

平成16年8月26日

ARMD テクニカルニュース No. 8

はじめに

顧客様各位におかれましては、ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。また、平素から米 RBTS 社の回転機械軸系振動解析・軸受解析システム ARMD をご愛用下さいまして、誠に有難う御座います。

さて、昨年10月に V5.4G2 に Version up 致しました。Version up に際しましてはご協力頂きましたことを厚く御礼申し上げます。しばらくご無沙汰しておりましたが、ここにこの News. No. 8 を発刊致します。

今後ともこの Technical News をご愛読下さいますようお願い申し上げます。

青葉事務所 蜂須賀 照憲

お知らせ No. 1

< (株)二樹エレクトロニクス本社の小移転 >

(株)二樹エレクトロニクスの本社は、従前と同じ敷地内ではありますが、B号ビル2Fから、6号ビルD2Fへ事務所が移転しました。それ以外の電話・Faxなどは変わりません。以下の通りです。

株式会社 二樹エレクトロニクス 本社

〒221-0022 神奈川県 横浜市 神奈川区 守屋町 3-9

6号ビル D 2F

(以前はB号ビル 2F)

電話：045-450-4147 Fax.：045-450-4148

以下に技術ニュースを掲載しますが、これらは従来同様、杉村様に執筆頂いたものです。「Time-transient analysis における外力の扱い」と、「軸受特性計算に於ける油膜温度入力」をお願い致しました。これらが顧客様のお役に立ちましたら幸いです。 以上

1. Time - transient analysis における外力の扱い

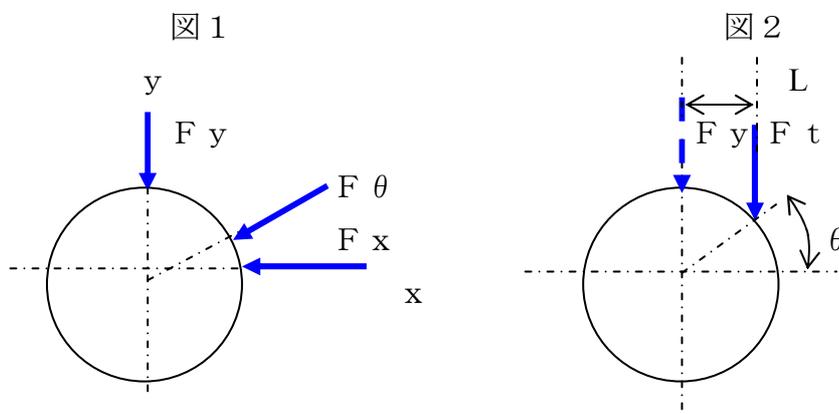
横振動の過渡応答解析で外力(external force)を与えてその応答を見ることが行われますが外力の入力の方法には注意が必要です。

(1) 外力は軸中心に向かって作用すること。

外力の入力はX方向、Y方向に分けて入力可能です。Direction=1でx方向、2でy方向の区別が出来ます。これらはすべて軸中心に向かう力しか入力できません。(もちろん正負の記号で求心力か外向力かの区別は出来ます。) なぜなら ARMD における横振動解析は全て軸中心の入力となっています。

つまり、element menu で各 Section の左右端の軸内外径が入力されますが、これらは軸の曲げ剛性や質量、慣性モーメントを計算するためのものであり、これらの Data は全て軸中心が持っている属性を表すに過ぎず、これらの属性が特定の半径に分布しているわけではありません。このように理解すると、当然外力は軸中心に向かっていることしかあり得ないことが分かります。

例えば、図1の場合 x 方向の軸中心に向かう力 F_x あるいは y 方向の軸中心に向かう力 F_y 共に入力可能です。また x 軸から θ の角度をなす力 F_θ も入力可能ですが、



x、y の成分に分けて2つの力として入力が必要です。

$$F_x = F_\theta \cos \theta$$

$$F_y = F_\theta \sin \theta$$

一方図2の力 F_t は y 軸中心を通る力 F_y と軸心に対する回転モーメント $L \times F_t$ に分けることができますが、横振動解析には F_y のみに関係していて、回転モーメントは関係有りません。強いて言えばねじり振動に関係するものです。従って軸心に向かない力は剛体に於ける力の作用点の移動に従って全て軸心に作用するものとして入力します。

(2) 入力は一フーリエ級数展開で与えること。

外力の入力形式は

$$f = \text{ampl} * \text{COS} (w * \pi / 30 * t + \text{ang})$$

where:- f = Force at any time in the time loop (lbs .or. N).
ampl = Applied force magnitude (lbs .or. N).
w = Applied force frequency (cpm).
 $\pi = 3.1415692$
t = Time in the time loop (seconds).
ang = Phase angle (degrees).

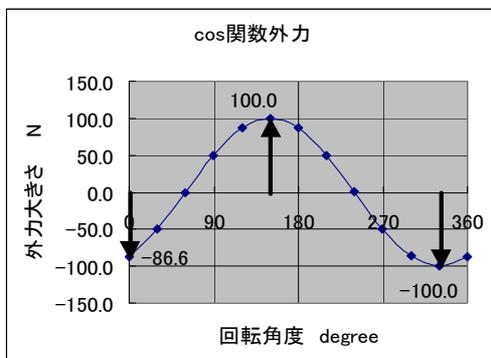
の様に与えることになっています。回転角と同期して、ただし位相差angの角度分進んで与えられます。従って1つの外力が入力されたときは、外力の大きさはcosの関数で変化をします。

例えば y 軸の下向きの外力が作用するとして

$$f = -100 \text{ N}$$
$$w = 12000 \text{ cpm}$$
$$w \times \pi / 30 = 1256 \text{ 1/s}$$
$$\text{ang} = 30 \text{ degree}$$

の場合に、外力は式 $f = -100 \cos (1256 t + 30^\circ)$ で与えられます。従って実際に作用する力は図3の様になります。

図3



y 軸中心方向に向かって軸の回転に伴って値が変化します。

applied force frequency が回転速度と同じであれば、回転速度と同期して外力は cos 曲線に従って緩やかに変化して行きます。回転角度 60° から 240° の範囲では外力は y 軸の上向きに作用します。

従ってこの力の作用する状況が意図したものであるか充分に考えておく必要があります。

ここでご注意いただきたいのは力の作用点は変わらないことです。その大きさが時間と共に変わります。変わり方の回転とのずれは位相角で入力します。

もちろん変化しない一定力を与える場合は applied force frequency = 0 で入力すれば回転に係わらず一定力が入力されます。

また同期しながらパルスのような力を与えるので有れば外力関数をフーリエ級数展開で与える必要があります。

その場合は cos 関数で 20 項まで与えることができます。

もちろん sin 関数は cos に表示変更する必要がありますが

$$\sin \theta = \cos (\theta - 90^\circ)$$

として位相角度を -90° にして入力する事が出来ます。

外力のパルスのような与え方の例として次のものがありますので紹介しておきます。

図 6

$$f(t) = p + 2p \sum \left\{ \frac{\sin(nq)}{(nq)} * \cos(n\omega t + \text{ang}) \right\}$$

$$p = \omega ha / 2\pi = 4.166$$

$$q = 0.5a\omega = 0.1309$$

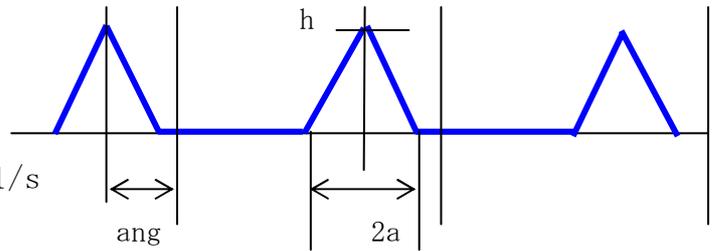
ここで

$$\omega : \text{回転角速度 } 1256.63 \text{ } 1/\text{s}$$

$$h : \text{外力値 } 100 \text{ N}$$

$$a : \text{外力三角形半幅 } 15 \text{ degree}$$

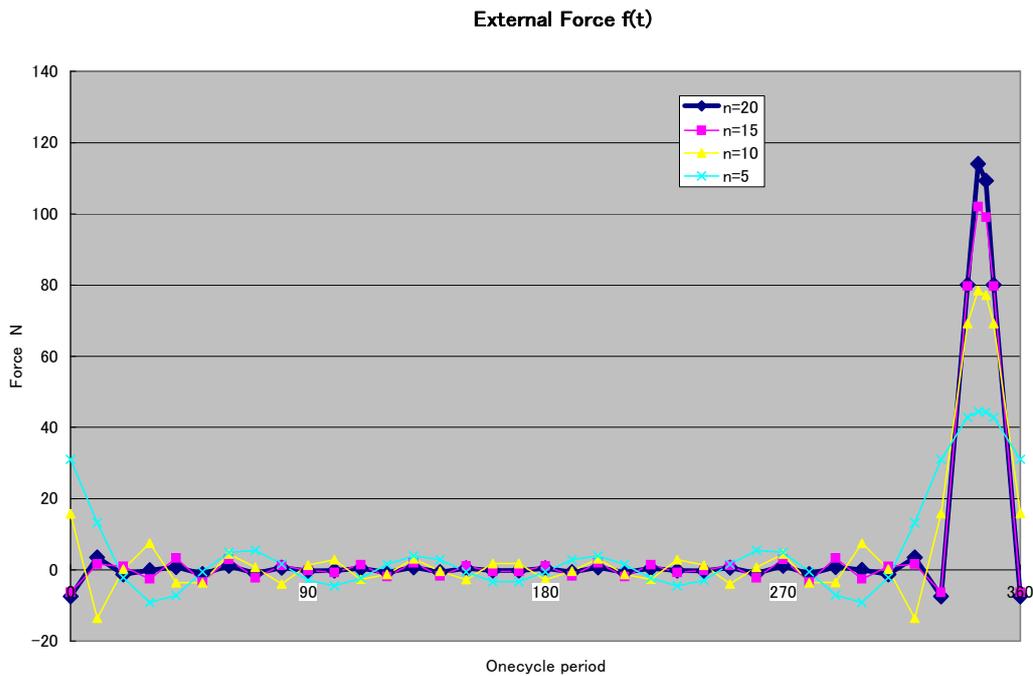
n : 級数展開の項数



この式によって図 6 に示した曲線のような外力が入力可能です。(出典：K.S.Miller 著、佐藤常三・藤井澄二訳「技術者の数学 I」共立全書)

実際に曲線の形状をグラフで見ますと図 7 のようになります。

図 7



級数展開の項を $n = 5, 10, 15, 20$ で比較していますが 15 以上はほとんど変わりません。

$n = 5$ の場合

$$f_0 = -4.166$$

$$f_1 = -2 \times 4.166 \times \sin(0.1309/0.1309) \times \cos(1265.63 + 15 \times \pi/180)$$

$$f_2 = -2 \times 4.166 \times \sin(2 \times 0.1309)/(2 \times 0.1309) \times \cos(2 \times 1265.63 + 15 \times \pi/180)$$

$$f_3 = -2 \times 4.166 \times \sin(3 \times 0.1309)/(3 \times 0.1309) \times \cos(3 \times 1265.63 + 15 \times \pi/180)$$

$$f_4 = -2 \times 4.166 \times \sin(4 \times 0.1309)/(4 \times 0.1309) \times \cos(4 \times 1265.63 + 15 \times \pi/180)$$

$$f_5 = -2 \times 4.166 \times \sin(5 \times 0.1309)/(5 \times 0.1309) \times \cos(5 \times 1265.63 + 15 \times \pi/180)$$

で入力することができます。

\cos の 1 つの関数で入力した場合は

$$f = -100 \cos(1265.63 t + 15 \times \pi/180)$$

で与えられます。これらの式による違いは実際に入力されて試してみてください。

2. 軸受特性計算に於ける油膜温度入力

ジャーナル軸受計算 JURNBR モジュールの POST では給油温度を入力して油膜温度を計算させますが、特別な場合に油膜温度を仮定して逆に給油温度を計算させて、希望の給油温度になるまで数回仮定した油膜温度を修正して計算することができます。こうすると収束が早くなり少ない量の無次元計算 Data から有次元計算を実施させることができます。有次元計算をさせようと思っても無次元計算 Data が少ないので

“*** APPLIED LOAD is out of range for CASE Run Number --> 1” の様な error message が出て計算が実行されない場合があります。この時に油膜温度を仮定して入力してみると簡単に計算実行されることが有ります。

この理由は計算を開始する油膜温度の初期値が無次元 Data set から外れてしまうためです。

(あるいは計算途中で外れるため) 詳細は技術ニュース NO. 1 参照下さい。

ROTLAT で軸受を auto で計算させる場合は油膜温度を仮定する計算では対応できませんので、無次元 Data を充分用意する必要があります。偏芯率を与えての無次元計算を充分に行えば問題ないので、ほとんど利用することはありません。従ってこの機能は V5.4 では省かれていました。この機能を対応した File が用意されていますので、ご希望の方はお申し出下さい。お送りします。JURNBR のモジュールの中の INTER.exe の File です。V5.4 で 2004 年 1 月以降に導入されたお客様はこの機能が追加されている筈です。一度ご確認下さい。

以上