

18. タワークレーン総合監視システムの開発

鹿島建設(株) 鷹野 幹雄・金井 雅夫・*平松 雄二



写真-1 浜岡原子力発電所建設工事でのタワークレーン稼働状況



写真-2 グラフィック画面出力例(タワークレーン相互)

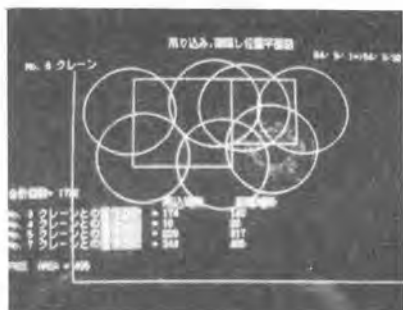


写真-3 稼働データ解析例

1 はじめに

原子力発電所工事のように、広い工事面積でタワークレーンによる揚重を行う場合、デッドゾーンが無いように多数台を重複して設置するため、隣接するクレーンのジブや吊荷が衝突する可能性がある。

また、クレーン周辺の構造物とも衝突する可能性がでてくる。

このため、衝突を未然に防止する対策が必要である。一方、作業効率はできるだけ低下させたくない。またクレーンの日報・月報作成など、稼働データ収集の省力化も併せて図りたい。

このようなタワークレーンの総合的監視装置を開発し、現場施工の安全性向上、省力化を図ったのでここにその概要を報告する。

写真-1に、タワークレーン設置状況を、また、写真-2にクレーン操作室内のモニター表示例を示す。写真-3には、稼働データ解析例として、吊り込み、荷降し位置をプロットした画面を示す。表-1に開発項目の検討経過を示す。

2 システムの機能

16台以下のタワークレーン群について、次の監視制御を行う。

(1) 衝突防止制御

自クレーン及び隣接クレーンのジブ、フック及びカウンタウェイト部などの三次元位置を演算し、あらかじめ設定した警報・減速・停止エリアに入

ったかどうかをチェックし、設定エリア内に入ったときクレーンの動きを制御する。上記3段階で制御されるため、ショックレスに停止され、スムーズに衝突防止が図れる。固定障害物についても同様の制御が行われる。

(2) 三次元グラフィック表示

クレーンオペレータの死角となつて見えないクレーン後部の状況も、カラーディスプレイに立体画像として表示される。接近しすぎたときは、干渉クレーンの表示色が、緑色から黄色、赤色と変化すると同時に迂回方向も画面に表示される。

(3) 稼働データ収集

クレーン稼働時に、吊荷荷重、吊荷種別、作業内容、作業場所などのデータを自動的に収集して、一日の作業終了時に日報・月報を作成できる。吊荷種別は、オペレータが

随時ワンタッチでキーインできる。日報アウトプット例を表-2に示す。

(4) データの解析

収集されたデータは、クレーン休止時に各種グラフ化や統計解析ができる。解析結果を用いて工事施工の改善に役立てることができる。解析例を図-1に示す。

表-1 開発項目の検討経過表

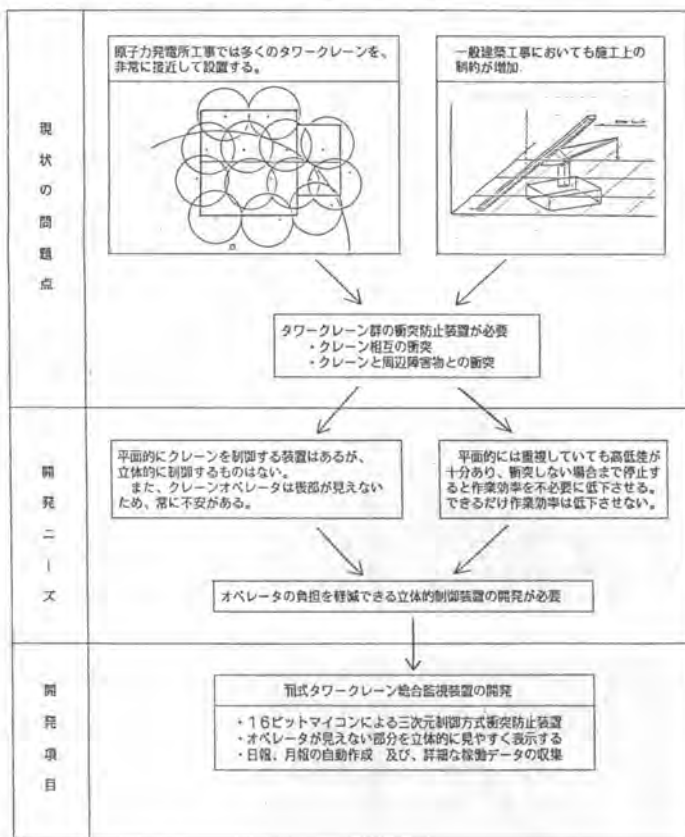


表-2 日報アウトプット例

作業日 報 (作業機) 59年 9月27日

クレーン N. O.	機 器 名 (10t)								機 器 回 数 (回)							
	種	型	足場	機	地	理			種	型	足場	機	地	理		
	番	号	材	材	材	材	物	計	番	号	材	材	材	物	計	計
1	35	0	0	0	0	0	0	35	31	0	0	0	0	0	0	31
2	3	0	8	11	2	0	1	26	5	0	0	22	5	0	2	50
3	2	0	22	1	22	0	0	47	1	0	30	1	11	0	1	44
4	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	8	3	0	0	0	26
5	4	0	3	2	2	0	2	13	10	0	4	11	4	0	5	34
6	4	0	0	3	1	2	0	10	8	9	0	2	1	4	0	15
7	32	0	0	6	0	0	0	38	13	0	0	3	1	1	0	24
計	80	0	33	23	28	2	3	169	83	0	51	58	22	5	8	227

作業日 報 (機位: H r)

59年 9月27日

クレーン N. O.	運 転 (10t)								整 備				休 止				積 集 時 間 計
	種	型	足場	機	地	理			小	定	機	機	小	機	機	機	
	番	号	材	材	材	材	物	計	機	機	機	機	機	機	機	機	
1	5.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.6	0.5			0.5	1.7	1.4	3.1	9.2	
2	0.6	0.0	1.1	4.5	1.2	0.0	0.4	7.8	0.0			0.8	1.3	1.2	2.5	10.9	
3	0.1	0.0	3.8	0.2	2.4	0.0	0.3	6.8	0.2			0.2	2.3	1.4	3.7	10.6	
4	4.8	0.0	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	6.9	0.1			0.1	1.9	1.2	3.1	10.2	
5	1.9	0.0	0.5	1.6	0.8	0.0	1.8	6.7	0.1			0.1	1.5	1.2	2.7	9.5	
6	1.3	0.0	0.0	2.3	0.4	1.5	0.0	5.5	0.2			0.2	3.0	1.4	4.4	10.2	
7	2.5	0.0	0.0	1.4	0.1	0.1	0.0	4.0	0.3			0.3	4.1	1.2	5.4	9.7	
計	16.4	0.0	7.1	10.6	5.2	1.6	2.3	43.1	2			2.1	16	9	25.0	70.2	

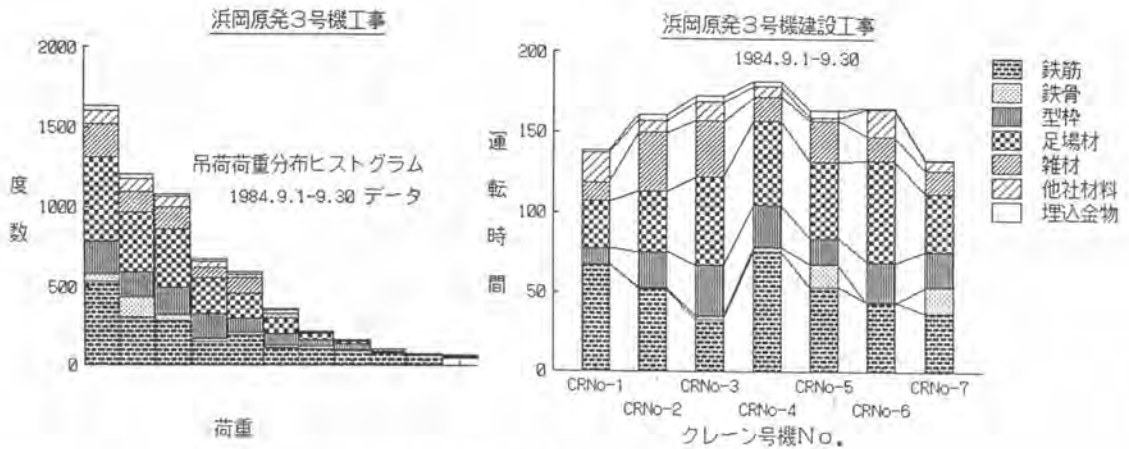


図-1 稼働データ解析例

3 衝突防止の原理

あるクレーンの作業可能範囲と作業範囲が重複している他のクレーンについて接近チェックを次のように行う。

図-2に示すように自クレーンを立体的ブロックに分割し、相手クレーンは各部材を直線群と考え、これらの座標が重複しているかを数式により求める。各ブロックを構成する平面の方程式、及び相手クレーンの線分方程式は次式で表わされる。

$$\begin{vmatrix} X - X_1 & Y - Y_1 & Z - Z_1 \\ X - X_2 & Y - Y_2 & Z - Z_2 \\ X - X_3 & Y - Y_3 & Z - Z_3 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} X - X_a & Y - Y_a \\ X - X_b & Y - Y_b \end{vmatrix} = 0$$

$$X_a < X < X_b, \quad Y_a < Y < Y_b, \quad Z_a < Z < Z_b$$

これらの方程式を全て満足する座標が存在すれば交差したことになる。

このチェックを全ての線分の組合せについて行うことにより、立体的な衝突防止を図る。

自クレーンの立体的ブロックは、実際のタワークレーン寸法のほかに、制動・停止距離を加味した寸法として重複チェックする。また、回転速度に比例してこれらの制限範囲は、自動的に増減するようにプログラムされている。

このような立体的チェックを行うことにより、たとえば構造物の上方を通過させたり、クレーン設置位置に高低差がある場合の立体的交差が可能となる。また、送電線やマイクロウェーブなどの宙吊り構造物に対しても効率よく制御できる。

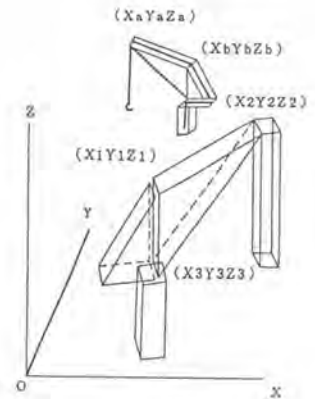


図-2 クレーン分割図

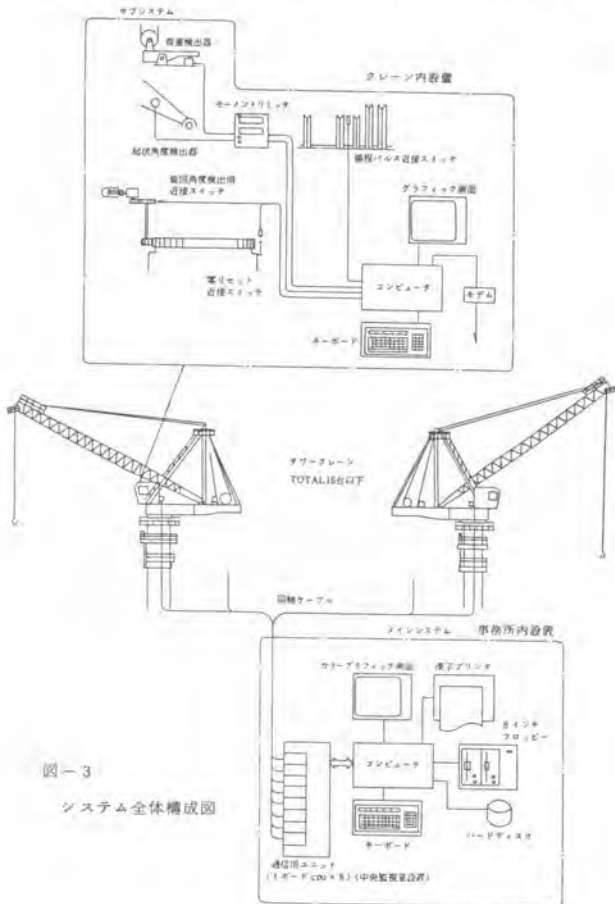
4 機器構成

本システムは、タワークレーンに設置した複数のサブコンピュータシステムと事務所内に設置したメインシステムとから構成されている。サブコンピュータシステムは、16ビットマイコンを中心に、旋回角度センサ、起伏角度センサ、揚程センサ、荷重センサとメインコンピュータシステムへデータを送受信する通信用モデムなどで構成されている。メインシステムは、16ビットマイコンとデータ保存用のディスク装置、漢字プリンタ及び通信ユニットなどで構成されている。メインシステムとサブシステムとは、一本の同軸ケーブルで接続されている。図-3にシステム全体構成図を示す。

5 むすび

本システムは、中部電力浜岡原子力発電所3号機建設工事（クレーン8台）、中国電力島根原子力発電所2号機建設工事（クレーン14台）、及び東京電力柏崎原子力発電所2号機建設工事で使用されており、順調に稼働している。

本システムのバリエーションとしてメインコンピュータが不要な小規模システムも併せて開発した。



このシステムは、松下興産ツイン21ビル新築工事においてマイクロウェーブ侵入防止対策として採用され、所期の成果を収めている。写真-4は、このときの表示例である。

今後、本システムによるデータを蓄積して、揚重作業の合理化を目指すと同時に、本システムを発展させ、建設工事の自動化に寄与していく所存である。

