

## 25. マレーシア “KLCC タワー1 プロジェクト” の揚重設備

ハザマ：館岡 潤仁

### 1. まえがき

東南アジアは、現在、世界の各地域の中で一番の経済成長圏となっており、さらにマレーシアのGDP（国内総生産）成長率は7年続けて8%以上持続する程の、高い経済成長を示している。

このマレーシアの首都クアラルンプールの中心部に、単一の新規不動産開発としては、世界最大規模を誇るクアラルンプール・シティ・センター（KLCC）の開発が進められている。

敷地面積は40万㎡に及び、この敷地の北西部に当たる約5万㎡に、第一期工事として、ツインタワーの事務所ビル（延べ床18万㎡：1棟あたり）、地下駐車場（7000台収容）、商業棟（延べ床4万㎡）などが計画され、中でも高さ452mのこのツインタワー（仮称KLCCタワー1、タワー2）はクアラルンプールの新しい象徴となるもので、1998年のグランドオープンに向け、現在建設が進められている。写真1及び2に工事初期及び直近の全容を示す。

我々はこのツインタワーのうちタワー1の施工を担当した。構造的にはタワー1とタワー2は共通である。中央部にRC造コア壁を配し、外周部は16本のRC柱（コラム）とそれを円周方向に繋ぐRC梁（リビングビーム）とで外チューブを構成、このコア壁とリングビームをつなぐ鉄骨造の梁上でデッキプレートとメッシュさらにコンクリートで構築された合成床板（シェルスラブと呼ぶ）によって、コア壁と外周部を結合した独特の複合構造である。コア内の床形式も合成床板である。

さらに、外周部のリビングビームには、三角形と弓方に張り出す鉄骨梁が取り付けられ張り出しスラブ（アイブローと呼ぶ）を構成している。外周部柱間のファサードとしては、見通しのきくガラスとステンレスパネルによるカーテンウォールがこのアイブローに取り付けられている。

付属棟は、円筒形の外周に12本のRC柱を配置し、それらを繋ぐRC梁とで外チューブを構成し、付属棟の床及びタワー本体との間の床（リンクと呼ぶ）も合成床板となっている。図-1に基準階の構成平面を示す。

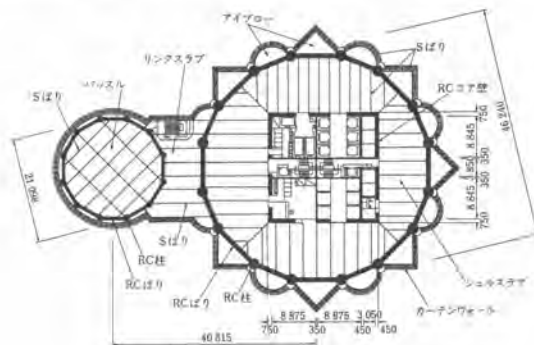


図-1 基準階の構成平面



写真-1 94年3月全景



写真-2 96年6月全景

## 2. タワークレーン

地下掘削工事及びツインタワーの基礎工事（杭、基礎盤）は、別途発注工事となっていた。また、ツインタワー回りは、地下駐車場工事（さらに別の施工者の請負）が数カ月後に開始される計画であった。そのため、地下駐車場の一部（ウイングと呼ぶ）を荷上げヤードとして確保するために、当JVが受け持ち、工事着工の94年2月から7月末までに、地上レベルまで先行施工を行った。従って、当初の躯体工事のアクセスはすべて地下4階にあたる基礎盤の周りから行き、ウイングの地上レベルまでの施工が完了した後は、タワー本体の工事のアクセスはすべて地上のウイングエリアを介してのみとなった。本格的な揚重設備計画は、この時点がスタートとなった。

タワークレーンは東南アジアで起伏式クレーンの実績の多いオーストラリアFAVELLE FAVCO社製を選択した。吊り上げ容量は45階と46階に本設エレベーター用ウィンチ（約23t）を設置する必要から、1台を380t・m級（TC2）、他の1台を310t・m級（TC1）とした。さらに初期工程の遅れを取り戻すためにタワーと付属棟の間のリンク部に180t・m級（TC4）を1台設置し、4ヶ月間使用した（94年9月～12月）。付属棟用タワークレーンは最大鉄骨重量（約10t）より算出し、120t・m級（TC3）とした。

これらのクレーンの内、TC1及びTC2はインターナルクライミング方式をTC3及びTC4はエクスターナルクライミング方式を採用した。

本工事のような超高層ビルでは揚重能力が工程を大きく左右するため、タワークレーンは極力地上からの材料揚重に使用し、層間の資機材移動は自昇システムを取り入れた。すなわち、コアウォールの型枠はセルフジャンピングフォームを、またコンクリートプレーシングブームはセルフジャッキングシス

テム式を採用し、さらにブレーシングブーム架台も工事途中よりブレーシングブーム自体に盛替え装置を取り付け、タワークレーン無しで全ての作業が完了する様にした。この結果、層間の資機材移動はコラム及びリングブーム用型枠のみとすることができた。

タワー本体に使用したクレーン（TC1及びTC2）の標準階における作業別使用割合を図-2に示す。クレーンの稼働状況は、日曜日約12時間、それ以外の日は、ほとんど24時間稼働という過酷な状況であった。このため毎日2回30分づつ、各々日例点検及び燃料補給（本クレーンのパワーユニットはディーゼルエンジンであった）のためエンジンを停止させ、エンジンのクールダウンを行った。また、月1回の月例点検はメーカーのメカニックによって行った。

タワー本体に使用したクレーンの解体にあたっては120t・m級（RC-1）、60t・m級（RC-2）、30t・m級（RC-3）を順次設置して行った。この内RC-1は最大揚重能力及び巻き上げワイヤー長が不足していたため、ウインチを改造した。

また、これらのクレーンはタワー本体内に設置スペースがなかったため、外周部のコラムよりカンチレバー型式の鋼製架台を張り出しこの上に設置した。（写真-3参照）

RC-3はドイツウォルフ社が開発した解体用ジブクレーンであり、解体作業完了後、25mの起伏ブームがセルフジャッキダウンする機構を持っている事、全部材が200kg以下のコンポーネントに分解でき、エレベータを使って回収できる設計になっている事が特徴となっている。

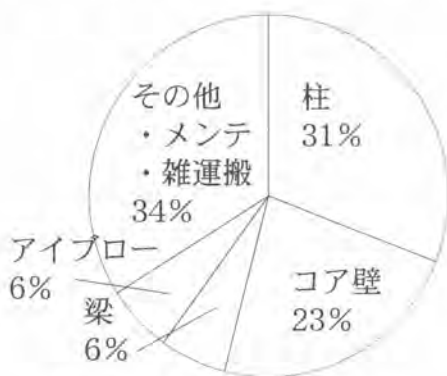


図-2 標準階のクレーン作業



写真-3 解体用クレーンの設置

### 3. 工事用エレベータ

工事用仮設エレベーターは300m以上の揚重高さがあることから、米国内の超高層ビルで多くの実績を持つUSA Hoist社製のHS80（最高速150m/分：40人乗り）2台を設置し、補助エレベーター（主として層間移動及び小運搬用）として、同じUSA Hoist社製のラックアンドピニオン式ホイスト（R&P、最高速90m/分：30人乗り×2ケージ）を採用した。またカーテンウォール、空調機器などの大型材料運搬用に積載容量3.1t、ケージ幅5.2mの荷物専用リフト（HS80M）を用意した。

HS80（高速ホイス）はワイヤー式でその機構は本設エレベータとほぼ同じであるが、ウインチ室が下部に設置され、最頂部には、巻き上げシーブが取り付けられたキャットヘッドと呼ばれる架台がある。このキャットヘッドにはエレベータフレームを自昇する機構があり、エレベータを供用しながら新たなフレームを据え付けることができ、その後約半日運転休止し、キャットヘッドをジャッキングし供用階を伸ばして行くことができる。荷物専用リフト（HS80M）はHS80と同じキャットヘッド及びエレベータフレームを改造使用して、巻き上げ装置を油圧ウインチに変更したものであり、安全装置を荷物専用のため簡略化してある。

R&Pホイス及びHS80ホイスの据付け状況を写真-4、写真-5に示す。



写真-4 R&Pホイス



写真-5 HS80ホイス

#### 4. コンクリート搬送設備

本工事では地上88階（380m）までいかに効率良く安定してコンクリートを搬送するかがポイントのひとつになった。

高さ200mを超す高所圧送では多くのトラブルが予想され、直圧送の場合の理論吐出圧力は最低でも180kgf/cm<sup>2</sup>以上必要と試算された。

一方現状市販されているコンクリートポンプは最大吐出圧力200bar級までであったため、300m以上の高さでは、200bar級ポンプによる直圧送はコンクリートの品質如何によって配管閉塞のリスクが高い工法と判断された。

このため本工事では複雑なシステムではあるが、地上より途中階までコンクリートホイスを用い、それ以降をポンプ圧送するリレー搬送方式を採用した。

システムを概念を図-3にコンクリートホイスの外観を写真-6に示す。

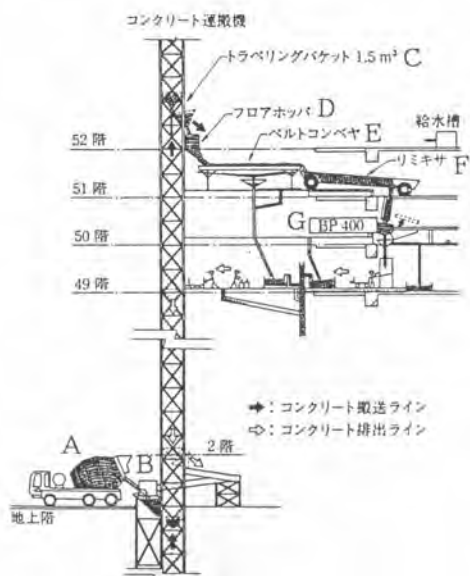


図-3 リレー搬送システム



写真-6 コンクリートホイスト

トラックミキサー（A）より搬出されたコンクリートは、地上階に設置されたチャージングホッパー（B）に一時滞留される。このホッパーには排出ゲートが設けてあり、トラベリングバケット（C）が所定の位置に停止した後ゲートを開きコンクリートをバケットに投入する。トラベリングバケットの容量は1.5m<sup>3</sup>あり、コンクリート搭載後、特定フロアに設置されたフロアホッパー（D）に揚重移送され、自動反転しフロアホッパーにコンクリート投入する。

フロアホッパーに滞留したコンクリートは、コンクリートポンプ側の指示により、間歇的にベルトコンベヤ（E）に放出され、リミキサー（F）による再混練過程を経てコンクリートポンプ（G）へ投入される。輸送管を通じて圧送されたコンクリートはブレーシングブームによって所定の打設地点へ打ち込まれる。

ここで、リミキサーの設置は計画初期においては想定していなかった。しかしトラックミキサーからの排出後、コンクリートの乗り継ぎが多いことを考慮し設置することとした。リミキサーは当初搬送中のコンクリートの分離を復旧することを目的としたが、打設地点での段取替えのために圧送を一時中断する時にも、リミキサー内にコンクリートを滞留させ攪拌を継続できたため大きな効果があった。

コンクリートポンプは18階、30階、50階、56階と順次設置階を盛り替え最終的には50階、56階に設置したコンクリートポンプにより380m（88階）までの打設を完了した。

本方式の採用によりコンクリートポンプの圧送高さはおおむね180m以下に押さえることができ、コンクリートポンプの圧送性からコンクリートの調合を変更することなく、高品質のコンクリートを最

後まで打設することができた。

図-4に月別打設実績を示す。ここで折れ線グラフは累計打設量、3本の棒グラフは各月の直圧送、リレー搬送、その他の補助工法での打設量を示す。

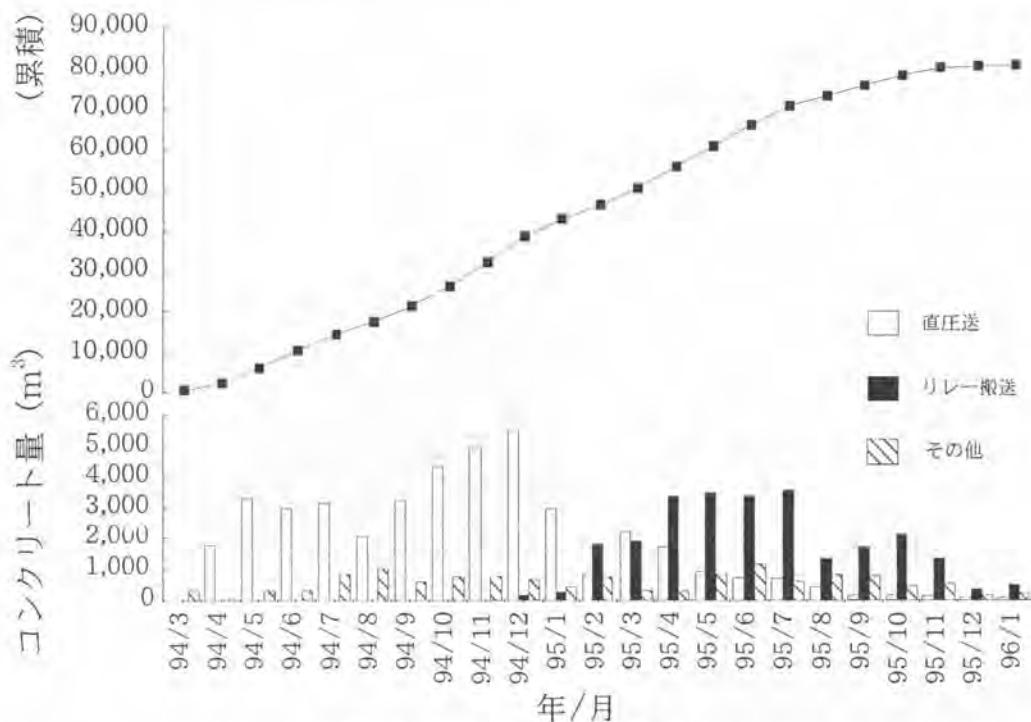


図-4 月別コンクリート打設量

## 5. まとめ

軀体工事は、本年3月初旬に完成し、452mの姿となり、本稿の提出時点で設備、仕上げ工事の一部を残すのみとなった。

揚重設備においても前述の最終解体用クレーン(RC-3)のみを残し、解体撤去を完了した。

本プロジェクトの内、我々の担当する範囲は年内に完成し、執務フロアの内装工事(別途発注)が最盛期を向かえることになろう。

本稿が今後の超高層ビルの揚重計画の一助となれば幸いである。