



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学総務企画部広報課
〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目
TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092
E-mail: kouhou@jimuhokudai.ac.jp
URL: http://www.hokudai.ac.jp

安全で機能的な無電力型水素捕集装置の要素技術を開発

研究成果のポイント

- ・ 室温・大気圧で水素を吸収する高機能水素吸蔵材料の量産化に成功。
- ・ 水素を選択的に透過する隔膜を用いることで高機能水素吸蔵材料の安全性を担保。
- ・ シビアアクシデント時における原子炉建屋内の水素爆発防止を目指した要素技術。
- ・ 水素ステーションや水素製造、輸送、貯蔵施設の安全確保と高純度水素の供給へ応用。

研究成果の概要

開発した無電力型水素捕集装置は、受動的に水素を吸蔵する材料を用いた電力を要しない高機能水素吸蔵装置で、これまで不可能であった室温・大気圧下における水素捕集性能を有しています。また、高濃度水蒸気中などの多様な環境で使用できるように、水素を選択的に透過する隔膜で固化した材料を包み込む技術の成立性を確認し、水素吸蔵材料が酸化することなく安全にかつ安定して作動するよう工夫しました。数値シミュレーションにより空間内における水素の滞留を可視化することで、様々な環境で水素捕集装置を適切に配置した無電力型水素爆発防止システムを構築できる可能性があります。

なお、本研究は、平成 24 年度原子力基盤戦略研究イニシアティブ「安全な『水素吸蔵材料による無電力型爆発防止システム』の開発研究」(平成 24-26 年度)(代表:北海道大学 橋本直幸)によって行われました。

論文発表の概要

研究論文名: 安全な「水素吸蔵材料による無電力型水素爆発防止システム」の開発研究

発表者: 橋本直幸, 磯部繁人, 日野聡 (北海道大学), 常世田和彦 (太平洋セメント株式会社), 日野竜太郎, 前川康成 (独立行政法人日本原子力研究開発機構), 小島由継, 市川貴之 (広島大学)

発表学会: 日本原子力学会 2015 年春の年会

発表日時: 2015 年 3 月 20 日 (金) 午後 3 時 30 分

研究成果の概要

(背景) 2011年3月11日に発生した震災に伴い福島第一原子力発電所で水素爆発が起こり、周囲に甚大な被害をもたらしました。通常、燃料集合体は常に冷却水に浸漬されていますが、事故時には循環電力の喪失により燃料棒が冷却水から露出し、圧力容器内に充満した大量の水素が内部ガスや放射性粒子とともに格納容器を経て建屋内に放出され、建屋内の水素濃度が爆発限界を超えた結果、水素爆発・建屋損壊に至りました。この水素爆発を防ぐための対策として、本研究では、小型で無電力・受動的に動作し、安価で製造可能な水素吸蔵材料を用いた捕集装置の開発に着手しました。

(研究手法) 本研究では、五酸化ニオブのナノ粒子触媒を添加することで水素放出温度を低下かつ反応速度を向上させた高機能マグネシウム材料(図1)を製造しました。この水素吸蔵材料は、室温で水素分圧が10万分の1気圧に達するまで高速で水素を吸引します。この材料は大気中においては活性で取り扱いが困難なため、酸素や水蒸気により酸化しないように水素を選択的に透過する膜を開発して覆うことを試み、並行して、大気中で不活性な新規高安全性水素吸蔵材料の開発も行いました。さらに、数値シミュレーションにより空間内における水素滞留の可視化に取り組みました。

(研究成果) 水素を選択的に透過する膜の作製は、放射線を利用したグラフト重合という方法で行いました。既存の多孔膜に接ぎ木のような鎖(グラフト鎖)を充填した膜について水素と水の透過度について検討した結果、水蒸気分子の溶解度が低下して水素が水蒸気よりも10倍以上高い透過度を示しました。この膜により、高機能マグネシウムが水蒸気による酸化で水素吸蔵性能を損なうことなく周囲の水素濃度を下げることができます。さらに、水素吸蔵量はやや少ないものの、大気中において不活性で取り扱いが容易な過酸化物と酸化物の水素吸蔵性を調査した結果、銀過酸化物、酸化物及びニッケル過酸化物、酸化物は室温から150℃で水素吸蔵材料として安全に利用できることを見出しました。これにより、種々の環境温度に対応する適切な材料を効率的に配置したハイブリッド型複合水素捕集装置を開発できます。さらに、空間における水素の流れを数値シミュレーションで可視化することにより、様々な環境における安全対策としての水素捕集装置を適切に配置した無電力型水素爆発防止システムの構築が可能になりました。



無電力型水素捕集装置の原型

(今後への期待)

- ① 開発した水素捕集装置は、様々な大きさや形状を選択可能で、水素爆発の危険性のある場所(例：原子炉建屋内、水素ステーション、燃料電池自動車など)に設置できます。(図2)
- ② 捕集装置を適切な温度まで上げることで簡単に高純度の水素が取り出すことができるため、水素供給を必要とする広範な領域での利用が見込まれます。
- ③ 水素精製、副生水素回収設備の簡素化に応用できます。

お問い合わせ先

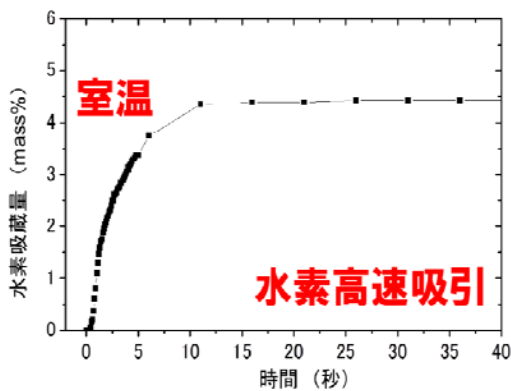
所属・職・氏名：北海道大学大学院工学研究院 准教授 橋本直幸（はしもと なおゆき）
TEL：011-706-6770 FAX：011-706-6772 E-mail：hasimoto@eng.hokudai.ac.jp
ホームページ：http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/loam/

図 1

無電力型水素捕集装置の特徴

高機能マグネシウムの水素化反応による受動的な水素捕集

無動力 室温・大気圧で受動的に水素を高速吸引



高機能マグネシウムの水素吸蔵特性

無電力型水素捕集装置の材料である高機能マグネシウムは、**室温・大気中**で5重量%弱まで**受動的**に水素を吸収できます。

さらに、左図に示されるように、**周囲の水素を短時間で高速に吸引**する特徴があります。

磯部繁人、花田信子、市川貴之、小島由継、藤井博信「室温で多量の水素を吸蔵するマグネシウム材料」2007年4月号, Vol.52, No.4, pp10~13, ケミカルエンジニアリング(化学工業社)

図 2

爆発の危険性がある空間内の水素捕集と高純度水素の輸送・供給

