

ねじボルト締結体のゆるみに関する余寿命評価の一考察

はれやま そういち やまもと しんや

(東京都立大学*・タクスト**) ○晴山蒼一*・山本晋也**

1. 緒言

ねじは機械構造物、インフラ、プラント装置など多くの工業製品で使用され重要な役割を果たしている。ねじは長い歴史を持った機械要素であるにもかかわらず、今日でも特に石油化学機器などでも締付け不良、ゆるみ、強度不足などに起因したトラブルが後を絶たず、事前寿命予測が必要であった。本研究では、ねじゆるみ現象の定式化とゆるみ寿命推定法、その見える化および余寿命予測法について検討した。

2. ねじのゆるみ現象

1は機械に使用されているボルトの陥没型のゆるみ現象の一例である。締付け初期に5～10%程度の軸力減少が起こるがその後は漸減元傾向である。図2には同じボルトの実稼働時のゆるみ現象である。

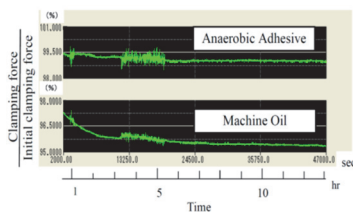


Fig. 1 Depression type loosening

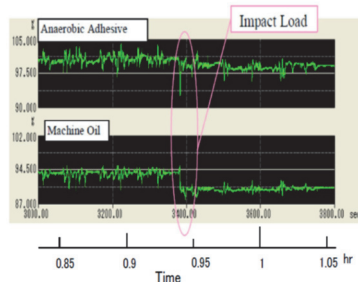


Fig. 2 Working load type loosening

衝撃的な荷重によりマシン油潤滑で締結したボルト締付け力（軸力）は低下したままである。一方、嫌気性接着剤で締結したボルトも瞬間的に締付け力は低下するが直後に元の締付け力を回復し、有効なゆるみ止め効果が観測されている。

これらの現象を図3に示すように両対数紙にプロットすると強い線形関係が得られる。この図から、軸力

が70%目で低下（ゆるむ）するまでの寿命などを推定でき余寿命予測法として活用できそうである。その回帰直線は次式のように整理できる。

$$\log r = a + b \times \log h \quad (1)$$

ここで、 h : Operation Interval (hour)

r : (Measured Clamping Force)/(Initial Clamping Force)

a, b : Constants

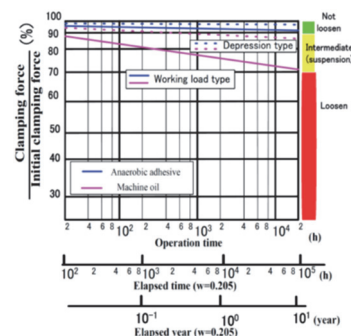


Fig. 3 Prediction diagram for loosening lifetime

これらの関係を求める方法として図4のような軸力表示機能付きボルトを用い、ユンカー式ゆるみ試験機で行ったゆるみ実験結果を図5に示す。これらの結果からボルトのゆるみに関する見える化および余寿命評価を行う一方法を確立した。



Fig. 4 Axial force indicator bolt

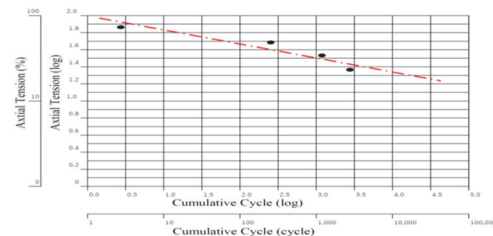


Fig. 5 Loosening test result by Junker's Style machine

- 1) Hareyama, S., Manabe, K., Nakashima, M., Proceedings of the ASME IMECE2012-86415.
- 2) Hareyama, S., Manabe, K., Kobayashi, S., Proceedings of the ASME PVP2022-80082, pp. 1-10.