

## 建設ロボットとは？ 建設機械と人との協働関係の未来



茂木正晴  
論説委員  
(国研) 土木研究所  
技術推進本部  
先端技術チーム 主任研究員

「建設ロボットとは何か」、この問いを考えるにあたり、まずは「ロボット」とは何かを振り返ってみたい。「ロボット」という語源は、1920年にカレル・チャペックの戯曲「R.U.R.」に登場する人造人間(チェコ語で「強制労働(robota)」)に由来するとされている。その後、ロボットは多くの小説や漫画、アニメ作品に登場し、しばしば人が搭乗もしくは遠隔で操作するもの、あるいは自らの意思によって行動する存在として描かれてきた。こうした架空のロボットは、労働者や友人、道具として人々と密接に関わり、様々な役割を果たすものとして想像されてきた。

私たちの現実世界で活用されているロボットでは、人の活動を支援するための機能を有するものが多い。例えば、自動で掃除する清掃ロボット、生産ラインで組立や溶接を担う産業用ロボット、自動運転技術を活用した輸送ロボット、さらには介護現場で移乗介助や移動支援を行う福祉ロボットなどが挙げられる。これらのロボットは、人の代わりに作業を行い、場合によっては人と分業して協働する形態をとっている。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「ロボット白書2014」では、ロボットを「センサ、知能・制御系、駆動系」の三つの要素技術を備えた知能化された機械システムと定義している。

NEDOの定義に基づけば、私たちが扱う油圧ショベルなどの建設機械も、ロボットの一種としてみなすことができる。しかし、これらの建設機械は一般的にロボットとして認識されていない。主な理由として、建設機械が人の操作を介して機能することを前提としており、自律的な判断や行動を行う「知能・制御系」の要素が限定的である点が挙げられる。

一方、近年のICT施工で活用されている建設機械は進化を遂げつつある。例えば、設計データを基に動作を補助し、最終的な意思決定や微調整はオペレータが担うといったマシンガイダンス機能や、設計データに基づき動作を制御するマシンコントロール機能を有する建設機械が導入されている。また、1991年に雲仙普賢岳で発

生した火砕流に伴う復旧活動では、無人化施工が導入された。この無人化施工は、火山活動や土砂災害等のような人間の立ち入ることのできない危険な現場内において、遠隔操作による無人建設機械が復旧活動を担っている。これらの建設機械は、建設ロボットとして認識されている。さらに、建設業界では高齢化や担い手不足が深刻な課題を解消するため、ICT施工技術の推進・普及が進められている。2024年4月には「i-Construction2.0」が策定され、オートメーション化への取組みを進めており、自動化や遠隔化技術の導入がさらに加速する見込みである。これには、AIやIoTの進展が大きく寄与しており、建設ロボットの研究開発と実用化は急速に進むものと考えられる。

今後の技術開発の進展に伴い、自動化や遠隔化技術がさらに高度化し、人の直接的な介在が徐々に減少することが予想される。しかし、施工現場は土質や天候、隣接する構造物の状況など多種多様な条件が複雑に絡み合う環境であり、これらの条件への対応は、これまで人が現場で培った経験と直感に基づくヒューリスティックな判断によって進められてきた。一方、機械的な手順や固定化されたアルゴリズムのみに依存する場合、作業効率や安全性が損なわれるリスクが高まる可能性があると考えられる。また、都市土木や小規模・中規模の現場における限られたスペースでの資材搬入や据付、軽作業といった多様なタスクにおいては、建設ロボット単独での作業には限界があり、人の関与を伴う協働が引き続き必要とされる。そのため、当面は建設ロボットと人が連携して施工を進めるハイブリッドなスタイルが主流になるものと考えられる。

将来的には、建設ロボットが生成AIの活用を通じて、施工時に人が行ってきた認知情報処理を支援する機能を備え、さらにはこれらのプロセスを自律的に実行できる可能性が高まる。これにより、人的判断への依存度が段階的に低減し、効率性と安全性の向上が期待できる。また、施工管理の方法も変化し、人は現場の物理空間と連動したサイバーフィジカル空間において、施工管理・監視が可能となり、最終的には、建設ロボットが目的とする作業を自律的に判断し遂行できる未来が実現するかもしれない。建設業界は、このような変化を踏まえ、新たな協働の形を積極的に創出し、異分野との連携を深めながら、次世代の施工スタイルをリードしていく必要がある。