

粒子混合型感圧塗料の応答特性評価

北嶋 福子, 沼田 大樹, 浅井 圭介

東北大学

近年, 多様な飛行領域における飛行安定性解析や非定常空気力の計測のため, 動的風洞試験がなされるようになった. 東北大学における動的風洞試験では無次元周波数 $k = fL/U$ が 0.01 ~ 1 の範囲を想定しており(図 1), これは周波数 f が 10 Hz ~ 100 Hz の流れの現象に相当する. 現在, この動的風洞試験で感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint, PSP) を使用した計測を試みている.

現在使用している PSP は, バインダ表面が多孔質の高速応答型 PSP であり, $f = O(10 \text{ kHz})$ の高い応答性を有する一方, 大気圧付近の圧力感度や発光量が小さいことや常温における温度感度が大きいという欠点があり, 精度の良い計測が困難である. そのため, 動的風洞試験では $f = O(100 \text{ Hz})$ 程度の応答性を有し, かつ感度特性に優れた, 低周波現象の計測に適した塗料が求められることとなる.

過去の研究から, PSP バインダに粒子を混合するとその特性が変化することが知られており⁽¹⁾⁽²⁾, 適切な粒子と濃度を選択することで, 性能の改善, 向上を図ることが可能と考えられる. そこで本研究では, PTMSP, FEM 及び PS の 3 種類のポリマーに対して TiO_2 粒子の混合割合を変え, PSP を作成した. 各 PSP について圧力感度, 温度感度及びステップ応答を測定し, その結果を比較, 評価した(図 2). その結果, 感度はポリマー種類によってそれぞれ異なり, 粒子混合による影響はポリマー種類による影響に比べ小さいことがわかった. また, 応答特性もポリマー種類によって大きく異なり, 酸素透過性が特に大きい PTMSP を除く他の PSP では, 粒子混合割合の増加による応答性の改善が見られた.

- (1) Ponomarev, S., Gouterman, M., "Fast Responding Pressure Sensitive Paints Based on High Concentration of Hard Particles in Polymer," 6th Annual Pressure Sensitive Paint Workshop, Seattle, 1998
- (2) Sakaue, H., et al., "Characterization and Optimization of Polymer-Ceramic Pressure-Sensitive Paint by Controlling Polymer Content," Sensors, 6967-6977, 2011

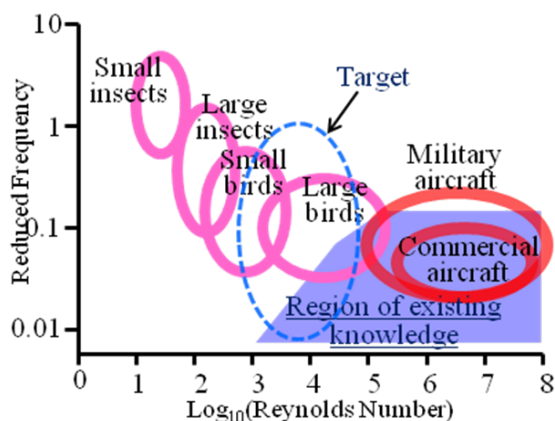


図 1: 動的風洞試験模式図と無次元周波数

ポリマー	色素	TiO ₂ 混合割合 [%]					
		0	10	30	50	70	90
PTMSP	混合	0	10	30	50	70	90
	吸着	10	30	50	70	90	
FEM	混合	0	10	30	50	70	90
	吸着	10	30	50	70	90	
PS	混合	0	10	30	50	70	90
	吸着	10	30	50	70	90	

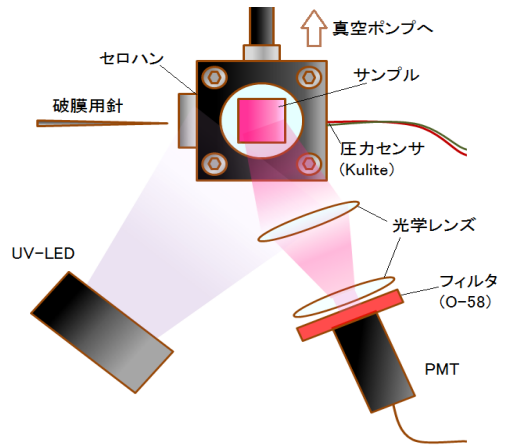


図 2: サンプル作製条件とステップ応答試験セットアップ

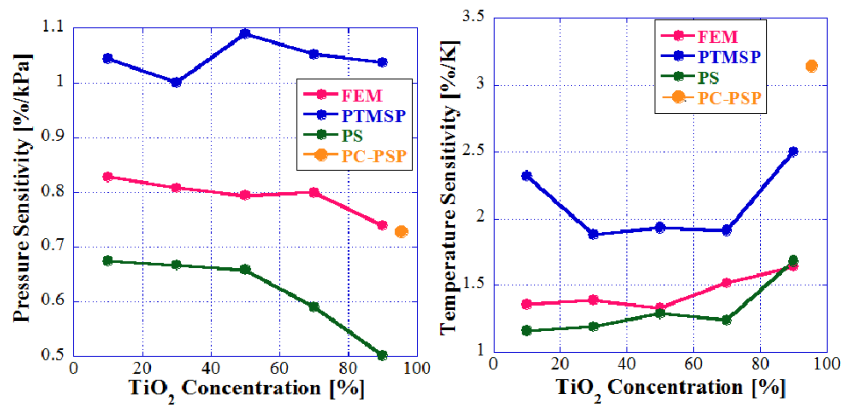


図 3: 感度への粒子混合の影響(色素吸着, 左: 圧力感度, 右: 温度感度)

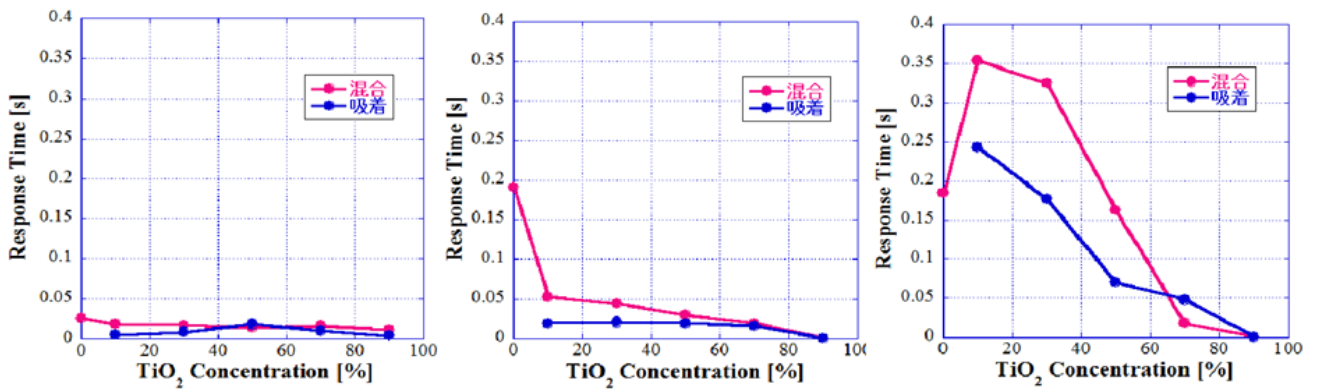


図 4: ステップ応答試験結果(左: PTMSP, 中央: FEM, 右: PS)