

製鉄所岸壁荷役設備 石灰石セルフアンローダ 更新の計画から完成について

Loading/Unloading Equipment at Steelworks Pier: Limestone Self-Unloader –From Renewal Plan to Completion–



石脇 崇智
機械エンジニア4部
君津機械エンジニアG

Takatomo Ishiwaki



青木 秀生
機械エンジニア4部
鹿島機械エンジニアG

Hideo Aoki



藤村 龍也
機械エンジニア4部
鹿島機械エンジニアG

Tatsuya Fujimura



佐々木 渉
機械エンジニア4部
鹿島機械エンジニアG

Wataru Sasaki



井村 巧
鹿島機械工事部
工事2G

Takumi Imura



會田 昌樹
電計エンジニア4部
鹿島電気制御G

Masaki Aita



西村 守
電計工事4部
鹿島電計工事G

Mamoru Nishimura

製鉄原料の一つである石灰石は、船舶により運ばれ製鉄所の岸壁において荷揚げされている。このたび石灰石輸送船舶の更新に伴い、地上側の荷揚げ設備であるセルフアンローダの更新が検討された。従来ならば重工メーカーが納入する設備であるが、当社が顧客の要望どおりに設計から完成までのすべてを請け負うと共に、斬新な工法を採用することにより、工事・試運転をわずか3日間という短納期で実現したことに、顧客から高い評価を得ることができた。

本稿では、セルフアンローダ更新の計画から設計、製作、工事、試運転引渡しまでの一連業務を機械・電気の複合技術力で完成させた、当社の総合エンジニアリング力の概要を報告する。

Limestone, one of the raw materials used in ironmaking, is transported by ship and unloaded at the steelworks pier. Due to the updating of limestone transport ships, a discussion was made to renew the self-unloader, the limestone unloading equipment to be installed on the ground side. The self-unloader is essentially equipment to be delivered by heavy machinery makers. But in the current renewal project, Nippon Steel Texeng, not only contracted the renewal project covering every process from design to completion in conformance with the request of the client but also attained a shorter delivery term of only three days from construction to trial operation by incorporating original construction methods, which led to the acquisition of a high user assessment.

The self-unloader renewal project covering design to manufacture, construction, trial operation and delivery was completed by maximizing the use of the composite capabilities supported by mechanical engineering and electrical instrumentation. In other words, this renewal project is a typical example that demonstrates the company's comprehensive engineering capability.

1. はじめに

当社は、鉄鋼業を主体とした設備の設計から引渡し迄の業務や設備の保守を主要な業務としているが、特に製鉄用設備の創り込み技術を、蓄積してきた汎用的要素技術を駆使して設備計画に始まり設計、製作、現地工事、試運転、引渡しまで一貫して対応する総合的エンジニアリングを得意分野としている。

このたび日本製鉄株式会社鹿島製鉄所殿から岸壁荷役設備の石灰石セルフアンローダの更新についてご相談をいただき、これに応えるべく当社の機械・電気技術を複合して得られる総合エンジニアリング力を発揮して、更新計画から引渡しまでをフルターンキーで受注、設備提供した結果、客先要望通りの垂直立上を実現し、顧客から高い評価を得た。

新セルフアンローダの計画から引渡しまでの要点を述べ、当社のエンジニアリング力の一端を紹介する。以下セルフアンローダをSULと記載する。

2. 設備計画検討立案

▶2.1 設備計画概要

製鉄所の重要な副原料である石灰石は、船舶で運ばれ岸壁にて荷揚げされている。荷役設備は、船舶から岸壁側へ搬送する船舶側の払い出し装置、岸壁側で荷を受け地上コンベヤへ中継搬送するSULで構成される。SULは軌道走行装置を有するベルトコンベヤである。図1に石灰石の荷揚げ設備構成を示すが、今回の設備計画は2.2に述べるような船舶及び船舶払い出し装置の更新・仕様変更に伴う地上SUL設備の補修改造又は新作更新の判断を含めた検討が必要であった。

▶2.2 SUL検討課題

石灰石運搬船舶更新・仕様変更に当たりSUL側の検討課題が山積していた。

- ①船舶更新に伴い払い出し装置の機構が変わるため、既設SULの改造で対応できるのか、あるいは新作更新が必要かの定量的な判断材料が必要である。
- ②既設SULは製造後50年近く経過し老朽が激しく合わせて、更新要否判断が必要である。

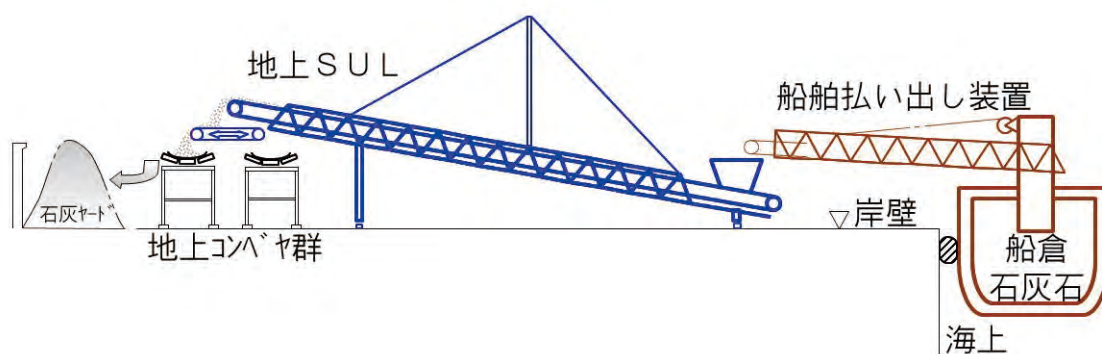


図1: 石灰石荷揚げ設備構成

- ③既設SUL製造会社は撤退しており、SULの図面も散逸していることから、当社での対応可否判断を求められる。
- ④工事条件として、岸壁荷役の封鎖期間は3日間以内が前提であり、対応可能な工事条件検討とそれを実現するSULの構造設計が必要である。
- ⑤海上輸送、港湾使用などに関連する法規対応力が求められる。

▶2.3 設備計画の進め方

多くの検討課題があったが、複雑に絡み合う諸条件を並行しながら処理していくためには、計画の初動が重要であると判断し、当社が得意とするエンジニアリング手法を用いて当初から全体の進め方（シナリオ）を作り顧客と相談を重ねながら計画実現に繋げることが出来た。

3. 補修改造か新設更新かの判断資料の提供

▶3.1 既設SULの3Dレーザー計測

レーザー測距装置による3D測定技術の活用が、設計や工事の計画に大きな効果を発揮することを、TEXENG Report 2018 No.001においても報告している。旧SULは、完成図面が散逸していることから、老朽化を考慮した強度検討や、新造船からの荷重の変更に対する検討が困難であった。よって3Dレーザー測定器を用いて、旧SULの構造の調査を自社で行った。得られた点群データを図2に示す。既設SULはV字型に配置された2条のコンベヤと軌道走行装置から構成されている。

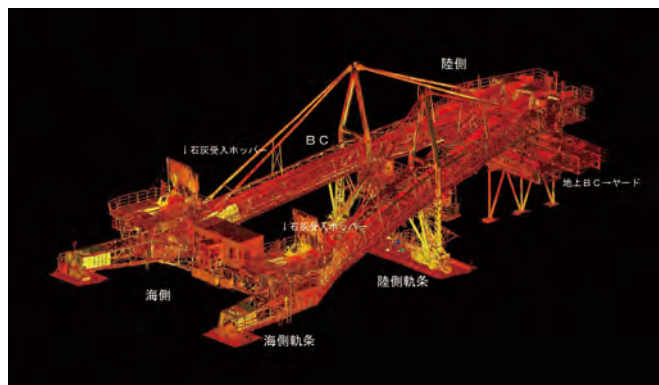


図2: 既設SUL 3D計測による点群データ

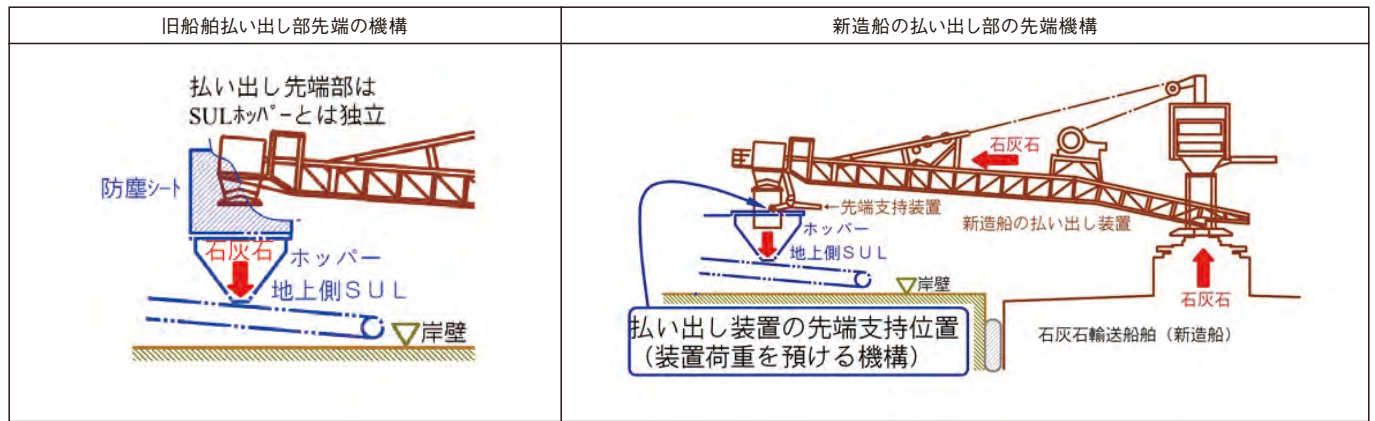


図3：新旧船舶の払い出し機構の差異

▶3.2 新造船の新機構装置が及ぼすSUL負荷の変化

新造船の払い出し装置が一新されることから、SULへの荷重条件も変わり設計検討の重要なファクタとなる。図3に新旧造船での相違を示す。

▶3.3 構造解析

3D計測から得られた点群データを解析や設計に活用できる技術者のニーズは高く、当社でも技術習得者の拡大を進めている。今回は前頁の3D点群データからまず3DCAD図を作成し、更にコンター図（等値線図）を作成し強度解析などを行った。

図4は既設SULに新造船から荷役を行った際に発生する応力や変形を示したものである。黄色、赤色の部分が要注意であることを表す。

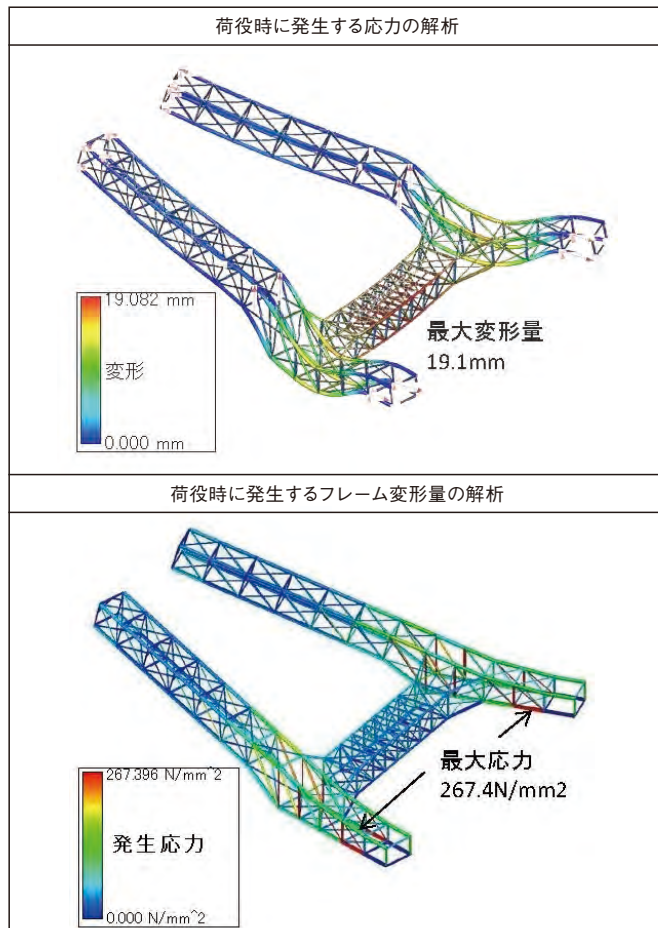


図4：コンター図

▶3.4 最終判断

解析結果及び旧SUL腐食調査や限界腐食量検討などにより、旧SULでは新造船の荷役に対応できない事を定量的に取り纏め報告することで顧客より新設更新の方針を決定していただいた。

4. 設計

SULが更新と決定した後、必要十分な設備仕様を定めていった。単に機械仕様を優先的に定めるのではなく、制御系設備の在り方、工事計画を並行して進めた。

▶4.1 機械系の計画

今回の設計条件として、岸壁の補強は行わない事、設備投資額をできるだけ抑制する事などの顧客ニーズがあったため、実設計においては設備の簡素化、軽量化、その結果としての安価化に注力した。

顧客との綿密な設計打合せを重ねることで、既設設備で2条あったベルトコンベヤを1条化することや2条ある地上ヤードBCへの振り分け用可逆コンベヤを廃止し新コンベヤのヘッド部にベルト伸縮機構を採用するなどのVE提案を行った。

その結果、旧SULの装置重量は300tonを超えたが、新SULは200tonに抑制することができた。新旧SULの仕様比較を表1に示す。

設備仕様	旧SUL仕様	新SUL仕様
搬送物	石灰石（専用）	石灰石（専用）
装置最大搬送能力	4000ton/Hr	3000ton/Hr
石灰受入れホッパー	2基	1基に改善設計
コンベヤベルト数	全4基	全1基に改善設計
地上コンベヤへの分配装置	SUL先端に可逆コンベヤ	コンベヤ伸縮機構に改善設計
船舶排出装置取合い	先端をSULに預けない	先端をSULに預ける（精度が高い強度設計が必要）

表1：新旧SULの使用比較

▶4.2 制御系の計画

SULの操作は、機上運転室で行う場合と船上の操作盤で行う場合がある。図5に概要を示す。船上での操作はSUL側から制御線を船上に接続し船舶側作業員が甲板上で運転を行う。このため新造船メーカーと設計仕様の確認会議を行い制御系

統をまとめると同時に機械設計との調整も行い、機械・電気の複合設計を成し遂げた。

▶4.3 新SULの全体図

図6に新SULの全体図を示す。

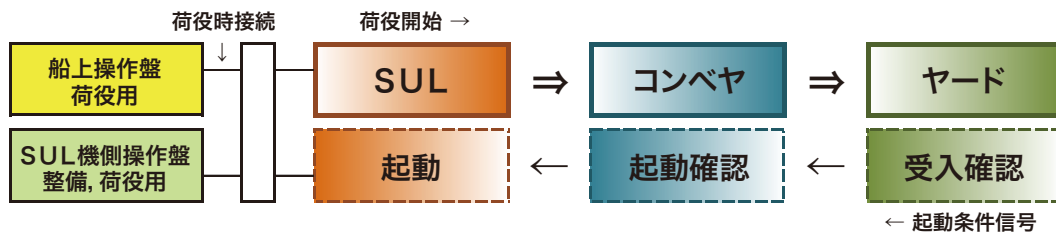


図5: 操作系統の概要

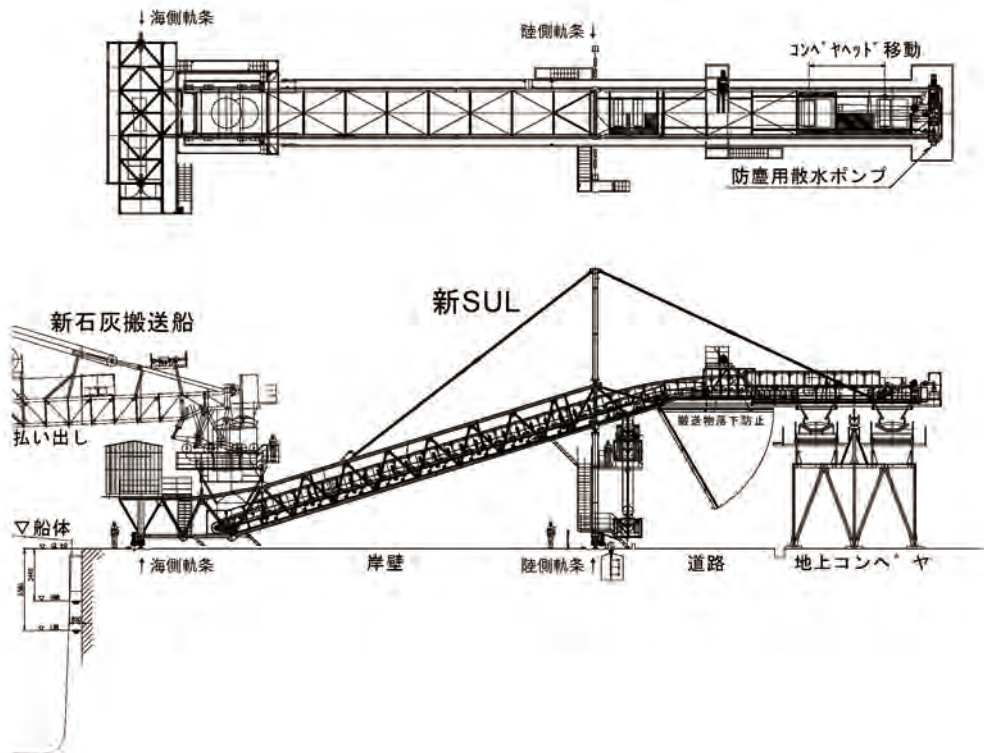


図6: 新SUL全体図



図7: 従来工法と今回考案した工法の比較

5. 工事計画

新SULの据付工事は、通常であれば岸壁の荷役作業を長期間停機させて行うが、当該岸壁は、石灰専用では無く、他の製鉄原料等も荷役していることから、顧客からは岸壁の荷役停止は3日間以内にとどめることが要求された。

従来工法では到底不可能な期間であり、計画初期から大きな課題となったが、検討を重ねて斬新な工法を採用し、その工法に耐えられる構造を持つ新SULの設計を進めた。

図7に従来の工法と今回の工法の比較を示し、図8に航路の概要を示す。



図8：鹿島港中央航路 SUL運搬経路

6. 工事及び試運転

現地での組立及び海上運搬、据付工事については、計画段階での公共埠頭借用や海上輸送に伴う海上法規対応あるいは航路一時封鎖についての近隣企業説明会等の諸準備を顧客と一体となって進めてきた結果、順調に計画通り終えることが出来た。図9に実際の海上輸送全景を示す。天候にも恵まれ海上輸送自体は1時間以内に完了した。

また上架した当日には給電装置を接続した後、安全確保のための再点検を行い、無負荷試運転に入った。上架前日までに、試運転体制や試運転方案の打合せを顧客と入念に行い、輸送に1日間、コンベヤ試運転、走行試運転、停止試運転、起動条件確認等すべての項目を2日間で完了させ、計3日間の岸壁荷役停止期間内で完成させた。

その後入港した新造船による実負荷テストが開始されコンベヤや軌条走行装置などの実負荷動作確認も順調に終え、設備全体の垂直立上を実現したことに対して、顧客製鉄所、荷役物流会社および船舶会社からも高い評価を頂戴した。



図9：海上輸送全景

7. まとめ

補修とし改造か新設更新かの難しい判断や岸壁荷役停止期間を最短とする工法などについて、当社が培ってきた機械・電気的设计技術と工事技術をフルに発揮し、実現困難かとも思われた課題群を解決して、垂直立ち上げで完工した。

本件は、2016年3月計画開始、2016年9月実設計開始、2018年1月完成という短工期であったが、顧客との連携を密にして計画的な推進に努めたことで滞りなく完成に至った。

当社が持つ機械・電気の総合エンジニアリング力の発揮により、顧客ニーズを最大限実現することが出来た好事例の一つである。

お問い合わせ先

機械事業本部 エンジニアリング事業部
機械エンジ4部

TEL 0299-84-3841