
千葉第3分塊工場ソーキングピットクレーンの遠隔運転

Total Remote Control of Soaking Pit Crane at No.3 Slabbing Mill of Chiba Works

歌橋 千之 (Chiyuki Utahashi) 柳沢 高義 (Takayoshi Yanagisawa) 山本 博正 (Hiromasa Yamamoto) 温井 照男 (Teruo Nukui)

要旨：

分塊工場のソーキングピットクレーンの運転は従来、温熱、振動などの過酷な作業環境にさらされていたが、千葉製鉄所第3分塊工場の建設にあたり、地上の固定運転室から無線ITV、無線制御装置などを用いて遠隔操作を行う運転システムを開発した。機上から直視した場合と、モニタの画像を経て見た場合との違和感が少なくなるよう、地上運転室の設置場所、ITVカメラの取付位置、モニタの大きさ・数などを検討し、さらにクレーンの衝突防止には特に留意した。試運転中にカメラの耐震・防熱などに思わぬトラブルが生じたが、機上運転と比べてそんなに操作でき、作業能率も所期の目標をほぼ達成できる見通しがついた。

Synopsis：

An unmanned crane operating system has come to markedly improve the working environment of soaking pit cranes at slabbing mill. Controlled from the ground floor instead of from within the crane, the system makes utmost use of inductive radio and wireless ITV, solving the problems of crane operators with intense heat from beneath and strong vibration. The location of operation room, the proper position of ITV cameras, size and number of monitors, etc., to say nothing of the way of avoiding crane collision, were studied to minimize a sense of physical disorder caused by using monitored image instead of direct viewing from within the crane. Operating efficiency of the new system is almost as expected, though some minor camera troubles occurred during the test operation.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

千葉第3分塊工場ソーキングピットクレーンの遠隔運転

Total Remote Control of Soaking Pit Crane at No.3 Slabbing Mill of Chiba Works

歌 橋 千 之*
Chiyuki Utahashi

柳 沢 高 義**
Takayoshi Yanagisawa

山 本 博 正***
Hiromasa Yamamoto

温 井 照 男****
Teruo Nukui

Synopsis:

An unmanned crane operating system has come to markedly improve the working environment of soaking pit cranes at slabbing mill. Controlled from the ground floor instead of from within the crane, the system makes utmost use of inductive radio and wireless ITV, solving the problems of crane operators with intense heat from beneath and strong vibration.

The location of operation room, the proper position of ITV cameras, size and number of monitors, etc., to say nothing of the way of avoiding crane collision, were studied to minimize a sense of physical disorder caused by using monitored image instead of direct viewing from within the crane. Operating efficiency of the new system is almost as expected, though some minor camera troubles occurred during the test operation.

1. まえがき

最近の傾向として、クレーンの運転作業の効率化や省力が進められる一方、クレーンオペレータの作業環境の改善も強く要望されている。特に、運転室がクレーンの横行クラブとともに移動するマントロリ型クレーンで、高温物体を処理する場合には高能率、高精度の作業要求に加えて起動停止時の震動が苛酷であり、しかも運転室が常に対象吊荷の上方に位置するので下方からの温熱を受けやすく、良い視界を得るため無理な運転姿勢が要求されるなどの問題が指摘されていた。製鉄所の場合には、ソーキングピットクレーン、ストリ

ッパークレーン、モールドクレーンなどがこの種の代表的なクレーンの例であり、ソーキングピットクレーンの連続運転は、温熱、震動などのため夏期においては1h前後が限度とされている。今回、千葉製鉄所第3分塊工場の建設にあたり、これらの苛酷な作業環境の改善を図る目的で、地上の固定運転室からソーキングピットクレーンを遠隔操作できる世界でも初めての総合運転システムを開発した。以下にその設備・操業の概要を報告する。

2. 均熱設備とクレーンの概要

* 千葉製鉄所企画部部長
*** 千葉製鉄所設備部設備技術室
〔昭和53年6月16日原稿受付〕

** 千葉製鉄所企画部能率室主査(課長待遇)
**** 千葉製鉄所熱間圧延部分塊課掛長

第3分塊工場は現在年産 300万 t (将来増産予定) を目標にしており, その均熱設備は, 均熱炉 18ホール (将来32ホールまで設置可能), インゴットバギー 1 台, ソーキングピットクレーン 2 台 (将来 3 台) と, それらの付帯設備である。Table 1 に主要設備の仕様を示し, 均熱ヤード全景を Photo.1 に示す。

ソーキングピットクレーンは均熱炉への鋼塊の装入, 抽出に必要な走行, 横行, 巻揚げ, トング旋回, トング開閉の合わせて 5 機能を有するが, それらを遠隔操作化するには, 無線工業テレビ装置 (ワイヤレス ITV) やクレーン無線制御装置 (テレコン) の導入など種々の工夫が必要であった。

3. 遠隔操作システムの概要と設計上の配慮

3.1 運転室の配置と操作

クレーンおよび地上運転室の配置を Fig. 1 に示す。2 台のクレーン A, B に対し, 二つの地上運転室①, ②を設けた。各運転室には 2 台のコントロールデスクを設置し, いずれの運転室でも A, B のクレーンを運転できる。地上運転室のオペレータは, 鋼塊をつかむとき, 着地させるとき, ま

たは鋼塊を炉内に配列するときなど精密な操作が必要な場合は, モニタを見て細部を確認しながら運転するが, 単純な走行, 横行, 巻揚げなどの場合はクレーンを直視して運転する。直視運転が可能な距離は運転室から 60m までで, これ以上遠く

Table 1 Specifications of soaking equipment

Ingot	
Weight	4 ~ 35 t
Height	1 500 ~ 2 800 mm
Soaking pit	
Type	Top one way
Number of holes	18
Capacity	230 t/hole
Pit size	5 400 w × 8 000 l × 5 000 dmm
Cover	Individual drive carriage
Pit crane	
Type	Intensified self-weight gripping
Capacity	35/50/10 t
Span	32 m
Lift	9 500 mm (tong)
Speed	Travelling 100 mpm
	Traversing 80 mpm
	Lifting 30 mpm
	Gripping 7 grip/min
	Revolution 7 rpm



Photo.1 General view of soaking yard

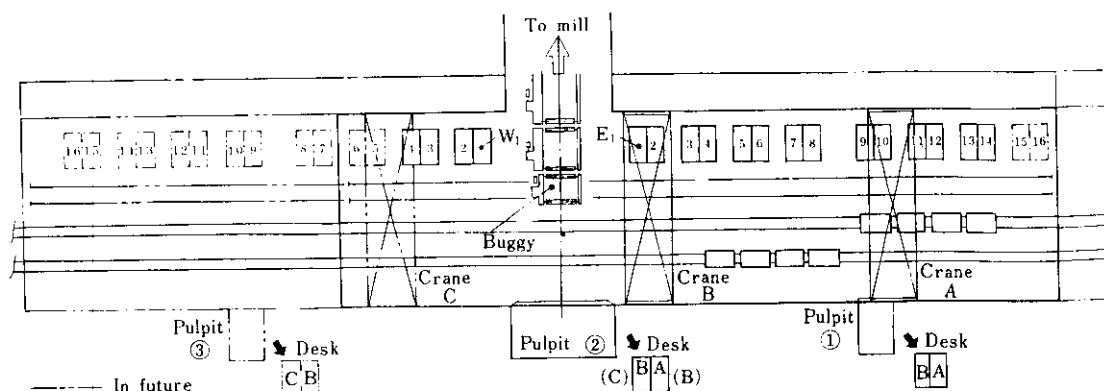


Fig. 1 Layout of pulpits

へ移動する場合はオペレータも隣の運転室に移動する。地上の運転室のほかに、クレーン機上にもマントロリ型の運転室を設置した。これは設備工事、均熱炉の底敷、または小型特殊鋼塊の装入、抽出などのビット深部の正確な観察を要する作業の場合に、オペレータが直接目視による機上運転をするためである。Fig. 2に機上と地上の操作切換および地上でクレーンを操作するまでの手順を示す。機上、地上の操作権の選択は機上でのみ可能である。また、地上運転室同志の操作権の選択は先取優先であるが、運転室②については操作機2台で、将来3台のクレーンを操作するために操作機1台につき2台のクレーンまで切換選択ができるようにしてある。

3・2 ワイヤレスITV

遠隔運転を行ううえで最も重要な役割を果たすのがITVモニタの映像である。鮮明で安定した映像を常時維持するため、設計にあたり以下の各項目について慎重な検討を行った。

(1) ITVカメラの取付場所

クレーン上の運転室から均熱炉内を見た場合と同等の視野になるようトンガガイドフレーム下端部を選び、Fig. 3に示すように、横行、走行の両方向に局所撮影用カメラ各2台、横行方向の上段に広範囲撮影用カメラ1台の合計5台を設置した。トンガつかみ部周辺局所撮影用の2組のカメラボックスは、90°異なる2方向から同一箇所に向かって開口しており、炉外（常温）と炉内（1300℃）

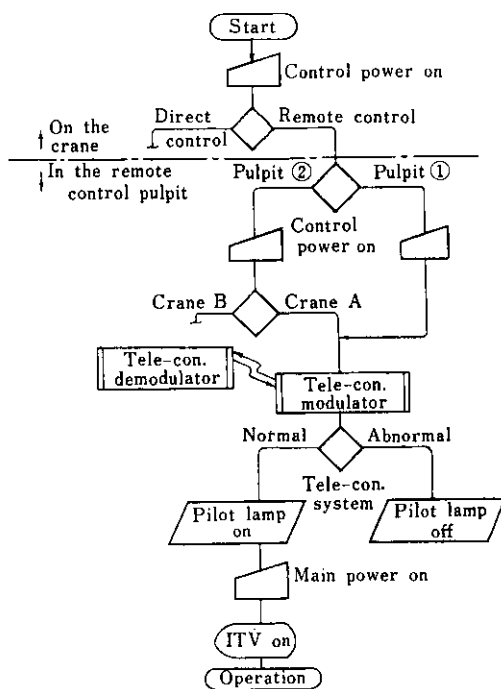


Fig. 2 Schematic flow chart for crane operation

の照度差に対応してトンガの横行位置により自動的に切換わる炉内用、炉外用の2台1組のカメラを収納している。広範囲撮影用カメラは炉内照度に合わせてあり、炉1ホール内の鋼塊配列全体を平面的に写す。地上の運転室では、隣接する3台のモニタにこれら3種類の映像が同時に示され、

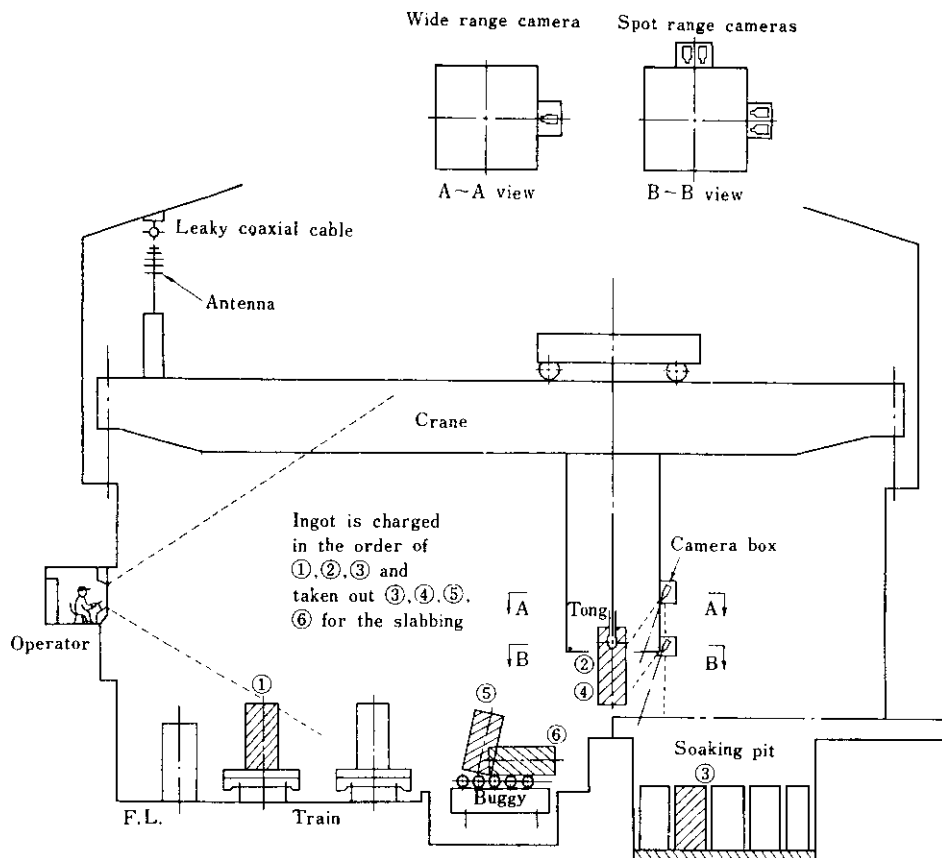


Fig. 3 Schematic diagram of camera arrangement and ingot handling

各々のカメラが鋼塊を垂直に対し若干の傾斜角度をもって写していることと合わせて、平面的なモニタ画像の立体的把握に役立っている。

(2) 良好な視野の維持

カメラは均熱炉頂から 4.5m の高さに設けたが、鋼塊の装入、抽出時に炉内の輻射熱を直接受けるので断熱ケースの中に収納した。ケース内は 50°C 以上に上昇しないよう専用のエアコンディショナにより冷却している。また、カメラ用シールド線の防熱策としてエアコン冷風ダクト内に配線ルート設けた。

(3) カメラの防振対策

カメラの取付場所は振動が非常に大きいので、カメラ機構の締付部、箆合部を強化するとともに、ショックアブソーバタイプの雲台を使用した。

(4) モニタの大きさ

モニタに写された映像は、クレーン機上から見た実物と同じ大きさに見えることが望ましい。しかし、3 台のモニタを一度にオペレータの運転視線内に入れるには 12in. が限度であった。

(5) 映像の色彩

立体感、アピール度などからカラー表示が好ましいが、被写体の照度の変動が激しくカラー調整が難しいことや撮像管の寿命、コストなどを考慮して、今回はモノクロ方式を採用した。

(6) ITV の送受信システム

クレーンの走行範囲が 200m をこえるので無線方式とした。Table 2 に ITV システムの主要仕様を示し、Fig. 4 に ITV システムの構成の詳細を示す。アンテナは、クレーン本体の振動、ノイズ、建屋外への電波の漏洩防止などを考慮して、送信側（移動側）を進行波アンテナ、受信側（固定側）

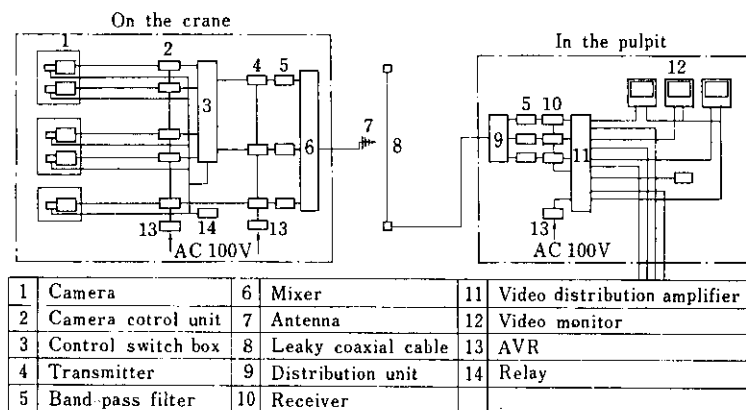


Fig. 4 Schematic diagram of wireless ITV system

Table 2 Specifications of wireless ITV system

Camera	TL-5BL separate type		
Monitor	TM-12A, 12in. monochromatic		
Antenna			
Transmitter side	Travelling wave antenna		
Receiver side	Leaky coaxial cable (LC-43D-50/500)		
Frequency	Crane A	488 ~ 494 MHz	
		512 ~ 518 MHz	
		536 ~ 542 MHz	
	Crane B	494 ~ 500 MHz	
		518 ~ 524 MHz	
		542 ~ 548 MHz	
Transmissive intensity	Less than 15 μ V/m at the point of 100m away from the trans. antenna		

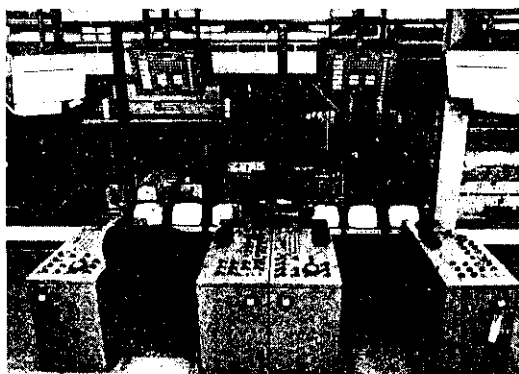


Photo. 2 View of remote control desks

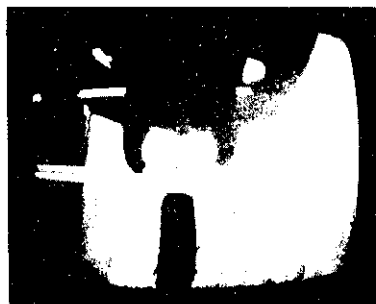


Photo. 3 An example of ITV picture

を漏洩同軸ケーブルとした。なお、クレーン移動時の受信レベルの変動を減らすため、送受信アンテナの相互間距離、取付公差を最小限におさえるよう努力した。Photo.2に遠隔運転室内の配置状況を示し、Photo.3は局所カメラでとらえた炉内における鋼塊つかみ時のモニタ映像である。

3・3 信号伝送装置（テレコン）

Fig.5にテレコンシステムの構成の詳細を示す。クレーンの各種機能の制御装置は、クレーン機上

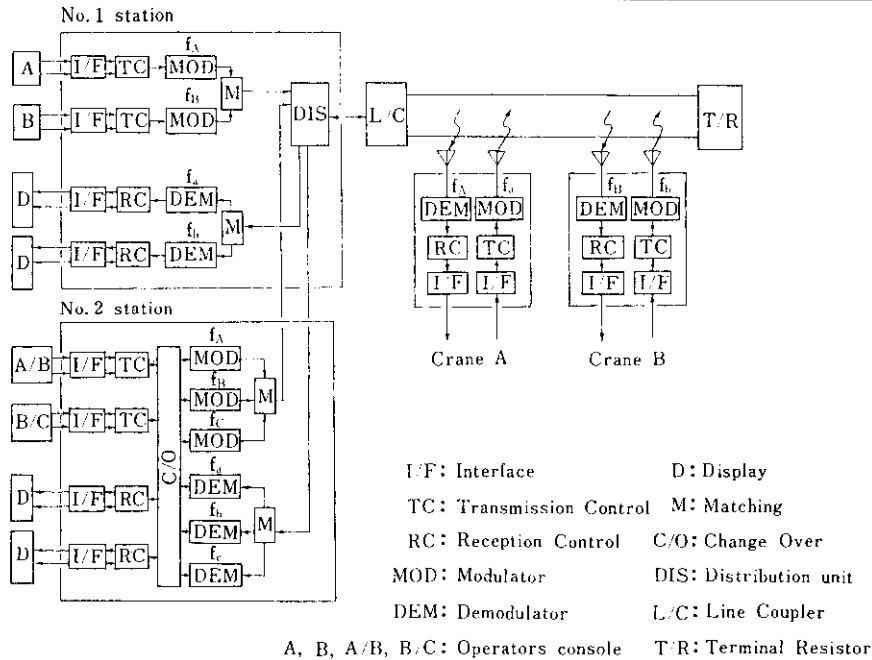


Fig. 5 Schematic diagram of tele-con. system

の電気室に設置した。地上の運転室からの指令信号とクレーンからのフィードバック信号とはITVと同様に無線により行い、時分割多重化によるサイクリック符号伝送方式でデジタル符号を送る。伝送路としては、建屋側に展張された平行2線(メタリックループ)を誘導線に用いている。使用回線はクレーン1台あたり送信、受信各1波で、54~246kHzの中より割当てている。伝送速度は600bit/sである。

3.4 電気シーケンス上の配慮

遠隔運転の安全と信頼性を高めるため、インターロックなどのシーケンス上の配慮を行う一方、運行時の位置確認用のオペレータガイダンスを設けた。以下にその主なものを列記する。

- (1) 接近作業時のオペレータミスなどによるクレーン同志の衝突を防止するため、走行番地検出装置による接近検出と、超音波方式によるものとの2種の衝突防止装置を設置した。15m接近で警報が鳴り、7.5mでクレーンが停止する。
- (2) クレーンを移動させる場合には、移動番地を指示することにより自動誘導が可能である。これはクレーン作業の段取替時に特に有効である。
- (3) モニタから受ける映像の高さ方向の遠近感不

足を補うため、トンク高さ位置計を設置し、トンクつかみ部の現在高さをITVモニタの画面の隅にデジタル表示している。

- (4) クレーン横行方向の各重要ポジションについて、トラッキングボードにクラブの現在位置を表示させている。そして、クラブの横行位置と各重要ポジションにある障害物の高さとに関するインターロックを設け、障害物の高さ以下にトンクが下った状態ではクラブの横行ができないようにしてある。

- (5) テレコン回線に異常検出回路を設けてあり、テレコン異常時にはクレーンが自動的に停止する。

4. 稼動状況

4.1 運転実績

Fig. 6に鋼塊装入サイクルタイムを遠隔操作時(設計値、実績値)と機上運転時(実績)に分けて示す。遠隔操作時の装入サイクルは、計画値より約5s長いがほぼ目標に達していると言えよう。今後、画像から受ける遠近感、高低感などに慣れれば計画値まで能率向上が可能と思われる。しかし、機上で運転する場合は運転者の慣れも手伝い、

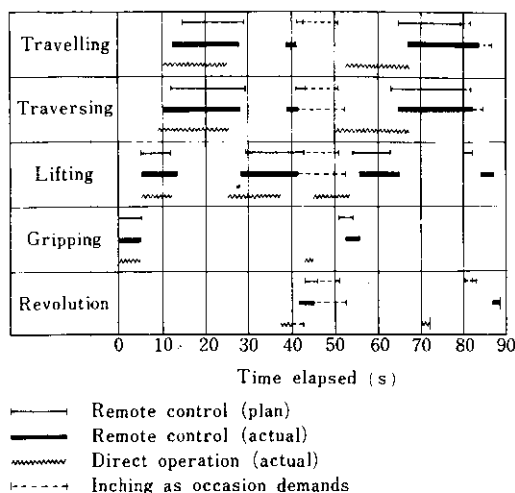


Fig.6 Comparison of charging cycle time of one ingot from train into soaking pit between different operations

走行、横行、巻揚げ、巻下げなどのラップ操作ができ、装入サイクルタイムの平均は約72sであるのに対して、遠隔操作では安全上、ラップ操作はほとんどできないため15~20%の作業時間の延長を余儀なくされている。ソーキングビットクレーンの作業能率低下は、

- (1) 限界生産能力の低下
- (2) 装入所要時間増による熱量原単位の増加
- (3) 抽出所要時間増による均熱鋼塊の温度低下などに影響すると考えられる。(2)と(3)については、ソーキングビットクレーンの作業能率以外の制約条件の影響の方が大きく、装入サイクルの10数s程度の遅れは現在のところ問題視されていない。(1)については、将来生産量が増えてソーキングビットクレーンの能力がラインの生産能力のボトルネックとなるとき問題となるので、今後能率アップを図る必要がある。Photo.4に遠隔運転による鋼塊の均熱炉装入状況を示す。

4.2 稼働後の主なトラブルとその対策

- (1) リレー動作時サージ電圧が発生し、ノイズパルスがテレコン装置に入り誤動作した。これについては回路にサージアブソーバ、コンデンサを追



Photo.4 Scenery of operation

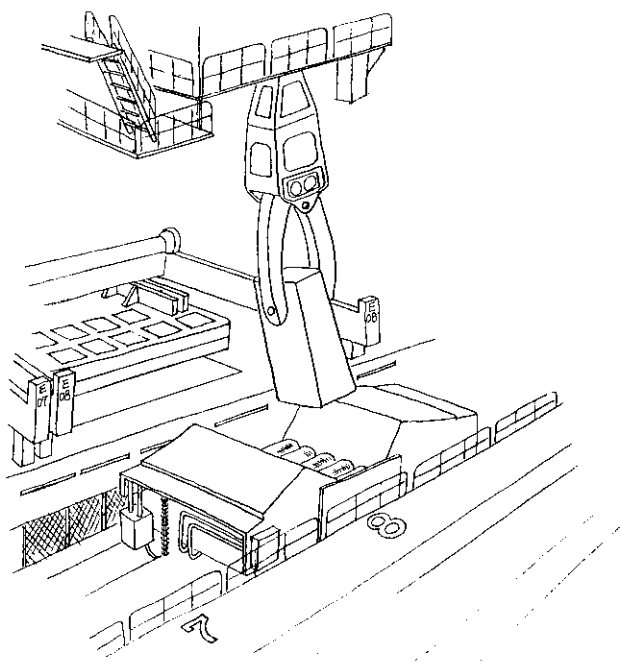
加し解消した。

- (2) ITVカメラ用エアコンが故障したりトリップした場合、ただちに炉上での作業を中断し、トンガを炉上より外れた場所に移動させないと、カメラが熱損傷を受けてしまう。現在、機上運転室用エアコンをバイパス接続するよう検討している。
- (3) カメラの取付部は振動が予想以上に苛酷なため各部にゆめを生じ、点検頻度が高い。現在取付方法の改善を試みている。

5. むすび

第3分塊工場の建設にあたり、ソーキングビットクレーンに遠隔運転システムを世界で初めて採用した。試運転時に種々のトラブルが発生したが、その後所期の目的をほぼ達成するにいたっている。機上操作に比べ能率はやや落ちるが、クレーンオペレータは震動、温熱などの悪環境から解放され、快適な地上の運転室からモニタ、トラッキングボードを見ながらの遠隔操作を行うことができるようになった。特殊作業を除きこの遠隔操作で処理できる見通しであり、作業能率も熟練によりある程度上昇することが期待できる。今後いっそうのシステムのレベルアップに努めて行きたい。

最後に、当システムの開発にあたり住友重機械工業㈱、東芝電気工業㈱の御協力をいただいたことを記して謝意を表する。



千葉製鉄所第3分塊工場ソーキングピットクレーン