インフラみらいNOTE
INFRASTRUCTURE FUTURE NOTE

インフラ建設とインフラメンテナンスの未来：人手不足への挑戦

永谷 圭司
東京大学 大学院工学系研究科
特任教授

1 はじめに

『i-Construction システム学寄付講座』は、社会インフラの建設企画・調査段階から維持管理・運用段階までのプロセスにおいて生産性向上を図ることが可能なi-Constructionの実現を目指し、精密工学専攻（機械）と社会基盤学専攻（土木）の双方の協力で開設された。私は、2019年より、機械系の立場から「施工・安全管理システムの高度化と生産性向上」に資するロボット技術の研究開発に取り組んでいる。

本稿では、「インフラみらいNOTE」の『建設探求』開設にあたり、インフラの建設現場やインフラ点検の現場において顕在化しつつある人手不足への解消に向けた、情報通信技術やロボット技術の活用による「建設現場ならびにインフラメンテナンス現場の自動化への取組み」の現状とその課題について述べたい。

2 インフラ建設やインフラ点検の自動化への課題と対応

建設業界における担い手不足や労働人口の減少に伴い、現在のインフラ建設やインフラ点検を継続して実施するための解決策として、ロボット技術やICT技術を用いた建設現場の自動化による生産性向上が期待されている。

インフラ建設の自動化における課題として、まず第１に、「現場の多様性や対象環境の不確実性」が挙げられる。土木工事は自然が相手であるため、同じ種類の建設対象物であっても、その構造や手順が環境によって大きく異なる場合が多い。さらに、想定外の状況（トンネル工事での出水など）が発生した場合にも柔軟に対応し、工事を進める必要がある。つまり、工場などの製造現場と比較すると、建設現場の不確実性は圧倒的に大きいと言える。これまでの建設現場では、これらの問題を人の知識や経験を駆使して解決してきたが、このような不確実性の大きな現場において、情報通信技術やロボット技術を活用し、建設現場の自動化を試みることは、実はとてもチャレンジングなことである。これは、山岳などに位置する橋梁やトンネル点検を実施するインフラ点検の現場にも当てはまる。異なる気象条件に加えて多種多様なインフラ構造物を点検する自動化技術のハードルは高い。そこで、全自動化を一気に目指すのではなく、まずは、自動化が省人化対策に有効と考えられる部分を見極め、自動化技術を段階的に現場に導入していくことが重要であると考える。

インフラ建設の自動化における第２の課題は、「作業環境や建設対象の大きさ」である。建設現場における作業環境や建設対象物は、そこで作業を行う機械の大きさに対して、一般にとても大きい。このような状況において、物的労働生産性を向上するためには、一人のオペレータが一度にできる作業量を増やすことが近道である。そのため、近年では建設機械の大型化が進められているが、大型機械には、機械の運搬コストや機械が故障した際の工事全体への影響が大きいという問題がある。そこで、建設機械を自動化できれば、機械に搭乗するオペレータを省人化できるため、多数の小型建設機械を用いることで大型建機と同等の生産性を確保することが期待できる。このように、大型化に囚われず、建設機械の自動化に適した工事の段取りや施工手順について再検討することが、今後の建設現場における生産性向上のために重要であると考える。

一方、橋梁やトンネルなどのインフラ点検については、点検要領に「近接目視により点検を行うことを基本」とし、「必要に応じて触診や打音等の非破壊検査等を併用して行う」ことが定められている。近接目視については、特に橋梁点検において、ドローンの活用による近接目視点検が広く行われるようになってきた。しかしながら、床版下などの狭い場所への進入や、強風時の対処など、解決すべき問題は多い。加えて、触診や打音等によるインフラ構造物の非破壊検査については、ドローンに搭載するタイプの打音デバイスの研究開発が行われてきたが、残念ながら実用化に至るには程遠いのが現状である。検査手法自体の検討も含め、今後の研究開発が望まれる。

3 協調領域によるイノベーションの加速

現在、建設機械の自動化技術に関する研究開発は、ゼネコンを中心に建機メーカーやソフトウエア会社が各々グループを構成し、その中で進められている。そのため、新しく開発された有用な技術は、他社との共有が難しく、この分野のイノベーションの加速を妨げる場合が多い。この課題を解決するため、国立研究開発法人 土木研究所は「建設機械を制御するための共通制御信号のルールを設定する提案」を行っている。これにより、ゼネコンや建設会社（ならびにソフトウエア会社）は、競争領域において各自の得意分野の技術開発を進めつつ、共通制御信号という協調領域を利用することによって、様々な建設機械メーカーの技術が利用可能となる。

今後、建設業界全体の協力のもと、この提案が業界に広まることで、要素技術の共有や技術開発競争、加えて異業種の参入が可能となり、本分野のイノベーションの加速が期待できる。

以上、建設現場ならびにインフラ点検の自動化における課題やその対応策について述べてきたが、この種の技術開発に一番大切なことは、開発した新技術を積極的に実現場に適用し、現場で得られた経験や教訓を技術開発にフィードバックすることである。これにより、「実現場で活用される自動化技術」を実現することができ、建設現場やインフラ点検の現場における担い手不足の解消に大きく貢献することが可能となる。

今後、ICT技術やロボット技術の活用により、インフラの建設現場やメンテナンス現場における、自動化技術のイノベーションがさらに加速することを、心より期待している。

【複数台小型建設ロボットの協働による土砂運搬作業】