

技術紹介

自動ラック倉庫における構造設計の工夫

Structural Design Ingenuity in Warehouses with Automated Racks

中沢 秀昭 ^{*1}

NAKAZAWA Hideaki

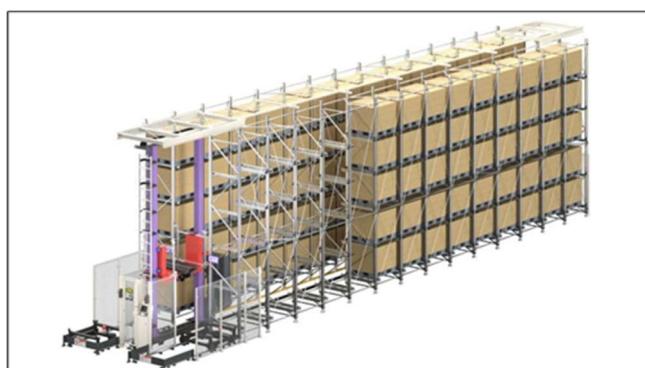
小牧 勇斗 ^{*2}

KOMAKI Hayato

1. はじめに

物流業界では人手不足・作業効率化・省スペース化が課題となっています。これらを解決するため、自動ラック倉庫の導入が加速しており、今後ますます重要な役割を果たしていくと考えられます。

自動ラック倉庫は、ラック（棚）と自動搬送システムを組み合わせた自動化倉庫システムです。ロボットやクレーンが自動で物品の収納・移動を行うため、省人化・省スペース化の実現と作業効率の向上が可能となります（図1）。

図1 自動ラック倉庫のイメージ¹⁾

今回は自動ラックを設置した物件（図2、図3）について、床設計と架構の設計で工夫した点を紹介します。

工事名称：三和倉庫株式会社横浜事業所

医薬品対応定温自動倉庫新築工事

構造規模：S造 一部SRC造 地上3階

延床面積：3 915.22 m²

最高高さ：25.26 m

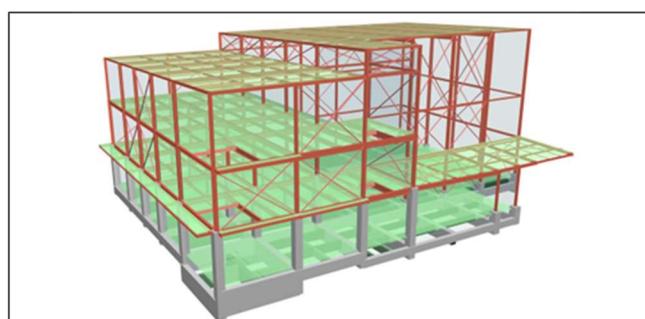


図2 一貫計算モデル

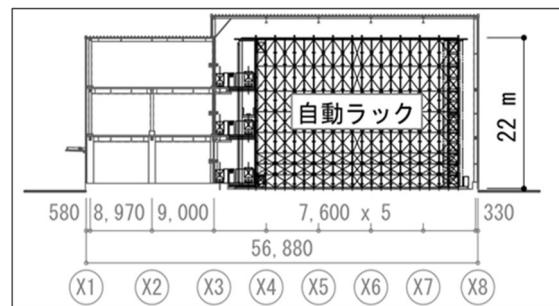


図3 対象建物の断面図

2. 床設計について

(1) 現状把握・問題提起

従来、ラックを固定するアンカーボルト（以下：ラック A.Bolt）は、スラブの上端筋に干渉しない位置で納めしていました（図4）。

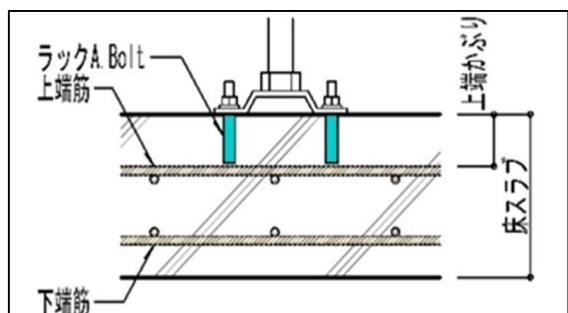


図4 ラック A.Bolt が短い場合

ラック A.Bolt が短い場合は上端かぶり内で納めることが可能ですが、ラック A.Bolt が長い場合は床スラブを増し打ちして上端筋への干渉を回避する必要があります（図5）。

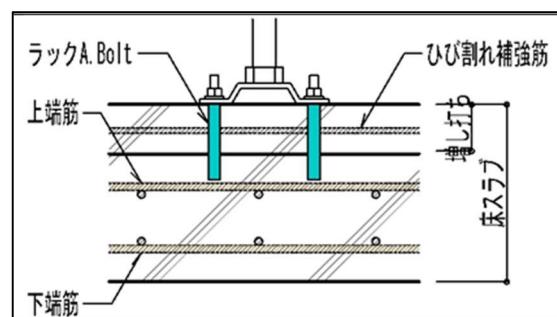


図5 ラック A.Bolt が長い場合

*1 川田工業株式会社建築事業部設計部構造設計課 課長

*2 川田工業株式会社建築事業部設計部構造設計課

また、ラック荷重は床スラブに支持されるため、たわみを小さくする目的でスラブ厚の増加や構造数量の増加につながるという課題がありました。

(2) 改善内容

これらの課題を解決するために、ラック業者や工事部と打合せ・聞き取りを行い、ラックのレイアウトやラック A.Bolt の位置を確認しました。ラック業者による事前墨出しや配筋検査でラック A.Bolt 位置と鉄筋干渉を回避します(図 6)。これによりコンクリートの増し打ちが不要となりました。

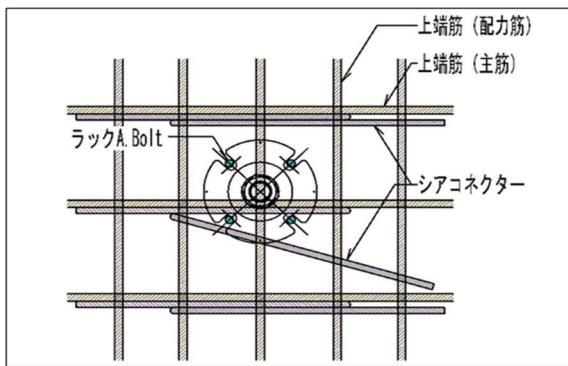


図 6 鉄筋とラック A.Bolt の納まり(平面図)

また、ラックの支柱位置に合わせて地中梁を真下に配置し、地中梁でラック荷重を支持しました。これにより床スラブを薄くでき、構造数量が削減されました(図 7)。

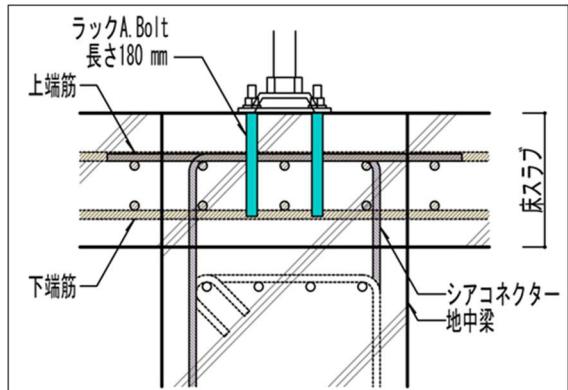


図 7 鉄筋とラック A.Bolt の納まり(断面図)

3. 架構の設計

本計画は、自動ラックを設置する区画に梁下有効高さ 23 m の空間が求められました。加えて、3 階建て倉庫の各階から自動ラックへの荷物の出し入れを可能にする必要がありました。そのため、23 m の吹き抜け部分には水平変形を抑制する目的でプレース構造を採用しています。

一方で、倉庫の 1 階部分では出入口などの開口を確保する必要があったため、SRC 構造とすることで上下方向の剛性バランスを調整し、作業動線の確保と構造安定性の両立を図っています(図 8)。

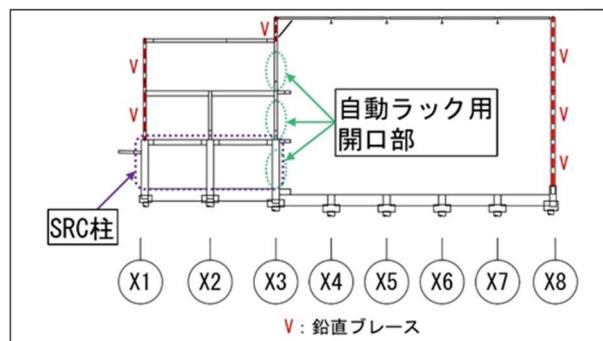


図 8 鉛直ブレースの配置と軸組図

また、保有水平耐力計算では、告示²⁾に基づき外力分布を A_i 分布で全体崩壊系を確認のうえ、外力分布を必要保有水平耐力分布(Q_{un} 分布)として解析を行いました。これによって部材のサイズアップを抑え、建物全体としての鋼重削減ができました。

4. 効果の確認

改善設計により、コンクリート量は約 140 m³、鉄筋量は約 19.8 t、残土量は約 140 m³ 削減することができました。ラック倉庫部分の各工事で構造数量を 10%程度削減しました(表 1)。

表 1 改善設計での効果の確認

	構造数量	比率
土工事	140.0 m ³ 減	15 % 減
鉄筋工事	19.8 t 減	10 % 減
コンクリート工事	140.0 m ³ 減	10 % 減

5. おわりに

新たなラック柱脚納まりの工夫によってコストの面で一定の効果があることを確認できました。留意点として、基本設計完了後にラックのレイアウトを変更することが難しく、ラック業者との綿密な打ち合わせが必要なことが挙げられます。自動ラック倉庫設計の新たな選択肢を提案できました。今後は本計画の経過を注視しつつ、更なる改善を進めてまいります。

参考文献

- 1) 株式会社ダイフク.“パレット立体自動倉庫「コンパクトシステム」”.株式会社ダイフクホームページ
<https://www.daifuku.com/jp/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/unitload-asrs/>, (参照 2025-07-31).
- 2) 国土交通省告示第 594 号第 4 項 2 号