

東京国際空港における地下埋設物 BIM/CIM モデルについて

東京航空局 空港部 空港企画調整課

飯塚 幸司

齋藤 幸博

吉田 大輝

恩田 純

1. 東京国際空港について

東京国際空港（羽田空港）は、総面積約 1,515ha の敷地に滑走路 4 本（A 滑走路 3,000m×60m、B 滑走路 2,500m×60m、C 滑走路 3,360m×60m、D 滑走路 2,500m×60m）、241 スポットのエプロンを有する日本最大の 24 時間運航している国際空港である。

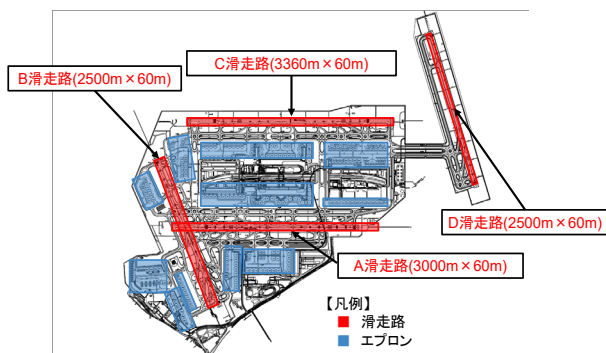


図.1 東京国際空港全体平面図

東京国際空港は、24 時間運航している中で、ターミナルビル延伸・エプロン改良（液化化対策・舗装改良）といったターミナル地区再編事業、鉄道アクセス事業（JR アクセス線・京急引き上げ線）、基本施設（滑走路・誘導路・エプロン）舗装改良事業、基本施設における耐震事業、旧整備場地区再編（用地嵩上げ）事業といった数多くの事業が空港内でいたるところで行われている。

2. 背景・課題について

東京国際空港の広大な敷地の中には、空港運用する上で必要な航空灯火・無線施設の電源ケーブル等の配管、航空機へ燃料や動力を

共有するための配管及びライフライン（都市ガス・通信・上下水）といった共同溝等が多数地下に埋設されている。

施工されている工事で地下埋設物を損傷させると、空港運用する上での必要要件を満足できなくなるため、空港運用・サービスといった低下することになる。最悪な場合は空港の機能停止するリスクが生じる。

東京国際空港には地下埋設物の位置を図示した地下埋設物台帳はあるが、あくまで、概略を示した配置図であり、最も重要な深さに関する情報が無いところである。埋設物台帳に示されている埋設物が現地に正確に反映されていないという状況にある。

空港内工事を実施する際には、地下埋設物台帳で施工箇所周辺に支障になる埋設物がないか確認を行い、近接している場合は、現地で地下埋設物台帳に示されてる位置において、レーダー探査といった地下埋設物探査並びに試掘を行い、支障となる地下埋設物の位置を確認し、支障が無いかの確認をした上で、工事実施している。空港工事は、滑走路・誘導路等で閉鎖し、作業できる時間が限られており、埋設物調査等を行うとすると作業効率の低下につながり、整備工事の遅れになり、かつ埋設物を損傷させた場合、空港運用へ影響するリスクを背負った上で施工している。

上記の課題を解決するためには、地下埋設物の位置の精度を上げかつ深さ・埋設物の情報を整理する必要がある。この課題を解決す

るためには、地下埋設物の3次元化並びに空港全体を3次元化し、BIM/CIMモデルを構築することを検討した。

3. 東京国際空港の地下埋設物について

東京国際空港には、広大な用地に38種類の埋設物がいたるところに埋設され、航空灯火・無線ケーブル、雨水管、共同溝、トンネルといった様々な埋設物が埋設されている。図-2が東京国際空港における地下埋設物台帳であり、空港内にあらゆる場所に埋設物が敷設されていることがわかる。また、地下埋設物の施設管理者は空港を管理している国だけでなく、自治体、道路管理者、ターミナルビル事業者、給油事業者といった19者が管理しているといった状況にある。



図-2 東京国際空港地下埋設物台帳
(セキュリティー上ぼかし処理図)

表-1 地下埋設物一覧

地下埋設物種類			
番号	種類	番号	種類
1	雨水排水	14	道路案内板
2	上水道	15	無線ケーブル
3	上水自動検針ケーブル	16	気象ケーブル
4	消防水利	17	警備システム
5	中和設備	18	信号機ケーブル
6	下水道	19	エアラインケーブル
7	東京電力ケーブル	20	NTT
8	空港動力	21	通信ケーブル
9	電気・航空灯火・街路灯	22	録音監視施設
10	車両感知用電気ケーブル	23	交通管理
11	東京ガス	24	車両感知器用通信ケーブル
12	首都高標示板ケーブル	25	道路用CCTVケーブル
13	駐車場標示板ケーブル	26	三菱石油給油管
		27	温冷熱管
		28	空ビル電力等ケーブル
		29	地震計ケーブル
		30	ガスモニタリング施設
		31	共同溝
		32	連絡地下道
		33	残置物
		34	JITVケーブル
		35	JR
		36	東京タクシーセンター電気
		37	大田区(ライフライン)
		38	東京空港交通電気

4. BIM/CIMについて

BIM/CIMは、Building / Construction Information Modeling, Managementの略称である。BIM/CIMモデルは図面上にある

2次元で示されている構造物等を3次元化(縦・横・高さ)し、さらに3次元化した構造物に対して、構造物の形状、寸法、材質、位置情報といった属性情報を組み合わせたモデルのことである。

BIM/CIMはBIM/CIMモデルを事業実施する調査・計画・設計の段階から構築し、施工、維持管理においても情報を加えていき、活用していくことである。BIM/CIMモデルを構築することにより、イメージの共有等が容易にできることから、第三者への説明や工事実施する際の施工検討など使用される。また、BIM/CIMは国土交通省では、令和5年4月1日以降に発注する設計・工事については原則適用することになっている。

BIM/CIM実施する背景としては、少子高齢化・人口減少が進んでおり、将来の担い手の確保・育成が求められているところである。将来の事業を行う担い手(=作業員)が今後減っていくことから、現在の業務のやり方について、効率化・省人化・省力化といった見直しをすべき時期に直面している。加えて、建設分野においても、DX(デジタルトランスフォーメーション)の推進が喫緊の課題となっている。この課題に解決策として、デジタル化した属性情報等を取りまとめたBIM/CIMモデルを構築し、現場・現実と同じ環境を仮想空間のモデル上で再現(デジタルツイン)することで、工事プロセスの試行や条件変更シミュレーションの実施、維持管理のモニタリング可視化が有益である。

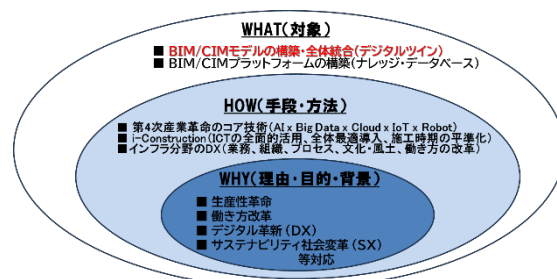


図-3 BIM/CIMモデル実施目的

5. 地下埋設物 BIM/CIM について

今回は、地下埋設物の損傷を未然に防ぐために東京国際空港における地下埋設物 BIM/CIM モデルを構築する業務を行った。構築した地下埋設物 BIM/CIM モデルについて紹介する。

業務名：東京国際空港地下埋設物 3次元管理検討調査業務

発注者：東京航空局 空港部 空港企画調整課

受注者：株式会社 日本空港コンサルタンツ

履行期間：令和4年8月24日～令和5年3月17日

作業内容：

現地調査、既存データ収集整理、地下埋設物 BIM/CIM モデル作成（地形モデル・構造物モデル・統合モデル作成）、空港における地下埋設物の 3次元管理のあり方検討

本業務では、掘削工事に伴う地下埋設物の損傷事故を未然に防ぐため、既存の地下埋設物台帳に示す各種地下埋設物のに関する情報を設置管理者から収集・3次元化整理し、地下埋設物管理するため詳細度（Level of Detail：LOD）100 の BIM/CIM モデルを作成し、管理者のあり方を検討するものである。

まずは、3次元化するために地下埋設物の基礎データの整理を行った。基礎データを整理するために設置管理者から、完成図等から埋設物に関する情報の収集を行った。また、BIM/CIM モデルに反映するための属性情報の整理も行った。BIM/CIM モデルを構築する上で必要な属性情報に関する設定の仕方がなかったことから、表-2 で示す地下埋設物を確認する上で最低限必要な情報とした。

表-2 地下埋設物 BIM/CIM モデル属性情報

情報項目	概要	例
1) 占用物件種別	地下埋設物の種別及び管理者等の情報	・電気：東京電力、通信：NTT 等
2) 位置情報（緯度経度、深さ）	地下埋設物の位置、管線形状情報	・1/500縮図レベルの平面位置（緯度経度） ・地盤高、管底高、土盛り等 ・管線形状・位置、露出部・位置
3) 管線種別	管線の内径および外径情報	・内径200mm、外径300mm
4) 管径	管線の素材に関する情報	・鉄筋コンクリート管、陶管、鋼管 等
5) 管線用途	管線用途に関する情報（用途、設置）	・〇別心線
6) マンホール/ハンドホール位置・形状	マンホール/ハンドホールの位置と形状に関する情報	・マンホール/ハンドホールがない箇所、変化点も明示
7) データの導出方法	データ作成の由来	・道幅台帳、占用事業者保有の施設台帳、試掘結果 等

設置管理者から収集データ数は約 16,786 フ

ァイルになった。このデータ数を人力でモデル化すると莫大な時間を要してしまうことから、今回のモデル化する作業は、RPA(Robotic Process Automation)という手法を用いた。RPA は、作成したシナリオに基づいて動作するロボットにより業務を自動化し、ルーチン業務などを自動化することである。業務効率化、省人化・省力化を行った事例となる。

地下埋設物 BIM/CIM モデル作成するにあたって必要な地形モデル・構造物モデル作成し、作成したモデルを統合させた統合モデルの作成を行った。

地形モデルは、BIM/CIM 対象用地における地形情報の標高などを構築したモデルのことである。今回の地形モデルでは、東京国際空港で既存の測量成果（動態観測調査・MMS（モバイルマッピングシステム））をベースに構築していった。加えて、国土地理院から公表させている基盤地図情報の航空レーザ測量データを用いて、5m メッシュごとの標高データ並びに市販されている道路 MMS データの成果を入れ込んだ。

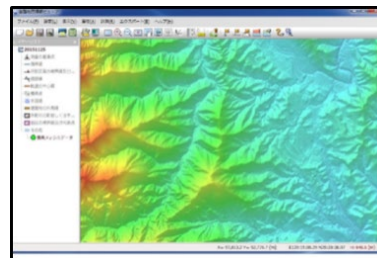


図-4 航空レーザ測量データイメージ

さらに今回は位置関係を明確にするために、建物に関する情報も採り入れることにした。今回は国土交通省主導で進めている 3D 都市モデル Project PLATEAU の成果も取り込んだ。

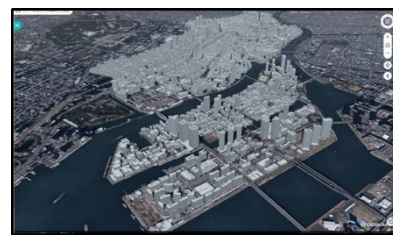


図-5 PLATEAU データイメージ

構造物モデルは、基礎データで収集したデータに3次元化した構造物に付加情報を取り入れた。構造物の詳細度については、まずは位置情報がわかるくらいのレベルである詳細度100とした。

そして、構築したモデルの統合を行い、地下埋設物 BIM/CIM モデルの構築を行った。

構築した地下埋設物 BIM/CIM モデルは図6のとおりである。地下埋設物台帳に示されている38種の埋設物の3次元化を行った。

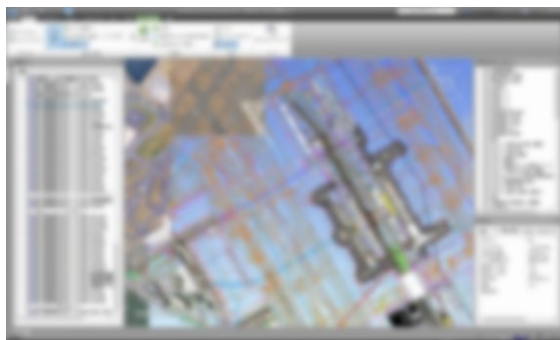


図-6 空港地下埋設モデル (ぼかし処理図)

既存の地下埋設物台帳と比較したところ、地下埋設物の深さ情報や近接している状況が容易にわかるようになった。

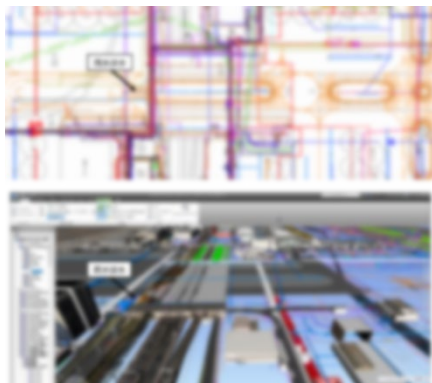


図-7 地下埋設物台帳との比較 (ぼかし処理図)

3次元化されたことにより、従来では、地上からでしか診ることができなかったが、BIM/CIM モデルしたことにより任意の方向から診ることができるようになった。このことから、図-8 のとおり地下埋設物の位置がより詳細に確認することが可能になったことにより、損傷リスクの低減に繋がると考えている。

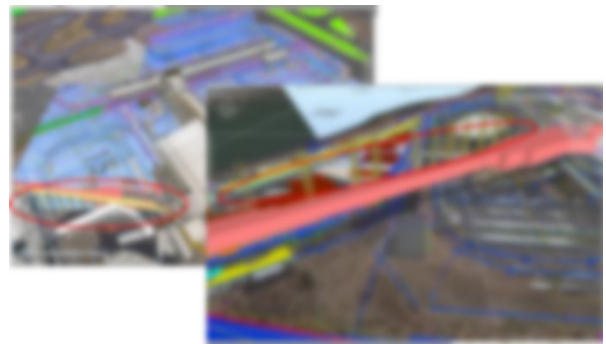


図-8 地下から見た状況 (ぼかし処理図)

地下埋設物 BIM/CIM モデル化されたことにより、地下埋設物の状況確認以外にも土被りや縦横断や支障物件の確認といった設計・計画する際に使用することができ、新たな付加価値を生み出した。このモデルを有効活用すれば、業務効率化の最適なツールになると思われる。

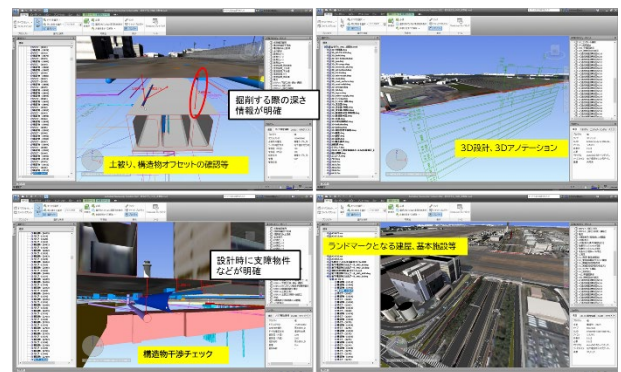


図-9 地下埋設物 BIM/CIM モデル利活用事例

羽田空港全体 BIM/CIM モデルを概成したがことにより、様々な付加価値を生み出したが、現時点では以下の問題点がある。

I. データ容量が大きい

様々なデータを数多く複数種類で統合 (マッシュアップ) して構築していることから、データ容量が膨大である。そのため、BIM/CIM モデルを閲覧するために一般的な業務用ノートパソコンでは、起動させるだけで約 5~10 分かかるとしてしまい、データが開いても直ぐにフリーズしてしまう。そのため、スムーズに閲覧するためには、CPU, GPU, メモリ等が高性能・潤沢なパソコンでないといけない。

II. データの維持管理

東京国際空港は常に整備事業が行われていることから、新たな地下埋設物が設置されている。そのためには、毎年の追加・更新が必要であり、これら数多くの BIM/CIM 統合モデルの統合化が継続的に必要である。

III. セキュリティー管理

東京国際空港の地下埋設物の中には、空港運用・セキュリティー上重要なインフラであることから、不特定多数な人が見られないようにして、特定の人にしか診ることができないような対策を取る必要がある。

また、各ステークホルダーにどこまでの属性情報等を開示できるかといった運用上の取り決めが必要であり、セキュアな閲覧環境（空港 BIM/CIM プラットフォーム）も不可欠となる。

6. 今後の BIM/CIM モデルのアクションプラン・今後の課題について

今後の東京国際空港地下埋設物 BIM/CIM モデルについては表-3 のとおり検討している。

表-3 BIM/CIM 関連アクションプラン

BIM/CIM検討項目	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度以降	令和9年度以降
空港BIM/CIMモデルの作成・蓄積・運用	羽田空港BIM/CIMモデルの基幹構築（詳細度100）	詳細度200化更新 羽田空港の増設・新築工事の作成、全体統合 他空港のBIM/CIM全体統合モデルの構築	詳細度300化更新	詳細度400化更新 AI、IoT等によるクラウド連携・管理の高度化	空港BIM/CIMプラットフォーム構築・運用 クラウド連携 （アットマネジメンツ） BIM/CIMの高度利活用
		データ管理効率化するための構築方法の改定			

今後は、構造物の詳細度や地形情報の更新をしていく必要がある。理由としては、令和5年4月1日以降 BIM/CIM 原則適用になり、工事や設計などで作成する構造物モデルが LOD300（詳細設計レベル）、LOD400（維持管理等レベル）といった現在の BIM/CIM モデルの詳細度より高いことから、段階的にあげていく必要があるからである。地下埋設物 BIM/CIM モデルを有効活用できるようにしていくことが欠かせない。

今後の課題として、地下埋設物 BIM/CIM モデルに地質・土質モデルを統合が課題として

いる。理由としては、空港全体で図-10 のとおり、一般財団法人 国土盤情報センターが公表されている土質調査・地質調査データにおいて、東京国際空港には数多くのデータが実施されていることが確認できる。この情報を有効活用すべきであると考えている。

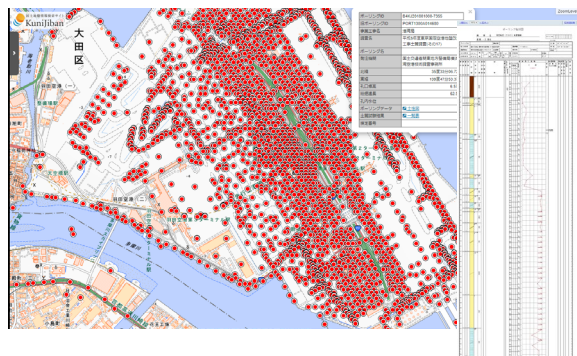


図-10 東京国際空港の地質・土質データ
（出典：一般財団法人国土盤情報センター）
<https://publicweb.ngic.or.jp/viewer/>

7. まとめ

地下埋設物 BIM/CIM モデルを作ることができたことにより、工事における地下埋設物の損傷事故が低減することが可能であることが確認できた。BIM/CIM モデルをさらに利活用するためには、共通データ閲覧環境の構築（クラウド型プラットフォーム化）や、運用・情報セキュリティリスクの問題を精緻にクリアすることが重要であると考えられる。

また、空港全体の BIM/CIM モデルは、施工検討(4D)や工事積算(5D)、空港計画(6D)等、地下埋設物の確認以外にも存分に使用することができることもわかった。

BIM/CIM モデルを有効活用することにより、業務効率化・省力化に繋がると思われる。それにより、ワークライフバランス向上になり、魅力ある職場環境になると考える。今後も継続して、DX、デジタル技術とデータの力の胆となる BIM/CIM を使ったスマートなインフラ管理を目指していく所存である。

以上。