

アンギュラ玉軸受の接触問題の FEM 解析

FEM developed for contact analysis of angular ball bearings

By Prof. Shuting Li

1. 概要

機械を設計する時には、選定した軸受の支持剛性や使用寿命を知る必要があり、また機械に使用した軸受が破損した場合には、選定した軸受の接触面圧や内部せん断応力及び油膜厚みを知る必要もある。しかし軸受の支持剛性、接触面圧、油膜厚み及びせん断応力を簡単に計算できないため、筆者は三次元有限要素法（3D-FEM）を用いて軸受の接触問題を解析できる数値解析法を提案したとともに、これらの計算ができるソフトウェアも開発した。ここで、開発したソフトで解析したアンギュラ玉軸受の面圧分布を紹介し、この研究の詳細については参考文献⁽¹⁻²⁾をご参照ください。

本研究で開発した FEM ソフトの特徴は、普通のパソコンでアンギュラ玉軸受の接触問題が解析できるようになり、Abaqus のように FEM 解析のためのモデリングをする必要がなく、軸受の寸法とラジアル荷重やアキシャル荷重、曲げモーメントをソフトに入力すれば、ソフトはすべて自動で解析してくれることである。

2. アンギュラ玉軸受の構造と寸法

研究対象とするアンギュラ玉軸受の構造寸法を図1に示す。ボール直径は 10.3188mm であり、ボール数は 32 個である。また接触角は 30 度であり、軌道面半径は 5.365776mm である。

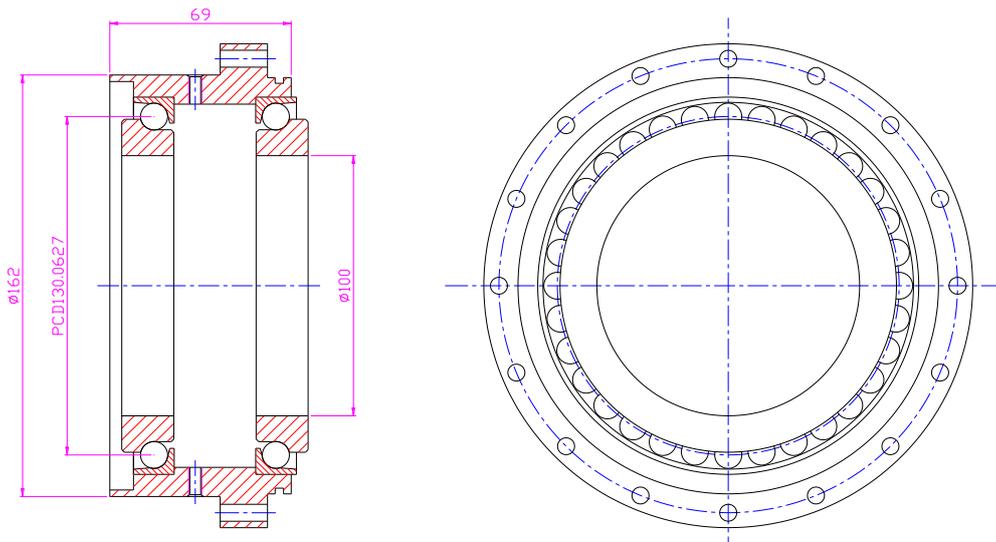


図1 研究対象とするアンギュラ玉軸受の構造寸法図

3. 接触解析のための FEM モデル

アンギュラ玉軸受の接触解析を弾性体の接触問題として取り扱う。図2はアンギュラ玉軸受の接触解析のために用いたものである。ラジアル方向の接触解析を行う時には、図2の上方から下向きにラジアル荷重を加えて接触解析をすれば、図2に示す軸受上部の1～15番ボール上の面圧が得られる。アキシアル方向の接触解析を行う場合には、アキシアル方向に荷重を加えればよいことになる。

図3にアンギュラ玉軸受の要素分割図及び接触部の拡大図を示している。

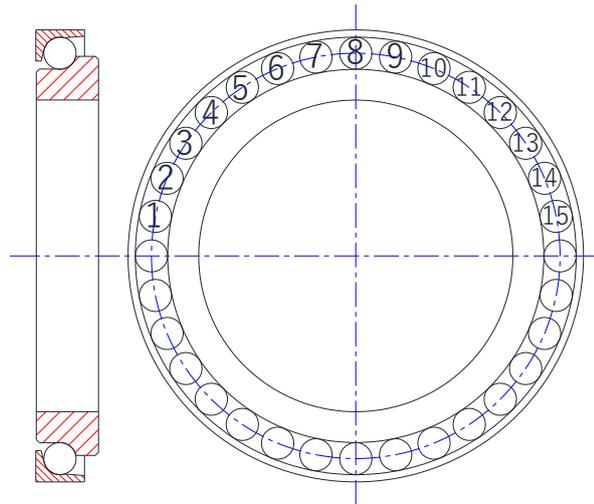


図2 接触解析要モデル及び FEM 要素分割

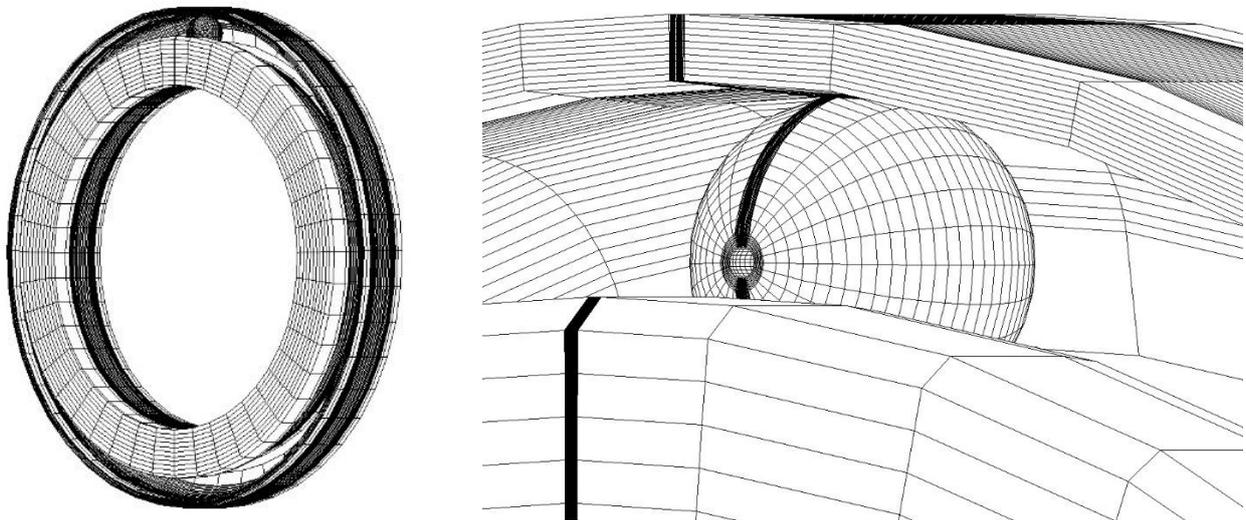


図3 要素分割パターン

4. アキシアル方向の接触解析

アキシアル方向の接触解析により得られたアンギュラ玉軸受のボール上下表面の面圧分布を図4に示

す。図4(a)はボール上表面（外輪軌道面との接触面）の面圧分布であり、図4(b)はボール下表面（内輪軌道面との接触面）の面圧分布である。

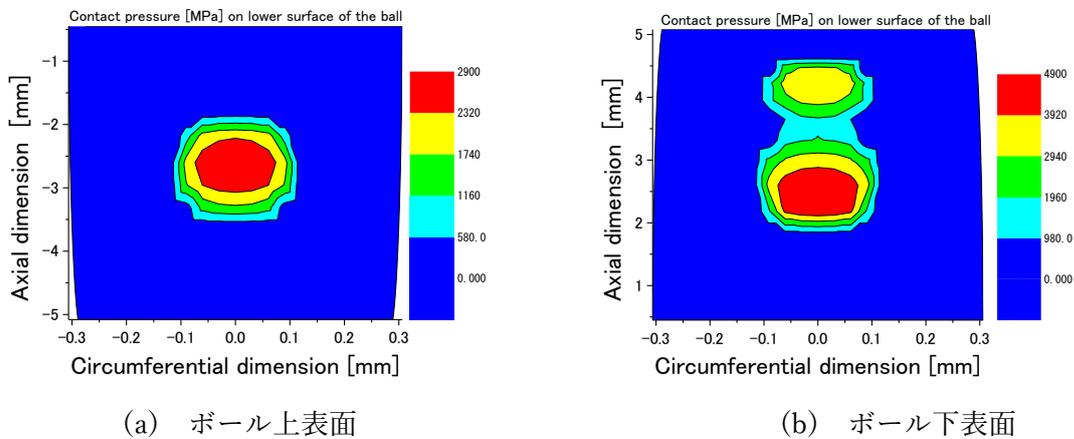


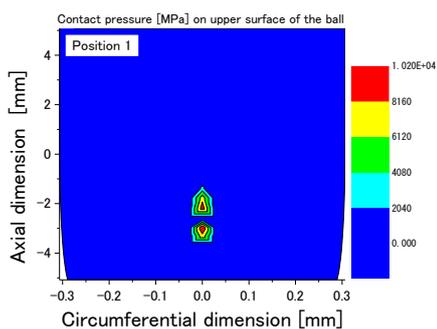
図4 ボール表面の面圧分布

5. ラジアル方向の接触解析

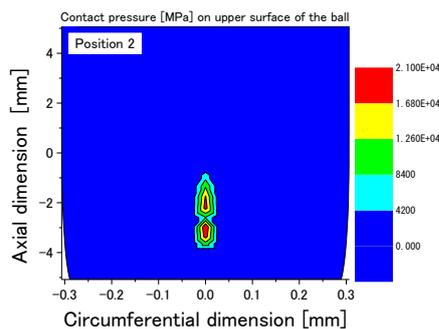
ラジアル方向の接触解析により得られたアンギュラ玉軸受のボール上下表面の面圧分布を図5と図6に示す。図5(a)~(h)はボール上表面（外輪軌道面との接触面）の面圧分布であり、図6(a)~(h)はボール下表面（内輪軌道面との接触面）の面圧分布である。

参考文献：

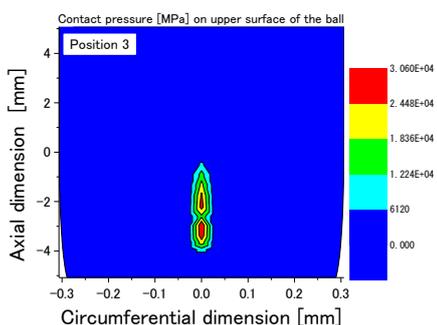
- (1) Shuting Li, “Strength analysis of the roller bearing with a crowning and misalignment error”, **Engineering Failure Analysis**, Vol. 123, 2021, pp.1-15
- (2) Shuting Li, “A mathematical model and numeric method for contact analysis of rolling bearings”, **Mechanism and Machine Theory**, Vol. 119, 2018, pp.61-73



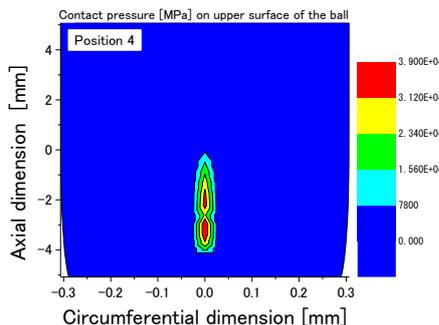
(a) Ball No.1



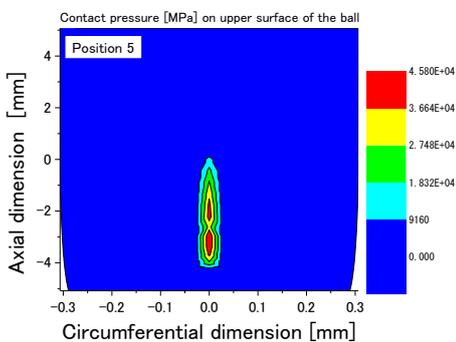
(b) Ball No.2



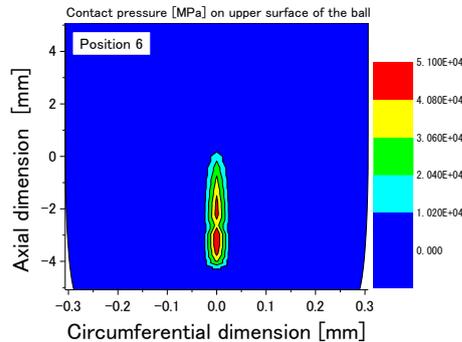
(c) Ball No.3



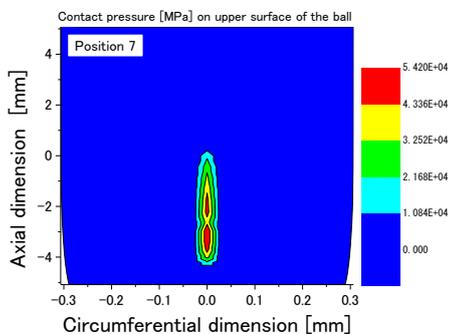
(d) Ball No.4



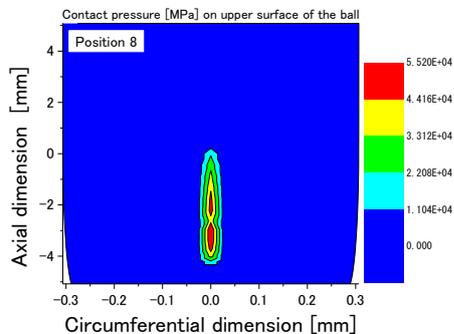
(e) Ball No.5



(f) Ball No.6

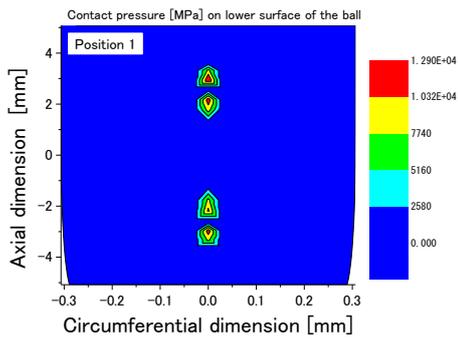


(g) Ball No.7

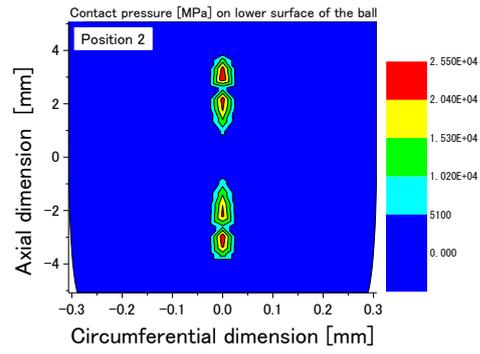


(h) Ball No.8

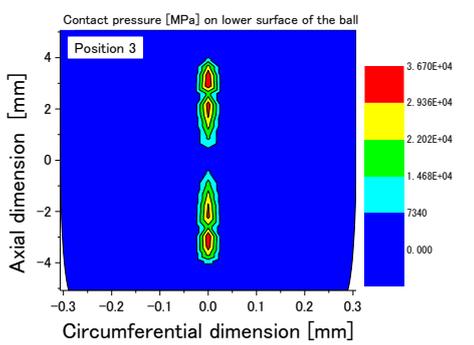
図5 ボール上表面（外輪軌道面との接触面）の面圧分布



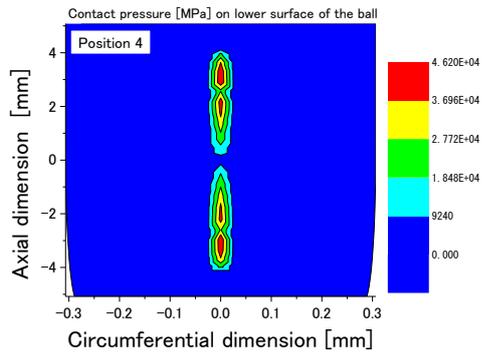
(b) Ball No.1



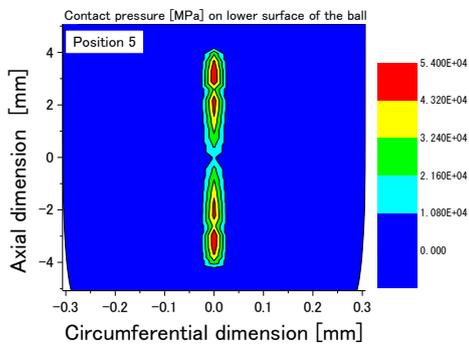
(b) Ball No.2



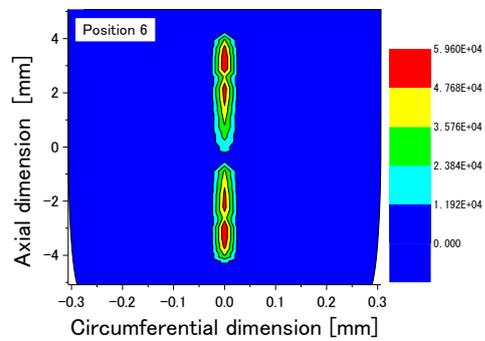
(c) Ball No.3



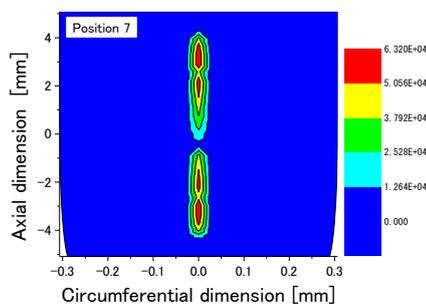
(d) Ball No.4



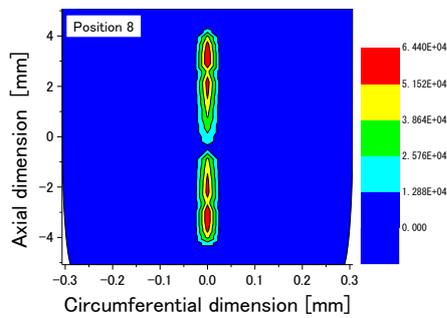
(e) Ball No.5



(f) Ball No.6



(g) Ball No.7



(h) Ball No.8

図6 ボール下表面（内輪軌道面との接触面）の面圧分布