

(A) 梗概

地下空間施設に求められる防災・減災、維持管理、情報化、ウイルス感染対策についての考察

株式会社日建設計シビル 大森 高樹

キーワード

①地下街 ②防災・減災 ③維持管理

地下空間施設の一つである地下街は、全国の拠点駅周辺に 79 箇所（都市局調べ）存在し、多様で大勢の人が利用している。一方、79 箇所の約 8 割が開設から 40 年以上経過し、老朽化対応（例：設備等の適正な管理や安全対策の取り組み）が喫緊の課題である。本報告は、地下街を含む地下空間施設に求められる観点を「老朽化」「防災・減災」「維持管理」「情報化」「ウイルス感染対策」という 5 つにわけて、当社が実施してきた内容を事例として報告するものである。

1. 地下空間施設について

我が国に在る地下街を含む地下空間施設は、主要な都市の駅に直結した歩行者ネットワークの重要な拠点となっています。このような地下空間施設は、道路法、建築基準法、消防法、水防法などの法律に基づいて個々の安全対策を講じて造られ、多くの人に利用されてきました。

地下空間施設としての地下街や施設をつなぐ地下通路・広場は、大規模地震発生時の安心な避難空間の役割を担いますし、雨に濡れないこと、温度が一定であること、勾配や段差が少ないこと、自動車通行や信号待ちなどを気にしないですむなど、“人に優しい空間”です。しかし、ゲリラ豪雨や津波などの浸水時には利用者にとって危険な空間となるという“トレードオフの関係”をもっています。

防災・減災や水害については、国や地方自治体が必要な助成（地下街防災推進事業制度¹⁾、水防法改正に伴う助成²⁾）を行うことにより、地下街管理会社や地下街を含む地下空間を形成している協議会に対して、対策を実施する際の積極的な支援を現在でも継続的に実施しています。

今後、我が国では毎年のように起きる大規模な災害に強く、レジリエンスな都市の形成を図り、地上と地下の都市施設を効率よく効果的に再構築していくことが喫緊の課題となっていることは明白な事実です。更に2020年に入り、想定外で発生した新型コロナウイルス感染による対応（3密を回避する対応）が必要となりました。

地下空間施設に期待される役割は、①から⑤の5つに整理できると考えます。①安全（車通行がない）で快適（恒温性/耐候性/勾配・段差がない）な歩行者ネットワークを形成する、②地上の道路交通が錯綜することを軽減する、駐車場機能を併設する、地上の都市景観の向上に寄与する、③地下通路を介して回遊性の高い、賑わいのある歩行者ネットワークを創出する、④地下で接続する建物の価値が向上して、周辺地区の都市開発が促進される、空洞化しつつある中心市街地の活性化に果たす役割を部分的に担う ⑤地震や台風が生じた時の一時避難機能（帰宅困難者が退避する）を担う。

以上の5つの観点からしても、多くの人が多目的に利用する地下空間施設は重要な公共の福祉に寄与する場所であり、商業施設であることを再認識することが大切です。

本論文は、筆者が今までかかわってきた“地下街”を中心に、「老朽化」、「防災・減災」、「維持管理」、「情報化」、「ウイルス感染対策」という5つのテーマについて考察したものです。

2. 老朽化という現実に向き合う

我が国では、高度成長期以降に整備したインフラが今後一斉に老朽化することが見込まれています。このため、平成25（2013）年11月に政府全体の取組みとして「インフラ長寿命化基本計画」がとりまとめられました。そして、国土交通省では、この基本計画に基づき、平成26（2014）年5月に予防保全の考え方を導入した「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」を他省庁に先駆けて策定しました。

本論文で対象としている地下街は、全国の拠点駅周辺に79箇所（国土交通省都市局調べのリストに登録されているもの）存在していて、多様で大勢の人が利用しています。また、人口密度の高い3大都市

圏が約 8 割を占めています。（東京圏；17 箇所、約 33 万㎡ 大阪圏；16 箇所、約 17 万㎡ 名古屋圏；16 箇所、約 23 万㎡）地下街自体が公共通路と店舗で構成される商業施設であり、重要な社会資本の 1 つでもあります。図 1 に示すように、地下街の多くは昭和 30 年代から 40 年代に建設されていて、開設から 40 年以上経過している地下街が全体の 8 割以上もあります。なかには 60 年以上経過している施設もあるため、防災・減災の対応実施とともに“老朽化への対応（例：設備等の適正な管理や安全対策の取り組み）”も喫緊の課題となっています。

実際、施設自体が相当古いので利用者も少なく儲からないので更新ができていない、既存不適格なままの状態でも更新ができていない、漏水が原因で構造物部材（鉄筋やコンクリート）が悪影響を受けている箇所（天井や壁）がある、などの“老朽化”の現状も様々です。

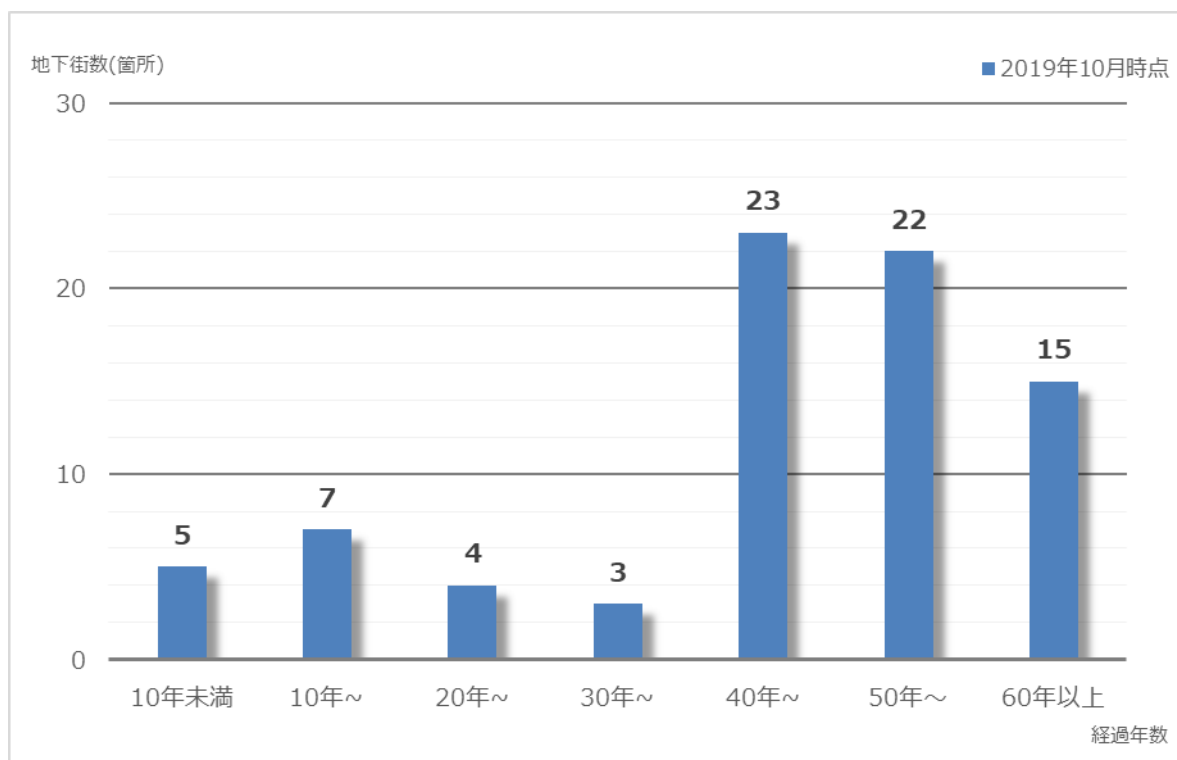


図 1 地下街の整備状況

3. 防災・減災の取り組みについて

地下空間施設で想定される被害は、大規模な地震の揺れによる構造物や非構造部材の被害、火災発生やガス爆発、水害による浸水、利用者の滞留や混乱によるパニックなどです。地下空間施設のなかでも地下街に特化した防災・減災の対応の一つに「地下街防災推進事業」があります。この事業は、国土交通省が大規模地震発生時や浸水時における安心な避難空間を確保し、災害に強い都市の形成を図るため平成 26（2014）年度に創設した補助事業です。同年に策定された『地下街の安心避難対策ガイドライン』（以後、「ガイドライン」と記す¹⁾）に基づき、地下街管理会社や協議会に対して地下街の安全点検や地下街防災推進計画の策定を支援するとともに、計画に基づく避難経路や地下街設備の改修、避難検討・避難啓発活動などを支援しています。

平成 26（2014）年度の地下街防災推進事業の創設以降、全国の地下街において防災に対する取り組み

が、この「ガイドライン」に基づいて実施されています。地下街の多くが道路下の低い場所にある、閉鎖された空間がほとんどである、迷路性がある、などの特徴をもっていることから、地下街の防災・減災の大原則は、“煙を追い出す”“安全に多くの人を避難できるようにする”“水を入れない”ということに尽きると考えます。地下街管理者が自らの施設状況について適切に把握しているという前提で、どのような安全対策をどのように工夫して取り組んでいくかが重要であると考えます。

地下街防災推進事業創設後 5 年が経過したため、この「ガイドライン」は今後想定される南海トラフ地震についての新たな情報や中央防災会議における南海トラフ地震防災対策推進基本計画改訂内容などの新たな防災対策が加筆・修正されています。(※令和 2 年 3 月版¹⁾) また、水防法においても改正が行われ、地下街等の管理者等が避難確保・浸水防止計画を作成しようとする場合は、予め接続ビルの管理者等に意見を聴く旨の努力義務が規定されたので、この内容も踏まえた「ガイドライン」へと加筆・修正されています。地下空間施設の防災・減災に取り組んでいく内容の 1 つに“災害時の情報伝達”があります。施設を利用する多様な人に確実に正確な情報（避難情報を含む）を伝達して、利用してもらうことは極めて重要なことを考えます。その方法の 1 つがデジタルサイネージや情報通信技術（ICT）利用であることは間違いなく、情報伝達手段の多様化・多重化の必要性が強く求められています²⁾。

4. 維持管理の取組みについて

2. でも述べたように地下街を含む地下空間施設の老朽化対応は避けることはできず、対応は永久に続くものです。この対応、すなわち、維持管理のひとつに「点検」という行為があります。施設における点検項目は、通路・広場や出入口等の外観点検および天井・壁の点検や電気機械室の内部点検に大きく分けられます。そして、施設管理者が実施している点検手法は主に目視点検であり、異常等が確認された場合に事後対応（補修や交換）するのが一般的です。点検結果の評価方法は、特に決まった、あるいは決められた評価方法はないので、今後の中長期保全計画を立てて効率的に効果的に実施していくためには、施設管理者の意向を踏まえた評価方法を定めることも大切なことと考えます。

施設管理者として日常点検および消防法等で決められている定期点検は、施設全体を対象に実施しています。また、平成 26 年（2014）度から実施されている地下街防災推進事業（この補助事業は地方自治体との協調補助である）を利用して、複数の地下街ではすでに公共地下通路と出入口（店舗は除く）における天井内空間の安全性を確保するための調査・点検・補修・補強の計画策定から事業実施までの内容が実施されています³⁾。

現在、国土交通省では BIM/CIM 活用の充実にに向けた検討のもとに 3 次元モデルの利活用方針があげられ、維持管理までを含む全ての段階でデータ利用を積極的に図ろうとしています。地下空間施設の維持管理を実施していくうえで大切なことは、①2 次元よりもわかりやすい 3 次元形状を利用した可視化、②施設を構成するもの（コンクリート、鉄筋、建築資材、電気・機械設備など）の属性情報の可視化、③情報の一元管理、の 3 つであると考えます。

例えば、筆者は、名古屋駅西口にあるエスカ地下街で平成 28 年（2017）度から平成 30 年（2019）度までの 3 年間をかけて、地下街施設管理者の意向を踏まえた維持管理プラットフォームの構築を図ってきました。取組みの一例として**写真 1**と**図 2**に示すように、天井内部に LED 電球付きの全方位カメラを置いてコンクリート面や電気・機械設備の健全度状態（吊り材を含む）を撮影し、維持管理データとして利活用できるようにしました。また、耐震補強工事履歴を 2 次元平面図だけでなく 3 次元モデルに反映

させて、全方位写真画像と連動させて可視化を図りました。更に、地下街管理会社として所有していた地下街関連工事で得られた地下埋設物の敷設状況（2次元平面図）を入手して、それらを地下埋設物台帳も参考にしながら3次元モデルとして可視化し、合意形成を図るための支援資料に活用しました⁵⁾。



写真1 天井内の撮影状況

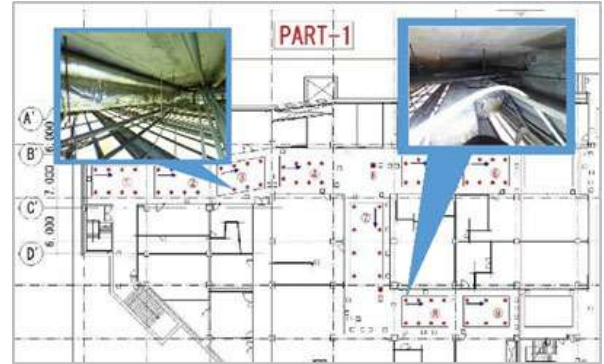


図2 天井内維持管理データ

5. 情報化の取組みについて

平成における「技術の進歩」は、特に、情報通信技術（ICT）、省エネルギー化、そして人工知能（AI）等を多くの分野で適用した超スマート社会（Society5.0）につながっています。4. で示した維持管理においても膨大な維持管理データ（情報）を蓄積・分析することで、効率的な維持管理に繋げる取組みが進められています。

また、位置情報という観点では、すでに平成30（2018）年に準天頂衛星「みちびき」の4機体制でのサービスが開始され、位置の測定誤差が数センチメートルという高精度の測位が可能となっています。地下空間は閉鎖的な空間であるため、地下の迷路性の問題だけでなく、通信や情報の環境についても地上にくらべると不十分で、さらにそれがなかなか改善されなかった期間も長くありました。

しかし近年、通信ネットワークなどの技術の発展から、こうした問題への解決へ向けた様々な改善策（コストが安く済むWi-Fiアクセスポイントの設置）が図られ、逆に地下街のICT環境を優位に導くことができる、通信の不自由をほぼ感じない、私たちの生活空間の中でも通信環境の安定した場所のひとつになってきました。地下街の通信環境の充実が達成された今、そのICT環境を活用して空間情報認識をサポートする技術（屋内測位技術）が現れ、利用され始めてきています。この屋内測位技術には、「携帯電話基地局測位」、「Wi-Fiネットワーク測位」、「BLEビーコン測位」、「地磁気測位」、「POR（Pedestrian Dead Reckoning スマートフォンに内蔵されている加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ、気圧センサなどが取得する情報から移動①を推定する測位方式）」などがあります⁶⁾。

6. ウイルス感染防止対策について

多くの人の利用によって経営が成り立っている商業施設である地下街にとって、大規模地震やゲリラ豪雨などの水害への対策だけでなく、令和2（2020）年からは新型コロナ感染対策を継続して実施していくことが、地下街という商業施設を継続的に安全に運営していくうえで必要不可欠であることが認識されました。

一方で、地下通路や広場自体が道路や施設の地下階であるため、新型コロナ感染対策を行うために空

間を簡単に改造（広くしたり）することができないことは明らかです。地下街が取り組んでいる防災・減災対策は、令和元（2019）年7月に『地下街防災推進事業制度の解説と地下街の取組事例』として国土交通省都市局のホームページで公表されていますが、新型コロナウイルス感染対策の具体的なことはこれからです。なお、建設業界の対応として「建設業における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（令和2年5月14日版）」⁷⁾が公開されているので、地下街室内空間での対応内容（例：補修・補強工事の実施）として参考にするのもよいと思います。

地下空間という閉鎖された空間（通路や店舗）で、いかに「3密」をつくらないかということと、多くの人が施設を利用して活気を持たせること、とはトレードオフの関係であると思います。7月に全国の地下街として初めてロボットを活用して消毒を行う実証実験を行った事例もあるように、地下街自体が商業施設であるため、ウイルス感染予防対策の工夫と実施はこれからです。（写真2、写真3参照）



写真2 ロボットによる消毒状況



写真3 ロボットの概要（出典：ZMP社 <https://www.zmp.co.jp/news>）

7. これから求められること

1) 防災・減災の観点

地下街を含む地下空間施設の防災・減災対策は、予想を超える大規模な地震、火災、浸水、テロなどによる他の施設への被害拡大を防止するためにも今まで以上に推進していく必要があります。求められるのは、災害への事前対策の強化と実効性のある避難啓発活動です。地下街を含む地下空間という社会インフラは、生活経済社会活動を支える基盤のひとつです。また、近年多く発生している異変にも近い災害に即応するためには、地下街特有の対策を進めるための一定の財源確保が必要であることに変わりはありません。そして、自治体や施設管理者等の必要な連携の下で、広範囲に広がる歩行者ネットワークを利用する健常者、外国人、障がいを持たれている人たちなど多様な方々の安全確保は、想定外のことも考えて“学び、考え、災害から命を守る行動を自分で判断できる”ようにすることが大切です。

2) 維持管理の観点

2018年11月末から“重要インフラの緊急点検”が急遽実施され、地下街としての対応も明示されました。電気・機械等の設備の維持管理と合わせた点検実施によって明らかになった箇所の改善がいままさに試みられています。地下空間施設は施設管理者が行う業務の範囲が広く、膨大、かつ複雑で、設備等は使用頻度が多く、使用期間が長く、定期的点検が多く、費用がコンスタントにかかり、不具合が生

じた場合はすぐ対応・修理しないといけない、などの課題が常に存在しています。したがって、施設管理者が行う日々の維持管理を効率的に行い、得られたデータを効果的に活用していける手法やツールの開発がはやく実行されることを期待します。さらに今後の点検実施や点検費用の適正化を図るための評価方法を確立していくことも含めた維持管理マネジメントが求められています。

3) 情報化の観点

これから起こりうる大きな技術進化として、「自動運転技術」の存在があり、この技術のコア技術に「自己位置推定技術」があります。この技術は高精度な位置情報から自分の位置情報を自動的に割り出すものです。地下空間施設のデジタルデータ化を今まで以上に進めることができれば、高精度な 3 次元モデルや 3 次元画像データベースができあがります。自分の位置情報を活用するだけでなく、自律移動ロボットを利用した警備、清掃、配送、消毒、案内なども安全に効率的に稼働させることもできます。

さらに、災害情報発信・伝達についてもデジタルサイネージを利用した方法が徐々に浸透してきました。しかしながら、最近の大規模災害ではうまく災害情報の発信と伝達ができない、とくに多くの訪日客に対する混乱が現実のものとなりました。言葉の壁を越えた“安心・安全の提供”は、喫緊の課題です。とくに地下空間施設の閉ざされた空間では、解放された地上よりも制約を受けるため、十分なほどの対応ができることを継続して確認していくことが必要です。

4) ウイルス感染防止の観点

国土交通省は、ウイルス感染対策としてインフラ分野のデジタル化に約 180 億円の補正予算を計上し、令和 2 年 4 月に成立したところです。新型コロナ発生と防止を契機に建設領域のデジタル市場が活性化するものと思います。実際に災害がおきた時は、多くの人々が短時間でもこの地下空間施設内に待機・退避する、通行する可能性は高いと考えられます。通常の避難所での対応レベルまでとはいかないにしても、地下街施設管理者はウイルス感染症対策の対応ができるようにしておかなければならないと考えます。なお、地下街という商業施設では商品を含めた店舗内全域の消毒が困難な場所も多くあることは事実です。「ウイルス感染発生」を「災害発生」と同様なものとしてとらえるかどうかは、今後議論していくべきものと考えます。

1) ～4) の 4 つの観点で、地下空間施設で実施してきた、必要なことを整理しました。そして、都市が継続的に成長していく、世界の都市競争で勝っていくためには都市の再構築が重要であり、地下空間施設の重要性もますます高まっています。今回記述した 5 つのテーマ以外にも検討していくべきことは多いですし、これからは各々のテーマが複合的に生じた場合の対応も想定しておくことが重要であり、必要なことであると思います。

参考資料

1) 地下街の安心避難ガイドライン（令和 2 年 3 月改定）：国土交通省

https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_gairo tk 000062.html

2) 「水防法等の一部を改正する法律」の施行：国土交通省 水管理・国土保全

<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizukokudo02 tk 000001.html>

3) 「災害・緊急時におけるデジタルサイネージ運用ガイドライン」第二版、2014 年 6 月、デジタルサイネージコンソーシアム

https://digital-signage.jp/wp-content/uploads/DSC_saigaiunyouguide ver2.

- 4) 地下街防災推進事業 制度の解説と地下街の取組事例：国土交通省 地下街の防災対策
https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_gairo_tk_000061.html
- 5) エスカ地下街の維持管理データ構築と 3 次元モデルの利活用 第 60 回土木計画学研究発表会
秋大会 土木計画における三次元モデルの活用可能性
- 6) 「知られざる地下街」廣井悠、地下街減災研究会、河出書房新社
- 7) 建設業における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（令和 2 年 5 月 14 日版）