

# リプレース工事計画のビジュアル化

樋口 重雄 介中 雅彦 板垣 澄人

日立プラント建設株式会社

## 1. はじめに

産業プラントや一般ビル設備での受変電設備リプレース工事では、プレゼンテーション、設計・計画や作業指示段階で、三次元CADやCGなどを適用しているという報告がなされている<sup>1), 2)</sup>。

本研究では、受変電設備リプレース工事計画のビジュアル化を目的に、工事内容を三次元CGで表現するシステムや移動式クレーンを用いた搬入計画支援システムを開発したので報告する。

## 2. 研究方法

### 2.1 システム開発環境

二次元 CAD 図面データの三次元化や工事進捗アニメーション制作に、三次元 CG の 3ds max(オートデスク社)を用いた。移動式クレーンの搬入計画では、クレーンと設備の干渉チェックなどに建築系三次元 CAD の ADT(Autodesk Architectural Desktop, オートデスク社)を用いた。なお、3ds max と ADT とはデータ互換性があり、ADT での計算結果を活用し 3ds max でビジュアル化した。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 開発システム概要

開発システムは、三次元CG表現システムと移動式クレーン搬入計画支援システムからなる。三次元CG表現システムでは、二次元CADデータの三次元化や工事進捗表現機能を開発した。工事表現には、解体前機器と透明化した解体後機器を重ねて表示し、設定時間に従って前者を透明に、後者を不透明にする方法を用いた。一方、移動式クレーン搬入計画支援システムでは、充電電路の使用電圧に対応して電気設備の寸法を変更する形状オフセット化機能、クレーンと設備との干渉チェック機能や作業指示用のアニメーション制作支援機能などを開発した。

## 3. 結果及び検討


















### 3.1 工事進捗表現方法

リプレース工事進捗表現にアニメーションを用いた。搬入時の機器が大型のものでは、分割搬入し、現場で組立てるのが一般的である。搬出時も同様に現場で解体後搬出されることが多い。工事進捗表現で重要なことは、設備全体のどの機器から解体し、解体したものをどこに仮置きするか、搬出ルートはどこかなど、機器の解体順番とそのために必要な空間や逆に発生する空間などの情報などであり、これらのことを簡潔に表現できることが必要である。機器解体・搬出時のアニメーションでの簡易な表現方法の比較を表1に示す。解体後の機器の状態をブロックで表した。なお、表には比較のため静止画での表現方法も併記した。開発システムでの解体時の方法を説明するが、搬入時も同様の考え方で対応できる。まず、解体前の機器と解体後のブロックをほぼ同一場所に置き、解体前機器を徐々に透明にする処理を行う。これと同時に、解体後のブロックを初めは非表示にしておいて徐々に表示することで、解体前の機器形状が徐々にブロック形状に変化する様子を表現した。

解体物の搬出ルートの表現には、パスアニメーション手法を用いた。これは解体物の搬出ルートをラインで表現し、そのライン上を解体物が指定された時間内に次々と位置を変換することで移動を表現する方法である。機器搬入・組立及び

解

表1 機器解体・搬出時の簡易な表現方法

作業状況 表現方法	解体・搬出時				
	0	25	50	75	100
非表示 表示 静止画		—	—	—	
非表示 表示 動画					
手作業 解体					
モーフ					

Visualization System of Replacement Plan for Substation Equipment  
Shigeo Higuchi, Masahiko Sukenaka and Sumihito Itagaki  
Hitachi Plant Engineering & Construction Corp.

体・搬出をアニメーションで動的に表現するためには、物体の表示・非表示、すなわち可視性と位置変換の関係を時間軸で設定する必要がある。この設定は煩雑であることから、物体の可視性と位置変換に関する設定、すなわち物体の変化開始、終了時点の時刻(フレーム位置)とそのときの可視化の値を MS-Excel を用い入力することで、各設定を 3ds max 標準のトラックビューカーブエディタに書込む処理を max スクリプトで作成した。

### 3.2 クレーンブーム動作範囲算出方法

移動式クレーン搬入計画支援システムでは、クレーンと設備との干渉チェックが必要となる。そのためクレーンブーム・ジブと吊荷が形成するブーム動作範囲を明らかにし、その動作範囲の形状と設備との干渉チェックを行う方法を考えた。クレーンブーム・ジブと吊荷動作範囲を表2に示す。ここではブーム回転開始点でブーム・ジブ起伏により形成される形状を二次元で作成し、その後ブームを回転することでブームなどの動作範囲を表す三次元ソリッド形状を作成する。まず、a.ブーム・ジブの起伏時の形状、b.吊荷右上及び右下の形状、c.ブーム・ジブ最小・最大起伏時の全体形状、d.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に分け考えた。各形状を合成したものを表中に示す。なお、図にはブーム・ジブ及びワイヤーロープ等を表す補助線も書込んでいる。また、ブームは有限の最短長さを有するが、最終ソリッド形状に影響を及ぼさないことから、計算処理を単純にするため長さ0mまで短縮できるものとした。そのため設置面以下に動作範囲が及ぶが、ソリッド形状を作成するときにクレーン車両

部高さで切断し下方部分を削除した。に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回転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。

### 3.3 クレーンモデル化方法

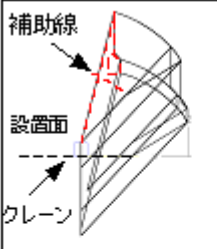
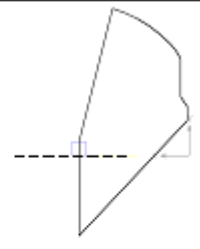
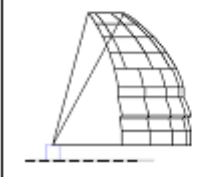
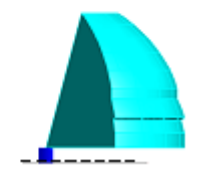
#### (1) 干渉チェック用クレーンモデル

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。

表2 クレーンブーム・ジブと吊荷動作範囲

①各動作範囲形状	②合成形状の外郭
	
◎回転時の形状	
(ワイヤーフレーム表示)	(シェーディング表示)
	

### 4. おわりに

受変電設備リブレース工事計画内容を、三次元CADやCGを用いビジュアルにて表現するシステムを開発した。開発システムは、三次元化で工事進捗を表現できるCG表現システムと移動式クレーンと設備との干渉チェックなどが可能な移動式クレーン搬入計画支援システムからなるが、いずれのシステムでも、屋内向け設備ではビジュアル化モデルが約1工数で制作できる見通しを得た。

### 参考文献

- [1] 米畑謙, 藤田敬喜, 榊井健: 電力システムの現状と今後の展望, 三菱電機技報, 77(11), pp.731~736 (2003)
- [2] 坂田俊一, 仲木戸至, 高瀬一喜: クレーン作業計画支援システム“BOOMERIAN”の開発: 電応研テクニカルレポート, 7(2), pp.9~11 (1998)