

LNG (液化天然ガス) 運搬船の燃費効率が大幅に向上する「川崎URA型再熱式蒸気タービン」の構造

世界で初めて「川崎URA型再熱式蒸気タービン」をLNG運搬船に搭載

川崎重工・坂出工場(香川県坂出市)で建造したLNG運搬船「エネルギーホライズン」(竣工:2011年9月、東京ガス/日本郵船向け)は、川崎重工が次世代の最大汎用船型として新しく開発したタンク容量17万7,000m³型LNG運搬船の第一船である。

このLNG運搬船は、世界の主なLNG基地に入港可能で、積載容量は従来型より約20%増加し球形タンク形式として世界最大船型となっている。

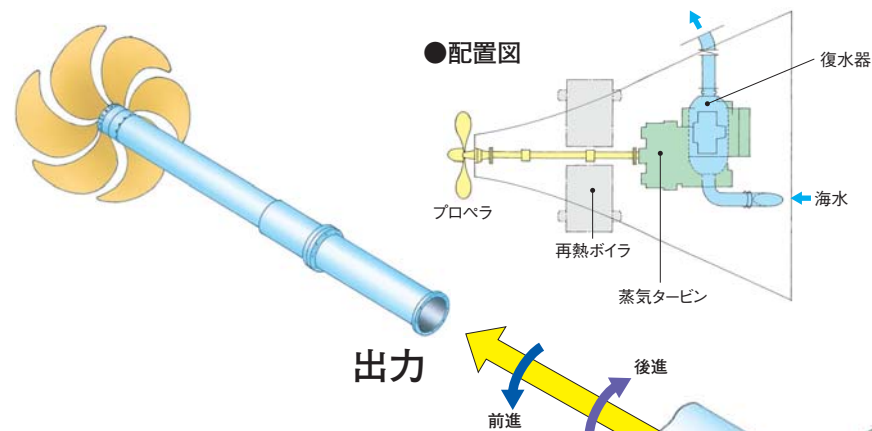
また、LNG運搬船では初めて、「川崎URA型再熱式蒸気タービン」を採用した新型の推進機関「川崎URA型再熱蒸気プラント」を搭載したことも大きな特徴である。

燃費効率が大幅に向上する3段構えの新型蒸気プラント

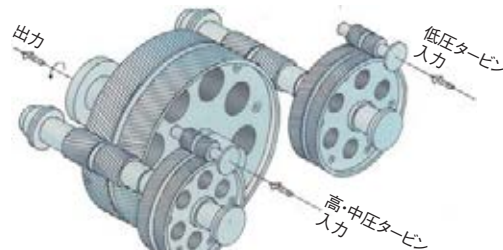
“再熱蒸気プラント”というのは、ボイラでつくった蒸気が、まず、蒸気タービンの高圧タービンを回し、次に低圧タービンを回すという従来型と異なり、高圧タービンを回し終えた蒸気をもう一度ボイラに戻して再加熱し、新たに設けた中圧タービンに送ってこれを回転させる。中圧タービンを回し終えた蒸気はそのまま低圧タービンに送られ、これを回転させる。つまり、従来型が2段構えなら再熱型は3段構えの仕組みになっている。

この“次世代汎用型LNG運搬船”は、「川崎URA型再熱蒸気プラント」の搭載に加え、船首尾形状の最適化などによる推進性能の改善などもあり、燃費効率が従来型より約15%も向上した。

世界で初めて、新型の「川崎URA型再熱蒸気プラント」を搭載した次世代汎用型LNG運搬船「エネルギーホライズン」。



●LNG運搬船と蒸気タービン
LNG運搬船の貨物タンクは、高性能の断熱パネル(川崎パネル方式)でしっかりと覆われている。しかし、LNGは-162℃という極低温だけに、輸送中、ごく少量が自然気化することは避けられない。LNG運搬船では、この自然気化ガス(ボイルオフガス)を有効に利用するため、これをボイラで燃やして蒸気をつくり、その蒸気で蒸気タービンを回して推進エネルギーにする“蒸気タービン・ボイラプラント”が採用されている(必要に応じて重油などの燃料油を燃やすことも可能)。



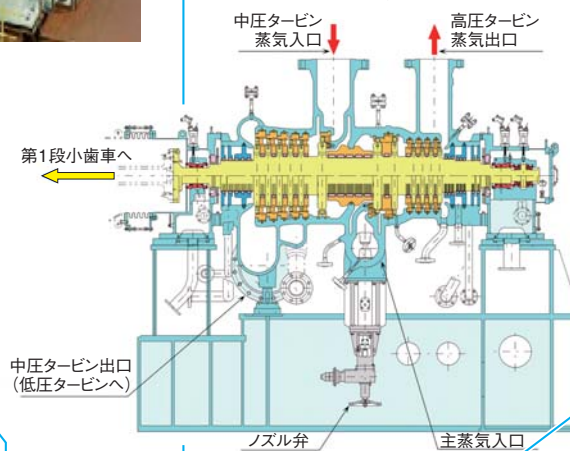
●減速歯車装置
高・中圧タービン、低圧タービンで発生した高速回転は、それぞれに直結している減速歯車装置で1分間70~80回転に減速される。そして、減速歯車装置につながるシャフトの船尾側先端に装備されているプロペラを回して船を走らせる。減速歯車装置の各歯車は、高硬度特殊合金鋼製で、超精密歯車研削盤により高精度に仕上げられている。偏心軸受けにより、歯車はしっかり噛み合うようになっている。

●再熱ボイラ
ボイラは2缶で構成されている。それぞれボイラ内部が過熱器と再熱器に分かれており、高圧タービンを回し終えた蒸気は再熱器に戻されて再加熱される仕組みになっている。



●高・中圧タービン
高圧タービンと中圧タービンのロータは、写真のようにコンパクトな一体型で、水平分割式の同一車室に組み込まれている。

●組立断面図



●蒸気の流れ(前進運動時)
●蒸気の流れ(後進運動時)
●動力の流れ(前進方向)
●主復水器冷却水(海水)

●高圧タービン蒸気出口(ボイラ再熱器へ)
●中圧タービン蒸気入口(ボイラ再熱器より)

●“再熱”の仕組み

- 2缶のボイラでつくられた主蒸気は、まず、高圧タービンに送ってこれを回す。高圧タービン入口の蒸気条件は約120気圧、560℃(エネルギーホライズン搭載の「URA-450」型の場合、以下同)
 - 高圧タービンを回し終えた蒸気はいったんボイラに戻し、再加熱してから中圧タービンに送り、これを回す。中圧タービン入口の蒸気条件は約30気圧、540℃。
 - 中圧タービンを回し終えた蒸気はそのまま低圧タービンに送り、これを回す。
- ★高・中圧と低圧の2系統に分けることにより、万一、一方が停止しても推進力がゼロになることがない。
- ★低圧タービンを回して役目を終えた蒸気は復水器に送られ、冷却管の壁を通して管内部を流れる海水で冷やされて水に戻り、再びボイラに戻される。
- ★「川崎URA型再熱式蒸気タービン」は蒸気を再加熱するだけではなく、蒸気の高圧高圧化やタービンブレード(翼)の改良など燃費効率向上のためにさまざまな工夫を施している。

●低圧タービン
前進タービンと後進タービンが一体化になった構造。前進運転時には、中圧タービンから送られてきた蒸気が前進タービンに、後進運転や船の急停止の場合は、主蒸気が後進操縦弁を介し、後進中間弁を経て後進タービンに流入する。

●後進タービン

●復水器冷却海水出口

●復水器
腐食しにくい多数のチタン製冷却管で構成されている。



●操縦弁(主蒸気入口)

●海水

●復水器用冷却海水入口