

# 地下街複層化の可能性に関する基礎的研究

田中 正<sup>1</sup>・後藤 雅幸<sup>2</sup>・西 淳二<sup>3</sup>・奥山 健二<sup>4</sup>・井上 雄介<sup>5</sup>・大宮 正浩<sup>6</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 名古屋大学助手 工学研究科地盤環境工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

<sup>2</sup>正会員 工修 中部復建株式会社 建築部(〒466-0059 名古屋市昭和区福江一丁目 1805 番地)

<sup>3</sup>フェロー会員 工博 名古屋大学教授 工学研究科地盤環境工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

<sup>4</sup>正会員 学博 名古屋市立大学教授 芸術工学部(〒464-0083 名古屋市千種区北千種 2-1-10)

<sup>5</sup>学生会員 名古屋大学修士 1年 工学研究科地盤環境工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

<sup>6</sup>正会員 工修 都市地下空間活用研究会 主任研究員(〒107-0062 港区南青山 3-18-14)

本研究は、地下街に係る諸規制が緩和されたという設定のもとで、地下街の複層化の可能性を考察検証した。現在、地下街は「一層に限る」とされ、高さ方向の空間設計という観点からは、非常に制限を受けている。地下街が複層化された場合を考えると、そこからは空間設計の自由度が増し、商業空間として魅力ある空間の構築の可能性が見出される。この複層地下街が、空間環境面、事業収支面、安全・避難面それぞれに及ぼす効果について検討した。その結果、現状の建設および運用・防災技術で複層地下街空間は十分実現可能かつ非常に魅力的な空間となる可能性が高いことが分かった。

**Key Words:** underground shopping mall, amenity, cost balance, safety, piled stories

## 1. 背景と目的

う。

人口増加の終焉、高齢化、経済構造の変化に伴う都市の転換期を迎え、これから時代は都市内の問題を解決するとともに、「都市の再構築」を推進すべき時代である。「都市の再構築」を推進するには、従来のように都市化の拡大を進めるのではなく、商業・文化等の都市で活動するための機能を、再び都心部で充実させなければならない。その場を提供する一助として、地下街の役割を見直す時期にあると考えられる。

本稿では、地下街複層化の可能性について議論する。ここでは前提条件として、地下街に関する規制「地下街を一層に限る」が緩和され、地下街の複層化が可能になった状態を想定する。地下街の複層化が可能となれば、吹抜けを設けることによる空間の広がりや、それによる心理的開放感、また商業施設として吹抜けを介した賑わいの視覚化等の効果が期待できる。

まず、地下街の都市における役割および地下街に係る規制の変遷を整理した上で、複層地下街空間の空間環境(快適性)、事業収支、安全・避難のそれぞれの側面から、どのような利点・課題が発生するかを分析・評価する。そして最終的には、複層地下街(ここでは二層地下街)と一層地下街との総合比較検討を行

## 2. 都市における地下街の効用と課題

地下街に限らず都市施設は時代の変遷につれて、求められるサービスは常に変化している。そして、その欲求に応じて計画を修正していくのである。しかし、変化を 10 年以上の長期スパンで予測することは困難であると考えて、ここでは条件を単純化し初期の事業計画が変更されないという前提の下で議論する。

### (1) 市街地再開発における可能性(効用その 1)

既成市街地内で、新たな基盤を創出するのは非常に困難である。しかし、地下であれば整備の余地はあり、複層地下街を用いることで都市機能の更新を促進することが可能である。都市を再構成するに当たり、重要な視点は次の 3 つに整理できる。

#### ①既成市街地における都市機能の再構築

既成市街地では、ゆとりある公共歩道や駐車場を設置することは困難である。だが、地下街の建設が可能な場所であれば、地下に安全な公共歩道を設置することが可能で、ゆとりある公共歩道が確保でき、その上

効率的な駐車場整備が期待できる。

また、地方中核都市で大きな課題となっている車社会の進展に伴う駐車場整備についての効果的な対策のひとつとなる。

### ②経済活動の活性化等に寄与する都市整備の展開

既成市街地において新たな空間を創り出すのは大変困難である。一方、民間経営者にとって都心部の商業・業務上の魅力は何ものによっても換え難いものであるため、一層の高度利用が望まれる。その手法の一つとして、地下街の複層化が期待される。

### ③環境問題、景観形成など新たな潮流への対応

商業中心再開発などの地区再開発においては、通過交通を呼びとめ、賑わいを取り戻すことが期待される。そのためには、駐車場との一体的整備と併せる形で都市中心部に商業スペースを確保しなければならない。商業スペースや駐車場を地下に設けることで、地上部を開放し公園等を確保できる。このように地上・地下一体の利用により都市景観の向上を図り、新たな都市環境に関する問題にも対応できる。

## (2)都市の安全性の向上(効用その2)

地下街は通達等では危険な施設とされているが、歩行者の安全性確保と耐震上優れた空間特性を有する。

### ①歩行者の安全性確保

歩行者と自動車交通との完全分離ができる。更に複層化地下街の通路により、歩行者を通行者と滞留者とに階層的に分離することが可能となる。また、積雪寒冷地においては凍結した地上を歩く場合に発生する危険性を回避できる。

### ②災害時における安全性

地下は耐震上すぐれた空間である。地震時における地上においては、ビルなどからの落下物の危険が指摘されるが、地下街ではその心配が少ない。その上、地震時に受ける加速度が建物地上階より小さいため被害は少なくなる。このように、都市内に安全な空間を確保するためにも、地下街の効用は多い。実際1995年の阪神大震災では、三ノ宮の地上建物が倒壊したにも関わらず、「さんちか地下街」は若干の被害でした。つまり、構造的には地下空間は地震に強いことを示し、地下街が災害時における安全空間であることを証明した。

## (3)商業振興上の可能性(効用その3)

地下街は商業床として、地上の周辺商店街と競合する面が少なからずある。一方、周辺商業地域を活性化させる効果もある。名古屋地下街の商業活動を統計<sup>11</sup>で見てみると、小売業一店舗当たり年間商品販売額は、全市では1億1891万円、地下街では1億4515万円と

なっている。また売り場面積に関しては、全市で90.8m<sup>2</sup>であるのに対して地下街では55.7m<sup>2</sup>である。立地条件の良さを割引いても、地下街が名古屋市の経済活動に一定の貢献をしていることが分かる。

商業地としての賑わい・連続性が断たれてしまいがちである再開発において、レベルごとの商業空間の連続性を作り出すことは重要となる。そのため、仮に複層地下街と一般建築物地下階において直接連絡が許されるとすると、同レベルでの移動が容易となり互いを行き来することで、より多角的な効果が期待できる。例えば地下街を駅などからの顧客を建物地下階へ誘導する手段とすることにより、連続した商業空間を形成でき、賑わいを取り戻す効果を期待できる。

## (4)都市における地下街の役割と課題

このように都市を再構築し直すには、地下街整備が担う役割は非常に大きい。

しかし、地下街が担う役割がいくら大きても、行政側の姿勢が変わらず現状からの脱却が望めないことには、その役割も發揮できない。したがって地下街設置に関する諸規制を緩和し、都市の再構築を図ることがこれからの都市には必要と考える。

地下街の複層化が可能となるとそれによって期待できる効果と新たな課題が同時に発生する。

複層化で期待される効果は空間環境的な広がりによる商業効果がある。広がりをもった空間は商業空間としての賑わいとともに心理的な面での効果も期待される。

一方、地下街の複層化で予想される課題には、大きく分けて3つある。第1には事業収支、第2には安全・避難面、第3には環境面である。事業収支は、複層化することが事業として成立できるかということである。複層化により建設費が一層地下街と比較して大幅に高くなることが懸念される。安全・避難面の課題としては、災害時における避難路の確保という問題が挙げられる。現在、地下街空間は道路下の公共空間に線状に造られることが多い。面的な広がりに乏しく、制限の多い避難路しか確保する事ができない。また、複層化されると避難距離の増大と、空間構成の複雑化が深刻な問題となる。その上、巨大な吹抜け空間を設けることになれば、開放性は増すものの、火災時の排煙対策・延焼防止対策も問題となる。環境面の課題は、地下街が道路下等の線上構造物となると地下水遮断等地盤環境に対する影響が懸念される。但し、これは地下構造物一般に関することで地下街の複層化に特有の課題ではないのでここでは取り上げない。

以降の章でこれらの点について考察していく。

### 3. 地下街に係わる規制

#### (1) 地下街規制の歴史

1950年代後半から、世界でも他に例を見ないほど、我が国の地下街整備が隆盛となった。その一方で、火災等を生じた際の危険性が指摘され始め、行政側も明確な対応を迫られるようになった。現在地下街に関する行政(法規)は、都市計画行政(都市計画法)、道路行政(道路法)、建築行政(建築基準法)、消防行政(消防法)等、多岐にわたっている。の中でも都市計画行政は駅前広場、道路の管理の重要性を表明している。都市計画行政は、駅前広場等の地下の無計画な利用を規制し、消防行政、建築行政は地下街に関する安全基準の強化を行った。そうして防災上の観点から歯止めがかけられたのが、1973(昭和48)年に4省庁(建設省・消防庁・警察庁・運輸省)によって共同通達された「地下街の取り扱いについて」という規定である。この規定は、1970(昭和45)年の大阪市天六の地下鉄工事現場で起きた大爆発事故と、1972(昭和47)年に大阪の繁華街にある複合用途ビル千日前デパートビルでの火災がきっかけとなって発令された。

さらに、地下街の規制を決定づけることとなった惨事が、1980(昭和55)年に静岡駅前ゴールデン街で起きたガス爆発火災である。今までの4省庁にガス保安局(資源エネルギー庁長官)を加えた地下街中央連絡協議会で、ガス保安対策を盛り込んだ新たな5省庁通達「地下街の取り扱いについて」が1980(昭和55)年に発せられ、翌年地下街連絡協議会から新たな「地下街に関する基本方針」(以下基本方針)が出された。

#### (2) 地下街に関する基本方針

地下街の設置に関する主な基準として「地下街に関する基本方針」(1974制定、1981、88、92、98改正)という通達があり、この通達に基づいて現在の地下街は計画されている。その主な内容を示す。

地下街に関する基本方針(原則と構造に関する部分の抜粋)

- ・地下街の設置の新設・増設は厳に抑制するものとし、原則として認めない
- ・地下街と他の建築物の地下階との接続は、災害拡大防止の原則から禁止されている(ただし現在は、外気を介しての接続は認められている)
- ・公共地下駐車場を併設する地下街にあっては、公共地下駐車場の延べ面積は超えないこと
- ・地下街の店舗等の延べ面積を公共地下歩道の延べ面積を超えないこと
- ・地下街の階層は、一層に限ること
- ・地下広場には、防災上必要な排煙・採光等のための吹抜等を設け、直接地上へ通ずる2方向以上の階段を設けること
- ・公共地下歩廊は、6m以上の有効幅員を確保すること
- ・歩行距離が50m以内となる位置に、防災上有効な地下広場を設けること
- ・地上に通ずる階段の有効幅員は、1.5m以上この方針で重要な項目として、「地下街の設置は原則として認めない」「階層は一層に限る」が挙げられる。この方針は、そもそも1970~80年代にかけての事故(純然たる地下街での事故ではない)を契機とし通達された。そこには「地下街の設置は公共の用に供される道路又は駅前広場の管理上及び将来の利用計画上支障となるのみでなく、防災、衛生、発生する交通の処理その他の観点からも問題が多いので、その新設又は増設は、厳に抑制するものとし、原則として認めないものとする」(基本方針、第一、一)とあるように地下街は危険な空間であるという前提があるともとれる記述がある。いわば、この項目が新たな地下街の設置を妨げている一因である。

#### (3) 地下街に係わる法規制の今後

上記の通り、地下街には細かな規定、主に防災・安全に係わる数多くの基準がかけられている。しかし、炭素繊維やアラミド繊維などの先端複合材料を用いることによる構造物耐久性の改善、建設用ロボットの導入による施工時の安全性の向上、アトリウムや地表へ通ずる大きな開口部を設けて閉鎖性がもたらす問題点を構造的に解決する一方、環境予測や制御技術により換気排煙に対しても対応が進んでいる。また自動消火システム、防火区画、誘導灯や放送設備を利用した避難対策技術も向上している。このように現在の建設技術・防災技術をもってすれば、「階層は一層に限る」という項目や「地下街と他の建築物の地下階との直接的な接続という規制」等は、緩和してもよい時期にきているのではないか。また現在進行中の地下街ヒアリング(都市地下空間活用研究会)によれば、「200m<sup>2</sup>区画」(「店舗等は、相互に床面積200平方メートル以内ごとに耐火構造の壁で区画すること」(基本方針、第二、六、5)とある)の変更が一番要望の強い項目である。すなわち1区画200m<sup>2</sup>では満足な商業スペースとなりえないことを訴えている。

これら法規制が緩和されることとなれば、新たな地下街設置の機会が増え、2章で述べた都市内の問題解決等に大きな役割を担うものとなる。

表-1 商業空間としての特性比較

要因	項目	一層地下街	二層(複層)地下街
身体的要因	地下街内の上下移動	少ない	店舗間の移動の際の上下移動あり
	地上までの距離	一層分	二層分(階層分)
心理的要因	空間の広がり	天井の低さによる心理的圧迫感	上方への空間の広がりによる心理的圧迫感の解消
	雑然さ	移動者と滞留者の入り乱れ	二層化による移動者と滞留者の分離及び滞留者の増加にも対応可
	賑わい	平面的	吹抜けを介して立体的、可視化がしやすい
店舗環境的要因	店舗数は少ない	店舗数は多い	

#### 4. 空間環境面の分析

ここでは、複層地下街の快適性と商業空間としての効用について述べる。

##### (1) 複層地下街の定義

先に述べたように、現在の一層に限る地下街規制の下では、深さ方向の空間設計は制約されている。本稿における複層地下街とは、店舗が複層階にわたって広がり、中央部に吹抜けを持つ地下街のことを指す。つまり吹抜けを持つショッピングモールを想定する。

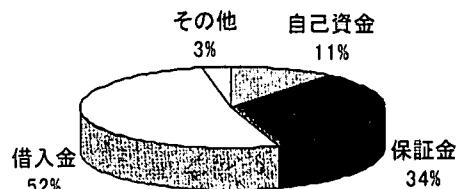
##### (2) 複層地下街にした場合の特性変化

地下街でのアンケート<sup>2)</sup>を分析した結果、利用者にとって地下街の気になる要因として、身体的要因、心理的要因、店舗環境的要因の三つが挙げられた。これらを基に一層地下街と二層(複層)地下街について、商業空間としての特性について整理したものが表-1である。

第1に、複層化すると上下移動の機会が増え、身体的な負担が増加する。しかしこれは、下層階部分で地下鉄駅と接続させレベルの平準化をはかることで、駅の接続と歩行空間のレベルが統一でき、一層地下街よりも快適になりうる。またエスカレーター等で移動を補助し円滑化可能である。

第2に、構造的に移動者と滞留者とを分離しやすくなり、各階層においてゆったりとした歩行密度が確保され、心理的に余裕を持った歩行空間が形成できる。また、吹抜けを設けることが可能となるため、上方空間への広がりを感じることで圧迫感が解消できる。さらには吹抜けを通して上層階、下層階の賑わいを見ることができ、商業空間としてはプラスになる。

第3に、店舗環境的には店舗数の増加が最大の効用となる。店舗数の増加は、集客力が増すとともに歩行者も増え、より多層的な賑わいが創り出せる。

図-1 地下街建設資金調達の内訳<sup>3)</sup>

このように、商業空間としては、複層化地下街の方が非常に快適な空間になると考えられる。

つまり、快適な複層地下街のための留意点は以下の3つである。

- ①地下歩行空間のレベルが統一されている
- ②余裕のある空間で歩行密度がゆったりしている
- ③利用者が快適と感じる雰囲気

#### 5. 事業収支の算定と分析

地下街の建設・運営には、多大なコストがかかるため、その資金調達や事業収支が重要となる。一般的な商業施設の場合、保証金収入が資金調達の重要な役割を占める。しかし、図-1の全国25地下街における建設資金調達の内訳をみると、全体資金の34%しかなく、建設資金の過半以上が借入金に依存していることが分かる。借入金に大きく依存する理由のひとつとして、現在の地下街では、地下街の規模に比べて店舗面積が制限されていて運営資金となるテナント料が見込めないことが挙げられる。また、借入金が多大であるということは、地下街事業としては、長期にわたり返済を余儀なくされる。結果として経営を圧迫し事業の悪化を招く一因ともなる。その資金調達が困難な中、近年の都市地下施設の役割が見直され、各種の補助・助成制度<sup>4)</sup>が設けられている。今回の試算の中でも、こ

表-2 事業費

項目	設定条件・計算方法
土木工事費	6,600 <sup>※1</sup> (円/m <sup>3</sup> ) × (全容積)
	山留工事費 255,100 <sup>※1</sup> (円/m <sup>3</sup> ) × (側壁面積)
	仮設履工工事費 231,500(円/m <sup>3</sup> ) × (地表面積)
建築工事費	本体工事費 450,000 <sup>※1</sup> (円/m <sup>3</sup> ) × (延床面積, 駐車場面積込)
	仕上工事費 70,000(円/m <sup>3</sup> ) × (延床面積, 駐車場面積込)
	設備工事費 15,000(円/m <sup>3</sup> ) × (延床面積, 駐車場面積込)
設計管理費	(全工事費) × 0.038

※1:二層地下街においては、深さ方向にかかる価格上昇分を 1.3 倍とした

表-3 税金

項目	設定条件・計算方法
不動産取得税	(本体工事費) × 0.04
登録免許税	(総工事費 <sup>※2</sup> ) × 0.006
新增築に係る事業所税	6,000 × (店舗面積)

※2: (総工事費) = (土木工事費) + (建築工事費) + (設計管理費)

表-4 事業費財源

項目	設定条件・計算方法
資本金	(総工事費) × 0.114
助成金	1,520,000(円/m <sup>2</sup> ) × (店舗面積) 返済額は 2/3, 開業後 11 年目から 10 年間で返済
	駐車場無利子融資 駐車場部工事費の 1/2 を無利子融資 償還期間 20 年, 据置期間 5 年
	駐車場補助 駐車場部工事費の 1/2 を補助
公共歩道補助	公共歩道部工事費の 1/2 を補助
長期借入金	上記三項目で賄えない事業費分を借入れ 金利 2.2% <sup>※3</sup> , 開業後 10 年で返済

※3: 1999 年 10 月現在の長期プライムレートを適用

これら制度の利用を想定する。

事業主体については、基本方針第二、五に記述があり、「原則として国、地方公共団体又はこれに準ずる公法人（中略）又はこれから概ね 3 分の 1 以上の出資を受けている法人でなければならない」ものとしている。その後、1986（昭和 61）年にこの条項の運用について緩和措置が取られているが、近年の地下街においても地方公共団体が 1/3 から 2/3 を出資する第三セクターが事業主体となっている。今後は PFI 手法等を視野に入れた民間企業連合による事業主体も考慮される方向へ移っていくと考えられ、この収支分析が重要となる。

### (1) 条件設定

複層地下街（ここでは二層地下街）と、通常の一層地下街の事業収支を算定するに当たり、工事費・事業

表-5 経常収入

項目	設定条件・計算方法
賃料収入（固定）	21,900(円/月・m <sup>2</sup> あたり) × 12 ヶ月 × (店舗面積) 但し、1 年目 70%, 2 年目 94%, 3 年目 96%
管理費収入（光熱水費、共益費）	105,000(円/年・m <sup>2</sup> あたり) × (店舗面積) 但し、1 年目 85%, 2 年目 94%, 3 年目 98%
駐車場収入	600(円/台) × 365(日) × 24(時間) × 100(台) × 0.33(稼働率) 但し、1 年目 58%, 2 年目 72%, 3 年目 88%, 4 年目 96%

表-6 経常支出

項目	設定条件・計算方法
維持管理費	店舗 110,000(年・m <sup>2</sup> あたり) × (店舗面積)
	駐車場 12,690(年・m <sup>2</sup> あたり) × (駐車場面積)
人件費	6,600(年・m <sup>2</sup> あたり) × (延床面積)
保険料	全工事費 <sup>※4</sup> × 0.0017
広告宣伝費	16,770(年・m <sup>2</sup> あたり) × (店舗面積)
大規模改修積立金	24,000(年・m <sup>2</sup> あたり) × (店舗面積)
道路占有料	30,000(年・m <sup>2</sup> あたり) × (店舗面積)
税金	固定資産税 (本体工事費 × 0.7 + 設備工事費) × 0.015
	都市計画税 本体工事費 × 0.7 × 0.003
減価償却費	建築 債却年数 65 年 [本体工事費 - 残存価格(10%)] / 65
	設備 債却年数 15 年 [設備工事費 - 残存価格(10%)] / 15

※4: (全工事費) = (土木工事費) + (建築工事費) 1.3 倍とした

費財源・経営収支を算定するための、事業費、税金、財源、経常収入および支出の各種条件設定を表-2～表-6 に示す。尚、利用者ニーズの変化に伴うリニューアルの必要性やテナント収入の増減等の不確定要素は見込んでいない。

#### i ) 建設工事

- 敷地は、大都市中心部
- 地下街モデルを設定し、敷地面積は同一 (3400 m<sup>2</sup>, 単位長さ 100m 当たり)
- 工期は、一層地下街が 2 年、二層地下街が 3 年
- 地下埋設物については考慮しない
- 特別な地下水対策は考慮しない

#### ii ) 工費の各種データ

- 土木工事費は、地下駐車場の積算事例をもとに算出
- 建築工事費は、地下街の積算事例をもとに躯体・仕上げ・設備に分けて算出
- その他経営に関する費用は、既存地下街の過去のデータを現在の価値に換算して使用
- 深さ方向に関する各工費単価の増加分は 1.3 倍
- 長期借入金の金利は、1999 年（平成 11 年）10 月現在の長期プライムレートの 2.2% とし、短期金利については考慮しない

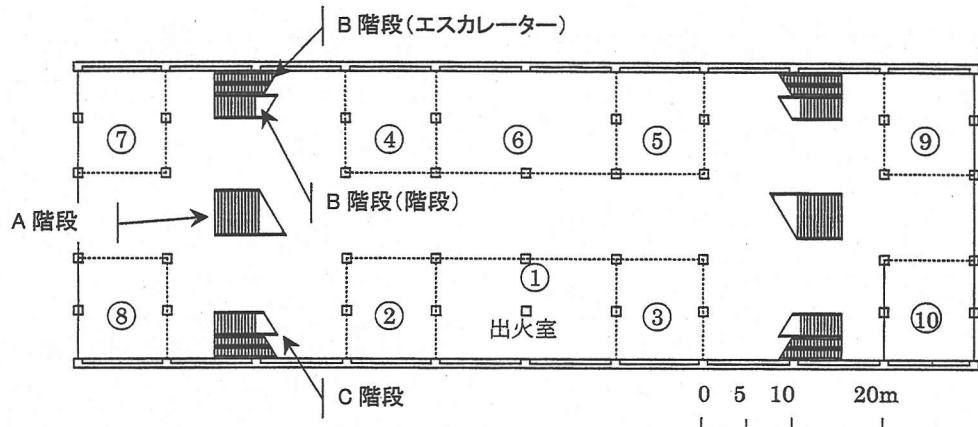


図-2 複層地下街(B2)モデル、店舗番号、出火点図

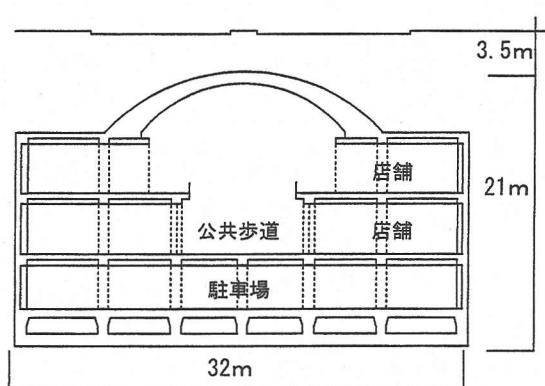
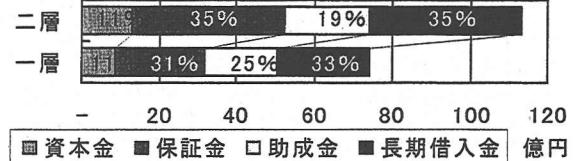
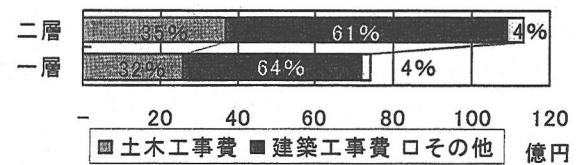


図-3 地下街モデル(複層地下街断面図)

表-7 地下街モデルの諸元

一層 地下街	地下一階		地下二階	延床面積
	公共歩道	店舗	機械室・駐車場	
面積 (昇降部)	1,660 (210)	1,540	3,200	6,400
面積比	26%	24%	50%	100%

二層 地下街	地下一階		地下二階		地下 三階	延床 面積
	公共 歩道	店舗	公共 歩道	店舗	機械室・駐車場	
面積 (昇降部)	1,660 (420)	1,540	1,312 (210)	1,080	3,400	8,992
面積比	18%	17%	15%	13%	37%	100%



店舗面積に応じて増減するため、二層地下街では事業費財源に占める割合が 35% と、一層の 31% と比較して多くなる。また、長期借入金は事業費が多額であることが影響し、複層地下街では 35% と、一層地下街と比較して若干多くなる。

- ・駐車場部分および公共地下歩道部分については、それに係る部分の工事費を償還期間 20 年、据置期間 5 年の無利子融資とする
- a) 地下街モデルの面積 (単位 : m<sup>2</sup>)  
モデルは、図-2、図-3 および表-7 に示すものとする。

## (2) 事業収支の比較

### a) 事業費

全事業費の構成は図-4 のようになった。総工費は、一層を基準にすると二層は 1.52 倍となったが、各工事に対する割合は、ほぼ同じとなった。また、延床面積当たりの工事費は一層を基準とすると 1.15 倍と若干高くなる。これは深度に対する工事単価の上昇分の影響であるが、各工費単価増加分が 1.3 倍であったことを考慮すれば、延床面積当たりの工事費は二層にしても工事単価上昇ほど高くはないといい。

### b) 事業費財源

全事業費財源の構成は図-5 のようになった。保証金は

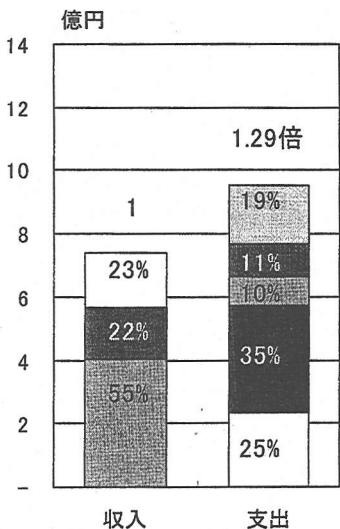


図-6 開業後 10 年後の経常収支(一層地下街)

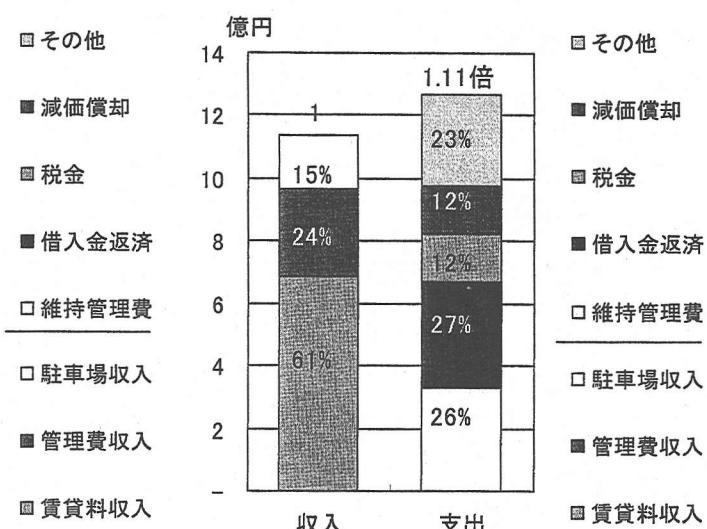


図-7 開業後 10 年の経常収支(二層地下街)

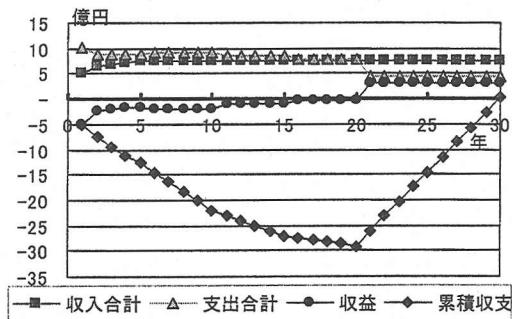


図-8 一層地下街の収支(開業後 30 年間)

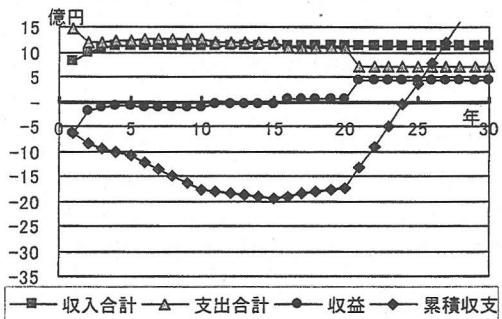


図-9 二層地下街の収支(開業後 30 年間)

### c) 経常収支

初年度を除き単年度収支が最も悪化する開業後 10 年目の経常収支は、一層、二層それぞれ図-6、図-7 のようになる。なお、その他のうち約 4 割が開業資金償還で残りが積立金、人件費、広告宣伝費、保険料となっている。また借入金返済は長期借入金と駐車場融資よりなる。一層、二層地下街とも単年度赤字であるが、一層地下街は支出が収入の 1.29 倍であるのに対し、二層地下街は 1.11 倍とその程度に差が見られる。

まず支出に関しては、一層地下街は支出に対する借入金返済の割合が 35% と、二層地下街の 27% と比較しても支出に占める割合が大きい。また収入に関しては、二層地下街の方では賃貸料収入の割合が 61% と、一層地下街の 55% と比較して大きくなっている。これにより、店舗面積の増加分が若干ではあるが、採算性の向上に寄与していることが読みとれる。

### d) 累積収支

開業後 30 年間の経常収支・収益・累積収支を一層、

二層それぞれ図-8、図-9 に示す。一層、二層とも開業後 20 年目までは、借入金返済・保証金返済の影響により累積赤字を拡大させている。結果として、単年度黒字となるのが一層 21 年、二層 16 年、累積赤字が解消できたのが一層 30 年、二層 24 年となり二層の方が 6 年早く到達できる。また、累積赤字額も一層地下街は 30 億円近くまでいくものの、二層地下街では 20 億円程度と少なくなっている。

また当モデルでは収入・支出の設定条件・計算方法(表-5、表-6)より収入はほぼ一定しており、支出については借入金および保証金の返済が増減する。すなわち長期借入金の返済が開業後 10 年間、保証金返済が 11 年目から 10 年間、駐車場融資の返済が 6 年目から 20 年となっており、これらの返済金の負担が大きいことがわかる。

以上より、保証金返済と借入金返済が、収支にかなりの負担になることが読みとれる。また、賃貸料収入が一層地下街より多い二層地下街の方が、事業収支と

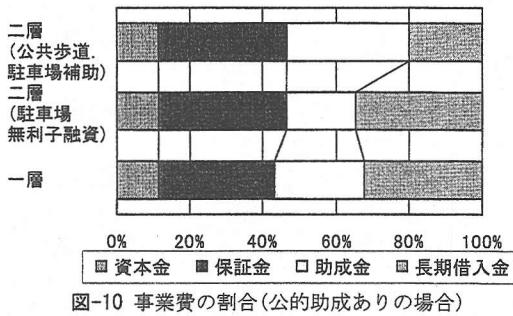


図-10 事業費の割合(公的助成ありの場合)

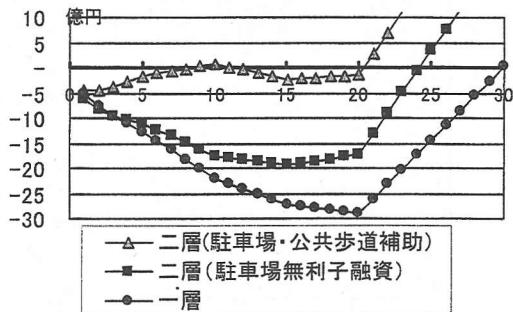


図-11 累積収支比較(公的助成ありの場合)

しては一層地下街よりも比較的早く好転する。

### (3) 試算結果の考察

今回の事業収支の算定は理想的なモデルという条件付きではあるが、一層地下街と二層地下街モデルにおける事業収支の比較では、財政的には二層地下街の方が良好であるという結果が得られた。

これまでの分析を受けて、事業収支に関する二層地下街のメリットは、以下4点である。

- ①店舗面積の増加による、賃貸料収入の増加 (55%→61%)
- ②店舗面積の増加による、保証金の増加 (31%→35%)
- ③支出に占める、借入金返済割合の低減 (35%→27%)
- ④累積赤字の早期解消 (30年→24年)

一方、当モデルではテナント入居率は96%(3年以降)で賃貸料収入は変わらないとしているが、利用者ニーズに応えられず施設の更新が行われない場合は収入に占める賃貸料収入の割合が大きい二層地下街の方がリスクが高くなる。

### (4) 累積収支の改善策

前節までの試算により、一層地下街と二層地下街との累積収支の比較を行い、二層地下街が有利になるとという結果を得た。しかしながら、累積赤字の解消に24年もかかるようではリスクが大きすぎ、将来のPFI事業の導入等による民間事業としては成立しにくい。一

表-8 地下街における対応

性能	地下街での対応(設備)	対策
耐 災 性	耐火化・耐熱化	延焼拡大防止
局 限 性	防火区画、堅穴区画	
緩 衝 性	排煙設備	煙制御
冗 長 性	自家発電・空間構成 (2方向避難、安全区画)	避難安全・救助
監 視 性	管理センター・防災システム	出火防止・感知・初期消火・報知
復 元 性	回復のための資材の確保が容易	
自 律 性	管理センター	維持管理
扶 助 性	防災コミュニティー・防災訓練	

方、来るべき将来に備えて安全な歩行者空間の確保と、都市内での駐車場の確保が可能となる地下街公共部分の建設については、従来に増して一層の行政の積極的な援助がなされるべきだと考える。

ここまで試算における助成内容は、無利子融資であり保証金返済と借入金返済額が多いため、累積赤字が拡大している。その要因となっている借入金返済額を軽減することが可能となれば、地下街建設が実行しやすくなる。そこで、公的助成を積極的に利用したモデルでの試算をする。ここで助成内容としては、駐車場工事にかかる費用の1/2の補助、地下公共歩道工事にかかる費用の1/2の補助を用いることとする。

事業費の割合と開業後30年までの累積収支の試算結果をそれぞれ図-10、図-11に示す。事業費の構成では、助成金の割合が全体の33%まで増加し、借入金の割合が21%となり、累積赤字を軽減できる。累積収支は初年度が最大の赤字で約5億円、その後は漸減する。保証金の返済期間に当たる11年目から20年目まで再び赤字に転じるが、その累積金額は最大3億円止まりで、返済が完了する21年目より黒字に転じる。このことより、行政の積極的な支援を受けることができれば、複層地下街の設置が容易になるといえる。

### 6. 安全・避難に関する分析

ここで、建築内の安全性の基本について考えてみる。仮に災害が起きたときに、容器としての建築の役割として、その中で展開される人間生活や社会活動を保護できることが最低条件となる。すなわち、建築空間としての場で考えると、被害拡大要素の低減を図り、かつ被害抑制要素の拡大を図ることのできる空間が求められる。したがって、それら性能を空間に持ち込

むことが、建築内での安全性の基本となる。

地下街災害において最も重要視されるのが、いかに安全に地上もしくは安全な区域に避難ができるかである。そのため、上記性能を地下街空間に適合するものとして表-8が考えられ、現在の地下街で適用されている。

## (1)複層地下街の安全・避難に関する特性の整理

それでは、なぜ地下街は安全性の確保が難しい空間だといわれるのか。それは避難方向と災害の伝播方向が同じ通路をたどること、密閉空間であることが原因とされている。例えば、地上への避難のための階段では、火災時の煙の通路となることや、水害時の水の流入といったものが考えられる。そういうものは、避難する際の障害となるだけではなく、避難の可能性さえも左右するためである。

それでは複層化した場合の地下街について、特性がどのように変化するのか。主な特性として①火災に関する点、②水害に関する点、③避難に関する点、の3点が考えられる。それぞれについて変化する事象を整理する。

### ①火災に関する特性の変化

- ・階数の増加による、延焼拡大の危険性の増加
- ・吹抜けの設置による、延焼拡大の危険性の増加
- ・店舗数の増加による、出火の危険性の増加

### ②水害に関する特性の変化

- ・吹抜けを設置することによる、豪雨や洪水時の短時間でのB2部分、B3部分の浸水
- ・店舗や電気設備の浸水による、全体被害額の増加
- ・排水の困難性の増加
- ・容積増大による上部階の浸水域の軽減(遊水池効果)
- ・冠水時間の長時間化

### ③避難に関する特性の変化

- ・利用者の増加による避難時間の増加
- ・階層の増加による、避難距離(特に上下方向)の増加
- ・空間の広がり見通しの良さによる、パニック誘発の軽減
- ・上方への空間の広がりによる、煙の上方滞留

## (2)安全・避難の考え方

地下街と同様に閉鎖空間で、万一災害が発生した場合不特定多数の利用者が避難に際しその避難経路や方向が限定される空間として、超高層建築が考えられる。そこで、超高層建築の安全避難の考え方を参考にして、複層化地下街への対策を考察する。

### a) 超高層建築の安全・避難の考え方

「新・建築防災計画指針」では、次のように超高層建築の避難の困難さを認めている。「超高層建築物に

代表される多層の建築物、あるいは大規模建築物などでは、単に短時間で避難できればよいとする考え方では対処できないことが明らかになっている。それは急激な煙の伝播により避難路が断たれることがあるためである。そのため、避難計画の基本的な考え方として、火災空間から早く、混乱なく避難できるようにするとともに、火災空間以外の空間の人の安全性を図るよう避難路の設定や防火防煙区画などの面で、人命安全の一つの軸として建築計画を秩序立てることが、建築防災計画において重要なになっている。」

そして、超高層建築の防火対策の考え方として、以下の項目が挙げられている。

- i) 出火した場合の危険を回避するために、火災や爆発の発生を可能な限り抑えること、あるいは初期消火の信頼性の向上を図る。(出火防止・初期消火)
- ii) 強風あるいはドラフト効果によってもたらされる、窓からの噴出火炎等による上層延焼の危険性を排除する。(延焼拡大防止)
- iii) 上層階への煙の拡散と、それによる避難障害や消防活動障害の発生を防止する。(煙制御)
- iv) 高層階への消防隊のアクセス、高層階からの避難や救出の経路の確保を図る。(消防・救助)
- v) 的確な情報伝達をするとともに、逃げ遅れなどの混乱を回避する。(維持管理)

また、避難に関する考え方としては、以下の項目が挙げられている。

- i) 出火室 → 出火階 → 避難階 → 屋外へと避難する。
- ii) 地上までの避難距離が非常に長いため、外気に解放された中間避難階や屋上広場等の一時待避所を設ける。
- iii) 屋上のスペース、ヘリコプターの輸送には限りがあるため、逃げ遅れた人や負傷者の救助、消防隊の進入経路として位置づける。

### b) 超高層建築の考え方をもとにした複層地下街の対策

前項をもとに複層地下街についての安全・避難対策を考える。超高層建築の避難行動に対しては、火災室から避難路への避難、階全体から避難階段への避難、避難階への避難、そして当該建築物から退去といった順次火煙から安全な区域に避難させることが基本的な考え方となっているが、複層地下街についても同様の考え方が適用できる。また、超高層建築の防火・避難対策に関する考え方と一部性格が異なるため違いはあるものの、同様に適用できるものと考える。そこで、超高層建築と地下街での類似点と相違点(表-9)を整理し、それを踏まえて安全・避難対策を考える。

上記のことを考慮に入れて、複層地下街の防火対策については以下のことが考えられる。

- i) 出火の危険性を回避するために、火気の使用域を限定し、その上で初期消火の信頼性の向上を図ること。
- ii) 火災階の延焼拡大、吹抜け部による下層からの噴出火炎等での上層延焼の危険性を排除するために、防火区画・堅穴区画の徹底化する。
- iii) 上層階への煙の拡散とそれによる避難障害や消防活動障害の発生を防止するために、排煙設備、防煙区画、天井部での蓄煙ができるようにする。
- iv) 避難階段計画の重要性、非常用昇降機の利用による、下層階への消防隊の迅速なアクセス、下層階からの避難や救出の経路としての利用。

次に避難対策では、以下のように考える。

- i) 基本的には特別避難階段を用いて、出火室 → 出火階(水平面での安全域) → 上層階もしくは屋外へと避難する。しかし、高層建築で用いられる加圧防排煙システムは構造的に利用できないため、別方策が必要となる。
- ii) 地上までの垂直避難距離が長くなるため、水平方向の移動を基本とする。そして区画化された地下広場・中間避難室等の一時待避所の避難階段から、地上へと避難をする。
- iii) 非常用昇降機の輸送能力には限りがあるため、逃げ遅れた人や負傷者の救助、消防隊の進入経路として位置づける。
- iv) 防災センターによる、的確な情報伝達とともに、伝達ミスによる逃げ遅れ・混乱などのパニックの誘発を回避すること。

### (3) 避難時間の算定方法

地下街が複層化されると、避難に対しては不利になることは明らかではある。しかし、災害発生時における人命尊重、避難優先が第一であるため、避難できないことがあるってはならない。そのため、複層地下街特有の建築構造や人口密度と群衆流の関係について合理的に分析し、避難に確信の持てる計画の検討が必要となる。

避難時間の算定は図-12 の手順で行う。すなわち、①避難対象階を定め、店舗の種類ごとに、避難対象人数を算出する。

②①で決めた各階ごとに居室避難時間を評価し、さらに階全体の避難時間を評価する。

なお、算定のためのモデルは事業収支の試算で用いたものと同様のもので行い、この算定においては以下の仮定のもとで行う。

表-9 超高層建築と地下街相違点と類似点

	超高層建築	地下街
相違点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下方に向かって避難</li> <li>・高さ方向の伸び</li> <li>・高さに比べ、水平方向は狭小</li> <li>・階段数が制限</li> <li>・自然光が入り迷いにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上方に向かって避難</li> <li>・水平方向の広がり</li> <li>・浅深度での利用(階数制限)</li> <li>・水平移動ができる階段有利</li> <li>・方向感覚を失いやすい</li> </ul>
類似点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・閉鎖空間である</li> <li>・災害に対して不利である</li> <li>・不特定多数の人が利用</li> <li>・多目的・複合利用がなされる</li> <li>・避難に制限が多い</li> </ul>	

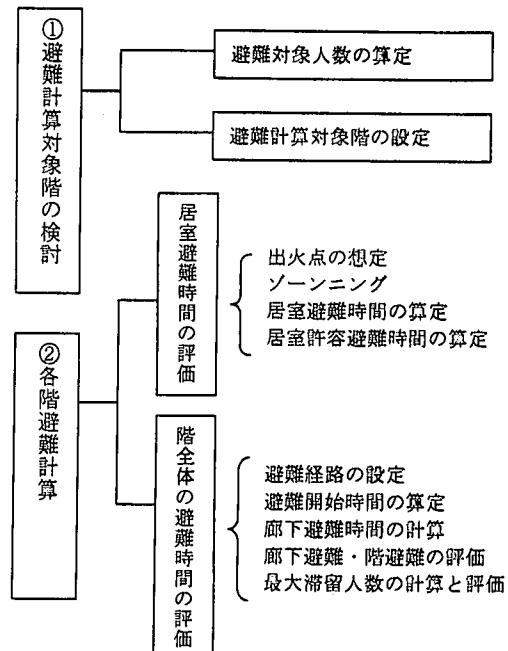


図-12 避難計算の手順

- ①避難対象者は、店舗内・公共歩道内において均等に分布している。
  - ②避難は一斉に開始される。
  - ③避難者は、あらかじめ設定した経路を辿って避難する。
  - ④歩行速度は一定で、追い越しや逆戻りがない。
  - ⑤群衆流は出入り口の幅によって規制される。
  - ⑥出入り口が複数ある場合、特に誘導のない限り最寄りの出入り口から避難する。
- また、計算に利用する式・数値は「新・建築防災計画指針 1985年版」<sup>5), 6)</sup>を準用することとする。

### (4) 避難時間の算定結果

平面図、店舗番号、出火点位置は図-2 に示した。二層地下街の地下二階居室避難時間を試算した結果は、表-10 となった。いずれの計算結果からも居室許容避

表-10 居室避難時間の算定結果と評価（二層地下街のB2）

	出火店舗1	店舗6	店舗2,3,4,5	店舗7,8,9,10
店舗面積 $A$ (m <sup>2</sup> )	200	200	120	110
居室人口密度 $\rho$ (人/m <sup>2</sup> )	0.7 (飲食店)	0.5 (売場)	0.5 (売場)	0.5 (売場)
避難対象人員 $N$ (人)	140	100	60	55
居室扉幅の合計 $B_i$ (m)	4.8	4.8	1.9	1.8
避難扉幅の合計 $\Sigma B_i$ (m)	3.6	4.8	1.9	1.8
居室避難時間 $T_1$	扉の通過時間 $t_{11i}$ (sec)	26	14	21
	歩行時間 $t_{12i}$ (sec)	20	20	21
居室許容避難時間 $T_f$ (sec)	28	28	22	21
居室避難の判定 ( $T_1 \leq T_f$ )	O.K	O.K	O.K	O.K

難時間 ( $T_1 \leq T_f$ ) 以内となり良好な結果が得られた。

また、廊下避難時間の試算例として二層地下街地下二階A階段の避難時間経過表を図-13に、全体の結果を表-11に示す。公共歩道避難時間 ( $T_2$ ) は、最長でも90秒で公共歩道避難許容時間 ( $T_f$ ) の164秒を下回る結果となった。階避難時間 ( $T_1$ ) も最長で120秒となり階避難許容時間 ( $T_f$ ) の328秒を大きく下回った。これより、計算上では避難階に関しての避難は、おむね許容避難時間以内に避難が完了することが分かった。

ただ、現実的な避難を考察する際には、やはり地上までの避難を考えなければならない。そこで、階避難時間に階段における避難時間を足したものと表-11に示す。結果、二層地下街の場合201秒となり、一層地下街の136秒と比較すると約60秒遅くなるという結果が得られた。複層化されると、その階層移動分と上層階での滞留時間分は総避難時間が延長し、時間のみで判断すると不利になるためである。ここで、超高層建築における避難と比較してみる。超高層建築では、地上までの避難に数十分かかる避難もまれではない。したがって、地上までの避難時間という観点では、階避難許容時間以内で地上までの避難が完了しているため、超高層建築における避難時間と比較して遜色のない結果である。

#### (5) 安全対策を盛り込んだ複層地下街

地下街を複層化することについて安全・避難という観点から考察した。結果として避難時間という点では不利になるものの、許容時間以内で避難ができ避難問題はクリアできることが分かった。

ここで複層化することで得られる安全・避難に関するメリットについて考えてみる。

- i) 空間容量の増加
- ii) 吹抜けを介した災害の早期発見
- iii) 避難方向の早期決定

まず、複層化して得られるその大きな空間容量を生

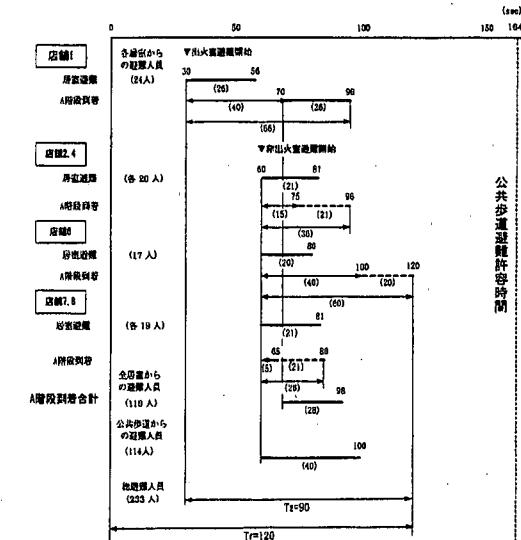


図-13 避難時間経過表(二層 B2 階)

表-11 避難時間結果 (sec)

避難時間結果						
階段名	$T_2$ 所要	$T_2$ 許容	判定	$T_f$	$T_f$	判定
A	90	164	O.K	120	328	O.K
B (階段)	76			106		
B (エスカレーター)	77			107		
C	77			107		
地上までの避難時間						
	一層	二層(B2. A階段避難)				
階避難時間	96	120				
上層階滞留時間	—	32				
階段避難時間	40	49				
合計	136	201				

かしての避難があげられる。空間容量が増加すると、煙が蔓延するまでの時間は長くなる。そのため、その

時間が長くなれば避難するための許容時間を長くと  
ることができる可能性がある。一層の地下街で煙に追  
われパニックになりながらの避難と、複層化すること  
で余裕のある避難を比較すると、後者の方が安全である。

次に、複層化されると吹抜けを介して見通しが良くなる点があげられる。吹抜けを設けることによって、災害の早期発見が期待できる。特に火災時では、非出火室においても火災の情報の伝達が早く行われ、避難開始時間が早くなる可能性がある。避難開始時間が早くなると結果的には地上までの避難時間が早くなる。このような情報の伝達は、一層地下街では困難である。また吹抜けを介して、災害の発生場所を素早く認識し、避難方向を早期に決定できる可能性もある。特に閉鎖空間において安全に避難するためには、いかに安全な方向に素早く移動できるかが重要である。

したがって、これら複層化のメリットを安全・避難対策に盛り込んだ計画・設計をすることで、さらに安全な空間にできると考える。また、余裕のある階段計画や防煙対策、避難誘導対策等のハード、ソフトの両面を完備することで、複層地下街の安全・避難に十分対処できる。

## 7. 結論及び今後の課題

### (1) 結論

今までの議論より複層地下街について次の知見が導かれる。

- i) 賑わいのある商業空間を提供するためには複層化した方が有利である
- ii) 滞留客と通過者の交通分離が可能となる
- iii) 事業収支的にも複層化は、一層地下街と比較して有利で、助成制度を積極的に利用することでさらに有利となる
- iv) 安全・避難に関しては、現在の「新・建築防災計画指針 1985年版」を準用した計算時間からは十分クリアできる

以上、都心部における商業空間としての魅力を最大限発揮するために、またその空間が持つ質を向上させるためにも、多彩な空間設計の考えられる複層地下街を推進すべきである。

基本指針によると地下街の規制理由は、「防災、衛生、交通処理、その他」となっている。このうち防災に関しては、類似構造である高層建築物の避難基準を適用することでクリアできるので規制の主要因は取り除かれたと考えている。さらに積極的に複層地下街利用が推進可能である理由として、コスト面および空

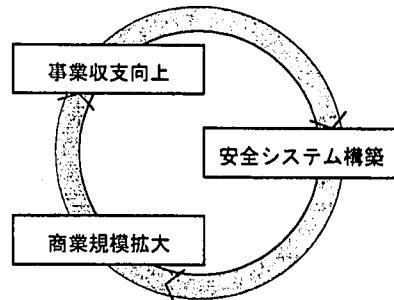


図-14 資金サイクルの構築

間環境面での有利性を示した。つまり複層地下街はコスト的にも1層地下街より有利であること、高さ方向の広がりを生かすことによって1層より優れた商業活性空間を提供できることである。

ただ、利用者の志向や社会のニーズの変化により施設のリニューアルが必要となる。そして、安全・避難面のシステムについても新たな投資が必要となると考えられ、そのための構築・運営には多額の費用がかかることとなり、その資金源が必要となる。つまり、長期的な視点での収支が成立していかなければならない。言い換えると、安全のためのシステムを構築するための早期の事業収支成立、事業収支成立後の豊富な資金による安全システムの更新という、良いサイクルを構築していくことが安全性向上のために重要な(図-14)。

### (2) 今後の課題

地下街を複層化すると上下移動の増加は避けられない。これは車椅子利用者等の交通移動弱者だけでなく今後ますます深刻になる高齢社会においては、健常者にとっても重要な課題となる。また、都市水害による地下街浸水が発生しているので、火災以外の災害にも目を向ける必要がある。

その中で、万が一の災害時に交通移動弱者の安全をどう確保していくのかといった点について究明することが残された課題である。その解決のためには、複層地下街での交通弱者に対する上下移動に関する安全システムの構築が必要である。

地下街に限らないことであるが、利用者ニーズが変わればテナントも入れ変わり、魅力を維持するためには相当のリニューアル工事も必要となる。これに関しては今後、時代の変化が激しくなるとともに考慮の必要性が高くなる。

また、社会资本整備において民間活力の導入が進められようとしている現在、PFI等を積極的に活用し財政面だけでなく技術的な面においても民間のノウハウを使って利用者ニーズにあった更新による活性化

が望まれている。そのためには仕様から性能による規制への移行が望ましいと考えられ、今後の検討課題である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、名古屋大学工学研究科 辻本誠教授に助言をいただいた。紙面を借りて感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 名古屋市：名古屋の商業，1996.
- 2) 名古屋市：栄地区地下街のアンケート調査，名古屋市，1989.
- 3) 地下空間利用研究グループ：地下都市ージオ・フロントへの挑戦，清文社，pp. 161, 1989.
- 4) 建設省都市局都市計画課 監修 地下都市計画研究会編著：地下空間の計画と整備－地下都市計画の実現をめざして－，大成出版社，pp. 172-176, 1994.
- 5) 建設省住宅局建築指導課 監修：新・建築防災計画指針 1985年版，日本建築センター，1985.
- 6) 建設省住宅局建築指導課 監修：新・建築防災計画指針 新技術編，日本建築センター，pp. 36-40, 1985.
- 7) 地下都市計画研究会：地下空間の計画と整備－地下都市計画の実現をめざして－，大成出版会，pp. 98-112, 1994.
- 8) 西淳二，清木隆文，加藤貴也，田中正：環境面からの地下鉄建設工法の評価，トンネルと地下，Vol.30, pp. 999-1006, 1999.
- 9) 岡田光正：建築人間工学 空間デザインの原点，p. 9, 理工学社，1999.
- 10) 次郎丸誠男：はじめてのビル防災，pp. 104-106, オーム社，1995.
- 11) 建設大臣官房政策課：平成11年建設白書，1999.
- 12) 建設大臣官房政策課 監修：'99建設白書早わかり－人口の動きから見た住宅・社会資本－，建設広報協議会，1999.
- 13) 田中正，西淳二，清木隆文：地下街の多層化に関する研究。土木計画学研究講演集 No. 22(2), pp. 91-94, 1999.
- 14) 東京電力株式会社：地下空間の有効利用に関する調査報告書，1988.
- 15) 都市地下空間活用研究会：1990年度調査研究報告書, pp. 7-46, 1991.
- 16) 西淳二，高橋清，佐藤聰一，浅野光行：都市の地下空間における開設動機分析。土木史研究 第15号, pp. 45-60, 1995.
- 17) 西淳二：安心・快適な地下空間をめざして，Security, No. 69, pp. 44-47, 1993.
- 18) 西淳二：地下街空間の総合設計，Security, No. 95, pp. 52-55, 1999.
- 19) 社団法人日本損害保険協会：地下空間に係る安全・防災対策に関する調査・研究報告書－地下空間の安全性評価研究－, pp. 41-43, 1993.
- 20) 松尾稔，林良嗣：都市の地下空間－開発・利用の技術と制度－，鹿島出版会, p. 32, 1998.
- 21) 室崎益輝：現代建築学 建築防災・安全, pp. 125-154, 鹿島出版会, 1993.
- 22) 森田武：世界の高層・超高層・超々高層ビル火災－その実態と防火・避難対策－, pp. 90-160, pp. 189-214, 近代消防社, 1998.

(2000.3.23 受付)

## A BASIC STUDY ABOUT THE POSSIBILITY OF MULTIPLYING THE UNDERGROUND SHOPPING MALL

Tadashi TANAKA, Masayuki GOTOH, Junji NISHI, Kenji OKUYAMA,  
Yusuke INOUE and Masahiro OMIYA

This paper states about the possibility of multiplying the underground shopping mall. At present, "an underground shopping mall is limited to 1 story." And this rule limits a spatial design to the direction of the height. So, thinking that the multiplicity of the underground shopping mall becomes possible, it describes the influence appeared about the space environment side, the business income and costs side, the safety and protection against disaster side. As a result, multiplying the underground shopping mall can be realized by the present construction technique and the protection technique against disasters. Moreover, it provides very comfortable space.