

水素エネルギーインフラ向け 遠心式圧縮機ソリューション

株式会社荏原エリオット
Sustainability Business Development

前田 淳

1. はじめに

来る再生可能エネルギー（以下、再エネ）社会に向けて、世界中で安価なエネルギーを利用して継続的に経済を発展させるためには、エネルギーの貯蔵・輸送・流通が重要な役割を果たす。電気エネルギーそのものを長期間・大量に貯めておくことは難しいので、何らかの安定した別形態に変換する必要がある。特に長距離輸送に有用なエネルギーキャリアとして水素が期待されている。水電解プロセスを介して、電気エネルギーを貯蔵しやすい水素の化学エネルギーに変換する。日本では再エネコストが他国と比べて高いため、大量・安価に再エネが入手できる海外地域で生産された水素を輸入し、発電・モビリティ・化学合成等に利用する、という国際的な水素サプライチェーンの構築に期待が集まっている。

2. 荏原エリオットの水素圧縮技術

圧縮機は、機械的エネルギーをガスのエンタルピーに変換する機能を持ち、ガスに流路圧損を超える圧力を与えて移送する、あるいは化学反応プロセスに必要な圧力・温度を与える、といった用途などに使われる産業用機械である。その作動原理から、容積形とターボ形の二つのタイプに大きく分けることができる。さらに、容積形にはロータリー式（さらに細かくスクリュウ式、スクロール式などに分けられる）及び往復動式、またターボ形には遠心式や軸流式、といった構造による分類がなされている。それぞれの方式に特徴があり、取扱流量、圧力、制御方法、設置スペース等の要求仕様や制約条件によって使い分けられている。

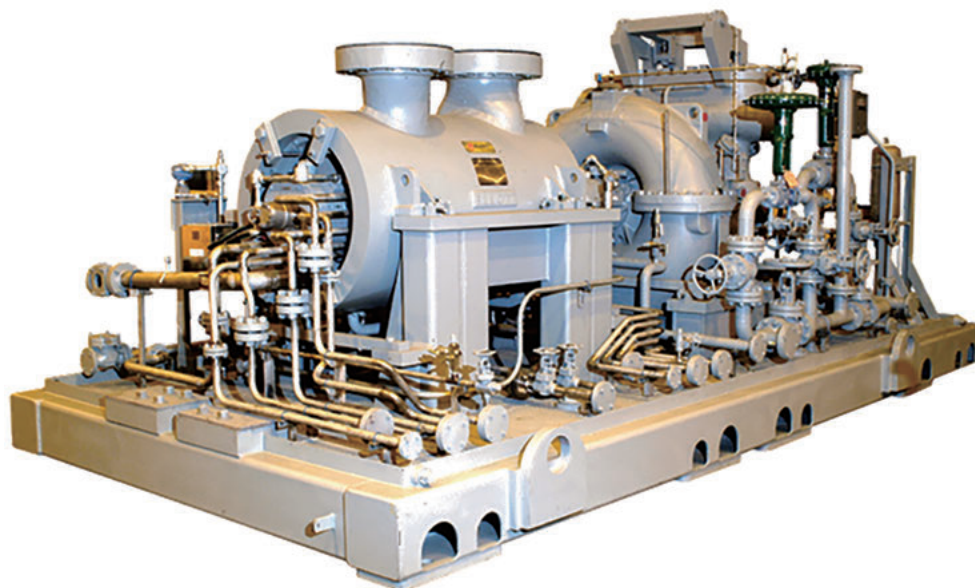


写真 1 水素圧縮機の外観例

現在、世界中で水素サプライチェーンを構築するためのインフラ整備が行われている。技術が未成熟な部分がある、コストが依然として高いレベルにある、市場がまだ小さい限定的である、といった背景から、現在までに運転・建設されている水素インフラの多くは中小規模となっており、ここで用いられる圧縮機の多くは、小～中流量領域に適する容積形が選定されているようである。一方で、水素エネルギー社会実現のためには水素の低コスト化が必要であるが、そのための一つの方策は、需給量の増大や、インフラや機器の大型化による“規模の経済”原理での大幅なコスト低減である。これを実現するためには水素インフラに用いられる圧縮機も大流量に対応する製品仕様が求められるので、昨今ターボ形、特に遠心式圧縮機の需要が出てきつつある。

ターボ形圧縮機を用いた水素圧縮における課題の一つとして、圧力比（昇圧幅）を確保するのが難しいという点がある。水素は炭化水素等のガスに比べて分子量が極めて小さく、比熱が大きいという特性を有する。水素ガスに対して高い圧力比を与える場合、ターボ形圧縮機の作動原理から、羽根車の段数や圧縮機のケーシング数が増大する傾向にある。プラント建設の観点では、機器

購入コストや設置コストといった初期投資額が大きく膨らみ、プラントの経済性が大きく悪化する場合もある。

「Ebara Elliott Energy」ブランドを展開する荏原エリオットは、株式会社荏原製作所に所属しており、エネルギー市場（オイル&ガス、電力、新エネルギー等）に向けて圧縮機・ポンプ・蒸気タービンといった流体機械製品及びそのソリューションを提供している。従前より、石油精製等で用いられる水素化脱硫、水素化分解、水素化処理といったプロセス向けに、水素ガスを昇圧する遠心式圧縮機（写真1参照）を世界中で提供しており、これまでに300台超の納入実績を有する。

この豊富な実績と確かな設計開発・製造技術に基づいた、新たな水素サービスに対する当社の製品技術を紹介する。

上述した圧力比の課題に対するソリューションとして、Flex-Op水素圧縮機アレンジメントを開発した。図1が示すように、一つの多軸ギアボックスを介して最大4台の遠心式圧縮機を連結し、一つのユニットとしてまとめることが可能となる。これにより、水素ガスであっても少ないユニット数での昇圧が可能となる。

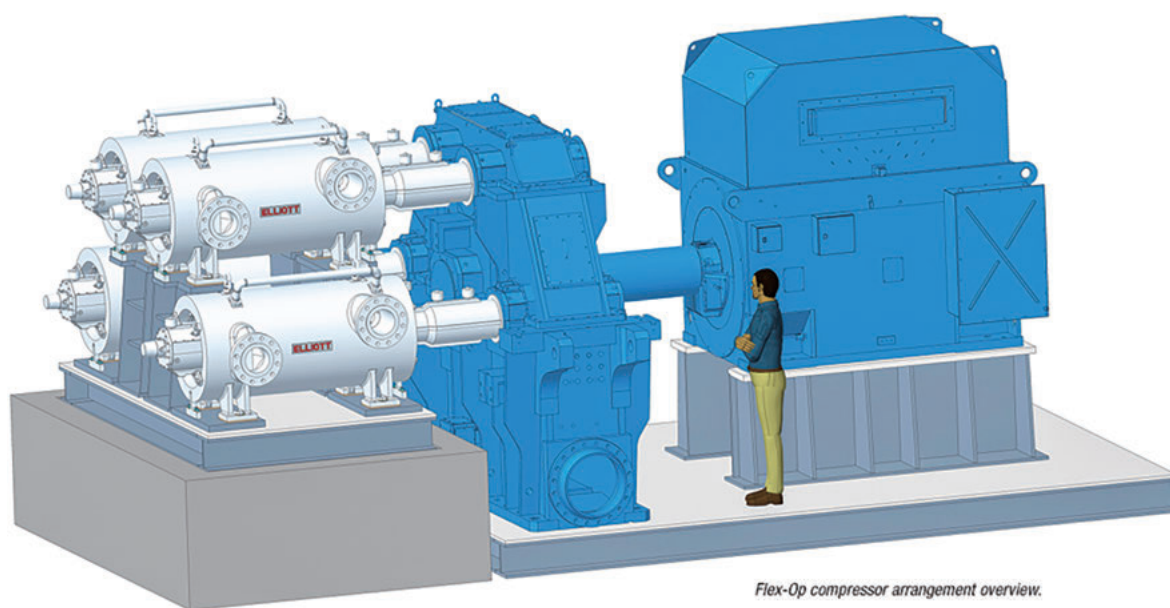


図1 Flex-Op水素圧縮機アレンジメント イメージ

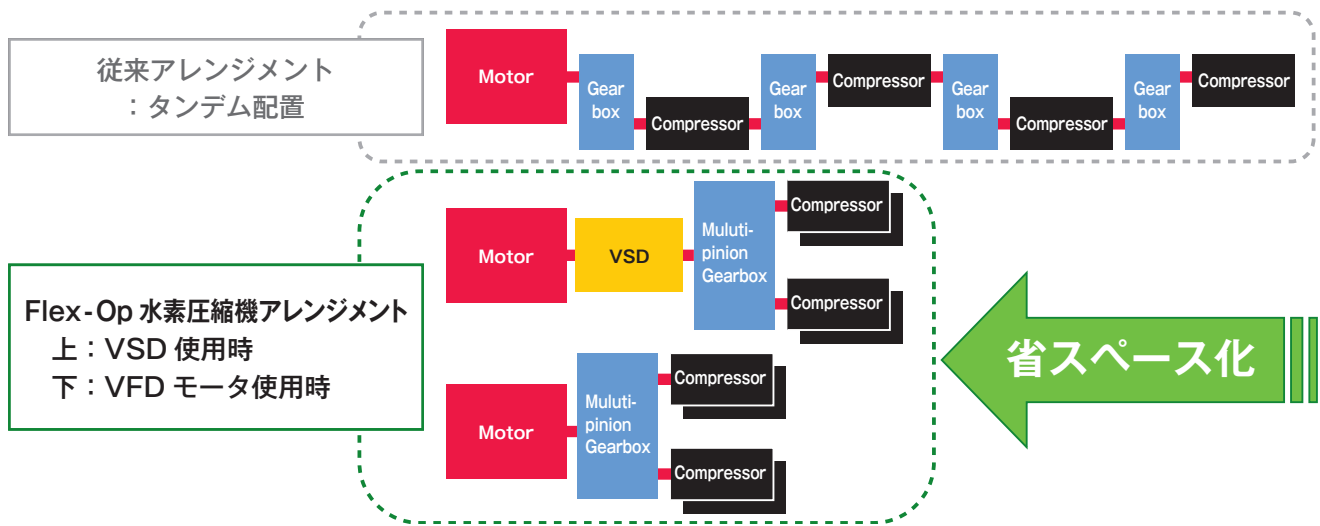


図2 従来アレンジメントとFlex-Op水素圧縮機アレンジメント構成の比較
(圧縮機ケーシング4台の例)

また図2に示すとおり、従来のタンデム配置に比べて大幅な省スペース化を実現できるアレンジメント技術となっている。例えば、あるケーススタディでは、圧縮機本体及びギアボックスが占める軸方向スペースを約75%削減し、約12m（ケーシング4台のタンデム配置）から約3m（Flex-Op水素圧縮機アレンジメント）に短縮された。この省スペース化は、設置エリアを用意するために必要な初期コストの低減や、利用可能スペースが限られている既存プラントへの増設時など、水素インフラの導入拡大に大きく貢献するものである。

さらに、ユニットに搭載される圧縮機自体は、石油精製など従来の水素アプリケーションに採用実績を多数有する既存機種を採用している。外部へのガス漏れがない、潤滑油など不純物が内部ガスに混入しない、摺動部が限りなく低減されているためメンテナンスや修理交換の期間が長くコストも極力抑えられる、といった遠心式圧縮機の特徴を活かして、高純度の水素でも安全に取り扱える、信頼性の高い機器ユニットとなっている。

当社では近年、水素ガスパイプライン輸送、グリーンアンモニア合成、といった取扱流量が大きく、昇圧幅も比較的大きい、新たな水素サービスに対する問い合わせや検討依頼をいただく機会が年々増加しており、積極的にFlex-Op水素圧縮機アレンジメントでのソリューション提案を行っている。

3. おわりに

さらなる技術開発のステップとして、遠心式圧縮機の高速度による羽根車段数の低減が挙げられる。ただし、遠心式圧縮機は元々エネルギーインフラでの重要機器であることから、コスト・エネルギー最適化のための技術開発に対して各メーカーで鎊を削ってきた歴史があり、圧縮機設計はすでに現状技術で可能な限り高速化されている。したがって、既存技術の改良だけでは大幅な高速化を達成することは難しい。そのため当社では、羽根車材料・ロータ設計・機械要素・駆動機等における革新的な技術開発を行い、炭化水素など従来取り扱ってきたガスと同程度に低コスト・高効率・コンパクトとなる、高速化された遠心式圧縮機システムの実現に向けて今後も精力的に取り組んでいく。