

身の回りにある工業製品は、設置される環境や使用条件などで故障が発生しないように設計されており、安全性試験や寿命試験、環境試験などで信頼性の評価を行い、故障の解析を行ったのちに市場に出ます。環境試験のうち振動に関しては、設置する環境や使用条件のほか輸送段階でもダメージが発生することがあります。今回は振動試験を行う際の注意点等について説明します。

はじめに

振動試験を行う試験機には、「最大加振力(N)」「最大変位量(mm^{P-P})」「最大速度(m/s)」などの仕様が明記されています。今回はこの試験機の仕様から試験条件や試験の可否について説明します。

1 正弦波(サイン波)振動試験

サインカーブの単振動を試験体に加振する試験です。正弦波は加速度a(m/s²) 振幅D(mm^{P-P}) 周波数f(Hz)で次式により表すことができます。 $a=D/2 \times 10^{-3} \times (2\pi f)^2$

この式により各条件で装置の仕様と照らし合わせて、試験が可能か計算することができます。

【計算例】重量100kgの試験体(治具・加振部重量含む)を、全振幅10mm^{P-P}、周波数20Hzの条件で試験を行う場合
10mm^{P-P}<56mm^{P-P}(試験機仕様)、20Hz<2000Hz(試験機仕様)、そして式から加速度79m/s²が得られます。そこから力F(N)は重量m(kg)と加速度a(m/s²)からF=m×aで求められ、7900N<12800N(試験機仕様*)、また速度v(m/s)はv=D/2×10⁻³×2πfで表すことができ、0.6m/s<2.3m/s(試験機仕様)となり、今回の条件での試験は可能という判断になります。

正弦波振動試験は任意範囲の周波数を掃引(スイープ)して掃引試験で行うことも多くあります。加速度または振幅を一定とし、周波数を変化させていく方法です。低周波域では振幅を固定し、高周波域では加速度を一定にする方法もよく用いられます。低周波域で加速度を一定にすると振幅が大きくなり、試験機の仕様上、試験が行えないこともあります。

【計算例】加速度100m/s²で周波数5-100Hzの掃引試験を行う場合、5Hz時で全振幅202mm^{P-P}>56mm^{P-P}であるため、試験を行うことはできません。また全振幅10mm^{P-P}で周波数5-100Hzの掃引試験では100Hzで速度3.1m/s>2.3m/sであるため、やはり試験を行うことはできません。こういう場合は全振幅10mm^{P-P}(5-22.5Hz) 加速度100m/s²(22.5-100Hz)といった条件で試験を行います。(図1)

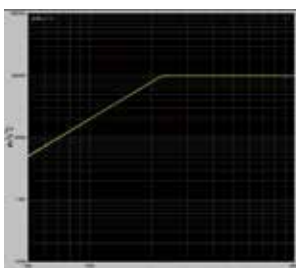


図1 正弦波振動周波数掃引試験

また掃引試験では試験体に加速度ピックアップを取り付けて共振周波数を測定し、その共振周波数で正弦波振動試験を行う耐久試験があります。共振周波数を探る際にもJIS等で掃引周波数の指定があります。

以上のように正弦波試験を行うにあたっては周波数、変位or

加速度を、さらに掃引を行う場合は掃引周波数及び掃引速度の条件を決める必要があります。

2 ランダム振動試験

複数の振動成分を同時に振動させる試験で、実際に使用される環境により近い試験となります。ランダムにおける条件はPSD(パワースペクトル密度)により定義されます。ただし一般的に実環境で実際に測定して導くことは困難なため、PSDパターンは使用される製品に適した規格を参照します。例えばJISZ0232(包装貨物)では、PSDパターンが図2のように定義されており、搬送距離により試験時間が規定されています。

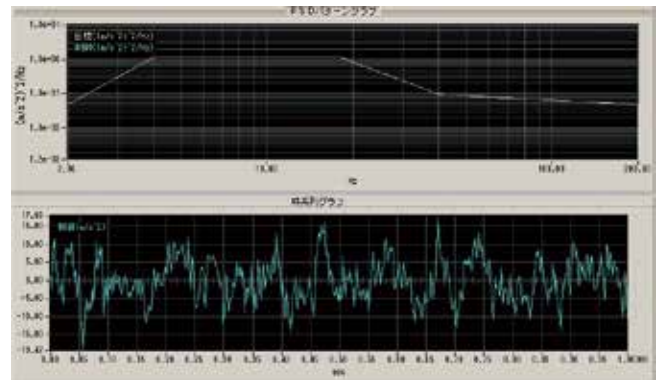


図2 上:PSDパターン(JISZ0232) 下:実際の加速度波形

3 衝撃試験

周期的な振動とは異なり、単発の加振力を試験体に与えます。衝撃試験の条件は、波形形状と加速度(m/s²)、作用時間(msec)となります。作用時間が長いと変位量(mm)が大きくなり、試験機の持つ最大変位量を超えてしまいます。また衝撃試験時の試験機加振力は32kN*が最大となります。

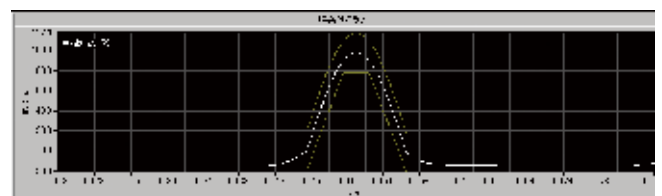


図3 衝撃波形(正弦半波)

おわりに

JIS規格等の条件をクリアしても実際の設置環境の方が厳しいときは不具合が発生することがあります。そういうときはこれまでの実績などをもとに独自の条件を設定し、社内技術基準を作成して取引先との合意の上で試験を行うことが重要です。
*加振力はコントロールの安定性の観点から最大加振力の80%程度としています。