

# 特集 「働きがい改革・働き方改革」

解説

働きがい改革・働き方改革

Obayashi Technologies for Work Engagement Reform and Workstyle Reform

佐原 守

Mamoru Sahara

## 1. はじめに

日本の労働者の長時間労働は、OECD（経済協力開発機構）のような国際機関の調査報告等においても、以前から指摘されていたり。日本社会としても、薄々「働き方」が課題であるとの認識を持ちつつも、強制力のある具体的な対策は講じられていなかった。「働き方」が注目された直接的なきっかけは、2017年～2018年頃に過労死が社会的な問題として受け止められた事と考えられる。日本社会として「命と仕事はどちらが大切なのか？」の選択を迫られたと表現することもできる。あるいは、弱い立場に居る労働者の人権に配慮しようとする意識が強くなり始めたと受け止めることもできる。

労働基準法が改正され、時間外労働の上限規制が厳しくなり、早急に具体的な対策を講じるべき課題として注目され始めた。このように、労働時間が注目されていた2020年3月頃からコロナ禍が発生した。テレワークが導入され、働き方が激変する分野と、エッセンシャルワーカーとしてテレワークはできず、従来と同様な働き方が求められる分野に、明確に分かれた。

仕事の内容に応じて働き方が変わるとなれば、「なぜ仕事をするのか」、さらには「働きがいとは何か」、人間にとって根源的な問いに向き合う必要に迫られたように思われる。2023年5月、新型コロナウイルスは、感染法上の5類に移行された。コロナ禍が一旦、落ち着きを見せる中で、「働きがい」や「働き方」をあらためて考えてみるとの機運が広がっているように考えられる。

このような機運を受けて、2023年度の大林組技術研究所報では、「働きがい改革・働き方改革」と題し特集を企画した。

## 2. 背景

働きがい改革は、やりがいをもって仕事に取り組める状態を作るための取り組みと思われる。働きがいの中には働きやすさも含まれ、その中には、就労環境が快適であることも含まれる。大林組は、快適な空間や環境を提供することができ、技術研究所はそれらを支える技術を開発することができる。このように考え、大林組技術研究所が「働きがい改革」に貢献できる役割は、「快適性を提供しやりがいを支える技術を開発すること」と捉えた。

一方、厚生労働省<sup>2)</sup>は働き方改革における重要な課題を次のように表現している。

「我が国は『少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少』『育児や介護との両立など、働き方のニーズの多様化』などの状況に直面しています。こうした中、投資やイノベーションによる生産性向上とともに、就業機会の拡大や意欲・能力を存分に発揮できる環境を作ることが重要な課題になっています。」

2024年4月から、医師や運送業に従事するドライバーとともに建設業に従事する労働者にも時間外労働の上限規制が適用され、より一層の働き方改革が求められている。建設業における時間外労働を抑制するために、大林組技術研究所が「働き方改革」に貢献できる役割は、「生産性を向上し働きやすさを支える技術を開発すること」と捉えた。

大林組技術研究所は、1965年の創設以来「働きがい・働き方」に貢献する「快適性」や「省力化工法」などの技術を開発している。労働時間が注目され始めた頃、経営計画「大林グループ中期経営計画2022」<sup>3)</sup>が策定された。この中にも、「就労環境の改善」「安全・品質の向上」「生産性の向上」を実現する技術の獲得が重要な項目として掲げられている。これらの重要項目を、「快適性を提供しやりがいを支える技術」と「生産性を向上し働きやすさを支える技術」に大別し、それぞれの下にこれまでに大林組が開発してきた技術や新しく開発した技術を次のように分類した。

### (1) 快適性を提供しやりがいを支える技術

#### 1) 健康・快適環境

やりがいを支えるために、健康的で快適な就労環境を提供する技術。具体的には、建物内の健康・快適環境の創成とその評価技術、光・熱環境や遮音性能の評価技術、屋外の風・熱環境の評価技術、等。

#### 2) 緑化・生物多様性

心の豊かさを保つために、緑化された就労環境や生物多様性が保全された就労環境を提供する技術。例えば、グリーンインフラ（山里、都市、海辺）の創出とその保全技術、生物多様性の保全技術、等。

### 3) 安全衛生管理

安全衛生管理が行き届き、不安や心配の無い就労環境を提供する技術。例を挙げると、医療施設を含む室内の除菌技術、食品生産施設での昆虫の駆除・防除技術、建設現場における安全衛生管理技術、等。

### 4) 防耐火・避難

火災時に備え安全・安心を提供する防耐火性能の評価技術、避難安全計画が行き届いた就労環境を提供する技術。具体的には、不燃化木材の性能評価技術や、高層木造耐火建築物の避難安全性能の評価技術、等。

## (2) 生産性を向上し働きやすさを支える技術

### 1) ロボット化・省力化

建設ロボット等の採用により生産性を向上させ、働きやすさを支える技術。具体的には、建設用 3D プリンターによる建築物の設計施工技術、現場横向きロボット溶接工法、省力化が期待できる新しい盛土の締固め品質管理システム、等。

### 2) AI・ICT・品質管理

AIやICT技術を活用して各種作業の効率化を図る技術、各種工事の品質管理の省力化を図り働きやすさを支える技術。例えば、建築デザイン案の作成を支援するシステム、コンクリートやタイル等の品質管理業務の省力化を実現する技術、等。

### 3) 合理化・短工期化

各種工事の現場作業を簡略化し、短工期化を実現し、生産性を向上して働きやすさを支える技術。例を挙げると、プレキャスト製品を有効活用して合理的に道路橋床版を取替ることのできる工法、降雨時にも予定通りコンクリートの施工を可能とする技術、等。

続く 3 章では、この分類の順序に対応させて、これまでに大林組が開発してきた技術の流れを振り返りつつ、新たに開発された技術を解説する。

## 3. 大林組の技術

### 3.1 快適性を提供しやりがいを支える技術

**3.1.1 健康・快適環境** 健康的な建物の第三者評価制度として世界的に最も実績のある性能評価システムが、WELL 認証・WELL Health-Safety Rating である。大林組はこれまでに事務所、研修所、ホテル等、異なる用途で多くの WELL 認証を取得対応している<sup>4)</sup>。

大林組技術研究所の本館執務者を対象としたワークスタイルアンケートより、目指す働き方が、「Empathy（共感）」「Fulfillment（達成/業務の達成）」「Well-being（健全）」であると導かれた。これらを具現化する 3 つの設えを導入し、導入前後のアンケート結果を比較することにより、その導入効果を検証している（『Empathy, Fulfillment, Well-being を目的とした設えとその導入効果』：Fig. 1）。

働きがいには、具体的な行動指針や指標がないため、労使双方の具体的な施策を打ちにくい。大林組ではアンケート調査結果に基づき、今後の働きがいの指針や指標の構築を試みている（『ウェルビーイングの観点からワークエンゲージメントを評価する指標』：Table 1）。

建物内の光環境を適切に創造するためには、明るさ、快適性、雰囲気、健康などの多角的な検討が必要となる。これら进行评估するためには、様々な視覚的效果を決定づける輝度分布が重要であり、輝度分布に基づく照明設計が必要である。従来の光環境シミュレーション手法では考慮されていなかった反射指向特性を考慮した手法を開発し、より実情に近い輝度分布に基づく照明設計を行なっている<sup>5)</sup>。

建物内の熱環境を整えるための空調施設には経済性も求められるため、経済性に優れたエアフロースクリーンの環境建築への適用が期待されている。具体的には、多様なエアフロースクリーンを評価・設計でき、設備設計者が利用可能な実用的熱負荷シミュレーションモデルが必要である。このため、動的熱負荷計算プログラム 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を開発している<sup>6)</sup>。

建物の遮音性能は、一般的に室内の音圧を測定して算出される。従来の音圧による測定では、音の特性上、低い周波数帯域ほど測定結果がばらつきやすい課題があった。この課題を解決するために、音圧と粒子速度を考慮した音響エネルギー密度による、新たな遮音測定方法に関する基礎検討を数値解析により行っている<sup>7)</sup>。これによれば、従来困難であった低い周波数帯域における遮音性能測定の安定性が向上し、遮音性能の品質管理に貢献することが期待される。

木造建物は RC 造・S 造の建物と比較すると躯体が軽量なため、様々な部位からの側路伝搬音の影響があり、実験室で測定した壁や床単体の遮音性能が得られない。大林組が開発した CLT（直交集成板）ユニット工法は柱・梁がないため、側路伝搬音の影響がより顕著に表れると予想されたものの、どの程度の内装遮音対策を講じれば適切な遮音性能が得ら

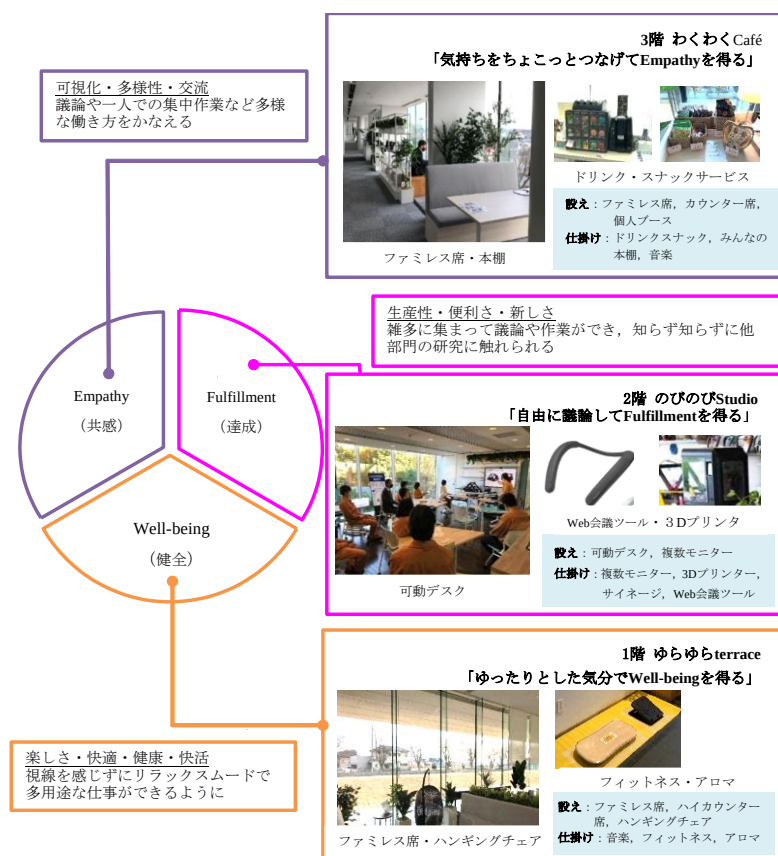


Fig. 1 導入した設えおよび仕掛けの例  
(3つのコンセプトスペース)  
Examples of Installation of Facilities (Three Concept-spaces)

Table 1 ワーカータイプ分類表  
Worker Type Classification Table

|  |        |                                |
|--|--------|--------------------------------|
|  | クラスター1 | プライベートの充実とワークフレキシビリティを重視するタイプ  |
|  | クラスター2 | 仕事への向上心と予期せぬ出会いを重視するタイプ        |
|  | クラスター3 | チームワーク、顧客からの評価、職場での親密さを重視するタイプ |
|  | クラスター4 | 業務に集中するタイプ                     |

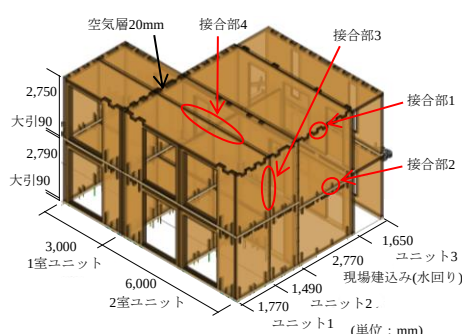


Fig. 2 CLT ユニット工法建物試験体  
Overview of CLT Unit  
Construction Building Specimen

れるかは不明であった。そこで、検証実験結果に基づき、要求性能に応じた内装遮音仕様を提示している（『CLT ユニット工法建物の遮音性能』：Fig. 2）。

建物が建設されると、周辺の風環境は変化する。特に歩行者に対しては、事前に予測評価を行い、必要に応じて改善策の提示とその効果の検証が求められる。また、建物の設備機器から発生する排気の拡散や外装部材から生じる風騒音といった風に起因する現象に対しては、対象位置の風状況を把握することが重要となる。そこで、風環境シミュレータ「Zephyrus<sup>®</sup>（ゼフィルス）」を開発し、用途に応じた評価や情報提供を行っている<sup>8)</sup>。

暑熱環境下における建設作業現場での熱中症災害のリスク低減を目指して、体調管理システムを開発し運用している。ISO が示す作業中止を促す心拍数の指標は高齢者ほど閾値が低くなるのに対して、実際の建設現場の作業員の心拍数は年齢に大きく依存しない実態が分かってきた。このシステムの運用により、実情に即した体調を管理でき、熱中症災害のリスク低減に貢献している<sup>9)</sup>。

雨水流出の抑制およびヒートアイランド現象の緩和に対する社会的ニーズに応えるために、透水性舗装と湿潤舗装を組み合わせた舗装「ハイドロペイブライト<sup>®</sup>」を開発している。試験施工後の2年にわたる観測結果に基づき、貯水性能と路面温度低減効果を定量的に確認している<sup>10)</sup>。

**3.1.2 緑化・生物多様性** 大林組はこれまでに開発してきたグリーンインフラ技術を山里、都市、海辺の3つのエリアに分けて示している。山里を対象とした技術は、法面や斜面の緑化技術や水質浄化技術である。都市を対象とした技術は、ヒートアイランド現象の緩和や都市型洪水の抑制を目的としたハード技術と、グリーンインフラの機能評価を行うソフト技術である。海辺を対象とした技術は、アサリをはじめとする生物の生息環境を創り、そのサービスを享受することを期待する技術である<sup>11)</sup>。

林業の分野では、外材利用から国産材利用への転換、木造建築への利用促進により、国産材需要が回復している。一方、伐採後に植林する苗木が不足しており、森林の永続的な利用が困難になっている。そこで、森林を循環利用するための課題の一つとして、苗木を安定的に供給する技術を開発している<sup>12)</sup>。

建設工事に関連する生物多様性保全の取り組みについて、1992年から2021年の30年間に実施した223件の情報を整理分析した結果、件数の多かった事例は、ビオトープ、貴重植物、猛禽類、緑化技術、昆虫類（ホタル等）であった。ま



Fig. 3 街路樹，再開発緑地，既存大型緑地で多く出現した鳥類種の違い  
Differences in Avifauna According to Green Space Type

た、近年急速に進展した DNA 解析技術について、野外調査への適用に取り組んでいる。保全対象になった動植物の種類を問わず、調査や対策の計画から実施、事後モニタリングまで、幅広い対応実績を有している<sup>13)</sup>。

最近の都心部再開発では緑地が減少するのではなく、むしろ増加していることが分かっている。このようなことは今まではなく、快適環境の創出への貢献が期待されている。鳥類などの生物の分布に良い影響がもたらされる期待があるものの、調査結果による基礎データは取られていない。そこで、東京都心部で調査を実施し、その調査結果による基礎データから得られた知見をまとめて示している。このような生物多様性向上への貢献を定量的に評価する取り組みは、創出した緑地の価値を示す重要なツールになると期待される。(『都心部再開発区域における越冬期の鳥類の出現状況に関する研究』: Fig. 3)。

**3.1.3 安全衛生管理** 新型コロナウイルス感染症の拡大により、ドアノブやテーブル、手すりなどの環境表面の除菌ニーズが高まった。特に、医療施設では、院内感染を防止するため、感染症患者が使用した病室では消毒剤による清拭除菌が行われている。しかし、人員の確保や感染リスクの観点から清拭作業が大きな負担になっている。これに対応するために、病室除菌用として、病室のエアアウトレットに接続して自動で除菌する持ち運びサイズの除菌装置「カセットミスト®」を開発している<sup>14)</sup>。さらに、利用者不在時に環境表面を自動で除菌する技術「マルチミスト®」を開発し、保育園など実建物に導入されている<sup>15)</sup>。

マルチミストのビルトインタイプの適用拡大に向けた課題として、初期の導入コストの削減が挙げられる。そこで、複数エリアを順次除菌・加湿するシステムを開発し、初期費用の削減を図るとともに、システムの実適用例を示している(『マルチミスト®の適用拡大』: Photo 1)。

食品や医薬品等の生産施設における昆虫の侵入や発生に対応するために、防虫シートの性能評価や、次亜塩素酸ミスト噴霧による防除技術を開発している<sup>16)</sup>。試験結果に基づき殺虫効果を定量的に確認しており、今後、駆除が困難な天井裏等の防虫技術としての展開も期待されている。また、遺伝子解析技術を応用した害虫のモニタリング技術の開発にも取り組んでいる。

一方、山岳トンネル工事の現場では、切羽と呼ばれる掘削面の岩石の種類(岩種)などの地質性状を日々観察し、それを安全管理にも利用している。岩種の判定精度は切羽観察者の経験等に影響を受けていた。そこで、AI(ディープラーニング)を用いて、写真から岩種を判定するシステムを開発している。7岩種の教師データを集めて学習させたところ、平均で約85%の正答率が得られている<sup>17)</sup>。

切羽で作業する際の安全管理のために、切羽崩落の予兆を常に監視する必要がある。切羽監視員を配置しているものの、目視で全ての予兆を捉えることは困難である。そこで、画像処理技術に注目して、切羽崩壊検知システム「ロックフォールファインダー®」を開発し、実工事に提供されている<sup>18)</sup>。その後、同業他社の工事においても適用されている。

**3.1.4 防耐火・避難** 近年、木造建築が注目されているものの、木材は可燃物であるため内装材料として使用する場合、不燃化する場合がある。従来の不燃木材は水溶性の難燃剤を針葉樹に加圧注入して製造するが、施工後に白華し美観を損ない易く、防火性能の低下なども懸念されている。このような問題を解決するため、難燃剤を使用しない大林組独自のアルミニウム箔複合シートを利用した新たな不燃木材「アルファティンバー®」を開発している<sup>19)</sup>。

また、TBM社製のLIMEX中空シートは紙やプラスチックの代替材料であり、環境負荷が少なく建築内装材としての利用にも注目が集まっている。LIMEXは石灰石を過半含むものの可燃物であり、天井材として使用するためには不燃化する必要があった。これにもアルファティンバーに用いた不燃化技術を適用し、国土交通大臣による防火材料認定のうち、最も性能の高い不燃材料として認定を取得した開発内容と、具体的な適用例を示している(『LIMEX不燃化天井材』: Fig. 4)。



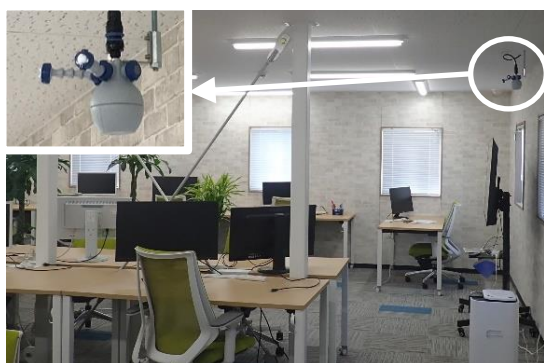


Photo 1 マルチミスト®ビルトインの適用  
Application of Built-in Multi Mist

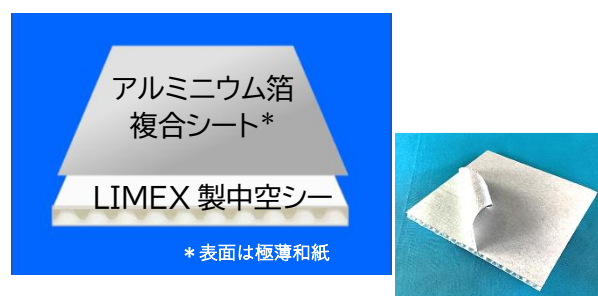


Fig. 4 LIMEX 不燃化天井材の概要  
Outline of LIMEX Incombustible Ceiling Board

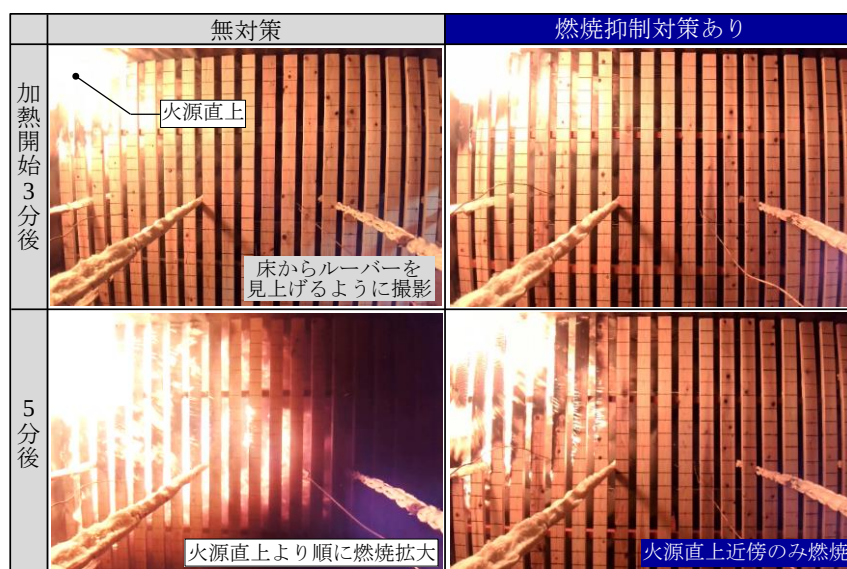


Photo 2 天井付近に設けた木製ルーバーの燃焼性状  
Combustion Properties of Wooden Louvers Installed below Ceilings

非住宅分野での木造・木質化建築が国の施策として推進されている。このような動向がある中、例えば、エントランスや食堂等の空間の天井下に、不燃処理を施していない木製ルーバーを設置したいとのニーズがある。火災時には当該ルーバーの燃焼が在館者の避難安全に影響を与えるため、その燃焼性状を把握しておくことは非常に重要であるものの、その特性は明らかにされていない。そこで燃焼実験を行い、火災初期における不燃処理を施していない木製ルーバーの燃焼性状を把握した。併せて、燃焼を抑制する簡便な方法を考案し、実証実験を行っている（『天井付近に設けた木製ルーバーの燃焼性状評価および燃焼抑制手法の開発』：Photo 2）。

建物の木造化の推進を受け、大林組でも高層純木造耐火建築物 PortPlus®を建設している。火災時の避難安全計画を策定する上で抽出した木造特有の課題を整理している。課題の対策技術を提示し、木質内装の燃焼実験を実施し、その有効性を定量的に示している<sup>20)</sup>。

### 3.2 生産性を向上し働きやすさを支える技術

3.2.1 ロボット化・省力化 建設業の労務不足に伴い、建設作業のロボット化への期待が高まっている。搬送作業の省力化を目的として、工事現場内のエレベーターとも連携可能な複数の資材自律搬送システムを開発している。複数のシステムから、工事現場の規模や搬送資材など様々な条件を考慮し、最適なシステムを選択することが可能である<sup>21)</sup>。

コンクリート工事における型枠の組立・解体作業や、コンクリートの打込み作業の分野においても、省力化のため、3D プリンターとコンクリート自動打設システムより構成される RC 構造物の自動化製造システムの開発に取り組んでいる。まず、プレキャストケーソン基礎の部材である柱状体の RC 製プレキャストブロックを製造し、その施工性・構造的に問題の無いことを確認している<sup>22)</sup>。つぎに、3D プリンター製の打込み型枠に超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート®」を充填する工法を開発しており、大型構造物を試作するなどの技術開発を進めてきた。本工法による建築



Fig. 5 3D プリンターによる建築物「3dpod™」  
Building (3dpod™) Constructed by 3D Construction Printer



Photo 5 現場横向ロボット溶接工法  
Site Horizontal Robot Welding Method

物の設計施工に関する知見の収集と実証を目的として、実建築物（3dpod™）の建設を行っている。建築基準法に規定のない特殊な材料であるスリムクリートを用いた建築物として、国土交通大臣の認定を得ることで建築確認を取得している（『建設用 3D プリンターによる建築物「3dpod™」の設計と施工』：Fig. 5）。

現場溶接作業の分野においても省力化のため、鉄骨柱・梁の様々な現場溶接作業を自動化できる「現場ロボット溶接工法」を開発し、実用化している。近年は高層建物を中心に高強度鋼材の利用が増加しており、特に高強度・厚肉鉄骨柱への現場ロボット溶接工法の適用を図っている<sup>23)</sup>。

溶接部の強度や靱性には入熱・パス間温度が大きく影響するため、要求値を満足する入熱・パス間温度の管理規定が JIS 等で定められている。冷間加工を受ける角形鋼管柱については特にこの管理規定が厳しく、柱断面によっては現場溶接効率の低下をもたらす要因となる。現場横向ロボット溶接におけるパス間温度管理を合理化するために実施した施工試験結果に基づいて得られた成果を示している（『現場横向ロボット溶接におけるパス間温度管理の合理化』：Photo 5）。

耐火被覆作業の分野においても、省力化のため、耐火被覆吹付けロボットを開発している。中高層事務所ビル工事へ適用し、ロボットの適性に合わせて技能工と作業を分担する施工体制（協業体制）を構築することで歩掛りを向上させている<sup>24)</sup>。

リアルハプティクス技術は、「操作器と作業装置からなる機械の制御において現実の物体や周辺環境との接触情報を双方向で伝送し、力触覚を再現する力触覚伝送技術」である。この技術の活用により、遠隔地のロボットが直接触れている触覚を作業員に伝送することができる。建設技能作業の中から左官作業を選択し、その遠隔操作の研究に取り組んでいる。東京と大阪の間で遠隔左官実験を実施し、良好な結果を得ている<sup>25)</sup>。

建設機械の遠隔操縦の実工事への適用を目的として、提体盛土の実現場の施工において実証実験を実施してきた。また、重機の遠隔操作やマシンコントロールに 3D レーザースキャナ、加速度計などのセンサを組み合わせ、リアルタイムに出来形・品質管理を遠隔で実施する「総合施工管理システム」を試行している<sup>26)</sup>。

次世代の盛土管理システムは、センサによる自動計測（出来形、加速度）およびロボットによる自動計測（含水比、密度）により、品質管理において、多点計測（面的な管理≒全数管理）を実現している<sup>27)</sup>。これにより、従来の盛土品質管理法の 1,000～1,500m<sup>3</sup>に 15 点など、数点の計測で広範囲の品質データとするサンプル試験では、局所的な変状や材料変化が検出できないという課題を解決している。さらに、クラウドを用い新たに改良した締固め統合管理手法の内容を示している（『盛土工事における多点計測のロボット化とクラウドを用いた締固め統合管理手法の開発』：Fig. 6）。

大林組がこれまでに開発してきた建設作業ロボットを含む省力化を図るための技術の流れを振り返りつつ（『建築生産における自動化技術の変遷と最新技術動向』：Fig. 7）、新たに開発された技術の概要を解説している。また、最近当社を含む複数の建設会社がロボティクス企業や ICT 企業とともにコンソーシアム（建設 RX コンソーシアム）を設立して、ロボットの相互利用や共同開発を行おうとする動きも出てきている。

**3.2.2 AI・ICT・品質管理** 建築設計の初期段階では、設計者が複数のデザイン案を提示し、顧客と合意形成を進める。しかしながら、デザイン案作成にはアイデア検討や 3D モデル作成などに、非常に多くの手間と時間がかかる。この合意形成プロセスの効率化を目的に、AI を用いてファザードデザイン検討を支援するシステム「AiCorb®」を開発している<sup>28)</sup>。

コンクリート工事において、多くの書類作成をはじめとした品質管理業務を効率化するため、ICT を活用したコンクリ



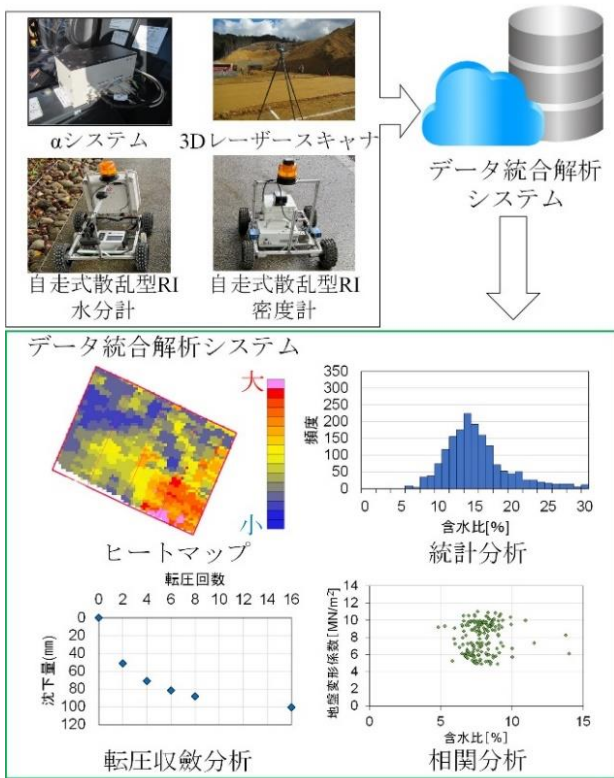


Fig. 6 新しい締固め品質管理手法  
New Compaction Quality Control Method

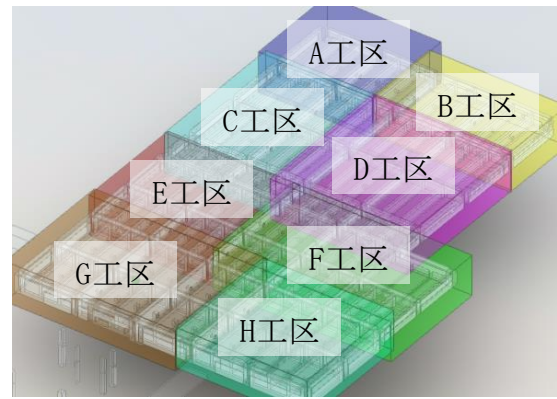


Fig. 8 BIMを活用したコンクリートの  
工区割・温度ひび割れ検討システム  
Concrete Placement Planning  
and Thermal Crack Study System using BIM

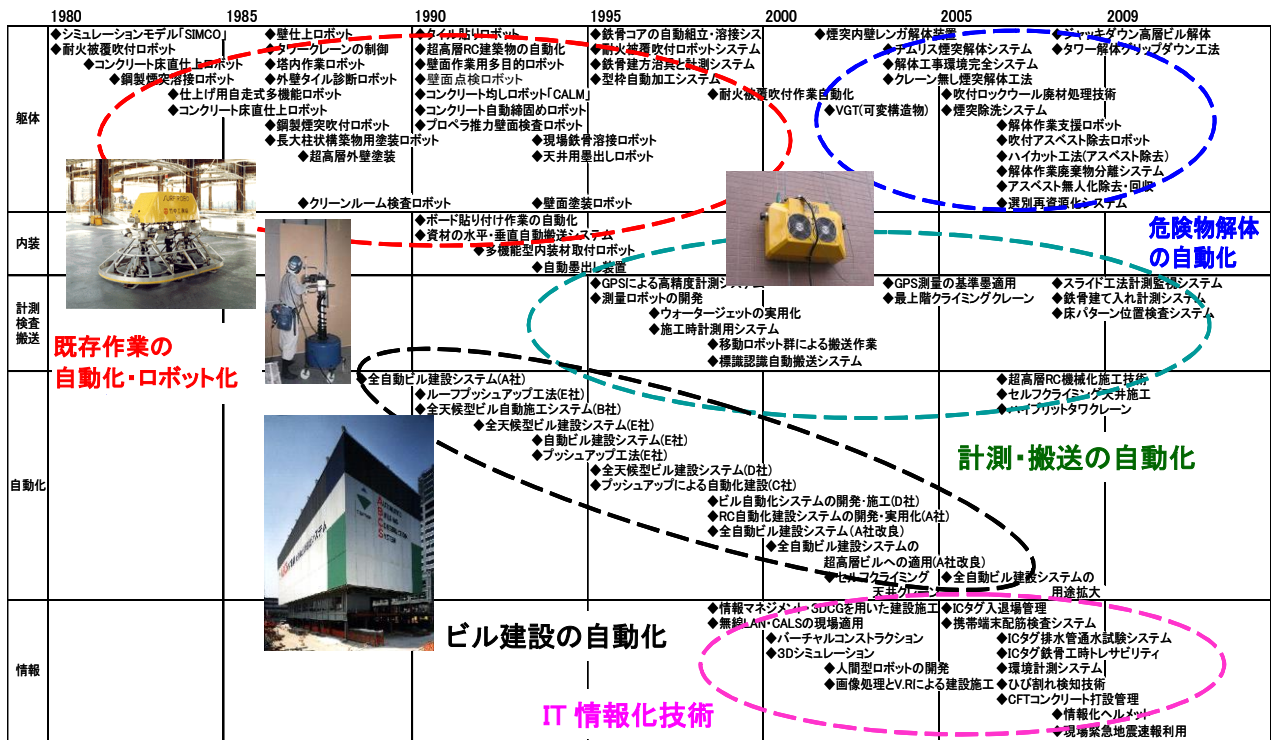


Fig. 7 建設各社の自動化技術の変遷  
Development History of Automation Technology by Construction Companies



Photo 6 外壁タイルの下地補修記録手法「ヘキレキ™」  
Recording Method “Hekireki” for Subsurface Repaired Area in Exterior Wall Tile

ート品質管理システム「コンクルード®」を開発した。システムは「打設計画書作成システム」と iPad などのスマートデバイスを利用した「受入承認システム」で構成される。現場での適用では、1 回のコンクリート打設あたり 90 分程度の作業時間を削減する効果を得ている<sup>29)</sup>。

コンクリートの品質管理項目の中に温度ひび割れの抑制がある。これは、工区割形状の影響を大きく受けることが知られている。工区割形状は一度に打設可能なコンクリート量や、工程に鑑みて決定されることが多いが、専門知識の必要な温度ひび割れの検討には時間とコストを要するという課題があった。そこで、工区割りと温度ひび割れの検証を並行して実施可能となる WEB システムを、大林組の BIM プラットフォーム「プロミエ®」上に構築した。このシステムを利用することによって、専門的な知識がなくても、ひび割れ検証結果を得ることができる（『BIM を活用したコンクリートの工区割・温度ひび割れ検討システム』：Fig. 8）。

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（複合現実：Mixed Reality）を活用し、それらの確認作業を容易に行える品質管理システム「holonica®」を開発している。現場適用や検証実験を通じ、生産性向上の効果が得られている。一方、MR デバイスの重ね合わせの精度に関する課題もあり、これらを改善するための取り組みを継続している<sup>30)</sup>。

仕上げ分野では、国土交通省の通知により 2018 年 5 月以降、外壁タイル仕上げに有機系接着剤張り工法を採用した場合、必要な施工記録を保存すれば、10 年ごとの全面打診検査を免除できることとなった。ただし、必要な記録のうち、下地補修記録については書類作成に労力を要している。LiDAR 付き携帯端末を用い、壁面の状況を連続的に撮影することで、下地補修記録を簡易かつ正確に作成できる手法を開発した。適用案件における省力化の効果を示している（『LiDAR 付き携帯端末を用いた下地補修記録手法「ヘキレキ™」』：Photo 6）。

建設作業現場の安全性、生産性向上の観点から、作業員の位置情報を高精度に取得しておく必要がある。重機の自動運転転化を目指す上でも、周りの作業員の位置把握は重要である。重機自動運転転化のインプットデータとなり得る高精度な作業員位置情報のリアルタイム取得手法を示している（『3D-LiDAR による作業員位置情報取得の高精度化』：Fig. 9）。

ソイルセメントを施工する際、敷地環境条件によって固化遅延性が求められる場合があり、その要求性能は現場により様々である。一般的に、粘性土では遅延性の確保が困難になる。そこで、粘性土でも遅延性がよく、かつ初期の強度発現も大きい固化材を開発した。現場へ適用して要求性能を満足することを確認した内容を示している（『遅硬性ソイルセメントの基礎的な評価試験および開発』：Fig. 10）。

地盤には自然に堆積したことによる不均質性のリスクと、不均質性を正確に把握できないリスクがある。杭の支持層に大きな不陸がある場合にもこのようなリスクがある。品質管理において、これらのリスクの低減を図るために、3 次元的に地層形状を推定可能な 3 次元地盤構造システム「ちかなび®」<sup>31)</sup>を開発している。品質管理への貢献のみならず、設計・施工時に構造物と地層の位置関係を 3 次元的に可視化することにより、検討時間の短縮や手戻り防止等の合理化にも貢献している。

場所打ちコンクリート杭の施工時の品質管理には、多くの労力と時間がかかり、AI・ICT 技術を利用した生産性の向上が望まれている。大林組が新たに開発した場所打ち杭の品質管理システム「PiRuler®」の概要を示している（『場所打ちコンクリート杭の品質管理システム「PiRuler®」』：Fig.11）。

**3.2.3 合理化・短工期化** 大林組は道路橋床版の取替工事の合理化・短工期化を実現する次の 3 種類の技術を開発している。



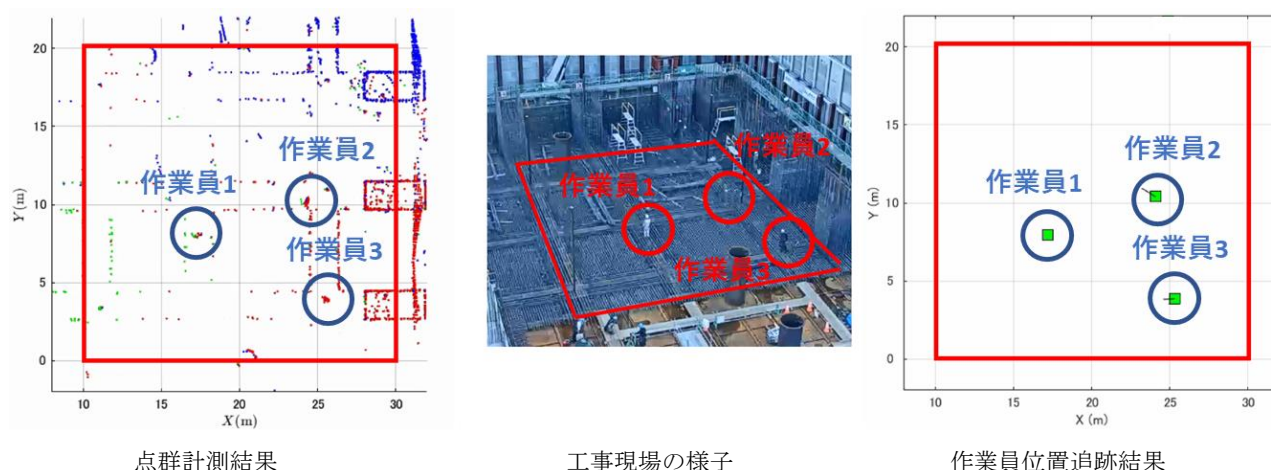


Fig. 9 工事現場実験における点群計測による作業員位置追跡  
Tracking Workers' Locations using Point Cloud Measurements in Construction Site Experiments

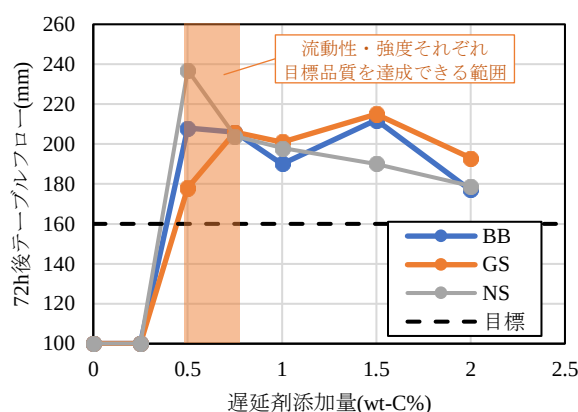


Fig. 10 遅延剤添加量－72h テーブルフロー関係  
Amount of Retardant – Table Flow (72h) Relationships

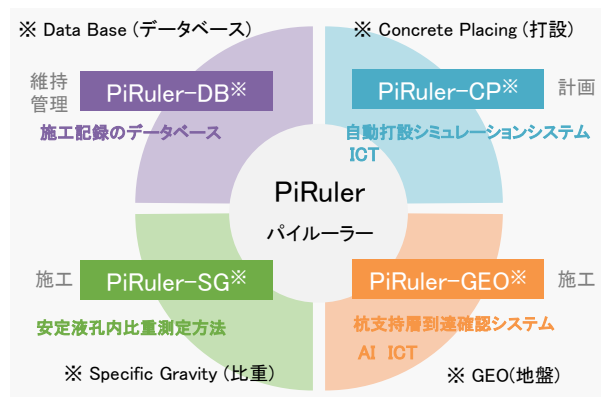


Fig. 11 PiRuler®の概要  
Outline of PiRuler

(1) プレキャスト床版の接合部に超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート®」を使用することにより、接合幅をスリム化し、施工の合理化、工程短縮を実現したプレキャスト床版接合法「スリムファスナー®」を開発している<sup>32)</sup>。必要な接合幅を適切に評価する手法を確立することにより、さらなる合理化を実現している<sup>33)</sup>。

(2) スリムファスナーにスリムクリートを用いて工場製作した「スリム NEO プレート®」を適用することで早期の交通開放を可能とし、また移動式門型床版架設機「ハイウェイストライダー®」やスリムクリートの圧送技術などの要素技術を活用することにより、夜間1車線の規制のみで床版の取替えが可能な「DAYFREE®」を実用化している<sup>34)</sup>。これにより、都市部のリニューアル工事における交通渋滞の抑制を可能としている。

(3) 従来、床版の防水工は現場で施工する必要があるものの、工程が天候に左右されやすく、遅延のリスクがあった。そのため、極めて緻密で遮水性が高いスリムクリートを表層にあらかじめ配置することで防水性能を付与したプレキャスト床版「スリムトップ®」を開発している<sup>35)</sup>。これにより、短工期化と品質向上を両立させている。

超高強度繊維補強コンクリートは耐久性の高い材料であるものの、自己収縮が大きく、収縮が拘束されるとひび割れが発生する場合がある。ひび割れ部に水が浸透すると耐久性の低下が懸念されるが、未水和セメントやカルシウムの反応による自己治癒により、ひび割れが閉塞し、水の浸透が抑制される。このことにより、物質の浸入抵抗性が高まり、耐久性の向上が期待できる。ひび割れを発生させた供試体に水を加圧浸透させ、自己治癒することを確認した内容を示している(『超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート®」の自己治癒効果』: Fig. 12)。

現在、コンクリートの打設作業中に降雨があった場合、品質を確保するために作業を中断している。働き方改革の推進により実営業日が減少すれば、工期遅延の事態も想定される。そこで、降雨時にもコンクリートの施工を行える工法を開発した。この工法により、品質を確保した上で短工期化を図ることができる。アルギン酸ナトリウム水溶液をコンクリート打込み面に散布し、コンクリート中のカルシウムと反応させ不溶性ゲルを生成することで、雨水とコンクリートとの接触を防止して品質を確保する工法の内容を示している(『アルギン酸ナトリウムの散布によるコンクリート打込み時の降雨対策の研究』: Photo 7)。

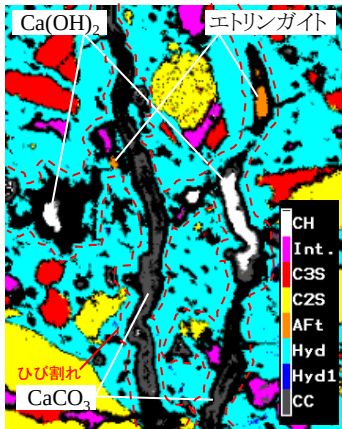


Fig. 12 ひび割れ内部の  
自己治癒状況  
Self-healing State Inside the Crack



Photo 7 アルギン酸ナトリウムの散布により  
生成した不溶性ゲル  
Insoluble Gel Produced  
by Spraying Sodium Alginate

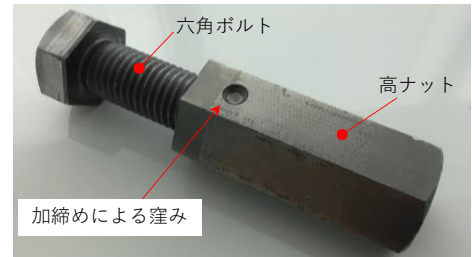


Fig. 13 ロックロックインサート™  
の構成  
Configuration of "Loc-Lock Insert"

鉄筋コンクリート部材に鉄骨二次部材を接合する際、市販の既製品インサートを埋め込んでボルト接合をしている。しかし、既製品は低層建物用での使用箇所に限られ、高層建物での使用は認められていない。代替工法の組立てインサートはパーツの数が多く高額で作業期間も長い。そこで、使用箇所をせん断が卓越する鉄骨二次部材の接合に限定するが、安価で簡易に組み立て可能な嵌合インサートを開発した内容を示している(『二次部材接合用の省力化組立てインサート「ロックロックインサート™」』: Fig. 13)。これにより、作業の省力化とローコスト化を図ることができる。

道路橋基礎などの耐震補強分野では、その対策として杭径が 300mm 以下の小口径杭工法を採用することが増えており、岩盤でも施工可能な高耐力の杭工法が求められていた。このようなニーズに対応可能な「ハイスpekマイクロパイル®工法」の技術を開発している。併せて、経済性も求められる土留め杭に活用できる技術も開発している<sup>36)</sup>。

自立山留め工法は、掘削工事において切梁や地盤アンカーなどの支保工を用いずに、床付けまで掘削する工法である。山留め壁根入れ部の地盤抵抗のみに期待するため、慎重な地盤評価と施工管理が求められる。一方、掘削効率が非常に高くなり、短工期化や省力化に大きく貢献できる。大林組は「斜め土留め」<sup>37)他</sup>の多数の現場適用や深さ 16m の柱列地盤改良体による自立山留めの実現<sup>38)</sup>などにより、掘削工事の効率化を推進している。

既存地下躯体を山留めとして利用すると、新設山留めや既存地下躯体解体の施工数量を大幅に削減でき、合理化の効果が大きい。解体に伴う振動や騒音、廃棄物や温室効果ガスの発生のような環境負荷も大幅に低減することができる。既存地下躯体を山留めとして利用するために必要な種々のノウハウを蓄積している<sup>39)</sup>。

#### 4. おわりに

2023 年度の大林組技術研究所報では「働きがい改革・働き方改革」と題し、その特集を組んだ。大林組技術研究所が果たすべき役割は、快適性を提供しやりがいを支える技術、および生産性を向上し働きやすさを支える技術を開発し実務に適用することと考えた。本特集解説では、これまでに開発・適用してきた技術の流れを振り返りつつ、新たに開発した技術の概要を紹介した。大林組技術研究所は、今後も時代のニーズに即した「働きがい改革・働き方改革」に貢献できる技術開発に取り組む。

本特集解説の記事は、以下の特集 WG メンバーの協力を得て執筆したものである。

(大川悠奈, 金井貴弘, 岸上昌史, 高田祐希, 高森万貴, 田畑侑一, 富安祐貴, 中岡健一, 水上卓也, 水越一晃)

#### 参考文献

- 1) 小倉一哉：日本の長時間労働 ― 国際比較と研究課題, 日本労働研究雑誌, No.575, 2008.6  
<https://www.jil.go.jp/institute/zassi/backnumber/2008/06/pdf/004-016.pdf> (参照 2023-10-2)
- 2) 厚生労働省「働き方改革の目指すもの」  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html> (参照 2023-10-2)
- 3) 大林グループ中期経営計画 2022 [https://www.obayashi.co.jp/company/mid\\_term\\_plan.html](https://www.obayashi.co.jp/company/mid_term_plan.html) (参照 2023-10-2)
- 4) 吉野攝津子, 他：WELL 認証・WELL Health-Safety Rating への取り組み, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12

- 5) 矢部周子, 他: 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, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 6) 相賀洋, 他: 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, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 7) 小田智弘, 他: 音響エネルギー密度による遮音測定に関する解析的検討, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 8) 木梨智子, 他: 風環境シミュレータ「Zephyrus® (ゼフィルス) の活用事例」, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 9) 山田昇吾, 他: 暑熱環境下における建設作業員の体調管理のための心拍数指標に関する基礎的研究, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 10) 長野龍平, 他: 高い貯水性と路面温度低減効果を有する「ハイドロペイブライト™」の開発, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 11) 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, 2021.12
- 12) 下山真人, 他: 循環型林業における人工光苗木育成技術の研究, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 13) 寺井学: 建設業における生物多様性保全の取り組みと DNA 解析技術がもたらす変化, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 14) 四本瑞世, 他: 持ち運びサイズの除菌装置「カセットミスト™」の開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 15) 四本瑞世, 他: マルチミスト®の付着ウィルス不活性化評価とビルトインの適用事例, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 16) 洲崎雄, 他: 防虫シートの性能評価と次亜塩素酸ミスト噴霧による防除技術の開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 17) 奥澤康一, 他: 人工知能を用いた岩種判定システム, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 18) 藤岡大輔, 他: 山岳トンネル切羽崩壊検知システム「ロックフォールファインダー®」の開発, No.84, 2020.12
- 19) 高橋晃一郎, 他: 新不燃木材「アルファティンバー®」の開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 20) 岸上昌史, 他: 高層木造建築物 PortPlus®での避難安全設計, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 21) 井田慎太郎, 他: 大林組ロジスティックスの開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 22) 北村勇斗, 他: PCa ケーソン基礎の自動化製造, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 23) 浅井英克, 他: 高強度・厚肉鉄骨柱への現場ロボット溶接工法の適用, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 24) 瀬川紘史, 他: 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, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 25) 上田尚輝, 他: リアルハプティクス技術を利用した左官作業の遠隔操作に関する研究, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 26) 稲川雄宣, 他: 提体盛土でのローカル 5G を用いた複数重機連携の遠隔操縦実証実験, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 27) 松崎晃, 他: 新しい締固め品質管理システムの開発, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 28) 中林拓馬, 他: AI による設計初期段階のデザイン検討支援システム「AiCorb®」, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 29) 都築正則, 他: コンクリート品質管理システム「コンクルード®」の開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 30) 中村允哉, 他: 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, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 31) 児島理士, 他: 3 次元地盤構造推定システム「ちかなび®」, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12
- 32) 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法「スリムファスナー®」, 大林組技術研究所報, No.82, 2018.12
- 33) 熊崎達郎, 他: プレキャスト床版接合法「スリムファスナー®」の曲げ耐力評価に関する研究, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 34) 川西貴士, 他: 床版取替工法「DAYFREE®」における「スリムクリート®」の圧送による合理化施工技術, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 35) 佐々木一成, 他: 防水性能を付与したプレキャスト床版「スリムトップ®」, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 36) 粕谷悠紀, 他: 適用範囲を拡大したハイスベックマイクロパイル®工法の開発, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 37) 高橋真一, 他: 鋼矢板を用いた斜め土留め工法, 大林組技術研究所報, No.77, 2013.12
- 38) 元井康雄, 他: 地盤改良体を用いた大深度自立山留め, 大林組技術研究所報, No.85, 2021.12
- 39) 元井康雄, 他: 既存地下躯体を利用した山留めの事例, 大林組技術研究所報, No.86, 2022.12