

【日本機械工業連合会会長賞】

PEM 型水素発生装置 (HYDROSPRING®)

日立造船株式会社

大阪市住之江区

1. 機器の概要

近年、温室効果ガスを発生しない太陽光発電や風力発電など、いわゆる「再生可能エネルギー」の導入が世界中で進んでいる。しかし、再生可能エネルギー由来の電力は変動が激しく、有効に活用するためには変動電力の貯蔵および安定化が急務である。変動する電力を大規模かつ長期的に貯蔵できる技術としては電力のガス変換、いわゆる Power to Gas (PtG) が適しているとされ、当社は再生可能エネルギー由来の変動電力および大規模化に適応した、純水を電気分解して水素を発生する PEM 型水素発生装置 (HYDROSPRING) を開発した。

本機は、水素発生に必要な機器を全てパッケージ内に装備しており、基本的に水と電気を供給すれば水素を発生することができ、純水を直接電気分解するため安全に高純度な水素ガスを得ることが可能である。また、風力発電機との直結試験による秒単位の変動に対する追従性の確認や、コンテナパッケージ化による輸送・設置の省力化、遠隔監視システムの導入による管理の省人化を実現した。



図 1 PEM 型水素発生装置 HYDROSPRING(200Nm³/h, 40ft コンテナパッケージ)

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 安全かつ高純度

従来のアルカリ型装置と本機の一般的な諸元を表1に示す。

本機は固体高分子型を採用しており、電解液が純水であることから薬液を一切必要とせず、配管や電解槽の構成部材からの溶出もほとんど無いため、特別な保護具や排水処理などが不要である。また、電解槽の異常を早期に検知し酸素と水素の混合を防止するシステムを標準で備えており、高い安全性を確保している。

さらに、純水を直接電気分解するため、発生するガスへの不純物の混入も極めて少ない。そのため、従来のアルカリ型と比較して精製なしに高純度な水素を加圧下で供給することが可能である。

表1 固体高分子型とアルカリ型の比較

	電解液	水素純度 [ppm]	運転圧力 [MPaG]	負荷調整範囲 [%]
固体高分子型	純水	>99,999	0.8	10~100
アルカリ型	アルカリ溶液	>99	大気圧	30~100

(2) 再生可能エネルギー由来の変動電力に対応

本機は、4Nm³/hの固体高分子型水素発生装置と100kW風力発電設備を直結した実証試験を実施しており、秒単位の激しい変動電力であっても追従して正常に水素発生が可能であることを確認しており、幅広い負荷範囲で再生可能エネルギー由来の電力を無駄なく水素に変換することが可能である。

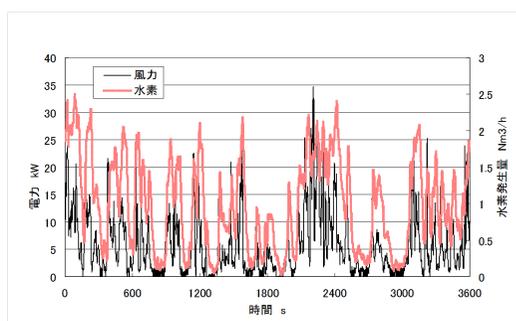


図2 変動電力に対する水素発生量の追従

(3) コンテナパッケージ

従来の屋内設置型であったスキッドマウント型の装置に加え、水素発生量に応じて 12~40ft コンテナ内に装置を収納するコンテナマウント型の装置をラインナップに加えた。コンテナ内に装置を収納することにより、当社工場で組み立てた状態のまま設置場所へ運搬し、そのまま設置することが可能である。



図 3 コンテナマウント型水素発生装置

そのため、専用の建屋を不要とし、太陽光発電所など、サイトに隣接した屋外の敷地に簡便に設置することを可能としている。

(4) 遠隔監視システムの搭載

水素発生装置内に遠隔監視システムを設置することで、計測している電流や電圧、装置内の圧力、温度等の全てのプロセスデータや、装置で発生している警報等の情報を当社技術員がリアルタイムでモニタリング出来るシステムの構築を行っている。また、計測したデータは全てクラウド上へ記録されており、装置に異常が発生した場合には過去にさかのぼってデータを解析する事が可能である。そのため、遠隔地に設置した装置であっても、トラブル発生時には適切な初期対応を迅速に実施する事が可能である。

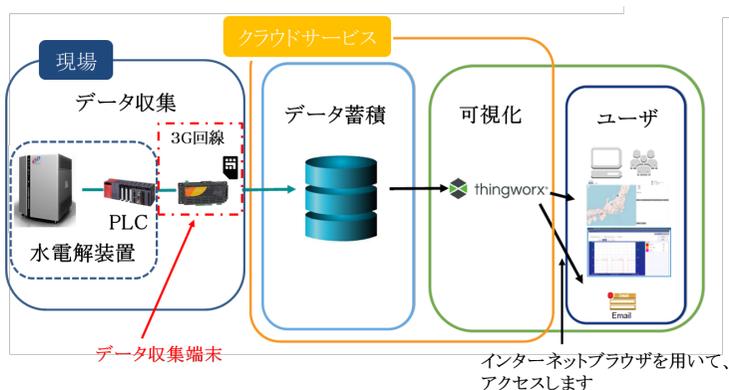


図 4 遠隔監視システム概要

2.2 効果

従来のアルカリ型装置と本機との性能比較を表2に示す。

(1) 消費電力の低減

固体高分子型水素発生装置(HYDROSPRING®)は、緻密な電解槽内の構造設計により、構成部材の密着性の確保と、高性能イオン交換膜の採用によって電気分解にかかる消費電力を低減しており、電力を無駄なく水素へ変換することが可能である。

(2) 設置面積の低減

電極の単位面積あたりに通電する電流値、すなわち電流密度を高めており、少ない電極面積でも大きな水素発生量を得ることが可能となっており、同規模のアルカリ型水素発生装置よりも省スペースに設置することが可能である。

また、コンテナパッケージ化を行うことにより、新たな建屋の建造コスト削減および現地施工の簡略化を実現した。

表2 固体高分子型とアルカリ型の性能比較(50Nm³/h 規模)

	電力源単位 [kWh-DC/Nm ³]	電流密度 [A/cm ²]	設置面積 [m ² /Nm ³]
固体高分子型	4.6	2.0	0.3
アルカリ型	5.2	0.6	1.2

3. 用途

水素ポンベの輸送が難しい離島や遠隔地における、ポンベ代替を目的とした用途や研究開発用途の他、近年では再生可能エネルギー関連の実証用としての実績が増えており、PtG システムの実証試験や再生可能エネルギー由来の余剰電力を吸収する用途に使用されている。