220 軟質ポリウレタンフォームの圧縮特性

The compression characteristic of flexible polyurethane foam

○学 徳平 初月 (東洋大・院) 正 小林 康男 (東洋大・工)

正 石川 圭介 (東洋大・工)

Hatsuki TOKUHIRA, Yasuo KOBAYASHI, Keisuke ISHIKAWA

Touyou University, Department of Mechanical Engineering,

2100, Kujirai, Kawagoe, Saitama, Japan 350-8585

We conducted the compression tests on the flexible polyurethane foam and flexible foam, to understand the compression characteristics. The cell structures were also observed with the scanning electron microscope (SEM). We found the difference in the compression behavior for the repetitive foams. The maximum stress was proportional to the compression rate. The harder foam had the smaller cell.

Key Words: Flexible polyurethane foam, Flexible foam, Stress-strain curve

1. 緒言

連続気泡体である軟質ポリウレタンフォームは、クッション材や吸音材などとして用いられている。この軟質ポリウレタンフォームの一種として、「弾性」を抑え「粘性」を上げた低反発フォームと呼ばれる物がある。両者ともにクッション性、衝撃吸収性に優れ、椅子やベッド等のクッション材として使用されている。しかし、低反発フォームには、ゆっくりとした復元性や体圧分散性等、通常のフォームとは異なる特性がある。

通常のフォームと低反発フォームを用いて圧縮・除荷実験を行い、各フォームの圧縮特性を調べ、各実験結果の比較・検討を行うことで、フォームの特性はどのような構造や物性と関係しているか検討を行った。

2. 試験片及び実験方法

2.1 試験片

実験の試験片としては、一般的に市販されている軟質ポリウレタンフォームと硬さの異なる2種類の低反発フォームを用いた。試験片は断面積の形状が一辺約100mmの正方形で厚さ約50mmの直方体とした。

2.2 実験方法

2.2.1 圧縮・除荷実験

圧縮・除荷実験には万能材料試験機(INSTRON5566)を用いた。始めに、試験片に加圧板(直径50mmの円形)を一定の速度で、試験片の初めの厚さの75%まで押し込み、その後、直ちに同じ速度で荷重を除荷した。

次に、加圧板に一辺が100mmの正方形の板を固定して、加圧板の面積と試験片の断面積が等しい状態で圧縮・除荷実験を行った。

圧縮・除荷実験の圧縮速度は1mm/min, 10mm/min, 50mm/min, 100mm/minと4段階に変化させた。

2.2.2 セル構造の観察

軟質ポリウレタンフォームと低反発フォームのセル構造を比較するため、フォームのセル構造の観察を行った。試験片は一辺が約10mmの直方体とし、表面に金蒸着を行った。その後、走査電子顕微鏡(SEM)により、フォームのセル構造の観察を行い、比較した。

3. 実験結果及び考察

3.1 圧縮・除荷実験

Fig.1に試験片を部分的に押し込んだ、圧縮・除荷実験の応力-ひずみ曲線を示す。また、Fig.2に試験片の全体を圧縮した、圧縮・除荷実験の応力-ひずみ曲線を示す。ここでは、圧縮速度が100mm/minの結果のみを示した。

Fig.1 Stress-strain curve.
Compression rate 100mm/min.

Fig.2 Stress-strain curve.
Compression rate 100mm/min.

Fig.1とFig.2を比較すると、加圧板の面積の違いにより応力-ひずみ曲線の形状に違いが現れた。フォーム全体を圧縮するFig.2では、応力が一定の値まひずみの値のみが増加するプラトー段階が現れている。しかし、フォームを部分的に押し込むFig.1では、プラトー段階は現れず、ひずみの増加と共に応力も増加している。

全ての圧縮速度の応力-ひずみ曲線の比較を行った。軟質ポリウレタンフォームの場合は、圧縮速度による応力-ひずみ曲線への影響は少ない。低反発フォームの場合は、圧縮速度により応力-ひずみ曲線の形状は変化する。また、低反発フォームから荷重を完全に取り除いたときに残るひずみは、圧縮速度と共に増加する。

3.2 セル構造の観察

Fig.3に走査電子顕微鏡 (SEM) により観察したフォームのセル構造の写真を示す。低反発フォームのセル構造を比較すると、硬いフォームの方がセルが小さい。また、セルのサイズに比べて、セル壁は大して変わらない。このことから、フォームの硬さがセル径に依存するように、低反発フォームの圧縮応力もセル構造と関係があると考えられる。

軟質ポリウレタンフォームのセルのサイズは軟らかい低反発フォームと同じ位である。しかし、圧縮応力は軟らかい低反発フォームに比べて大きい。これは、フォームの原料が異なるためである。この実験ではセル構造のみで比較することはできない。

3.3 圧縮速度と最大応力

Fig.4に圧縮速度と最大応力の関係を示す。ここで、Fig.4(a)は試験片を部分的に押し込んだ場合を、Fig.4(b)は試験片全体を圧縮した場合を示している。圧縮速度と最大応力の関係は、どれも直線的な関係にある。その中でも、硬い低反発フォームは最大応力の増加が大きく、圧縮速度と最大応力は比例している。他の2種類のフォームは、硬い低反発フォー

Fig.3 The scanning electron microscope (SEM) photograph of cell structure. ($\times 50$)

Fig.4 Relation between the maximum stress and the compression rate.

ムに比べて最大応力の増加が小さい。このことから、硬い低反発フォームは最大応力に圧縮速度の影響が最も現れ易い。

圧縮速度と最大応力の関係とセル構造を比較すると、軟質ポリウレタンフォームと軟らかい低反発フォームは同様に変化が小さいことから、原料の違いやセル壁等による影響は少ない。また、同じ低反発フォームでもセルが小さいフォームの変化が大きい。圧縮速度による影響はセルの大きさと関係がある。

4. 結言

- ・ フォームは全体を圧縮する場合と部分的に圧縮する場合では応力-ひずみ曲線の形状が異なる。
- ・ 低反発フォームの応力-ひずみ曲線は圧縮速度により影響を受ける。
- ・ フォームの最大応力と圧縮速度は比例することが分かった。また、この比例関係は硬い低反発フォームで最も大きく現れる。
- ・ フォームの圧縮特性はセルの大きさ等のセル構造と関係がある。
- ・ フォームの感触の違いは、セル構造に由来する圧縮特性と関係があり、特定の感触を持ったフォームの設計が可能である。

参考文献

- 1) 足立廣正, 長谷川照夫: 高分子論文集, 53 (1996), 548