



Landport高槻

大阪の要衝地に大型物流施設を建設 免震建築としての効果も実証

Landport高槻は大阪の要衝に野村不動産グループが開発したマルチテナント型物流施設である。当社では物流施設としての競争力を打ち出せるよう、災害対応に必須の免震構造や経済設計の可能なP-RCS構法を採用。さらに労働環境に配慮した、働く人に優しい設備も充実。2017年6月に竣工を迎えた。

竣工からちょうど1年後の2018年。Landport高槻（以下、ランドポート高槻）を大阪北部地震が襲った。大阪府北部では観測史上最大の最大震度6弱。免震建築として初の試練である。

物流施設内は搬入された荷物の間をフォークリフトや作業員が行き来するため、荷物の落下は避けなくてはならない。大阪支店建築部の肝付兼幸は「近隣の免震構造でない物流施設では荷物が落下したが、ランドポート高槻では荷物は一つも落下しなかったと聞いた」と明かす。

免震建築には、地震時に躯体の軌跡を記録する

装置を付ける。大阪支店の伊藤健は、その記録で免震装置の効果を実感。免震構造が地震に強いことを再認識したという。

これほど大規模な物流施設の免震構造は大阪支店にとって初めての経験だった。柱を鉄筋コンクリート（RC）造、梁を鉄骨（S）造とする当社独自のRCS構法も、初めて手掛けた。肝付は「一から勉強するつもりで取り組んだ」と、当時の心境を語る。

RCS構法は、物流施設の構造として当社で提案する選択肢の一つだ。独自の工夫を加え2014年に発表した五洋式柱RC梁S工法（P-RCS構法）をオリ

概要

工事名称：Landport高槻新築工事
 工期：2016年2月26日～2017年6月30日
 発注者：野村不動産株式会社
 設計・施工者：五洋建設
 施工場所：大阪府高槻市芝生町
 主な工事内容：マルチテナント物流倉庫、商業施設、倉庫の建設



倉庫部分はRCS構法を採用。圧縮に強いRC造と軽量で曲げやせん断に強いS造を組み合わせることで、柱間隔11m(柱芯)、梁下有効高5.5mという大きな空間を確保した

ジナルの技術として持つ。これに並ぶ選択肢は、内部にコンクリートを充てんした鋼管を柱に用いるCFT造。敷地・建物の条件や資材の市況などに応じて適切なプランを提案する。建築営業本部第三営業部の齋藤知之は「ランドポート高槻の場合は、免震構造との相性から柱がRCで剛性がより高くなるP-RCS構法を提案した」と説明する。

◎倉庫部分はスペースを確保

ランドポート高槻は野村不動産株式会社が開発するマルチテナント型物流施設の関西圏第1号案件だ。3万5000㎡ほどの敷地規模や8万8000㎡ほどの施設規模は2016年2月着工時点で同社にとって過去最大級。物流施設に必要なとされる条件は、立地、災害対応、環境性能、労働環境と多岐にわたる。

立地条件は、大阪中心部20km圏域。名神高速道路の茨木インターチェンジ、新名神高速道路の高槻インターチェンジに近く、京都・神戸方面との間のアクセスも良い。関西圏の物流拠点としては好条件に恵まれる。

災害対応では、前述した通り免震構造を採用する

とともに、近くを流れる河川が氾濫した場合の浸水被害を避けるために、非常用発電機を屋上に、防災備蓄倉庫を5階に設置する。これらの策を講じることで入居企業のBCP(事業継続計画)を支援する。

環境性能の確保に向けては、LED照明を全館に採用するとともに、屋上に太陽光発電装置を設置。日本政策投資銀行が開発・運用する「DBJ Green Building認証」や米グリーンビルディング協会が開発した環境性能評価システム「LEED」の認証をすでに取得済みだ。

労働環境は、入居企業にとって人材確保に直結する重要な要素。働きやすい環境であれば優秀な人材を確保しやすい。齋藤は「物流施設の労働環境としては当時からすでに、安全で清潔な環境が求められていた」と説明する。建築主の野村不動産も、その点を重視。1階には商業スペースやシャワーブースを確保する一方、5階には屋外テラス席を備えたカフェテリアスペースも用意する。

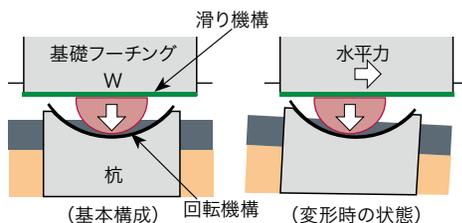
倉庫部分はスペースをしっかりと確保。ワンフロアを2つに区切り、1区画6000～7000㎡を最小単位として提供する。柱の間隔は柱芯の間で11m、梁下有効高は5.5mに達する。

設計・施工者としては、これだけの特徴や規模を持つ建物を合理的なコストで提供しなければならない。免震に採用した杭頭免震も躯体に採用したP-RCS構法も、そのための技術なのである。

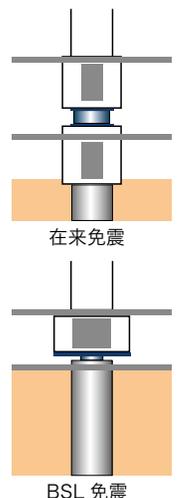
杭頭免震とは文字通り、通常は杭頭を拘束する地中梁を省き、杭頭に免震装置を取り付けるもの。免震装置は、「BSL(回転機構付き滑り支承)」と「積層ゴム支承」を使い分け、減衰機能を持つBSLを躯体中央部に、復元機能を持つ天然ゴム系積層ゴムを躯体周縁部に配置する。

TEC 01 杭頭免震(BSL免震)

床面積の広い物流施設でコスト合理性発揮



右の図に示したように、通常の在来免震では杭の上 まず地中梁を含む基礎を構築し、そこと躯体との間に免震装置を設置する。これに対して「BSL(回転機構付き滑り支承)」を用いた杭頭免震(BSL免震)ではその基礎部分を省き、杭頭と躯体との間に免震装置を設置する。これによって、基礎工事とその部分の掘削工事が不要になるため、コスト削減効果が得られる。物流施設は一般に床面積が広く、工事費全体に対する基礎工事や掘削工事の割合が大きいので、削減効果も大きい。写真はBSL。左の図には、その原理を示した。BSLを用いた杭頭免震では地震のときでも杭には鉛直荷重しか働かないため、杭の仕様を見直すことでさらにコスト削減を図れる。





最上階の5階には入居企業の従業員向けにカフェテリアスペースを用意する。写真は、その屋外テラス部分。屋食のほか、商談スペースとしての利用も可能だ。優秀な人材の安定確保という観点からも労働環境への配慮は欠かせない

免震構造や新構法に挑み、物流施設受注の道を開く

メリットは、経済設計が可能になること。杭頭を拘束する地中梁を含む基礎部分が不要になるため、基礎工事で掘削工事を削減できる。物流施設は床面積が広く、コスト削減と工期短縮の効果が非常に大きい。

●見落としがちな配管の付属物に注意

免震構造には施工精度の確保や納まりの検討が欠かせない。「免震装置は据付精度 $\pm 2\text{mm}$ 以内、傾き精度1/500以内が求められた。職員立ち合いの下、全ての装置でデジタル水平器も使いながら精度の確保に努めた」。伊藤は苦勞を明かす。

積層ゴム支承はさらに、建物の荷重を杭に確実に伝えるために、その基盤になるベースプレートを隙間が生じないように施工しなければならない。目指した空隙率は10%以下だ。

現場ではモックアップを造り、そこにベースプレートを組み込み、コンクリートを決められた手順で打設したうえで、プレートを外し、そこに生じていた気泡から空隙率を算定した。

結果は、空隙率8%前後。モックアップを用いた試験施工の1回目で目標を達成した。

納まりの検討とは、クリアランスの確保である。地震時には躯体が水平方向に動くため、その周囲との間で干渉しないように一定のクリアランスを確保しておく必要がある。

「免震構造は、鉛直方向の地震波の低減は考慮していないが、設計仕様の鉛直クリアランスも確保する必要がある。水平に動いた先で鉛直のクリアランスが確保できているか、そのチェックは経験がないと見過ごされがちになってしまう」。伊藤は明かす。

免震建築では躯体とその周囲が異なる動きを示すため、その間を結ぶ設備配管や電気配線などとの干渉にも気を付けなければならない。「設備配管の付属物のように設計図書で表現されないものとの干渉を見落としがち。そこは施工図に部材の詳細まで記載することによってチェックする必要がある」と、肝付は注意を促した。

●コスト競争力を磨き、市場攻略へ

躯体の施工に用いたP-RCS構法は、RC造とS造の組み合わせだ。柱は圧縮に強いRC造で立て、その間にコンクリートに比べ軽量で曲げやせん断に強いS造の梁を渡し、柱のスパンを飛ばす。高強度コンクリートの利用を必要な箇所に絞り込めるため、大きな空間が求められる物流施設や商業施設などで経済設計を可能にする構法だ。一般的なRCS構法に比べ、高いコスト競争力を持つ。

価格変動の大きな鉄骨の量をS造の半分程度に抑えられるため、鋼材市場の影響を受けにくいというメリットも見込める。折しも、工事期間中は鋼材価格が右肩上がりに推移した時期。P-RCS構法を用いるタイミングとしても時宜を得ていた。

P-RCS構法の最大の特徴は、場所によって圧縮強度の異なるコンクリートを打ち分けられること。柱には21～60N/mm²のコンクリートを、大きな荷重が加わる柱梁接合部には21～100N/mm²の高強度コンクリートを用いることができる。

施工を円滑に進めるため、当初はRC造の柱に工場生産のプレキャストコンクリート(PCa)を用いることを念頭に置いていた。しかし検討の末、それを変



RC造の柱は現場で打設した。左の写真のように、現場ではコンクリートの打設に必要な足場を組まずに、コンクリートディストリビューター（コンクリート圧送用ブーム）を用いた。それによって、施工効率や安全性の向上を図り、材料ロスの低減をもたらすことができた。右写真は、打設後の様子。ここから、P-RCS構法によってS造の梁を架けていく

更している。

肝付は「柱をPCa化すると、その揚重には最大吊り上げ荷重500tのクローラークレーンが必要。しかしその利用は、配置計画やコスト面で無理があった」と、変更の理由を明かす。現場でコンクリートを打設するとなると、その建て入れ精度の確保が欠かせない。型枠のねじれや倒れで建て入れ精度を落とすと、梁を設計通りに架けられなくなりかねない。

そこで打設時には、測量チームが型枠にねじれや倒れが生じていないかをまずチェック。修正の必要があれば、型枠大工が調整にあたった。

柱には梁を取り付けるため、多ければ側面全てに、アンカーボルトを打ち込む。梁の取付段階で支障が生じないように、現場ではその精度管理を徹底するように努めた。

型枠は鋼製型枠。一般型枠ではアンカーボルトと型枠を支持する角材とが干渉してしまうからだ。鋼製型枠なら、その支持部材はいらない。アンカーボルト

との干渉を気にせず済む。

大阪支店ではこれら初挑戦の施工を乗り切り、2017年6月、無事に竣工を迎える。支店にとっては、免震構造やP-RCS構法の大きな実績を得ることができた。

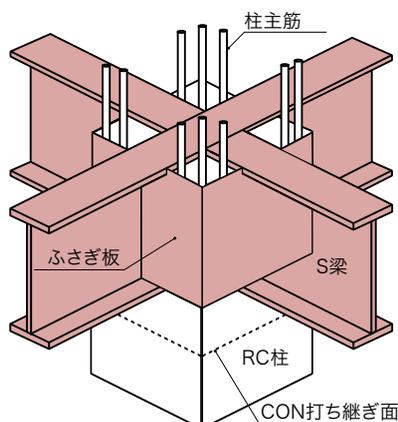
これがその後、ランドポートシリーズの第2弾、第3弾の受注につながっていく。齋藤は「大阪府北部地震で被害を免れた点やアフターメンテナンスへの誠実な姿勢が評価された」とみる。今では物流施設専門のデベロッパーからも新規プロジェクトを受注するまでの定評を得ている。

市場攻略への武器は、近年大型化する物流施設でP-RCS構法やCFT造という経済設計を可能とする2つの選択肢。敷地や建物の条件、資材の市況動向などに応じて、これらを使い分けながら顧客に最適なプランを提案する。勝敗を分けるポイントは、技術に裏打ちされたコスト競争力。実績を重ねながら、そこにますます磨きをかける。

TEC 02

P-RCS 構法

鋼材価格の変動に左右されず経済設計可能に



RCS構法（148ページ）では、柱を圧縮に強い鉄筋コンクリート（RC）造で、梁を軽量で曲げやせん断に強い鉄骨（S）造で造り、物流施設などの大空間を生み出す。五洋建設が開発したP-RCS構法は、大きな荷重が加わる柱梁接合部と柱部分とでコンクリートを打ち分けられるのが特徴。柱梁接合部はコンクリート強度21～100N/mm²、柱部分は同21～60N/mm²のコンクリートを用いることができる。またブレース付きの架構にも対応できるため、ブレースを加えることで柱や梁の断面を小さく抑えられる。P-RCS構法はこれらの特徴によって経済合理性の高い設計が可能。価格変動の大きな鉄骨の量をS造の半分程度に抑えられるため、鋼材市場の影響を受けにくいというメリットも見込める。