

IP67およびヘリウム漏れ試験：どの程度の気密性が十分なのか？

防水・防塵性能試験 (IP67等級)

電気部品の筐体（センサー筐体など）やリチウムイオン駆動バッテリーパックのバッテリーケースなど、多くの

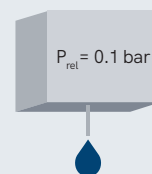
筐体は防水防塵等級IP67に指定されています。2桁目の「7」は、水の侵入に対する保護等級を表します。この試験では、試験対象の部品を水深1メートルの水中に30分間浸漬し、内部の電子部品を損傷させる可能性のある水が筐体内に侵入しないことを確認します。

多くの顧客は、この仕様がどのヘリウム漏れ率仕様に該当するかという点で困惑しています。INFICONは、この質問に答えるための実験を実施しました。



テスト環境の構築

人工的な漏れを異なるサイズで装備可能なテスト部品が作成されました。人工的な漏れは、定義された直径のガラスキャピラリから作成され、異なる漏れ経路のサイズを再現するように設計されています。10 μm から 100 μm の直径のキャピラリが調査されました。テスト部品に水を充填し、100 mbar の過圧（絶対圧力約 1.1 bar）に圧力をかけました。これは水深 1 m における圧力に相当します。その後、人工的な漏れの出口を 30 分間観察し、滴下する水の量を測定しました。



水滴試験の結果

水滴試験の結果重複削除は、以下の表にまとめられています：

| 水滴経路の直径 | 漏れ率 | 30分間で滴り落ちる水の量 | 1回あたりの平均時間 |
|------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ø10 μm x 10.5 mm | 0.0008 sccm ($1 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s) | 目視では水滴は確認できません。 | n.a. |
| Ø20 μm x 10.5 mm | 0.012 sccm ($2 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s) | 1滴が形成されるが、30分以内に滴り落ちない。 | 40～50分後に、温度と湿度によっては滴り落ちる可能性があります。 |
| Ø25 μm x 10.5 mm | 0.03 sccm ($5 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s) | 3 滴 | 8分30秒～9分 |
| Ø29 μm x 10.5 mm | 0.05 sccm ($9 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s) | 3～4滴 | 7分30秒～8分30秒 |
| Ø40 μm x 10.5 mm | 0.2 sccm ($3 \cdot 10^{-3}$ mbar·l/s) | 20滴 | 約1分30秒 |
| Ø100 μm x 10.5 mm | 7.6 sccm ($1 \cdot 10^{-1}$ mbar·l/s) | 524滴 | 約3秒 |

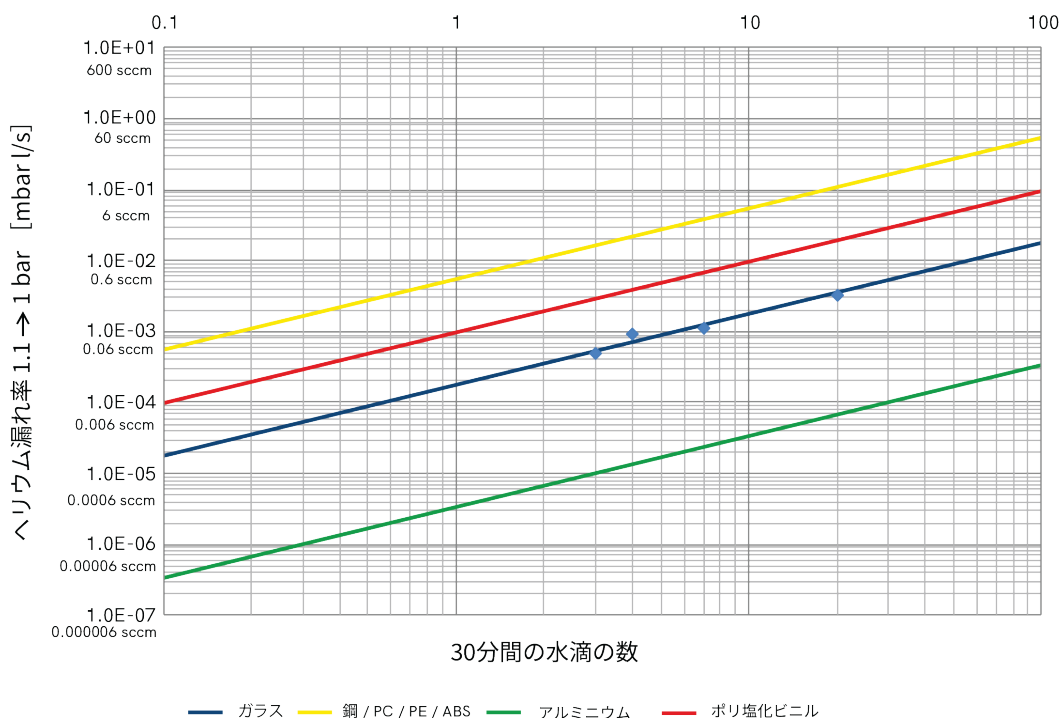
試験の結果、水圧によって水を通そうとする力と、水が漏れ経路の表面に張り付く力が均衡している漏れ経路の直径は、20 μm 未満であることが確認されました。

漏れ率仕様への変換

以下のグラフは、潜在的な漏れ箇所を通過する30分間の水量と、対応するガス漏れ率の相関関係を示しています。ヘリウム漏洩率と空気漏洩率は、ヘリウムの動粘度と空気の動粘度の比と同じ倍率で異なります。両者の差はわずか7%であるため、以下のグラフの解像度においては同一と見なせます。グラフ内の青線は、ガラス製漏洩経路の試験結果を直接換算したものです。その他の線は、各材料の物性値に基づいて換算した対応する漏洩率を示しています。

異なる材料からの漏洩経路

@1.1 bar → 1 bar (15.95 psi → 14.5 psi) (例: スニフアー)



100 mbarの差圧における漏れ率

IP67規格向けに設計された多くの部品は、部品自体やシーンを損傷せずに耐えられる圧力差も非常に限定的です (通常100~200mbarのみ)。上記のグラフは100mbarの圧力差における漏れ率を示しています。部品が耐えられる水量に応じて、試験対象となる許容最大ガス漏れ率を確認できます。例えばABS樹脂や鋼製ハウジングにポリマーシーンを組み合わせた部品形状の場合、数滴の水漏れを許容できるなら (黄色/赤線)、 3×10^{-2} mbar·l/s (約1.8 sccm) 以下の漏れ率で試験すべきです。一切の水漏れを許容しない場合は、 5×10^{-3} mbar·l/s (約0.3 sccm) の漏れ率を目標とします。部品がアルミニウム製でポリマーシーンを使用し、漏洩経路が片側をアルミニウム表面、反対側をポリマー表面とする場合、両材料間の中間レベルとなる 9×10^{-4} mbar·l/s (約0.05 sccm) 範囲で試験してください (数滴の水漏れを許容できる場合)。ハウジングへの水の浸透を絶対に防ぎたい場合は、 2×10^{-4} mbar·l/s (0.01 sccm) 中程度の漏れ率範囲を選択してください。

結論

IP67規格に準拠した防水・防塵性能の漏れ試験には、1 sccm未満の漏れ率を正確に測定できる高感度な漏れ試験方法が必要です。トレーサーガス漏れ試験は、これらのアプリケーションにおいて最適な方法です。異なる圧力条件や材料は、異なる漏れ率の仕様を生じさせます。試験に関する具体的なご要望がございましたら、お気軽にお問い合わせください。最高効率と信頼性の試験を実現するため、ご支援させていただきます！