

46. 鉄骨建方システムの開発

㈱熊谷組：*高田 秀行・時岡 誠剛
渡辺 英彦

1. はじめに

近年、鉄骨建方工事において、作業の平準化や高所作業の低減による安全性向上のために、積層型の工法が多く建築工事に採用され、実績を重ねている。しかしながら、積層型鉄骨建方工法は、前述の利点がある反面、鉄骨建方に高精度施工が求められていることやその精度管理を厳正、的確に行わなければならないなどの緻密さが要求される工法でもある。

このような状況を踏まえ、鉄骨柱の建入れ及び建ち調整を簡単、合理的に行えるようにすることを目的として、鉄骨建方治具を開発した。また、この建方の施工精度の向上を支援する計測システムも開発し、普及・展開を行っている。さらに、建方精度をリアルタイムに計測・表示・グラフ出力できる管理システムを開発した。

本報告では、鉄骨建方治具と計測・管理システムの構成及び概要について説明し、当社施工の建築工事現場への適用例を紹介する。

2. 全体システムの概要

本システムは、鉄骨工事における計測・管理システムと鉄骨建方治具、の大きく2つから構成される。

このうち、新鉄骨建方治具は、柱の建入れ及び建ち調整を簡単・合理的に実施することが可能なもので、柱建入れ直し用治具と呼称している。

計測・管理システムは、基本的に常に基準階の基準墨からポイントを立ち上げて施工階での基準点を定め、そこから展開した点を利用して、各節の柱の建方時の鉛直計測などを行うもので、躯体（柱の鉛直性）を高精度に施工できるシステムである。

この計測・管理システムは、鉛直レーザと受光装置を組み合わせた基準墨立ち上げシステム、墨出し用位置決め装置を使って既知点から任意の座標の位置決めができる基準墨水平展開システム、及び、C C Dカメラを組み込んだ鉛直器で柱の建ちを見る柱建ち精度計測システム、建方前の躯体精度を把握するための躯体精度計測管理システムなどから構成されている（図-1）。

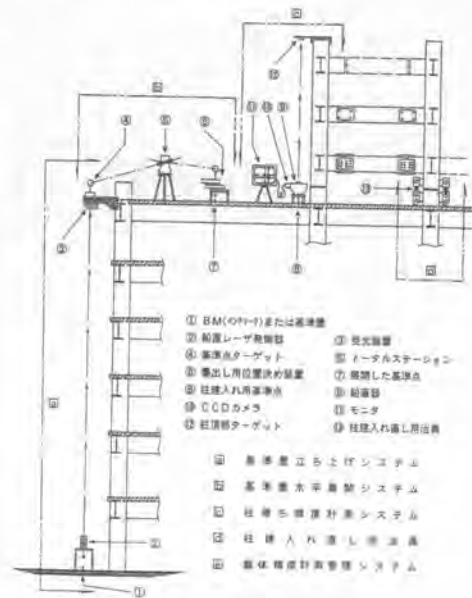


図-1 全体システム概要図

3. 開発システムの特長

本システムは、鉄骨建方において、建方方法や計測・管理までをトータル的にシステム化したもので、以下の特長を有している。

- ①基準階の基準墨を上方（施工階）へ盛り替える際の誤差がほとんどない。
- ②施工階での基準墨の展開（追い出し）を短時間、かつ高精度に行うことができる。
- ③新しい節の柱の建方方針を立てるために必要な、その施工階の柱位置誤差測定を短時間、かつ高精度に行うことができる。
- ④少人数で簡単に建ち精度計測と建ち精度調整が行える（測量工2名によるトランシットを用いた柱の建ち精度計測よりも誤差が少ない）。
- ⑤建て込んだ柱（鉄骨）の歪直しを行う場合、従来のワイヤを用いる方法に比べて、使用する仮設資材及び高所作業が大幅に減少し、作業能率、精度が著しく向上する。

4. 構成システム

4.1 基準墨立ち上げシステム

このシステムは、基準階の基準点を上方階まで直接レーザ光を鉛直照射して、この点を上方階の基準点とするものである。

この方式は、地上の基準階に設置した鉛直レーザ発振器から照射されたレーザ光を受光装置に当てて、これを画像処理して位置検出し、それらの位置データから重心を求める。求められた位置を受光装置の上面に表示して、その点を移動後の基準座標とするものであり、累積誤差が発生せず、簡単に精度の高い基準点盛り替えを可能とするシステムとなっている（図-2）。

4.2 基準墨水平展開システム

このシステムは、トータルステーションと新開発の墨出し用位置決め装置を組み合わせ、座標既知の基準ターゲット2点より、任意の点の位置決めが高精度にできるシステムで、施工階での墨の展開が正確かつ迅速に行うことが可能である。

求めたい点の位置決めの方法は、既知点上の基準ターゲット2点をトータルステーションで視準し、その距離、角度等のデータをコントローラに取り込み、そこからおおよその目標位置に置かれた位置決

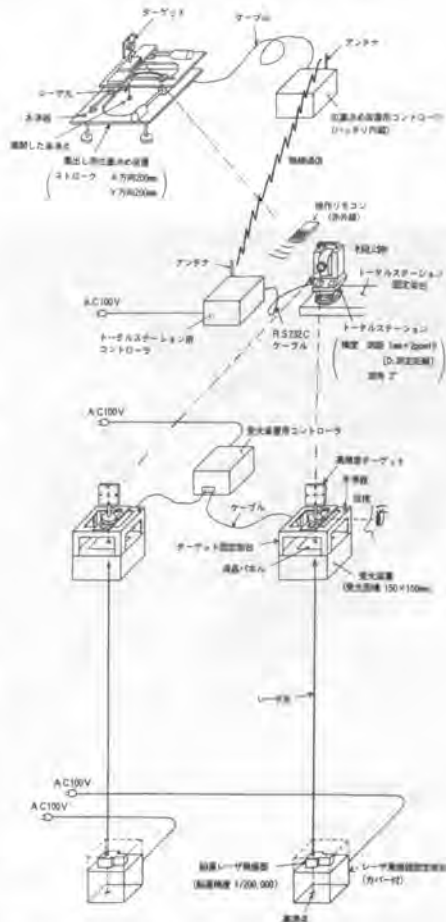


図-2 基準墨立ち上げ・水平展開システム概要図

め装置のターゲットを視準（2点）することにより、その点の位置決めを自動的に行う（写真-3）。

さらに汎用性や普及を考慮して、このほかに小型・軽量で手動型の墨出し用位置決め装置を開発し、数現場に導入した。

この装置は自動型装

置と異なり駆動装置や動力を必要とせず、安価でシンプルな構造であり、現場に導入しやすい装置と言える（写真-4）。

操作方法は、自動型装置と同様、本体をおおよその目標位置に設置し、作業者が計測者とトランシーバ等の無線を通じて装置内の座標の指示を受け、それによって装置を操作し、位置決めを行うものである。



写真-1 鉛直レーザー発振器

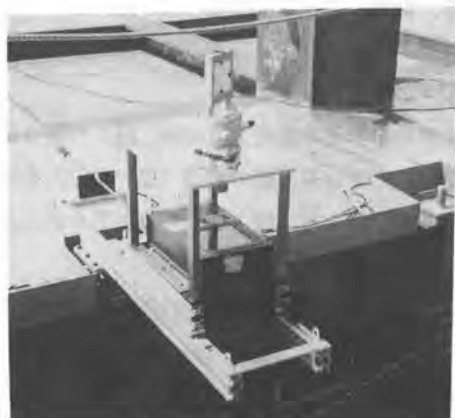


写真-2 受光装置

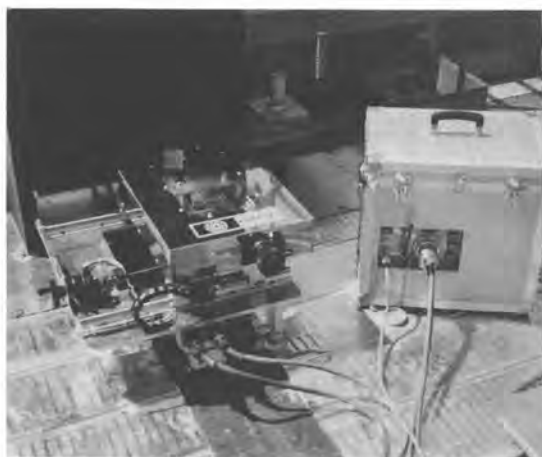


写真-3 自動型墨出し用位置決め装置



写真-4 手動型墨出し用位置決め装置

4.3 柱建ち精度計測システム

このシステムは、予め柱頂部に取り付けたターゲット板と床上の基準点上に設置したCCDカメラ付き鉛直器を利用して、鉄骨建方作業時の柱の鉛直計測を行うものである（図-3）。

柱頂部ターゲットと鉛直器内の鉛直線との位置関係を鉛直器に取り付けた超小型CCDカメラを通してモニターで確認できるので、柱建入れ直しているすぐ近くで鉛直誤差計測が可能である。

従来の測量工が2名必要なトランシットを用いる方法と異なり、鉛直計測が一人のできるため、計測

作業の簡素化・省力化が実現できるシステムと言える。

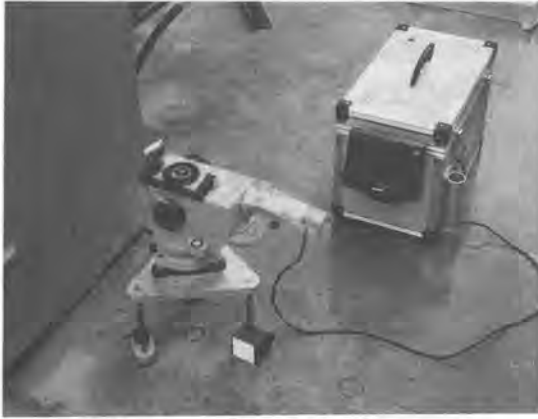


写真-5 鉛直器とモニタユニット

4.4 柱建入れ直し用治具

柱建入れ直し用治具は、鉄骨柱を単独で建て込み、所定の柱の建ち精度にあわせて建入れ直しを行った後にこの柱の建ちを固定し、下層より積層にて大梁小梁の建て込みを実施して床組を構築していくという積層型鉄骨建方工法¹⁾において使用している。

柱建入れ直し用治具の鉄骨柱への取り付け及び建入れ状況を、写真-6、7に示す。

4.4.1 治具の操作手順

柱建入れ直し用治具の操作手順を以下に示す。

- ①治具の事前取り付け（図-4①参照）
治具の下のピンのみを差し込み、治具を外側に開いた状態で柱の建て込みを待つ。
- ②治具の取り付け（柱の建て込み）（図-4②）
柱を吊り下ろした後、治具を取り付け、ピンを挿入する。
- ③目違い合わせ（図-4③参照）
目違い合わせボルトを廻して上の柱を動かし、上下の柱の目違い合わせを行う。
- ④柱の建入れ直し（倒れ調整）（図-4④参照）
倒れ調整ボルトをスパナで廻して、所定の柱の建ちになるように調整する。
- ⑤ガタ止めボルトの締結（図-4⑤参照）

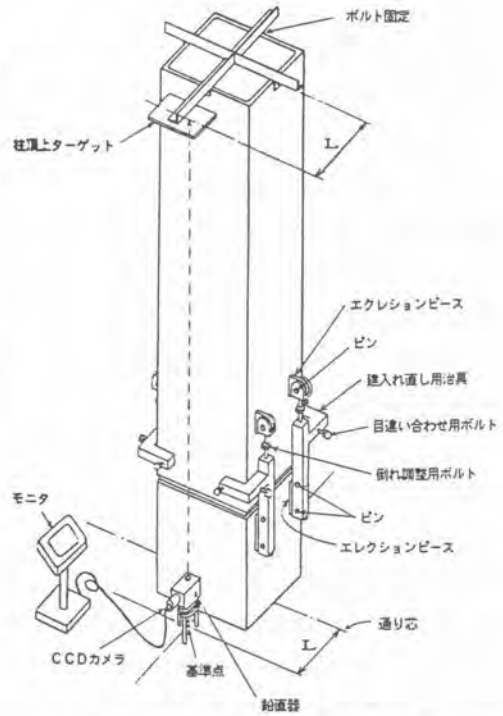


図-3 柱建ち精度計測システム概要図



写真-6、7 取付と建入れ状況

ガタ止めボルトをスパナで廻して締め、治具のガタをなくして、上下の柱と治具を一体化する。

4.4.2 本治具の使用によるメリット

(1) 建方時間の短縮

- ・治具を取り付け、全てのピンの挿入が完了すると玉掛けを外すことが可能で、クレーンはすぐ次の作業に移ることができる。
- ・建込みと建ち調整を平行作業とすることができる。

(2) 作業人員の低減

- ・柱の建込みは2～3名、建ち調整は1名でも可能。

(3) 安価で多機能

- ・ボルトを利用して、目違い合わせのほかに柱の高さ調整もできる。

以上のように、本治具を活用することにより、高所作業の少ない安全な施工が可能で、仮ボルトや仮設資材の削減、作業量の平準化及び作業員数の低減を図ることができる。柱の建て込み後、ゆっくりと正確な柱の建ち調整ができることは、高度な躯体精度の実現に大きく寄与するものと考えられる。

4.4.3 SRC造用の柱建入れ直し用治具

柱と柱の接合がボルト接合の場合、スプラインプレートで自動的に目違い合わせがなされるので、この機能を省略した、主としてSRC造用の柱建入れ直し用治具も開発した(図-5)。

4.5 躯体精度計測管理システム

本システムは、ハンディコンピュータを利用して現場平面図等により視覚的に理解しやすい形で施工階の柱の位置誤差計測を短時間かつ高精度に行うもので、建築工事現場において、トータルステーションを有効活用するものである。

本システムは、計測を高精度に行うトータルステーションとそこからのデータの処理・管理を行うハンディコンピュータ、必要に応じてデータを印刷するプリンタとで構成されている(図-6)。

現場の平面図を予めハンディコンピュータに入力

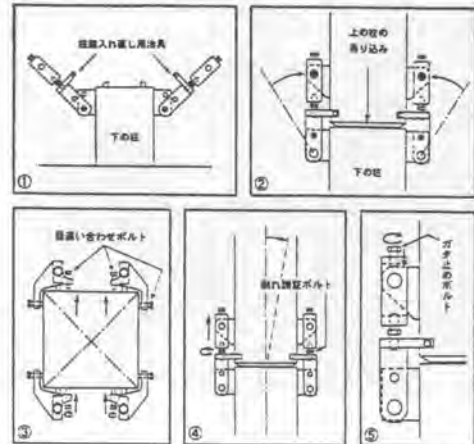


図-4 治具の操作手順

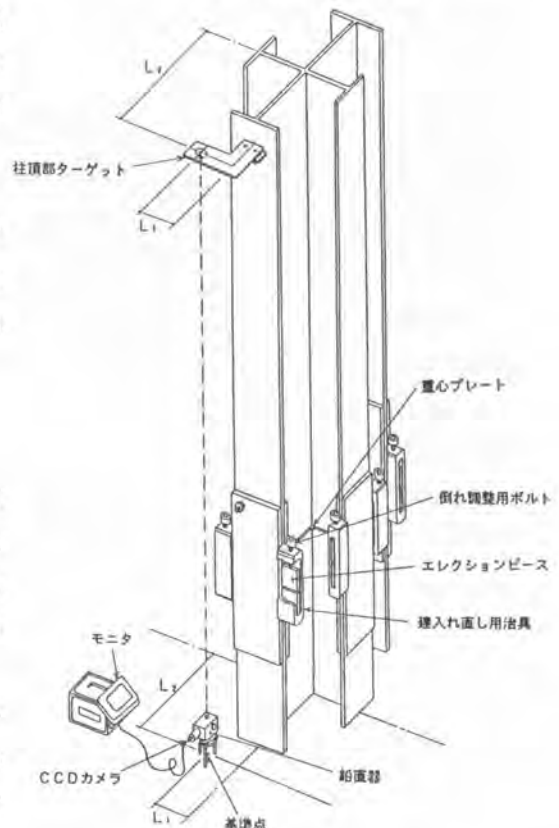


図-5 SRC造用の治具

しておき、このハンディコンピュータを現場に持ち込んでデータ処理・管理を行う。データの取り込みは、視覚的に把握しやすい平面図などの採用により計測個所の誤入力もなく、また計測結果の誤記入や記入漏れ防止に役立つシステムとなっている。

さらに、鉄骨柱頭部誤差平面図や倒れ記録図等の管理図も出力可能である。



写真-8 現場導入状況

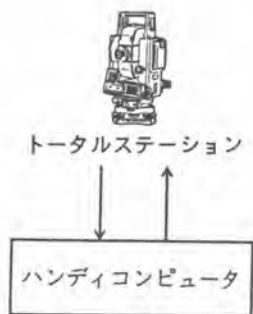


図-6 システム概要図

【変位グラフ】(Y2通り)

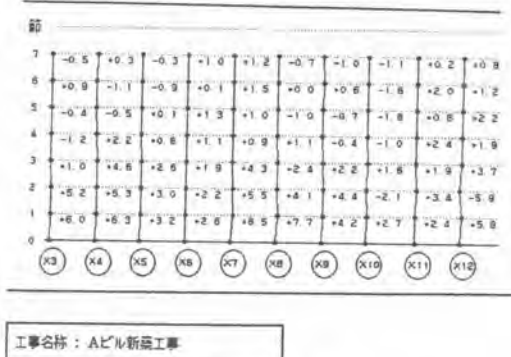


図-7 柱倒れ記録図

5. まとめ

以上のように、柱建入れ直し用治具と計測・管理システムを開発し現場に導入して、所期の性能がほぼ発揮されていることが確認され、トータルの鉄骨建方システムを構築できたと考えている。

現在まで導入した数現場については、機能が発揮できていることを確認しているが、現場導入のためのポイントはシステムの有効性だけではなく、いかに現場の作業者に受け入れられるようにアジャストするかという点も重要である。単に自動化ということだけを追い求めるのではなく、人と機械のバランスを考慮して今後は合理化工法を推進して行きたいと考えている。

最後に、本システムの開発及び現場導入にあたり、ご指導、ご協力していただきました関係各位に対し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 坂本・奥：「仮ボルトを使用しない鉄骨建方の管理手法」日本建築学会・第7回建築生産と管理技術シンポジウム 1991・PP.149～PP.154
- 2) 時岡・渡辺・2名：「新鉄骨建方治具と計測システムの開発」日本建築学会・第9回建築施工ロボットシンポジウム1995・PP.1～PP.8