

バルーン破裂実証実験

Burst demonstration experiment of rubber balloons

日大理工¹, 日本バルーン協会² °古川 主能¹, 宮尾 佳延², 加藤 政昭², 高野 良紀¹

Nihon Univ.¹, J.B.A.², °Sunou Furukawa¹, Yoshinobu Miyao², Masaaki Kato²,

Yoshiki Takano¹

E-mail: cssu20023@g.nihon-u.ac.jp

近年、マイクロプラスチックによる環境破壊を発端として、バルーンリリースの安全性が我が国においても問われ始めている。天然ゴムからできているゴム風船が地上に落ちると、バクテリアなどにより分解されるが、分解速度はゴムの大きさに依存すると考えられる。そこで、空中での破裂の仕方が重要であると考え、ゴム風船の破裂実験を行い、破裂する高度などのシミュレーションを行った。

半径 r 、厚さ h のゴム風船をその半径を λ 倍したときの風船内外の圧力差 ΔP は、ゴムのずれ弾性率 G とすると

$$\Delta P = \frac{2Gh}{r} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda^7} \right) \dots (1)$$

で表わすことができる[1]。 $\lambda \approx 1.38$ で極大値をとり、その後、減少する。Fig.1 に風船の直径と圧力差との関係を示す。用いた風船はライオンゴム社製の風船(10 inches)である。 $d_0 = 17.4$ cm 上の点線は、風船が浮き始める直径を示す。理論値は、直径 $d = 5.5$ cm を境に d が大きくなるにつれ ΔP も減少していくが実験値は伸びきり効果により $d = 16$ cm あたりから理論値とずれ始め、その後、再び ΔP が上昇していく。風船が破裂したのは $d = 30$ cm 付近であり、個体差はあるがどれも伸びきり効果を考慮した実験値の曲線上にある。また、ゴムに大きな張力がかかった状態で破裂する場合には多

くの小破片に分裂する[2]。実験においても風船が膨らんで割れた時、約 75% が小破片に分裂した。分裂していない残りの部分のほとんどは風船の開口部に当たる。

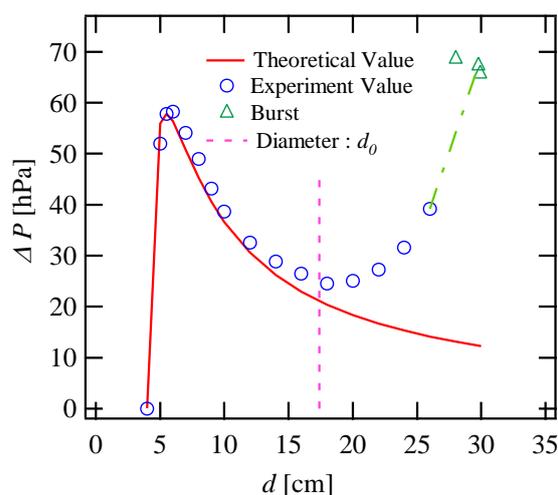


Fig.1 Relation between a diameter and a pressure difference in rubber balloons.

風船が破裂する高度のシミュレーションを行ったところ、それは風船の初期状態に依存し 3500 ~ 8000 m であることが分かった。

今後は、 -5 °C ~ -20 °C の温度範囲で $d = 30$ cm 程度で破裂するかどうかを確認する。

参考文献

- [1] 土井正男「ソフトマスター物理学入門」(岩波書店、2010年)
 [2] S. Moulunet and M. Adda-Bedia, Phys. Rev. Lett. 115, 1843 (2015).