

人工知能(AI)の土木施工技術への適用に関する調査研究

東亜建設工業(株) 正会員 ○津田 宗男 西松建設(株) 岩永 克也 (株)熊谷組 正会員 梅村 勝
大豊建設(株) 今井 和美 大日本土木(株) 正会員 中谷 登 五洋建設(株) 正会員 川崎 光洋
(株)大本組 藤澤 秀行 (株)不動テトラ 船田 哲人 ショーボンド建設(株) 三村 典正

1. はじめに

本調査研究は、日建連土木工事技術委員会土木技術開発部会において、土木工事における施工技術への人工知能(AI) 活用の可能性について検討を行ったものである。最初に、AI の取り組み状況について、建設業界や他業界における事例を調査するとともに、建設業各社にアンケート調査を行った。次にいくつかの工種を対象に、入札から竣工に亘る業務プロセスを詳細に分析し、それぞれの業務に対して AI 適用可能性について検討した。また、今後土木工事に AI を活用していく上での課題及び活用の展望について整理した。なお、本調査研究は、一つの機能に専門化して稼働する特化型 AI(弱い AI)を対象としたものであり、人間のようにものごとを認識、思考して仕事を行う汎用型 AI(強い AI)は対象としていない。

2. アンケート調査

建設業各社の AI 活用の現状と動向について把握する目的で、2019 年 2 月に日建連土木工事技術委員会の構成 42 社を対象としてアンケート調査を行なった。設問は表 1 に示す 6 項目で、有効回答数は 40 社であった。

問 1 では、建設業で AI が定着するとの回答が大多数で 28 社(70.0%)、定着しないが 0 社、分からないが 12 社(30.0%)である。問 2 では、省人化/省力化に対して AI に期待している回答社が 21 社(52.5%)と多く、他には作業効率の向上 10 社(25.0%)、熟練技術/技能者不足への対応 6 社(15.0%)、品質向上 3 社(7.5%)などである。

問 3 では図 1 に示すように、現状ではまだ AI を活用していないとする回答社が 21 社(52.5%)と半数を上回っているが、19 社(47.5%)が何らかの分野ですでに AI を活用している。このうち、岩盤/地盤の性状評価に活用している回答社が 14 社(35.0%)で、AI を活用しているとの回答社の中でみても 73.7%と最も多い。

問 4 では、図 2 に示すように、大多数の 35 社(87.5%)が今後 AI を活用する予定で、その分野は幅広く延べ 91 項目に達している。最も多いのは工事用車両/建設機械の自動制御で 15 社(37.5%)、続いてリスク分析/トラブル予防措置の検討が 12 社(30.0%)、岩盤/地盤の性状評価やコンクリートの品質評価、安全管理がそれぞれ 11 社(27.5%)である。回答社ごとでみると、今後の AI の取り組み予定は、1 分野のみが 10 社(25.0%)、2 分野が 11 社(27.5%)、3～6 分野でも 13 社(32.5%)ある。今後は各社積極的に取り組もうとしている。

問 5 の AI 技術の開発体制については、AI 関係の開発業者との共同研究が 22 社(55.0%)、委託が 18 社(45.0%)、合わせて延べ 40 社が AI 業者との開発体制をとっている。自社スタッフによる開発は 12 社(30.0%)で実施、計画されている。

表 1 アンケートの設問

問1. 今後、建設事業においてAIが定着するか(単回答)
問2. AIに期待することは何か(単回答)
問3. 現在、試行段階も含めAIを活用している分野(複数回答可)
問4. AI活用について、今後取り組み予定の分野(複数回答可)
問5. AI技術の開発体制についてお聞きます(複数回答可)
問6. 建設産業へのAI技術の活用に関して自由意見

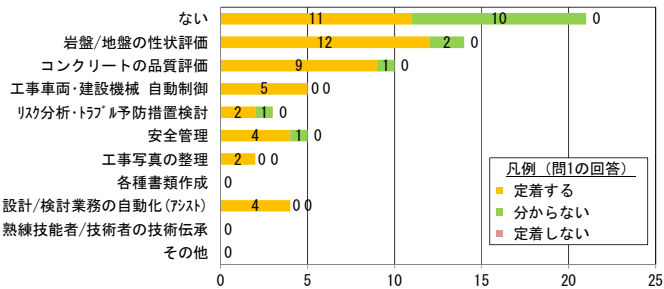


図 1 現在の AI の活用状況(問 3)

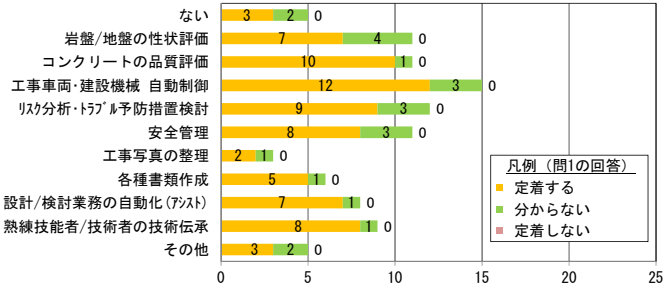


図 2 今後 AI の活用に取り組む予定(問 4)

キーワード 人工知能(AI), 土木施工, 建設業界の動向, 課題と展望, AI の適用性, AI の活用

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL. 045-503-3741

3. 施工の業務プロセスへの AI 活用可能性

ここでは、いくつかの代表工種について施工段階での業務プロセスに対して、AI 導入による業務の高度化/効率化の可能性について検討した。入札から施工計画、実施工、施工管理、品質管理、竣工まで、全工事に共通するものでは 58 業務プロセス、RC 構造物の構築工事 30 プロセス、山岳トンネル工事 44 プロセス、大規模土工 23 プロセスを抽出して検討した。まず、各業務プロセスを、入札/施工/竣工の時期的区分、事務所内/現場サイトの場所的区分、施工管理/品質管理/安全管理などの大分類、大分類下での具体的な業務に分類した。それぞれについて、業務への AI 適用を具体的にイメージし、AI 適用のパターン化、適用できる AI 技術の種類、技術的な判断による AI 活用の実現可能性を検討した。さらに、現状や予想される今後の技術レベル、生産性、品質の向上などに対する導入効果の見込みを評価して、優先的に AI 化が望まれる業務を選定した。この結果としては、設計図書/工事数量の照査や鉄筋加工図の作成、鉄筋組立の計画、配筋検査、土配計画の作成、施工サイクルの最適化、切羽観察による切羽状況の定量評価、切羽の落石・崩壊の予防などが挙げられた。

以上の検討において、工種や業務プロセスは多種多様であっても、表 2 に示すように、施工業務の AI 化はいくつかのパターンに分類ができることが示された。

表 2 業務プロセスへの AI 活用可能性

適用分野の例	機能要素とAIの手法例（※）	AI化のパターン
伝票/書類の事務的処理	読取：自然言語処理 (DL)， 処理：RPA	文書 (TEXT/音声) を読取り、事務的な処理を実施
各種技術検討	読取：認識・識別 (DL)， 照合：ES (KE)	図面 (BIM/CIM) を読取り、技術データベースを照合
設計図書の照査	読取：自然言語処理 (DL)， 抽出：認識・識別 (DL)	図面及び文書を読取り、設計図書内の矛盾点を抽出
官積算及び実行予算作成	把握：認識・識別 (DL)， 算定：ES (KE)	図面から工事仕様/数量を把握し、積算及び工事費を算定
鉄筋加工/組立計画	把握：認識・識別 (DL)， 加工：ES (KE)	図面を読取り、ルールに従った加工を実施
各種施工計画の立案	目的：ES (KE)， 導出：ES (KE)	目的に最も合致する解を、過去事例データベースから導出
工事写真整理/建設機械の自動運転 岩盤判定/安全管理/CON品質管理	判断：認識・識別 (DL)	目視での定性的な判断による業務を画像データの判断で代替
配筋検査	検査：認識・識別 (DL)	検査業務における計測業務の画像データによる代替
工程計画・管理/作業手順の最適化	導く：強化学習 (DL)	工事計画における最適な解を試行錯誤方式で導出
建設機械の操作/職人の技能継承	数値化：認識・識別 (DL)	熟練者のノウハウや勘（技能）を数値化（暗黙知の形式知化）
山岳TNの変状予測/危険度判定	判定/予測：認識・識別 (DL)， 導出：ES (KE)	計測データから現象の判定/予測を行い解を導出

※ DL:深層学習, ES:エキスパートシステム, KE:知識表現

4. AI 技術の活用の課題と展望

土木施工業務において AI を実用化するためには、次に示すように技術的な課題や業界・産業特有の様々な課題を克服する必要がある。①**ブラックボックスでの判断と説明責任**：土木工事のような公共性の高い事業では説明責任が重視されるが、現在の AI の主流である深層学習では、解答を導く過程が説明できない。これに対し、説明可能な AI などの研究が進められている。また、従来技術のエキスパートシステムを改良し、専門家の知識や経験を活用できる AI の開発も行われている。②**安全性に係る問題への適用**：安全管理や建設機械の自動制御などでは、AI の誤判断により、事故、災害が発生するリスクがある。特に人命に関わる業務では重大な責任問題が生じる恐れもある。AI による事故の受容レベルに関する合意形成が必要である。③**AI の信頼性を確保するための適切な質・量のデータ**：建設業では工事ごとに施工条件が異なり、質・量ともに建設各社が個々に十分な教師データを確保することは困難である。収集データ項目、フォーマットの設定など、業界や国の主導で情報共有する枠組み策定が望まれる。なお、国土交通省には、AI 開発支援プラットフォームの運営を目指す動きがある。④**AI 開発・活用を推進する人材の不足や高額な開発費**：必要な AI 開発については専門企業への委託などで対応が可能である。しかし、AI の適用可能な現場の課題を抽出したり、データの有無の確認や収集蓄積を行うには、相互の業務内容を熟知した AI 技術者や土木技術者が求められる。

5. おわりに

建設業においては AI の実用化はまだ道半ばであり、他産業に比べ遅れているのが現状である。現在、多くのゼネコンや建機メーカーが AI 活用に取り組んでいるが、現時点では研究段階、試験導入段階のものが多くいようである。土木工事における AI 活用においては、生産性や品質の向上、技術の継承などの目的に対し、効果的な業務プロセスを AI 化することが肝要である。AI の適用領域を適切に定めて実用化し、人間と AI がうまく協調することで、今までにないスマートな施工現場が実現できるものと期待される。