

プロジェクト名：可燃性気体の燃焼限界に関する実験的研究

プロジェクト代表者：大八木 重治（理工学研究科・教授）

1 はじめに

本研究は、可燃性気体の燃焼限界について実験的に研究したものである。各種生産設備において水素など可燃性気体を利用する場合、大気との混合によりいわゆる爆発性ガスとなり、何らかの着火源によって爆発し、設備の破壊につながる可能性が存在する。本研究では、水素、アルゴン、空気混合気体を例にとり可燃性気体がどのような組成において爆発するのかを実験的に調べた。

2 実験

図1に使用した実験装置の概略図を示す。燃焼容器は、高さ30mm、直径100mmの円柱状の定容容器であり、側壁に点火プラグ、圧力変換器、吸気バルブが取り付けられており両底面はBK7光学ガラスで内部の現象を可視化可能なものである。混合気体は分圧法で混合比を定めて容器に導入後、点火プラグで点火し燃焼圧力をデジタルオシロスコープで記録する。また、同時にデジタルカメラで燃焼による発光を撮影する。

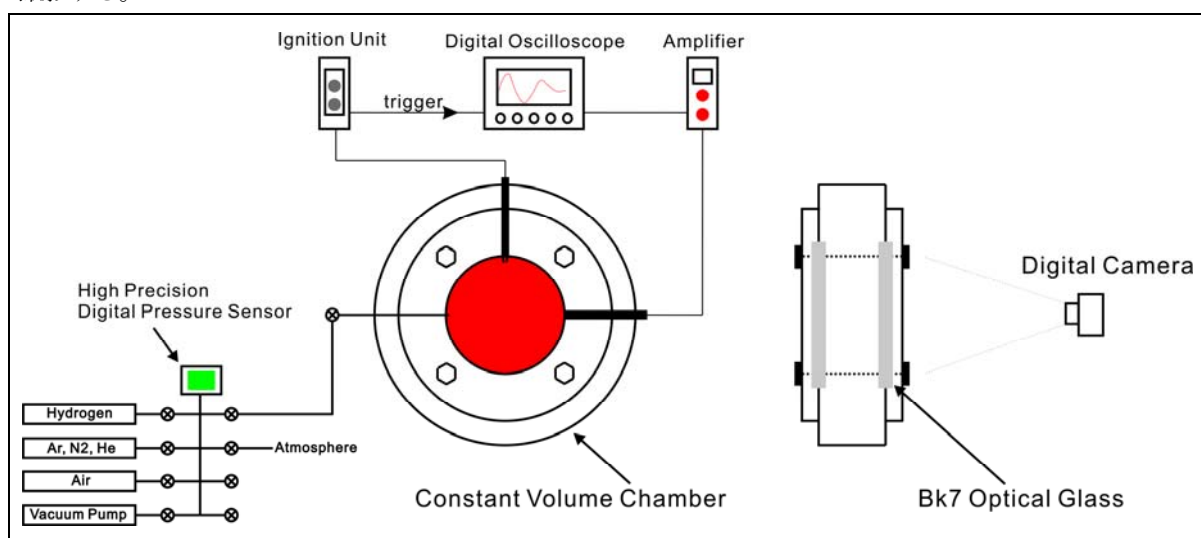


図1 実験装置概略

供試気体は水素、アルゴン、空気の混合気体でその各成分濃度を変化させ、初期圧は、10 kPa から 100 kPa まで変化させた。燃焼が起きたかどうかは圧力波形および撮影された映像から判断した。

3 結果及び考察

図2、図3は、得られた燃焼限界線図の代表例である。図2は初期圧40 kPa の場合、図3は100 kPa の場合である。底辺が空気濃度（体積%）、左側辺が水素濃度、右側辺はアルゴン濃度である。燃焼学のテキストによる水素の燃焼限界は大気圧で4%から75%であるが本実験ではアルゴン0%でも水素5%では着火しなかった。これは点火エネルギーが十分ではないことを示唆しているが燃焼限界の測定方法にも依存するものと考えられる。また限界付近では目視や圧力波形でも燃焼の確認が困難であり、厳密には燃焼ガスの組成分析などが必要となる。アルゴン希釈の場合、ある最大アルゴン濃度までは水素希薄限界はアルゴン濃度によらず10%であり、その値は初期圧にも依存しない。最大アルゴン濃度は40 kPa で40 から50%の間、

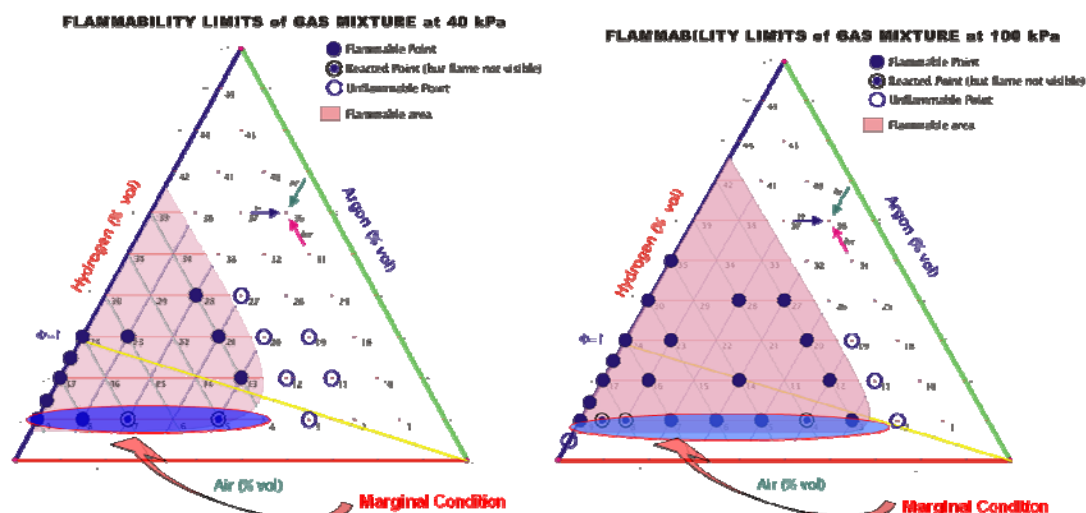


図2 水素・空気・アルゴン系混合気体の可燃範囲 (左 ; 40 kPa、右 ; 100 kPa)

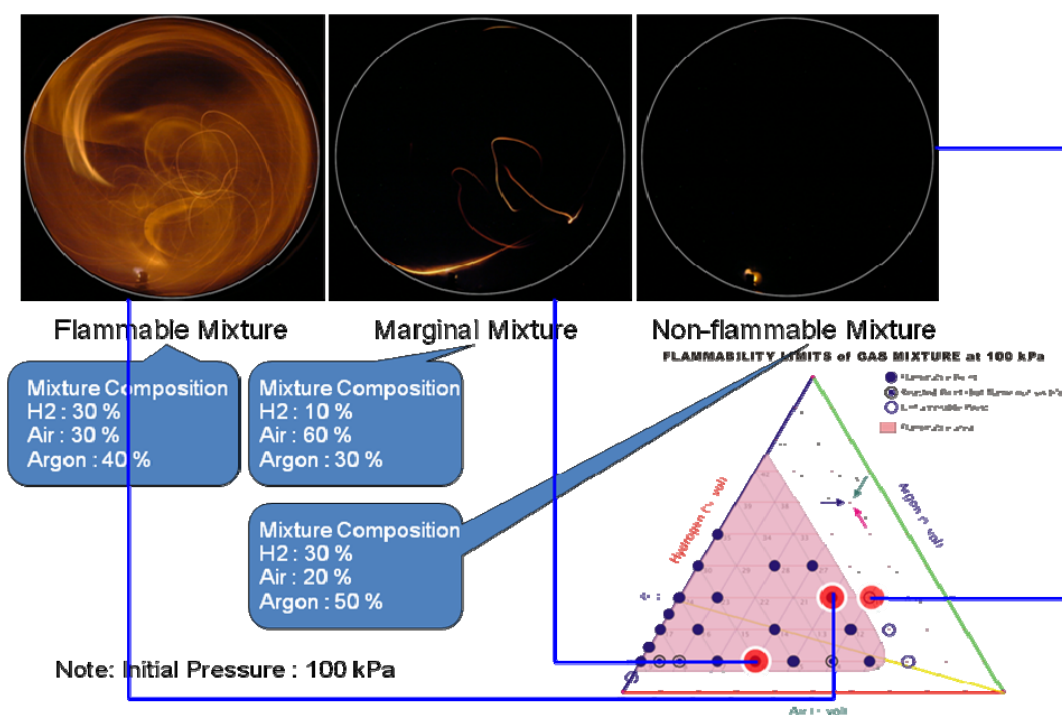


図3 各濃度における開放写真

100kPa では60%付近である。つまり、初期圧が高いほど可燃範囲が広がっていることを意味している。図3は各条件における現象の直接開放写真である。水素30%、空気30%、アルゴン40%では火炎が発生し、燃焼後の流れによって発光部が回転する様子が見える。水素10%、空気60%、アルゴン30%では、火炎が発生しているが非常に弱く容器全体に広がったかどうかは判断できない限界付近の状態である。水素30%、空気20%、アルゴン50%では火炎の発生は確認できない。このような実験を繰り返し、各初期圧における燃焼限界をもとめることにより、実際の生産設備において水素・アルゴン混合気体に空気が混入したときどの程度で可燃範囲に入るか推定でき、安全性の担保に貢献できる。

4. まとめと謝辞

本研究は可燃性気体の爆発危険性を予測するため、可燃限界について調べたものである。本研究は株式会社SUMCOのご援助のもとに行われ、また、実験は本研究科博士後期課程学生(当時)Jayan Sentanuhady君の協力で実施された。ここに深甚なる謝意を表す。