

### [31]AGMA925-A03 (Scoring)

#### Effect of Lubrication on Gear Surface Distress

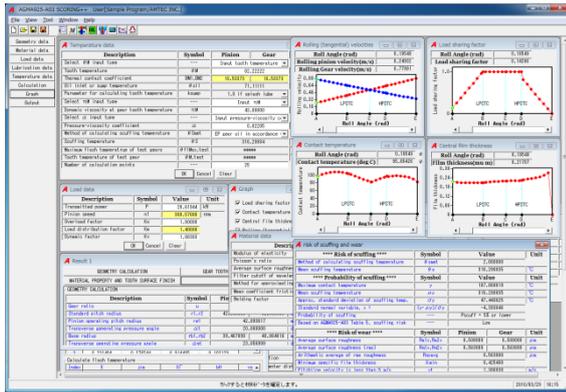


図 31.1 AGMA925-A03

#### 31.1 概要

AGMA925-A03:2003:2003 の規格に基づいて歯車歯面損傷に対する潤滑効果を評価します。

##### (1)適用規格

AGMA925-A03 Effect of Lubrication on Gear Surface Distress

##### (2)歯車の種類

インボリュート平, はすば歯車 (外歯車, 内歯車)

#### 31.2 歯車諸元入力

図 31.2 に歯車諸元入力の画面を示します。

歯車諸元入力は, AGMA925-A03 の [Annex A Flow chart for evaluating scuffing risk and oil film thickness] に基づいています。

Description	Symbol	Pinion	Gear	Unit
Input unit	---	SI		
Output unit	---	SI		
Gear type	---	External		
Driving member	---	Gear		
Normal module	m <sub>n</sub>	4.00000		mm
Number of teeth	z <sub>1</sub> , z <sub>2</sub>	21	26	
Normal generating pressure angle	α <sub>n</sub>	20.00000		deg
Helix angle	β	0.00000		deg
Helix direction	---	*****		
Operating center distance	a <sub>w</sub>	96.00000		mm
Standard outside radius	ra <sub>1</sub> , ra <sub>2</sub>	46.57090	57.27700	mm
Face width	b	66.04000		mm
Profile modification	---	hi load		

図 31.2 歯車諸元入力

#### 31.3 材料データ設定

図 31.3 に材料データ設定画面を示します。

使用する材料, ヤング率, ポアソン比, 歯面粗さなどを設定します。

Description	Symbol	Pinion	Gear	Unit
Modulus of elasticity	E1, E2	206942.71880	206942.71880	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's ratio	ν <sub>1</sub> , ν <sub>2</sub>	0.30000	0.30000	
Average surface roughness at Lx	Ra <sub>1x</sub> , Ra <sub>2x</sub>	0.50800	0.50800	μm
Filter cutoff of wavelength λ	Lx	0.80000		mm
Method for approximating mean coef. friction	μ <sub>met</sub>	AGMA217.01[7] and Kelley[2]		
Mean coefficient friction, constant	μ <sub>m</sub> const	0.10900		
Welding factor	X <sub>w</sub>	1.00000		

図 31.3 材料データ設定

#### 31.4 荷重データ設定

図 31.4 に荷重データ設定画面を示します。

かみあいにおける伝達動力, 回転数及び係数を設定します。

Description	Symbol	Value	Unit
Transmitted power	P	20.61944	kW
Pinion speed	n <sub>1</sub>	308.67000	rpm
Overload factor	K <sub>o</sub>	1.00000	
Load distribution factor	K <sub>m</sub>	1.40000	
Dynamic factor	K <sub>v</sub>	1.06389	

図 31.4 荷重データ設定

#### 31.5 潤滑条件設定

図 31.5 に潤滑条件設定画面を示します。

歯車の潤滑条件として潤滑油の種類, ISO グレード番号を選択し設定します。

Description	Symbol	Value	Unit
Lubricant type	---	Mineral oil	
ISO viscosity grade number	---	460	
Kinematic viscosity at 40 deg C	ν <sub>40</sub>	407.00000	mm <sup>2</sup> /s
Temperature at which ν <sub>1</sub> was determined	θ <sub>1</sub>	40.00000	°C
Temperature at which ν <sub>2</sub> was determined	θ <sub>2</sub>	100.00000	°C
Dynamic viscosity at temperature θ <sub>1</sub>	η <sub>1</sub>	27.17018	mm <sup>2</sup> /s
Dynamic viscosity at temperature θ <sub>2</sub>	η <sub>2</sub>	4.29418	mm <sup>2</sup> /s
Parameter for calculating α	k	0.016471	
Parameter for calculating α	s	0.194800	

図 31.5 潤滑条件設定

#### 31.6 温度条件設定

図 31.6 に温度条件設定画面を示します。

歯車の歯の温度, オイルの温度などの諸条件及び計算方式を設定します。

Description	Symbol	Pinion	Gear	Unit
Select θ <sub>M</sub> input type	---	Input tooth temperature		
Tooth temperature	θ <sub>M</sub>	82.22222		°C
Thermal contact coefficient	BH1, BH2	16.53973	16.53973	N/(mm s <sup>0.5</sup> K)
Oil inlet or case temperature	θ <sub>oil</sub>	71.11111		°C
Parameter for calculating tooth temperature	k <sub>temp</sub>	1.0 if splash lube		
Select θ <sub>M</sub> input type	---	Input ω <sub>M</sub>		
Dynamic viscosity at gear tooth temperature	η <sub>M</sub>	43.00000		mPa·s
Select α input type	---	Input pressure-viscosity α		
Pressure-viscosity coefficient	α	0.02285		mm <sup>2</sup> /N
Method of calculating scuffing temperature	θ <sub>Met</sub>	EP gear oil in accordance		
Scuffing temperature	θ <sub>Met</sub>	316.28884		°C
Minimum flash temperature of test gears	θ <sub>fl, test</sub>	88888		°C
Tooth temperature of test gear	θ <sub>M, test</sub>	88888		°C
Number of calculation points	---	25		

図 31.6 温度条件設定

#### 31.7 計算結果 1(Geometry)

図 31.7 に Geometry 計算結果を示します。

Description	Symbol	Pinion	Gear	Unit
Gear ratio	u		1.238935	
Standard pitch radius	r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub>	42.000000	62.000000	mm
Pinion operating pitch radius	r <sub>w1</sub>	42.893617		mm
Transverse generating pressure angle	α <sub>t</sub>	20.000000		deg
Base radius	r <sub>b1</sub> , r <sub>b2</sub>	99.467698	49.584018	mm
Transverse operating pressure angle	α <sub>rb1</sub>	9.358393		deg
Transverse base pitch	p <sub>bt</sub>	11.389526		mm
Normal base pitch	p <sub>bn</sub>	11.809526		mm
Axial pitch	p <sub>x</sub>	12.566371		mm
Base helix angle	β <sub>b</sub>	0.000000		deg
Operating helix angle	β <sub>w</sub>	0.000000		deg
Normal operating pressure angle	α <sub>wn</sub>	23.365393		deg
Distance along line of action - Point A	OA	9.735600		mm
Distance along line of action - Point B	OB	12.313584		mm
Distance along line of action - Point C	OC	16.789142		mm
Distance along line of action - Point D	OD	18.524126		mm
Distance along line of action - Point E	OE	24.722469		mm
Distance along line of action - Point F	OF	37.588060		mm
Active length of line of action	Z	17.068810		mm
Transverse contact ratio	ε <sub>α</sub>	1.448214		
Fractional part of ε <sub>α</sub>	ε <sub>α</sub>	0.448214		
Axial contact ratio	ε <sub>β</sub>	0.000000		
Fractional part of ε <sub>β</sub>	ε <sub>β</sub>	0.000000		
Minimum contact length	L <sub>min</sub>	88.040000		mm

図 31.7 Geometry の計算結果

### 31.8 計算結果 1(Gear tooth velocity and loads)

図 31.8 に Gear tooth velocity and load 計算結果を示します。

Description	Symbol	Pinion	Gear	Unit
Angular velocity	$\omega_1, \omega_2$	32.313375	26.059264	rad/s
Operating pitch line velocity	$v_t$		1.386038	m/s
Nominal tangential load	$F_{tnom}$		14876.538066	N
Combined derating factor	$K_D$		1.489362	
Actual tangential load	$F_t$		22156.550486	N
Normal operating load	$F_{tn}$		24980.176837	N
Normal unit load	$w$		354.530288	N/mm

図 31.8 Gear tooth velocity and load 計算結果

### 31.9 計算結果 1(Material property and tooth surface finish)

図 31.9 に Material property and tooth surface finish 計算結果を示します。

Description	Symbol	Value	Unit
Reduced modulus of elasticity	$E_r$	227293.630939	N/mm <sup>2</sup>
Average of pinion and gear average roughness	$R_{avg}$	0.506000	$\mu\text{m}$
Surface roughness constant	$C_{Ravg}$	1.816720	
Composite surface roughness at filter cutoff	$\sigma_x$	0.718420	$\mu\text{m}$

図 31.9 Material property and tooth surface finish

### 31.10 計算結果 2

図 31.10 に計算結果 2 を示します。

各かみ合い点における Load sharing ratio, Flash temperature および Film thickness の数値を表で出力します。

Index	$\phi$ (rad)	$X_f$	$\rho_n$ (mm)	bH
A	0.195495	0.142857	8.132262	0.059822
B	0.327206	1.000000	8.478328	0.186102
C	0.425648	1.000000	8.239143	0.194840
D	0.494634	1.000000	8.385537	0.195806
E	0.626406	0.000000	8.466326	0.000000
1	0.195495	0.142857	8.132262	0.059822
2	0.213449	0.253701	8.536689	0.083275
3	0.921404	0.926444	8.914405	0.102194

Index	K	$\mu\text{m}$	$X_f$	bH	vs
A	0.800000	0.103003	0.142857	0.059822	0.1
B	0.800000	0.103003	1.000000	0.186102	0.1

Index	$U$	$W$	$H_c$	$h_c$ ( $\mu\text{m}$ )
A	1.507561e-11	0.000037	3.539779e-05	0.217080
B	1.184300e-11	0.000189	2.458782e-05	0.208464

図 31.10 計算結果 2

### 31.11 グラフ(Load sharing factor)

図 31.11 にグラフ(Load sharing factor)を示します。

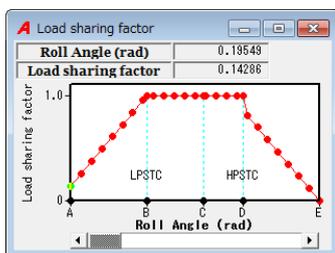


図 31.11 Load sharing factor

### 31.12 グラフ(Contact temperature)

図 31.12 にグラフ(Contact temperature)を示します。

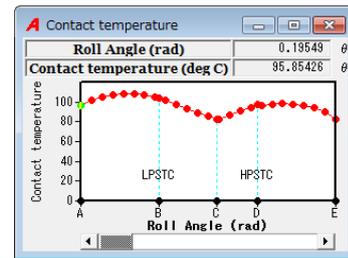


図 31.12 Contact temperature

### 31.13 グラフ(Central film thickness)

図 31.13 にグラフ(Central film thickness)を示します。

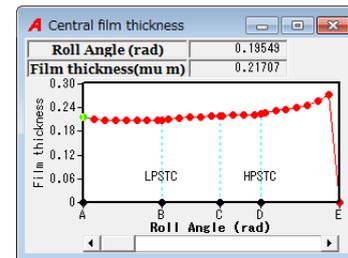


図 31.13 Central film thickness

### 31.14 グラフ(Rolling velocities)

図 31.14 にグラフ(Rolling velocities)を示します。

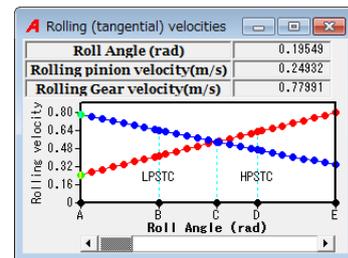


図 31.14 Rolling velocities

### 31.15 計算結果(Scuffing と摩耗の確率)

図 31.15 に Scuffing と摩耗の確率を示します。

Symbol	Value	Unit
$\theta_{smet}$	2.000000	
$\theta_s$	316.230835	$^{\circ}\text{C}$
$y$	107.858819	$^{\circ}\text{C}$
$\mu_y$	316.230835	$^{\circ}\text{C}$
$\sigma_y$	47.448625	$^{\circ}\text{C}$
$(y-\mu_y)/\sigma_y$	-4.393048	
Probability of scuffing	---	$P_{scuff} = 5\%$ or lower
Based on AGMA325-A03 Table 6, scuffing risk	---	Low
$R_{a1x}, R_{a2x}$	0.508000	0.508000 $\mu\text{m}$
$R_{a1x}, R_{a2x}$	0.563880	0.563880 $\mu\text{m}$
$R_{avg}$	0.563880	
$\lambda_{min}$	0.425408	
$v_t$	1.386038	m/s
$\mu \lambda_{Min}$	0.215958	
$\sigma \lambda_{Min}$	0.112623	
$y$	0.425408	
$\mu_y$	0.215958	
$\sigma_y$	0.112623	
$(y-\mu_y)/\sigma_y$	1.859753	
Probability of wear	---	$P_{wear} = 5\%$ or lower

図 31.15 Scuffing と摩耗の確率

※表示桁数は、規格に準じています。