

● 乗り心地性に優れた低臭気 All-MDI シートクッション

ウレタン研究所 機能性フォーム第1グループ

泉 直考
山本 純也
宮山 昌大
小柳 哲平

1. はじめに

自動車用シートに用いられる軟質ポリウレタンフォームは、大きく分けてイソシアネートに MDI のみを使用した All-MDI システムと、TDI を併用した T/M システムに分類される。All-MDI システムは T/M システムと比較して高い耐久性を保ちながら振動吸収性の付与が容易であり、表面触感が柔らかく体圧分散性にも優れていることから乗り心地性が重要視されるクッション（座席）用途で採用されている。また、反応性、増粘性が高いため脱型時間短縮、バリ発生量減などの生産面でのエネルギーコスト削減も期待出来る。一方、同システムは成型性や乗り心地性を維持したまま低密度化することが困難という課題を有する^[1-3]。

近年、環境問題や安全性に対する意識が高まる中で、次世代の自動車には乗り心地性に加え軽量化による燃費改善、シートの薄肉化による車室内空間の拡張、低

臭気・低 VOC 化による車室内環境の向上が強く求められている。当社ではこれら課題に対し、低密度で高い乗り心地性、かつ低臭気・低 VOC を満足可能な All-MDI システム開発を行っており、本稿ではこれらの特長を兼ね備えた開発品である「NEF-791/CEF-505」システムについて紹介する。

本技術は、車体軽量化による燃費改善に加え、低臭気・低 VOC 化による車室内環境改善、All-MDI 特有の高生産性によるエネルギーコスト削減など社会に貢献できるものである。

2. 液性、フォーム物性

「NEF-791/CEF-505」システム（以下、本開発品）の液性を表 1 に、基本物性を表 2 に示す。ポリオールプレミックス（NEF-791）、イソシアネート（CEF-505）の液性は、従来自動車シート用のフォームシステムに使用されているものと同程度である。設計コア

表 1 「NEF-791/CEF-505」システムの液性（代表値）

開発品名	分類	OHv [mgKOH/g]	NCO 含量 [%]	25℃粘度 [mPa・s]
NEF-791	ポリオール	260	—	2200
CEF-505	イソシアネート	—	31.7	30

表 2 「NEF-791/CEF-505」システムの基本物性（代表値）

項目	単位	NEF-791/CEF-505		
		80	90	100
NCO INDEX	[-]	80	90	100
全密度	[kg/m ³]	48	48	49
コア密度	[kg/m ³]	46	46	46
25%ILD	[N/314cm ²]	195	265	360
ヒステリシスロス率	[%]	31	33	36
反発弾性率	[%]	59	58	57
破断時強度	[kPa]	125	155	180
破断時伸び	[%]	115	100	91
引裂強度	[N/cm]	6.2	6.5	7.9
圧縮永久歪	[%]	5.9	6.0	5.7
湿熱圧縮永久歪	[%]	11.5	13.0	14.0

密度は $45\text{kg}/\text{m}^3$ とし、従来のシートクッションよりも大幅な低密度化を図りながらシートクッション用途に必要とされる性能を備えている。

3. 乗り心地性

[1] 硬度傾斜構造

本開発品は、独自の原料配合技術によりフォームの厚み方向に硬度分布を持たせた「硬度傾斜構造」が特徴である。

一般的なモールドフォームシステム（汎用品）と本開発品からなる、コア密度 $45\text{kg}/\text{m}^3$ 、100mm 厚みのテストピースフォームを、20mm 厚みに5層に分割し、各層の25%圧縮時硬度（CLD）を測定した結果を図1に示す。シート作製時に着座面となる表面層から中間層①～③、シート底面となる裏面層の硬度を比較すると、汎用品は表面層、裏面層が高硬度、中間層が低硬度となるのに対し、本開発品は表面層が非常に低硬度で表面層から裏面層に向かって段階的に硬度が増加する硬度傾斜フォームを成型可能である。

[2] 体圧分散性

硬度傾斜構造を持つフォームの乗り心地性効果を確認する目的で汎用品、本開発品の各フォームに着座し

た際の体圧分散性を、人体の臀部と大腿部を模したモデル金型と圧力センサーを用い評価した結果を図2に示す。着座動作初期から着座後にかけての体圧を評価するため、モデル金型にかける荷重は7kg（着座動作初期）と70kg（着座後）の2パターン実施した。

本開発品は、汎用品と比較して着座動作初期は臀部への局所的な負荷が発生しないため硬さを感じ難く表面触感が良好で、着座後も大腿部とシートの接触面積が大きく体圧分散性に優れる結果となった。

このように表面層が柔軟なフォームは、着座時にシートとの接触箇所の圧迫感や血流阻害が抑制され乗り心地性の向上が期待出来る。

シート表面を柔軟にする従来手法として、別途成型した低硬度フォームのシート表面への積層が挙げられるが、作業工程の増加による生産性の低下やコストの増加が課題となる。また、単純な低硬度フォームを使用したシートでは、人体がシートへ沈み込み過ぎてシートフレームやスプリングの硬さを感じる底付き感による乗り心地性の悪化が課題となる。本開発品は単一のフォームに硬度傾斜構造を付与可能であり、従来の課題を解決し乗り心地性向上が可能であると考えられる。

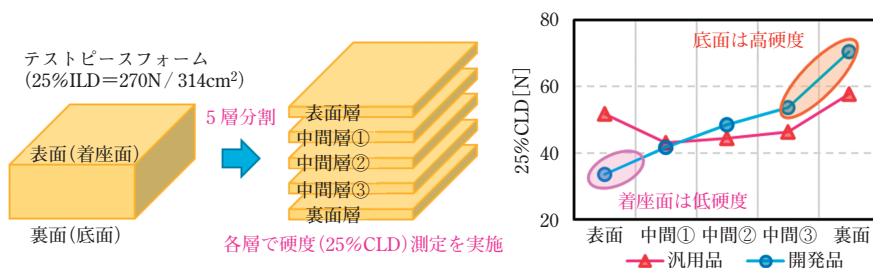


図1 フォーム内の硬度分布測定法と汎用品、開発品測定結果

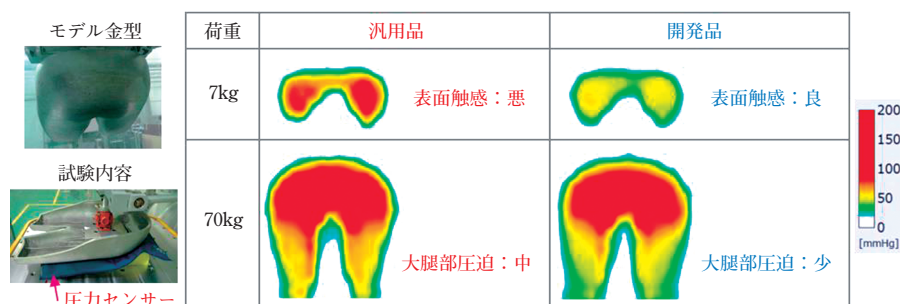


図2 モデル金型を用いた体圧分散性評価結果

4. 臭気、VOC

[1] フォームからの揮発成分、臭気評価

自動車の車室内で検出される VOC、臭気の主要発生源はウレタンフォームである^[4]。ウレタンフォームは、ポリオール、触媒、整泡剤、イソシアネートなど様々な原料の組み合わせからなり、臭気や VOC の原因となる揮発成分は、各原料由来のものから反応中に生成するものまで多岐に渡る。

当社では、各原料及びフォームから揮発する成分について各成分の臭気質も含めた分析を行い、フォームとしての性能を低下することなく臭気、VOC を低減した。

対策の一例として、当社製品の反応型触媒 RZETA-50W の使用が挙げられる。RZETA-50W は、触媒自身が持つ反応性基 (OH 基) が NCO 基と反応、樹脂に固定化され揮発しなくなるのに加え、溶媒が水であるため溶媒由来の揮発成分を含有せず、低臭気化、低 VOC 化に高い効果を示す (図 3)。



図 3 触媒の構造と溶媒の違い

ドイツ自動車工業会制定の VDA278 法 (昇温脱離法) によりウレタンフォームからの揮発分量を測定した結果を図 4 に示す。本開発品は汎用品と比較して VOC 条件 (90℃×30 分)、FOG 条件 (120℃×60 分) 共に揮発分量が大幅に低減されている。更にこれら VOC、FOG 条件で検出された成分からアミン触媒由来のものを抽出、比較した結果を図 5 に示す。汎用品では揮発成分のおよそ半分をアミン触媒由来の成分が占めるが、本開発品は高温である FOG 条件まで含め

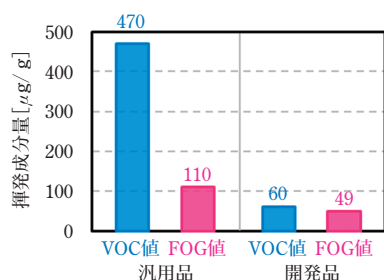


図 4 フォームからの揮発分量 (VOC/FOG 条件)

てもアミン触媒由来の成分は検出されていない。

VDA270 (Variant C3: 80℃×120 分) による臭気評価を図 6 に示す。臭気強度についても汎用品と比較して本開発品は不快臭を感じないレベルまで低下している (表 3)。

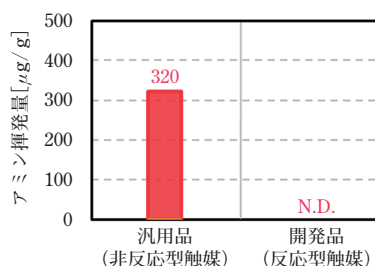


図 5 フォームからの揮発分量 (触媒由来)

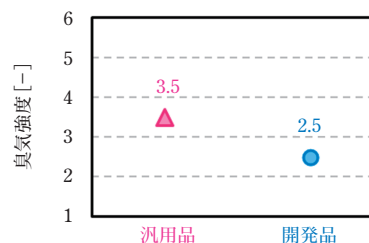


図 6 フォームの臭気強度

表 3 臭気の判定基準

臭気強度	状態
1	知覚できない (無臭)
2	知覚はできるが不快ではない
3	はっきり知覚できるが不快ではない
4	不快である
5	とても不快である
6	我慢できない

5. おわりに

本稿で紹介した「NEF-791/CEF-505」システムは、従来困難であった低密度化を可能にした All-MDI システムであり高い乗り心地性と、低 VOC/低臭気を備えたシートクッションを提供できる。本開発品に導入している技術はフォーム密度に関わらず適用出来るため、現行シートクッションの乗り心地性向上、VOC/臭気を低減することも可能である。また、当社ではシートバックをターゲットに T/M システムを代替可能な密度 40kg/m³ 以下の All-MDI システムを開発しており、今後も顧客の成形条件や要求特性に合わせ、積極

的なグレード開発を継続していく。

6. 参考文献

- [1] Yoshii N., Sugawara M., Nagaoka T., Saiki K.,
Polyurethanes Conference (2003)
- [2] Egawa S., Ishibashi K., Yoshii N., Polyurethanes
Conference (2008)
- [3] Fregni S., Fanget A., Polyurethanes Technical
Conference (2010)
- [4] Chika Inagaki, Atsunori Adachi, Kaoru Inoue, 自動
車技術会論文集 51, 1, January (2020)