

「気体水和物利用による水素貯蔵システムの検討」に関する調査

目 次

第 1 章	調査の背景、目的と位置づけ	1
1. 1	調査の背景	1
1. 2	調査の目的と位置づけ	2
1. 3	本報告書の構成	5
第 2 章	エネルギー戦略における水素の位置づけ	6
2. 1	エネルギーを巡る世界動向とわが国の現状	6
2. 2	最終エネルギーとしての水素の位置づけ	8
第 3 章	水素貯蔵技術の調査	11
3. 1	水素製造	11
3. 2	水素需要	16
3. 3	水素貯蔵	19
第 4 章	クラスレート・ハイドレートによる水素貯蔵技術の調査	25
4. 1	クラスレート・ハイドレートによる水素貯蔵技術の現状	25
4. 2	プラント設計に必要な水素ハイドレートの生成条件、 貯蔵条件の想定	59
4. 3	水素ハイドレートの有効利用イメージと貯蔵規模の想定	61
第 5 章	水素ハイドレート生成プラントの概念設計	64
5. 1	検討条件	64
5. 2	プロセス決定の基本データ	66
5. 3	プラントの概要	69
5. 4	マテリアル・バランス	81
5. 5	冷却熱量概要	92
5. 6	プラント操作の概要	93
5. 7	機器リスト	95
5. 8	検討結果と考察	97
5. 9	今後の検討課題	99
第 6 章	水素ハイドレートの貯蔵システムの概念検討	100
6. 1	検討条件	100
6. 2	地下空洞形式貯蔵技術の適用性検討	101

6. 3	タンク形式貯蔵技術の適用性検討	114
6. 4	貯蔵システムの概念検討	119
6. 5	貯蔵システムの検討課題	126
第 7 章	まとめと今後の課題	129

要 旨

近年の原油価格高騰を受けて、国家のエネルギーセキュリティ上、需要の季節変動を吸収できる程度のエネルギー貯蔵システムが求められている。将来、天候に左右されやすいバイオマス・エネルギー等の再生可能エネルギーの利用が進んだ場合には、さらなるエネルギー貯蔵の需要の必要性が高まるものと思われる。

ここでは様々なエネルギー貯蔵技術のうち、水素のエネルギー貯蔵技術を取り上げる。水素社会の到来は 30 年先とも言われているが、容易に貯蔵できれば、水素は、直接エネルギーとして利用するだけでなく、他のガスと合成することによって広範囲に利用することができ、多様性のあるエネルギー源といえる。

現在でもさまざまな水素貯蔵技術が開発されつつあるが、気体水和物利用による水素貯蔵技術は、化学変化を伴わずに大規模な貯蔵が可能とされながらも、水素ハイドレートを生成するのに 2,000 気圧の高压が必要であるために検討されてこなかった。

近年、水素ハイドレート生成圧力を低下させる技術が見出されて、注目を集めている。未だに実験室レベルの技術ではあるが、将来実用化の可能性を秘めている。

新・国家エネルギー戦略においても、エネルギー貯蔵の必要性は認識されており、水素貯蔵システムとしての実現可能性を検証できれば、気体水和物利用による水素貯蔵技術の重要性がさらに認識され、大学を中心とした基盤研究から企業による応用研究に発展することが期待される。

水素エネルギーの普及には、まだ多くの技術的課題があり、水素の製造、貯蔵、輸送、利用を含めた全体のシステムを構築することが必要不可欠である。

中でも、水素利用を推進していく上で最も大きな課題は、いかに安全に大量の水素を貯蔵できるかである。

本調査は、水素を「気体水和物」として貯蔵することで、安全に大量の水素を貯蔵する概念システムを構築し、水素利用の推進に寄与することを目的とする。

本年度の調査の成果は以下の通りである。

- ① 水素の最終エネルギーとしての位置づけ、水素製造方法、需要、貯蔵方法について調査し、その現状を明らかにした。
- ② 水素ハイドレートに関して、海外文献を中心に調査を行い、生成プラント／貯槽の設計に必要な生成条件、貯蔵条件(温度、圧力)を設定した。
- ③ 水素利用をイメージとして、「コンビナート全体」と「水素 SS 中継基地」の 2 つを考え、それぞれについて、ハイドレート貯蔵量を設定した。
- ④ シンプル・ハイドレート、バイナリー・ハイドレートの生成プラントの概念検討を行い、問題点を明らかにした。
- ⑤ 既存の貯蔵技術に対して、水素ハイドレート貯蔵への適用性について検討し、地下空洞形式ならびに地下タンク形式について概念検討を行い、課題を抽出した。

今後の技術的な検討課題としては、以下の項目が挙げられる。

【生成プラント、再ガス化プラントの課題】

- ① ハイドレート生成の反応器の単純化(反応圧力の低減)
- ② ハイドレート生成時の消費動力の低減(再ガス化後の氷の循環利用)
- ③ ハイドレート生成速度と細粒化度合いの最適化
- ④ 高圧、低温および粉体を扱う機器の構造最適化、材料の耐久性
- ⑤ シンプル・ハイドレート生成器における密度と空隙率について(生成器の体積と流通性についての確認)
- ⑥ 反応圧力の低下と反応温度の高温化条件の探求(既存の LNG を使用しない場合の電気消費量の低減)
- ⑦ 水素ハイドレートの連続生成装置の検討(高圧容器内での細粒化した氷の生成)

【貯槽システムの課題】

- ① 地下空洞形式貯槽の技術的課題(堆積岩の冷却・低温特性、漏気防止ライニングの材質選定など)
- ② 地下タンク形式貯槽の技術的課題(比較的小規模な場合の貯蔵形式の検討など)
- ③ ハイドレートの受入／払出システムの検討(方式の検討、焼結問題など)
- ④ 貯槽体積の設定(貯蔵時のハイドレート性状など)
- ⑤ 貯槽の初期クーリングについて
- ⑥ 運転中の分解ガス抑制について(クーリング方式、断熱材の検討)
- ⑦ 保安防災システムの検討(水素ガス漏気時の危険性予測、法的規制の調査、モニタリングの必要性など)

上記の検討項目を検証して貯蔵システムを確立したうえで、水素ハイドレート利用の事業性について評価・検討がなされることが望まれる。