

特集 「安全・安心」を支える技術

解説

「安全・安心」を支える技術

Obayashi Technologies for Safe and Secure Society

中村 充 Mitsuru Nakamura

1. はじめに

建設産業の普遍的な使命は、新たな価値を持つ空間を構築することにある。構築される空間は、用・強・美の観点からその価値が評価されるが、現代社会においては、その前提として「安全・安心」であることが常に求められる。人口の集積が進み高密度化した都市空間における建築物・インフラ施設についてはいうまでもなく、都市間をつなぐ交通インフラや地域に遍在するエネルギーインフラ施設においても、「安全・安心」は現代文明を維持していく上で欠くことのできない基本要件となっている。

建設産業が構築する空間の「安全・安心」に対する脅威は、地震・風水害に代表される自然災害をはじめとして、火災や環境汚染など多岐にわたるが、近年では感染症など、その種別がますます広がりつつある。建設産業においては、これらの脅威に対抗し「安全・安心」な空間を構築することを常に大きな目的の一つに据えて、継続的に研究開発が取り組まれてきている。

大林組技術研究所報では、過去にも繰り返し「安全・安心」を対象とした特集を組んできた^{1~3)}。[直近の特集\(2015年所報特集「防災・減災」における解説](#)では、地震・津波・風水害・土砂災害・火災などの災害種別ごとに、その特徴と、予測・対策技術について網羅的に紹介を行っている。

今回の特集解説では、前回特集からの5年間を振り返り、近年における自然災害など外的要因の変化を概観し、「安全・安心」を支える大林組の最新の開発技術について紹介する。

2. 「安全・安心」を脅かす外的要因の傾向

2.1 自然災害

過去5年間(2016年~2020年9月)に発生した主な自然災害をTable 1に示す。

まず気がつくことは、顕著な風水害が目立つことである。2016年以降、毎年のように「過去に経験のない」と報道された苛烈な台風や豪雨による被害が複数発生している。これらの風水害では、猛烈な風や突風、短時間に集中する豪雨な

Table 1 2016年~2020年9月に国内で発生した主な自然災害^{4)~6)}
Natural Disasters in 2016-2020 Sep.

| 発生年月日 | 災害名称 | 主な被害 |
|------------------|---|--|
| 2016年4月14日, 16日 | 「平成28年熊本地震」(M6.5・M7.3) | 死者273 負傷者2,809 住家全壊8,667 半壊34,719 |
| 2016年8月16日~31日 | 台風第7号, 第11号, 第9号, 第10号 および前線による大雨・暴風 | 死者24 行方不明5 負傷者102 住家全壊504 半壊2,386 |
| 2017年6月30日~7月10日 | 梅雨前線に伴う大雨及び台風3号 (「平成29年7月九州北部豪雨」を含む) | 死者42 行方不明2 負傷者34 住家全壊325 半壊1,109 |
| 2018年1月28日 | 草津白根山噴火 | 死者1 負傷者11 |
| 2018年6月18日 | 大阪府北部の地震(M6.1) | 死者6 負傷者462 住家全壊21 半壊483 |
| 2018年6月28日~7月8日 | 「平成30年7月豪雨(西日本豪雨)」 | 死者263 行方不明8 負傷者484 住家全壊6,767 半壊11,243 |
| 2018年9月3日~5日 | 台風第21号 | 死者14 負傷者980 住家全壊26 半壊215 |
| 2018年9月6日 | 「平成30年北海道胆振東部地震」(M6.7) | 死者43 負傷者782 住家全壊469 半壊1,660 |
| 2019年9月7日~9日 | 台風第15号「令和元年房総半島台風」 | 死者3 負傷者150 住家全壊342 半壊3,927 |
| 2019年10月10日~13日 | 台風第19号「令和元年東日本台風」 | 死者104 行方不明3 負傷者384 住家全壊3,308 半壊30,024 |
| 2020年7月3日~31日 | 「令和2年7月豪雨」 | 死者82 行方不明8 負傷者28 住家全壊283 半壊658 |



Photo 1 熊本地震における被害例（熊本城・某市庁舎）
Damaged Stonewall and a Building in the Kumamoto Earthquake

ど、その激甚化が特徴的であり、地球温暖化に代表される地球規模の環境変動が一因ともいわれている。一方で、集積度が高まり複雑化する現代都市や都市を支えるインフラ構造にもその原因があるものと思われる。特に、2018年台風21号における関西国際空港連絡橋へのタンカー衝突や、2019年台風15号「令和元年房総半島台風」における房総半島の電力送電網の寸断、2019年台風19号「令和元年東日本台風」における北陸新幹線車両基地の浸水被害など、インフラ施設における想定外の被害により、数か月から1年に及ぶ長期間に亘って大きな影響が生じたことが一つの特徴となっている。これらの特徴的なインフラ被害以外についても、豪雨等に伴う土砂災害の激甚化も顕著である。例えば2018年の土砂災害発生件数は、2017年の2倍以上の3,459件であり、集計を開始した1982年以降で最多件数（人家被害も1,505戸で最大）を記録したとされている⁷⁾。

次に地震に伴う災害であるが、日本列島における地震活動は、25年前に発生した1995年兵庫県南部地震以降、活発な状態が継続している。まもなく10年を迎える2011年東北地方太平洋沖地震が一つのピークとなっているが、その後も、数年おきに大きな被害を伴う地震が繰り返し発生している。過去5年間においても、負傷者あるいは建物被害を生じた地震数は20を数える⁸⁾。このうち、2016年熊本地震（Photo 1）・2018年大阪府北部の地震・2018年北海道胆振東部地震では、いずれも都市およびその周辺部において顕著な被害が生じている。熊本地震では、震度6強以上の地震が2日間に2回繰り返し発生したことが、これまでの地震と様相が異なる被害をもたらしている。さらに、山間部における幹線道路や橋梁の被害が、地域の生活に大きな影響を及ぼした。大阪府北部の地震は、都市直下の断層活動に伴う地震被害に新たな注意を喚起するきっかけとなった。また、北海道胆振東部地震において、宅地造成地に発生した大規模な液状化被害に注目が集まったことは記憶に新しい。

火山の噴火に関しては、43名の死者・行方不明者を出した1991年雲仙岳噴火以降、国内では人的被害を伴う災害は発生していなかったが、2014年の御嶽山噴火では規模の大きな人的被害が発生した⁸⁾。これにより、活動火山対策特別措置法の改正(2015年)⁹⁾や内閣府の「大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキング」による検討結果の公表(2020年)⁹⁾など、近年注目度が高まっている。火山噴火による被害は、火口近傍における溶岩噴出や火山弾・火砕流などによる被害も想定されるが、これらの影響範囲が限定的であるのに対して、降灰による影響は極めて広範囲に及ぶことから、首都圏などの都市部においては降灰に対する対策の必要性が重要視されつつある。

自然災害のうち、雷による被害は局地的であるがゆえに、他の自然災害と比較して注目される機会が少ないが、都市空間における雷害は時に重大な人的・物的被害をもたらすことがあり、無視できない。特に、近年、気候変動に伴う都市域での局所雷雨の発生が顕著となっており、その対策への要望は増加の傾向が見られる。

2.2 自然災害以外の要因

自然災害以外にも、「安全・安心」を脅かす様々な外的要因が存在する。

筆頭に挙げられるのが火災である。火災は、主に人間活動に伴って発生する災害、すなわち人災である。特に、集中が進む都市域では、超高層建物など大規模な建築物における火災や道路トンネルにおける車両火災は、都市機能・インフラ機能を脅かす重大な要因となりうる。最近では、いずれも2017年に発生した、英国における高層住宅の火災¹⁰⁾や国内における大規模な物流倉庫における火災¹¹⁾などが記憶に新しい。前者では、住戸からの出火が、外壁の金属サンドイッチパネル芯材に使用されていた有機系断熱材を伝わって建物全体に延焼した結果、多数の死傷者を生じる大規模な火災となった。後者では、物流倉庫に蓄積されていた多量の商品が防火シャッターの不備により延焼し続け、鎮火まで12日間を要している。いずれの事例も、わずかな防耐火上の欠陥が大規模な火災につながる危険性を示唆している。また、2019年には、バリノートルダム大聖堂や沖縄首里城などの歴史的木造建築物の大規模な火災が相次いで発生した。近年、日本においては国を挙げて建築物の木質化が推進されているが、こうした木造建築物をいかに火災から守っていくかは重要な課題で

ある。

自然災害以外の脅威として最近特に注目を浴びているのは、大規模な感染症の蔓延による社会活動全般への影響、いわゆるパンデミックである。直近では、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が全世界に拡散しており、第二次大戦以降最悪とも言われる経済損失が発生しつつある。2020年9月末時点において、全世界での感染者約3,360万人、死者約100万人（2020年9月30日現在）と報道されており¹²⁾、終息の兆しははまだ見えていない。パンデミックによる影響の大きさを鑑みると、今後無視できない脅威であることは間違いない。感染の実態について未だ解明されていない点があるものの、建設産業として貢献できる可能性は十分に存在すると思われる。今後、対策を模索することがより一層求められる。

「安全・安心」を脅かす要因として、環境汚染を忘れてはならない。環境全般に対して人間活動がもたらす様々な汚染は、常に大きな課題として取り上げられており、環境汚染に対する社会的要求はますます厳しくなっている。建設産業は、様々な局面で環境汚染と関わる可能性を有しているが、このような社会的背景から、建設行為自体がもたらす環境汚染に関して、リスク回避や効果的な対策を求められる機会がますます増えている。また、居住空間における様々な化学物質汚染について、健康リスクの観点から、評価や対策を求められる場合もあり、建設産業全体における化学物質汚染に対するリスク評価の重要性は増しつつある。

3. 「安全・安心」を支える大林組の開発技術

ここでは、前章で示した「安全・安心」を脅かす外的要因に対して、本所報特集号にて紹介する大林組開発技術の概要を、災害種別に整理して説明する。

まず総論として、『[多様化する自然災害リスクへの対応に関する一考察](#)』では、道路や鉄道、堤防といったインフラ施設に対して自然災害が与える影響を網羅的に検討し、総合的観点から対策を提案するための手法について概説する。これまで、個別の災害種別とその対策についての研究や検討は数えきれないくらい重ねられてきているが、近年、複数種別の災害が同時に発生するいわゆる複合災害や、想定を超える広域災害などが発生しており、これらに対する検討が重要視されている。本考察では、その取組みについて端緒となる考え方を紹介する。

3.1 風水害

風水害のうち水害に関しては、近年、頻度の増加とその様態の多様化に伴い社会に与える影響が深刻化しているが、大林組では、以前から[水害リスクの評価](#)に取り組んできた¹³⁾。近年では豪雨に伴う災害に対して、[地形による簡易危険度評価や浸水シミュレーションおよび浸水に伴う避難シミュレーション](#)など、様々な取組みを進めている。¹⁴⁾

今回の特集では、まず、『[地下空間への浸水シミュレーション技術の適用とその検証](#)』について報告を行う。これは、数値流体解析技術を用いて、都市部における階段等の開口部から地下空間に流入する水流のシミュレーションを可能としたものであり、シミュレーション精度の検証結果、および、複雑な形状の地下空間における浸水状況の検討結果について報告する（Fig. 1）。本技術は、多層階に及ぶ地下空間における浸水対策検討への適用が期待される。

豪雨による典型的被害の一つである斜面崩壊に対しては、『[サクシオンを考慮した粒子法の開発と斜面崩壊解析への適用](#)』の検討結果を報告している。粒子法は、有限要素法や有限差分法では取扱いが難しかった粒子の流動化現象を取り扱うことができる新たな手法である。ここでは、地盤の大変形を伴う、降雨時の斜面崩壊解析を行い、地盤の違いが崩壊規模や崩壊形状などに与える影響を明らかにしている。

都市における豪雨対策の一つとして、生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR：Ecosystem-based Disaster Risk Reduction)を実現するための基礎技術として、『[グリーンインフラとしての都市樹木の樹冠通過雨量評価](#)』を行った結果について報告を行う。これは、樹種別の樹幹通過雨量を実験的に把握することで、都市部の植栽を豪雨対策に役立てることを図る新しい試みを目指して基礎検討を行ったものである。

次に、台風で代表される強風に対しては、まず、強風の特徴を明らかにする試みとして、『[ドップラーライダー観測に基づく台風時の強風特性に関する研究](#)』について報告を行う。ここでは、最近の台風の性質を捉えるとともに、強風被害に対して影響の大きな因子である風の乱れ強さについて、台風時の観測結果に基づいてその基礎的特性を示している。大林組では本報告も含めて、[ダウンバーストを対象とした数値解析技術](#)¹⁵⁾等、強風特性を明らかにする研究を行っている。さらに、[強風時における](#)

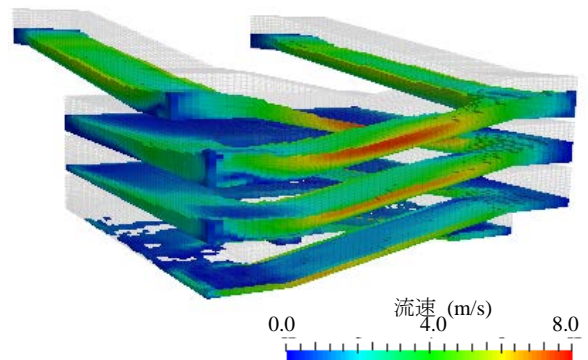


Fig. 1 地下空間への浸水シミュレーション事例
An Inundation Simulation for Underground Space

[高層建物の応答^{16,17\)}](#)や、[風揺れによる高層建物の居住性能評価用の風速設定に関する研究^{18\)}](#)など、実務と連携した取組みを継続的に行っている。

大林組では、風環境に関わる研究施設として、2018年に大規模な更新を行った[多目的風洞実験装置^{19\)}](#)をはじめとして、複数の風環境実験施設を保有している。本特集では、そのうち、[マルチファン型非定常気流風洞装置](#)について紹介する。この装置は、竜巻やダウンバーストといった、時間的・空間的に大きな変化を伴う瞬間的な風の再現を可能とするものであり、これら突風の基本性状を明らかにすることを目指して設置したものである（Photo 2）。これらの施設は、数値解析・観測と合わせて、風環境全般に対する研究開発・設計業務に幅広く活用されている。

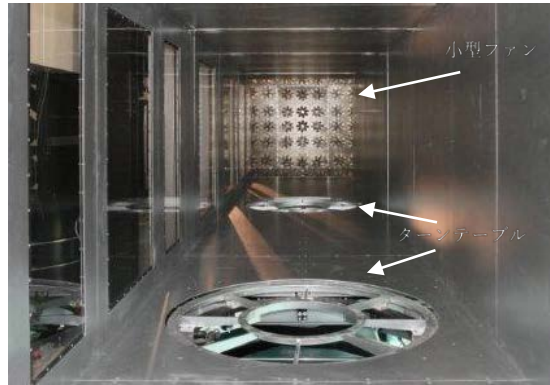


Photo 2 マルチファン型非定常気流風洞装置
Multi-fan Unsteady Flow Wind Tunnel

3.2 地震災害

建設産業にとって地震は最大の脅威であり、これまでも、大規模な地震被害が発生するたびに、被害原因の分析と新たな対策技術の開発が繰り返されてきた。大林組においても、耐震技術に関わる研究開発を綿々と継続している。本特集においては10件の報告を行う。

まず、耐震対策の基本的考え方に関して、『[橋梁耐震における危機耐性導入の動き](#)』について報告を行う。危機耐性は、設計で想定した以外の事象に耐える性質であり、東日本大震災以降注目されつつある概念であるが、現状において導入が進んでいるとは言えない。本報告では、橋梁の耐震を念頭に置き、危機耐性に関する既往の考え方をまとめるとともに最近の研究を紹介している。

地震動そのものを対象とした『[直下型地震（内陸活断層地震）の入力地震動評価](#)』では、内陸活断層地震を念頭に、統計的波形合成法の評価結果が過小評価とならないような改良を行った結果について示している。なお、地震動に関する研究としてはこれまでも、[巨大地震による長周期地震動](#)や[首都圏の地震動評価などの研究成果](#)について報告を行っている^{20,21)}。

地震動による、地盤・地中構造物・基礎構造物の評価に関しては、『[不飽和・飽和地盤の有効応力解析手法と地中構造物への適用](#)』『[杭長が異なる大規模建築物の地震時杭応力評価技術](#)』について報告を行う。前者は、広範な飽和度を有する地盤における液状化を対象として、地震時から地震後までの過剰間隙水圧の蓄積・消散を統一的に表現する有効応力解析手法を構築し、液状化地盤にあるRC製地中構造物の大地震時挙動評価への適用性を検証したものである。後者は、異なる長さの複数の杭を有する平面的に大きな建築物に対する杭設計法について、実務設計に適用できる合理的な評価法を確立し、適用事例の紹介を行うものである。大林組では、これらの研究以外にも、地盤・基礎構造物系に関して、[地盤液状化に対する対策工法^{22\)}](#)や、[傾斜地盤における杭基礎応答評価^{23\)}](#)などに関する研究開発を行っている。

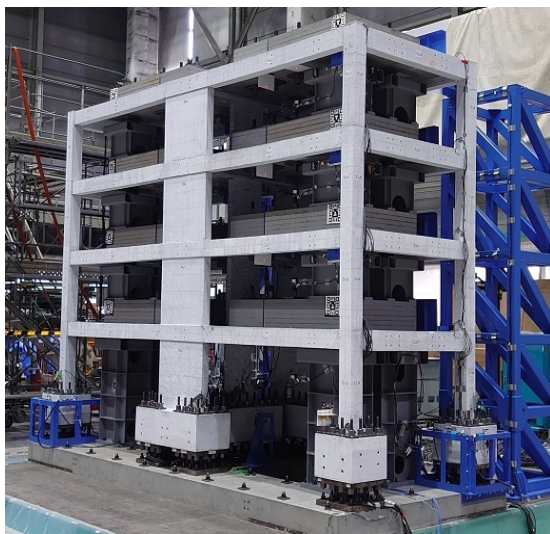


Photo 3 RC造4層建物縮小試験体の振動台実験
Shake-table Test of a Four-story Frame-wall RC Structure

次に、建物の耐震設計に関わる研究として、『[大規模非線形FEM解析を用いたRC建物の構造設計に関する研究](#)』『[連層耐震壁を有するRC造4層建物縮小試験体の振動台実験](#)』について報告を行う。前者は、建物の構造設計に一般的に用いられるフレーム解析と比較して、建物全体を忠実に再現できるモデルを用いた有限要素解析を用いることで、より安全かつ合理的な設計を目指した基礎的研究について紹介するものである。一方、後者は、現状の設計に基づくRC造建物について、地震時崩壊過程の把握を目的として実施した、縮小試験体の振動台実験結果と解析結果について報告するものである（Photo 3）。

耐震対策技術については、まず地盤を対象とした技術として『[城郭石垣の崩落を防止する補強材「グリグリッド®」の開発](#)』について報告を行う。これは、地震時の城郭石垣の安定性確保を目的として、従来より盛土補強に用いられているジオグリッド工法を改良した新技術である。振動台実験を通じて耐震性の向上を確認しており、実務適用を目指している（Fig. 2）。

建築構造に対する耐震対策技術としては、『[接続筋を用いた柱RC-梁S接合構法](#)』『[ブレーキダンパー®（引張ブレース](#)

型)の動的性能検証』について報告を行う。前者は柱をRC造、梁をS造とする混合構造架構における新たな柱梁接合構法であり、S梁が柱内を貫通しないことにより設計自由度を確保したものである²⁴⁾など。本報告では梁を端部までS造とした改良構法について、試験体による加力実験を通じて構造安全性を確認し、性能評価法を示している。後者は、大林組が開発し多数の適用物件を有する制震デバイス「ブレーキダンパー」²⁵⁾の新たなバリエーションであり、ブレーキダンパーを引張ブレースと組み合わせることにより、狭小な設置スペースに対応可能としたものである²⁶⁾。(Photo 4)本報告では動的載荷実験とシミュレーション解析を通じて性能のより詳細な確認を行っている。なお、今回報告を行うブレーキダンパー以外にも、大林組では、様々な制震ダンパー²⁷⁾や制震構法²⁸⁾の開発および実務適用を進めている。

耐震対策技術としては、新築を対象としたものばかりではなく、既存建築物の補強技術も重要である。本特集では、『既存躯体と強度差がある増設壁による耐震補強効果の実験的研究』について報告を行う。これは、従来の既存躯体耐震補強では、増設壁のコンクリート強度を既存躯体と同一としていたものを、増設壁が本来有する強度として評価することで、より効率的な補強を実現することを目指した研究である。実験を通じて、強度の高い増設壁による耐力向上効果を確認している。なお、大林組では、既存建物に対する耐震補強工法として3Qシリーズの開発を行っており²⁹⁾など、実案件への適用も広がっている。

耐震対策については、構造物の耐震性能そのものを向上させる対策ばかりではなく、近年はBCP(事業継続計画)に関するソフト的な対応についても重要性が増している。本特集では取り上げていないが、大林組では、BCP・レジリエンスに関する研究開発も継続的に取り組んできていることをここで述べておきたい^{30)~32)}など。

3.3 噴火、雷

本特集では、火山の噴火に対して、『火山噴火の降灰による建物被害評価法』について紹介している。これは、建物屋根と空調設備、建物の機能維持に必要となるライフラインを対象として、降灰による被害評価法を開発したものであり、この評価法を用いた被害評価の試算例を示している。大林組では、開発にあたって、空調機器に対する降灰の影響を調べるため、桜島の火山灰を用いた降灰実験を実施している^{33), 34)}(Photo 5)。

雷に対しては、大林組では、建設現場を対象として落雷の危険性が高い状況であることを客観的に判定・通知できる独自の雷警報システム「カミナリウォッチャー®」を2013年に開発し、50カ所以上の適用実績を有している³⁵⁾。本特集では、この警報システムをクラウドベースに拡張した新システムについて紹介している。新システムでは、クラウド化に伴い、コストやメンテナンス負荷の低減を実現するとともに、センサーのIoT化など複数の新機能を取り入れている (Fig. 3)。

3.4 火災

火災に対しては、本特集では2件の報告を行う。まず、建

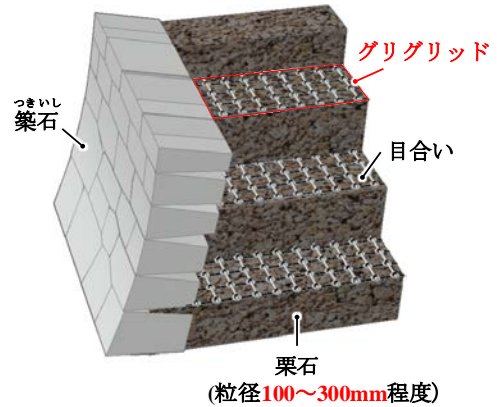


Fig.2 グリッドによる城郭石垣の補強 Reinforcement of Castle Wall by “Guri-Grid”

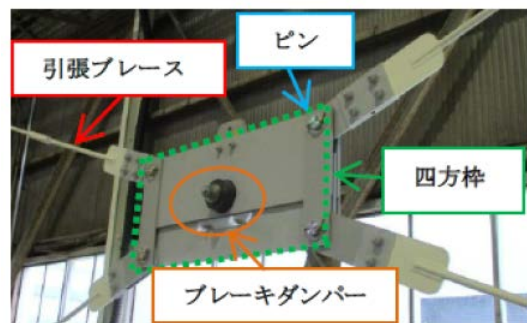


Photo 4 ブレーキダンパー (引張ブレース型) Brake Damper (Tension Brace Type)



Photo 5 空調室外機に付着した火山灰 Volcanic Ash Attached to Air Conditioning Equipment

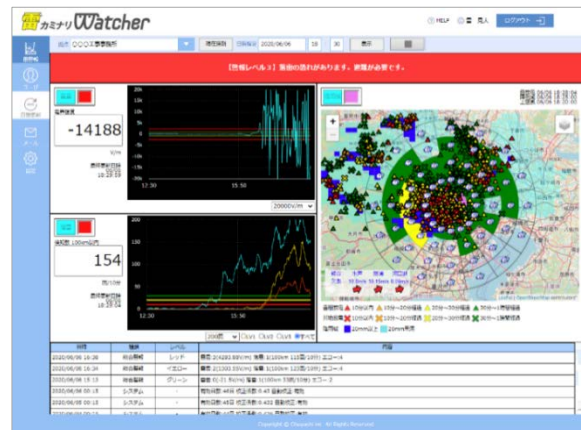


Fig. 3 カミナリウォッチャー表示画面 Display Screen Image of 'KAMINARI Watcher'

築火災を対象として、『[10分の防火性能を有する連装ガラスパーティションの開発](#)』について報告を行う。ここでは、2019年の建築基準法改正によって新たに制定された十分間防火設備の枠組みを整理紹介するとともに、内装に用いられる連装ガラスパーティションに対策を施すことで10分防火性能を実験的に確認した事例を示す (Photo 6)。

火災に対する対策としては、[内装材に対する不燃対策技術](#)^{39),40)}などについてこれまで報告を行ってきたが、建築物そのものの耐火性能の向上を図ることに加えて、火災時の避難計画を的確に評価する技術も重要である。大林組では、[大規模群衆避難の予測手法に関する研究](#)³⁸⁾など、[避難安全性能に対する研究開発](#)にも継続して取り組んでいる^{39),40)}。

本特集における火災に関する2件目の報告は、『[シールドトンネルの覆工コンクリートにおける耐火工構築技術](#)』である。これは、シールド工法で構築された都市部の道路トンネル内で発生する車両火災を想定して、ポリプロピレン (PP) 短繊維の混入により耐爆裂性能を高めたトンネル覆工の品質や耐火性について、耐火実験を通じて検証を行ったものである。ここでは、建築分野と比較して、より厳しい加熱条件である RABT 曲線を用いた耐火実験により、最適な PP 繊維の混入条件の設定や、セグメント試験体の耐火性能の検証を行っている。

3.5 感染症

大林組では、感染症に対する建築的対策技術の一つとして、薬剤ミスト噴霧による除菌技術『[マルチミスト®](#)』の開発を進めてきている^{41)~44)}。本特集では『[マルチミスト](#)』を建築設備として導入した事例について報告する。ここでは、従来の「マルチミスト」の除菌機能に加えて、加湿機能を付加した新たなシステムを商業施設内の保育園に導入した事例について、実空間での除菌性能の確認試験結果や、設置後3年間を経た運用効果などについて報告を行う。

本特集ではさらに、「マルチミスト」による除菌技術を、[改修・解体工事におけるアスペルギルス除菌対策としてシステム化した「アスペルバスター」](#)についての紹介も行っている。ここでは、本システムを病院の改修工事と解体工事に適用し、除菌効率と効果についての検証結果が示されている (Photo 7)。

3.6 化学物質による汚染

化学物質汚染に関しては、本特集では2件の報告を行う。まず、『[液体化学物質の漏洩を対象としたリスク評価技術](#)』においては、建築空間内における化学物質拡散を想定した評価技術について報告を行う。ここでは、小型チャンバーを用いた基礎実験並びに、実験結果をもとにした計算流体力学解析を通じて、室内空間に漏洩した化学物質の時間的かつ空間的な不均質性が評価可能であることが示されている (Fig.4)。この技術は、リスクアセスメントの一環として、健康リスク評価を行うための基盤技術であり、建設産業はもとより、多岐に亘る業種で労働災害リスクを未然に防ぐための対策に生かされることが期待される。大林組では、建築空間内の化学物質拡散について、[建材表面に関する吸着現象の予測モデルの開発](#)も行っているが⁴⁵⁾、これは作業



Photo 6 10分間の加熱を受けた連装ガラスパーティション Continuous Glass Partition after 10 Minutes Heating



Photo 7 一体型除菌カート Decontamination Cart

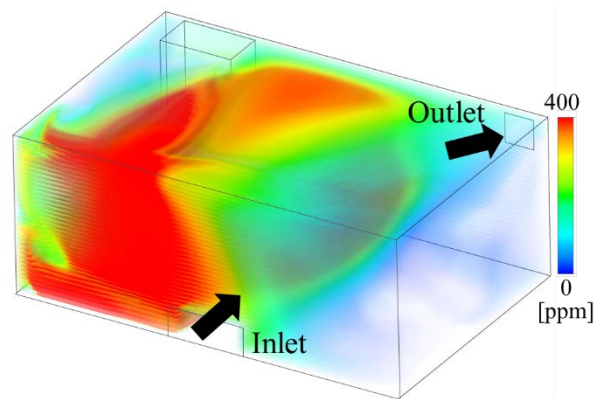


Fig. 4 室内アンモニア濃度分布の解析結果 Analysis Results of Ammonia Concentration Distribution

環境のリスク評価のみならず、医薬品工場などで実施される施設や設備表面の除染評価への応用が可能な技術である⁴⁶⁾。

2件目は、『石灰・セメント改良土のアルカリ拡散評価』について報告を行う。ここでは、地盤改良により施工された石灰・セメント改良土を盛土材に利用したモデルケースにおいて、降雨が改良土と接触した場合のアルカリ成分拡散を評価・予測する手法について報告している。これは、環境リスクを伴う材料を使用して構築する構造物に対して、定量的にリスクを評価して安全性を具体化する技術であり、「何年後にどうなるか」を示すことでリスクを共有しやすくなる。大林組では、自然由来重金属を含む土砂の有効利用技術として、吸着層盛土の底部に遮土工を敷設する「遮土工併用型吸着層工法」を開発しており、環境負荷を低減する技術の開発に積極的に取り組んでいる⁴⁷⁾。これらの技術は、環境汚染に対する社会的な要求がより厳しくなるなかで、今後、建設企業として欠かすことができないものである。

4. おわりに

激甚化・多様化・複合化する様々な災害に対応するため、建設産業における技術開発の重要性はますます高まっている。新型コロナウイルスによるパンデミックのように、人間の想像力を大きく超える災害が現実発生しており、災害要因の変化に的確に対応するために、より一層の努力が求められている。大林組は、今後も技術開発に邁進し、「安全・安心」な空間の構築を通じて社会に貢献することを目指していく。

本解説記事は、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。

(相澤章仁, 石関嘉一, 小島宏章, 後藤暁, 副島紀代, 高橋晃一郎, 藤沢康仁, 三宅由洋, 三輪田吾郎, 森下智貴)

参考文献

- 1) 長沼一洋：特集解説「自然災害と対策技術」, 大林組技術研究所報, No. 71, 2007.12
- 2) 勝俣英雄：特集解説「巨大地震にそなえる 予測・対策・復旧」, 大林組技術研究所報, No. 76, 2012.12
- 3) 野畑有秀：特集解説「防災・減災」, 大林組技術研究所報, No. 79, 2015.12
- 4) 総務庁消防庁, “災害情報”, 総務庁消防庁, <https://www.fdma.go.jp/disaster/>, (参照 2020-09-30)
- 5) 気象庁, “日本付近で発生した主な被害地震”, 気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai1996-new.html>, (参照 2020-09-30)
- 6) 内閣府, “防災情報のページ”, 内閣府, <http://www.bousai.go.jp/updates/index.html>, (参照 2020-09-30)
- 7) 内閣府, “防災白書”, 内閣府, <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/index.html>, (参照 2020-09-30)
- 8) 気象庁, “過去に発生した火山災害”, 気象庁, http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/volcano_disaster.htm, (参照 2020-09-30)
- 9) 内閣府, “大規模噴火時の広域降灰対策について―首都圏における降灰の影響と対策―”, 内閣府, <http://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/index.html>, (参照 2020-09-30)
- 10) “Grenfell Tower fire”, wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Grenfell_Tower_fire, (参照 2020-09-30)
- 11) “埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会報告書”, 埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会, https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento219_39_houkokusyo.pdf, (参照 2020-09-30)
- 12) “新型コロナウイルス 世界の感染者数”, NHK, <https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/world-data/>, (参照 2020-09-30)
- 13) 菊地敏男, 他：建物の水害に対する設計ガイドラインについて, 大林組技術研究所報, No. 71, 2007.12
- 14) 副島紀代, 他：多様化する水害リスクの評価技術, 大林組技術研究所報, No. 82, 2018.12
- 15) 飯田有未, 他：数値解析によるダウンバーストの流れ場の再現と数式モデルの構築, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 16) 染川大輔, 他：セットバックした建物の風荷重, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12
- 17) 染川大輔, 他：矩形プールを対象としたスロッシング発生時の挙動評価技術, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 18) 後藤暁, 他：超高層建物を対象とした風揺れ居住性評価用風速に関する研究, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 19) 渡辺充敏, 他：環境工学実験棟の改修, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 20) 田中清和, 他：南海トラフ巨大地震による長周期地震動の評価, 大林組技術研究所報, No. 78, 2014.12
- 21) 田中清和, 他：首都圏における長周期地震動シミュレーション, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12
- 22) 伊藤浩二, 他：液状化地盤の三次元有効応力解析手法と固結工法への適用, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 23) 勝二理智, 他：傾斜した支持地盤に立地する建物の入力地震動評価, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12

- 24) 水越一晃, 他: 梁貫通型柱 RC 梁 S 架構の T 形接合部における機械式定着, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 25) 鈴木康正, 他: 多様な要求性能を実現する「ブレーキダンパー®」, 大林組技術研究所報, No. 76, 2012.12
- 26) 平田寛, 他: 引張ブレースとブレーキダンパー®を組み合わせた制振機構の開発, 大林組技術研究所報, No. 80, 2016.12
- 27) 鈴木康正, 他: 省スペースで耐震性能と制震効果を発揮する「クロスダンパー®」の開発, 大林組技術研究所報, No. 82, 2018.12
- 28) 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, 2018.12
- 29) 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, 2017.12
- 30) 諏訪仁, 他: 建物の簡易地震リスク評価法の開発, 大林組技術研究所報, No. 82, 2018.12
- 31) 「事業継続計画策定のための地震災害等に対する建物の機能維持・回復性能評価指標の提案に向けて」, 2019 年度日本建築学会大会 特別調査委員会 PD 資料, 2019.9
- 32) 野畑有秀: 「レジリエンスや BCP に関する既往の取り組みの紹介 大林組の取り組みの紹介」, 建物のレジリエンスと BCP レベル指標検討特別調査委員会報告書, 日本建築学会, pp.119-127, 2020.3
- 33) 大塚清敏, 野畑有秀, 諏訪仁, 久保智弘, 宮村正光: 空調室外機の降灰実験その 1 ~ その 3, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 5-10, 2018
- 34) 大塚清敏, 野畑有秀, 諏訪仁, 久保智弘, 宮村正光: 建物空調の冷却塔を対象とした降灰実験その 1 ~ その 2, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 29-32, 2019
- 35) 笠井泰彰: 施工現場向け雷警報システム「カミナリウォッチャー」, 大林組技術研究所報, No. 78, 2014.12
- 36) 高橋晃一郎, 他: 不燃木材の白華抑制塗料「ウッドエフロバリア®」の開発, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12
- 37) 高橋晃一郎, 他: 金属箔による木材不燃化技術, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 38) 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, 2019.12
- 39) 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, 2017.12
- 40) 吉野攝津子, 他: マルチエージェントモデルによる火災時避難安全性能評価技術の開発, 大林組技術研究所報, No. 77, 2013.12
- 41) 四本瑞世, 他: ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト™」の開発, 大林組技術研究所報, No. 79, 2015.12
- 42) 四本瑞世, 他: ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト®」の性能評価, 大林組技術研究所報, No. 80, 2016.12
- 43) 四本瑞世, 他: 病院改修・解体工事におけるアスペルギルス症対策, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12
- 44) 四本瑞世, 他: 「マルチミスト®」カートによる居室内除菌の性能評価, 大林組技術研究所報, No. 82, 2018.12
- 45) 原嶋寛, 他: 壁面沈着を考慮した室内ガス濃度場予測に関する研究, 大林組技術研究所報, No. 83, 2019.12
- 46) 緒方浩基, 他: 無菌製剤施設における過酸化水素除染の高効率化に関する検討, 大林組技術研究所報, No. 80, 2016.12
- 47) 森下智貴, 他: 遮水層併用型吸着層工法の開発, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12