

ファジィ構造化技法による地下自動車道路の計画課題に関する研究^{*}

A Study on Subjects for Planning of Underground Highway Using of the
Fuzzy Structural Modeling Method

西 淳 二^{**}

The purpose of this paper is to clarify problem areas in constructing an underground highway as part of an underground highway network in central Tokyo using FSM (the Fuzzy Structural Modeling Method). Based upon the hypothesis that clarification of the problem areas leads to an underground highway construction proposal will be presented.

Recently road conditions, particularly traffic congestion in central areas of large cities such as Tokyo and Osaka in Japan, have become an extremely serious problem. Construction of an underground highway network would be one possible solution to this problem.

1. はじめに

車の優位性は、人にせよ荷物の搬送にせよ、その“door to door”と、その“frequent service”にあることは言うまでもないことであるが、昨今の東京、大阪等の大都市中心部における道路状況は、交通渋滞が甚だしく、道路がもたねばならない機能が、平日の相当な時間帯において欠落している現実を、誰しもが指摘するところである。

東京都区部の都市計画道路の整備率をみると、53.3%（計画 1,699km、完成 900km、1989年3月末現在）となっており、その向上が急がれているところである。¹⁾

しかしながら、近年における地価の高騰は、道路整備の大きな障害となっていることも周知の事実である。道路整備事業費に占める用地補償費の割合（東京都）が、1983年：48.9%、1985年：57.0%、1987年：69.6%、1989年：78.9%、と近年著しく上昇していることからわかる。

一方、概算容積率の推移をみると、年と共に増加傾向にあることがわかる。東京23区の容積率の充足率（実際の容積率／指定平均容積率×100）は、56%（1986年）であり、なお相当の空間余力を残している。

そして、前述の都市計画道路をはじめとするインフラが未整備のままでは近い将来、都市としての機能低下は免れないこととなろう。

これらの解決策を探ろうとするとき、都区部の「地下自動車道路建設」が浮上して来る。しかし、地下自動車道路には、内蔵する問題や課題も少なくないことは、断片的には多分野の人々からも指摘されているとおりである。

* キーワード：都市地下空間利用、ファジィ構造化技法、出口のない地下道路

** 正会員 都市地下空間活用研究会主任研究員
（〒107 東京都港区南青山3-18-14
（財）都市みらい推進機構内）

そこで本研究では、都区部地下自動車道路について課題の発掘を行い、次にその課題間の構造化を行うことにより、実現化への道を探ろうとしたものである。

2. 研究の方法

都区部地下道路の建設にあたって第1に考えるべきことは、どのような問題や課題が存在するかを明らかにすることである。このために用いられる技法が「問題の構造化技法」である。この構造化技法は「問題発掘技法」と「構造決定技法」とに分けられる。

「問題発掘技法」とはブレイン・ストーミングやデルファイ法などが有名であり、ニーズやシーズ、問題に関連する事項、目標などの要素を数多く挙げたり、これらの要素をとりまとめるための技法である。

一方、「構造決定技法」とはISM (Interpretive Structural Modeling), FSM (Fuzzy Structural Modeling), クロス・インパクトスタディなど問題発掘技法において挙げられた要素の関係づけを行い、その結果を用いて要素の結合や階層化を進めていく技法である。一般に、問題発掘技法と構造決定技法との間には直接的な関係がなく、研究者はそれぞれの技法を選択し、組み合わせて使用しなければならなかった。

本研究ではこの点を改良し、問題発掘と構造決定を一連のプロセスで扱う構造化技法を開発した。図-1はそのフロー図を示したものである。

第1ステップでは、各人の考えつく問題点の列挙と点数評価、第2ステップではその集約・検討を、「地下空間利用研究者グループ」によって実施し、第3ステップでは、問題点Aの解決は問題点Bの解決につながるかという対比較のためのアンケート

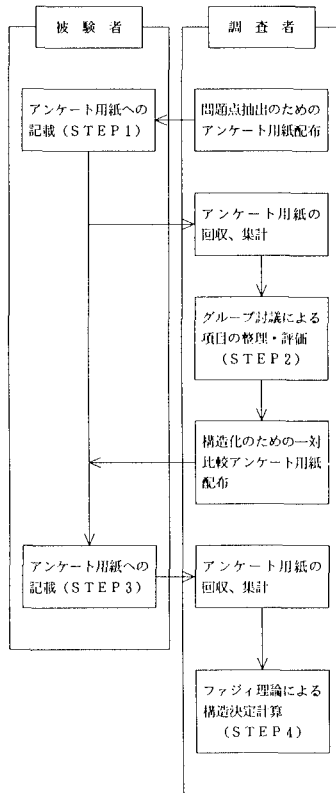


図-1 本研究で開発した問題の構造化技法のフロー図

アンケート用紙

都市とくに大都市の中心部地区における高度利用が進む一方、道路とりわけ都心部の自動車専用道の渋滞は深刻な問題となっており、また、地盤上層に伴い用地買収に多額の費用がかかるため、道路の低層は困難になっています。その解決策の一つとして、地下自動車専用道の導入という地下の有効利用が考えられます。しかし、導入するにあたり検討となるいろいろな問題点が考えられます。そこで本アンケートでは障害となる問題点を挙げることを目的としています。

※アンケートの回答方法※
考えられる問題点をあげ、それぞれ1～10の点数をつけてください。点数10は最も重要なものにつけ、点数5～1については各自の主観におまかせします。また、その問題点をなぜあげたのか簡単に説明をつけてください。

No.	項目	点数	説明(理由)
例	建設費が高い	9	高架構造や掘削構造に比べて、建設コストが顕著になる。

1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

図-2 「都区部地下道路建設」に関するアンケート用紙

を行った。そして、最後の第4ステップは、ファジィ理論による構造決定計算部分によって構成されている。

ISMでは、1-0型データの関係行列を対象にすることから、そのグラフ理論上の扱いは簡単である。しかし、課題間の関係性や重要性の判断は、必ずしもYESまたはNOと割り切れるものでなく漠然とすることが多い。その意味で、1-0型の関係行列を得ることが困難な場合もある。そこで、人間の思考や判断のあいまいさをそのまま積極的にデータとして採用し、これをもとに課題間の階層構造を明らかにする方法がFSMである。

FSM法の特徴は、ISM法では1つの行列から1つの構造しか得られないのに対し、FSM法ではいく組かの (P, λ) を与えることにより種々の構造を示すことができる。すなわち、要因間の関係をあいまい従属関係としてとらえ、閾値Pおよびあい

表-1 抽出された問題点

順位	項目	投票人数	投票内訳	合計点数	説明(理由)
1	非常時の安全対策、特に火災発生時の対処	61	8 6 8 9 5 19	456	トンネル内火災発生時には、その燃焼車両内のドライバー及び同乗者の救助、あるいは後続車両に対する避難と交通誘導システム、その他非常時の対処システムに高度の「防災システム」が必要となる。煤煙設備、非常時要員の配置などへのコスト増、あるいは消火剤の後処理、被災後の改修にも意外な手間が予想される。
2	地下と言えども地上部の土地所有者の同意が必要	41	9 3 3 5 12	277	現行法では、公共事業と言えども、地上部土地所有者の同意を得るか、土地収用法に基づく手続きが必要。 また、所有権と利用権(使用権)との線引き論議も必要。
3	建設費が高額	34	3 5 5 6 7 7	258	高架構造や掘削構造に比べて、建設コストは一般に数倍高くなる。また、地上の道路の場合は、短区間づつの開通でもそれなりの効果があるが、地下のトンネルとなると、ある程度まとまった区間の開通となるので、初期投資額は相当大きくなると予想される。
4	地下利用マスタープランの必要性	39	7 6 4 7 6 3 3	247	地下空間については、地下化することの必要性・緊急性・公共性等の観点から、地下空間利用の順位付けを行うなど、利用の計画化・秩序化を図る必要がある。
5	排気・換気対策が必要	37	5 12 7 4 2	215	鉄道、河川、下水幹線などとの調整(平面的、深度的、整備時期)が必要。 排ガスの環境対策の必要性があると共に、換気用ダクトと換気塔に伴うコスト増(ランニングコストも含む)、用地の確保がさらに必要。(特に、換気塔設置に伴う住民対応にも課題が多い。)
6	ドライバーの走行性(走り易さ)の減少	30	3 4 5 3 8 2 1 3	148	一般にトンネル内は走行性が悪いが、特に、トンネル内分岐路は、サイン表示に工夫をこらしても十分に、経路選択の誤りや、交通事故につながり易い(天井高が限られるため、遠方までの見通しに欠けるため)。位置確認の手段として、サインシステムだけでは不十分と考えられる。
7	地下道路網ネットワークの形成が不可欠	20	2 1 3 4 2 3	134	地下道路網ネットワークを形成すると共に、地上幹線道路、地下公共駐車場、民間地下駐車場(荷さき施設を含む)などのネットワーク化を計ることが必要であるが、その具体的手法については課題も多い。
8	都市計画上の位置づけ (土地利用計画、都市施設計画等との整合性)	21	5 5 2 0 0 1 2 6	131	既存の地上の道路ネットワークを補完する形が望まれている。 地下道路建設によるインフラ整備は、都市集中への加速、都心部への自動車集中の加速などを助長するのではないかと懸念もあるので、地上も含めた都市の全体像のあるべき姿(長期的都市計画)との整合・調和に留意すべきである。
9	採算性・財源確保の問題	20	2 2 2 0 5 5 0 1 3	122	単独事業としては採算性に課題があり、公共その他からの財源をどう調達するかなどの対策が必要。巨額投資となるだけに資金面からの問題も多い。
10	地上部との接続、地下道相互の接続	21	1 0 2 4 4 2 3 3 0 2	120	大きな高低差を接続するため、長いランプ長が必要となり、空間的にも巨大な構造となる。 当然ながら、ある程度まとまった地上の用地も必要となる。(交差するトンネル相互の間隔も必要となるので、深き方向での空間も必要。)
11	出口部分における滞留	18	0 0 2 3 4 1 1 2 3 2	114	仮に、トンネル部分はスムーズに走行できたとしても、地上への出口部分で地上道路の渋滞が、トンネル本線部へも波及し、トンネル内での滞留が生じる可能性がある。
12	維持・管理・運営に対する特段の留意	22	0 0 3 5 2 3 2 3 3 1	112	地上に造られるもの以上に、平常時・非常時の維持・管理・運営に、特段の工夫が必要となる。特に、部分的な管理はむずかしいといわれているので、一元的な運営組織体制が望まれる。
13	施工の困難性	25	4 4 3 1 6 2 1 3 1 0	107	地中情報未整備の中で、地中工事を進めることになるので、将来の技術開発を見込んで、なお施工には困難さを伴う。 (例：トンネル径の大口径化、フレキシブル化)
14	地下水・地盤沈下などへの環境アセスメントと環境対策	20	1 1 4 1 5 2 2 2 2 0	104	地下構造物の設置場所によっては、地下水脈切断や地盤沈下が生じることも予測されるので、事前の環境アセスメントとその影響度合によっては、何らかの対策が必要になるかも知れない。
15	ドライバーの心理的抵抗感	19	1 2 5 1 3 0 1 1 3 2	101	ドライバーが運転の合間に窓外の景色を楽しむということができなくなる。暗い穴ぐら空間をひたすら走るといふ状況となるので、おそらく疲労感や心理的抵抗感も増大することだろう。
16	改築・修繕に対する困難性	9	1 0 0 1 1 1 1 3 0 1	57	地上部の建造物に比較し、その改築や修繕に当っては相当の手数(コスト・システム・代替交通手段など)を必要とすることが予想されるので、長期的視野に立った計画・構造が望まれる。
17	既存地下埋設物の存在	6	1 0 0 0 1 0 0 2 0 2	42	都心部主要道路地下は、既に高度利用されている。既存地下埋設物の状況並びに地質状況等を踏まえて将来の計画を立てる必要がある。
18	住民・市民サイドの合意形成	6	0 0 1 1 1 0 0 0 2 1	40	「地下」という言葉自体、一般市民にとっては、現在のところ忌避感をもつ。地下を使った道路ネットワークという大プロジェクトを実現しようとするならば、相当いいねい合意形成プログラムを用意する必要がある。
19	建設残土の処理と活用	4	0 0 0 0 2 1 0 0 1 0	25	埋立は環境上難しい状況の中で、地下道路や地下駐車場の建設に伴って生じる残土の処理は可能か。

まい構造パラメータを導入することにより自由度のある構造同定を図ることができる。²⁾

F S Mの数学的意味やシステムの構造同定法は、参考文献2)に詳しい。

このようなプロセスを採用することで、巾広い範囲からの課題抽出が可能となる一方、「地下空間利用」というある意味では特殊領域の専門分野から見ても、一定の合理性が確保されるという、いわばカバリングとクオリティとの同時達成が、比較的簡易なやりとりの中で可能となった。

3. 抽出された問題点

第1ステップでは、「都区部地下道路建設」にあたって、どのような課題が考えられ、かつそれぞれの程度のウェイト(10点法)をもつかを質問するアンケートを実施した(図-2参照)。アンケートの対象者は、土木・交通分野に広い知見を有する社会人から130名を抽出し、75名から回答を得た。

表-1は、STEP 1、STEP 2で抽出された上位19位までの問題点を列挙したものである。この表をみると、「非常時の安全対策、特に火災発生時の対処」、「地下と言えども地上部の土地所有者の同意が必要」、「建設費が高額」、「地下利用マスタープランの必要性」、「排気・換気対策が必要」など(いずれも合計点数200点以上)が高い順位にランクされている。また、「ドライバーの走行性の減少」、「地下道路網ネットワークの形成が不可欠」、「都市計画上の位置づけ」、「採算性・財源確保の問題」、「地上部との接続、地下道相互の接続」、「出口部分における滞留」、「維持・管理・運営に対する特徴の留意」、「施工の困難性」、「地下水・地盤沈下などへの環境アセスメントと環境対策」、「ドライバーの心理的抵抗感」など(いずれも100点以上)にも問題のあることが指摘されている。

いずれにしても表-1は、都心部地下道路建設にあたっての課題を網羅しており、問題点は何かについて明確に把握することの目的は十分果されている。

4. 問題点の構造化

表-1に示された問題点は、すぐに解決が可能なものや、多くの期間・費用の必要なもの、さらにあ

る問題点の解決を前提にするもの、などいろいろある。そこでこれら問題点間の階層化を図るために、「問題点Aの解決は問題点Bの解決につながるか」という質問をすべての組み合わせ(19・18/2-19=152通り)について実施した。図-3はそのアンケート用紙を示したものであり、問題点Aの解決が問題点Bの解決につながる場合は「A→B」、その逆の場合は「A←B」とした。また、どちらとも判断できないときや全く関係の無いときは無印とし、「A↔B」は認めないことにした。

【出】 次の2つの項目について、どちらの問題の解決がもう一方の問題の解決につながりますか。矢印でお答え下さい。ここで、どちらの可能性もあると考えられるときは、「どちらかというところら」と考えられる方に矢印をお書き下さい。また、どちらとも判断しかねるときや、全く根拠がないときはなにも書かないで下さい。

— 回 答 例 —

項目No.	矢 印	項目No.	
2	→	8	：項目2の問題の解決が項目8の問題の解決につながる。

— 一 対 比 較 表 —

No.	矢印	No.	No.	矢印	No.	No.	矢印	No.	No.	矢印	No.
1	—	2	2	—	3	3	—	4	4	—	5
1	—	3	2	—	4	3	—	5	4	—	6
1	—	4	2	—	5	3	—	6	4	—	7
1	—	5	2	—	6	3	—	7	4	—	8
1	—	6	2	—	7	3	—	8	4	—	9
1	—	7	2	—	8	3	—	9	4	—	10
1	—	8	2	—	9	3	—	10	4	—	11
1	—	9	2	—	10	3	—	11	4	—	12
1	—	10	2	—	11	3	—	12	4	—	13
1	—	11	2	—	12	3	—	13	4	—	14
1	—	12	2	—	13	3	—	14	4	—	15
1	—	13	2	—	14	3	—	15	4	—	16
1	—	14	2	—	15	3	—	16	4	—	17
1	—	15	2	—	16	3	—	17	4	—	18
1	—	16	2	—	17	3	—	18	4	—	19
1	—	17	2	—	18	3	—	19			
1	—	18	2	—	19						
1	—	19									

図-3 アンケート用紙(STEP-3)

第2ステップのアンケートは、第1ステップにおいて回答のあった75名を被験者とし、28票の有効票を得た。表-2は、その回答結果を示したものであり、表中の数字は、それぞれ投票人数を表示している。例えば○印の[9]は「i=5の問題点の解決は、j=3の問題点の解決につながる」と考えた人

表－2 問題点間の一対比較アンケート結果表
(単位:人)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		5	10	3	6	4	3	1	5	3	2	7	1	0	12	4	1	8	1
2	0		10	5	8	0	8	8	7	15	1	0	3	1	0	2	2	5	1
3	8	1		4	3	2	6	3	14	3	2	4	4	3	1	3	2	2	0
4	9	10	8		7	2	19	10	8	15	8	9	5	7	0	6	8	14	8
5	18	3	9	1		9	3	2	3	4	2	10	3	5	7	3	0	10	0
6	3	1	1	0	0		1	0	0	1	2	1	1	0	16	0	0	7	0
7	10	8	4	5	3	14		8	4	11	14	4	1	2	8	8	2	4	1
8	5	17	6	17	4	4	18		10	17	13	7	1	3	0	4	4	7	1
9	10	3	14	2	9	6	10	5		13	7	12	9	6	4	15	4	8	8
10	14	1	10	1	3	15	10	1	2		18	6	3	0	14	4	1	3	0
11	13	0	1	0	7	15	8	1	0	2		8	0	1	13	1	1	8	0
12	17	2	7	2	5	7	3	1	7	3	8		1	3	8	12	1	8	0
13	5	2	15	2	3	2	6	2	8	8	3	4		8	3	18	5	5	3
14	2	10	9	6	5	2	6	9	4	7	2	5	6		1	7	4	17	4
15	6	0	1	0	0	10	3	1	0	0	2	1	1	1		1	0	9	0
16	3	0	7	1	2	4	4	2	5	5	3	10	1	1	2		2	4	1
17	3	3	14	9	4	1	11	8	7	12	3	9	15	3	2	12		4	2
18	4	21	8	7	11	1	10	11	5	9	3	4	2	3	5	2	3		7
19	0	1	12	3	1	0	2	2	8	2	1	1	10	3	1	2	1	5	

が9人いたことを意味している。この結果をもとに、ファジィ構造化手法(FSM)を適用すると、都区部地下道路建設課題の構造化が実現する。

表－2のデータを用いてFSMを適用した結果、複数個の構造化図が得られた。それらの構造化図を検討した結果、 $P=0.55$ 、 $\lambda=-0.5$ のときのものが、最も合理的なものと考えられたので、本研究では、その構造化図(図－4)を採択することとした。

図－4をみると、各問題点は次のレベル集合にまとめられることが明らかになった。

① 最上層レベル集合

- S₁: 非常時の安全対策、特に火災発生時の安全対策
- S₂: 地下と言えども地上部の土地所有者の同意が必要
- S₇: 地下道路網ネットワークの形成が不可欠
- S₁₁: 出口部分における滞留
- S₁₅: ドライバーの心理的抵抗感
- S₃: 建設費が高額
- S₁₆: 改築・修繕に対する困難性

② 中間層レベル集合

- S₁₈: 住民・市民サイドの合意形成
- S₄: 地下利用マスタープランの必要性

S₁₀: 地上部との接続、地下道相互の接続

S₁₃: 施工の困難性

③ 最下層レベル集合

- S₅: 排気・換気対策が必要
- S₁₂: 維持・管理・運営に対する特段の留意
- S₁₄: 地下水・地盤沈下などへの環境アセスメントと環境対策
- S₈: 都市計画上の位置づけ
- S₆: ドライバーの走行性(走り易さ)の減少
- S₁₇: 既存地下埋設物の存在
- S₉: 採算性・財源確保の問題

④ 独立レベル集合

- S₁₃: 建設残土の処理と活用

下層レベルの問題点は、上層レベルの問題点を解決する上で、前提条件となっている問題点であり、この解決なくして上層レベルの解決はできないことを示している。

図－4から、都心部地下自動車道路建設にあたって、以下に示す5つの問題系のあることが明らかとなった。ファジィ構造化技法を用いたことにより、最上位レベルに至る構造が、比較的簡明に表現され、最上層レベルの問題点を解決するための下層レベルの問題点を知ることができた。

(1) 問題系1: 地下と言えども地上部の土地所有者の同意が必要

現行法では、地下や空中にも土地の所有権が及ぶものとされており、「地下水・地盤沈下などへの環境アセスメントと環境対策」を行うことと合わせて、「住民・市民サイドの合意形成」を図っていくことが大切なことであり、また、地権者や市民の納得を得るためにも、「地下利用マスタープランの必要性」が高まっていると言えよう。

(2) 問題系2: 地下道路網ネットワークの形成が不可欠及び出口部分における滞留

地上の都市、いま現存する都市を補完するものとして、地下道路網形成を位置づけるならば、当然

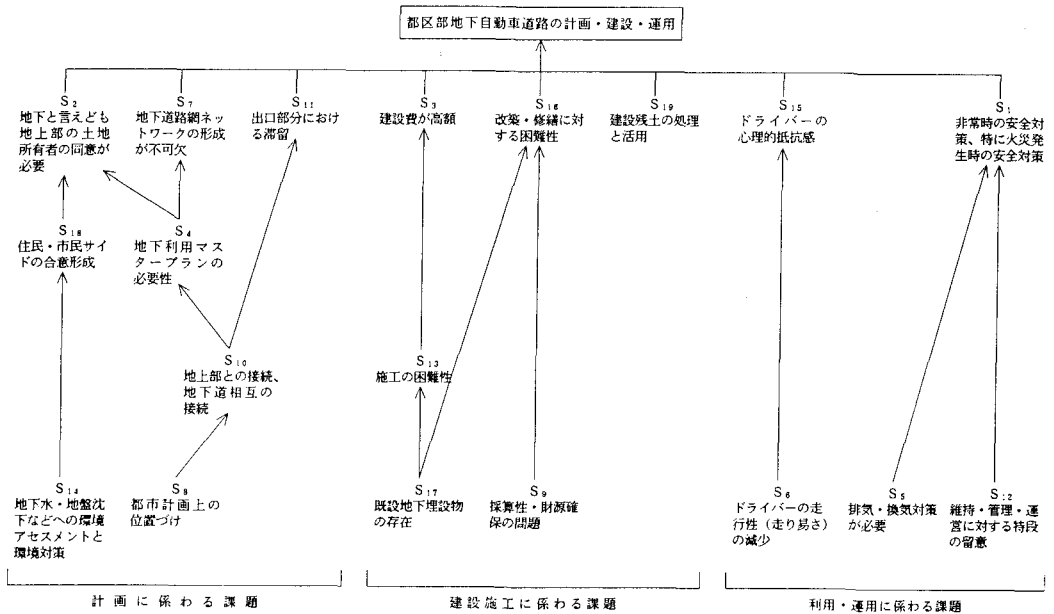


図-4 問題点の構造化図

「都市計画上の位置づけ」を確立した上で、「地上部との接続、地下道相互の接続」の問題や、「地下利用マスタープラン」のもとに、そのネットワークを完成させることが必要となる。すなわち、地上・地下一体型の有機的なネットワークが指向されるべきである。また、そのことが「出口部分における滞留」の解消にも寄与することとなる。

(3) 問題系3：建設費が高額及び改築・修繕に対する困難性

都市の地下空間利用を阻んできた大きな要因の1つが、この建設費の問題と、1度作ったあとのとり壊しの困難さであったと言える。すでに存在するガス管・電話ケーブル・水道管などを移設しながらの工事は、危険性もあり、施工自体の困難性を伴うことが、ひいては建設費用の増加にも結びつくことにもなるわけである。

(4) 問題系4：ドライバーの心理的抵抗感

地下のもつ閉鎖性や迷路性、その他の要因から、人は本来的に地下というものに忌避感をもつといわれている。加えて、現行のトンネル内の走行性は必ずしも良くない。今後は、「ドライバーの走行性」

を高めるような設計・デザインにして行くべきであろう。

(5) 問題系5：非常時の安全対策、特に火災発生時の安全対策

乗用車、貨物共に、現段階では人が運転、または、同乗するものであり、日本坂トンネル事故の事例に俟つまでもなく、非常時特に火災時の安全対策は重要である。そして、「維持・管理・運営に対する特段の留意」や「排気・換気対策が必要」によって、それが可能になることを、図-4の構造化図は示している。

以上をみるように、都区部地下道路建設を構造化して、5つの問題系に分類したが、最上層レベルの問題点を解決するために各層レベルの問題点が、2重、3重に取り込まれていることがわかった。

5. おわりに—地下自動車道路計画の展開方向—

計画→実施（建設・施工）→利用・運用という土木施設の実際の流れを考えると、よい計画こそが大変に大事なものであることがわかる。

図-4の構造化図における「計画に係わる課題」

中、最重要ポイントは、「地上部との接続、地下道相互の接続」という命題である。この命題をうまく解決できる計画提案ができれば、地下道路建設というテーマも一歩実現に近づくものと考え、図-5に示す計画案を提案する。

本計画案における道路網全体のイメージ(図-5参照)は、都心から10km~20km程度のところに入口、大規模駐車場が用意される拠点(出口)としては、東京であれば霞ヶ関、新宿、13号地など5km程度の副都心や副々都心となるであろう。

パリの地下高速道路網計画では、都心部においてスパイラル状に上昇して地上に出る自動車出入口が考えられているようである³⁾が、曲率半径の小さなスパイラル部の走行速度が極端に低下することが予想され、ひいては本線部にも影響する形での渋滞が考えられるので、「出口」の代わりに、大規模な地下駐車場を用意する形の「出口のない地下道路システム」を提案するものである。

本計画案の拠点部分のイメージ(図-6参照)は、拠点を中心に概ね300m~500mの地区に複数の大規模地下駐車場とそれらを相互に連絡・誘導するシステムを形成する。これら連絡路は現況道路の地下部を活用した地下道路とし、地上部は歩行者中心の「まち」とする。地上を歩行者中心とし、自動車の進入制限を図るため地下空間を活用した支援システムとして、駐車場を結ぶ地下環状連絡路、物流システム(物流センターから配送システムで連絡)、多目的共同溝(CATV、エネルギー、廃棄物など)等が必要となる。

ハード面に係る基本的システムとしては、現有技術で可能であり、それらをどう組み合わせ、どう運営するかというソフト面での合意が得られれば、このような全体システムをつくり上げることも可能となる。

すなわち、都心地域の出口に代わるものが大規模地下駐車場(図-7参照)であり、そこで自動車を離れ、人のみが地上(もしくは地下)の目的地へと向う仕組となる。(荷物は、荷さばき場から別の配送システムへ積み換えられる)。

このシステムによって、スパイラル状の出入口の問題点が解決され、構造化図の計画に係わる課題の最上層課題であった「地下道路網ネットワークの形成が不可欠(S_7)」や「出口部分における滞留(S_{11})」という課題も解決される形となり、本研究の分析成果を活用する1つの提案となり得るものとする。

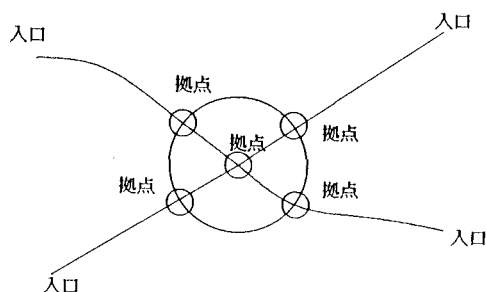


図-5 道路網全体のイメージ

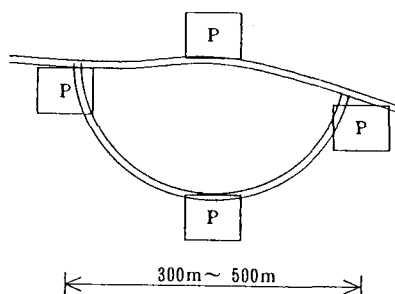


図-6 拠点部分のイメージ

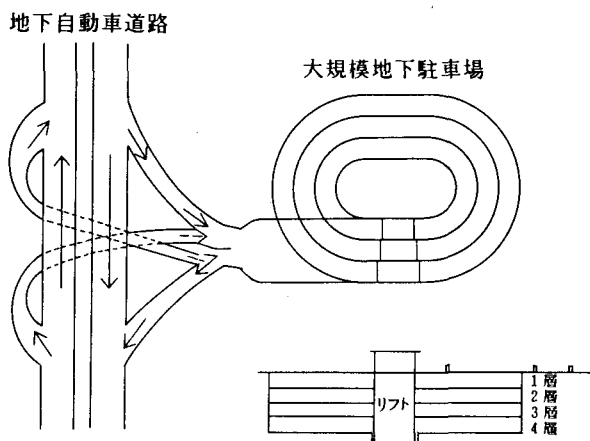


図-7 出口部分(大規模駐車場)のイメージ

本研究を進めるにあたり、北海道大学工学部土木工学科交通計画学研究室 五十嵐日出夫教授、佐藤馨一助教授、高野伸栄助手、同大学院 前仏和秀氏をはじめ、多くの方々、とりわけアンケート調査に御協力いただいた方々の御厚意を賜った。ここに記して謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- 1) 東京都企画審議会：東京の土地1988（土地関係資料集）、1989, P.11
- 2) 田崎栄一郎：あいまい理論による社会システムの構造化（ファジィ理論の工学的側面）、別冊数理科学、サイエンス社 1988.10, P.152
- 3) 工藤康博, 西 淳二：レーザープロジェクト（パリの地下高速道路網計画）、都市地下空間活用研究No.9、1990.4, P.29