

事故の概要 - 第 2 版 -
(平成 17 年 12 月 26 日)

総括研究代表者 九州大学 杉村丈一

水素ステーション実証試験設備

今回、九州大学伊都キャンパスにおいて事故を起こした水素ステーション実証試験設備は、「コンプレッサーレスの高圧水電解水素ステーションの開発」(経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業：九州大学、九州電力、三菱商事、キューキの共同研究)において設置された施設で、11月15日に試運転を開始しておりました。

この水素ステーションの心臓部である HHEG (高圧縮水素エネルギー発生装置) は、三菱商事が世界にさきがけて開発した、コンプレッサーを使用せずに、水の電気分解により高圧の水素ガスを直接発生する装置です。昨年、その試作機が 35MPa で 2.5Nm³/h の水素製造を達成しました。

本研究の目的は、この HHEG の高圧・大型化 (圧力 40MPa、水素製造能力 30Nm³/h) を図り、電解特性、材料強度・耐久性、安全性等の評価解析を行い、併せて、風力等の自然エネルギーも利用できるオンサイト型水素ステーションを開発することです。3 研究項目、10 サブテーマを設けて研究を進めています。

(注：MPa は圧力の単位で 1 気圧 = 0.1013MPa、Nm³ は大気圧状態で 0 での体積を表す)

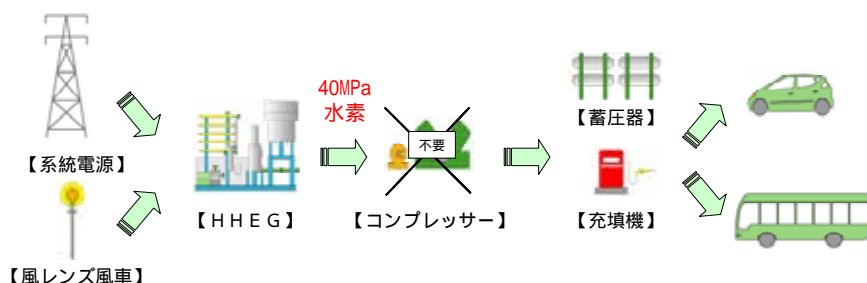


図 1 コンプレッサーレスの高圧水電解水素ステーション

HHEG とは

固体高分子膜を用いた電解セルに水と電気を供給すると水の電気分解によって水素ガスと酸素ガスが発生します。これを図 2 のように閉じたタンク内で行うと、ガスの圧力は上昇していきます。必要な圧力 40MPa (約 400 気圧) に達したところで、水素ガスを外部に取り出してやれば、コンプレッサーを使わずに高圧の水素ガスを得ることができます。一方、発生した酸素ガスは水に運ばれ、もうひとつのタンク「酸素分離タンク」を通して大気に放出されます。電解セルの膜は水素側と酸素側の圧力差が大きくなると壊れてしまうため、常に二つのタンクの圧力差を差圧解消センサーでとらえ、取り出す水素と酸素の量を調整しながら圧力バランスをとる点が HHEG の特長です。

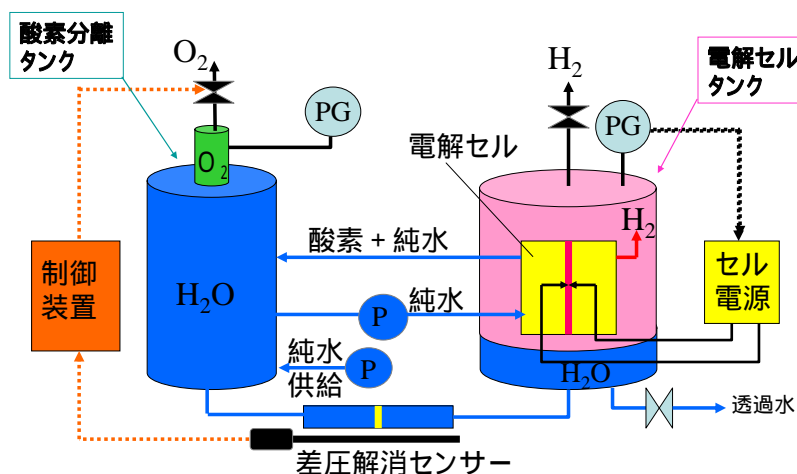


図 2 HHEG のしくみ

事故までの経緯

図3に水素ステーション実証試験設備の大まかな構成を平面図で示します。HHEGが据え付けられた部屋は高圧ガスを製造するため隔壁(図で赤線で示した部分)で囲まれ、その西側と北側に周辺機器が設置されています。HHEGが発生した水素ガスは蓄圧器に蓄えられます。ディスペンサーは蓄圧器に貯蔵した水素ガスを燃料電池自動車に充填する設備です。HHEGは全自動で動く装置であり、運転中はHHEG室は立ち入り禁止としています。

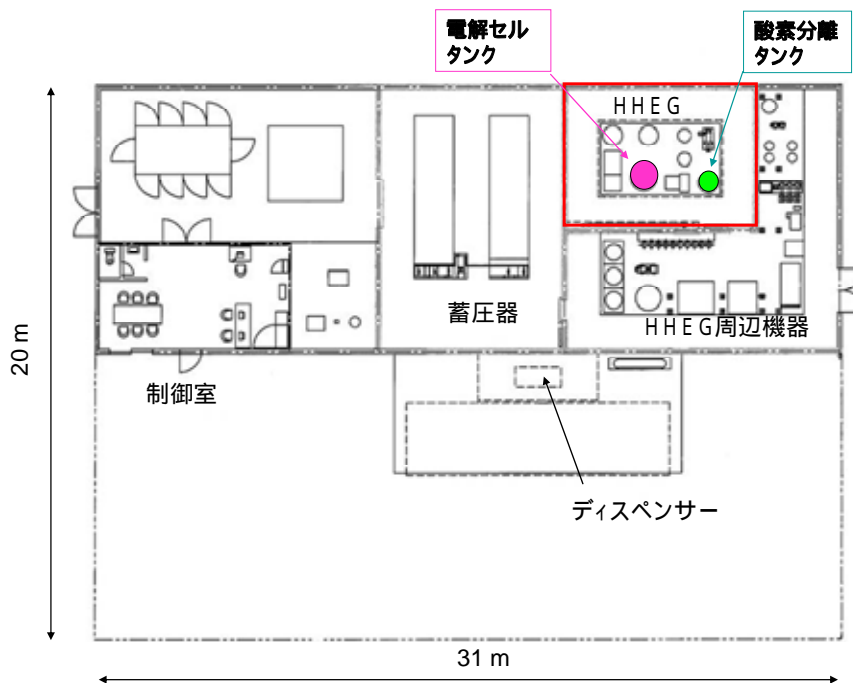


図3 水素ステーションの構成(図の上が南、下が北)

事故までの経緯

水素ステーション実証試験設備の建設は平成17年1月28日に伊都新キャンパスで始まり、11月7日に竣工、11月14日に高圧ガス製造施設の完成検査合格証を受けた後、11月15日からHHEGの試運転を開始しました。試運転は12月末までの予定で製造メーカーが実施しておりました。試運転では、各機器の作動を確認しながら徐々に水素圧力を上げ、11月24日には40MPaの水素の発生が確認できました。そして、12月7日にHHEGから蓄圧器へ水素を供給する試運転を開始したところでした。

12月7日当日は、午前9時25分にHHEGの運転を開始し、11時14分からは水素圧力を約40MPaで保持し、12時40分にHHEGから蓄圧器への水素供給テストを開始しました。HHEGは安定して約40MPaの水素を供給し続けておりましたが、午後1時20分すぎに突然、事故が発生しました。

事故の概要

今回の事故は、HHEGの試運転中に起こったものです。破損は「酸素分離タンク」から酸素を大気へ送る高圧酸素配管(図2で酸素分離タンクのO₂と書かれた部分の上につながる配管)において著しく、午後1時22分におおよそ次のことが起こりました。

- ・酸素分離タンク出口側の酸素放出ラインの配管が破裂し、大爆音を発生した。
- ・それとほぼ同時に一瞬閃光がみられた。
- ・圧力計などの機器が破壊しHHEG室内に飛散した(写真1~5、10参照)。
- ・隔壁の範囲外へも数ミリ程度のガラス小片などが若干数飛散した。
- ・破損箇所とガス放出管からガスと水が噴出した(写真6~9、11、13参照)。
- ・水は黒色を呈しHHEG室内のほかステーション西側と南側の外壁から10m以内にも飛散した。
- ・白煙を生じた。また白煙に混ざって黒煙もわずかにみられた。
- ・白煙の発生は10分程度でおさまった。

白煙は配管から噴出した水の水蒸気であり、また黒煙は配線被覆材や保温材などが焦げたためと推測されます。閃光は、配管の金属の一部が燃焼したことによる可能性があります。噴出した黒色水には炭素、酸素、フッ素、チタンなどが含まれていました（成分分析より）。

その後の調査から、酸素放出ラインの配管の破裂が起こる約 40 秒ほど前に、電解セルタンク出口側配管の圧力が 40MPa 以上に上昇し、安全弁から水素が噴出していたことが明らかになりました。HHEG はその圧力上昇とほぼ同時に電解を停止し緊急減圧動作を始めていました。

以上から、酸素配管の破裂とそれに続く一連の現象は突然起こったのではなく、異常は電解セルタンク側の圧力上昇から始まっていたと考えられます。詳細については調査中です。

HHEG は隔壁で囲まれ、運転中は立入禁止であるため、幸い人的被害はありませんでした。



写真1 酸素分離タンク酸素放出ラインの事故前の状況： は圧力計と自動弁、矢印は配管をさす



写真2 酸素分離タンク酸素放出ラインの事故前の状況：図1で示した圧力計と自動弁、矢印で示した配管がなくなっている。他にも配管の破断や欠損がみられる



写真3 酸素分離タンク上部（写真中央下）：3つに分かれた配管のうち、左右の配管（赤矢印）には膨れがみられ、中央の配管は飛散した。青矢印で示した被覆チューブが破断。



写真4 酸素放出ライン（白線より左）と水素放出ライン：被害は酸素放出ラインで顕著であることがわかる



写真5 酸素放出ライン：矢印で示した保温材が裂けて飛ばされていることがわかる



写真6 HHEG 室内西側通路に飛散した落下物と黒色の噴出水



写真7 HHEG 室内南側通路に飛散した黒色の噴出水



写真8 HHEG 室内北側通路に飛散した落下物と噴出水



写真9 西側周辺機器室に飛散した黒色水



写真10 HHEG 室内に飛散した破損物：圧力計（中央）と配管（右上）



写真11 HHEG 室の天井と梁に飛散した黒色水



写真12 HHEG 室の南側からみた電解セルタンク：タンクは外見上損傷していないが上方にのびる水配管が変色



写真 13 事故直後の水素ステーション（南側より撮影）：白煙と黒煙がみえる

事故原因の究明

現場に残された破損物などの調査、HHEG の記録データの分析や理論解析などを通じて、HHEG 内の圧力上昇の原因と酸素配管破裂に至るまでの過程を明らかにし、今後の対策を検討しなければなりません。現在、内部調査委員会と外部評価委員会による調査体制を固めつつあります。

内部調査委員会は、本コンソーシアムの構成メンバー（九州大学、三菱商事、九州電力、キューキ、福岡県産業・科学技術振興財団）と HHEG 設計・製造メーカーである日曹エンジニアリングに、複数の九州大学工学研究院教員（材料強度、事故解析、熱流体工学、燃焼、燃料電池、安全工学、制御などの専門家）を加えた形で組織し、12月8日から調査活動を開始しました。また、本プロジェクトと関係のある企業2社（大陽日酸、日立造船）から1名ずつオブザーバーとして入っています。

一方、外部評価委員会は中立な立場である公的機関の方をお願いして組織するもので、現在そのメンバーを調整中です。

お詫び

未来のエネルギーとして期待されている水素エネルギーの研究において、今回の事故を起こしましたことは遺憾であり、近隣の方々、本学学生・教職員ほか、多くの皆様に多大なるご心配をおかけしましたことを深くお詫び申し上げます。

今後は、事故の原因を早急に究明するとともに、事故の再発防止に向けて万全な対策を講じた上で、研究を再開したいと考えております。