

I-316

長大橋主塔精度管理システムの開発

石川島播磨重工業（株） 正員○永田勉

石川島播磨重工業（株） 焼野保雄

1.はじめに

長大橋主塔は、ますます大型化し、その塔柱を構成する製作架設ブロック数が増加してきた。この為、塔柱の鉛直度（例：鋼橋等製作基準では1/10000）を満足するため端面の傾きに、より厳しい精度が要求されている。この要求を実現するためには、トータルの精度管理が重要である。

そこで、本研究では、反力管理による横置ブロックの自然状態を再現すると同時に、その形状認識を行うことにより、自動芯出し、機械切削データ作成そして仮組シミュレーション等が可能なシステムを開発したので報告する。

2.精度管理のポイント

ブロックの端面の直角度許容値は1/10000であるが、主塔全体の鉛直度許容値も1/10000と規定されている。（図1,2）しかし、組立てられたブロックは、誤差が公差内であっても溶接による変形、板厚誤差、組立誤差のため理想通りのブロック形状をしていない。このため、芯出しは、ブロック固有の形状（自然状態）の再現を図り、立体的な形状認識を行った状態で実施しなければならない。

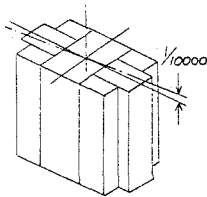


図1 ブロックの端面直角度許容値

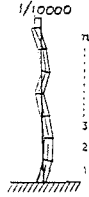


図2 塔柱仮組時の鉛直度許容値

3.精度管理システムの機能と特徴

(1)システム構成

今回の精度管理システムは、電気油圧サーボシリンダーを使用したNC定盤、三角測量を応用した三次元座標測定器及びこれらを集中制御するシステムコントローラで構成されている。

(2)システムの特徴

このシステムは、今まで作業者の繰り返しの頼ることが多かった自然状態の再現、形状認識、

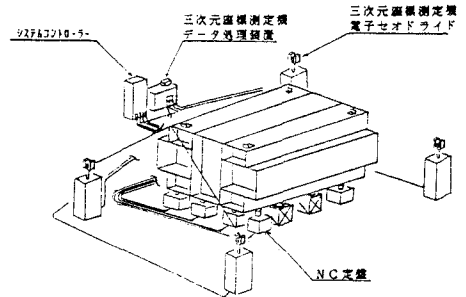


図3 精度管理システム

ブロック芯の決定等をコンピューターを使用して行い、かつ、ブロックの机上仮組をも可能にした方法である。特に、機能上重要となる次の二点について考え方を示す。

①ブロック固有の形状（自然状態）の再現

組立てられたブロックは、精度管理のポイントで述べた様に図面通りの理想ブロックとは異なった状態にある。このブロックを水平に設置した機械定盤に置くと、自重により無理な変形が生じ、そのまま芯出しを行うと、完成したブロック端面は、計画通りにならず、製品として精度を保証できない場合がある。特に、横置きの場合、端面直角度に与える影響が大きい。（図4,5）そのため、ブロック支持点に計画通りの反力を導入して（反力管理）ブロックの自然状態における変形を再現した。計画反力は、ブロック支持点における反力を計算により求め、理想ブロックと実ブロックの実測総重量差を各支持点に再配分することで得た。

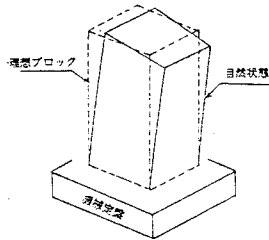


図4 縦置芯出し（機械定盤）

また、ブロックに反力を与える電気油圧サーボシリンダーは、位置制御（位置決め精度最高0.01mm）及び圧力制御（圧力単位0.25kgf/cm²）の機能を有し、自然状態で支持されたブロックは、その形状を保持したまま姿勢（位置）制御し、ブロック芯を水平にすることが可能である。

②形状認識

従来より厳しい製作精度に対応し、さらに立体的な形状を座標値で表示することのできる計測法として、本システムでは、三次元座標測定機を採用した。この測定機をシステムコントローラと接続し、計測結果をコンピューター内で処理することで自動芯出しによるブロック芯、切削線の設定を行うこと、完成ブロックの検査帳票を自動出力すること等が可能となった。さらに、検査データをもとに机上仮組を行い、後続するブロック芯出しにフィードバックをかけ塔柱全体としてより精度の高いものとする事ができる。

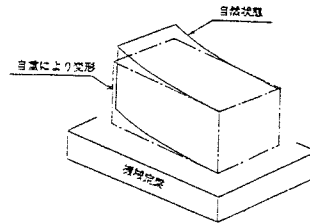


図5 横置芯出し（機械定盤）

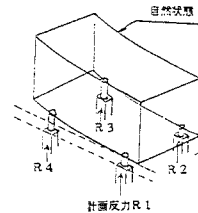


図6 横置芯出し（本システム）

4. モデルシステムによる実証試験

(1)概要

芯出しからブロック検査までの実証を行う為、モデルブロック及びモデルシステムの開発を実施し、その有効性の確認を行った。

(2)モデルブロック及びシステムの主要仕様

モデルブロック : 総重量約3800kg、断面2400×1400、塔高さ5000
 NC定盤（電気油圧サーボシリンダー） : 4本（最大推力2ton/1本）
 三次元座標測定器 : 電子セオドライト4台
 システムコントローラー : 反力管理ソフト、自動芯出しソフト、帳票出力ソフト等

(3)実証試験結果

①三次元座標測定器の単体性能

全方向の計測ばらつきは、20mに対し±0.06mm（2σ）

②反力管理の達成範囲

表1よりモデルシステムでの反力

管理達成範囲は、約2%であった。

つまり、本システムのNC定盤は、約2%程度の反力管理とする主塔製作に対し有効である。

表1 反力管理の達成範囲

	シリンダーNo.			
	1	2	3	4
実測目標反力(kgf)	859.10	859.10	1088.12	1088.12
シリンダー推力 (kgf)	850.35	858.40	1064.62	1075.35

5. まとめ

今回、長大橋主塔の工場製作にあたり、ブロックを自然体に保ちながら高精度の形状認識及び机上仮組等が可能なシステムを開発した。今後、実工事への適用を図っていく予定である。