

## 新しい時代の建設材料 製作・施工技術

Materials, manufacturing and construction techniques of a new era

特集担当主査：森山 仁志

特集企画担当：石橋 奈都実、泉 真利子、大前慶恵、小川由布子、工藤 正智、澤田 茉伊、  
澤田 泰希、田近 久和、中村 智昭、西岡 英俊

### ABSTRACT

Civil engineering in the 21st century faces an increasingly complex array of societal challenges: the Nankai Trough mega-earthquake, climate change, a shrinking and super-ageing population, carbon neutrality, ageing infrastructure, and a shortage of engineers and skilled workers. How can we solve this escalating complexity? One of the answers is that the current generation of civil engineers should be more aggressive in evolving our conventional knowledge and methodologies and embracing rapid technological progress such as generative AI, 3D printing, metamaterials, etc. Moreover, integrating knowledge and technology across various academic domains is required to grasp current and future technological seeds and societal needs. How flexibly civil engineering embraces these game-changers will undoubtedly determine its future development. This month's special feature explores attractive construction materials, manufacturing and construction techniques, and their fundamental theories of a new era. Specifically, stainless steel, flash-butt welding, UHPFRC, 3D printing, bio-cementation, false-safe steel, carbon nanotube, auxetic material and a unique material made from food waste are focused on. The opening roundtable discussion features experts from materials science, civil engineering, and 3D printing ventures. They discuss the challenges and prospects of implementing new technologies in society, offering insights that broaden perspectives within the field.

### 21世紀の土木工学に 思いをはせる

南海トラフ巨大地震、気候変動、人口減少・超高齢化社会、カーボンニュートラル、インフラの老朽化、技術者・技能者不足など多様かつ複雑な社会課題に対して、土木技術者の役割・期待はますます高まっている。青函トンネル、明石海峡大橋など数多くの難題に挑戦した諸先輩方の建設の時代とはまた異なる、別の次元の難しさに直面している。現代社会の変化はめまぐるしく、10年後、25年後の将来を予測することははや難しい。果たして、現役世代のわれわれは、前述の諸課題に対してどのようにア

プローチすれば良いのだろうか。過去の施工実績や履歴、従来の土木工学の知識に基づくことは重要ではあるが、それだけで事足りるのだろうか。土木学会会員の皆さまも同じ気持ちであると思うが、「堅実な土木工学であるからこそ、時代に適合した手法があるはずである。今現在は「そんな方法はあるわけがない」と思うぐらいの手法が、将来を見据えると、実は正解なのかもしれない。ところで、技術の進歩については将来に対し希望を持つことができるニュースも多い。近年の生成AIの飛躍的な成長をはじめ、3Dプリンター、メタマテリアル、超高強度材料など材料や製作・施工に関する新し

表1 特集記事と社会課題の関係

| 着目材料・技術                                                                  | 記事名                                      | 関連する社会課題およびキーワード                                          | 頁番号 |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| 3Dプリンター<br>(コンクリート)<br>超耐食鉄筋<br>原位置多点針貫入試験                               | 鼎談：新材料・新技術導入に寛容な新しい時代の土木工学の在り方を考える       | インフラの老朽化、人口減少・超高齢化社会、技術者・技能者不足、新技術の社会実装／ECI方式、データ駆動型の性能評価 | 8頁  |
| ステンレス                                                                    | 鋼橋を高耐久に！ ステンレス×炭素鋼の取り組み                  | インフラの老朽化、人口減少・超高齢化社会                                      | 14頁 |
| フラッシュバット溶接                                                               | 整備新幹線用ロングレールへのフラッシュバット溶接の導入              | 技術者・技能者不足、持続可能な社会、省力化                                     | 16頁 |
| UHPFRC (Ultra-high-performance fiber reinforced cement-based composites) | 高速道路橋におけるUHPFRCを用いた床版リニューアル技術の社会実装       | インフラの老朽化、カーボンニュートラル、省力化                                   | 18頁 |
| 3Dプリンター (金属)                                                             | 3Dプリンティング技術の活用                           | 技術者・技能者不足、省力化・自動化                                         | 20頁 |
| バイオセメンテーション                                                              | 土壌微生物に着目した新たな地盤改良 (バイオセメンテーション) 技術       | グリーンインフラ、カーボンニュートラル                                       | 22頁 |
| フェールセーフ鋼<br>超微細繊維状結晶粒組織                                                  | ボルトの超高強度化の追求                             | インフラの老朽化、材料技術のブレークスルー                                     | 24頁 |
| カーボンナノチューブ                                                               | 長尺カーボンナノチューブフォレスト成長法の開発と特性評価             | 材料技術のブレークスルー、宇宙開発                                         | 28頁 |
| メタマテリアル<br>Auxetic構造                                                     | 革新的メタマテリアル：土木工学への次世代応用 ―トポロジー最適化による材料創造― | 材料技術のブレークスルー、トポロジー最適化、南海トラフ巨大地震                           | 30頁 |
| 食品廃棄物                                                                    | 物語からつくる未来の建設材料                           | 持続可能な社会、カーボンニュートラル、建設材料の新たな付加価値                           | 32頁 |
| 編集後記 (書籍紹介)                                                              |                                          |                                                           | 34頁 |

い技術が着々と芽生えているのも現代の特徴といえる。インフラ建設の在り方を刷新するゲームチェンジャーと柔軟に向き合えるかどうか、土木工学の発展のカギとなることは間違いないだろう。

そこで本特集では「新しい時代の建設材料、製作・施工技術」をテーマとして、21世紀の土木工学を先導

するであろう魅力的な材料や技術、またそれを支える基礎理論を紹介する。加えて、ステンレスと鋼材を組み合わせたハイブリッド橋梁<sup>キブリリョウ</sup>、整備新幹線の一次溶接を対象としたフラッシュバット溶接、超高性能繊維補強セメント系複合材料UHPFRCによる床版補強工法など、近年社会実

装に至った事例についても触れるこ

## 社会課題から考える 特集記事

特集記事と社会課題の関係を表1

ととした。すなわち、建設材料、製作・施工技術の現状と将来について触れることのできる記事構成とした。

にまとめている。もちろん、特集記事の技術は幅広い課題に貢献できるものであるため、ここでは、前述した社会課題に限定して関係性を整理している。特集記事の構成は、現在ならびに未来のシーズとニーズをお伝えするために、近年社会実装された技術に関する事例を3件、将来にわたって研究が継続されるであろう最先端の開発事例を6件としている。また、表1に示す社会課題を解決するためには、学術領域を横断する知識・技術の結集、情報の統合が不可欠である。そこで、土木工学の常識をブレークスルーする異分野の事例を積極的に紹介している。ゲームチェンジャーと呼ぶにふさわしい材料・技術が開発中であることをぜひ知っていただきたい。

巻頭鼎談では、材料分野の研究者、土木分野の民間企業のエンジニア、

3Dプリンターのベンチャー企業のエンジニアのお三方に、新技術の社会実装に向けた課題と展望についてお話いただいた。社会実装を加速させる枠組み、外から見る土木分野の姿や特徴などについても触れており、土木技術者が共感できる、また、視野が広がる情報を得ることができた。ぜひ、ご一読いただきたい。

編集後記においては、8月号担当委員が若手技術者にお薦めしたい材料、製作・施工技術に関する書籍を紹介している。そちらもぜひ見ていただきたい。

## 建設材料、製作・施工技術 は発展し続けている

編集委員一同、普段の「堅実」な思考から離れ、柔軟な発想で記事構成に取り組んだつもりである。土木分野の技術開発が決して停滞しているわけではなく、むしろ、異分野との協働などにより発展し続けていることが伝わってほしい。「このような素晴らしい技術があるのか」と学生会員や20・30代正会員に思ってもらえるような、土木の将来に夢を抱ける内容となっていれば幸甚である。