

【技術分類】 2-2 安全のための制御

2-2-1 複数クレーンの干渉防止

【 F I 】 B66C13/22@L, B66C15/04@B

【技術名称】 2-2-1-1 複数天井クレーンの連動運転制御

【クレーン種別】 1-1 トロリ式天井クレーン

【技術内容】

2 台の天井クレーンを連動するように改造し、一人の作業員で鉄道車両や構成部品など長尺物の共吊り運搬ができるようにした。2 台のクレーン間の距離を任意に設定でき、1 つのコントローラで 2 台のクレーンを操作できるようにした。

両クレーンに光伝送装置を利用する共用の制御装置を設置した。図 1 に無線通信方式を示す。また、No. 2 無線機の付加機能ボタンを図 2 に示す。連動運転時には No. 2 無線機のボタンを単独から連動に切替えることにより、No. 2 無線機で連動運転が行える。距離計測器と反射板を設置し、レーザ光の往復時間から距離を計測することによりクレーン間の距離を一定に保つように制御した。クレーン間距離は最大 40m とし、計測回数は 1/16 秒に 1 回とした。

2 台のクレーンの走行速度が異なり運転開始時のクレーン間距離との差が 300mm 以上となった場合に、運転方向に基づき片側のクレーンを減速させることにより距離の誤差修正を行う設定とした。図 3 に誤差修正時のクレーンの動きを示す。

【図】

図 1 無線通信方式

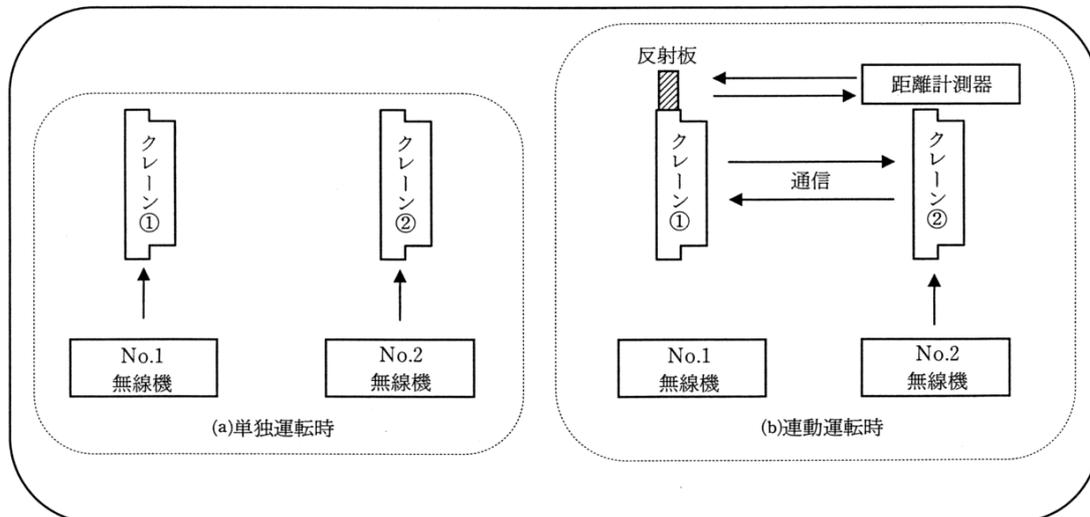


図 1 無線通信方法

出典：「長尺物共吊り運搬作業におけるクレーン連動化改造による安全性の向上」、「クレーン 41 巻 8 号 22 頁」、「2003 年 8 月」、「香山忠裕（川崎重工業株式会社）著」、「日本クレーン協会発行」

図2 No.2無線機の付加機能ボタン

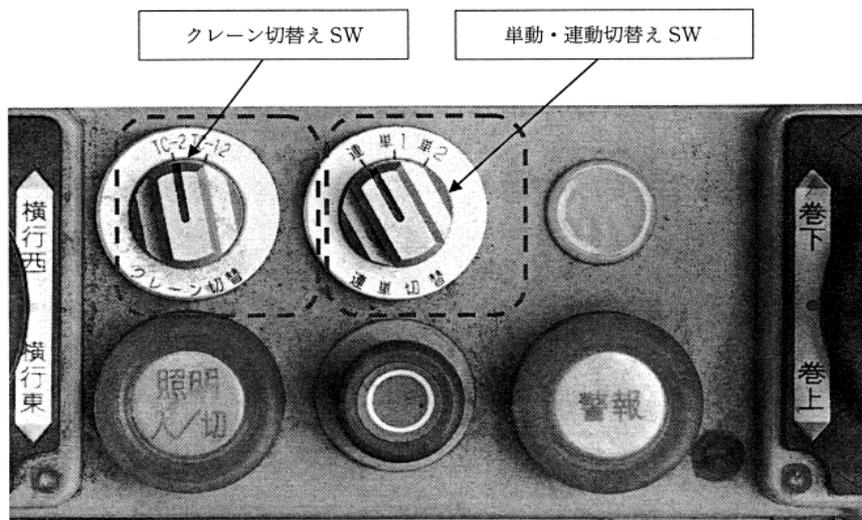


写真2 No.2無線機付加機能鈕

出典：「長尺物共がり運搬作業におけるクレーン連動化改造による安全性の向上」、「クレーン 41 巻 8号 23 頁」、「2003 年 8 月」、「香山忠裕（川崎重工業株式会社）著」、「日本クレーン協会発行」

図3 クレーン間距離の修正

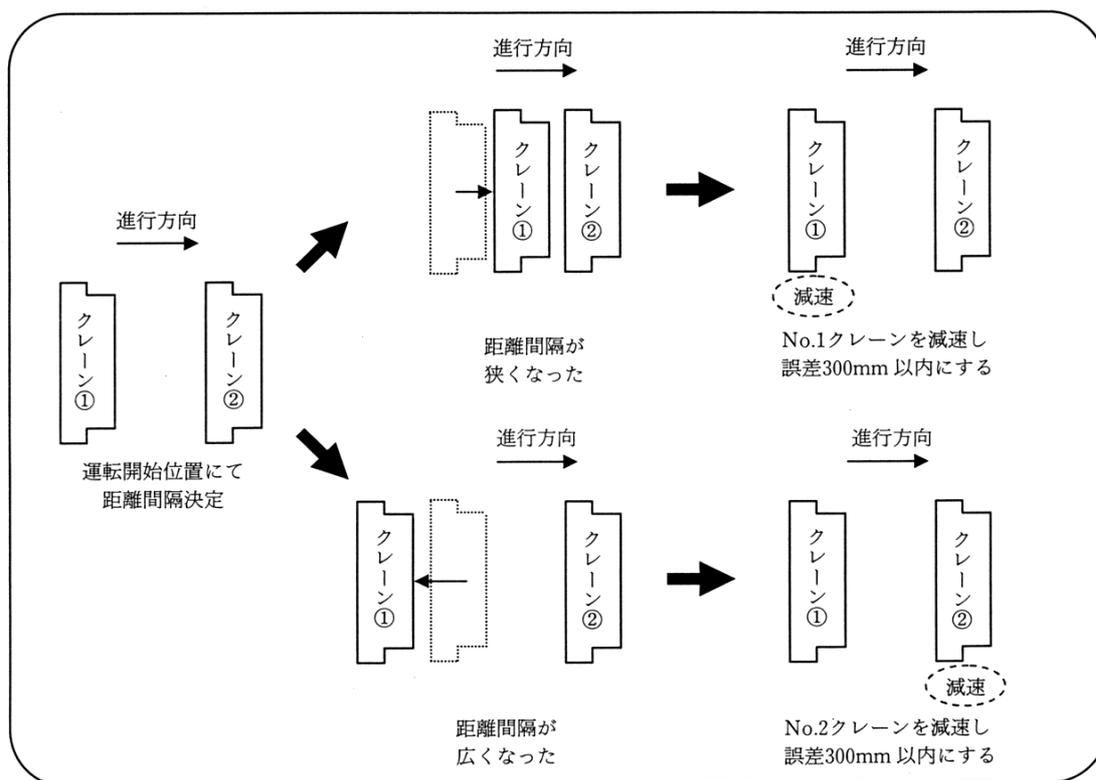


図2 クレーン間距離の修正

出典：「長尺物共がり運搬作業におけるクレーン連動化改造による安全性の向上」、「クレーン 41 巻 8号 25 頁」、「2003 年 8 月」、「香山忠裕（川崎重工業株式会社）著」、「日本クレーン協会発行」

【出典／参考資料】

「クレーン 41 巻 8号 21-26 頁」、「2003 年 8 月」、「香山忠裕（川崎重工業株式会社）著」、「日本クレーン協会発行」

【技術分類】 2-2-1 複数クレーンの干渉防止

【 F I 】 B66C15/04@H, B66C15/04@C

【技術名称】 2-2-1-2 天井クレーンの演算制御による衝突防止装置

【クレーン種別】 1-1 トロリ式天井クレーン

【技術内容】

天井クレーンの衝突防止には、大別して「超音波式」、「光電スイッチ式」、「リミットスイッチ式」、およびロータリーエンコーダを利用した「演算制御式」等がある。

超音波式と光電スイッチ式では、図1のごとく、相互のクレーンに送信機と受信機を設け、対向のクレーンの距離が設定値（一般的に4～20mの範囲）以下に接近した場合にクレーンを自動停止させたり近接警報を発したりする。

演算制御式は、同一建屋内の上段と下段にクレーンが配置された場合に上段クレーン（主天井クレーン）のフックが下段クレーン（補天井クレーン）に衝突するのを防止するために採用している。演算制御式の構成を図2に示す。上段のクレーンが空荷でフックが上限位置にあるときのみ上下クレーンが自由に交叉できるように設定している。相互のクレーン位置をロータリーエンコーダを用いて車輪回転数から検出し、上段クレーンのフック位置は上限リミットスイッチで、吊荷の有無はロードセルで検出する。地上局においてクレーン相互間の距離およびフック状態をシーケンサで演算し、停止指令などを光で伝送して衝突を防止する。

【図】

図1 超音波式・光電スイッチ式による衝突防止

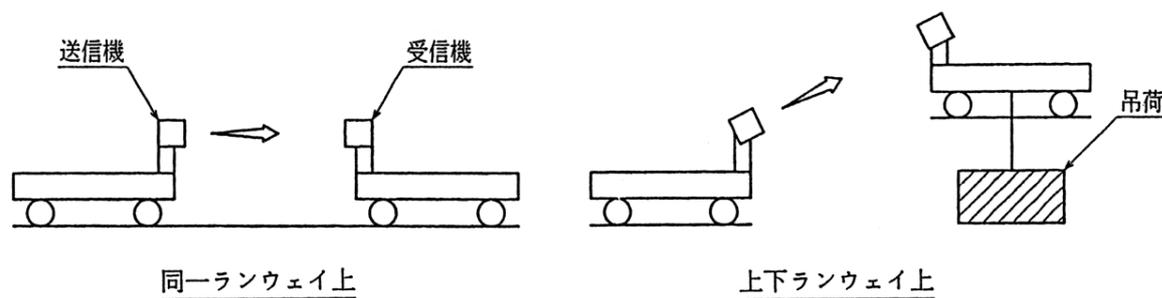


図 4

出典:「天井クレーンの安全装置の動向について」、「実務展望 NO.162 13頁」、「1994年11月」、「高松馨（石川島輸送機株式会社）著」、「ボイラ・クレーン安全協会発行」

図2 演算制御式による衝突防止

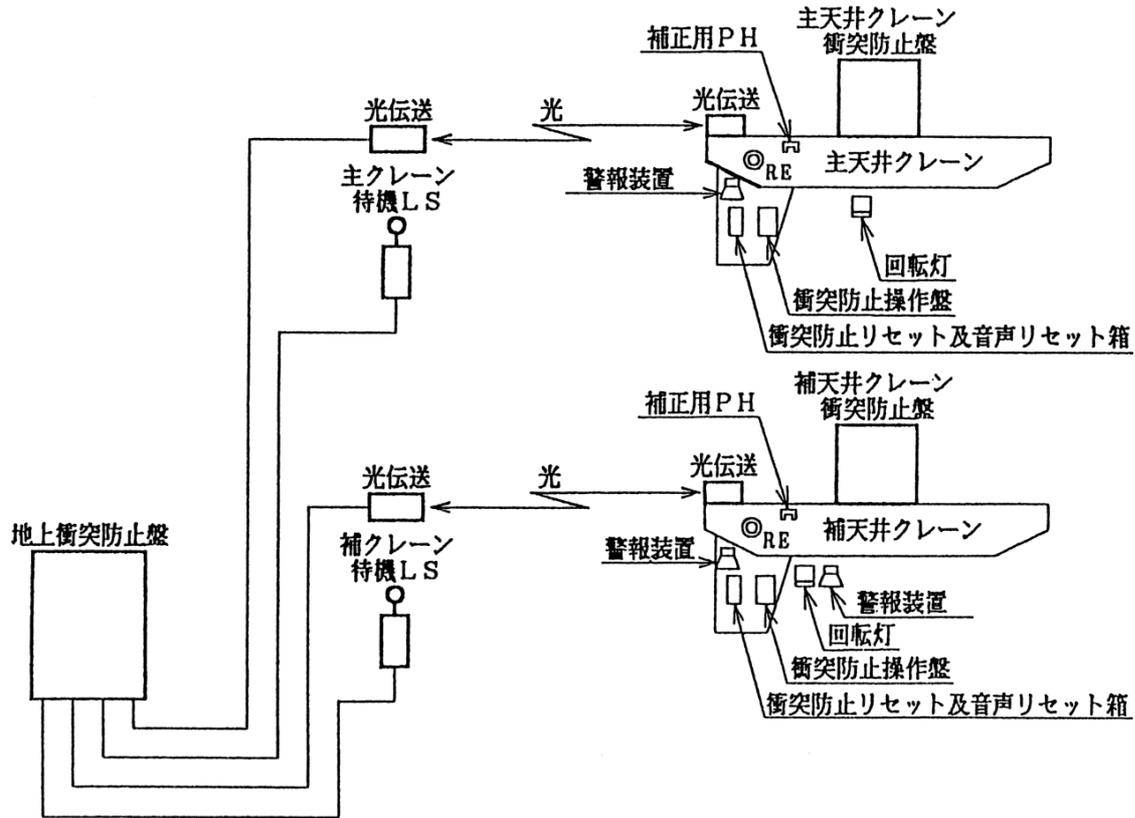


図5

出典:「天井クレーンの安全装置の動向について」、「実務展望 NO.162 13頁」、「1994年11月」、「高松馨(石川島輸送機株式会社)著」、「ボイラ・クレーン安全協会発行」

【出典／参考資料】

「実務展望 NO.162 11-16頁」、「1994年11月」、「高松馨(石川島輸送機株式会社)著」、「ボイラ・クレーン安全協会発行」

【技術分類】 2-2-1 複数クレーンの干渉防止

【 F I 】 B66C15/06, B66C15/04@B

【技術名称】 2-2-1-3 厚板倉庫クレーンの運行管理システムによる干渉防止

【クレーン種別】 1-1 トロリ式天井クレーン

【技術内容】

厚鋼板（厚板）倉庫クレーンの運行管理システムを開発し、複数台自動クレーンによる厚板の吊り選別作業の無人化を実現した。

無人化を実現するため、次の対策を実施した。

1) 最適作業命令システム

適合度、集中度、干渉度を定義し、これらから成る評価関数に基づき優先クレーンを決定する効率的な運行管理システムを構築した。

干渉度は発行する命令と既発行の命令の干渉を未然に防止するための評価基準として導入した。図1、図2に干渉度と干渉状態係数の一例を示す。作業開始位置同士の干渉距離（F1、F2）、終了位置同士の干渉距離（T1、T2）、開始（または終了）位置と相手側の終了（または開始）位置の4つの干渉距離、および干渉状態の重みによって干渉度を計算する。干渉距離が大きいかつ干渉状態が深いほど干渉度は高くなる。実際には計算負荷を考慮しより簡易的な評価関数法を用いた。

巻き、走行、横行の3軸同時駆動制御の概要図を図3に示す。通過山群を避け作業起点から終点に至るまでの搬送時間最小となるルートをオンラインで計算し、3軸同時駆動により作業時間の短縮を図った。

2) 倉庫内安全対策

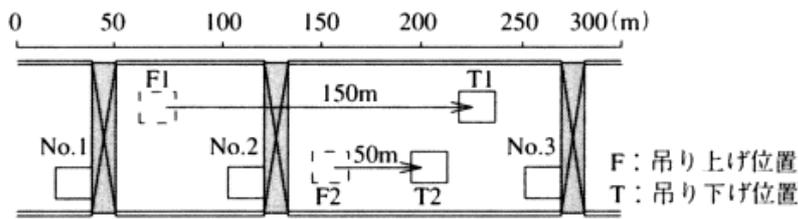
自動クレーン運転中の倉庫に作業員が誤って入棟するのを防止するため、倉庫全域を安全柵で囲い、異常進入検知装置（入退センサ、ITV）と警報装置を倉庫内に全域に設置した。図4に対象倉庫内の安全対策を示す。

3) クレーンの衝突防止

各クレーンに無線式位置伝送装置を搭載し、各クレーンの位置の認識を行い、またレーザ式近接センサを各クレーンに設置することにより異常接近時の緊急停止機能を装備することによりクレーンの衝突を回避する安全対策を施した。

【図】

図1 干渉度例



No.1 No.2クレーン間の干渉例

干渉組合せ	干渉マップ				干渉距離	備考
	F1	F2	T2	T1		
A F1-F2	■	■			0	独立作業可
B F1-T2	■		■		0	独立作業可
C T1-F2		■	■		50m	No.1作業待
D T1-T2		■	■	■	25m	No.2退避

干渉度 = (FF+TT + (TF+FT) × α) × N
 α : 調整係数 (FromとToの干渉に重み付け)
 N : 干渉状態係数 (干渉のきびしさを表現 上記例 N=2)

図14 干渉度例

出典：「厚板倉庫自動クレーンの開発」、「新日鉄技報 No. 365 24頁」、「1997年11月」、「河野信博、大石清、中野鉄也、是久悦次郎、東征治、中目政孝、山野寺敬（新日本製鉄株式会社）著」、「新日本製鉄株式会社発行」

図2 干渉状態係数の一覧 (No.1とNo.2クレーンの例)

表5 干渉状態係数一覧表 (No.1とNo.2クレーンの例)

N	干渉パターンの例		干渉状態
0	No.1	T ← F	干渉無し
	No.2	F → T	
1	No.1	T ← F	小
	No.2	F → T	
2	No.1	F → T	中
	No.2	F → T	
3	No.1	T ← F	大
	No.2	F → T	
4	No.1	F → T	全て干渉
	No.2	T ← F	

N : 干渉状態係数
 干渉パターンは計14パターン存在
 運行途中で発生する全ての干渉を網羅して干渉の度合を
 定量化

出典：「厚板倉庫自動クレーンの開発」、「新日鉄技報 No. 365 24頁」、「1997年11月」、「河野信博、大石清、中野鉄也、是久悦次郎、東征治、中目政孝、山野寺敬（新日本製鉄株式会社）著」、「新日本製鉄株式会社発行」

図3 3軸同時駆動制御

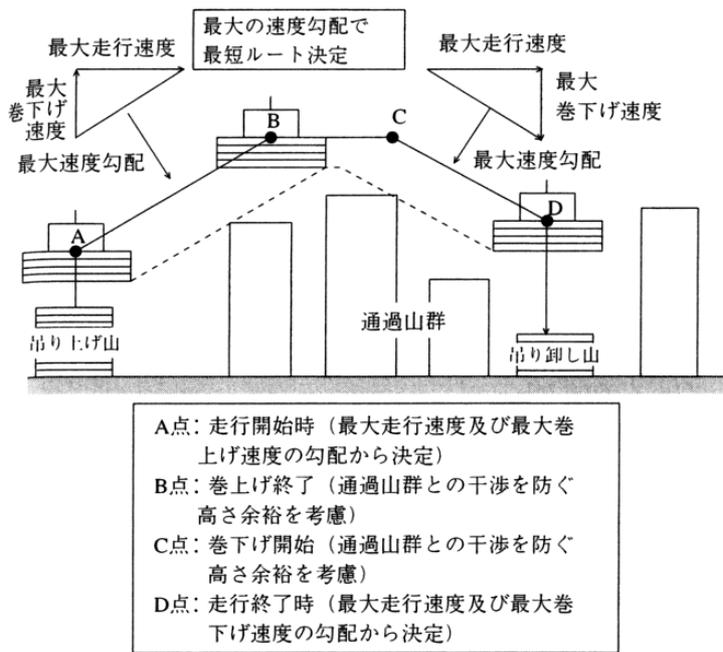


図15 3軸同時駆動制御

出典：「厚板倉庫自動クレーンの開発」、「新日鉄技報 No. 365 25頁」、「1997年11月」、「河野信博、大石清、中野鉄也、是久悦次郎、東征治、中目政孝、山野寺敬（新日本製鉄株式会社）著」、「新日本製鉄株式会社発行」

図4 自動倉庫安全装置配置図

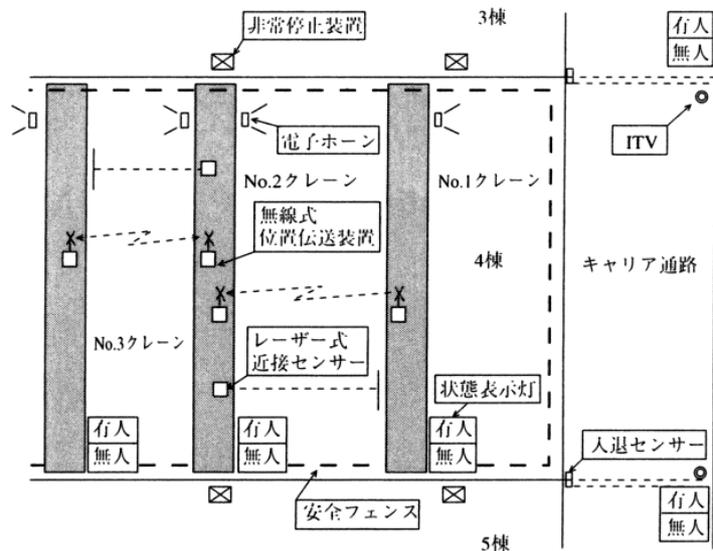


図17 自動倉庫安全装置配置図

出典：「厚板倉庫自動クレーンの開発」、「新日鉄技報 No. 365 25頁」、「1997年11月」、「河野信博、大石清、中野鉄也、是久悦次郎、東征治、中目政孝、山野寺敬（新日本製鉄株式会社）著」、「新日本製鉄株式会社発行」

【出典／参考資料】

「新日鉄技報 No. 365 18-25頁」、「1997年11月」、「河野信博、大石清、中野鉄也、是久悦次郎、東征治、中目政孝、山野寺敬（新日本製鉄株式会社）著」、「新日本製鉄株式会社発行」

【技術分類】 2-2-1 複数クレーンの干渉防止

【 F I 】 B66C23/88@E、B66C15/04@J

【技術名称】 2-2-1-4 タワークレーン相互の衝突防止

【クレーン種別】 1-4 クライミング式クレーン、タワークレーン

【技術内容】

ビル建築用のクライミングクレーン、タワークレーン同士の衝突防止対策を紹介する。複数台のクレーンを設置した場合、隣接するクレーンは互いに作業半径が重なるためジブ同士の干渉が不可避である。隣接クレーンや固定障害物との衝突を防止し安全を確保するため、作業範囲規制装置、衝突防止装置などを備えるものが多くなった。

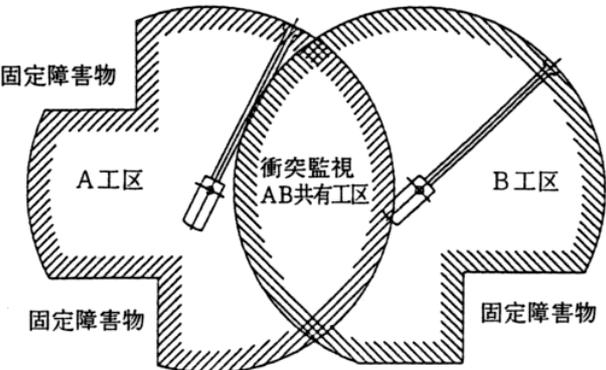
最近では、既存の作業範囲規制装置を利用し、無線機と衝突防止装置を追加することのできる複合型の衝突防止装置がある。本衝突防止方式の概要と特長を図1に、装置の機器構成を図2に示す。衝突監視対象のAB共有工区において、自クレーンと隣接クレーンとの関係を自クレーンにて計算し、衝突防止処置を行うシステムである。

衝突防止装置は従来、比較的高価格であったが、既存品の流用や無線機の利用により運用が容易になっている。

【図】

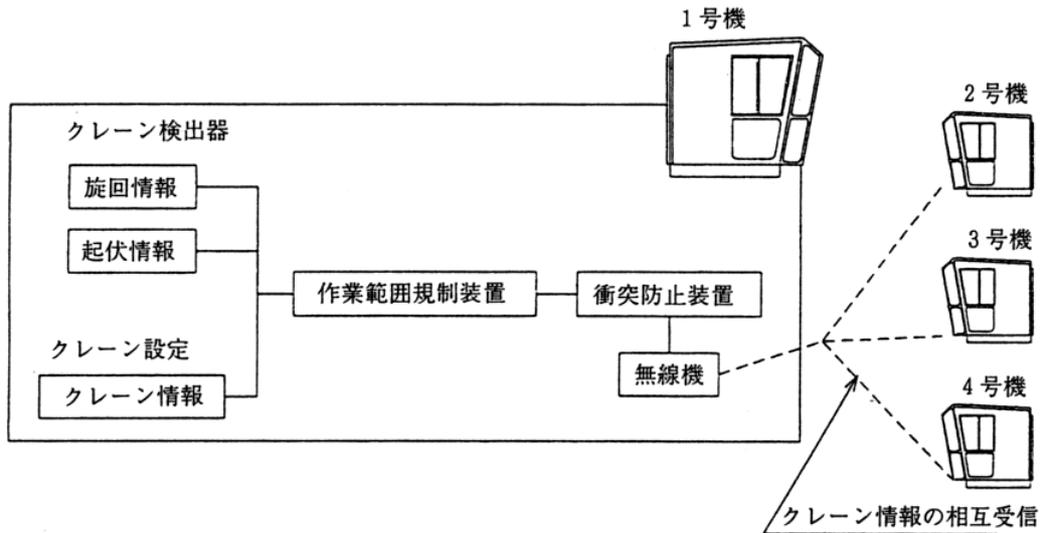
図1 衝突防止方式の概要と特長

第1表

衝突防止概要	特長
<p>作業範囲規制機能付 衝突防止方式</p>  <p>固定障害物</p> <p>A工区</p> <p>衝突監視 AB共有工区</p> <p>B工区</p> <p>固定障害物</p>	<p>(1)自クレーンと隣接クレーンとの状態を自クレーンにて計算し、衝突防止を行う。</p> <p>他クレーン工区であっても干渉の危険性がない場合は、作業をすることが可能。</p> <p>(2)自クレーン、他クレーンのクレーン情報を無線通信等にて行う。</p> <p>(3)自クレーンの作業範囲を規制することもできる。</p>

出典:「タワークレーンの安全対策=タワークレーンの安全性の向上のための対策について=」、
「建設機械 VOL.35 No.8 49頁」、「1998年8月」、「田中正吉(石川島運搬機械株式会社)著」、
「日本工業出版/建設機械編集委員会発行」

図2 無線通信式衝突防止機器構成



第1図 無線通信式衝突防止機器構成

出典:「タワークレーンの安全対策＝タワークレーンの安全性の向上のための対策について＝」、「建設機械 VOL. 35 No. 8 49 頁」、「1998年8月」、「田中正吉(石川島運搬機械株式会社)著」、「日本工業出版／建設機械編集委員会発行」

【出典／参考資料】

「建設機械 VOL. 35 No. 8 48－51 頁」、「1998年8月」、「田中正吉(石川島運搬機械株式会社)著」、「日本工業出版／建設機械編集委員会発行」