

## 5. 移動式クレーン衝突防止装置の開発

大成建設(株)：宮崎 裕道，\*近藤 高弘

### 1. はじめに

建設現場で最も多く使われている機械は荷役機械であり、その代表にクレーンがある。クレーン作業では機械自身の転倒防止や近隣建物への接触防止、吊り荷の落下防止、旋回時の巻き込まれ防止、複数台のクレーン作業での衝突防止など作業所では多くの安全対策を考慮して実際の作業に従事している。

代表的な荷役機械のクレーンには定置式のものや移動式のものがあり、すでに定置式のクレーン（タワークレーン）では衝突防止装置が一般的に普及しているのが現状である。それに対して移動式クレーンでは移動に伴う諸条件の変化の対応の難しさから、今だに理想とするような衝突防止装置が無いのが現状である。

今回開発した移動式クレーン衝突防止装置は、レーザバリアを形成してバリア内に何かが入り込めばそれを検知する方法で衝突防止を実現した。

### 2. 概要

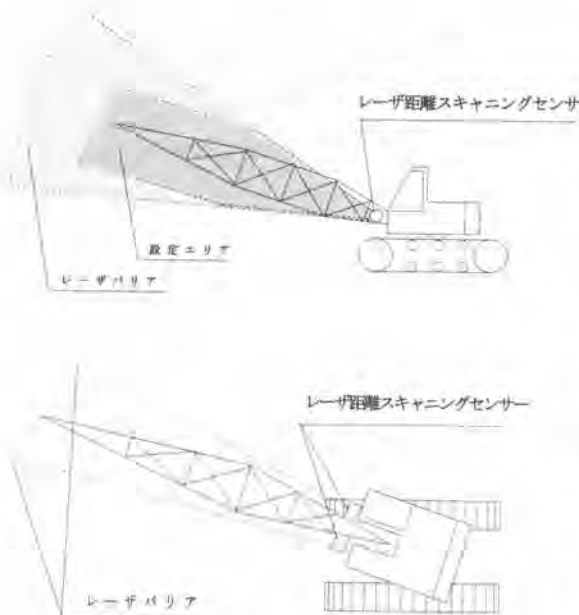


図-1 BB概念図

本装置は、クレーンブームの左右面にレーザ距離スキャンニングセンサーが設置され、レーザ光を発射して面状にスキャンニングすることで、クレーンブームに接近する物体を検知して警報を出す装置である。以降この装置をBB（ブームバリア）装置と呼ぶ事とする。

BB装置では検知範囲を自由に設定できる機能や、ブーム長が変化する場合や補助ジブの有無などにも対応ができる。

レーザバリアは1秒間に12.5回の速度で検出処理されている。即ち侵入物が検知されると80 msec以内に警報が発せられる。

レーザ距離スキャニングセンサーはクレーンブーム背面に取付架台を固定して左右に張り出した格好で取り付けられる。またレーザ距離スキャニングセンサーを架台に固定する際に取付角を調整する機構がある。

100 ton クレーンのブームに取り付けられた、レーザ距離スキャニングセンサーと取り付け架台を写真-1 に示す。クレーンブーム根本から約10mのところにレーザスキャニング装置を取り付けた状態を写真-2 に示す。



写真-1 レーザ距離スキャニングセンサーと取付架台

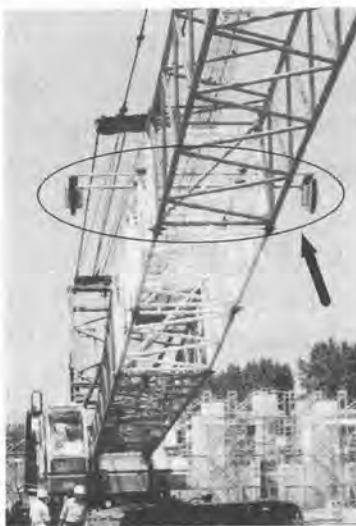


写真-2 BB装置を取り付けたクレーン

### BB装置の仕様

- |                                 |    |
|---------------------------------|----|
| ・レーザ距離スキャニングセンサー                | 2台 |
| ・レーザ距離スキャニングセンサー取付架台（上下左右微調整機能） | 1組 |
| ・BBコントローラ（動作電圧直流24V電源）          | 1台 |
| ・測定範囲 測定角0～100°、測定距離50m以内       |    |
| ・使用環境 屋外仕様、-30～50℃              |    |

### 3. BB装置の機能と内容

BB装置は基本的に現在使われているほぼ全機種全タイプのクレーンに対応できる。BB装置起動時には自己診断を行う機能があり、各装置の故障状態の診断を行う。また、オペレータが侵入警報解除スイッチを押しても状態の変化を捕らえ自動復帰する機能がある。

#### 3-1. BB装置の警報動作内容

- ① 左側のレーザバリア設定エリアに進入時、警報ブザーおよび左側侵入表示ランプが点灯。
- ② 右側のレーザバリア設定エリアに進入時、警報ブザーおよび右側侵入表示ランプが点灯。
- ③ 左側侵入時、警報ブザーの警報解除スイッチが押され、かつその時右側からの侵入があった場合は再度警報ブザーを鳴らす。
- ④ 右側侵入時、警報ブザーの警報解除スイッチが押され、かつその時左側からの侵入があった場合

は再度警報ブザーを鳴らす。

- ⑤. 警報ブザーの警報解除が押された状態で、侵入物が設定エリア外に出た場合、自動的に初期状態にリセットされる。

### 3-2. BBコントローラの仕様

BBコントローラの要求仕様として2台のレーザー距離スキャンセンサーを80 msec 以下で処理する能力が必要となる。通信速度および処理するデータ量から一般の市販品のCPUボードでは対応ができないので新たに専用のCPUボードを製作して対応した。

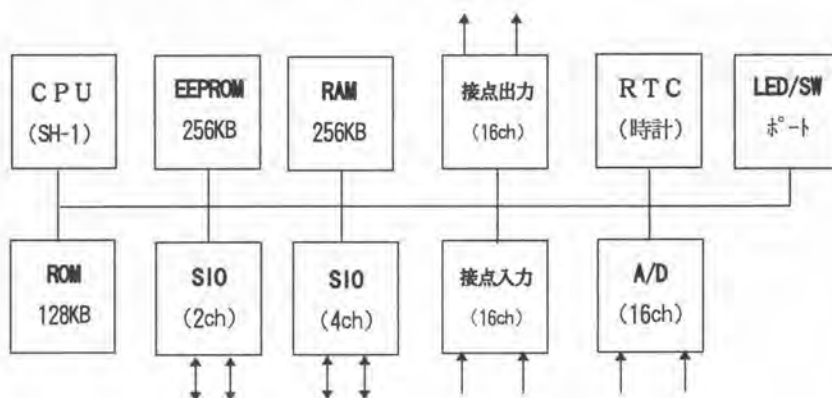


図-2 BBコントローラブロック図

### BBコントローラの仕様

|          |                 |            |
|----------|-----------------|------------|
| CPU      | 日立 SH7032(SH-1) | 20MHz      |
| アナログ入力数  | 16チャンネル         | (差動8チャンネル) |
| 接点入力     | 16点             |            |
| 接点出力     | 16点             |            |
| シリアルI/O数 | 6チャンネル          |            |

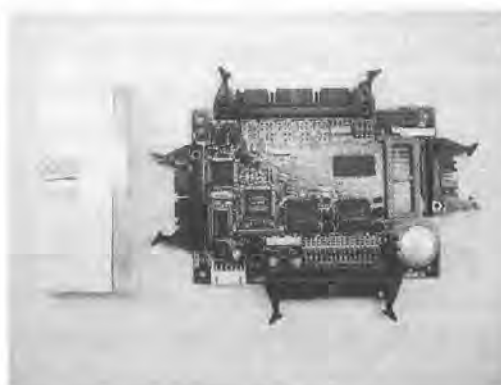


写真-3 BBコントローラCPUボード

### 3-3. BB装置の使用形態

使用形態1：ブーム長が固定で補助ジブなしで使用する場合。

使用形態2：ブーム長が変化する場合。

使用形態3：ブーム長が固定で補助ジブの起伏角の変化がある場合。

基本的に以上の3形態での使用が可能である。

BB装置は一度使用形態のセットアップデータを書き込むだけで、電源ON時にデータを読み取り自動的に設定された状態で起動する構造となっている。

また2台のレーザ距離スキャニングセンサーの1つか故障しても、左右どちらかの1台のみでの使用も可能となっている。

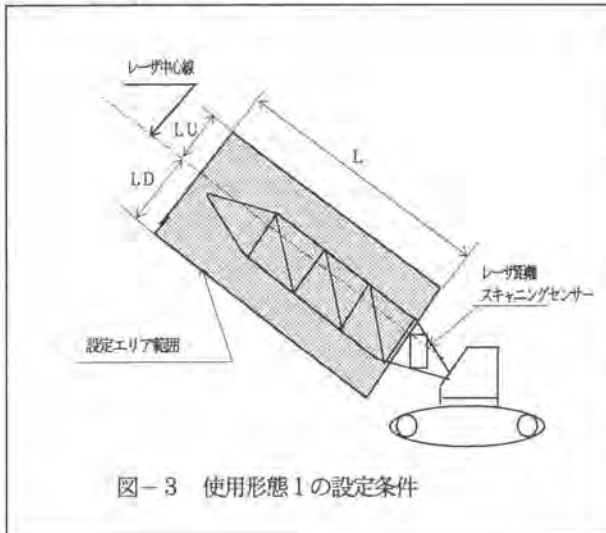


図-3 使用形態1の設定条件

### 使用形態1

ブーム長が固定で補助ジブなしで使用する場合。

まずはじめに、レーザ中心線を求める。これはレーザ距離スキャニングセンサーのレーザ光とクレーンブームの中心をおおよそ求める。この作業は以降全ての使用形態でも同様に行われる。以降レーザ中心線と呼ぶ。

設定条件はレーザ中心線を基準に上下幅の長さLU、LDを任意に設定し、有効長L（50m以内）を設定する。

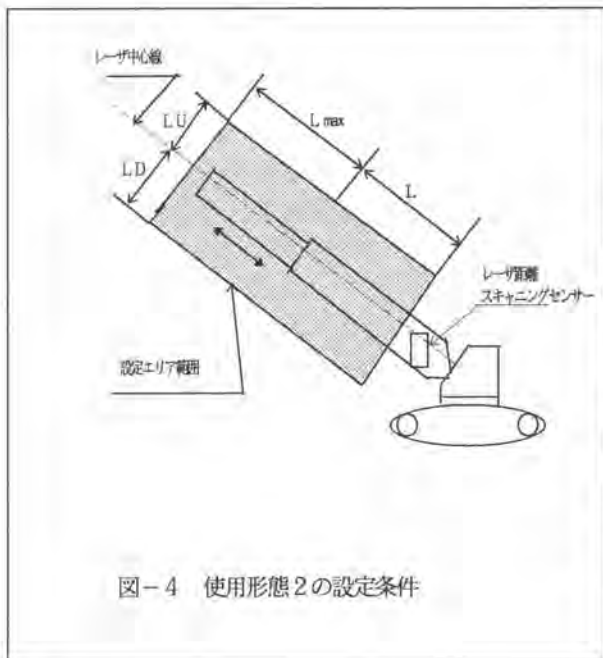


図-4 使用形態2の設定条件

### 使用形態2

ブーム長が変化する場合。

ブームの伸縮長に応じたアナログ量の信号をBBコントローラに入力する。

左図より、伸縮するブームを最も短くした時の有効長Lとその時のアナログ信号値、最大に伸びた状態の伸び分の長さLmaxとその時のアナログ信号値を入力する。

レーザ中心線からの上下幅の距離LU、LDを任意に設定する。

この設定によりBB装置はクレーンのブーム長の変化を検出し、設定エリアを自動的に変化させながら侵入検出を行う。

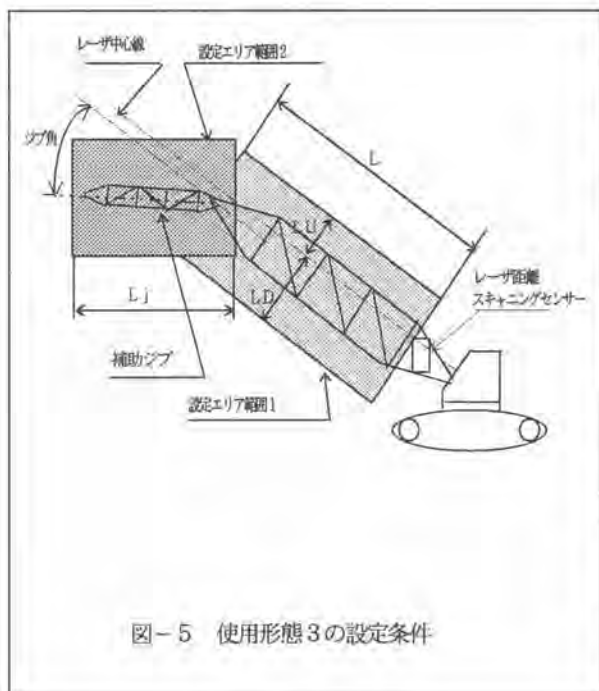


図-5 使用形態3の設定条件

### 使用形態3

ブーム長が固定で補助ジブの起伏角の変化がある場合。

補助ジブの起伏角に応じたアナログ量の信号をBBコントローラに入力する。

左図より起伏する補助ジブ長 $L_j$ と、最大起伏時のジブ角とその時のアナログ信号値、最小起伏時のジブ角とその時のアナログ信号値の入力を行う。

レーザ中心線からの上下幅の距離 $L_U$ 、 $L_D$ を任意に設定する。

設定エリアは設定エリア範囲1と範囲2の2ヶ所の範囲が設定される。

この設定によりBB装置はクレーンの補助ジブ起伏角の変化を計測しながら設定エリアを自動的に変化しながら侵入検出を行う。

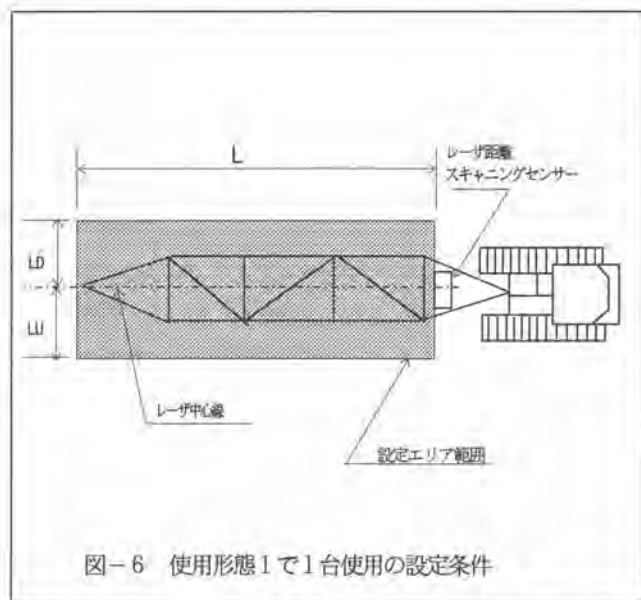


図-6 使用形態1で1台使用の設定条件

### 使用形態4

2台あるレーザ距離スキャニングセンサーを1台のみ使用した変則的な使用形態として、ブーム下端面に1台設置した場合が考えられる。

左図のようにクレーンブーム下面に設置して1面情報のみで設定エリア範囲を決定する。

### 3-4. BB装置の特徴

- ・多様なエリア設定が可能である。
- ・レーザー距離スキャニングセンサーが1台のみの一面設定方式でも使用可能である。
- ・警報解除スイッチを押しても、状態が変化すれば自動的に初期状態にリセットされる。
- ・鉄骨・鉄筋やコンクリートなどの構造物も障害物として検知する。
- ・使用する移動式クレーンの台数には制限がない。
- ・無線警報ブザーのみを隣接のクレーンに取り付けることにより、BB装置を取り付けていないクレーンにも注意をうながすことができる。
- ・自己診断機能があり異常箇所を表示する。
- ・車載電源（直流24V）で動作する。
- ・構造がシンプルなので故障が少なく、取り付け取り外しが容易である。

### 4. おわりに

従来よりクレーンの衝突防止装置として、タワークレーンでのシステムが一般的に知られていた。

このシステムはクレーンの位置およびブーム旋回角などの情報をネットワークで通信することで実現していた。この通信ネットワークのメリットとして架空の障害物の設定（マイクロ波の通路）が可能であり、全体の動きを一元的に管理モニターできるという特徴があった。

今回開発したレーザー距離スキャニング方式のクレーン衝突防止装置は、一台一台のクレーン内部で完結し、各クレーン間での情報通信の必要がないシステムである。そのためクレーンの台数が何台になっても対応が可能である。

また設定エリアをcm単位できめこまかく設定でき、実際にレーザーバリアに侵入する可能性のある全ての障害物が対象となる。クレーンのブーム同士はもとより、構築物、運搬中の資材なども検知対象となる。

BB装置のセッティング作業に関しては、クレーンの大小に関係なくどのようなブームにもレーザー距離スキャニングセンサー取付架台は取り付け可能となっている。架台およびレーザー距離スキャニングセンサーの重量はそれぞれ約10kgで、取り付け作業は人力のみで可能であり、1台のクレーンへのセッティング時間は調整込みで約3～4時間である。

このBB装置の原理は、レーザー光をスキャニングして対象物からの反射光をとらえ処理している。そのため基礎実験では実用的に十分な光量は確保してあるが、反射光量が少ないと侵入物を検知することができない場合があり、特に黒色の対象物に対しては反射光量が少なくなる。このような場合の対応として対象物に何か明るい色で塗る、または一般的売られている反射シールを所要所に貼り付ける等の措置で現場での対応が可能である。

固定式クレーンの衝突防止同様に移動式クレーンの衝突防止装置への関心や安全意識の高揚などから建設荷役作業機械への安全装置として普及することを願い、1999年7月現在、現場実証実験を行っている。