

減災のための地下空間における 災害シナリオ想定と災害情報

澤田 基弘¹・廣井 悠²・大森 高樹³

¹〇会員 株式会社 日建設計シビル (〒460-0008 名古屋市中区栄4-15-32)
E-mail:sawada@nikken.jp

²〇会員 名古屋大学 減災連携研究センター (〒464-8603 名古屋市中種区不老町)
E-mail:hiro@nagoya-u.jp

³〇会員 株式会社 日建設計シビル (〒112-0004 東京都文京区後楽1-4-27)
E-mail:oomorita@nikken.jp

2012年も自然災害により多くの被害が発生し、東日本大震災での首都圏における情報提供の重要性も記憶に新しい。私たちは自然災害の発生を完全に予測することは困難であるが、過去の災害に真摯に学び、災害シナリオを想定し、減災のためのアクションプランにより対策を実行してゆけば、減災の実現は可能である。現在、都市再生安全確保計画について、大規模災害に対する退避経路、退避施設、備蓄倉庫の整備や退避施設への誘導に関する情報提供の方法等について検討が開始されている。本論文は、減災や安全安心な都市を目指すうえでも、災害や避難に関する具体的な情報伝達、提供方法について、地下空間でどのような災害シナリオが想定され、その状況下で帰宅困難者への具体的な情報伝達方策について検討した内容及び今後の課題について整理している。

Key Word :urban disaster plan ,mitigation plan, underground pedestrian area, information dissemination

1. はじめに

高層建築物、鉄道施設、地下街等が水平・垂直的に複雑に連結・近接する大都市ターミナル駅周辺をはじめとする人口集中・機能集積エリアでの大規模災害発生後の無用なパニックを抑制し、迅速・円滑な応急活動を行うためにも、倒壊・火災等の直接的被害が発生していない建築物、広場等の空間に就業者等を安全に誘導、一定期間留め、退避者の発生を抑制することをエリア全体の基本的な考え方とすることが重要であり、その際の情報の提供・伝達等のハード・ソフト対策が極めて効果を発揮する。したがって、主要な建築物の所有者等が連携・協力し、エリア単位での防災対策の充実に関する計画（以下「エリア防災計画」という）を策定することが必要であり、エリア全体が一致して問題解決に係る諸施策を計画し、実行する「エリア防災計画」が重要となる。そのためにも多くの関係者により、災害時のけが人の発生、退避時の混乱防止、災害情報の共有等の取り組みやすい課題の解決から、段階をおって参加者や取り組むべき課題解決の拡大を進めていくことが必要である。

本論文では、都市再生安全確保計画に関して、地下街に対して十分に検討されている事例は少ないという問題意識のもと、想定される様々な大規模災害に対する地下空間における避難の特徴と対策案を示すとともに、都市再生安全確保計画における情報提供のあり方、課題等について述べるとともに、地下街の浸水に対する避難の安全確保計画について検討した内容を示す。

2. 地下空間における災害シナリオ想定と避難に対する情報提供に関する対策

(1) 大規模災害時における地下空間での災害シナリオ

近年の大震災（阪神淡路、東日本等）を経験し、都市レベルでの機能回復や帰宅困難者の問題¹⁾がクローズアップされるなか、地下空間についても構造物の耐震性や安全な避難、災害時の早期の事業再開（事業継続計画）について改めて関心が高まっている。そのなかで、不特定多数が利用する地下通路、地下街等の都市インフラにおいても、地震、水害、火災といった防災面の対策を個々に対応するだけでなく、それらを一体的に把握

しながら対策を検討すべきと筆者らは考えている。さらにこれらの災害が複合的に発生する事象も考慮しながら減災計画の検討に取り組むべきと考えている²⁾。筆者らは名古屋駅周辺地区について、災害の分類³⁾別に公表されている災害規模を抽出・整理し、名古屋駅近傍で計画が公表されている地下歩道について研究レベルで立案した防災対策の枠組みを整理したが、今後は実際の行動に至る情報内容や伝達方法等について大規模災害時における地下空間の災害種の大枠(表-1)と関連づけて研究を継続していく予定である。

さらに筆者らは、名古屋駅及び新宿駅の周辺地下空間について浸水時の避難時間を予測し、通路部と階段部の避難時間は平均すると、同じ程度の避難時間が必要であることを図-1において示している³⁾。

以上の内容より、大規模災害時における地下空間の災害シナリオを、様々な災害種について概観したうえで、その避難の特徴を抽出すると次の(2)のとおりである。

表-1 想定される主な大規模災害時における地下空間の災害種
(参考文献^{2,3)}を基に筆者ら作成) (付録²⁾参照)

要因	災害種の内容
①地震	<ul style="list-style-type: none"> 地下構造物の損壊 地下施設等からの火災発生 津波による地上出入口や駐車場等からの浸水、がれき浸入 破堤による洪水地上出入口や駐車場等からの浸水、がれき浸入
②水害 ・台風 ・集中豪雨	<ul style="list-style-type: none"> 河川氾濫(破堤, 越流)による地上出入口や駐車場等からの浸水 高潮による浸水 内水氾濫による地上出入口や駐車場等からの浸水
③火災	<ul style="list-style-type: none"> 地下構造物の損壊 地下施設等からの火災発生 接続建築ビル地下階からの火災延焼
④テロ	・地下空間(鉄道を含む)での放火, 破壊工作など

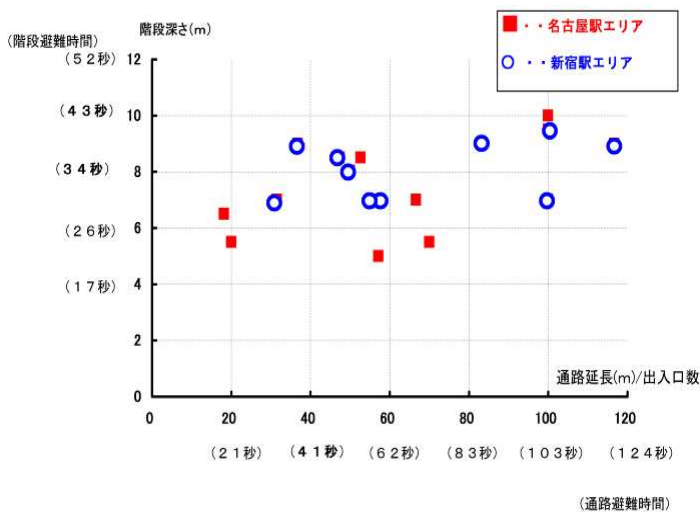


図-1 出入口数1箇所当りの通路延長と階段退避時間との関係

(2) 地下空間における避難の特徴とその対策案

以上の内容より、大規模災害時における地下空間の災害シナリオを様々な災害種について概観したうえで、その避難の特徴を抽出すると次のとおりである。

①地下空間における災害種を考慮した避難の特徴

- 地下歩行者ネットワークの避難行動を想定した場合、火災と浸水では通路部での避難方向が逆となる場合も想定される。
- 火災時は上昇する煙にまかれながら階段を駆け上がる必要があり、浸水時は上から落ちてくる浸入水に抵抗しながら階段を駆け上がる必要がある。どちらも地上階が基本となる通常のビルとは逆方向の避難形態をとる必要がある。これは誘導サイン等のハード対策や避難誘導等のソフト対策は通常のビルとは一部異なるという認識が必要である。よって、誘導サイン等のハード対策や、避難誘導等のソフト対策は、通常のビルとは異なるところがあり、それらを具体的に解消するハード・ソフト対策が、より一層、現実的なものとして必要である。
- 浸水時における地下歩行者ネットワークから地上までの避難は、通路と階段で同程度の時間を必要とする。さらに避難完了までは接続ビル3階まで駆け上がる場合、さらに階段避難の時間が必要となるため、階段での安全かつ迅速な避難を促す対策が非常に重要である。
- 階段部での避難行動も非常に重要であり、もし通路内部が停電等により真っ暗になれば、なおさら階段付近の幅員が狭い場所では避難時の困難性、危険性が増すことになる。
- 地下空間における防災センター等による避難情報の館内放送は、大勢の不特定多数の人々が非常時にその内容を的確に聞き取ることは難しいと想定される。
- 災害時のパニック状態でどれだけ正確な情報が伝わり冷静な避難行動をとれるものかは不確かであり、経験も多くない。
- 経験したことのない豪雨やゲリラ豪雨による浸水経験がない施設管理者側の準備不足が避難リスクを増大させる可能性がある(付録³⁾参照)。

②避難安全確保に対する地下空間における課題

- 災害種による地下街からの避難、滞留の是非、またはその基準、ルールづくり、統一の見解づくり
- 迅速な安全確認、被害情報の共有の難しさ
(施設管理者側/利用者側)
- 地下空間での避難誘導等を行うためのマンパワーの不足

災害発生直後の人的被害軽減のための対策案のひとつとして、「防災情報提供システムの構築」はどのような災

害種であっても共通して重要である。都市再生安全確保計画は、減災計画のいわば言葉だけでなく、現場で活かされ、実行されるべきで、計画が現場に反映されることが最終的には重要となる。ここでは、退避施設への誘導策として有益な防災情報提供システムを今後、具体的に検討し、地下歩行者ネットワークへと整備していくことが、真に利用者によって減災に繋がる施策と考える。

3. 都市再生安全確保計画とエリア防災計画に関する地下空間災害時の情報提供等のあり方

(1) 災害情報の役割

災害時の人的被害を最小限にとどめるための災害情報の役割は大きく分けて次の項目が挙げられ、地下街等の地下空間においては、これらの役割がさらに顕著となる。

- ① まさに何が起きているのかを把握する「状況把握」
- ② まさに何を実行すべきかを判断する「意思決定」
- ③ 災害時にどのようにすればよいのかという「対応実施」
- ④ 災害時における地域防災力としての「自助・共助・公助」
- ⑤ 災害時の組織連携や調整に欠かすことのできない「情報共有」
- ⑥ 減災に非常に重要な「事前の教育や訓練の経験のある人、災害時避難経験のある人の情報」

これら情報の役割は、災害時に適切な行動を喚起させる情報を如何に的確に、迅速に、必要とされるタイミングで、創出・提示するかが極めて重要であることはこれまでの災害経験から明らかである。ただし、国内の地下空間、地下街は自然災害により直接甚大な被害は発生していないが、その災害リスクは高く、以上の役割に関する具体的なデータ整備、研究や都市再生整備計画での具体的な事例の検討を進めていく必要がある。

筆者らの一部のものは、平成24年度に2ヶ所の地下街における浸水に関する避難確保計画策定の支援を実施した。そのなかのひとつに「災害時の情報伝達体制」の見直しを行った。例えば地下街へ浸水の可能性がある場合には、地下街会社で設置する災害対策本部運営班（以下、本部運営班）が中心となり、定められた情報伝達体制に従い、各種情報媒体により速やかに情報伝達を行い、夜間や休日の場合には緊急連絡網に従い防災体制を確立することとなっている。また、テナントに関しては、「〇〇地下街テナント緊急連絡網」により情報伝達を行うこととし、既往に作成されていた水防に関する情報伝達体制等を見直して避難確保計画に具体的に反映させた。

(2) 浸水避難確保計画における情報伝達体制確立の基準と手順

都市再生緊急整備協議会に属する施設管理者は、大雨注意報など災害発生の可能性が高まるまでの事前に、災害対策本部設置に先行して確実に情報が受信・伝達できるように準備しておくことが必要であり、その基準は次のとおりである。

- ① 大雨注意報または洪水注意報が発表されたとき
- ② 台風襲来や局地的な集中豪雨が予想されるとき
- ③ 地震発生時または〇〇湾内湾に津波注意報が発令されたとき

また、情報伝達体制確立の手順案を以下のように考え、2つの地下街の避難確保計画の見直しに反映させた。

- ① 災害対策本部長をはじめとする災害対策本部のメンバーに対し、災害発生のあることを伝えるとともに、災害対策本部設置を準備することを伝える。
- ② 情報収集班に対し、気象・洪水情報の情報収集や、周辺の浸水状況、利用者状況等の確認を指示する。
- ③ テナントの代表(各班別)に、災害発生のあることを伝えるとともに、担当する範囲のテナントに対して注意を促すよう指示する。

(3) 浸水避難確保計画における情報収集・伝達の方法

① 情報収集活動

施設管理者自ら、情報収集は可能な限り正確かつ的確な方法を常にとりながらリアルタイムで入手する。また、情報伝達は口頭、電話、館内放送、メール等により正確かつ着実に伝達する。例えば台風やゲリラ豪雨などの大雨による地下街への浸水危険性の把握するため、随時、（施設管理者自らの）気象情報等の確認を避難安全確保計画に記載した。また、自治体が開設するインターネットホームページ『〇〇区気象情報』より降雨情報をはじめとした気象情報を収集すること、その他インターネットにより以下に示す機関等から最新の気象情報の収集に努めることとした（例：東京都水防災総合情報システム、東京アメッシュ、気象庁防災気象情報、国土交通省 X バンド MP レーダー雨量情報）。更に、浸水の危険性については周辺道路の巡回により冠水状況を目視確認して危険性を判断し、携帯電話を使用した写真撮影と関係者へのメールによる写真送付による情報共有を行うなど、より具体的な情報収集活動を明記した（表-2）。

表-2 情報収集活動（例）

入手先	情報の種別	入手の方法
外部からの情報	<ul style="list-style-type: none"> ・気象情報 ・災害発生情報等 ・行政機関からの情報 ・近隣ビルからの状況 	インターネット、携帯電話、テレビ、ラジオ、電話、FAX 等
内部の情報	<ul style="list-style-type: none"> ・施設周辺(地上部)の状況 ・施設内の状況 ・各班の活動状況 (浸水状況、避難状況等) 	巡視巡回、CCTV カメラ、各班の状況報告（電話、無線等）

②情報伝達の強化、見直し

各自治体において地震被害発生予測システムの整備が進められている。そのなかにおいて、防災行政無線は、東日本大震災での津波警報発令後、27 市町村（太平洋沿岸の市町村のうち回答のあった市町村）のうち 26 市町村が防災同報無線による避難勧告情報を出した結果、過半数の住民が同報無線で入手していることから、その効果が確認された事実がある。

一方、地震の影響で同報無線施設の倒壊・破損や電気系統などの故障で利用できなかった、発信情報が聞こえなかった、内容が分からなかった、等の調査結果が報告され、一般的な情報伝達についても改善が検討されており、その内容は次のとおりである（出典：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会）。これらは、地下街等の地下空間についても同様のことであるが、全体のシステムのなかでの導入上の位置づけと、地下空間という特殊な都市空間での情報伝達という問題意識を強くもつ必要がある。

【情報伝達手段の強化】

- ①無線の非常電源容量確保（最低 24 時間は確保）
発電機、ソーラー、風力等の発電、大容量蓄電池等により対応
- ②デジタル化や高度化、多様な広報手段の確保（多様な手段での情報伝達手段を確保）
エリアメール、ワンセグ、TV局、コミュニティFM等との連携
- ③耐震性の向上、津波の影響を受けない場所への移設
耐震性の確保、津波・風雨の影響を受けない場所への設置、遠隔操作の確保

【計画見直し等】

- ④訓練の実施や防災計画の見直し
防災行政無線が使えなくなった場合の代替手段の確保（ソフト対策含む）

(4) 情報伝達の課題と対応例

既往の避難確保計画は、地震、洪水や津波などの災害特性に合わせた防災活動、水防活動、避難活動等

の計画が盛り込まれているが、今後は以下に示す事項に留意しながら防災訓練を通じて、より実効性を高めた計画に早急に見直ししていく必要があると認識している。

（付録⁴⁾、⁵⁾参照）

- ① 災害の危険性の早期把握として、地下空間への浸水の危険性を事前にいかに早く、確実に把握することや、テレビやインターネット、ITV 等を通じて、防災気象情報や浸水の危険性を正確・迅速に把握するための対策や訓練を定期的に継続して行うこと。
- ② 正確・迅速な情報伝達として、災害対策本部の本部運営班が中心となり、関係者に対して浸水の危険性と水防・避難活動の指示を迅速に正確に行うことや、地下空間の災害時には情報の錯綜、通信の輻輳、停電等が発生する場合にも対応できるような準備と定期的な訓練を継続して行うこと。

東日本大震災等の経験等を踏まえ、各機関において災害時の情報伝達について、改善やその検討が進められている実施例の概要を示す。今後、これらの地下空間への適用、応用を進めていく必要がある。

①＜防災行政無線の展開策＞

防災無線の情報（音声）が聞き取れないことへの対応策として、ケーブルテレビで防災無線の情報原稿を別途自治体から送付してもらいデータ放送として流している。防災行政無線の情報（音声）をコミュニティチャンネルに強制割込み、最優先で放送している。テロップ画面で赤に黄色の文字で「消防署より」と表示されるシステムを導入したなどの事例がある（例：広報東伊豆）。

②＜東京メトロ＞

災害時は一般電話がつながりにくくなるため、専用回線で運転再開のタイミングを合わせるなどの連携を図り、接続する駅で帰宅困難者や乗客があふれるなどの混乱を避ける。

③＜千葉市＞

3月7日、災害時の情報伝達手段のひとつとしてスマートフォン向け無料通話アプリ「LINE(ライン)」の利用を開始した。利用者には大規模災害時に避難勧告や警報などの緊急情報を伝えるほか、平常時には月 1、2回のペースで市の重要施策情報を発信する。同日、市はグーグルと災害時の情報発信に関する協定を締結した。既にヤフーとの間でも同様の協定を結んでいる。

④＜災害時要援護者の避難支援＞

「災害時要援護者の避難支援ガイドライン」では災害発生時に高齢者、障害者、乳幼児などを助けるため、内閣府が2006年3月に策定。国と自治体が整備すべき支援体制のあり方を示し、市町村に名簿や避難支援計画の

作成などを求めている。このガイドラインを災害時に自力で避難できない高齢者、障害者の情報を市町村が普段から民間団体と共有できるように内閣府は通常国会で、災害対策基本法を改正する方針。ただし、個人情報保護との両立など課題も多い。名簿の作成は現在、「災害時要援護者の避難支援ガイドライン」により市町村に求められているが、法的な位置づけがないため、この名簿を作成している市町村は6割程度にとどまっているのが現状。民間の町内会だけでなく介護事業者や障害団体等の協力も重要となる。2005年に個人情報保護法が施行されその情報保護に重きを置く傾向が強かったが、緊急時は個人情報を活用すべきという考えに移りつつもある。

⑤ <大地震時のラジオ放送>

首都圏の民放ラジオ10社と日本フランチャイズチェーン協会は19日、震度5強以上の地震が発生した際、同協会に加盟するコンビニエンスストアなどの店舗でラジオを流す協定を結んだ。情報が遮断されがちな帰宅困難者にラジオからの情報を提供することが目的で、約17,000店で情報を流し放送局は各店が状況に応じて選ぶ。

⑥ <スマホの無線>

スマートフォンが持つ無線通信機能を活用して大規模災害などで通信回線が遮断された状態でもメール送信ができる新たなシステムを東北大グループが開発した。基地局が機能停止して広範囲で通信やメールが送信できない場合に活用の道を開いたものである。

⑦ <津波警報の表現方法改善>

気象庁は7日から新たな津波警報の運用を始める。巨大地震の場合、第一報は津波の高さを具体的に明示せず、大津波警報の場合は「巨大」、津波警報では「高い」という表現に改める。気象庁が津波警報の運用を一新するのに合わせて、NHK画面表示方法などを変更する。予測到達時間を「すぐ来る」と画面に表示。更に子供にも理解できるよう「すぐにげて!」とひらがな表示も併記する。地震発生時にアナウンサーが呼び掛ける「東日本大震災を思い出してください」などの文言は今後も継続する。

⑧ <津波備え用逃げ地図の活用>

地域の津波対策として、安全地帯への避難経路と時間が一目でわかる「逃げ地図」は建築設計事務所ボランティアが震災後に考案されたもので、地域の地形を把握して逃げる経路を地図にすることを提唱している。地域住民が新たな避難経路を編み出すなど、応用も広がる。避難を確実にするには具体的な状況把握が不可欠であり、被害想定は日常生活の一部として知っておくべきであることを示している。

4. まとめと課題

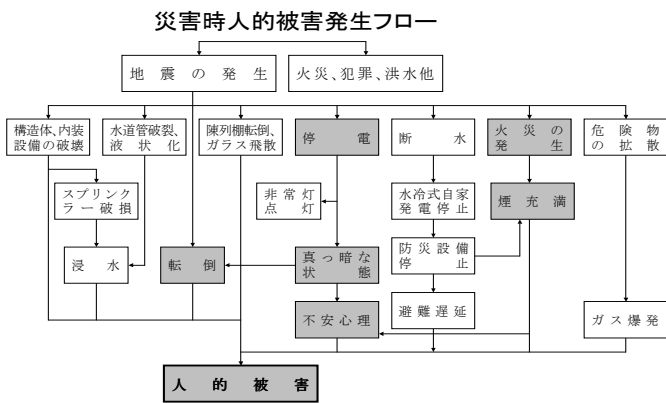
想定される様々な大規模災害に対する地下空間における避難の特徴と対策案を示すとともに、都市再生安全確保計画における情報提供のあり方、課題等について記述した。また、現在、検討がすすめられている都市再生安全確保計画の今後の実施策のひとつとして、災害発生直前と直後における人的被害を軽減することに着目した災害時の情報伝達について記述し、検討事例を示した。

以上を踏まえ、地下空間の減災対策や避難に対する情報提供について、これまでの筆者らの知見をも含め抽出する課題は次のとおりであり、地下街を主とした地下空間の災害種と関連づけた研究を継続していく。

- a) 想定外の災害に対しても防御対策を実施すべきであるが、どの災害種の、どの程度の被害までの防御するのか、できるのかを決めて、市民にもわかりやすく伝える必要がある。
- b) 地下空間施設についても必要な耐震診断とその補強は、有効な事前対策として必要に応じて行い、それらの結果を市民へわかりやすく公表する必要がある。
- c) ほとんどの地下街（いわゆる建築基準法における既存不適格とみなされる地下街）は、安全性を向上するため改修を実施しようとしても、遡及とみなされ、実施に踏み切れない実情をもっており、このことを早急に条例や法の改正まで含めて実施する必要がある。また合わせて財政支援が可能な仕組みづくりの検討と適用が必要である。
- d) 不特定多数の利用者へいち早く発災情報を伝えることが必要であるが、人間の行動心理を今後、十分なデータ整理とその分析により、その伝え方を検証する必要がある。特に、地下空間での冷静な避難行動の難しさについて、実物等での実証実験等によるデータ収集とその分析、さらにその知見を現場に活用、反映する必要がある。
- e) 今後、地下街、地下空間の避難対策、避難に対する情報提供をより具体的に進めていくなかにおいて、地上の災害シナリオ、避難対策など、ひいては地下空間と一体的に避難を想定した施設計画設計が必要である。

付録

- 1) 本論文における「情報提供」は、「自然災害発災の真実と直後に、人的被害を軽減するために必要な情報を、要避難者に対して直接提供する事象」を対象としている。
- 2) 地下街における災害時、人的被害の主な発生フローを付録図-2示す（筆者作成）。特に停電、煙充満に対して避難誘導できるための情報提供が必要で、この避難抵抗力に対して要避難者がいかに対応できるようにするか、行動心理に関する研究が必要。



付録図-2 地下街における災害時、人的被害の主な発生フロー

- 3) 「感情システムが優勢となる危機的状況においても適切に対応するためには、対処方法を予め経験しておくことが有効であり、事前の訓練が重要なのである」（出典：土田昭司：災害遭遇時の社会心理，土木学会平成 24 年度全国大会研究討論会，研-09 資料，pp8-10, 2012.
- 4) 気象庁から緊急地震速報が発表されても、3 割の人が何も行動を起こさなかった．：気象庁アンケート調査(全国の 5,490 人回答)，2012 年 10～11 月
- 5) 緊急地震速報が発表されても、3 割の人が何も行動を起こさなかった．気象庁は「速報が出た際、どんな行動をとるか事前に決めておくことが重要．携帯電話での情報入手方法の周知にも努めたい」とした。

参考文献

- 1) 廣井悠，関谷直也，中島良太，藁谷俊太郎，花原英徳：東日本大震災における首都圏の帰宅困難者に関する社会調査，地域安全学会論文集，No. 15，pp343-353，2011.
- 2) 澤田基弘，大森高樹，高橋幹人：都市地下空間における防災対策の計画と設計に関する考察，土木学会第 67 回土木学会年次学術講演会，2012. 9.
- 3) 澤田基弘，廣井悠，大森高樹，斎藤貴裕：名古屋駅地区における自然災害，水害に対する減災計画の考え方，土木学会地下空間研究委員会第 18 回地下空間シンポジウム，2013. 1.
- 4) 石垣泰輔：水災害時の地下空間浸水と避難，土木学会平成 24 年度全国大会研究討論会，研-09 資料，pp5-7，2012.
- 5) 戸田，大八木，井上，間島，都市水害時の地下空間の浸水過程について，2004
- 6) 自然災害と防災の事典，京都大学防災研究所監修・丸善出版，2011. 12
- 7) 国土交通省，地下空間における浸水対策ガイドライン
- 8) 国土交通省，地下街等浸水時避難計画策定の手引き(案)
- 9) 土木学会地下空間研究委員会防災小委員会，地下空間浸水時の避難・救助システムに関する研究 重点研究課題報告書，2006年3月31日
- 10) 火災予防審議会，東京消防庁：複合化するターミナル施設の防火安全対策のあり方—火災予防審議会答申一，pp.103-155，2011.

Research on Assumption of the Disaster Scenario, and Disaster Information for Mitigation Planning in Underground Space

Motohiro SAWADA, U HIROI, Takaki OOMORI

It is difficult to predict the location and scale and damages of natural disasters correctly, however, it will be possible to mitigate the damages if we study past disasters and understand exactly the current status of disaster mitigation measures, such as disaster preventive facilities and citizens attribute and so on, and then carry out the disaster preventive measures.

Actually, the study on “urban safety planning”, the guidelines established by the government, has started, for example, evacuation routes and facilities, or preparation and management of public depots to keep foods and other materials in case of large-scale natural disasters.

In this paper, we conduct a survey that the concrete policy about information dissemination, a method to a stay person including a victim unable to return home needs to advance research, and aims at what is proposed about directivity of the future details of research in the disaster scenario assumed in underground space in case of large-scale natural disasters.*