

地下空間の防災性能目標の設定について

Setting of performance objectives of disaster prevention for underground space

有賀 義明

Yoshiaki ARIGA

Confirmation and securing of safety for underground space is very important subject in urban area. Underground space has been widely and densely developed in the large city such as Tokyo, Nagoya, Osaka, etc. Many citizens utilize subways and underground shopping malls every day in the daily life. The underground space has some advantages which are derived from its principal characteristic, namely isolation. However, the underground space also has some potential risks. In case of fire, flood, earthquake, terror and so forth, the disadvantages which amplify disaster and directly threaten a human life may be actualized in the underground space. Therefore, in order to utilize the underground space safely and securely, it is inevitable to make clear the performance objectives of disaster prevention for underground space, and then to take preventive measures effectively. From such a necessity, the performance objectives of disaster prevention for underground space have been studied from the view points of prevention and mitigation of human disaster.

Key Words : *urban safety, earthquake, underground space, performance objectives, disaster prevention, human disaster*

1. はじめに

大深度地下の公共的使用に関する特別措置法が 2001 年 4 月に施行され，都市の再生，都市交通網の整備，都市水害の予防施設等に関連して，適正かつ合理的な地下空間利用が図られるようになりつつある．世界有数の地震被災国である我が国では，人々が安全に安心して生活を送るためには，地上空間，地下空間を問わず，大地震時の安全性の確認と確保が必要不可欠である．

東京，名古屋，大阪等の大都市では，地下鉄，地下自動車道，地下街等で，毎日，数多くの市民が日常生活の中で頻繁に地下空間を利用している．地下空間は，隔離性を基本とした長所を持つ反面，火災，水害，地震，津波，テロといった非常時には，人間の生命を直接的に脅かす，火，水，有毒ガス等の要因が顕在化するという大きな危険性を内在しており，人間にとっては潜在的に非常に危険性が高い空間であると考えられる．人間の活動空間として地下空間を安全に安心して利用するためには，まず，地下空間に要求される災害時の性能目標を明確し，その上で，防災性能を照査し，防災性能を向上させるための配慮と工夫を講じて行くことが必要不可欠であると考えられる．このような考えから，特に，人的被害の未然防止を図る視点と地震防災の面から地下空間に要求される防災性能について検討した．

2. 研究の背景と目的

近い将来の発生が想定されている，東海地震，東南海・南海地震，首都圏直下地震等に関しては，都市型の地震災害を抑止軽減するための配慮と工夫が重要である．東京，名古屋，大阪といった大都市は，いずれ

も広大な堆積平野の上に位置しているため、地震動の増幅、長周期地震動の顕在化、軟弱地盤の破壊や流動の発生、それらに伴う構造物の損傷・破壊、更には、高い人口密度や構造物密度によって都市の地震災害が増幅される危険性が高いものと想定される。

大都市は、多種多様な地盤－構造物系の複合体である点に大きな特徴がある。従来、構造物の耐震設計は、個々の構造物毎に行われ、したがって、耐震性能は、個々の構造物の機能だけに着目して個々に設定されているのが通例である。しかし、多種多様な地盤－構造物系の複合体として構成される、都市の防災性能を向上させるためには、構造物単体だけに着目するのではなく、都市機能に及ぼす影響度、隣接する構造物への影響度を考慮した性能目標の設定が必要であると考えられる。更に、地下空間に関しては、これまでの研究で指摘しているように¹⁾、地上空間と異なり、地下空間の隔離性が、地下空間での災害の質を変え災害の量を増幅させる危険性があるのではないかと懸念される。一般に、地上に比べて、地下では地震動の振幅が小さくなる場合が多いので、地下空間は耐震上有利と考えられ、構造的な安全性の面では地上よりも優れている側面があると考えられるが、万が一の際に閉鎖空間となり得る、地下空間に関しては、構造的な損傷・破壊よりも、空気や光の遮断、水や有毒ガスの流入、避難行動の遅れや避難路の閉塞、救助・救援アクセスの困難さ等、非構造的な危険性の面で重要な課題をかかえているのではないかと推察される。このような観点から、忘れた頃に必ずやって来る大地震の備えとして、平素から地下空間の防災性能を向上させることによって、特に、地震時の人的被害の未然抑止に効果的に役立てるために、まづ最初に、都市の特殊性と都市に求められる性能目標について考察し、その結果を踏まえて、都市を構成する空間のひとつである、地下空間の特異性、地下空間に求められる防災性能目標について検討した。

3. 都市の防災性能目標

(1) 都市の特殊性

都市の特殊性を表現するキーワードとしては、「高密度」、「複合性」、「重合性」等を挙げることができる。図-1は、都市の複合性、重合性のイメージを模式的に表現してみたものである。都市は、平面的にも立体的にも多種多様な地盤－構造物系の複合体、重合体となっている。地下空間には、地下鉄、地下自動車道、地下街、地下共同溝等が存在し、地上空間には、木造住宅、高層ビル、超高層ビル、道路、鉄道、高速道路等々が、不規則、縦横無尽に存在している。また、基礎地盤に関しては、動的変形特性が異なる地層や地盤が分布し、多種多様な軟弱地盤と構造物との複合的・重合的な地震時相互作用が、大都市の地震時安全性と機能維持に大きな影響を及ぼすのではないかと推察される。

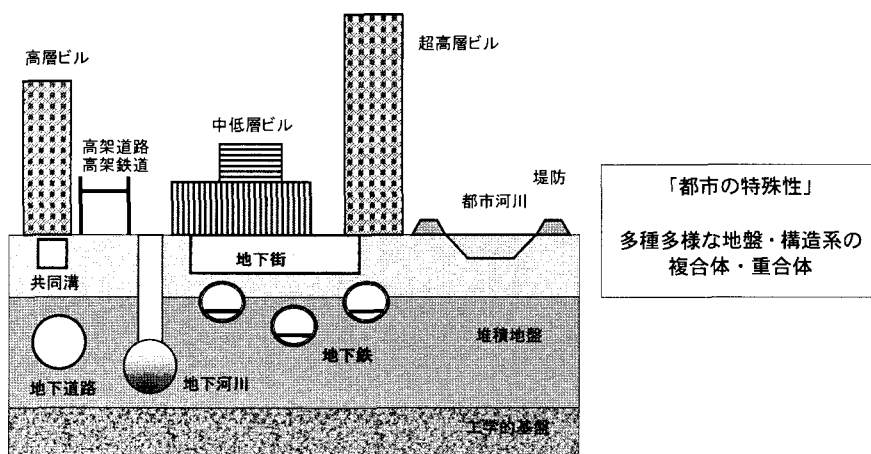


図-1 都市における構造物の複合性・重合性

(2) 都市の地震被害の発生要因

地震被害は、表-1に示したように、地震動、地盤、構造物、相互的要因（様々な地盤－構造物系の相互の影響等）、人的要因（人口、人口密度等）、時間的要因等の関数として表現することが可能であると考えられる。従来、構造物の耐震設計は、「地震動、地盤、構造物」の範囲内で個々の構造物のみを対象に行なわれて

いるのが通例であると思われる。大地震時に、都市を構成する多種多様な地盤－構造物系が全く無被害であれば、都市機能は何の問題もなく保持される。しかし、現実的には、大地震の際には様々な地盤－構造物系で損傷や破壊が生じることになり、都市機能に大きな影響が波及するようになると想定される。そのため、個々の地盤－構造物系の損傷や破壊が、都市機能にどのような影響を及ぼすかを定量的に予測することが重要になる。都市機能の維持を考える場合には、「地震動、地盤、構造物」の要因に加えて、「相互的要因、人的要因、時間的要因」の要因を含めた性能目標の設定と性能照査が必要であると考えられる。地上空間は、開放空間であるため、閉鎖性、隔離性に起因する災害拡大要因は基本的に関連性が低いと考えられるが、閉鎖空間である地下空間では、表-1 に示したような非構造的要因（火、水、有毒ガス、光、空気等）が重要な地震被害の発生・拡大要因になるものと思われる。

表-1 都市の地震被害と発生要因

項 目	内 容
発生要因	$F\{\text{地震被害}\} = f\{\text{地震動}\} \times f\{\text{地盤}\} \times f\{\text{構造物}\} \\ \times f\{\text{相互的要因}\} \times f\{\text{人的要因}\} \times f\{\text{時間的要因}\} \times f\{\text{非構造的要因}\} \cdots (1)$
相互的要因	損傷・破壊した構造物が、他の構造物の損傷・被害を派生させ、都市機能の低下・喪失を引き起こすこと等。地上の災害の地下への波及及びその逆。
人的要因	人口密度、住民数、通勤者数、デマ
時間的要因	地震発生時刻、曜日、季節
非構造的要因	火、水、有毒ガス、光、空気、煙
地震被害	$F\{\text{地震被害}\} = f\{\text{人的被害}\} + f\{\text{物的被害}\} + f\{\text{経済的損失}\} \\ + f\{\text{心理的被害}\} + f\{\text{信用損失}\} \cdots \cdots (2)$
経済的損失	直接的損失、副次的損失、景気、株価
心理的被害	PTSD（心的外傷後ストレス障害）
信用損失	信用、信頼性

(3) 保持されるべき都市機能

都市の性能目標を設定する際に着目すべき点は、大地震の際に維持されるべき都市機能であると考えられる。個々の構造物が保持すべき機能に加えて、複合体としての都市が保持すべき機能を明確にすることが必要であると考えられる。大地震の際にも、昨日までの日常生活の継続できるためには、表-2 に示したような都市の安全性と都市機能の保持が必要である。「都市の安全性」については、人々が安全に安心して生活を継続できること、「保持されるべき都市機能」については、個々の構造物が地震で破壊した場合でも、都市としての機能が保持されることが基本的要件であると考えられる。

表-2 都市の安全性と都市に要求される機能

項 目	概 要
都市の安全性	・日常生活の継続性、 ・人的被害の未然抑止
都市機能	①生活機能 住宅、食糧
	②交通機能、物流機能 道路、鉄道、地下鉄、高速道路、港湾、空港
	③ライフライン機能 電気、ガス、水道
	④医療機能 病院、医薬品
	⑤治安維持機能 警察署、消防署
	⑥情報通信機能 テレビ、ラジオ、電話、携帯電話、インターネット
	⑦経済機能 商業、銀行、証券、保険
	⑧行政機能 中央官庁、地方自治体（都道府県、市町村）

(4) 都市の性能目標

都市の安全性と機能に着目して、都市の性能目標について考察してみた例を表-3 に示す。日常生活の中で都市に対して要求される第一の要件は、不意に大地震に襲われた場合でも、人的被害に遭わないことであり、第二には、個々の地盤－構造物系が損傷や破壊を受けた場合でも、都市機能には何の影響も及ばないことである。これらの事項を実現するためには、個々の構造物の性能目標に対して、都市の安全性や都市機能に影響を及ぼす構造物の場合には、「①損傷が許容さないこと、②軽微な損傷なら許容されること」等の付加的な性能目標を追加する考え方が必要であると考えられる。都市機能への影響が全くない場合には、個々の構造

物の性能目標だけで良いと思われるが、都市機能に影響を及ぼす場合には、「構造物が破壊・倒壊した場合でも都市機能に影響を及ぼさない」という性能目標が付加されるような考え方が必要であると考えられる。

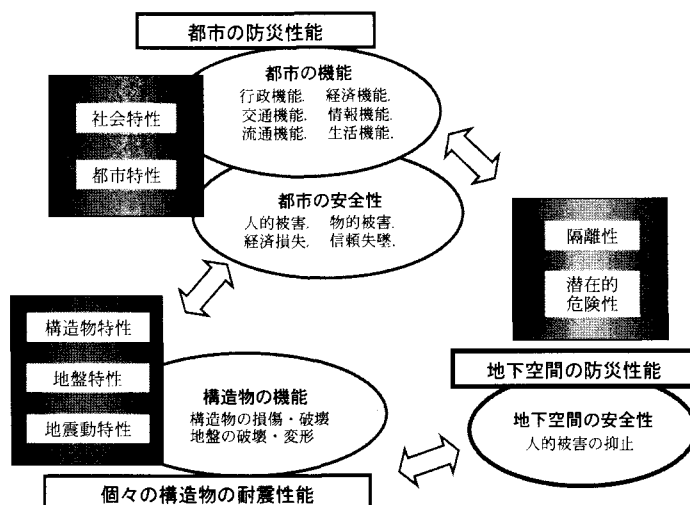


図-2 構造物の耐震性能と都市の防災性能と地下空間の防災性能の相互の関連性

表-3 都市の性能目標の設定

区分	都市の性能目標	構造物の損傷と都市機能との関連性	都市機能保持のために要求される性能目標の高水準化
I	都市を構成する施設・構造物に構造的な損傷が生じない。	構造的損傷：無被害	“なし” (都市機能に影響が及ばないので、性能目標の高水準化、性能目標の付加は不必要)
II	都市を構成する施設・構造物に軽微な構造的損傷が発生するが、都市機能には全く被害が生じない。	構造的損傷：軽微な被害 都市機能：無被害	“なし” (都市機能に影響を及ぼす危険性のある構造物に対しては、性能目標の高水準化と付加が必要) (軽微な損傷に留まることを要求性能として付加することが必要になる)
III	都市を構成する施設・構造物に重大な構造的損傷が発生し、都市機能に軽微な被害が生じる。しかし、都市機能は保持される。	構造的損傷：重大な被害 都市機能：軽微な被害	“あり” (都市機能に影響を及ぼす危険性のある構造物に対しては、性能目標の高水準化と付加が必要) (軽微な損傷に留まることを要求性能として付加することが必要になる)
IV	都市を構成する施設・構造物に甚大な被害が発生し、都市機能に重大な被害が生じる。しかし、人的被害は抑止でき、都市の安全性は保持される。	構造的損傷：甚大な被害 都市機能：重大な被害 人的被害：未然防止	“あり” (都市機能に影響を及ぼす危険性のある構造物に対しては、性能目標の高水準化と付加が必要) (軽微な損傷に留まることを要求性能として付加することが必要になる)
限界状態	都市機能の喪失、甚大な人的被害が発生し、都市の安全性が損なわれる。	都市機能：喪失、マヒ 人的被害：甚大	都市の防災性能の向上が必要不可欠。

4. 地下空間の防災性能目標

(1) 地下空間における災害事例

人間の活動空間としての地下空間の利用は、我が国では、地下鉄の建設によって始まった。国内で初めて、地下鉄銀座線が浅草～上野間で運転を開始したのは1927年のことであり、1930年には国内初の地下商店街が上野駅に建設された。地下鉄の建設は、1950年代後半から本格的に推進されるようになり、現在では、札幌、仙台、東京、横浜、名古屋、京都、大阪、福岡等の大都市で地下鉄が整備され、地下鉄に接続して数多くの地下街が建設され、毎日多くの市民に利用されている。これまでに、人的被害を伴う地下空間の災害あるいは事故事例としては、静岡駅地下街ガス爆発（1963年11）、大阪千日デパート火災事故（1972年5月）、北陸トンネル火災事故（1972年11月）、日本坂トンネル火災事故（1979

年 7 月), 静岡駅ゴールデン街ガス爆発・火災事故 (1980 年 8 月), 東京地下鉄サリン事件 (1995 年 3 月), 福岡豪雨災害 (1999 年 6 月, 2003 年 7 月), 東海豪雨 (2000 年 8 月), 韓国大邱市地下鉄放火・火災事件 (2003 年 2 月) 等, 様々な事例が報告されている。これらの災害事例は, 閉鎖空間である地下空間では, 爆発や火災や浸水等, 何か災害や事件が発生し場合には, 地下空間が人間の生存にとって非常に危険な空間に豹変することを明示するものである。

(2) 地下空間の潜在的危険性

こうした過去の災害事例を踏まえ, 人間にとっての地下空間の危険要因をピックアップしてみた結果を表-4 に示す。想定される自然事象としては, 台風, 集中豪雨, 高潮, 地震, 津波等が考えられ, 人的・社会的要因が関係する事象としては, 停電, ガス漏れ・ガス爆発, 火災, 浸水・水没, 地盤や構造物の破壊・崩壊等が考えられる。人間特有な事象としては, 避難行動の遅れ, パニック, テロ, 犯罪等を想定することができる。人間の生存、生死にとって重大な脅威となる危険要因としては, 空気, 光, 水, 火, 有毒ガス, 煙, 熱等を列挙することができる。空気は, 人間の生存に必須の要件であり, 地下空間の隔離性によってこれらが絶たれた場合には, 人的被害に直結することが容易に想像できる。また, 水 (浸水, 水没), ガス (煙, 有毒ガス), 火 (火災) は, 人間の生命を直接的に脅かす危険要因であり, これらが顕在化した場合には, 大きな人的被害に帰結する危険性が高い。更に, 閉鎖空間では, 適正な利用規模を超えた過剰混雑といった要因も被害拡大の面で重要な危険要因になる。大都市を想定した場合, 建物や施設等の“動かないもの”の安全性のみならず, 人間や車等の“動くもの”の挙動特性や相互作用も重要な危険要因になる。地下空間の防災性を向上させ, 安全に安心して地下空間を利用するためには, 表-4 に示したような想定事象と危険要因との関連性を十分に踏まえて, 地下空間の防災を総括的に考えることが必要である。物的な地下空間利用では, 逃げ遅れやパニックは基本的に無縁であり, 空気, 光は, 基本的に大きな危険要因にはならないように思われる。それに対して, 人間の活動空間としての地下利用では, 空気, 光, 水, 火, 煙, 有毒ガス, 熱, 逃げ遅れ, パニック等のすべてが, 人間にとって極めて重大な危険要因になることが, 防災の観点から見た地下空間の大きな特異性である。

表-4 地下空間の危険要因と災害への影響度

危険要因 (災害増幅要因)	想定される事象	災害への影響度	
		人的な地下利用 (地下鉄, 地下街等)	物的な地下利用 (倉庫, 貯蔵等)
空気	停電による空調設備の停止, 火災,	大	殆どなし
光	停電, 構造的破壊, テロ	大	殆どなし
水	都市水害, 津波, 水道管破断	大	中
火	火災, テロ	大	大
ガス	ガス管破断, 火災, テロ	大	小
煙	火災, テロ	大	小
熱	火災, テロ	大	大
破壊	構造部材の破壊 (全壊, 半壊) 非構造材の破壊 (ガラス, タイル等)	大	中
逃げ遅れ	油断, 避難情報の遅れ	大	なし
パニック	過剰混雑, デマ, 煽動	大	なし
被害の種類		人的被害	物的被害

(3) 地下空間の防災性能

地下空間に要求される性能目標について, 人的被害の未然抑止の観点から考察した。地下空間に要求される基本性能は, 安全に安心して地下空間を利用できることであり, 地下空間の安全性が必須の要件であると考えられる。地下空間の安全性が確保されるためには, 地下空間の隔離性から起因する, 地下空間の危険要因, 災害増幅要因を顕在化させないことが必要である。地下空間に要求される性能, 機能としては, 表-5 に示したように, 構造体の耐震性能, 非構造材の耐震性能, 空気の供給機能, 水の流入

防止・排出機能、火の延焼防止・消火機能、有毒ガス・煙の除去・排出機能、光の供給機能、避難・脱出機能、防災情報の伝達機能、テロ・事件等の未然防止機能等の機能が重要であると考えられる。地下空間に要求される性能目標は、これらの機能の維持と地下空間の安全性の確保を前提に設定することが必要であり、ここでは、地下空間に要求される性能目標について、①施設・構造物の構造的損傷・破壊の視点、②地下空間の特異性である災害増幅要因の顕在化を阻止する視点、③地上の災害が地下空間へ波及する危険性を回避するための視点の3つの視点から、表-6に示したような性能目標を設定した。

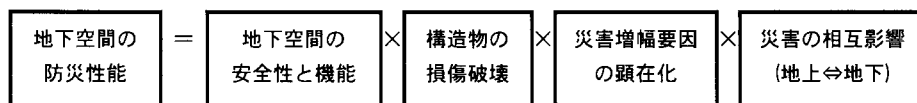


図-3 地下空間の防災性能の設定の際に考慮すべき要件

表-5 地下空間に要求される性能・機能

項 目		内 容
地下空間の安全性		・ 人的被害の未然抑止 ・ 災害増幅要因の顕在化の予防・阻止
地下空間に要求される機能	①構造体の耐震性能	主要構造体（柱、壁、天井、出入口等）の破壊の回避
	②非構造材の耐震性能	ガラス、タイル、内装材、照明、陳列物等の落下や転倒の回避
	③空気の供給機能	空調設備の機能保持、非常用電源の信頼性
	④水の流入防止・排出機能	外部からの水の流入防止、地下から外部への排水
	⑤火の延焼防止・消火機能	延焼の予防、不燃性・難燃性の確保、消火と避難
	⑥有毒ガス・煙の除去・排出機能	有毒ガス・煙の除去・排出
	⑦光の供給機能	照明設備の健全性、非常時の機能保持
	⑧避難・脱出機能	出入口の健全性、非常用出入口
	⑨防災情報の伝達機能	安全・安心情報、危険・警戒情報、災害情報、避難情報
	⑩テロ・事件等の未然防止機能	テロ、事件の予防

表-6 地下空間の性能目標に関する考え方

区分	構造的損傷・破壊の視点から地下空間に要求される性能目標	災害増幅要因の顕在化阻止の視点から要求される性能目標	地上の災害が地下空間へ波及する危険性の回避の視点から要求される性能目標
I	地下空間を構成する施設・構造に構造的な損傷が生じない。	災害増幅要因（空気、光、水、火、煙、有毒ガス、熱、逃げ遅れ、パニック等）が地下空間で顕在化しない。	地上で発生した災害（火災、水害、地震、津波等）の影響が地下空間へ波及しない。
II	地下空間を構成する施設・構造物に軽微な構造的損傷が発生するが、地下空間の機能には全く影響が生じない。		
III	地下空間を構成する施設・構造物に重大な構造的損傷が発生し、地下空間の機能の軽微な影響が生じる。	災害増幅要因が顕在化するが、制御可能であり、地下空間の機能は維持される。	地上で発生した災害の影響が地下空間へ波及するが、その影響が軽微であり、地下空間の機能は維持される。
IV	地下空間を構成する施設・構造物に甚大な被害が発生し、地下空間の機能に重大な支障が生じるが、人的被害の発生は回避できる。	災害増幅要因が顕在化し、地下空間の機能に重大な影響が生じるが、人的被害の発生は抑止できる。	地上の災害の影響が地下空間へ波及し、地下空間の機能に重大な影響が及ぶが、人的被害の発生は抑止できる。
限界状態	地下空間を構成する施設・構造物に甚大な被害が発生し、地下空間の機能がマヒし、甚大な人的被害が発生する。	災害増幅要因が顕在化して、甚大な人的被害が派生する。	地上で発生した災害が地下空間へ波及し、甚大な人的被害が派生する。

表-6 は、ひとつの試みとして、人的被害の未然抑止の観点から地下空間に要求される性能目標について考察した結果であるが、今後、更に検討を深めて行く必要があると考えている。

(4) 地下空間における防災対策

人間の活動空間として地下空間の利用する場合、第一に優先すべきことは人的被害の未然抑止である。人的被害の未然抑止に主眼を置いて地下空間の防災性を向上させるためには、“地下空間は人間にとって安全である”という視点からではなく、“地下空間は人間にとって基本的に危険である”とする視点からスタートすることが大切である。何事もない平穏な時には、地下空間は人間にとって安全な空間であると錯覚しがちであるが、過去に発生した災害や事件は、万が一の災害の際には、地下空間は人間にとっては極めて危険な空間に急変することを明示するものである。したがって、“地下空間は人間にとって基本的に危険である”という視点からの防災意識の形成が必要であり、地下空間特有のリスクを適正に認識しつつ、安全に安心して地下空間を利用できるようにして行くことが大切である。地下空間は、隔離性を基本特性として、物的な地下空間利用にとっては多くの長所を活用することができるが、人的な地下空間利用にとっては、万が一の場合の危険要因と災害増幅要因が多く、大都市が巨大地震に襲われた場合には、地下鉄や地下街では、光や空気が途絶え、火や水やガスに襲われ、甚大な人的被害が発生する潜在的危険性が内在している。開放空間である地上空間では全く大事に至らないような些細な災害や事件であっても、閉鎖空間である地下空間では大きな災害に拡大変化する危険性が多分にあることに適正に認識することが大切ではないかと思われる。

人間の活動空間として地下空間を有効に活用する場合は、万が一にも、地下空間の潜在的危険性が顕在化することがないようにするための防災上の配慮と工夫が必要欠である。地下空間の防災性能を向上させるための方策の大まかなフローを図-4 に示す。

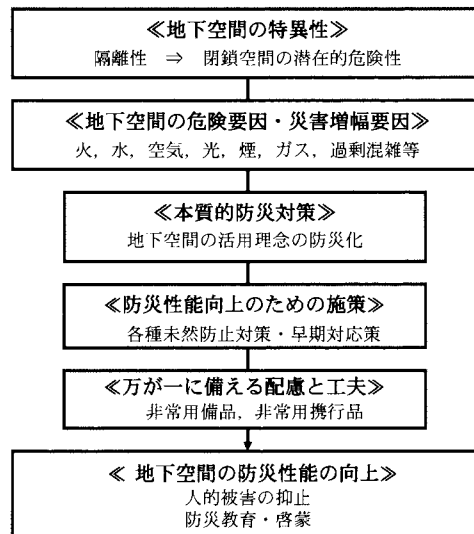


図-4 地下空間の防災性能の向上のための配慮と工夫

本質的に重要と思われる点は、地下空間の利用に関する理念、基本的考え方の防災化ではないかと考えられる。気候が温暖で四季に恵まれた我が国では、人間の本来の活動空間は地上空間であるとするのが最も自然であり、人間の活動空間として地下空間を利用する場合は、地下空間は、地上空間の補完的空間と位置づけるのが防災上合理的であると考えられる。補足ながら、物的な地下空間利用の場合は、地下空間の多くのメリットを活かすことが可能になるので、この場合は、地下空間は、地上空間に代わる新たな空間としての有効活用が合理的であると考えられる。地下空間の防災性向上のための方策とし

ては、災害や犯罪の未然防止、早期検知、早期通報、早期避難、早期対策が必要であり、万が一のための工夫としては、消火器、空気ボンベ、アクアラング、ゴムボート、防毒マスク等の非常用備品や非常用携行品といった工夫も必要になるのではないかと拝察される。地下空間の利用に際しては、人的災害に対する地下空間の危険性、脆弱性をどう克服するかが、安全で安心な社会を形成するための非常に重要な課題であると考えられる。

5. あとがき

国土空間の利用に関しては、大きく、①地上空間でなければ成立しない空間利用、②本来的に地上空間であることが最も合理的で望ましい空間利用、③必ずしも地上空間でなくても良いものを地下空間で行う空間利用、④地下空間でなければ成立しない空間利用、の4つの利用形態に分類して考えることが可能である。四季に恵まれ、世界でも最も温暖で住みやすい自然環境に恵まれた我が国では、人間にとって最も自然調和型で快適な活動空間は地上空間であり、地下空間は、あくまで地上空間を補完するための空間として位置つける考え方が合理的かつ安全・安心であると考えられる。

我が国では、特に大都市圏において、地下街、地下鉄、地下道路、地下河川等、様々な地下空間利用が進んでいる。地下空間の基本特性は、隔離性であり、この基本特性から様々なメリットやデメリットが派生する。物を貯蔵したり設備を設置したりする、物的な地下空間利用では、恒温性、恒湿性、気密性、遮断性、耐火性等のメリットを列挙することが可能である。一方、人間の活動空間としての地下空間利用では、万が一の事故や災害の際に、空気、光、水、火、煙、有毒ガス、パニック等、人間の生命を直接的に脅かす潜在的危険要因が顕在化する危険性があるので、隔離性がかえって大きなデメリットになり得ると考えられる。巨大地震を想定した場合には、強震動による被害、液状化や地盤変状による被害が発生し、電力、ガス、水道の供給停止、地下空間への有害ガスや水の流入等が発生することも想定される。したがって、人間の活動空間として地下空間を利用して行くためには、想定される如何なる事象に対しても、地下空間の潜在的危険要因が顕在化しないような配慮と工夫が必要である。

いついかなる時にも市民が安全に安心して利用できる地下空間を実現するためには、地下空間の防災性の確認と確保が必須の要件である。人間の活動空間として地下空間を利用する場合は、万が一の事態が発生した場合でも、人的被害が発生しないように、念には念を入れた、安全・安心、防災に関する配慮と対策が必要不可欠である。そのためには、地下空間の利用に対する理念・基本的考え方の防災化が大切であり、安全性、防災性を優先する視点から、地上空間と地下空間の有効な棲み分けを考えて行くことが大切ではないかと思われる。

参考文献

- 1) 有賀義明：防災の視点から見た地下空間の特質について、土木学会第10回地下空間シンポジウム論文報告集、Vol. 10, p. 161-166, 2005. 1
- 2) 土木学会：地下空間研究委員会計画小委員会報告書概要版、2002. 7月
- 3) エンジニアリング振興協会地下開発研究センター：地下空間開発利用の現況調査（マスタープラン専門委員会報告書その1）、1990. 7月
- 4) 地下空間利用研究グループ：地下都市—ジオフロントへの挑戦—、清文社、1989. 7
- 5) 日本産業技術振興協会、エンジニアリング振興協会：地下空間利用技術に関するテクノロジー・アセスメント、1988. 3月