Maxima による歯車強度規格
ISO6336 プログラム報告書

2019 年 4 月 11 日

一般社団法人日本歯車工業会

ISO/JIS 審議委員会 第 2 分科会

１　はじめに

一般社団法人日本歯車工業会では、歯車強度の国際規格 ISO6336 の内容を検証するために、規格委員会の ISO/JIS 審議委員会第２分科会において、森脇一郎委員長（京都工芸繊維大学大学院教授）のもと、勉強会（2016 年 10 月～2017 年 3 月　計 4 回）、続いて汎用数式処理ソフト Maxima によるプログラム作成（2017 年 6 月～2019 年 1 月　計 8 回）を実施しました。本報告書はこの Maxima によるプログラムの内容をまとめたものです。

２　ISO6336 強度規格一覧

2019 年 3 月末現在における ISO6336 規格の一覧は下表のとおりです。

規格番号	発行	タイトル
ISO6336-1	2006-09-01	Basic principles, introduction and general influence factors
ISO6336-2	2006-09-01	Calculation of surface durability (pitting)
ISO6336-3	2006-09-01	Calculation of tooth bending strength
ISO/TS6336-4	2019-01	Calculation of tooth flank fracture load capacity
ISO6336-5	2016-08-15	Strength and quality of materials　Third edition
ISO6336-6	2006-08-15	Calculation of service life under variable load
ISO/TS6336-20	2017-11	Calculation of scuffing load capacity (also applicable to bevel and hypoid gears) – Flash temperature method
ISO/TS6336-21	2017-11	Calculation of scuffing load capacity (also applicable to bevel and hypoid gears) – Integral temperature method
ISO/TS6336-22	2018-08	Calculation of micropitting load capacity
ISO/TR6336-30	2017-11	Calculation examples for the application of ISO 6336 parts 1,2,3,5
ISO/TR6336-31	2018-09	Calculation examples of micropitting load capacity

３　対象例題

プログラムの対象とした例題は ISO/TR6336-30 の Example 1 です。添付 Table をご参照下さい。

歯車の基本寸法の計算については「ISO21771:2007 Gears - Cylindrical involute gears and gear pairs - Concepts and geometry」に基いています。

尚、ISO/TR6336-30 の例題は、上表の ISO6336-1:2006、ISO6336-2:2006、ISO6336-3:2006、ISO6336-5:2016 によるものです。近日発行される最新版 ISO6336-1:2018、ISO6336-2:2018、ISO6336-3:2018 によるものではないことにご留意下さい。

4　プログラムの流れ

プログラム一覧は次のとおりです。

ISO6336-1_20190129.wxmx

ISO6336-2_20190129.wxmx

ISO6336-3_20190223.wxmx

ISO6336-5_20190129.wxmx

ISO6336-30-table2-20190129.wxmx

ISO6336-30-table3.wxmx

ISO21771_20190129.wxmx

－－

（１）ISO6336-30-table2-20190129 を実行：例題の諸元データを各変数に代入

→ 変数一覧 ISO6336-inputdata.txt を作成する。

（２）ISO21771_20190129 を実行：歯車の基本寸法を計算

→ ISO6336-inputdata.txt を読み込み、計算結果 ISO21771.txt を作成する。

（３）ISO6336-5_20190129 を実行：歯車の材料に関する計算

→ ISO6336-inputdata.txt を読み込み、計算結果 ISO6336-5.txt を作成する。

（４）ISO6336-1_20190129 を実行：強度計算に必要な各係数を計算

→ ISO6336-inputdata.txt、ISO21771.txt、ISO6336-5.txt を読み込み、
計算結果 ISO6336-1.txt を作成する。

（５）ISO6336-2_20190129 を実行：面圧強度の計算

→ ISO6336-1.txt を読み込み、計算結果 ISO6336-2.txt を作成する。

（６）ISO6336-3_20190129 を実行：曲げ強度の計算

→ ISO6336-2.txt を読み込み、計算結果 ISO6336-3.txt を作成する。

（７）ISO6336-30-table3 を実行：計算結果を表示

→ ISO6336-1.txt、ISO6336-2.txt、ISO6336-3.txt、ISO6336-5.txt を読み込み、
計算結果を表示する。

5　Maxima のインストール

Maxima はフリーソフトで、インターネットから入手可能です。Maxima の公式ホームページ（http://maxima.sourceforge.net/）の「Downloads」をクリックすると、Windows や Macintosh など、さまざまなプラットフォームが選択できます。

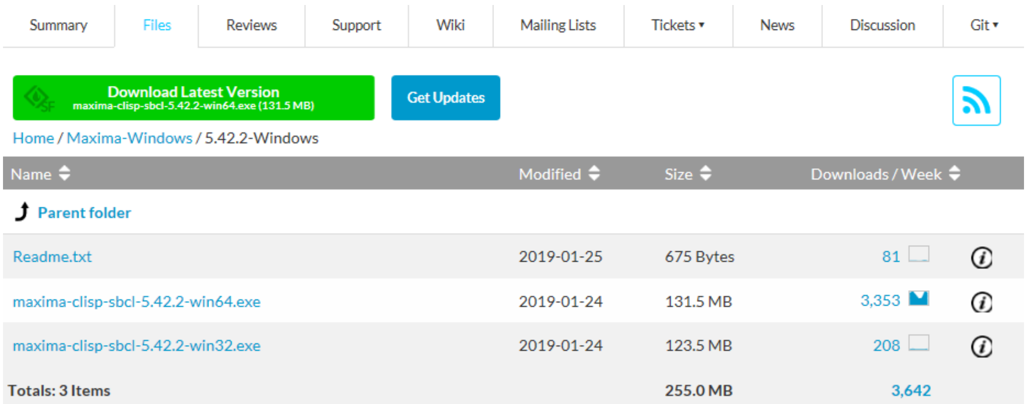
Windows の Installation of Maxima in Windows を選択すると下記のページに移動します。

Installation of Maxima in Windows

1. Download the latest Maxima version, which is currently: 5.42.2-Windows. You should download the first file you see, ending with `win64.exe`, unless you have an old CPU, in which case you will need the `win32.exe` version.
2. Run that file you downloaded to start the installation process. It might take some time, because the installation program will also install other additional programs separate from Maxima.
3. Once the installation process ends, look in the directory where you installed Maxima, which will be something similar to: `C:\\maxima_5.42.2`. In that directory you should find a sub-directory named `bin`, which has the programs that were installed. Before you run any of those programs, make sure your antivirus will not touch the programs there. If you're not sure, make a backup of that directory somewhere. It happens very often that after the first time you run Maxima the antivirus deletes the program considering a virus. The back-up will help you recover the missing files without having to install Maxima again.
4. Before running Maxima, execute the program **lispselector** which is in the same `bin` directory mentioned in the previous step. Select "SBCL" which will solve many errors that appear when using the default "Clisp".
5. Try the three interfaces to Maxima that you will find in the `bin` directory: **Command-line Maxima**, **Xmaxima** and **Wxmaxima**. And check that you get the `%i1` prompt and can execute some basic commands.
6. To make sure Maxima can also launch the two graphic programs it uses, run the following two commands which should create plots:

```
plot2d (x, [x,0,1]);
plotdf ([y,-x]);
```

ここで最新版である 5.42.2-Windows（2019 年 2 月 20 日現在）をクリックすると、下記のページに移動しますので、64 ビットか 32 ビットを確認の上、「Download Latest Version」をクリックし、「実行」を選択するとダウンロードが開始します。



Name	Modified	Size	Downloads / Week
Readme.txt	2019-01-25	675 Bytes	81
maxima-clisp-sbcl-5.42.2-win64.exe	2019-01-24	131.5 MB	3,353
maxima-clisp-sbcl-5.42.2-win32.exe	2019-01-24	123.5 MB	208
Totals: 3 Items		255.0 MB	3,642

続いて、セットアップウィザードが表示されるので、「次へ」→「同意する」→インストール先の指定→コンポーネント選択→「インストール」をクリックします。

C:¥maxima-5.42.2¥wxMaxima¥wxmaxima.exe をクリックすると GUI を用いた wxMaxima が起動します。wxmaxima.exe のショートカットをデスクトップに貼り付けておくと便利です。

（コマンドライン型の Maxima、簡易 GUI の XMaxima も同時にインストールされます。）

６　本プログラムで使用する Maxima 関数

プログラムで使用する主な Maxima 特有の関数は下表のとおりです。

詳細は下記サイト他をご参照下さい。

http://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~nakata/comp/maxima.html

関　数	内　　容	例
/* ... */	コメント	
...... $	結果非表示	
remvalue(all)	すべての関数定義を削除	
kill(all)	入出力行すべてを削除	
:	代入	a:3 は変数 a に値 3 を割り当てる
%	直前の出力	
float(exp)	整数・有理関数を浮動小数に変換する	
%pi	数学定数　π=3.141592…	
:=	関数定義	
signum(x)	signum(x)= 1(x>0)， 0(x=0)， -1(x<0)	
matrix(r1,r2,...)	行列。各行は[1,2,3,4]のようなリスト表現	
block(exp1,..,expn)	exp1 から順に実行し、expn を持って終了する	
#	条件判断：等しくない	
subst(a,s,exp)	exp の s に a を代入する	
mnewton([],[],[])	変数 v1,v2,...に関する方程式を x1,x2,...から出発してニュートン法で解く	
quit()	終了	

説明：z_1:17$ → 変数 z_1 に 17 を代入し、出力プロンプト(%o 番号)を表示しない。

7　各プログラムの説明

各プログラムにおける変数とその内容を説明します。

今回のプログラム作成で参照した規格は、ISO6336-1,2,3（2018 年版）作成段階のもので、プログラム内の式番号はこの規格に基いています。各表の「内容」欄における式番号は ISO6336-1,2,3（2006 年版）によるもので、一部プログラム内の式番号と異なる箇所があることにご注意下さい。「値、計算式」欄は、設定値と短い式のみ埋めています。空白部分はプログラムをご参照下さい。

7-1　ISO6336-30-table2-20190129

変数名	値	内　　容
<Geometry>		
z_1	17	z ： Number of teeth
z_2	103	： Number of teeth
m_n	8.00	m_n ： Normal module
alpha_n	20*Pi/180	α_n： Normal pressure angle (rad)
beta	15.80*Pi/180	β ： Helix angle (rad)
		Hand of helix　Left & Right
b_1	100.00	b ： Face width pinion (total)
b_2	100.00	Face width gear (total)
		Gap width　0 & 0
		Edge chamfer　0.00 & 0.00
b_eff	100.00	b_{eff} ： Contact face width (total)
a	500.00	a ： Center distance
W_k1	38.196	W_k ： Span measurement pinion
W_k2	307.973	： Span measurement gear
k_1	2	k ： Number of teeth spanned pinion
k_2	13	： Number of teeth spanned gear
x_1	0.145	x ： Nominal profile shift coefficient pinion
x_2	0	： Nominal profile shift coefficient gear
d_a1	159.66	d_a ： Outside diameter pinion
d_a2	872.35	： Outside diameter gear
h_fP1	1.4*m_n	h_{fP} ： Basic rack dedendum pinion
h_fP2	1.4*m_n	： Basic rack dedendum gear
		Tip chamfer　0.00 & 0.00

変数名	値	内　容
rho_fp1	0.39	ρ_{fP}: Basic rack fillet root radius coefficient pinion
rho_fp2	0.39	: Basic rack fillet root radius coefficient gear
p_r1	0.00	p_r : As cut basic rack undercut pinion
p_r2	0.00	: As cut basic rack undercut gear
q_1	0.00	q : Material allowance for finishing pinion
q_2	0.00	: Material allowance for finishing gear
s_pr1	0.00	s_{pr} : Residual undercut (calculated p_r-q) pinion
s_pr2	0.00	: Residual undercut (calculated p_r-q) gear
z_01		z_0 : Pinion cutter number of teeth pinion
z_02		: Pinion cutter number of teeth gear
x_01		x_0 : Pinion cutter profile shift (ref) pinion
x_02		: Pinion cutter profile shift (ref) gear
		Flank finishing process　As cut & As cut
		Root finishing process　As cut & As cut
		Profile shift coefficient used for calculations Nominal(x) & Nominal(x)
C_a	70	C_a : Tip relief
<ISO21771>		
haP	1.0*m_n	h_{aP} : Basic rack addendum
d_f1	121.260	d_f : Root diameter pinion
d_f2	833.960	: Root diameter gear
j_bn	0.299	j_{bn} : Normal backlash　(Backlash 記載ないため、またぎ歯厚と中心距離から計算)
<Quality>		
iAcg	5	ISO accuracy grade
f_pt1	8.0	f_{pt} : Single pitch deviation pinion
f_pt2	9.5	: Single pitch deviation gear
f_falpha1	10.0	$f_{f\alpha}$: Profile form deviation pinion
f_falpha2	12.0	: Profile form deviation gear
f_Hbeta1	8.5	$f_{H\beta}$: Helix slope deviation pinion
f_Hbeta2	9.5	: Helix slope deviation gear
		Surface roughness-flank　Ra(Rz) 1.0(6.0) & 1.0(6.0)
		Surface roughness-fillet　Ra(Rz) 3.0(18.0) & 3.0(18.0)

変数名	値	内　　容
<Material>		
iMaterial_1	11	Material pinion Eh
iMaterial_2	11	Material gear Eh
iQuality_1	2	Material quality pinion MQ
iQuality_2	2	Material quality gear MQ
Casehardness_1	697	Case hardness pinion HV 60HRC
Casehardness_2	697	Case hardness gear HV 60HRC
iCore_1	1	Core hardness pinion HV 30HRC
iCore_2	1	Core hardness gear HV 30HRC
E_1	206000	E ： Young's modulus pinion
E_2	206000	： Young's modulus gear
nu_1	0.3	ν ： Poisson's ratio pinion
nu_2	0.3	： Poisson's ratio gear
		$\sigma_s / \sigma_{0.2}$ ： Yield/proof stress
		Shot peen　No & No
		Limited pitting allowance　No & No
<Application>		
K_A	1.00	K_{A_A} ： Application factor Method A
		Reverse bending　No & No
		Favourable contact position　No & No
		Helix modification (ISO6336-1:2006 Table8) None(No.1)
		Dynamic factor K_v, calculation method ： Method B
		Face load distribution factor, $K_{H\beta}$ and $K_{F\beta}$, calculation method Method C
N_M1	1	N_M ： Number of meshes pinion
N_M2	1	： Number of meshes gear
		Gear blank type ： Solid and Solid
b_s1	0	b_s ： Web thickness pinion
b_s2	0	： Web thickness gear
		Inside diameter
		Number of webs
iFigure13	1	Arrangement (ISO6336-1:2006, Figure 13) a

変数名	値	内　　容
l	125.00	l ： Bearing span
s	0.00	s ： Bearing span offset
d_sh	100.00	d_{sh} ： External shaft diameter
iValuefsh	2	f_{sh} ： Equivalent misalignment As Formula　式(57)
iFmacalculation	3	f_{ma} ： Mesh misalignment As Formula　式(64)
S_Hmin	1.00	S_{Hmin} ： Minimum safety factor pitting
S_Fmin	1.00	S_{Fmin} ： Minimum safety factor tooth breakage
nu_40	320	ν_{40} ： Lubrication viscosity
<ISO6336-1>		
iGeartype	2	Gear type is helical
iMod	1	Profile modification 1:adequate
K_gamma	K_A	Mesh load factor to follow K_A
iGearmount	1	Gear mount is between
iContactpattern	1	Size and suitability of contact pattern are not proven and bearing pattern under loadis imperfect
iTable8No	1	Table 8 No.
iGearmount	1	Gear mount is between
rho_1	7.85/1000000	Pinion material specific gravity
rho_2	rho_1	
nu_100	30.0	Lubrication viscousity at 100℃
theta	80.0	Lubrication temperature
<ISO6336-2>		
Ra_H1	1	Surface roughness pinion
Ra_H2	1	Surface roughness gear
L_h	50000	Required life
HB_1	656	Brinell hardness number pinion
HB_2	656	Brinell hardness number gear
HB	656	Brinell hardness of the tooth flanks of the softer gear of the pair
B_1M	0	
B_2M	0	
C_1M	0	
C_2M	0	

変数名	値	内　　容
D_1M	0	
D_2M	0	
N_L	10^10	Number of load cycles
iFactor_f_ZCa	1	
ixi_fw	2	
iPits	2	
iViscosity	7	
iZ_L	1	
iZ_W	2	
iStress	1	
iLife	1	
<ISO6336-3-1>		
cuttertype	hob	
notchNearCriticalPoint	false	
t_g	10	t_g ： Maximum depth of grinding notch　式(39)
rho_g	10	ρ_g ： Radius of grinding notch　式(39)
s_R	10	s_R ： Rim thickness　式(41)-
<ISO6336-3-2>		
h_t	10	h_t ： Tooth height　式(41)(42)
sigma_B	300	σ_B ： Tensile strength　Table 2
simga_S	300	σ_S ： Yield stress　Table 2
sigma_02	800	$\sigma_{0.2}$ ： Proof stress(0.2% permanent set)　Table 2
Y_R0	1	Y_{R0} ： Surface factor of the plain, polished test piece
Rz_k	1.6	R_{Zk} ：Mean peak to valley roughness of the notched, rough test piece
<Load>		
T_1	9000	T_1 ： Torque
n_1	360.0	n_1 ： Speed
		Required life 50000
		Life factor for contact stress, Z_{NT}, at 10^{10} cycles 0.85 & 0.85
		Life factor for tooth root stress, Y_{NT}, at 10^{10} cycles 0.85 & 0.85

7-2 ISO21771_20190129

変数名	値、計算式	内　容
bw	b_eff	b_W ： ISO21171 での有効歯幅の記号 b_W に置き換え
a_w	a	a_W ： ISO21171 での中心距離の記号 a_W に置き換え
Rho_ap01	rho_fp1*m_n	ρ_{fP} ： Root radius on basic tooth profile pinion
Rho_ap02	rho_fp2*m_n	： Root radius on basic tooth profile gear
p_n	Pi*m_n	p_n ： Normal pitch 式(24)
p_bn	p_n*cos(alpha_n)	p_{bn} ： Normal base pitch 式(29)
E_i1	0.01	Figure 37
E_i2	0.01	Figure 37
E_s1	0.02	Figure 37
E_s2	0.02	Figure 37
xE1	x_1	x_E ： Generating profile shift coefficient pinion
xE2	x_2	： Generating profile shift coefficient gear
qmax	0	Max machining allowance on tooth flank
qmin	0	Min machining allowance on tooth flank
omeg_a1	Pi*n_1/30	Angular velocity of pinion [rad/s]
d_1		d ： Reference diameter pinion 式(1)
d_2		： Reference diameter gear
d_y1	d_a1*0.99	dy ： Y-circle diameter pinion
d_y2	d_a2*0.99	： Y-circle diameter gear
u	z_2/z_1	u ： Gear ratio 式(52)
inv_alpha_n		inv(α_n)
alpha_t		α_t
d_b1	d_1*cos(alpha_t)	d_b ： Base diameter pinion 式(19)
d_b2	d_2*cos(alpha_t)	： Base diameter gear
tau_1	2*Pi*abs(z_1)	τ ： Angular pitch pinion 式(21)
tau_2	2*Pi*abs(z_2)	： Angular pitch gear
beta_b		β_b ： Base helix angle 式(5)
beta_b		β_b ： Base helix angle 式(6)
beta_y1		β_y ： Helix angle at Y-cylinder pinion 式(8)
beta_y2		： Helix angle at Y-cylinder gear

変数名	値、計算式	内　　容
alpha_yt1		α_{yt} : Transverse pressure angle at Y-cylinder pinion 式(12)
d_v1		d_V : V-circle diameter pinion 式(32)
d_v2		: V-circle diameter gear
alpha_vt1		α_{vt} : Transverse pressure angle at V-cylinder pinion 式(12)'
alpha_yt2		α_{yt} : Transverse pressure angle at Y-cylinder gear 式(12)
alpha_vt2		α_{vt} : Transverse pressure angle at V-cylinder gear 式(12)'
Xi_y1	tan(alpha_yt1)	ξ_y : Roll angle of the involute at Y pinion 式(16)
Xi_y2	tan(alpha_yt2)	: Roll angle of the involute at Y gear
Ly_1		L_y : Roll length pinion 式(17)
Ly_2		: Roll length gear
p_bt	d_b1*tau_1/2	p_{bt} : Transverse base pitch 式(28)
p_bt	d_b2*tau_2/2	p_{bt} : Transverse base pitch 式(28)
p_et	p_bt	p_{et} : Transverse base pitch on the path of contact
inv_alpha_t		inv(α_t)
inv_alpha_wt		inv(α_{wt})
Alpha_wt		α_{wt} : Working transverse pressure angle 式(54)
za	z_1	z_a : Number of teeth of driving gear
zb	z_2	z_b : Number of teeth of driven gear
i	-1*zb/za	i : Transmission ratio 式(53)
d_w1		d_W : Working pitch diameter pinion 式(56)
d_w2		: Working pitch diameter gear
a_w		a_W : Center distance of a cylindrical gear pair
alpha_wt		α_{wt} : Working transverse pressure angle 式(54)
hw		h_W : Working depth
haP0	h_fP1	h_{aP0} : Addendum of the tool standard basic rack tooth profile
dfE_1		d_{fE} : Root diameter produced pinion 式(125)
dfE_2		: Root diameter produced gear

変数名	値､計算式	内　　容
c_1		c ： Tip clearance pinion　式(60)
c_2		： Tip clearance gear　式(61)
sigma_x	x_1+x_2	Σ_x ： Sum of profile shift coefficients　式(62)
sigma_x		Σ_x ： Sum of profile shift coefficients　式(62)
sigma_xE	xE1+xE2	Σ_{xE} ： Sum of generating profile shift coefficients　式(63)
d_Fa1	d_a1	d_{Fa} ： Tip form diameter pinion
d_Fa2	d_a2	： Tip form diameter gear
d_Nf1		d_{Nf} ： Start of active profile diameter pinion　式(64)
d_Nf2		： Start of active profile diameter gear
d_Na1	d_Fa1	d_{Na} ： active tip diameter pinion　式(69)
d_Na2	d_Fa2	： active tip diameter gear　式(68)
hfp	h_fP1	h_{fP} ： Dedendum of the standard basic rack tooth profile
hFaP0_1	hfp	
hFaP0_2	hfp	
d_Ff1		d_{Ff} ： Root form diameter pinion　式(128)
d_Ff2		： Root form diameter gear
d_Nf1		d_{Nf1} ： 式(66)
d_Nf2		d_{Nf2} ： 式(67)
d_Na1		d_{Na2} ： 式(69)
d_Na2		d_{Na1} ： 式(68)
g_f1		g_f ： Length of dedendum path of contact pinion　式(79)
g_f2		： Length of dedendum path of contact gear　式(80)
Xi_wt	tan(Alpha_wt)	ξ_{wt} ：
Xi_N_a2		ξ_{Na2} ： Roll angle at active tip circle gear　式(72)
Xi_N_f1		ξ_{Nf1} ： Roll angle at active root circle pinion　式(71)
alpha_NF1	atan(Xi_N_f1)	α_{Nf1} ：
d_Nf1		d_{Nf1} ： 式(70)
Xi_N_a1		ξ_{Na1} ： Roll angle at active tip circle pinion　式(75)
Xi_N_f2		ξ_{Nf2} ： Roll angle at active root circle gear　式(74)
alpha_NF2	atan(Xi_N_f2)	α_{Nf2} ：
d_Nf2		d_{Nf2} ： 式(73)
cF_1		c_F ： Form over dimension pinion　式(76)

変数名	値､計算式	内　　容
cF_2		： Form over dimension gear
g_alpha		g_{α} ： Length of path of contact
g_alpha_Rack		： Length of path of contact to be mated with a rack
g_a1		$g_{\alpha 1}$ ：
T1C		T_1C ： 式(81)
T2C		T_2C ： 式(82)
T2A		T_2A ： 式(83)
T1E		T_1E ： 式(84)
T1B		T_1B ： 式(85)
T2D		T2D ： 式(86)
T1T2		T1T2 ： 式(87)
phi_alpha1		ϕ_{α} ： Transverse angle of transmission pinion 式(88)
phi_alpha2		： Transverse angle of transmission gear 式(89)
epsilon_alpha	g_alpha/p_et	ε_{α} ： Transverse contact ratio 式(90)
phi_bata1		ϕ_{β} ： Overlap angle pinion 式(91)
phi_bata2		： Overlap angle gear 式(92)
epsilon_beta		ε_{β} ： Overlap ratio 式(93)
g_beta	bw*tan(beta)	g_{β} ： Overlap length 式(94)
phi_gamma1		ϕ_{γ} ： Total angle of transmission pinion 式(95)
phi_gamma2		： Total angle of transmission gear 式(96)
epsilon_gamma		ε_{γ} ： Total contact ratio 式(97)
lmax		l_{max} ： Maximum length of a contact line 式(98)(99)
phi_j1		ϕ_{j} ： Backlash angle pinion 式(100)
phi_j2		： Backlash angle gear 式(101)
jw_t		j_{wt} ： Circumferential backlash at the pitch circle 式(102)
j_t		j_t ： Circumferential backlash at the reference circle 式(103)
j_r		j_r ： Radial backlash 式(104)
ny_n		ν_{n} ： Normal speed 式(105)
rho_y_1	Ly_1	ρ_{y} ： Radius of curvature of the involute at Y 式(17)
rho_y_2	Ly_2	： Radius of curvature of the involute at Y gear
ny_g		ν_{g} ： Sliding speed 式(106)
g_alpha_y		$g_{\alpha y}$ ： Distance of Y from pitch point C 式(107)

変数名	値､計算式	内　容
ny_g		ν_g : Sliding speed 式(108)
ny_g_f1		ν_{gf} : Sliding speed at the dedendum 式(109)
ny_g_a1		ν_{ga} : Sliding speed at the addendum 式(110)
v_t		v_t : Velocity on working pitch diameter
K_g	ny_g/v_t	K_g : Sliding factor 式(111)
K_gf		K_{gf} : Sliding factor at tooth root 式(112)
K_ga		K_{ga} : Sliding factor at tooth tip 式(113)
zeta_a1		ζ : Specific sliding pinion 式(114)
zeta_a2		: Specific sliding gear 式(115)
dzeta_f1		ζ_f : Specific sliding at end of path of contact pinion 式(116)
dzeta_f2		: Specific sliding at end of path of contact gear 式(117)
Esns_1		E_{sns} : Upper deviation limit for tooth thickness pinion 式(118)
Esns_2		: Upper deviation limit for tooth thickness gear
Esni_1		E_{sni} : Lower deviation limit for tooth thickness pinion 式(119)
Esni_2		: Lower deviation limit for tooth thickness gear
st_1		s_t : Transverse tooth thickness pinion 式(39)
st_2		: Transverse tooth thickness gear
sn_1	st_1*cos(beta)	s_n : Normal tooth thickness pinion 式(49)
sn_2	st_2*cos(beta)	: Normal tooth thickness gear
sns_1	sn_1+Esns_1	s_{ns} : Maximum normal tooth thickness pinion 式(118)
sns_2	sn_2+Esns_2	: Maximum normal tooth thickness gear
sni_1	sn_1+Esni_1	s_{ni} : Minimum normal tooth thickness pinion 式(119)
sni_2	sn_2+Esni_2	: Minimum normal tooth thickness gear
xEs_1		x_{Es} : 式(123)
xEs_2		: 式(123)
xEimn_1		x_{Ei} : 式(124)
xEimn_2		: 式(124)

7-3　ISO6336-5_20190129

変数名	値､計算式	内　　容
sigma_Hlim1		Table1から定数A､Bを選定し、式(2)を用いて算出。
sigma_Hlim2		同上
sigma_Flim1		同上
sigma_Flim2		同上
sigma_FE1		式(1)
sigma_FE2		式(1)
Y_ST	2.0	

7-4 ISO6336-1_20190129

変数名	値､計算式	内　容
sigma_Hlim	sigma_Hlim1	σ_{Hlim} ： Allowable stress number(contact)
sigma_Flim	sigma_Flim1	σ_{Flim} ： Nominal stress number(bending)
sigma_FE	sigma_FE1	σ_{FE} ： Allowable stress number(bending)
f_pb		f_{pt}の大きい方の値×cosα_n
F_t	1000*T_1/(D_1/2)	F_t ： Transverse tangential load at reference cylinder 式(3)
v		v ： Tangential velocity 式(4)
P	F_t*ｖ/1000	P ： Transmitted power 式(3)
T_2	F_t*d_2/2000	T ： Torque gear 式(2)
omega_1,2		ω ： Angular velocity 式(5)
n_2		n ： Rotation speed gear 式(5)
z_n1,2		z_n ： Virtual number of teeth 式(79)
qPrime		q’ ： Minimum value for the flexibility of a pair of meshing teeth 式(82)
cPrime_th	1/qPrime	c'_{th} ： Theoretical single stiffness 式(81)
C_M	0.8	C_M ： Correction factor 式(83)
C_R1,2		
C_R	(C_R1+C_R2)/2	C_R ： Gear blank factor 式(85)
alpha_Pn1,2	alpha_n*180/Pi	α_{Pn} ： Normal pressure angle of the basic rack
C_B1,2		
C_B	(C_B1+C_B2)/2	C_B ： Basic rack factor 式(86)(87)
cPrime		c’ ： Maximum tooth stiffness per unit face width (single stiffness) of a tooth pair 式(80)(88)(89)(90)
c_gammaalpha		$c_{\gamma\alpha}$ ： Mean value of mesh stiffness per unit face width (used for K_V,$K_{H\alpha}$,$K_{F\alpha}$) 式(91)
c_gammmabeta		$c_{\gamma\beta}$ ： Mean value of mesh stiffness per unit face width (used for $K_{H\beta}$,$K_{F\beta}$) 式(92)
JAster_1,2		J^* ： Moment of inertia per unit face width
mAster_1,2		m^* ：Relative individual gear mass per unit face width referenced to line of action pinion 式(8)

変数名	値､計算式	内　　容
m_red		m_{red} ： Reduced gear pair mass per unit face width referenced to the line action　式(7)
n_E1		n_{E1} ： Resonance speed　式(6)
N	n_1/n_E1	N ： Resonance ratio　式(9)
N_S		N_S ： Resonance ratio in the main resonance range　式(11)(12)
C_ay		C_{ay} ： Tip relief by running-in　Table 4
y_alpha1,2		y_α ： Running-in allowance for gear pair　式(75)-
y_alpha		y_α ： Running-in allowance for gear pair　式(78)
y_p	y_alpha	y_p ： Estimated running-in allowance
f_pbeff	f_pb-y_p	f_{pbeff} ： Effective single pitch deviation　式(18)
f_alpha	f_pb	
y_f	y_p	y_f ： Estimated running-in allowance
f_alphaeff	f_alpha-f_y	$f_{\alpha eff}$ ： 式(19)
B_p		B_p ： 式(15)
B_f		B_f ： 式(16)
B_k		B_k ： 式(17)
K		K ： 式(14)
K_v		K_v ： 式(13)
K_vN115		K_v ： 式(20)
K_vN15		K_v ： 式(21)
K_v		K_v ： 式(22)
mAster_pla		m^*_{pla} ： 式(25)
m_red1		$m_{red,1}$ ： 式(23)
mAster_carr		m^*_{carr} ： 式(26)
m_E1		n_{E1} ： 式(27)
m_E2		n_{E2} ： 式(27)
d_m1,2		dm ： 式(31)
d_i1,2	0	
q_1,2	d_i1/d_m1	q ： 式(32)
m_red		m_{red} ： Reduced gear pair mass per unit face width referenced to line of action　式(30)

変数名	値、計算式	内　　容
K_vMethodB	K_v	K_v MethodB ：
K_vMethodC		K_v MethodC ： 式(34)(35)(36)
K_1		K_1 ： Table 7
K_2		K_2 ： Table 7
K_3		K_3 ： 式(37)
K_Hbeta		$K_{H\beta}$ ： Face load factor(contact stress)　式(38)
KPrime		K’ ： Figure 13
BAster		B^* ： Constant
K_v	K_vMethodB	
F_m	F_t*K_A*K_v	
f_sh		f_{sh} ： Component of equivalent misalignment due to deformations of pinion and wheel shafts　式(57)(58)
f_mamax		$f_{ma\ max}$ ： Mesh alignment max 式(60)
f_mamin		$f_{ma\ min}$ ： Mesh alignment min 式(61)
f_ma		f_{ma} ： Mesh alignment　式(62)(63)(64)(65)
f_be		f_{be} ： Component of equivalent misalignment 式(66)(67)(68)
B_1,2		B1,2 ： Table 8
F_betax		$F_{\beta x}$ ： Initial equivalent misalignment　式(52)(53)(54)
F_betaxmin		$F_{\beta x\ min}$ ： 式(55)(56)
y_beta1,2		y_β ： Running-in allowance　式(44)
x_beta1,2		x_β ： Factor characterizing the equivalent misalignment 式(45)
y_beta		y_β ： 式(50)
x_beta		x_β ： 式(51)
F_betay		$F_{\beta y}$ ： Effective equivalent misalignment　式(43)
K_HbetamethodC		$K_{H\beta}$ Method C ： 式(39)(41)
b_cal		b_{cal} ： Calculated face width　式(40)(42)
h	(d_a1-d_f1)/2	
N_F		N_F ： Exponent　式(70)
K_Hbeta	1	$K_{H\beta}$ ： Method b では計算できない
K_Fbeta		$K_{F\beta}$ ： Face load factor (root stress)　式(69)
K_FbetaMethodC		$K_{F\beta}$ Method B ： 式(69)

変数名	値､計算式	内　　容
F_tH	F_t*K_A*K_v*K_Hbeta	
K_Halpha		$K_{H\alpha}$ ： 式(71)(72)(73)
K_Falpha		$K_{F\alpha}$ ： 式(74)
K_HalphaMethodB		$K_{H\alpha}$ Method B
K_FalphaMethodB		
g_A		これ以降ρ_θまではISO6336-3(2006)に無い。ISO6336-3(2018)から。
g_AB		
g_B		
g_C		
g_D		
g_E		
g_CP		
d_CP1,2		d_{CP} ： CP-circle diameter
rho_tCP1,2		$\rho_{t1,2、CP}$ ： Transverse radius of curvature at CP
rho_redtCP		$\rho_{red,t,CP}$ ： Local transverse radius of relative curvature
rho_redCP		$\rho_{red,CP}$ ： Local nominal radius of relative curvature
E_r		E_r ： Reduced modulus of elasticity
g_AU		
g_EU		
X_butA		
X_butCP		
X_CP		
p_HCPB		$p_{H,CP,B}$ ： Norminal Herzian contact stress
p_dynCPB		$p_{dyn,CP,B}$ ：
constA,B		
nu_theta		ν_θ ： Kinematic viscosity at a given temperature
rho_15		ρ_{15} ： Density of lubricant at 15℃
rho_theta		ρ_θ ： Density of lubricant at bulk temperature
F_betaxT		$F_{\beta xT}$ ： Equivalent misalignment　式(A.1)
f_shT		f_{shT} ：
f_sh		f_{sh} ： Component of equivalent misalignment

7-5　ISO6336-2_20190129

変数名	値､計算式	内　　容
rho_fP1,2	0.39*m_n	
Rz1,2	6*Ra_H1,2	
Z_H		Z_H ： Zone factor　式(16)
aaa_6_1～6_15		
M_1,2		式(17)(18)
Z_B、Z_D		Z_B，Z_D ： Contact factors for pinion, gear
f_ZCa		f_{ZCa} ： Auxiliary factor
aaa_7_1～7_2		iMaterial_1,2
E_1,2		E ： Modulus of elasticity　Table 1
Z_E		Z_E ： Elasticity factor　式(19)(20)(21)
aaa_8_1～8_3		
xi_Nfw1,2		ξ_{fw} ： Roll angle from root form diameter to working pitch point
xi_Naw1,2		ξ_{aw} ： Roll angle from working pitch point to tip diameter
tau_1,2		τ ： Angular pitch
epsilon_alpha		ε_α ： Transverse contact ratio　式(27)
epsilon_beta		ε_β ： Overlap ratio　式(35)
Z_epsilon		Z_ε ： Contact ratio factor　式(24)(25)(26)
b_vir		b_{vir} ： Virtual facewidth　式(23)
Z_beta		Z_β ： Helix angle factor　式(36)
aaa_11_1～11_7		
N_L1,2		N_L ： Number of load cycles
Z_NT1,2ref		
N_L1,2ref1		
Z_NT1,2ref2		
Z_L1,2ref2		
exp_1,2		
Z_NT1,2		Z_{NT} ： Life factor　Table 2
nu_40		ν_{40} ： Nominal viscosity at 40℃
nu_50		ν_{50} ： Nominal viscosity at 50℃
nu_f		ν_f ： Viscosity parameter

変数名	値､計算式	内　　容
aaa_12_1～12_15		
C_ZL		C_{ZL} ： Factor for determining lubricant film factors
Z_L		Z_L ： Lubricant factor　式(37)(41)
C_Zv		C_{ZV} ： Factor for determining lubricant film factors
Z_v		Z_V ： Velocity factor　式(42)
Rz		R_Z ： Mean peak-to-valley roughness　式(43)
Rz_H		
rho_1,2		ρ ： Radius of curvature　式(47)
rho_red		ρ_{red} ： Radius of relative curvature　式(46)
Rz_10		R_{Z10} ： Mean relative peak-to-valley roughness　式(45)
C_ZR		C_{ZR} ： Factor for determining lubricant film factors
Z_R		Z_R ： Roughness factor　式(48)
Rz_H		R_{ZH} ： Equivalent roughness　式(53)
Z_W		Z_W ： Work hardening factor　式(54)-
Z_x	1	Z_X ： Size factor
aaa_5_1～5_11		
sigma_HPref1,2		σ_{HPref} ： Permissible contact stress (reference)
sigma_HPstat1,2		σ_{HPstat} ： Permissible contact stress (static)
sigma_HP1,2		σ_{HP} ： Permissible contact stress　式(6)
sigma_HG1,2		σ_{HG} ： Pitting stress limit　式(6)
sigma_H0,1,2		$\sigma_{H0,1,2}$ ： 式(3)(4)(5)
S_H1,2		S_H ： Safety factor　式(1)(2)
aaa_A_1～A_24		
pr		
r_Ft		
A_AnnexA		A ： 式(A.7)
f_AnnexA		θ (ϕ) ： 式(A.14)
r_inv1,2		r_{inv} ： 式(A.1)
eta_inv1,2		η_{inv} ： 式(A.2)
r_tro1		r_{tro} ： 式(A.3)(A.11)
eta_tro1		η_{tro} ： 式(A.4)(A.12)

7-6　ISO6336-3_20190223

変数名	値､計算式	内　　容
epsilon_alphan		$\varepsilon_{\alpha n}$: Virtual contact ratio　式(23)
z_n1		z_n : Virtual number of teeth　式(21)
f_epsilon		f_ε : Load distribution influence factor ISO6336-3(2006)には無い。ISO6336-3(2018)から。
d_n1,2		d_n : Reference diameter of virtual spur gear　式(24)
p_bn1,2		p_{bn} : Normal base pitch　式(25)
d_bn1,2		d_{bn} : Base diameter of virtual gear　式(26)
d_an1,2		d_{an} : Tip diameter of virtual gear　式(27)
d_en1,2		d_{en} : Outer single contact diameter　式(28)
alpha_en1,2		α_{en} : Profile angle at the outer point of a single pair tooth contact of virtual spur gears　式(29)
gamma_e1,2		γ_e : 式(30)
alpha_Fen1,2		α_{Fen} : Load direction angle, relevant to direction of application of load at the outer point of single pair contact of virtual spur gears　式(31)
q_pr	0	q_{pr} : Protuberance of the tool　Figure 2
q	0	q : Material allowance for finish machining per flank
s_pr	q_pr-q	s_{pr} : Residual fillet undercut
E		E : 式(10)
G		G : 式(12)
T	PI/3	T :
H		H : 式(13)
θ		θ: 式(14)
s_Fn1,2		s_{Fn} : Tooth root chord at the critical section 式(15)
rho_F1,2		ρ_F : Tooth root radius　式(17)
h_Fe1,2		h_{Fe} : Bending moment arm　式(18)
z_0v		z_{0v} : Equivalent number of teeth of the tool これより下、変数Yまではピニオンカッターによる歯切の場合で、ISO6336-3(2006)には無い。

変数名	値、計算式	内　　容
xi		
alpha_w0		α_{w0} ：Operating pressure angle of the manufacturing pairing
a_0		a_0 ：Manufacturing center distance
u_0	z_0v/z_n1	u_0 ：Tooth ratio
r_w	a_0/(1+u_0)	r_{wn} ：Manufacturing pitch circle radius
r_w0	r_w*u_0	
r_b0		r_{b0} ：Base radius of the tool
r_M		r_M ：Radius for the center of the tool tip radius
alpha_M		α_M ：Pressure angle for the radius at point M
delta_α		δ_α ：Half angle of thickness at point M
X_M		X_M ：X-coordinate of point M
Y_M		Y_M ：Y-coordinate of point M
Psi_0		
Psi		ψ ：Auxiliary angle
delta		δ ：Auxiliary value
omega_0		ω_0 ：Auxiliary angle
delta_hPrime		δ_h' ：Auxiliary value
delta_h		δ_h ：Auxiliary value
K		K ：Distance of point M to the point of contact of the pitch circles
X		
Y		
Y_F1,2		Y_F ：Tooth form factor　式(9)
L_1,2	s_Fn1/h_Fe1	L ：Auxiliary value　式(37)
q_s1,2		q_s ：Notch parameter　式(38)
Y_S1,2		Y_S ：Stress correction factor　式(36)
Y_Sg		Y_{Sg} ：Stress correction factor relevant to the notched piece　式(39)
epsilon_beta1		ε_β ：Overlap ratio
Y_beta		Y_β ：Helix angle factor　式(40)/$\cos^3\beta$
Y_B1,2		Y_B ：Rim thickness factor　式(41)、(42)
Y_DT		Y_{DT} ：Deep tooth factor　式(45)、(46)、(47)

変数名	値､計算式	内　容
N_L1,2		N_L ： Number of load cycles
N_L1,2static		
N_Lref		
Y_NT1,2		Y_{NT} ： Life factor
Y_NT1,2static		
iM1,2		
rhoPrime1,2		ρ’ ： Slip layer thickness　Table 2
chiPrime_p	1/5	χ^*_P ： Relative stress gradient in the root of a notch 式(49)
chiPrime		χ^*
chiPrime_T		χ^*_T
Y_delta1,2		Y_δ
Y_deltaT1,2		$Y_{\delta T}$
Y_deltarelT1,2		$Y_{\delta relT}$ ： Relative notch sensitivity factor　式(48)
Rz_3,4		
Y_RrelT1,2		Y_{RrelT} ： Relative surface factor　式(55)-
Y_X1,2		Y_X ： Size factor　Table 3
sigma_FG		
sigma_FP		σ_{FP} ： Permissible bending stress　式(A.1)(A.2)
Y_deltarelk		$Y_{\delta relk}$ ： Relative notch sensitivity factor　式(A.3)
Y_delta		Y_δ ： Notch sensitivity factor of the actual gear, relative to a polished test piece　式(A.10)
Y_deltak		$Y_{\delta k}$ ： Sensitivity factor of a notched test piece, relative to a smooth polished test piece　式(A.5)-
Y_R		Y_R ： Tooth root surface factor (relevant to the plain polished test piece)　式(A.16)
Y_Rk		Y_{Rk} ： Surface factor　式(A.17)-

7-7　ISO6336-30-table3

報告書の最後にMaximaによる出力結果を添付していますのでご参照下さい。

8　終わりに

本プログラムは着工前に共通の変数ルールを定義し、第 2 分科会の各委員が担当 Part をプログラムし最終的に統合しているため、４章で説明した流れになっています。

このプログラムが他の例題の検証、今後改訂される ISO6336 規格の内容確認などで幅広く活用されますことを期待しています。

第 2 分科会の委員の皆様には、大変お忙しいところ、プログラム作成で多大なご尽力を賜りました。心より深く感謝申し上げます。

一般社団法人日本歯車工業会
規格委員会委員長 植田昌克
株式会社植田鉄工所代表取締役社長

規格委員会　ISO/JIS 審議委員会 第 2 分科会　構成表

氏　名	所　属
森 脇 一 郎	京都工芸繊維大学大学院
上 田 昭 夫	アムテック有限会社
中 島　　隆	ベアーズエンジニアリング株式会社
古 賀 英 隆	いすゞ自動車株式会社
稲 垣 輝 昭	ＭＨＩハセック株式会社
山 﨑 泰 正	住友重機械ギヤボックス株式会社
阿 部 料 久	住友重機械ギヤボックス株式会社
水 越　　篤	株式会社日立ニコトランスミッション
高 橋 晃 弘	株式会社日立ニコトランスミッション
LI YUN JUN	株式会社日立ニコトランスミッション
植 田 昌 克	株式会社植田鉄工所

4.3 Example 1: Single helical case carburized gear pair

For example 1, input values and output values are given in Tables 2 and 3, respectively.

A full calculation description is provided in Annex A.

Table 2 — Example 1 input values

Type	Description	Unit	Symbol	Pinion	Wheel
Geometry	Number of teeth	—	z	17	103
	Normal module	mm	m_n	8,00	
	Normal pressure angle	—	α	20,00	
	Helix angle	—	β	15,80	
	Hand of helix	—	—	Left	Right
	Face width (total)	mm	b	100,00	100,00
	Gap width	mm	—	0	0
	Edge chamfer	mm	—	0,00	0,00
	Contact face width (total)	mm	b_{eff}	100,00	
	Centre distance	mm	a	500,00	
	Span measurement	mm	W_k	38,196	307,943
	Number of teeth spanned	—	k	2	13
	Dimension between balls	mm	M_{dK}	—	—
	Ball diameter	mm	D_M	—	—
	Nominal profile shift coefficient	—	x	0,145	0,000
	Generating profile shift coefficient (ref only)	—	x_E	(0,118)	(−0,027)
	Outside diameter	mm	d_a	159,66	872,35
	Basic rack dedendum coefficient	—	h_{fP}/m_n	1,400	1,400
	Tip chamfer	mm		0,00	0,00
	Basic rack fillet root radius coefficient	—	ρ_{fP}/m_n	0,39	0,39
	As cut basic rack undercut	mm	pr	0,00	0,00
	Material allowance for finishing	mm	q	0,00	0,00
	Residual undercut (calculated - p_r-q)	mm	s_{pr}	0,00	0,00
	Pinion cutter number of teeth	—	z_0	—	—
	Pinion cutter profile shift (ref)	—	x_0	—	—
	Flank finishing process	—	—	As cut	As cut
	Root finishing process	—	—	As cut	As cut
	Profile shift coefficient used for calculations	—	—	Nominal (x)	Nominal (x)
	Tip relief	µm	C_a	70	
Quality	ISO accuracy grade	—	—	5	5
	Single pitch deviation	µm	f_{pt}	8,0	9,5
	Profile form deviation	µm	$f_{f\alpha}$	10,0	12,0
	Helix slope deviation	µm	$f_{H\beta}$	8,5	9,5
	Surface roughness – flank *Ra* (*Rz*)	µm	—	1,0 (6,0)	1,0 (6,0)
	Surface roughness – fillet *Ra* (*Rz*)	µm	—	3,0 (18,0)	3,0 (18,0)

Table 2 *(continued)*

Type	Description	Unit	Symbol	Pinion	Wheel
Material	Material	—	—	Eh	Eh
	Material quality	—	—	MQ	MQ
	Case hardness	—	—	60 HRC	60 HRC
	Core hardness	—	—	30 HRC	30 HRC
	Young's modulus	N/mm^2	E	206 000	206 000
	Poisson's ratio	—	ν	0,3	0,3
	Yield/proof stress	N/mm^2	$\sigma_S/\sigma_{0.2}$	—	—
	Shot peen	—	—	No	No
	Limited pitting allowable	—	—	No	No
Application	Application factor	—	$K_{A\text{-}A}$	1,00	
	Reverse bending	—	—	No	No
	Favourable contact position	—		No	No
	Helix modification (ISO 6336-1:2006, Table 8)	—	—	None (No. 1)	
	Dynamic factor, K_v, calculation method	—	—	Method B	
	Face load distribution factor, $K_{H\beta}$ and $K_{F\beta}$, calculation method	—	—	Method C	
	Number of meshes	—	N_M	1	1
	Gear blank type	—	—	Solid	Solid
	Web thickness	mm	b_s	—	—
	Inside diameter	mm	—	—	—
	Number of webs	—	—	—	—
	Arrangement (ISO 6336-1:2006, Figure 13)	—	—	a	
	Bearing span	mm	l	125,00	—
	Bearing span offset	mm	s	0,00	—
	External shaft diameter	mm	d_{sh}	100,00	—
	Internal shaft diameter	mm	d_{shi}	0,00	—
	Equivalent misalignment	µm	f_{sh}	As Formula (57)	
	Mesh misalignment	µm	f_{ma}	As Formula (64)	
	Minimum safety factor pitting	—	$S_{H\,min}$	1,00	
	Minimum safety factor tooth breakage	—	$S_{F\,min}$	1,00	
	Lubrication viscosity	mm^2/s	ν_{40}	320	
Load	Torque	kNm	T_1	9,000	
	Speed	rpm	n_1	360,0	
	Required life	hours	—	50 000	
	Life factor for contact stress, Z_{NT}, at 10^{10} cycles	—	—	0,85	0,85
	Life factor for tooth root stress, Y_{NT}, at 10^{10} cycles	—	—	0,85	0,85

Table 3 — Example 1 output values

Symbol	Description	Unit	Pinion	Gear
d	Reference diameter	mm	141,34	856,35
d_a	Tip diameter	mm	159,66	872,35
d_b	Base circle diameter	mm	132,20	800,97
d_f	Root diameter (based on x)	mm	121,26	833,96
d_{Ff}	Root form diameter (based on x)	mm	132,29	839,46
d_{Nf}	Start of active profile diameter	mm	132,92	845,23
d_w	Working pitch diameter	mm	141,67	858,33
F_t	Tangential tooth load	N	127 352	
$K_{F\alpha\text{-}B}$	Transverse load factor (root stress)	—	1,00	
$K_{F\beta\text{-}C}$	Face load factor (root stress)	—	1,13	
$K_{H\alpha\text{-}B}$	Transverse load factor (contact stress)	—	1,00	
$K_{H\beta\text{-}C}$	Face load factor (contact stress)	—	1,16	
$K_{v\text{-}B}$	Dynamic factor	—	1,00	
S_F	Tooth root breakage safety factor	—	1,86	1,98
S_H	Pitting safety factor	—	1,03	1,09
v	Pitch line velocity	m/s	2,67	
Y_B	Rim thickness factor	—	1,00	1,00
Y_{DT}	Deep tooth factor	—	1,00	
Y_F	Tooth form factor	—	1,56	1,34
Y_{NT}	Life factor for tooth root stress	—	0,89	0,92
Y_{RrelT}	Relative surface factor	—	0,96	0,96
Y_S	Stress correction factor	—	1,82	2,07
Y_{ST}	Stress correction factor for reference gears	—	2,00	
YX	Size factor	—	0,97	0,97
$Y_{\delta relT}$	Relative notch sensitivity factor	—	0,99	1,00
Z_B	Single pair tooth contact factor, pinion	—	1,00	
Z_β	Helix angle factor (pitting)	—	1,02	
Z_D	Single pair tooth contact factor, wheel	—	1,00	
Z_E	Elasticity factor	$\sqrt{N/mm^2}$	189,81	
Z_ε	Contact ratio factor	—	0,80	
Z_H	Zone factor	—	2,40	
Z_L	Lubrication factor	—	1,05	
Z_{NT}	Life factor for pitting stress	—	0,91	0,96
Z_R	Roughness factor	—	0,97	
Z_v	Velocity factor	—	0,97	
Z_W	Work hardening factor	—	1,00	1,00
Z_X	Size factor	—	1,00	
ε_α	Transverse contact ratio	—	1,55	
ε_β	Overlap ratio	—	1,08	
ε_γ	Total contact ratio	—	2,63	
σ_{F0}	Nominal tooth root stress	N/mm^2	393	383
σ_F	Tooth root stress	N/mm^2	444	434
$\sigma_{F\,lim}$	Limiting tooth root stress	N/mm^2	500	500

Table 3 *(continued)*

Symbol	Description	Unit	Pinion	Gear
σ_{FP}	Permissible tooth root stress	N/mm²	825	861
σ_H	Contact stress	N/mm²	1 302	1 302
$\sigma_{H\,lim}$	Limiting contact stress	N/mm²	1 500	1 500
σ_{H0}	Nominal contact stress	N/mm²	1 207	
σ_{HP}	Permissible contact stress	N/mm²	1 338	1 415
Intermediate calculation values				
$K_{v\text{-}B}$ intermediate calculation values				
$c_{\gamma\alpha}$	Mean value of mesh stiffness per unit face width (used for $K_{v\text{-}B}$, $K_{H\alpha\text{-}B}$, $K_{F\alpha\text{-}B}$)	N/(mm·µm)	17,5	
c'	Maximum tooth stiffness per unit face width (single stiffness) of a tooth pair	N/(mm·µm)	12,4	
m_{red}	Reduced gear pair mass per unit face width referenced to the line of action	kg/mm	0,067	
N	Resonance ratio	—	0,04	
$K_{H\beta\text{-}C}$ intermediate calculation values				
$c_{\gamma\beta}$	Mean value of mesh stiffness per unit face width (used for $K_{H\beta\text{-}C}$, $K_{F\beta\text{-}C}$)	N/(mm·µm)	14,8	
f_{sh0}	Shaft deformation under specific load	µm	0,012	
$F_{\beta x}$	Initial equivalent misalignment (before running in)	µm	32,3	
$F_{\beta y}$	Initial equivalent misalignment (after running in)	µm	27,5	
y_α	Running-in allowance for a gear pair	µm	0,668	
y_β	Running-in allowance (equivalent misalignment)	µm	4,9	
f_{pb}	Transverse base pitch deviation	µm	8,9	
Eq for $F_{\beta x}$	—		52	
$f_{H\beta 5}$	Tolerance on helix slope deviation for ISO accuracy grade 5	µm	9,5	
f_{sh}	Component of equivalent misalignment due to deformations of pinion and wheel shafts	µm	14,7	
f_{ma}	Mesh misalignment due to manufacturing deviations	µm	12,7	

```
-->  %/ /* Iniatialized all parameters */
     remvalue(all)$

-->  loadfile("ISO6336-1.txt");
(%o336) ISO6336-1.txt

-->  loadfile("ISO6336-2.txt");
(%o474) ISO6336-2.txt

-->  loadfile("ISO6336-3.txt");
(%o586) ISO6336-3.txt

-->  loadfile("ISO6336-5.txt");
(%o135) ISO6336-5.txt
```

ISO6336-30 Table3 - Example 1 output values

```
-->  d_1;   /* Reference diameter of Pinion */;
(%o136) 141.3401130664481

-->  d_2;   /* Gear */;
(%o137) 856.3548026967148

-->  d_a1;   /* Tip diameter of Pinion */;
(%o138) 159.66

-->  d_a2;   /* Gear */;
(%o139) 872.35

-->  d_b1    /* Base circle diameter of Pinion */;
(%o140) 132.1985692012622

-->  d_b2;   /* Gear */;
(%o141) 800.9678016311765

-->  d_f1;   /* Root diameter (based on x) of Pinion */;
(%o142) 121.26

-->  d_f2;   /* Gear */;
(%o143) 833.96

-->  d_Ff1;   /* Root form diameter (based on x) of Pinion */;
(%o144) 132.2802238685939

-->  d_Ff2;   /* Gear */;
(%o145) 839.3928124490512

-->  d_Nf1;   /* Start of active profile diameter of Pinion */;
(%o146) 132.9199352524425

-->  d_Nf2;   /* Gear */;
(%o147) 845.2229344952416

-->  d_w1;   /* Working pitch diameter of Pinion */;
(%o148) 141.666299546871

-->  d_w2;   /* Gear */;
(%o149) 858.3311090192772

-->  F_t;   /* Tangential tooth load */;
(%o150) 127352.3814965231

-->  K_FalphaMethodB;   /* Transverse load factor (root stres) */;
(%o151) 1.0

-->  K_FbetaMethodC;   /* Face load factor (root stress) */;
(%o152) 1.128048706222153

-->  K_HalphaMethodB;   /* Transverse load factor (contact stress) */;
(%o153) 1.0

-->  K_HbetaMethodC;   /* Face load factor (contact stress) */;
(%o154) 1.159588269196763

-->  K_vMethodB;   /* Dynamic factor */;
(%o155) 1.002967097706141

-->  S_F1;   /* Tooth root breakage safety factor of Pinion */;
(%o156) S_F1

-->  S_F2;   /* Gear */;
(%o157) S_F2

-->  S_H1;   /* Pitting safety factor of Pinion */;
(%o158) 1.028669889975068
```

```
→ S_H2;   /* Gear */;
(%o159) 1.087113182087888

→ v;      /* Pitch line velocity */;
(%o160) 2.664198365202624

→ Y_B1;   /* Rim thickness factor of Pinion */;
(%o161) 1

→ Y_B2;   /* Gear */;
(%o162) 1

→ Y_DT;   /* Deep tooth factor */;
(%o163) 1

→ Y_F1;   /* Tooth form factor of Pinion */;
(%o164) 1.208972347403435

→ Y_F2;   /* Gear */;
(%o165) 1.038070957742077

→ Y_NT1;  /* Life factor for tooth root stress of Pinion */;
(%o166) 0.8911556704502528

→ Y_NT2;  /* Gear */;
(%o167) 0.9244688367510406

→ Y_RrelT1;   /* Relative surface factor of Pinion */;
(%o168) 0.9638811646410465

→ Y_RrelT2;   /* Gear */;
(%o169) 0.9638811646410465

→ Y_S1;   /* Stress correction factor of Pinion */;
(%o170) 1.824480615012995

→ Y_S2;   /* Gear */;
(%o171) 2.075030858041836

→ Y_ST;   /* Stress correction factor for reference gears */;
(%o172) 2.0

→ Y_X1;   /* Size factor of Pinion */;
(%o173) 0.9700000000000001

→ Y_X2;   /* Gear */;
(%o174) 0.9700000000000001

→ Y_deltarelT1;   /* Relative notch sensivity factor of Pinion */;
(%o175) 0.9923106830032447

→ Y_deltarelT2;   /* Gear */;
(%o176) 0.9989049122743029

→ Z_B;    /* Single pair tooth contact factor, pinion */;
(%o177) 1.0

→ Z_beta; /* Helix angle factor (pitting) */;
(%o178) 1.019443739130951

→ Z_D;    /* Single pair tooth contact factor, wheel */;
(%o179) 1.0

→ Z_E;    /* Elasticity factor */;
(%o180) 189.8117004375665

→ Z_epsilon;  /* Contact ratio factor */;
(%o181) 0.8034169284721238

→ Z_H;    /* Zone factor */;
(%o182) 2.395358321318127

→ Z_L;    /* Lubrication factor */;
(%o183) 1.047386145108153

→ Z_NT1;  /* Life factor for pitting stress of Pinion */;
(%o184) 0.9100544614233167

→ Z_NT2;  /* Gear */;
(%o185) 0.9617586857287704

→ Z_R;    /* Roughness factor */;
(%o186) 0.965987239015262

→ Z_v;    /* Velocity factor */;
(%o187) 0.9691142066544328
```

→ Z_W1; /* Working hardening factor */;
(%o188) Z_{W1}

→ Z_W2; /* Gear */;
(%o189) Z_{W2}

→ Z_X; /* size facor */;
(%o190) Z_X

→ epsilon_alpha; /* Transverse contact ratio */;
(%o191) 1.549237651940053

→ epsilon_beta; /* Overlap ratio */;
(%o192) 1.083368680569745

→ epsilon_gamma; /* Total contact ratio */;
(%o193) 2.632606332509808

→ sigma_F01; /* Nominal tooth root stress of Pinion */;
(%o194) *sigma_F01*

→ sigma_F02; /* Gear */;
(%o195) *sigma_F02*

→ sigma_F1; /* Tooth root stress of Pinion */;
(%o196) *sigma_F1*

→ sigma_F2; /* Gear */;
(%o197) *sigma_F2*

→ sigma_Flim1; /* Limiting tooth root stress of Pinion */;
(%o198) 500.0

→ sigma_Flim2; /* Gear */;
(%o199) 500.0

→ sigma_FP1; /* Permissible tooth root strerss of Pinion */;
(%o200) *sigma_FP1*

→ sigma_FP2; /* Gear */;
(%o201) *sigma_FP2*

→ sigma_H1; /* Contact stress of Pinion */;
(%o202) 1301.175233696056

→ sigma_H2; /* Gear */;
(%o203) 1301.175233696056

→ sigma_Hlim1; /* Limiting contact stress of Pinion */;
(%o204) 1500.0

→ sigma_Hlim2; /* Gear */;
(%o205) 1500.0

→ sigma_H0; /* Nominal contact stress */;
(%o206) 1206.536705615008

→ sigma_HP1; /* Permissible contact stress of Pinion */;
(%o207) 1338.479784484405

→ sigma_HP2; /* Gear */;
(%o208) 1414.52474875727

---- Intermediate calculation values ----

K_vMethodB intermediate calculation values

→ c_gammaalpha; /* Mean value of mesh stifness per unit face width (used for K_v—B, K_Halpha—B, K_Falpha—B) */;
(%o209) 17.46621862360393

→ cPrime; /* Maximum tooth stifness per unit face width (single stifness) of a tooth pair */;
(%o210) 12.3704719133109

→ m_red; /* Reduced gear pair mass per unit face width reference to the line of action */;
(%o211) 0.06683659784690872

→ N; /* Resonance ratio */;
(%o212) 0.04014332138329173

K_HbetaMethodC intermediate calculation values

→ c_gammabeta; /* Mean values of mesh stifness per unit face width (used for K_Hbeta—C, K_Fbeta—C) */;
(%o213) 14.84628583006334

→ f_sh0; /* Shaft deformation under specific load */;
(%o214) f_{sh0}

→ F_betax; /* Initial eauivalent misalignment (before running in) */;
(%o215) 32.3063559598715

→ F_betay; /* Initial eauivalent misalignment (after running in) */;
(%o216) 27.46040256589077

→ y_alpha; /* Running—in allowable for gear pair */;
(%o217) 0.6695309923099598

→ y_beta; /* Running—in allowance (equivalent misalignment) */;
(%o218) 4.845953393980724

→ f_pb; /* Tranverse base pitch deviation */;
(%o219) 8.92707989746613

→ /* Eq for F_betax equation 52 */;

→ f_Hbeta5; /*Tolerance on helix slope deviation for ISO accuracy grade 5 */;
(%o220) f_{Hbeta5}

→ f_sh; /* Component of equivalent misalinment due to deformation of pinion and wheel shafts */;
(%o221) 14.7058700570598

→ f_ma; /* Mesh misalinment due to manufacturing deviations */;
(%o222) 12.74754878398196

→ F;
(%o223) F