

## クロスローラー軸受の接触問題の FEM 解析

FEM developed for contact analysis of cross-roller bearings

By Prof. Shuting Li

### 1. 概要

機械設計を行う際には、軸受の支持剛性、負荷能力及び使用寿命を前もって知る必要があるため、理論上で転がり軸受の接触問題（支持剛性、面圧とせん断応力など）が解析できるようにすることが極めて重要である。その中でクロスローラー軸受は、他の単列軸受と同じスペースで、ラジアル荷重・アキシャル荷重・曲げモーメント荷重を受けられるため、幅が取れない機械装置に用いられている。クロスローラー軸受は実用化されているが、いまだにこの軸受の支持剛性、耐曲げモーメント能力、面圧分布及び接触面下のせん断応力を精確に求めることができなく、寿命計算方法もまだ確立されていない。

軸受の接触問題を解析するために、筆者は20年以上をかけて三次元有限要素法（3D-FEM）を用いた軸受の接触問題を解析できる数値解析法を開発したとともに、専用ソフトウェアも開発した。このソフトの特徴は、普通のパソコンで軸受の接触問題が解析できるようになり、またAbaqusのようにFEM解析のためのモデリングを行う必要がなく、軸受の寸法と軸受に加わるラジアル荷重、アキシャル荷重及び曲げモーメントをソフトに入力すれば、軸受の内部荷重、接触面圧、せん断応力及び支持剛性を自動で解析できるようになる。

軸受の内部荷重分布が分かれば、玉と内・外輪軌道面之间存在する油膜厚みの計算もできるようになる。解析理論の詳細については参考文献<sup>(1-2)</sup>をご参照ください。

### 2. 軸受の構造と寸法

研究対象とするクロスローラー軸受の構造寸法図を図1に示す。ころ直径は11.6mm、片側のころの数は11個である。図1に示すように7個のころ（1～7番）を用いて接触解析を行った。

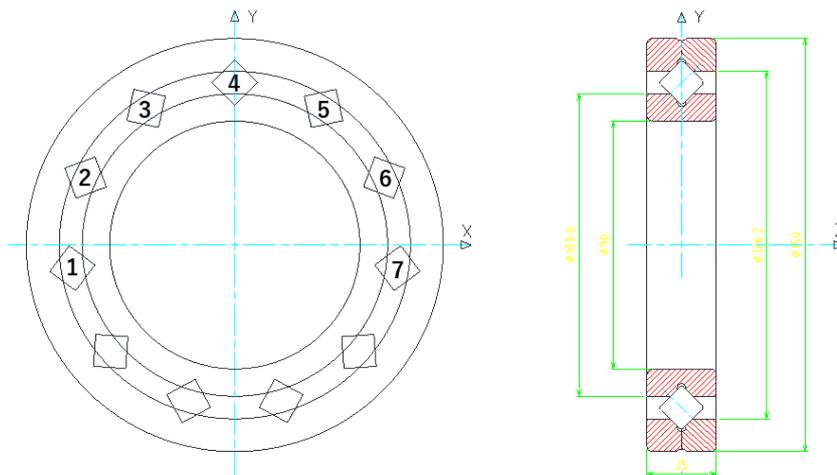


図1 研究対象とするクロスローラー軸受の構造寸法図

### 3. 接触解析のための FEM モデル

クロスローラー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 にクロスローラー軸受の接触解析のために用いた FEM モデルを示す。ラジアル方向の接触解析は軸受の上方から下向きのラジアル荷重を加えるように行われる。アキシアル方向の接触解析はアキシアル方向に荷重を加えるように行われる。

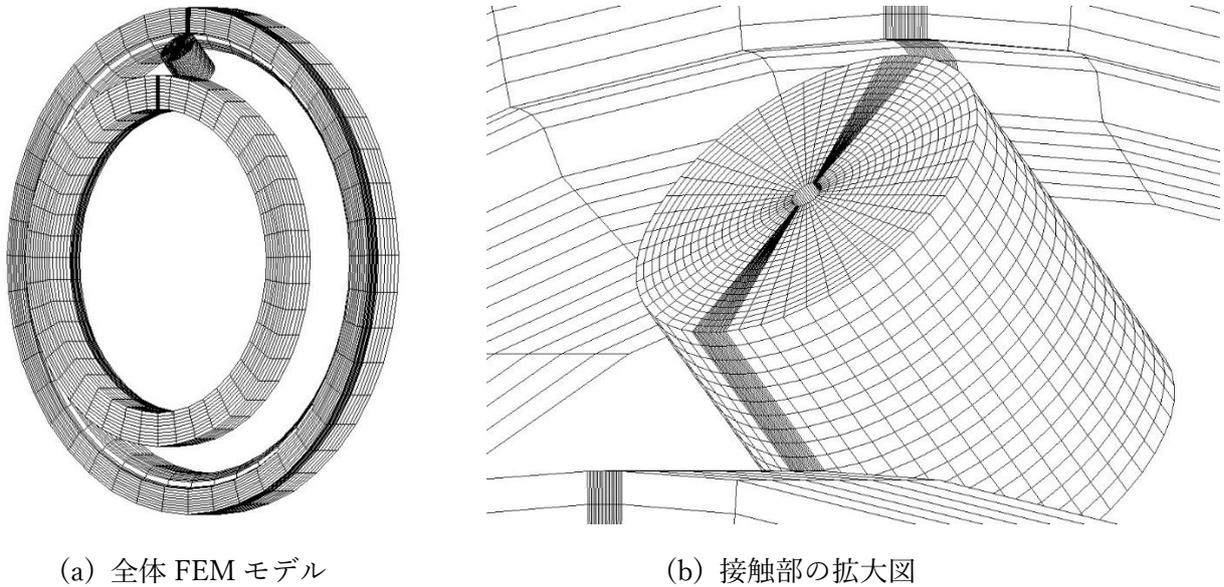


図 2 接触解析のための FEM モデル及び要素分割パターン

### 4. 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クロスローラー軸受のころ下表面の面圧分布を図 3 に示す。図 3 (a)~(c) は図 1 に示す 2 番, 3 番と 4 番ころの下表面 (内輪軌道面との接触面) の面圧分布である。

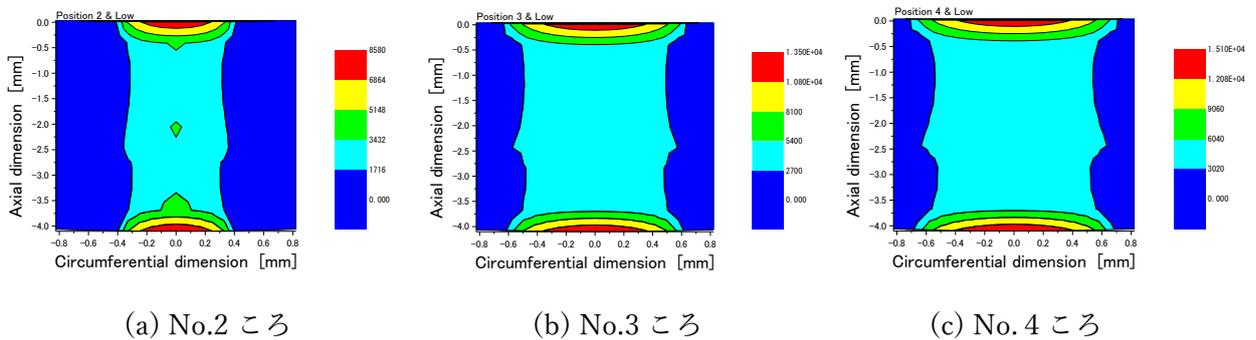
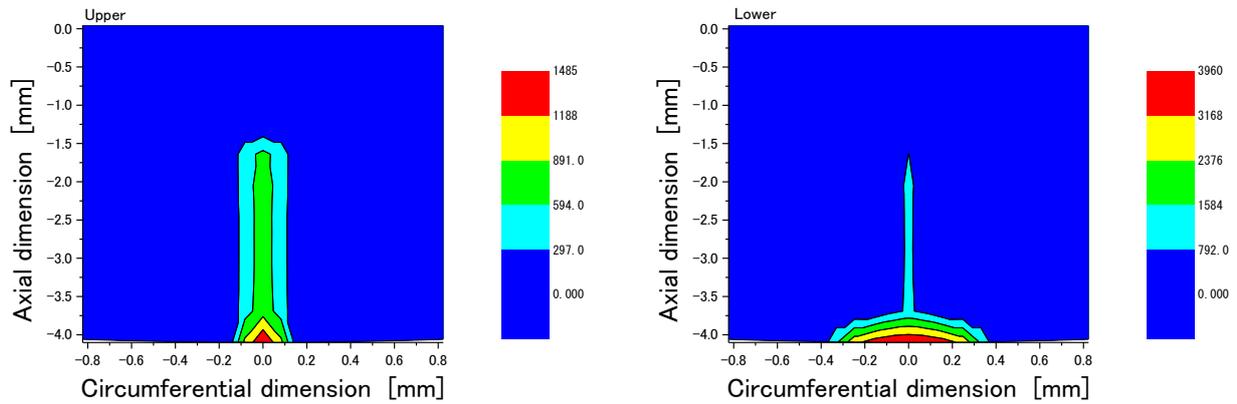


図 3 ころ下部表面の接触部面圧分布(MPa)

### 5. 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クロスローラー軸受のころ上下表面の面圧分布を図 4 に示

す。図4(a)と(b)はそれぞれころ上下表面の面圧分布である。



(a) ころ上部表面

(b) ころ下部表面

図4 ころ上下表面の接触部面圧分布(MPa)

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