

ヨドバシ梅田タワー

現場は、軟弱地盤の都心一等地 建築・土木一体で難題を克服し 想定より5カ月短い工期を実現

JR大阪駅前にそびえるヨドバシ梅田タワーは、設計・施工一貫の案件では五洋建設にとって過去最大のプロジェクト。地下水位の高い軟弱地盤を地下深くまでどう掘り進むかという課題に土木の視点で向き合い提案、受注を勝ち取った。最終的に採用したのは、ディープウェル工法を組み合わせたSMW工法。地下水を徹底管理し地下構造物への影響を避けながら、逆打ち工法で躯体を立ち上げ、想定より5カ月短い工期で地上35階の複合施設を完成させた。

概要

工事名称：ヨドバシ梅田一併開発工事
 工期：2017年8月7日～2019年10月31日
 発注者：株式会社ヨドバシホールディングス、株式会社ヨドバシ建物
 設計・施工者：五洋建設
 施工場所：大阪府大阪市北区大深町
 主な工事内容：商業施設（約200店舗）、ホテル（1030室）、地下駐車場の建設



Yodobashi Umeda Tower
ヨドバシ梅田タワー

引き渡しをいつにするか、腹をくくらざるを得ないプロジェクトだった。JR大阪駅の御堂筋北口に2019年11月にオープンしたヨドバシ梅田タワー（LINKS UMEDA、ホテル阪急レスパピア大阪）建築工事である。地下4階・地上35階建て。低層部は商業施設、高層部はホテルで構成する。ファミリー層をターゲットに据え、地下の3フロアには約420台収容の駐車場を備える。

当初、商業施設を先に、続いてホテルの引き渡しを行う計画だった。しかし、12月のクリスマス商戦に合わせて、引き渡し時期をそろえることになった。

◎工期27カ月の実現へ技術を結集

工期は27カ月。大阪支店の安藤博之によれば、五洋建設側が契約前に示していた工期は32カ月というから、想定より5カ月短い。

工期短縮を実現するには、1階の先行床を施工した後に地上の鉄骨建て方と地下の掘削工を同時に進める逆打ち工法を採用するのがセオリーだ。「ただ、地上と地下の工事を同時に進めると、作業動線は必ずと1階に集中する。工程を組むうえでは、その整理が欠かせなかった」。建築本部建築部の羽田卓朗は振り返る。

敷地条件は厳しかった。細長い不整形地で三方は道路。南隣には既存店舗であるヨドバシカメラマルチメディア梅田が営業する地上13階建てのビルが立つ。JR大阪駅前の一等地だけに、敷地内にもその周囲にも余裕はない。そこでまず、24時間態勢の下、昼夜2交代制を導入し、工種ごとの作業を時間帯で切り分けた。羽田はその意図を説く。「例えば掘削は夜間に回し、日中は土の搬出をやめた。その分、地上は躯体の工事にフル利用できるようになった」。

現場を預かる安藤らを悩ませたのは、それだけではない。施工上の難しさも突き付けられていた。対応を誤ると、工期は遅れかねない。

最大の課題は、地下水位の高さだ。周辺一帯はGL（Ground Level＝地盤面）-20m程度の深さまで軟弱な粘性土が分布し、地下水位はGL-1m程度と極めて高い。近くでは山留め壁の崩壊事故が起きた過去事例もある。地下掘削時には重機の走行性を確保しにくい。しかも、敷地のすぐ近くには地下鉄御堂筋線が走る。掘削工事が鉄道函体に影響を与えないような配慮が不可欠だ。鉄道函体に大きな変位が生じれば、工事の一時中断も免れない。

地下をGL-20m近くの深さまでどう迅速に掘り進むのか。建築プロジェクトではあるものの、その問いには土木工事の担当者が向き合うことになった。

◎地中連続壁とディープウェル工法の合わせ技

地下水位の高い軟弱地盤という難題克服に向け、この現場で最終的に採用したのは、遮水性の山留め壁としてソイルセメントの連続壁を築く地中連続壁と、設置した井戸から地下水をポンプで排出するディープウェル工法だ。

地中連続壁を築くには、現場付近の工事で数多く採用されてきたECO-MW工法を用いた。この工法は、ソイルセメントの流動性が高いまま長時間保持されるため、芯材を高い精度で壁体内に挿入できる。結果として山留め壁のひび割れ防止につながり、遮水性の向上が見込める。

ただ、単純に山留め壁を築くだけでは不十分だ。周辺では過去に崩壊事故が起きたことを踏まえると、それにつながるひび割れを防止する観点から変形は最小限にとどめたい。掘削工事で山留め壁や背面地盤に変形が生じると、さらに背後に位置する地下鉄の鉄道函体に変位をもたらしかねない。出水対策と地下鉄対策という2つの観点から変形を抑えることが求められた。

対策の一つが、山留め壁の内側に袖壁のように施工する、ソイルバットレスと呼ばれる地盤改良体だ。この現場では、幅9.6m・高さ29mの改良体を敷地東側に3列、西側に6列設置した。

一方、ECO-MW工法で山留め壁を築くと、地下水は逃げ場を失う。そのため、壁の内側にある透水層では降雨などの影響で地下水の圧力が上がる。そうすると、山留め工に続く場所打ち杭工で掘削した孔壁が崩壊する危険が生じる。

ディープウェル工法はその孔壁崩壊を防止するために採用した。山留め壁の内側にGL-38mの深さまで井戸を設置し、そこに集まる地下水をポンプで排出する。それによって地下水の圧力が上がるのを抑え、孔壁の崩壊を防ぐ。

地下水の圧力が抑えられれば、それが場所打ち杭の周囲を伝って上昇してくることも防げる。また山留め壁は遮水性が高いため、湧水の発生が避けられる。さらに逆打ち工法を採用しているため、地下部分では直上階の床が天井の役目を果たし雨水の浸入を遮ることができる。



地下掘削状況
(床下部)

土木部門と連携し建築部門国内最大プロジェクトを完工

これらが相乗効果を生み、地下1階の床を構築する2次掘削工以降は重機の走行性に支障を来す事態を避けられた。地下部分はもともと水位の高い軟弱地盤。そうした悪条件でも、工期の遅れを生まずに済んだのである。

●地下鉄への影響を変位計で自動計測

難題を抱える地下の攻略に向け、この現場ではさまざまな対策を講じていた。確実な施工で最短期を実現するには、それらが効果を上げているのか、場合によって対策を追加する必要があるのか、しっかり見極めることが欠かせない。

そこで取り入れたのが、構造物の変形や地下水の水位を自動計測するシステムである。計測結果は、インターネット経由で関係者がリアルタイムに確認できるようにした。

とりわけ意識したのは、地下鉄対策だ。鉄道函体への影響はまず山留め壁の水平変位や芯材応力などを計測。掘削段階ごとにその実績値を設計値と比べ、異常の有無を確認した。その結果、山留め壁には想定を超える変形は見られなかった。

さらに鉄道函体内にも変位計を5m間隔で設置し、鉛直・水平方向の変位を60分ごとに自動計測した。そこでは一定の管理基準値を超えると、担当者のスマートフォンに警報が送られる。

管理基準値の上限にあたる管理限界値は、地下鉄乗客の安全を守るため、非常に厳しい数値であった。それを超えると工事を一時中断し、対応策を検討したうえで地下鉄側と協議に入る。名古屋支店の畑和人は当時を振り返る。

「協議を開始し、工事を再開するまでには3カ月はかかる。土木の管理手法で工事中断を未然に防ぐことができた」

ところが1次掘削工後の測定で、すでに軟らかい地盤による想定以上の変位が確認された。そのため直ちに挙動予測に用いるFEM解析を基に、鉄道函体の最終変位量を再設計し、その結果を携えて地下鉄側と協議に入った。そこでは鉄道函体に影響は生じないという予測結果を踏まえ、管理限界値が変更された。

管理限界値が緩和されれば、工事は継続できる。地下では掘削工が再び始まった。

「土」や「水」を自動計測で管理しながら、難題を抱える地下を攻略する——。これこそ、土木部門との連携による成果の一つだ。「計測管理を

自動でやることは建築では少ない。土木のすごさを感じさせられた」。羽田はそう感服する。

土木部門を中心に地下空間を掘り進めた後は、建築部門が地下躯体を構築していく。

掘削工事も躯体工事も、工区は敷地東から西にかけて9つに分割。東端の1工区から順に掘削を進め、それを終わると捨てコンクリートを打って、建築側に引き渡していった。



地中連続壁の変形を抑制するため、ソイルパットレスの施工を行った

いわば土木から建築に変わるとき。地下4階までを9工区に分けて掘り進め、躯体を築いていく中で、そのときが順繰りに訪れるのである。

しかし、必ずしもそれが工程通りにぴたりと納まるわけではない。

羽田が振り返る。「現場を見ながら、『大丈夫そう』『早まりそう』『遅くなりそう』と、掘削工事の担当者や日々の会話の中で密にやり取りし、工程を調整していった」。

畑もこう話す。「遅れが生まれたとしても、『次はこの日でいこうか』と、引き渡し時期までの期間を予定より短めに定め、遅れを取り戻すように連携を図った」。

「駅前の密集地に建つ超高層で、しかも地下も深い建築物。建築部門にとっては国内で過去最大のプロジェクトだ。それを、建築と土木の2つの部門が連携しながらやり遂げる挑戦的なプロジェクトだった」と、安藤は位置付ける。



■荷捌きヤード計画
躯体ステップに荷捌きヤードを組み込む

建築部門と土木部門が工期遅延リスクを抱える地下を攻略する一方で、地上でも最短期の実現に向け、挑戦が続けられていた。

●成功体験を会社の大きな財産に

鉄骨建て方で作業を円滑に進めていくには施工ヤードの確保が欠かせない。羽田は「敷地に余裕がない中で施工ヤードをどこに確保するか。そこからまず考え抜いた」と話す。

実際に確保した施工ヤードは2種類。鉄骨の搬入に用いる専用のヤードと、鉄骨を組み上げていく荷捌き用のヤードだ。

搬入専用ヤードは、敷地北側の歩道スペースを利用した。このヤードを確保することで荷下ろし時間の短縮を図れる。

この荷捌きヤードはまず、先行して構築した3階床の一部に確保した。そこを基点に8階まで鉄骨を組み上げると、9階床を構築する。それを終わると荷捌きヤードをこの9階床の一部に移し、そこを基点に最上階まで鉄骨を組み上げていく、という流れをたどった。

ヤードには、建て方を翌日に控える鉄骨の一部、先行揚重した。羽田は「こうしておく、翌日は朝から鉄骨建て方に入れる。翌朝、鉄骨の荷下ろし後に作業に入るのに比べると、最大1時間ほど前倒しで進められる」と効用を説く。

地上では鉄骨をどんどん組み上げるのと併せて、設備縦管の設置も進めていった。そこでは、工数の削減を図るライザーユニット工法を採用した。2層分の縦管を工場で床板と共に最大6本単位でユニット化し、タワークレーンで柱を立てるよう

に既定の場所に据付けていく。

「早いピッチで鉄骨が組み上がっていくので、この工法でないといけなかった」と言うのは、建築本部設備部の岡村啓志だ。「1本500kgから1t近くもある設備縦管を建築工程と干渉しないように効率的に施工するには、この工法しかない」と判断した。

地下にしても地上にしても工事を工程通りに進めていくには、必要な人員を確保し、資材を確実に調達していかなければならない。「東京オリンピック・パラリンピック前の建設ラッシュの時期に重なり、そこは現場が最も苦労した点だ」。安藤は本音を漏らす。

資材の製作図作成から発注まで担当したのは、建築企画部の近江大輔だ。近江は振り返る。「鉄骨やPCa（プレキャストコンクリート）板は納期がぎりぎりだった」。工場側も現場側も人手には限りがあるから、製作図の作成やチェックも間に合わない。「そうした状況を現場一体になって解決し、遅れを取り戻した。設資材や工法を選定するときには、納期なども含めて工程上有利なものを採用するようにした」。

建築部門と土木部門が一体になって難題を克服し、ヨドバシ梅田タワーは無事、27カ月の工期で完成にこぎ着けた。ピーク時には支店規模を上回る約100人もの社員が常駐、地下4階規模の逆打ち工法を経験し、挑戦を重ねながら約束通りの工期を果たすことができた。

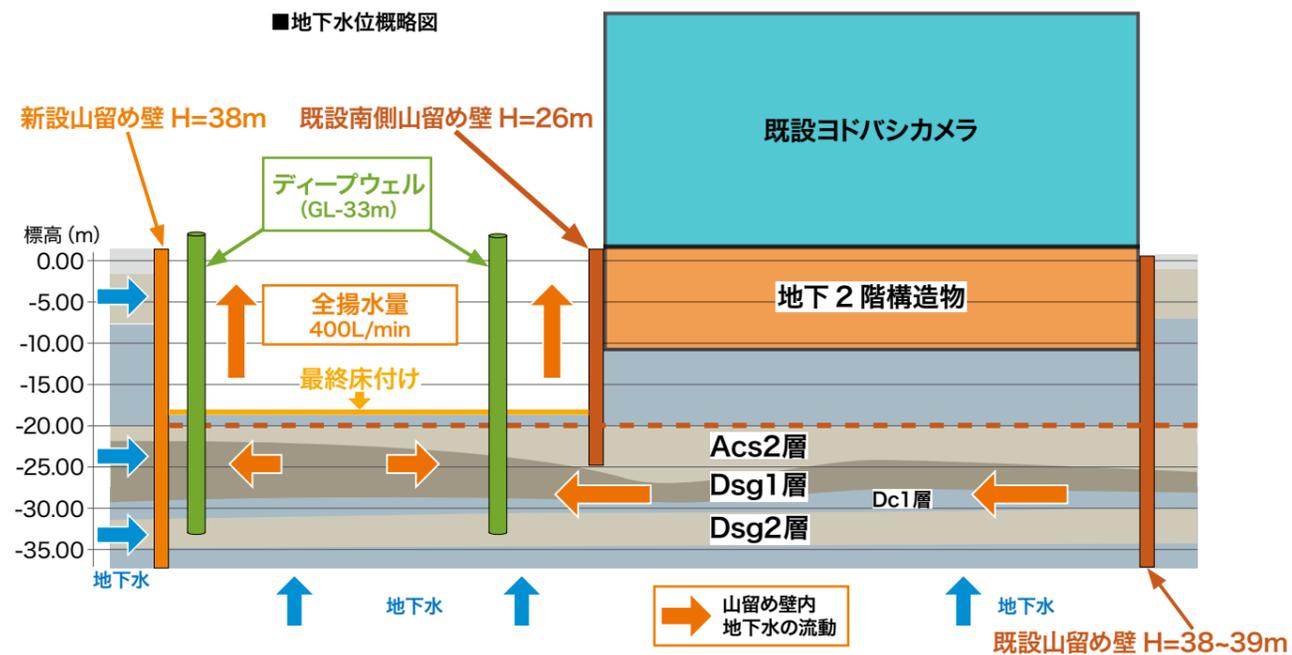
「この成功体験は、大きな財産になる。とりわけ建築部門が将来飛躍するための礎になればいい」。安藤はそう願っている。



JR 大阪駅前の現場は、非常に交通量が多く高層建物やインフラが密集した地域（2019年1月撮影）

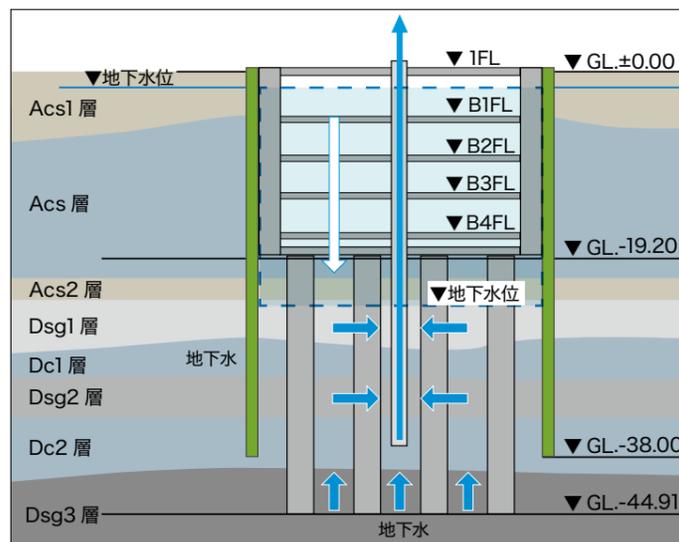
TEC 01 | ディープウェル工法

地下水位の高い軟弱地盤で重機の走行性を確保



井戸を設置し、地下水の圧力を下げる工法。SMW工法と併用される

この現場の地下は、水位がGL-1m程度と極めて高く、GL-20m程度まで軟性の粘性土が分布するという課題を抱えていた。SMW工法で山留め壁を築いただけでは、その内側にある透水層の水が逃げ場を失い、降雨などの影響で圧力が上がる。その結果、場所打ち杭工では掘削した孔壁の崩壊を招いたり、地下水が杭の周囲を伝って上昇してきたりする恐れがある。そこで採用されたのが、ディープウェル工法である。この現場ではGL-38mの深さまで4本の井戸を設置し、そこに集まる地下水をポンプで排出した。それによって透水層の水の圧力が上がることはなくなり、孔壁の崩壊や地下水の上昇を防ぐことができた。地下水の上昇が防げれば、軟弱地盤でも重機の走行性は確保される。これらは全て、地下水位の高い軟弱地盤で工期遅延リスクを回避することにつながった。



ディープウェルによりSMWの水位を低下させた

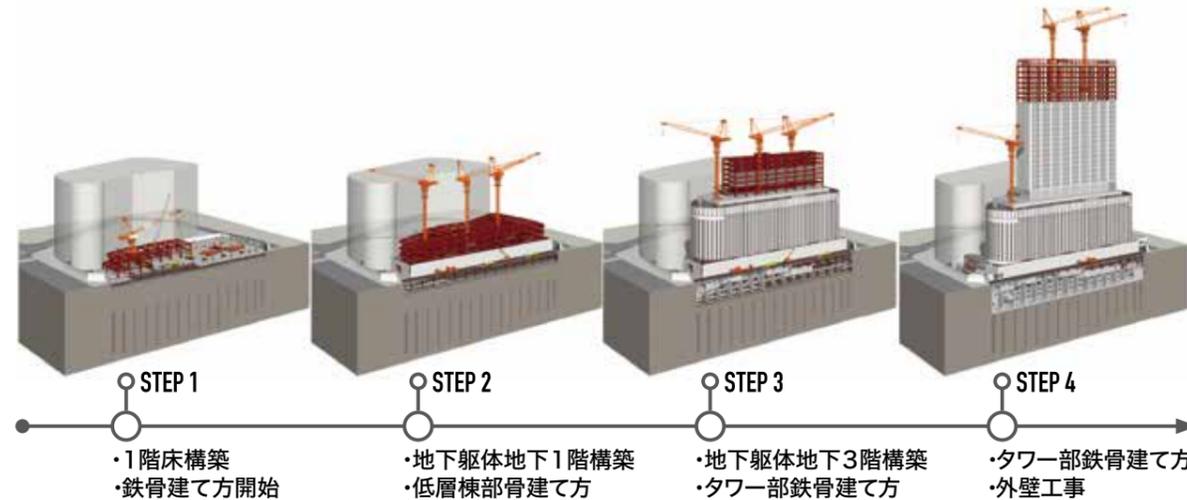
POINT SMW内にディープウェルを設置 | SMW内の透水層の被圧水位を低下させることで孔壁内の安定液と水頭差を常時2m以上確保した



杭施工の完了後、ディープウェルによりSMW内の水位を低下させた

TEC 02 | 逆打ち工法

最短期の実現へ、地上と地下の躯体工事を同時進行



この現場では、最短期の実現を目的に、逆打ち工法を採用した。場所打ち杭工の後、1次掘削工に入るのと併せて、先行床として1階床を構築。地下では2次掘削工以降、地下1階から地下4階までの床を構築する一方で、地上では鉄骨建て方を進めた。鉄骨建て方では、敷地北側の歩道スペースを搬入専用ヤードとして利用するとともに、まず3階床の一部を、次に9階床の一部を荷捌きヤードとして利用するなど、円滑で効率的な建て方を実現した。



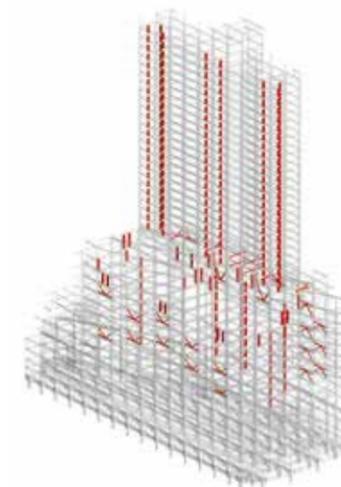
POINT 地下工事の着実な作業性を確保 | 1階床を施工した後に地下1階、2階と順次掘削しながらRC造の躯体を地下4階まで構築した

TEC 03 | 制震装置

高さ約150mのスレンダーな超高層ビルで応答軽減を目指す

制震装置にはオイルダンパー266基と粘性体を利用した増幅機構付き減衰装置58基を採用。建築計画への制約を減らすように設置スペースと減衰力のバランスを検討、応答軽減を目指した。商業施設とする低層階ではバックヤードの集中するコア周辺部や外周部に減衰装置を、売り場部分に間柱型オイルダンパーを、ホテルとする高層階にも間柱型オイルダンパーを設置。また、南海トラフによる長周期地震や上町断層地震を反映させた地震波を用いて課題を検証した。

POINT 建築計画への制約を極力軽減 | 商業エリアにおいては売り場部分の連続性と視認性の確保が求められたため、省スペース型のオイルダンパーと減衰装置を併用した



■ダンパー配置BIM図



オイルダンパー(間柱型)



増幅機構付き減衰装置