

地下施設の防災に係わる調査研究

A Study on Disaster Reduction of Underground Facilities by Newspaper Reference and Questionnaire Investigation

棚橋 出彦・・東 努...後藤多美子...・江崎 哲郎....

Yoshihiko TANABASHI, Tsutomu HIGASHI, Tamiko GOTOU, Tetsurou ESAKI

According to the increases of the underground facilities in the near future, safety and disaster reduction should emerge as our serious issue. to be solved. This paper describes the past ten years's tendency concerning to the underground space utilization and disaster futures of underground facilities by the newspaper article references and adding the other articles. Furthermore, the paper reports on human consciousness about risk of current and future underground facilities by questionnaire investigation.

1. まえがき

都市の発達につれ地下空間の有効利用は重要になっており、地下空間利用への期待はますます高まってきた。現在、都市の地下空間には多くの施設があるが、将来地下空間利用が増加していくにつれ、安全・防災は最大の課題の一つになるだろう。そこで本研究は、災害に対する地下空間の安全性の検討を行う第一段階として、過去10年間の地下に関する情報を新聞検索により収集し、その動向を把握するとともに、災害事例に着目し、その分析を行い、さらに地下施設利用者の防災意識を知るために地下施設に関する防災アンケートを実施した。

2. 地下に関する記事の収集整理

朝日新聞検索システム¹⁾により過去10年間(1985-1994年)に新聞に掲載された地下空間に関連する記事の検索を行った。図-1に掲載件数の推移を示す。1985年から89年までは約30件前後で推移するが、1990年から92年にかけて急増し、92年(108件)をピークにやや減少傾向にある。この背景には、1992年からのバブル経済崩壊によるゼネコン各社の大深度地下利用構想意欲の減退、地下利用の法制面整備に対する各省庁の利害得失の思惑の差異による挫折等がある。図-2に事故記事比率の推移を示すが、ここ数年の地下の活発な開発

* 正会員 工博 長崎大学助教授 工学部社会開発工学科

** 学生会員 長崎大学大学院 工学研究科社会開発工学専攻

*** 正会員 住友海上リスク総合研究所

**** 正会員 工博 九州大学教授 工学部環境システム工学研究センター

・利用とともに地下関連記事に対する各種事故・災害記事事件数の割合は、増加の傾向を示している(91年:31%, 92年:40%, 93年:48%, 94年:59%)。この要因としては①人間の生活領域としての利用に伴う地下空間に滞留する人の絶対数, 時間の増加②地下空間の複雑化③ライフラインの地下埋設状況の把握不足④地下空間利用のための経験不足、安全防災面での技術不足などが挙げられる。

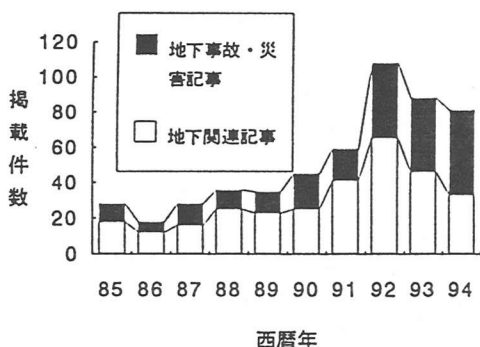


図-1 掲載件数の推移

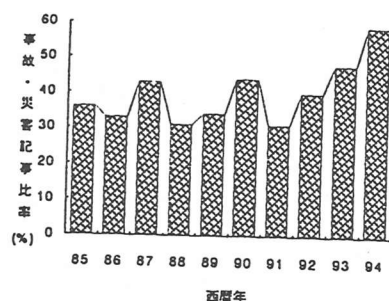


図-2 事故記事比率の推移

次に地下関連記事の内容別比率を図-3に示す。内容別比率は、事故・災害42%、続いて施設26%、構想18%、技術12%となっている。施設・構想(44%)に関しては、ここ数年のうちに多数の地下施設が完成しており、また地下空間の特性を活かした地下施設建設のための構想が次々に出されている。その代表的地下施設事例として、図書館(新国会図書館, 地下4階, 地下8階)、地下街(川崎アゼリア, デュオ神戸, 大阪ダイヤモンド等)、スポーツ施設(東大地下体育館・室内プール)、高速道路(東京湾横断道路)、地下鉄道(都営12号線, 京都東西線)、地下石油備蓄基地(久慈, 菊間, 串木野)、稼働中または閉山後の鉱山の坑道を利用した実験施設(神岡鉱山・スーパーカミオカンデ, 砂川無重力実験センター)などがある。また、これに伴い地下空間の創造技術も進歩している。技術としては、大深度で施工できる水没自動掘削機・水没自動ライニング機などの自動機械の開発・研究が進められている。しかしながら、事故に関する記事の割合が高く、地下空間環境特有の災害・事故に対する安全・防災面での未熟さが明らかになっている。

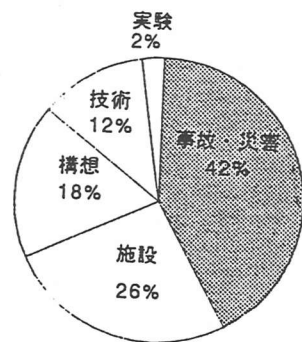


図-3 1985-1994における地下関連記事の内容別比率

3. 地下施設の災害事例と安全・防災対策

3.1 事例の収集方法

地下空間を生活の場として利用していく際に、最も大きな課題となるのが安全・防災面であろう。安全・防災面での対応を検討するにあたり、過去に発生した地下利用における事故・災害事例の把握が必要である。そこで朝日新聞検索システムによって災害事例を収集し、さらに日本損害保険協会の「地下空間における事

そこで朝日新聞検索システムによって災害事例を収集し、さらに日本損害保険協会の「地下空間における事故・災害事例集」³⁾から情報を収集した。ただし、地下空間の災害事例は比較的少ないため、地下街などの一般的な施設のみに限定せず、トンネル・炭鉱・建築物地階などの事例も収集して、地下空間事故の特徴を抽出した。収集した事例は、534例であった。これらを地下施設と事故・災害種類に応じて整理すると、表-1を得る。

表-1 地下施設/事故・災害件数一覧

	震災	風水災	地震災害	火災	爆発	交通災害	構造上の災害	酸欠漏洩	停電	工事による事故	その他	合計	比率(%)
地下街	0	0	0	14	0	0	0	0	4	0	1	19	3.6
地下通路	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	7	1.3
地下駐車場	0	3	0	5	0	0	0	4	0	1	1	14	2.6
その他地下施設	0	0	0	4	2	0	0	8	0	2	1	17	3.2
建築物地階	0	5	0	65	15	1	0	9	2	11	7	115	21.5
鉱山	0	0	2	4	4	0	9	3	0	0	2	24	4.5
地下駅舎	0	1	0	19	0	1	0	0	2	1	12	36	6.7
地下鉄トンネル	2	1	0	9	0	2	0	1	1	3	3	22	4.1
鉄道トンネル	0	6	0	5	0	0	3	0	1	3	13	31	5.8
道路トンネル	0	0	2	7	1	27	1	1	0	14	4	57	10.7
その他トンネル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	6	1.1
ライフライン	2	6	3	5	12	6	0	68	1	55	27	185	34.6
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2
合計	4	25	7	140	34	37	13	94	13	96	71	534	100
比率(%)	0.7	4.7	1.3	26.2	6.4	6.9	2.4	17.6	2.4	18	13.3	100	

3.2 災害種別に見られる傾向と特徴

災害種別でみると、火災27%、続いて、工事による事故18%、酸欠漏洩18%、交通災害7%、爆発6%という結果になった(図-4)。火災は全ての施設で発生している。火災のうち建築物地階46%、地下駅舎14%、地下街10%を占めており(図-5)、地下空間には密閉性から熱の放散が少ない、煙が充満しやすいといった特性があるために、小規模な火災にもかかわらず大きな被害を出した例も少なくない。工事による事故、酸欠漏洩はいずれもライフラインにおける事故が多く、有毒ガス、酸欠空気による事故が多発している(図- 6, 図-7)。図-6, 7は既存ライフラインの状況を把握するための地下の三次元地図の整備が急務であることを示唆している。交通災害では道路トンネル内での事故が73%で多く、爆発では建築物地階44%、ライフライン35%となっている。

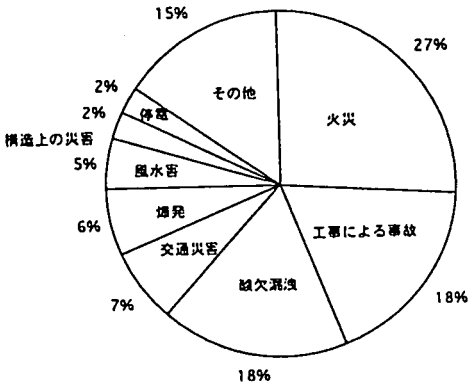


図-4 災害種別発生比率

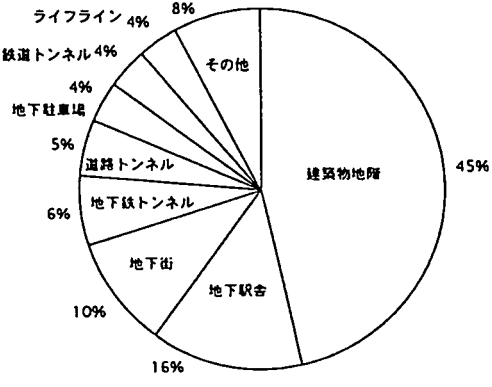


図-5 火災の施設別発生比率

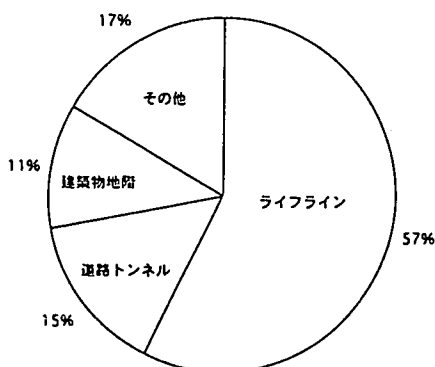


図-6 工事による事故の施設別発生比率

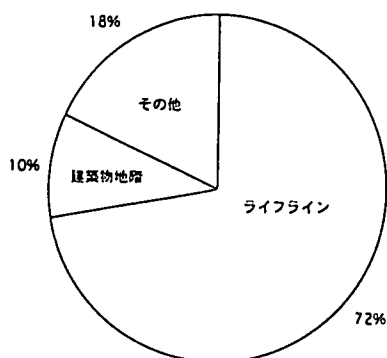


図-7 酸欠漏洩の施設別発生比率

3.3 施設種別に見られる傾向と特徴

施設種類別の事故・災害発生比率は、ライフライン35%、続いて、建築物地階22%、道路トンネル11%、以下、地下駅舎、鉄道トンネル、鉱山、地下街、地下鉄トンネル、地下駐車場の順であった(図-8)。ライフラインの事故・災害比率では酸欠漏洩37%、工事による事故30%、爆発6%であり(図-9)、工事ミスによる埋設物破損、道路陥没等が多い。また、地下埋設物の管路の腐食による漏洩による爆発、陥没も発生している。これに対しては、地下埋設物の定期点検とメンテナンス等の管理システムの確立およびキャブシステム、共同溝の整備が望まれる。建築物地階では火災57%、爆発13%、工事による事故10%であり(図-10)、飲食店での火災が目立つ。道路トンネルでは、交通災害47%、工事による事故25%を占めている(図-11)。地下駅舎では、火災が53%を占め(図-12)、ゴミ箱からの出火、車両からの発煙が発生している。鉄道トンネルでは、風水災19%、火災が16%を占め、集中豪雨による浸水、電気系統からの出火が目立つ。鉱山では、構造上の災害38%、火災、爆発がともに17%を占め、山はねによる事故、坑内火災、廃坑跡の陥没が発生している。他にも、地下街では、大きな被害を出した事故はないが、小規模な火災による混乱、停電がある。地下鉄トンネルでは、電気系統からの出火が目立っており、地下駐車場では、集中豪雨に伴う水没、半地下式駐車場での排ガス中毒などの事故が発生している。

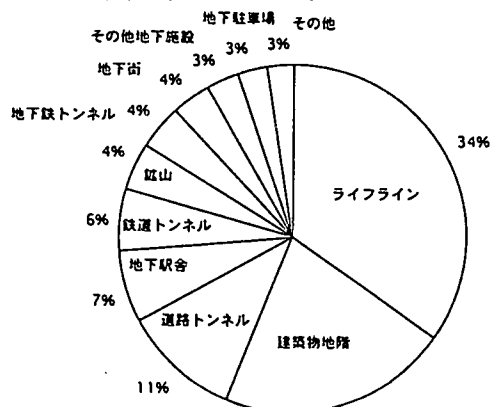


図-8 施設種類別の事故・災害発生比率

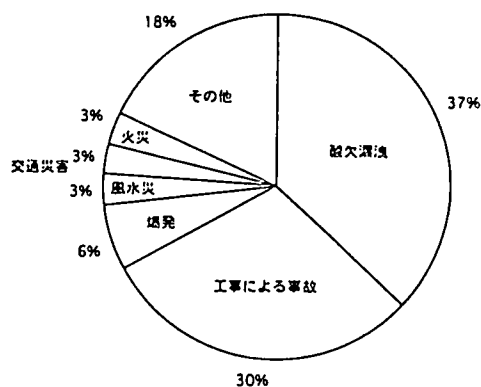


図-9 ライフラインの事故・災害発生比率

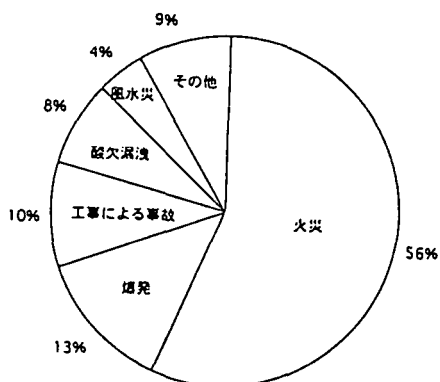


図-10 建築物地階の事故・災害発生比率

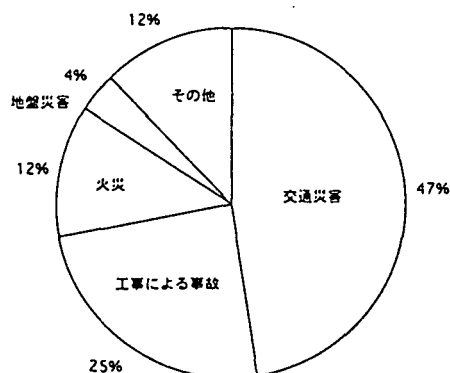


図-11 道路トンネルの事故・災害発生比率

4. 地下施設に関する防災意識アンケート

4.1 アンケートの概要

地下施設利用者の防災に対する意識を知るために、主に長崎大学学生を対象にアンケート調査を行った。アンケート内容は文献(4)を参考に、独自の設問を加えて作成した。設問数は28で、主な設問内容は地下街での火災および地震に対する防災意識に関するものである。回答者115人で、性別では男102人(89%)、女13人(11%)、また年齢では20代110人(96%)、その他5人(4%)と非常に偏った属性になった。

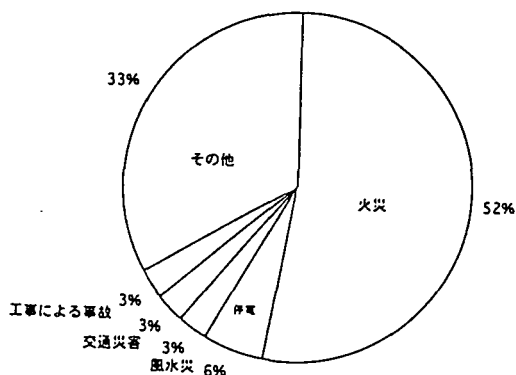


図-12 地下駅舎の事故・災害発生比率

4.2 アンケート結果

(1) 一般事項

「利用したことのある地下施設」についてはほとんどの人が主な地下施設利用経験があった。以下、代表的な地下施設として、地下街を取り上げ調査した。「地下街の災害に対する安全性」については、「安全でない」と「あまり安全でない」の合計比率が43%となっており(図-13)、地下街での災害に対する不安は、かなり高いといえる。また、「地下街でどんな災害が不安か」の設問には、第1位が「火災」で26%、第2位が「地震」、「ガス爆発」で18%、以下「水害」、「群衆パニック」、「停電」と続いている(図-14)。

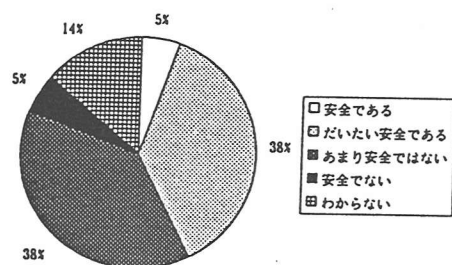


図-13 地下街の災害に対する安全性

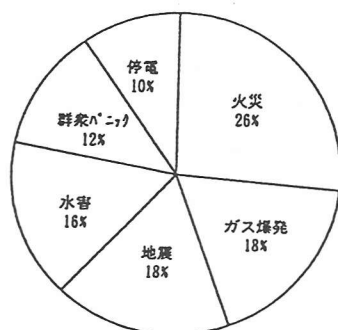


図-14 地下街における災害種別不安意識

(2)地下街の火災発生

まず、地下街で火災が発生したときの不安要因をたずねた(複数回答)。その結果、「炎や煙により避難できない」が80%、「避難経路がわからない」が61%、「パニックにより混乱する」が60%、「停電や暗闇になる」が38% という結果になり(図-15)、火災発生時には様々な事態により避難不能になると予想している人が多い。地下街においては、迷路性の問題があるが、その原因としては、「地図や標識が少ない」が35%、「地図や標識があってもよくわからない」が27%、「経路が複雑である」が19%となっている(図-16)。これからわかるように地下街の迷路性をだれもが感じているものと思われる。このことは、火災時の避難の際の大きな障害となる。まず、火災時の避難情報に関しては、「あまり期待できない」と「まったく期待できない」の合計比率が79%を占めており(図-17)、避難情報に対する不安が大きい。次に避難誘導する人に関しては、「消防署員」が42%、「従業員」が17%となっており、消防署員と従業員に避難誘導を期待していることが分る(図-18)。出口、避難経路を見つけることに対しては「あまり自信がない」と「まったく自信がない」の合計比率が64%をしめており、避難の困難性を示している(図-19)。次にどうやって避難するかといくことに関しては、「自分の判断で避難する」が40%、「従業員または消防署員の誘導にしたがう」が40%、「みんなの行く方向へ避難する」が18%であり、避難時の混乱が予想される(図-20)。また、地下施設において特に必要な火災対策としては「建築構造による火災防止策」が40%、「避難路の安全対策」が33%、「円滑な避難誘導」、「発生直後の初期消火」が32%という結果が得られた(図-21)。

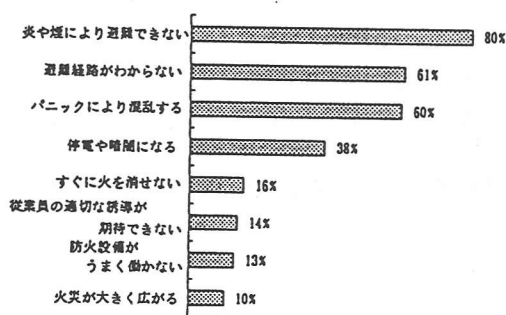


図-15 地下街における火災不安意識

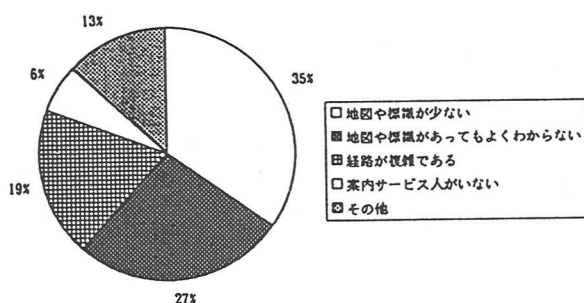


図-16 地下街で迷う原因

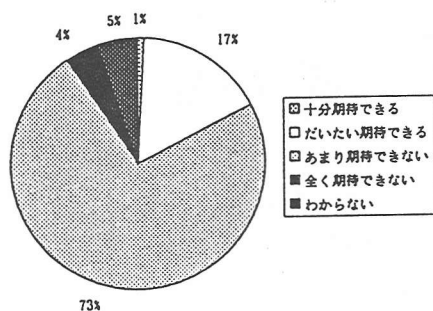


図-17 避難情報に関する期待

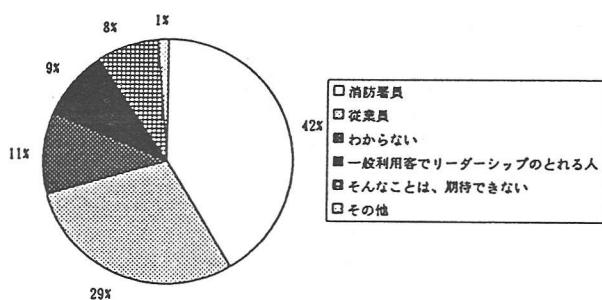


図-18 避難誘導

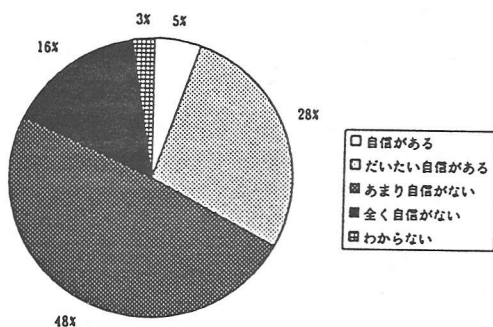


図-19 出口、避難経路の理解

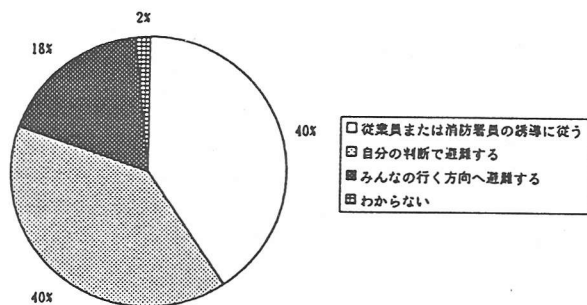


図-20 避難行動

(3)地下街での地震発生

次に地下街で地震が発生したときの不安要因(複数回答)は、「出入口の崩壊により閉じ込められる」が76%、「人々が勝手な行動をとり、混乱してパニックになる」が51%、「人々が我先に出口に殺到し、負傷したり圧死したりする可能性」が44%、「停電による視界ゼロの状況」が37%であり(図-22)、ハード、ソフト両面での対策が必要である。また、地下施設における必要な地震対策としては、「避難情報の伝達」が17%、で最も多く以下、「避難場所の知識及び整備」、「地下施設内の環境整備」、「地下施設の耐震性の知識」、「防災体制・システムの知識」、「事業者側の避難情報の伝達・誘導の教育訓練」であり、「利用者の避難訓練」を必要とする人が最も少なかった(図-23)。

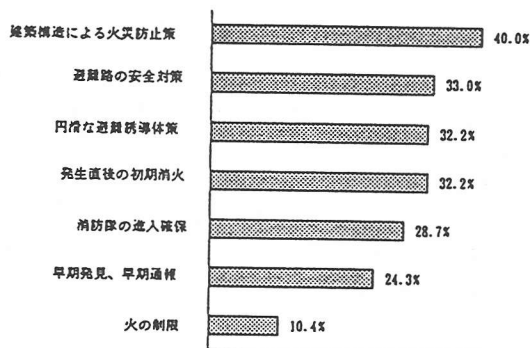


図-21 必要な火災対策

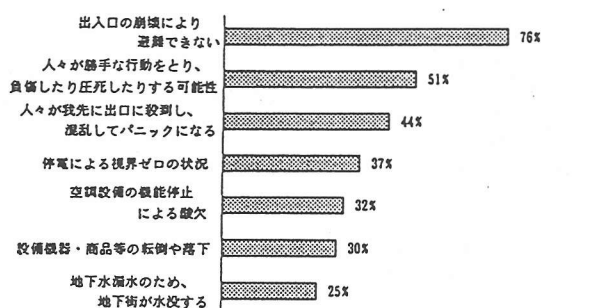


図-22 地下街における地震不安意識

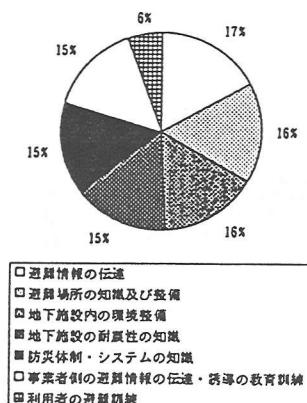


図-23 必要な地震対策

5. おわりに

過去10年間の事故の発生推移は増加傾向にある。また、アンケート調査において二次災害発生の可能性の回答が多数得られた。少なくともパニックによる被害を出さないためにも、安全を確保するシステムをつくり、その効果をPRすることが必要である。過去の新聞記事動向から、現在、地下空間には社会の関心が集まっていることが伺える。このような情勢を踏まえて、近い将来、地下空間は、大規模化、複合化、深層化への進展が十分に予想される。またこれに伴う災害の種類、危険度の変化にも対策を講じなければならない。対策としては、地下空間の単純化、非常時の照明の確保、排気用の大きな吹き抜け空間の設置、正確な情報の提供、地下における避難場所の設置等がある。現在も、厳しい法規制のもと、過去の教訓を活かしたすばらしい地下施設が建設されている。もちろんまだ安全防災面での課題は多いが、技術の進歩とともにこれらを克服することにより、新しい都市空間としての地下空間が安心できる空間であるならば、地下空間利用は大きな意味をもつものとなるであろう。

なお、本稿の一部は、第51回土木学会年次学術講演会⁵⁾に発表済みであることを付記する。

〔参考文献〕

- 1) 長崎大学付属図書館；朝日新聞検索システム 1985-1994
- 2) (Ⅱ) 日本損害保険協会、(Ⅲ) 日本プロジェクト産業協議会；地下空間に関わる空間防災に関する調査研究報告会，PP13～14，1991
- 3) 同上2)，PP26～104，1991
- 4) 東京消防庁火災予防審議会：地下施設に関する防火アンケート調査報告書，1991.3
- 5) 棚橋・東・後藤・江崎；土木学会第51回年次学術講演会講演概要集，共通セッション，CS-67，PP134～135，1996