

27. 次世代型ビーコンを利用した 屋内作業員の可視化による現場管理システムの開発

ーメッシュ型 Beacon による入退場および原位置把握ー

株式会社 大本組 東京本社 ○ 橘 伸一
株式会社 大本組 東京支店 佐藤 浩郁
株式会社 W H E R E 藤島 伸吾

1. はじめに

建設業において高齢化等により技能労働者が大量に離職することが予想され、将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持を図るためには、建設業の将来を担う若者の人材確保や生産性向上技術の開発等が重要となっている。

屋内空間等における現場において原位置把握のための GPS 技術を利用できない個所ではその情報をリアルタイムに得ることは困難である。しかしながら、山岳トンネル、シールドおよび地下施設等において、入場者・資機材（以下、入場者等）の原位置把握は、生産性（施工効率）向上に重要な要素の一つである。

2. 開発目的

既設構造物の再構築工事において、下記条件下にて正確な労務管理を行うことを目的とした。

- ・施工箇所が 4 系列に分かれ施工の進捗により目視による入場者の確認が仮設物・構造物により遮られる。進捗に伴い足場支保工により上空が遮られる
- ・多工種の作業員が多数入場する
- ・従来の入場札等では入場漏れが発生する

以上より GPS 技術に代わりビーコン技術に着目した。複数個所での作業や支保工足場等もあることから設置が容易なことが重要であり、LAN ケーブル等での接続を必要としないメッシュ型ビーコンを利用して入場者等の入退場および位置把握ができるシステムを開発し実用化を図った。

3. システム概要

3.1 システム構成

本システムは、作業エリア各所に次世代型ビーコン（EXBeacon）を設置し、入場者等が小型・軽量のモバイル用ビーコンを所持することにより、EXBeacon の電波が届く範囲にあればゲートウェイを通じてクラウドに自動的にデータが集約す

る。集約されたデータから入場者等の位置情報を特定し、監視モニタにて可視化する。

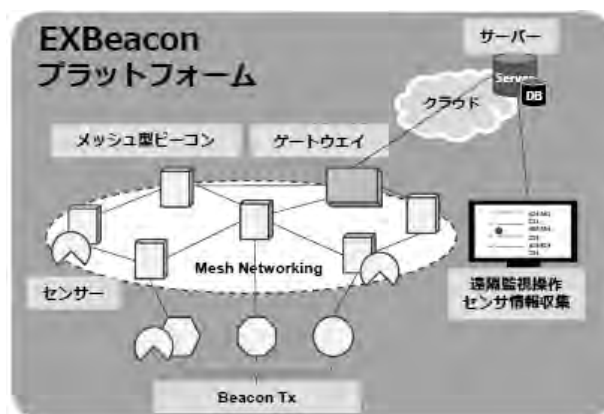


図-1 EXBeacon プラットフォーム

3.2 システム機器

モバイル用ビーコンが 500ms 毎に送信した電波を EXBeacon が受信・マルチホップし、EXBeacon は ID 情報と受信電波強度をゲートウェイを介しクラウドに送信する。モバイル用ビーコンの受信電波強度からその位置を判断し、監視モニタに表示する。

- ・受信範囲は、電波強度が -97dB 以上
- ・受発信機の電波強度は $\pm 10\text{dB}$ 程度の変動



図-2 受発信機電波フロー

(1) 次世代型ビーコン「EXBeacon」

- ①新しい消費電力通信規格である BLE(Bluetooth LE) 規格に準拠 (2.4GHz 帯)
- ②電波を発信すると同時に相互通信するメッシ

ユネットワーク形成機能を搭載しているため、有線回線が不要

③柔軟なネットワークトポロジー構成により、配置・増設が安易

④電力：AC100V



写真-1 Exbeacon

(2) モバイル用ビーコン「無指向性」

①省電力型の近距離通信 (Bluetooth LE) を使用

②モバイル用ビーコンを識別する ID や、電波強度を示す識別子などを発信する装置

③仕様

・外形寸法；W:24.5 H:46 D:3.5(mm) 約 5g

・動作温度；-25～75° C

④電力：ボタン電池



写真-2 モバイル用ビーコン



・既設構造物：全長 L=60m,全幅 W=26m
(@5m×4ブロック),高さ H=4.5m

・モバイル用ビーコン：60基

・EXBeacon：32基「1F(14基),2F(16基),3F(4基)」

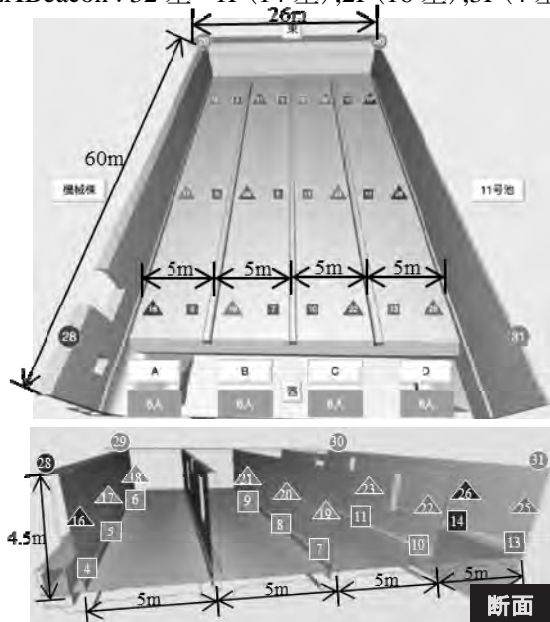


図-4 現場状況および EXBeacon 設置イメージ

(3) 監視モニタ

入場者（発注者、大本組、協力会社）別に区別し位置情報をアプリの現場内 3D マップ上に色別にプロットする。1F,2F,3F の入場者は図形で表現する。

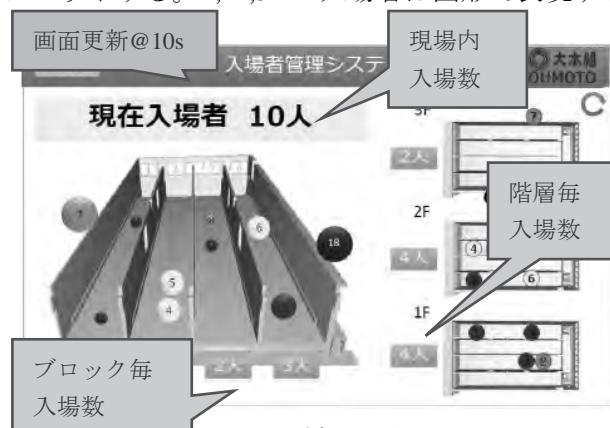


図-3 監視モニタ

- ・作業箇所に設置された EXBeacon がモバイル用ビーコンの電波を受信した際に、該当する場所にモバイル用ビーコンの番号を表示する。
- ・同時に複数の EXBeacon でモバイル用ビーコンを受信した場合、過去 1 分間のモバイル用ビーコンの受信強度の平均で、値がより大きい場所にモバイル用ビーコン番号を表示する。
- ・出入口に設置した EXBeacon がモバイル用ビーコンの電波を受信した際に、現在のステータスを参照し入退場となる。

4. 適用事例

4.1 現場条件およびシステム設置イメージ

本システムは、下記に示す既設構造物に設置し運用した。

4.2 帳票作成

入退時間等の作業員情報をデータベース化し入退記録（出勤記録）管理表を作成する。協力会社別に纏め CSV 出力する。

4.3 問題点

- ・足場支保工設置後、1F と 2F を誤検知する箇所もあったため部分的には電波遮断シート等で指向性を持たせることも必要となる。
- ・位置測位精度を高めるためには EXBeacon の設置基数を増やす必要がある。
- ・モバイル用ビーコンの電池交換が必要である。

4.4 導入効果

- ・入場者等の情報を俯瞰的に確認できるため、管理者からの指示等が効率的となる。
- ・EXBeacon 同士がネットワークを構築するため接続ケーブル敷設が不要である。
- ・機器の小型化、単純化により現場作業員にて設置や移動が可能である。

5. おわりに

閉鎖空間においておおよその位置を把握できた。今後は、山岳トンネルおよびシールドにおける入退場管理、機械・資材の搬出入および位置把握に利用する予定である。

また、安全対策として体温・脈拍等のバイタル信号を取得するセンサーと組み合わせることにより転倒や熱中症等の早期確認も可能となる。