

## 環境対策型作業船「越後9000」の脱炭素化に向けた取り組み

株式会社本間組 非会員 ○鈴木 敦子  
株式会社本間組 非会員 澁谷 雄司  
株式会社本間組 非会員 小崎 孝一

### 1. はじめに

2020年10月、日本政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言した。現在、日本は年間で12億トンを超える温室効果ガスを排出しており、この目標を達成するために再生可能エネルギーの導入拡大や省エネルギー技術の革新が求められている<sup>1)</sup>。

港湾工事においてもCO<sub>2</sub>の削減や脱炭素化の実現を図ることは重要な課題となっている。「港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン(施工段階編(試行工事用))令和5年11月」版には、港湾工事におけるCO<sub>2</sub>排出量削減の方策として、建設機械・作業船の稼働時における燃料消費量削減に伴う排出量削減に向けて、作業船のハイブリッド化・蓄電システムの導入や水素・アンモニア燃料の使用の検討が進められている<sup>2)</sup>。

当社はD6,000PSポンプ浚渫船「第五越後」を保有し、新潟港をはじめ日本海側主要港湾の泊地・航路維持事業に携わってきた。ポンプ浚渫では、土砂処分場が限られる現況においてあらゆる浚渫工事仕様に 대응できるよう、新たに環境対策型作業船「越後9000」を建造した(図-1)。

本報告では、港湾工事におけるCO<sub>2</sub>の削減や脱炭素化への対応として期待される環境対策を施した作業船「越後9000」の取り組みについて紹介する。

### 2. 船舶概要

環境対策型作業船「越後9000」(以下「本船」という。)は、船体が全長56.00m、幅20.00m、深さ4.00m、排水トン数が1,980tの規模で専用の中継ポンプ船としては大型となる(表-1)。中継ポンプ船は、ポンプ浚渫船から土砂処分場へ浚渫土砂をポンプ圧送する際、排送に用いられる排砂管の経路中に組み入れ、中継圧送することにより排送距離を延伸させ、安定的に土砂処分場への投入を可能とする船舶である。主機関には9,000PSのディーゼル機関を搭載し、弾性継手および



図-1 「越後9000」全景

表-1 「越後9000」主要諸元

#### 【船体主要寸法】

全長	56.00 m
長さ	49.80 m
幅	20.00 m
深さ	4.00 m
喫水	2.00 m
排水トン数	1,980 t

#### 【発電装置】ディーゼル発電機

主発電機	500 kVA
補助発電機①	400 kVA
補助発電機②	125 kVA

#### 【主機関】型式12PC2-6V

定格出力	6,600 kW
馬力	9,000 PS

#### 【中継ポンプ】型式KSP-850DH

排送距離(細砂)	7.0 km
排送距離(シルト)	16.0 km

#### 【環境対応設備】

リチウムイオン蓄電システム	176 kWh
水素燃料発電機 発電能力	60 kW
低周波除去装置付サイレンサー	

減速機を介して中継ポンプを駆動する。なお、本機関はディーゼル機関に適合される国際海事機関（IMO）のNOx（窒素酸化物）規制対応型である。

### 3. ディーゼル発電機による船内給電の現状と課題

従来の船舶では、船内で使用する電力をすべてディーゼル発電機によって賄っており、運転作業中だけでなく夜間停泊時においても電力供給用に常にディーゼル発電機を駆動させるため、発電に伴うCO<sub>2</sub>や有害排気ガス（NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>）を24時間排出しているのが現状である。

また、ディーゼル発電機が安定して運転するためには、最低負荷率を維持する必要がある。使用電力が少ない場合でも発電機は最低負荷率を維持して発電を行うため、必要以上の電力（余剰電力）を作り出す。船内では、この余剰電力が常に発生しており、エネルギーロスが課題となっていた。

### 4. 脱炭素化に向けた取り組み

本船は脱炭素化に向けた取り組みとして、リチウムイオン蓄電システムおよび水素発電機を導入し、ディーゼル発電機とのハイブリッド化を推進した。特に、夜間停泊時のCO<sub>2</sub>排出量をゼロにする取り組みを紹介する。

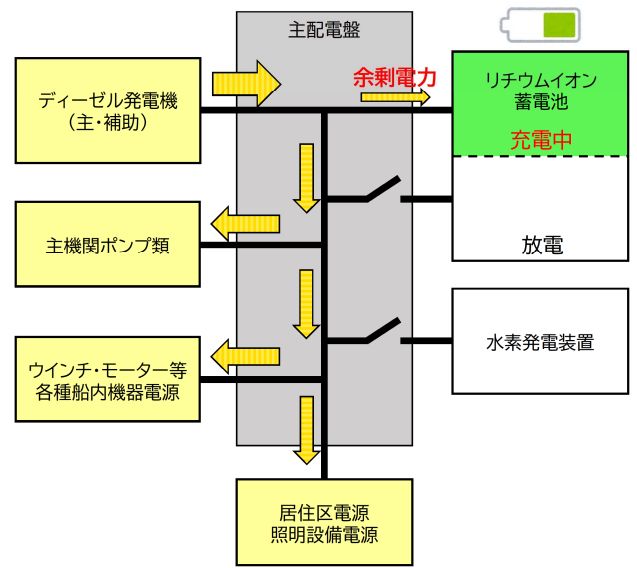
#### 4. 1 運転中の余剰電力の蓄電および再利用

本船ではディーゼル発電機の駆動時間を短縮し発電に伴うCO<sub>2</sub>や有害排気ガス（NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>）の排出量を削減するために、運転作業中のディーゼル発電機（主発電機または補助発電機）から発生する余剰電力を蓄えるリチウムイオン蓄電システムを導入し、夜間停泊時の照明、給水、冷暖房等の生活電力用に利用する仕組みを構築した（図-2）。搭載したリチウムイオン蓄電池の蓄電容量は176kWhであり、一般家庭1日あたりの電力消費量（10.5kWhと想定）の約16日分に相当する。

#### 4. 2 水素発電機の導入

リチウムイオン蓄電システムの補助として、FC（燃料電池）モジュール（図-3）を使用した水素発電機を搭載した。FC（燃料電池）は空気中の酸素と水素カードル（図-4）から供給される水素

**運転作業中** 発電機から給電、リチウムイオン蓄電池に充電



**夜間停泊時** リチウムイオン蓄電池から給電

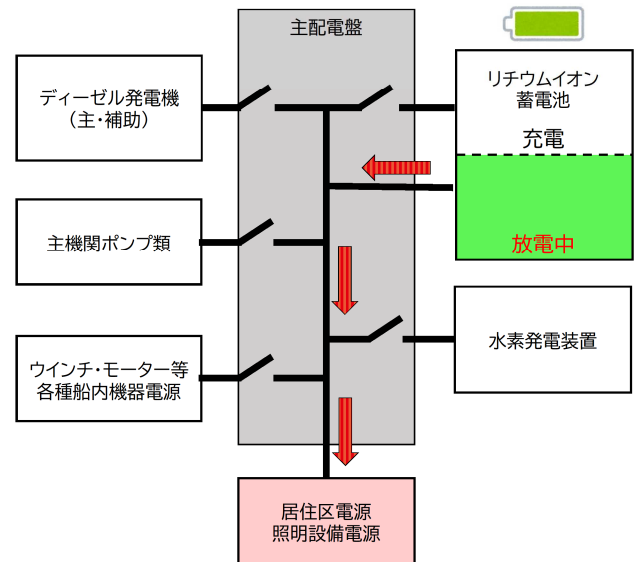


図-2 船内の電力供給模式図



図-3 FC（燃料電池）モジュール

との化学反応により発電するもので、CO<sub>2</sub>や有害排気ガス（NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>）を排出せず水のみを排出することから、環境に配慮したクリーンなエネルギー源である。

水素発電機により発電した電力は、生活電力に利用できるほか、リチウムイオン蓄電池に蓄電することも可能である。

### 4. 3 船内電力の可視化

船内の発電状況および電力使用状況をリアルタイムに把握するために「電力見える化システム」を導入した（図-5）。このシステムは、ディーゼル発電機（主発電機、補助発電機）および水素発電機の運転状況やリチウムイオン蓄電池の充電・放電状況、リチウムイオン蓄電池残量、現在の消費電力（船内負荷）などの情報をリアルタイムにグラフや数値で可視化し、1つの管理画面でまとめて確認できる。このシステムにより、いつ、どれだけ電力を消費しているかを把握することで、電力供給源のディーゼル発電機とリチウムイオン蓄電池、水素発電機を適切に切り替え、効率的なエネルギー管理を行っている。

### 5. 環境負荷低減効果

夜間停泊時の生活電力をすべてリチウムイオン蓄電池に溜めた電力で賄った場合のCO<sub>2</sub>削減量を算出した。

#### 【算出条件】

補助発電機②（125kVA、50%負荷）の使用時と仮定

- ・使用時間：13時間/日
- ・燃料使用量（軽油）：15.4ℓ/時間<sup>3)</sup>
- ・稼働日数：25日/月
- ・燃料の使用に関する排出係数（液体化石燃料—軽油）：2.62tCO<sub>2</sub>/kℓ<sup>4)</sup>

上記の算出条件より1か月に消費する軽油量を計算すると約5,000ℓとなる。これにより、補助発電機で夜間停泊時の生活電力をすべて賄った場合、1か月あたり約13.1tのCO<sub>2</sub>排出量となる。したがって、リチウムイオン蓄電池に溜めた余剰電力を夜間停泊時に使用することで、1年間で約157.2tのCO<sub>2</sub>排出を削減できる。

このリチウムイオン蓄電池に溜めた余剰電力分で削減できるCO<sub>2</sub>排出量約157.2tCO<sub>2</sub>/年を樹木の吸収



図-4 水素カードル

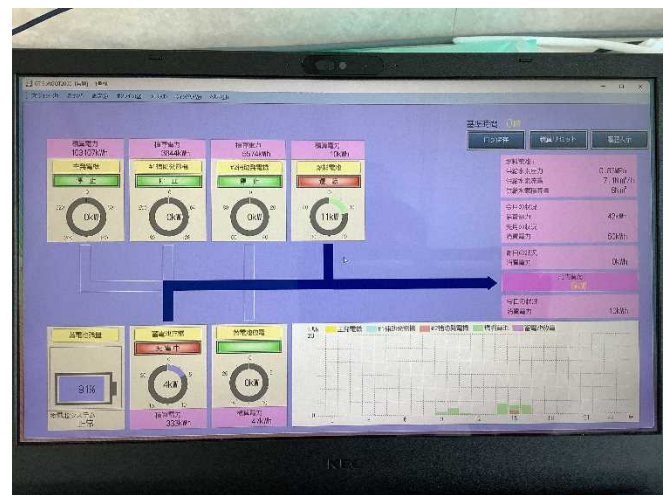


図-5 「電力見える化システム」画面

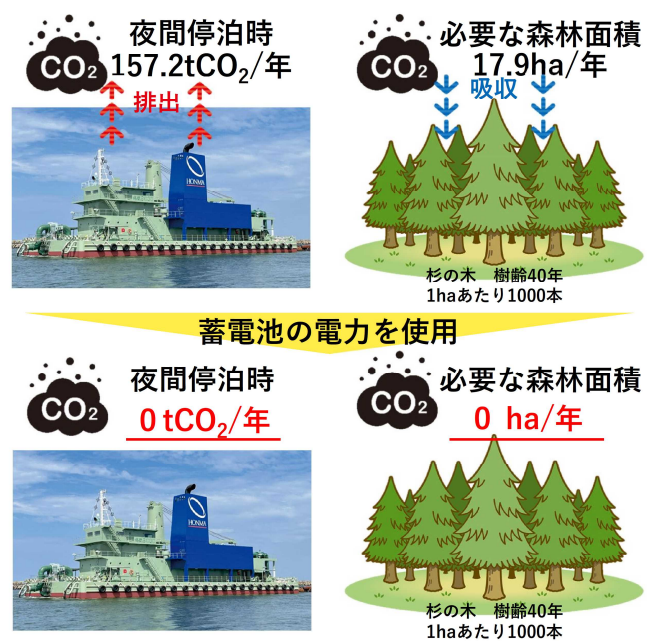


図-6 環境負荷低減効果

により削減しようとした場合、どのくらいの森林面積が必要になるかを算出した。森林の条件を「樹齢40年の杉の木が1haあたり1,000本生えている」と仮定すると、この森林が1年間に吸収できるCO<sub>2</sub>量は約8.8t/ha<sup>5)</sup>である。これより、本船がリチウムイオン蓄電池に溜めた余剰電力で削減できるCO<sub>2</sub>排出量約157.2tCO<sub>2</sub>/年を森林で吸収するためには、約17.9ha(17,900本)の森林が必要となる(図-6)。

以上の結果から、夜間停泊時の生活電力をリチウムイオン蓄電池に溜めた余剰電力で賄う取り組みは、CO<sub>2</sub>排出の削減に大変有効であると言える。

## 6. おわりに

本報告では、港湾工事におけるCO<sub>2</sub>の削減や脱炭素化への対応として期待される環境対策型作業船「越後9000」の取り組みを紹介した。

2050年カーボンニュートラルの実現を図ることは社会全体の重要な課題となっており、建設業界においても、港湾工事で使用する作業船舶のハイブリット化や蓄電システムの導入、水素・アンモニア燃料の使用など、CO<sub>2</sub>削減・脱炭素化に向けた取り組みが加速するものと考えられる。

今後も、自社作業船舶のCO<sub>2</sub>排出量削減に向け、太陽光や風力等の再生可能エネルギーの活用やハイブリット化による船舶の電化等の方策を検討し、港湾工事における環境負荷の軽減や脱炭素化への取り組みを進めてまいりたい。

## 参考文献

- 1) 環境省.“国の取組”. 脱炭素ポータル. [https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon\\_neutral/road-to-carbon-neutral/](https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/road-to-carbon-neutral/), (参照 2024-08-23)
- 2) 国土交通省.“第7回 港湾工事における二酸化炭素排出量削減に向けた検討WG”. [https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_tk5\\_000046.html](https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk5_000046.html), (参照 2024-08-23)
- 3) デンヨー.“ディーゼルエンジン発電機DCAシリーズ(カタログ)”. p18
- 4) 環境省.“算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧”. 温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度. <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>, (参照 2024-08-23)
- 5) 農林水産省林野庁.“よくある質問：森林吸収量はどのように算定するのですか”. [https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin\\_riyou/ondanka/con\\_5.html#Q1%20%E6%A3%AE%E6%9E%97%E5%90%B8%E5%8F%8E%E9%87%8F%E3%81%AF%E3%81%A9%E3%81%AE%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%AB%E7%AE%97%E5%AE%9A%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%81%8B](https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/ondanka/con_5.html#Q1%20%E6%A3%AE%E6%9E%97%E5%90%B8%E5%8F%8E%E9%87%8F%E3%81%AF%E3%81%A9%E3%81%AE%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%AB%E7%AE%97%E5%AE%9A%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%81%8B), (参照 2024-08-23)