

# 大型機器のリプレース工事における取扱技術

Transportation technology of large machines on replacement

東芝プラントシステム (株) 向山 素 Motoi MUKAIYAMA Non-Member  
東芝プラントシステム (株) 山本 好輝 Yoshiteru YAMAMOTO Non-Member

**Abstract** Replacements of machines a part of systems in a power plant have increased in number recently. Transportation of their machines in replacement are more difficult than in construction of new power plants. Because other many machines around here don't let giving necessary area to transport and work in replacement. We can't say it's fit for this transportation by rollers that have used in this kind of works before. Now we apply the floating carrier by compressed air to transportation of large machines on replacement. This shortens the period of works effectively.

**Keywords:** transportation , replacement , floating carrier, compressed air

## 1. 緒言

近年、既設発電プラントにおける補修工事の重要性が増している。その背景には、安全性、信頼性を損なわずに経済性も考慮して機器を稼働させる考え方が認められつつあることに加え、設備や機器の寿命に関する計測技術の向上や補修技術の向上による効果も大きい。

当社が携わる補修工事の中でも、機器のリプレース工事（取替え工事）は年々増加している。この工事の特徴は、システム全体あるいは多くの機器群を一度にリニューアルするのではなく、継続使用が可能な領域は残し、取替えるべき部分（単体の機器など）のみを取替えることである。

したがって工事期間中でも、リプレース機器の周囲には継続して使用する機器が運転時の状態で据付けられている。当然ながら工事の際にはこれらの周辺機器を損傷させぬよう配慮する必要がある。

リプレース工事はプラントの新規建設工事と異なる点が多く、その違いに配慮した工事用装置、治具を必要とする場合も多い。

本報では補修工事の中でも最も手間のかかる工事の1つである大型機器のリプレースを、工事側の視点から取上げ、我々が開発した専用ツールとそれを用いた工法について報告する。

## 2. リプレース工事の特徴

大型機器の据付時における、プラントの新規建設の場合と機器を取替えるリプレース工事の場合の違いについて Fig.1 の工事フローに沿って説明する。

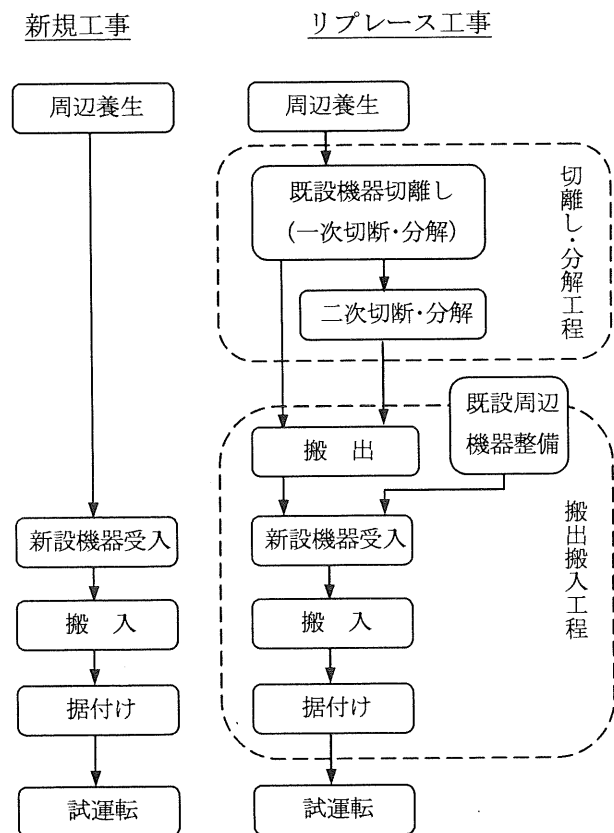


Fig.1 工事フロー

連絡先: 向山素、〒243-0032 神奈川県厚木市戸数5-31-3、東芝プラントシステム (株) 技術開発部、電話: 046-222-6654、

e-mail: mukaiyama.motoi@toshiba-tpsc.co.jp

Fig. 1は上から下に作業の流れ、工程を示している。左側には新規建設プラントにおける機器の搬入据付け工事（以下、「新規工事」とする）の場合を示し、右側には既設プラントの機器リプレース工事（以下「リプレース工事」とする）の場合を示した。

両工事とも、建屋は既設とし、その開口部から機器を出し入れする場合を示している。

新規工事においては、機器の据付け工事を円滑に行えるよう、大型の機器から順次、整然と搬入され、据付けられる。

一方、リプレース工事においては、まず既設の機器を系から切り離し（一次切断・分解）、サイズが大きくそのままでは搬出困難な機器はさらに二次切断・分解を行い、これらを搬出する。続いてリプレースする新設機器と接続する周辺の継続使用機器の取り合い部などを現地で整備する。その後、リプレースする新設機器を受け入れ、搬入し、据付けを行う。場合によっては分割して搬入し、組み立てながら据付ける。

搬入、据付けは前述した周辺の既設機器による作業スペースの制限により、新規工事よりも多くの手間を必要とする。

リプレース工事の工程を大きく分類すると、既設機器の切断や分解を行う工程「切離し・分解工程」と、それらを搬出し、その後新設機器を搬入・据付けする工程「搬出搬入工程」に分けられる。

「切離し・分解工程」では、工場での製品製作や新規工事とは異なった工法も多く、次の機会に紹介したい。本報では、「搬出搬入工程」における工法、技術について紹介する。

### 3. 従来の工法

#### 3.1 コロ曳き工法

発電プラントにおける大型機器・重量機器の建屋内での連搬においては、従来からコロ曳き工法が主流である。この工法は、牽引用ウィンチの設置とコロ操作のための広い搬出搬入エリアの確保が不可欠である。方向転換やコロの調整時における要所要所でのジャッキアップ作業も必須であり、手間がかかる工程となっている。

コロ曳き工法はシンプルな用法と設備費が安い点で優れ、新規工事のように干渉物が少なく、搬入スペースも比較的広く取れる工事に対しては今なお適する現

場も多い。

しかし、リプレース工事においては、コロ曳き工法は多くの場合不適である。それは多くの場合コロ曳きに必要な広い作業エリアを確保することが難しいからである。新規工事では干渉位置の機器の設置時期を遅らせることなどによりエリア確保は比較的容易であるが、リプレース工事では干渉機器の仮撤去および再設置を行わざるを得ず、工程の増加その他、多くの不利益を生じるからである。

#### 3.2 従来型エアキャスタ工法

コロ曳き工法に代わる工法の一つとして、エア浮上装置（エアキャスタ）を利用した工法がある。エア浮上装置とは、供給された圧縮エアを床面に噴きつけ、機器を載せる台車ごと浮上させる搬出搬入装置のことである。床面との縁が切れているため、移動に大きな力を必要としないこと、コロ曳きと違い平面上の全ての方向に移動が可能であることがこの工法の大きな利点である。

機器の搬出搬入にこの工法を適用する場合は、エアコンプレッサ、ヘッダ（エア分配器）、エア浮上装置、走行装置（駆動装置）が必要となる。

エアコンプレッサで圧縮エアを生成し、ヘッダを経由してエア浮上装置にエアを分配する。一方、エア浮上装置は機器の浮上機能のみを持つことから、これに外力を与え、水平方向に機器を動かすために別に走行装置を用いる。

この課題は、従来は2台の走行装置を1セットとして使用し、各々を操作員が操作しており、繊細な動作に関しては迅速に必要な動きを得られないことがあるということや、走行装置各々に付けられたハンドルの操作スペースが相応に必要であり、狭隘な場所では使用できない例もあるということである。

### 4. エアロキャリア工法

以上の従来型エアキャスタ工法の課題を順次改善してきた工法が現在大型機器のリプレース工事に適用している「エアロキャリア工法」である。これは制御機器モジュールを備えたエアロキャリアシステムを採用した工法であり、次に概要を説明する。

## 4.1 装置構成

エアロキャリアシステムは Fig. 2 に示すように、エアコンプレッサ、ヘッダ、ロードモジュール（エア浮上部）、ドライブユニット（走行装置）、リモートコントローラ、電源および制御ボックス、非常停止スイッチで構成される。Fig. 3 にエアロキャリアシステムの取付け状況および主要構成装置単体の写真を示す。

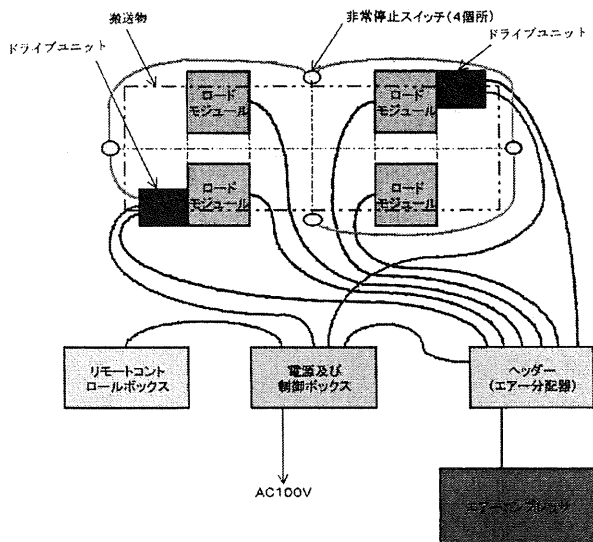
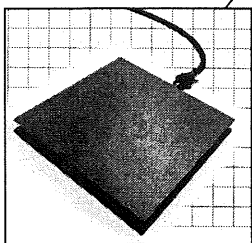
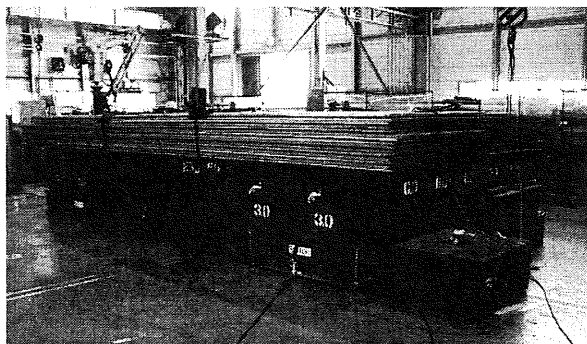
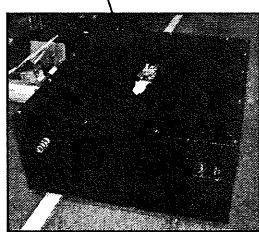


Fig. 2 装置構成



ロードモジュール



ドライブユニット

Fig. 3 エアロキャリアシステムの取り付け状況

各々のリプレース機器への取付は次のように行う。運搬するリプレース機器の形状、大きさ、質量からロードモジュールの数量を決め、その上に機器を載せ

る。状況により、ロードモジュール同士の連結と荷台を兼ねた載荷台と呼ばれる部材を介して機器を載せる場合もある。2 台のドライブユニットを機器もしくは載荷台に取り付ける。エアホース、電源ケーブル、制御ケーブルを各構成機器間に接続する。

## 4.2 作用および動作

ロードモジュールは台座とそれに組付けられたエアバックから構成される。エアバックは下面に複数の開口を有し、圧縮エアを通気すると開口からエアが噴出し浮上力を得る。供給するエアの圧力を制御することで数十 mm の浮上量制御を行うことができる。

ドライブユニットは内部にエアモータで駆動する出し入れ可能な走行車輪を持つ。ロードモジュールとドライブユニットの走行車輪は互いに同期しており、浮上と同時に走行車輪が下面に出て走行面に接地し、微勾配の下流への流れ（自然移動）を防止すると共に走行状態とする。走行装置の座標を制御装置にあらかじめ入力することにより、走行車輪の軸を回転する装置で車輪の動く方向を決め、各ドライブユニットに内蔵された 2 個の車輪で Fig. 4 に示す <1><2><3> などの各走行パターンを可能にする。

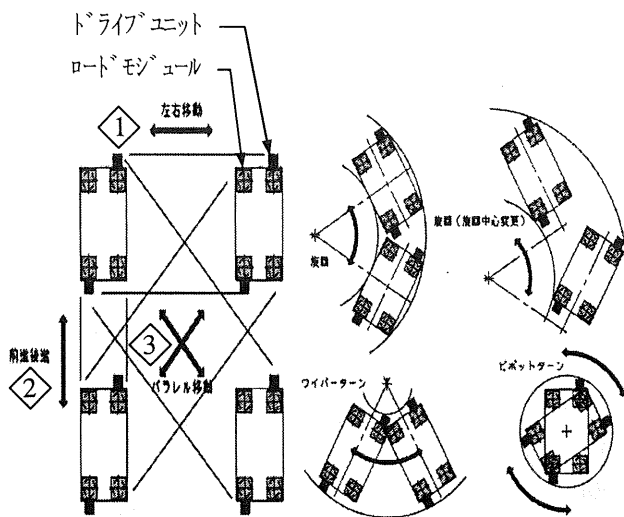


Fig. 4 走行パターン

緊急時には非常停止スイッチを押すことで走行を停止させ、エアバック内のエアを放出し、着地させる。

## 4.3 装置仕様

エアロキャリアシステムの仕様を Table 1 に示す。

Table 1 エアロキャリアシステムの仕様

|                  |       |                              |
|------------------|-------|------------------------------|
| ロード<br>モジュ<br>ール | 寸法    | □1220×1220<br>×高さ 68mm/144mm |
|                  | 容量    | 360kN(約 36tf)/台              |
|                  | 揚程    | 74mm                         |
|                  | 摩擦係数  | 0.001~0.005                  |
|                  | エア消費量 | 1.58Nm <sup>3</sup> /min     |
|                  | 接続台数  | 9台以下(目安)                     |
|                  | 自重    | 81kg/台                       |
| ドライ<br>ブユニ<br>ット | 寸法    | □1065×930×高さ 474mm           |
|                  | 走行速度  | 12m/min (max)                |
|                  | 登坂能力  | 1.5%                         |
|                  | 質量    | 500kg/台                      |
| その他              | 床養生   | 鋼板+アルミテープ(隙間)                |

#### 4.4 運用例と効果

このエアロキャリア工法による施工法は発電プラントにおける質量 140t 以下の機器の搬出搬入、移動、据付け作業等数多くの実績がある。

運用例として、Fig.5 に給水加熱器の搬送時の状況、Fig.6 に復水器水室の搬送時の状況を示す。

本工法の効果は特に工期の短縮にある。

本工法はリプレース工事特有の狭い経路での搬出搬入に際し、必要最低限のスペースで工事を遂行できる点で非常に優れ、それと共に最小高さが低く、かつ十分な揚程を持つロードモジュールにより、据付け場所でのオンベース（基礎の上に載せること）まで対応できるものであることが多くの実績を残すことにつながっている。

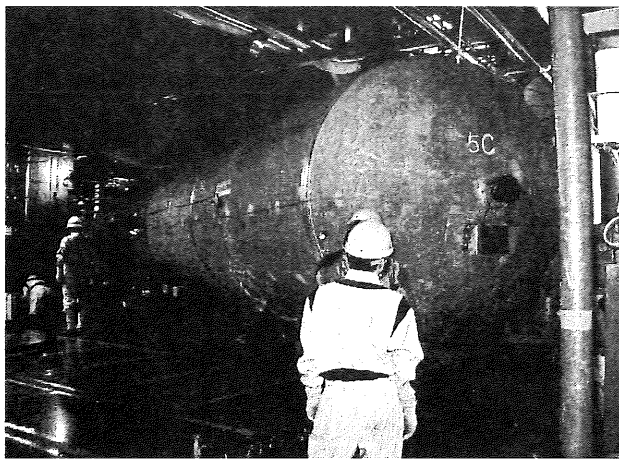


Fig.5 給水加熱器の搬送時の状況

Fig.5 に示す機器を例にとると従来2日程度かけて運搬した経路を本工法によれば約半分の工期で運搬が可能となっている。

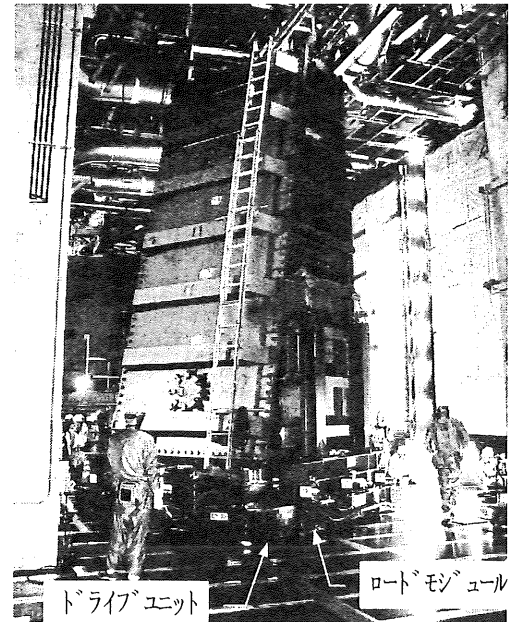


Fig.6 復水器水室の搬送時の状況

## 5. 結言

プラントの補修工事における機器のリプレースには新規建設工事での機器据付けとは異なった、特に狭いスペースしかないという据付け作業の難しさがある。リプレース機器据付け場所および搬出搬入路周辺の既設設備への影響を最小限にしつつ短期間で安全に機器を移動させることである。

本報では有用な施工技術の1つである「エアロキャリア工法」による大型機器のリプレース工事を取上げ、新規工事とは異なる補修工事の一例として紹介した。

今後も発電設備においては安全性、信頼性、経済性を両立した機能保全の立場から、必要十分な部分、機器のみを交換するリプレース工事はさらに重要となる。従来とは異なるこれらのリプレース工事に対応する工事用装置・治具に関しても、新規工事、工場設備とは異なった視点での工法開発、装置開発がより必要となる。

## 参考文献

山本好輝、“大型機器リプレース工事での「エアロキャリア工法」の採用”、電気現場技術、Vol.45、No.524、2006、pp.39-43.