

製鉄所向け原料積付設備 スタッカー更新における計画から完成について

Material Loading Equipment for Steel Mills From Planning to Completion of Stacker Renewal



芳野 真明
Masaaki Yoshino

機械事業本部
機械エンジ3部
和歌山エンジ1Gr.



田村 憲之
Noriyuki Tamura

機械事業本部
和歌山機械工事部



前田 知二
Tomoji Maeda

機械事業本部
電計エンジ3部
和歌山制御Gr.



藤本 裕紀
Yuki Fujimoto

機械事業本部
電計工事3部
和歌山電計工事Gr.

一般に製鉄所においては、製鉄原料となる石炭・鉄鉱石等は船舶により運搬され、製鉄所の岸壁でアンローダによって荷揚げされる。その後、ベルトコンベヤにより所内の各原料ヤードに搬送し、スタッカーによって山積みされている。この度、日本製鉄株式会社殿関西製鉄所和歌山地区において、スタッカーの老朽に伴う更新を、設計～製作～据付～試運転まで機電複合で当社が請け負い、3基続けて立上まで完了した。（現在、4基目の設計中）

予備品の共通化や現地工事工程の調整等、多くの顧客要望を実現した事で高い評価を得る事が出来ており、次号機以降の納入も期待されている。

本稿では、スタッカー更新における計画から立上までにおける一連の業務を、機械・電気、エンジ・工事の総合技術として完成させた概要を報告する。

In general, coal, iron ore, and other raw materials for pig iron making are transported by ship and unloaded by unloaders at the quay of steel mills. After that, they are transported by belt conveyors to the respective raw material yards in the plant and piled up by stackers. Our mechanical and electrical divisions worked together to design, manufacture, install, and commission three stackers in a row at the Wakayama district of the Kansai Steel Works of Nippon Steel Corporation. (Currently, the design of the fourth stacker is underway.)

We have received high praise for our ability to fulfill many customer requests, such as the standardization of spare parts and adjustment of the on-site construction process, and are now expected to deliver the subsequent models. This paper outlines a series of work from planning to start-up in the renewal of the stacker, which was completed as a comprehensive engineering project involving mechanical, electrical, engineering, and construction.

1. はじめに

スタッカーを始めとするヤードの水切り・搬送系移動機は、これまで重工メーカーが設計から立上までを行う事が一般的であり、当社は現地工事や付帯設備の製作等でしか関わって来なかった。重工メーカー製の移動機は各社多数の実績がある上、昔からのノウハウの蓄積も完了しており信頼性がある為である。しかしながら、価格的に高止まりしている事や、重工メーカーの技術者も代替わりしておりノウハウが薄れている傾向にある事から、日本製鉄殿において「内製化」を進める方針により、当社での商品化を進める事が決定した。(TEXENG Report 2019 No.002の商品紹介に掲載)

一般企業向けに1基、日本製鉄株式会社 室蘭製鉄所向けに2基納入し実績を作った後、和歌山製鉄所のスタッカー更新に参画、結局2017年以降5年で4基連続受注し現在に至っている。

元来、当社は日本製鉄株式会社殿のエンジ系子会社として様々な設備における複合的(機械・電気・土建を含む)なソリューションを提供してきた。そのために製鉄所事情を熟知しており、地の利を活かした当社のノウハウに、重工メーカー的なノウハウを合わせて建設する事で、非常に高い顧客満足度評価を得る事が出来た。

以下に新スタッカー建設の計画から立上までの要点を述べ、総合エンジニアリングの一部を紹介する。

2. 設備計画

▶2.1 設備計画概要

スタッカーの最も重要な要素の一つとして、いかにヤード内に効率良く積付が出来るかが有る。機体更新の場合は擁壁範囲・高さ・走行軌条長・隣接移動機等々に制約があり、「現状同等以上に積付が可能か」を検討するのが非常に重要となる。図1に積山断面、図2に積付範囲を示す。

更新以前は積付が出来ていた箇所なのに、更新後には制約に抵触して積付が不可となると、ヤードの貯蔵量が減少し製鉄地区の操業に影響を及ぼす事になる為である。

そこで当社は、お客様より更新計画の情報を得ると、まずは既設の積付範囲、走行範囲、積付高さ等を調査し、より効率的に積付が可能な設備仕様を検討していく。その結果を活かして、より安価でシンプルな設備構成や、より積付範囲が拡大可能な設備仕様を提示する事で、具体的な購入仕様をお客様に示す事が可能になっている。

▶2.2 エンジニアリングスケジュール

ヤード内の移動機を更新する際は、必然的に操業制約が生ずる事となる。既設移動機の軌条上に新スタッカーを据付する為、既設の走行可能範囲に制約が生まれ積付可能範囲が縮小されるだけではなく、新設の据付の為にヤード内に仮置き・クレーン設置を行う必要があり、一定期間の貯蓄量・運搬量ともに減少する。

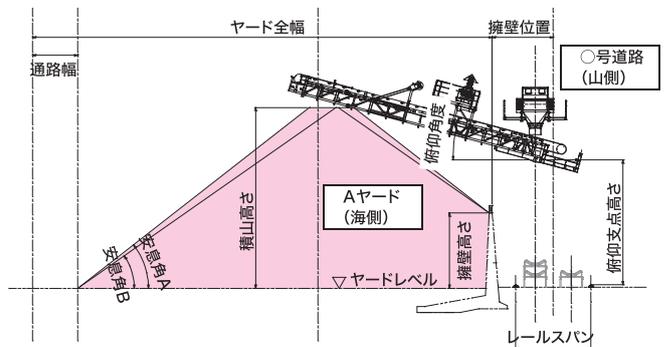


図1: ヤード断面計画

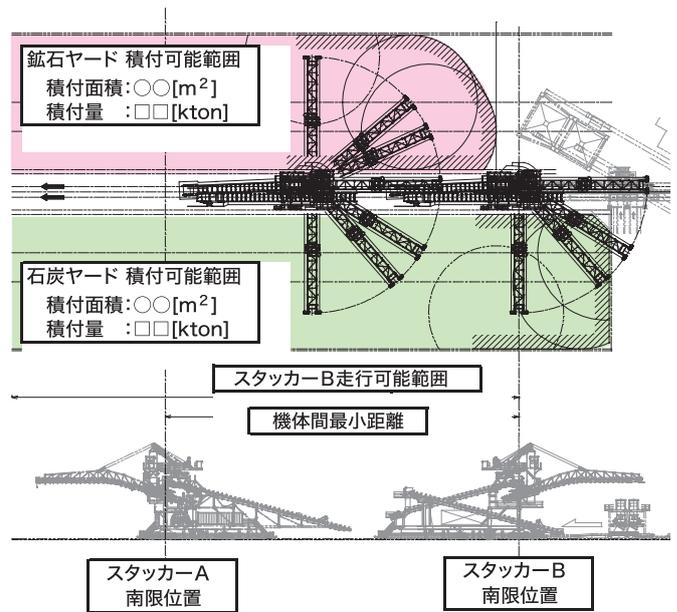


図2: ヤード積付範囲図

その期間・範囲を最小限にするべく、製鉄原料工場の定修タイミングや地上側のコンベヤフレーム更新と合わせて立案し、総合スケジュールの提案も行っている。

3. 設計

▶3.1 3Dモデル設計

当社は3Dモデルを駆使し、視覚的に分かりやすい設計を心掛けています。(図3) 3Dモデルを活用して設計打合せを行う事で、2D図での手戻りや建設後の手直しを抑制し、効率的な設計を行っている。

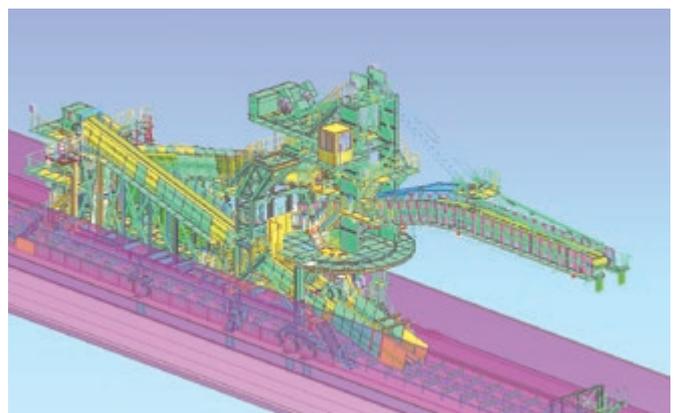


図3: スタッカー3Dモデル例

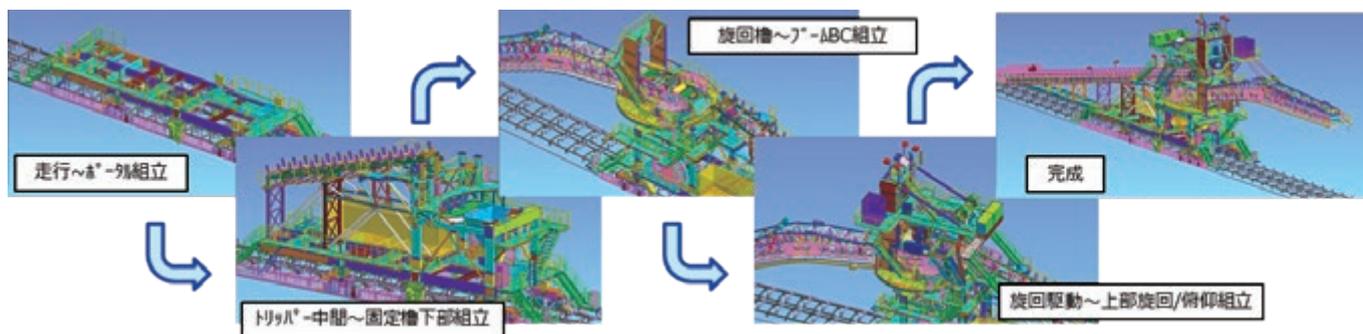


図4：組立手順

▶3.2 工事設計

3.1にも示した3Dモデルにより組立手順を工事部門と施工者が共有することで、施工要領を明確にする事が出来た。(図4) 効率の良い地組→上架を行う事で工期の短縮を図り、且つGL上で安全な組立を実施する事が出来る。例えば、通常組立後に行なう配管・配線ラック工事を先行して部分的にGL上で行う事で、足場仮設やスカイマスター等の重機使用を削減する事が可能となり、費用面・工期面共に効果を出している。

また、事前に搬入経路を明確にし、運搬可能な荷姿寸法を決定する事で、二次運搬を極限まで省略できた例もある。

図5に示す搬入例は、水切りバースから据付場所までの運搬経路が限られており、トラック輸送ではかなり小割りの分割が必要となっていた。それをクレーンでの既存ヤードと擁壁越え搬入を試みたものである。ヤード積付範囲を限定的に空けてもらう必要がある為、お客様のご協力無しでは成し得ない方法では有るが、この工法で最大限の大分割搬入が可能となり、パッケージ数は通常の60%となった。(図6) 据付工期も通常より20日程短縮できており、お客様にとっても十分な効果が上がっている。

▶3.3 制御関連

走行フレーム上の電気室に動力盤、主制御盤関係を設置、旋回部上の運転室に操作盤、リモート盤を設置する構成である。初回納入S-10号から最新機までこの構成は変わらず、制御構成も同様に制御機器、盤構成、ソフト面にて共通性を有し、コスト削減とメンテ性に資する。施工段階、試運転調整の段階においても共通性からの施工方法と手順、試運転確認項目などの情報が引き継がれ、これを活用する事で工期短縮を図る事ができた。

但し、ヤード走行距離に合わせてケーブルリールを選定し、遠隔制御のソフトが異なる点は、機側ソフトのI/F部を共通化することで、遠隔ソフト側との適合を行う必要がある。

これらについては基本設計に於いて見直ポイントが明確な為に、次号機への展開が容易に行える。

加えて、和歌山のスタッカーは中央操作室からの無人運転となっており、車上だけではなく地上側システムも精通している必要がある。地上側の更新は行わず上位システムを流用した上での更新の場合は、スタッカー車上システムを淡々と作り上げるだ

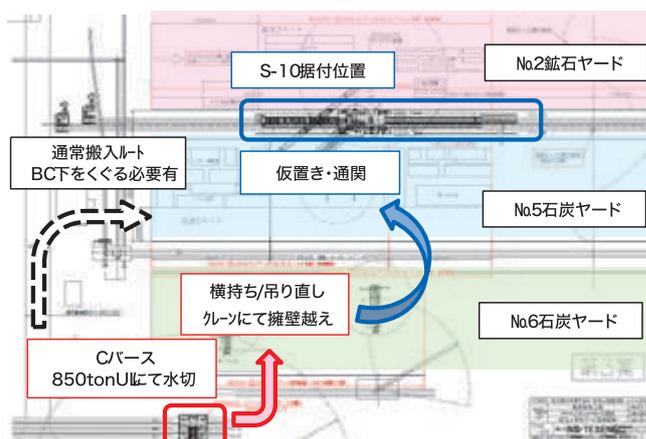


図5：擁壁越えの搬入手順



図6：大分割搬入時写真

けでは不足があり、授受信号点数や制御方法等を熟知しておく必要があった。また、地上側のシステム改造 (GP画面やI/L他) がある場合も当社にて受注しており、スタッカー本体と同一チームで管理する事により、上記のような複雑な部分も円滑に対応する事が出来、トラブル対応や試運転等においても遅延することなく垂直立上に繋がっている。

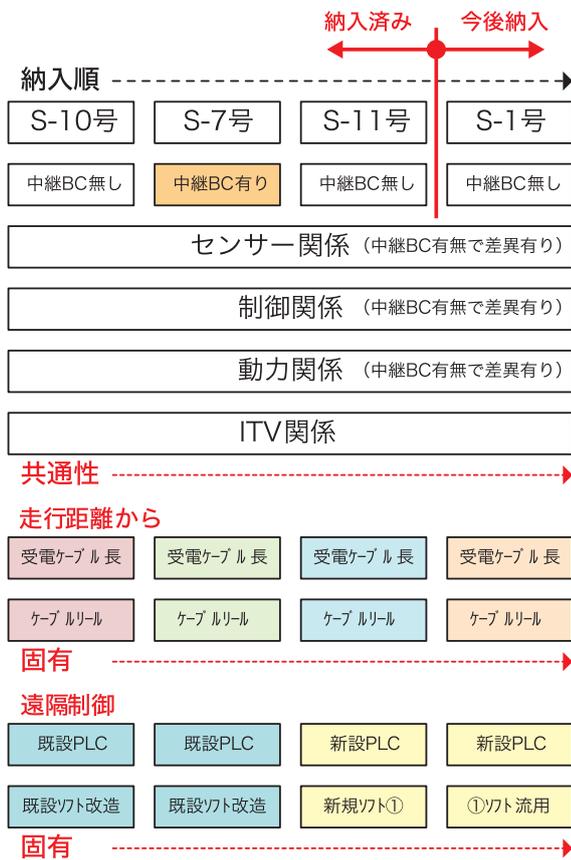


図7: 制御関連の独自性

▶3.4 ベルト緊張装置の開発

現在、当社製スタッカーにはコンベヤの緊張装置として「テンションアジャスタ」を採用している。(図8,9参照) この装置は、短機長・省スペースのコンベヤに活用出来る装置であり、スタッカーのような移動機車コンベヤには最も適していると言える。

当装置は客先の意見・要望を聞きながら開発したものである。S-7で初めて採用後、現場での調整の容易さにより評価頂き、S-10の重錘式緊張装置→テンションアジャスタへの改造、S-11でも採用、さらにコークス工場原料コンベヤでも採用頂き実績を積み重ねている。尚、当技術に関しては特許登録されている。(第7108989号 2022年7月21日登録)

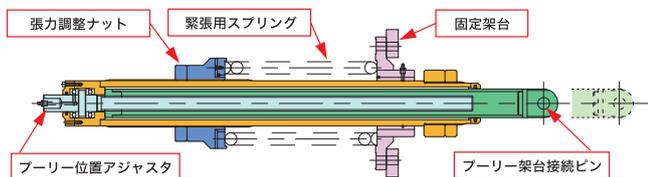


図8: スプリングアジャスタ概要図



図9: スプリングアジャスタ配置写真

▶3.5 3Dスキャナの活用

非常に狭隘な擁壁間に設置するスタッカーの場合、新設設備と既設設備の干渉が無いかは、設計段階で明確にしておく事が重要である。事前に対処していないと、現地で干渉が判明した後では時間と手間とコストが多く掛かり、工期遅延にも繋がりがねない。そこで当社は、3Dスキャナによる点群採取と3Dモデルを活用し、二つのデータ合成を行う事で、疑似空間内で干渉有無の確認を行っている。

これにより、現地でのトラブルリスクが格段に減少し、垂直立上に寄与している。

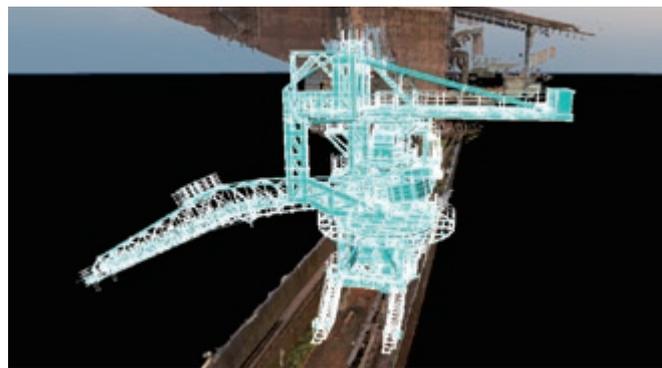


図10: 3D点群とモデルの合成による干渉確認

4. 製作・施工

▶4.1 製作ベンダーでの全組立・作動試験

当社製のスタッカーは安価化を図る為、中国での製作を行っている。さらに製作工場での、「総組立・フルストローク作動テスト」の実施を前提としており、結果的に一部の不具合が発覚した場合も、日本への輸送前に手直しの対応を完了する事が出来、現地工事での工程遅延を防止した実績も有る。

またお客様の御立会に於いても、完成状態でご確認頂く事が出来る為、納入前に一次安全審査が行える。その結果、一部のご指摘事項に関しても、現地搬入前に改造/手直し対応が行える為、手直し〜引渡しの遅延も未然に防止する事が出来ている。



図11: 中国作動試験時写真 (俯仰上げ)

▶4.2 地の利を活かした工事計画

前述の3.2項でも紹介した通り、設計段階より現場の調査を行い工事工法の検討を行う事により、現地工事工程の最短化を心掛けている。しかしながら、生産影響や滞船料の問題もあり、据付場所だけではなくヤード全体または製鉄原料工場の工事予定まで含めて調整する必要がある。

当社のスタッカー建設に携わる工事部門は、普段より和歌山構内のコンベヤフレーム更新に始まり、各種の関連工事を請け負っており、操業調整にも精通している。また、安全に施工する為のノウハウも保有しており、例えば股下のベルトコンベヤをコンパネ及び足場板養生を行い、操業に影響なく据付工事を行える手法も確立している。(図12)



図12: スタッカー走行部据付中写真

また、同じく図12写真でわかるように、和歌山のスタッカー軌条は擁壁に挟まれており、非常に狭隘な空間での据付工事が要求される。

しかし、3D設計による事前工法検討により何をどの順番で組み付けていくか計画する事で、現地でトラブルを起こす事無くスムーズな据付が行える。

5. 試運転～引渡し

試運転に際しても4.2項で述べた工事部門の円滑な調整により、近隣のヤード移動機との干渉や操業の影響無く、単独で行う事が出来ている。

また4.1項の通り現地搬入前に全組立・フルストロークの作動試験は完了している為、大きな問題が起こるリスクは排除されている。

負荷試運転開始前には、休止予定の既設スタッカーからトリッパー（地上コンベヤからの乗継コンベヤ）のベルトを引き戻し、新設スタッカーへの引き込みが必要だが、それも当社で行う為試運転工程の一環として実施している。

負荷試運転時には客先のご協力を得て、定格ton/hrの搬送前に少量の搬送から調整を行っている。また、普段の操業下では有り得ない、最大負荷条件下でのテスト環境構築も行っており、非常に有意義なデータ採取が行えている。

6. まとめ

当社が今までに培ってきた機械・電気双方の設備技術と、和歌山という地元工事現場での地の利を十二分に発揮し、和歌山製鉄所でのスタッカーは三基連続の垂直立上で完工している。良好な関係を構築出来ているお客様の多大なご協力もあり、操業引渡しに滞りは無い。

しかしながら「スタッカーメーカー」としてはまだまだ重工メーカーと比べ経験/実績が不足しており、今後もノウハウの蓄積は元より、新規技術/工法の開発に格段の注力をしていく。そして当社が持つ機械・電気・エンジ・工事を合わせた総合エンジニアリング力を発揮し、より良い商品としてレベルアップできるよう目指していく所存である。

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3部 和歌山エンジ1Gr.**

TEL 073-454-5325

**電計事業本部 エンジニアリング事業部
電計エンジ3部 和歌山制御Gr.**

TEL 073-451-4562