

## 1. はじめに

ビッカース硬さ試験機とは、材料の硬さを測定するもので、四角錐の圧子を試験片の表面に押しつけて圧痕をつくり、その圧痕の表面積と押しつけた荷重で計算した数値で硬さを表現するものである。しかし、この硬さ試験では、弾性応力等により再生してしまう材料の測定では再現性が明らかではなく、柔らかい材料でも強度評価が可能であるかの検討が必要である。また、柔らかい材料として安価な PET に着目した。PET は、再生利用のできる材料として扱われているが、再生利用のプロセスの違いによっても特性が変わることが懸念される。

本研究ではビッカース硬さ試験機での再現性を実験により明らかにし、PET を熔融した後、徐冷及び急冷を行い、熔融前データと比較しながらどちらのほうが再生利用に適するかを検討した。また、SEM と X 線回折装置を用いた評価を行った。

## 2. 実験方法

ビッカース硬さ試験の測定結果は、HV(ビッカース硬度)で表現され、次式<sup>[1]</sup>で求められる。HV は、対面角 136°の正四角錐の圧子に荷重 F kgf を加え一定時間置き、出来た窪みの表面積 S  $\mu\text{m}^2$  で F を割った値で求める。つまり、窪みの対角線の長さの平均 d  $\mu\text{m}$  を測定した。

$$HV = F/S = F/(d^2/2\sin 68^\circ) = (1.854 \times F)/d^2$$

### 2. 1. PET 熔融前後の硬さ測定

試験材料を PET ボトルから切り取り、平らな部分を試験片とした。力を加える時間は 10~60s の 10s 間隔とし、荷重は 100~500gf の 100gf 間隔としてそれぞれ 20 点ずつ測定した。これにより最適な時間、荷重値を見いだした。

粉末状にした PET を熔融し、冷却法を徐冷と急冷の 2 つに分け、それぞれ 5 つずつ試料を作り、最適な時間、荷重値を用いて測定し、熔融前のデータとの比較を行った。

### 2. 2. X 線回折による評価

各試験片を X 線回折装置にセットして測定し、測定結果をグラフ化、比較した。

## 3. 実験結果

図 1 に PET 熔融前の測定結果を示す。図 1 より、荷重が 300gf、荷重をかける時間 60s が最適な測定時間、荷重であると考えた。

図 2 に PET 熔融前と熔融後を比較したデータを示す。図 2 より、徐冷のデータはばらつき範囲が大きく、測定する場所によって硬さが大きく異なるが、急冷のデータはばらつき範囲が小さく、熔融前よりも柔らかいが、徐冷試料よりも熔融前データに近いことが分かった。

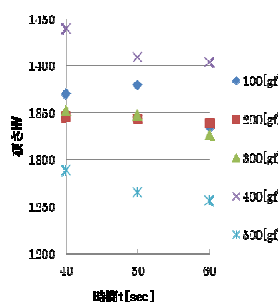


図 1 PET 熔融前

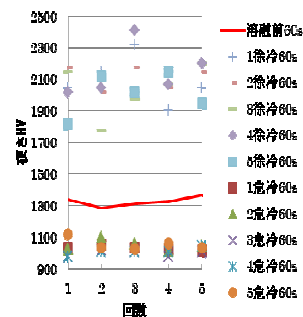


図 2 PET 試料比較

X 線回折による評価では、徐冷試料に対して 5 つのピークが出ている。PET の結晶構造と整合しており、結晶化されていることが分かった。熔融前試料と急冷試料はピークが出ていないため、結晶化されていないことが分かった。しかし、急冷試料は熔融前試料と異なり、結晶構造のピークの影響が現れ、小さい結晶ができてしまったことが分かった。

## 4. まとめ

PET の硬さ測定において、最適な条件下では再現性があることが確認でき、熔融前と熔融後の再生利用に対する検討を行なった。ビッカース硬さ試験による PET の測定では荷重 300gf 荷重時間 60s が最適であると考えた。また、熔融後の PET の各測定により、徐冷法は、完全に結晶化され熔融前よりも硬い材料となり、硬さも測定する場所によって大きく異なるため PET ボトルとしての再生利用では不適切であると考えられる。急冷法は、結晶化せず半透明な材料ができるが、小さい結晶ができてしまうため、熔融前に比べて割れやすく、もろい材料となってしまうことが分かった。

今後は PET よりも柔らかい材料でどこまで再現性が得られるかさらなる研究が必要となる。また、急冷の方法を工夫することにより、簡単に再生利用できる方法を確立できれば良いと考えている。

## 文献

[1] 入野野修: “材料の科学と工学 [2]金属材料の力学的性質”, 培風館,p.27, Sept. 2005.