

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C19/00@B, B66C9/10

【技術名称】 2-1-3-1 コンテナクレーン運転室の衝撃の低減

【クレーン種別】 1-5 コンテナクレーン

【技術内容】

那覇港向コンテナクレーンは沖縄で初めての大型橋形クレーンである。本船ブリッジとの干渉を避けるため、図1のごとくブームの中央を2つに折って起伏させ前半分を水平に保つ中折れブームを採用している。

運転室を懸垂したトロリーはブームガーダーに敷設したレール上を横行するが、ブームの起伏動作のためにはヒンジ部でレールを切り離しておく必要がある。数十トンもの荷を吊って横行するためレールの継ぎ目を通り過ぎるときの衝撃が大きく運転士のストレスとなる。

この衝撃を小さくし乗り心地を良くするため、車輪を通常4輪のところ8輪とした。1輪あたりの輪荷重の軽減とトラックのイコライジング機構により、図2に示すレール継ぎ目での車輪の落ち込み δ をトロリー本体で $\delta/2$ にまで縮小し、衝撃を低減させている。

【図】

図1 クレーンの全体図

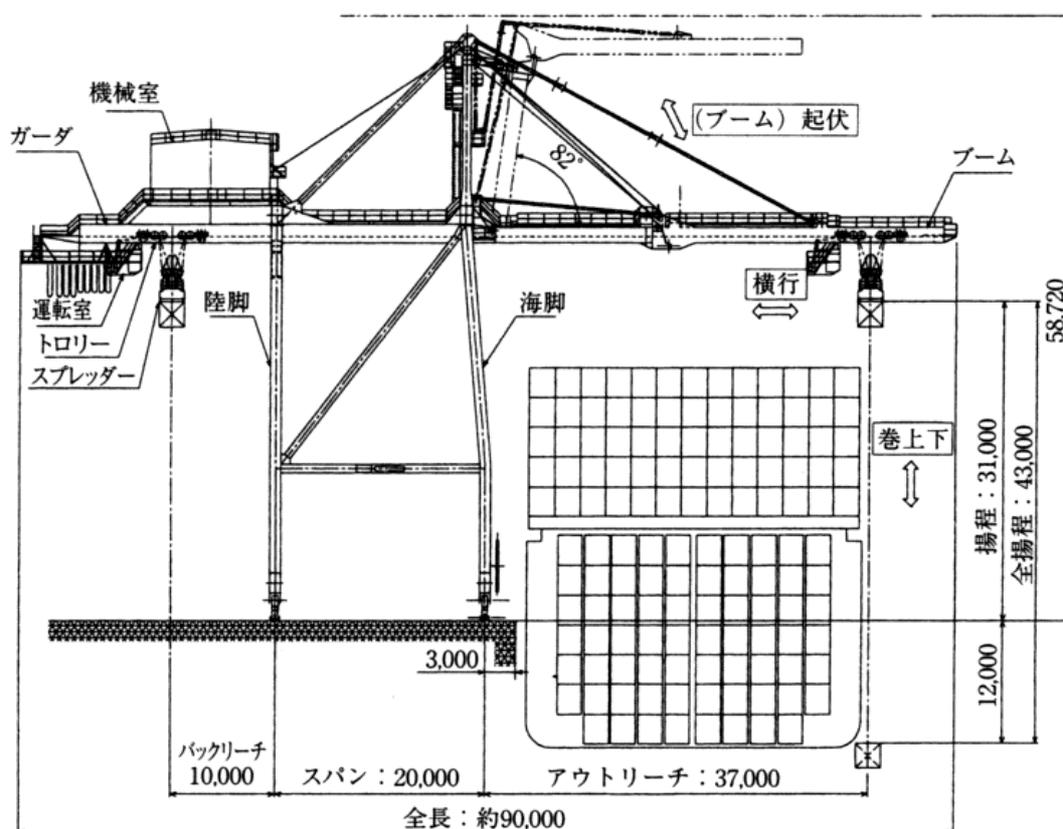


図2 クレーンの全体図

Fig. 2 Major dimensions of the crane

出典：「那覇港向コンテナクレーン」、「川崎重工技報 No.141 69頁」、「1999年8月1日」、「三木敦（川崎重工業株式会社）著」、「川崎重工業株式会社発行」

図2 トロリーのレール乗り継ぎ

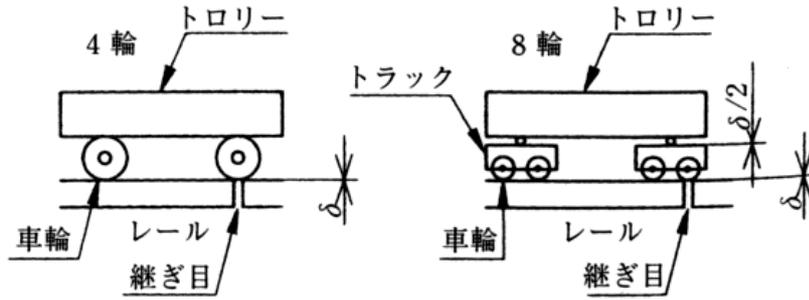


図1 トロリーのレール乗り継ぎ
Fig. 1 Change of rails for trolley

出典：「那覇港向コンテナクレーン」、「川崎重工技報 No. 141 68頁」、「1999年8月1日」、「三木敦（川崎重工業株式会社）著」、「川崎重工業株式会社発行」

【出典／参考資料】

「川崎重工技報 No. 141 68-69頁」、「1999年8月1日」、「三木敦（川崎重工業株式会社）著」、「川崎重工業株式会社発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C13/22@M, B66C19/00@B

【技術名称】 2-1-3-2 コンテナクレーンのガーダ制振装置と運転室居住性向上

【クレーン種別】 1-5 コンテナクレーン

【技術内容】

コンテナクレーンの高速化に伴いトロリー加速度が大きくなり、その反力を受ける構造体の振動が大きくなっている。図1にコンテナクレーンの概略とガーダ振動を示す。振動は構造体の疲れ損傷や運転者に対する不快感などの問題を引き起こす。それゆえ、トロリー加速度を制御することにより構造体に作用する力を制御する方法を考案した。最適制御理論を応用したガーダ制振と吊り荷振止めの同時制御系を開発した。

構造体・トロリー・左右シーブ台車の各質量と弾性ばねを要素としたばね質点振動系の物理モデルを作成し（図2）、最適制御理論を適用した。最適フィードバックゲインにはつぎの特徴を付した。

- 1) トロリー横行中は、ガーダ制振と吊り荷の横行振止めをトロリー駆動により行い、吊り荷のスキュー振止めはシーブ台車駆動で行う。
- 2) トロリー横行終了後、インチングなどにより発生したガーダ振動に対する制振はトロリー駆動により行う。吊り荷の横行振止めはトロリーとシーブ台車両方の駆動により行い、スキュー振止めはシーブ台車駆動で行う。

ガーダ制振と吊り荷振止めの同時制御が実現可能であることを数値シミュレーションと実機試験により確認した。

ガーダ振動変位および吊り荷振れ変位の周波数特性を図3に示す。ガーダ振動特性について、吊り荷振止めのみの制御では抑えられないガーダ振動を共振周波数にて1/10程度に抑えることができている。また、図4に示すとおり、インチングにより発生したガーダ振動に対する減衰定数を0.0087から0.1に大きくすることができた。

【図】

図1 コンテナクレーンとガーダ振動

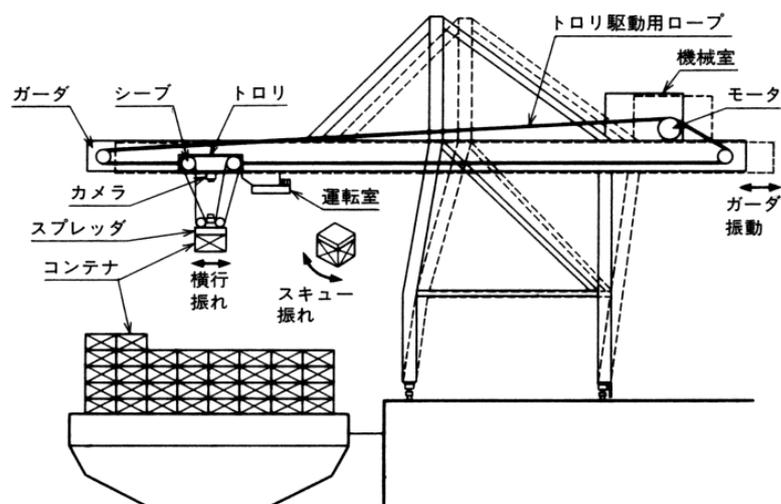


図1 コンテナクレーン コンテナクレーンの概略図を示す。
Container crane

出典：「コンテナクレーンのガーダ制振装置の開発」、「三菱重工技報 VOL.34 No.1 50 頁」、「1997年1月」、「大久保欣昭（三菱重工業株式会社 広島製作所）、藤井俊之、河野進、門前唯明、内田浩二（三菱重工業株式会社 広島研究所）著」、「三菱重工株式会社発行」

図2 クレーンの等価モデル

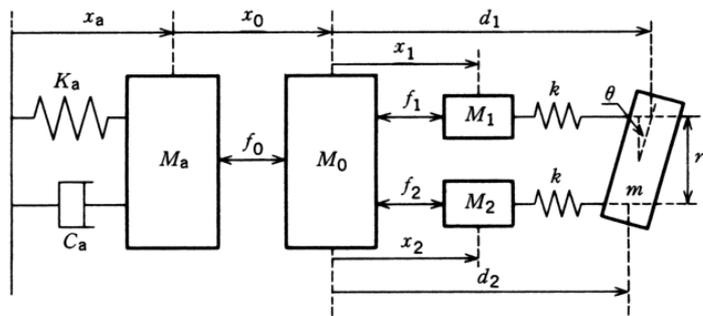


図2 クレーンの等価モデル トロリ、シーブ台車、ガーダ振動及び吊り荷振れの等価モデルを示す。
Equivalent model of container crane

出典：「コンテナクレーンのガーダ制振装置の開発」、「三菱重工技報 VOL.34 No.1 50 頁」、「1997年1月」、「大久保欣昭（三菱重工業株式会社 広島製作所）、藤井俊之、河野進、門前唯明、内田浩二（三菱重工業株式会社 広島研究所）著」、「三菱重工株式会社発行」

図3 周波数応答

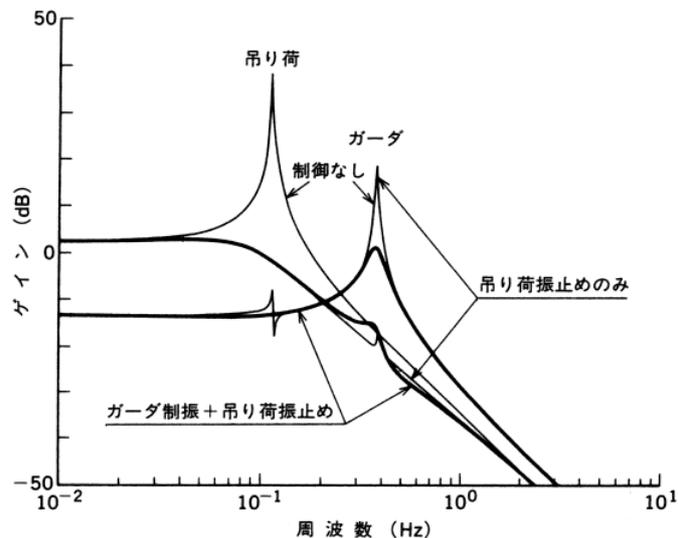


図7 周波数応答 ガーダ振動変位及び吊り荷振れ変位の周波数応答を示す。
Frequency response

出典：「コンテナクレーンのガーダ制振装置の開発」、「三菱重工技報 VOL.34 No.1 53 頁」、「1997年1月」、「大久保欣昭（三菱重工業株式会社 広島製作所）、藤井俊之、河野進、門前唯明、内田浩二（三菱重工業株式会社 広島研究所）著」、「三菱重工株式会社発行」

図4 インチング時のガーダ制振実機試験結果

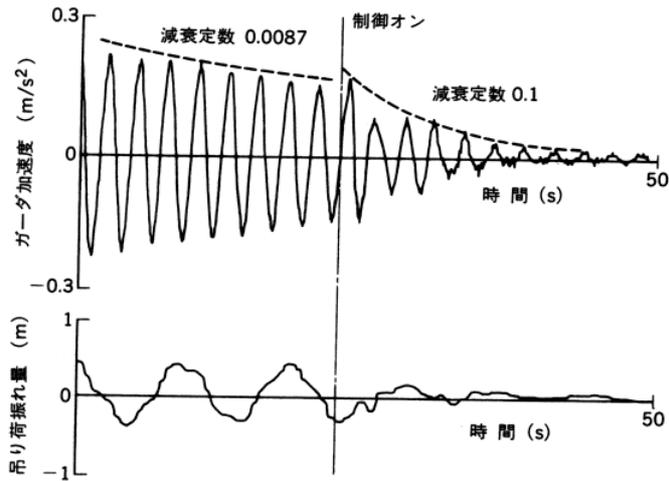


図6 インチング時のガーダ制振実機試験結果 インチングにより発生したガーダ振動に対する制振制御実機試験結果を示す。
Test result of vibration control of girder on trolley inching

出典：「コンテナクレーンのガーダ制振装置の開発」、「三菱重工技報 VOL.34 No.1 53 頁」、「1997年1月」、「大久保欣昭（三菱重工業株式会社 広島製作所）、藤井俊之、河野進、門前唯明、内田浩二（三菱重工業株式会社 広島研究所）著」、「三菱重工株式会社発行」

【出典／参考資料】

「三菱重工技報 VOL.34 No.1 50-53 頁」、「1997年1月」、「大久保欣昭（三菱重工業株式会社 広島製作所）、藤井俊之、河野進、門前唯明、内田浩二（三菱重工業株式会社 広島研究所）著」、「三菱重工株式会社発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C13/54@A, B66C21/00@A

【技術名称】 2-1-3-3 ケーブルクレーン運転室の居住性向上

【クレーン種別】 1-10 ケーブルクレーン

【技術内容】

代表的なダム建設用ケーブルクレーンの機器配置例を図1に、その運転室内と運転監視モニターの様子を図2に示す。

運転室の位置は両岸どちらかの視界の良い位置に設置する。運転室は固定設置であるため、朝日と夕日からの日差し対策が必要で、日の出、日の入り方向も運転室設置位置決定の条件となる。運転室から遠い位置の荷を運転する作業のため、設置位置とその視界性が重要である。

ケーブルクレーンでは運転士が長時間運転室で過ごすことから運転室の居住性に配慮する。

- 1) 運転室の床面積を大きくして居住空間を拡大し、ストレスからの解放を目指す。
- 2) 休息と2交代者用にソファ（簡易ベッド）を設置する。
- 3) エアコンの設置や断熱などにより良好な作業・居住環境を確保する。
- 4) 高グレードの椅子、ブラインドなどにより日差し対策を行う。

【図】

図1 固定ケーブルクレーン機器配置例

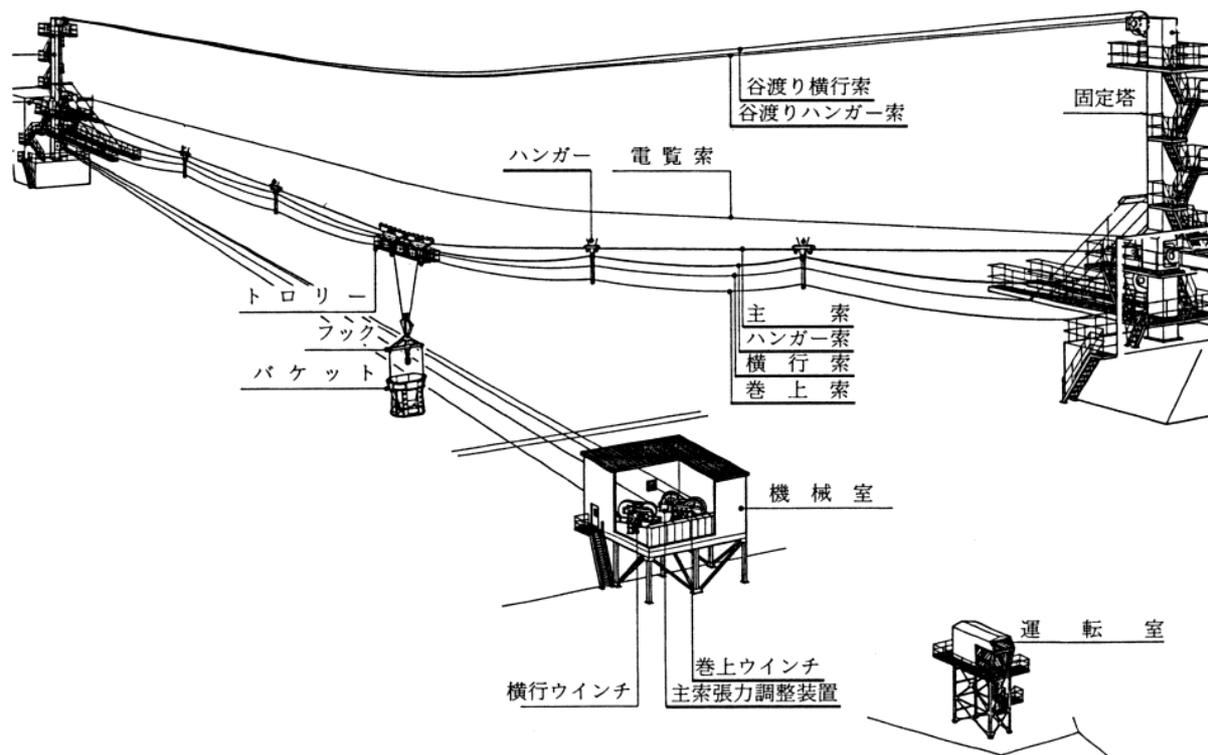


図2 固定ケーブルクレーン機器配置例

出典：「最近のクレーンにおける運転室 (3) ケーブルクレーン」、「クレーン 39 巻 1 号 21 頁」、
「2001 年」、「小松晴夫（編集委員）著」、「日本クレーン協会発行」

図2 運転室内と運転監視モニター

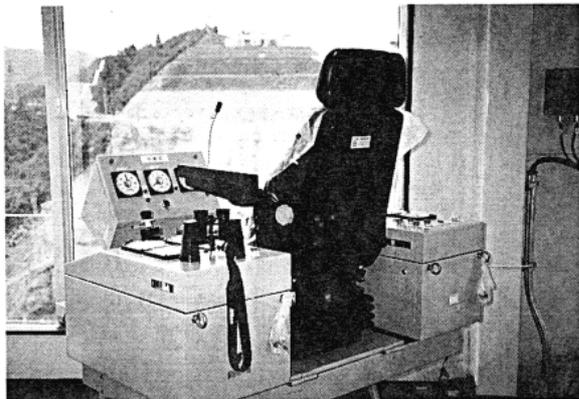


写真4 ケーブルクレーン運転室内例



写真5 運転監視モニター装置

出典：「最近のクレーンにおける運転室 (3) ケーブルクレーン」、「クレーン 39 巻 1 号 24 頁」、
「2001 年」、「小松晴夫 (編集委員) 著」、「日本クレーン協会発行」

【出典／参考資料】

「クレーン 39 巻 1 号 20-24 頁」、「2001 年」、「小松晴夫 (編集委員) 著」、「日本クレーン協会
発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C13/54@A, B66C23/28@A

【技術名称】 2-1-3-4 タワークレーン運転室の居住性向上

【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】

タワークレーン運転におけるオペレータの負荷を軽減する対策として、最近、図1に示すように、コントローラ、操作盤、椅子を一体化したコンソールチェアを組込んだ運転室が増えている。また、1本マスト構造のため地切時や巻上、起伏、旋回時に揺れの発生は不可避であるが、これを減少する目的で制振装置を取付けた例がある。振幅が約1/5に減少するという。

建築用、ダム用とも運転室は高い位置にあり、長時間にわたる作業に配慮した居住環境としている。具体的には、広い床面積、ソファ（簡易ベッド）の設置、エアコンと断熱、グレードアップした椅子、日射し対策と視界確保、焼却式トイレなどを用意している。ダム用タワークレーン運転室の様子を図2に示す。

運転操作性の向上も疲労軽減に有効である。サイリスタレオナード制御やインバータ制御により巻上や起伏、旋回のスムーズな加減速が可能となり、荷重に応じて吊上げ速度を高めるなど作業能率の向上にも寄与する。

【図】

図1 建築用ジブクレーン運転室内配置例

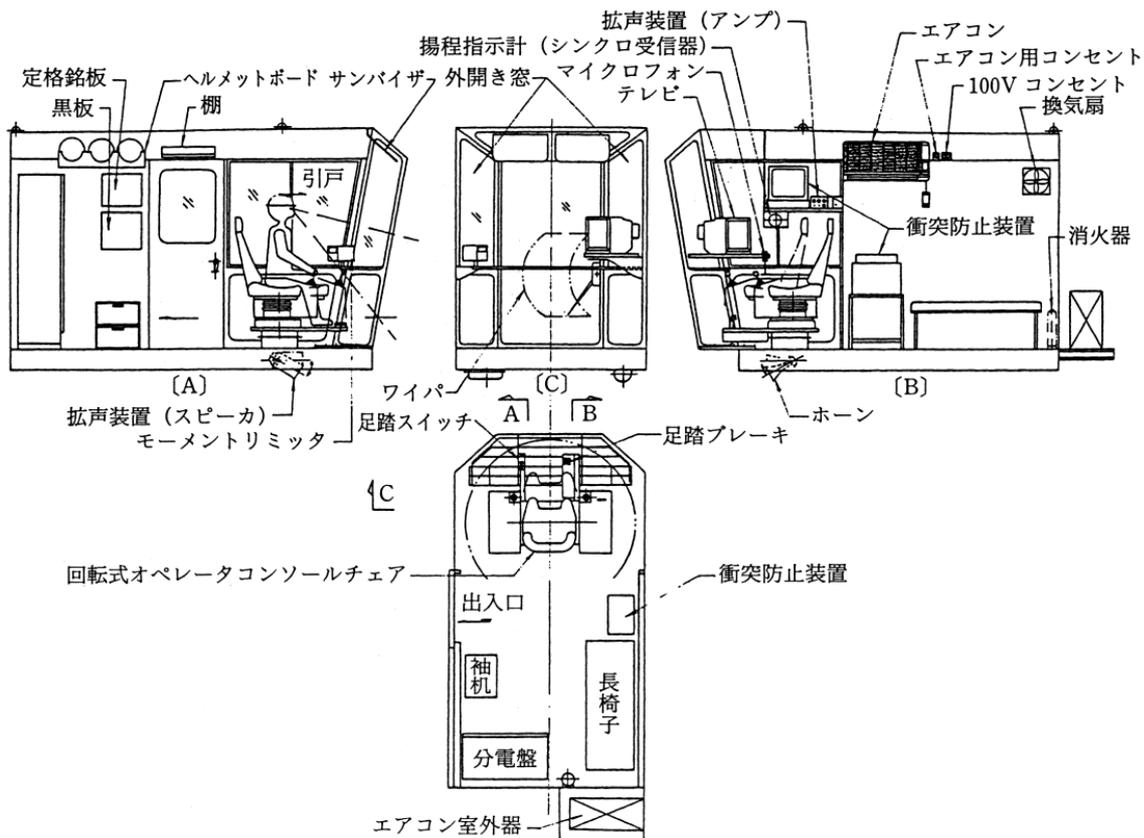


図1 建築用タワークレーン運転室内配置例

出典:「最近のクレーンにおける運転室(2)タワークレーン」、「クレーン 38巻 12号 40頁」、「2000年」、「小松晴夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

図2 ダム用タワークレーン運転室内

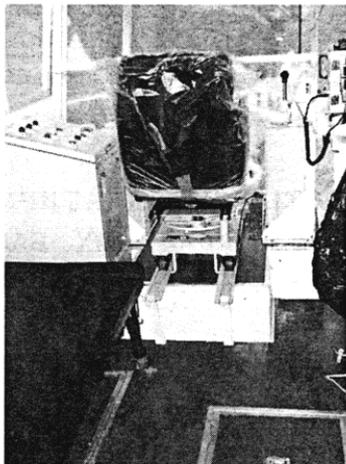


写真9 ダム用タワークレーン運転室内

出典:「最近のクレーンにおける運転室(2)タワークレーン」、「クレーン 38巻 12号 43頁」、「2000年」、「小松晴夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

【出典/参考資料】

「クレーン 38巻 12号 38-43頁」、「2000年」、「小松晴夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C13/54@B, B66C23/90@G

【技術名称】 2-1-3-5 移動式クレーン運転室の居住性向上

【クレーン種別】 2-1 トラッククレーン

【技術内容】

固定式の運転室（キャブ）の場合、フックの位置などを注視するためにオペレータは不自然な姿勢のまま操作をしなければならない。視界を確保しつつ自然な姿勢で操作でき、疲労の軽減に配慮した可動式キャブがある。図1～図4に各種の可動式キャブを示す。

直視できない位置からの操作やオペレータのミスを防止する装置として、過負荷防止装置とマルチディスプレイ（図5）がある。見えない据付場所を予め記憶させ誘導する「ターゲットモード」、「作業範囲制限モード」、「自己診断表示」、「アウトリガー設定モード」などを表示することができる。

【図】

図1 張出すキャブ

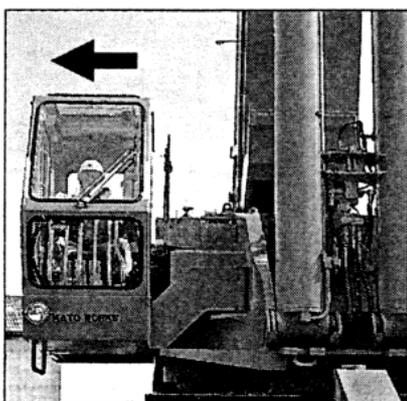


写真1 側方・後方に振り出すキャブの例

出典：「最近のクレーンにおける運転室（3）移動式クレーン」、「クレーン 38巻 11号 37頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫（編集委員）著」、「日本クレーン協会発行」

図2 チルトするキャブ



写真2 チルトするキャブ

出典：「最近のクレーンにおける運転室（3）移動式クレーン」、「クレーン 38巻 11号 37頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫（編集委員）著」、「日本クレーン協会発行」

図3 チルト・リフト式キャブ

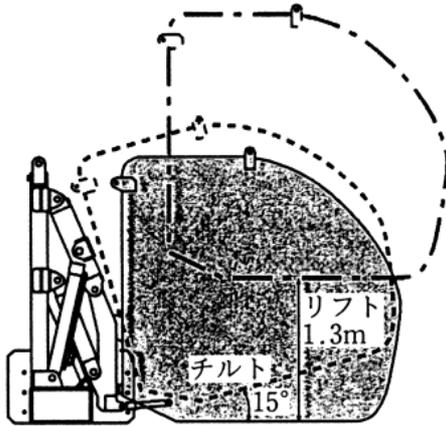


図2 キャブがチルトとリフトする例

出典:「最近のクレーンにおける運転室(3)移動式クレーン」、「クレーン 38巻 11号 38頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

図4 旋回・格納式キャブ

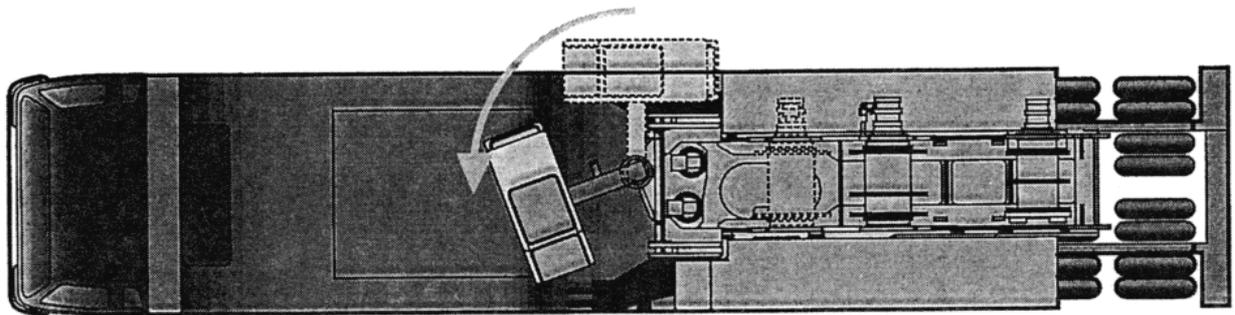


図3 輸送時に旋回・格納するスイングキャブ

出典:「最近のクレーンにおける運転室(3)移動式クレーン」、「クレーン 38巻 11号 38頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

図5 マルチディスプレイ

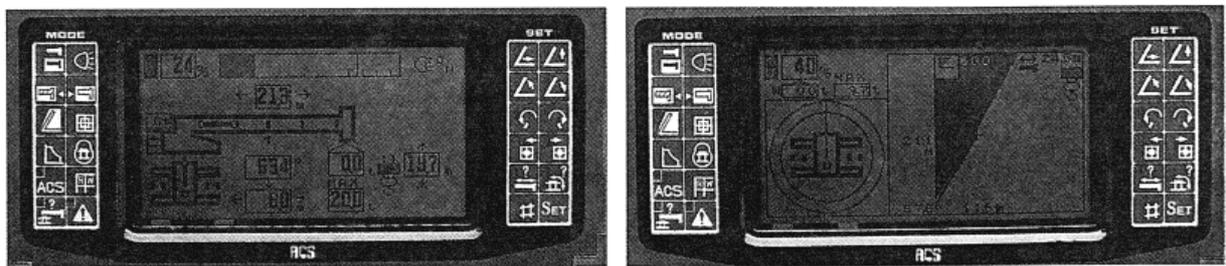


写真14 マルチディスプレイ

出典:「最近のクレーンにおける運転室(3)移動式クレーン」、「クレーン 38巻 11号 41頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

【出典/参考資料】

「クレーン 38巻 11号 36-42頁」、「2000年」、「小松晴夫、長嶋靖夫(編集委員)著」、「日本クレーン協会発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C23/90@G

【技術名称】 2-1-3-6 クローラクレーンの表示システムと集中監視

【クレーン種別】 2-3 クローラクレーン

【技術内容】

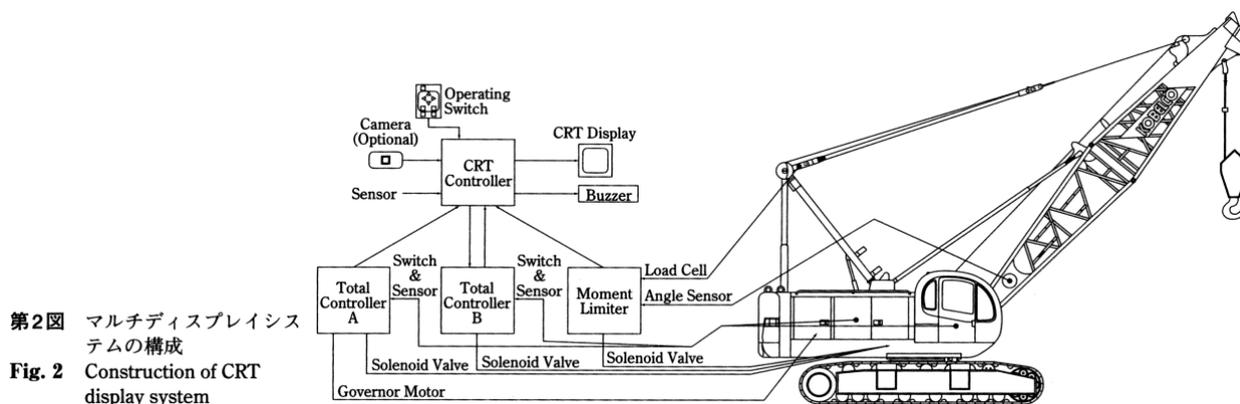
クローラクレーンに搭載した多機能なカラーマルチディスプレイシステムを紹介する。操作マニュアルを必要としないように CRT 表示画面の構成を階層構造とし、操作スイッチにより画面を検索する方式とした。

本システムの構成を図 1 に示す。クレーンの転倒防止のための過負荷防止装置 (ML) のほかに、馬力制御、速度制御などの作業能力を総合的に制御するトータルコントローラ A (TC-A) とオプション機能用の (TC-B) を搭載した。

本システム表示画面例を図 2 に示す。刻々のアタッチメント構成で吊り可能な能力を図形化し、現在の作業半径と吊り荷重値を重ねた能力曲線を表示することにより能力限界を視覚的に把握できるようにした。伝送されてくる ML コード(能力設定番号)に合致した能力データを定格 ROM 内から選択し、そのデータを図形に変換して表示する。画面との対話方式により使用するアタッチメントなどを目で確認しながら入力することにより、ML コードの選択ミスによる危険を解消した。

【図】

図 1 マルチディスプレイシステムの構成



出典：「移動式クレーンのカラーマルチディスプレイシステム」、「R&D/神戸製鋼技報 VOL. 46 NO. 3 49 頁」、「1996 年 12 月」、「林憲彦、藤本吉明、石原英明 (株式会社神戸製鋼所)、絹川秀樹 (油谷重工株式会社) 著」、「株式会社神戸製鋼所発行」

図2 表示画面例

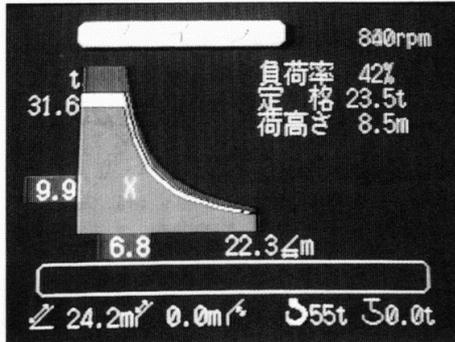


写真2 能力曲線画面
Photo. 2 Picture of rating curve

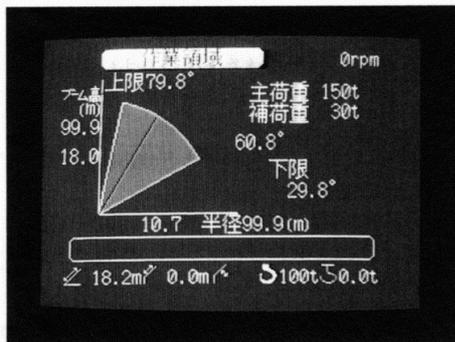


写真3 作業領域画面
Photo. 3 Picture of working area

出典：「移動式クレーンのカラーマルチディスプレイシステム」、「R&D／神戸製鋼技報 VOL. 46 NO. 3 51 頁」、「1996 年 12 月」、「林憲彦、藤本吉明、石原英明（株式会社神戸製鋼所）、絹川秀樹（油谷重工株式会社）著」、「株式会社神戸製鋼所発行」

【出典／参考資料】

「R&D／神戸製鋼技報 VOL. 46 NO. 3 48－51 頁」、「1996 年 12 月」、「林憲彦、藤本吉明、石原英明（株式会社神戸製鋼所）、絹川秀樹（油谷重工株式会社）著」、「株式会社神戸製鋼所発行」

【技術分類】 2-1-3 クレーン作業者の負荷低減

【 F I 】 B66C23/90@G, B66C23/90@N

【技術名称】 2-1-3-7 トラッククレーンの集中安全監視システム

【クレーン種別】 2-1 トラッククレーン

【技術内容】

運転者の負荷を軽減する集中安全監視装置の中心的装置として過負荷防止装置がある。過負荷防止装置はクレーン作業時のジブ長、ジブ角度、補助ジブのオフセット角度、フックの巻掛本数、吊上げ荷重などの直接負荷変化や風などの外力による間接荷重の変化を感知して過荷重による転倒や破損を未然に防止する装置である。

過負荷防止装置（ACS）をマルチビジョン方式でディスプレイした例を図1に示す。以下に代表的なモードと機能を示す。

- 1) 作業状態設定モード：アウトリガー状態およびジブ作業状態を設定する（図2）。
- 2) ACS モード：通常のクレーン作業はこのモードで行う。作業状態設定モードで設定が完了するとこのモード画面が表示される（図3）。
- 3) 作業範囲制限モード：半径、揚程、上限下限角、左右旋回の制限を設定し、制限領域を表示する。設定した制限状態に近づくと警報音が鳴り、制限状態に達するとクレーンは自動的に作動を停止する。

上記以外に、チェック、吊上げ性能表、半径性能カーブ、旋回性能カーブ、ターゲットの各モードを有し、アウトリガー張出し幅など作業状態に応じた転倒防止を実現している。

【図】

図1 マルチビジョン方式のディスプレイ

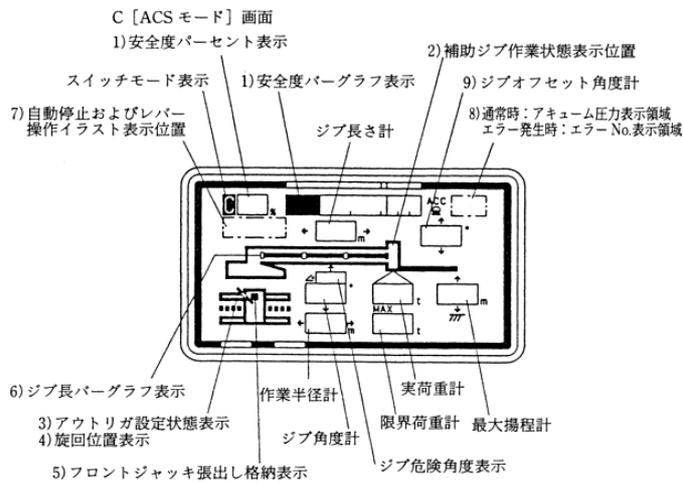
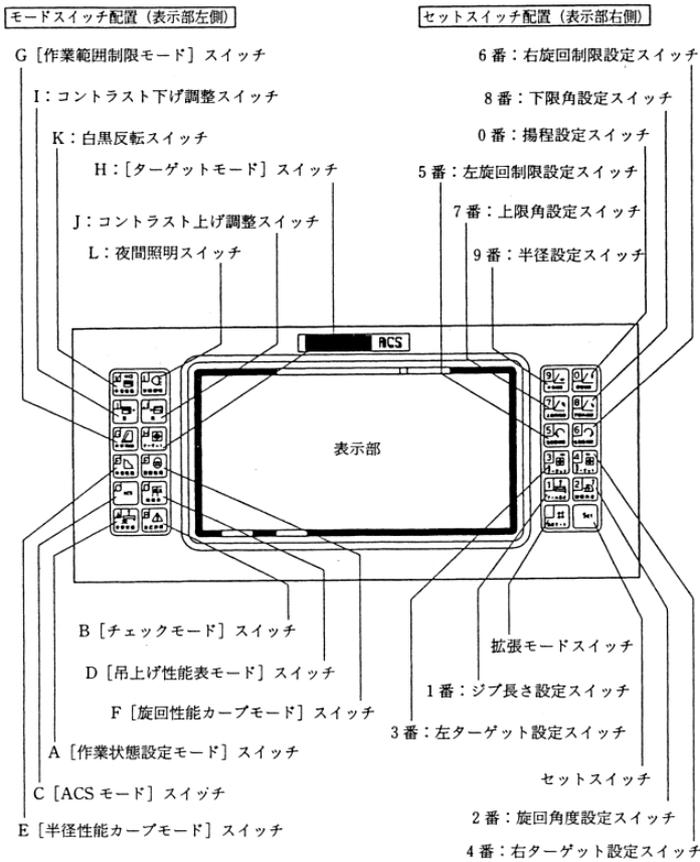


図3 マルチビジョン方式のディスプレイ

出典:「移動式クレーンの安全装置とその取扱方法 (1) -油圧式トラッククレーン (その1) -」、「クレーン 39 巻 7 号 10 頁」、「2001 年」、長嶋靖夫 (株式会社加藤製作所) 著、「日本クレーン協会 発行」

図2 作業状態設定モード



図4 作業状態設定モード

出典：「移動式クレーンの安全装置とその取扱方法(1)ー油圧式トラッククレーン(その1)ー」、「クレーン 39巻 7号 10頁」、「2001年」、長嶋靖夫(株式会社加藤製作所)著、「日本クレーン協会発行」

図3 ACSモード

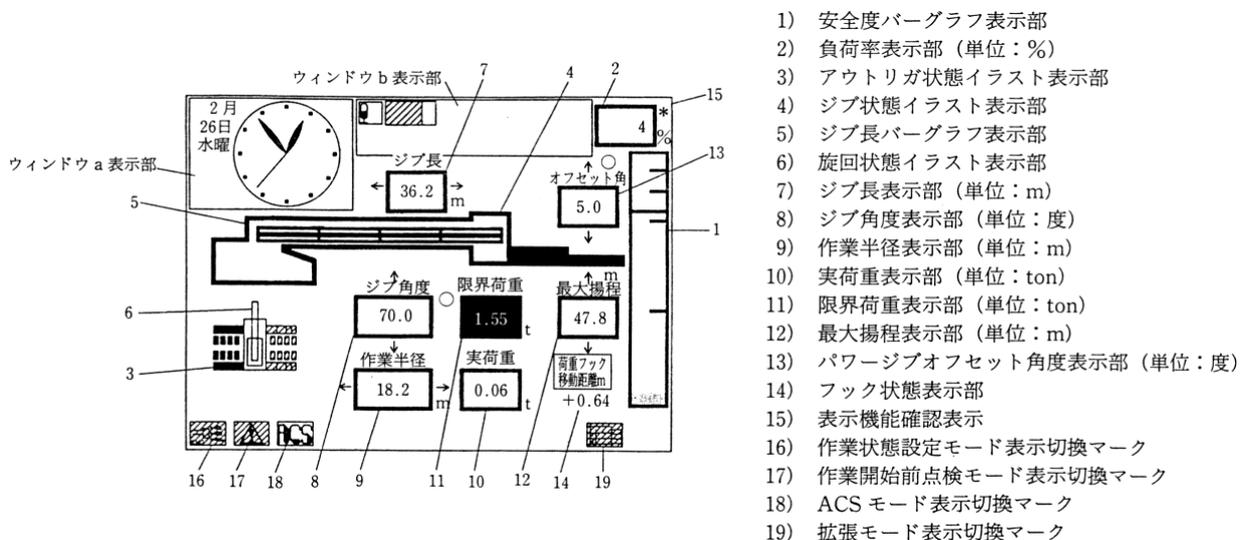


図2 ACSモード画面

出典：「移動式クレーンの安全装置とその取扱方法（3）－ホイール（ラフテレーン）クレーン（その1）－」、「クレーン 39 巻 9 号 8 頁」、「2001 年」、「長嶋靖夫（株式会社加藤製作所）著」、「日本クレーン協会発行」

【出典／参考資料】

「クレーン 39 巻 7 号 6－11 頁」、「2001 年」、長嶋靖夫（株式会社加藤製作所）著、「日本クレーン協会発行」

「クレーン 39 巻 9 号 7－11 頁」、「2001 年」、長嶋靖夫（株式会社加藤製作所）著、「日本クレーン協会発行」