

仮設建築工事における環境配慮施策と生産性向上への取り組み -2025 年日本国際博覧会施設整備事業小催事場建設工事-

Initiatives for Environmental Consideration and Productivity Improvement in the “National Day-Hall Project” at Expo 2025 Osaka, JAPAN

嶋原 涼介*1 Ryosuke Shigihara	山本 佳明*2 Yoshiaki Yamamoto	高橋 成貴*3 Naritaka Takahashi
福 拓也*4 Takuya Fuku	成島 茜*5 Akane Narushima	北川 大祐*5 Daisuke Kitagawa

要旨

本報告は、2025 年日本国際博覧会施設整備事業の小催事場建設工事に関するものである。「未来社会の実験場」という 2025 年日本国際博覧会協会が掲げるスローガンに応じて、施工段階で取り組んだ「環境配慮」および「生産性向上」について事例を紹介する。環境配慮としては、廃プラスチックの活用、循環式污水浄化設備、廃食油を利用したバイオディーゼル燃料、ソーラーパネルと蓄電池などを、生産性向上としては、基礎構造の合理化（プレキャスト化、置換工法）および四足歩行ロボットによる施工管理支援を取り上げ紹介する。今回の取り組みを通してさらに明確になった課題に今後もチャレンジすることで、持続可能な建設業の未来像を描いていきたい。

キーワード：万国博覧会 廃プラスチック 污水处理 バイオディーゼル燃料 基礎梁 PCa 四足歩行ロボット

1. はじめに

表 1 工事概要

工事名称：2025 年日本国際博覧会施設整備事業小催事場建設工事
工事場所：大阪市此花区夢洲中一丁目地先
建物用途：劇場・展示場・飲食店
発注者：公益社団法人 2025 年日本国際博覧会協会
基本設計：安井・平田設計共同企業体
実施設計：(意匠) (株) 平田晃久建築設計事務所 (株) 安井建築設計事務所 (構造・設備) (株) 鴻池組大阪本店 1 級建築士事務所
工期：2023 年 10 月 16 日～2025 年 1 月 31 日(新築)
建物高さ：18.5m



図 1 小催事場 外観イメージ



図 2 小催事場 内観イメージ

*1 大阪本店 建築部 *2 設計本部 建築設計第 1 部 *3 ESG 経営推進室 環境推進部 *4 建築技術本部 ICT・BIM 戦略部
*5 技術研究所

2. 「環境配慮型施工」への挑戦

万博の開催地である夢洲（大阪市此花区）では、万博開催に向けて建設工事と共用インフラ整備工事が同時に進捗しているため、建設工事期間中においては、工事に必要な仮設電気や給排水設備・通信などのインフラの供用が開始していない。そのため、各施工者が工事のためのインフラを各自で用意し、施工を進める必要があった。また、約半年の万博開催期間終了後に建物の解体をするという建物のライフサイクルの特性上、工事期間における環境配慮施策が寄与する CO₂ の削減効果のインパクトが大きいと判断し、後述する各取組みを現場運営に積極的に取り入れた。

2.1 廃プラスチックの資源循環への取組み

2.1.1 取組みの背景

持続可能な社会の実現に向け、資源循環により環境負荷を低減する取組みは、さまざま行われている。建設業界においても、コンクリートなどのリサイクル率は高くなっている一方、廃プラスチックのリサイクル率は約 50%にとどまっており、課題が残っているのが現状である。

建設現場ではプラスチックを原料とした資材が多く利用されている。プラスチックの一種であるポリプロピレン（以下、PP）の使用量は、建設副産物廃プラスチックの中でも 33 品目中 9 位との報告¹⁾がある。当社現場を調査したところ、PP の主たる利用として資材の梱包のために PP バンドが多く使われていることがわかった。そこで、廃プラスチックのリサイクル率向上に向けて、現場で回収した PP バンドを利用したマテリアルリサイクルに取り組んだ（図 3）。

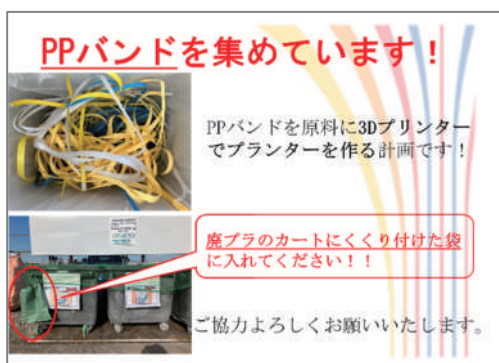


図3 現場に掲示した PP バンドの回収協力依頼

2.1.2 リサイクル手法の検討

PP は熱可塑性プラスチックであり、温度によって液体と固体間で状態変化する性質がある。この性質を活かして、回収した PP バンドを溶かして再成形することでマテリアルリサイクルを行った。

今回は、現場で排出された PP バンドを粉砕して再ペレット化し、それをそのまま出力に用いることができる 3D プリンターを使い、現場で活用できるプランターを製作する計画とした。出力には、樹脂ペレットを造形材料とする MEX（材料押出）方式の 3D プリンター（GEM550D／エス・ラボ）（写真 1）を用いた。

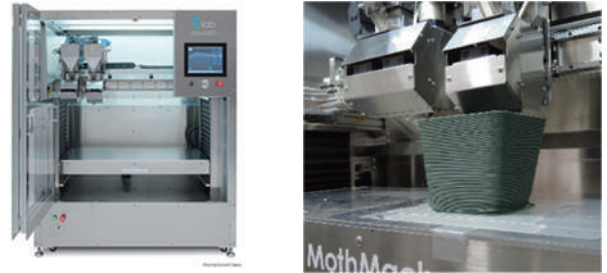


写真1 3D プリンター

2.1.3 材料の促進耐候性試験

再ペレット化した材料の特性を調べるため、材料の促進耐候性試験を実施した。試験片は実際に 3D プリンターで出力したもの（リサイクルペレット 80%に対して、バージンペレット 20%の割合）を用い、キセノンウェザーメータ（SX75／スガ試験機）により、試験片に紫外線照射を行った。試験条件は、紫外線照度 180W/m²、ブラックパネル温度 63 度、槽内温度 38 度、相対湿度 50%、照射 120 分中 18 分水噴霧する条件とした。試験時間は表 2 のとおり設定した。積層方向による影響を確認するため、試験片は出力方向と積層方向の 2 種類用意し（写真 2）、試験時間に応じた試験片の引張強度を、精密万能試験機（AG-250kNG／島津製作所）により計測した。試験片数は紫外線照射時間ごとに 5 体とし、その平均値を求めた。

試験の結果を図 4 に示す。試験片の引張強さは照射時間が長いほど減少している。また、マイクロスコープによる試験片表面の詳細観察の結果、試験時間に応じてひび割れが多く発生しているのが確認された。今回はプランターの設置期間が 16 カ月程度であるため、著しい材料強度の低下が見られないとして結論付けたが、紫外線の影響により強度低下は時間とともに進むため、長期間の使用が見込まれる場合には耐候性を向上させることが必要となる。

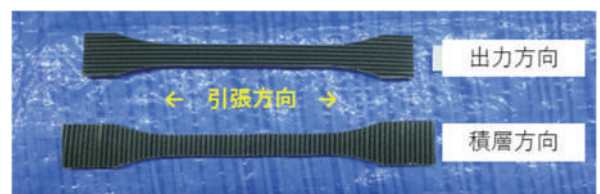


写真2 引張試験の試験片

表 2 促進耐候性試験の試験時間と屋外暴露期間相当

試験時間(h)	0	125	250	500	667	750	1000	1500
屋外暴露期間 相当 (カ月)	0	3	6	12	16	18	24	36
計測対象	出力方向	○	○	○	○	○	○	○
	積層方向	○	-	○	○	○	-	-

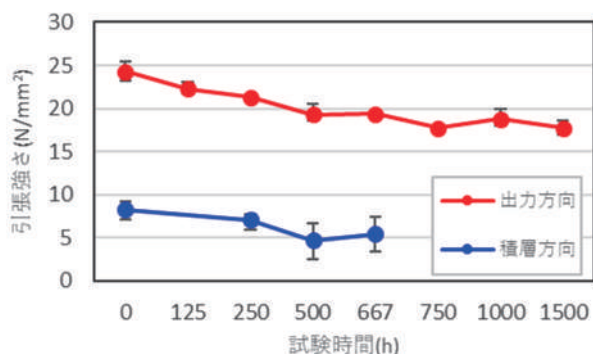


図 4 引張試験の結果

2.1.4 プランターの製作と設置

プランターは現場仮囲い面への設置を想定し、運搬時の効率などを考慮した形状を検討した。底面形状については、当初長方形で検討していたが、出力時に大きな反りが発生したため、円形の底面に変更した（写真3）。

製作したプランターは現場仮囲いに設置し（写真4）、現場美化に活用されている。

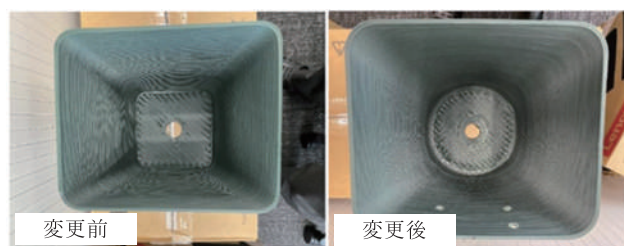


写真3 プランターの底面形状



写真4 プランターの設置状況

2.2 循環式汚水浄化設備を仮設トイレに採用

2.2.1 取組みの背景

夢洲地区での万博開催に向けて、2025年日本国際博覧会協会(以下、博覧会協会)は、大阪市環境影響評価条例に基づき環境影響評価書および事後調査計画書を作成している。その中で工事中の建設現場から発生する生活排水の処理について、以下の厳しい制約条件を課している。

- 1) 生活排水を含む工事中の汚水は、原則汲み取りによる全量回収とすること
 - 2) 浄化槽を設置する場合、高度処理型とし、処理水を全量中水利用すること
 - 3) 浄化槽の設置上限は会場全体で1,800人槽とすること
- 博覧会協会は、共通仮設設備として各施工者が利用できる共用トイレを会場に整備している。しかし、これを使用するとなると、当現場から一番近傍の共用トイレでも約700m離れているため、職員と作業員の生産性に悪影響をもたらすことが懸念された。

2.2.2 汚水処理問題の解決策の検討

生産性向上および現場美観の観点からも、100～150人規模の工事関係者が清潔で使いやすい男女別の快適な水洗トイレを整備する必要があった。まずは「水洗汲み取り式トイレ」の現場導入を検討したが、約16カ月の工期内に排出される汚水と生活排水の総量が膨大であり、汚水の回収を含めた汲み取り処分という行為そのものがもたらす環境負荷が多大であることを鑑み、「循環式汚水浄化設備アクアメイク®(写真5)」を現場へ導入した。

本システムは、汚水や生活排水等を循環ろ過した処理水をトイレの水洗に再使用できることが最大の特徴であり、大量発生が想定された汚水の汲み取り総量を当初想定数量(1,920m³)から40%程度削減できることが判明した。残りの60%の処理水は、ろ過槽を通過後に余剰水槽に貯留される。



写真5 アクアメイク®の設置状況

この余剰水の水質は国交省の定める「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」の再利用水の規制値以下である可能性が高く、一般的な高度処理型の浄化槽と違い、生物膜処理等高度な処理を施していないことから、りんや窒素などの成分が余剰水に多く残ることが想定された。一般廃棄物として敷地外へ搬出するのではなく、植物の生育に必要な液肥等として敷地外で有効活用する循環型社会のモデルケースとして取り組んだ(図5)。

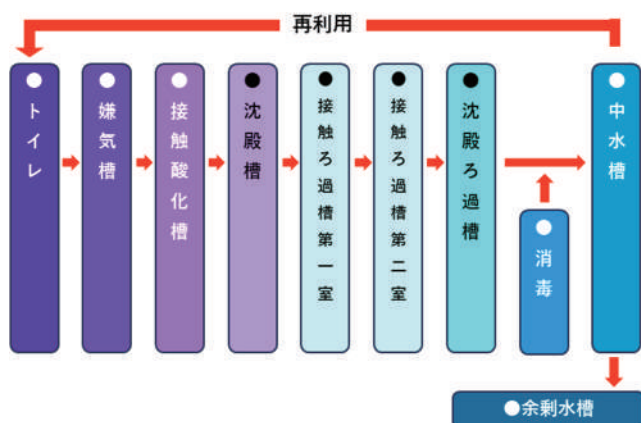


図5 アクアメイク®の循環ろ過フロー

2.2.3 余剰水の有効活用

前述のとおり、汚水の処理過程で発生する余剰水を農業で使用する液肥として活用できないかと考え、余剰水をサンプリングして水質を分析した結果、植物の生育に有効な「窒素」の濃度が高いことが確認できた(表3)。

窒素、りん、カリウムは植物の生育に必要な三大栄養素であり、農業では最も重要かつ大量に必要とされる栄養素である。窒素肥料は化石燃料から化学合成によって生産され、国内の農業ではその大半を海外からの輸入に依存している。化石燃料は埋蔵資源であり、窒素肥料の供給は国際動向に大きく左右されることから、昨今の複雑な国際情勢を受け、国内では値上がり傾向にある。

「アクアメイク®で汚水を循環ろ過する過程で発生する余剰水を植物に散水利用する」という一連の行為は、まさに現代社会が目指すべき循環型社会のモデルケースと言える。この余剰水の有効利用先として、積水ハウス兵庫工場を選定し、工場の植栽帯に散水利用する計画を進めている。「汚水の循環再利用」と「余剰水の有効利用」という2つを組み合わせ、現場から発生する汚水総量を減容化し、限りある水資源と窒素やりん等、今まで捨てられていた栄養素を植物の生育のために活用するこの試みは、循環型社会の実現に寄与できる施策と考える。

表3 余剰水の分析結果

測定項目	数値	単位	管理値	計量の方法
水素イオン濃度 (pH)	6.5 (22.2℃)	-	5.8 ~8.6	JIS K 0102 12.1 (ガラス電極法)
浮遊物質 (SS)	1	mg/L	-	昭和46年環境庁告示第59号 付表9 (ろ過重量法)
全窒素	420	mg/L	-	JIS K 0102 46.6 (ニトロゲン-ニトロゲン法) (2) (窒素還元光度法)
全機	3.3	mg/L	-	JIS K 0102 46.3.4 (流れ分析法)
カリウム	14	mg/L	-	JIS K 0102 49.2 (フレイム原子吸光法)
臭気*	無臭	-	不快でないこと	JIS K 0102 10.1 (官能法)
色度*	8	度	-	透過光測定法
濁度*	3	度	2度以下	積分球式光電光度法
大腸菌*	不検出	100mL中	不検出/100mL	特定酵素基質培地法
【参考値】全窒素*	0.042	wt%	-	JIS K 0102 46.6 (ニトロゲン-ニトロゲン法) (2) (窒素還元光度法)
【参考値】全機*	0.00033	wt%	-	JIS K 0102 46.3.4 (流れ分析法)
【参考値】カリウム*	0.0014	wt%	-	JIS K 0102 49.2 (フレイム原子吸光法)

*は計量法第107条の対象外

2.3 回収廃食油を利用したバイオディーゼル燃料の活用

2.3.1 取組みの背景

インフラが未整備の敷地で工事電力を確保するためには、発電機の使用が不可欠である。発電機による工事用電力を使用する工事は、発電機を使用しない工事と比較して約10倍のCO₂が発生することが判明した。当作業所は通常よりも環境負荷が高い工事条件であるため、環境配慮の観点と万博の開催理念に沿った取組みとして、「バイオディーゼル燃料 (以下、バイオ燃料)」を使用した工事現場運用を検討した。

2.3.2 バイオ燃料に「B100」を採用

製品化されているバイオ燃料のうち、当現場では「B100」と呼ばれる、CO₂削減率が100%となるバイオ燃料を使用することとした。安定した供給が求められる現場事務所用の電灯・動力およびクローラークレーンの燃料として、当社としては使用実績がないバイオ燃料での運用には、どのような問題があるかを検討した。一例として、クローラークレーンのエンジンに悪影響を与えないかを確認するため、当社の機材センターにて「B100を使用したクローラークレーンの稼働実験」を実施した。実証実験では、バイオ燃料を使用することで、エンジンオイルやエアフィルターにどのような影響が発生するのかを検証し、問題が無いことを確認した(写真6)。



写真6 B100で稼働するクローラークレーン

2.3.3 バイオ燃料の現場採用における課題

軽油は使用期限が6カ月程度あり、市場での取扱い量の多さから安定供給が可能であるが、B100は製造から1カ月以内に消費する必要があるため、現場での使用量を十分考慮したプラントでの燃料精製が求められる。また、B100の原料となる廃食油の不足から、プラントで精製できる量にも限りがあり、当現場における必要量を確保できるかという課題があった。そこで軽油のように安定供給を図るため、B100の原料となる廃食油を当社職員の家庭や社員寮の食堂からも回収し、さらには当社の協力会社にも協力を要請し、廃食油の確保に取り組んだ(図6)。バイオ燃料の採用により削減できたCO₂量を表4に、回収した廃食油の量を表5に示す。



図6 廃食油回収イメージ

表4 バイオ燃料(B100)使用によるCO₂削減効果

B100 使用予定量	温対法軽油 排出原単位	削減効果
111KL	2.62t-CO ₂	291t-CO ₂

表5 廃食油回収量

回収した 廃食油	廃食油からの B100製造量	削減効果
1.6KL	1KL	2.6t-CO ₂

2.4 ソーラーパネルと蓄電池による電力の有効利用

2.4.1 取組みの背景

前節で触れたように、インフラが整備されていない万博会場の夢洲で工事用電力を確保するには発電機で賄う必要がある。しかし、現場が稼働していない時間帯の電力も発電機で確保することは、環境負荷の観点および工事運営経費削減の観点からも合理的ではないことから、発電機に頼らずに現場非稼働時間帯用電力を確保する方法を検討した。

2.4.2 ソーラーパネルと蓄電池の採用

電力確保の手段として、ソーラーパネルで発電した電力を蓄電池に貯めて利用することを検討した(写真7)。蓄電した電力の主たる用途は、24時間給電が必要である夜間の機械警備用機材やOA機器への給電、ならびに事務所や熱中症対策として詰所に設置している冷蔵庫や製氷機への給電がある。また、発電機に不具合が生じた場合、蓄電池の電力で一部の事務所機能の保持は可能となっている。当現場のような仮設インフラに脆弱性のある作業所にリスクヘッジとしてこのシステムを採用することはBCPの観点からも非常に相性がよい。さらに蓄電池への給電をソーラーパネルからのみではなく、発電機からもできる二重給電システムとすることで、曇天が続いて発電量が不足する時でも発電機の余剰電力を蓄電池へ振り替えることで、バイオ燃料の使用率向上にも寄与している(写真8)。

通常、ソーラーパネルは環境負荷がネット0に達するまでにそれなりの期間が必要であるため、工事現場のような短期利用での取組みは効果が低い。したがって、今回の工事利用後の再利用計画が必要であった。そのため資機材をグループ会社から調達し、短期利用後にグループ会社内で十分に活用できることを確認したうえで現場導入を決めた。また、蓄電池の電力を充電ステーションへ送電し、作業員が使用する充電式電動工具の電力としても活用することで、クリーンエネルギーによる施工にも取り組んだ(写真9)。



写真7 ソーラーパネルの設置状況



写真8 蓄電池設置状況と発電モニタリング画面



写真9 クリーンエネルギー充電ステーション



写真10 敷鉄板の設置状況



写真11 敷鉄板での山留めの構築状況

2.5 環境に配慮した山留め工法の採用

2.5.1 取組みの背景

基本設計時に実施したボーリングデータを確認したところ、常水位が比較的高いことと、狭隘な敷地条件から、山留め工事が必要であると判断した。工事の懸念事項として、建物の基礎工法に EPS(発泡スチロール)を用いた置換基礎工法を採用しているため、掘削床に雨水や湧水が溜まると浮力により建物が浮いてしまうこと、山留めの止水性が必要であることから、シートパイルを用いた山留めを検討していたが、夢洲の埋め立て地盤の特性上、シートパイルで固化地盤を打ち抜いた際に、周囲の地盤と縁が切れて浮島のようになり、建物の支持地盤が浮き上がってしまうこと、「親杭横矢板工法」で山留めを実施した場合、止水性が確保できないことや、大量の木矢板の廃材(木くず)が発生することが挙げられた。

2.5.2 木矢板の代わり敷鉄板を用いた山留め工法を採用

前項の課題の解決策として、固化地盤を連続的に打ち抜く必要がない親杭横矢板工法の横矢板として敷鉄板を使用する工法を採用した(写真10)。敷鉄板を使用することで木矢板よりも止水性を向上させることができた。また、敷鉄板は揚重機での設置となり、掘削床に矢板を設置する土工を配置する必要が無いため、安全性の向上にも寄与した。さらに、敷鉄板と親杭のH鋼は引き抜いて再利用ができるため鋼材の廃材が発生せず、木矢板を設置した場合は約25m³の木材が必要であったが、ほとんどの木矢板を敷鉄板に置き換えることができたため(写真11)、木材の廃材はほぼ発生せず、CO₂に換算すると、およそ「15.2t-CO₂」の削減効果があった。

3. 生産性向上への取組み

建設業が抱える人手不足や長時間労働の解決に向け、具体的な対策が求められる中、当工事においてもさまざまな取組みを展開している。

3.1 基礎梁のPCa化による現場労務工数の削減

3.1.1 取組みの背景

当工事における搬出入車両の総量規制や作業条件の特殊性を鑑み、基礎工事の工程を検討した結果、同時期に多くのゼネコンが万博関連工事に着手することから、躯体職の労務供給不足に陥ることが懸念された。工事序盤における工程の遅延は総合工程の遅延に直結し、万博開催を含めた全体のスケジュールに悪影響を与えるため、基礎工事における労務工数を削減できる工法を検討した。

3.1.2 基礎PCa工法の採用

工事序盤での工程遅延リスクを回避するために、地中梁をPCa工場にて製作し、現場に搬入して据え付ける「基礎PCa工法」を採用した(写真12)。

当社では、上部躯体にPCa工法を採用するケースは多数あるが、地中梁部分をプレキャスト化した実績がないため、「地中梁形状の簡素化」および「据付け方法の合理化」という2点について合理化を検討した。その結果、プレキャスト部材の製作にあたっては、梁幅を350mmに統一することで工場での製作のコストと難易度を下げることができた。また、基礎耐圧版の一部をプレキャスト化して地中梁と一体化することで、据付け時の仮設サポートの設置を不要とすることができた(写真13)。



写真12 プレキャスト地中梁の搬入状況



写真13 サポートレスプレキャスト地中梁の据付け状況

3.1.3 基礎PCa工法による省人化効果の検証

在来工法と比較し、どの程度の省人化ができたのかを表6に示す。基礎PCa工法に変更することで、計画時に見込んでいた労務工数の削減率は43.6%となった。

表6 小催事場の基礎工事の歩掛り検証結果

工種	工法	施工数量(A)	出面(B)	歩掛り(A/B)	備考
鉄筋工	在来	178.5 t	237.9 人	0.75 t/人	標準歩掛：0.75t/人
	PCa	114.3 t	211.0 人	0.54 t/人	—
型枠工	在来	3,893.2 m ²	299.5 人	13.00 m ² /人	標準歩掛：13m ² /人
	PCa	2,307.0 m ²	207.0 人	11.14 m ² /人	—
仮設工 歩廊、CON足場	在来	839 m	443.9 人	1.89 m/人	実績数量で出面逆算
	PCa	117 m	62.0 人	1.89 m/人	—
	PCa工	253 pc	73.0 人	3.47 pc/人	—
総出面	工法	出面	備考		
	在来工法	981.3 人	※在来工法の出面は標準歩掛りで計算		
	PCa工法	553.0 人	※在来工法の数量はPCa分を加味し計算		

3.2 EPS工法採用による基礎構造の合理化

3.2.1 取組みの背景

基本設計では、基礎形式は独立基礎と杭基礎の併用基礎となっていたが、当敷地は埋立工事から日が浅く、敷地全体の沈下が収束していないことから、併用基礎を採用した場合は杭基礎部分と独立基礎部分の間に大きな鉛直変位差が生じ、上部構造に変形などの悪影響を及ぼすことが懸念された。地盤変位に対応する対策を取りつつ、工事費が増

大しない方法の検討が求められた。

3.2.2 基礎構造の合理化

当社による実施設計段階において、建物全体にべた基礎を設ける構造計画へ変更し、基礎下部には500mm厚のEPSブロックを敷設する置換基礎工法を採用した(写真14)。この工法は、地下ピットとEPSの体積により除去された土重量が建物重量以上となるように設計することで建物の新設前後で地盤に作用する重量が増大せず、軟弱地盤であっても地盤に対する建物の沈下を防止することができる工法である。建物全体を一体のべた基礎で支持することにより不同沈下を抑制し、それらのリスクを低減した。基本設計と比較してコンクリートの体積、EPSの体積は増加するが、杭基礎を中止することで杭の製造および施工に必要な期間が短縮された。



写真14 EPSブロックによるEPS置換基礎工法

3.3 四足歩行ロボットによる施工管理支援

3.3.1 取組みの背景

建設業における現場の施工管理の人手不足は今後も慢性的に続き、各ゼネコンはさまざまな対応策を実施している。特に将来を担う若い世代の入職者を獲得するためには現場の就業環境のイメージ改善が必要であったため、具体的な施工管理職員の業務負担軽減策を示す必要があった。

3.3.2 四足歩行ロボットを現場へ試験導入

施工管理職員の主な担当業務の一つに現場巡察があり、現場巡察は現場各所の施工の進捗や安全施設の整備状況を現地で確認する重要な業務である。当工事では四足歩行ロボット「KOCORo/心」(以下「心」)の遠隔操作により現場巡察ができるシステムを導入した(写真15)。現場事務所と現場間の移動時間の短縮、鉄骨建方中の危険エリアへの侵入が可能など、職員が直接現場へ出向かずに遠隔で現場巡察できることのメリットは多い。

「心」の基本的なハード構成は、Unitree社製の四足歩行ロボット「Unitree® B1」、「iPad®」と「360度カメラ Insta360®+Android™端末」である(写真16)。iPad®には「iVoRi

XR (アイヴォリィ・エクスアール)」をインストールしてあり、遠隔操作元 PC への画面共有を行い、iPad®のカメラ映像を参考にしたロボットの遠隔操作を行う。360 度カメラを接続した Android™端末には「Nossa360® (ノッサ・サンロクマル)」をインストールし、360 度映像のリアルタイム配信を行う。配信された映像は複数台の PC またはモバイル端末で確認できる。Nossa360®により、iVoRi XR で画面共有される iPad®のカメラ映像のみではわかりにくい上部からの映像を確認できるため、遠隔操作の操作性が向上した。



写真 15 事務所からの遠隔操作状況



写真 16 「心」のハード構成

3.3.3 人手不足解消の方策として

現状「心」の制御方法は遠隔操作のみであり、操作に 1 名は必要なため、現場巡察に必要な人数を減らすには至っていない。今後は「心」に自立走行の機能を追加し、自動での現場巡察・定点写真撮影と登録を実現すべく実証実験を進めていく。

さらに長期的な展望として、「心」の操作がインターネット回線を利用した操作である特徴を踏まえ、「日本国内から海外の工事現場を遠隔管理する手段」や「現場での歩行移動が困難な方が現場の最前線で現場管理する手段」としての活用も視野に入れている。

人手不足が続く建設業において入職希望者を獲得するには、海外勤務のハードシップや現場管理における身体的ハンディキャップを克服する手段を広く社内外に示さなければならない。

4. まとめ

本報告で取り扱った各種の取組みは、今現在建設業で起きている問題を解決するためのモデルケースの提示である。万博が掲げる「未来社会の実験場」というスローガンを受け、実証実験における取組みの効果を広く公開している。

地球環境問題は待ったなしの状況にあり、環境負荷を低減する建物や施工方法が社会から求められている。また、人手不足を補う建設 DX も具体的な方策による効果が期待されている。

当社では、今回の工事における各種取組みをベースとして、さらにチャレンジすることで、建設業が抱える課題を解決したいと考えている。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本建設業連合会 環境委員会：建築副産物部会の行った廃プラスチック類の組成調査報告 P.9、2022