

[21] involute  $\Sigma$  iii (Spherical involute Hypoid gear design

21.1 Spherical Hypoid gear design system

## 21.1 概要

Spherical Hypoid gear design system は, 寸法, 歯形, 強度計算を トータルに設計することができます. ハイポイドギヤの歯形, 歯 すじは、歯切り機械から生成されるものですが、本ソフトウェア では、球面インボリュート歯形を持つスパイラルベベルギヤ(大 歯車)にオフセットを与えピニオンの歯形を解析し1組の歯車と しています. 図 21.1 に全体画面を示します.

## 21.2 ソフトウェアの構成

Spherical Hypoid gear design system の構成を表 21.1 に示します. 表中の○は基本ソフトウェアの機能で◎はオプション機能です.

| No. | 項目                  | 掲載項   | 構成 |
|-----|---------------------|-------|----|
| 1   | 寸法                  | 21.2  | 0  |
| 2   | 組図                  | 21.4  | 0  |
| 3   | 精度                  | 21.5  | 0  |
| 4   | 軸受荷重                | 21.6  | 0  |
| 5   | 歯形、歯すじ修整            | 21.7  | 0  |
| 6   | 歯形レンダリング            | 21.9  | 0  |
| 7   | 歯当たり                | 21.10 | 0  |
| 8   | 伝達誤差                | 21.11 | 0  |
| 9   | バックラッシ変化            | 21.12 | 0  |
| 10  | 強度計算(AGMA2003-B97)  | 21.13 | 0  |
| 11  | FEM 歯形応力解析          | 21.15 | 0  |
| 12  | 歯形データ出力             | 21.16 | 0  |
| 13  | 測定データ出力(Carl Zeiss) | 21.17 | 0  |

表 211 ソフトウェアの構成

## 21.3 寸法設定

AGMA2005-B88規格に基づいてハイポイドギヤの各部寸法を 計算します. モジュール, 歯数, オフセット量を入力することに より標準値が入力されます.数値が不明な場合は,標準値を入力 することができ、ねじれ角やオフセット量、工具半径などを自由 に設定することができます. 軸角は標準90°で入力範囲はΣ=10° ~170°且つ,冠歯車(ピッチ円すい角最大90°未満)に対応してい ます. また、歯先円すい角、歯たけなどを変更することができま す. 図21.2に寸法設定を,図21.3,21.4に寸法結果を示します.



| ▶ 寸法結果[ANSI/AGMA 2005-D03] |        |     |         |         |  |  |  |  |
|----------------------------|--------|-----|---------|---------|--|--|--|--|
| 寸法1 寸法2                    |        |     |         |         |  |  |  |  |
| 外端項目                       | 記号     | 単位  | Pinion  | Gear    |  |  |  |  |
| 正面モジュール                    | mt     | mm  | 2       | .5000   |  |  |  |  |
| 円すい距離                      | A      | mm  | 78.1548 | 41.7060 |  |  |  |  |
| 基準円直径                      | d      | nm  | 21.7673 | 82.5000 |  |  |  |  |
| 歯先円直径                      | do     | mm  | 28.9293 | 82.6530 |  |  |  |  |
| 歯底円直径                      | dr     | mm  | 19.8812 | 81.3327 |  |  |  |  |
| 全歯たけ                       | ht     | nm  | 4.5767  | 4.4763  |  |  |  |  |
| 有効歯たけ                      | hk     | mm  | 4       | .0611   |  |  |  |  |
| 歯末のたけ                      | 8.0    | mm  | 3.6243  | 0.5188  |  |  |  |  |
| 歯元のたけ                      | bo     | mm  | 0.9524  | 3.9575  |  |  |  |  |
| 頂げき                        | с      | mm  | 0.3332  | 0.4336  |  |  |  |  |
| 円ビッチ                       | ср     | mm  | 7       | .8540   |  |  |  |  |
| 正面円弧歯厚                     | St     | mm  | 6.8327  | 2.3608  |  |  |  |  |
| 正面円弧歯厚減少量                  | ft     | mm  | 0.0000  | 0.0000  |  |  |  |  |
| 弦歯厚                        | tnc    | mm  | 4.4359  | 2.0715  |  |  |  |  |
| キャリバ歯たけ                    | ac     | mm  | 3.8513  | 0.5207  |  |  |  |  |
| 項目                         | 記号     | 単位  | Pinion  | Gear    |  |  |  |  |
| 凹面圧力角                      | Φ1     | des | 11.7582 | 28.2418 |  |  |  |  |
| 凸面圧力角                      | Φ2     | deg | 28.2418 | 11.7582 |  |  |  |  |
| ビッチ円すい頂点の位置                | Z      | mm  |         | -4.6040 |  |  |  |  |
| 歯先円すい頂点の位置                 | Go, Zo | mm  | 21.8715 | -5.0223 |  |  |  |  |
| 歯底円すい頂点の位置                 | GR, ZR | mm  | 42.8473 | -4.6039 |  |  |  |  |
| 円すい頂点~内端歯先                 | xi,Xi  | m   | 25.2616 | 8.6560  |  |  |  |  |

|                    | 00,10  |     |      |      | 0110   |        |     |        |
|--------------------|--------|-----|------|------|--------|--------|-----|--------|
| 歯底円すい頂点の位置         | GR, ZR | mm  |      | 42.  | 8473   |        | -4  | 4.6039 |
| 円すい頂点~内端歯先         | xi,Xi  | m   |      | 25.  | 2616   |        | 8   | .6560  |
| 図2                 | 21.3   | 寸注  | 結    | 果    | 1      |        |     |        |
| 寸法結果[ANSI/AGMA 200 | 5-D03] |     |      |      |        |        |     | • 💌    |
| 法1 寸法2             |        |     |      |      |        |        |     |        |
| 項目                 | 記号     | 単位  | F    | Pini | on     |        | Gea | ar     |
| 基礎円すい角             | δb     | deg | 7 *  | 31   | 9.4    | 68     | 20  | 39.3   |
| 歯末角                | θa.    | deg | 5 *  | 9    | 8.3    | 1      | 16  | 58.8   |
| 歯元角                | θf     | deg | 1 *  | 12   | 55.4 " | 5      | 25  | 27.5   |
| 歯元角の和              | Σδ     | deg | 6    | •    | 38     | '      | 2   | 2.9    |
| 歯先間の軸方向距離          | ×b     | mm  |      | 14   | .7450  |        |     | 1.5854 |
| 相当90°かさ歯車歯数比       | m90    | mm  |      |      | 6      | .706   | 1   |        |
| 相当平歯車歯数            | ZV     | mm  |      | 24   | .9490  |        | 335 | 9.7016 |
| 円すい頂点~外端歯先         | xo, Xo | mm  |      | 40   | .0067  |        | 11  | 0.2414 |
| 外端法線バックラッシ         | BL     | mm  |      |      | 0      | .0001  | )   |        |
| 正面かみ合い率            | εα     | mm  |      |      | 0      | . 4201 | )   |        |
| 重なりかみ合い牢           | εβ     | mm  |      |      | 1      | .302   | 1   |        |
| 総合かみ合い率            | εγ     | mm  |      |      | 1      | .368   | 1   |        |
| ツースアングル            | ta     | min |      | 211  | .4092  |        | 20- | 4.1214 |
| 素材の角度              | θ×     | deg | 88 * | 47   | 4.6    | 84     | 34  | 32.5   |
| 素材の角度              | θy     | deg | 81 * | 59   | 42.3 " | 8      | 28  | 50.3   |

×

28 2418

11.7582

-4.6040

-5.0223

-4.6039

8.6560

| ]21.4 寸法結果 2                         |
|--------------------------------------|
| 141.4 114/11/11/11/11/11/11/11/11/11 |

記号 単位

deg

mm

mm

m 1

Φ2

7

Go, Zo

GR, ZR mm

xi,Xi

Pinion

11 7582

28.2418

21.8715

42.8478

25.2616

# 21.4 組図

Σ

項目

凹面圧力角

凸面圧力角

ビッチ円すい頂点の位置

歯先円すい頂点の位置

歯底円すい頂点の位置

円すい頂点~内端歯先

図21.5~21.8のように組立距離やボス径を設定し作図すること ができます. 作図機能として拡大,距離計測などがあり,図21.6 で面取り加工を「する」にすると端部に面取りを与えた形状とす ることができます.図21.7に軸角60°を、図21.8に軸角160°の組図 例を示します.



## 21.5 精度

図21.7 軸角Σ=60°の例

図21.9に、かさ歯車の精度(JIS B 1704:1978)を示します.

74.990

**Σ=160°**の例

図21.8

| ∑ 秸度 [JIS B 1704] |       |          |        | - • ×      |
|-------------------|-------|----------|--------|------------|
| 項目                | 記号    | 単位       | Pinion | Gear       |
| 精度等級              |       |          | 3 ~    | 3 ~        |
| 単一ビッチ誤差(±)        | ft    | μm       | 24     | 0          |
| 隣接ビッチ誤差           | ftu   | μm       | 31     | 2          |
| 累積ビッチ誤差(±)        | Ft    | μm       | 97     | 3          |
| 歯溝のふれ             | fr    | μm       | 33     | 5          |
|                   | 5. Ib | ما جا جا |        | ( <u>6</u> |

# 図21.9 かさ歯車精度(JIS B 1704)

## 21.6 軸受荷重

歯と軸受に作用する荷重の計算をします. 図 21.10 に歯に作用 する荷重の方向と軸受位置の参考図を示します.



図 21.10 軸受荷重

#### 21.7 歯形

歯形を生成するために図21.11の歯面や歯すじ分割数と歯すじ 曲線の種類を選択し、最後に歯すじ基準をピニオンとするかギヤ とするかを選択します.そして、歯すじの種類は、「円弧」、「イン ボリュート」、「エピトロコイド」、「等リード」を選択することが できます.指定した歯形は、ベベルギヤカタログの図2.12のよう に球面インボリュートであり、歯元は球面トロコイド曲線です.



## 21.8 歯形, 歯すじ修整

歯形修整,歯すじ修整をする場合,図21.12~21.15に示すように 修整を与えることができます.図21.14では修整する指定点数(最 大=50)を入力することができ,図21.15のように円弧パターンで 入力することもできます.







歯形断面分割を5,歯すじ1としたときの修整とトポグラフの例 を図21.16に示します.トポグラフでは、歯形と歯すじの分割数を それぞれ最大50まで設定することができます.



図21.16 歯形・歯すじ (バイアス) 修整とトポグラフの例

## 21.9 歯形レンダリング

歯形レンダリングを図21.17に示します. コントロールフォーム で歯車の表示角度を変更でき,図の大きさを変えることもできま す.また,歯面修整(図21.12)を施したときの歯面接触を確認す るため背面から観察した歯形を図21.18に示します.ここでは,ピ ニオンを「水平」,「垂直」に移動することができますので誤差を 与えたときのかみ合い接触線を容易に把握することができます.



図 21.18 歯形レンダリング(歯面修整歯形)

## 21.10 歯当たり (オプション)

歯形・歯すじ修整を与えた歯車(無修整歯形を含む)の歯当たりを表示することができます.図21.19の歯当たり設定では取り付け誤差,接触最大クリアランス(光明丹厚さ)を設定することができます.例として図21.12の修整を与えたときの歯当たりを図21.20に示します.



### 21.11 伝達誤差解析

図21.18の歯形で無負荷における回転伝達誤差解析を行った例 を以下に示します.取り付け誤差を図21.21のように与え,ピニオ ンのピッチ偏差を0µmとしたときの伝達誤差,ワウ・フラッタ, フーリエ解析の計算結果を図21.22~21.24に示します.図21.23の ワウ・フラッタではこのグラフ波形を音で確認することができま す(グラフ右上の Sound ▶).

ピッチ偏差の設定は最大値で入力することも歯の偏差を個々に 入力することもできます(説明省略).



図21.22 伝達誤差結果, TE=0.86µm

CSV File <



# 21.12 バックラッシ変化

図21.18の歯車のバックラッシの変化は図21.25のように解析す ることができ、キックアウトは0.4µmであることが解ります.



図21.25 バックラッシ変化

# 21.13 歯車強度計算(AGMA 2003-B97)

歯車の強度は、AGMA 2003-B97:1997 に基いて計算します. ここ では図21.2の歯車についての強度計算例を図21.26~21.32に示し ます.また、動力とトルクの関係の補助機能画面を図 21.26 に示 します.



| 図 21.26 | 強度諸法 |
|---------|------|
|         |      |

| ∑ 強度諸元 [ANSI/AGMA 2003-B97] |               |                    |                   |               |               |        |  |  |  |
|-----------------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------|--------|--|--|--|
| 諸元 材料                       |               |                    |                   |               |               |        |  |  |  |
| 項目                          | 記号            | 単位                 | Pi                | nion          | (             | lear   |  |  |  |
| 材料名                         |               |                    | 鋼                 |               | 鋼             |        |  |  |  |
| 材料記号                        |               |                    |                   | SCM420        |               | SCM420 |  |  |  |
| 熱処理                         |               |                    | 焼き入れ焼き戻し ~        |               | 戻し ~  焼き入れ焼き戻 |        |  |  |  |
| 硬度                          |               |                    | BHN 60.0          |               | BHN           | 60.0   |  |  |  |
| 許容曲げ応力                      | $\sigma$ Flim | MPa                |                   | 180.0         | 380.0         |        |  |  |  |
| 許容面圧応力                      | $\sigma$ Hlim | MPa                | 18                | 1380.0 1380.0 |               | 380.0  |  |  |  |
| 材料の弾性率                      | ZE            | √ <sup>™</sup> MPa |                   | 190           | .0            |        |  |  |  |
| 縦弾性係数                       | E1, 2         | MPa                | 207000.0 207000.0 |               |               | 000.0  |  |  |  |
| 材料組み合わせ選択                   |               |                    |                   |               |               |        |  |  |  |
| 確定 キャンセル クリア                |               |                    |                   |               |               |        |  |  |  |

図 21.27 材料設定

| 項目            | 記号   | 単位        | 数        | 値        |  |  |
|---------------|------|-----------|----------|----------|--|--|
| 歯数比           | mG   |           | 4.714    |          |  |  |
| 周速            | vet  | m/s       | 1        | .140     |  |  |
| 動荷重係数         | Κv   |           | 1        | .098     |  |  |
| 荷重分配係数        | KH 🕫 |           | 1.001    |          |  |  |
| 歯 面 曲げ(Pinion | 凹)曲  | げ(Pinion) | 凸) 寿 命   |          |  |  |
| 項目            | 記号   | 単位        | Pinion   | Gear     |  |  |
| 寸法係数          | Zx   |           | 0.500    |          |  |  |
| 歯すじ修正係数       | Zxc  |           | 1.500    |          |  |  |
| 幾何係數          | ZI   |           | (        | 0.098    |  |  |
| 応力繰り返し係数      | ZNT  |           | 1.320    | 1.449    |  |  |
| 硬さ比係数         | ZW   |           | 1.000    |          |  |  |
| 歯面応力          | σH   | MPa.      | 2118     | 1.292    |  |  |
| 許容接触応力        | σHP  | MPa.      | 1821.096 | 1999.275 |  |  |
| 許容伝達動力(単位)    | Pazu | k₩        | 3.430    | 4.134    |  |  |
| 許容伝達動力        | Paz  | k₩        | 2.217    | 2.672    |  |  |
| 歯面強さの余裕率      | SFc  |           | 1.143    | 1.378    |  |  |
|               |      |           |          | 幾何係数 I   |  |  |

図 21.28 強度計算結果(面圧)

| 項目            | 記号   | 単位       | 数 値     |          |  |  |
|---------------|------|----------|---------|----------|--|--|
| 歯数比 mG        |      |          | 4       | 4.714    |  |  |
| 周速            | vet  | m/s      | 1       | 1.140    |  |  |
| 動荷重係数         | Κv   |          | 1       | 1.098    |  |  |
| 荷重分配係数        | KH 🖉 |          | 1       | 1.001    |  |  |
| 歯 面 曲げ(Pinion | 凹)曲  | f(Pinion | 凸) 寿 命  |          |  |  |
| 項目            | 記号   | 単位       | Pinion  | Gear     |  |  |
| 寸法係数          | YX   |          | 0.508   |          |  |  |
| 歯すじ曲線係数       | Yβ   |          | 1.000   |          |  |  |
| 応力繰り返し係数      | YNT  |          | 1.018   | 1.084    |  |  |
| 幾何係數          | YJ   |          | 0.212   | 0.170    |  |  |
| 曲げ応力          | σF   | MPa      | 228.930 | 340.161  |  |  |
| 許容曲げ応力        | σFP  | MPa      | 386.705 | 411.745  |  |  |
| 許容伝達動力(単位)    | Payu | k₩       | 5.287   | 3.631    |  |  |
| 許容伝達動力        | Pay  | k₩       | 4.251   | 3.631    |  |  |
| 曲げ強さの余裕率      | SFt  |          | 1.762   | 1.210    |  |  |
|               |      |          |         | 耕(町(玄墨)) |  |  |

図 21.29 強度計算結果(曲げ:ピニオン凹)

| ∑ 強度結果 [ANSI/AG | MA 2003- | B97]     |            |           |  |  |
|-----------------|----------|----------|------------|-----------|--|--|
| 項目              | 記号       | 単位       | <b>敖</b> 値 |           |  |  |
| 歯数比             | mG       |          | 4.714      |           |  |  |
| 周速              | vet      | m/s      | 1.140      |           |  |  |
| 動荷重係数           | Кv       |          | 1.098      |           |  |  |
| 荷重分配係数          | KH /S    |          | 1.001      |           |  |  |
| 歯 面 曲げ(Pinion   | 凹) 曲     | f(Pinion | 凸)寿命       |           |  |  |
| (ち姫面歯)目頂        | 記号       | 単位       | Pinion     | Gear      |  |  |
| 予想寿命係数          | CL       |          | 1.535      | 1.535     |  |  |
| 予想寿命負荷回数        | N        | cycs     | 8.117E+05  | 8.117E+05 |  |  |
| 予想寿命時間          | L        | hrs      | 1.353E+01  | 6.378E+01 |  |  |
| 項目(曲げ強さ)        | 記号       | 単位       | Pinion     | Gear      |  |  |
| 予想寿命係数          | KL       |          | 0.602      | 1.082     |  |  |
| 予想寿命負荷回数        | N        | cycs     | 6.177E+19  | 2.151E+06 |  |  |
| 予想寿命時間          | L        | hrs      | 1.030E+15  | 1.690E+02 |  |  |

図 21.30 寿命計算結果

| Geometry factor [ANSI/AGMA 2003-B97]             |          |            |                      |         |
|--|----------|------------|----------------------|---------|
| Geometry factor I Geometry factor J (Pinion Cond | ave) Geo | metry fact | tor J (Pinion Convex | )       |
| Item   | Symbol   | Unit       | Pinion               | Gear    |
| Geometry factor for Pitting resistance           | ZI       |            | 0.                   | .098    |
| Mean cone distance                               | Rm       | mm         | 35.                  | .381    |
| Addendum angle                                   | θ ct 1,2 | deg        | 5.152                | 1.283   |
| Mean addendum                                    | ham1,2   | mm         | 3.054                | 0.377   |
| Location constant                                | k'       |            | 0.                   | . 195   |
| Mean transverse diametral pitch                  | Pm       | mm         | 0.                   | . 472   |
| Outer transverse circular pitch                  | Pe       | mm         | 7.                   | .854    |
| Mean normal base pitch                           | Pmbn     | mm         | 5.                   | .448    |
| Mean normal circular pitch                       | Pmn      | mm         | 5.                   | .797    |
| Mean transverse pitch radius                     | rmpt1,2  | mm         | 9.324                | 237.287 |
| Mean normal pitch radius                         | rmpn1,2  | mm         | 12.316               | 313.432 |
| Mean normal base radius                          | rmbn 1,2 | mm         | 11.573               | 294.529 |
| Mean normal outside radius                       | rmne 1,2 | mm         | 15.370               | 313.809 |
| Length of mean normal addendum action            | ¢αn1,2   |            | 5.902                | 1.098   |
| Length of action in mean normal section          | ean      |            | 7.000                |         |
| Transverse contact ratio                         | εα       |            | 1.009                |         |
| Intermediate variable                            | Kz       |            | 0.369                |         |
| Face contact ratio                               | εβ       |            | 1.                   | .095    |
| Modified contact ratio                           | 03       |            | 1.                   | . 489   |
| Mean base spiral angle                           | ,β mb    | deg        | 27.                  | .591    |
| Length of action within the contact ellipse      | eη       | mm         | 8.035                |         |
| Mean normal profile radius of curvature at pitch | ,0 m 1,2 | mm         | 4.060                | 103.322 |
| Assumed locations of critical point on tooth for | уI       |            | -1.                  | .557    |
|  | eηI      | mm         | 7.407                |         |
| Distance along path of action in mean normal se  | gyo      |            | 2.                   | .390    |
| Profile radius of curvature at point fI          | ρ1,2     | mm         | 6.450                | 100.932 |
| Relative radius of profile curvature             | ρyo      | mm         | 6.                   | .062    |
| Length of the line of contact                    | ec.      | mm         | 9.                   | .004    |
| Inertia factor                                   | Zi       |            | 1.                   | .343    |
|  | e'ηI     | mm         | 7.                   | . 455   |
| Load sharing ratio                               | εNI      |            | 0.                   | .981    |

図 21.31 幾何係数(I)

| Geometry factor [ANSI/AGMA 2003-B97]                 |           |            |                      |        |  |  |  |
|--|-----------|------------|----------------------|--------|--|--|--|
| Geometry factor I Geometry factor J (Pinion Cond     | ave) Geo  | metry fact | tor J (Pinion Convex | )      |  |  |  |
| Item   | Symbol    | Unit       | Pinion               | Gear   |  |  |  |
| Geometry factor for bending                          | YJ1,2     |            | 0.212                | 0.170  |  |  |  |
| Mean dedendum  | hfm1,2    | mm         | 0.818                | 3.357  |  |  |  |
| Assumed locations of critical point on tooth for     | уJ        |            | 1.                   | .430   |  |  |  |
| Length of action within the contact ellipse          | ೯೧        | mm         | 7.                   | .508   |  |  |  |
| Determination of point of load application for max   | y3        |            | 5.281                | 3.424  |  |  |  |
| Distance from mean section to center of pressure     | eoĩ       | mm         | -0.068               | 3.216  |  |  |  |
| Sum of gear and pinion mean normal pitch radii       | Σrmpn     | mm         | 325.                 | .748   |  |  |  |
| Normal pressure angles at point of load applicati    | αL1,2     | dee        | 35.957               | 19.573 |  |  |  |
| One half of angles subtended by normal circular      | ζh1,2     | deg        | 4.680                | 0.215  |  |  |  |
| Normal pressure angles at point of load applicati    | ∞h1,2     | deg        | 31.277               | 19.359 |  |  |  |
| Distances from pitch circle to point of load appli   | ⊿ryo1,2   | mm         | 1.225                | -1.252 |  |  |  |
| Tool or cutter tip edge radii used to produce        | /2 ao 1,2 | mm         | 0.600                | 0.600  |  |  |  |
| Tooth fillet radii in mean section at the tooth root | rmf1,2    | mm         | 0.604                | 0.624  |  |  |  |
| Tooth strength factor                                | XN1,2     |            | 2.268                | 2.095  |  |  |  |
| Tooth form factors excluding stress concentra        | Y1.2      |            | 0.770                | 0.640  |  |  |  |
| Stress concentration and stress correction factor    | Yf 1,2    |            | 2.061                | 2.045  |  |  |  |
| Empirical constant used in stress correction for     | н         |            | 0.180                |        |  |  |  |
| Empirical exponent used in stress correction for     | L         |            | 0.150                |        |  |  |  |
| Empirical exponent used in stress correction for     | м         |            | 0.                   | . 450  |  |  |  |
| Tooth form factors for gear and pinion               | YP,YG     | mm         | 0.374                | 0.313  |  |  |  |
|  | € ກ J     |            | 7.                   | .508   |  |  |  |
| Load sharing ratio                                   | εNJ       |            | 1.                   | .000   |  |  |  |
| Inertia factor                                       | Yi        |            | 1.                   | .343   |  |  |  |
| Projected length of instantaneous line of contact    | gK        | mm         | 8.                   | .089   |  |  |  |
| Toe increments of face width (effective)             | ⊿b'i1,2   | mm         | 3.940                | 6.318  |  |  |  |
| Toe increments of face width                         | ⊿bi1,2    | mm         | 3.940                | 5.242  |  |  |  |
| Heal increments of face width (effective)            | ⊿b*e1,2   | mm         | 4.096                | -1.076 |  |  |  |
| Heal increments of face width                        | ⊿be1,2    | mm         | 4.096                | 0.000  |  |  |  |
| Effective face width                                 | b'1,2     | mm         | 11.973               | 10.002 |  |  |  |

図 21.32 幾何係数 (J:ピニオン凹)

## 21.14 歯面評価

強度計算終了後,図 21.33 の歯面評価グラフ設定画面で歯形修 整の有無,駆動歯車の種類,計算ポイント数を入力するとすべり 率グラフ(図 21.34)とヘルツ応力グラフ(図 21.35)を表示しま



## 21.15 FEM 歯形応力解析

図21.36に示すFEM解析の設定画面で縦弾性係数,ポアソン比, 分割数および荷重位置そして荷重を入力することにより5種類の 応力(σx,σy,せん断応力τ, 主応力σι,σ2)を計算します. 歯車強 度計算と共に歯に作用する実応力を評価する事ができますので歯

| ∑ FEM解析諸元 🛛 🗖 🖉 📈 |     |     |           |          |
|-------------------|-----|-----|-----------|----------|
| 項目                | 記号  | 単位  | Pinion    | Gear     |
| 計算位置              |     |     | 中         | 央 ~      |
| 材料記号              |     |     | SCM420    | SCM420   |
| 縦弾性係数             | E   | MPa | 207000.0  | 207000.0 |
| ポアソン比             | ν   |     | 0.30      | 0.30     |
| 縦分割数(歯面部)         | mNO |     | 21        | 21       |
| 横分割数              | wNO |     | 21        | 21       |
| 荷重点位置             | Nf  |     | 2         | 2        |
| 荷 重               | F   | N   | 5384.1338 |          |
| かみ合い歯面            |     |     | 左歯面 ~     |          |
| 確定 キャンセル 標準値      |     |     |           |          |

図 21.36 FEM 解析の設定

車強度の信頼性を高めることができます. 図 21.37 および図 21.38 にピニオンとギヤの最大主応力 の を示します.



#### 21.16 歯形データ出力

歯形・歯すじ修整を与えた歯形(無修整歯形を含む)をCADデ ータで出力することができます.図21.39で歯形ファイル条件を設 定し,図21.40および図21.41のように3D-IGESファイルを出力する ことができます.



## 21.17 歯形測定データ出力(オプション)

三次元測定機 (Carl Zeiss) 用測定データを出力します. 出力方法は, [2] involute  $\Sigma$  iii (bevel gear design)の図 2.39 測定データの設定 (Carl Zeiss) と同じです.