

高速引張試験における振動ノイズ低減の重要性と工夫

矢野 文彬

ユーザーベネフィット

- ◆ 当社試験機/つかみ具は振動ノイズが発生しにくい構造になっており、精度良い測定が可能です。
- ◆ 新開発フィルタにより振動ノイズの除去が可能です。
- ◆ 最高20 m/sでの試験が可能であり、材料の力学特性の試験速度依存性の評価が可能です。

■はじめに

近年、輸送機分野では燃費向上のため機体の軽量化が大きなテーマであり、機体素材の力学的特性をより正確に把握することが求められています。輸送機は、衝突や落下による衝撃で動的な変形が生じる可能性が高く、従来の静的試験に加えて衝撃試験の要望も高まっています。材料の中でも、プラスチックを構成する高分子は粘性と弾性を合わせもつ粘弾性特性を示すため¹⁾、プラスチック等の樹脂の力学的特性は試験速度によって変化することが明らかになっています²⁾。

一方で、試験速度を高くすると、試験機に振動が発生し、試験力に振動ノイズが現れることが、衝撃試験における課題の一つとなっています。高速衝撃試験HITS-TXは振動ノイズが発生しにくい構造になっており、また新開発のフィルタ機能によりノイズの除去が可能です。本稿では、2種類の樹脂の高速引張試験を例に、振動ノイズ低減のための対策とHITS-TXにおける特徴をご紹介します。

■つかみ具の共振周波数の関係

高速引張試験機の力検出において重要なポイントは剛性が高く共振点が高いこと、応答速度が速いこと、応力波の反射を考慮していることなどがあげられます³⁾。衝撃試験においては試験片に衝撃的な力が加わることで、測定系に振動が発生しやすく、その慣性力が測定値に重畳します。

そのため、特につかみ具に試験片を取り付けた状態での共振点を高め、つかみ具を軽量化することが、振動ノイズに関わる重要な対策になります。

本稿では、重さの異なる2種類のつかみ具を利用した系の共振周波数を測定し、応力-変位線図を比較しました。表1に使用した試験装置を示します。共振周波数測定の様子を図1に示します。図1に示す打撃治具でつかみ具に衝撃負荷を与えたときのロードセルの出力をデータロガーに取り込み、フーリエ変換した結果を図2に示します。このピーク値がそれぞれの系の固有振動数に相当します。高速平板つかみ具（つかみ具①）は、従来の高速平板つかみ具（つかみ具②）の約1/5の重さであり、それぞれの固有振動数に違いがあることが明らかになりました。

表1 試験装置

高速衝撃試験機	: HITS-TX
ロードセル	: 10 kN
つかみ具	: 高速平板つかみ具（つかみ具①） 従来の高速平板つかみ具（つかみ具②）
共振周波数測定装置	: 打撃治具、データロガー

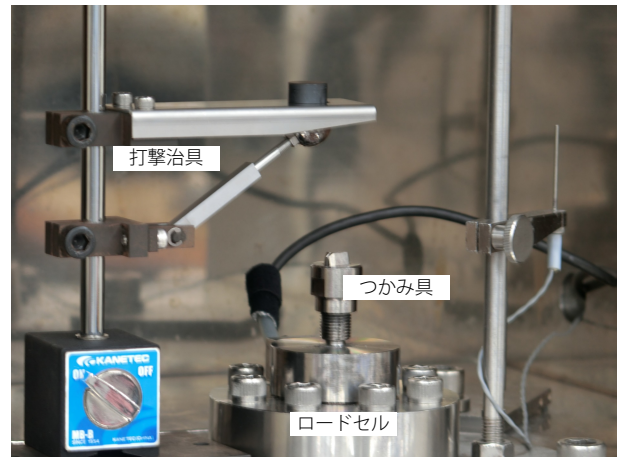


図1 共振周波数測定の様子

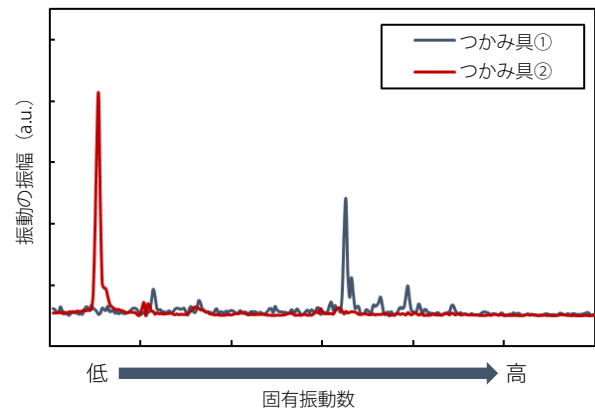


図2 固有振動数の測定結果

* 固有振動数の数値は伏せさせていただきます。

■ 高速引張試験結果

高速引張試験機HITS-TXを使用して、ポリプロピレンとアクリルの2種類の樹脂の高速引張試験を行いました。図3に試験の様子を示します。設定した試験速度は0.5、1、3 m/sの3条件になります。試験条件と試験片情報を表2に示します。

ポリプロピレンの応力-チャック変位線図を図4に示します。破断伸びに違いはあるものの、0.5 m/sの場合、両方のつかみ具での試験結果に大きな違いはなく同様の結果が得られました。1 m/sの場合、つかみ具②では多少試験力が振動していますが、両方のつかみ具に大きな差は現れませんでした。3 m/sの場合、つかみ具②を使用すると試験力は大きく振動しています。一方、つかみ具①では多少振動しているものの振幅や振動の周期はつかみ具②の結果より小さく、振動ノイズが材料特性を評価可能なレベルに収まっています。

アクリルの応力-チャック変位線図を図5に示します。アクリルの場合もPPと同様に0.5 m/sでは両方のつかみ具に差は現れませんが、速度を上げていくとつかみ具②の試験力の振動が徐々に大きくなり、3 m/sでは試験力の振動の振幅に大きな差が現れました。また、アクリルのように脆性的な材料は伸びが小さく、瞬時に破断します。そのため、振動の周期が大きいと材料本来の応力-変位線図と大きく異なる波形となり、正しい評価が困難になります。

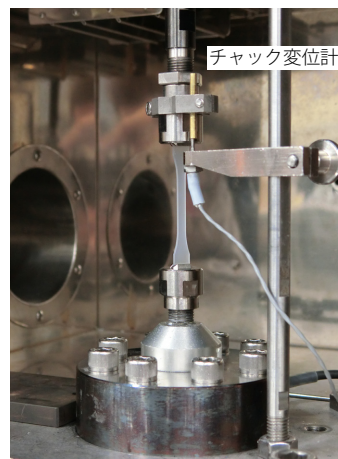


図3 試験の様子

表2 試験条件と試験片情報

試験速度	: 0.5、1、3 m/s
試験温度	: 室温
試験片材質	: ポリプロピレン、アクリル
試験片寸法	: ISO 527-2 1BAに準拠

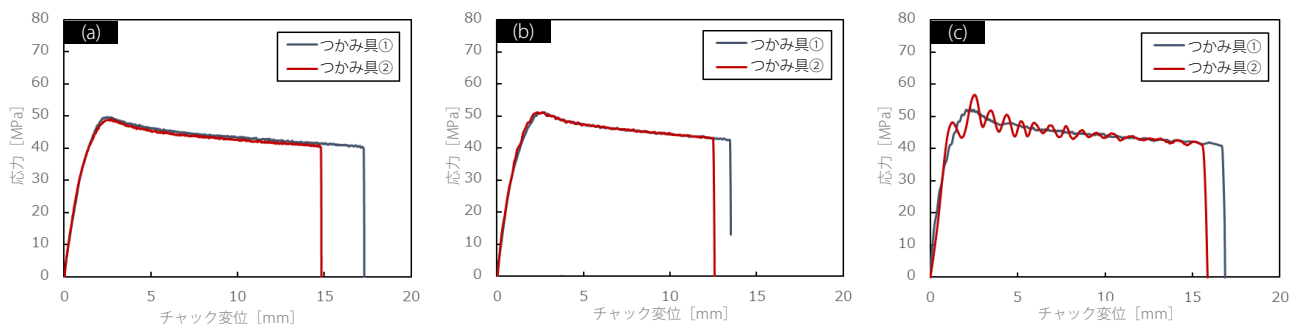


図4 ポリプロピレンの応力-チャック変位線図
(a) 0.5 m/s (b) 1 m/s (c) 3 m/s

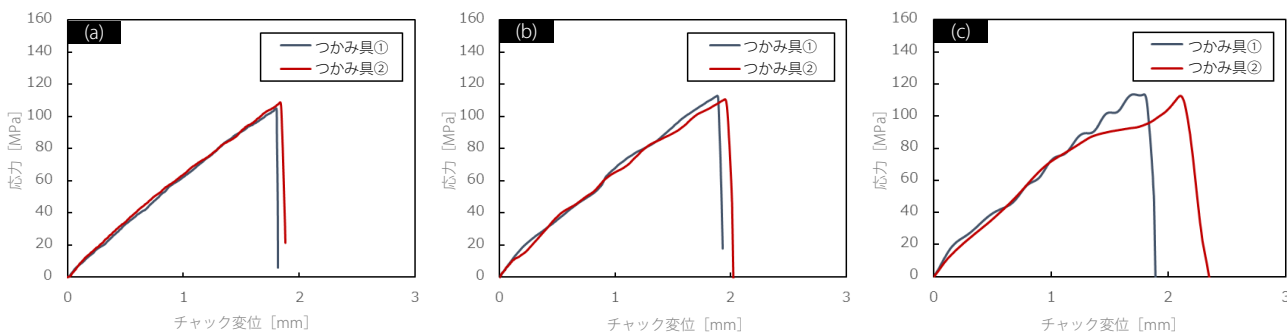


図5 アクリルの応力-チャック変位線図
(a) 0.5 m/s (b) 1 m/s (c) 3 m/s

■ HITSシリーズのフィルタ機能

前章でご紹介しましたように、衝撃試験時には試験力信号に振動ノイズが発生します。これを低減するため、試験データから試験機の固有振動数に対応したフィルタ処理を行うことで固有振動数に由来する振動を除去することができます。図6(a)に一般的な移動平均によるフィルタ処理の結果、図6(b)に新開発のHITSシリーズのフィルタ処理の結果を示します。新開発のフィルタでは、試験開始前直前、試験中、破断後のデータに区分けしてフィルタ処理を行うことにより、弾性領域や破断点での時間遅れがありません。図6(a)と(b)を比較しても、(b)ではオリジナル波形と一致しており、振動のみを除去できていることがわかります。

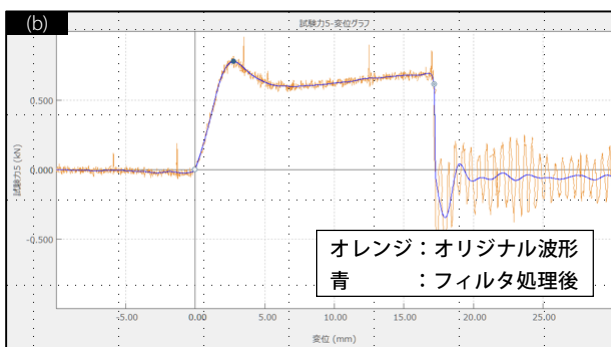
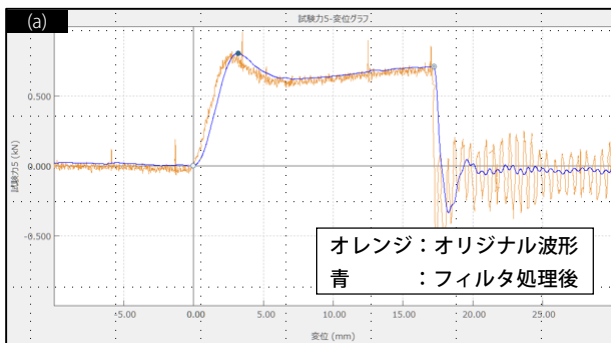


図6 フィルタ処理の違いによる試験力-変位線図
(a) 一般的な移動平均によるフィルタ
(b) 新開発のHITSシリーズのフィルタ

■ まとめ

本稿では、2種類の樹脂の高速引張試験を例に、高速引張試験における振動ノイズ対策の重要性をご紹介いたしました。当社のつかみ具は軽量化されており、振動ノイズが発生しにくい機構になっています。また、新開発のフィルタ機能により、従来よりも精度良くノイズを除去でき、オリジナル波形の形状を保っています。このように、HITS-TXでは樹脂の高速引張試験の評価に適した装置となっています。

<参考文献>

- 1) 國尾武、材料システム6 (1987)
- 2) アプリケーションニュース No. i275
- 3) 宮入裕夫、最新 材料の性能・評価技術・(株)産業技術サービスセンター (2014)

HPVおよびHITSは、株式会社 島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

01-00172-JP 初版発行：2021年6月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

改訂版は会員制サイト Solutions Navigator で閲覧できます。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>
閲覧には、会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録ください。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

© Shimadzu Corporation, 2021