

衝撃波管を用いた PSP の圧力応答性評価

谷 卓¹, 石川 仁¹, 坂上 博隆²

¹東京理科大学 工学部第一部 機械工学科

²宇宙航空研究開発機構

今日、航空宇宙分野で感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint:PSP)が注目されている⁽¹⁾。PSP は光励起された発光色素が放射する発光強度が、大気中の酸素濃度によって変化する性質(酸素消光:Oxygen Quenching)を利用したものである。酸素濃度は分圧に比例し、大気中の酸素分圧は常に静圧の 21%と等しいため、大気中の圧力変化によって発光強度が変化する。よって発光色素を塗付した模型表面をカメラ等の光計測器によって撮影することで、模型表面の圧力分布を計測することができる。PSP を非定常流れに適用する上で、PSP の時間応答性が問題となる。この時間応答性を評価する上で、衝撃波管(図 1)が用いられる。また、衝撃波管は小型衝撃波風洞としても用いることができるため(図 2)、付着衝撃波(図 3)や離脱衝撃波(図 4)の圧力分布計測を行うこともできる。以上のような評価、及び圧力分布計測を目的として、衝撃波管を製作した。衝撃波管は図 5 に示すように高压室、及び低压室からなり、それらを隔てるようにしてダイアフラムが設置される。ダイアフラムが圧力差によって破膜することで衝撃波が生成される。衝撃波管を用いて衝撃波を発生させる際には、破膜方法が重要であり、破膜時間が短い方が理想的である。今回は、ダイアフラムにアルミニウム箔、及び銅箔を使用して検証を行った。銅箔の破膜時間はアルミニウム箔の場合の 1/4 であることから、銅箔を使用することでより安定して衝撃波を生成させることができると考えられる。

図 6 を見ると、アルミニウム箔をダイアフラムに使用した場合は、衝撃波生成時に生じる圧力のステップ変化を読み取ることができる。一方、図 7 を見ると、銅箔をダイアフラムに使用した場合は、圧力の立ち上がり速度が遅く、立ち上がった後に乱れていることが分かる。銅箔を使用して実験を行った際には、破膜した銅箔が低压室側に吸い込まれてしまっていたため、このようになったと考えられる。今後は、ダイアフラムの材質、及び膜厚を変化させて、最適な条件を検討する。

(1)Liu, T., Sullivan, J. P., Pressure and Temperature Sensitive Paints, Springer, Heidelberg(2004)



図 1: 衝撃波管(PSP の時間応答性評価時)



図 2: 衝撃波管(PSP の非定常流れへの適用時)

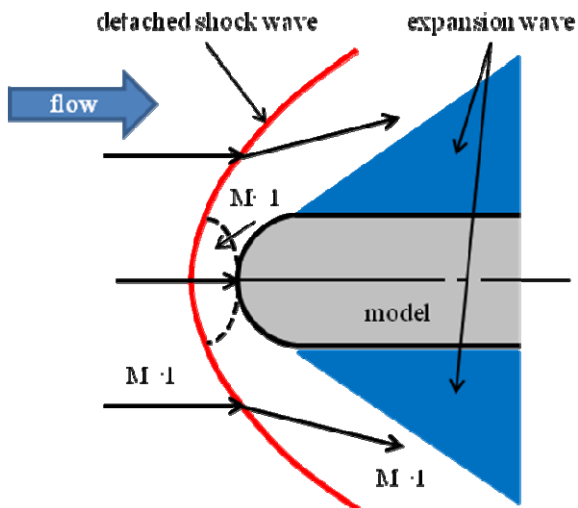


図 3: 付着衝撃波

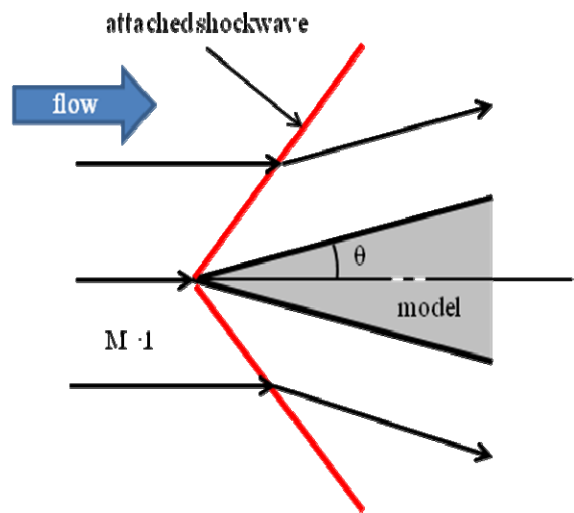


図 4: 離脱衝撃波

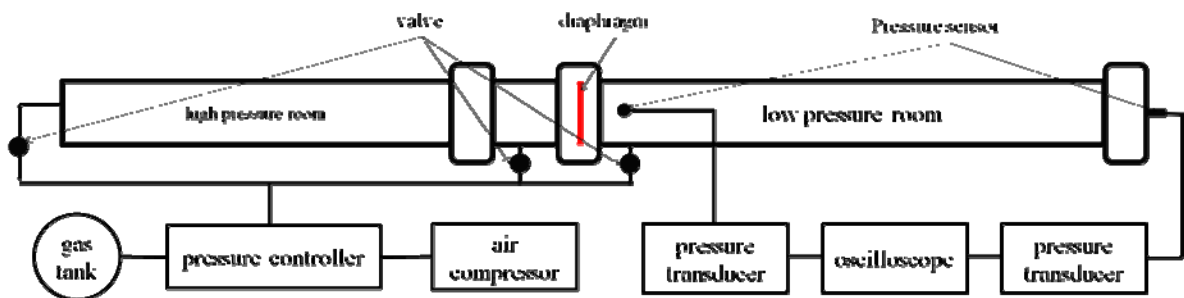


図 5: 衝撃波管

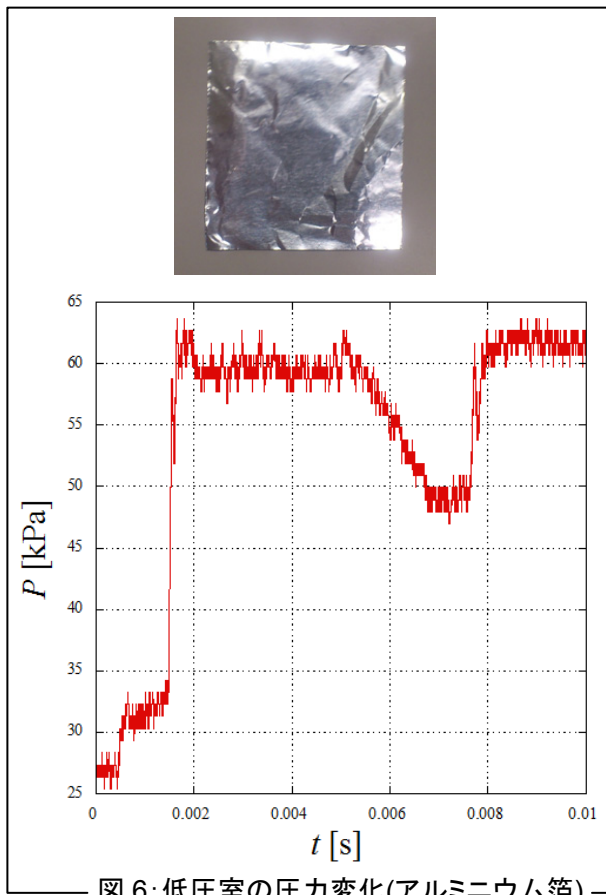


図 6: 低圧室の圧力変化(アルミニウム箔)

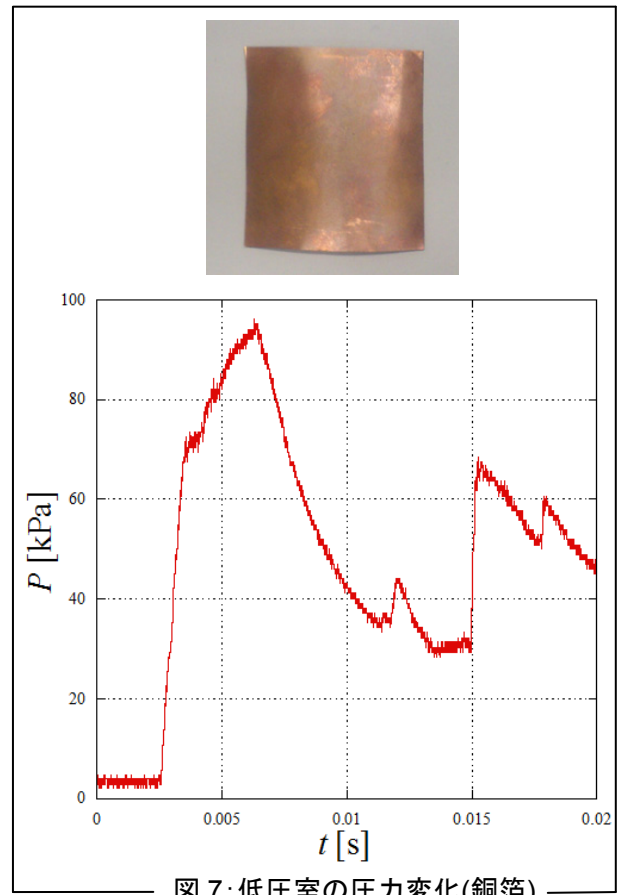


図 7: 低圧室の圧力変化(銅箔)