

【付録：L】
フラッシュ温度解析例

L.1 歯車諸元と実験装置

[45] CT-FEM Opera iiiのフラッシュ温度解析結果と硬化歯車の高面圧時表面温度評価手法に関する基礎的研究¹⁾の成果と比較した。なお、フラッシュ温度の計測方法については上記論文を参照されたい。歯車諸元を表L.1に、歯車と実験装置を図L.1に示す。

表 L.1 歯車諸元

item	unit	drive gear	driven gear
Module	mm	20	5
Number of teeth	-----	20	20
Pressure angle	deg.	20	20
Helix angle	deg.	0	0
Profile shift factor	-----	0	0
Reference diameter	mm	100	100
Tip diameter	mm	110	110
Root diameter	mm	87.5	87.5
Face width	mm	5	55
Center distance	mm	100	100
Material	-----	S55C	SUS316
Elastic moduli	GPa	206	193
Poisson's ratio	-----	0.3	0.3
Torque	N・m	20	---
Speed	min ⁻¹	60	---
Surface roughness (Rz)	μm	3.0	3.0
Thermal conductivities	W/(m・K)	50.2	16.3
Density	g/cm ³	7.84	8.03
Specific heat	J/(kg・K)	490	502
Oil temperature	℃	---	20

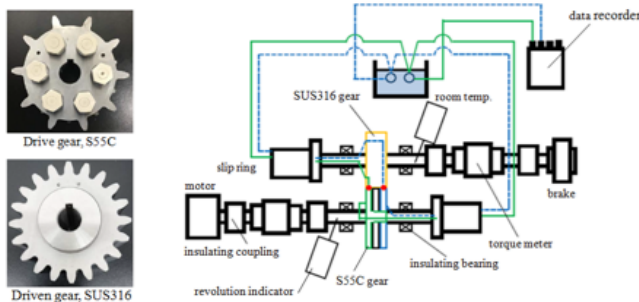
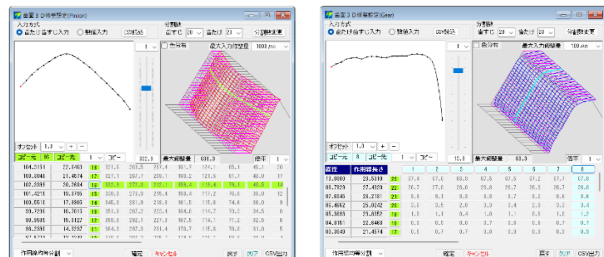


図 L.1 歯車と実験装置¹⁾

L.2 フラッシュ温度解析

実験用歯車の歯面には歯面修整が施されており、解析時の歯面修整は、検査表に基づき図L.2のように設定した。負荷は図L.3のように $T_1=20.891\text{Nm}$ であり図L.1の実験用歯車は常に1歯接触するため図L.3でピッチ偏差を与えた。回転速度は図L.4のように $n=59.851\text{min}^{-1}$ であり、歯面粗さは $R_z=3.0$ としている。また、駆動歯車の材料(S55C)と被動歯車材料(SUS316)の熱伝導率を設定している。潤滑油の物性を図L.5に示す。解析結果として歯面応力を図L.6に、摩擦係数分布を図L.7に、そしてラッシュ温度解析結果を図L.8に示す。



(a) ピニオン

(b) ギヤ

図 L.2 歯面修整



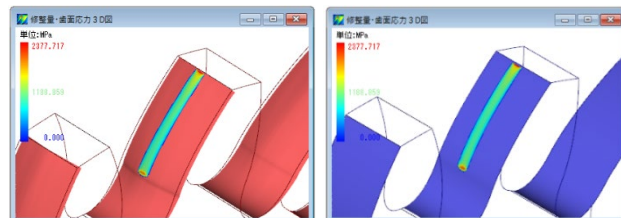
図 L.3 トルク他



図 L.4 回転速度、歯面粗さなど



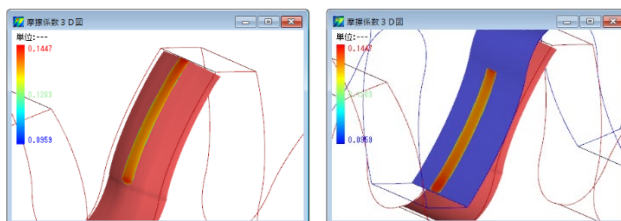
図 L.5 潤滑油



(a) ピニオン

(b) ギヤ

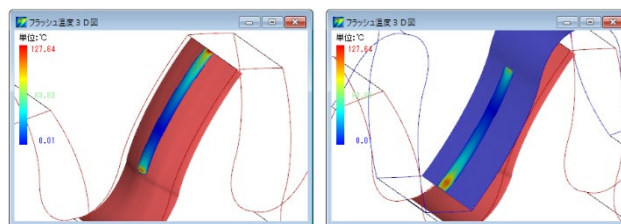
図 L.6 歯面応力, $\sigma_{Hmax}=2378\text{MPa}$



(a) ピニオン

(b) ギヤ

図 L.7 摩擦係数, $\mu_{max}=0.145$



(a) ピニオン

(b) ギヤ

図 L.8 フラッシュ温度解析結果, $T_{fmax}=127.6\text{K}$

フラッシュ温度の実験結果と解析結果を図 L.9 に示す。この解析結果（端部解析）と実験結果を比較すると温度上昇の傾向や歯元側の温度変化、そして歯先側の温度変化も最大温度も良く一致している。

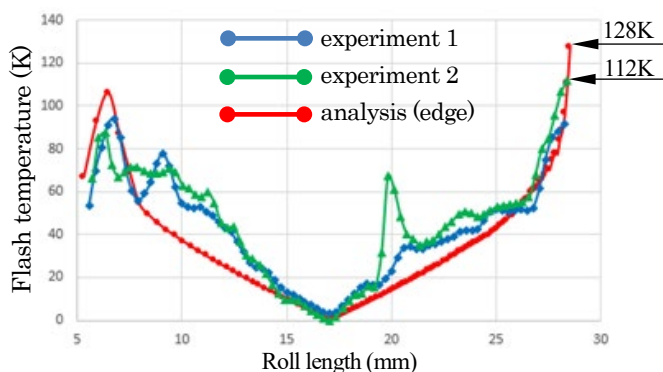
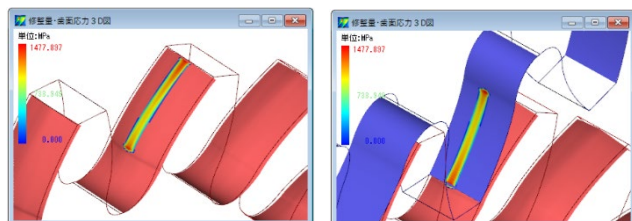


図 L.9 フラッシュ温度の実験と解析（端部解析）

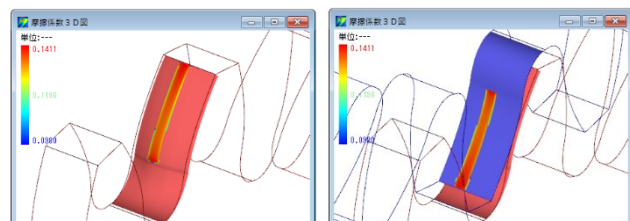
次に、端部解析せず歯面のみを解析をすると歯面応力は、図 L.10 のように $\sigma_{Hmax}=1478\text{MPa}$ であり、摩擦係数は、図 L.11 のように $\mu_{max}=0.141$ 、フラッシュ温度は、図 L.12 のように $Tf_{lmax}=77.7\text{ K}$ となる。

図 L.3 の設定で端部解析を無効（歯面のみを解析）とした解析結果と図 L.9 の解析結果を比較すると図 L.13 のように歯元部で 32K、歯先部では 50K の温度差が認められる。



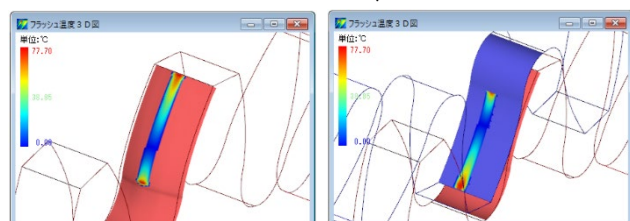
(a) ピニオン (b) ギヤ

図 L.10 歯面応力, $\sigma_{Hmax}=1478\text{MPa}$



(a) ピニオン (b) ギヤ

図 L.11 摩擦係数, $\mu_{max}=0.141$



(a) ピニオン (b) ギヤ

図 L.12 フラッシュ温度解析結果, $Tf_{lmax}=77.7\text{ K}$

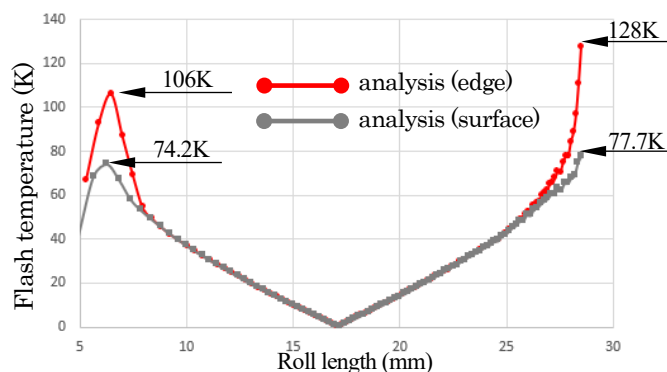


図 L.13 フラッシュ温度の実験と解析（端部解析無効）

L.3 まとめ

- (1) フラッシュ温度の解析結果（端部解析）は、図 L.9 のように実験結果と良く一致している。
- (2) 端部解析と歯面のみを解析では歯元部、歯先部で解析温度の違いが認められる。
- (3) 本件場合、端部解析が有用であることがわかる。

参考文献

- 1) 東崎, 松下, 隅谷, 後藤, 田中, 機論, 硬化歯車の高面圧時表面温度評価手法に関する基礎的研究, Vol.83, No.854, 2017, Doi:10.1299/transjsme.17-00272