

特集 「SDGs に向けた技術開発」

解説

ウェルビーイング社会を目指して

Obayashi Technologies Aiming for a Well-being Society

樋口 俊一 Shunichi Higuchi

1. はじめに

2022 年度の大林組技術研究所報では、「SDGs に向けた技術開発-ウェルビーイング社会をめざして-」と題し特集を企画した。昨今なにかと耳にするウェルビーイング(Well-being)と言う言葉には、幸福や健康、福祉といった訳語が当てられることもあるが、実際には非常に幅広い概念である。ウェルビーイングは 1947 年に採択された世界保健機関 (WHO) 憲章の前文で初めて言及された¹⁾。原文を以下に和訳 (日本 WHO 協会訳) とともに示す。

原文: Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

和訳: 健康とは、病気ではないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態にあることを言う。

これは言い換えると、「ある程度物質的に豊かであることを前提に、心の豊かさが充実した状態」を指す。

従来建設会社の技術開発は、建設物にフォーカスして新たな価値を持つ空間の構築に目を向けてきた。その一方で、SDGs の視点に基づいた社会的課題の解決にビジネスチャンスがシフトしつつあることを踏まえ、ここ数年、生活・労働および自然環境の質的改善にフォーカスした技術開発が萌芽しつつある。これまでも大林組では「環境によりそう建設技術」²⁾等、SDGs に合致する技術開発に取り組んできたが、今後、あらゆる場面でその社会実装が求められることは言を待たない。

本特集解説では、大林組が近年取り組んできた「SDGs に向けた技術開発」の系譜をたどりつつ、最新の開発技術について紹介する。

2. 背景

2021 年 6 月に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針 2021」³⁾において、「政府の各種の基本計画等について、Well-being に関する KPI を設定する」と記載されたことを契機として、国の施策としてウェルビーイングに係わる取り組みが推進されることとなった。さらに、「骨太方針 2022」⁴⁾においても、デジタル田園都市国家構想の実現の文脈で「持続可能な社会の実現」とともに「個人と社会全体の Well-being の向上」が掲げられ、Well-being 指標⁵⁾を設定する等、より具体的なアクションが示された。これに対し、「国民生活に関する基本調査」⁶⁾によれば、日本人のマインドとして物質的な豊かさよりも心の豊かさを重視する割合が多く、我が国の現状としてウェルビーイングが十分に達成されているとは言い難い。心の豊かさの獲得においては、わくわく感や他者とのつながり、自己実現、社会貢献等、一人ひとりの価値観や生活環境に応じた行動機会や新たな価値の創出・拡大につながる施策が期待されている⁷⁾。

さてビジネスシーンにおいては、ESG 投資の拡大に伴い、環境・社会・企業統治それぞれの具体的な取り組みが求められている。特に、我が国では少子高齢化による人手不足、働き方の多様化、健康志向の高まり等の顕在化する社会課題に加えて、コロナ禍を契機とした社会変革も重なるなか、ウェルビーイングの重要性がより一層高まりつつある。このような背景のもと、大林組は 2022 年度を初年度とする 5 カ年の経営計画「大林グループ 中期経営計画 2022『事業基盤の強化と変革の実践』」を新たに策定し、2022 年 3 月に発表した。新たな中期経営計画では、①建設事業の基盤の強化と深化、②技術とビジネスのイノベーション、③持続的成長のための事業ポートフォリオの拡充、を基本戦略の 3 つの柱とした。

当社は前述の基本戦略②技術とビジネスのイノベーション、において、「カーボンニュートラル」と「ウェルビーイング (安全・安心・快適・健康)」を解決すべき社会課題と設定し、これらへの取り組みを通じた新たな顧客提供価値の創出を掲げた。その具体的な取り組みは、「安全・安心・快適な建物・インフラの提供」、「災害に強い社会、防災・減災・復興への取り組み」、「デジタルツインによるエリアマネジメント」、「人とデジタル・ロボットの融合による新たな生産システムの構築」である。

3. 大林組のソリューション

ウェルビーイングをテーマとした 2022 年度の大林組技術研究所報では、大林組が既に保有または新たな顧客提供価値の創出を目指し開発に取り組んでいる技術について、4 つのキーワード、すなわち「安全」・「安心」・「快適」・「健康」に係わるソリューションとして紹介していきたい。

3.1 「安全」の追求

「安全」とは、人とその共同体（組織，所有物）への損傷が無いと客観的に判断される状態を指し、それは①設計および運用段階の安全，②事前および事後対策の実現による安全，③個人の意識が支える安全，とされている⁸⁾。国土交通白書⁹⁾では「災害からいのちとくらしが守られる社会」を具現化し、豊かな未来の姿の一つとして示している。

「安全」の追求は大林組が解決すべき社会課題として継続的に取り組んできたテーマであり、例えば大林組技術研究所報 No.84 においては、「安全・安心」に資する技術にフォーカスした特集を企画している¹⁰⁾。

東日本大震災は非常に大きな自然災害であったことは記憶に新しい。東日本大震災においては多くの構造物が損傷し、社会的に大きな影響を及ぼしたが、構造物の安全性確保にはその破壊メカニズムを詳細に把握することが重要である。その方法として実験があるが、一般的な計測手法では計測点以外の定量的なデータ取得が困難で、現象の解明に限界があった。これに対し、Photo 1 のようなデジタル画像相関法を用いたひずみ計測¹¹⁾を用いることで精度の良い現象把握が実現し、より精緻な性能評価が可能となった（『デジタル画像相関法を活用した鉄骨梁端接合部の破断と局部座屈の評価』）。また、計測結果を FEM シミュレーション^{12,13)}と直接比較することで、FEM 解析技術の高度化に資すると期待される。

また、この震災では多くの公共施設で天井が脱落して人的被害を出した。その後天井の耐震性向上が義務化¹⁴⁾されたが、改修費用や工期の面で課題があった。大林組では在来工法の吊り天井にエネルギー吸収装置を接続することにより地震の揺れを吸収するロータリーダンパー天井制振システム¹⁵⁾を開発、さらに今般これをシステム天井へ適用範囲を拡大した（『天井制振構法「ロータリーダンパー天井制振システム」のシステム天井への展開』：Fig. 1）。

大地震後の事業継続や復旧のため、建物被害の状況を早急に判断するシステムへのニーズが顕在化した。大林組では 2014 年に超高層建物向けの被災度即時推定システム¹⁶⁾を開発、その後中低層建物向けの開発（『建物地震被災度即時推定システムの開発』）に着手し、2022 年 3 月に日本建築防災協会の技術評価（建防災発第 30176 号）を取得した。このシステムを実装した建物では、地震直後に「構造躯体の被災程度は小さいと考えられ使用可能（A ランク）」であることが判断できる（Fig. 2）。

様々な自然災害に対してウェルネスな社会を形成し、持続させていくための事業継続計画（BCP）の重要性が益々高まっている¹⁷⁾。一方で、近年豪雨や台風等の気象災害が激甚化・頻発化しており、想定を上回るような災害が発生していること、また我々を取り巻く社会環境が高度化、複雑化していることを受けて、時間的な変動を考慮した計画が求められる。『VUCA 時代の自然災害に対する事業継続計画』ではシナリオプランニングに基づく戦略に沿った長期視点での BCP 策定に関してその方法論（Fig. 3）を提示し、大林組が提供する関連技術について紹介している。今後は複雑化した社会に対する BCP の実践と、要因の異なる自然災害が同時期に発生するような複合災害への評価手法の確立を目指す。

建物用途の多様化や意匠性の自由度を確保しつつ、建築火災に対する避難安全を実現しなければならない。火災時における利用者の避難安全性を確保するには、建物の空間特性や利用者の特性に応じて適切な避難経路を確保し、保護するた

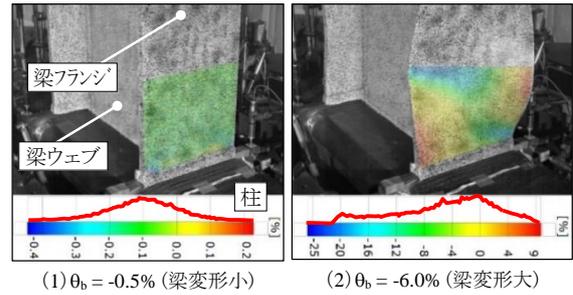


Photo 1 デジタル画像相関法によるひずみ計測状況
Strain Measurement Status by
Digital Image Correlation Method

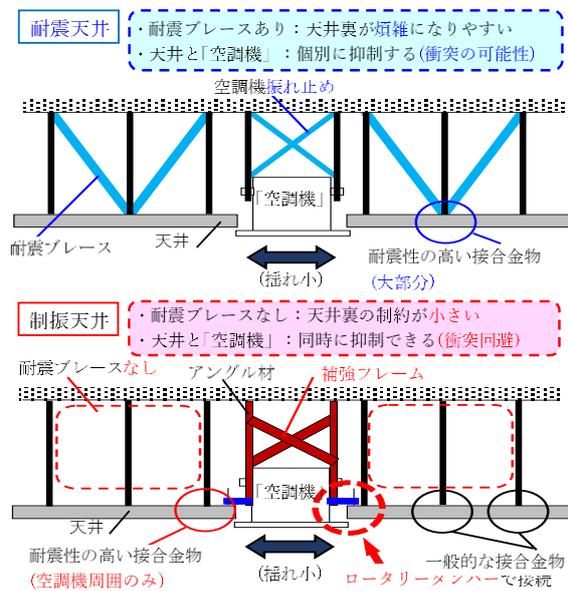


Fig. 1 耐震天井と RDS の補強方法と特長
Comparison of the Ceiling Reinforcement Methods

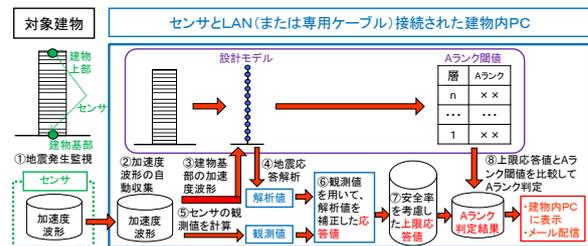


Fig. 2 A ランクの評価フロー
Evaluation Process of Damage Level “rank-A”

めの対策を講じることが必要である。大林組では避難対策と検証法の高度化に取り組みつつ^{18,19)}、急速な普及・拡大を見せている木造建築においても、木質内装の特性を踏まえた検討と対策を実践している。『高層木造建築物の避難安全設計—Port Plus[®]への適用—』では実プロジェクト²⁰⁾において、無処理の木質内装の燃焼プロセス考慮した燃焼評価法等の構築に取り組みつつ、高度な避難安全検証を実践した事例(Fig. 4)について紹介する。今後は木質内装の意匠性も考慮できる燃焼評価法の高度化にも着手し、更なる顧客価値の創出を目指す。

3.2 「安心」の提供

「安心」とは、人が知識・経験を通じて予測している状況と大きく異なる状況にならないと信じている、何かあったとしても受容できると信じている、と言う概念であるが、個人の主観的な判断に大きく依存する²¹⁾。大林組の考える「安心」は、自然環境と労働環境に配慮した建設工事の実現、高い品質の建物・インフラの提供にとどまらず、例えば100年の耐久性を実現する高靱性・高強度モルタル「スリムクリート」²²⁾の高速道路リニューアル工事での展開に代表される、施設等のライフサイクルを通した顧客価値の向上を目指すものである。

『地盤改良におけるCO₂排出量と六価クロム溶出量を低減する改良手法の開発』は、地盤改良工事における環境負荷低減を実現する技術である。土質条件によってはセメント系固化材の添加に伴い六価クロムが溶出することがあり、特に関東ロームでは固化材の選択だけでは抑制が困難とされている。そこで、粉体添加とスラリー添加に対応した新しい固化材を開発し、その効果を確認した。Table 1に同一目標強度を満たすように改良材を配合した粉体改良土の室内試験体からの六価クロム溶出量とCO₂排出量を、それぞれ列記して示す。

建築工事における品質管理の基本は、設計図書通りに施工がなされているかを確認することである。『MR品質管理システム「holonica[®]」の適用事例と重ね合わせ精度の検証』では、MR(複合現実: Mixed Reality)施工管理アプリ「horonica」²³⁾を活用し、BIMデータを現場の施工物に直接重ね合わせ、確認することにより品質管理を可視化している。従来は膨大な設計図書の中から参照する箇所を選び出し、現実の施工箇所と照らし合わせて正誤を判断していたため、確認業務には多大な時間を要していた。本技術では、各工程の施工前の現場に対して施工後のMRモデルを重ね合わせ、図面の誤認や施工ミスによる手戻りを防ぐことができる。また、現地において発注者や設計監理者との合意形成に用いる(Photo 2)ことにより、完成した建物の満足度向上に役立つと期待される。

土工事の効率的かつ面的な品質管理を可能にした「αシステム」²⁴⁾を発展させた、『次世代αシステムの開発』について紹介する。従来の現場での品質管理基準では、例えば1,000~1,500mに15点といった離散的なデータ収集に基づく管理であることに加え、データの事後処理が必要であっ

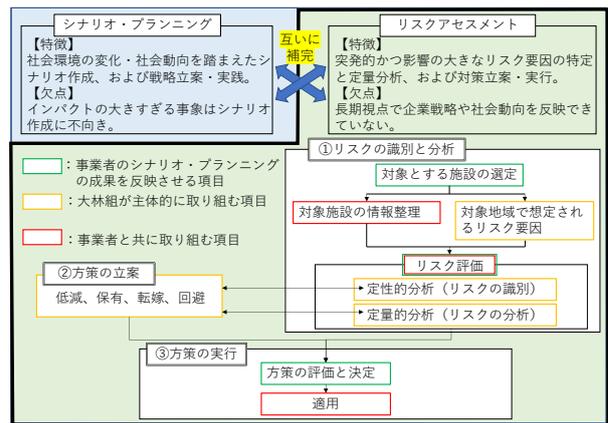


Fig. 3 事業継続計画策定フローと作業分担 Business Continuity Planning Flow and Task Assignment

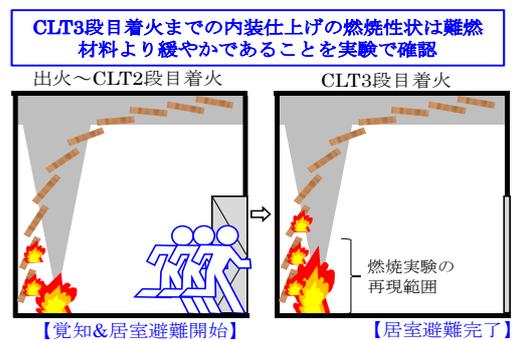


Fig. 4 Port Plus[®]での避難安全検証例 Evacuation Valuation Example in Port Plus[®]

Table 1 同一目標強度*を満たす改良材を添加した粉体改良土の六価クロム溶出量とCO₂排出量 Hexavalent Chromium Elution Amount and CO₂ Emissions to Meet the Target Strength by Powder Mixing Method

改良材	六価クロム溶出量	CO ₂ 排出量
-	mg/L	kg-C/m ³
OPC**	0.22	245
固化材 A	0.08	134
固化材 B	0.10	137
開発改良材	0.01<	76

*σ₂₈>730kN/m² **普通ポルトランドセメント

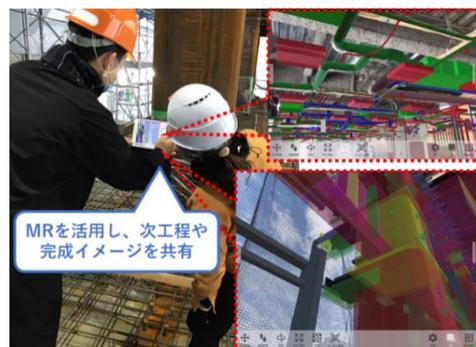


Photo 2 MRを活用した現地確認と合意形成 Site Investigation and Consensus Building Utilizing MR

た。次世代 α システムでは複数の計測機器(Photo 3)より得られたデータを瞬時に処理し、データ統合解析システムで可視化することにより、盛土品質のリアルタイム表示と管理を実現した。また、複合的な観点から盛土の締固め品質の評価を行うことができる。

環境建築²⁵⁾に適合する省エネと経済的観点から、エアフロースクリーンファサードシステム(以下 AFS: Fig. 5)の採用が期待されている。採用にあたっては、多様な AFS を評価・設計できる、実用的熱負荷シミュレーションモデルが必要となる。『NewHASP と換気回路網プログラムを用いたエアフロースクリーンモデル』では、熱性能に影響を与える各種間仕切りの構成とその特性値から、多数室モデルを提案している。本モデルは高度な評価と使い易さを両立し、かつ熱負荷を低減するための最適な組み合わせを可視化する。これにより AFS の検討が容易となり、設計業務の生産性ならびに顧客満足度の向上が期待できる。

これらの技術は省力化・無人化施工、業務の生産性向上および高品質かつ説明性の高い建設物の実現に資する。

3.3 「快適」の実現

大林組ではウェルビーイングに係わる社会課題の解決に向け、快適な職住環境や自然との融和・再生に着目したソリューションの技術開発に注力している。

居住空間の快適性の実現には、解放感の観点から天井高さを確保することが重要である。一方建築計画上、梁で区切られた天井裏の設備配管スペースの確保が難しくなる。そこで、梁の高さが通常より低く幅が広い扁平梁を部分的に活用することが有効となる(Fig. 6)。特集論文『RC 扁平梁工法の開発』では、大地震時における扁平梁と周辺の梁・柱との相互作用に着目した構造実験等を実施し、扁平梁の構造性能を合理的に考慮できる設計法を示した。

度重なる地震災害に基づいた設計地震力の増加に伴う耐震補強対策の一つとして耐震壁があるが、通常の耐震壁とは異なり、採光や通風が可能で室内空間の快適性を損なわない耐震壁を構築する「3Q ダイアキャスト®を用いた 3Q-Wall 工法」を開発してきた(Photo 4)²⁶⁾。『採光・通風が可能な耐震壁「3Q ダイアキャスト®を用いた 3Q-Wall 工法」の組積段数制限の拡張』では、より開放感のある補強壁の実現を目指して実施した構造実験と、改訂した設計法について報告している。

照明の省エネルギー性と居室内の快適な光環境の実現には、高精度な光環境シミュレーション技術による事前検討が有効である。特集論文『建材の反射指向特性を考慮した輝度シミュレーション手法の開発と計算事例』では、建材表面の艶や風合いを生かした光環境設計が可能となる計算手法を構築している。本手法によって、従来手法では再現できない実測と同様の輝度分布が再現可能であることを検証結果(Fig. 7)とともに報告している。

建築デザインは人々の生活に快適さをもたらす要素の一つである。一方、建築設計の初期段階であるデザイン案の作成は、アイデア検討や 3D モデル作成など、非常に手間と時間がかかる作業である。そこで、AI を用いてファサ



Photo 3 次世代 α システムの機器構成
System Components of Advanced α System

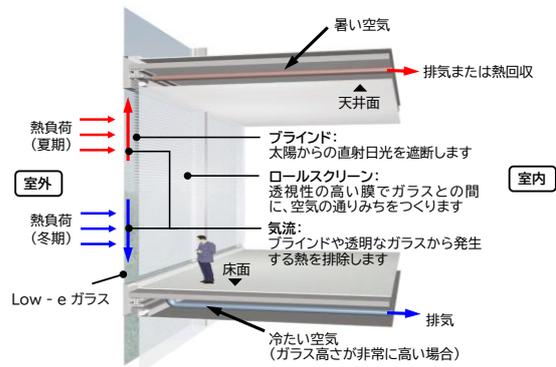


Fig. 5 エアフロースクリーンの構成
Composition of Air Flow Screen

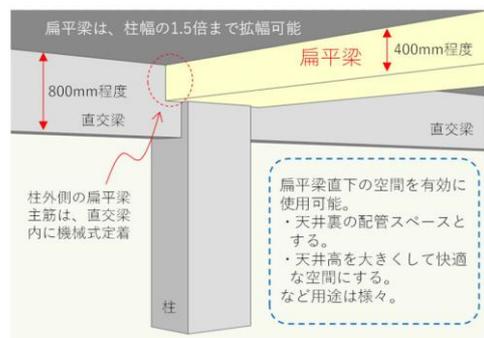


Fig. 6 扁平梁工法の概要
Outline of RC Flat-beam Method

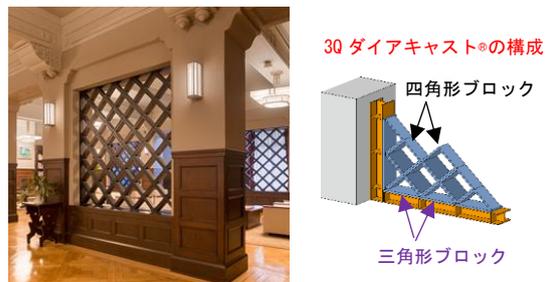


Photo 4 3Q ダイアキャスト®を用いた 3Q-Wall
Example of 3Q-Wall Using 3Q Diacast

ードデザインを支援するシステム「AiCorb®」を開発した。『AI による設計初期段階のデザイン検討支援システム「AiCorb®」』では AiCorb の概要を紹介し、その試行事例を示した(Fig. 8)。AiCorb の実用化により、幅広い設計素案の迅速な作成が可能となり、設計者がより短時間で快適なデザインを提示することができるようになる。

2050 年のカーボンニュートラル実現や気候危機に対応すべく、グリーン社会の実現に向けて「国土交通省グリーンチャレンジ」²⁷⁾が策定された。これにおいてはグリーンインフラの活用が重点化施策として示され、生物多様性の保全・活用や降雨災害の激甚化・頻発化に対応した雨水貯留機能の確保が謳われた。雨水を貯留し流出を抑制する技術として、透水性舗装と湿潤舗装を組み合わせた軽交通道路用の多機能舗装『ハイドロペーブ ライト™』(Fig. 9)を開発した。透水性舗装では雨水は路盤内へ迅速に貯留し、貯留された雨の一部は地中に浸透させるなどして、豪雨時の下水施設などへの流出を抑制させる効果がある。さらに、路盤内に貯留させた雨の一部は湿潤舗装に導水され、路面上から蒸発させる機能を有し、歩行空間用舗装「打ち水ペープ」²⁸⁾と同様の暑熱緩和効果が期待できる。

また、大林組ではグリーンインフラと生態系サービスの関係に着目して技術開発に取り組んでおり、既報においても「大林組のグリーンインフラ技術」²⁹⁾として紹介している。『アサリのハイブリッド育成技術の研究』は、多角的観点(自然再生、水産資源保護および観光資源)からの取り組みを紹介するものである。アサリは古くから潮干狩りを通じた観光資源や干潟を象徴する存在として親しまれてきたが、昨今の過酷な夏季の環境で急速にその数を減らしている。そこで、夏季に陸上施設で保護し、その後秋季に放流する手法を検討し、秋季に放流したアサリが翌春季に再生産に貢献することを確認した(Fig.10)。

3.4 「健康」の維持・増進

昨年 SDGs の視点に立ち、健康に働くことへの意識が社会全体として向上している。例えば、健康経営とは企業が従業員の健康に配慮し、その実践を図ることで従業員の健康の維持・増進と、生産性向上を目指す経営手法³⁰⁾と定義されている。「健康」の維持・増進は大林組技術研究所が先駆的、かつ継続的に取り組んでいる分野であり、例えば、

入力画像(スケッチ)

生成結果



Fig. 8 ファサード生成 AI による生成例
Examples of Façade Image Generation by AiCorb

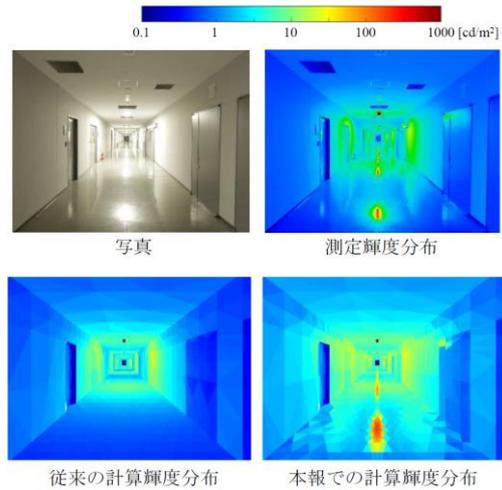


Fig. 7 実建物空間での測定輝度分布と計算輝度分布の比較
Comparison of Measured and Calculated Luminance Distribution inside an Actual Building

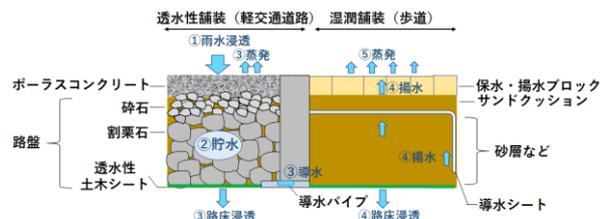


Fig. 9 ハイドロペーブ ライト™の構成
Composition of Hydropave Light

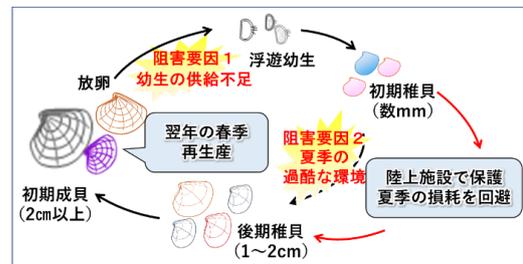


Fig. 10 アサリの減少要因とその対策
Decrease in Manila Clam and Preservation Measure

技術研究所本館テクノステーション「WELL 認証」の取得や認証取得時に導入した要素技術の効果を既に報告している^{31,32}。また、従業員や現場作業員の健康状態と作業環境の把握を目的としたリアルタイム体調管理システム「Envital[®]」^{33,34}を開発し、工事現場への適用を推進している。

建設工事における様々な作業の省人化・自動化に関する技術開発は、昨今の人手不足を解消し、工事をより早く、正確に進めることを目的としている。同時に、これらの技術は長時間労働になりがちな従業員や、過酷な環境で従事している現場作業員の負担を軽減し、健康を守ることもつながる。『耐火被覆吹付けロボットの中高層事務所ビル工事への適用』では、こうした過酷な作業環境ゆえに慢性的に人員が不足している工事の省人化・自動化を目指しており、本特集では中高層ビル工事での試験施工における、施工効率改善の取り組み成果を報告している(Photo 5)。また、『LiDAR 付き携帯端末を用いた下地補修範囲の記録手法の開発』では、外壁タイルの有機系接着剤張り工法において、従来は現場写真を見ながら立面図等に起こす等、作成に多大な手間を要していた補修範囲の施工記録について、携帯端末を用いて自動化した省力化手法を紹介した(Fig.11)。

2014年に米国で開発された空間評価システムでは、オフィス空間で働く人の健康が定量的に評価され、その適合認証(WELL 認証)が建築物に対して発行されるが、健康経営の機運の高まりと共に、日本国内での認証取得事例が増加している。また、2020年にはCOVID-19などの感染症やその他緊急事態に対する建物や施設の健康・安全性を評価するWELL Health-Safety Rating³⁵が開発された。本特集では、認証取得への取り組みや検証実験の概要、制度の課題について、『WELL 認証・WELL-Health Safety Rating への取り組み』として報告している(Fig. 12)。一方、感染症拡大を背景にテレワークなどの多様な働き方が急速に浸透しつつある現状を踏まえ、『アンケート調査による職員のワークスタイル分析』では、従業員を対象としたアンケート調査を実施し、健康に働くための基礎的な知見や組織運営のあり方を分析している(Fig. 13)。

職場の感染症対策に関連する技術開発として、本特集では『窓開け換気による現場詰所の感染リスク低減効果』と『マルチミストの付着ウイルスの不活化評価とマルチミスト[®]ビルトインの適用事例』を紹介する。前者は、現場詰所の窓開け換気時の感染リスク低減効果(Fig. 14)について、流体解析技術と感染確率モデルを用いて定量的に検証している。後者は、開発済のマルチミスト除菌技術³⁶の付着ウイルスに対する不活化効果を検証するため、新型コロナウイルスを含めた3種類のウイルスを用いた不活化試験を報告すると共に、新たに開発したマルチミストビルトインの実建物(Fig. 15)や現場詰所への適用事例などを紹介している。

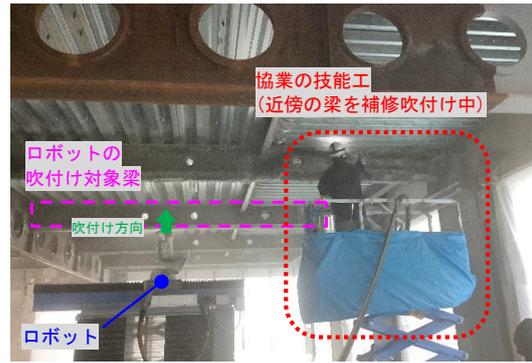


Photo 5 ロボットと技能工の施工状況
Construction Status of Robot and Skilled Worker

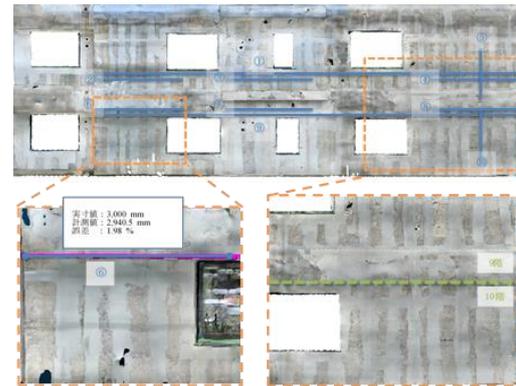


Fig. 11 LiDAR 付き携帯端末を用いた下地補修記録
An Example Record of the Repaired Area of the Surface
Using a Mobile Phone with LiDAR



Fig. 12 世界初のホテルでの WELL 認証取得例
Outside and Inside View of Project

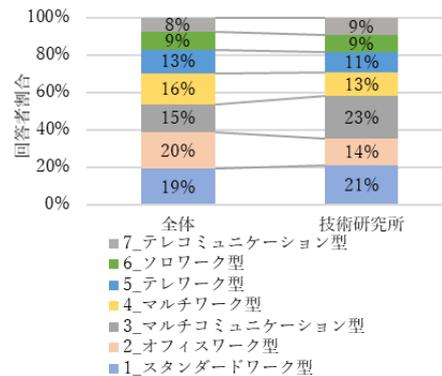


Fig. 13 事業所別の勤務性向の分析例
Distributions of Work Style by Affiliation

2013.8

- 15) 青山優也, 他: 天井制振構法「ロータリーダンパー天井制振システム」, 大林組技術研究所報, No.82, 2018
- 16) 中村 充, 他: 地震時における建物被災度の即時推定技術, 大林組技術研究所報 No.78, 2014
- 17) 副島紀代, 他: 多様化する自然災害リスクへの対応に関する一考察, 大林組技術研究所報 No.84, 2020
- 18) 山口純一: 「あらかじめの検討」に基づく避難安全検証の店舗等への適用, 大林組技術研究所報 No.81, 2017
- 19) 岸上昌史, 他: ゾーンモデルを用いた大規模群集避難性状の予測, 大林組技術研究所報 No.83, 2019
- 20) 榎本浩之, 他: 都市木造の実現に向けた構造技術の開発, 大林組技術研究所報 No.85, 2021
- 21) 文部科学省, “「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書, 6p”, 2004,
https://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/anzen/houkoku/04042302/1242079.htm, (参照 2022-09-02)
- 22) 佐々木一成, 他: 高耐久・短工期を実現するプレキャスト道路橋床版接合工法「スリムファスナー®」,
大林組技術研究所報, No.82, 2018
- 23) 大林組, “施工場所に BIM データを重ね合わせる MR 施工管理アプリ「holonica™」を開発”,
https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20210419_2.html, (参照 2022-09-02)
- 24) 大林組, “盛土の施工管理 α システム”, https://www.obayashi.co.jp/solution_technology/detail/tech_d022.html,
(参照 2022-09-05)
- 25) 公益社団法人日本建築家協会, “JIA 環境建築賞”, <http://www.jia.or.jp/member/award/environment/>, (参照 2022-09-16)
- 26) 穴吹拓也, 他: 鋳鉄製ブロックを用いた耐震補強工法「3Q-Wall®」の開発, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017
- 27) 国土交通省, “グリーン社会実現に向けた「国土交通省グリーンチャレンジ」”, 令和 3 年 7 月,
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001412775.pdf>, (参照 2022-09-02)
- 28) 大林組, “湿潤舗装システム 打ち水ペーパー”, https://www.obayashi.co.jp/solution_technology/detail/tech028.html,
(参照 2022-09-02)
- 29) 相澤章仁, 他: 大林組のグリーンインフラ技術, 大林組技術研究所報 No.85, 2021
- 30) 経済産業省商務情報政策局ヘルスケア産業課: 企業の「健康経営」ガイドブック～連携・協働による健康づくりの
ススメ～ (改訂第 1 版), 経済産業省, 2016
- 31) 吉野攝津子: 大林組技術研究所本館テクノステーション「WELL 認証」の取得, 大林組技術研究所報, No.82, 2018
- 32) 山田省吾, 他: 大林組技術研究所本館テクノステーションにおけるスタンディングデスク導入効果に関する研究,
大林組技術研究所報, No.82, 2018
- 33) 大林組, “作業員向け体調管理システム Envital®”, https://www.obayashi.co.jp/solution_technology/detail/tech073.html,
(参照 2022-09-05)
- 34) 赤川宏幸, 他: 作業員向け体調管理システム「Envital® (エンバイタル)」の開発, 大林組技術研究所報, No.84, 2020
- 35) International WELL Building Institute, pbc: WELL HEALTH-SAFETY RATING FOR FACILITY OPERATIONS &
MANAGEMENT, 60p., 2022
- 36) 四本瑞世, 他: 「マルチミスト®」を用いた加湿・除菌システムの開発と適用, 大林組技術研究所報, No.84, 2020