

# 新型オールテレーンクレーン

## 最大つり上げ荷重 300 t KA-3000R

近藤 康博

最大つり上げ荷重 300 t のオールテレーンクレーン（通称：オルター）である KA-3000R（以下「本機種」）は、ワイドキャブを装備した全輪操向可能な 6 軸キャリヤに、最長 55 m の 5 段フルパワーブームと最長 35 m の 4 段スーパーラフィングジブ（油圧により伸縮・起伏が可能：以下「SL ジブ」）、最長 54 m のヘビリーリフトジブ（ラチス構造連結式でウインチ操作により起伏が可能：以下「HL ジブ」）を装備した移動式クレーンである。安定域性能向上のためのカウンターウエイトは最大 105 t で、センターおよびサイドに分割して作業現場の状況に応じて様々な組合せが可能となっている。本機種の特長および機能について解説する。

キーワード：荷役機械，移動式クレーン，オールテレーンクレーン，オルター，省エネ

### 1. はじめに

荷役機械のうち、移動式クレーンのひとつであるオールテレーンクレーンは、ラフテレーンクレーン（ひとつの運転席で走行とクレーン操作が可能）では能力が不足するような比較的大規模な建設現場などで使用されることが多い。我が国で稼働するオールテレーンクレーンは、国産機と輸入機（主にドイツ製）を合わせ、最大つり上げ荷重 100 t 以上のクラスで多くの機種が存在している。現在では、超大型化が進み、世界的に見ると最大つり上げ荷重 1200 t のものまで出現している。これらの超大型機は、その機体サイズや分解輸送の制限から、大規模プラントや風力発電施設などの建設に使用され、現場内での長期間稼働を前提として使用される。本機種は、最大つり上げ荷重 300 t ながら、現場へのアプローチや設置場所に制約の多い日本国内の作業現場や連続作業の多い港湾荷役等の作業に合致させるべく開発したものである。本稿では、輸入機とは異なる本機種の仕様や構造の特長について解説する。

### 2. 機種概要

本機種は、最大つり上げ荷重 300 t の 6 軸オールテレーンクレーンである。ワイドキャブを装備した全輪操向可能な 6 軸キャリヤに、最長 55 m の 5 段フルパワーブームと最長 35 m の 4 段 SL ジブ、最長 54 m の HL

ジブを装備し、最大地上揚程 110.7 m、最大作業半径 85.0 m の作業空間をカバーする。安定域性能確保のためのカウンターウエイトは最大 105 t で、10 t のセンターウエイトと 6 t のサイドウエイトを、作業現場のスペース的な制約に応じて組合せることができる。また、全装備の状態でも移動が可能であるため、現場内での移動設置にも迅速に対応できる。なお、現場間移動のために一般公道を通行する場合は、カウンターウエイトやブームおよび上部旋回体を分解し、トレーラー等により別送する必要がある。環境対応では、油圧制御による省エネシステム、国土交通省による超低騒音型建設機械指定の取得などにより環境に配慮している。クレーン作業安全対応では、作業領域制限機能や負荷率制限機能を有する過負荷防止装置等を搭載している。本機種の構内走行姿勢例を写真-1 に、最大過荷重試験姿勢例を写真-2 に、主要諸元を表-1 に示す。



写真-1 構内走行姿勢例



写真-2 最大過荷重試験姿勢例

表-1 主要諸元

クレーン型式	KA-3000R
ブーム最大つり上げ能力	300.0 t × 2.5 m
SL ジブ最大つり上げ能力	24.0 t × 20.0 m
HL ジブ最大つり上げ能力	84.0 t × 9.0 m
ブーム長さ	14.4 m ~ 55.0 m
SL ジブ長さ	2.0 m + 10.85 m ~ 35.0 m
HL ジブ長さ	4.4 m + 13 m - 54 m
ブーム起伏角度	-1.0° ~ 85.0°
SL ジブオフセット角度	2° ~ 60°
HL ジブオフセット角度	10° ~ 60°
最大地上揚程	ブーム 55.3 m
	SL ジブ 92.0 m
	HL ジブ 110.7 m
最大作業半径	ブーム 52.0 m
	SL ジブ 70.0 m
	HL ジブ 85.0 m
カウンターウエイト (最大)	105 t
エンジン型式 (上部旋回体)	ベンツ OM906LA
最高出力	205 kW / 2200 min <sup>-1</sup>
最大トルク	1100 N・m / 1200 min <sup>-1</sup>
キャリヤ型式	カトウ KA6360
エンジン型式 (キャリヤ)	ベンツ OM502LA
最高出力	405 kW / 1800 min <sup>-1</sup>
最大トルク	2600 N・m / 1300 min <sup>-1</sup>
最高速度 (キャリヤ単体)	75 km/h
最小回転半径	11.6 m
アウトリガ最大張出幅	9.4 m
全長×全幅×全高 (構内走行姿勢時)	17.740 m × 2.99 m × 4.1 m

### 3. 特長および機能

#### (1) ブーム

ブームは、980 MPa 級高張力鋼を使用した5段階型で、最縮小時の長さは14.4 m ながら最大55 m まで

伸長させることができる。各断面形状は2枚の鋼材を曲げ加工により各々略U字形に成型し、曲げ応力が低くなる断面の上下中央(中立軸)付近で溶接により接合しているため、構造的信頼性が高い。この構造は、現代の移動式クレーンでは多くの機種で採用されている。また、断面サイズを最大限拡大して全体撓みを抑制した。現在のオールテレーンクレーンにおけるブーム伸縮機構は、1本の油圧シリンダとブーム各段固定のためのピンを装備したものがほとんどであるが、国内の作業現場の状況を勘案し、伸縮動作の迅速化のため油圧シリンダのみによる伸縮機構(伸縮段毎に専用シリンダを配置)を採用した。

伸長操作は、2段ブームを第1テレシリンダにより伸長させた後、油圧伸縮式のロックピンを挿入し、3段から5段ブームを第2、第3、第4テレシリンダにより等長で伸長させる。摺動面のグリース塗布などの保守点検の場合には、任意のブーム段を自由に伸縮可能である。いずれも運転室内の操作レバーとスイッチで操作でき、過負荷防止装置【ACS】のディスプレイ上で伸縮状態が確認できる。伸縮用テレシリンダの配置が確認できるブーム軸線断面図を図-1に示す。



図-1 ブーム軸線断面

#### (2) SL ジブ

SL ジブは、980 MPa 級高張力鋼を使用した4段階型で、最縮小時の長さは10.85 m ながら最大35 m まで伸長させることができる。各断面形状はブームと同様に2枚の鋼材を曲げ加工により各々略U字形に成型している。伸縮動作は、1本のテレシリンダとワイヤロープ併用の伸縮装置により全段等長で伸縮させる。起伏(オフセット)動作は、基部ジブ下部に配置されるデリックシリンダの伸縮により起伏させる。いずれも運転室内の操作レバーとスイッチで操作でき、過負荷防止装置【ACS】のディスプレイ上で伸縮・起伏の状態が確認できる。

SL ジブ作業時には、ブーム先端部に装着して地上揚程を拡大させる他、ブームの基軸線に対して最大60°までオフセットさせることができるため、障害物超えの懐の深い作業が可能になる。装着格納はブーム軸線の前方に設置した後、油圧シリンダの伸縮を利用したウインチ機構で構成される専用装置によりSLジ

ブ後端を持ち上げてブーム先端部に連結させる。これにより補助クレーンを使用せず、省スペースでの着脱作業が可能である。これらの着脱機能は、特に都市部での狭い作業現場で威力を発揮するもので、海外メーカー製の移動式クレーンにはない日本独自の機能と言える。SLジブの作業姿勢例を図-2に、自力着脱時の作業例を写真-3に示す。

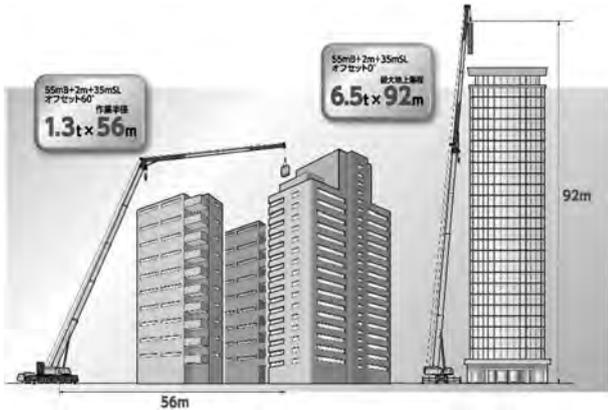


図-2 SLジブ作業姿勢例



写真-3 SLジブ自力着脱作業例

(3) HLジブ

HLジブは、780MPa級高張力鋼管を主部材としたラチス構造のジブで、本体・マスト・ペンダントロープ・ベースブラケットを中心として構成され、ブームの先端部に連結して使用する。ジブの起伏はウインチのワイヤロープをマスト先端部と複数本で掛け回し、ウインチの巻取りで起き、巻下げで伏せ操作を行う。ジブ本体がラチス構造のため軽量で安定域性能が良く、近接半径では重荷重の作業が可能である。また、ブーム軸線に対するオフセットは60°まで取れるため、懐の深い作業に威力を発揮する。ジブの組立は、広いスペースがある現場では地上で各段ジブを略水平姿勢で連結しながら行うが、スペースが限られた現場ではジブを略垂直状態で組み立てる方法も可能であ

る。これはジブの長さに応じてブームを伸長させながら各段ジブを順次連結していくもので、全段ラチスジブ構造のクローラクレーン等とは異なり、伸縮ブームを持つオールテレーンクレーンの優位点である。HLジブの作業姿勢例を図-3に、HLジブの立組作業姿勢例を図-4に示す。

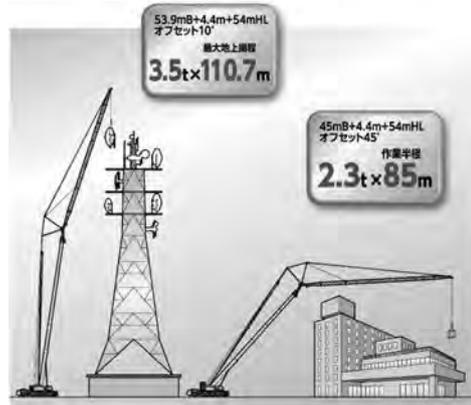


図-3 HLジブ作業姿勢例

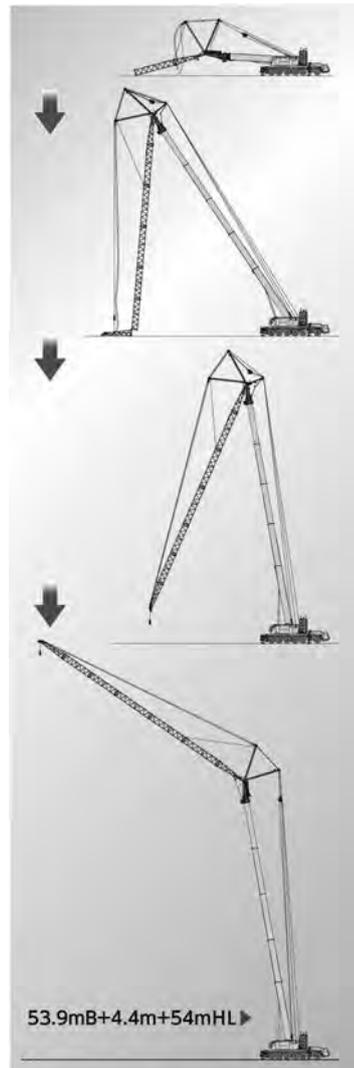


図-4 立組作業姿勢例

#### (4) 上部旋回体

本機種は、上部旋回体にもクレーン作業用としてのエンジンを搭載している。低回転で高出力・大トルクを得られるため、作業騒音が最大 99 dB に抑えられており、国土交通省による超低騒音型建設機械の指定を受けている。港湾荷役等の連続作業でも対応可能なように大容量のオイルクーラーとサブオイルクーラーを装備した。クレーン運転席は、水平状態から 15° までチルトさせることができるため、高揚程作業での視界性確保に有効である。操作レバーは、海外メーカー製ではジョイスティック方式（1本のレバーが前後左右に傾斜可動）が主流であるが、主な市場を国内とした本機種は、ラフテレーンクレーンを乗り継いで来たオペレータが慣れ親しんでいるストレートレバー方式（1本のレバーが前後に傾斜可動）を採用した。各アタッチメントの動きをコントロールするバルブは、操作レバーの動きに比例した圧力でバルブのスプールの動きを制御する（油圧パイロット制御方式）。近年では電気式制御方式が主流になっているが、操作フィーリングを重視するオペレータの要望に応えるため、ラフテレーンクレーンで実績のある油圧パイロット方式を採用した。運転室内には、過負荷防止装置表示器や各種情報表示器としてタッチパネル式カラーディスプレイを装備している。チルト式クレーン運転室を写真—4 に、クレーン運転室内の表示器やレバーの配置を写真—5 に示す。

#### (5) 過負荷防止装置【ACS】

過負荷防止装置（定格性能を超えると直ちにクレーンの危険側動作を自動的に停止させる装置）は、移動式クレーン構造規格第 27 条により、つり上げ荷重 3t 以上の移動式クレーンに装備することが義務付けされ



写真—4 チルト式クレーン運転室



写真—5 クレーン運転室内

ている。本機種では、クレーンの作業状態に応じて自動停止させる過負荷防止装置としての基本機能は当然として、更に安全性を高めるために下記の機能を追加した。

##### ① 2面領域制限機能

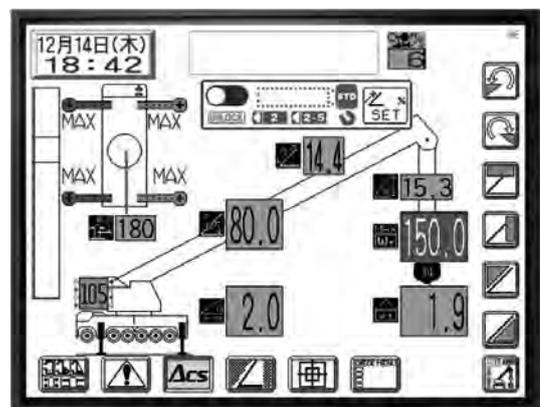
##### ② 負荷率制限機能

2面領域制限機能は、クレーン設置後に作業可能な2つの制限面をあらかじめ設定しておき、その領域を超える手前で自動停止させるものである。これにより、制限された領域内への侵入が許されない鉄道近傍での作業現場や高压電線直下での作業現場等で有効に活用できる。

負荷率制限機能は、クレーン作業時における負荷率を 80% から 100% までの任意の範囲で自動停止させることができるものである。これにより、安全度に余裕が必要な作業現場では有効に活用できる。いずれの機能もタッチパネル式カラーディスプレイ上の操作により簡単に設定できる。過負荷防止装置の表示例を図—5 に示す。

#### (6) インフォメーションディスプレイ

インフォメーションディスプレイは、タッチパネル



図—5 過負荷防止装置の表示例

式カラー液晶表示器であり、クレーン運転席のダッシュボード中央部に配置されている。必要に応じて画面を切り替えることができ、下記のような内容を表示する。

- ①メイン画面：作動油温度計，燃料計，エンジン回転数，燃料消費量などの常時表示
  - ②メイン画面（ecoモード）：メイン画面に加え，エンジン回転制御（ecoスイッチ）表示
  - ③アウトリガモード：機体水準計，アウトリガ反力表示
  - ④メンテナンスモード：バッテリー電圧，エンジン冷却水やエンジンオイル温度，作動油温度表示
- インフォメーションディスプレイの表示例を図一6に示す。

### (7) 省エネ機能

燃料消費量の削減は時代の要請であり，本機種ではクレーン操作時に以下の機能を搭載した。

- ① eco スイッチ
- ② ポジティブコントロール

eco スイッチは，クレーン作業時のエンジン最高回転数を  $1450 \text{ min}^{-1}$  または  $1650 \text{ min}^{-1}$  に制限することができる（無負荷時最高回転数  $1850 \text{ min}^{-1}$ ）。設定操作は前述のインフォメーションディスプレイのスイッチにより行う。

ポジティブコントロールは，ポンプの流量を操作レバーの動きに比例して最適な吐出量に制御する機能である。例えば，レバーを操作していない時は最小流量とし，中間位置では操作分の流量にコントロールする。微操作や待機時間が多いクレーン作業では燃料消費量削減に有効である。いずれの機能も，燃料消費量の削減の他，二酸化炭素の排出量削減および作業騒音の低減に寄与できる。

### (8) カウンターウエイト

クレーン作業における安定域性能向上のため，ベ-

スウエイト，センターウエイト（ $10 \text{ t} \times 4$  個），サイドウエイト（左右各  $6 \text{ t} \times 4$  個）で構成される17種類の組合せで最大  $105 \text{ t}$  のカウンターウエイトを設定した。従来機ではカウンターウエイトの形状が各々異なっていたため，トレーラー等による搬入順序に制限があったが，本機種ではセンターウエイトおよびサイドウエイトを各々共通形状にすることにより積み上げ順序に制限がなくなり，クレーン設置作業時間の短縮に貢献した。サイドウエイトを積み上げるベース部は着脱可能のため，クレーン駐機時のスペースに制限のある現場では，これらのサイドウエイトを取り外すことにより車両の幅からカウンターウエイトが飛び出さない姿勢にすることができる。上部旋回体への着脱は，シリンダによる抱き込み機構と自動ロック機構を搭載しているため，自力着脱が可能である。また，カウンターウエイトをキャリヤに搭載した状態での構内移動が可能である。最大カウンターウエイトを装着した状態を写真一6に，サイドウエイト用ベース部の着脱作業例を写真一7に示す。

### (9) 分解輸送

本機種は，一般公道を通行する場合には，車両制限令によりクレーン装置を取り外し，クレーン用台車としてキャリヤ単体で走行する必要がある。移動式クレーンにおいて機動性は重要な要素であり，分解組立が必要な機種では，簡単に迅速に作業できる装置が必



写真一6 最大カウンターウエイト装着状態



▲メイン画面

▲メイン画面(ecoモード)

▲アウトリガモード

▲メンテナンスモード

図一6 インフォメーションディスプレイの表示例



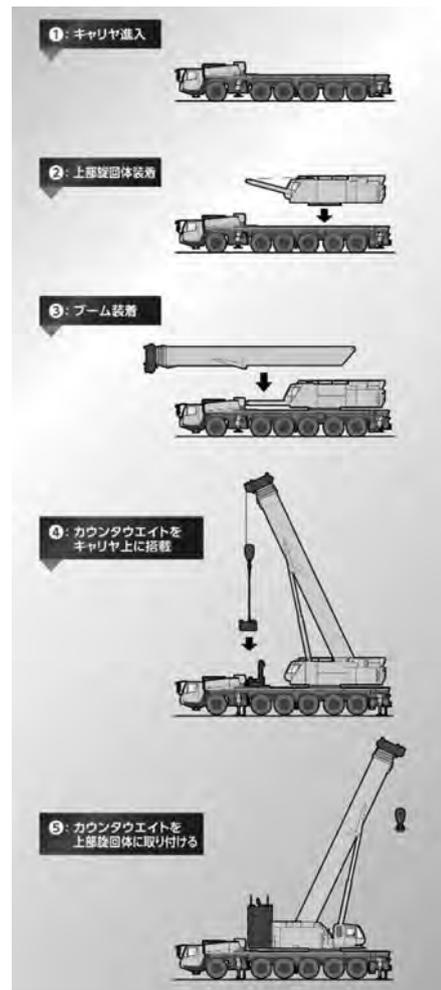
写真一七 サイドウエイト用ベース部着脱作業例

要である。本機種では、ブームフットピンとデリックピンの着脱装置や旋回輪（旋回ベアリング）部で分解できる装置を装備している。上部旋回体組立の場合、他のクレーンや組立分解装置（通称：リフター）で保持した上部旋回体をガイドピンにより位置合わせして着座させた後、わずかな旋回操作と2本のロックボルトにより固定できるバヨネット構造を採用している。ブームの装着は、左右独立したフットピンやデリックピンが油圧シリンダにより挿入できるため、迅速な作業が可能である。また、各々の装置はラジコンにより操作可能のため、ピンの動き等を直視しながら安全に作業できる。上部旋回体、ブーム、カウンターウエイトの組立概略を図一七に、上部旋回体とキャリヤの連結機能であるバヨネット構造部を図一八に、左右独立型ブームフットピン部の構造を写真一八に、ラジコンにより操作可能な装置を図一九に、ラジコン送信器を写真一九に示す。

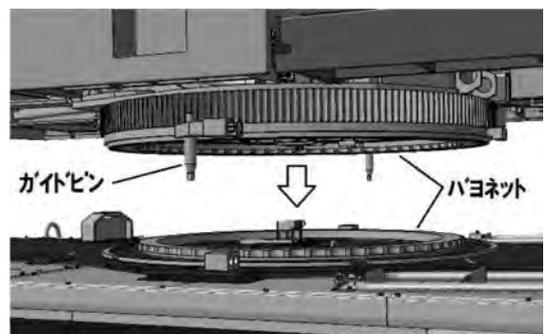
(10) キャリヤ

移動式クレーンは、一般公道を走行(本機種はクレーン装置部を分解してキャリヤのみで走行)して現場間を移動し、現場ではアウトリガを張り出してクレーン作業を行う。つり上げ作業は360°任意の旋回角度で行うため、キャリヤのフレームには曲げ、せん断、ねじり等の荷重が複雑に加わる。これらの荷重に対して最適なフレーム形状にするためには、理論設計だけでは不可能であり、コンピュータ解析と経験則を含めた複合的設計手法が必要となる。本機種では、剛性保持を最重要事項としてフレームの形状を決定している。また、クレーン作業時の更なる剛性確保のため、アウトリガボックス端部にサイドサポートと称するジャッキシリンダを装備した。キャリヤフレームおよびアウトリガの形状を図一十に示す。

運転室は車幅とほぼ同じ幅を持ち、広い視界が確保



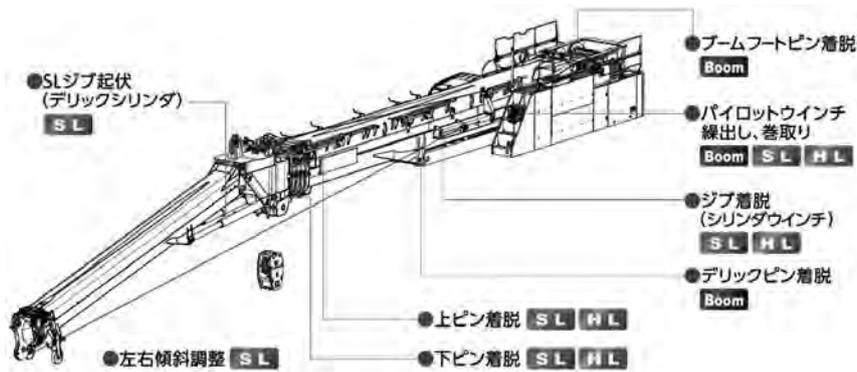
図一七 クレーン組立概略



図一八 旋回輪部バヨネット構造部



写真一八 左右独立型ブームフットピン部



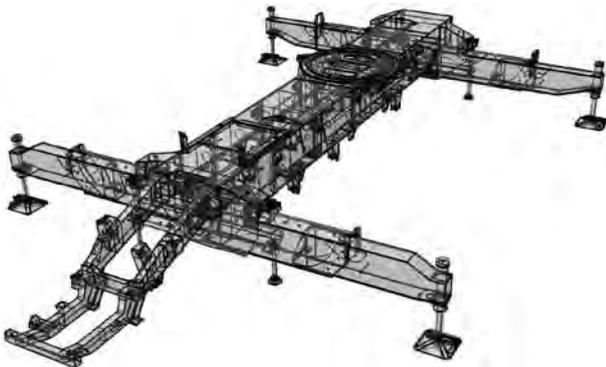
図一〇 ラジコン操作可能装置



写真一〇 ラジコン送信器



写真一一 キャリヤ運転室内



図一一 キャリヤフレームおよびアウトリガ形状



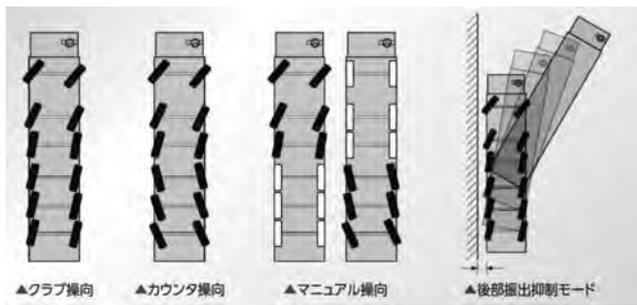
写真一二 仮眠用ベッド設置状態

されている。また、運転席・助手席間の移動が容易で、大型の仮眠用ベッドも装備されているため、休憩時には快適な空間となる。運転室内を写真一〇に、仮眠用ベッドの設置状態を写真一一に示す。

本機種のキャリヤは6軸車であるが、オールテレクレーンとしての必須機能である全輪操舵機能を搭載している。1～2軸の操舵は機械的なリンケージ構造であるが、3～6軸には電子制御ステアリングシステムを装備した。これは、各軸間のリンケージを排除し、操舵用シリンダの動きをきめ細やかに制御するもので、走行速度に応じて最適なタイヤ操舵角に制御しているため、高速走行時の安定性が良く、低速時には小回り性に優れる。特殊操向では、クラブ（同位相）、カウンター（逆位相）、マニュアル（前後輪独立）、後

部振出抑制の4つの操向方式を選択できる。これらは、作業現場の状況に応じて運転室内のスイッチのみで操作できる。特殊操向の概念図を図一〇に、電子制御ステアリングシステム概念図を図一一に示す。

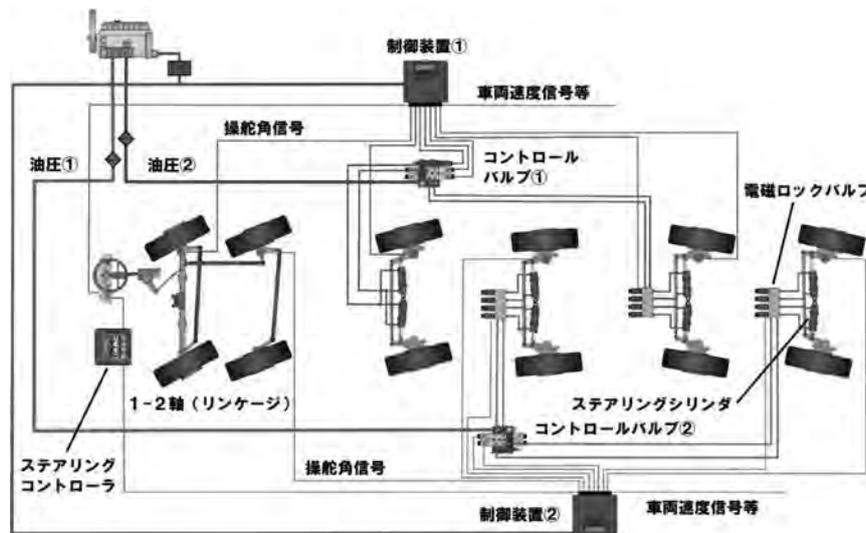
アウトリガ操作はキャリヤ側面にある液晶タッチパネルで行う。本機種より採用したバーチャルシリンダ圧力検出機能により、各アウトリガの反力を表示させることができる。また、電子式水準器の採用により機体の傾斜状態がリアルタイムで表示される他、機体の水平設置のための補助機能も有している。なお、アウトリガ操作はラジコンでも可能である。アウトリガ操作パネルと表示例を写真一二に示す。



図一 11 特殊操向概念図



写真一 12 アウトリガ操作パネルと表示例



図一 12 電子制御ステアリングシステム概念図

(11) 各種装備品

本機種で採用した装備品として、代表的なものを下記に示す。

- ① 燃焼式エアヒータ（エンジンを停止させたままで運転室内の暖房が可能）
- ② 風速計（ブームまたはジブ先端部に装着：瞬間風速または平均風速を選択表示）
- ③ リモコン式サーチライト（基部ブーム先端付近に装備）
- ④ 各種確認カメラ（クレーン左後方確認、ウインチ確認、車両後方確認）

4. おわりに

移動式クレーンは、刻々と変化する法的要求事項や市場からの要求に応える形で進化してきた。オールテレーンクレーンが上市された時代と比較すると、クレーンとしての基本構成は変わらないものの、エンジン排出ガス浄化や騒音低減等の環境対策はもちろんのこと、クレーン能力向上、操作フィーリング向上、装置着脱時の安全性向上や容易化、電子機器の装備など、高性能・高機能化されている。近年、普通自動車

では、衝突被害軽減ブレーキや車間距離制御装置、車線逸脱警報装置などの走行安全機能が一般化しており、将来的には一定の制限のもとで自動運転が実現されることが予想されている。移動式クレーンでも、公道走行時のために自動車から派生した各種走行安全機能の搭載や、オペレータの技量に左右されないよう、一部の自動化を含めたクレーン操作補助機能、環境対策のための電動化、事故防止や効率化のための作業現場内クレーン統合管理システムなどの各種機能が実現されていくものと思慮される。法的規制への的確な対応と、工法多様化に対応できる製品を市場投入することは製造者としての使命であり、より高機能・高性能を目指しつつ、安全で安心して使える各種移動式クレーンの開発に取り組んでいく所存である。

JICMA

[筆者紹介]

近藤 康博（こんどう やすひろ）  
 (株)加藤製作所  
 設計第一部 部長

