



Title	高分子発泡材料の圧縮特性に及ぼすひずみ速度と温度の影響
Author(s)	吉本, 明史
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/59629
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 吉 本 明 史 ）	
論文題名	高分子発泡材料の圧縮特性に及ぼすひずみ速度と温度の影響
論文内容の要旨 高分子発泡材料は、その特性ゆえに衝撃緩衝材、断熱材などに広く利用され、その機械的特性に着目した多くの研究がなされている。しかし、多くの高分子材料に共通する弱点として、熱に弱い、廃棄のときに環境に与える負荷が大きいといったことがある。これらの課題に対し、熱に強いポリイミドの発泡体、低環境負荷材料であるポリ乳酸の発泡体が開発され、航空宇宙分野において、あるいは既存の高分子発泡材料の代替材料として利用が検討されている。しかし、これらの材料は開発されて日が浅く、その機械的特性に関する知見は必ずしも十分でない。そこで本研究では、幅広いひずみ速度域、温度域におけるポリイミド発泡体、ポリ乳酸発泡体の圧縮特性を明らかにすることを目的とした。そのために、これらの材料に対し、幅広いひずみ速度、温度での圧縮試験を行い、その圧縮特性の解明に向けた実験的検討を行った。ひずみ速度を変化させた圧縮試験結果から、ポリイミド発泡体は衝撃速度域で顕著なひずみ速度依存性を示し、ポリ乳酸発泡体は幅広いひずみ速度域で一定のひずみ速度依存性を示すことが分かった。また、ポリイミド発泡体、ポリ乳酸発泡体どちらも極低温～高温にかけて顕著な温度依存性を示し、極低温では脆性的な変形挙動を示すことが分かった。これらの結果を踏まえ、高分子発泡材料の変形について、熱活性化過程論を用いた考察を行った。その結果、高分子発泡材料の圧縮時の応力は、構成材料に由来する熱的応力成分、非熱的応力成分、そして発泡構造由来の応力成分の和で表されると考えられる。また、指数関数を用いた構成方程式を提案することで、ポリイミド発泡体の真応力－真ひずみ関係の定式化を行った。その結果、試験結果とのフィッティングにより、真ひずみ$\epsilon_t < 0.6$の範囲において、ポリイミド発泡体の圧縮時の真応力－真ひずみ関係を誤差$\pm 15\%$以内で表すことができた。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (吉 本 明 史)			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主 査	教 授	小林 秀敏
	副 査	教 授	尾方 成信
	副 査	教 授	平尾 雅彦
	副 査	准教授	堀川 敬太郎

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年開発され機械的性質に関するデータが乏しい2つの新しい高分子発泡体を研究対象としている。その一つは、ガラス転位温度が300℃程度と、高分子材料としては比較的熱に強いポリイミドの発泡体、もう一つは、植物由来で生分解性があるポリ乳酸の発泡体であり、高分子発泡体の高温環境での利用や、低環境負荷で自然に優しいライフスタイルでの利用が期待されている。本論文では、これらの発泡体の機械的特性に関する知見を得るために、幅広いひずみ速度域や温度域での圧縮試験を実施ししている。そのために、通常の万能材料試験機に加えて、落錘式動的圧縮試験装置や圧縮空気を用いた衝撃圧縮試験装置を、特殊な冷媒槽などを試作し、実験に供している。得られた主な研究成果は、ポリイミド発泡体は衝撃速度域で顕著なひずみ速度依存性を示すが、ポリ乳酸発泡体は幅広いひずみ速度域で一定のひずみ速度依存性を示し、発泡体の種類により速度依存性の現れ方が異なること、ポリイミド発泡体、ポリ乳酸発泡体どちらも極低温から300℃程度の温度範囲では顕著な温度依存性を示し、極低温では脆性的な変形挙動を示し、高ひずみ速度ほど顕著であることを明らかにしたことである。さらに、本論文では、これらの実験結果を踏まえて、高分子発泡材料の変形について、熱活性化過程論を用いた考察し、高分子発泡材料の圧縮時の流動応力は、構成材料に由来する熱的応力成分、非熱的応力成分、そして発泡構造由来の応力成分の和で表現できることを明らかにし、指数関数を用いた構成方程式を提案し、試験結果とのフィッティングにより、真ひずみ $\epsilon_t < 0.8$ の範囲において誤差± 15 % 以内の精度で表現できる具体的な数式表現を得ており、これらの発泡体の工学的・工業的利用の拡大に大いに寄与できると考えられる。以上のことから、本論文を、本学の博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。