

大型クローラクレーンの外部カウンタウエイト仕様

見 神 広 保

輸送に関するコンプライアンスに対する意識向上から、大型クローラクレーンの分解輸送単位の細分化による輸送質量の低減化の要求が強まっている。この一方策としてコンパクトなクレーン本体後方に別途カウンタウエイトを装着することにより、標準仕様甚至比2倍以上の性能を出すことのできる外部カウンタウエイト仕様についてその概念と標準仕様との違いを紹介する。

キーワード：クローラクレーン、大型、カウンタウエイト、マスト、タイヤ式

1. はじめに

クローラクレーンの市場は近年国内外とも建設需要は総じて横ばい状態ではあるが、国内においては輸送質量規制の強化によって機械の更新、海外においては中国、ロシア、中東地域の石油、天然ガス関連のプラントや発電所などの大型工事が拡大し、北米ではEPA規制の環境規制強化が行われたため、発電所の施設改修需要や風力発電施設新設などへの工事参入のために新規需要が見込まれつつある。

特に国内では、輸送質量規制の強化をうけ顧客の輸送に関するコンプライアンスに対する意識が向上し、適法輸送に関する関心が非常に高く、海外では輸送質量規制の最適化が製品競争力として重要な要素となり、分解輸送単位の細分化による輸送質量低減およびそれを補う簡便な組立分解に対する要求が高まっている。

この一方策としてコンパクトなクレーン本体後方に別途カウンタウエイトを装着することにより、標準仕

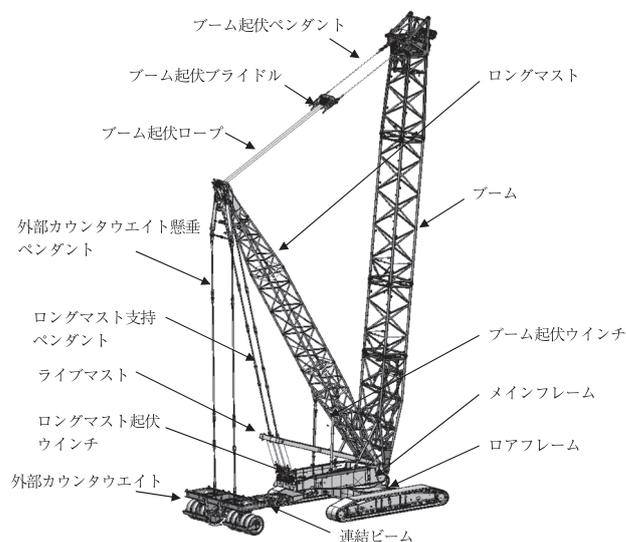
様に比べ2倍以上の性能を出すことのできる外部カウンタウエイト仕様について説明する。これにより通常作業ではコンパクトな本体のみで作業を行い、重量物作業の場合は外部カウンタウエイトを装着して対応するなど作業現場に合わせた組合せが可能となり、輸送形態においても最適化がはかれると考える。ちなみに写真—1に示す6000SLXでは本体カウンタウエイト160tに対し外部カウンタウエイト260tを装着する。

2. 外部カウンタウエイト仕様の概念

図—1に大型クローラクレーンの各部名称を示す。移動式クローラクレーンは、移動式クレーン構造規格・クレーン等安全規則等の法規・基準にもとづき設計を行う。設計に際しては目標性能を設定し、それに



写真—1 6000SLX 外部カウンタウエイト仕様 (タイヤ式)



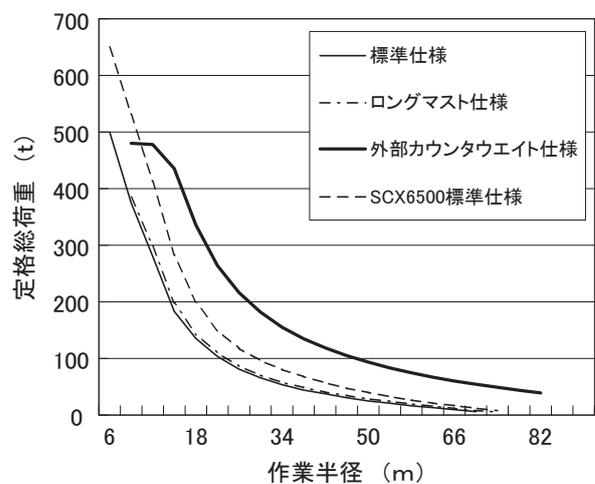
図—1 大型クローラクレーンの各部名称

必要なブームや各部構造体の強度検討と転倒しないためのカウンタウエイト質量を決める。実際の設計では作業半径が小さい領域においてはブームの強度で性能が決まり、中間領域ではメインフレーム、ロアフレーム等のブーム以外の構造体、作業半径が大きい領域では安定度で性能が決まる。即ち、ブームや構造体は比較的作業半径が小さい領域での大きな吊り上げ荷重に対応するために設計されている。しかし、大型クレーンは長いブームを装着した作業半径が大きい領域での作業が大半を占める。この領域での吊り上げ性能は、前述のようにほとんどが安定度により決定される。つまり、ブームや各構造体が持っている強度を発揮できる領域は実際にはほとんど使用されない狭い範囲に限定されることになる。そこで、作業半径の中間域以上でブームの持つ強度限度近くまで安定度を増せば、性能を飛躍的に向上させることができるはずである。その考えによって作られたのが、外部カウンタウエイト仕様のクレーンである。なぜ外部カウンタウエイトかと言うと、移動式クレーンでは移動式クレーン構造規格で後方安定度の規定を満足する必要がある。これは吊り荷の無い状態でブームを最大角まで起伏させた時に後方に転倒しないようにするために規定されたものである。すなわちカウンタウエイトを必要以上に積み増すことは後方転倒の危険があるため、カウンタウエイトの質量を制限する規定である。しかし外部カウンタウエイトの場合は吊荷による負荷に応じて浮上し、無負荷状態では地上にあるため後方に転倒させるようなモーメントを発生させないため、後方安定度上は問題なくなる。

外部カウンタウエイト仕様はクレーン本体の上部後方に張り出したロングマストと、クレーン本体後部に配置した外部カウンタウエイトおよびロングマスト先端から外部カウンタウエイトを吊り下げるためのペンダントから構成されている。荷役作業においては、旋回中心から吊荷までの距離と質量から発生する前回りモーメントにつりあう様に後回りモーメントを発生させるための外部カウンタウエイトを本体後方に搭載する。この作用により大きな安定度が得られると共に、クレーン全体の重心位置を旋回中心に近づけることができるので、構造体への局所的な負荷集中が避けられる利点もある。またクレーン本体の上部後方に張り出したロングマストは、ブーム支持張力を低減させ、ブーム圧縮力も軽減することができる。これによりブームの座屈強度などにより制限されていた長尺ブームでの吊り上げ能力の向上がはかれ、それにともない高揚程・大作業半径での荷役作業にも対応できるようになる。

このブーム圧縮力低減効果のみを生かすために、外部カウンタウエイトを装着せずロングマストのみを装着した仕様もある。吊荷やブームの自重により発生する力はロングマストの先端からブームに接続されたブーム支持ペンダントで支持される。また、ロングマストは、ロングマスト先端とクレーン本体の起伏装置とを接続するマスト支持ペンダント、同じく外部カウンタウエイトとを接続する外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの2つの支持部材により接続される。このロングマストの支持ペンダントと外部ウエイト懸垂ペンダントへの張力の分担や制御方式は多種多様あり、メーカーや機種によって様々である。

これらの ロングマスト、外部カウンタウエイトを装備することにより、ブームや構造体の設計能力を最大限に引出し、標準クレーンで不可能であった作業を可能とする。上位クラスのクレーンで行う荷役作業をも可能にする。図一2に6000SLXでの標準仕様・ロングマスト仕様・外部カウンタウエイト仕様での性能比較を示す。標準仕様に対し2倍以上の性能差を持つ。中間作業半径域以上では参考として示したSCX6500(650t吊りクローラクレーン標準仕様)同等以上の性能を持つ。



図一2 6000SLX 性能比較

3. 各クレーン仕様の特徴

図一3に各クレーン仕様の概略図を示す。

(1) 標準仕様

クレーン本体の前方にブームを装着し、本体後方に張出したライブマストによりブームを支持した仕様である。

吊り荷による力はブームよりライブマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。ライブマストは本体の起伏装置により前後に起伏することに

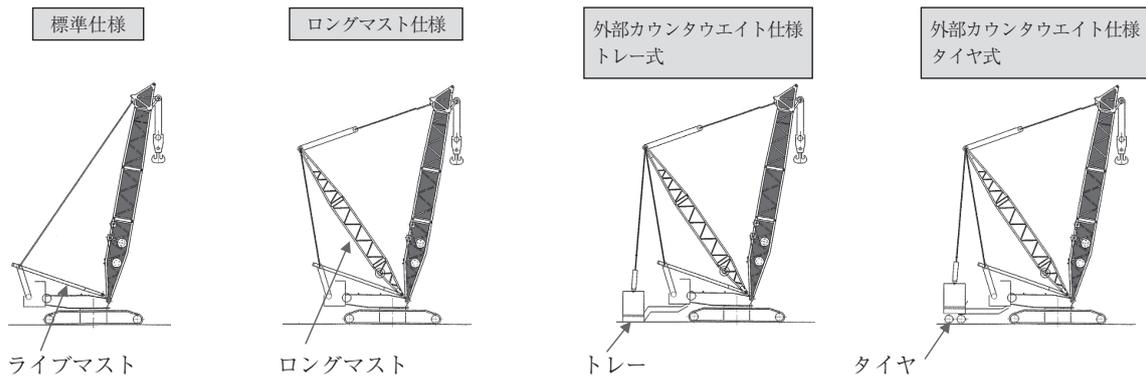


図-3 各クレーン仕様の概略図

より、ブームも起伏作動する。ロングマストや外部カウンタウエイトは装着しないので、一般的な移動式クレーンと同じと言える。作業半径が小さい領域においてはブーム、中間領域ではブーム（ジブ）以外の旋回輪、旋回フレーム、ロアフレーム等構造体、作業半径が大きい領域では安定度となる。クレーン作業における運転操作は、ライブマストが本体後方のカウンタウエイトより若干張り出す程度であり、予め旋回後端半径を考慮した障害物の撤去や、クレーンの据付け、旋回後端内への立ち入り禁止処置を行う事で後方の安全は確保できる。組立方法は小型のクレーンと同じであるが、但し部品質量が大きいということになる。組立の容易さが本仕様の最大の特徴である。

(2) 外部カウンタウエイトなしの仕様（ロングマスト仕様）

ロングマストのみを装備した仕様である。吊荷はブームからロングマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。更に、ロングマストは、ロングマスト支持ペンダントのみにより本体に接続される。外部カウンタウエイトは装着しないので、標準クレーンに対する安定度の大幅向上は期待できず、作業半径が中間領域以上での吊り上げ性能は標準仕様とほぼ同等となる。しかし、ロングマストはライブマストに比べ長いのでブーム支持張力が低下し、ブーム圧縮力も軽減され、ブームの座屈強度などにより制限されていた長尺ブームでの吊り上げ能力の向上が見込める。作業半径が小さい領域での重い荷の吊り上げ作業に効果を持つ。作業半径の変更は、ロングマスト上に搭載したブーム起伏ウインチを作動させて行う。ロングマストはクレーンの組立作業において所定の角度に固定した後、クレーン作業状態では動かさない。クレーン作業における運転操作はロングマスト先端が本体より後方へ張り出す為、特に後方障害物への配慮が必要である。他は標準クレーンと同等であるが、しかし、

クレーン作業の安全を補償し、運転士の疲労を軽減する為にロングマストを装着した分の安全装置や制御装置を追加装備する必要がある。組立方法は標準クレーンに対しロングマストを装着する部分だけ煩雑となる。

(3) 外部カウンタウエイト仕様 トレー式

外部カウンタウエイトなし仕様（ロングマスト仕様）に外部ウエイトを装備した仕様である。吊り荷はロングマスト仕様と同様にブームからロングマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。そして、ロングマストの反対側は2つのペンダントで支持される。一つ目の支持はロングマスト仕様と同様にロングマスト支持ペンダントにより本体に接続される。二つ目の支持は、ロングマスト先端とトレイ式の外部カウンタウエイト上部とを懸垂ペンダントにより接続される。ロングマストを装着し、更に外部カウンタウエイトを搭載するので、標準クレーンに比べ安定度が増加し吊り上げ性能が大幅に向上する。但し、ロングマスト仕様においてブームの強度で吊り上げ荷重が制限されている部分は、外部カウンタウエイトを装着しても吊り上げ性能の向上は期待できない。運転操作においては運転室内のロングマスト支持ペンダントの張力表示と外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの張力表示を見ながら、二つの張力の配分を調節し荷重をつり上げる。このクレーン操作には十分な運転経験と技量が求められる。また、トレイ式の外部カウンタウエイトは無負荷時には地上に接地しているので、クレーン本体は旋回と走行ができない。ブームの起伏操作とフックの上げ下げのみが可能である。そこで、荷役作業前に吊り荷の質量と作業半径の可動範囲を確認する必要がある。荷を吊り上げた際に外部カウンタウエイトが浮上し、且つ半径を変化させてもクレーン本体が過負荷にならない様に外部カウンタウエイトの積載量を事前計画する必要がある。つまり、トレイ式外部カウンタウエイト仕様は条件によっては荷の吊り上げ下

げの半径変更の度に、補助クレーンを用いて外部ウェイトの積載量を調整する必要がある。積載量の調整は吊り荷を一旦地上などに降ろし、外部カウンタウエイトのトレイを地上に接地した状態で行う必要がある。吊り上げる荷の重さや作業半径に対応し、かつ旋回を可能とする為に外部カウンタウエイトの質量は8種類の組合せを設定した。組立方法はロングマストの装着を終えた後、本体後部にトレイ式外部カウンタウエイトを補助クレーンを使用して装着する。

(4) 外部カウンタウエイト仕様 タイヤ式

トレイ式と同様に外部カウンタウエイトを有する仕様であるが、外部カウンタウエイトをタイヤにより支持された仕様である。クレーンとしての構造および作動原理はトレイ仕様と同様である。外部カウンタウエイトを積載するフレームにはタイヤマウントの走行機構やステアリング機構を装備しており、吊り荷の有無や作業半径の遠近に関係なく旋回や走行を行うことができる。タイヤ式外部カウンタウエイトはクレーンが旋回、走行する際にタイヤを自ら駆動する時と、駆動しない（従動する）時の2通りモードを持っている。外部カウンタウエイトをタイヤが強く支えている時はタイヤを駆動するが、一方荷のつり上げにより外部ウェイトが上方へ強く懸垂されタイヤの支持力が小さい時は駆動せずにクレーン本体の旋回や走行に従動する。外部カウンタウエイトはクレーン組立ての際に予め必要十分な積載量を搭載しておく事ができるので、トレイ式に比べ作業性が大幅に向上する。反面、外部カウンタウエイトのタイヤが走行する路盤は事前に平坦であり十分な強度を確保した状態しておく必要がある。運転操作におけるロングマスト支持ペンダント、外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの張力調整はトレイ式と同様に行う必要がある。吊り上げる荷の重さや、作業半径、外部カウンタウエイトの走行路盤の強弱に対応する為に、外部カウンタウエイトの質量は4種類を設定している。組立方法はトレイ式と共通のロングマストの装着を終えた後、本体後部にタイヤ式外部カウンタウエイトを補助クレーンを使用して装着する。

4. タイヤ式外部カウンタウエイト仕様での走行モード

タイヤ式外部カウンタウエイト仕様での走行モードはクローラークレーンの動作および作業上の必要性から下記の3つの走行モードを設定した。モードの変更には中央部前後に配置したシリンダでジャッキアップす

ることにより、タイヤと地面の間の回転抵抗を軽減させて行う。

図中操作パネルの「走行フリー」はタイヤを駆動するか、従動とするかの選択するスイッチであり、駆動時 OFF（消灯）、従動時 ON（点灯）を示す。

(1) 旋回モード

クレーン本体の旋回中心を基準に本体の旋回に同期するようにタイヤのステアリング角を計算し、後部のタイヤ式外部カウンタウエイトが旋回走行する。本体の旋回中心からカウンタウエイト中心までの半径は16m、13.5m、11mの3種類を用意し、作業現場の状況により選択できるようにした。

タイヤはウェイトが重い時の「駆動」と軽い時の「従動」の選択が可能である（図-4）。

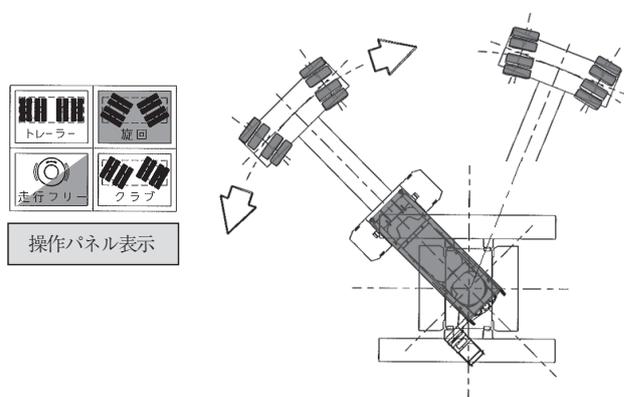


図-4 旋回モード

(2) トレーラモード

タイヤを全て前方に向け、クレーン本体が走行するとタイヤ式外部カウンタウエイトがそれに連れられて走行移動する。車両にあるトレーラと同じ動きをする。本体と外部カウンタウエイトの相対角90度からの移動も可能とした。これにより前進から後退に移ることのできるスイッチバックが可能となる。

外部ウェイトはクレーン本体により牽引される為、タイヤは自動的に「従動」になる（図-5）。

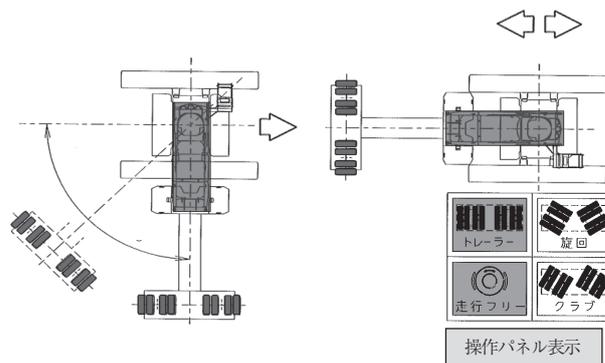


図-5 トレーラモード

(3) クラブモード

タイヤを全てクレーン本体のクローラと同じ方向に向け、クレーン本体が走行すると台車がそれに連れられて走行移動する。例えば建設物に沿って作業していく場合に有効となる。外部カウンタウエイトはクレーン本体により牽引される為、タイヤは自動的に「従動」になる（図-6）。

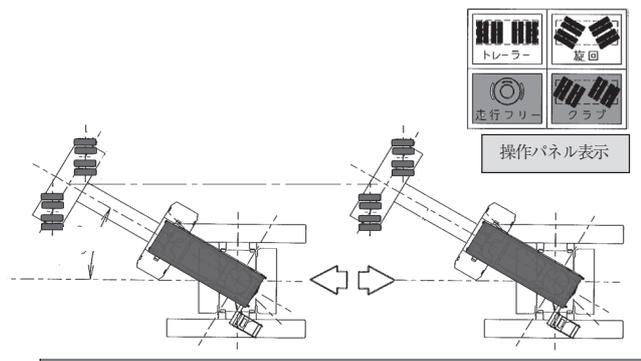


図-6 クラブモード

5. 輸送姿勢

本体の基本輸送姿勢は欧州での輸送を考えて幅3m以下とし、輸送質量は国内輸送を考えて32tとした。本体の組立においては65tラフテレーンクレーン2台での組立可能とした。外部カウンタウエイトフレームにおいても同様のコンセプトで設計を行った。図-7にその外形図を示す。輸送質量は約30tである。

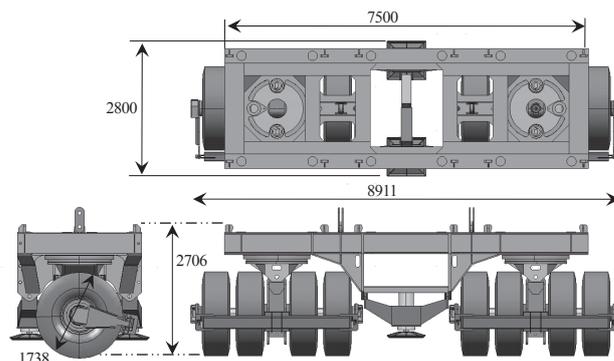


図-7 外部カウンタウエイトフレーム外形寸法

6. おわりに

今後、工事の大型化あるいは再生可能エネルギーとしての風力発電等の建設で大型クローラクレーンを活躍の場は増えていくものと思う。しかし一方輸送質量規制の強化の中で従来の様な巨大な大型クローラクレーンではなく、コンパクトな本体姿勢でありながら必要な時には外部カウンタウエイトで重量物にも対応可能な大型クローラクレーンが今後は期待される。

JCMA

【筆者紹介】

見神 広保 (みかみ ひろやす)
 日立住友重機械建機クレーン(株)
 生産本部 開発センタ
 部長

