすくなります。



## カシメ機

E-LOCKのカシメ機は社内設計により、製品の完成度をより確実なものにするため、生産ラインにおけるさまざまな問題を解決した機械に仕上がっています。

## E-LOCK の安定した機能を可能にするライン

### 作り方へのこだわり



E-LOCK のフリクションリングは、ナット上面よりねじの切りあがり位置を検出し、フリクションリングを適切な位置に配置し、アセンブリされています。（※ 1）



E-LOCK のフリクションリングのアセンブリは、カシメ時の加圧力をリアルタイムに計測し、カシメ足らずやカシメ過ぎが無いようにチェックをしています。

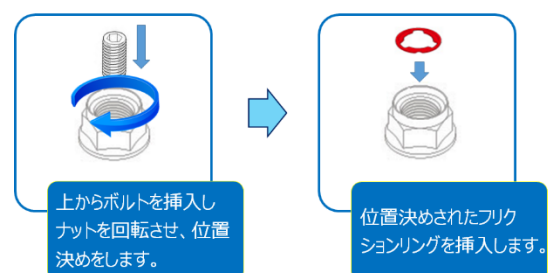


カシメ後にフリクションリングの羽根の位置に狂いが生じていないことを、カメラによってリアルタイム監視し、徹底した品質チェックを行っています。

### 羽根の位置決め（※ 1）

ナットの上面から位置決めボルトを挿入する（1回転半～2回転）で位置決めができます。⇒ **加工スピードの向上**  
**ができ生産性がアップ**

位置決めボルトをナットの上面からねじの立ち上がり位置を探るので、ナットの高さのバラツキに左右されません。⇒ **ねじの位置決め**  
**の精度が向上する**



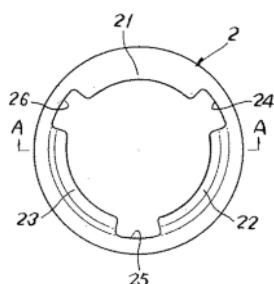
最新の技術を紹介

E-LOCK には数々の特許・実用新案などの最新の技術がふんだんに取り込まれています。

① 実用新案登録第 3164885 号



中心部に軸方向に貫通するねじ孔が形成されたナット本体の上端面に環状カシメ部が設けられ、そのカシメ部の内部にねじ孔と同心で水平状に緩み止め用のリング状弾性板がカシメ固定された緩み止めナットにおいて、リング状弾性板の内周面に、半径方向内方に突出しかつその突出端がねじ孔の内径とほぼ同径の円弧状に形成された 3 個の第 1 ～第 3 凸状係合片と、内面がねじ孔の谷径よりも大径の円弧状に形成された 3 個の第 1 ～第 3 凹状切欠部とが交互に形成されている一方、第 1 ～第 3 凸状係合片のうち、第 1 凸状係合片はリング状弾性板と面一状に設けられると共に、第 2 凸状係合片は第 1 凸状係合片に対しねじのリード角に合わせて軸方向外方に膨出するように設けられ、第 3 凸状係合片は第 2 凸状係合片に対しねじのリード角に合わせてさらに軸方向外方に膨出するように設けられていることを特徴とする緩み止めナット。

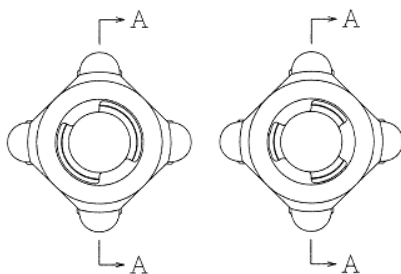


② 意匠登録第 1521826 号

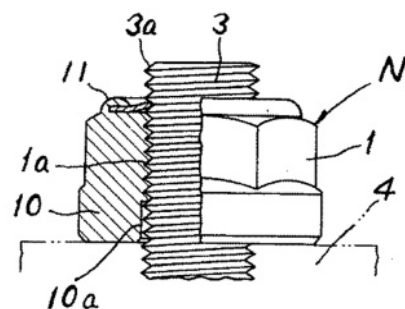
③ 意匠登録第 1522223 号



平面四角形状を呈するナット本体の座面側角部の 4 箇所に溶接用突起部を一体に突設したもので、各溶接用突起部を下側外方に向かって裾広がり状となるように形成したもので、またナット本体の上端部に 2 箇所の円弧状係合凸片を有する平板弾性ワッシャーがカシメ止めされたもので、締付時には、まず、ボルトのネジ山をナット本体における弾性ワッシャーの一方側係合凸片に入り込ませ、次に他方側の係合凸片を弾性変形させながらボルトのネジ山に強圧させて、ボルトの緩み止めを図るようにしたものである。



メ部が設けられ、そのカシメ部の内部にねじ孔と同心で水平状に緩み止め用のリング状弾性板がカシメ固定される一方、ナット本体の下面側に、ねじ孔に連通するボルト挿通孔をもった所定高さの袴部が一体に突出形成されて、締め付け時、ナット本体の上面側においてリング状弾性板における内周端をボルトのねじ山の間に入り込ませると共にこの内周端を変形させながらボルトのねじ山に強圧して、ナット本体の緩み止めを行わせると同時に、上記袴部座面の圧力分布が座面の外周部に集中しほぼ軸対称的に分布するようにしたことを特徴とする多重緩み止めナット。



上面側のフリクションリングと座面側の座繰りが特徴のゆるみ止めナットです。

④ 実用新案登録第 3182560 号



中心部に軸方向に貫通するねじ孔が形成されたナット本体の上端面に環状カシ

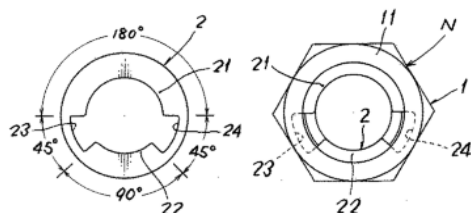


⑤ 特許登録 5957632 号



【請求項 1】

中心部に軸方向に貫通するねじ孔が形成されたナット本体の上端面に環状カシメ部が設けられ、そのカシメ部の内部にねじ孔と同心で水平に平板状弾性ワッシャーがカシメ固定される一方、弾性ワッシャーの内周面に、半径方向内方で面一状に突出する 2 個の第 1 凸状係合部片と第 2 凸状係合部片と 2 個の第 1 切欠凹部と第 2 切欠凹部とが交互に形成されるとともに、第 1 凸状係合部片と第 2 凸状係合部片のうち、一方の第 1 凸状係合部片は他方の第 2 凸状係合部片よりも角度を大きく取り、円弧幅の広い凸状係合部片に形成され、また他方の第 2 凸状係合部片は角度を小さくし、円弧幅の狭い凸状係合部片に形成されており、各凸状係合部片の内周面がねじ孔の内径とほぼ同径の円弧状に形成され、かつ、各切欠凹部の内面がねじ孔の谷径よりも大径の円弧状に形成され構成されていることを特徴とするゆるみ止めナット。



【請求項 2】

第 1 切欠凹部と第 2 切欠凹部のうち、いずれか一方の切欠凹部は他方の切欠凹部よりも角度を大きく取り、他方の切欠凹部よりも円弧幅の広い切欠凹部

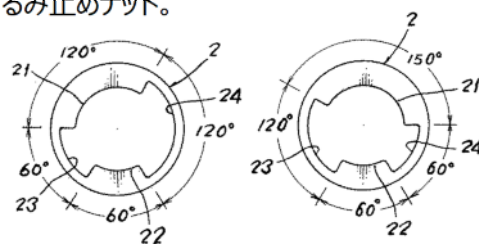
に形成されており、これにより第 2 凸状係合部片に対する第 1 凸状係合部片の形成位置に変化を付けて、ねじ込み時のトルクを軽減または増加させることを特徴とする請求項 1 記載のゆるみ止めナット。

【請求項 3】

平板状弾性ワッシャー 2 の厚みを、2 個の凸状係合部片と 2 個の切欠凹部とが 90° の等間隔でそれぞれ交互に形成された従来の弾性ワッシャーに比べて薄く形成して、求めるプリベリングトルク値を得るようにしたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のゆるみ止めナット。

【請求項 4】

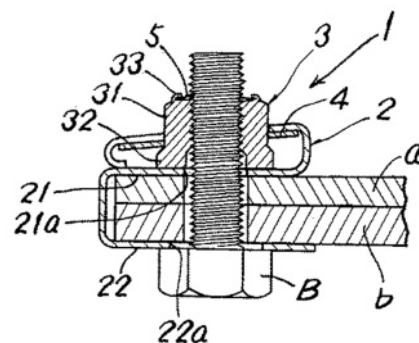
第 1 凸状係合部片 21 が 150° ～ 240° の円弧幅に、また他方の第 2 凸状係合部片 22 が 60° ～ 90° の円弧幅に形成されているとともに、これら第 1 凸状係合部片と第 2 凸状係合部片の間に介在される第 1、第 2 凹状切欠部がそれぞれ 30° ～ 60° の円弧幅に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のゆるみ止めナット。



⑥ 特許登録 5874156 号

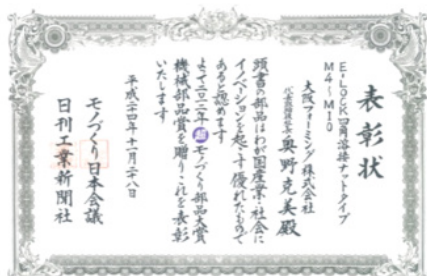


成されたクリップ体と、座付ナット体と、ナット保持板とからなり、クリップ体は、その一方挟持片の先端に U 字状に外側に折り返された折返片が連設され、その折返片の先端に内側へカールした係止部が形成されて、この係止部と折返部分とにより座付ナット体における座部とナット保持板の保持スペースが形成されると共に、折返片にその先端部から折返片の長さ方向中間部にわたってナット体上部の挿入を許す幅のスリットが形成されている一方、座付ナット体は、多角形状のナット部の下端に大径の座部を一体に有すると共に、上端にゆるみ止め用弾性ワッシャーがカシメ固定されており、かつ、ナット保持板は、方形状を呈しその中間部に座付ナット体のナット部外周面と嵌め合いにより係合して座付ナット体の位置決め及び回り止めを行うナット保持孔が形成されており、組み付け時には、クリップ体における折返片の先端側が弾性に抗して持ち上げられた状態で、ナット保持孔に座付ナット体のナット部が嵌め込まれたナット保持板と座付ナット体の座部とが保持スペース内にスリットを介して差し込まれることによりクリップ体の所定位置に座付ナット体が位置保持される構成にしたことを特徴とするクリップナット。



略コ字状に折曲され、相対向する一対の挟持片にボルト挿通孔が同軸上に形

“超”モノづくり部品大賞



平成 24 年 10 月 30 日、「2012 年 “超”モノづくり部品大賞」機械部品賞を受賞しました。

「“超”モノづくり部品大賞」とは、ものづくり日本会議と日刊工業新聞社が主催する、広くモノづくり産業界をあげて、幅広い分野の優れた“縁の下の力持ち”企業を顕賞することで、わが国モノづくりの一段の活性化、モノづくりの魅力発信につなげるための制度です。

大阪ものづくり優良企業賞 2012

平成 24 年 10 月 18 日、「大阪ものづくり優良企業賞 2012」を受賞しました。

「大阪ものづくり優良企業賞」とは、大阪中小企業顕彰事業実行委員会（大阪府・大阪府商工会議所連合会・大阪府商工会連合会・財団法人大阪産業振興機構）が主催する、「技術力」・「QCD」・「財務」などの審査項目において高い水準を誇る府内ものづくり中小企業を表彰する制度です。



“超”モノづくり部品大賞の対象となる要件としては、

- ① 独創的な発明で国内外で反響の大きかったもの
- ② 画期的な発明でなくとも、その後の研究改良により、精度や性能などが世界最高水準に達しているもの
- ③ 至難とされていた技術上の問題を解決し、わが国産業技術の向上に著しく貢献するとみられるもの
- ④ 産業・社会の発展に役立つ先導的役割を果たしているとみうけられるもの

があげられます。

地域おこし制度

平成 25 年 12 月 3 日、「地域おこし制度・ニュービジネス助成金」地域おこし優秀賞を受賞しました。

「地域おこし制度・ニュービジネス助成金制度」とは、大阪府・兵庫県・京都府・和歌山県の企業・起業家から新規性・独創性ある技術やビジネスプランを公募します。事務局での 1 次審査を経て、大阪大学や産業技術総合研究所をはじめとする産学官連携の評価委員会「ニュービジネス目利き委員会」で評価・審査を行い、優秀プランを選定します。

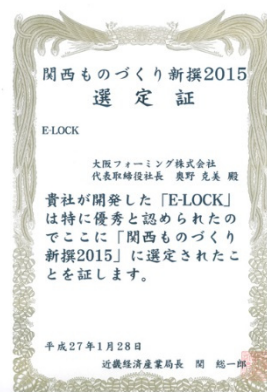


関西ものづくり新撰 2015

「関西ものづくり新撰」とは、近畿経済産業局様が、平成 24 年度より新産業・新市場へと成長する可能性を秘めた関西の中小企業の製品・技術を「関西ものづくり新撰」として選定し、国内外への情報発信や販路開拓などによるビジネス拡大を支援する取り組みであり、有識者で構成される選定委員会が設置され、①新規性・独創性、②市場性・成長性・戦略性、③信頼性の 3 項目に基づき審査されています。

第 3 回目の選定となる今回は、優れた製品や技術の中に光る意匠や使い勝手の工夫などを審査項目に加えることで、更なる「優れた」「売れる」製品・技術の発掘を行うというものでした。

今回、応募の中から、特に優れた 29 件の製品・技術が認定を受け、その中に弊社の「E-LOCK」も選定して頂くことができました。

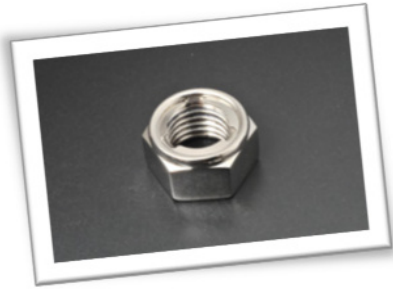




### E-LOCK の多種多様な製品群

E-LOCK は、お客様の様々なご要望にお応えできるよう、サイズ・形状・機能など、多種にわたり揃えています。また、座繰り付や皿座金付など更なる新商品をシリーズ化し続けています。

#### 六角ナットタイプ



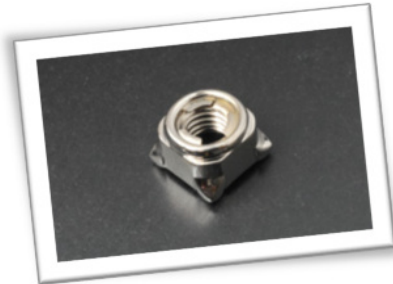
- 六角ナットの上面にゆるみ止め機能及び脱落防止機能を施したファスナーです。
- 一般的なスタンダードタイプです。種類は、1 種・2 種・3 種の 3 タイプがあります。
- サイズは M3～M30 までをご用意しております。
- 材質は、鉄・ステンレスとなります。

#### フランジナットタイプ



- フランジナットの上面にゆるみ止め機能及び脱落防止機能を施したファスナーです。
- 広い座面による強い締結力とフリクションリングによる安定したゆるみ止め機能を兼ね備えています。
- サイズは M3～M16 までをご用意しております。
- 材質は、鉄・ステンレスとなります。

#### 四角溶接ナットタイプ



- 金属鋼板に密着固定させる溶接ナットにボルトのゆるみと脱落を防ぐ機能を持たせました。
- 四角溶接ナット 1D 型の JIS 規格に基づいて設計しています。
- おねじ側にゆるみ防止機能を施す必要がありません。
- サイズは M4～M10 までをご用意しております。
- 材質は、鉄・ステンレスとなります。
- この他にも六角溶接ナットタイプがあります。形状は 1A 型となります。

#### ベアリングナットタイプ



- ナット上面に組み込んだフリクションリングが振動に対するゆるみ止め効果を発揮します。
- 座金やキー溝加工が不要でそのまま取り付けられます。
- トルク管理が容易で取り付けも簡単です。
- サイズは M8～M100 までをご用意しています。
- 材質は SS400、S45C、SUS となります。

#### ブラインドナットタイプ



- ナットとリベットの両方の長所を兼ね備え、更にボルトのゆるみと脱落を防ぐゆるみ止め機能も兼ね備えたまったく新しいゆるみ止め付きブラインドファスナーです。
- タップ立ての難しい薄板やパイプ、角パイプ、溶接のできないプラスチック板にも片側から、ワンアクションで簡単に取り付けられ、仕上がりも美しく取り付けられます。
- 片側締結工法は、従来工法である溶接ナット工法、バーリングタップ工法、ボルト+ナット工法等と比較すると、初心者でも簡単にスピーディーな組立作業が可能となり、コストダウンに貢献します。

#### CAP 付ナットタイプ



- 六角ナットタイプおよびフランジナットタイプの CAP 付製品です。

# 軸対象モデルによる座繰付ナットの評価



## 【3.1】解析モデル

解析には JIS 規格のメートル並目ねじ M10 のボルトを用いる。図 3.1(a) に示すように、今回は座繰付ナットの座面圧力の軸対称性を考慮し、軸対称モデルを作成した。

また、比較の為に作成した通常のナット、フランジ付きナットを用いたモデルを図 3.1(b)、(c) に示す。いずれのモデルもナットのねじ山は 6 山としており、遊びねじ部は 3 山としている。被締結体はボルト孔径等級 2 とし、外径 60mm、高さ 30mm の中空円筒とする。座繰部の高さは 3.5mm、フランジの高さは 1.5mm とする。

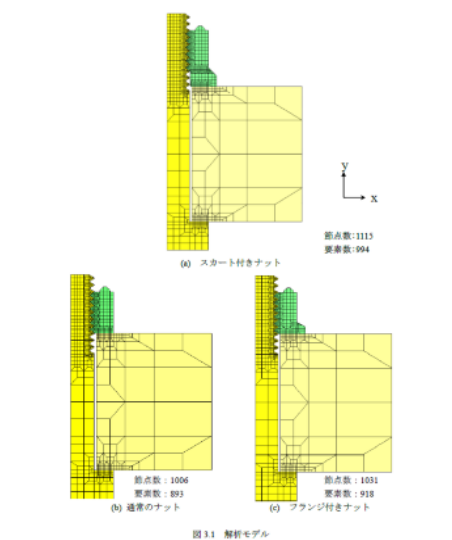


図 3.1

## 【3.2】解析条件

各部材のヤング率  $E$  は 200GPa、ポアソン比  $\nu$  は 0.3、接触面の摩擦係数  $\mu$  は 0.15 とした。

剛体変位を防止するために、ボルト軸中心のすべての節点とボルト頭部について、図 3.2 に示すようにそれぞれ半径方向、軸方向変位を拘束する。

目標とする軸応力  $\sigma_b$  を 100MPa とし、その場合のナット座面と被締結体との接触界面における面圧と各節点にかかる軸方向力を求める。なお、解析には汎用構造解析用ソフトウェアである ABAQUS Ver6.11 を使用した。

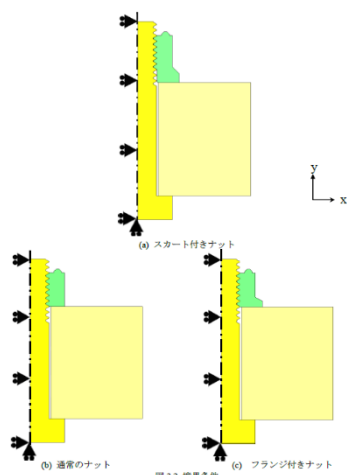


図 3.2

## 【4.1】ナット座面の面圧分布

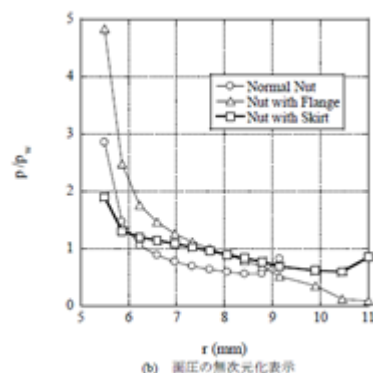
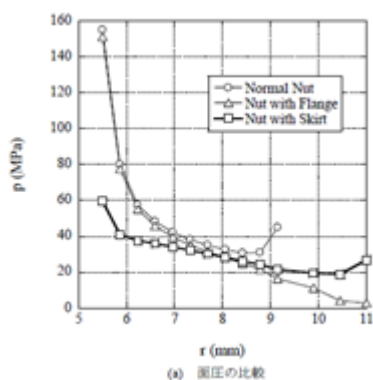


図 4.1

図 4.1 (a) に、ボルト軸力  $\sigma_b$  を 100MPa とした場合のナット座面と被締結体の接触界面における面圧分布を示す。なお、縦軸はナット座面と被締結体の接触界面における座面面圧  $p$  を示しており、横軸はボルト中心からの距離  $r$  を示している。また図 4.1 (b) に、縦軸にナット座面の各位置における面圧  $p$  をナット座面の平均面圧  $p_w$  で除した値を示す。面圧はボルト中心付近で高く、ナット端部に向けて低下する傾向があり、通常のナットおよびフランジ付きナットにおいてその傾向は顕著である。特にフランジ付きナットは、ナット端部で面圧がほぼ 0 となる。また図 4.1(b) より、ボルト中心付近に面圧が集中していることが分かる。一方、スカート（座繰）付ナットにおいてはその傾向は緩やかとなり、面圧を接触界面全体で受け持つことが分かる。これは図 4.1 (b) のグラフにおける値のばらつきの小ささからも確認できる。

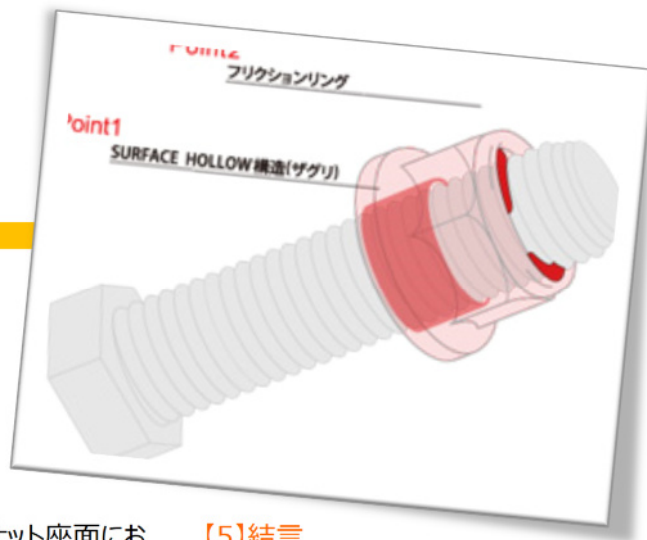
## 【4.2】等価摩擦直径

等価摩擦直径は、ナット座面の摩擦力が集中荷重として作用すると仮定したときの直径、いかにすればナット座面の摩擦円の等価直径である。

ナット座面において、座面に発生するモーメントは場所によって均一ではないため、トルクの算出には等価摩擦直径の概念を用いる。ナットにおける等価摩擦直径は、材料力学の理論式を応用した以下の式(4.1)で算出され、呼び径  $d$  の 1.3 倍の値を用いることが多い。



# E-LOCK SMART NUT



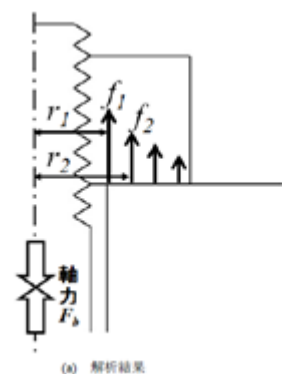
$$d_n = \frac{2}{3} \times \frac{d_o^3 - d_i^3}{d_o^2 - d_i^2} \cong 1.3d \quad (4.1)$$

上式において、 $d_n$  はナット座面の等価摩擦直径、 $d_o$  は接触する座面の外径、 $d_i$  は接触する座面の内径である。

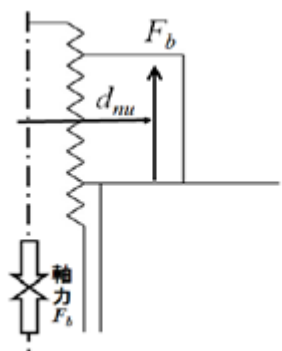
今回は、座面面圧の円周方向分布が対称性を有することから、座面の各節点にかかる軸方向力より等価摩擦直径を求める。算出には式(4.2)を用い、その概念を図4.2に示す。

$$\begin{aligned} \mu_n (r_1 f_1 + r_2 f_2 + \dots) \\ = \mu_n \times \frac{1}{2} d_n \times F_b \\ d_n = \frac{2(r_1 f_1 + r_2 f_2 + \dots)}{F_b} \quad (4.2) \end{aligned}$$

上式において、 $d_n$  はナット座面の摩擦係数、 $r_1$ 、 $r_2 \dots$  はナット座面における各節点の半径、 $f_1$ 、 $f_2 \dots$  はナット座面における各節点にかかる軸方向力、 $F_b$  は軸力である。



(a) 解析結果



(b) 等価摩擦直径

図 4.2

今回の解析で得られたナット座面における各節点の半径と軸方向力、およびその積の値を表4.1に、算出した等価摩擦直径を表4.2に示す。表4.2より、M10の場合において、フランジ付きナットは等価摩擦直径が通常のナットと比較して約1.03倍の増加がみられた。

一方、座繰付ナットにおいて等価摩擦直径は約1.15倍の増加となった。

これにより、ナットに座繰りを付与することでフランジを付与した場合よりも等価摩擦直径が増加することが確認された。

## 《注釈》

この評価結果は、神戸大学大学院海事科学研究科、福岡俊道先生にお願いし、研究室にて評価試験を行った記録である。

## 【5】結言

これらの解析結果から等価摩擦直径  $d_n$  を求めると以下のようになる。

○ザグリ付き  $d_n=1.63$

○ザグリなし  $d_n=1.41$

明らかにザグリ付きナットの方が  $d_n$  は大きくなっている。ザグリなしナットの値が  $1.3d$  に比べて大きいのは、呼び径  $d$  が小さいことによると考えられる。

ここで有効径  $d_2=9.026\text{mm}$ 、ピッチ  $P=1.5\text{mm}$ 、摩擦係数  $=0.15$ （ねじ面、ナット座面とも）とし、トルク  $T_t=20\text{Nm}$  で締め付けたときの軸力  $F_b$  を比較すると以下のようになる。

○ザグリ付き  $F_b=8880$

○ザグリなし  $F_b=9582$

すなわち、同じトルクで締め付けても、ザグリ付きでは7.3%程度軸力が低くなることがわかる。

表 4.1 解析結果

| Normal Nut |         |            | flange |         |            | Nut with Skirt |        |            |
|------------|---------|------------|--------|---------|------------|----------------|--------|------------|
| r (mm)     | f (N)   | r×f (N・mm) | r (mm) | f (N)   | r×f (N・mm) | r (mm)         | f (N)  | r×f (N・mm) |
| 5.5        | 999.62  | 5497.90    | 5.5    | 974.81  | 5361.48    | 5.5            | 384.50 | 2114.74    |
| 5.865      | 1077.95 | 6322.18    | 5.865  | 1044.75 | 6127.46    | 5.865          | 553.21 | 3244.59    |
| 6.23       | 821.63  | 5118.73    | 6.23   | 788.65  | 4913.31    | 6.23           | 539.68 | 3362.21    |
| 6.595      | 731.82  | 4826.33    | 6.595  | 695.56  | 4587.21    | 6.595          | 545.27 | 3596.06    |
| 6.96       | 674.07  | 4691.49    | 6.96   | 632.38  | 4401.34    | 6.96           | 545.85 | 3799.11    |
| 7.325      | 641.06  | 4695.79    | 7.325  | 590.68  | 4326.70    | 7.325          | 542.63 | 3974.73    |
| 7.69       | 618.75  | 4758.18    | 7.69   | 555.42  | 4271.18    | 7.69           | 534.91 | 4113.44    |
| 8.055      | 603.94  | 4864.72    | 8.055  | 519.87  | 4187.56    | 8.055          | 523.36 | 4215.62    |
| 8.42       | 594.09  | 5002.24    | 8.42   | 481.58  | 4054.93    | 8.42           | 508.38 | 4280.57    |
| 8.785      | 625.81  | 5497.73    | 8.785  | 435.46  | 3825.55    | 8.785          | 491.06 | 4313.95    |
| 9.15       | 465.26  | 4257.10    | 9.15   | 536.66  | 4910.39    | 9.15           | 706.03 | 6460.14    |
|            |         |            | 9.9    | 453.90  | 4493.61    | 9.9            | 789.87 | 7819.73    |
|            |         |            | 10.45  | 130.57  | 1364.50    | 10.45          | 685.07 | 7158.95    |
|            |         |            | 11     | 13.68   | 150.51     | 11             | 504.18 | 5545.94    |

表 4.2 等価摩擦直径

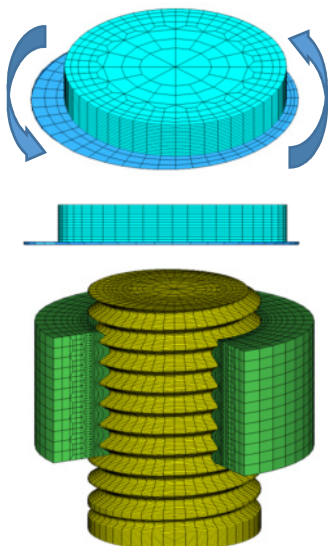
|            | Normal Nut | Nut with Flange | Nut with Skirt |
|------------|------------|-----------------|----------------|
| $d_n$ (mm) | 14.142     | 14.509          | 16.298         |
| $d_n/d$    | 1.414      | 1.451           | 1.630          |

# 螺旋モデルによるフリクションリング付ナットの評価

## 【第 1 章】緒言

本研究では、ねじ山のらせん形状を忠実に再現したらせんモデルにより、フリクションリング付きナットを作成する。そして、トルク法を用いた締め付け過程を解析することにより、締結時のフリクションリングの変形を再現する。また、フリクションリングにかかる軸方向力を比較することにより、フリクションリング付きナットの持つゆるみ止め性能を評価する。

## 【第 2 章】ねじ山らせんモデル

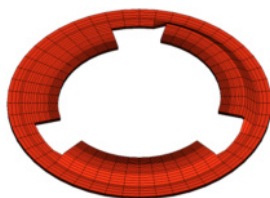
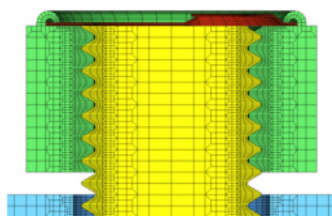


ねじ山らせんモデルは「ねじ山の軸直角断面はどの断面で切っても同じ断面形状になる」という特性を利用して作成する。まずねじ山の中心部となる 1 ピッチ分の高さの円柱を作成する。

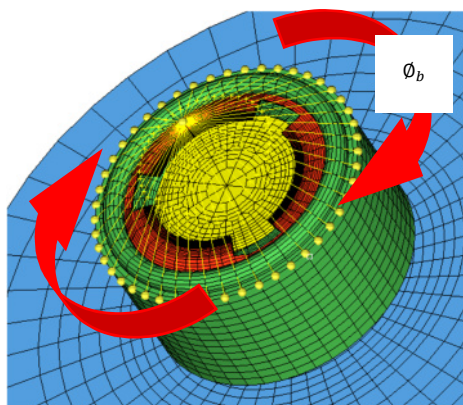
## 【第 3 章】立体構造のフリクションリング付きナットについて

フリクションリングはボルトやナットよりも弱い部材を用いるため、締結時に塑性変形をおこす。これにより、フリクションリングが平らな場合、羽の一部が大きく変形し、ナット解放時に元の形状には戻らな

い。そのために、フリクションリング付きナットは繰り返し使用した際のゆるみ止め効果が低い。そこで考案されたのが羽の立体構造である。

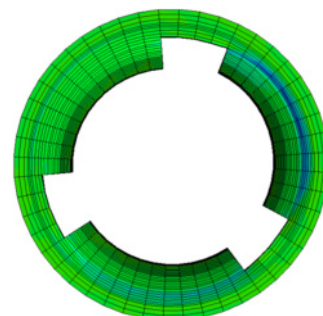
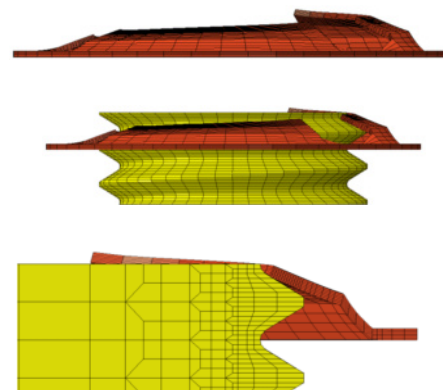


## 【第 4 章】らせんモデルによるボルトの締め付け過程の解析

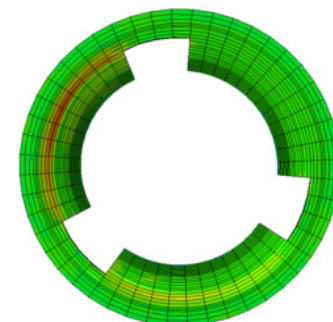


## 【第 5 章】解析結果

### 5.1 フリクションリングの変形



(a)上面



(b)下面

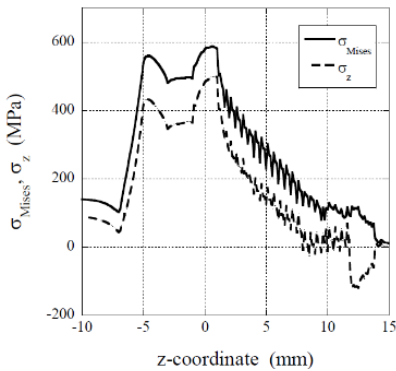
フリクションリングの軸方向応力分布

### 5.2 ねじ谷底の応力分布

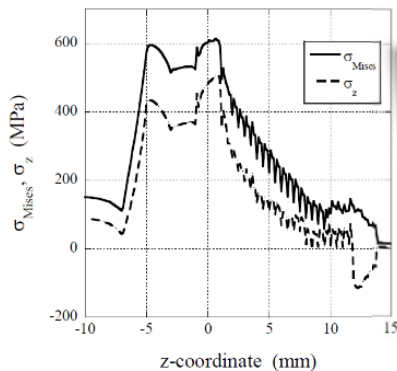
摩擦係数の増加に伴いミーゼス応力は増加したが、軸方向応力は変化がなかった。これは通常のナットで締め付けた際と同様である。このことから、フリクションリングがボルトのねじ谷底応力分布に与える影響はわずかであるといえる。



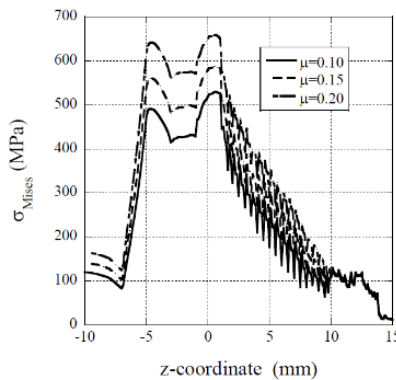




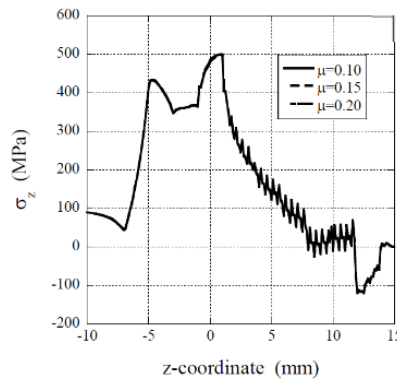
フリクションリング付きナット



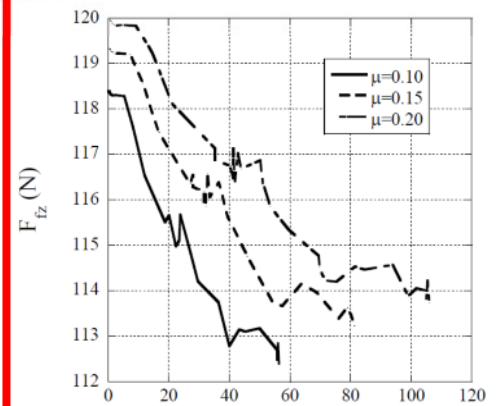
通常のナット



ミゼース応力



軸方向応力



上図は、締め付けトルクとフリクションリングにかかる軸方向力の関係を示す。縦軸はフリクションリングにかかる軸方向力の和  $F_{fz}$  を、横軸は締め付けトルク  $T_t$  を示している。締め付け過程において、ナット座面が被締結体と接触するまでの一回転の間は締め付けトルクの変動が激しい。そのために、上図にはナットが被締結体と接触した後の値のみ採用している。いずれの摩擦係数の時にも締め付けトルク増加に伴い軸方向力はわずかながら減少している。これは締め付けに伴いフリクションリングが塑性変形し、フリクションリングを押し上げる力が減少したためだと考えられる。また、摩擦係数の増加に伴う軸方向力減少の傾きは緩やかである。

### 5.3 フリクションリングにかかる軸方向力

フリクションリングで発生するプリベリಂಗトルクは、以下の式(5.1)で近似される。

$$T_p = \mu_f (r_1 f_1 + r_2 f_2 + \dots) \quad (5.1)$$

上式において、 $T_p$  はプリベリングトルク、 $\mu_{fr}$  はフリクションリングの摩擦係数、 $r_1$ 、 $r_2 \dots$  はフリクションリングとボルトの接触面における各節点の半径、 $f_1$ 、 $f_2 \dots$  はフリクションリングとボルトの接触面における各節点に作用する軸方向節点力である。

フリクションリングは各羽の内縁部でのみボルトと接触しているため、式(5.1)は以下のように変形できる。

$$T_p = r_1 \mu_f (f_1 + f_2 + \dots) \quad (5.2)$$

$$T_p = r_1 \mu_f F_f$$

上式において、 $r_1$  は変形後のフリクションリングの羽の内径、 $F_{fz}$  はフリクション

グとボルトの接触面における各節点に作用する軸方向節点力の和である。

式(5.2)よりプリベリングトルクの比較には、フリクションリングとボルトの接触面における各節点にかかる軸方向力の和を比較すればいいことが分かる。

#### 《注釈》

この評価結果は、神戸大学大学院海事科学研究科、福岡俊道先生にお願いし、研究室にて評価試験を行った記録である。

### 【第6章】結言

フリクションリング付きナットは摩擦係数の高い状況において、高いゆるみ止め性能を発揮するといえる。

## 採用事例



採用業種：自動車メーカー  
採用箇所：コンプレッサー



採用業種：建築  
採用箇所：制震ダンパー



採用業種：医療介護  
採用箇所：介護用ベッド足回り



採用業種：医療介護  
採用箇所：診察用ベッド足回り



採用業種：二輪メーカー  
採用箇所：SUZUKI リアアクスル



採用業種：二輪メーカー  
採用箇所：HONDA ハンドル部



採用業種：厨房機器  
採用箇所：揚げ物設備など



採用業種：土木  
採用箇所：NEXCO 西日本遮音壁



採用業種：建築  
採用箇所：校舎・ビル



採用業種：土木  
採用箇所：ガードレール





採用業種：土木

採用箇所：グレーチング止め部材



採用業種：土木

採用箇所：標識落下防止用部材



採用業種：飲料

採用箇所：製氷機部



採用業種：電器

採用箇所：電子レンジ FAN 留め



採用業種：自動車メーカー

採用箇所：インホイールモーター



採用業種：二輪カスタム部品メーカー

採用箇所：カスタムパーツ



写真：感知バー付きモデル LL タイプ

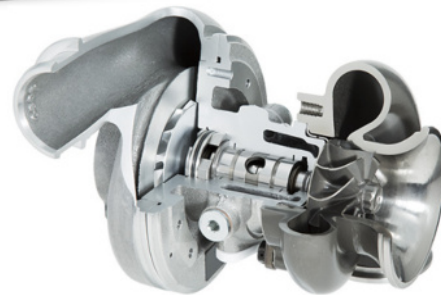
採用業種：建築

採用箇所：作業台



採用業種：遊具

採用箇所：ブランコ



採用業種：自動車メーカー

採用箇所：ターボチャージャー

#### 写真紹介以外の採用実績の業種

- 二輪・四輪
- 運搬・輸送
- 車両
- 建機・重機
- 産業機械
- 機械器具
- 土木・建築・住宅
- 家電
- ソーラーパネル

#### 《E-LOCK の製造における取り組み》

設計開発から材料調達、難成形品の圧造、ねじ加工、組込プレスまで、一部の工程（熱処理・表面処理など）を除く全工程の内製化による【自社一貫生産体制】を整え、全工程で徹底した品質管理を行い、万全な管理体制を構築しております。製造工程すべてに関わるノウハウが集積され、弊社独自の技術が蓄積されていくことによって、更なる製品開発への挑戦に活用され、よりお客様に満足して頂けるモノづくりへと繋げています。

(2019.4.1)