

れ、これらの設備・装置の長寿命化や長期間のメンテナンスフリー等で優れた実績を上げ、お客様の高い評価と信頼を勝ち得ている。(表1)

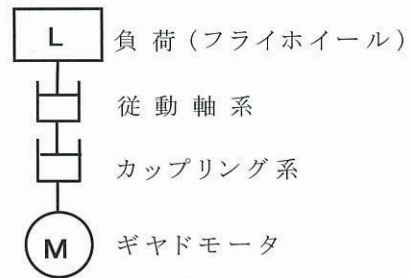
表1 KTSカップリング使用実績

実績販売個数	約1,450個
実績お客様数	約80社
使用実績事例	焼結クラッシャー プロアー ポンプ 天井クレーン ローラテーブル 連鋳ロール タイミングベルト チューブミル キルン 押出機 ビードカッター等

(2004年3月現在)

方の軸継手の従動軸側に負荷として同一のフライホイールを設け、同時に2種類の軸継手の動力伝達特性を数値的に比較可能にしたものである。(写真2)

本試験機の全体の振動系は図1に示すように、カップリングおよび従動軸の振動系からなっている。従動軸の振動系についてはいずれの試験においても、その特性はほぼ同一である。したがって、カップリング系の特性の差異が後述する特性の差異となって計測されるものといえる。



4 計測

4.1 緩衝性能試験機の構造および特性

緩衝性能試験機は2台の同一のギヤドモータを備え、それぞれのギヤドモータ出力軸にはKTSカップリングおよび汎用の軸継手(写真2の場合はギヤ軸継手)が装着され、双

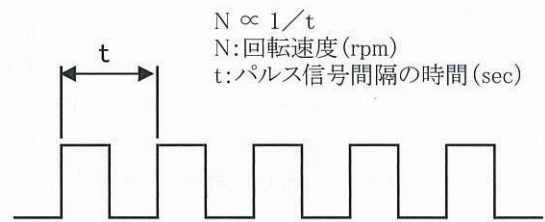


図2 回転速度の計測

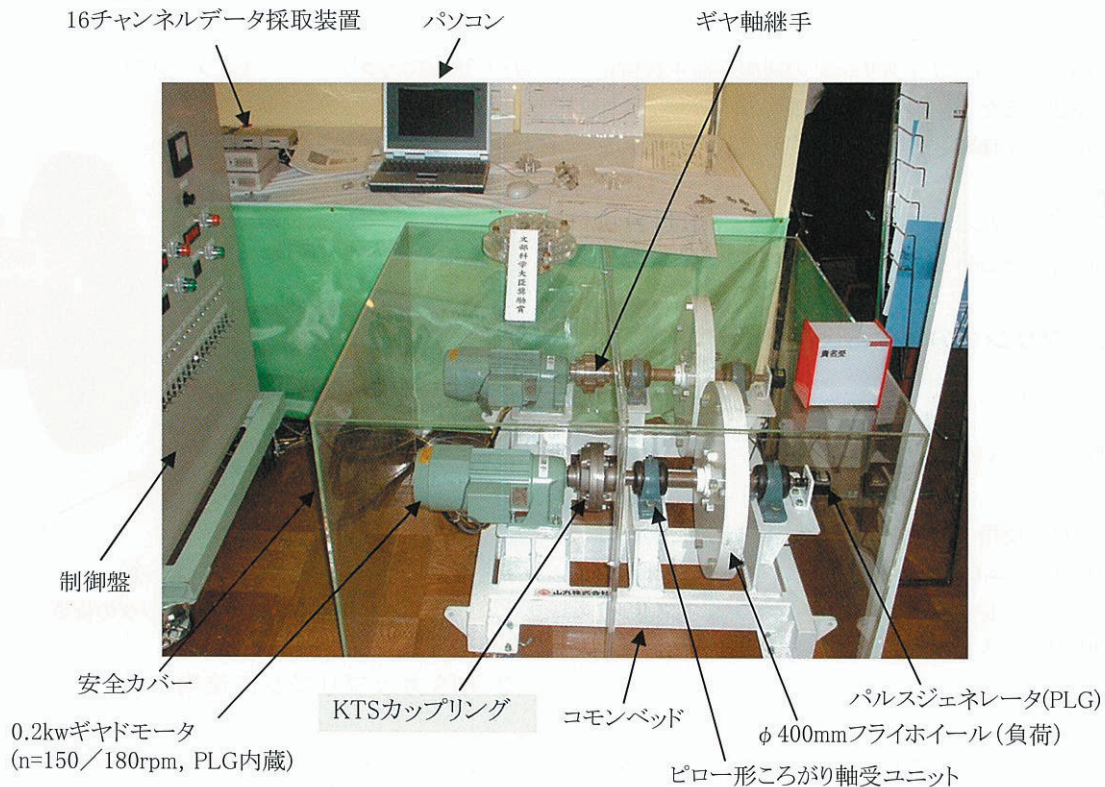


写真2 緩衝性能試験装置の構成

4.2 回転速度の計測

従来の回転速度計測方法は、一定時間内に入力されるパルスジェネレータ(以下「PLG」)からのパルス信号をパルスカウンタでカウントし、回転速度に変換するものである。今回の試験装置の場合、モータの加速時間は約0.5secと極めて短時間であり、従来の計測方法では通常10msec内のパルス数をカウントするため、その計測時間内ではデータ数が50点しか採取できない。よって、当該データ数では、図1に示される振動系の挙動を正確に表現することが不可能である。

この点を是正するため、今回の計測ではパルス信号間隔を時間計測し、回転速度 $\propto 1/\text{時間}$ で演算した。本計測法により、PLGからパルスが入力する度に回転速度を演算する

ことが可能になり、マイクロ秒オーダーの回転速度の変化を精緻に測定することができた。(図2)

4.3 計測装置の構成

(1) 回転速度の計測については、ギヤドモータおよび従動軸端にそれぞれ設けられたPLGからのパルス信号を高速周波数/電圧変換器で電圧値に変換する。

(2) 上記の電圧値を16チャンネルデータ採取装置(以下「データ採取装置」)に取り込む。

(3) 電圧の計測については、双方のギヤドモータに掛かる電圧値を制御盤を介し分圧器で1/10に分圧する。

(4) 上記の分圧した電圧値をデータ採取装置に取り込む。(図3)

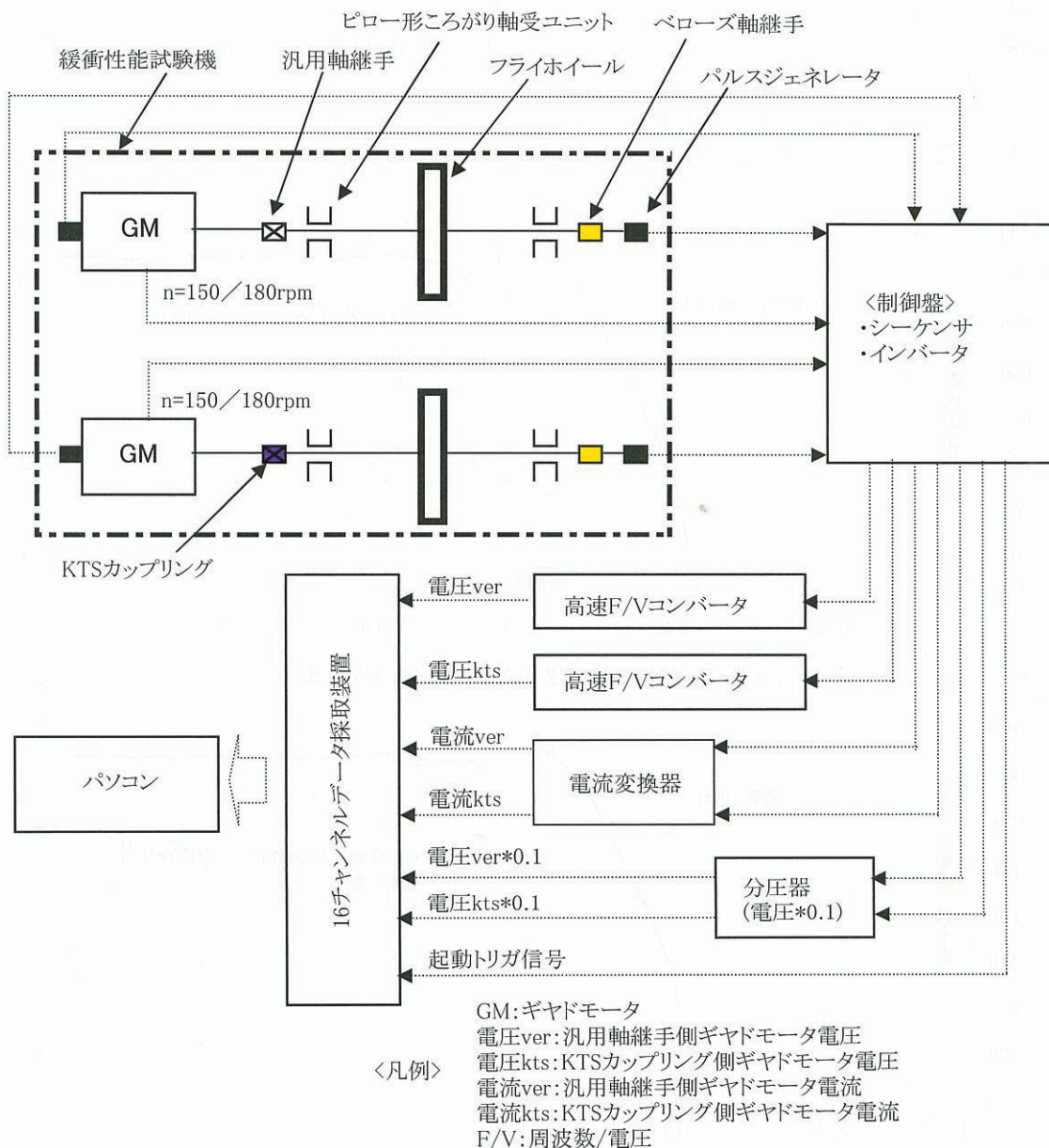


図3 計測装置の構成

4.4 計測の内容

4.4.1 仕様

- (1) 電源：AC200V × 3 φ × 50/60Hz
- (2) ギヤドモータ：ツバキエマソン製
GMTA020-18L10BEZ 型, 0.2kW × 4 極, 減速比：1/10
- (3) ギヤドモータ出力軸回転数：150/180rpm
- (4) フライホイール(負荷)：φ 400mm × 45mm(厚さ), SS400
- (5) KTS カップリング用コイルバネ特性(以下 2 種類)
 - ①バネ定数(強)：39.11kgf/mm
 - ②バネ定数(弱)：25.11kgf/mm

4.4.2 計測対象軸継手

- (1) KTS カップリング
- (2) ギヤ軸継手
- (3) ローラチェーン軸継手
- (4) フランジ形たわみ軸継手(緩衝型)
- (5) タイヤ形状ゴム軸継手(緩衝型)

4.4.3 計測結果

- (1) モータ単独の起動特性(M 単)

本計測において、KTSカップリングと他の汎用軸継手との緩衝性能を比較するにあたり、双方の駆動源であるモータ

単独の起動特性を測定した。(図 4, 図 5)

いずれも、電圧印加後、3.8msec でモータは回転し始め、55msec で最高回転速度に達し、途中の立上り曲線もほぼ同等であり、軸継手性能比較のための駆動源としては問題ない。

- (2) 負荷時起動特性(ギヤ軸継手と KTS カップリング)

図 6 は周波数 60Hz におけるギヤ軸継手および KTS カップリング(バネ定数：強)を装着したときのモータの起動特性を示す。本図において双方のモータ起動時の電流特性を考察すると、負荷側(従動側)のフライホイールの慣性が大きいため、定速時電流の約 7 倍の電流が起動時に発生し、加速時間に約 0.5 秒を要していることが分かる。緩衝性能試験機の回転部は図 1 に示すように振動系であるため、この間双方のモータは脈動的に電流を流しながらトルクを発生し、加速している。

以下にモータの加速トルクを考察する。当該回転部のモータ軸換算 GD²(フライホイール効果)は式 1 で求められる。

$$GD_m^2 = GD_1^2 + (n_2/n_1)^2 \times (GD_2^2 + GD_3^2 + GD_4^2) \dots [式 1]$$

以下の値を式 1 に代入してモータ軸換算 GD²を求める。

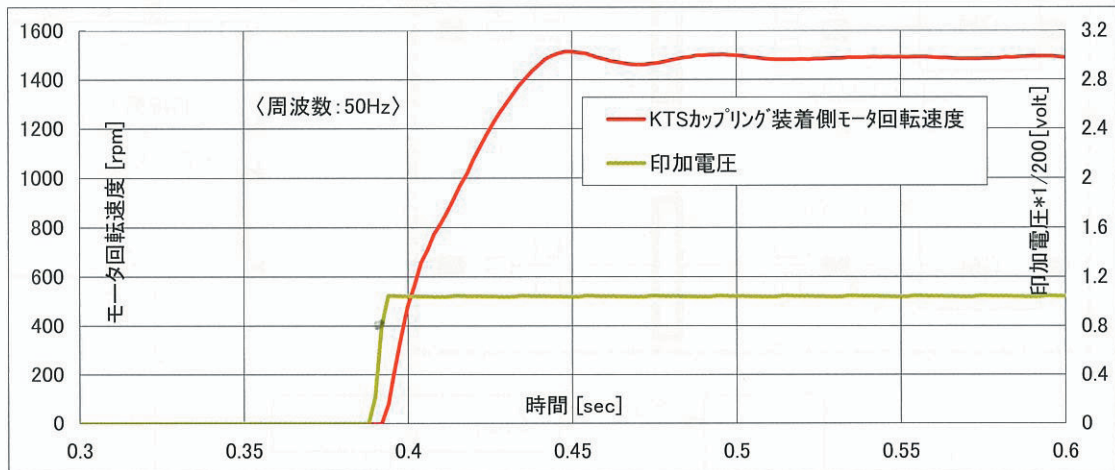


図 4 KTS カップリング装着側モータ起動特性 (M 単)

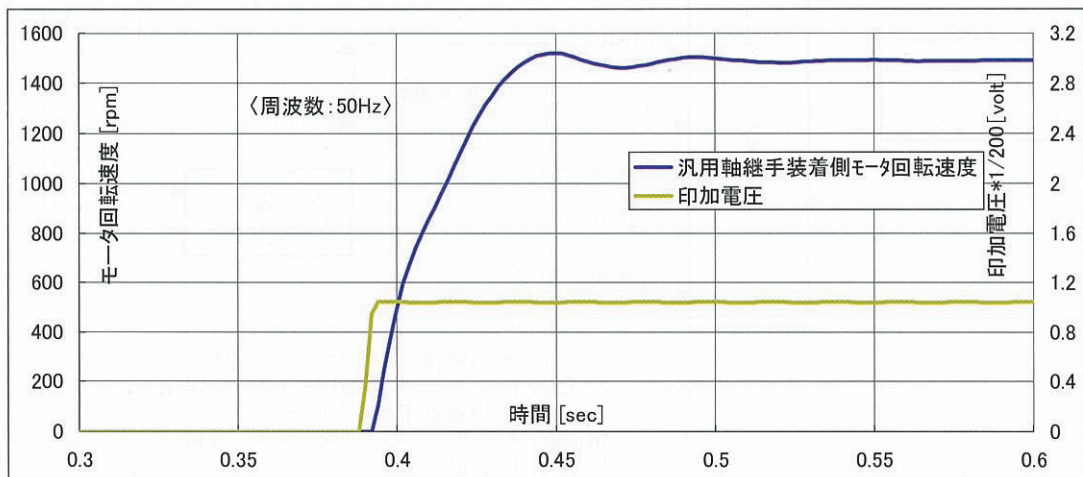


図 5 汎用軸継手装着側モータ起動特性 (M 単)

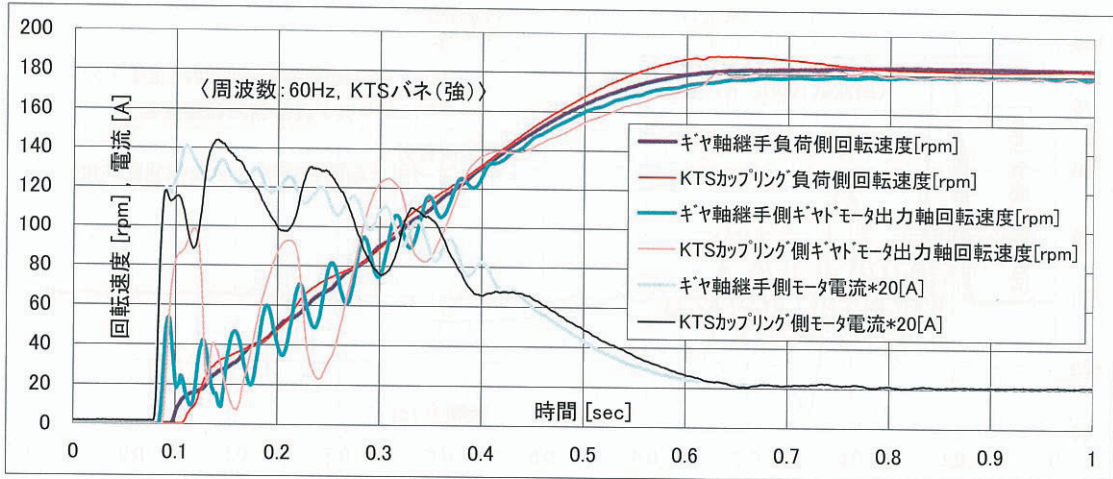


図6 ギヤ軸継手およびKTSカップリング装着側モータ負荷起動特性

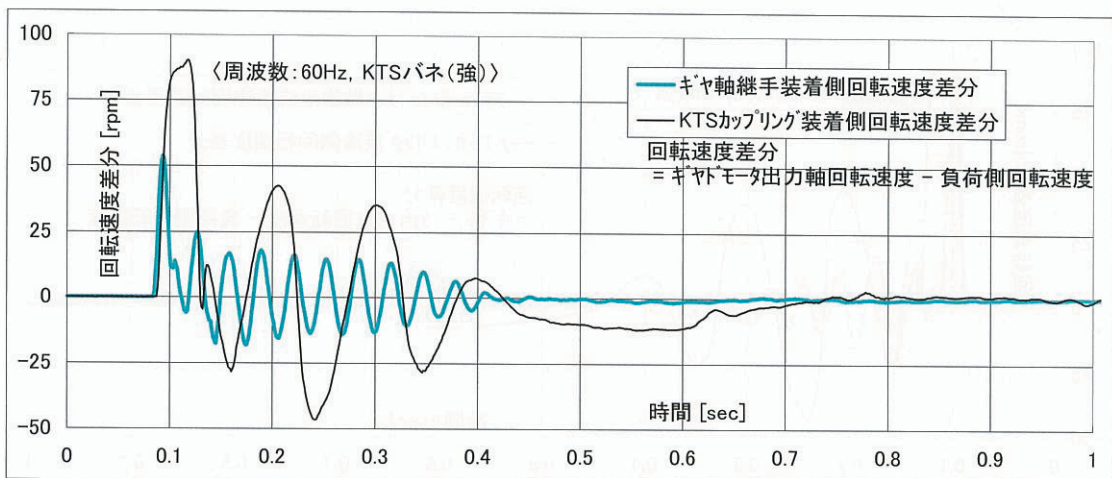


図7 ギヤ軸継手およびKTSカップリング装着側起動時回転速度差分

n_1 : モータ回転数=1,800 (rpm)

n_2 : ギヤドモータ出力軸回転数=180 (rpm)

GD_1^2 : ギヤドモータ $GD^2=0.0031$ (kgf・m²)

GD_2^2 : 回転軸 $GD^2=0.0031$ (kgf・m²)

GD_3^2 : KTS カップリング $GD^2=0.04$ (kgf・m²)

GD_4^2 : フライホイール $GD^2=3.57$ (kgf・m²)

ベローズ軸継手と PLG の GD^2 は微小ゆえ無視する。

$$GDm^2=0.0031+(180/1800)^2 \times (0.0031+0.04+3.57) \\ =0.0392 \text{ (kgf} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

加速に要するトルクは式2で求められる。

$$T_a=n_1 \cdot GDm^2/375t \dots \text{[式2]}$$

以下の値を式2に代入してモータの加速トルクを求める。

n_1 : モータ回転数=1,800 (rpm)

GDm^2 : 回転部のモータ軸換算 $GD^2=0.0392$ (kgf・m²)

t : 加速時間=0.5 (sec)

$$T_a=1,800 \times 0.0392/375 \times 0.5 \\ =0.376 \text{ (kgf} \cdot \text{m)} \\ =3.687 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

モータの定格トルク T_L は式3で求められる。

$$T_L=973.7P/n_1 \dots \text{[式3]}$$

以下の値を式3に代入してモータの定格トルク T_L を求める。

P : モータ容量=0.2 (kW)

$$T_L=973.7 \times 0.2/1,800$$

$$=0.108 \text{ (kgf} \cdot \text{m)}$$

$$=1.059 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$T_a/T_L=3.687/1.059$$

$$=3.48$$

以上の計算の結果、モータは加速時にその定格トルクの3.48倍のトルクを発生していることが分かる。

図7は周波数60Hzにおける双方のギヤドモータ出力軸回転速度と負荷側(従動側)回転速度の差分を示す。

ギヤ軸継手装着側は減衰までに約11回の振動数を、KTSカップリング装着側は約4回の振動数を示している。

振幅についてはKTSカップリング装着側が大きく、また減衰時間についても、KTSカップリング装着側が約0.3秒長い。振動数、振幅および減衰時間は、機械装置寿命に直結する繰返し疲労に係る重要な因子であり、前記の結果は、KTSカップリングの優れた緩衝性能を如実に示している。

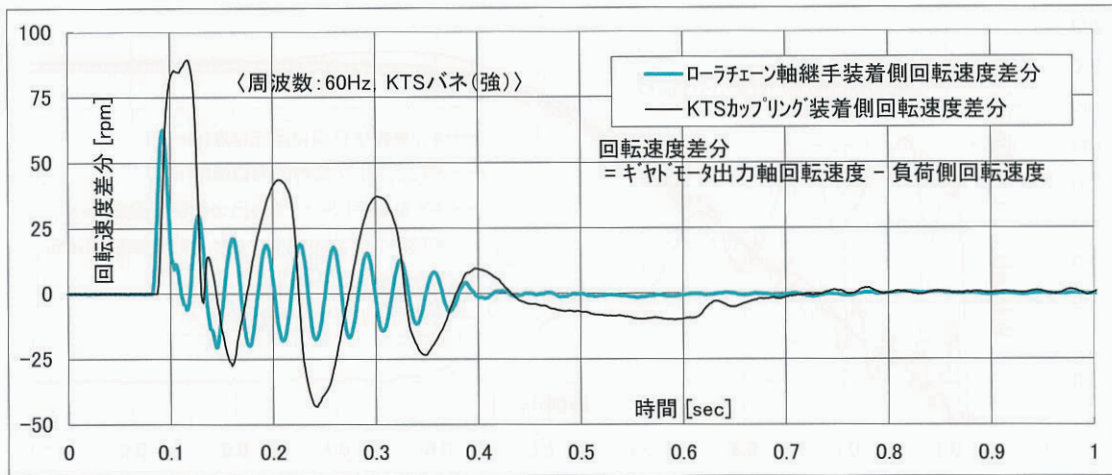


図8 ローラチェーン軸継手およびKTSカップリング装着側起動時回転速度差分

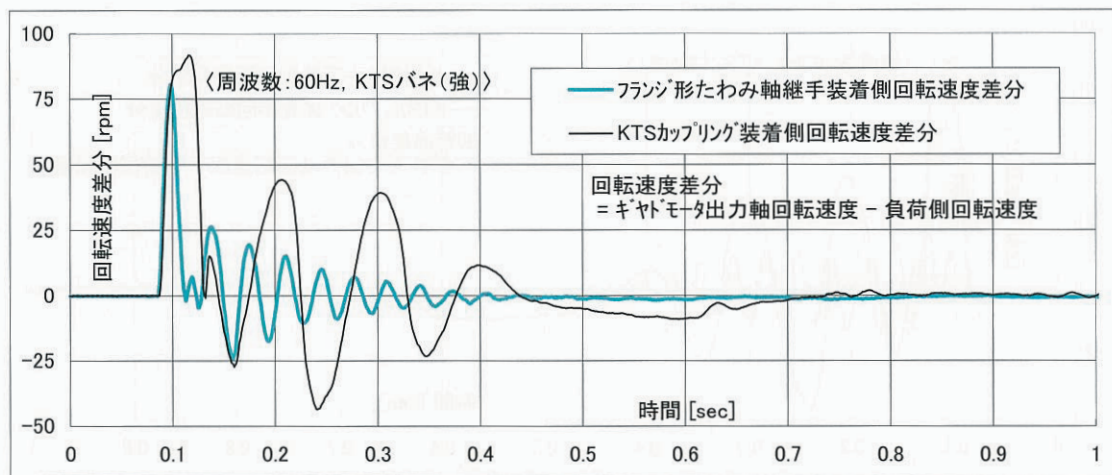


図9 フランジ形たわみ軸継手およびKTSカップリング装着側起動時回転速度差分

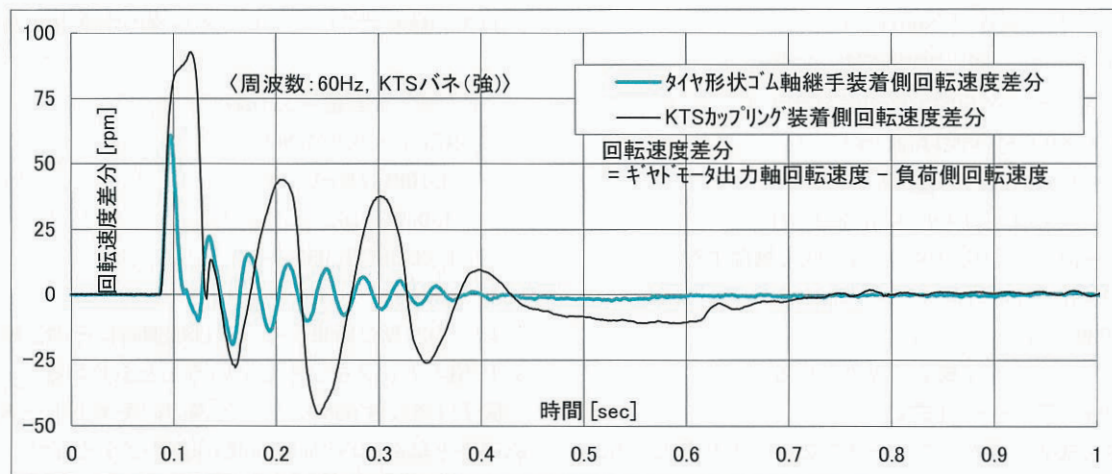


図10 タイヤ形状ゴム軸継手およびKTSカップリング装着側起動時回転速度差分

(3) その他の汎用軸継手の起動特性

図8、図9、図10は周波数60Hzにおけるローラチェーン軸継手、フランジ形たわみ軸継手、タイヤ形状ゴム軸継手とKTSカップリング(バネ定数:強)との起動時の回転速度差分の比較を示す。いずれの汎用軸継手もギヤ軸継手と類似した特性を示している。これらの結果から、KTSカップリン

グは他の汎用軸継手との比較においても、その緩衝性能の優秀性が証明されている。

(4) バネ定数の異なるKTSカップリング装着時の特性

図11は周波数50Hzにおけるバネ定数(弱)のKTSカップリング装着時のギヤドモータ出力軸回転速度と負荷側の回転速度差分を示す。図12は周波数50Hzにおけるバネ定数(強)

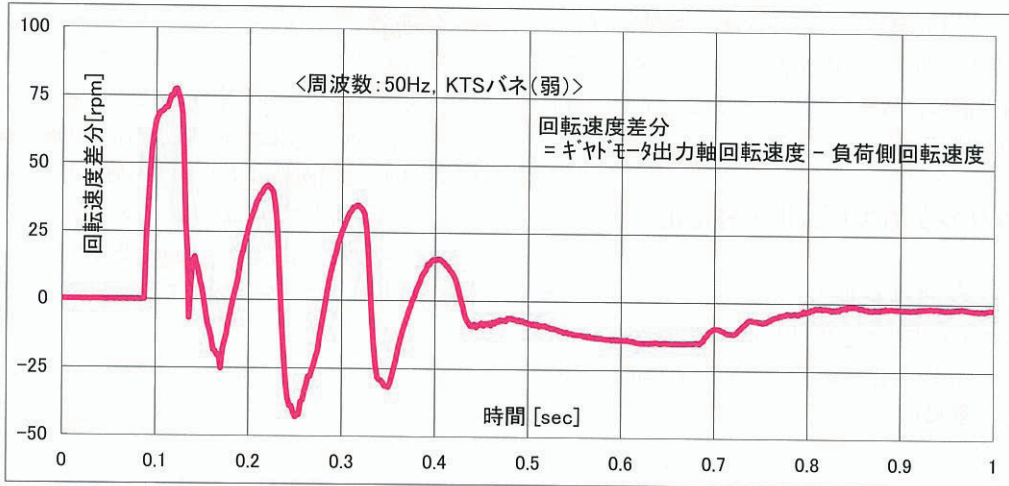


図 11 KTS カップリング(バネ定数：弱) 装着側起動時回転速度差分

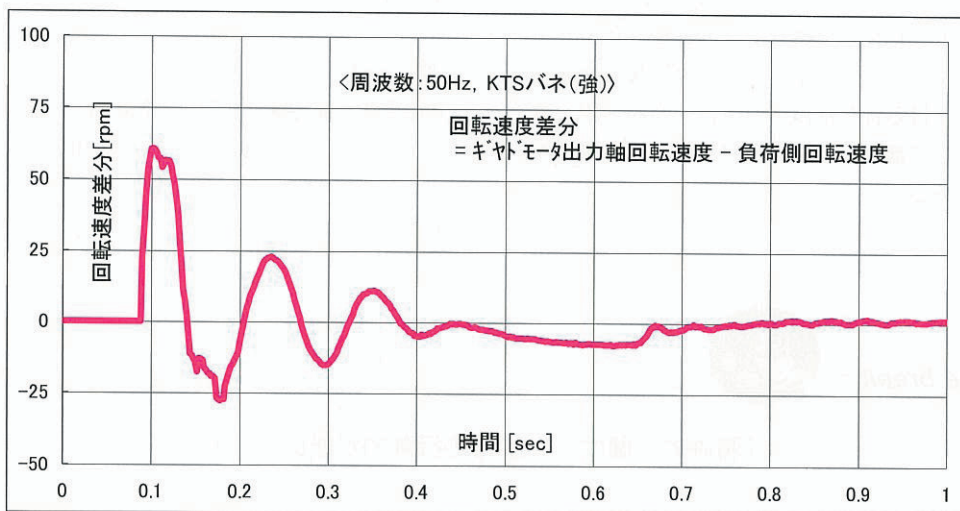


図 12 KTS カップリング(バネ定数：強) 装着側起動時回転速度差分

の KTS カップリング装着時の前記と同様な回転速度差分を示す。図 11 と図 12 を比較すると、モータ回転速度差分の振幅および減衰時間ともにバネ定数(弱)の KTS カップリング装着側が大きくなっている。

この結果、緩衝性能に関しては、バネ定数(弱)の KTS カップリング装着側が優れているといえる。しかしながら、振動数についてはバネ定数(強)の KTS カップリング装着側が少なく、トータルでの装置寿命はバネ定数の強弱では単純に判断できない。バネ定数は、KTS カップリングが組み込まれる機械装置の応答性や負荷変動等の使用条件で適宜決定されるべきものである。

4.5 評価

(1) 今回の測定試験により、モータの起動時における静止状態から最高回転速度にいたるまでの微小な挙動を定量的に解析することができた。

(2) この結果、KTS カップリングの緩衝性能が他の 4 種類の汎用軸継手に比べて優れていることを定量的に把握することができた。

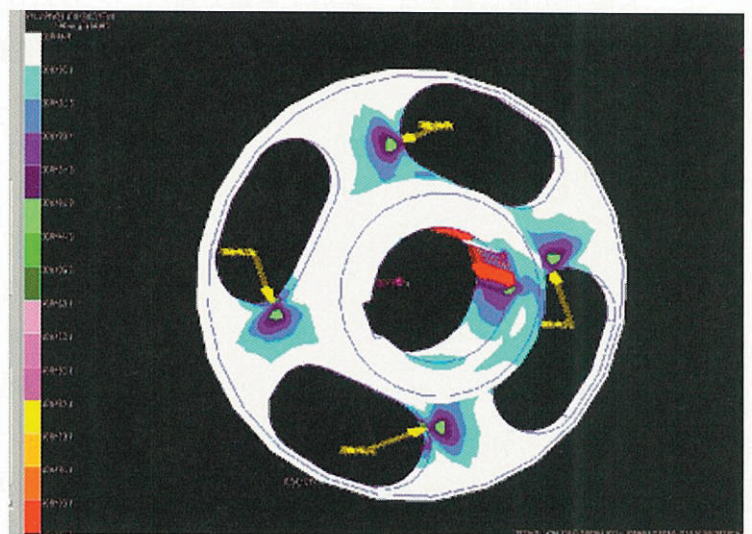


図 13 FEM 解析によるセンターフランジの応力分布

(3)KTS カップリングの特性は、静止状態から立上り時の急峻な回転速度変動に対する緩衝性能に如実に表れている。この優れた緩衝性能は、機械装置の疲れ限度向上(長寿命化)に繋がるものである。

5 KTS カップリングのスリム化・軽量化

KTS カップリングの応力解析は、従来手計算で行っていたが、最適設計による当該カップリングのスリム化・軽量化を図るため、今後はFEM(有限要素法)解析を本格的に導入する予定である。(図 13)

6 おわりに

今回の試験により、KTS カップリングの緩衝性能を定量的に把握することができ、KTS カップリングの優れた緩衝性能を再確認した。得られた数値データは、今後カタログ等の営業ツールとして活用し、KTS カップリングの拡販を図っていく所存である。

今回の試験場所の提供ならびに緩衝性能試験機の調整等には、(株)サンキュウリサーチアンドクリエイト西日本の協力と支援を得て、効率的な試験が実施できた。

また、今回の試験で使用した緩衝性能試験機は「2004 東京発明展」に緩衝軸継手として出展した。緩衝性能試験機による実証効果もあり、KTS カップリングは文部科学大臣奨励賞受賞の栄に浴した。今回の受賞を糧とし、今後ともお客様の多様なニーズに応えるべく研鑽を積みたい。

《特許 2971783 号, 3047347 号, 3047348 号取得済》

[キーワード]

可撓, 緩衝, 軸継手, カップリング, コイル, バネ, 駆動軸, 振動

〈問合せ先〉

君津支店 湘南機工事業所 津田 浩一

TEL 0466-87-3639 FAX 0466-6296-3928

Coffee break



「特許で一儲け・・・主婦の行動力が凄い・・・」

さあ、夕食を食べに行くぞと、勝どき駅のホームに立っている。地下鉄で乗り換えがあるので、どの辺から乗ったらいいかなあと、ふと柱に貼ってある地下鉄マップを見る。そうすると、六本木駅での乗り換えは、前の1号車が良いことがわかる。

いつもこの便利な表を見るたびに思う。これを普通の主婦が考えついて、特許として登録され、都内の地下鉄では、全てで採用されており、この人いくら儲けたのかなあと考えてしまう。ただ疑問に思うのが、主婦が簡単に特許を申請したとは思えなかった。

そこでインターネットで調べてみた。

夏の暑い日、子供をベビーカーに乗せて出かけていて、エスカレーターの手場所が前もってわかるものがあると便利と考えたのだ。そして、子供をおんぶしながら、週末は子供を夫に預け、東京の地下鉄のエレベーター等をすべて調べ上げたそうだ。

このアイデアを商品化したいと思い、約50社に売り込んだが、全て不採用だったそうだ。しかし、諦めず活動し、ついに営団地下鉄やタウン情報誌等が採用してくれたそうである。

現在では、10数人の社員を使い、年商約1億5千万円になっているそうである。

私は会社で特許を出したことがあるが、結局特許庁から拒絶された経験があり、難しいという印象があるが、この主婦のような熱意があれば報われることはあるのだなあと感心した。

さて、個人的にはおもしろいアイデアがあるのだが、それは・・・内緒にしないとねえ!!

(A. N)