

サンプリング速度による強度値への影響

金属材料や樹脂材料の多くは塑性変形を示しますが、ガラスやセラミックスは塑性変形をほとんど示さず、脆性的な破壊をします。脆性材料など高速度で短時間の測定にて材料強度を求める際、材料試験機のサンプリング速度によって強度値が変化したり、ばらつきが増加する場合があります。

今回、セラミック、樹脂の強度試験を行い、試験後にサンプリング速度を変更し、サンプリング速度による強度値の影響を確認しました。

Y. Kamei

■ 樹脂の引張試験

表1に樹脂の引張試験条件、表2に試験片情報、図1に試験の様子を示します。精密万能試験機 AGX™-10kNV の最高速度 3000 mm/min、サンプリング速度 10000 Hz にてアクリル樹脂の引張試験を行いました。試験後にデータを間引きし4種類のサンプリング速度(5000 Hz、1000 Hz、100 Hz、20 Hz)に相当するデータを加工して作成しました。

表1 試験条件

試験装置	: AGX-V
ロードセル	: 10 kN
試験治具	: 5 kN 空気式平面形つかみ具
つかみ歯	: 片やすり目歯
つかみ具間距離	: 115 mm
ソフトウェア	: TRAPEZIUM™ X-V シングル
試験速度	: 3000 mm/min
サンプリング速度 (Hz)	: 10000、5000、1000、100、20

表2 試験片情報

樹脂	: アクリル
ダンベル平行部寸法	: 幅 10 mm × 厚さ 4 mm (JIS K7161 1A 号ダンベル)



図1 試験の様子

図2(a)に10000 Hzで測定した結果を、図2(b)~(e)に間引き加工による各サンプリング速度の結果を示します。今回の試験は0.5秒程度の測定時間であったため、100 Hzと20 Hzではデータ間の間隔が大きく開き、ピーク点を捉えきれないことが分かります。表3に各サンプリング速度での引張強度と、10000 Hzを基準とした強度低下率を示します。100 Hzでは1%程度、20 Hzでは4%程度、10000 Hzの強度から低下しており、ピーク点をうまく捉えることができていません。以上の結果からアクリル樹脂の高速引張試験では1000 Hz以上のサンプリング速度が必要であることが分かります。

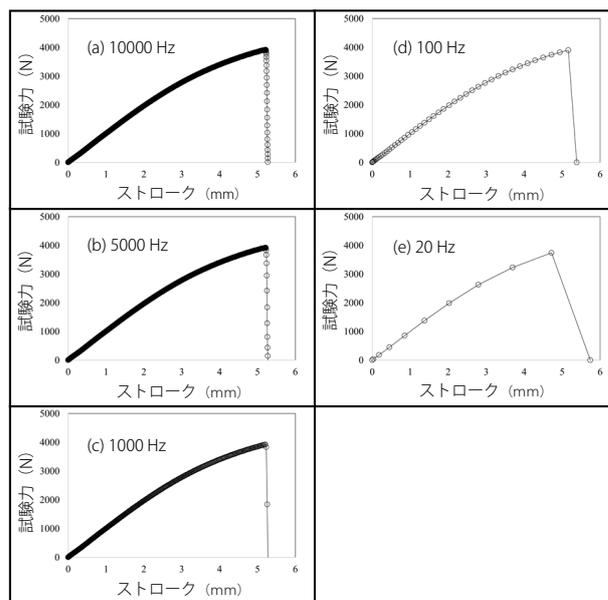


図2 試験結果

表3 サンプリング速度ごとの試験力のまとめ (n=5の平均値)

サンプリング速度 (Hz)	引張強度 (MPa)	強度低下率* (%)
10000	96.30	-
5000	96.30	0
1000	96.24	0.06
100	95.44	0.89
20	92.69	3.75

* 10000 Hz をの強度を基準とした強度低下の割合

■ セラミックの圧縮試験

表4にセラミックの圧縮試験条件、表5に試験片情報、図3に試験の様子を示します。圧盤保護のため、金属スペーサを使用し試験を行いました。精密万能試験機 AGX-100kNV の最高速度 1500 mm/min、サンプリング速度 10000 Hz にてアルミナの圧縮試験を行いました。試験後にデータを間引きし4種類のサンプリング速度 (5000 Hz、1000 Hz、100 Hz、20 Hz) に相当するデータを加工し作成しました。

表4 試験条件

試験装置	: AGX-V
ロードセル	: 100 kN
試験治具	: 固定式圧盤φ100 mm 金属スペーサ 長さ70 mm×幅65 mm×厚さ30 mm
ソフトウェア	: TRAPEZIUM™ X-V シングル
試験速度	: 1500 mm/min
サンプリング速度 (Hz)	: 10000、5000、1000、100、20

表5 試験片情報

セラミック	: アルミナ
寸法	: φ5 mmの球形

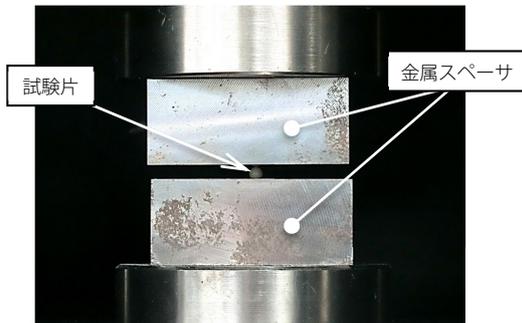


図3 試験の様子

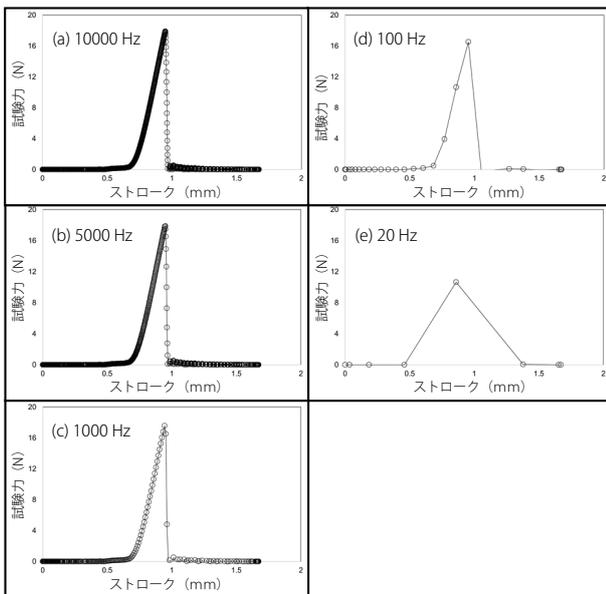


図4 試験結果

図4(a)に10000 Hzで測定した結果を、図4(b)~(e)に加工した各サンプリング速度の結果を示します。樹脂の試験と比較して、今回の試験は0.04秒程度の短い測定時間であったため、1000 Hz、100 Hz、20 Hzではデータ間の間隔が大きく開き、ピーク点を捉えきれないことが分かります。表6に各サンプリング速度での圧縮強度と標準偏差、10000 Hzを基準とした強度低下率を示します。サンプリング速度が低いほど標準偏差が大きくなり、ばらつきが大きくなる分かります。さらに1000 Hz、100 Hz、20 Hzでは10000 Hzの強度よりも1%以上低下しており、ピーク点をうまく捉えることができていません。アルミナのような脆性材料の試験を行うには5000 Hz以上のサンプリング速度が必要に分かります。

■ まとめ

今回、セラミック、樹脂の高速度での強度試験を行い、サンプリング速度と強度値の関係を確認しました。今回の結果からサンプリング速度が速い方がピーク点を正確に捉えることができることがわかりました。

高速度での試験や、脆性的に破壊する材料などの測定時間の短い試験において、正しく強度を評価するためにはサンプリング速度が重要となります。AGX-Vシリーズでは低速から高速までの幅広い速度域で試験が可能であり、かつ高速試験に必要なサンプリング速度も最大で10000 Hzまでの設定が可能となっており、ピーク点を逃すことのない試験が可能です。

表6 サンプリング速度ごとの試験力のまとめ (n=5の平均値)

サンプリング速度 (Hz)	圧縮強度 (kN)	標準偏差 (kN)	強度低下率* (%)
10000	18.87	0.86	-
5000	18.86	0.87	0.03
1000	18.60	0.91	1.40
100	15.32	3.15	18.8
20	10.79	3.70	42.8

* 10000 Hzをの強度を基準とした強度低下の割合

AGX および TRAPEZIUM は、株式会社 島津製作所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

初版発行：2020年6月

島津コールセンター ☎0120-131691
(075) 813-1691

※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。改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

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/>

会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。