

[12] 歯車強度計算(ANSI/AGMA2001-C95)

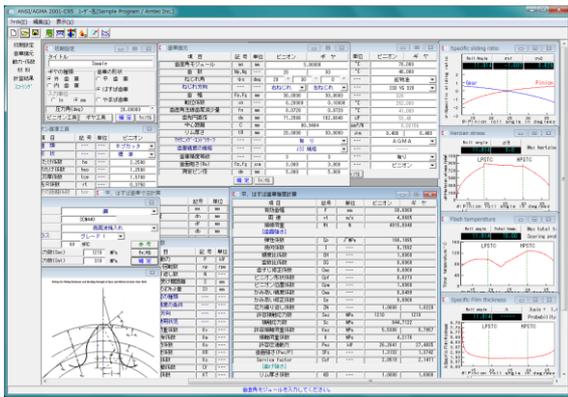


図 12.1 AGMA2001-C95

12.1 概要

AGMA2001-C95 の規格に基づいて歯車の強度計算をします。歯形の幾何係数(I, J)は、AGMA908-B89 に基づいています。

(1)適用規格

「ANSI/AGMA2001-C95」:Fundamental Rating Factors and Calculation Methods for Involute Spur and Helical Gear Teeth

「Annex A」:Method for Evaluating the Risk of Scuffing and Wear

「ANSI/AGMA 908-B89」:Geometry Factor for Determining the Pitting Resistance and Bending Strength of Spur, Helical and Herringbone Gear Teeth

(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)

(3)工具

ホブおよびピニオンカッタ(プロデュバランス含む)

(4)歯車の強さ

曲げ強さ, 歯面強さ, 寿命および幾何係数の詳細数値

(5)スコアリング

すべり率, ヘルツ応力, 油膜厚さ, フラッシュ温度のグラフと摩耗およびスコアリング発生確率

12.2 初期設定

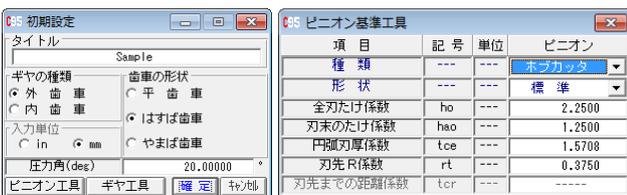


図 12.2 初期設定画面



図 12.3 工具設定画面

12.3 歯車諸元入力

(1)歯車精度は、AGMA, JIS を選択することができます。

(2)歯面粗さは Ra(μm)で入力してください。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
歯面角モジュール	mm		3.00000	
歯数	No. Nc		20	30
ねじれ角	ψ deg		20 °	30 °
ねじれ方向			右ねじれ	左ねじれ
歯幅	Fp, Fg	mm	30.0000	30.0000
歯位係数	yc		0.20000	0.10000
歯面法線歯厚減少量	Fm	mm	0.0720	0.0720
歯形円半径	ds	mm	71.2568	102.6848
中心距離	C	mm	80.9404	
リム厚さ	LR	mm	20.0000	30.0000
ファンク・エド・ラフ			有り	
歯車精度の規格			JIS 規格	
歯車精度等級			3	3
歯面粗さ (Ra)	f.p, f.g	μm	3.000	3.000
測定ピッチ	dp	mm	5.000	5.000

図 12.4 歯車諸元入力画面

12.4 動力および係数入力

(1)動荷重係数, 荷重分配係数などは[0][TAB]で理論値が入力されます。

(2)平歯車の場合には歯先荷重または外の最悪荷重点を選択することができます。

(3)入力する数値に関するグラフおよび表などは[表示]機能により参照する事ができます。

図 12.5 に動力および係数入力画面を示します。図 12.6 および図 12.7 に係数, グラフの表示例を示します。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
伝送動力	P	kW	20.000	
ピニオン回転数	n _p	rpm	1200.000	
寿命繰り返し数	N		10000000	
ピニオン軸受許容距離	S	mm	100.000	
ピニオンの有効半径	SI	mm	8.000	
歯車歯の種別			高線密閉の密閉歯車装置	
組み立て精度の条件			組立料ニ調整	
回転方向			正転のみ	
歯車の使用状況			一般	
内部動荷重係数	K _v		1.177	
荷重分布係数	K _m		1.054	
過負荷係数	K _o		1.000	
信頼度係数	K _R		1.250	
寸法係数	K _s			
表面状態係数	C _f		1.000	1.000
温度係数	K _T		1.000	
歯面安全率	SH		1.000	
曲げ安全率	SF		1.000	
荷重の位置			歯先荷重	
過負荷の回数	N _s	1/n _r -1	1	1

図 12.5 動力及び係数設定

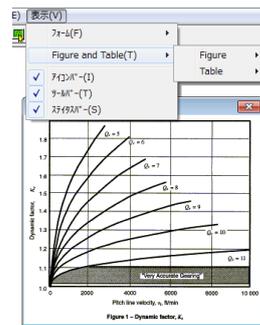


図 12.6 グラフの表示

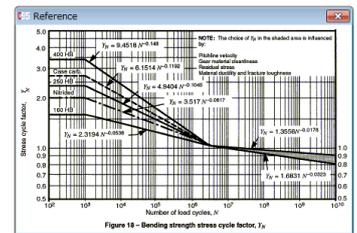


図 12.7 グラフの表示例

12.5 材料入力

(1) 図 12.8 に材料の設定画面を示します。

(2)[参考]をクリックすると材料に適した許容応力数の表を 図 12.9 のように表示します。

材料名	鋼
材料記号	SCM440
熱処理名	高周波焼入れ
グレード・クラス	グレード 1
硬度	60 HRC
許容接触応力数(Sac)	1210 MPa
許容曲げ応力数(Sat)	310 MPa

図 12.8 ピニオン材料の設定

Metallurgical factor	Grade 1	Grade 2
ASTM E112 grain size	Primarily 5 or finer	Primarily 5 or finer
Upper transformation products which primarily include bainite and fine pearlite*	Not specified	Max controlling section, inches JIS: 0.005 (0.127) to 0.010 (0.254) max. 10% Over 10 mil
Decarburization and stock removal	Not specified	No blocky ferrite (due to improper austenitization)
Specified hardness at surface, H _v only	See figure 9	See figure 9
Specified hardness at root, H _v only	Not specified	See figure 9
Cleanliness [†]	Not specified	ANSI 2301 or ASTM A566 for wrought steel (certification not required). Castings are permissible with primarily round (Type 1) sulfide inclusions
Sulfur	Not specified	0.020% maximum for wrought 0.020% maximum for castings

図 12.9 材料許容応力数

12.6 強度結果

図 12.10 に強度計算結果を示します。図 12.11 および図 12.12 に、幾何係数の詳細数値と係数を決定する際の歯形図を示します。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
有効歯幅	F	mm	30.0000	
周速	vt	m/s	4.0685	
接線荷重	Wt	N	4915.8040	
【歯面強さ】				
弾性係数	Cp	MPa	190.1995	
幾何係数	I	---	0.1592	
硬度比係数	CH	---	1.0000	
歯数比係数	CG	---	0.8000	
歯すじ修正係数	Cmc	---	0.8000	
ピニオン形状係数	Cpf	---	0.0273	
ピニオン位置係数	Cpm	---	1.0000	
かみあい精度係数	Cma	---	0.0493	
かみあい修正係数	Ce	---	0.8000	
応力繰り返し係数	ZN	---	1.0000	1.0229
許容接触応力係数	Sac	MPa	1210	1210
接触応力係数	Sc	MPa	844.7122	
許容接触荷重係数	Kac	MPa	5.5306	5.7957
接触荷重係数	K	MPa	4.2176	
許容伝達動力	Pac	kW	26.2641	27.4895
歯面強さ (Pac/P)	SFc	---	1.3132	1.3742
Service factor	Csf	---	2.0519	2.1471
【曲げ強さ】				
リム厚さ係数	KB	---	1.0000	1.0000
幾何係数	J	---	0.5117	0.5082
応力繰り返し係数	YN	---	1.0176	1.0250
許容単位荷重	Uat	MPa	111.1384	111.1826
単位荷重	UL	MPa	54.6200	
許容曲げ応力係数	Sat	MPa	310	310
曲げ応力係数	St	MPa	124.0323	124.8811
許容伝達動力	Pat	kW	40.6951	40.7118
曲げ強さ (Pat/P)	SFt	---	2.0348	2.0356
Service factor	Ksf	---	2.5434	2.5445

図 12.10 曲げ、歯面強さ結果

Symbol	Unit	Pinion	Gear	Symbol	Unit	Pinion	Gear
d	mm	0.5117	0.5082	rc	mm	19.1861	19.1738
Y	---	0.5254	0.5316	φns	deg	20.0226°	20.0226°
Kf	---	1.4886	1.5171	αno	deg	0.0124°	0.0153°
φnl	deg	31.2024°	27.5804°	HF	mm	1.8284	1.8042
ΔSn	mm	0.0255	0.0255	Ch	---	1.3512	
Ks	mm	0.1643	0.0648	Kψ	---	0.8762	
Sn	mm	1.8908	1.8181	εnf	mm	0.3879	0.1094
φL	deg	28.8682°	26.5478°	u	mm	0.5335	0.5659

図 12.11 幾何係数(J)

Symbol	Unit	Value	Symbol	Unit	Value
I	---	0.1592	mF	---	1.1147
φr	deg	22.7669°	ρm1	mm	4.3764
Cψ	---	1.0000	ρm2	mm	6.0644
ρ1	---	4.3764	pN	mm	2.9521
ρ2	---	6.0644	Z	mm	4.4127
d	mm	21.3522	pb	mm	3.1263
mN	---	0.6997	C1	mm	2.0692
Cr	mm	26.9001	C2	mm	3.3556
mG	---	1.5000	C3	mm	4.1763
Rm1	mm	10.8711	C4	mm	5.1355
Ro1	mm	11.8761	C5	mm	6.4819
Ro2	mm	17.1141	C6	mm	10.4408
Rb1	mm	9.9512			

図 12.12 幾何係数(I)

12.7 寿命結果

負荷の回数と図 12.7 グラフより曲げ強さに対する寿命時間を計算します。図 12.13 に寿命計算結果を示します。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
【歯面強さの寿命】				
予想応力繰り返し係数	ZN'	---	0.873	0.873
予想寿命負荷回数	Nc	cyccs	3.740E+09	3.740E+09
予想寿命時間	Lc	hrs	5.194E+04	7.791E+04
【曲げ強さの寿命】				
予想応力繰り返し係数	YN'	---	0.500	0.504
予想寿命負荷回数	Nt	cyccs	2.149E+24	1.465E+24
予想寿命時間	Lt	hrs	2.984E+19	3.052E+19

図 12.13 寿命結果

12.8 スコーリング評価

- 油(ISO 粘度グレード)は VG46~VG1500 を選択することができます。また、範囲外の場合は動粘度、平均温度などを入力することができます。(図 12.14)
- 歯面粗さは Ra(μm)で入力してください。
- 摩擦係数の方式は、AGMA 方式、一定値、ISO 方式を選択することができます。
- すべり率、ヘルツ応力、フラッシュ温度、油膜厚さのグラフを表示します。(図 12.15~図 12.18)
- 摩耗とスコーリングの発生する確率を表示します。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
歯面の温度	Gtc	°C	70.000	
油の温度	Tc	°C	40.000	
油の種類	---	---	鉱物油	
ISO グレード	---	---	ISO VG 320	
動粘度(40°C)	---	---	320	
平均温度	Mtc	°C	252.000	
標準偏差温度	SD	°C	41.000	
絶対粘度	μo	cP	53.48	
粘度圧	α	mm ² /N	0.02156	
なじみ歯面粗さ (Ra)	σ1, σ2	μm	0.400	0.400
摩擦係数の方式	---	---	AGMA	
摩擦係数	μm	---	---	
歯形修整	---	---	有り	
駆動歯車	---	---	ピニオン	

図 12.14 スコーリング評価の設定

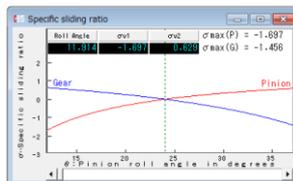


図 12.15 すべり率

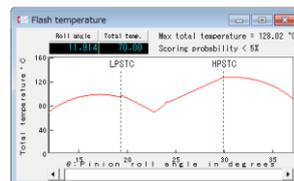


図 12.16 フラッシュ温度

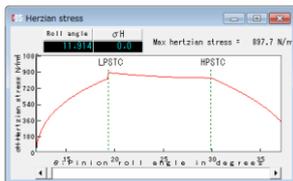


図 12.17 ヘルツ応力

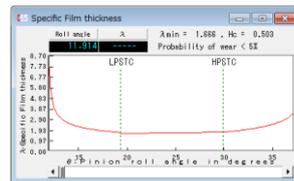


図 12.18 油膜厚さ

12.9 その他機能

- データ管理画面を図 12.19 に示します。
- 印刷(寸法、強度、寿命、スコーリング、グラフ)日本語印刷と英語印刷(オプション)ができます。
- 係数などの図、表、グラフを表示します。
- 計算結果、グラフをクリップボードに出力することができます。

No.	整理番号	ギヤの種類	歯車の形状	歯面角モジュール	圧力角
1	Manus I	外歯車	はすば歯車	3.00000	20.00000°
2	sa	内歯車	平歯車	2.00000	20.00000°
3	Yos	外歯車	平歯車	5.00000	20.00000°
4	Hira	外歯車	平歯車	4.00000	20.00000°
5	Hasuba	外歯車	はすば歯車	4.00000	20.00000°
6	AlphaSW	外歯車	平歯車	2.00000	20.00000°

図 12.19 データ管理設定