

平成 24 年 9 月 5 日

建設用ロボット技術による災害対応および復旧・復興支援に向けた委員会提言

公益社団法人 土木学会 建設用ロボット委員会委員長 建山 和由

【はじめに】

平成 23 年、日本国土は近年まれに見る大規模な災害に見舞われ、被災地域の多くの住民が避難生活を強いられることとなった。現在に至っても、その解消が進んでいない地域も多く存在している。

このような状況の一日も早い解消と被災地域の一日も早い復旧・復興は日本国民および日本経済にとって急務である。このためには、災害対策の実施と社会資本の復旧が必要で、土木技術を効果的に活用していくことが不可欠である。

しかしながら、平成 23 年に発生した災害は、東日本大震災に起因する福島第一原子力発電所事故による放射線問題や奈良・和歌山県に甚大な被害をもたらした台風 12 号、15 号による大崩落など、復旧・復興にあたる建設業従事者が高いリスクの中で作業を行わざるを得ない点で共通した特徴があった。

東日本大震災においては、主に津波被災地域湾内の啓開作業や海中の搜索活動および原子力発電所敷地内の高放射線区域における瓦礫撤去作業・状況探査・屋内清掃・冷却・建屋カバー設置等に建設用ロボットとその関連技術*が用いられた。また地震のみならず台風や火山活動等による自然災害に対しても建設用ロボット関連技術の適用が検討され、導入が進んでいる。

今後予想される首都圏直下型地震や東南海地震、その他の自然災害に備えるには、建設用ロボット関連技術の開発、保有・維持運用、教育訓練を行うことが重要であるため、産学官が一致団結して取り組むべき活動の要点について土木学会建設用ロボット委員会の立場から提言するものである。

*【用語の解説】の章および別添解説資料「災害対応および復旧・復興支援に資する建設用ロボットとその関連技術（例）」参照

【提言】

1. 災害対応のための建設用ロボットの積極的活用と開発

(1)災害復旧および復興においては、地域の住民の生活を回復するために、迅速な対応が要求される。しかしながら、平成 23 年災害においては、放射線リスクや深層崩壊に伴う 2 次災害リスクなどが認められ、復旧作業に当たる建設業従事者の安全性も併せて担保する必要があった。今後も放射性物質による汚染地域（避難地域）の除染事業や震災復興事業等において建設業従事者がこれらのリスクの中で作業を行う必要があることから、発注者・受注者双方がこれらの作業について建設用ロボットを積極的に活用し、地域の復旧・復興と建設業従事者の安全確保の両立を図ることが重要である。

(2)災害対応のための建設用ロボットの技術開発は、国土交通省や建設無人化施工協会をはじめとして、建設会社や大学・研究機関、メーカー等により進められてきたが、ロボット技術で対応が可能な災害の種類、工種・作業が限られていた。

東日本大震災では、地震・津波および原子力発電所事故が発生したため、被害の規模、内容が多岐にわたり、技術的なハードルが高かったことなどから、実際に適用された建設用ロボット関連技術は極めて限定された。

今後、災害時の早期かつ安全な復旧・復興の観点から、災害対応のための建設用ロボット関連技術の開発に国を挙げて力を注ぐことが重要である。

(3)災害対応のための建設用ロボット関連技術は平常時において市場性が乏しいため、民間企業主体で研究開発を推進することが困難である。このため国家的戦略のもと、効果的な研究開発体制を構築し、産学官が連携して技術の研究・開発・実用化・実運用を推進することが重要である。

(4)建設用ロボットの研究開発にあたっては、基礎研究・応用研究・実用化研究、それぞれの過程が重要であり、効果を上げるためにはこれらをバランスよく行い研究を有機的に連動させる必要がある。建設用ロボットはフィールドでの作業を目的とするロボットであるため、ロボットによる作業の高機能化・高精度化を実現するための高度実用化研究に、今後特に力を入れることが重要である。

(5)国および関係機関は、災害対応および復旧・復興支援のための建設用ロボットを含むロボット技術開発に世代を超えて総合的に取り組むことにより、将来の技術開発の担い手である若手研究者・技術者を育成するとともに、産業活力の促進を図ることが重要である。

(6)今後予想される大地震に備えるためには、災害対応および復旧・復興支援への国民の参加意識を向上させることが重要である。国および関係機関が継続的に建設用ロボット開発に取り組むことでこの参加意識の向上を図ることができる。

2. 開発ロボットの検証・改善・維持のための環境整備

(1)災害対応のための建設用ロボット技術には、実用性・信頼性が最も重要であるため、フィールドにおける検証と改善を繰り返し継続的に行い、その検証や技術的改善、技術力・ノウハウの維持を図ることが不可欠である。具体的には産学官の協同による実証用フィールドにおける実験や、例えば小規模災害への現場適用を行い、技術の改善を進めるような仕組みを構築する必要がある。

雲仙普賢岳での無人化施工技術の発展を振り返ると、試験フィールド制度で新たな技術を掘り起し、さらに 17 年間の工事の中で建設用ロボットの普及と新たな技術開発が進められてきたことがわかる。このことが建設用ロボットによる福島第一原発事故等への対応を可能にしたといえる。すなわち長期にわたって継続的にロボットが使える環境を設けることが、建設用ロボット技術の開発推進の大きな柱となる。

(2)災害の発生は予測が困難であり、災害対応のための建設用ロボット関連機器を利用する機会もまれであることから、これを民間企業のみで保有・維持管理・運用することは困難である。よって行政・自治体が積極的に保有・維持管理を進め、運用について民間企業が協力できるような体制を構築することが必要である。

仮に、民間企業が災害対応のための建設用ロボット関連機器の保有・維持管理までを行う場合には、そのための公的支援やインセンティブ付与といった施策が必要である。また学会等の学術団体は災害範囲・規模の想定をもとに必要なかつ効果的な配置について提言や指導を行うための協力体制を構築することが必要である。

3. 建設用ロボットを運用するための継続的教育・訓練等の制度の整備

(1)緊急時に建設用ロボットおよび必要な資機材・人材等を調達、運用できる知識とマネジメント能力をもつ現場責任者を発注者、受注者の双方で育成する必要がある。

(2)建設用ロボット・水中ロボットは熟練オペレータやダイバーでなければ効率的な作業が困難であるが、現在その人員が極めて少ない。

ロボットは常に改良・進歩するため、オペレータを定期的・継続的に教育訓練する機関、資格認証制度が必要である。

(3)教育訓練を受けたオペレータが緊急時において効果的に出動できるよう、登録制度、災害対応のための関係者の協定や産学官の協力体制を構築・維持する必要がある。

(4)緊急時においてロボットと人の協調作業の安全性・効率性を確保するため、ロボットを活用する作業現場の運用システムの構築と教育研修が必要である。

4. 建設用ロボット技術を活用するための情報収集と共有、インフラの整備

(1)今回の震災では数百kmに及ぶ範囲が被災し、被災地では通信回線も麻痺したため、情報が混乱し、民間各社が保有する設備・要員や補給用物資が、必ずしも適切に配分されたとは言えない状況があった。今後は災害時の初動対応のため、災害発生時に迅速に現場状況を調査・情報収集し、情報発信する専門組織が必要である。そこで得られた情報をもとに関係する多くの組織が速やかに対応するため、本組織は省庁横断的かつ産学とも連携したものであることが望ましい。

(2)公的機関や民間各社は個々には組織化されているが、組織の枠を超えて、適切な資機材を適切に配備できる組織・情報システムが存在しない。平常時から幅広く災害対応技術情報（保有、稼働、要請等の状況）を収集・公開し、災害発生時には現場状況を情報発信する専門組織（前述）からの情報を受け、建設用ロボットおよびその関連機器の利用推進を実現できる体制の整備が必要である。

(3)建設用ロボットの遠隔操縦や位置情報管理、計測データ伝送のために既存の携帯電話回線も活用可能だが、例えば海上や山間部では通信困難もしくは不可能な場所がある。また既存の衛星電話回線を使えば広範囲なデータ通信が可能であるが、民間レベルでの使用に際してはコスト面の問題点がある。これらを解消するため、技術開発を含むインフラ整備が必要である。災害および復旧・復興対応時には通信回線を優先的に使用可能とするような対策も必要である。

また、複数の建設用ロボット等の無線遠隔操縦や映像伝送のために緊急時に安定して使用でき、平常時にもテスト可能な無線通信手段（技術開発、周波数帯域の確保、法律整備等）が必要である。

(4)平常時に使用する建設機械に災害対応用の機能を付加するだけで、迅速に災害対応用の建設用ロボットとして用いることのできるプラットフォームの研究開発が必要である。

大規模災害時は災害対策専用機械だけではなく地域にある機械を活用することで迅速な対応が可能となる。これまでの災害でも災害地にあるバックホウなどの活用が効果的であった。

【おわりに】

発生する大規模災害はこれまでの予想を超える事態を招く。こうした中で、災害対応ロボットの多くは、民間主導により開発されたものが災害復旧工事等の中で実用化されている。しかし、近年の公共事業費削減等により、民間企業や事業者の技術開発への投資意欲は大幅に低下している。そうした中で平成 23 年に発生した災害のようなリスクの高い災害に対応する建設技術を継続して保持するには、建設用ロボットのように実作業に適用できる建設機械等をうまく流用し、これを高度化する技術が必要である。また、ロボット技術は、完成域までに多くの研究開発が必要であり、単年度の研究では十分に成果は上がらない。宇宙開発事業のように長期間の国家プロジェクトとして、総合科学技術会議等に取り上げ、粘り強くその開発を進めていく必要がある。

こうした観点から今回は国等への働きかけを念頭に置きつつ、日本として今後取り組むべき活動の要点について提言した。今後は、開発を推進すべき具体的な技術についてまとめ、公表する予定である。また我々土木学会建設用ロボット委員会は、各関連学会・団体と連携して、災害対応および復旧・復興支援のための建設用ロボットの開発を推進する機運を高める活動（調査研究、シンポジウム開催、提言等）を継続していく予定である。

【用語の説明】

(1)建設用ロボットおよびその関連技術

- ・遠隔操縦型建設機械（解体機械含む）、探査ロボット等
- ・遠隔操縦型水中ロボット（水中バックホウ、自走式水中カメラ等）
- ・周辺技術（遠隔操縦用通信装置、水中ソナー、構造物健全度調査装置、ライフライン検査装置等）

(2)建設用ロボット関連技術が貢献できる（可能性のある）作業

地震とそれに伴う津波、原子力発電所事故における以下の作業

- ①初動段階：被害状況調査、搜索支援、瓦礫除去、啓開等
- ②復旧段階：瓦礫除去、解体、除染、急速施工、補修、廃炉、廃棄物処理、最終処分等
- ③復興段階：急速施工等