

ディーゼルエンジン詳細設計解析

シリンダ径(160mm) × 行程(401.02mm)、ボア比=2.5、圧縮比=24.66



株式会社日本ソフトウェアアプローチ
URL://www.jsain.co.jp/engine/

『設計解析ソフトの意義について』

設計解析ソフトは、設計不備を未然に防止して製造段階における不具合をなくす重要な役割があります。

ゆえに、エンジン開発において設計解析ソフトが最重要な役割を担っており、開発期間の短縮や開発費用を抑えるために必要不可欠な技術になります。

また、エンジン設計やエンジン動作を最適化して具現化するもので、ソフトウェアなしで革新エンジンの設計開発は考えられません。

▼クランク部設計解析

クランク機構部を設計するもので、クランクピン回転半径・揺動アーム揺動半径・ローター最小半径・シリンダボア・揺動軸～クランク軸の距離を入力して、ローター最大半径・揺動アーム傾き角度・ピストン揺動角度・コンロッド長さ・コンロッド傾き角度・ピストンストローク・単動式換算の1気筒排気量・ボア比を求めます。

▼シリンダー部設計解析

シリンダー各部を設計するもので、揺動軸～カム軸の距離・カム軸～吸排気バルブ先端部の距離・バルブリフト量・メタルガスケットの厚さ・吸排気バルブ軸～燃焼室端部の距離・揺動軸～ピストン接合部までの距離・ピストン接合部の長さ・ローター最小半径・ローター最大半径・ローター中心半径・シリンダーヘッド接合部半径・シリンダーブロック半径・メタルガスケット湾曲部半径・ピストン先端部までの傾き・ピストン揺動角度の半分を入力して、シリンダーヘッドの傾き・バルブ位置・ガスケット長さ・トルク動作位置・トルク向上率・給排気動作位置・給排気向上率・給排気離芯率・燃焼室体積・燃焼室表面積・圧縮比・S V比・組み付け可否を求めます。

▼バルブ干渉解析

吸排気バルブの干渉を解析するもので、クランクピン回転半径・揺動アーム揺動半径・揺動軸～クランク軸の距離・揺動軸～カム軸の距離・カム軸～吸排気バルブの距離・揺動軸～ピストン接合部までの距離・ピストン接合部の長さ・ピストン先端部までの傾き・ピストン揺動角度・吸気バルブ半径・排気バルブ半径を入力して、クランク回転角度毎における吸排気バルブとピストンの距離を求めます。

▼エンジン動作解析

エンジン動作をシミュレーションするもので、クランク回転半径・揺動アーム揺動半径・揺動軸～クランク軸の距離・シリンダボア・ローター中心半径・ピストン+ローター部往復質量を入力して、エンジン回転数毎のピストン平均速度・最大慣性力(加速時)・最小慣性力(減速時)・最大合力(正回転方向)・最小合力(逆回転方向)・最大コンロッド荷重・最大クランク荷重を求めて、連続最大回転数と最大回転数を決定して構成毎のエンジン出力を求めます。

また、エンジン回転数毎のエンジン構成別のエンジン出力軸トルクとエンジン慣性トルクも求めます。

▼マウント荷重解析

クランク回転半径・揺動アーム揺動半径・揺動軸～クランク軸の距離・シリンダボア・ローター中心半径・ピストン+ローター部往復質量・マウント位置・マウント個数を入力して、エンジン回転数毎の最大マウント荷重を求めます。

▼ローター荷重解析

クランク回転半径・揺動アーム揺動半径・揺動軸～クランク軸の距離・シリンダボア・ピストン先端部までの傾き・ローター荷重半径・ローター荷重幅を入力して、ローターに掛かるローター最大静荷重とローター動荷重を求めます。

▼エンジン設計解析

設計解析は耐久性を求めるもので、耐久性は極めて重要な因子であり設計する上での最重要課題になります。

①限界トルクの計算

回転体におけるローター・クランクシャフト・ギア・出力シャフトの限界トルクに対する安全係数を求めます。

②限界荷重の計算

エンジン構造物におけるシリンダー・シリンダーヘッド・ピストン・ローター・ローターピン・コンロッド・クランクシャフトの限界荷重に対する安全係数を求めます。

③滑り軸受PV値(面圧と速度の積)の計算

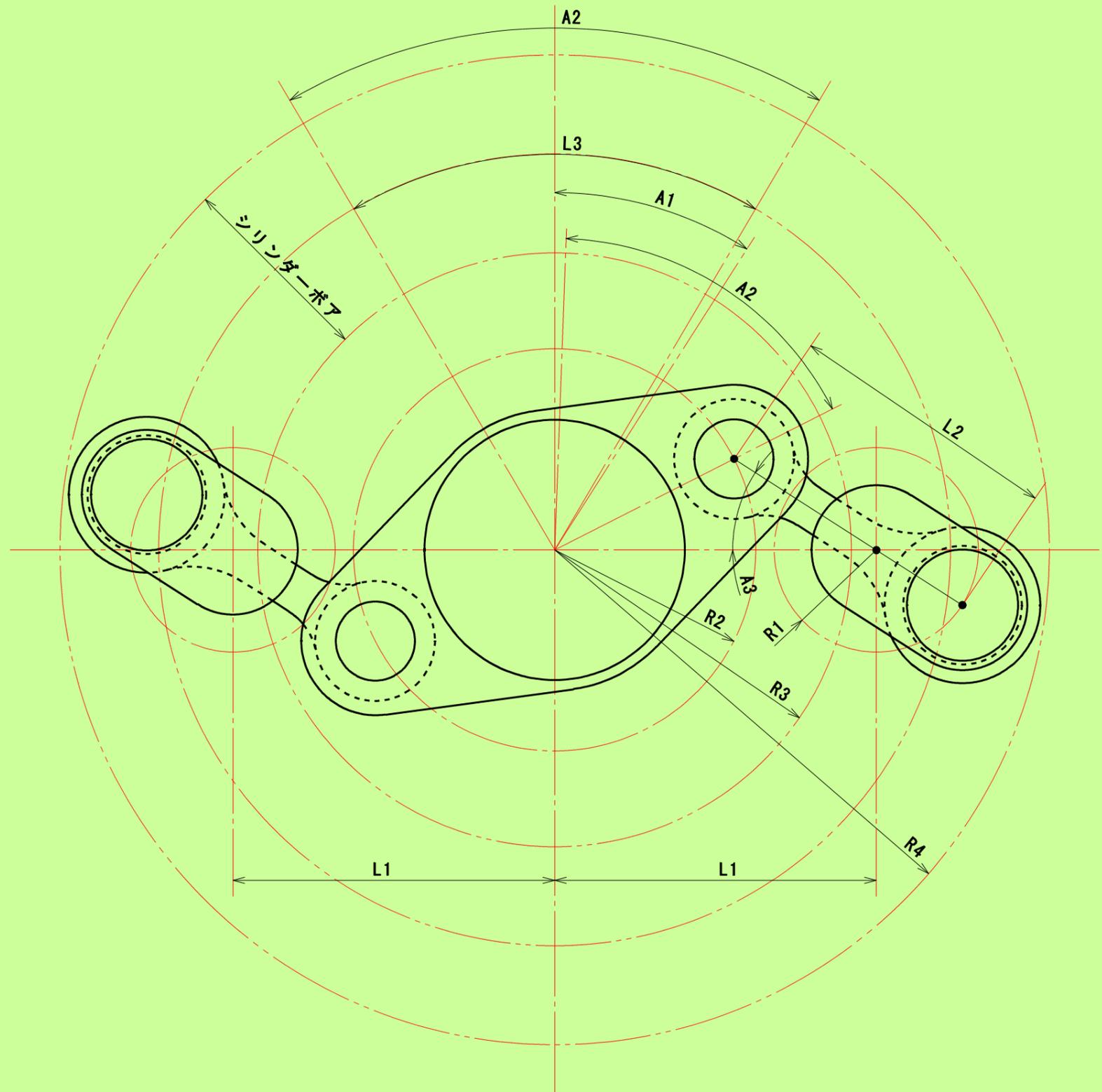
回転部におけるコンロッド大端部ブッシュ・クランクメインブッシュ・クランクブッシュ・ローターブッシュのPV値を求めます。

④転がり軸受定格寿命の計算

最大回転数における出力シャフト軸受・カムシャフト軸受の定格寿命を求めます。

クランク部設計解析

***** クランク部設計解析 *****
 ***** クランク機構の設計情報 *****
 クランクピン回転半径 (R1) = 98.000000000000mm
 揺動アーム揺動半径 (R2) = 190.000000000000mm
 ローター最小半径 (R3) = 290.000000000000mm
 シリンダボア = 160.000000000000mm
 揺動軸〜クランク軸の距離 (L1) = 300.000000000000mm
 ***** クランク機構の解析情報 *****
 ローター最大半径 (R4) = 450.000000000000mm
 揺動アーム傾き角度 (A1) = 32.859880378889度
 ピストン揺動角度 (A2) = 62.100478233572度
 コンロッド長さ (L2) = 252.000000000000mm
 コンロッド傾き角度 (A3) = 32.859880378889度
 ピストンストローク (L3) = 401.027390528392mm
 単動式換算の1気筒排気量 = 8.063134105423%
 復動式4気筒エンジン排気量 = 64.505072843381%
 ***** 補足情報 *****
 ボア比(超ロングストローク) = 2.506421190802
 連桿比(側圧がないので関係ない) = 2.571428571429



シリンダー部設計解析

***** シリンダー部設計解析 *****

***** 設計情報 *****

選動軸～カム軸の距離 (L1) = 540.00000000000mm
 カム軸～吸排気バルブ先端部の距離 (L2) = 423.00000000000mm
 バルブリフト量 (L3) = 20.00000000000mm
 メタルガスケットの厚さ (L4) = 2.00000000000mm
 吸排気バルブ軸～燃焼室端部の距離 (L5) = 42.00000000000mm
 選動軸～ピストン接合部までの距離 (L6) = 250.00000000000mm
 ピストン接合部の長さ (L7) = 80.00000000000mm
 ローター最小半径 (R1) = 290.00000000000mm
 ローター最大半径 (R2) = 450.00000000000mm
 ローター中心半径 (R3) = 370.00000000000mm
 シリンダーヘッド接合部半径 (R4) = 370.00000000000mm
 シリンダーブロック半径 (R5) = 474.00000000000mm
 メタルガスケット湾曲部半径 (R6) = 17.50000000000mm
 ピストン先端部までの傾き (A1) = 4.20000000000度
 ピストン揺動角度の半分 (A2) = 31.050239116786度
 原点X座標 = 0.00000000000
 原点Y座標 = 0.00000000000

***** 出力情報 *****

シリンダーヘッドの傾き (A3) = 63.149760883214度

P0	= [0.00000000000, 0.00000000000]
P1	= [128.947368421053, 214.178841572377]
P2	= [163.215983072633, 193.547262625008]
P3	= [180.243739533425, 227.183173582479]
P4	= [116.437477869689, 265.598030390562]
P5	= [216.961063376688, 299.713024372410]
P6	= [163.356290752844, 331.986027223244]
P7	= [253.467212014147, 371.825728579634]
P8	= [210.005255811333, 397.992201596484]
P9	= [65.235118044218, 0.000000000000]
PA	= [540.000000000000, 0.000000000000]
PB	= [240.893831558090, 299.106168441910]
PC	= [287.757889094806, 345.970225978625]
PD	= [304.796258860785, 363.008595744604]
PE	= [-58.212336883820, 0.000000000000]
PF	= [211.195346748255, 269.407683632075]
PG	= [204.837796123097, 275.765234257233]
PH	= [230.899275652308, 289.111612536127]
PI	= [226.751695934359, 313.248304065641]
PJ	= [271.996972180406, 358.493580311687]
PK	= [214.781896095980, 301.278504227261]
PL	= [256.760744691073, 290.224344233363]

P0～PB	= 384.049916134267mm
P3～P4	= 74.477783607507mm
P5～P6	= 62.570107567943mm
P7～P8	= 50.730917073485mm
P3～P7	= 162.120774850850mm
PB～PC	= 66.275785756257mm
PB～PD	= 90.371679360031mm
PH～PB	= 14.134436511854mm
PH～PC	= 80.410222268111mm
PH～PD	= 104.506115871885mm
PH～PF	= 27.865563488146mm
PK～PI	= 16.927853270328mm
PK～PJ	= 80.914336570803mm
PF～PG	= 8.990934317573mm

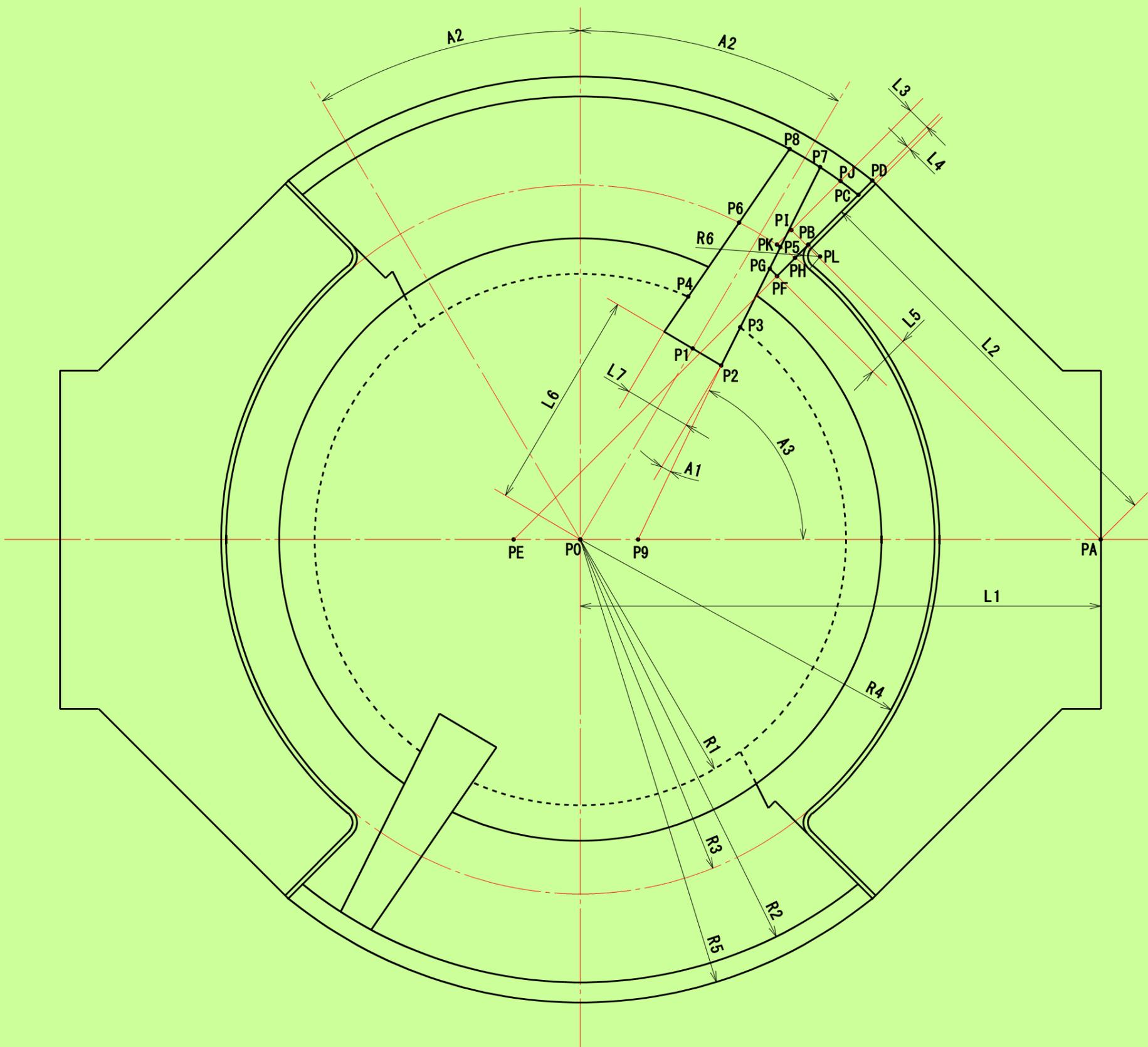
バルブ位置 = 223.000000000000mm
 ガスケット長さ = 852.842783670475mm

***** 解析情報 *****

トルク動作位置	= 388.590195383488mm
トルク向上率	= 5.024377130672%
給排気動作位置	= 384.049916134267mm
給排気向上率	= 3.797274630883%
給排気離芯率	= 8.781197583917%
燃焼室体積	= 340.655234267656cc
燃焼室表面積	= 294.378346955980平方cm
圧縮比	= 24.669485433731
SV比	= 0.864153306168

***** シリンダーとヘッドの組み付け情報 *****

シリンダー部の長さ = 155.597332940411mm
 ヘッド部の長さ = 151.134727831320mm
 組み付け可否 = 可



バルブ干渉解析

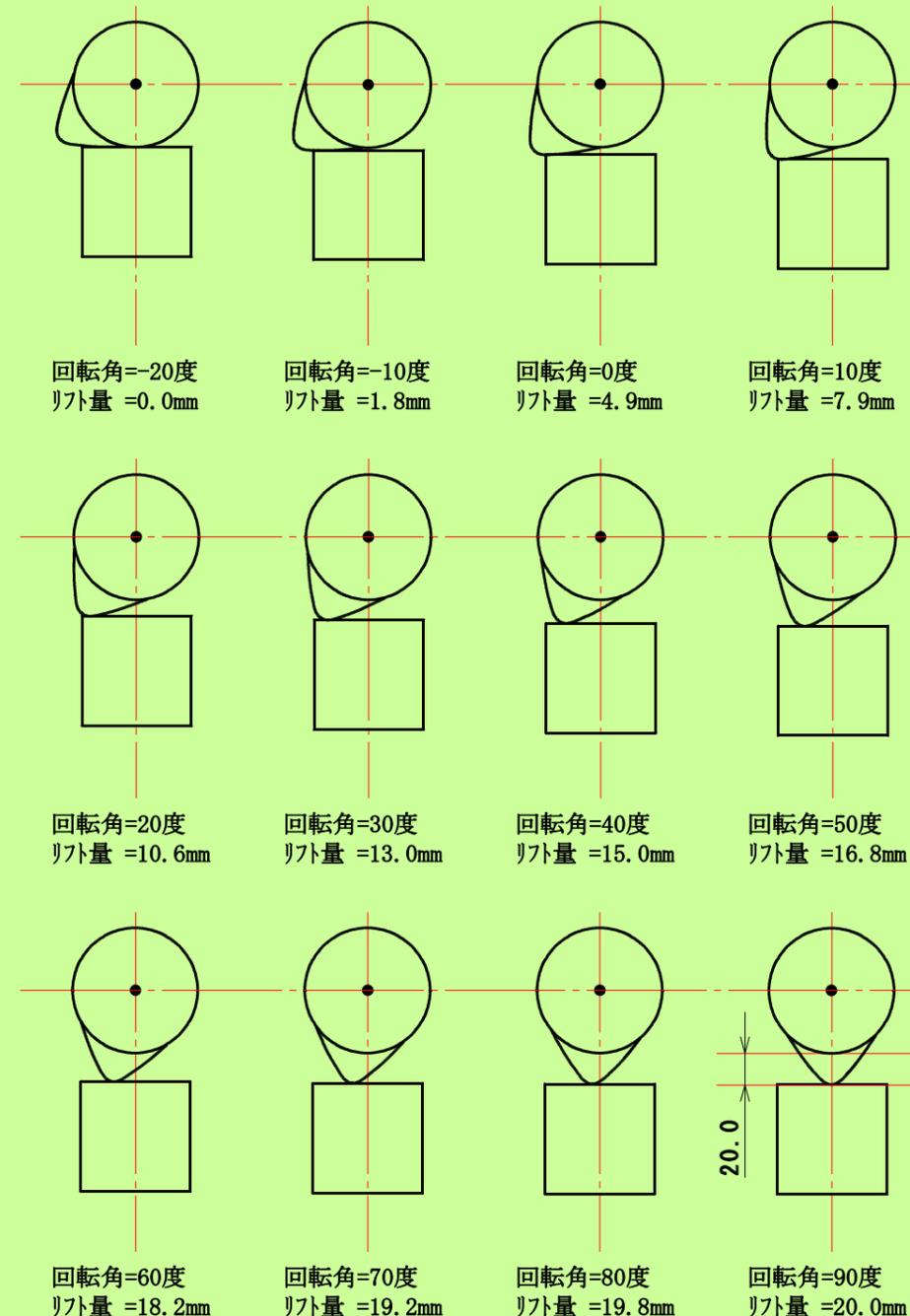
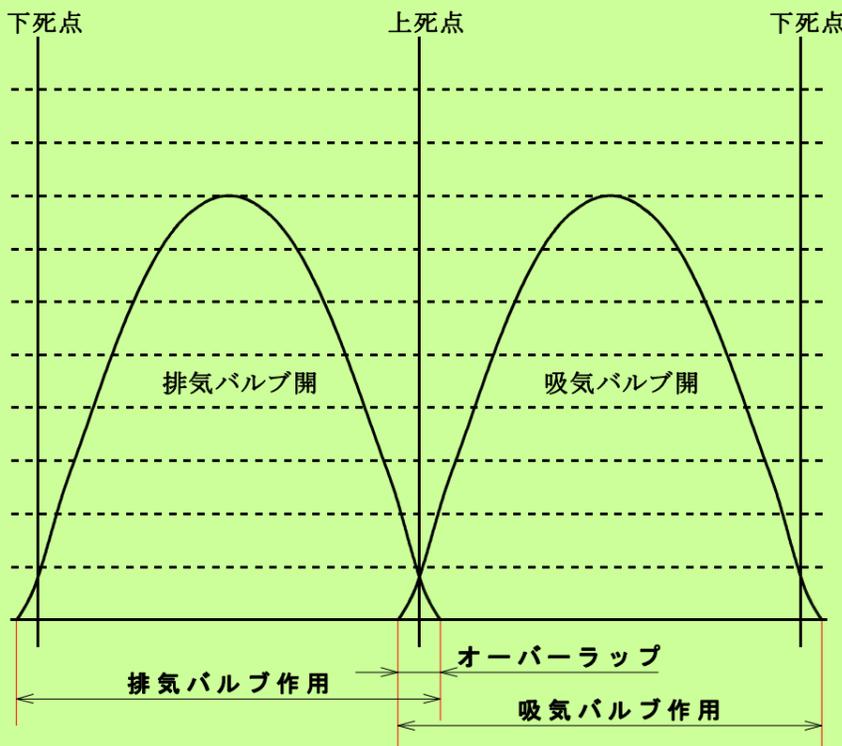
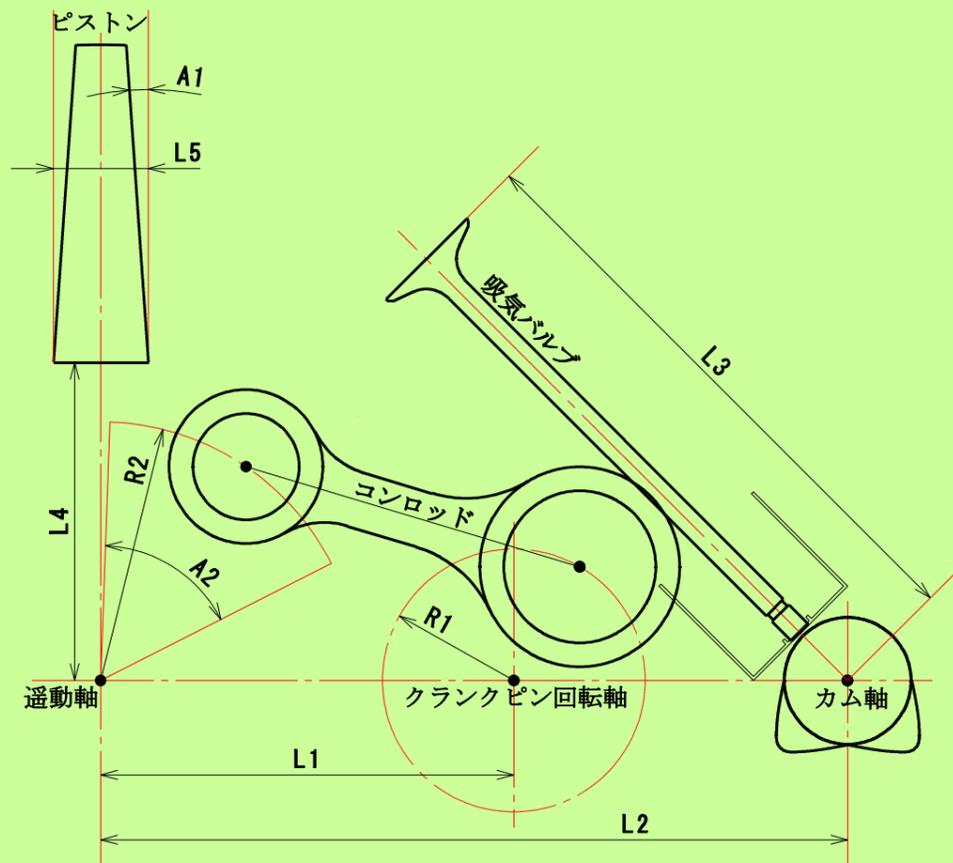
***** バルブ干渉解析 *****

***** 設計情報 *****

クランクピン回転半径(R1) = 98.0000000000mm
 揺動アーム遥動半径(R2) = 190.0000000000mm
 遥動軸~クランク軸の距離(L1) = 300.0000000000mm
 遥動軸~カム軸の距離(L2) = 540.0000000000mm
 カム軸~吸排気バルブ先端部の距離(L3) = 423.0000000000mm
 遥動軸~ピストン接合部までの距離(L4) = 250.0000000000mm
 ピストン接合部の長さ(L5) = 80.0000000000mm
 ピストン先端部までの傾き(A1) = 4.2000000000度
 ピストン遥動角度(A2) = 62.100478233572度
 吸気バルブ半径(R3) = 38.0000000000mm
 排気バルブ半径(R4) = 35.0000000000mm

***** 出力情報 *****

クランク回転角度	吸気バルブ距離	排気バルブ距離
0度	10.302182029632mm	11.285617813676mm
1度	10.347932747946mm	11.331789933382mm
2度	10.484424259235mm	11.469538696622mm
3度	10.710503062632mm	11.697700136973mm
4度	11.025001940372mm	12.015096545375mm
5度	11.426743658774mm	12.420540200493mm
6度	11.914544601254mm	12.912837030474mm
7度	12.487218319049mm	13.490790191646mm
8度	13.143578987062mm	14.153203551522mm
9度	13.882444754105mm	14.89885065284mm
10度	14.702640978494mm	15.726650036659mm
11度	15.603003341657mm	16.635324255795mm
12度	16.582380833992mm	17.623747008353mm
13度	17.639638608742mm	18.690773951540mm
14度	18.773660701022mm	19.835279854228mm
15度	19.983352610498mm	21.056161199643mm
16度	21.267643747359mm	22.352338650277mm
17度	22.625489742368mm	23.722759375830mm
18度	24.055874622734mm	25.166399245927mm
19度	25.557812856439mm	26.682264890301mm
20度	27.130351268428mm	28.269395629863mm
181度	10.322313185785mm	11.305934393062mm
182度	10.382381938985mm	11.366556435528mm
183度	10.481910178597mm	11.467001457529mm
184度	10.620432355947mm	11.606799672782mm
185度	10.797496212012mm	11.785494725884mm
186度	11.012663460559mm	12.002644381011mm
187度	11.265510427790mm	12.257821166760mm
188度	11.555628649837mm	12.550612978491mm
189度	11.882625429699mm	12.880623639800mm
190度	12.246124355459mm	13.247473424935mm
191度	12.645765781750mm	13.650799544194mm
192度	13.081207276655mm	14.090256594461mm
193度	13.552124036272mm	14.565516977173mm
194度	14.058209269330mm	15.076271286103mm
195度	14.599174554260mm	15.622228667384mm
196度	15.174750171218mm	16.203117154309mm
197度	15.784685411512mm	16.818683979370mm
198度	16.428748866983mm	17.468695866107mm
199度	17.106728701796mm	18.152939303258mm
200度	17.818432909146mm	18.871220803726mm
201度	18.563689555316mm	19.623367150822mm
202度	19.342347013494mm	20.409225634222mm
203度	20.154274189736mm	21.228664278042mm
204度	20.999360743379mm	22.081572063348mm
205度	21.877517304195mm	22.967859147429mm
206度	22.788675688489mm	23.887457082040mm
207度	23.732789116325mm	24.840319032832mm
208度	24.709832431996mm	25.826420002091mm
209度	25.719802329797mm	26.845757056878mm
210度	26.762717587139mm	27.898349564617mm



エンジン動作解析

```
***** エンジン動作解析 *****
***** 設計情報 *****
クランク回転半径      = 98.000000000000mm
揺動アーム揺動半径    = 190.000000000000mm
揺動軸〜クランク軸の距離 = 300.000000000000mm
シリンダボア          = 160.000000000000mm
ロータ中心半径        = 370.000000000000mm
ピストン・ロータ一部往復質量 = 14.945790000000kg
***** エンジントルクの計算と出力 *****
***** ピストンに作用する力と仕事 *****
平均有効圧力(1燃焼)   = 2.000000000000Mpa
ピストントルク作用半径 = 0.388590195383m
ピストン半径          = 8.000000000000cm
ピストン揺動角度      = 62.100478233572度
ピストンに作用する力   = 4.099121912941tf
ピストン動作距離      = 0.421176519026m
ピストンに作用する仕事 = 1.726453898355tfm
***** 揺動アームに作用する力と仕事 *****
揺動アーム半径        = 0.190000000000m
揺動アームに作用する力 = 4.191785750133tf
揺動アーム動作距離    = 0.411865968651m
揺動アームに作用する仕事 = 1.726453898355tfm
***** クランクに作用する力と仕事 *****
クランク軸回転半径    = 0.098000000000m
クランク軸に作用する力 = 2.803812979015tf
クランク軸動作距離    = 0.615752160104m
クランク軸に作用する仕事 = 1.726453898355tfm
クランク軸のトルク(1燃焼) = 0.274773671943tf・m
エンジントルク(8燃焼) = 2.198189375548tf・m
***** 最大エンジン出力回転数(2050rpm) *****
エンジン出力(基本)    = 6291馬力(4627KW)
エンジン出力(2連)    = 1万2583馬力(9255KW)
エンジン出力(4連)    = 2万5167馬力(1万8511KW)
エンジン出力(6連)    = 3万7751馬力(2万7766KW)
エンジン出力(8連)    = 5万335馬力(3万7022KW)
エンジン出力(10連)   = 6万2919馬力(4万6278KW)
エンジン出力(12連)   = 7万5503馬力(5万5533KW)
エンジン出力(14連)   = 8万8087馬力(6万4789KW)
エンジン出力(16連)   = 10万671馬力(7万4044KW)
エンジン出力(18連)   = 11万3255馬力(8万3300KW)
エンジン出力(20連)   = 12万5839馬力(9万2556KW)
エンジン出力(22連)   = 13万8423馬力(10万1811KW)
*****
```

```
エンジン回転数      =300rpm
ピストン平均速度    = 4.010273905284m/s
前側最大慣性力(加速時) = 0.470749115723tf
前側最小慣性力(減速時) = -0.505468861361tf
前側最大合力(正回転方向) = 29.06694834504tf
前側最小合力(逆回転方向) = -9.958606379875tf
前側最大コンロッド荷重 = 28.301781812543tf
前側最大クランク荷重 = 27.860072706111tf
後側最大慣性力(加速時) = 0.505468861361tf
後側最小慣性力(減速時) = -0.459355960231tf
後側最大合力(正回転方向) = 28.994078738743tf
後側最小合力(逆回転方向) = -9.963622338919tf
後側最大コンロッド荷重 = 28.23107666671tf
後側最大クランク荷重 = 27.726027005635tf
```

```
エンジン回転数      =600rpm
ピストン平均速度    = 8.020547810568m/s
前側最大慣性力(加速時) = 1.882996462893tf
前側最小慣性力(減速時) = -2.021875434408tf
前側最大合力(正回転方向) = 28.555818205864tf
前側最小合力(逆回転方向) = -9.336958487221tf
前側最大コンロッド荷重 = 27.80433957101tf
前側最大クランク荷重 = 27.370408105522tf
後側最大慣性力(加速時) = 2.021875445443tf
後側最小慣性力(減速時) = -1.837423840923tf
後側最大合力(正回転方向) = 28.265353822823tf
後側最小合力(逆回転方向) = -9.357022323395tf
後側最大コンロッド荷重 = 27.521528722222tf
後側最大クランク荷重 = 27.029172765825tf
```

```
エンジン回転数      =900rpm
ピストン平均速度    = 12.030821715852m/s
前側最大慣性力(加速時) = 4.236742041510tf
前側最小慣性力(減速時) = -4.549219752246tf
前側最大合力(正回転方向) = 27.504894768132tf
前側最小合力(逆回転方向) = -8.300878666131tf
前側最大コンロッド荷重 = 26.975295127654tf
前側最大クランク荷重 = 26.554292937874tf
後側最大慣性力(加速時) = 4.549219752246tf
後側最小慣性力(減速時) = -4.134203642076tf
後側最大合力(正回転方向) = 27.0508123296289tf
後側最小合力(逆回転方向) = -8.346022297522tf
後側最大コンロッド荷重 = 26.338948814807tf
後側最大クランク荷重 = 25.867749032807tf
```

```
エンジン回転数      =1200rpm
ピストン平均速度    = 16.041095621136m/s
前側最大慣性力(加速時) = 7.531985851573tf
前側最小慣性力(減速時) = -8.087501781770tf
前側最大合力(正回転方向) = 26.512311691306tf
前側最小合力(逆回転方向) = -6.850366916605tf
前側最大コンロッド荷重 = 25.816719278377tf
前側最大クランク荷重 = 25.411731703167tf
後側最大慣性力(加速時) = 8.087501781770tf
後側最小慣性力(減速時) = -7.349695363691tf
後側最大合力(正回転方向) = 25.350454159141tf
後側最小合力(逆回転方向) = -6.9306222612959tf
後側最大コンロッド荷重 = 24.683336944426tf
後側最大クランク荷重 = 24.241755806583tf
```

```
エンジン回転数      =1500rpm
ピストン平均速度    = 20.051369526420m/s
前側最大慣性力(加速時) = 11.768727893082tf
前側最小慣性力(減速時) = -12.636721534016tf
前側最大合力(正回転方向) = 24.979681805387tf
前側最小合力(逆回転方向) = -4.985423238642tf
前側最大コンロッド荷重 = 24.322321757877tf
前側最大クランク荷重 = 23.942812440141tf
後側最大慣性力(加速時) = 12.636721534016tf
後側最小慣性力(減速時) = -11.483899005767tf
後側最大合力(正回転方向) = 23.164279411379tf
後側最小合力(逆回転方向) = -5.110822214728tf
後側最大コンロッド荷重 = 22.554693110791tf
後側最大クランク荷重 = 22.151193087151tf
```

```
エンジン回転数      =1800rpm
ピストン平均速度    = 24.061643431704m/s
前側最大慣性力(加速時) = 16.946968163038tf
前側最小慣性力(減速時) = -18.196879008983tf
前側最大合力(正回転方向) = 23.106467500375tf
前側最小合力(逆回転方向) = -2.706047632244tf
前側最大コンロッド荷重 = 22.498402566155tf
前側最大クランク荷重 = 22.147210325767tf
後側最大慣性力(加速時) = 18.196879008983tf
後側最小慣性力(減速時) = -16.536814568304tf
後側最大合力(正回転方向) = 20.492288053003tf
後側最小合力(逆回転方向) = -2.8866212157807tf
後側最大コンロッド荷重 = 19.953017314766tf
後側最大クランク荷重 = 19.596060874512tf
```

```
エンジン回転数      =1825rpm
ピストン平均速度    = 24.395832923811m/s
前側最大慣性力(加速時) = 17.42096372843tf
前側最小慣性力(減速時) = -18.705858070769tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.934992706040tf
前側最小合力(逆回転方向) = -2.561669438433tf
前側最大コンロッド荷重 = 22.331440266408tf
前側最大クランク荷重 = 21.982914505738tf
後側最大慣性力(加速時) = 18.705858070769tf
後側最小慣性力(減速時) = -16.999360500481tf
後側最大合力(正回転方向) = 20.247692884465tf
後側最小合力(逆回転方向) = -2.683017985930tf
後側最大コンロッド荷重 = 19.714858861190tf
後側最大クランク荷重 = 19.362163039391tf
```

```
エンジン回転数      =1850rpm
ピストン平均速度    = 24.730022415918m/s
前側最大慣性力(加速時) = 17.90152761811tf
前側最小慣性力(減速時) = -19.221875733408tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.761152742128tf
前側最小合力(逆回転方向) = -3.042225827400tf
前側最大コンロッド荷重 = 22.162715038388tf
前側最大クランク荷重 = 21.816290992364tf
後側最大慣性力(加速時) = 2.021875445443tf
後側最小慣性力(減速時) = -17.468286376550tf
後側最大合力(正回転方向) = 19.999723989464tf
後側最小合力(逆回転方向) = -2.608969442139tf
後側最大コンロッド荷重 = 19.473415463426tf
後側最大クランク荷重 = 19.125039027233tf
```

```
エンジン回転数      =1875rpm
ピストン平均速度    = 25.064211908025m/s
前側最大慣性力(加速時) = 18.38863732941tf
前側最小慣性力(減速時) = -19.744877396899tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.584942465839tf
前側最小合力(逆回転方向) = -3.529320398530tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.990606882096tf
前側最大クランク荷重 = 21.647400492392tf
後側最大慣性力(加速時) = 19.744877396899tf
後側最小慣性力(減速時) = -17.943592196511tf
後側最大合力(正回転方向) = 19.748381368001tf
後側最小合力(逆回転方向) = -3.084275262100tf
後側最大コンロッド荷重 = 22.28687121475tf
後側最大クランク荷重 = 18.884688838039tf
```

```
エンジン回転数      =1900rpm
ピストン平均速度    = 25.398401400131m/s
前側最大慣性力(加速時) = 18.882270086234tf
前側最小慣性力(減速時) = -20.274910781243tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.406377305573tf
前側最小合力(逆回転方向) = -4.02293151824tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.816735795322tf
前側最大クランク荷重 = 21.476243005844tf
後側最大慣性力(加速時) = 20.274910781243tf
後側最小慣性力(減速時) = -18.425277960364tf
後側最大合力(正回転方向) = 19.493665020075tf
後側最小合力(逆回転方向) = -3.5659541025959tf
後側最大コンロッド荷重 = 18.980673835336tf
後側最大クランク荷重 = 18.641112471809tf
```

```
エンジン回転数      =1925rpm
ピストン平均速度    = 25.732590892238m/s
前側最大慣性力(加速時) = 19.382441021690tf
前側最小慣性力(減速時) = -20.811978326439tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.225441883222tf
前側最小合力(逆回転方向) = -4.523124087280tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.640561784695tf
前側最大クランク荷重 = 21.302818532719tf
後側最大慣性力(加速時) = 20.811978326439tf
後側最小慣性力(減速時) = -18.913347668109tf
後側最大合力(正回転方向) = 19.235574945686tf
後側最小合力(逆回転方向) = -4.054026733698tf
後側最大コンロッド荷重 = 18.729375605011tf
後側最大クランク荷重 = 18.394309928543tf
```

```
エンジン回転数      =1950rpm
ピストン平均速度    = 26.066780384346m/s
前側最大慣性力(加速時) = 19.896150139309tf
前側最小慣性力(減速時) = -21.356059392486tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.042414190710tf
前側最小合力(逆回転方向) = -5.029833204898tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.462084843586tf
前側最大クランク荷重 = 21.127127073017tf
後側最大慣性力(加速時) = 21.356059392486tf
後側最小慣性力(減速時) = -19.407789319746tf
後側最大合力(正回転方向) = 18.97411144835tf
後側最小合力(逆回転方向) = -4.5484721385335tf
後側最大コンロッド荷重 = 18.47492430498tf
後側最大クランク荷重 = 18.144281208240tf
```

```
エンジン回転数      =1975rpm
ピストン平均速度    = 26.400969876452m/s
前側最大慣性力(加速時) = 20.40297439090tf
前側最小慣性力(減速時) = -21.907160859387tf
前側最大合力(正回転方向) = 21.856475378912tf
前側最小合力(逆回転方向) = -5.543080504680tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.281304974204tf
前側最大クランク荷重 = 20.949168626738tf
後側最大慣性力(加速時) = 21.907160859387tf
後側最小慣性力(減速時) = -19.908614915275tf
後側最大合力(正回転方向) = 18.709273617522tf
後側最小合力(逆回転方向) = -5.049297980865tf
後側最大コンロッド荷重 = 21.61924311797tf
後側最大クランク荷重 = 17.891026310902tf
```

```
エンジン回転数      =2000rpm
ピストン平均速度    = 26.735159368559m/s
前側最大慣性力(加速時) = 20.922182921035tf
前側最小慣性力(減速時) = -22.465282727139tf
前側最大合力(正回転方向) = 21.668444397538tf
前側最小合力(逆回転方向) = -6.062865986625tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.062822176550tf
前側最大クランク荷重 = 20.768943193882tf
後側最大慣性力(加速時) = 22.465282727139tf
後側最小慣性力(減速時) = -20.415820454697tf
後側最大合力(正回転方向) = 18.441062363745tf
後側最小合力(逆回転方向) = -5.556503528626tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.955771248910tf
後側最大クランク荷重 = 17.634545236527tf
```

```
エンジン回転数      =2025rpm
ピストン平均速度    = 26.069348860666m/s
前側最大慣性力(加速時) = 21.448506585142tf
前側最小慣性力(減速時) = -23.030424995744tf
前側最大合力(正回転方向) = 21.478048246587tf
前側最小合力(逆回転方向) = -6.589189650732tf
前側最大コンロッド荷重 = 20.912836450624tf
前側最大クランク荷重 = 20.586400774450tf
後側最大慣性力(加速時) = 23.030424995744tf
後側最小慣性力(減速時) = -20.929405938010tf
後側最大合力(正回転方向) = 18.1694773830606tf
後側最小合力(逆回転方向) = -6.070089003600tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.691333241835tf
後側最大クランク荷重 = 17.374837985116tf
```

```
エンジン回転数      =2050rpm
ピストン平均速度    = 27.403538352773m/s
前側最大慣性力(加速時) = 21.981368431412tf
前側最小慣性力(減速時) = -23.602587665200tf
前側最大合力(正回転方向) = 21.285286926058tf
前側最小合力(逆回転方向) = -7.122051497002tf
前側最大コンロッド荷重 = 20.72514796425tf
前側最大クランク荷重 = 20.401691368441tf
後側最大慣性力(加速時) = 23.602587665200tf
後側最小慣性力(減速時) = -21.449371365216tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.894518676805tf
後側最小合力(逆回転方向) = -9.84905481025959tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.423610290573tf
後側最大クランク荷重 = 17.119045566697tf
```

```
エンジン回転数      =2075rpm
ピストン平均速度    = 27.737727844880m/s
前側最大慣性力(加速時) = 22.520768459845tf
前側最小慣性力(減速時) = -24.181770735099tf
前側最大合力(正回転方向) = 21.666811883222tf
前側最小合力(逆回転方向) = -7.661451525435tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.242557979681tf
前側最大クランク荷重 = 20.214664975855tf
後側最大慣性力(加速時) = 24.181770735099tf
後側最小慣性力(減速時) = -21.97517636813tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.616186243641tf
後側最小合力(逆回転方向) = -7.116399801903tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.152602395124tf
後側最大クランク荷重 = 16.845744951186tf
```

```
エンジン回転数      =2100rpm
ピストン平均速度    = 28.071917336987m/s
前側最大慣性力(加速時) = 23.06706670441tf
前側最小慣性力(減速時) = -24.767974206671tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.394432693287tf
前側最小合力(逆回転方向) = -8.207389320431tf
前側最大コンロッド荷重 = 21.805105517148tf
前側最大クランク荷重 = 20.268461441712tf
後側最大慣性力(加速時) = 24.767974206671tf
後側最小慣性力(減速時) = -22.508442051303tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.334480084014tf
後側最小合力(逆回転方向) = -7.649125116892tf
後側最大コンロッド荷重 = 16.878309555487tf
後側最大クランク荷重 = 16.576359168667tf
```

```
エンジン回転数      =2125rpm
ピストン平均速度    = 28.406106829094m/s
前側最大慣性力(加速時) = 23.619183063200tf
前側最小慣性力(減速時) = -25.361198078684tf
前側最大合力(正回転方向) = 22.980093185070tf
前側最小合力(逆回転方向) = -8.759866128789tf
前側最大コンロッド荷重 = 22.375353890726tf
前側最大クランク荷重 = 20.802079607721tf
後側最大慣性力(加速時) = 25.361198078684tf
後側最小慣性力(減速時) = -23.047547310185tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.049400197925tf
後側最小合力(逆回転方向) = -8.188230375774tf
後側最大コンロッド荷重 = 16.600731771664tf
後側最大クランク荷重 = 16.303747209111tf
```

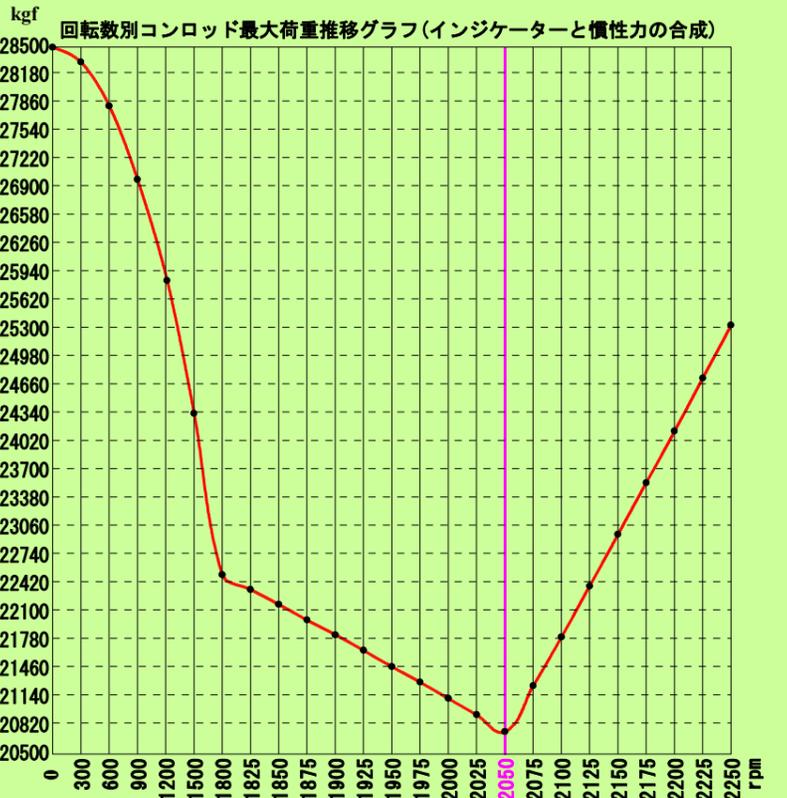
```
エンジン回転数      =2150rpm
ピストン平均速度    = 28.740296321201m/s
前側最大慣性力(加速時) = 24.178197638121tf
前側最小慣性力(減速時) = -25.961442351550tf
前側最大合力(正回転方向) = 23.572684570246tf
前側最小合力(逆回転方向) = -9.318880703711tf
前側最大コンロッド荷重 = 22.952350765366tf
前側最大クランク荷重 = 21.342012781613tf
後側最大慣性力(加速時) = 25.961442351550tf
後側最小慣性力(減速時) = -23.593032512959tf
後側最大合力(正回転方向) = 16.760946585373tf
後側最小合力(逆回転方向) = -8.733715578548tf
後側最大コンロッド荷重 = 16.319869043652tf
後側最大クランク荷重 = 16.027909072520tf
```

```
エンジン回転数      =2175rpm
ピストン平均速度    = 29.074485813308m/s
前側最大慣性力(加速時) = 24.743750395205tf
前側最小慣性力(減速時) = -26.568707025268tf
前側最大合力(正回転方向) = 24.172206848816tf
前側最小合力(逆回転方向) = -9.884433460795tf
前側最大コンロッド荷重 = 23.536096142268tf
前側最大クランク荷重 = 21.888260963866tf
後側最大慣性力(加速時) = 26.568707025268tf
後側最小慣性力(減速時) = -24.144897659625tf
後側最大合力(正回転方向) = 16.638180536296tf
後側最小合力(逆回転方向) = -9.285580725214tf
後側最大コンロッド荷重 = 16.200333680078tf
後側最大クランク荷重 = 15.830353638072tf
```

```
エンジン回転数      =2200rpm
ピストン平均速度    = 29.408675305415m/s
前側最大慣性力(加速時) = 25.315841334452tf
前側最小慣性力(減速時) = -27.182992099838tf
前側最大合力(正回転方向) = 24.778660020780tf
前側最小合力(逆回転方向) = -10.456524400042tf
前側最大コンロッド荷重 = 24.126590020233tf
前側最大クランク荷重 = 22.440824153041tf
後側最大慣性力(加速時) = 27.182992099838tf
後側最小慣性力(減速時) = -24.703142750183tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.122070597040tf
後側最小合力(逆回転方向) = -9.843825815772tf
後側最大コンロッド荷重 = 16.671489791854tf
後側最大クランク荷重 = 16.290749579010tf
```

```
エンジン回転数      =2225rpm
ピストン平均速度    = 29.742864797522m/s
前側最大慣性力(加速時) = 25.894470455862tf
前側最小慣性力(減速時) = -27.804297575261tf
前側最大合力(正回転方向) = 25.392044086137tf
前側最小合力(逆回転方向) = -11.035153521452tf
前側最大コンロッド荷重 = 24.72382399660tf
前側最大クランク荷重 = 23.004214412679tf
後側最大慣性力(加速時) = 27.804297575261tf
後側最小慣性力(減速時) = -25.267767366333tf
後側最大合力(正回転方向) = 17.611490829906tf
後側最小合力(逆回転方向) = -10.408450850223tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.148030544908tf
後側最大クランク荷重 = 16.756407187846tf
```

```
エンジン回転数      =2250rpm
ピストン平均速度    = 30.077054289629m/s
前側最大慣性力(加速時) = 26.47963759435tf
前側最小慣性力(減速時) = -28.432623451535tf
前側最大合力(正回転方向) = 26.012359044889tf
前側最小合力(逆回転方向) = -11.620320825024tf
前側最大コンロッド荷重 = 25.327823280550tf
前側最大クランク荷重 = 23.577092035229tf
後側最大慣性力(加速時) = 28.432623451535tf
後側最小慣性力(減速時) = -25.838772762975tf
後側最大合力(正回転方向) = 18.106441234895tf
後側最小合力(逆回転方向) = -10.979452518895tf
後側最大コンロッド荷重 = 17.629955939240tf
後側最大クランク荷重 = 17.227326464577tf
```



コンロッド最大荷重は、インジケータと慣性力の合成となり、2050回転まで低下してから上昇します。連続最大回転数を2050回転、最大回転数を2050回転と設定します。

エンジン出力軸トルク解析

エンジン回転数=300rpm
基本最大トルク= 6.321tf・m
基本最小トルク= **-0.344tf・m**
2連最大トルク= 7.550tf・m
最小トルク= 1.632tf・m
4連最大トルク= 10.686tf・m
最小トルク= 5.229tf・m
6連最大トルク= 14.740tf・m
最小トルク= 8.464tf・m
8連最大トルク= 19.522tf・m
最小トルク= 11.345tf・m
10連最大トルク= 24.006tf・m
最小トルク= 14.279tf・m
12連最大トルク= 28.707tf・m
最小トルク= 17.138tf・m
14連最大トルク= 33.456tf・m
最小トルク= 20.005tf・m
16連最大トルク= 38.415tf・m
最小トルク= 22.850tf・m
18連最大トルク= 43.013tf・m
最小トルク= 25.745tf・m
20連最大トルク= 47.743tf・m
最小トルク= 28.619tf・m
22連最大トルク= 52.529tf・m
最小トルク= 31.459tf・m

エンジン回転数=1200rpm
基本最大トルク= 5.112tf・m
基本最小トルク= **-0.078tf・m**
2連最大トルク= 6.683tf・m
最小トルク= 1.293tf・m
4連最大トルク= 11.254tf・m
最小トルク= 4.691tf・m
6連最大トルク= 15.631tf・m
最小トルク= 7.732tf・m
8連最大トルク= 20.518tf・m
最小トルク= 10.383tf・m
10連最大トルク= 25.315tf・m
最小トルク= 13.022tf・m
12連最大トルク= 30.357tf・m
最小トルク= 15.653tf・m
14連最大トルク= 35.300tf・m
最小トルク= 18.200tf・m
16連最大トルク= 40.447tf・m
最小トルク= 20.927tf・m
18連最大トルク= 45.487tf・m
最小トルク= 23.524tf・m
20連最大トルク= 50.495tf・m
最小トルク= 26.174tf・m
22連最大トルク= 55.465tf・m
最小トルク= 28.726tf・m

エンジン回転数=1825rpm
基本最大トルク= 3.912tf・m
基本最小トルク= **-0.013tf・m**
2連最大トルク= 6.844tf・m
最小トルク= 0.544tf・m
4連最大トルク= 12.460tf・m
最小トルク= 3.810tf・m
6連最大トルク= 17.097tf・m
最小トルク= 6.308tf・m
8連最大トルク= 22.303tf・m
最小トルク= 8.569tf・m
10連最大トルク= 27.781tf・m
最小トルク= 10.797tf・m
12連最大トルク= 33.341tf・m
最小トルク= 13.112tf・m
14連最大トルク= 38.765tf・m
最小トルク= 15.137tf・m
16連最大トルク= 44.319tf・m
最小トルク= 17.473tf・m
18連最大トルク= 49.890tf・m
最小トルク= 19.638tf・m
20連最大トルク= 55.413tf・m
最小トルク= 21.878tf・m
22連最大トルク= 60.733tf・m
最小トルク= 24.040tf・m

エンジン回転数=1900rpm
基本最大トルク= 3.960tf・m
基本最小トルク= **-0.016tf・m**
2連最大トルク= 7.081tf・m
最小トルク= 0.422tf・m
4連最大トルク= 12.640tf・m
最小トルク= 3.672tf・m
6連最大トルク= 17.314tf・m
最小トルク= 6.098tf・m
8連最大トルク= 22.566tf・m
最小トルク= 8.296tf・m
10連最大トルク= 28.151tf・m
最小トルク= 10.466tf・m
12連最大トルク= 33.782tf・m
最小トルク= 12.715tf・m
14連最大トルク= 39.277tf・m
最小トルク= 14.673tf・m
16連最大トルク= 44.891tf・m
最小トルク= 16.959tf・m
18連最大トルク= 50.547tf・m
最小トルク= 19.057tf・m
20連最大トルク= 56.140tf・m
最小トルク= 21.224tf・m
22連最大トルク= 61.528tf・m
最小トルク= 23.323tf・m

エンジン回転数=1975rpm
基本最大トルク= 4.019tf・m
基本最小トルク= **-0.040tf・m**
2連最大トルク= 7.337tf・m
最小トルク= 0.285tf・m
4連最大トルク= 12.828tf・m
最小トルク= 3.528tf・m
6連最大トルク= 17.539tf・m
最小トルク= 5.879tf・m
8連最大トルク= 22.840tf・m
最小トルク= 8.012tf・m
10連最大トルク= 28.535tf・m
最小トルク= 10.120tf・m
12連最大トルク= 34.242tf・m
最小トルク= 12.302tf・m
14連最大トルク= 39.810tf・m
最小トルク= 14.190tf・m
16連最大トルク= 45.486tf・m
最小トルク= 16.424tf・m
18連最大トルク= 51.231tf・m
最小トルク= 18.452tf・m
20連最大トルク= 57.681tf・m
最小トルク= 20.544tf・m
22連最大トルク= 62.355tf・m
最小トルク= 22.578tf・m

エンジン回転数=2050rpm
基本最大トルク= 4.087tf・m
基本最小トルク= **-0.072tf・m**
2連最大トルク= 7.605tf・m
最小トルク= 0.133tf・m
4連最大トルク= 13.022tf・m
最小トルク= 3.379tf・m
6連最大トルク= 17.773tf・m
最小トルク= 5.651tf・m
8連最大トルク= 23.128tf・m
最小トルク= 7.718tf・m
10連最大トルク= 28.935tf・m
最小トルク= 9.761tf・m
12連最大トルク= 34.720tf・m
最小トルク= 11.873tf・m
14連最大トルク= 40.363tf・m
最小トルク= 13.687tf・m
16連最大トルク= 46.108tf・m
最小トルク= 15.869tf・m
18連最大トルク= 51.942tf・m
最小トルク= 17.824tf・m
20連最大トルク= 57.681tf・m
最小トルク= 19.837tf・m
22連最大トルク= 63.214tf・m
最小トルク= 21.804tf・m

エンジン回転数=2125rpm
基本最大トルク= 4.322tf・m
基本最小トルク= **-0.117tf・m**
2連最大トルク= 7.888tf・m
最小トルク= **-0.031tf・m**
4連最大トルク= 13.224tf・m
最小トルク= 3.224tf・m
6連最大トルク= 18.016tf・m
最小トルク= 5.415tf・m
8連最大トルク= 23.442tf・m
最小トルク= 7.412tf・m
10連最大トルク= 29.350tf・m
最小トルク= 9.387tf・m
12連最大トルク= 35.215tf・m
最小トルク= 11.428tf・m
14連最大トルク= 40.937tf・m
最小トルク= 13.166tf・m
16連最大トルク= 46.771tf・m
最小トルク= 15.293tf・m
18連最大トルク= 52.679tf・m
最小トルク= 17.172tf・m
20連最大トルク= 58.496tf・m
最小トルク= 19.104tf・m
22連最大トルク= 64.105tf・m
最小トルク= 21.000tf・m

エンジン回転数=2200rpm
基本最大トルク= 4.616tf・m
基本最小トルク= **-0.117tf・m**
2連最大トルク= 8.183tf・m
最小トルク= **-0.207tf・m**
4連最大トルク= 13.434tf・m
最小トルク= 3.063tf・m
6連最大トルク= 18.268tf・m
最小トルク= 5.171tf・m
8連最大トルク= 23.776tf・m
最小トルク= 7.095tf・m
10連最大トルク= 29.779tf・m
最小トルク= 9.001tf・m
12連最大トルク= 35.729tf・m
最小トルク= 10.966tf・m
14連最大トルク= 41.532tf・m
最小トルク= 12.626tf・m
16連最大トルク= 47.458tf・m
最小トルク= 14.695tf・m
18連最大トルク= 53.442tf・m
最小トルク= 16.497tf・m
20連最大トルク= 59.340tf・m
最小トルク= 18.345tf・m
22連最大トルク= 65.029tf・m
最小トルク= 20.168tf・m

エンジン回転数=600rpm
基本最大トルク= 6.070tf・m
基本最小トルク= **-0.254tf・m**
2連最大トルク= 7.310tf・m
最小トルク= 1.593tf・m
4連最大トルク= 10.693tf・m
最小トルク= 5.126tf・m
6連最大トルク= 14.805tf・m
最小トルク= 8.378tf・m
8連最大トルク= 19.566tf・m
最小トルク= 11.182tf・m
10連最大トルク= 24.144tf・m
最小トルク= 14.124tf・m
12連最大トルク= 28.885tf・m
最小トルク= 16.966tf・m
14連最大トルク= 33.643tf・m
最小トルク= 19.797tf・m
16連最大トルク= 38.619tf・m
最小トルク= 22.669tf・m
18連最大トルク= 43.312tf・m
最小トルク= 25.508tf・m
20連最大トルク= 48.081tf・m
最小トルク= 28.364tf・m
22連最大トルク= 52.948tf・m
最小トルク= 31.207tf・m

エンジン回転数=1500rpm
基本最大トルク= 4.389tf・m
基本最小トルク= **-0.043tf・m**
2連最大トルク= 6.357tf・m
最小トルク= 0.975tf・m
4連最大トルク= 11.763tf・m
最小トルク= 4.323tf・m
6連最大トルク= 16.259tf・m
最小トルク= 7.122tf・m
8連最大トルク= 21.283tf・m
最小トルク= 9.614tf・m
10連最大トルク= 26.350tf・m
最小トルク= 12.071tf・m
12連最大トルク= 31.636tf・m
最小トルク= 14.594tf・m
14連最大トルク= 36.785tf・m
最小トルク= 16.906tf・m
16連最大トルク= 42.106tf・m
最小トルク= 19.455tf・m
18連最大トルク= 47.344tf・m
最小トルク= 21.869tf・m
20連最大トルク= 52.602tf・m
最小トルク= 24.349tf・m
22連最大トルク= 57.657tf・m
最小トルク= 26.722tf・m

エンジン回転数=1850rpm
基本最大トルク= 3.927tf・m
基本最小トルク= **-0.011tf・m**
2連最大トルク= 6.921tf・m
最小トルク= 0.507tf・m
4連最大トルク= 12.519tf・m
最小トルク= 3.625tf・m
6連最大トルク= 17.168tf・m
最小トルク= 6.239tf・m
8連最大トルク= 22.389tf・m
最小トルク= 8.479tf・m
10連最大トルク= 27.902tf・m
最小トルク= 10.688tf・m
12連最大トルク= 33.486tf・m
最小トルク= 12.982tf・m
14連最大トルク= 38.934tf・m
最小トルク= 14.985tf・m
16連最大トルク= 44.507tf・m
最小トルク= 17.304tf・m
18連最大トルク= 50.106tf・m
最小トルク= 19.447tf・m
20連最大トルク= 55.652tf・m
最小トルク= 21.663tf・m
22連最大トルク= 60.994tf・m
最小トルク= 23.804tf・m

エンジン回転数=1925rpm
基本最大トルク= 3.979tf・m
基本最小トルク= **-0.021tf・m**
2連最大トルク= 7.164tf・m
最小トルク= 0.378tf・m
4連最大トルク= 12.702tf・m
最小トルク= 3.479tf・m
6連最大トルク= 17.388tf・m
最小トルク= 6.026tf・m
8連最大トルク= 22.656tf・m
最小トルク= 8.203tf・m
10連最大トルク= 28.277tf・m
最小トルク= 10.352tf・m
12連最大トルク= 33.933tf・m
最小トルク= 12.579tf・m
14連最大トルク= 39.453tf・m
最小トルク= 14.514tf・m
16連最大トルク= 45.087tf・m
最小トルク= 16.783tf・m
18連最大トルク= 50.772tf・m
最小トルク= 18.858tf・m
20連最大トルク= 56.389tf・m
最小トルク= 20.311tf・m
22連最大トルク= 61.800tf・m
最小トルク= 23.078tf・m

エンジン回転数=2000rpm
基本最大トルク= 4.040tf・m
基本最小トルク= **-0.049tf・m**
2連最大トルク= 7.425tf・m
最小トルク= 0.235tf・m
4連最大トルク= 12.892tf・m
最小トルク= 3.625tf・m
6連最大トルク= 17.616tf・m
最小トルク= 5.804tf・m
8連最大トルク= 22.934tf・m
最小トルク= 7.915tf・m
10連最大トルク= 28.667tf・m
最小トルク= 10.002tf・m
12連最大トルク= 34.399tf・m
最小トルク= 12.161tf・m
14連最大トルク= 39.992tf・m
最小トルク= 14.024tf・m
16連最大トルク= 45.689tf・m
最小トルク= 16.241tf・m
18連最大トルク= 51.465tf・m
最小トルク= 18.245tf・m
20連最大トルク= 57.154tf・m
最小トルク= 20.311tf・m
22連最大トルク= 62.638tf・m
最小トルク= 22.323tf・m

エンジン回転数=2075rpm
基本最大トルク= 4.132tf・m
基本最小トルク= **-0.087tf・m**
2連最大トルク= 7.697tf・m
最小トルク= 0.082tf・m
4連最大トルク= 13.089tf・m
最小トルク= 3.328tf・m
6連最大トルク= 17.853tf・m
最小トルク= 5.574tf・m
8連最大トルク= 23.231tf・m
最小トルク= 7.617tf・m
10連最大トルク= 29.072tf・m
最小トルク= 9.638tf・m
12連最大トルク= 34.883tf・m
最小トルク= 11.726tf・m
14連最大トルク= 40.552tf・m
最小トルク= 13.516tf・m
16連最大トルク= 46.327tf・m
最小トルク= 15.679tf・m
18連最大トルク= 52.185tf・m
最小トルク= 17.609tf・m
20連最大トルク= 57.950tf・m
最小トルク= 19.596tf・m
22連最大トルク= 63.508tf・m
最小トルク= 21.539tf・m

エンジン回転数=2150rpm
基本最大トルク= 4.419tf・m
基本最小トルク= **-0.135tf・m**
2連最大トルク= 7.986tf・m
最小トルク= **-0.089tf・m**
4連最大トルク= 13.293tf・m
最小トルク= 3.171tf・m
6連最大トルク= 18.099tf・m
最小トルク= 5.335tf・m
8連最大トルク= 23.550tf・m
最小トルク= 7.307tf・m
10連最大トルク= 29.491tf・m
最小トルク= 9.260tf・m
12連最大トルク= 35.385tf・m
最小トルク= 11.276tf・m
14連最大トルク= 41.133tf・m
最小トルク= 12.988tf・m
16連最大トルク= 46.998tf・m
最小トルク= 15.096tf・m
18連最大トルク= 52.930tf・m
最小トルク= 16.949tf・m
20連最大トルク= 58.774tf・m
最小トルク= 18.854tf・m
22連最大トルク= 64.410tf・m
最小トルク= 20.726tf・m

エンジン回転数=2225rpm
基本最大トルク= 4.716tf・m
基本最小トルク= **-0.197tf・m**
2連最大トルク= 8.284tf・m
最小トルク= **-0.270tf・m**
4連最大トルク= 13.505tf・m
最小トルク= 3.009tf・m
6連最大トルク= 18.353tf・m
最小トルク= 5.088tf・m
8連最大トルク= 23.896tf・m
最小トルク= 6.987tf・m
10連最大トルク= 29.926tf・m
最小トルク= 8.869tf・m
12連最大トルク= 35.904tf・m
最小トルク= 10.809tf・m
14連最大トルク= 41.734tf・m
最小トルク= 12.441tf・m
16連最大トルク= 47.692tf・m
最小トルク= 14.492tf・m
18連最大トルク= 53.703tf・m
最小トルク= 16.266tf・m
20連最大トルク= 59.628tf・m
最小トルク= 18.087tf・m
22連最大トルク= 65.344tf・m
最小トルク= 19.885tf・m

エンジン回転数=900rpm
基本最大トルク= 5.675tf・m
基本最小トルク= **-0.138tf・m**
2連最大トルク= 6.966tf・m
最小トルク= 1.503tf・m
4連最大トルク= 10.865tf・m
最小トルク= 4.943tf・m
6連最大トルク= 15.147tf・m
最小トルク= 8.207tf・m
8連最大トルク= 19.924tf・m
最小トルク= 10.904tf・m
10連最大トルク= 24.632tf・m
最小トルク= 13.758tf・m
12連最大トルク= 29.441tf・m
最小トルク= 16.474tf・m
14連最大トルク= 34.243tf・m
最小トルク= 19.182tf・m
16連最大トルク= 39.281tf・m
最小トルク= 21.944tf・m
18連最大トルク= 44.151tf・m
最小トルク= 24.789tf・m
20連最大トルク= 49.014tf・m
最小トルク= 27.552tf・m
22連最大トルク= 53.869tf・m
最小トルク= 30.269tf・m

エンジン回転数=1800rpm
基本最大トルク= 3.898tf・m
基本最小トルク= **-0.014tf・m**
2連最大トルク= 6.769tf・m
最小トルク= 0.581tf・m
4連最大トルク= 12.401tf・m
最小トルク= 3.855tf・m
6連最大トルク= 17.027tf・m
最小トルク= 6.376tf・m
8連最大トルク= 22.217tf・m
最小トルク= 8.658tf・m
10連最大トルク= 27.661tf・m
最小トルク= 10.904tf・m
12連最大トルク= 33.198tf・m
最小トルク= 13.240tf・m
14連最大トルク= 38.599tf・m
最小トルク= 15.288tf・m
16連最大トルク= 44.133tf・m
最小トルク= 17.640tf・m
18連最大トルク= 49.677tf・m
最小トルク= 19.827tf・m
20連最大トルク= 55.177tf・m
最小トルク= 22.090tf・m
22連最大トルク= 60.476tf・m
最小トルク= 24.266tf・m

エンジン回転数=1875rpm
基本最大トルク= 3.943tf・m
基本最小トルク= **-0.011tf・m**
2連最大トルク= 6.999tf・m
最小トルク= 0.466tf・m
4連最大トルク= 12.579tf・m
最小トルク= 3.718tf・m
6連最大トルク= 17.241tf・m
最小トルク= 6.169tf・m
8連最大トルク= 22.477tf・m
最小トルク= 8.388tf・m
10連最大トルク= 28.026tf・m
最小トルク= 10.578tf・m
12連最大トルク= 33.633tf・m
最小トルク= 12.849tf・m
14連最大トルク= 39.104tf・m
最小トルク= 14.830tf・m
16連最大トルク= 44.698tf・m
最小トルク= 17.132tf・m
18連最大トルク= 50.325tf・m
最小トルク= 19.253tf・m
20連最大トルク= 55.894tf・m
最小トルク= 21.445tf・m
22連最大トルク= 61.259tf・m
最小トルク= 23.565tf・m

エンジン回転数=1950rpm
基本最大トルク= 3.998tf・m
基本最小トルク= **-0.030tf・m**
2連最大トルク= 7.250tf・m
最小トルク= 0.334tf・m
4連最大トルク= 12.764tf・m
最小トルク= 3.577tf・m
6連最大トルク= 17.463tf・m
最小トルク= 5.953tf・m
8連最大トルク= 22.748tf・m
最小トルク= 8.108tf・m
10連最大トルク= 28.405tf・m
最小トルク= 10.237tf・m
12連最大トルク= 34.087tf・m
最小トルク= 12.441tf・m
14連最大トルク= 39.630tf・m
最小トルク= 14.353tf・m
16連最大トルク= 45.285tf・m
最小トルク= 16.605tf・m
18連最大トルク= 51.000tf・m
最小トルク= 18.656tf・m
20連最大トルク= 56.641tf・m
最小トルク= 20.773tf・m
22連最大トルク= 62.076tf・m
最小トルク= 22.830tf・m

エンジン回転数=2025rpm
基本最大トルク= 4.063tf・m
基本最小トルク= **-0.059tf・m**
2連最大トルク= 7.515tf・m
最小トルク= 0.185tf・m
4連最大トルク= 12.957tf・m
最小トルク= 3.429tf・m
6連最大トルク= 17.694tf・m
最小トルク= 5.728tf・m
8連最大トルク= 23.029tf・m
最小トルク= 7.817tf・m
10連最大トルク= 28.800tf・m
最小トルク= 9.882tf・m
12連最大トルク= 34.559tf・m
最小トルク= 12.018tf・m
14連最大トルク= 40.177tf・m
最小トルク= 13.857tf・m
16連最大トルク= 45.896tf・m
最小トルク= 16.056tf・m
18連最大トルク= 51.702tf・m
最小トルク= 18.036tf・m
20連最大トルク= 57.416tf・m
最小トルク= 20.076tf・m
22連最大トルク= 62.924tf・m
最小トルク= 22.065tf・m

エンジン回転数=2100rpm
基本最大トルク= 4.226tf・m
基本最小トルク= **-0.102tf・m**
2連最大トルク= 7.792tf・m
最小トルク= 0.026tf・m
4連最大トルク= 13.156tf・m
最小トルク= 3.276tf・m
6連最大トルク= 17.934tf・m
最小トルク= 5.495tf・m
8連最大トルク= 23.336tf・m
最小トルク= 7.515tf・m
10連最大トルク= 29.210tf・m
最小トルク= 9.513tf・m
12連最大トルク= 35.048tf・m
最小トルク= 11.578tf・m
14連最大トルク= 40.744tf・m
最小トルク= 13.342tf・m
16連最大トルク= 46.548tf・m
最小トルク= 15.487tf・m
18連最大トルク= 52.430tf・m
最小トルク= 17.392tf・m
20連最大トルク= 58.221tf・m
最小トルク= 19.352tf・m
22連最大トルク= 63.805tf・m
最小トルク= 21.271tf・m

エンジン回転数=2175rpm
基本最大トルク= 4.517tf・m
基本最小トルク= **-0.156tf・m**
2連最大トルク= 8.084tf・m
最小トルク= **-0.148tf・m**
4連最大トルク= 13.363tf・m
最小トルク= 3.118tf・m
6連最大トルク= 18.183tf・m
最小トルク= 5.254tf・m
8連最大トルク= 23.659tf・m
最小トルク= 7.202tf・m
10連最大トルク= 29.635tf・m
最小トルク= 9.131tf・m
12連最大トルク= 35.566tf・m
最小トルク= 11.122tf・m
14連最大トルク= 41.331tf・m
最小トルク= 12.808tf・m
16連最大トルク= 47.226tf・m
最小トルク= 14.897tf・m
18連最大トルク= 53.185tf・m
最小トルク= 16.724tf・m
20連最大トルク= 59.055tf・m
最小トルク= 18.601tf・m
22連最大トルク= 64.717tf・m
最小トルク= 20.449tf・m

エンジン回転数=2250rpm
基本最大トルク= 4.817tf・m
基本最小トルク= **-0.220tf・m**
2連最大トルク= 8.386tf・m
最小トルク= **-0.336tf・m**
4連最大トルク= 13.577tf・m
最小トルク= 2.953tf・m
6連最大トルク= 18.440tf・m
最小トルク= 5.004tf・m
8連最大トルク= 24.018tf・m
最小トルク= 6.878tf・m
10連最大トルク= 30.074tf・m
最小トルク= 8.736tf・m
12連最大トルク= 36.081tf・m
最小トルク= 10.650tf・m
14連最大トルク= 41.939tf・m
最小トルク= 12.255tf・m
16連最大トルク= 47.929tf・m
最小トルク= 14.286tf・m
18連最大トルク= 53.966tf・m
最小トルク= 16.033tf・m
20連最大トルク= 59.919tf・m
最小トルク= 17.825tf・m
22連最大トルク= 65.662tf・m
最小トルク= 19.598tf・m

出力軸トルクは、(圧縮+燃焼+排気+吸気)行程により発生する動作トルクと往復円弧運動により発生する慣性トルクを合成したトルクになります。出力軸に発生するねじれ振動は、主に大きな負のトルクにより発生しますので、出力軸に発生するねじれ振動は、負のトルクが小さいために殆んど発生しません。
備考：基本に対しての位相角：2連=90°，4連=45°，6連=30°，8連=22.5°，10連=18°，12連=15°，14連=12.86°，16連=11.25°，18連=10.0°，20連=9.0°，22連=8.18°で解析

マウント荷重解析

***** マウント荷重解析 *****
 ***** 設計情報 *****
 クランク回転半径 = 98.000000000000mm
 揺動アーム揺動半径 = 190.000000000000mm
 揺動軸〜クランク軸の距離 = 300.000000000000mm
 シリンダボア = 160.000000000000mm
 ローター中心半径 = 370.000000000000mm
 ピストン・ローター部往復質量 = 14.945790000000kg
 マウント位置 = 69.100000000000cm
 マウント個数(左右) = 4個

 エンジン回転数 = 300rpm
 最大合成慣性トルク = 69.883770631864kgf・m
 最大マウント荷重 = 25.283563904437kgf

エンジン回転数 = 600rpm
 最大合成慣性トルク = 279.535082527458kgf・m
 最大マウント荷重 = 101.134255617749kgf

エンジン回転数 = 900rpm
 最大合成慣性トルク = 628.953935686780kgf・m
 最大マウント荷重 = 227.552075139935kgf

エンジン回転数 = 1200rpm
 最大合成慣性トルク = 1118.140330109831kgf・m
 最大マウント荷重 = 404.537022470995kgf

エンジン回転数 = 1500rpm
 最大合成慣性トルク = 1747.094265796611kgf・m
 最大マウント荷重 = 632.089097610930kgf

エンジン回転数 = 1800rpm
 最大合成慣性トルク = 2515.815742747119kgf・m
 最大マウント荷重 = 910.208300559739kgf

エンジン回転数 = 1825rpm
 最大合成慣性トルク = 2586.184817341706kgf・m
 最大マウント荷重 = 935.667444769069kgf

エンジン回転数 = 1850rpm
 最大合成慣性トルク = 2657.524499861734kgf・m
 最大マウント荷重 = 961.477749588182kgf

エンジン回転数 = 1875rpm
 最大合成慣性トルク = 2729.834790307204kgf・m
 最大マウント荷重 = 987.639215017078kgf

エンジン回転数 = 1900rpm
 最大合成慣性トルク = 2803.115688678116kgf・m
 最大マウント荷重 = 1014.151841055759kgf

エンジン回転数 = 1925rpm
 最大合成慣性トルク = 2877.367194974474kgf・m
 最大マウント荷重 = 1041.015627704224kgf

エンジン回転数 = 1950rpm
 最大合成慣性トルク = 2952.589309196272kgf・m
 最大マウント荷重 = 1068.230574962472kgf

 エンジン回転数 = 1975rpm
 最大合成慣性トルク = 3028.782031343512kgf・m
 最大マウント荷重 = 1095.796682830504kgf

エンジン回転数 = 2000rpm
 最大合成慣性トルク = 3105.945361416197kgf・m
 最大マウント荷重 = 1123.713951308320kgf

エンジン回転数 = 2025rpm
 最大合成慣性トルク = 3184.079299414322kgf・m
 最大マウント荷重 = 1151.982380395920kgf

エンジン回転数 = 2050rpm
 最大合成慣性トルク = 3263.183845337891kgf・m
 最大マウント荷重 = 1180.601970093304kgf

エンジン回転数 = 2075rpm
 最大合成慣性トルク = 3343.258999186904kgf・m
 最大マウント荷重 = 1209.572720400472kgf

エンジン回転数 = 2100rpm
 最大合成慣性トルク = 3424.304760961357kgf・m
 最大マウント荷重 = 1238.894631317423kgf

エンジン回転数 = 2125rpm
 最大合成慣性トルク = 3506.321130661253kgf・m
 最大マウント荷重 = 1268.567702844158kgf

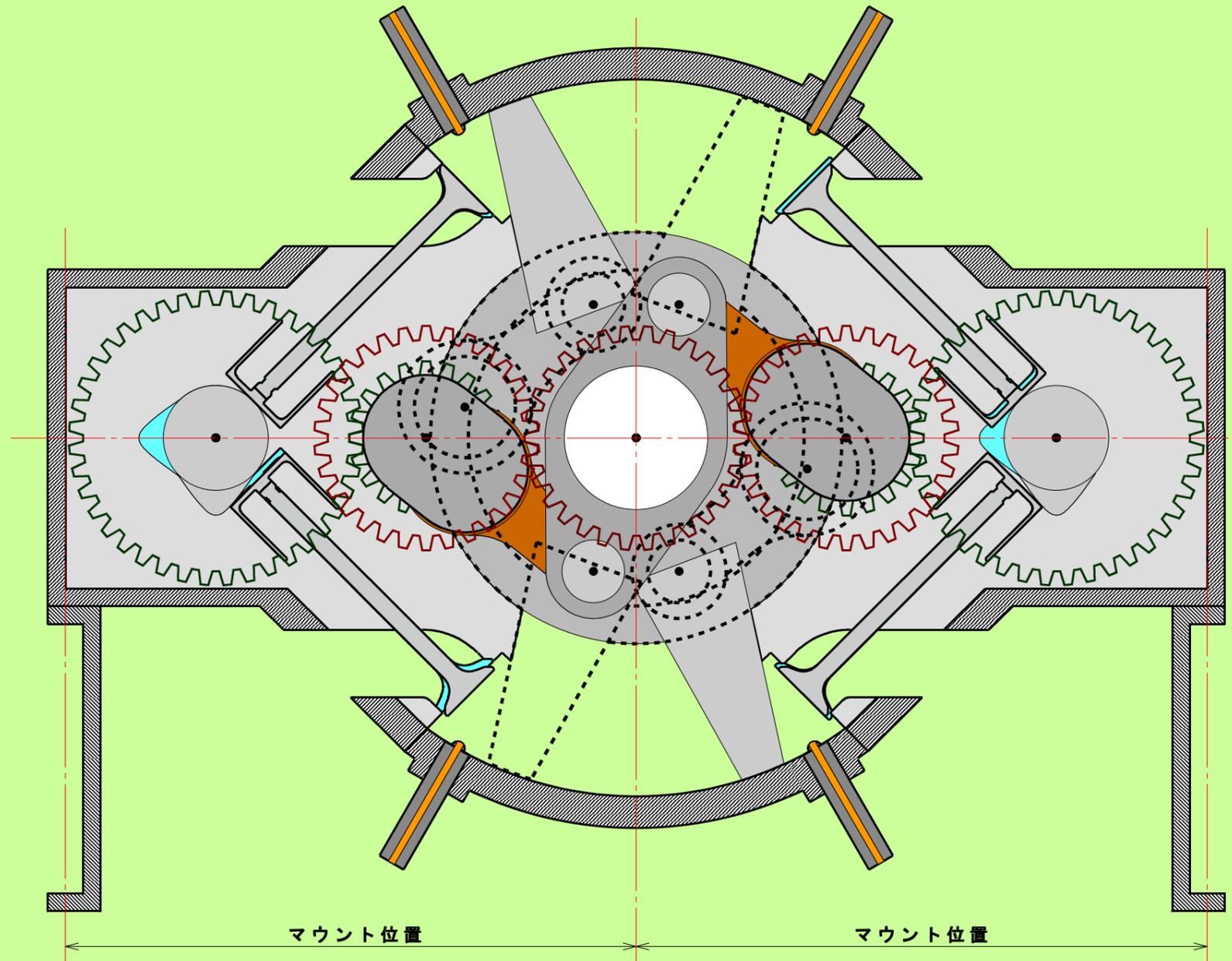
エンジン回転数 = 2150rpm
 最大合成慣性トルク = 3589.308108286592kgf・m
 最大マウント荷重 = 1298.591934980678kgf

エンジン回転数 = 2175rpm
 最大合成慣性トルク = 3673.265693837374kgf・m
 最大マウント荷重 = 1328.967327726981kgf

エンジン回転数 = 2200rpm
 最大合成慣性トルク = 3758.193887313598kgf・m
 最大マウント荷重 = 1359.693881083067kgf

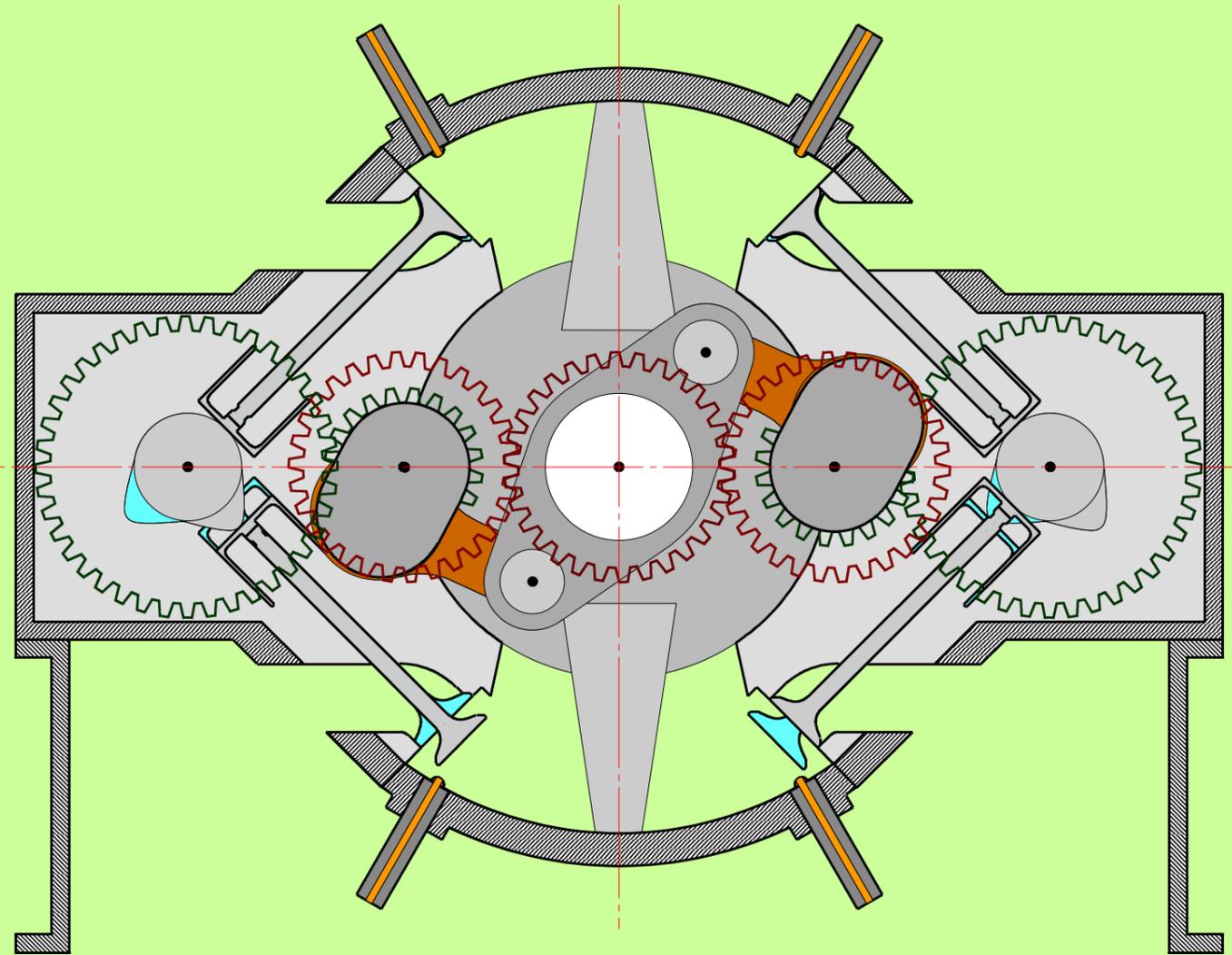
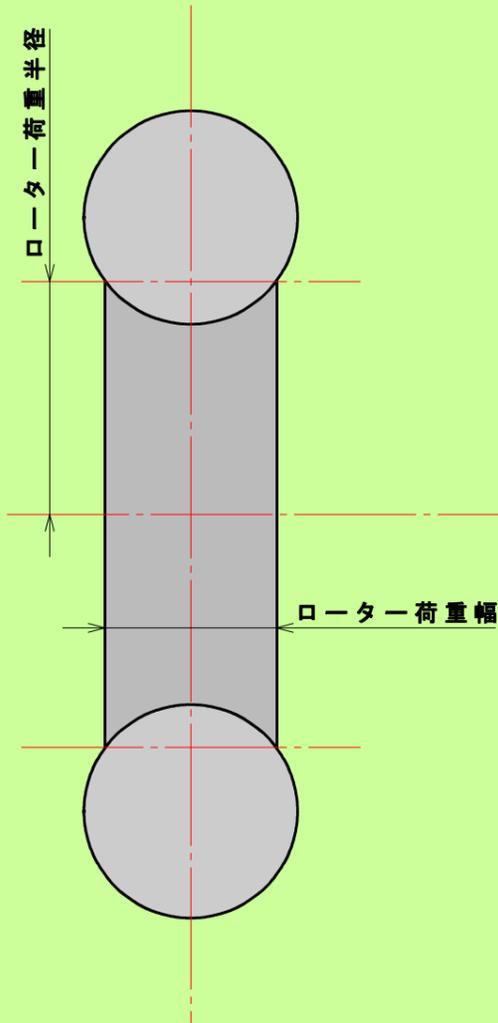
エンジン回転数 = 2225rpm
 最大合成慣性トルク = 3844.092688715266kgf・m
 最大マウント荷重 = 1390.771595048939kgf

エンジン回転数 = 2250rpm
 最大合成慣性トルク = 3930.962098042373kgf・m
 最大マウント荷重 = 1422.200469624592kgf



ローター荷重解析

***** ローター荷重解析 *****
***** 設計情報 *****
クランク回転半径 (R1) = 98.0000000000mm
揺動アーム揺動半径 (R2) = 190.0000000000mm
揺動軸〜クランク軸の距離 (L1) = 300.0000000000mm
シリンダボア = 160.0000000000mm
ピストン先端部までの傾き (A1) = 4.2000000000度
ローター荷重半径 (R3) = 322.0000000000mm
ローター荷重幅 (L2) = 128.0000000000mm
***** 解析情報 *****
燃焼行程ローター静荷重 (最大) = 7.686331010137tf
燃焼行程ローター動荷重 (平均) = 6.105927626053tf
圧縮行程ローター静荷重 (最大) = 0.833089128921tf
圧縮行程ローター動荷重 (平均) = 0.296134782882tf
ローター静荷重の合計 (最大) = 7.686331010137tf
ローター動荷重の合計 (平均) = 6.402062408935tf



エンジン設計解析

```

*****
*          限界トルクの計算          *
*****
+++++++ローター+++++++
限界トルク      = 153.796593876290tf-m
ロータートルク(最大) = 7.834342951610tf-m
安全係数        = 19.631077529570
+++++++クランクシャフト+++++++
限界トルク      = 22.949711325592tf-m
クランクトルク  = 0.549500000000tf-m
安全係数        = 41.764715788156
+++++++ギア+++++++
限界トルク      = 15.072000000000tf-m
出力ギアトルク  = 1.099000000000tf-m
安全係数        = 13.714285714286
クランクギアトルク = 0.549500000000tf-m
安全係数        = 27.428571428571
+++++++出力シャフト+++++++
基本   軸径      = 外形(Φ90):内径(Φ30)
        限界トルク = 17.812830345854tf-m
        出力軸トルク = 2.198000000000tf-m
        安全係数      = 8.104108437604
連2   軸径      = 外形(Φ120):内径(Φ60)
        限界トルク = 35.625660691708tf-m
        出力軸トルク = 4.396000000000tf-m
        安全係数      = 8.104108437604
連4   軸径      = 外形(Φ140):内径(Φ30)
        限界トルク = 71.966033712108tf-m
        出力軸トルク = 8.792000000000tf-m
        安全係数      = 8.185399648784
連6   軸径      = 外形(Φ160):内径(Φ40)
        限界トルク = 105.557513160617tf-m
        出力軸トルク = 13.188000000000tf-m
        安全係数      = 8.004057716152
連8   軸径      = 外形(Φ180):内径(Φ60)
        限界トルク = 142.502642766833tf-m
        出力軸トルク = 17.584000000000tf-m
        安全係数      = 8.104108437604
連10  軸径      = 外形(Φ200):内径(Φ85)
        限界トルク = 180.189973637460tf-m
        出力軸トルク = 21.980000000000tf-m
        安全係数      = 8.197905988965
連12  軸径      = 外形(Φ200):内径(Φ40)
        限界トルク = 211.115026321234tf-m
        出力軸トルク = 26.376000000000tf-m
        安全係数      = 8.004057716152
連14  軸径      = 外形(Φ220):内径(Φ85)
        限界トルク = 249.008524209753tf-m
        出力軸トルク = 30.772000000000tf-m
        安全係数      = 8.092048752429
連16  軸径      = 外形(Φ240):内径(Φ120)
        限界トルク = 285.005285533666tf-m
        出力軸トルク = 35.168000000000tf-m
        安全係数      = 8.104108437604
連18  軸径      = 外形(Φ240):内径(Φ90)
        限界トルク = 326.568556340659tf-m
        出力軸トルク = 39.564000000000tf-m
        安全係数      = 8.254184519782
連20  軸径      = 外形(Φ240):内径(Φ50)
        限界トルク = 363.513685946875tf-m
        出力軸トルク = 43.960000000000tf-m
        安全係数      = 8.269192128000
連22  軸径      = 外形(Φ240):内径(Φ0)
        限界トルク = 380.007047378221tf-m
        出力軸トルク = 48.356000000000tf-m
        安全係数      = 7.858529394040
+++++++

```

```

*****
*          限界荷重の計算          *
*****
+++++++シリンダー+++++++
シリンダー分割壁面限界荷重 = 94.240574888542tf
シリンダー分割壁面最大荷重 = 6.149496950950tf
安全係数                    = 15.324924240182
+++++++シリンダーヘッド+++++++
ヘッド限界荷重(バルブ面以外) = 595.947560015369tf
ヘッド最大荷重(バルブ面以外) = 16.022698437500tf
安全係数                    = 37.193957206396
+++++++ピストン+++++++
ピストン最外側壁面限界荷重 = 230.718564479634tf
ピストン最外側壁面最大荷重 = 4.970120000000tf
安全係数                    = 46.421125542167
ピストン最内側壁面限界荷重 = 64.465481251663tf
ピストン最内側壁面最大荷重 = 1.735887500000tf
安全係数                    = 37.136900433733
ピストン内側円壁面限界荷重 = 16.964600329385tf
ピストン内側円壁面最大荷重 = 0.456812500000tf
安全係数                    = 37.136900433734
+++++++ローター+++++++
ローターブッシュ部限界荷重 = 107.517866976457tf
ローターブッシュ部最大荷重 = 3.843000000000tf
安全係数                    = 27.977587035248
+++++++ローターピン+++++++
ローターピン限界荷重      = 276.515131387340tf
起動時最大荷重            = 28.324000000000tf
安全係数                  = 9.762573484936
最大回転時動作荷重        = 20.779000000000tf
安全係数                  = 13.307432089482
+++++++コンロッド+++++++
コンロッド限界荷重        = 190.000000000000tf
起動時最大荷重            = 28.324000000000tf
安全係数                  = 6.708092077390
最大回転時動作荷重        = 20.779000000000tf
安全係数                  = 9.143847153376
+++++++クランクシャフト+++++++
クランクシャフト限界荷重 = 904.778684233861tf
起動時最大荷重            = 28.324000000000tf
安全係数                  = 31.943888018425
最大回転時動作荷重        = 20.779000000000tf
安全係数                  = 43.542936822458
+++++++

```

```

*****
*          滑り軸受PV値の計算      *
*****
条件: 片当たりがない(偶力なし)
クランクピン中空
クランクジャーナル中空
ローター中空
最大コンロッド荷重 = 20725kgf
最大クランク荷重   = 20401kgf
最大ローター荷重   = 7686kgf
回転数              = 2050rpm
+++++++コンロッド大端部ブッシュ+++++++
荷重面積 = 66.55平方cm(Φ11.0*6.05cm)
P         = 30.52MPa(20725*0.098/66.55)
V         = 11.80m/s(0.11*π*2050/60)
PV値     = 360.14(30.52*11.80)
+++++++クランクメインブッシュ+++++++
荷重面積 = 31.90平方cm(Φ11.0*2.9cm)
P         = 31.34MPa(20401*0.098/2/31.90)
V         = 11.80m/s(0.11*π*2050/60)
PV値     = 369.81(31.34*11.80)
+++++++クランクブッシュ+++++++
荷重面積 = 31.90平方cm(Φ11.0*2.9cm)
P         = 31.34MPa(20401*0.098/2/31.90)
V         = 11.80m/s(0.11*π*2050/60)
PV値     = 369.81(31.34*11.80)
+++++++ローターブッシュ1+++++++
荷重面積 = 60.26平方cm(Φ26.2*2.3cm)
P         = 6.25MPa(7686*0.098/2/60.26)
V         = 9.70m/s(27.40*131/370)
PV値     = 60.63(6.25*9.70)
+++++++ローターブッシュ2+++++++
荷重面積 = 82.56平方cm(Φ25.8*3.2cm)
P         = 4.56MPa(7686*0.098/2/82.56)
V         = 9.55m/s(27.40*129/370)
PV値     = 43.55(4.56*9.55)
+++++++

```

```

*****
*          転がり軸受定格寿命の計算      *
*****
最大回転数: 2050rpm
+++++++出力シャフト軸受(基本)+++++++
選定軸受      = 6821Z(Φ105-Φ130-13mm)
定格動荷重    = 2020.0kgf
定格静荷重    = 2440.0kgf
出力シャフト動荷重 = 0.0kgf
出力シャフト静荷重 = 33.0kgf
C/Pの3乗(軸受1個当たり) = 404229.1
回転係数(1000000/(2050*60)) = 8.1
定格寿命(静荷重で計算) = 3274255.7時間
+++++++出力シャフト軸受(2連)+++++++
選定軸受      = カスルム(Φ260-Φ285-13mm)
定格動荷重    = 4685.0kgf
定格静荷重    = 5660.0kgf
出力シャフト動荷重 = 0.0kgf
出力シャフト静荷重 = 158.0kgf
C/Pの3乗(軸受1個当たり) = 45970.3
回転係数(1000000/(2050*60)) = 8.1
定格寿命(静荷重で計算) = 372359.4時間
+++++++カムシャフト軸受+++++++
選定軸受      = 6916(Φ80-Φ110-16mm)
定格動荷重    = 2540.0kgf
定格静荷重    = 2450.0kgf
バルブスプリング取付時 = 300.0kgf
バルブスプリング動作時最大 = 600.0kgf
カムシャフト動荷重    = 150.0kgf
カムシャフト静荷重    = 300.0kgf
C/Pの3乗(軸受1個当たり) = 38843.4
回転係数(1000000/(1025*60)) = 16.3
定格寿命(動荷重で計算) = 633147.4時間
+++++++

```