

LNG 計装変換器盤全面更新工事と新工法紹介

Introduction of a New Method of Signal Converter Board Exchange Construction in LNG Plant Facilities

木原光樹 エネルギー・プラントセクタープラントプロジェクトセンターエンジニアリング部 主査

2015年4月から、中国電力株式会社柳井発電所において、LNG計装変換器盤の全面更新工事が開始された。工事スペースが限られているため、従来の工法が採用できないことや、LNG設備が長時間停止できないなどのさまざまな運用制約のなか、現在進行している工事の内容と今回採用した新たな工法について紹介する。

We started signal converter board exchange construction in April 2015 in the Yanai Power Station of Chugoku Electric Power Co., Inc. We ran into some problems such as too little space and inability to stop the facilities for long periods of time. Here we introduce the construction method that we are using now and a new method of construction.

1. 緒言

近年、エネルギー源のバランス変化や窒素酸化物などの大気汚染物質の発生が少ないことから、液化天然ガス（LNG）への依存度が高まっている。このような状況下で過去に建設されたLNGプラントが高稼働率で運転を続け、部品や機器の更新時期を迎えている。タンク本体や周辺機器はもとより電気・計装設備も例外ではない。

本稿では最近更新時期を迎えた中国電力株式会社柳井発電所（山口県）の計装機器の更新工事の状況と、今後の工事でも適用が期待される新工法のあらましを紹介する。

2. 計装変換器盤

計装変換器盤は、電源部分、計装変換器、モニタスイッチ、アレスタから構成されている。第1図に計装変換器盤のイメージを示す。現場に設置される圧力・差圧式流量の発信器や熱電対といった温度センサなどからのプロセス信号を変換して主制御装置に出力するとともに、モニタスイッチの接点信号を補助リレー盤に送る役割をもつものである。

これらの信号を用いて、主制御装置ではLNG基地内のプロセス／ユーティリティー設備の自動運転による自動制御、監視を行っている。また、補助リレー盤では設備を保護するための警報監視、インタロック監視を行っている。

以上のことから、計装変換器盤は主制御装置と同様にLNG基地の計装システムにおいて重要な装置であり、盤の設計・製作ならびに現地工事において高い品質と安全性が要求されている。

3. 柳井発電所における工事概要

中国電力株式会社柳井発電所のLNG計装変換器盤は、設置後25年以上経過し、変換器などの構成部品の経年劣化が進行している。さらに、構成部品が製造中止となり今後部品交換ができなくなること、また、変換器メーカーによる保守期限が近づいていることから、今回大規模な更新工事を実施することになった。

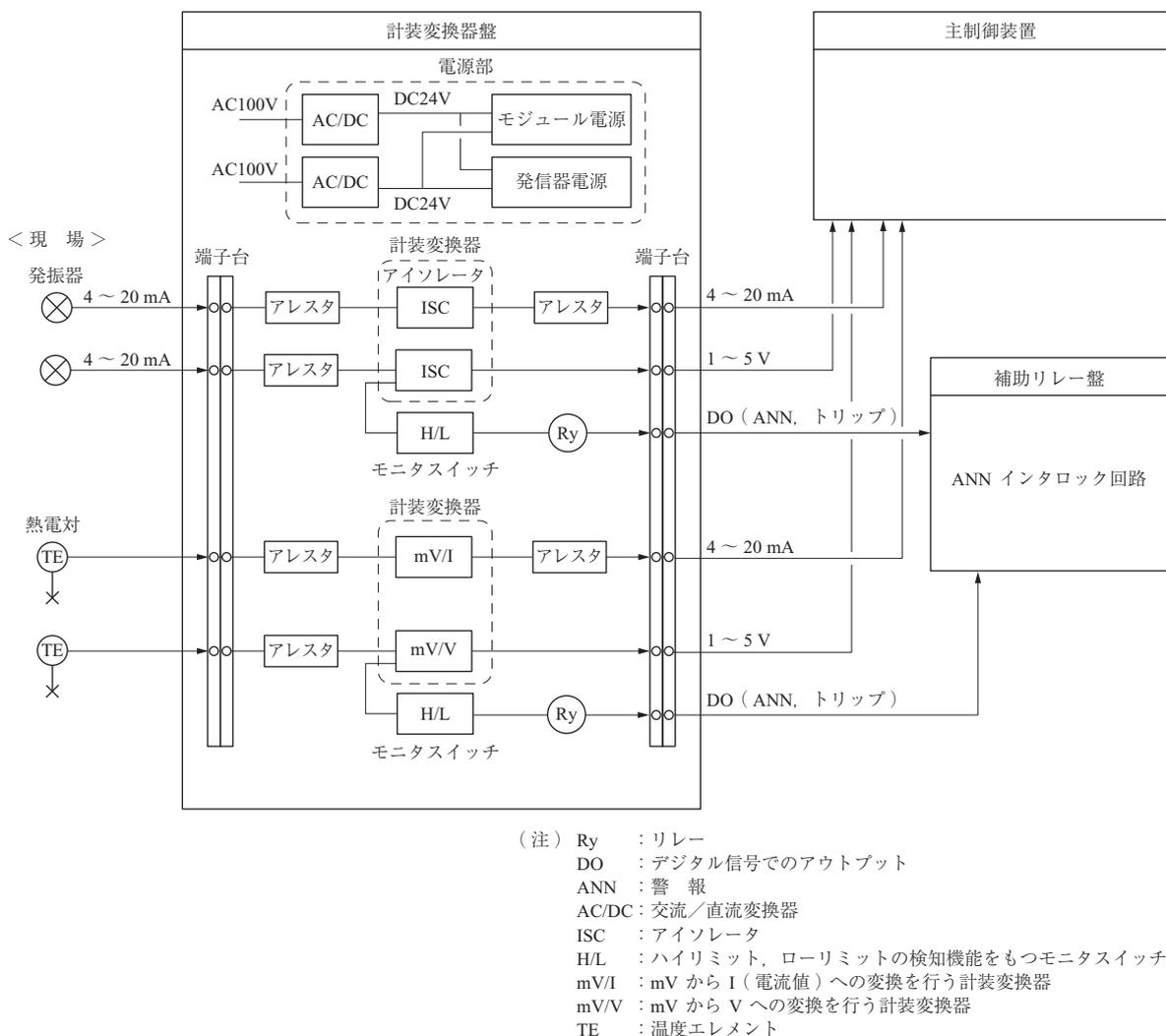
今回の更新工事の対象となるLNG計装変換器盤の構成は下記のとおりである。

受入母管設備	電源盤1面、変換器盤2面
貯蔵設備	電源盤4面、変換器盤12面
BOG (Boil Off Gas)	電源盤2面、変換器盤9面
設備	
払出設備	電源盤2面、変換器盤11面
ユーティリティー設備	電源盤2面、変換器盤3面
防災設備	電源盤2面、変換器盤2面

工事は2015年4月から開始され、2016年12月に上記のすべての変換器盤が更新される予定になっている。

4. 更新工事における制約

該当する機器を工事期間中すべて停止することができれば、設備を停止した状態で既設の盤を撤去し、新設の盤を設置してケーブルをつなぎ込むことが可能となるので、比較的短期間で工事を完了できる。しかし、現実には設備を長期間停止することは不可能であり、特にLNG設備は一度LNGを受け入れて運転を開始すると、設備全体を停止することができないという特徴があり、以下の事を留意



第 1 図 計装変換器盤のイメージ図
Fig. 1 Schematic of the signal converter board

する必要がある。

4.1 稼働中の設備内での工事

昨今の発電事情で発電所側は高い稼働状態にあり、それに伴い燃料供給設備である LNG 設備も高い稼働状態にある。そのため、設備の稼働状態を維持しながら更新工事を行う必要があり、稼働状態の設備に影響を与えないように十分な予防措置を行い、細心の注意を払って施工することが求められる。

払出および貯蔵設備の盤の一部は冗長化されている（複数台あって予備機がある）ことから、該当する設備部分を停止して工事を行うことが可能である。しかし、ユーティリティー設備や受入母管設備、BOG 設備や防災設備といった共通系の盤は冗長化されていないため、長時間の停止ができないことを考慮しなければならない。

4.2 盤構成

たとえば、受入母管の計装変換器盤は以下の理由から盤

群のなかにある一つの盤だけを停止して更新工事を行うのではなく、盤群単位での工事を考慮する必要があった。

- (1) 2 面ある電源盤から変換器盤 2 面に盤間を渡って電源が供給されていること。
- (2) 盤単位で電源 OFF することができない構成となっていること。

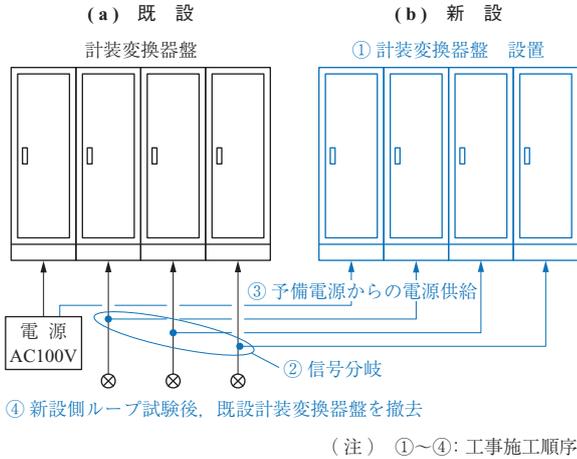
4.3 工事スペース

LNG 計装変換器盤を設置している LNG 電気室には、新たな盤を設置するスペースが数面分しかないため、後に述べる新設盤をまず設置し、配線を分岐して工事を行うという従来方式での施工ができない状況にあった。

このほかにも、変換器メーカーの縛りをなくすために既設と異なる変換器メーカーを選定することや、盤構成を見直し、盤単位で電源停止が可能な構成にすることなどを考慮し、計画を進めていく必要があった。

5. 施工方法の検討

第2図に従来方式による施工例を示す。従来の計装変換器盤の更新方法としては、図に示すように系統ごとまた



第2図 従来方式による施工例
Fig. 2 Example of the traditional method of construction

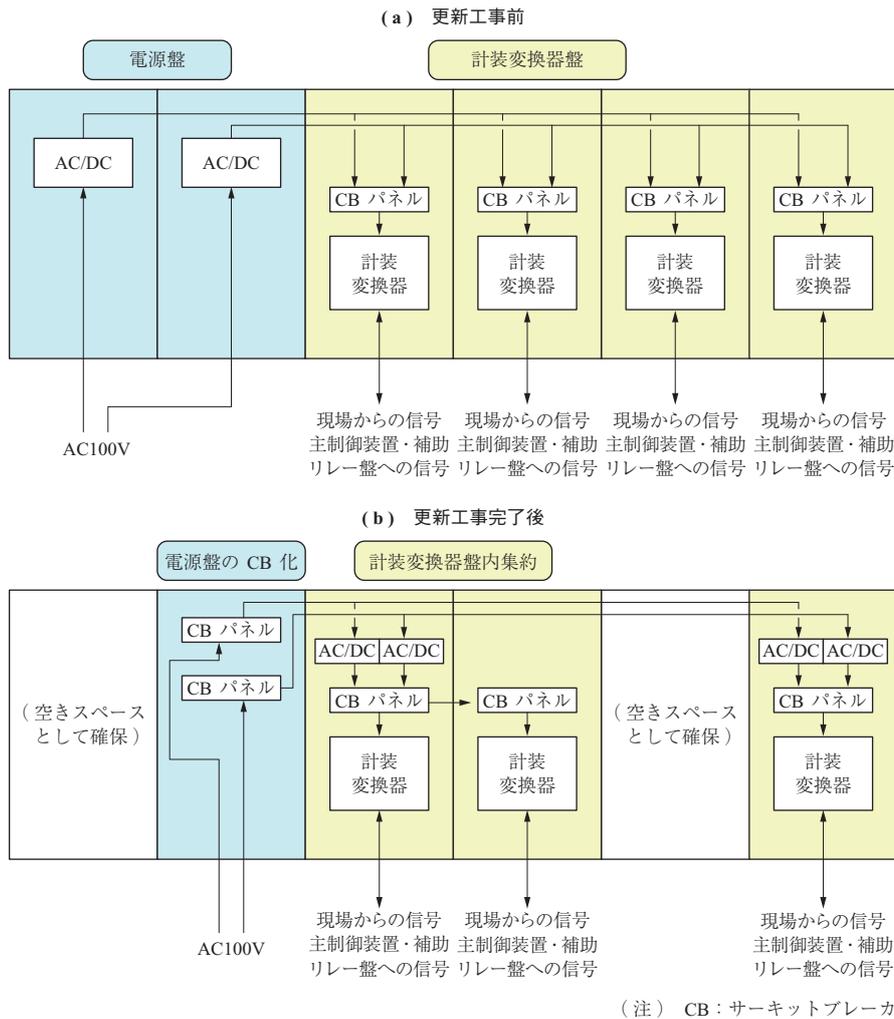
は更新対象のすべての新設盤を事前に設置し、順次既設盤から配線を切り替えていく方式が採用されてきた。

この方法の場合、万一新設盤に不具合があった場合には、既設盤に戻して運転することができるというメリットがあるが、新設盤を事前に設置するために十分なスペースが必要となる。

今回の工事の場合、先に述べたように、系統ごとに新設盤を設置するための十分なスペースがないことから、従来方式での実施は難しいということが、設計を始める前から明らかであった。

そこで最初は、既設盤1面に設置される電源部や計装変換器の数量や構成を見直し、集約していくことで、新設の計装変換器盤の面数を減らすことに主眼をおいて、以下の施工方法を検討した。第3図に更新工事における盤集約のイメージを示す。

(1) 冗長化構成となっている払出設備の計装変換器盤を順次更新する。夏の重負荷期を除けば、払出設備



第3図 更新工事における盤集約のイメージ
Fig. 3 Outline of the new construction method

はある程度の期間停止することが可能であることから、停止させた盤の外線ケーブルを外して撤去し、新たな盤を据付け、ケーブル結線を行うことで盤の更新を実施する。

- (2) 払出設備の更新がすべて終われば、次に、冗長化構成されている貯蔵設備や BOG 設備の盤を同様な方法で更新する。
- (3) 上記の更新によって既設盤の空きスペースができていくので、冗長化構成されていない設備の盤については、その空きスペースを用いて従来方式で更新工事を実施する。

しかし、現地調査を実施していくなかで上記の更新方法の実現が困難なことが判明した。第 4 図に現地調査結果を示す。

(1) レジン（樹脂）除去の障壁

計装変換器盤への外線ケーブルは、床下のケーブル処理室から盤の下部を通して各装置に接続されている。この盤下面のケーブル通過部が延焼防止用のレジンで固められており、ケーブルを傷つけることなく、レジンを取り除くことが難しいことが分かった。レジンを取り除いて外線ケーブルを移設することができなければ、盤面数を集約することができな

いことになる。

(2) 既設盤撤去の障壁

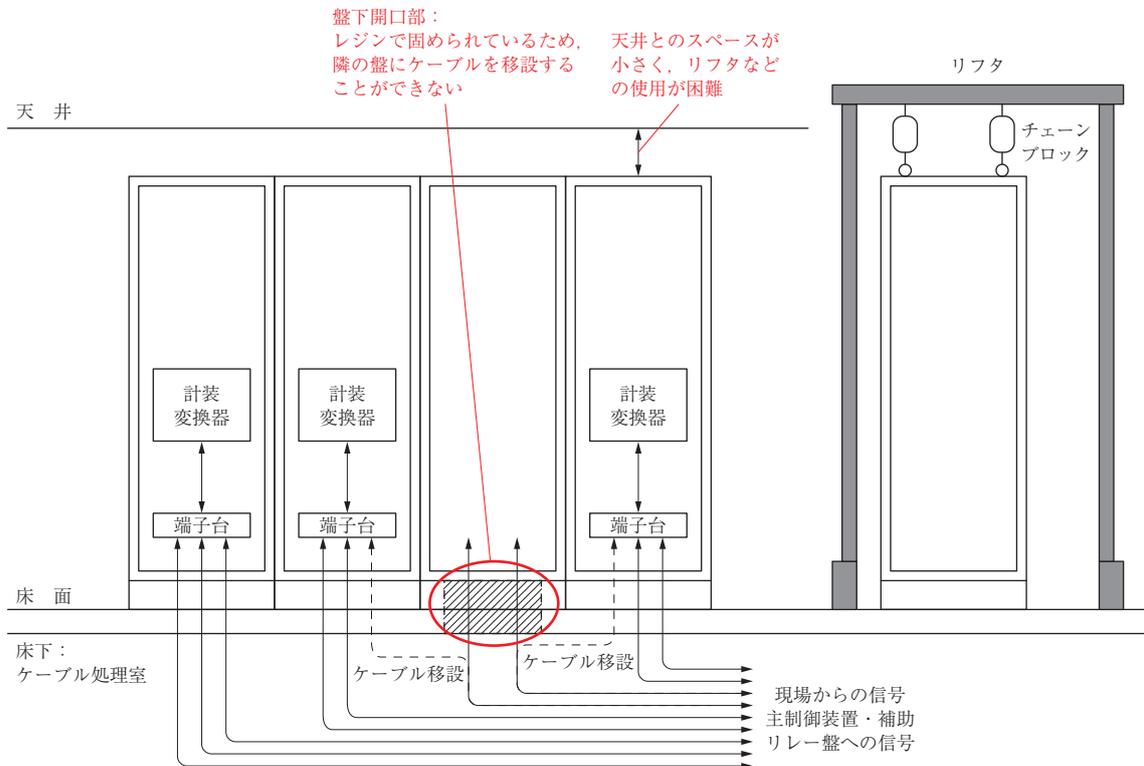
この更新方法の場合には、外線ケーブルを取り外した後、既設の盤をきょう体ごと撤去し、新たな盤を設置する必要がある。しかし、この既設盤の撤去と新設盤の設置が非常に難しいことが問題となった。天井と盤との隙間が十分でないため、盤を上から吊って移動する方法は採用できない。一方、ころ引きする方法を採用しても、すべての盤を 1 面ずつ更新しながら入れ替えることは現実的ではなかった。

6. 新たな工法への挑戦

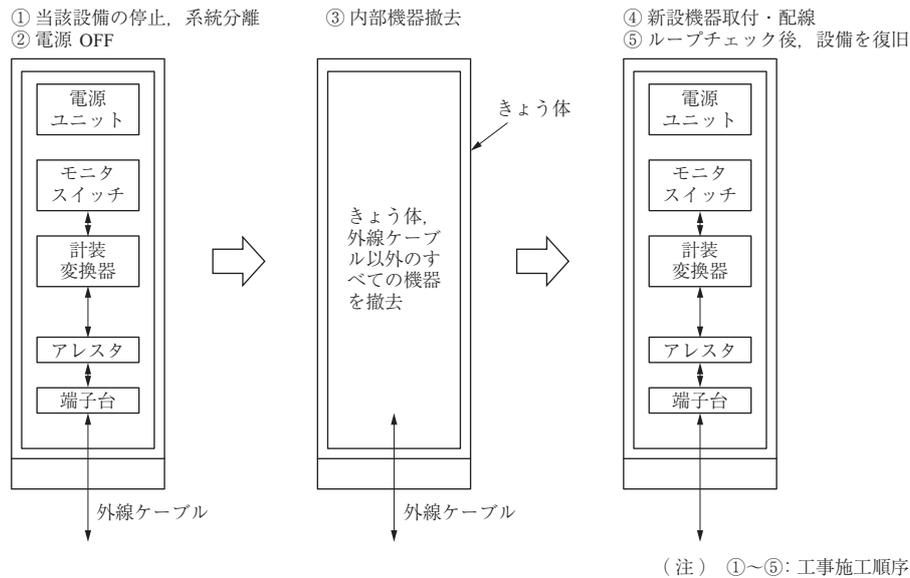
ではこのような問題点をどう解決したのか？

レジンで固められていてケーブルが外せないなら、外さない方法を、盤をきょう体ごと撤去するのが難しいなら、撤去しない方法は何かを模索していき、既設盤のきょう体は撤去しないで、盤内機器の交換だけを行う既設盤流用方式にたどり着いた。

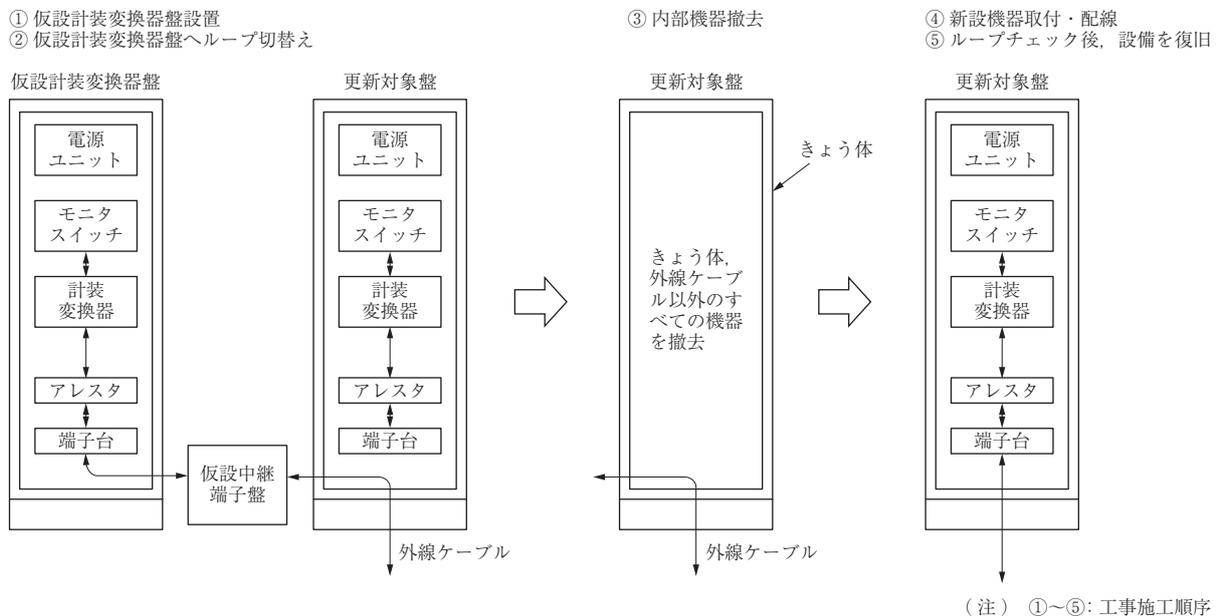
この方法は、既設盤のきょう体と外線ケーブルがそのまま流用できるため、廃棄する部品が減量され、新規にきょう体を作る必要もないことから、環境にも優しい方法である。第 5 図に更新方法の概要（冗長化されている計装変



第 4 図 現地調査結果
Fig. 4 Result of the site survey



第 5 図 更新方法の概要（冗長化されている計装変換器盤）
Fig. 5 Outline of the new construction method



第 6 図 更新方法の概要（冗長化されていない計装変換器盤）
Fig. 6 Outline of the new construction method

換器盤)を示す。

ただし、最初に既設盤内の機器を取り外し・撤去し、その後新設の機器を取り付ける「スクラップ・アンド・ビルド方式」であるため、万一、新設機器に不具合があった場合には、既設側に戻して運転することができないリスクのある方法でもある。

そのため、関係者一丸となって設計時点から問題点の洗出しを行い、工場検査の段階までにすべての問題を解決して、出荷できるよう努力している。

なお、払出設備や貯蔵設備のように冗長化されている計装変換器盤の場合には、既設機器の撤去、新設機器の設

置、新設機器のループチェック、新設機器の運用開始までの流れの間、設備の停止が可能となるので、この方法を採用することが容易にできる。しかし、受入母管設備やユーティリティー設備のように冗長化構成されておらず、長時間の停止を許容できない盤の場合には、そのままこの既設盤流用方式を採用することはできない。

そこで、仮設電源盤 1 面、仮設計装変換器盤 2 面を準備し、更新工事中は計装変換器盤の役割を仮設盤側で代用するという方法を採用することにした。第 6 図に更新方法の概要（冗長化されていない計装変換器盤）を示す。

7. 結 言

本工事は、お客さまである中国電力株式会社、計装変換器メーカーなど多くの関係者の協力を得て進めている。

現在、受入母管／ユーティリティー設備の計装変換器盤の更新が完了し、2015年12月には、BOG設備の計装変換器盤の更新が完了している予定である。

今回採用した工法は、以下のことから今後同様の工事における有効な選択肢の一つとして、お客さまへ提案を行っていきたいと考えている。

(1) スペースの制約があっても工事が可能であること。

(2) きょう体部分や外線ケーブルを流用することから、廃棄物が削減でき、環境に優しいこと。

(3) 質量のある大量の盤の輸送・搬入ではなく、中身の機器を必要な大きさに分割して輸送・搬入することが可能となるため、輸送・搬入の作業性／安全性が良くなること。

また、本方法による更新を前提とすれば、従来方式に比べて、計装変換器盤を設置するスペースを小さくすることが可能になることから、建屋スペースの縮小化の提案にも展開していく。