

水素駆動型 RTG の開発と課題



浅見 織音

株式会社三井E&S マシナリー
運搬機システム事業部企画管理部
戦略企画 Gr 兼 水素ビジネス推進室



市村 欣也

株式会社三井E&S マシナリー
運搬機システム事業部企画管理部
戦略企画 Gr

1. はじめに

2020年10月に日本政府は2050年カーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言した。国土交通省ではカーボンニュートラルポート（以下、CNP）の形成に取り組んでおり、コンテナターミナル（以下、CT）内における荷役機器、特にラバータイヤ式ガントリクレーン（以下、RTG）の様に、ディーゼルエンジンを搭載した荷役機器の脱炭素化に注目が集まっている。

2. RTGの低炭素・脱炭素化

従来型のRTGには400～500kW程度のディーゼル発電機セットが搭載されており、1時間あたり20リットル以上の軽油を消費している。当社では、巻下時のエネルギーを蓄電池に蓄積し、巻上加速時のエネルギーに再利用するハイブリッド型RTGについて、2004年に米国ロングビーチ港でフライホイール式の実証試験を実施、2007年に名古屋港ヘスーパーキャパシタ式の初号機を、2011年に神戸港ヘリチウムイオン蓄電池式の初号機を納入した。リチウムイオン蓄電池式ハイブリッド型RTGの軽油消費量は従来型の50%程度である。

2.1. 水素駆動型 RTG の開発

米国ロサンゼルス・ロングビーチ港では2030年までに港湾地区における排出ガスをゼロに（ゼロエミッション化）するクリーン・エア・アクション・プランが推進されている。当社では、この動きに対応し、いち早く水素燃料電池（以下、FC）を電源とするRTG（以下、ゼロエミッショントランスターナ[®]^{注1)}の開発に着手した（図1）。

図2に、従来のハイブリッド型RTGの駆動系構成図を示す。ゼロエミッショントランスターナ[®]では、ディーゼルエンジン、交流発電機、整流器等で構成されるパワーユニットを燃料電池、水素タンク、補機類等で構成されるFCパワーパックに変換し、リチウムイオン蓄電池を大容量化する。



図1 ゼロエミッショントランスターナ[®]イメージ図

従来のハイブリッド型RTGでは巻下時のエネルギーを蓄電池に蓄積し、巻上時にはディーゼルエンジン発電機セットで得られるエネルギーと蓄電池から得られるエネルギーを併用して荷役していたが、ゼロエミッショントランスターナ[®]では、蓄電池を大型化しFCパワーパックで発電したエネルギーを全て大容量蓄電池に蓄積し、大容量蓄電池から供給される電力で荷役することにより、FCの小型化と定常運転化を図っている。

本開発は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／研究開発項目III（燃料電池の多用途活用実現技術開発）」の助成対象として2021年6月に採択された。助成期間は2023年3月までであり、当社大分工場に設置された開発試験用トランスターナ[®]（写真1）にFCパワーパックを実装し、従来のディーゼルエンジン発電機セットで駆動するRTGと同等の荷役能力を発揮出来ることを実証する。

2.2. 水素駆動型 RTG の課題

1) 水素供給体制の整備

仮に、現時点で水素駆動型RTGが実用化できたとしても、水素を安価、大量かつ安定的に供給する体制が整備されなければ、荷役作業に投入してゆくことは不可能である。RTGのみならず、荷役機器の水素駆動化ではCTオペレータ、荷役機器メーカー、水素供給事業者、行政機関が一体となって検討を実施

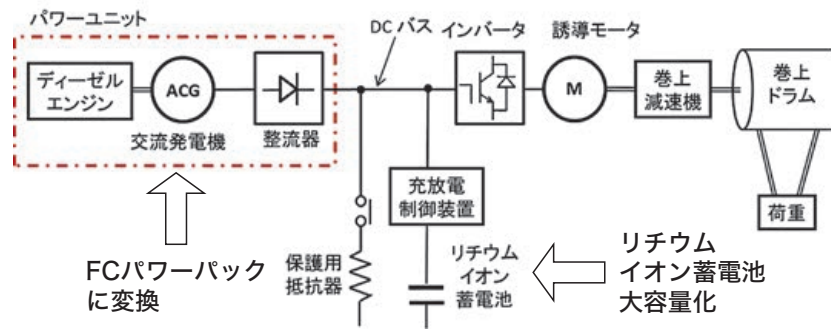


図2 RTG駆動系構成図



写真1 開発試験用トランステーナ®

し、安定的な水素サプライチェーンを構築する必要があります。

一方、安定的な水素サプライチェーンが構築されるまでには、なお相当の時間を要すると見られ、当面のRTG導入においては、将来水素サプライチェーンが構築できた際に、水素駆動型へ容易に改造できるものを導入しておくことが望ましい。すなわち、ディーゼル発電機セットをFCパワーパックに、軽油燃料タンクを水素燃料タンクに換装するのみで、電気制御部品や機械部品はそのまま流用できるようにすべきである。

2) 水素燃料電池、水素タンク等機器の小型化

CTにおいては、コンテナの蔵置密度を上げ土地を有効活用することが重要課題である。このため、RTGは狭隘なスペースで運用されており、機器の搭載スペースは少なくRTG本体からの張り出し寸法は厳しく制限され、機上に搭載するFCや水素タンクを小さくする必要がある。

FCについては、回生エネルギー蓄電再利用システム（ハイブリッドシステム）の蓄電池容量を向上させ、FC自体の出力を小さくすることが効果的である。それにより、水素消費量を少なくすることが可能となり、水素タンクの小型化を図ることができる。ただし、FCと蓄電池の費用バランスに注意し、一方を小さくするために他方が高価になりすぎないようにする必要がある。

また、水素タンクを小さくするためには液体水素の利用が最も効果的であるが、輸送、貯蔵、充填のための技術開発が必要

であり、実用化までに相当の時間を要すると見込まれる。このため、当面は、RTGにも水素乗用車と同様の圧縮水素ガスタンクを搭載することになる。圧縮水素ガスタンクの小型化を図るには、より高圧のものを用いることが望ましい。なお、トヨタ自動車の水素乗用車ミライでは初代が35MPa、第二世代が70MPaの圧縮水素ガスタンクを採用している。

3) 水素のRTGへの充填作業

水素駆動型RTGの導入に際しては、水素充填作業を容易にする必要がある。これには、充填頻度、充填時間、作業の手間を現状のディーゼル給油に近づける必要がある。

充填頻度は最低でも1日1回、望ましくは数日に1回を目指すべきである。しかしながら、高圧ガス保安法第24条の2第1項、高圧ガス保安法施工令第7条第2項により、300m³以上の圧縮水素は特定高圧ガスとなり、保安法第24条の3により技術基準に適合することが求められる。300m³の水素では、RTGを数時間程度しか稼働できないと想定されており、法的規制緩和も視野に入れて議論する必要がある。

充填時間は、供給水素圧と機上水素タンクの圧力差によるところが大きい。水素を加圧して充填する場合、高圧ガス保安法第5条第1項に規定される第一種製造者として、事業所ごとに都道府県知事の許可を受けなければならない。一方、両者の差圧で充填する場合、高圧水素を輸送する必要があるが、RTG機上タンクが70MPaの場合、82MPa以上の水素を輸送する必要があり、水素供給業者との調整が必要である。

3. おわりに

本稿では、水素駆動型RTGの課題や検討事項について説明した。RTGの機動性、すなわちオペレーションの自由度を活かしつつ低炭素化・脱炭素化を図ることを念頭に検討する必要がある。

本稿が、CNPの計画等に携わる方の参考になれば幸いである。

注1)トランステーナ®は当社子会社であるPACECO CORP.の登録商標です。当社はPACECO CORP.のライセンスとして、トランステーナの開発・製造を行っています。