

設備フルユニット化を目指した施工報告 福島県某生産工場 新築工事

千葉 高志

福島県に拠点を置く生産施設工場の新築工事である。本報では、設備ユニット化を中心とした施工合理化への取り組みを報告する。

1. はじめに

本物件は、福島県に拠点を置く生産施設工場の新築工事である。写真1に外観、写真2に生産エリアの内観を示す。

施工においては、ユニット工法を中心とした施工計画を行い、鉄骨上棟時における設備工事の出来高50%達成を目標とした。現場敷地内での製作によるユニット工法を採用し、工程の平準化および生産性の向上を目的としたフロントローディングを実施した。

このようなユニット化工法を主とした施工計画は、建設業界の課題である作業員不足や作業員の高齢化、働き方改革などへの対策として有効な手法であると考ええる。

2. 建物概要

名称 : 福島県某生産工場

所在地 : 福島県

建物用途 : 生産施設

構造 : S造

階数 : 地上1階

建築面積 : 6,710m²

延床面積 : 6,650m²

設計者 : 鹿島建設 (株)

施工者 : (建築) 鹿島建設 (株)

(空調) 東洋熱工業 (株)

(衛生) 東洋熱工業 (株)

(電気) (株) ユアテック

工期 : 2024年9月~2025年10月



写真1 生産棟外観

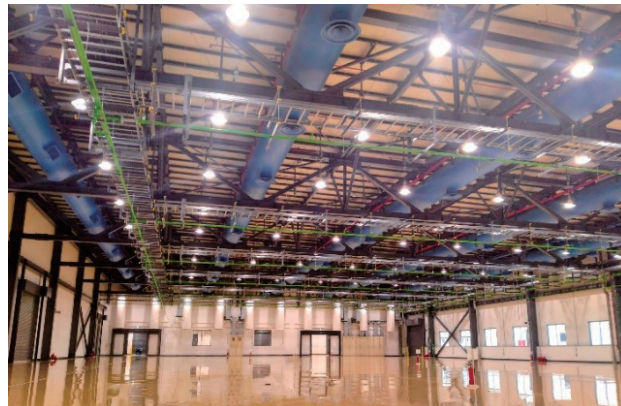


写真2 生産エリア

3. 空調設備概要

3.1. 熱源設備

主要熱源（冷水・温水）は工場敷地内既存施設である既存動力棟より既存配管を介して、新築生産棟まで供給される。冷水は既存動力棟に設置された既存ターボ冷凍機と冷水ポンプにより、温水は既存温水ボイラと温水ポンプにより、供給される熱源システムである。

3.2. 空調設備

空調システムは、用途・ゾーンごとに異なる方式を採用している。生産エリアでは、空調機による中央方式とし、建物南のメンテナンス室ほか各室は、外調機

と天井埋込ダクト型の空冷ヒートポンプパッケージエアコンを組み合わせ、各室を個別空調する方式としている。建物北の事務室ほか各室は、天井カセット型の空冷ヒートポンプパッケージエアコンによるビル用マルチ方式としている。

3.3. 換気設備

生産エリアは、空調機10台と外壁面に設置した排風機20台による第1種換気としている。建物南のメンテナンス室ほか各室は、外調機1台と外壁面に設置した排風機による第1種換気としている。建物北の事務室ほか各室は、全熱交換器による第1種換気を基本とし、トイレ・倉庫については排気ファンのみの第3種換気としている。

3.4. 自動制御設備

動力棟内の既存中央監視装置により、空調設備および換気設備、主要機器、各種システムの運転状況の監視、発停操作、設定変更、警報管理を一元的に管理している。

4. 給排水衛生・消火設備概要

上水は、動力棟に設置されている受水槽より加圧給水ポンプにて既存配管を介し、新築生産棟に供給される。汚水・雑排水は、建屋内合流方式とし、既存埋設排水配管に接続し排水する。生産排水は、単独系統とし、生産排水槽を介して圧送し、既存埋設生産排水配管に接続し排水する。

消火設備は、屋外消火栓と泡消火設備を設けている。屋外消火栓は、建物の東西南北の4箇所に設置している。泡消火設備は、生産エリアおよび建物南のメンテナンス室ほか各室を対象としている。泡消火設備は新築生産棟単独系統とし、新築生産棟内に泡消火水槽と泡消火ポンプを設けている。一斉開放弁は屋上に設置している。泡消火設備の区画は生産エリア20区画と建物南の各室4区画の全24区画である。なお、消火水槽および消火ポンプは動力棟の既存設備を利用している。

5. SEQDCの向上を目的としたユニット化工法

本物件ではSEQDC（S:Safety安全管理、E:Environment環境管理、Q:Quality品質管理、D:Delivery工程管理、

C:Cost原価管理）の向上を目的とした設備のユニット化に取り組んだ。図1に示すように、着工時点での工程では、通常5.5か月かかる設備の吊り込み工事を3か月の短工期で実施する計画であった。その期間で意匠性を重視した施工を実施しなければならず、高繁忙に伴う作業員不足が予想された。限られた施工期間で安全性を確保しつつ、生産性を向上させる手法として、ユニット化工法を採用した。

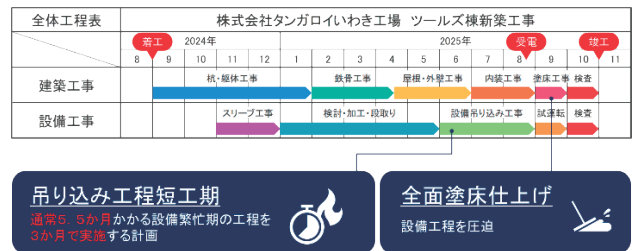


図1 設備工程

5.1. ユニット化工法の計画概要

本物件では、生産エリア内配管ダクトユニット、屋上空調機ユニット、屋上配管ユニット、屋上泡消火一斉開放弁ユニットの4種類の設備ユニットを計画した。

まず、生産エリアにおいては、図2に示すように、床上7mへ空調ダクト1000Φ×70m（10系統）および泡消火配管1100mを吊り込む必要があった。高所作業かつ重量物の施工となるため、安全リスクと施工難易度が高く、作業効率の低下が懸念された。そこで、ダクト・配管を架台に組込んだユニット（全80台）を製作し、鉄骨建方時に揚重・据付を実施する計画を立案した。また、配管塗装もユニット製作段階で行い、高所作業のさらなる削減を図った。

つぎに屋上において、在来工法では図3に示す課題があるほか、ファインフロアに機器類設置のための開口が多数存在しており、クレーン揚重作業や空調機の現地組立作業、高所作業車を用いた配管吊り込み作業など、いずれも落下の恐れがあり安全リスクが非常に高かった。そこで、屋上設置の空調機・外調機11台、泡消火一斉開放弁24台（130kg/台）、空調・衛生配管600m（25t）のユニット化を計画した。ユニットの先行設置により開口部を失くし、安全リスクの低減と作業効率の向上が図れた。

なお、これらのユニットの製作は、生産新築棟工事エリア内と工場敷地内の空地进行し、現場内で実施した。現場内で製作を行うことにより、配管・ダクト・保温・塗装工により作業が行え、工場製作に比べ製作費の低減が図れた。また、工場製作の場合、搬入時に

外観検査等の検収業務を短時間でやる必要があるが、本物件では日常の管理業務の一環として製作過程の確認を行うことができ、管理効率および品質の向上が図れた。製作したユニットは、鉄骨建方に合わせて生産新築棟工事エリア内に運搬し据付ける計画とした。

5.2. ユニットの製作フローの決定

生産エリア内ダクト配管ユニットについては、モックアップによる施工性の検証を経て、製作のフローを決定した。図4、5にダクト配管ユニットのモックアップおよび3D図を示す。製作は仮設足場（建築依頼工事）上で実施した。まず、ユニット用架台の搬入・設置を行い、泡消火配管の取付けおよび耐圧試験を実施する。次に配管塗装を行い、最後にダクトを取付けるフローとした。さらに、建築の梁および母屋も一体化する計画とした。

屋上空調機ユニット、屋上配管ユニット、屋上一斉開放弁ユニットの製作フローを図6～8に示す。屋上配管ユニットについては、保温ラッキングまで行う製作フローとした。

5.3. ユニットの揚重・据付

各ユニットの揚重および据付は、鉄骨建方の進捗に合わせ、屋上配管ユニット、屋上空調機ユニット・屋上一斉開放弁ユニット、生産エリア内ダクト配管ユニットの順で行った。なお、作業は建築の鉄骨重量鳶に依頼し実施した。

屋上配管ユニット10台は4日間で揚重・据付を完了した。写真3、4に揚重状況および据付完了状況を示す。

屋上空調機ユニットおよび屋上一斉開放弁ユニット計13台も4日間で揚重・据付を行った。写真5、6、7に揚重状況および据付完了状況を示す。鉄骨建方時に据付を行うことで、大型機器をはじめとする重量物の揚重作業を削減し、安全性の向上と労務負担の軽減に寄与した。

生産エリア内ダクト配管ユニットの揚重・据付についても、鉄骨建方の進捗に合わせ実施し、作業は建築の鉄骨重量鳶に依頼した。1日に5ユニットのペースで据付けを行った。写真8、9に揚重状況および据付完了状況を示す。

これらの結果、計103台のユニットを鉄骨上棟時までに据付完了することができ、設備工事の出来高50%を達成する事が出来た。

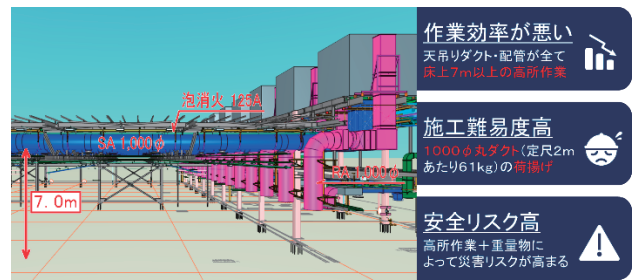


図2 生産エリアにおける在来工法の問題点

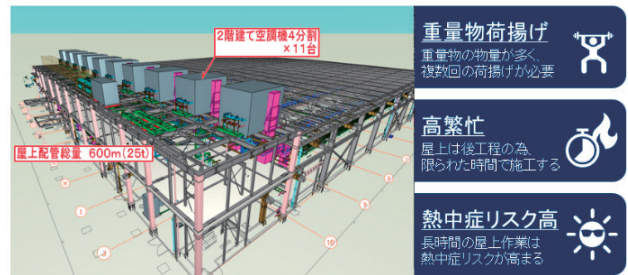


図3 屋上における在来工法の問題点

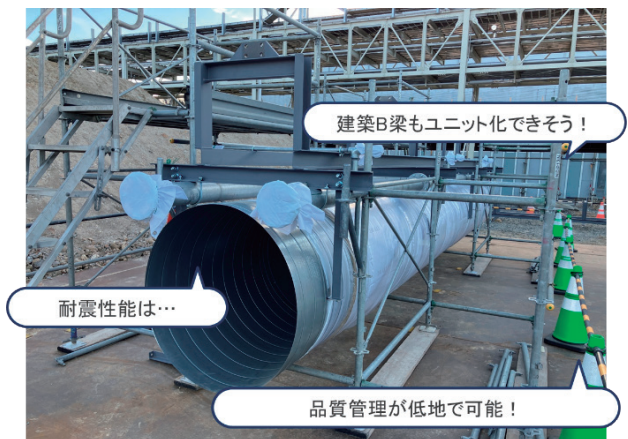


図4 モックアップによる検証

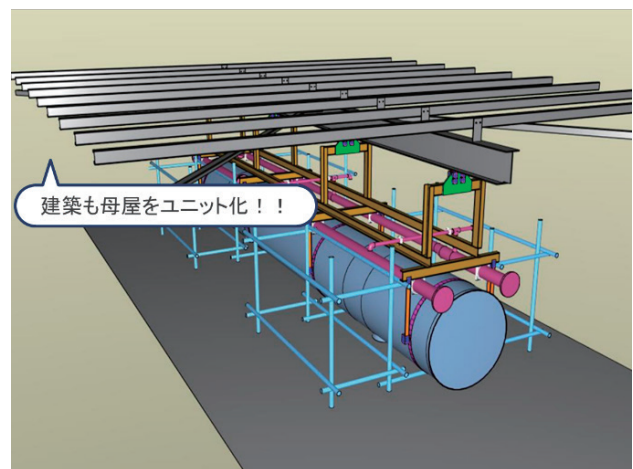
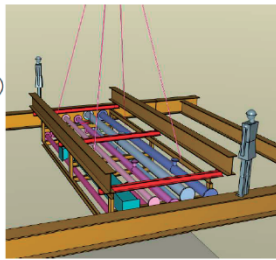


図5 ダクト配管ユニット製作フロー

■ ユニット製作手順の検討(屋上配管ユニット)

- ①ユニット架台設置
- ②配管・ダクト吊り込み
(冷水・温水・消火・給水・ダクト)
- ③ 配管耐圧試験、
配管保温ラッキング、
- ④自主検査の実施
- ⑤建築Sb梁取付け



ユニット数10台(3.0t/台)

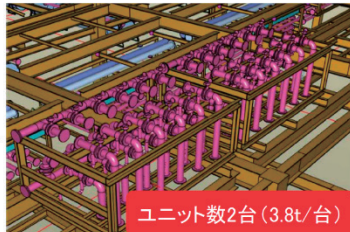
図6 屋上配管ユニット製作フロー



写真3 屋上配管ユニットの揚重状況

■ ユニット製作手順の検討(屋上泡消火ユニット)

- ①ユニット架台設置
- ②一斉開放弁吊り込み
- ③開放弁廻り配管吊り込み
- ④自主検査の実施



ユニット数2台(3.8t/台)

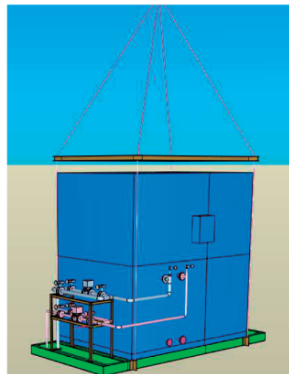
図7 一斉開放弁ユニット製作フロー



写真4 屋上配管ユニット据付完了

■ ユニット製作手順の検討(屋上空調機ユニット)

- ①ユニット架台設置
- ②空調機の搬入・組み立て、
空調機継ぎ目のシール処理
- ③空調二方弁装置架台設置、
二方弁・配管吊り込み
- ④自主検査の実施



ユニット数11台(3.6t/台)

図8 空調機ユニット製作フロー



写真5 空調機ユニットの揚重状況



写真6 一斉開放弁ユニットの揚重状況

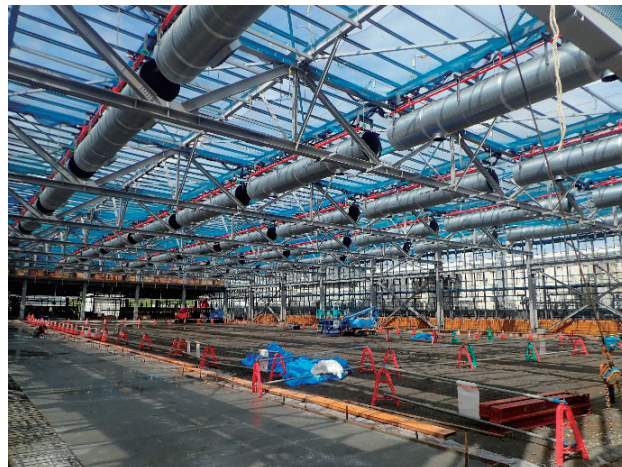


写真9 ダクト配管ユニット据付完了



写真7 空調機ユニット据付完了

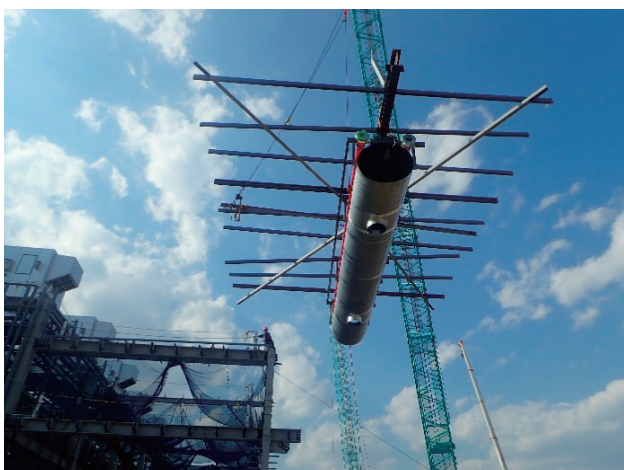


写真8 ダクト配管ユニットの揚重状況

6. ユニット工法により得られた効果

本物件では、SEQDCの向上を目的としたユニット工法を計画し実施した。結果としてSEQDC全ての項目に対してリスクの低減を実現できた。

工程については、図9に示すように、当初の在来工法では3か月の設備工程であったが、ユニット工法を採用することで実質8ヶ月の工程で工事を進めることができ、繁忙期の平準化に繋がった。また、図10に示すように、作業員数の削減にも貢献した。

コストについては、図11に示すように、ユニットの製作に伴う鋼材費や運搬費、仮設費等が在来工法より掛かったが、作業員人件費と高所作業車費を削減できたことにより、トータルでは7%のコスト削減となった。

品質については、図12に示すように、ユニットの製作に並行して品質管理を行えた事が一番のメリットであった。また、ユニットが鋼材支持であったため、耐震性能の向上に繋がった。

安全面においては、図13に示すように、高所作業を60%削減するとともに、屋上開口部を80%削減した。これにより、墜落・転落災害のリスク低減を図り、無事故・無災害を達成した。また、環境負荷低減においては、作業員数の削減に伴う通勤車両の20%削減と、高所作業車の使用の43%削減により、CO₂排出量の削減に寄与した。

工程

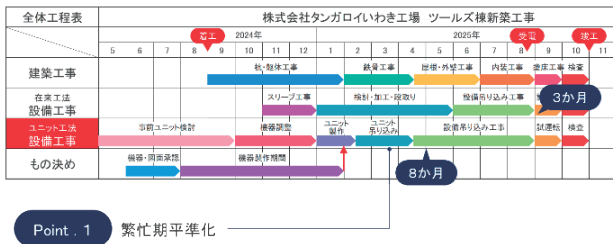


図9 工程

工程



図10 作業員数

コスト

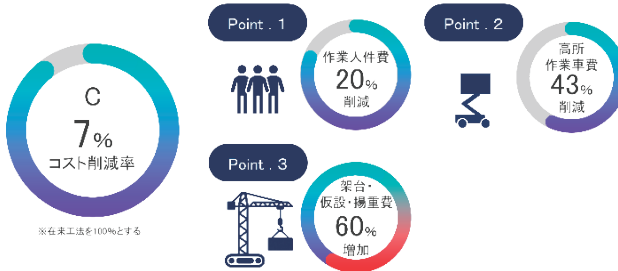


図11 コスト

品質



図12 品質

安全

環境

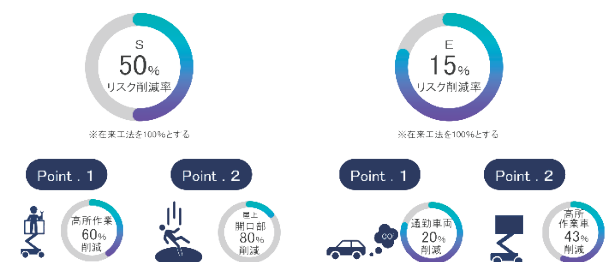


図13 安全・環境

7. 今後の展望

本物件では、ゼネコンとサブコンが一体となったフロントローディングを実施した。4種類の設備ユニット計103台を鉄骨上棟時までに据付完了し、SEQDCを踏まえたリスク低減を達成することができた。

ユニット工法の積極的な採用は、建設業界の課題である高齢化・少子化に伴う担い手不足への対応や、働き方改革における時間外労働規制への対策として有効であると考えられる。一方で、建設敷地内でのユニット製作が困難な場合は、加工費・運搬費・ユニット製作場所借用費などが追加で発生し、コスト増の要因となる。そのため、設計段階からのユニット化を前提とした提案と、概算コストの精度ある見込みが重要である。

謝辞

当該工事におきましては、施主様・鹿島建設様のご協力により、ユニット製作から施工までを達成出来た事を感謝申し上げます。また、ユニット施工におきまして全103台の揚重・据付にご協力いただきました中里工務店様にも改めて感謝申し上げます。