

軸対象モデルによるスカート(座繰)付ナットの評価 (2)

第4章 解析結果

4.1 ナット座面の面圧分布

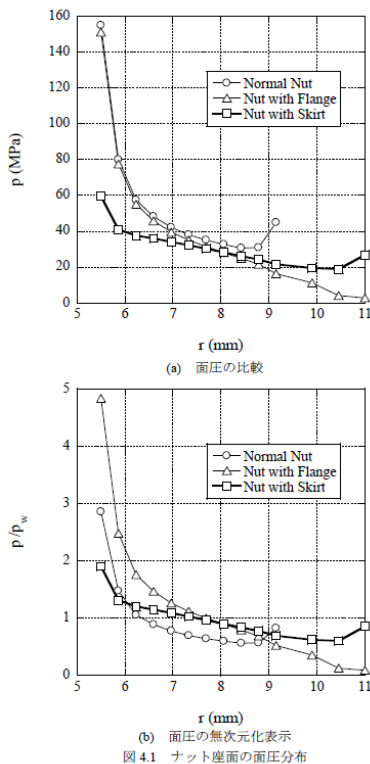


図 4.1 ナット座面の面圧分布

図 4.1 (a) に、ボルト軸力 σ_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。

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

上式において、 d_{nu} 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。

$$\mu_{nu}(r_1 f_1 + r_2 f_2 + \dots) = \mu_{nu} \times \frac{1}{2} d_{nu} \times F_b$$

$$d_{nu} = \frac{2(r_1 f_1 + r_2 f_2 + \dots)}{F_b} \quad (4.2)$$

上式において、 d_{nu} 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。

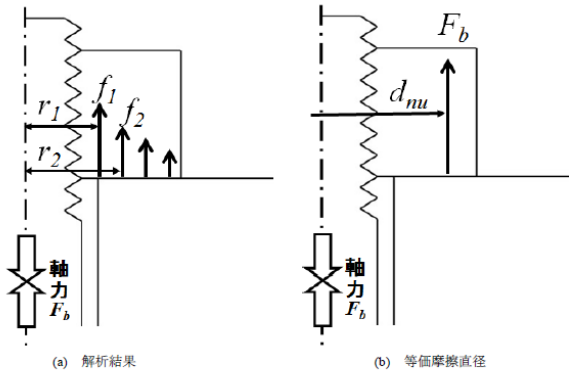


図 4.2 等価摩擦直径の概念図

《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。

《お知らせ》

次号からは、ねじ山らせんモデルによるフリクションリング付きナットの評価についてお届けしたいと考えております。

《お問い合わせについて》

尚、ProductsNew Vol.30 Vol.31に記載された内容について、画像資料を抜粋して貼り付けたておりますので文字が小さく、判別しにくい箇所が存在します。正式な書面が必要な場合は、別途弊社までお問い合わせ頂ければ原本の配信をさせていただきます。よろしく申し上げます。

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、スカート（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。

表 4.1 解析結果

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

表 4.2 等価摩擦直径

	Normal Nut	Nut with Flange	Nut with Skirt
d _{eq} (mm)	14.142	14.509	16.298
d _{eq} /d	1.414	1.451	1.630

第 5 章 結言

1. スカート（座繰）付ナットおよびフランジ付きナットを再現した軸対称モデルを作成し、解析を行った。
2. スカート（座繰）付ナットおよびフランジ付きナットにおいて、ナット座面の等価摩擦直径が増加することを確認した。
3. 等価摩擦直径増大の程度は、フランジ付きナットよりもスカート（座繰）付ナットの方が大きいことが分かった。