

## (154) 地下空間の一般利用者からの地震時防災機能

フジタ工業㈱ 技術研究所 正員 斉藤悦郎 正員 中村正博  
同上 正員 池見 拓 正員 中野浩之  
同上 正員 岸下崇裕

### 1. はじめに

社会的背景を受け地下空間の開発が最近脚光を浴びその利用法に関する研究や、建設の可能性に関する技術開発等が盛んに行なわれている。こういった中で、利用者側の立場に立った地下空間開発に当たっては、その利便性とともにより快適性や非常時に対する安全性の問題がクローズアップされ、それらに関する検討が重要な位置づけとなる。

本報告は、一般大衆の地下空間利用者側の立場から地下空間の地震時防災機能についてVE手法の一過程を用い、その全体的な骨組および特徴を明らかにすることを目的としたものである<sup>1), 2)</sup>。

### 2. 機能の抽出分類

地下施設は現在まだその数も少なく、大地震の経験もないことから、地震時の防災方法について、今後新しい機能や形状を持つ地下空間開発が期待される中で、固定概念にとらわれずに多方面から検討しておく必要がある。ここでは地下空間の地震時防災機能について、このような観点からアイデアを発想する技法であるブレンストーミングを用いて検討することにした。

ブレンストーミング会議に参加するメンバーの立場は、現在の地下空間例えば、地下街や、アクセス空間、また将来新しい地下空間開発のイメージの中で、これらの地下空間を利用するすなわち不特定多数の一般大衆の利用者であるものとした。被害発生以外の外的要因は地震のみとし、一次被害すなわち構造物、設備等の被害および火災等の二次被害も含むものとした。

これらの条件設定により抽出されたアイデアについてKJ法によりグルーピングを行ない、そのグループ間の上下関係を明確にし、最も上位に位置する機能を基本機能、次に位置する機能すなわち基本機能の目的を達成するための手段を上位機能として整理し機能系統図(図-1)を作成した。また上位機能間の関係は、一対比較により決定することにした。次に、「地下空間の地震防災方法」から抽出された各上位機能をテーマとして、再度ブレンストーミングを行ない、詳細に上位機能の分析を行なって、従属機能、分類項目、アイデアとして整理し上位機能別分類表を作成した。最後に各上位機能別分類表について全体的な整合性などの見直しとともに「地下空間利用」、「防災対策」および「地下施設の地震挙動」というキーワードにより収集した参考文献を基に最終的な上位機能別分類表を作成した。

### 3. 基本機能および上位機能

「地下空間の地震防災方法」補助的に行なった「地下空間」「地震防災」のテーマによるブレンストーミングの結果、524件のアイデアを求めることができた。

地下空間を利用する一般大衆にとって、「人を守る」「不安感をなくす」がその地震時防災の最も基本的な働きすなわち基本機能であることが、アイデアの中からクローズアップされた(図-1)。

すなわち、一般大衆である各個人にとって、自分自身の肉体を守ることが最優先されることは、当然であろうし、また慣れない地下空間の利用において常時ばかりでなく非常時においても心理的な不安感を解消する対策が必要であるということは、非常時における不安全行動によるパニックの発生を潜在的不安感により助長される点の考慮にあらう。「不安感をなくす」の基本機能は、地下空間の地震防災方法としての特徴的な機能であるものと思われる。この基本機能の下位に位置する上位機能、すなわち基本機能の目的を達するための手段として図-1に示したような10の上位機能がアイデアの中から抽出された。

次に、各上位機能をテーマにして再度行なったブレンストーミングの結果、総計1175件のアイデアが出されそれに基づいて再検討を行ない784件のアイデアに絞り込むことができた。表-1は、分類項目までを

示した上位機能別分類表である。

◆「法規制・基準・組織を整備する」：この上位機能では、「色彩基準」「大規模地震対策基準」「歩行者交通ルール」「地下省」などの118件のアイデアが出され、地下空間の環境、非常時対策、交通規制といった基準面での整備や利用計画、防災組織の整備に関してアイデアをグルーピングしたものでこの手段により「人を守る」「不安感をなくす」の目的の一部を達成しようとするものである。

◆「地下の環境特性を利用する」：この上位機能では、80件のアイデアが出され、「温度一定」「揺れがすくない」などといった地下環境特性、「被害を遮断できる」「壁ができる」などの地下空間特性、「別世界となる」「夢空間となる」など人工空間としての特性などの利点や、「煙がたまる」「孤立する」といった欠点のアイデアをグルーピングしたもので、これらの特性を積極的に利用することにより「人を守る」「不安感をなくす」の目的の一部を達成しようとするものである。

◆「地上環境をまねる」：この上位機能は、「四季をつくる」「土で舗装する」「空間を広くする」「図書館をおく」などの88件のアイデアが出され、地上の自然環境、施設、ルールなどを地下空間に持ち込むことにより地下の潜在的な不安感を解消しようとするアイデアをグルーピングしたものである。

◆「非常用施設を整える」：この上位機能では、119件のアイデアが出され、「迷路をつくらない」「角を丸くする」などの避難路に対するアイデアや情報、監視、点検、備蓄、復旧、救援救護施設などに対するアイデアをグルーピングしたものである。従来の地上施設、地下施設に対する非常用施設の延長上でのアイデアが多く、「人を守る」の手段としてその目的を達成しようとしたものである。

◆「情報をコントロールする」：この上位機能では、134件のアイデアが出され、情報の収集、「視覚で伝える」「女性の声で放送する」など情報の伝達方法、情報の判断などのアイデアをグルーピングしたもので、これらの手段により常時の不安感の解消や非常時における安心した避難などによりパニックを誘発することなく「人を守る」「不安感をなくす」の目的の一部を達成しようとするものである。

◆「教育・訓練をする」：この上位機能では、89件のアイデアが出され、対象者、内容、時期、管理方法に対するアイデアをグルーピングしたもので、これらの手段により事前の不安感の解消とともに非常時における整然とした避難行動とうにより「人を守る」「不安感をなくす」の目的を達成しようとするものである。

◆「救出・救護体制を整える」：この上位機能では、47件のアイデアが出され、「救急用具」「救出機器」「救援組織」に対するアイデアをグルーピングしたものである。地下空間は災害時に孤立しやすく事前に独自の体制および機器類を準備することにより、「人を守る」「不安感をなくす」の目的の一部を達成しようとするものである。

◆「乗り物・携帯品を改善する」：この上位機能では、28件のアイデアが出され、「電気自動車」「地下地図の常備」「IDカードの携帯」など利用者側の改善のアイデアをグルーピングしたもので、これらの手段により、「人を守る」「不安感をなくす」の目的を達成しようとするものである。

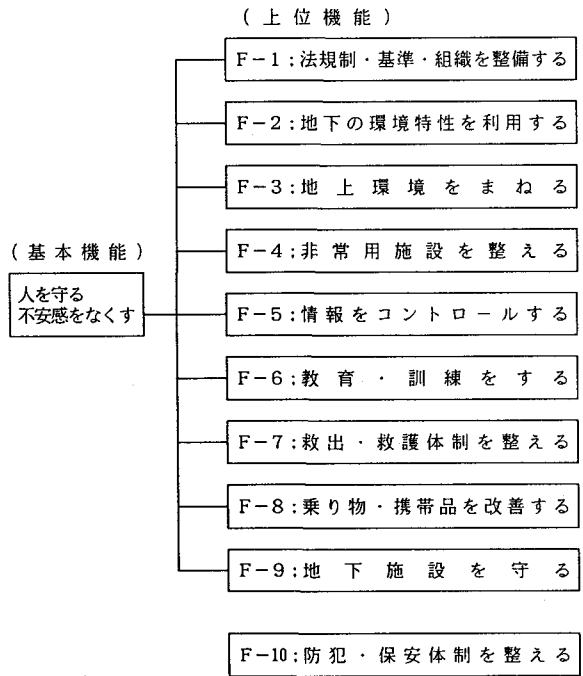


図-1 機能系統図

◆「地下施設を守る」：この上位機能では、61件のアイデアが出され、設計法、施工法、構造形式、付帯施設の改善や、機能低下の防止等に関するアイデアについてグルーピングしたもので、これらの手段により、「人を守る」の目的の一部を達成しようとしたものである。

◆「防犯・保安体制を作る」：この上位機能では、20件のアイデアが出され、「見通しを良くする」「防犯カメラ」「防犯シャッター」など、防犯に対する設備、機器などのアイデアをグルーピングしたものである。「地下空間の地震防災」として出されたアイデアとしては直接的でなく、パニック状態に陥ったときの犯罪を意識したものであろうかむしろ「不安感をなくす」の目的の手段として位置づけが強く、地下空間の「圧迫感」「孤立化」「暗い」といったイメージの解消のためのアイデアであろう。

#### 4. 上位機能間の関連性

各上位機能を一般大衆の利用者としての重要度に応じその上下関係を一対比較により順位として評価した。これによると、地震時防災方法として、各個人は、被害状況を意識し、その被害から安全に避難できる施設を整えること「非常用施設を整える」がもっとも重要であるものと認識されている。

「地下施設を守る」は、地下構造物に対して適切な耐震設計等による対策を行うアイデアが中心であり、本来施設内の人命を地震から守るために、最も上位として評価される機能であると思われる。しかしながら第2位として評価されたことは、地下は地上に比べ揺れが小さいことが一般的に言われていること、日本の耐震技術が進んでおり当然何らかの対応がなされているといった意味での安心感によるものと思われる。

第3位の「情報をコントロールする」は、地震発生から被害、被害に至らないまでも、このような異常状態の時、各個人は安全に避難したいということは前述したように最も重要で、パニックを生じるような逃走的な行動を起こさないために適切な情報伝達が必要であろうとする判断によるものと思われる。

第4位、第5位、第6位で評価された「地上環境をまねる」「教育・訓練をする」「地下の環境特性を利用する」は、不慣れな地下空間利用者の、常時の潜在的な不安感をできるかぎり解消しようとするものであり、上位機能の中で中位の順位を占めていることは興味深く、利用者側からの地下空間の地震時防災方法への要求として特徴的なものであろう。

さらに今回のブレインストーミングで、「防犯・保安体制を整える」が、地下空間の地震時防災方法のテーマからクローズアップされたことは興味深く、前述した潜在的な不安感を解消する要求により出されたものであろう。また、被害発生後の復旧に対しても事前にその対策に対して検討しておくことは、被害を受けた施設の所有者、事業者にとって重要であるが、利用者にとっては、アイデアとして出たものの上位機能としての位置づけされるまでに至らなかったことは、当然の結果であろう。

#### 5. まとめ

不特定多数すなわち一般大衆の地下空間利用者側の立場から、その地震時の防災について、ブレインストーミングにより要望、対策案等について検討を行ない「地下空間の地震時防災方法」の全体的な骨組および特徴として以下の点が明らかとなった。

- 1) 地下空間を利用する一般大衆にとって、自分自身の肉体が守られ、また不慣れな地下空間の利用において常時ばかりでなく非常時においても心理的な不安感を解消できる、「人を守る」「不安感をなくす」がその地震時防災の最も基本的な働き、すなわち基本機能としてクローズアップされた。特に「不安感をなくす」の基本機能は、潜在的な不安感により非常時における不安全行動によるパニックの発生を助長されることの意識として考えられ、地下空間の地震防災方法としての特徴的な点であろう。
- 2) 基本機能である「人を守る」「不安感をなくす」の目的を達するための手段としての上位機能は、「非常用施設を整える」「地下施設を守る」「情報をコントロールする」「地上環境をまねる」「教育・訓練をする」「地下の環境特性を利用する」「法規制・基準・組織を整備する」「救出・救護体制を整える」「乗り物・携帯品を改善する」「防犯・保安体制を整える」の優先順位でまとめられた。地下空間利用者として各個人は、地震時防災に対してその被害を想定し、発生した被害に対して安全に安心して避難でき

る事業者側の対応を最優先として意識し望んでおり、被害者の立場に立った、救出・救護や、利用者携帯品などの改善などの利用者側からの積極的な対応については、その優先順位が低いことが明らかとなった。

3) 各上位機能別に行なった、ブレインストーミングによって、総数1175件のアイデアが求められ、784件のアイデアとしてまとめられた。これらのアイデアは、収集した過去5年間の防災関連資料のキーワードをカバーし、また補うもので、今後の研究に対するベースとして十分対応できるものである。

なお、本研究は「地下空間の利用技術の開発」（建設省総合技術開発プロジェクト）の中の「地下空間の耐震設計技術の開発」に関する共同研究の一環として実施したものである。

表-1 上位機能別分類表

上位機能	従属機能	分類項目
F-1 法規制・基準・組織を整備する	<ul style="list-style-type: none"> <li>○利用計画に関する基準</li> <li>○組織・情報に関する基準</li> <li>○社会環境に関する基準</li> <li>○環境に関する基準</li> <li>○施設・機器に関する基準</li> <li>○教育・訓練に関する基準</li> <li>○交通に関する基準</li> </ul>	全体計画・施設計画 全体組織・個別組織・情報通信 管理・保険保証・防犯 環境保全・衛生・雰囲気 施設・機器 教育・訓練 交通
F-2 地下の環境特性を利用する	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地下空間の環境利用</li> <li>○地上環境の遮断</li> <li>○心身への影響利用</li> <li>○地下の社会環境利用</li> </ul>	位置エネルギー利用空間・免震空間・恒温湿空間 視覚外空間・密閉空間・地盤外空間 自然環境の遮断・人的環境の遮断 悪イメージ・好イメージ・自然サイクルの不遇 地上環境を取り戻す・未開発空間・建設コストが高い
F-3 地上環境をまわる	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地上施設をまわる</li> <li>○地上の自然環境をまわる</li> <li>○地上のルールをまわる</li> </ul>	生活施設・避難施設・緊急施設・ライフライン施設 情報伝達施設・道路交通施設・歩行施設 自然サイクルを作る・自然造形を造る・動植物を育てる 地上のルール
F-4 非常用施設を整える	<ul style="list-style-type: none"> <li>○情報・監視施設</li> <li>○被害の直接防止施設</li> <li>○備蓄施設</li> <li>○復旧施設</li> <li>○点検施設</li> <li>○避難場所</li> <li>○救援・救護施設</li> <li>○環境施設</li> </ul>	中央監視室・検知器・情報機器・監視機器 転倒落下防止装置・制振装置・免震装置・地震検知器 煙制御装置・消火設備・防火設備・防水止水装置 非常用備蓄施設 復旧システム・修復機械 点検基準・点検装置 広域避難場所・緊急避難室・車両避難場所・避難路 非常用昇降施設・照明装置・誘導灯・避難路の形状 救援施設・救護施設 環境制御施設
F-5 情報をコントロールする	<ul style="list-style-type: none"> <li>○情報の収集</li> <li>○情報の判断</li> <li>○情報の伝達（行動）</li> </ul>	収集基準・収集内容・シミュレーション・個人位置確認 巡回による情報収集・中央監視による情報収集 判断内容・判断決定者・明確化・伝達手段の使い分け 伝達施設・視覚伝達方法・聴覚伝達方法・触覚伝達方法 臭気伝達方法・心理利用・避難誘導方法・伝達内容 情報伝達マニュアル・情報伝達シミュレーション
F-6 教育・訓練をする	<ul style="list-style-type: none"> <li>○対象者の設定</li> <li>○内容の設定</li> <li>○時期の設定</li> <li>○場所・媒体物の設定</li> <li>○教育管理方法の設定</li> </ul>	一般大衆・事業者・指導者 防災教育の基本ルール・地下マナー・器具の使用方法 防災器具の常識・確認行為・地震時の車両の対応 地震時の行動・災害事例・地震情報訓練・地震後の対応 地下利用者の禁止行為 教育時期 教育場所・媒体物 義務教育化・資格免許・マニュアル・調査
F-7 救出・救護体制を整える	<ul style="list-style-type: none"> <li>○組織の整備</li> <li>○緊急路の整備</li> <li>○救出方法の整備</li> <li>○救護方法の整備</li> </ul>	基準・救出救護隊・連絡網 緊急路の形状・緊急輸送路 発見機器・救出機器・照明機器 救護場所・救護車・救護物資・伝染病対策
F-8 乗り物・携帯品を改善する	<ul style="list-style-type: none"> <li>○位置確認装置の改善</li> <li>○非常用携帯品の改善</li> <li>○自動車・搭載品の改善</li> </ul>	位置確認装置 携帯品 自動車の改善・搭載品（自動車用）
F-9 地下構造物を守る	<ul style="list-style-type: none"> <li>○設計法・施工法の整備</li> <li>○構造形式の改善</li> <li>○材料の改善</li> <li>○保有機能の維持</li> </ul>	設計法の設定・建設場所の設定・物性値の設定 入力地震動の設定・挙動予測・施工法の設定 制振構造・免震構造・周辺地盤対策 新素材・材料の強度低下・耐熱（火）材・耐水材・緩衝材 点検・環境制御・補修補強
F-10 防犯・保安体制を整える	<ul style="list-style-type: none"> <li>○防犯・保安体制の整備</li> </ul>	防犯機器・防犯施設・防犯管理者・施設の改善

参考文献

- 1) 岸下崇裕・中村正博・斉藤悦郎・池見 拓・中野浩之：地下空間の地震防災（その1）- K J法による機能抽出 - , 第24回土質工学研究発表会, 1989.6.
- 2) 岸下崇裕・斉藤悦郎・中村正博・池見 拓・中野浩之：地下空間の地震防災（その2）- 機能分類 - , 土木学会第44回年次学術講演会, 1989.10.