

概要  
 工事名称：ION Orchard and the Orchard Residences  
 工期：2006年7月1日～2010年12月31日  
 発注者：Orchard Turn Developments  
 施工者：Penta-Ocean Construction  
 施工場所：シンガポール、Orchard Road  
 主な工事内容：超高層レジデンス（高さ218m）、商業施設、展望デッキ、駐車場の建設、地下道整備  
 受賞：BCA Construction Excellence Award 2012 Commercial/Mixed Development Buildings Category、BCA Construction Excellence Award 2012 Residential Buildings

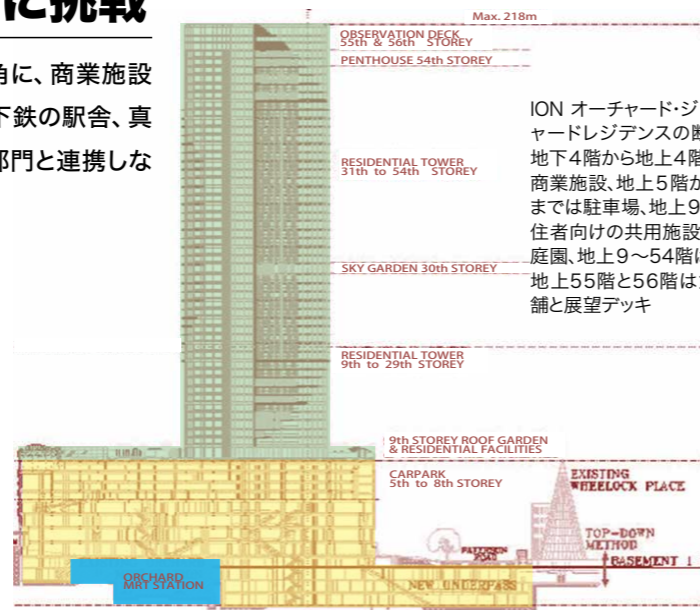


## ION オーチャード・ジ オーチャードレジデンス 高難度の条件を克服し超高層のランドマークを完工 土木部門と連携し逆打ち工法に挑戦

シンガポールの目抜き通り、オーチャードロード。その一角に、商業施設「ION Orchard」は立つ。真下には「MRT」と呼ばれる地下鉄の駅舎、真上には超高層のレジデンス。工期や敷地の条件から、土木部門と連携しながらシンガポールで初めて逆打ち工法に挑んだ。

夜になると、ひと際きらめきを放つ目抜き通りの交差点に立つ商業施設「ION Orchard」。2009年7月に開業した。

通り沿いには、ルイ・ヴィトンやクリスチャン・ディオールなど世界の名だたるブランド。建物のファサードは波を打ち、赤や青の光を放つ。視線を上げると、屋上にあたる人工地盤上には地上56階建ての超高層レジデンス。プールやスパなど充実した共用施設を持つ富裕層向けだ。



ION オーチャード・ジ オーチャードレジデンスの断面図。地下4階から地上4階までは商業施設、地上5階から8階までは駐車場、地上9階は居住者向けの共用施設や屋上庭園、地上9～54階は住宅、地上55階と56階は飲食店舗と展望デッキ



ION Orchard and the Orchard Residences  
 ION オーチャード・ジ オーチャードレジデンス

建築主は、それぞれシンガポールと香港に拠点を置くデベロッパーであるCapitaLandとSun Hung Kaiが共同出資した事業会社、Orchard Turn Developments。五洋建設が競争入札を勝ち抜き、工事に着手したのは、2006年7月のことだ。

### ●地階床を打設し地下と上部を同時施工

繁華街の一等地でもあるこの敷地には、厳しい条件が潜んでいた。

四周を道路に囲まれた敷地はほぼ整形地。面積は約2.2haと広い。ただ、建物は敷地境界ぎりぎりまで計画されているため、例えば資機材の搬出入経路の確保には制約がある。

問題は地下だ。そこには、「MRT（Mass Rapid Transit）」と呼ばれる地下鉄オーチャード駅の駅舎がある。地下工事には、この駅舎やトンネルに一定以上の変位をもたらさないような配慮が不可欠。その許容値はわずか15mmだ。

こうした工期や敷地に関する条件を踏まえ、地下と上部の工事を並行して進める逆打ち工法をシンガポールで初めて採用した。初めに地下1階の床を打設し、そこから地下鉄駅舎の西側は地下4階まで、東側は同2階まで掘り進める一方、鉄骨の躯体を地上8階まで立ち上げる。

地下と上部の同時施工になるため、工事車両はおのずと増える。ただでさえ綿密な仮設計画に加えて動線調整も必要になる。国際建築本部、工事所長を務めた長尾剛は「土砂の搬出量と仮設開口の位置・数を設定し、地下工事と上部工事それぞれの搬出入経路が混在しないように動線を分けた」と話す。

地下工事の課題には土木部門との連携で臨んだ。実は、地下鉄駅舎の変位を最小限に抑えるように地下を掘削する工事は、着手後間もなく竣工したシンガポール最大の商業施設「VivoCity」（写真上）の建設工事で経験済み。その掘削工事を担当した社員1人と東京から呼び寄せた都市土木の経験が豊富な社員3人の計4人が、土木担当としてこの現場に常駐。当社の特色である「土木と建築の連携の先駆けになった」と、常務執行役員、国際建築本部長の山下一志は話す。



VivoCity

出番の一つは、地下鉄の駅舎やトンネルの変位を許容値である15mm以内に収めるための調整だ。「駅舎の南北で高低差があり、同じように掘削はできない。それを調整する必要があった」。山下は指摘する。駅舎やトンネルには変位を計測する機器を取り付け、土木担当はその値を観測しながら、挙動に目を光らせた。必要に応じて掘削の手順を変えるなど、微妙な調整を図った。

駅舎に一定の変位が確認された場合には、作業を一時中断し、原因を究明。それに基づき改善策を講じてから作業を再開するとともに、こまめな計測を心掛けた。結果、施工期間を通じて駅舎やトンネルの変位を15mm以内に抑えることができた。

また当社は、道路を挟んで向かいに位置する商業施設「Wheelock Place」（当社施工/写真下）と地下鉄駅を結ぶ地下道を道路下に整備する工事も請け負っていた。これを、道路上の車両の流れを妨げずに進めなければならない。もう一つの出番が、この工事における道路の切り回しだ。



Wheelock Place

道路は片側4車線。上り下りで計8車線の幅員を持つ。それに加え、敷地内に食い込ませる形で仮設の4車線道路を確保し、4車線で構成する「ステージ」を3つ用意した。この3つのステージを切り回すことで、道路上の車両の流れを妨げることなく道路下を地下4階まで掘削した。

「これは土木の知見があってこそ。交通事故を起こすことなく道路下の掘削を進めていくうえで非常に役立つ」。長尾は高く評価する。



着工間もなくの敷地。もともとは公園として暫定利用されていた。左手に見えるのが、目抜き通りのオーチャードロード。写真下から上に敷地を斜めに横断する形で「MRT」と呼ばれる地下鉄の駅舎が地下にある



オーチャードロード側から地上9階部分の屋上庭園を見たところ。このフロアには、右手に見える超高層レジデンスの居住者向け共用施設もある

## 既存地下鉄駅の上部に大型商業施設と超高層住宅

### ◎「メガトラス」で駅舎への荷重を回避

この現場では敷地内に地下鉄の駅舎があることで上部工事にも課題が生じていた。

建物はこの駅舎の上に立つ。とはいえ駅舎にかかる荷重には一定の限度があるため、その上には地上3階建てまでの構造体しか載せられない。

そこで考案されたのが、「メガトラス」と「メガコラム」で構成する構造物である。駅舎の真上に立つ地上3階建ての構造物をまぐ形で、最長75mで建物5層分に相当する巨大な鉄骨製の橋を11本架け渡すイメージだ。

問題は、これだけの巨大な構造物をどう支えるか。逆打ち工法のため、通常は、場所打ち杭に「構真柱」と呼ばれる鋼製の柱をあらかじめ組み入れ、並行して施工する上部躯体の荷重を支持地盤で受け止められるようにする。ところが、それではメガコラムを支え切れない。鉄は圧縮力に弱いからだ。現場では打ち合わせを重ね、アイデアを出し合った。

打ち合わせの末にたどり着いたのが、「バレットパイル」と呼ぶ鉄筋コンクリート製の板状の杭を用いる工法である。その断面は、横幅が6～9mで奥行きが1.2～1.5m。1本の長さは43～82.5mに達する。一体で打設する「バレットコラム」と呼ぶ地下躯体の柱を介してメガコラムを支える。

このバレットパイルを地下鉄の駅舎沿いを中心に計44本打設。まず地上で鉄筋のカゴを組み上げ、鋼製型枠でくるむようにして建て込み、コンクリートを流し込む、という流れだ。

コンクリートの量が1000m<sup>3</sup>を超える杭もあり、杭1本の打設だけでもミキサー車3台体制でほぼ1日かかり。「地盤が崩壊し泥が混ざると、コンクリート

の強度を確保できない。その対策にも気を使った」。国際建築本部建築事業部の山王隆は振り返る。

### ◎水平を保ちながらジャッキで引き上げ

メガコラムの間に渡すメガトラスは、設計段階では建物5層分それぞれでトラスを構成していた。しかしそれでは、トラスの製作・取付に相当の時間がかかる。工期短縮を図るため建物5層分で1つのトラスを構成し、各層に床梁を配置して床を構築する変更案を当社で提案していた。

そのメガトラスをどう施工するか、いくつかの方法が考えられた。その中から選んだのは、駅舎上に組み上げた地上3階建ての構造体を仮設ステージとしてメガトラスを製作し、そこから所定の高さまで油圧ジャッキで引き上げる工法だ。山下はこの工法を採用した理由をこう説明する。「通常のように大型クレーンを長期に用いる工法では、地下躯体の工事に影響が出かねない。それは避けたかった」。

メガトラスの重さは約500t。現場溶接を可能な限り少なくするため、部材は30～40t単位に小分けして現場に搬入した。地上に近い高さで製作するため、現場作業の削減も図れる。

油圧ジャッキで引き上げる際には、300mmおきにくさびを入れて、徐々に上げる。ジャッキの数は十数基。それらをうまく同調させながら、水平を保つことが求められる。

その制御を担当したのは、山王だ。油圧ジャッキの負荷とメガトラスのたわみをモニターで注意深く観測。半日以上をかけて、水平を保ちながらメガトラスを徐々に引き上げていった。

「メガトラスは最大で75mの長さ。引き上げ時に1mm程度のズレが生じても水平は大きく狂ってしま



地上8階までの鉄骨造の躯体。商業施設と駐車場から構成される。左側半分は、すでに「メガトラス」が所定の高さまで引き上げられている



富裕層向けレジデンスを構成するプレキャストコンクリート造の躯体。青いネットに覆われている部分は、墜落や落下物を防ぐ目的で利用するセルフ上昇式の足場

う」。山王は制御の重要性を説く。

### ◎当社施工で最も高い超高層レジデンス

商業施設や駐車場として利用する地上8階までの躯体が建ち上がると、次には、地上56階建ての超高層レジデンスの工事が控える。

地上56階という高さは、当社にとって初めての挑戦。各階の躯体を所定の作業サイクルで建ち上げられるように躯体の部材はプレキャスト化を進め、その製作、搬入、保管、取付までの作業が円滑に流れるように工程管理を徹底した。

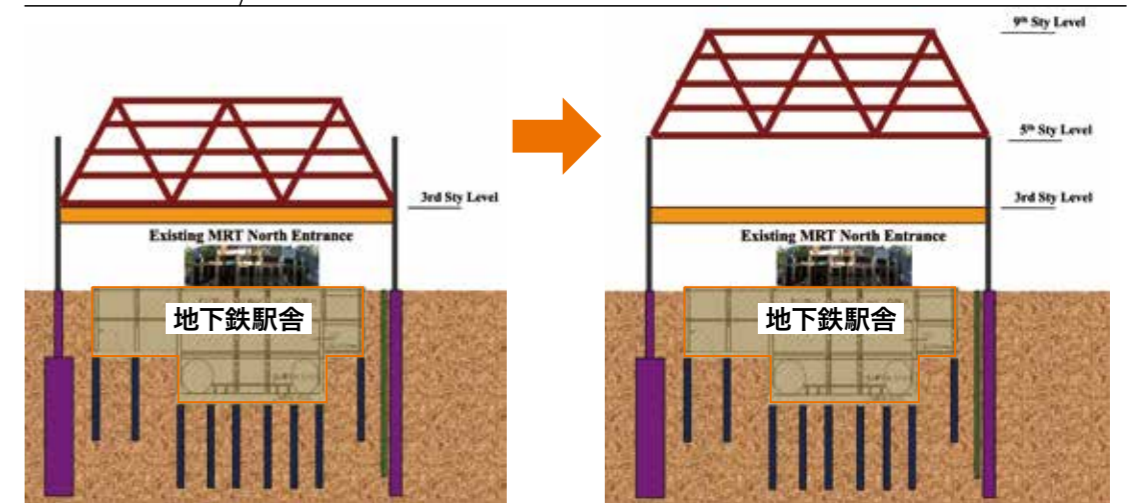
内外装の仕上げ工事は、躯体工事階の3層下部で始め、材料を円滑に運搬できるように工程を組ん

だ。また工程上の問題点は毎日の打ち合わせで逐次解決し、先送りしないように努めた。富裕層向けだけに内装の品質要求は高い。長尾は「建築主側が住戸ごとに検査し、採点する。それに合格しないと、購入者が引き渡しを受けない」と苦勞を語る。

全工事が完了したのは2010年12月。シンガポールを代表する繁華街に、きらびやかなファサードと地上56階建ての高さを持つランドマークが完成した。

土木部門と連携し地下と上部を一体で造り上げていく技術、そして内装品質の高いラグジュアリーな空間を設計通りに造り切る技術——。本プロジェクトでの高い評価により、シンガポール国内における当社の存在感は一段と高まることとなった。

## TEC 01 メガトラス / 巨大なトラスで地下鉄駅舎への荷重負担を回避



敷地内に設置されている地下鉄の駅舎には大きな荷重負担をかけられない。そこで駅舎をまぐ構造物を設計した。それが「メガコラム」と呼ぶ柱と「メガトラス」と呼ぶ巨大なトラスで構成する鉄骨造の構造物である。メガトラスは最大長さ75m。建物5層分の高さにあたり、建物完成後は駐車場として利用されている。これだけの構造物を支持する地下躯体

体の柱や杭には、圧縮力に強い鉄筋コンクリート製の「バレットコラム」や「バレットパイル」と呼ぶ部材を用いた。逆打ち工法では通常、鉄筋コンクリート製の杭と「構真柱」と呼ばれる鋼製の柱を組み合わせるが、ここでは横幅6～9mで奥行き1.2～1.5mの断面を持つ杭と鉄筋コンクリート製の柱を組み合わせ、より大きな荷重を支持できる造りを採用した。