

移動式クレーン用搬入計画支援システム

日立プラント建設株式会社

松戸研究所 樋口 重雄
産業・電機事業部 介中 雅彦

移動式クレーンを用いた搬入計画の合理化を目的に、クレーンと設備との干渉をチェックするシミュレータや作業指示用のアニメーションを制作できる三次元CGツールからなるシステムを開発した。シミュレータは、電気設備の使用電圧に対応してその寸法を変更する形状オフセット化機能や、クレーンブームや吊荷と設備との干渉チェック機能を有する。一方、CGツールは、1つのクレーンのモデルで複数の型式を取扱うことができ、かつクレーンの姿勢をコントロールできる機能を有する。このシステムを適用した結果、作業指示用アニメーションを短時間で制作できる見通しを得た。移動式クレーンと設備の干渉チェックを、実形状に近い形で評価できるなどシステムの有効性を確認した。

Computer-Aided Planning Support System for Mobile Crane Lifts

Hitachi Plant Engineering & Construction Co., Ltd.

Matsudo Research Laboratory

Shigeo Higuchi

Industrial, Electrical & Mechanical Plants Div. Masahiko Sukenaka

We developed a Computer-Aided Planning Support System for Mobile Crane Lifts for the streamlining of the mobilization work achieved by mobile cranes. The system is composed of the simulator which checks the interference of the crane and equipments, and the three-dimensional computer graphics (CG) tool to create animation for job instructions. The simulator provides the geometric offset making function to change the dimensions corresponding to the working voltage of the electric equipment, and the interference check function of the crane boom or the load and equipments. On the other hand, the CG tool has the function that the model of one crane can handle two or more models and the posture of the crane can be controlled. By using this system, it was clarified that animations for work orders can be created in a short period. We have also confirmed the various efficacy in the evaluation of the interference between the mobile crane and equipments in the actual condition.

1. はじめに

産業プラントや一般ビル設備では、受変電設備の老朽化に伴うリニューアル工事が増えており、これら受変電設備の搬入には移動式クレーンが用いられる。従来、このクレーンの機種選定、現場での配置や運転方法などの計画には、二次元 CAD 図面などが用いられていたが、都市部などでの狭隘な敷地では三次元的な詳細計画が必要であった。そこで、本研究では、移動式クレーンを用いた受変電設備の搬入計画の合理化を目的に、三次元 CAD を用いクレーンブームと設備との干渉チェック機能、充電電路での使用電圧に対応してその寸法を変更する形状オフセット化機能や、若年作業者向け作業指示用アニメーション制作支援ツールなどからなる移動式クレーン用搬入計画支援システムを開発した。

2. 研究方法

2.1 システム開発環境

クレーンと設備の干渉チェックなどには、建築系三次元 CAD の ADT (Autodesk Architectural Desktop, オートデスク社) を、作業指示用アニメーション及びビジュアルな表現のためには ADT とデータ互換性がある三次元 CG の 3ds max (オートデスク社) を用いた。ハードウェアには CPU に Pentium , クロック周波数 3.2GHz, メモリ 2GB の DOS/V マシンを用いた。

2.2 開発システムの概要

開発したシステムの概要を図1に示す。システムでは、充電電路の使用電圧に対応して接近限界距離を考慮した形状オフセット化機能など、6つの主要機能から構成した。入力データは、三次元の建屋・設備配置データ、使用するクレーンや荷の形状などのシミュレーション条件である。出力は、クレーンと建屋・設備等との干渉チェック結果と、作業指示用アニメーションファイルである。



図1 移動式クレーン用搬入計画支援システムの概要

*三次元CAD: AutoCAD, ATD, 三次元CG : 3ds max

さを加えた分下方に、また荷幅分水平方向に移動したものとなる。 にブーム・ジブ最小・最大起伏時の全体形状を示す。図の形状はブームを伸ばした形状から縮めた状態までのものである。 にブーム・ジブ最小起伏時のジブオフセットを考慮した全体形状を示す。 に から までの各形状を合成したものを、 にその外郭をトレースした形状を示す。 には の形状をクレーン車両部高さで切断し下部分を削除した形状を、

ブーム起伏中心で旋回したときのソリッド形状を示すが、このソリッド形状がクレーンブーム・ジブと吊荷の動作範囲の形状となる。

表2 クレーンブーム・ジブと吊荷動作範囲

①ブーム・ジブの起伏時の形状	②ブーム・ジブの起伏に伴う吊荷右上・右下の形状	③ブーム・ジブの最小・最大起伏時の全体形状	④旋回時の形状
④ブーム・ジブの最小起伏時の全体形状	⑤各形状の合成時	⑥合成形状の外郭	

3.3 クレーンモデル化方法

干渉チェック用クレーンモデル設定方法を図2に、CG用クレーンモデルを図3に示す。

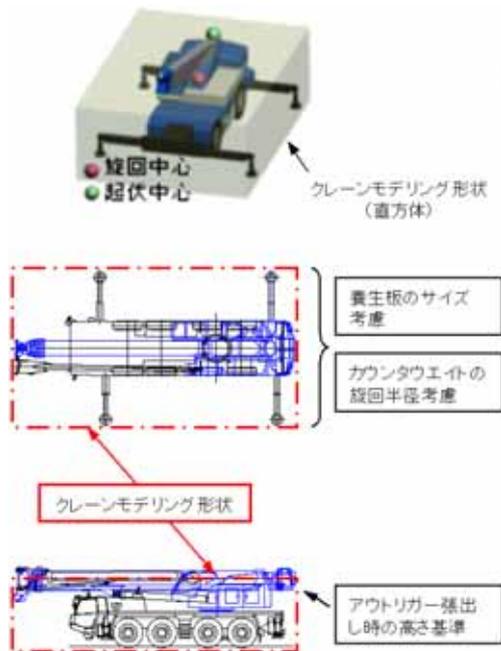


図2 干渉チェック用クレーンモデル設定方法

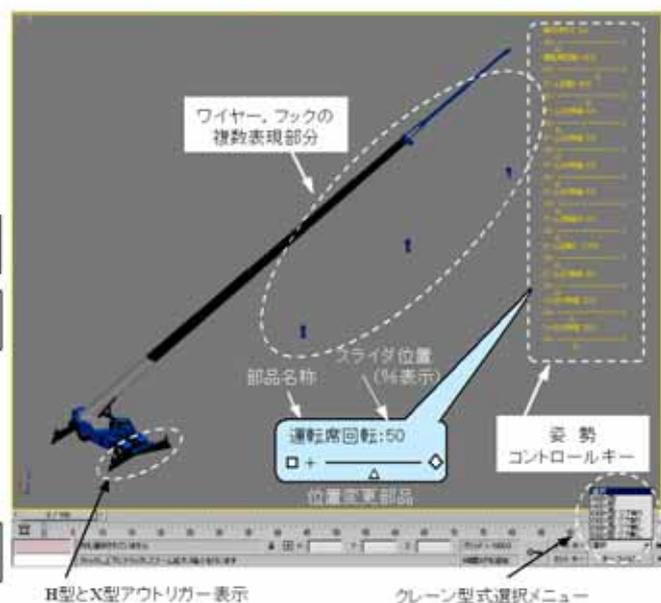


図3 CG用クレーンモデル

(1)干渉チェック用クレーンモデル

干渉チェック用のクレーンモデルを直方体で表現した。クレーンの横幅は、アウトリガーを全長張出した長さに養生板サイズを足したものと、ブーム回転時のカウンタウエイトの回転半径とで長い方の値とした。長さ方向は、ブームを短縮したときの車両の最後部までの距離とした。高さ方向は、ブーム取付け位置までの高さとした。

(2)CG用クレーンモデル

クレーン各型式を一つのモデルで表現するため、ブーム、ジブ及びアウトリガーの形状を一つのモデルで複数個取扱えるようにし、アニメーション制作時に一つの型式を選択したときに不要な部品を非表示にすることで目的の形状を表現できるようにした。また、クレーンの搬入作業では、アウトリガー張出し、ブーム起伏、ブーム伸長など複数の姿勢を取るが、その姿勢を容易に作成できるように各部品の階層を設定し、車体に近いものを「親」とし、クレーンの先端に行くほど「子」としクレーンをモデル化した。更に、クレーン部品の位置や角度をスライダーで調整できるようにした。アニメーション制作では、任意の位置でのクレーン姿勢を提供することで、その間のデータを自動補完できるキーフレームアニメーション手法を用いた。

4. システム評価

システム評価用に用いたA社ビルでのモールド変圧器搬入計画概要を図4に示す。この作業は、25tの移動式クレーンを用い、モールド変圧器をマシンハッチから搬入する作業である。搬入位置は、高さ約17mのビルと高さ約13mの排気塔の間にあり、またビル前方の花壇とビルの間は約5mであり、単純な方法では、クレーンを設置できず、かつクレーンや吊荷と排気塔が干渉することが予想されるケースである。

開発したシステムをクレーンの運転方法の検討に適用した例を表3に示す。ここではモールド変圧器の荷幅(3,000mmと1,430mm)とクレーンブーム起伏角度(30~70度と65~70度)の影響を検討した。荷幅3,000mmではクレーンブーム起伏角度を65~70度に狭めても排気塔部分と干渉することが分る。一方、荷幅1,430mmでは起伏角度30~70度では建屋や排気塔と干渉するが、起伏角度を65度以上にする事で、排気塔との干渉がなくなることが分る。なお、クレーンのアウトリガーを張出したときに花壇の領域に侵入することも分る。このことから搬入作業は、花壇の一部を撤去し、マシンハッチの前にクレーンを設置し、モールド変圧器を吊上げた後フックを最大巻上げ、ブーム角度を65度以上とし回転する。排気塔付近ではモールド変圧器の向きを調整し、荷の旋回に注意し搬入位置まで移動することが必要である。

次に、シミュレータと作業指示書との関係例を表4に示す。まず、三次元CADでの干渉チェック結果をCGに読み込み不要なデータを削除

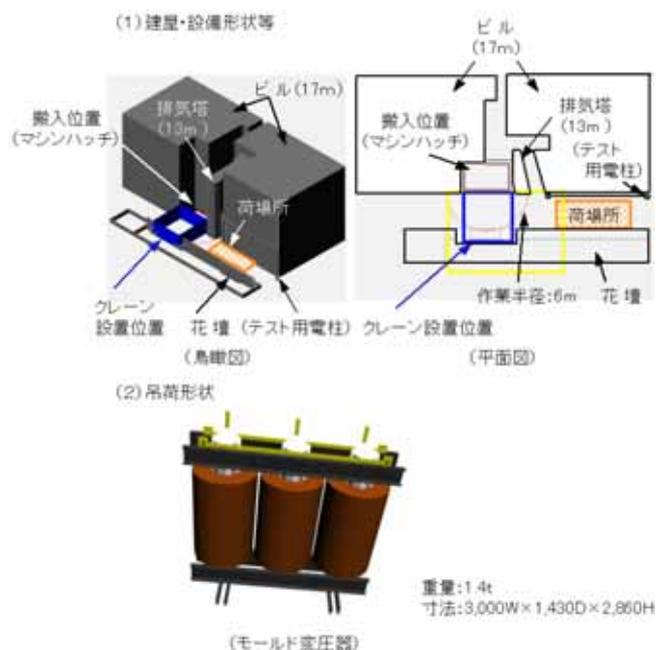


図4 モールド変圧器搬入計画概要

する。CAD と CG のデータ互換性があるため変換されないデータはない。クレーン配置位置に CG 用クレーンを移動しアニメーションを制作した後、花壇やビルの質感を付加する。なお、アニメーションでは吊荷とクレーンの動きとを連動させるため、フックと吊荷をリンク処理しフックの動きに合わせて荷を移動するようにした。アニメーション用データ作成時間は、新規にモールド変圧器の三次元モデルを作成したため約 1 工数を要した。

システム全体を通して評価すると、1 回のシミュレーション時

間は数秒で、シミュレーション条件を種々変更し検討することに問題はない。一方、建屋・設備の三次元形状作成など、シミュレーション用入力データ作成に要する時間は 1h 程度で問題ではないが、アニメーション制作にはやや時間を要する。しかし、実形状に近い形で、かつ三次元で移動式クレーンと設備との干渉チェックなどを評価できるため、開発したシステムは有効であると判断する。

5. おわりに

移動式クレーンを用いた搬入計画の合理化を目的に、クレーンブームと設備の干渉チェック機能、電気設備の使用電圧を考慮した形状オフセット機能や、若年作業員向け作業指示用アニメーション制作支援ツールなどからなる移動式クレーン用搬入計画支援システムを開発し、実作業に適用評価した。その結果、クレーンブームと設備の干渉チェックは約 1h、作業指示用アニメーションは約 1 工数で制作できる見通しを得た。また、開発システムでは、移動式クレーンと設備との干渉チェックを実形状に近い三次元で評価できることなど搬入計画に有効であることが分かった。

表3 クレーン運転方法検討への適用例

	荷幅:3,000mm		荷幅:1,430mm	
	全体表示	干渉部分表示	全体表示	干渉部分表示
起伏角度: 90~70度				
起伏角度: 65~70度				

表4 シミュレータと作業指示書用アニメーションとの関係例

ADT(Autodesk Architectural Desktop) または、AutoCAD	3ds max	
クレーン最適設置位置 及び干渉チェック	対象データ読み込み	クレーン配置、質感追加 及びアニメーション化