

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目： 基盤研究（C）
 研究期間： 2007～2008
 課題番号： 19560101
 研究課題名（和文） 発泡プラスチックの強度向上を増進する諸因子に関する研究
 研究課題名（英文） On factors improved strength of foamed plastics
 研究代表者
 新保 實（SHIMBO MINORU）
 金沢工業大学・工学部・教授
 研究者番号： 70142552

研究成果の概要：本研究では、発泡プラスチックの強度を促進する因子として、気泡壁の分子配向、微小繊維、スキン層並びに気泡の微細化を取り上げ、これらの因子が強度向上に及ぼす効果を検討した。その結果、気泡壁の分子配向、微小繊維の混入、さらにスキン層の導入によって、未発泡体の強度の 60%～90%程度を保持可能であることが分かった。また、シリコンゴムの発泡体は微細気泡を導入することで、人肌のような触感を表す硬度を有することが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：

科研費の分科・細目：機械材料，材料力学

キーワード：発泡プラスチック，気泡径，分子配向，微小繊維，スキン層，強度特性

1. 研究開始当初の背景

プラスチックの中に空気を入れたいわゆる発泡プラスチックは、空気を導入することにより材料低減が図れ資源節約や軽量化に寄与するが、内部に有する空隙により、それが内部欠陥となり、強度の低下を免れないといった欠点を有している。発泡体でありながら、強度保持が可能な素材が開発できた場合には、環境負荷低減素材としての利用範囲が格段広がることになる。

2. 研究の目的

発泡体の強度特性の向上として、①気泡の直径を材

料内部に潜在的に存在する欠陥サイズ（10 μ m）以下にすること、②急激な熱力学的不安定性による気泡成長に伴う気泡壁の分子配向を引き起こすこと、③各種強化繊維を混入し複合化すること、④表面に未発泡のスキン層を形成しサンドイッチ構造体にする事等が考えられる。本研究では、発泡体の強度特性の向上因子として、上述の②、③、④に注目し、発泡時の気泡壁の分子配向、各種微小繊維そしてスキン層の強度向上への効果を定量的に解明すること、さらに発泡が困難であるシリコンゴムに微細気泡を導入した場合の弾性特性を

解明することを目的とした

3. 研究の方法

(1) 分子配向の起こりやすい PET 樹脂を対象に、2倍発泡で気泡径を種々に変えた発泡体を物理的発泡法の減圧法で成形した。

(2) 強化繊維としてチタン系の各種微小繊維の含有量を種々変えた発泡体を物理的発泡法の減圧法で成形した。

(3) 発泡体の両表面に未発泡部のスキン層を有するスキン層付き発泡体を物理的発泡の減圧法で成形した。

(4) シリコーゴムの可塑性を基準とした成形プロセスを考案し、このプロセスを用いて、微細な気泡径を有する発泡体を物理的発泡の減圧法で成形した。

得られた発泡体の引張や弾性特性を測定し、上述の因子が寄与する効果を調査した。

4. 研究成果

図1に発泡倍率が2倍で気泡径を種々に変えた発泡体の引張強度を未発泡体の強度を基準として示す。図中の縦軸の0.5は、2倍発泡体の断面積から推定される強度比であり、これを超えると発泡によって強度向上がなされていることを示す。この図に示すように、気泡径が微細になるに従って、強度も上昇することが分かる。これは、同じ発泡倍率で気泡径を微細にすることで、気泡壁の面積が増え、発泡時の分子配向が多くなったことによると考えられる。

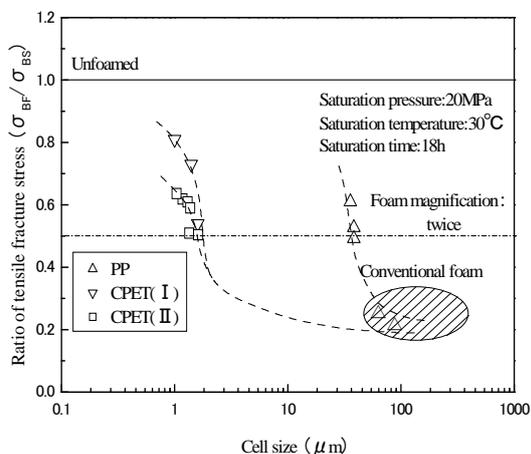


図1 発泡体の気泡径と強度の関係

図2に発泡体の曲げ比強度と繊維含有量の関係を示す。同図の上軸には平均気泡径を併記してある。繊維含有率零のところには、未発泡 PS 並びに PS 単体の発泡体の比強度を示している。この図より、未発泡 PS の曲げ比強度に比べ、PS 単体の発泡体並びにいずれの微小繊維を含有した発泡体においてもその値は低下していることが分かる。しかし、

微小繊維を含有したいずれの発泡体の曲げ比強度は、PS 単体の発泡体の曲げ比強度に比べ高くなるのが分かる。そして、テトラ型繊維を含有した発泡体の曲げ比強度は繊維含有量が 5 wt%，また針状型繊維を含有したものは 10 wt% でそれぞれピーク値を示し、繊維含有量の増加に伴って僅かではあるが減少傾向を示す。繊維を含有した発泡体の曲げ比強度は、PS 単体の発泡体の曲げ比強度に比べ、針状型繊維の場合で約 60% そしてテトラ型繊維の場合で約 35% の向上が見られる。繊維の形状については、針状型繊維の方がテトラ型繊維より曲げ比強度の向上に寄与し、針状型繊維 5 wt% 含有した発泡体の曲げ比強度は、未発泡体の曲げ比強度の約半分の強度を保持し得ることが分かる。針状型繊維の方がテトラ型繊維に比べ曲げ比強度の向上に寄与する要因としては、繊維の配向が考えられる。

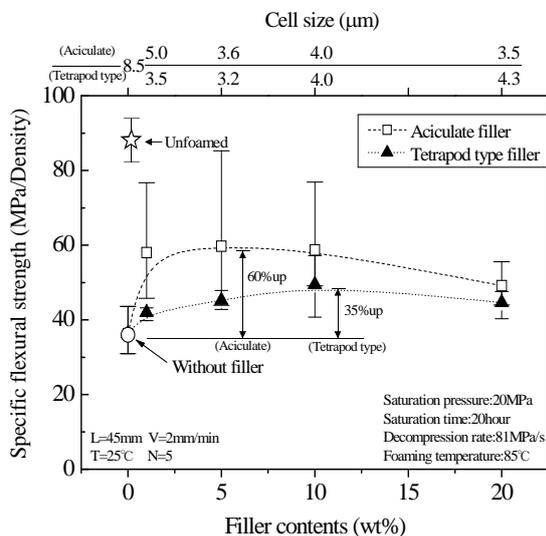


図2 発泡体の曲げ比強度と繊維含有量の関係

図3に各樹脂の曲げ比強度とスキン層の関係を示す。この図の縦軸は未発泡時における樹脂の比強度を1と定義したときの比強度、横軸は試料全体厚さにおけるスキン層厚さの比率で示している。この図より、いずれの樹脂においても従来のスキン層が殆ど無い発泡体の比強度は、未発泡体の 20~30% 程度の低下が見られるが、スキン層厚さの増加と共に強度の向上が見られ、スキン層を付加することで未発泡と同等の比強度を得ることができることが分かる。そして、スキン層厚さは試料全体厚さの 7~8% 程度で強度向上に寄与することが分かる。しかし、PS の比強度はスキン層が多くなりすぎる場合は逆に比強度が低下する傾向も見られる。この要因は、発泡剤放散時間が長くなることで、スキン層厚さが増大し試験片全体の平均密度が高くなったことによるものである。

図4に発泡シリコーンゴムの可塑性と気泡径並びに硬度の関係を示す。硬度はJIS-K6253の加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの硬さ試験方法に基づいて測定した。同図から、可塑性の制御により気泡径を変化することができ、それに伴って硬度の非常に小さい(軟らかい)発泡体が得られることがわかる。同図の右側に各種素材の硬度を併記してあるが、触感を表す硬度が14(従来型化学発泡法による発泡体の硬度は15~30)を示すシリコーンゴム発泡体が得られていることが分かる。これらのシリコーンゴム発泡体は肌理が細かく且つ弾力に富んだ人肌に極めて近い触感を有するものである。

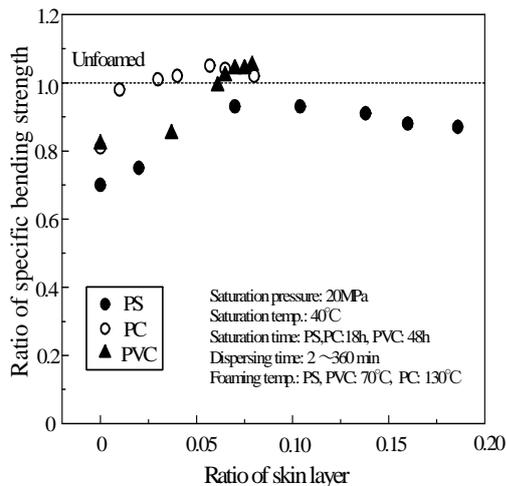


図3 発泡体の曲げ比強度とスキン層の関係

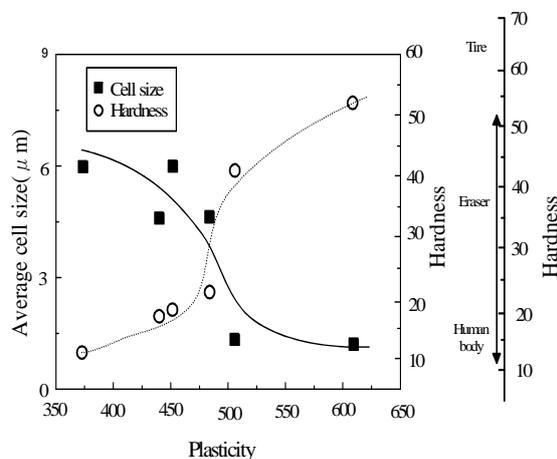


図4 発泡シリコーンゴムの可塑性と気泡径並びに硬度の関係

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

① 新保 實, 中野 晋, 三澤章博, “発泡プラスチックの強度特性に及ぼすスキン層の

効果”, 材料システム, 第27巻, pp.49-53 (2009), 査読有

② 新保 實, 中野 晋, 三澤章博, 福村功昌 “物理的発泡剤を用いたシリコーンゴムの発泡成形プロセスに関する研究”, 材料システム, 第26巻, pp.17-22 (2008), 査読有

③ 中野 晋, 新保 實, “発泡体の気泡密度に及ぼす減圧過程における減圧時間と含浸温度の影響”, 成形加工, 第19巻, 第11号 pp.725-729 (2007), 査読有

④ S.Nakano, M.Shimbo, A.Misawa, “Effect of Saturation Pressure on Equivalency of Decompression Time and Foaming Temperature on Cell Density of Foamed Polystyrene”, Cellular Polymers, vol.26, No.5, pp.295-304, (2007), 査読有

[学会発表] (計5件)

① 吉田憲政, 新保 實, “発泡成形と発泡体内部構造に及ぼす焼結金型の効果”, 成形加工シンポジウム ‘08, pp.327-328, (2008), 11月, 山口

② 吉野光彦, 新保 實, “発泡体の強度特性に及ぼす分子配向の効果”, 成形加工シンポジウム ‘08, pp.329-330, (2008), 11月, 山口

③ 堀 智博, 新保 實, “表層発泡体の成形方法と衝撃特性に関する研究”, 成形加工シンポジウム ‘08, pp.331-332, (2008), 11月, 山口

④ 中野 晋, 西盛正敏, 瀬川明夫, 新保 實, “発泡プラスチックの内部構造と諸特性に及ぼす圧延効果”, 成形加工シンポジウム, pp.211-212, (2007), 11月, 福井

⑤ 吉田憲成, 新保 實, “焼結金型を用いた発泡成形と発泡体内部構造”, 成形加工シンポジウム, pp.215-216, (2007), 11月, 福井

[図書] (計1件)

① 新保 實, 他, “発泡成形”, 情報機構, ISBN 976-904080-12-2, pp. 121-175, pp. 373-375 (2008)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新保 實 (SHIMBO MINORU)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号：70142552

(2) 研究分担者

無

(3) 連携研究者

無