

卓上型精密万能試験機の機能紹介と適用例

山本 康博 ^{*1}
Yamamoto Yasuhiro

1. はじめに

近年、各種工業製品の高機能化、軽量化が求められている。その要求に応えるため金属材に代わりガラス繊維強化プラスチック（GFRP）、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）、セラミックマトリックス複合材料（CMC）などの複合材料を適用する例が増えている。新しい複合材料の開発も盛んに行われており、素材の特性を評価する技術の重要性が増している。これらの素材についてはまず引張、圧縮、曲げ等の機械的性質の評価が必要となり、これらを実現する装置として万能試験機がよく用いられる。万能試験機といっても大きさの種類が幅広く、それぞれ使用目的や用いる治具が異なる。一般的には試験する素材の強度によって使い分けられ、金属材料や複合材料の強度試験など破壊荷重が大きくなりやすい試験では、100kN以上の容量の大きい装置が適している。一方、繊維の強度試験（例えば JIS R7606、JIS R7608）や生体材料の強度評価など低荷重で破壊する試験は容量の小さい装置が適している。低荷重で破壊する試験は素材そのものが小さいことや予期せぬ力が素材に加わることで材料本来の強度を計測できないことが多い。

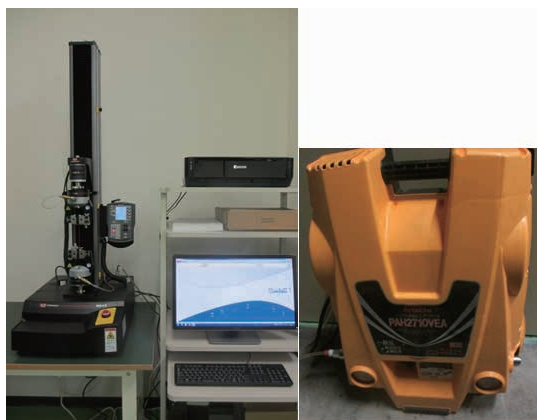
当社では、これらの低荷重で破壊する材料の評価を行うため、2015年度に万能試験機 INSTRON5943 ⁽¹⁾

（荷重容量 1kN）を導入した。本稿では従来の高荷重用装置と本装置の比較を行いながら、機能と適用例を紹介する。

2. 装置の紹介

2.1 万能試験機の基本的な構造

万能試験機では試験片を変形させたときに発生する力を連続的に読み取ることができる。INSTRON5943の外観を図1、万能試験機の基本的な構造を図2に示す。ボールネジにクロスヘッドが取り付けられ、サーボモータによってボールネジを回すことでクロスヘッドを上下させることができる。試験時は、試験片をクロスヘッドとテーブルの間に設置されたつかみ具で固定し、クロス



試験機本体

コンプレッサ

図1 INSTRON5943 試験機外観

*1：計測事業部 材料試験部 一般計量士 環境計量士（騒音・振動関係）

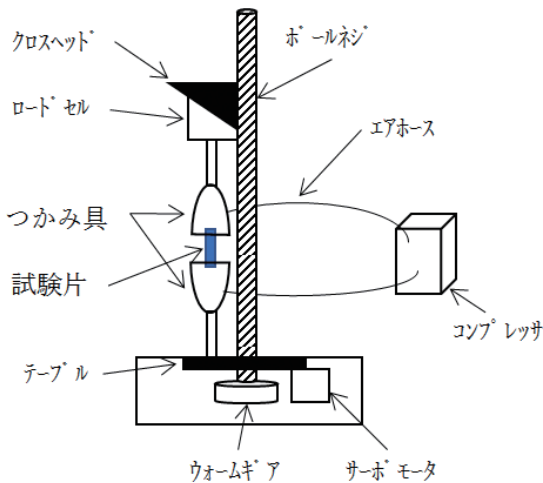


図2 万能試験機の基本的な構造⁽²⁾

ヘッドを上下させて所定の変形（引張り、圧縮、曲げ等）を与える。そのときの力をロードセルにより検出する。装置に変形が生じると計測に悪影響を与えるためボールネジやクロスヘッドは剛性が高いものが使用される。なお、本試験機は大容量で必要とされる程の剛性は不要のため、ボールネジは1本となっている。つかみ具は空気作動式グリップであり、コンプレッサを用いグリップを閉じて試料を固定する機構となっている。

2.2 電気機械式万能試験機の種類と性能

当社が所有している代表的な電気機械式万能試験機の種類と性能を表1に示す。100kN容量の試験機でもロードセルを取り換えることで低容量の試験を行うことができる。ただし、繊維状の試験片について強度を求める場合には空気作動式グリップを使用する必要があるため適用が難しい。

INSTRON5943よりも容量が小さい50Nのロードセルを用いた試験についてはIIC REVIEW 42号⁽³⁾にて記述しているためここでは割愛する。

2.3 空気作動式グリップの特徴

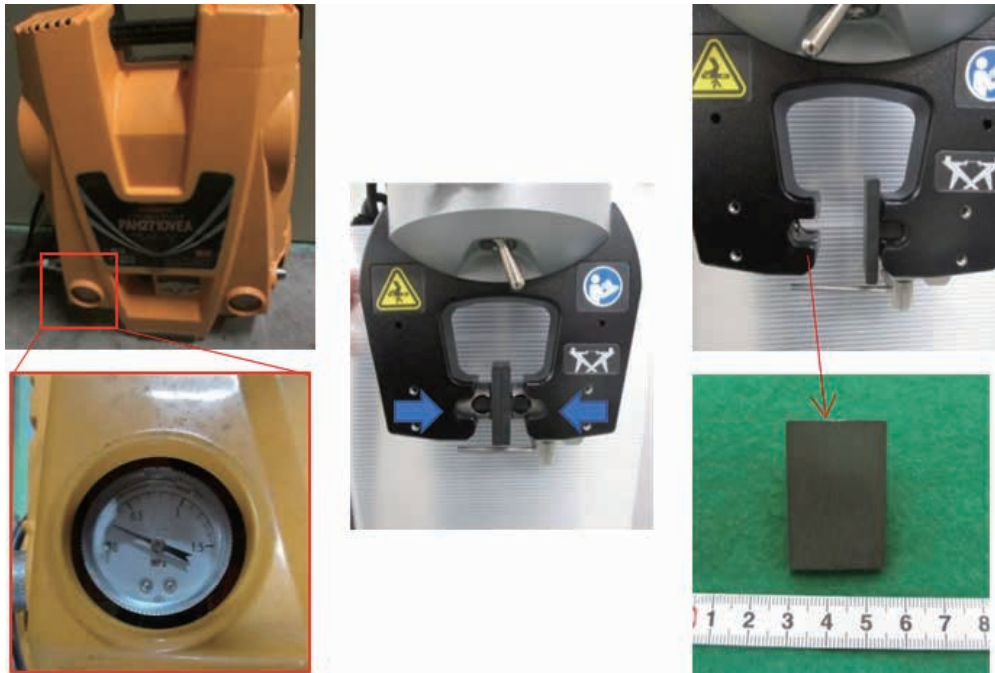
低荷重での試験は高荷重の場合と比べると、つかみ具で試験片が滑ったり、破断したりすることで材料本来の強度を評価ができない場合が多い。空気作動式グリップを用いる利点に以下の点が挙げられる。図3に空気作動式グリップの外観を示す。

(1) グリップ力を微調整できる（図3（a））

グリップ力は、コンプレッサの吐出圧を変えることで調整できる。グリップに圧力測定用フィルムを挟み0.2、0.4、0.6、0.8MPaと変化させたときのグリップの面圧状態を図4に示す。面圧の

表1 当社所有の代表的な電気機械式万能試験機の種類と性能

試験機	荷重容量 kN	载荷方向	最大速度 mm/min	クロスヘッド移動量 mm	コラム間距離 mm	当社所有のロードセル種類
INSTRON 5943	1	引張	2,500	885	100	500 N
INSTRON 5582	100	引張 圧縮	500	1,530	418	50 N 10 kN 100 kN
島津製作所 AG-IS	100	引張 圧縮	1,000	1,750	575	500 N 1 kN 5 kN 100 kN



(a) グリップ力を微調整できる (b) 試験片のつかみ具にねじりや曲げの力が加わることを防ぐ (c) グリップフェースを取り換えられる

図3 空気作動式グリップ

低圧用				
超低圧用				
吐出圧(MPa)	0.2	0.4	0.6	0.8

使用フィルム : 富士フィルム製圧力測定フィルム
 プレスケール (低圧用, 超低圧用)
 フィルムの種類 : ツーシートタイプ
 加圧保持時間 : 5s

図4 吐出圧の変化に伴うグリップの面圧状態の変化

変化を判別しやすいように圧力測定フィルムは低圧用、超低圧用の2種類を使用した。吐出圧が高くなるにつれてグリップ面圧が高くなることわかる。これにより試験片のつかみ具を補強するこ

とが難しい材料や繊維材料など、つかみ具で破断しやすい試験片に対してグリップ力を低くすることで材料本来の強度を計測できる。

(2) 試験片のつかみ具に不要な力が加わることを防ぐ (図3 (b))

空気作動式グリップは水平に開閉できる。そのため試験片を装置に取り付ける際つかみ具にねじりや曲げの力が加わりにくい。またグリップした瞬間に試験片へ圧縮ないし引張方向に力が加わらない。図4のグリップの面圧状態をみても、グリップ面に対して面圧が均一に生じていることがわかる。これにより、炭素繊維やセラミックなどでねじりや曲げの力が加わることで取り付け時に破断したり、破断荷重が小さく出たりすることを防ぐことができる。

(3) グリップフェースを取り換えられる (図3 (c))
 グリップフェースは取り外すことができる。滑

りやすい材料に対しては、研磨紙や溶射板を貼り付けて使用することで滑りを減らすことができ、つかみ具に力をあまり加えたくない場合は、ゴム板等を貼り付けることでつかみ具の負荷を抑えられる。またグリップの治具を新たに作り形状を変えることで平面以外の形状の試験片に対しても試験可能である。

2.4 適用例

ここでは JISR7606、JISR7608 のような規格試験片以外の適用例を紹介する。試験対象はひずみゲージリード線（平行ビニール線付）とした。試験状況を図 5 に示す。上側はゲージベース、下側は平行ビニール線をグリップすることでリード

線の引張強さを計測した。荷重－試験機変位線図を図 6 に示す。荷重は 13 N 付近で最大となり、一度 6.5N まで低下した後、少し間を置いてから 0N となっている。これはひずみゲージリード線が 2 本であり、1 本ずつ時間を置いて破断したためと考えられる。

このような低荷重で破断する試験片はグリップした瞬間に圧縮または引張方向に力が加わり、試験前に試験片を破断させてしまうことがよくあるが、本試験では問題なく引張試験を実施できている。また荷重－試験機変位線図は試験片が破断した部分以外で荷重の低下はみられず、引張試験中にグリップフェースで滑ることなく破断まで引張試験ができていることがわかる。

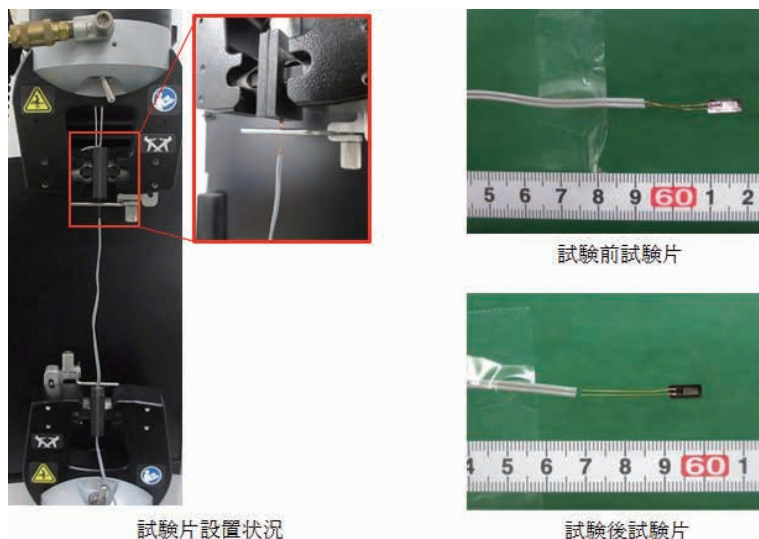


図 5 試験状況

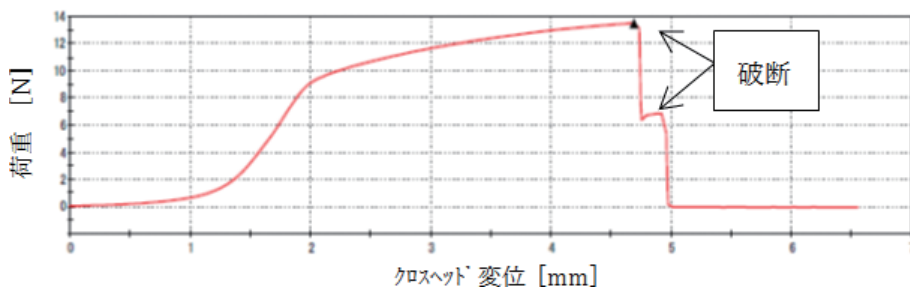


図 6 ひずみゲージリード線引張試験時の荷重－試験機変位線図

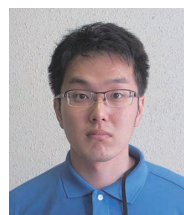
低荷重での試験は素材が小さいため、規格等で規定された試験片形状に加工することが困難な場合が多い。素材を加工することなく材料本来の強度を評価したい場合に本試験機は極めて有用である。

3. おわりに

低荷重での試験はつかみ具の問題などから、材料本来の強度を計測することが困難な場合が多々ある。当社では今後も複合材料に限らず、それ以外の素材についても機械的性質の評価を正確にできるように適用範囲の拡大を目指していく。

参考資料

- (1) インストロンジャパン社ホームページ：<http://www.instron.jp/ja-jp/products/testing-systems/universal-testing-systems/electromechanical/5900/5940-single-column>
- (2) 島津製作所：オートグラフ・試験機関連用語集、pp.8-11
- (3) 高久泰弘：微小サイズ、微小荷重試験における引張試験、IIC REVIEW、No.42、2009/10、pp.27-32



計測事業部 材料試験部
一般計量士
環境計量士（騒音・振動関係）
山本 康博
TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542