

7. 圧縮水素ガス容器の火炎接触に関する追加実験

実験日時 平成16年10月21日（木）及び10月22日（金）

実験場所 東京大学柿岡教育研究施設（茨城県新治郡八郷町大字柿岡）（図 7-1 参照）

7.1 追加実験の目的

平成15年度には、地下駐車場等における火災時の圧縮水素ガスを燃料とする燃料電池自動車に対する消防用設備等の効果について検討を行った。その中で最も厳しい想定と考えられる二段式機械地下駐車場実験で模擬燃料電池自動車の直下に駐車してあるガソリン車から火災が発生した実験においても自動消火設備の作動により、圧縮水素ガス容器の容器安全弁が作動するには至らなかった。

平成16年度の実験では、前述の熱環境におかれた模擬燃料電池自動車に積載されている圧縮水素ガス容器の容器安全弁が作動するに至るまでの圧縮水素ガス容器表面各部の温度、容器内部の圧力の時間変化等について検討した。

7.2 実験条件の検討

7.2.1 実験環境と使用圧縮水素ガス容器

実験環境として今回、圧縮水素ガス容器に熱を加える実験を行うにあたり、容器安全弁が作動しなかった場合をも想定し、圧縮水素ガス容器の圧力上昇に伴う容器自体の破裂の危険性を考慮した場所の選定が必要であるが、現時点において日本国内には高压充填での実験に適した場所がないこと。また、使用する圧縮水素ガス容器2本についても、平成15年度に実施した立体駐車場車両火災実験及び平置き地下駐車場火災実験において使用したものであり、実験時の溶栓近傍の最高温度は18.4℃及び13.0℃といずれも容器安全弁への熱影響は少なかったものの、再使用にあたり、後述7.2.3のとおり圧縮水素ガス容器の健全性を確認のうえ実施するが、容器への再充填行為に該当すること。さらに平成15年度の実験における充填圧力と同一の条件にすることなどの理由から、充填圧力にあっては、高压ガス保安法の適用外である0.8MPaとした。

なお、東京大学のご協力により屋外実験施設である東京大学柿岡教育研究施設において実験を実施した。

7.2.2 充填ガスの検討

(1) 安全性の確保

上記7.2.1の実験環境等において可燃性の水素ガスが充填された圧縮水素ガス容器に熱を加える実験を行うにあたり、実験時における安全性を確保するためには、水素ガスを不燃性の窒素ガスに置き換えて圧縮水素ガス容器に充填したうえで実験を実施することが望ましいが、実験条件として充填ガスの種類による違いがないことを確認する必要がある。

(2) 充填圧力による熱伝導率の比較

充填圧力の違いが実験結果に与える影響について、充填圧力と熱伝導率の関係について

文献等により調査した。平成6年度の理科年表によると「気体の熱伝導率は圧力数 MPa から数百 MPa まではほとんど無関係である。」と記されており、今回の実験における溶栓の溶融に対する 35MPa 充填時と 0.8MPa 充填時での熱伝導率に大きな違いはないものと考えられる。

(3) 充填ガスによる熱容量及び熱伝導率の比較

まず、水素ガス充填時と窒素ガス充填時の熱容量を比較検討する。

容器内に充填される水素ガスの質量を1とした場合の窒素ガスの質量は約13.90倍であり、一方定容比熱は水素ガスを1とすると窒素ガスは約0.0729倍になる。容器内のガスの熱容量(質量×比熱)は水素ガスを1とした場合、窒素ガスは約1.013倍となり、水素ガスと窒素ガスとはほぼ同じ熱容量を持っていることが分かる。よって、同一の熱量が供給された場合の温度上昇及び圧力上昇はほぼ等しくなり、容器安全弁作動までは、窒素ガスは水素ガスに近い特性を示すものと考えられる。

つぎに、水素ガス充填時と窒素ガス充填時の熱伝導率について比較検討する。

水素ガスの熱伝導率は 21.2×10^{-2} [W/mK] (100℃にて) に対して窒素ガスの熱伝導率は 3.1×10^{-2} [W/mK] (100℃にて) であり、水素ガスの方が約8倍大きい。これに対し、圧縮水素ガス容器の溶栓収納部及び容器本体のアルミニウムの熱伝導率は 240 [W/mK] (100℃にて) と水素ガスや窒素ガスに比べて約1000倍以上も大きい。しかし、容器本体のアルミニウムの外側には断熱性の高いカーボン繊維が巻かれているため、溶栓の温度上昇への寄与を完全に予測することは困難である。

ただし、本実験に用いる容器安全弁の構造として、溶栓の取付位置が外部の熱影響を受けやすい位置であることや容器安全弁の作動原理として圧力作動式との複合方式を採用していないことなどをから考察すると、溶栓は外部からの加熱により作動することを想定しており、内部のガスからの熱伝達により作動することを考慮していないと推測されることなどを検討した結果、今回の実験においては、充填ガスとして水素ガスを窒素ガスに置き換えて実施することとした。

7.2.3 圧縮水素ガス容器の健全性の確認

今回の実験では平成15年度の実験に使用した圧縮水素ガス容器を用いた。この容器はカナダ Dynetek 社製 L34 型 (280 mm φ × 830 mm) でアルミ合金にカーボン繊維を巻き、これをエポキシ樹脂で固めたものにカナダ GFI 社製の容器安全弁を組み合わせたものである。この圧縮水素ガス容器の健全性の確認は、圧縮水素ガス容器の輸入元である JFE コンテナ (株) に依頼し、圧縮水素ガス容器の容器安全弁を確認後、圧縮水素ガス容器に対する水圧試験 (10MPa) の実施、圧縮水素ガス容器内部への電磁逆止弁装着状態での気密試験 (窒素ガス 10MPa)、実験場所に持ち込んでの電磁圧力計及び電磁開閉器取り付け状態での気密試験 (窒素ガス 3MPa) を実施した。実験に用いた圧縮水素ガス容器及び容器安全弁収納部の写真を写真 7-1 a 及び 7-1 b に、実験装置への取り付け状況を写真 7-2 に示す。