

図2 設計計算した一对の外平歯車のかみあい様子 (AutoCAD ソフトで描かれた)

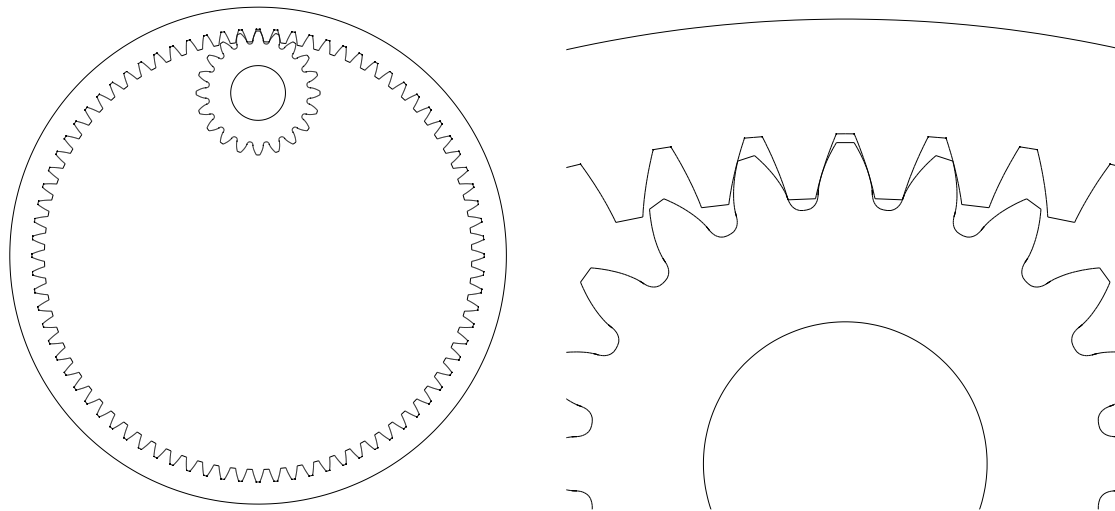


図3 設計計算した内平歯車のかみあい様子 (AutoCAD ソフトで描かれた)

### 3. 一对の外平歯車の接触強度の数値解析

歯面修整、歯面加工誤差及び組立誤差を考慮した場合には、筆者が開発した専用三次元有限要素法ソフトを用いて、一对の平歯車接触強度を解析した。ここで計算した歯面面圧を簡単に紹介し、歯元曲げ応力や研究の詳細について、参考文献<sup>(1-3)</sup>をご参照ください。

図4(a)に一对の外平歯車の接触解析のための FEM モデルを、図4(b)に歯のかみあい様子を示している。図5に歯面の接触領域を示している。図5に示すように赤い斜線でハッチングした部分は歯の接触問題を解析するために用いたエリアであり、接触領域と呼ばれる。X軸は歯すじ方向、Y軸は歯形方向を表している。

図6は理想歯車(加工誤差、組立誤差、歯形修整のない歯車)の歯面面圧分布の等高線図である。図7は測定したホブ切りされた平歯車の実際の歯面形状(歯面加工誤差)である。この歯面形状を用いて歯車の接触強度を解析すると、図6に示す歯面面圧は図7に示す結果となる。従って、歯面加工誤差は歯面面圧分布に大きな影響を与えていることが分かる。

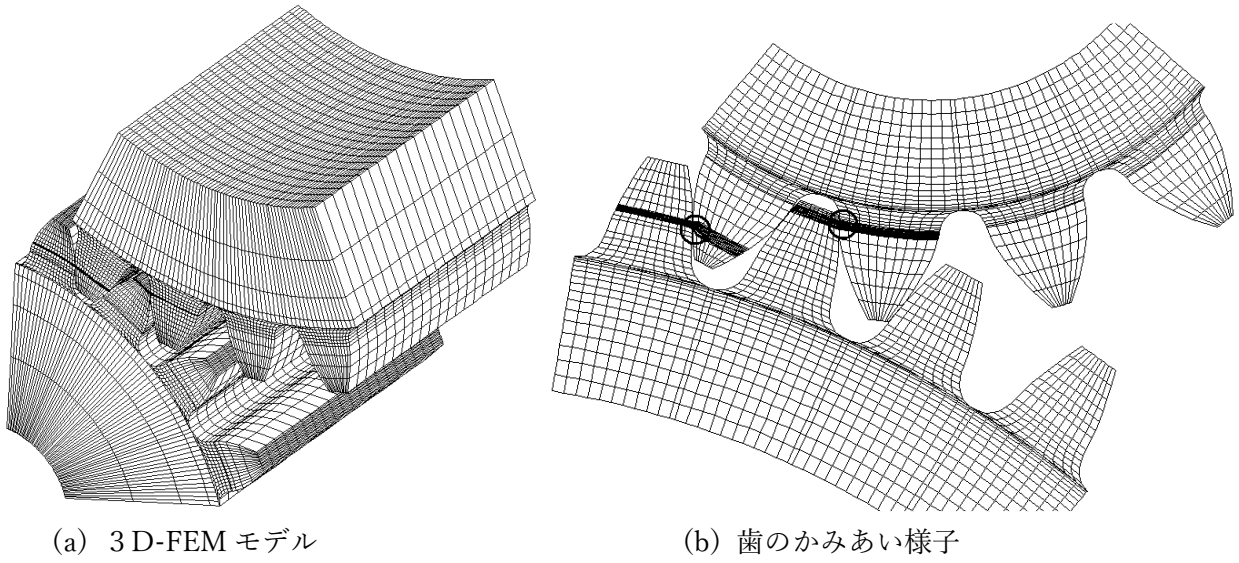


図4 一对の平歯車の接触解析用3D-FEMモデル

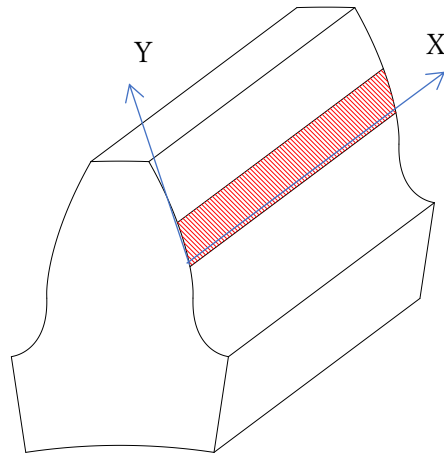


図5 歯面における接触解析の領域 (X軸=歯すじ； Y軸=歯形)

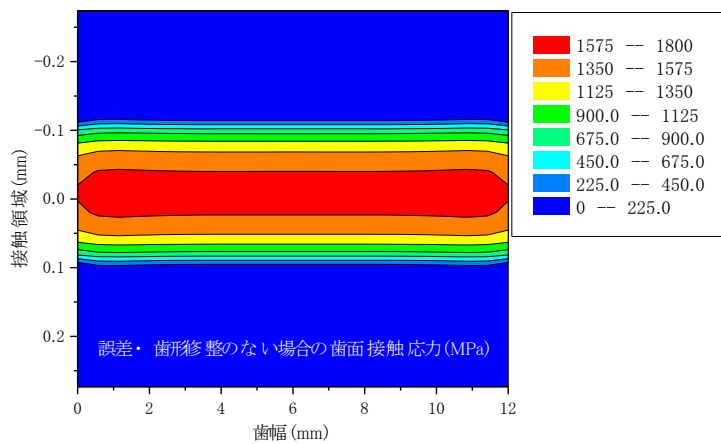


図6 理想歯車の接触領域における歯面面圧分布の等高線図

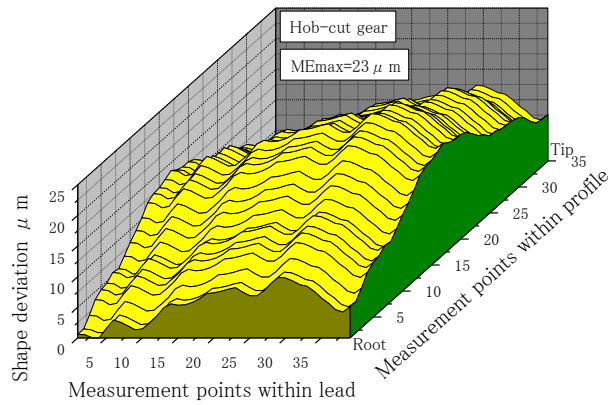


図7 ホブ切りした平歯車の歯面加工誤差の測定値

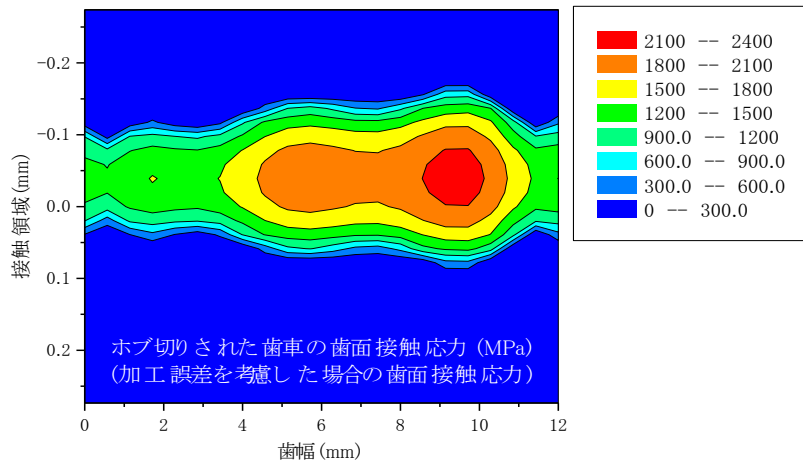


図8 歯面加工誤差を考慮した場合の歯面面圧分布の等高線図

図9に歯車にミスアライメント誤差がある時の歯の接触様子を示している。このミスアライメント誤差を考慮して歯の接触強度を解析すると、歯面面圧は図6から図10に示すように変わった。

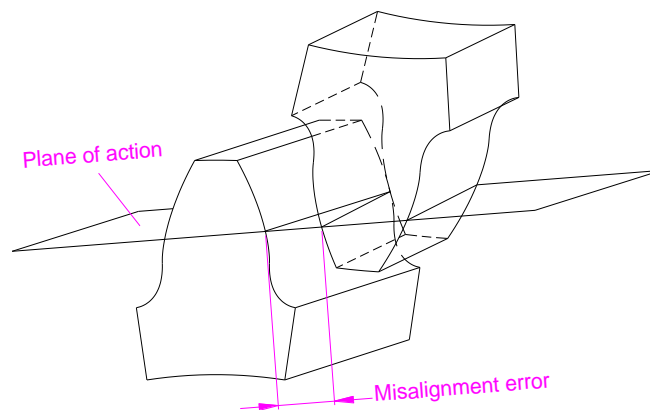


図9 ミスアライメント誤差がある時の歯の接触様子

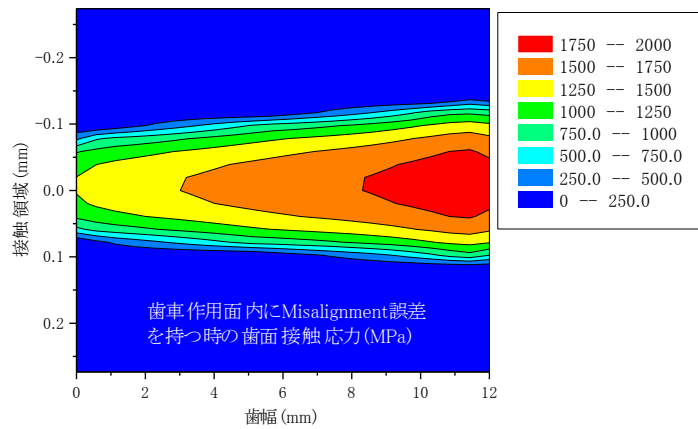


図10 ミスアライメント誤差がある時の歯面接触面圧分布

図11に歯の歯すじをクラウニングする様子を示している。歯の歯すじをクラウニングした場合には、歯車の歯面面圧は図6から図12に示すように変わった。

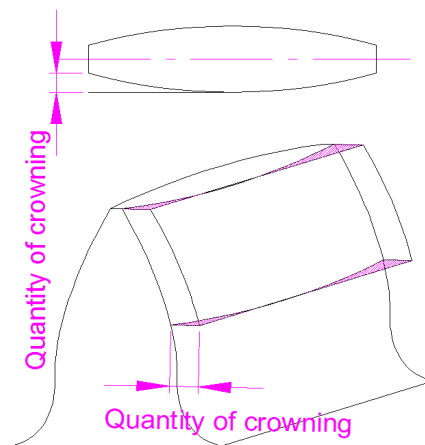


図11 歯すじクラウニング修整の様子

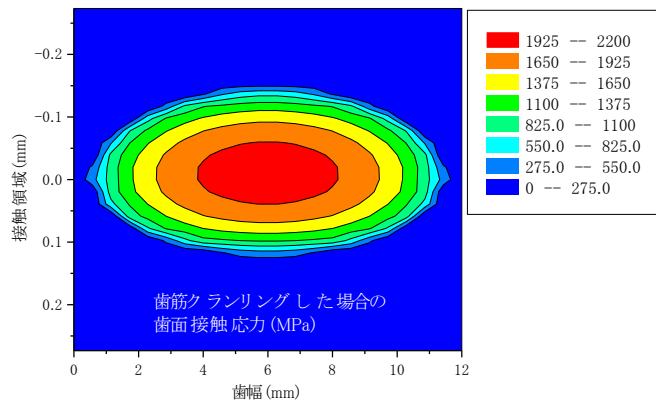


図12 歯すじがクラウニング修整された歯車の歯面接触面圧分布

2023年8月22日

図13に歯の歯形を修整する様子を示している。図13に示すように歯形を修整した場合には、歯面圧分布は図14から図15に示すように変わった。(図14以後の結果は別諸元の歯車で解析されたものである)

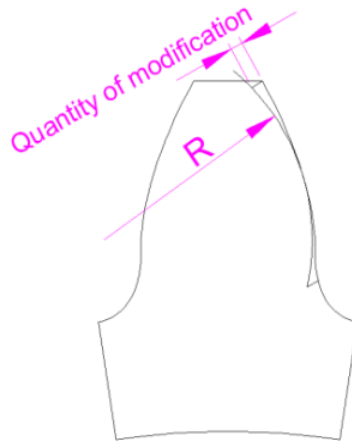


図13 歯形修整の様子

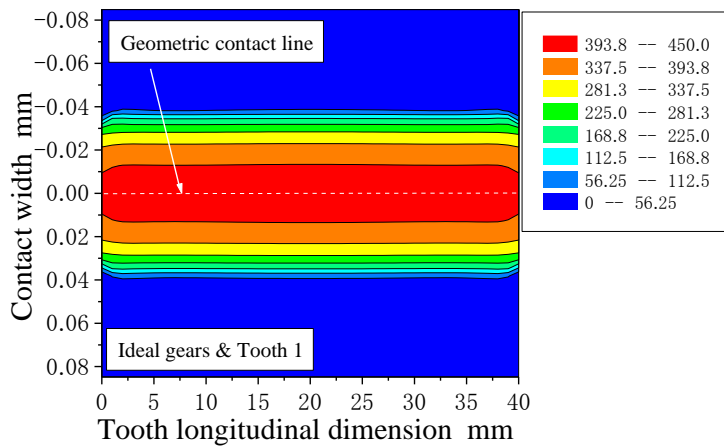


図14 歯形修整前の歯面接触面圧分布の等高線図

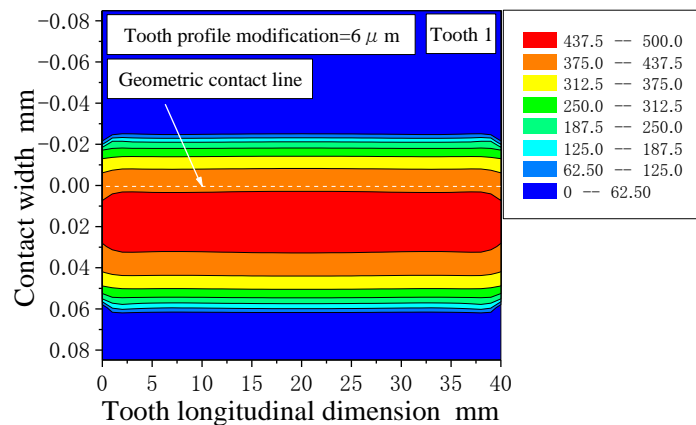


図15 歯形修整後の歯面接触面圧分布の等高線図

2023年8月22日

図16に歯すじをレリービングする様子を示している。面取りみたいで歯すじをレリービングする場合には、レリービング直線と歯すじ直線との交点に丸みをつけていないため、歯面面圧は図14から図17に示すように変わった。図17より、二つの交点部において、エッジロードが発生していることが分かった。二つの交点で形状が尖らないようにするめに、円弧でレリービング直線と歯すじ直線を滑らかに連結すれば、歯面面圧は図17から図18に示すように変わった。

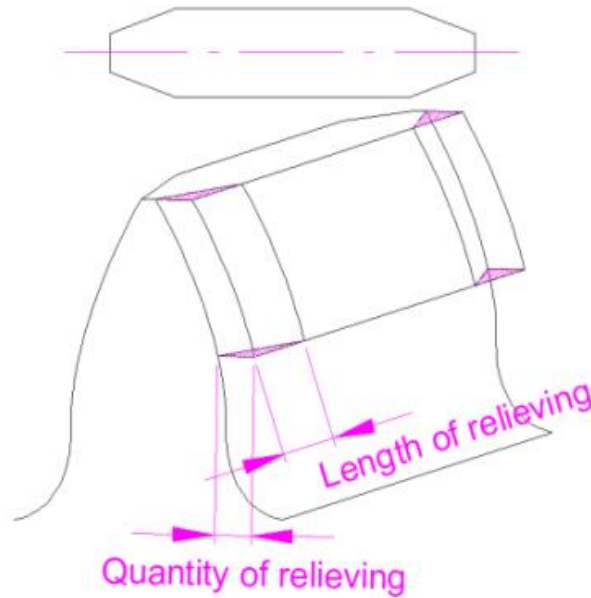


図16 歯すじレリービング修整の様子

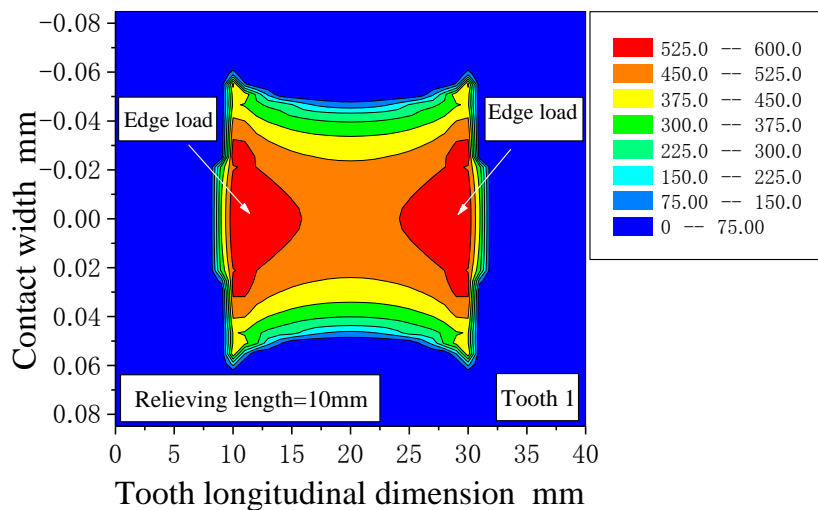


図17 歯すじレリービング後の歯面面圧分布（交点で尖る場合）

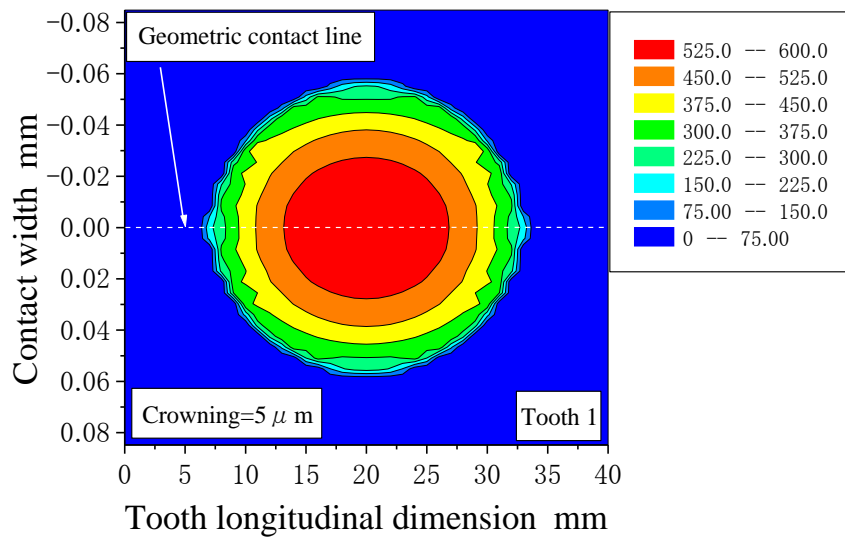


図18 歯すじレリービング後の歯面面圧分布（交点で尖らない場合）

参考文献：

- (1) Shuting Li, "Finite element analyses for contact strength and bending strength of a pair of spur gear with machining errors, assembly errors and tooth modifications", Mechanism and Machine Theory, Elsevier Press, Vol.42, Issue 1, pp.88-114, 2007
- (2) Shuting Li, "Effects of machining errors, assembly errors and tooth modifications on load-carrying capacity, load-sharing rate and transmission error of a pair of spur gear", Mechanism and Machine Theory, Elsevier Press, Vol.42, Issue 6, pp.698-726, 2007
- (3) Shuting Li, "Effects of misalignment error, tooth modifications and transmitted torque on tooth engagements of a pair of spur gears", Mechanism and Machine Theory, Elsevier Press, Vol. 83, 2015, pp.125-136