

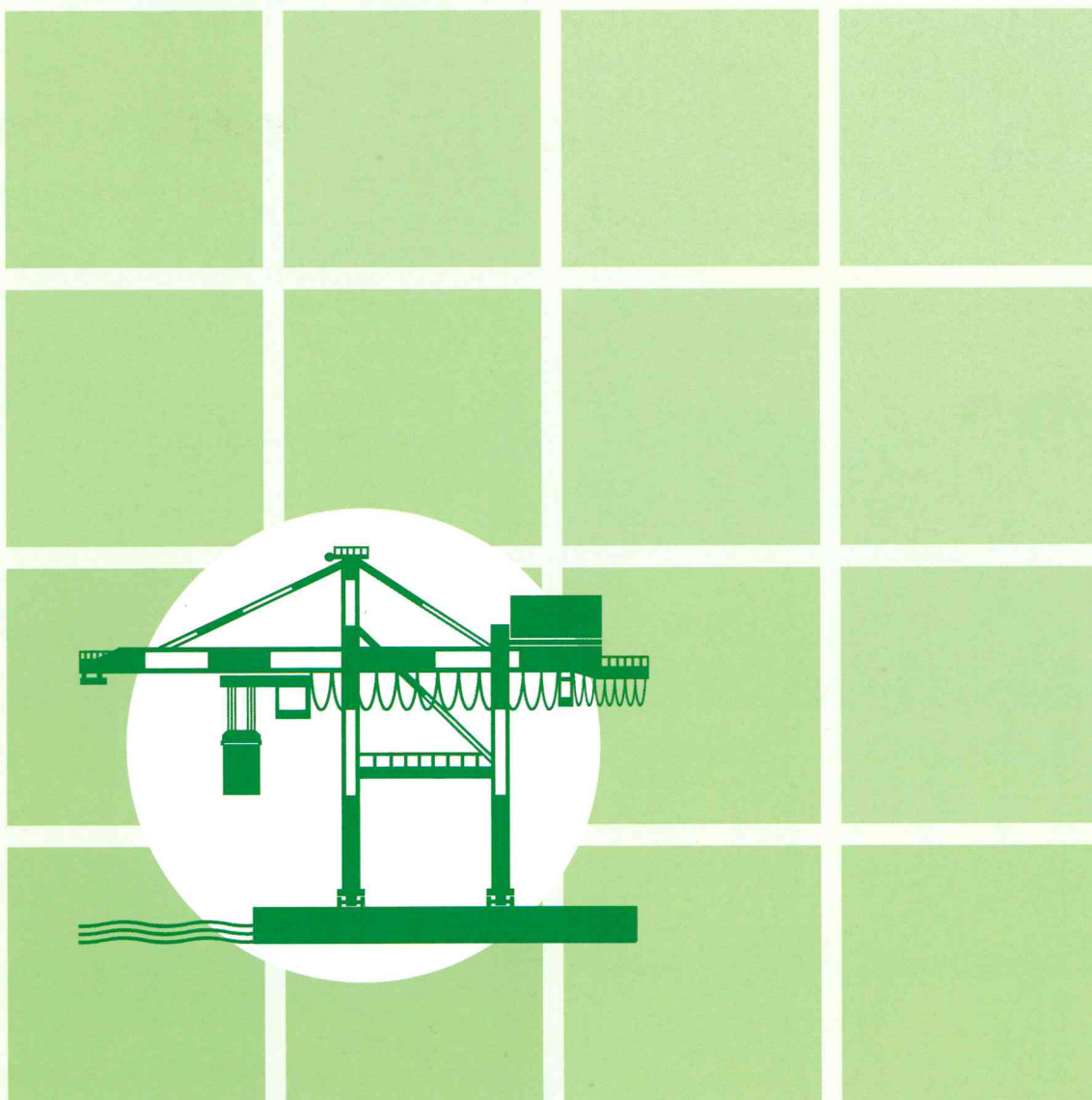
クレーン

5
2020

安全のすすめ
安全衛生教育の教え方(1)

技術報告

● **3つの手段で天井クレーンに伴う
労災事故ゼロを目指す!**



一般社団法人 日本クレーン協会

技術報告

3つの手段で天井クレーンに伴う 労災事故ゼロを目指す！

小川 宏 二*

1 はじめに

当社は創業より、国、県、大学の先生方、ご恩人方々、たくさんの方に助けていただきながら成長してまいりました。

そのありがたいご恩に“感謝”し、お客様に“感動”を与える製品をつくり出し、そのお客様の笑顔を見て素直に“感激”できる社員・企業に育て上げたいと考えています。

その製品、天井クレーン安全システムは、高い品質と機能を持ち、安心して安全に操作できる人間工学に則り開発しました。

天井クレーンに従事される全ての方々に、安心・安全に少しでもお役立て頂ければ幸いです。

2 天井クレーン作業の現状

現在、世界中の天井クレーンの移動操作は、**図1**のコントローラを使用しており、コントローラの「東」「西」「南」「北」4つのボタンを押すことにより、それぞれの方向に進む構造となっています。作業者は進めたい方向を工場内の天井部に設置してある**図2**の方向確認プレートを見て、自分が進めたい方向を確認し、手元のコントローラの4方向の中から該当する方向のボタンを探して押すという手順で、決めた方向へつり荷を進めています。

更に、進めたい方向を変える毎に上記のような手順を繰り返すこととなります。この方式は「東」「西」「南」「北」という方向を常に意識し、方向を何度も確認することにより、ボタンの押し間違いを防止するしか安全に操作する方法がなく、

押し間違いが原因で労災事故（死亡事故含む）が繰り返し発生しています。

図4、**5**のように毎年多くのクレーンによる死傷事故が起きています。

実際に愛知県の手元メーカーS社で天井クレーンの作業をしている作業の方に話をうかがったところ、**表1**のアンケートのように

①ボタンの押し間違いをした経験がある87.0%

②方向の勘違いをした経験がある85.7%

と多くの作業の方が方向・ボタンを間違えた経験があるとのことでした。

図6のハイリッヒの法則から①ボタンの押し間違い②方向の勘違いなどの300のヒヤリハットの積み重ねが1つの重大な事故に繋がります。

当社は、これらの事故を撲滅するための天井クレーン安全システム ZEN を完成させました。



図1 世界中のクレーンコントローラ

* Koji Ogawa (株)五合 代表取締役



図2 方角確認プレート

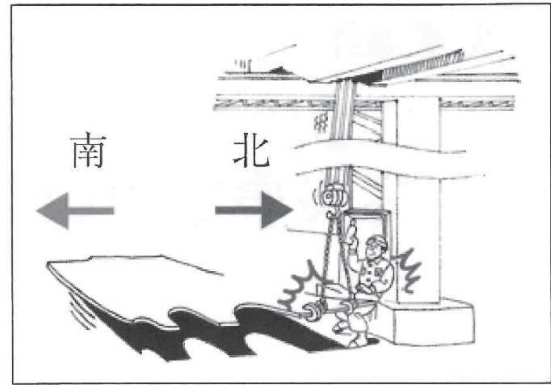


図3 天井クレーン事故例① (日本クレーン協会)

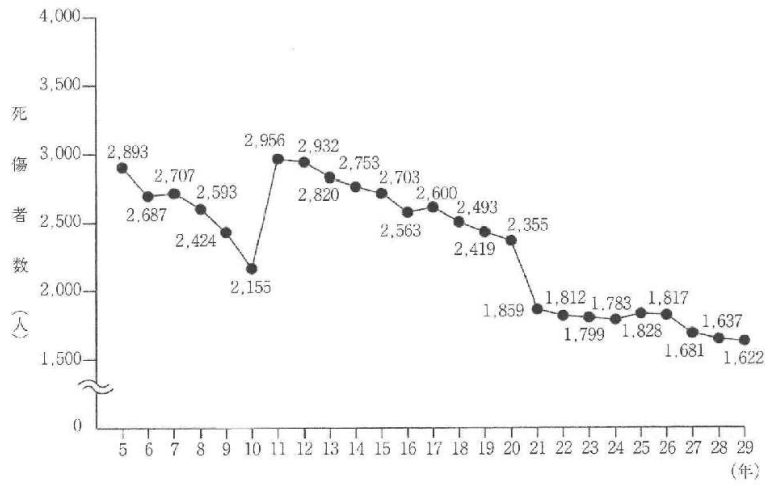


図4 クレーン等による死傷災害の推移 (日本クレーン協会)

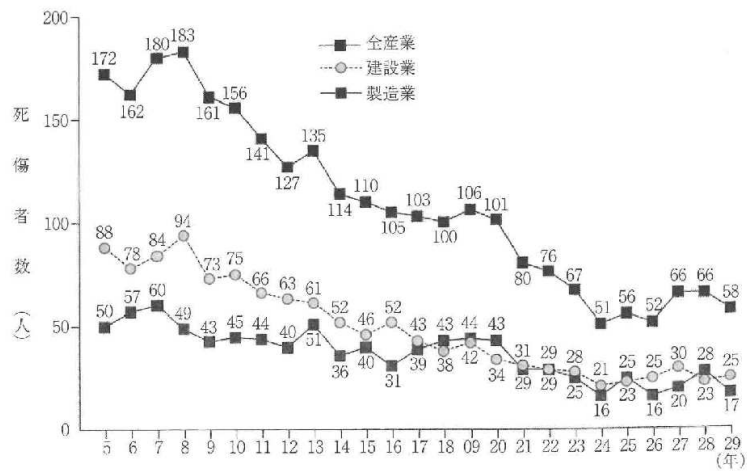


図5 クレーン等による死亡災害の推移 (日本クレーン協会)

表1 ヒヤリハットアンケート結果

内 容	職場 (人数)	統計 (77)	割合
①ボタン押し間違い		67	87.0%
②方向勘違い		66	85.7%
③重心間違い		27	35.1%
④上を見て作業し 足下でつまづく		27	35.1%
⑤作業に集中し 人に気付かない		11	14.3%
⑥クレーン作業者に 気付かない		11	14.3%
⑦ボタンが戻らず 自己保持になる		8	10.4%

※S社のデータに基づく結果



図6 ハインリッヒの法則

2 3つの手段で労災事故ゼロを目指す

当社の天井クレーン安全システム「ZEN」は、①進めたい方向にコントローラを向けるだけで移動方向が定まる天井クレーンコントローラ「ZEN」、②天井クレーンの移動方向をクレーンが動く前に周囲に視覚と音声で知らせる方向表示機「UEYOSHI」、③動かした操作記録を取得し安全教育に活かせる安全システムの3つから構成されています。

この3つの手段で天井クレーンに伴う労災事故ゼロを目指します。

2.1 1つ目の手段「操作員を守る！」天井クレーンコントローラZEN

従来の「東」「西」「南」「北」コントローラでの天井クレーンの操作は、(1)進めたい方向を天井クレーン上部に設置された方向確認プレートを見て方向の確認、(2)押しボタンの確認、(3)押しボタンを押すという3つの手順を踏み天井クレーンの操作を行っています。

この3つの手順のいずれか1つでも間違えてしまうと、作業者が想定していた方向と全く別の方向につり荷が移動してしまい、重大な事故につながってしまいます。

弊社の天井クレーンコントローラZENは、作業者が進めたい方向を決めたら、コントローラと共にその方向に身体を向け、従来の「東」「西」

「南」「北」に替わる1個の「スタート」ボタンを押すことにより、クレーンを進めたい方向に動かすことができます。また、クレーンの操作中に進行方向に障害物があった場合、コントローラを障害物を避けた安全な方向に向けるだけで、シームレスに方向転換をすることができます。

日本クレーン協会発行の安全衛生教育用テキスト(※注1)では、つり荷の後方の位置から操作することが定められていますが、従来の「東」「西」「南」「北」方式の場合、それぞれ180度正反対の方向に動くボタン「東、西」と「南、北」が隣り合う配置となっているため、正しいボタンを押すまでにはつり荷の後方に立っているとは言えない状態です。(ボタンを押し間違えた場合は、つり荷が作業者の方向に動くので結果、つり荷の前方に立っていたこととなります。)

ZENは、方向の決定を進みたいと向けた方向によって決定し、1つの「スタート」ボタンのみで、そのボタンは作業員から離れる方向にしか動作しないため、結果的に日本クレーン協会発行の安全衛生教育用テキストに記載されている「つり荷の後方」に立ち操作することを満たし、安全に操作できます。

※注1 (「安全教育用テキスト クレーン運転の安全(改訂版)」4.2.6(4)ヌ に掲載
発行：一般社団法人 日本クレーン協会)

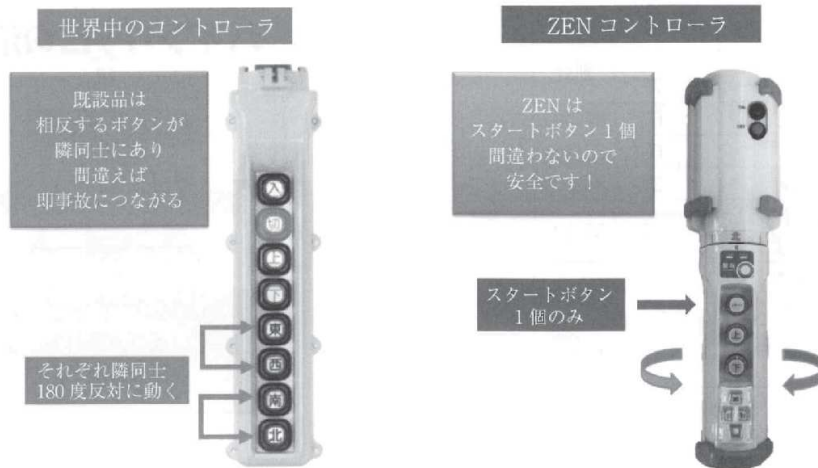


図7 クレーンコントローラ比較

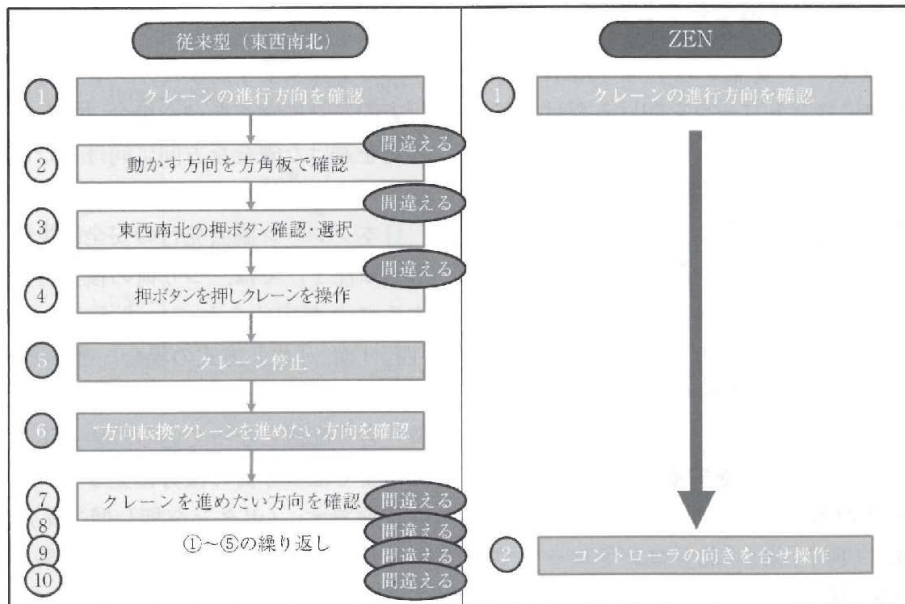


図8 コントローラ操作手順比較

例えるなら、お母さんが這い這いしている赤ちゃんに向かって“こっちへおいで”と手を拭げると赤ちゃんはお母さんの胸の方向に向かってきます。誤って角度を間違えて壁におつかる赤ちゃんはいないと思います。そのように人間が本来持っている方向感覚に従い操作できるものになければ事故は防げないと思います。また事故の責任を操作員に被せてはいけなく、人間工学に則った安全装置、安全システムで防がなければな

らないと思います。

現在存在する天井クレーンコントローラは有線式・無線式ともに全て「東」「西」「南」「北」ボタン方式で、特許製品である当社のZENは世界で唯一の存在です。

また、ZENは国内・アメリカ・中国で特許を取得しています。また、その他ヨーロッパ各国に申請中であり、現在も特許申請を絶えず出願し続けています。

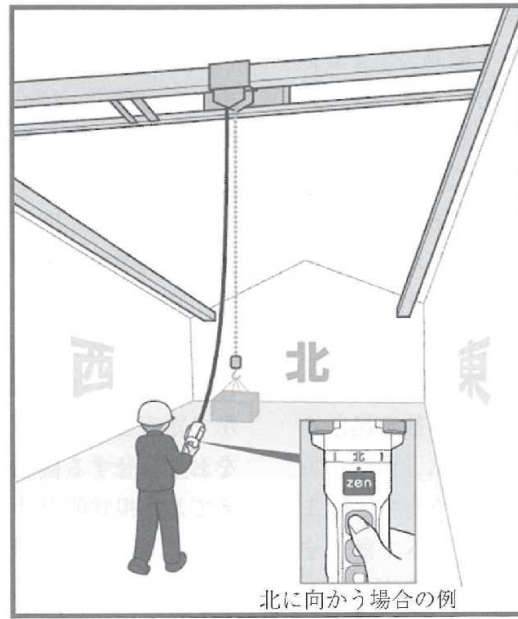


図9 ZEN 操作例

表2 国内取得特許一覧

国	登録日	登録番号	名称
日本	2011/9/9	第4815627号	三次元移動装置
日本	2012/1/6	第4898847号	移動操作装置及び三次元移動装置
日本	2012/1/6	第4898962号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2012/5/11	第4988952号	移動操作装置及び三次元移動装置
日本	2015/5/15	第5745939号	移動制御方法及び移動操作装置
日本	2015/8/14	第5791444号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2015/12/18	第5854992号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2016/7/8	第5964554号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2017/2/17	第6089184号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2017/4/7	第6122051号	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
日本	2019/4/16	第6547106号	基準体

表3 海外取得特許一覧

国	登録日	登録番号	名称
米国	2015/2/10	8,950,734	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
中国	2015/8/12	ZL201180032702.2	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
米国	2016/3/15	9,284,163	移動制御方法、移動操作装置及び移動体の移動を操作する方法
韓国	2016/3/29	10-1608693	移動制御方法、移動操作装置及び移動体の移動を操作する方法
米国	2016/5/10	9,334,143	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
中国	2016/7/6	ZL201080002413.3	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
米国	2016/8/2	9,403,664	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
欧州	2016/8/31	2450304	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
韓国	2016/10/7	10-1666335	移動制御方法、移動操作装置及び移動体の移動を操作する方法
欧州	2017/3/15	2119662	移動制御方法、移動操作装置及び移動体の移動を操作する方法
米国	2017/5/30	9,663,332	報知装置及び移動システム
中国	2017/7/28	ZL201510432213.6	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
中国	2017/10/17	ZL201310306698.5	移動制御方法、移動操作装置及び移動体の移動を操作する方法
韓国	2017/11/7	10-1797246	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
韓国	2018/4/13	1850492	操作装置及びその操作装置を備える移動装置
中国	2018/5/18	ZL201280001755.2	機器の表示装置および表示装置を設けた機器
米国	2019/3/5	10,221,047	機器の表示装置および表示装置を設けた機器
米国	2019/5/7	10,281,932	操作装置、及び3次元移動装置

2.2 2つ目の手段「周囲の作業を守る！」方向表示機 UEYOSHI

現在、操作員が東西南北の方角、すなわち天井クレーンがどちらに移動するかを知るには、天井クレーン本体に備わる東西南北が印刷された方向確認プレートを確認するしか方法はありません。

また、その周囲に居る作業員がこれからクレーンがどちらに移動するかを知るには操作員による指差呼称しか術はありませんでした。

そのため図10のようにその操作員が指差呼称を間違え、周囲の作業員を巻き込む事故が起きていました。

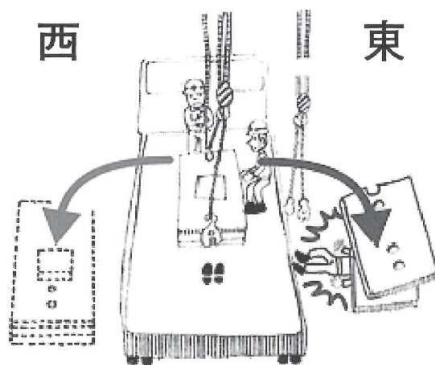


図10 天井クレーン事故例② (日本クレーン協会)

当社の方向表示機があれば、天井クレーンがどちらに移動するのか、また、移動中にどちらに移動しているのかが一目でわかります。

例えば、道路の交差点に備わる信号機は交差点の頭上に設置されています。頭上に設置される理由は、自動車、バイクなどの運転手だけでなく歩行者、自転車など交差点に進入する皆の為にあります。

同じように、工場にもクレーン本体に周囲から進行方向が視認可能な方向表示機を設置することで、リアルタイムに予め移動する前にクレーンの進行方向を表示することにより、操作員も周囲の作業員も“これから動くであろう方向”を、表示で知ることが出来ます。また、音声で進行方向をお知らせする機能(例：北へ移動します)も備えており視覚的だけでなく聴覚的にも訴えかけ方向を認識することができます。

また、リアルタイムでクレーンの移動中も移動している方向を表示と音声でお知らせします。

例えば、ベテラン操作員が休んだときに代替人が操作すると、そのクレーン作業に慣れていないため危険の上なく困っている現場に直面したことがあります。

また、昨今の労働者不足の為、外国人の派遣労働者が天井クレーンを操作しているのをよく見かけますが、使用する言語の問題から意思疎通ができなく操作方法が上手く伝わらないことが考えられます。この場合、現状の漢字表記の天井クレーンコントローラでは間違った押ボタン操作により、事故が発生する危険性が高まります。

そのような場合でも、人間工学に則ったZENと表示機があれば安心・安全に操作できます。

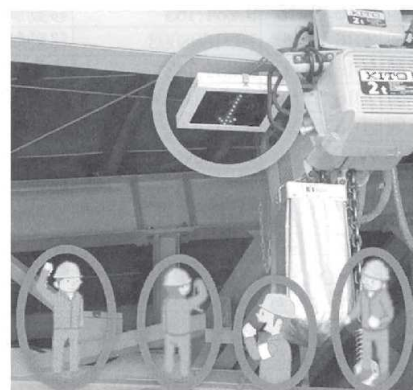


図11 方角板から方向表示機へ

2.3 3つ目の手段「走行状況をバックアップし教育訓練に活かす！」操作記録システム

天井クレーンの操作記録、走行情報をバックアップしており、クレーンの使用環境情報を時間軸で知ることができます。万が一不幸に事故が起きた場合にも、「なぜ事故に至ったのか」「事故の予兆を捉えることはできないか」などを検証できると考えます。

今後、その得られたバックアップデータにより事故を予見したときには、視覚（方向表示機）、音声（警報ブザー）などで危険を知らせることができ事故の予兆を捉え未然に防ぐことが可能となります。

また、得られたバックアップデータによりもっと作業効率を上げることができる最適な走行経路をバックアップデータにより数値的に解析でき、安全・高効率化の両面から最適な工場レイアウトが探索できると考えます。

走行情報のバックアップに加えクレーンの上方

からの映像も記録することでさらなる安全対策となります。映像を記録することで、作業者に記録されているという意識付けをすることができ、安全確認等をより一層怠ることがなくなります。また、バックアップデータとクレーン上方からの映像記録を照らし合わせることで、どのような危険が潜んでいるかなどを具体的な事例によって、安全教育に活かすことができます。

表4はZEN安全システムを導入している実際の工場にて操作記録、走行情報からどのくらい安全性が向上したかを数値化したものです。従来方式を使用した場合とZENを使用した場合（あくまでもフックが掛かった状態）、ヒヤリハット数を比較すると、ZENはヒヤリハットを95.9%削減（※注2）でき、大幅に安全性を改善することができることが分かります。

※注2（「ヒューマン・エラーとのつきあいかた」笠原秀樹（2007）鹿島出版会とハイブリッドの法則より）

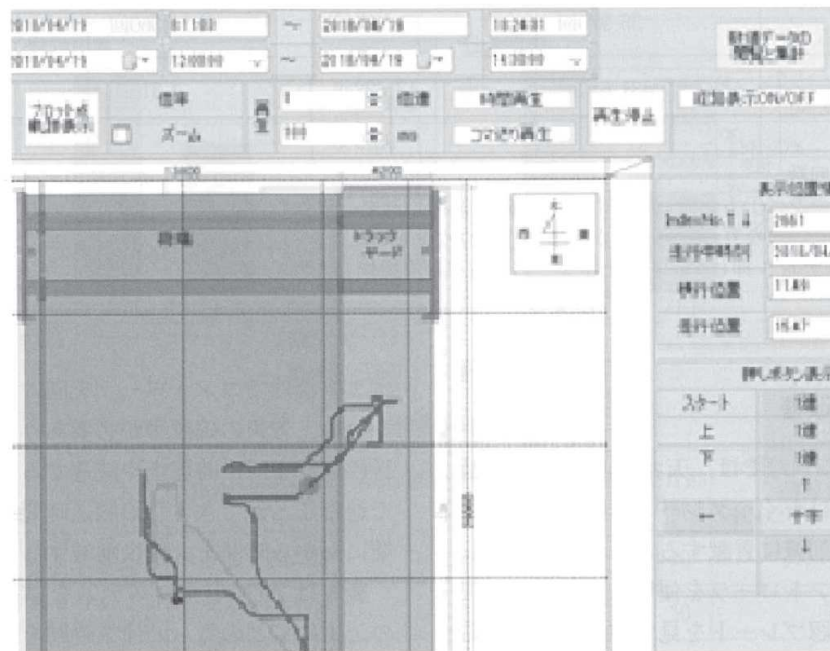


図12 天井クレーンバックアップデータ例



図 13 上方からの作業様子

表 4 作業効率比較

		危険操作回数合計 (東西南北クレーン)	危険操作回数合計 (ZEN 安全システム)	ヒヤリハット回数※2 (東西南北クレーン)	ヒヤリハット回数※2 (ZEN 安全システム)
ク レ ン 1 台 当 た り	1回※荷を吊り移動し降ろすまで	86回	4回	0.86回	0.04回
	1日※S社の1日の作業回数平均値	1,635回	67回	16.4回	0.67回
	1ヶ月※22日とする	35,970回	1,474回	360回	15回
	1年※12か月とする	431,640回	17,688回	4,316回	177回
	削減割合	→	95.9%	→	95.9%

※1 危険操作回数

東西南北クレーン：①方角確認②押しボタン確認③押しボタン操作などクレーン作業においてヒヤリハットになりうる危険性がある操作をカウントした。

ZEN 安全システム：押しボタンの十字キーによるバック操作をカウントした。

※S社のデータに基づく結果

3 作業効率の改善

ZEN 安全システムでは、天井クレーンの事故率の低減だけではなく、クレーン作業での搬送距離、搬送時間の削減に貢献することができます。

従来方式のコントローラを使用した場合は、天井にある方角確認プレートを見て方角を確認する時間、コントローラの押しボタンを見て確認する時間がかかってしまいます。さらに、方向転換するたびに一時停止し、一連の確認作業をする時間がかかります。ZEN の場合は、1つのスタート

ボタンだけでコントローラを向けた方向に移動するため、方角の確認等が必要ありません。また、目標位置まで一時停止や減速することなく一直線で進むことができるため搬送時間などクレーン作業にかかる時間を大幅に削減することができます。

表5はZEN安全システムを導入している実際の工場にてどのくらい作業時間を削減できたかを数値化したものです。従来式とZENの所要時間を比較すると、ZENは作業時間を31.4%削減できたことが分かります。

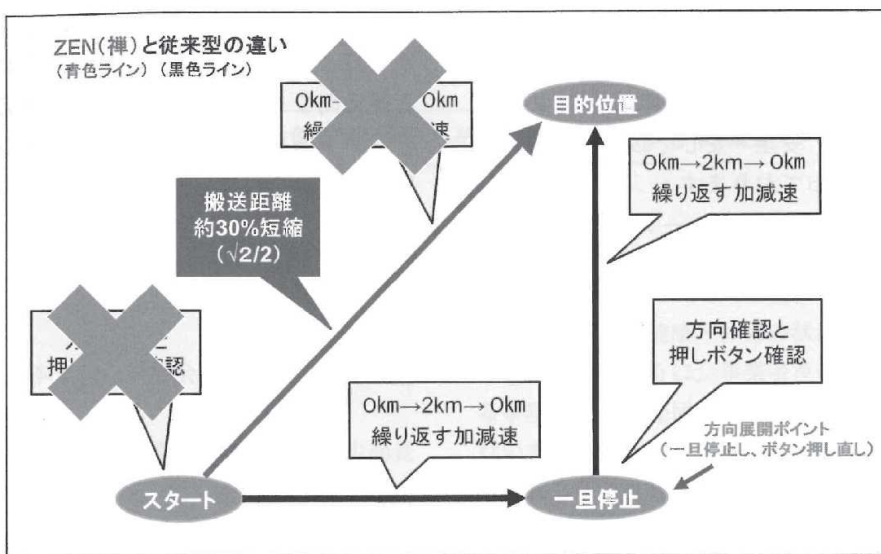
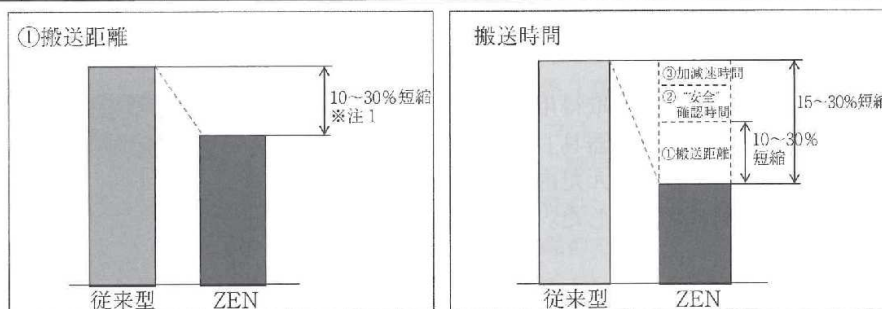


図 14 クレーン搬送距離・時間効率比較

	従来型	ZEN
①搬送距離	目的地まで直角に移動する必要があり、搬送距離が長くなる。	目的地まで1直線で到達できる。従来型より約10～30%削減できる。
②“安全”確認時間	方向転換のたびに一旦停止し、方角押しボタンの安全確認時間が必要。	ボタンを押したまま方向転換できるので、減速・停止せず目的地まで到達できるので確認時間が短縮できる。
③加減速時間	方向転換する度に、クレーン走行の加減速を繰り返して搬送効率が悪い。	ボタンを押したまま方向転換できるので、減速・停止せず目的地まで到達できるので加減速時間が短縮できる。



※注1 工場のレイアウトによって数値が異なります。

図 15 クレーン搬送時間比較

表 5 作業効率比較

	東西南北クレーン 所要時間合計 (A)	ZEN 所要時間合計 (B)	所要時間差合計 (A) - (B)	所要時間差による 削減額 (※5000円/h換算)
クレーン 1台当たり 1回※荷を吊り移動し降ろすまで	0 : 03 : 43	0 : 02 : 33	0 : 01 : 10	¥136
1日※S社の1日の作業回数平均値	1 : 10 : 37	0 : 48 : 27	0 : 22 : 10	¥1,847
1ヶ月 ※22日とする	25 : 53 : 34	17 : 45 : 54	8 : 07 : 40	¥40,639
1年 ※12か月とする	310 : 42 : 48	213 : 10 : 48	97 : 32 : 00	¥487,667

※ S社のデータに基づく結果

作業時間 31.4%削減!

天井クレーン安全システム ZEN は、天井クレーンの操作者、その周りの作業の方々など、工場に従事するすべての方々のために、労働災害事故のゼロを目指し、安全・安心をお届けしたい！そんな想いでつくっております。

今後は IOT を活用し、クレーンのトータル制

御システムを開発するだけでなく、「ハードがソフトにより進化」、「ソフトがハードにより進化」と絶え間なく繰り返され進化成長するクレーン総合システムを完成させ、天井クレーンに関する労働災害ゼロを目指したいと考えております。

図書のご案内

クレーン運転士教本（改訂3版）

B5版 183頁 定価1,650円＋税（送付料実費）

掲載内容

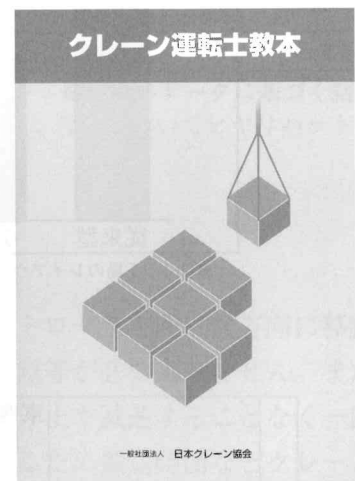
お申し込みは最寄りの当協会支部へ

本書は、クレーン運転士免許取得用のテキストです。

平成30年6月の「墜落制止用器具」に係る改正部分（平成31年2月1日施行）を盛り込んだ内容とし、必要な箇所についてイラストを描き替えました。

〈目次〉

- 1 クレーンに関する知識
- 2 原動機及び電気に関する知識
- 3 クレーンの運転のために必要な力学に関する知識
- 4 合図の方法



一般社団法人 日本クレーン協会

会員企業紹介

当社の事業紹介

所属支部 東海支部

1 企業の名称、設立、沿革等

株式会社五合

本社 〒486-0807 愛知県春日井市大手町4-8-10

〈設立〉 2003年5月8日

〈沿革等〉

2000年創業し、2003年に(株)五合と命名しました。「未だ未だ五合目、奢らず技術開発に挑み続ける」という意味です。

社是は、「まず国、県、ご恩人方々に“感謝”して、ワット“感動”戴ける製品を提供し、その喜んで下さっている姿を見て社員と共に“感激”する」三感精神です。

2 主な事業内容、クレーン等の関わり

天井クレーンコントローラ安全システム「ZEN」の製造販売を行っております。

ZEN コントローラは、走行ボタンを1つにし、進めたい方向にZEN コントローラを向ければ移動方向が決まる人間工学に則ったものです。つまり安全規則通りに荷の後方若しくは斜め後方に立って操作すれば、必ずつり荷が操作者から離れていくため安全です。

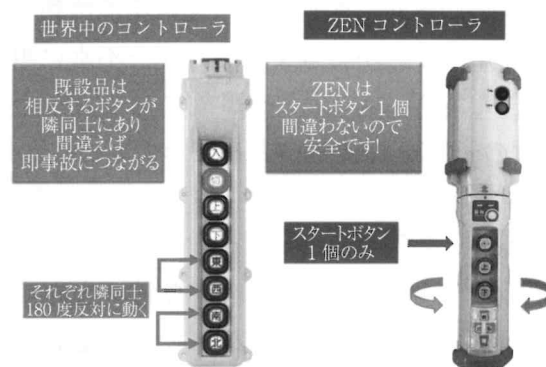
ZEN 表示機は、周囲の作業員も事前に確認できるように移動方向を予告表示するもので、高い評価を得ております。

3 主な製品、事業を巡る最近の動き

(1) ZEN コントローラ

作業者が進めたい方向を決めたら、ZEN コントローラと共にその方向に身体を向け、従来の「東」「西」「南」「北」に替わる1個の「スタート」ボタンを押すことにより、クレーンを進めたい方向に動かすことができます。方向の決定を進みたいと向けた方向によって決定し、1つ

の「スタート」ボタンのみで、そのボタンは作業員から離れる方向にしか動作しないため、結果的に日本クレーン協会発行の安全衛生教育用テキストに記載されている「つり荷の後方」に立ち操作することを満たし、安全に操作できます。



クレーンコントローラ比較

第22回中小企業優秀新技術新製品 優秀賞
GOOD DESIGN AWARD 2011 受賞

(2) ZEN 表示機

天井クレーンがこれからどちらに移動するのか事前に分かるだけでなく、移動中にどちらに移動しているのかが一目で分かります。

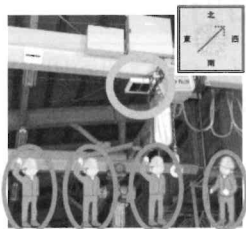
例えば、道路の交差点に備わる信号機は交差点の頭上に設置されています。頭上に設置される理由は、自動車、バイクなどの運転手だけでなく歩行者、自転車など交差点に進入する皆の為にあります。

同じように、工場にもクレーン本体に周囲から進行方向が視認可能な方向表示機を設置することで、リアルタイムに予め移動する前にクレーンの進行方向を表示することにより、操作員も周囲の作業員も“これから動くであろう方向”を、表示で知ることができます。また、音声で進行方向をお知らせする機能（例：北へ移動します）も備えており視覚的だけでなく聴覚的にも訴えかけ方向を認識することができます。

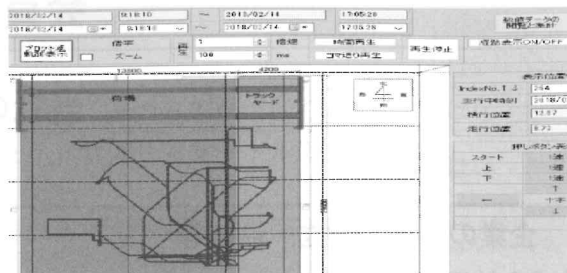
※ 当協会会員企業（又は事業場）におかれては、本記事の投稿をお願いします。（本部技術普及部）



方向表示板



ZEN 表示機



バックアップデータ例



記録動画

(3) ZEN 操作記録システム

天井クレーンの操作記録，走行情報をバックアップしており，クレーンの使用環境情報を時間軸で知ることができます。万が一不幸に事故が起きた場合にも，「なぜ事故に至ったのか」「事故の予兆を捉えることはできないか」などを検証できると考えます。

今後，その得られたバックアップデータにより事故を予見したときには，視覚（方向表示機），音声（警報ブザー）などで危険を知らせることができ事故の予兆を捉え未然に防ぐことが可能となります。

また，得られたバックアップデータによりもっと作業効率を上げることができる最適な走行経路をバックアップデータにより数値的に解析でき，安全・高効率化の両面から最適な工場レイアウトが探索できると考えます。

走行情報のバックアップに加えクレーンの上方からの映像も記録することでさらなる安全対策となります。映像を記録することで，作業者に記録されているという意識付けをすることができ，安全確認等をより一層怠ることがなくなります。また，バックアップデータとクレーン上方からの映像記録を照らし合わせることで，どのような危険が潜んでいるかなどを具体的な事例によって，安全教育に活かすことができます。

その他，ZEN 安全システムを導入している工場にて操作記録，走行情報からどのくらい安全性が向上したかを数値化し比較できます。

そのZEN 安全システムが「第8回ニュービジネス助成金」NOBUNAGA21最優秀賞を受賞しました。

4 経営方針，クレーン安全に対する取り組み

【経営方針】

育てて頂いた国，県，ご恩人みなさまに“感謝”し，みなさまに“感動”いただける製品を生み出し，そのみなさまの喜ぶ笑顔を見て，“感激”できる社員，企業になります。

“報恩の精神”“初動は善”で事業活動を行います。

【安全】

天井クレーンの運転者，その周りの作業者の方々など，工場に従事するすべての方のために，労災事故ゼロを目指し，絶え間なく新技術，新製品の開発に挑んでいきます。

今後はIoTを活用し，クレーンのトータル制御システムを開発するだけでなく，「ハードがソフトにより進化」，「ソフトがハードにより進化」と絶え間なく繰り返され進化成長する天井クレーン安全総合システムを完成させ天井クレーンに伴う事故のゼロを目指したいと考えております。

その天井クレーン安全総合システムを完成するには，導入メーカー，クレーンメーカー様，IoT，AI 他企業との連携を図ることが不可欠と考えております。相互の得意分野の技術を生かすことにより，天井クレーンに関する労災事故ゼロを目指し，工場に従事する全ての皆様，そのご家族の皆様にご安心・安全をご提供できるよう努めてまいります。