

スマートヘルメットによる屋内外位置測位による現場安全性向上の取り組み

株式会社大林組 正会員 〇湯浅 知英、正会員 棚池 誠
 東日本高速道路株式会社 遠藤 佳紀
 トランスコスモス株式会社 田村 雄介
 BeeInventor 社 陳建勇

1. はじめに

建設現場における作業員の安全性向上のため、作業員の位置情報を活用する取り組みは従来より行われてきた。しかし、装着するセンサー類が外付けかつ重量物であること、測位情報の管理が手間であること、対象エリアが屋外のみであるなど様々な技術的課題があり、実務面では必ずしも十分活用されていないのが実態である。そこで今回、台湾に拠点を構える BeeInventor 社が提供している位置測位センサー等が内蔵されたヘルメット型のスマートデバイス（以下、スマートヘルメット）を用いて現場の安全性向上等に関する各種現場検証を行ったのでそれらについて報告する。

2. 技術の概要

(1) スマートヘルメットの概要

今回導入したスマートヘルメットには、位置測位センサー、圧力センサー（装着を認識するため）、体温センサーと心拍センサー（閾値を設定しアラート等を発報するため）のほか、転倒状態や 1.5m 程度の落下を検知する加速度センサーがヘルメットに内蔵されている（図 1）。また緊急時に自らの位置情報を発信する SOS ボタンやスピーカーの他、特定音声を目元近くでアナウンスメントする機能も備える。電源は充電式リチウム電池であり、一度の充電で 2 ～ 3 日程度稼働する。重量は電池を含め 450g 程度であり、通常のヘルメットと同等である。防水防塵は IP64 等級、純粋なヘルメットとしての安全機能に関しては、厚生労働省認定の日本産業安全技術協会 (TIIS) の型式検定の認証取得済みであるため国内現場利用可能である。

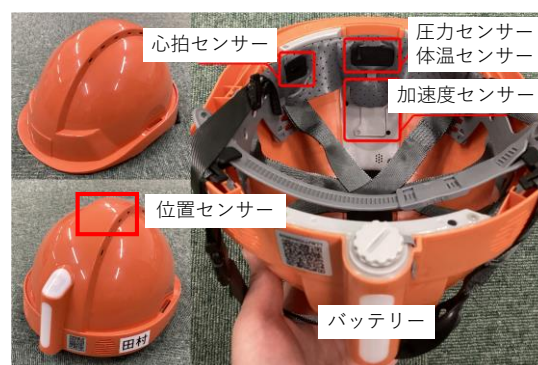


図 1. スマートヘルメット

(2) 通信と全体システムの概要

位置測位に関しては、屋外の場合は GNSS、屋内の場合は BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンによりスマートヘルメットで取得された位置情報を、現場内に設置した LoRa (Low Power Wide Area) ゲートウェイ経由して、又はヘルメットに内蔵された NB-IoT (Narrow Band-IoT) (既存 LTE 基地局を活用) 経由してクラウド上に集積する。集積された情報は、BeeInventor 社が提供するクラウドサービス (DasIoT と呼ぶ) により統合管理できる (図 2)。

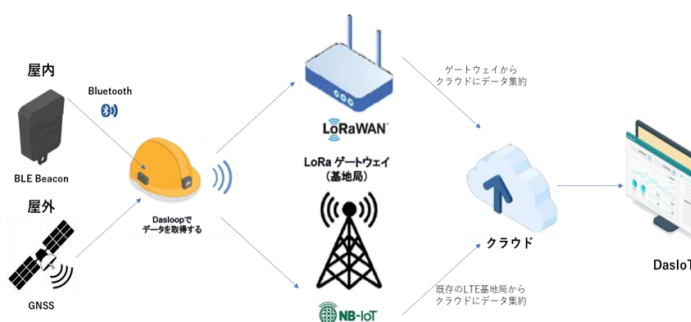


図 2. 全体システムの概要

キーワード スマートヘルメット, 屋内測位, LoRa, LPWA, GNSS, IoT, 安全管理

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株) 大林組先端技術企画室技術開発部 T E L 050-3828-7894

DasIoT では、複数プロジェクトの管理、デバイス管理、作業員情報管理、各種アラート管理などが可能であるほか、作業員の位置や各種センサーで取得される情報をリアルタイムで可視化できる。また立入制限エリアを指定することで、ヘルメット本体からは音声及び振動、DasIoT 上ではアラートとして注意喚起がされ、携帯電話などに発報情報を送付も可能である（図 3）。



図 3. DasIoT による位置情報等の可視化

3. 実証試験結果

(1) 装着性、使用性、計測精度等

装置自体が普段身に着けるヘルメットである故、日常現場作業における着脱性や装着性確保が重要となる。過去利用者 10 名程度対象にしたアンケート調査では、装着時の着脱性（装着性）については、5段階（最も良い評価を5、悪い評価を1、以後同じ）で平均 4.3 という回答を得た。また装着中の使用性については、平均 4.1 という回答を得ており総じて高評価となった。測位精度は、GNSS では水平方向 2.5m 程度の結果を得た。また明かり作業とトンネル坑内作業などが混在する現場では、屋内測位と屋外測位を単一のデバイスによりシームレスに測位・統合管理できるため利便性が高い。なお、LoRa ゲートウェイゲートウェイ設置では、図 4 のような簡易な機構で数 km の通信範囲をカバーできることも分かった。

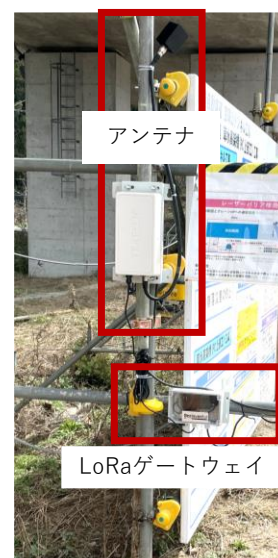


図 4. ゲートウェイ

(2) 安全性向上に関する分析

日々現場内で立入制限エリアが変化するような場合、制限エリアをいつでも任意指摘でき、ヘルメット自体の音と振動による発報機能は安全性向上に有効である。またコロナ対策や熱中症対策として、体温及び心拍の閾値設定による個人単位でのアラート発報も災害予防観点で効果的である。特定または全てのヘルメットを指定し、例えば水分補給を促すなどのアナウンスメント機能も口頭による声掛け等に比べて確実に注意事項を伝達でき有効と考えられる。一方で、位置測位精度はそれほど高くないため、稼働する重機との接触防止等の用途では不向きであり、別途 UWB（超広帯域無線通信）などの高精度な距離測位が必要だと判明した。また、体温及び心拍センサーは、ヘルメット前方、額に正しく接していないと計測できない問題も判明した。

4. まとめと今後の予定

前述した課題解決が必要ではあるものの、海外で先行しているスマートヘルメットを国内先行活用した結果、総じて作業員の安全性向上に資するものだと検証できた。今後は重機との接触防止に UWB との併用を施行したい。また、安全性向上以外の位置情報の活用方法として、例えば、トンネル坑内の作業員管理についても検討を進める。また DasIoT に搭載された API（Application Programming Interface）を活用して、例えば 3D モデルと人のリアルタイムな情報を統合することで、現場情報の統合管理に向けても検討を進めたい。

参考文献

- 1) 濱田 佑希, 牧 怜美, 角野 仁基: 大規模プロジェクトにおける作業管理と安全管理の向上に関する研究, 国際 P2M 学会研究発表大会予稿集, 2018