

建設機械施工の安全対策 特集

建設現場における移動式ラッピングタワークレーンの安全作業

後藤 普司

近年、都市再開発・ビル建て直し工事も増え、建設現場は敷地面積だけでなく空間も益々狭く、更に建築物は高層化傾向にある。一方、建設資材は、工期短縮、建設経費削減のため、ユニット化、大型化している。この環境変化に応じ移動式クローラクレーンも、大型化、ブーム長尺化、タワークレーン化が進んできた。さらにタワーとジブが共に起伏するラッピングタワー仕様へと進化し、固定式タワークレーンに代わり、移動式タワークレーンとして普及してきている。一方、ラッピングタワー仕様は、一度事故が発生すると大きな災害に繋がることから、急速に安全対応が進められてきている。

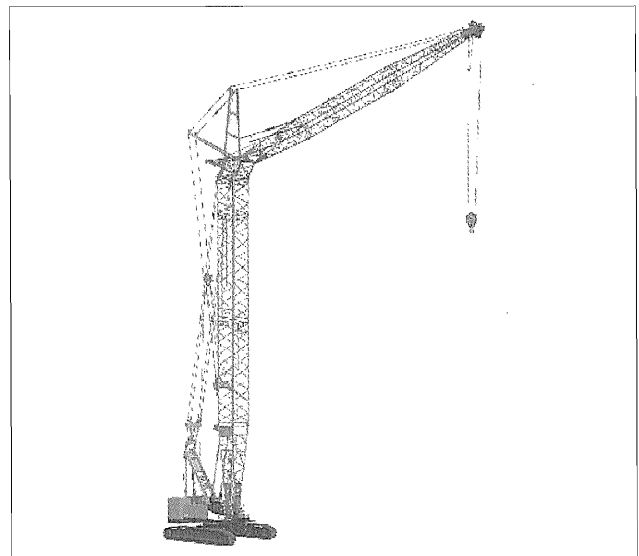
キーワード：移動式クレーン、クローラクレーン、ラッピングタワー仕様、安全装置

1. はじめに

移動式クレーンは、クレーン設置用の基礎工事や電気設備の必要がなく、機動性・経済面でのメリットを活かし発展してきた。環境変化に応じ機種が変遷し、シリーズが拡大するとともに、アタッチメント増加、高性能化、高機能化が進んできている。

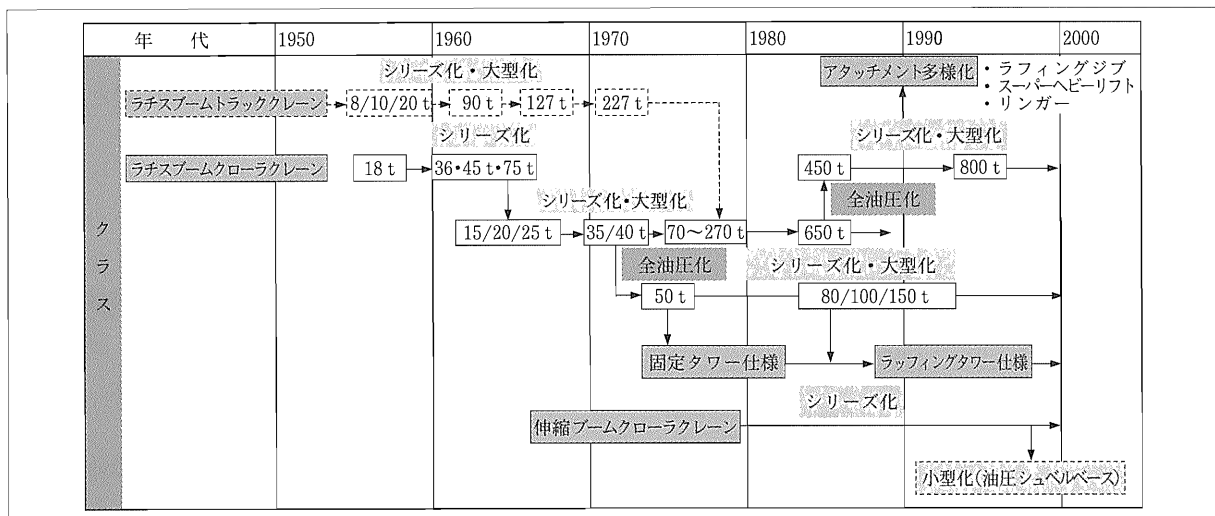
一方その「便利さ」が安全という視点で見れば、危険要因となっており、機械、オペレータ、管理者の三位一体の取組みによる安全が強くもとめられている。

ここでは、移動式クレーンであるラッピングタワークローラクレーンの建設現場での安全対応、機械への安全機能折込みを紹介する。



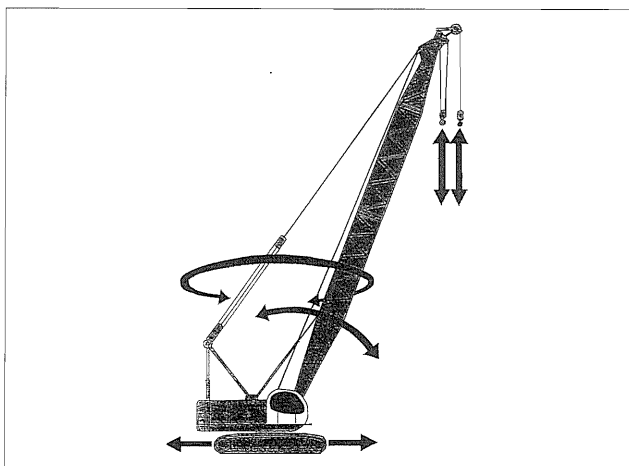
写真—1 移動式クレーン

表—1 クレーン開発の歩み



2. 移動式クレーンの変遷

1950年代に生まれたラチスブームクローラクレーンはロープ支持方式の軽量ラチスブームとクレーン姿勢・吊荷姿勢での走行ができる長所を生かし、1960～1980年代にかけてシリーズ化、大型化が始まった。アタッチメントも1970年代後半にタワー仕様、さらに1980年代後半にラフティングタワー仕様が変わりシリーズ化、大型化してきた。一方1970年代に駆動方式、操作方式が機械式から油圧方式に切替わり、さらに電気制御が加わることで、1980年代後半から1990年代に安全装置の高機能化が進んできた(表一)。



図一 クローラクレーンの機能

表一 クローラクレーンの構造・機能に潜む危険要因

構造・機能	長所	危険要因
クローラ走行	不整地・軟弱地盤で走行可能 クレーン姿勢で走行可能	軟弱地盤・不整地でのクレーン作業による転倒 傾斜地作業による本体転倒 傾斜地・軟弱地盤走行での転倒
ロープ支持方式のブーム・ジブ	ブーム・ジブ長尺化 高所作業可能 アタッチメント軽量化による作業領域大	風荷重によるブーム・ジブの反転、本体転倒 航空障害、吊荷見えない/見えにくい ブーム・ジブ過巻による反転、フック過巻による反転 ブーム起伏、支持ロープ切断によるブーム&吊荷落下
組立て・分解式のブーム・ジブ	アタッチメント軽量化による長尺化	誤組立てによる事故 ブーム長さ設定ミスによる過負荷 組立て・分解時の高所作業
アタッチメント組替え	用途に応じ仕様設定が可能	組立て・分解の複雑さによるヒューマンエラー
カウンタウエイト搭載式 カーボディウエイト搭載	安定性アップ 性能アップ	積過ぎによる後方安定度不足による転倒 不足による前方安定度不足による転倒
トレーラ輸送 クローラ取付け・取外し ブーム現地組立て	輸送性向上 クローラ幅変更可能	分解・組立て作業時の事故 クローラ縮小時旋回での転倒 安全装置誤組立てと点検不良によるトラブル

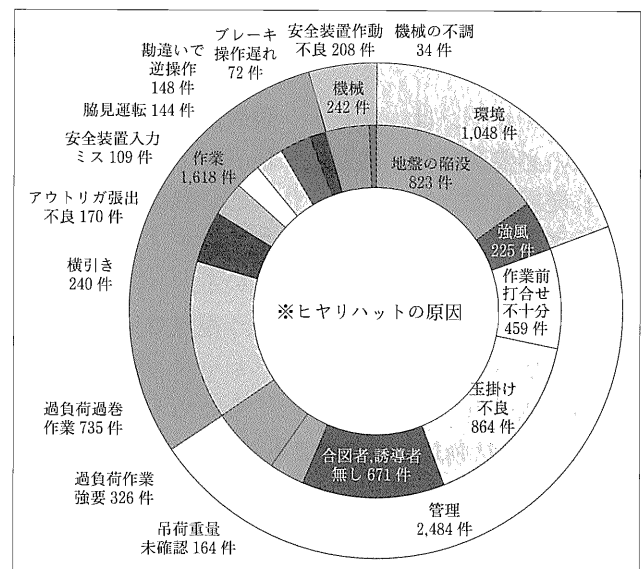
3. ラフティングタワークレーンの危険要因

(1) 構造・機能に潜む危険要因

上述のようにクローラクレーンの本質的な利点に加え、性能、機能面が進化し、益々建設工事にとって便利な存在となってきている。一方、その長所が安全という視点で見れば図一、表一に示すとおり危険要因ともなっている。

(2) 環境・管理面に潜む危険要因

事故の予備軍とも言えるヒヤリハットの調査結果(図二)から、移動式クレーンの危険要因を見てみると、上記構造、機能に潜む危険要因に加え、地盤や強風などの作業環境面・作業前打合せや合図者配置などの作業管理面、オペレータの不注意、さらに機械や安全装置などの点検面にも危険要因は潜んでおり、十分な配慮が必要であることがよく判る。



図二 移動式クレーン運転士のヒヤリハット体験事例の調査報告
(クレーン協会クレーン等事故検討委員会調査報告, 2000年)

4. ラフティングタワー仕様の事故とその特徴

1995年より8年間のラフティングタワー仕様の事故を調査し、その内容を分析すると以下のようになるがラフティングタワー仕様の特徴がよく出ている。

- ① 事故の形態としては、後方転倒事故が多い。長尺タワーで垂直に近い作業が多く、後方安定性の低さやタワー過巻によるブーム反転、本体転倒の危険性の高さが窺える(図三)。
- ② 事故原因としては、組立て、分解時の安全装置

解除状態を含めると6割弱が安全装置の解除が原因であり、安全装置の有効性が見える(図-4)。

③ 事故発生の作業としては、ほとんどクレーン作業中である一般のクローラクレーンに対し、ラッピングタワー仕様は段取り(分解, 組立て)作業時の事故も半分弱と多く、組立て, 分解および

ジブ張出し, 格納作業の安全操作の重要性が窺える(図-5)。

5. ラッピングタワークレーンの安全装置

移動式クレーンの当初の安全装置としては、走行やウインチのネガブレーキ化や旋回, ウインチドラムのロック装置に加え, 1955年にフックやブームの過巻や過負荷を防止するための警報装置を付けた。これが移動式クレーン安全装置の歴史のスタートである。

1962年に警報装置が警報停止装置に切替わって, 以降20年近く大きな変化はなかったが, 安全意識の高揚に加え, 油圧化, 電気油圧制御技術が進み, 1980年代後半から機械の高機能化とともに飛躍的に安全装置が進化し, 充実してきた(図-6)。

建設工事ラッシュ, 工期短縮, 建設現場の狭隘化が進む中, 1980年代後半から急増してきたラッピングタワークレーンによる事故が増え, この対応として二重のタワー過巻防止, タワー起伏緩停止システム, キー管理式過負荷解除スイッチ, ML(過負荷, 過巻)外部表示灯を装備など, 安全強化が図られてきた。同時にクローラクレーンメーカーが集まり, 安全装置の統一のガイドラインを出し, 複雑化してきている安全装置の統一を図ってきている。

また, 風への対応として風速計, 航空障害等の設置, 壁越し作業での吊荷確認のためのフックカメラ設置, 無線によるツウエイコールの使用など, 長尺化してきているラッピングタワークレーンに対する安全への対応も並行して進んでいる。

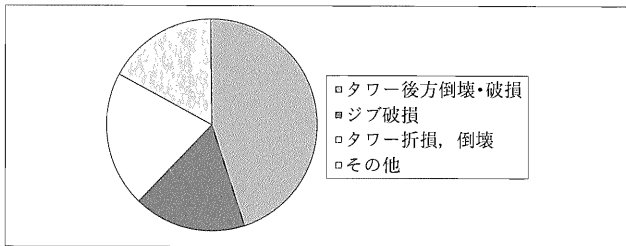


図-3 事故形態

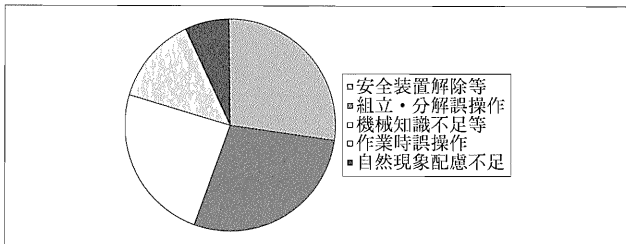


図-4 事故原因

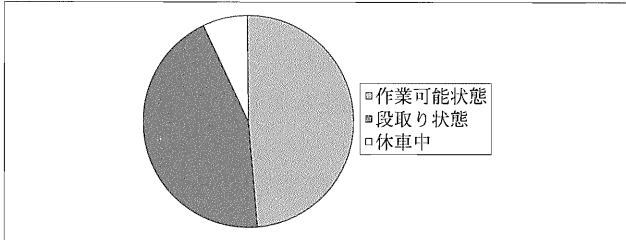


図-5 事故の作業状態

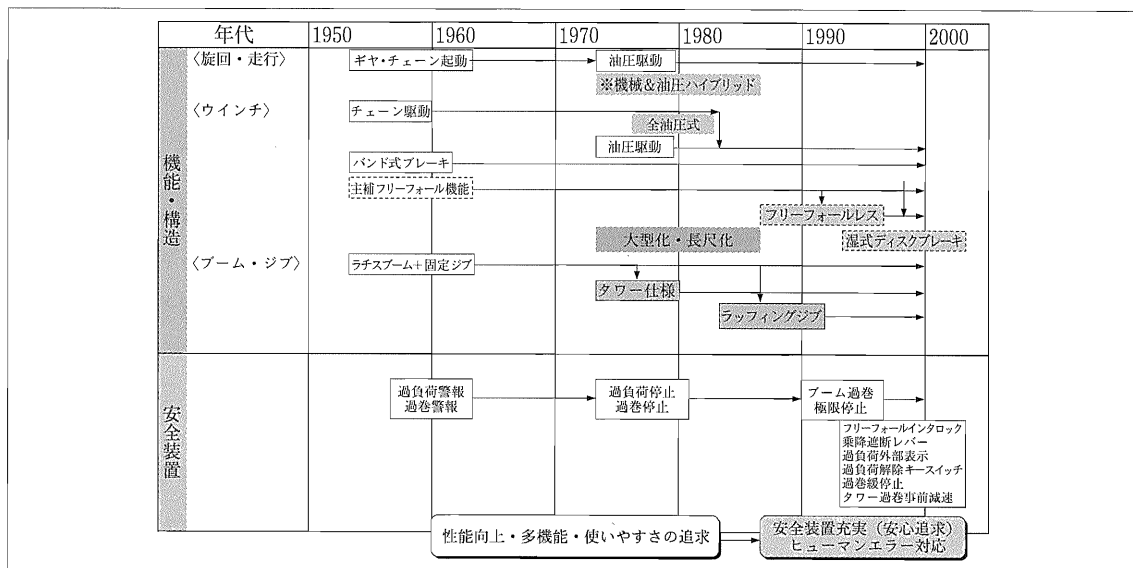


図-6 ラッピングタワークレーン安全装置の歴史

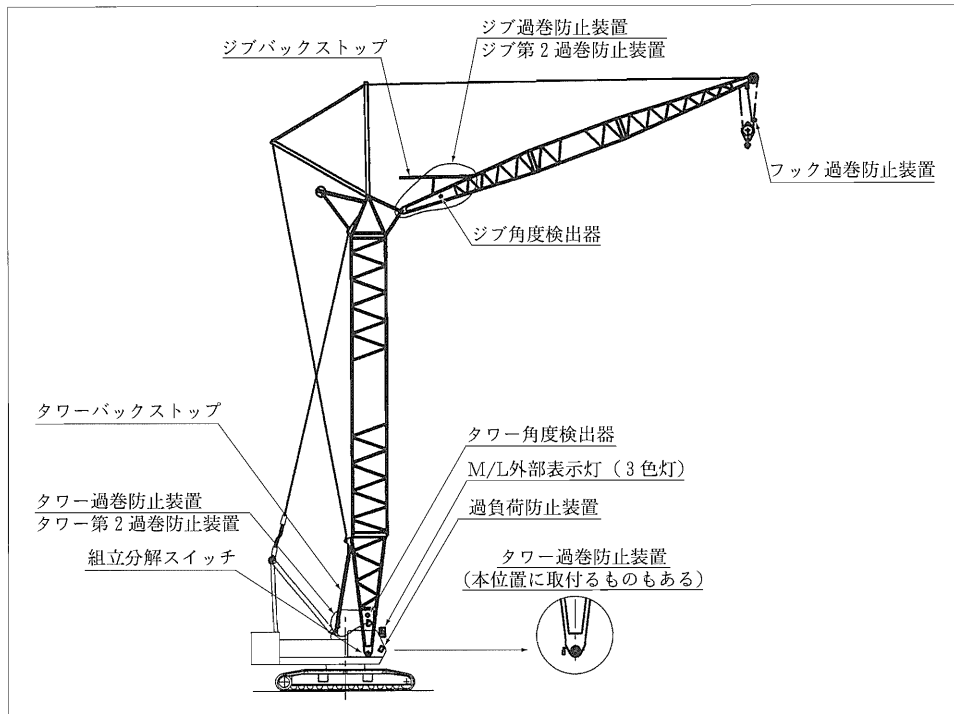


図-7 ラフニングタワークレーンの安全装置

6. ラフニングタワークレーンの安全作業

クレーンの安全装置のみを充実させても、作業の安全は確保されない。作業環境の整備、作業計画、機械点検等の準備のもと、機械・安全装置に対する理解をしたうえでの正しい操作によって安全が保たれる。

(1) 作業環境の整備

移動式クレーンは、水平堅土上に設置することが重要であり、軟弱地や不整地では地盤養生や鉄板を敷き、水平を出し、作業床および地盤の強度を確保して転倒を防止する。

- ・地盤傾斜：最大1% 以内
- ・地盤養生*：作業時の最大接地圧に対する地盤強度の確保、構台強度確保

(2) 作業計画

機械や資材の動きを考えたクレーンの設置はもとより、作業状況を想定した準備も必要となる。例えば、壁、障害物等で吊荷や合図者が見えないことへの対応、周辺にラジオ局等の電波発信基地がある場合の電波障害有無の確認、強風時の対応などである。また休車時の姿勢計画は、事前に計画しておくことも必要となる。

① 壁越し作業には、フックカメラの準備や無線に

よるツーウェイコールの準備を推奨する。

② 近くにラジオ局がある場合は、電波障害によるコンピュータ異常発生が予想されるため、メーカーに相談し、事前に対応（コンデンサ追加等）を計画する。

③ 強風による吊荷の揺れ、ブームのあおりは、機械の転倒に至る危険性もあり、対応を事前に決定しておく。

- ・風速 10 m/s 以上：作業を中止する
- ・風速 16 m/s 以上：タワーを地上に降ろす、または取扱説明書記載の姿勢でアンカウエイトを吊って、巻上げロープが張った状態にする。
- ・風速 30 m/s 以上：必ずタワーを地面に降ろしておく。

(3) 機械・安全装置の点検

作業前のワイヤロープ・ガイケーブル、アタッチメントの損傷点検とともに、安全装置の点検は非常に重要となる。特にラフニングタワークレーンとして、フック過巻、タワー・ジブの過巻装置の点検は、組立て時だけでなく、作業時開始前にも実施が必要である。

(4) 正しい機械組立て

輸送上、現場での組立てとなるため、誤組立てしないよう十分な注意が肝要である。ガイケーブル長さミスやバックストップの設定間違い（クレーン用と混同）によるトラブル、事故も見受けられる。また、近年カウ

* 必要に応じ土質改良や鉄板を敷き地盤養生を行う。社団法人日本建設機械化協会発行の「支持地盤養生マニュアル」を参考にされたい。

ンタウエイトは後方だけでなくカーボディウエイトなど下部にも取付けられており、注意が必要である。カウンタウエイトの過不足は安定性を大きく狂わせ、重大災害に繋がるので再確認が必要である。

安全装置としては、電気配線、接続にも細心の注意を払うとともに、ブーム長さ、ジブ長さやフックの掛け数も十分確認のうえ、過負荷防止装置の状態設定を行い、安全機能の確認をしておくことも重要である。

なお、組立てには高所作業が多い。ブーム上にスタクションを立て親綱を張り、安全帯の命綱を掛けて安全作業に徹する必要がある。

(5) タワークレーン引起し、降下

ラフティングタワークレーンの引起し時の事故は、事故例でもあるように、非常に多く、細心の点検と注意が必要である。ブームやガイラインのピンの確認、ワイヤロープの通し方、傷みチェックも然ることながら、必要に応じた自立用敷板の確認、ジブラッチのロック等引起す前のチェックはしっかり行うとともに、各リミットスイッチの作動確認もここできっちりとチェックしておくことが重要である。

引起しには、ジブのガイラインの張り過ぎ、フックの持ち上げ、タワー起伏速度、ジブ張出し前のジブガイラインの張り、バックストップのスプリング密着、ジブ起立時のジブラッチのロック等、特に注意したい。

タワー降下も、注意内容は異なるが、引起しと同様に細心の注意を払った作業が必要である。

(6) クレーン作業

一般のクレーン作業と同様に、安全装置解除、吊荷の横引き、斜め吊り、タワー・ジブの起伏急停止は避けねばならないが、アタッチメントが長く、重心が高く、かつタワー過巻状態に近いことを配慮した操作が重要である。特に過巻防止装置、過負荷防止装置があることを前提とした粗雑な作業は、重大災害にも繋がりが絶対に避けなければならない。

なお、ラフティングタワー作業として、ブームたわみの大きさは特に留意が必要である。重量物を吊る場合は吊荷はアタッチメントのたわみにより、大きく前

に振り出す。その結果過負荷になることもある。また吊荷を降ろすとアタッチメントのたわみは戻り、タワー角度が90度近い場合はバックストップを密着させ、損傷させることも考えられるので注意が必要である。

(7) 安全装置に関する誤解

一般に安全装置を装備していれば安全との印象が強いが、ある一定の条件に対してのみ有効であり、注意しておくことが肝要である。以下に一例を挙げよう。

- ・過負荷防止装置は、水平堅土、正確な状態のインプット、荷揺れがない、強風でない等の条件下で有効に働くものであり、この条件を外すと、正確さが失われる。
- ・安全装置は基本的に安全側には作動するようになっているため、フックを建物や梁に引っ掛けた場合はワイヤロープまたはアタッチメントが破損するまで吊上げ、危険状態にもなることがある。

7. おわりに

益々狭くなる現場、高層化する建築工事にとって、長尺化し作業範囲拡大してきているラフティングタワークレーンは、非常に便利な機械であるが、現場での組立て、分解、点検の必要性、便利さがゆえの危険要因も潜んでいる機械である。

安全装置解除スイッチの全廃、クレーン状態認識など、更なる安全に向けた技術的課題は多く残っており、メーカーとして改善のための取組みを推進していく所存である。並行して、正しい安全点検、運転、作業の啓蒙活動も推進し、安心かつ経済的なラフティングタワークレーンを活用頂けるよう取組んでいきたい。

JICMA

【筆者紹介】

後藤 普司 (ごとう しんじ)
コベルコクレーン株式会社
開発生産部
開発部

