

超高層ビルや大地下空間の建設現場に安定した通信環境を構築するシステム

ウェーブガイド LAN システム

黒瀬 義機・田中 秀幸・長幡 逸佳

建設現場のIoT化が進む中で、超高層ビルや大地下空間などの建設現場に安定した通信環境を提供する技術である「ウェーブガイド LAN システム」を実際に導入した事例を、その施工方法と合わせて紹介する。また、仮設の技術として開発された本技術を、新しい発想で竣工後の新築案件に適用し、使用方法の新たな可能性を示した事例についても紹介する。

キーワード：通信環境、無線 LAN、超高層ビル、大地下空間、現場のIoT化

1. はじめに

昨今の建設現場のIoT化が進む中で、建設現場でのデジタルデータの活用が進んでいる。3次元のモデリングソフトウェアである BIM に代表される容量の大きなデータをタブレット端末で利用する機会が増えているのと同時に、カメラやIoT対応の建設機械や、施工検査で使用するセンサ機器等の活用も増えてきており、通信量の増加が進んでいる。一方で、建物が高層化、地下構造物の深化が進み、ビルの高層階や地下階ではキャリア回線が不通になる問題が増えてきており、必然的に無線 LAN 環境を現場内に構築する必要があり、様々な方法で通信インフラ計画を検討している。しかしながら、ビルは階ごとにコンクリートと金属製のデッキプレートが敷かれており、階をまたいで電波伝搬が非常に困難であり、各階ごとの無線アクセスポイントの設置が必要であるのと同時に、工事の進捗状況に合わせて頻繁に盛替えが発生する問題もある。また構築した有線ケーブルが工事の影響で破断してしまうリスクもあり、原因不明のシステム障害を起こし、現場の工程に支障を与えてしまう可能性も大きくなる。もちろん、複数のアクセスポイントが必要となることから設置コストも増大の一途となり、現場の運用上も得策ではないと考える。以上の問題を鑑み、少数のアクセスポイントで構成され、かつ堅牢な無線 LAN システムであり、低コストで施工性も優れている通信技術として「ウェーブガイド LAN システム」(以下、本システム)を開発した。

2. 技術概要

本システムは、円形のパイプとアンテナユニットを1台のアクセスポイントから垂直に設置することで、建物空間内に無線 LAN 環境を構築できる技術である。使用する円形パイプは仮設材に使用される単管パイプと同型の外形 48.6 mm、厚さ 2.4 mm のパイプで規格品 (JIS G3444) であり、大量に製造されていることから入手もしやすく、安価で購入することが可能である。アンテナユニットはパイプと簡単に接続ができるようにネジ式のユニットとなっており、取付方法がシンプルである(写真-1)。また、前述の通り、工事用の単管パイプと同径なので、仮設用の様々な金物(クランプ等)をそのまま使用することができるの



写真-1 アンテナユニットの接続状況

で、設置用の特殊な道具等の必要がなく、施工が容易である。また、本システムは1階のアクセスポイントのみに電源ケーブル等の配線が必要となるだけで、そこから上階に向けては、必要箇所のみアンテナユニットを設置するだけで良く、電源も不要である。また、必要に応じて、簡単に盛替えすることも可能なので、現場の進捗に合わせて、最適な通信環境を構築できる。建設現場では、本設の階段を先行して構築し、仮設の階段として利用するケースが多いので、垂直方向に構築する形式の本システムはこの階段に設置することに非常に相性が良く、仮設計画の支障になりにくい。

適正な場所に配置されたアンテナユニットから放射される電波を、直接IoT機器で利用することはもちろん可能だが、横方向に広い現場の場合は、この電波を一旦メッシュWi-Fiの中継機で受信し、ここを起点にメッシュ状に通信エリアを拡大することができる。現場の進捗に合わせて、電波を遮る壁や柱を避けるようにメッシュを計画すれば、中継器用の電源さえ確保できれば、通信可能エリアは無限に延伸することが可能である（図-1）。

3. 導入のメリット

本システムを建設現場に導入する際に得られるメリットを下記に記す。

- (1) 高層階、地下階、電波が届かない場所で通信環境を提供
 - (a) 現場内で容量の大きなBIM/CIMデータのダウンロード、操作が可能
 - (b) 現場内でWEB会議が可能
 - (c) 社外の協力会社にWi-Fi環境を提供

- (d) IoT機器、自動搬送、無線カメラ、施工用ロボットの導入促進
- (e) 通信環境確保による、作業員の移動時間の削減
- (f) タブレット端末による施工管理

(2) 施工性の向上（コスト削減効果）

- (a) 設置期間の短縮
- (b) 設置人工の縮小
- (c) 盛替え、撤去が容易
- (d) 省スペースでの施工が可能

4. 導入事例

(1) 超高層ビルへの導入事例

- (a) 工事名：某事務所ビル作業所
- (b) 施設内容：地上38階、地下5階、高さ212m

建物は地上38階、地下5階となっており、上層階にはキャリア回線が届きにくく、現場全体のコミュニケーションがとりにくくなる。また、様々なIoT機器の導入に際しても、現場全体への安定した無線通信の構築が必要となるため本システムを採用した。本システムは、単管パイプとアンテナユニットの組み合わせで電波を放射していく原理となるため、1台のAPでは伝搬できる電波の階層には限界があるため、10フロアごとに中継器（増幅器）を設置（中継機用電源要）して、上層階に延伸する仕様とした。こうすることで、38階という高層階でも、地上と同じように電波を受信することが可能となった（図-2）。

本現場では一日の施工サイクルに対し、様々なICTデバイスを採用し、現場の生産性向上に努めた。

入場管理システムの導入や、朝礼・新規入場教育のデジタルサイネージの活用、BIMモデルを利用して

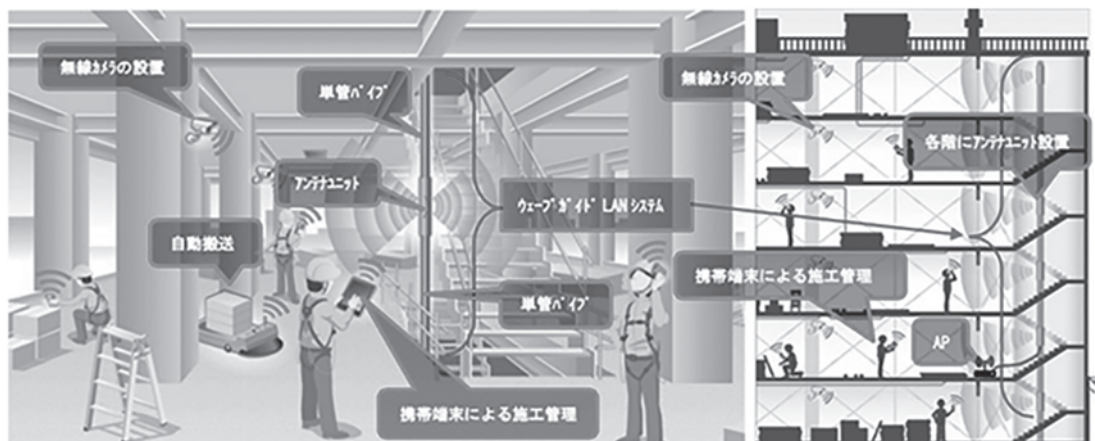
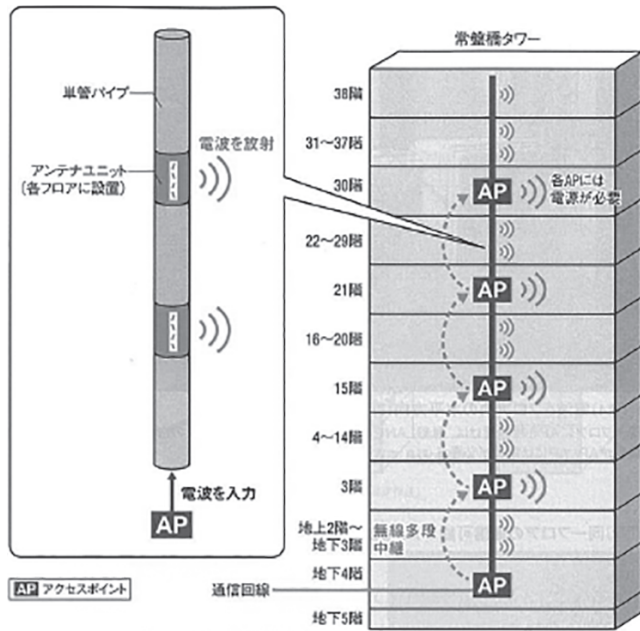
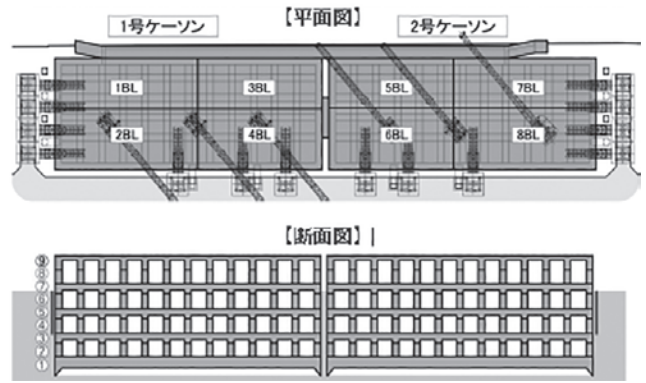


図-1 システム構築イメージ



図一2 10フロアごとに設置する増幅器 (AP)



図一3 調節池の平面図・断面図

の現場の品質管理や検査, また携帯端末を利用したのペーパーレス会議や, コミュニケーションツールとしての活用, 安全・防災対策にも活用の場を広げている。

(2) 大地下空間への導入事例

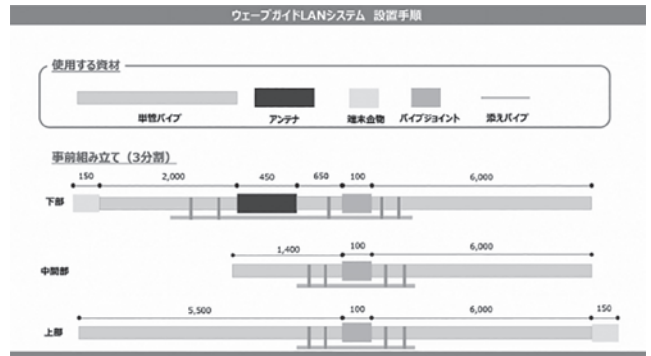
(a) 工事名: 某調節池作業所

(b) 施設内容: 台風や集中豪雨による水害から地域の安全を守るための雨水貯留施設の整備
2 函同時施工で延長約 80 m, 幅約 33 m, 高さ約 35 m の地下空間



写真一2 調節池内部 梁型・柱型状況

本施設は雨水を貯留するという, 非常に大規模な建造物となっており, 建物内は, 2m 角にも及ぶコンクリートの梁型と柱型に囲まれた空間であり, 電波の障害となる構造物が非常に多い (図一3, 写真一2)。ひとたび躯体の裏側に入り込むと, 通信電波が遮断されてしまう場所が数多く発生するため, IoT 機器を用いて現場管理を進めていく上で大きく影響が生じる。また, 地下 35 m 地点が主要な作業エリアでもあるため, 地上までの往復には非常に時間がかかり, 作業員の体力的にも非常に効率が悪い。そこで, 2つのケーソンに1か所ずつ本システムを設置して, 最下部にメッシュ Wi-Fi の中継器を適正な位置で設置することで, 作業所内全体で Wi-Fi 電波を活用できるようにした。メッシュ Wi-Fi の電波はお互いに見通しが得られれば, 比較的長い距離の通信が可能であり, 設置に必要な中継機の数も, 数台あれば足りる。先述の超高層



図一4 地上での配管組み立て (3分割)

ビルでの設置の場合は, 下階から躯体が立ち上がるにつれて, システムを構成するパイプを延長していったが, 本作業所では, 階高が9m 以上あり, 下から組み上げていくのが困難であったため, 地上部分で単管を先組みしておき (図一4), それらをクレーンで吊り下げながら, 地下に延伸していく方法を採用した (図一5, 6)。地上部分で配管を組み立てることで, 施工状態を目視で管理することができ (写真一3, 4), 施工精度を向上させることができた。また, 吊り下げる

ことで、途中の支持材を省略することもでき、垂直の精度も容易に確保することができた（写真—5、6）。

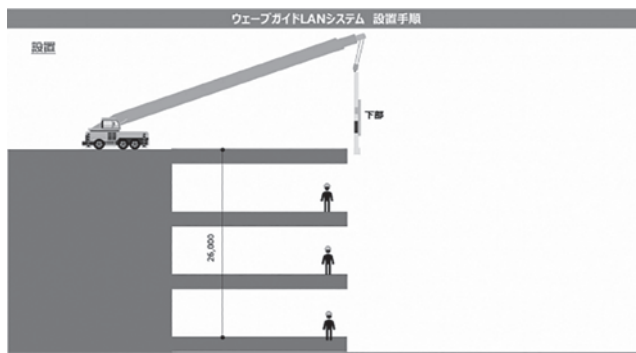
(3) 高層商業ビルへの導入事例（仮設利用から本設利用に転用した事例）

- (a) 工事名：某商業ビル作業所
- (b) 施設内容：地上11階

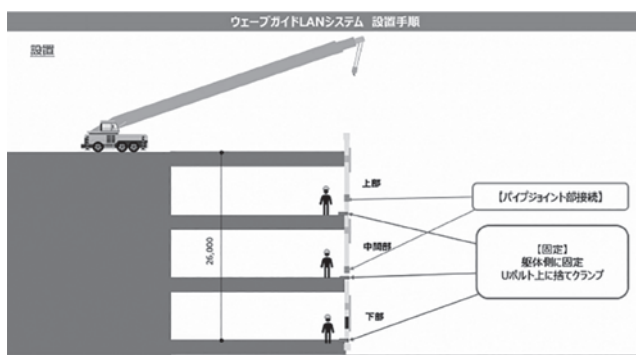
建物中央に大階段があり、工事中はメインの作業動線として利用する部分に本システムを設置した。また、工事中使用していた本システムの部材を、そのま



写真—4 配管組み立て状況—2 (分割にて準備)



図—5 配管吊り下げ状況—1



図—6 配管吊り下げ状況—2



写真—5 配管つり上げ状況



写真—3 配管組み立て状況—1 (アンテナユニット取付け)



写真—6 配管吊り下げ状況

ま利用し、本設のエレベーターシャフトの中に移設することで、施工中に作業員が活用できていた電波を竣工後のお客様にもエレベーターの中で利用してもらうことができた。本システムの新しい活用方法として、本設の設備として転用できた初の事例となる。商業施設の付加価値を向上させることができた好事例となったが、将来的には、サービスロボットのエレベーターでの活用にも利用できる技術として注目している。

5. おわりに

本システムは現場のIoT化を促進すべく、建設DXの大きな武器として開発された技術であるが、今後は様々な作業所へ本技術を適用し、生産性向上に貢献するのはもちろんのこと、仮設の枠にとどまらずに竣工後の建物にも活用できる技術として、様々な活用法を検討していく。特に、ロボット活用や防災計画の観点でも活用の可能性が考えられ、今後様々な展開が期待される。

J|C|M|A

[筆者紹介]



黒瀬 義機 (くろせ よしき)
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
部長



田中 秀幸 (たなか ひでゆき)
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
課長



長幡 逸佳 (ながはた いつか)
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
係員

