

27. マスト・コラム工法と特殊タワークレーン

大成建設(株)：明城 幹夫

1. はじめに

ビルの建設工事に使用されるタワークレーンの設置方法としては

- (1) 建物の外部に設置し躯体よりマストに水平控をセットしながらマストを延長してゆく方法
- (2) 建物の内部に設置し躯体よりマストに水平控をセットしながらマストを延長してゆく方法
- (3) 建物の内部に設置しベースを順次上の階に移動してゆく、いわゆるフロアクライミングによる方法

以上の3通りがあり(1)はRC造またはRC積層(PC化されたRC部材)の建物に採用されるがクレーンを内部に設置した場合に比べてクレーンの能力が大きくなり、また水平控の取付場所にはダメが残るなどの欠点がある。

(2)は10階程度の比較的低い建物の場合にS造にもRC造にも採用されるがタワークレーンが設置されている期間中は設置階から最上階まではクレーンまわりにダメが残る。

(3)は一般的に20階以上のS造の建物に最も多く採用されておりクレーンがフロアクライミングした後は床工事が行なわれるため(2)に比べるとダメが大巾に少くなっている。しかし設置階の本設梁にはタワークレーンの基礎荷重によって梁の耐力以上の力が作用するため上下階の梁間に仮設柱を設けるなどの補強を必要とする。

以上のような従来の設置方法による欠点を補ったのがマスト・コラム工法である。



写真1 従来の設置方法

2. マスト・コラム工法とは

マスト・コラム工法とはタワークレーンのマストとしてビルの本設の鉄骨柱(以下兼用柱という)を使用する工法である。従来のタワークレーンのマストはクレーンの主要部材であるから工事の完了後はタワークレーンの本体とともに解体され現場より搬出しなければならないが、この工法の場合はタワークレーンがクライミングした後の兼用柱には大梁が取付けられ、その上に床板を敷くことによって

クレーンの周囲を閉鎖できるようにしている。

この工法の特長は

- (1) 開口部がなくなることによって墜落や飛来落下の危険が少なくなる。
- (2) 下の階の雨仕舞が良くなるために早期に仕上工事にかかる。
- (3) タワークレーンのベースやマストが不要になる。
- (4) タワークレーンの基礎や盛替階の鉄骨補強が不要となる。
- (5) クライミングの所要時間を三分の一に短縮できる。

この工法の適用出来る建物としては

- (1) S造即ちボックス柱であること
- (2) タワークレーンの能力としては300～400t-mまで

最も適している建物の形状は梁スパンが大きく従来のフロアクライミングでの設置では補強がかなりとなる場合とか敷地一杯に建物が建ち油圧クレーンが入る余地のないような狭隘な現場に大いに有効である。



写真2 マスト・コラム工法にて施工中

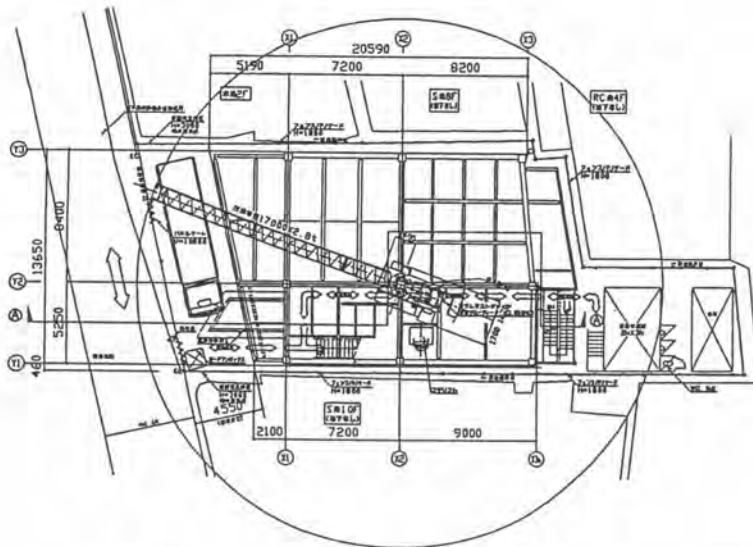


図1 狭隘な現場でのマスト・コラムクレーン

3. マスト・コラムクレーンの特徴

大成建設（株）では当工法の実験工事として自社ビルである大阪支店ビル新築工事を対象として平成3年に100 t-mのタワークレーンにて実施した。この時は既存のタワークレーンを使用することを前提としたため兼用柱は接続部が溶接接合である以外はタワークレーンのマストと同一の構造とした。従って兼用柱はφ1100ミリとなりクライミングのためのガイドアングルとかカンヌキ用の孔を設けクライミング後、梁を取付ける時はガイドアングルは取外しカンヌキ孔は鋼板で閉鎖しなければならなかった。

この実験工事の一応の成果をふまえて当工法をさらに発展させるべくクレーンの能力を180 t-m以上とした場合、兼用柱の断面をマストの断面に合わせたのでは1900ミリ角となりビルの柱としてはあまりにも大きすぎることになる。そこで実際の柱の大きさ、形状で当工法を可能にすべく開発したのがマスト・コラムクレーンである。

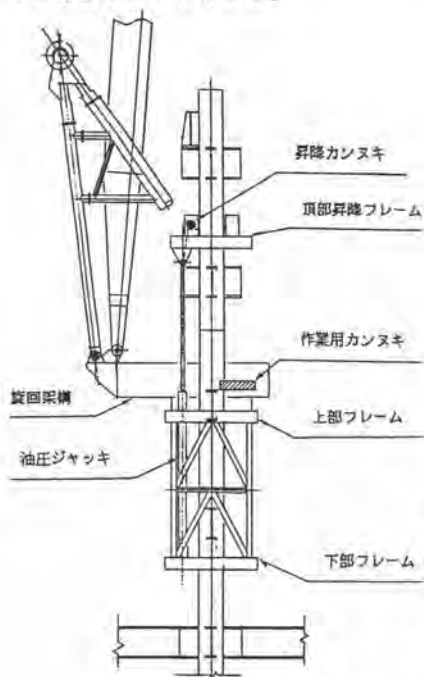


図3 クライミング装置

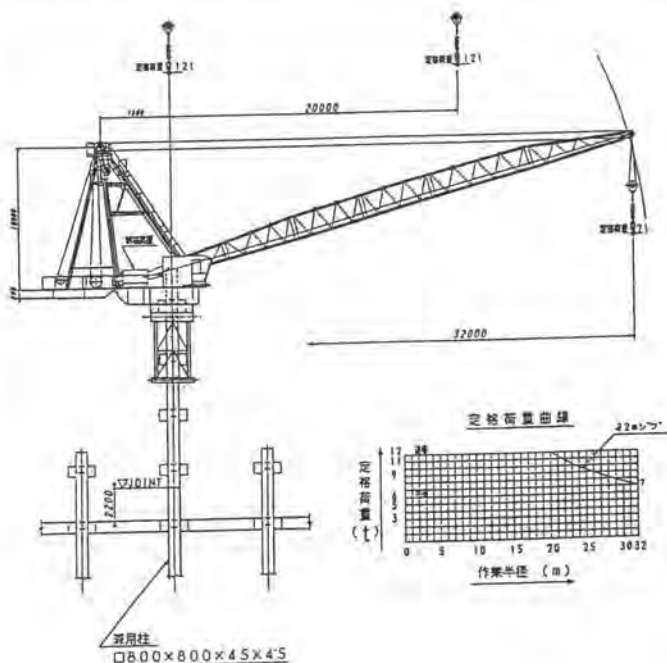


図2 マスト・コラムクレーン全体図

マスト・コラムクレーンの特徴はクライミング装置にあり、従ってクライミング装置を代えれば一般のタワークレーンにて当工法が可能となる。

クライミング装置には1階分の高さ以上のストロークを有する油圧ジャッキ2本と、その先端には昇降カンヌキを有する頂部昇降フレーム、本体の旋回架構の下には作業用カンヌキとガイドローラを有する上部フレーム、さらにその下には油圧ジャッキを支持し下部ガイドローラを有する下部フレームから構成される。

クライミングは先ず油圧ジャッキを伸ばし頂部昇降フレームを次の階まで押し上げ梁ブラケットに昇降カンヌキをかけ次に

油圧ジャッキを縮めることによってクレーン本体を引上げ同様に作業用カンヌキ 2 本を梁ブラケットにかけることで 1 階分のクライミングは終了する。

一般のクライミングクレーンはマストのカンヌキ孔とか水平材に反力をとりながら本体をジャッキで押し上げて 1.5 m づつクライミングしてゆくが、このクレーンは直接梁ブラケットに反力をとり本体を 1 階分一気に引上げる点で大きな違いがある。また昇降カンヌキと作業用カンヌキを同じ階の梁ブラケットにかけるようにしたことによって階高の変化に対応出来る構造になっている。

作業用カンヌキを 1 階下の梁ブラケットにかける構造では階高が 4 m から 3 m に変わった場合、頂部フレームを 3 m 上昇させた後、本体は 4 m 上昇せねばならないが油圧ジャッキが 3 m しか伸びていないため本体を 3 m しか引上げることが出来ないことになる。

階高がジャッキストローク以上である場合は階の中間にクライミングのための仮ブラケットを取付けて行う。

4. 兼用柱の断面

ビルの柱は接続されている梁によってモーメントが伝達されるため、その方向は図 4 の X か Y の 2 方向に限られるが兼用柱はタワークレーンによって全周方向にモーメントが作用するため断面算定は弱軸である U 軸断面について行う。

兼用柱の断面はタワークレーンの地震時のモーメントによって決定されるから自立高さに大きく影響される。自立高さを低くおさえるために兼用柱は 1 節を 2 階分の長さとし、上の 2 階分はタワークレーンでおおわれるから 1 サイクルで下 2 階の梁を取付けてゆくには 4 階分の自立高さになる。

兼用柱の長さを 1 節 1 階にすれば 3 階分の自立高さになり、また 120 t-m 以下の小型クレーンではクレーンによるかぶり高さが小さくなり 1 節 2 階であっても 3 階分の自立高さにすることが出来る。

梁ブラケットの長さは通常では柱芯から 1.2 m ~ 1.5 m であるが兼用柱ではタワークレーンの旋回ベアリングの中を通過させる必要から 0.95 m におさえている。

右表はタワークレーンの能力、自立高さと兼用柱の断面を表す。

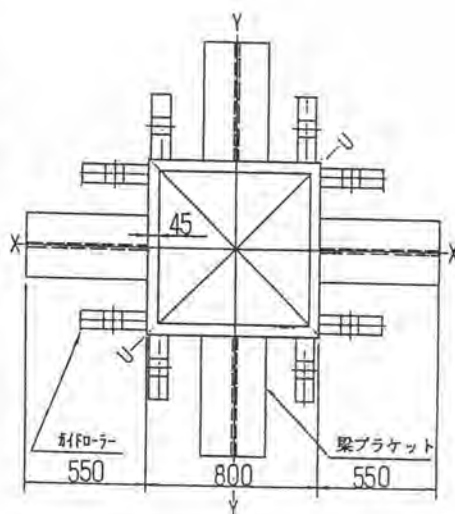


図 4 兼用柱の断面

| クレーン能力 t-m | 自立高さ m | 材質 | 兼用柱断面 mm |
|---------------|-----------|--------|-------------|
| 400 | 16.4 | SM520B | □-900×60 |
| 300 | 16.4 | SM520B | □-850×40 |
| 230 | 16.4 | SM520B | □-800×45 |
| 120 | 12.3 | SM520A | □-600×40 |
| 50 | 8.2 | SM490A | □-500×25 |

5. 製造許可

マスト・コラムクレーンはマストが溶接接合構造の新型のクライミングクレーンであるから、つり上げ荷重が3 t o n以上の機種については新たに製造許可を取得する必要がある。また兼用柱を鉄骨メーカーが製作する場合はクレーンメーカーの協力業者としてマストの製造許可を取得しなければならない。現場における兼用柱の溶接接合は上記の製造許可を有する業者が行うことが製造許可の条件となっている。

兼用柱の現場溶接部の検査は溶接部の冷却後に外観目視検査（VT）、磁粉探傷検査（MT）、超音波探傷検査（UT）を行い1サイクル（2フロア）の建方完了後にもう一度確認の検査を行っている。

6. 鉄骨建方

当工法が従来の鉄骨建方と大きく異なる点は兼用柱がクレーンのモーメントによって梁を取付ける時は前方に、兼用柱を接続するときは後方に構むという事である。タワークレーンはジブが伏せ限で無負荷の状態ではモーメントが0になり兼用柱は直立する。従って梁を本締めする時は兼用柱を直立させるから梁の取付時と本締め時では1 c m近く移動出来るように仮止めボルト孔をルーズにしておく必要がある。

兼用柱を接続するときは下の柱はクレーンのバックモーメントによって後方に倒れており上の柱を垂直に接続したのではくの字に折れ曲った状態で接続される。この場合は先ず構の出でない左右について柱面を合わせてエレクションピースで固定し、次にクレーンを90°回転させて、もう一度左右について柱面を合わせる事によって後方に傾いた状態で4面を合わせる事ができ、その後に柱を溶接する。

図5は大阪・新藤田ビルでの鉄骨建方順序図で黒塗りの部分は建方が完了していることを表す。

建方は先ずコア部分の鉄骨を仮組し兼用柱まわりの外周梁を取付けて本締めを行い兼用柱による構みの影響を少なくしてから外周部分の鉄骨を組立る。

また外周柱とコア柱とはジョイント位置が段違いにしてありコア柱を建直しするときガイドとしている。

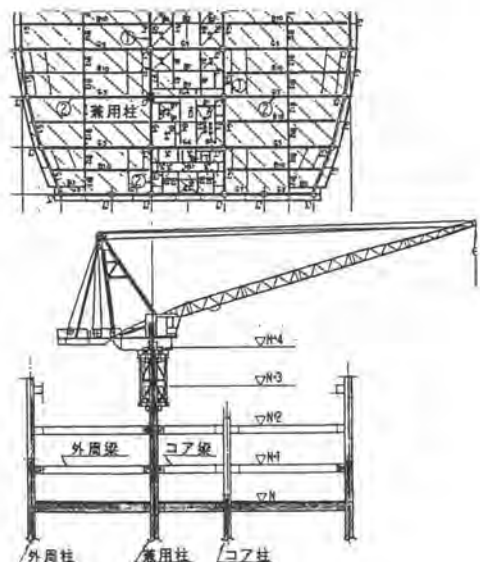


図5 鉄骨建方順序

- ① N + 2 階までのコア柱、梁の仮組
- ② N + 1 階ひかえ梁の仮組
- ③ コア柱、梁、ひかえ梁の建直、本締め
- ④ N + 1 階までの外周梁の取付、本締め
- ⑤ N + 3 階までの外周柱の仮組
- ⑥ N + 2 階の外周梁の仮組、建直
- ⑦ N + 6 階までの兼用柱の建方、溶接
- ⑧ クライミング

7. 制振装置

兼用柱は通常のタワークレーンのマストに比べて、かなり小さい断面であるからクレーン荷重によって揺みや振動が生じやすく、これにより作業効率の低下が予想された。揺みは兼用柱の自立高さを低くすることによっておさえ、振動はジャイロ機構を用いた制振装置によって早期に減衰させることとした。

図6において回転体が、その回転軸を支持しているジンバルの傾きによって方向を変えると回転体は外界に対してモーメントを生じる。これがジャイロモーメントであり回転体が回転する面に直交して生じる。この制振装置はこのモーメントを制振力として利用している。

230t-mマスト・コラムクレーン用の制振装置の回転体の重量は800kg、回転数は1400r・p・m、電動機定格出力は7.5KW、ジンバルを駆動するサーボモーターは7.5KWである。

定常運転時の消費電力量は定格の三分の一から四分の一程度である。

図7は7tonの吊荷を8m巻下し停止させたときの揺れを非制振の状態(a)ならびに制振の状態(b)についてグラフで表したものである。

制振時は非制振時と比べて制振時間が五分の一以下に短縮されており十分な制振効果を発揮していることがわかる。

8. 今後の展開

大成建設(株)では平成6年9月現在でマスト・コラムクレーンとして

230t-m 2台

120t-m 1台

50t-m 1台 合計4台保有しているがその他に400t-m、300t-mの計画もあり、また狭隘な現場での小型マスト・コラムクレーンによる施工が多くなることが予想される。

工業所有権については、工法についてクレーンメーカーと共同で、タワークレーンについては大成建設単独でそれぞれ申請中であるが、契約によって大成建設以外の会社の施工も可能である。

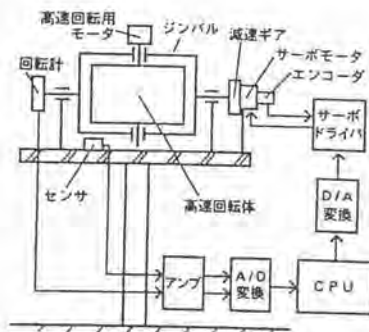


図6 システム構成

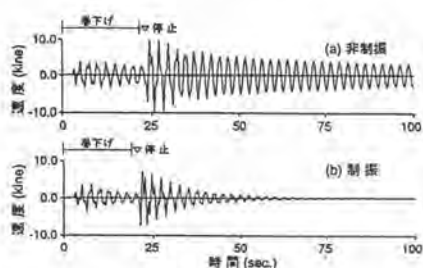


図7 制振効果