

## 第4回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト 地域賞受賞

# 建設現場で活用できる 安全管理支援システムの開発

豊田工業高等専門学校 情報工学科 教授

はやさか  
早坂たいち  
太一

環境都市工学科 准教授

おおはた  
大畑たくや  
卓也

## 1. はじめに

第4回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト（以下、「インフラテクコン」という）2023において、豊田工業高等専門学校の「早坂・大畑 Lab.」チームは、地域賞、プラチナ賞に加え、前回に引き続き2回目の「わくわく賞」を受賞しました。「わくわく賞」は、インフラテクコンを応援する「わくわく応援隊」と協賛団体からの投票で最多票を獲得したチームに贈られる賞です。投票していただいた皆さまに深く感謝申し上げます。

今年の早坂・大畑 Lab. は、専攻科情報科学専攻学生1名、情報工学科5年生1名および環境都



写真-1 早坂・大畑 Lab. メンバー  
（表彰式当日は1名欠席）

市工学科4年生3名の計5名で構成されました（写真-1）。それぞれの学科・専攻の強みを生かし、学際的な作品創りを行うことができ、指導教員として大変うれしく感じています。

本稿では、チームで取り組んだ「安全管理支援システム」の開発内容について紹介します。

## 2. システム開発の背景

私たちが建設業における大きな問題と考えているのは、労働災害による死亡事故の多さです。令和4年12月時点の厚生労働省の発表によると業種別の死亡災害の件数は、全産業で658件のうち、製造業が125件、建設業が242件、陸上貨物運送事業が70件、林業が28件、第三次産業が160件となっており、建設業では特に労働災害による死亡事故が多発しています。また、その要因としては、墜落・転落が196件、交通事故が95件、はさまれ・巻き込まれが102件と、墜落・転落が最も多くなっています。

建設業などの高所作業において使用されていた胴ベルト型安全帯は、墜落時に内臓の損傷や胸部の圧迫による危険性が指摘されており、国内でもこの型の安全帯に関わる災害が確認されていました。そのため、平成30年に安全帯の規制に関する政省令・告示が改正、大幅な見直しが行われた後、経過措置期間を経て令和4年1月2日から、

高所作業では新しい規定に基づく墜落制止用器具の装着が義務化されました。また、作業責任者等には、墜落制止用器具の使用状況の監視や機能の点検が義務付けられるようになりました。

しかしながら、建設業社2社にヒアリングしたところ、墜落制止用器具の装着を怠る業者（安全帯規制の改正を知らずに、安全帯を装着して作業する業者）がいること、さらに、複数の建設現場を掛け持ちしている現場責任者が常に墜落制止用器具の使用状況を確認することは不可能であることが分かりました。

このような状況もあり、墜落・転落による労働災害死亡事故の件数は令和4年に17件増加し（令和3年同期比で9.5%増加）、安全帯規制を改正したにもかかわらず効果が現れていませんでした。そこで、早坂・大畑 Lab. は、墜落制止用器具の装着を怠る者を判別し、現場責任者がその使用状況を監視できるシステムを開発しました。

### 3. 墜落制止用器具装備確認システム

早坂・大畑 Lab. が開発した安全管理支援システムの構成を図-1に示します。本システムは、墜落制止用器具を装着した人間に対して、物体検出用の深層学習モデル YOLOv5 を利用し、装着していない器具を判別してその結果を表示します。また、判別結果を現場責任者の携帯端末からアクセスできる LINE に送信する機能も実現しました。

デジタルカメラで撮影された写真から器具を判別するプログラムは、Python スクリプトとして作成しました。この際、墜落制止用器具の装着者

が自身で確認できるように、デジタルカメラが認識した後にウィンドウを表示させる機能も実装しています。

ウィンドウには Python で使用できる GUI ライブラリの Tkinter を用いました。LINE への送信機能は GAS（Google Apps Script）を使用し、JavaScript で作成されたサーバを通じて行い、LINE Messaging API を利用しました。

建設現場で使用される墜落制止用器具を作業員の入場時に判別するためには、近年飛躍的に精度が向上しているディープラーニングによる物体検知技術が不可欠だと考えました。豊田工業高等専門学校の環境都市工学科には、建設現場で使用される器具がそろっており、これを活用して学習データに必要な墜落制止用器具を装着した人物画像を収集することができました。

環境都市工学科の教員および学生約10名が被撮影者となり、体の向きや手袋・墜落制止用器具の装着／未装着を変えて作成した1,003枚の画像（640×640ピクセル）を学習データおよびテストデータとして使用しました。

本システムでは、各器具のみならず人物が写っ



図-2 YOLOv5 の判別結果例



図-1 システム構成

ているかどうかも判別するため、YOLOv5 に与えた教師ラベルは「人物」、「ヘルメット」、「手袋」、「安全ベスト」の四つです。テストデータに対する 4 ラベルの平均適合率は、mAP@0.5 が 0.995, mAP@ [0.5 : 0.95] が 0.703 でした。図-2 に判別結果の例を示します。

#### 4. 今後のシステム機能の拡張計画

##### (1) エッジ AI カメラの導入

産業用の AI カメラと、Raspberry Pi などのシングルボードコンピュータを組み合わせたエッジ AI システムを使用し、作業員の現場入場時における墜落制止用器具の判別を実現する計画を進めています。効果音や画面上のメッセージにより判別結果を即座にフィードバックする機能をエッジ AI システムに実装し、LINE への送信機能だけをクラウドサーバで実現することで、本システムをより安価かつ管理しやすいものにしようと考えています。

##### (2) 後点検による装備・器具発見装置

建設コンサルタント企業や鉄道車両製造企業にヒアリングを行った結果、建設現場では作業終了後に「後点検」と呼ばれる作業を実施、現場に持ち込んだ器具を置き忘れていないかチェックしていることが分かりました。そのような状況下でも実際の鉄道や高速道路、空港などの工事では、工具が現場に残されたことで新幹線や車両、飛行機の事故が多発しています。後点検を行っても人間

が見逃すことがある工具を効率的に発見するための機能も、本システムに新しく組み込む予定です。

これにより、例えばボールペン 1 本であっても、見つかるまでは帰れないという状況から脱け出し、工事における落とし物も確実に発見することができるため、公共交通機関の安全性が向上すると期待されます。具体的には、建設現場などで使用する装備品や器具に貼付可能な BLE (Bluetooth Low Energy) タグを開発し、小型の BLE モジュールと電池を表面実装した電子回路を実現する計画です。

#### 5. おわりに

前回のインフラテクコン 2022 において、プラチナ賞の副賞として参加させていただいた現場見学会で、建設現場での事故の深刻さを目の当たりにし、命の尊さについて、学生だけでなく教員も再認識しました。この経験が、本システムを開発する上での大きなモチベーションとなっています。

高等専門学校は大学に比べると規模は小さいものの、学科間の距離が近く、共同での教育・研究が行いやすい環境にあります。この小規模ながらのメリットを生かしつつ、創造的な工学デザイン教育と学際的な研究協力体制の推進を目指しています。

最後に、インフラマネジメントテクノロジーコンテスト実行委員会と多くの後援団体の皆さまに心から感謝申し上げます。