

都市地下空間の安全性向上に関する調査・研究
Investigation Research about the Safety Improvement of the Urban Underground

西田 幸夫* 田中 正** 西 淳二*** 神作 博****
Yukio NISHIDA Tadashi TANAKA Junji NISHI Hiroshi KANSAKU

Based on the questionnaire to the user of Ooedo line, this paper examines the safety required for the use of very deep underground space. At first, a comparison between Ooedo line stations and another underground stations was made using indices of "confinement" and "oppression feeling" as key words of the safety. Then, Iidabashi station was studied as a case study. With regard to comfortableness, it was understood that the design of Ooedo line effectively improved the subject facilities. As a result, necessity of the safety improvement plan by the design was shown.

Keywords: Deep underground space use, Subway Ooedo line, Safety on user,
Questionnaire-survey

1. 研究目的および方針

わが国は、少子高齢化等による成熟社会へ向け既存社会資本整備の再構築が急がれている。そのような状況の中、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法が施行（2001. 4. 1）され、地下利用はその都市再生に重要な位置付けを持った。地下鉄道は大深度地下利用の可能性、実現性の最も高い施設の一つである。1991年に財団法人 未来工学研究所の行った「大深度地下空間開発についての有識者アンケート調査」の結果としても大深度利用による地下鉄道は10年以内に実現が望まれる優先度大として多くの人間に支持されている。しかしその利用による人間への影響等未解明な部分が多く存在する。

2000年12月12日地下鉄大江戸線が開通、東京都心部を環状につなぐ鉄道が誕生した。既存開通部とあわせると駅数37駅、延長43Kmの大規模な地下鉄である。この地下鉄の特徴一つとしては、環状で結ぶことから、他路線との接続駅が多く、また既存路線の下を通るため、最深部では40m以上の深さを走行しており、空間的には大深度法に示される深度に類似する位置と考えられる。現実にこの深さまで利用していることを考えるとこれらの防災面等から現状把握することで、今後大深度地下利用を図るための種々の課題や考え方を与える示唆として活かしたい。本研究では大江戸線の利用者へのアンケートと飯田橋駅空間を事例に、大深度地下利用を行うため地下空間のデザイン等が市民の安全性向上に果たす役割を示すことを目的とした。また、以下の流れで研究を進めた。

キーワード：大深度地下利用 地下鉄大江戸線 アンケート調査 利用者安全性

*正会員 工修 (株)熊谷組首都圏支社

**正会員 工博 名古屋大学 助手 大学院工学研究科地圏環境工学専攻

***フェロー 工博 名古屋大学 教授 大学院工学研究科地圏環境工学専攻

****医博 中京大学心理学部 教授

- ① 大江戸線に関するアンケート調査より利用者の考え方、評価、課題点をまとめる。
- ② 市街地状況調査より地下鉄大江戸線駅部地域の市街地状況を把握する。
- ③ 駅部計画について地下駅舎計画図より地下部の考え方、他施設との交差状況等概観する。
- ④ 飯田橋駅を事例として、駅部概要、地上、地下の状況、利用者の考え方を把握し、デザイン等が利用者におよぼしている影響から安全性向上への方向性をまとめる。

2. 大江戸線アンケート調査

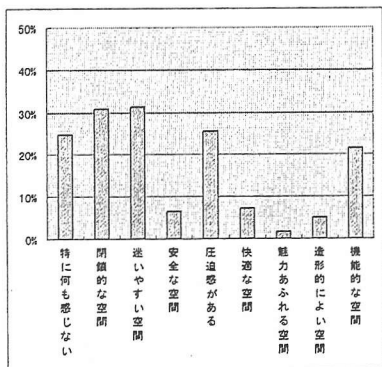
2000年12月環状部27駅(29km)開通直後の17日(日)、18日(月)に利用者にはアンケートをとった。アンケート配布枚数および回収数等は表一に示す。

アンケートの目的の一つとして従来の地下鉄駅との違いからデザイン等によって安全で快適な地下鉄空間を造り出すための示唆つかむことを考えた。質問項目の主なものとして従来の地下鉄のイメージ、大江戸線調査駅のイメージ、快適性、評価等を聞いた。

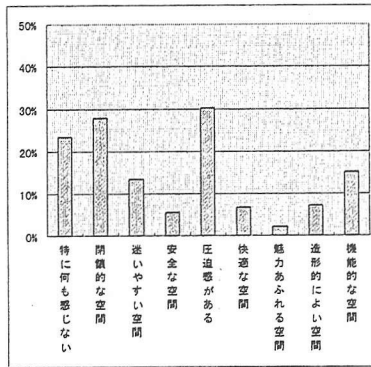
表一 アンケート配布枚数および回収数等

アンケート配布総数	11,026通
返却数(返却率)2000年1月31日現在	1,880通(約17%)
配布日時	2000年12月17日(日)10:00~16:00 12月18日(月)8:00~10:00、11:00~16:00
配布場所	原則として改札付近(改札内)

利用者の割合として通勤通学が61.0%と最も多いが、休日および月曜日にアンケートをとったことから行楽が30.7%となっている。利用頻度もほぼ毎日利用する人の割合が59.5%と通勤・通学の値とほぼ一致している。居住地として都内が80.7%になっており身近な利用者が多いことを伺わせる。従来作られた地下鉄駅についての印象について、図一(a)(b)に示す。



図一(a) 従来の地下駅に対する印象
(改札イメージ)



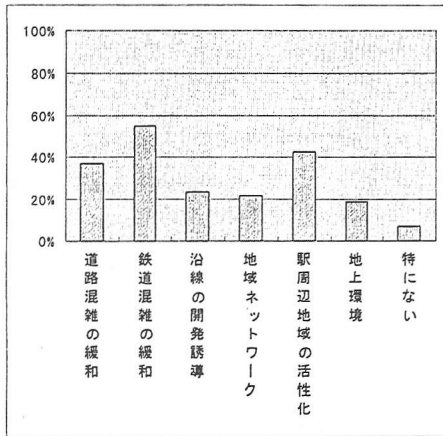
図一(b) 従来の地下駅に対する印象
(ホームイメージ)

改札付近では、「迷いやすい空間」が31.2%と最も多く、ついで「閉鎖的な空間」、「特になにも感じない」となっている。ホーム付近では、「圧迫感がある」が30.3%と多く、ついで「閉鎖的な空間」、「特になにも感じない」、「機能的な空間」となっている。いずれの場合にも閉鎖的、圧迫感を感じる割合が高く、地下空間のイメージをそのまま受けていることがわかる。

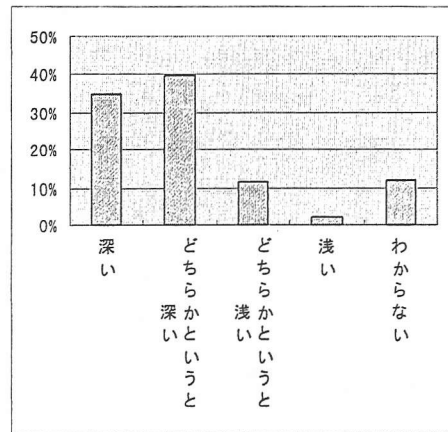
大江戸線に期待することについて、図二に示す。線自体に期待することでは、大江戸線の建設目的と合致する「鉄道混雑の緩和」が54.9%でついで「駅周辺の活性化」に期待を寄せる割合が高い。駅に期待することでは、「乗換駅」としての期待が最も高く66.8%にも上っている。ついで「今後の地下鉄駅の参

考」が続いている。

将来を含めると21駅で乗換が可能となっているため期待は大きいものがある。また、利用者の安全性および快適性に配慮されていると思われる設備として、駅について「エレベーター、エスカレーター」がバリアフリー法案の成立と駅の深さから現実にはそれら施設が多いこともあり、高い割合となっている。



図一 2 大江戸線に期待すること



図一 3 深さの感覚

深さの感覚については図一3に示す。深さについて「深い」と「どちらかという深い」をあわせると74.5%と、多くの人が深いと感じている。具体的な深さも択一式で記入してもらっているが実際深さより深く感じている人がほとんどである。また、乗換駅でない駅の方が深く感じる傾向にある。以上の結果をまとめてみると、利用者として既存地下鉄駅では、改札、ホームともに圧迫感、閉鎖性を感じており潜在的な不安を持っていることがわかる。さらに今回の大江戸線においても、深く感じる傾向がありこのような不安があると考えられる。しかし一方で、地下鉄による都市の再生として乗換の利便性向上や地域の活性化に期待を寄せている姿がある。

3. 大江戸線駅部地域の市街地状況

大江戸線の目的として、交通機能、環境、街づくりの3つの視点からその必要性が示されている。地下利用における懸念材料として防災の多くは地下災害（火災、水害）への対処についてであるが、一方で地上部災害の避難空間（シェルター）という観点もある。そこで駅部周辺市街地状況を、東京消防庁市街地状況調査（1995年）より、その可能性等について地下鉄駅の効果を考えてみた。

駅に接する周辺町丁別の市街地状況を区部平均と比較して見る。地下鉄線が広幅員道路を中心に建設されるため駅周辺市街地状況は、有利に働くと思われるが、平均建ぺい率41.2%、道路率は11.7%と高く、混成率からは耐火建築物の割合が多く、区部全体からみると不燃化が進んだ地域と読みとれる。さらに、市街地変化の違いとして、2線以上の乗換駅（乗換駅）と鉄道が今回新しく入ってくる駅の比較を行うと表一2、3のような結果となった。ただし、大江戸線では鉄道不便駅を既存の駅から500m以上離れている地域を有する駅として定義しているが本論文では、大部分が既存駅勢力圏に重なる駅は除いた。

表一 2 乗換駅周辺市街地状況

駅名	市街地面積 (㎡)	平均建ぺい率(%)			混成率(%)			道路率 (%)	空地率 (%)
		木・防	耐火	全建物	木造	防火	耐火		
青山1丁目	1,034,042	8.1	44.0	52.1	6.5	9.5	84.0	9.4	66.8
飯田橋	494,236	6.8	34.9	41.7	1.2	14.7	84.1	10.1	16.3
上野御徒町	160,783	15.7	42.0	57.7	2.8	24.4	72.8	16.3	0.0
春日	302,861	13.2	25.2	38.4	5.0	27.3	67.7	14.3	7.8
新宿西口	453,360	5.7	47.5	53.2	0.5	10.5	89.0	22.8	4.2
大門	324,515	9.2	47.1	56.4	1.5	14.8	83.7	19.6	2.5
平均	(2,769,797)	8.6	41.2	49.8	3.6	14.0	82.4	13.9	29.7

表一 3 鉄道不便駅周辺市街地状況

駅名	市街地面積 (㎡)	平均建ぺい率(%)			混成率(%)			道路率 (%)	空地率 (%)
		木・防	耐火	全建物	木造	防火	耐火		
勝ちどき	197,043	15.3	28.7	44.0	6.7	26.7	66.5	17.8	30.7
赤羽橋	91,106	14.2	28.1	42.3	3.1	30.4	66.5	21.3	2.2
麻布十番	99,948	9.4	29.6	39.0	0.6	24.6	74.7	20.8	1.3
牛込柳町	175,974	29.7	15.3	45.0	12.7	53.7	33.6	5.0	5.7
清澄白河	167,365	27.3	23.5	50.8	5.8	48.7	45.4	12.0	35.5
東新宿	808,112	16.7	29.7	46.4	2.5	34.8	62.7	9.5	7.9
両国	388,839	18.4	25.4	43.9	7.8	31.1	61.2	14.9	28.1
若松・河田	409,067	15.1	28.8	43.8	2.2	31.9	65.9	5.0	6.7
平均	(2,337,454)	17.9	27.2	45.1	4.6	34.8	60.6	11.1	14.3

結果をみるといずれの地域も建ぺい率が高く、市街地が密集している。空地率については、地区のばらつきがあり地域特性と考えられる。線乗換駅周辺では、耐火建築物が多く混成率では、82.4%と高い値となっている。また、鉄道不便駅では木・防建ぺい率が高く今後、市街地整備が進む可能性があることがわかる。一方で2線乗換駅のように地上の土地利用が高度化し、最も有効な場所に出入口がとれないことがあり、多くの人々が利用する駅と地上を結ぶ出入口の位置については、可能な限り好ましいところに設置すべきである。地下鉄出入口は駅前広場的な公共性を明確にするべきである。「地下鉄12号線環状部の建設基本計画について」のなかでも、「ルート・駅位置等として駅出入口の設置にあっては、利用者の利便に配慮しつつ、公共施設および駅周辺建築物の合築を可能な限り検討すべきである。」と書かれているが、今後地下鉄の事業認可等都市計画手続と同様に地上出入口も定める必要があると考える。

地上部の災害・地震に対しては、地上部より有利に働くことは阪神淡路大震災等で示され、そのため大江戸線においては、空間の一部が地下駐輪場として使われている。当初より少なくなったが麻布十番、清澄白河駅の2ヶ所には備蓄倉庫が設けられている。また、木場車庫は広域避難場所内に設けられており、計画上はないが非常時の物資輸送の可能性をもっている。飯田橋、清澄白河、国立競技場等広域避難場所に近接して駅があり、待避空間としての役割を考えることも可能である。

4. 地下鉄駅舎部

地下鉄大江戸線は、乗換を行うために多くの線と交差している。計画図でわかる範囲での他施設との関係を見ると地下鉄道19、ライフライン16、道路4、河川1となっている。また、共同利用の施設として駐輪場7、備蓄庫2という結果となった。このうち飯田橋では8つの施設でもっと多くの地下施設が幅輻している。

地下鉄駅の防災対策は、鉄道事業法、建築基準法、消防法等により規制されている。現状で深さを扱った規制について以下に示す。このうち建築基準法における地下に関する規定では、避難階段または特別避難階

鉄道事業法：トンネル延長によるレベルの強化はあるが深さによる規定はない。

建築基準法：地下建物の階数による規定がある。

消防法：地下建物の階数による規定がある。

段が建築物の5階以上または地下2階以下の階に通ずる階段、特別避難階段が建築物の15階以上の階または地下3階以下の階に通ずる階段として規制がある。大深度地下利用としては、これまでの地下利用に比して、地上よりの距離が長くなる点が大きく違ってくる。

大江戸線において駅舎部は表－4に示すような深さにある。避難安全性は、安全区画までの煙降下と避難時間で決定され、実際の避難計算においては、ホーム部から安全区画までの移動時間と考えられていることから十分な時間がある。ここでは地上部まで歩行時間がどの程度かかるのかを事例として深い位置にある、飯田橋駅、六本木駅、浅い位置にある清澄白河駅を参考に試算してみた。

水平移動距離を図上から拾い歩行速度1m/s、高さ方向は水平距離を階段歩行速度0.5m/sで求め歩行時間を類推した。結果として最も浅い清澄白河では3分41秒、最も深い六本木（大門方面）で6分41秒となっている。飯田橋でも5分13秒程度地上までに歩行時間がかかることになる。表－5に示すように、六本木と飯田橋の歩行時間の差は、深さの差に加えて、六本木の階段が回廊型で上がるのに比して飯田橋が直線的な階段であるため、その歩行距離の差がでていると考える。

歩行時間が長くなることの課題として、その間の心理的な環境整備と高齢者等の移動介助が上げられる。

表－4 駅部深さ一覧（ホームの深さ）

駅名	深さ m	駅名	深さ m	駅名	深さ m	駅名	深さ m
新宿西口	21.9	本郷三丁目	23.2	門前仲町	18.5	六本木(新宿方面)	32.8
東新宿	18.2	上野御徒町	15.5	月島	15.0	〃 (大門方面)	42.3
若松河田	19.4	新御徒町	15.5	勝どき	15.3	青山一丁目	27.0
牛込柳町	21.2	蔵前	17.9	築地市場	15.7	国立競技場	28.4
牛込神楽坂	20.7	両国	15.2	大門	22.8	代々木	20.6
飯田橋	32.1	森下	22.5	赤羽橋	21.0		
春日	22.3	清澄白河	14.7	麻布十番	32.7		

表－5 ホーム駅中心から地上部までの歩行時間概算

駅名	水平歩行距離 m	歩行速度 m/s	歩行時間 sec	階段歩行距離 m	歩行速度 m/s	歩行時間 sec	歩行総時間	
							sec	分・秒
飯田橋	181	1	181	66	0.5	132	313	5分13秒
六本木 (大門方面)	227	1	227	87	0.5	174	401	6分41秒
清澄白河	161	1	161	30	0.5	60	221	3分41秒

5. 事例——飯田橋駅

(1) 駅概要

飯田橋駅は、ホーム部が地下32.1mに位置する。3面シールドおよび箱型6層で大久保通りの下に位置する。地上部には、首都高速5号線、神田川、地下には、神田川分水路、東電シールド、有楽町線、東西線、南北線、洞道と線的施設が大江戸線の中で最も輻輳している。大江戸線駅部は、その最下部に位置するため六本木駅、麻布十番に次いで深い位置にある。乗換接続についても3線が一カ所に接続が集中している

ために難しい計画となっている。特に南北線が駅部を大きく横切するため駅舎の形態が他の駅と異なった形となっている。また、施工においても厳しい計画と施工管理を必要とした。

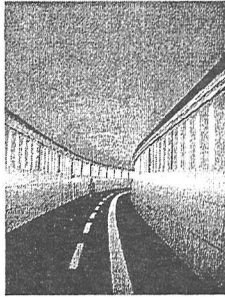
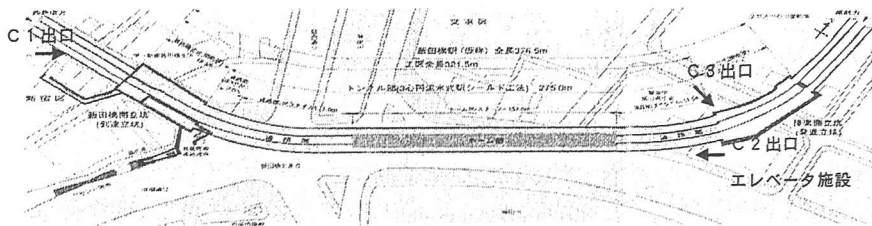


写真-1 通路部分

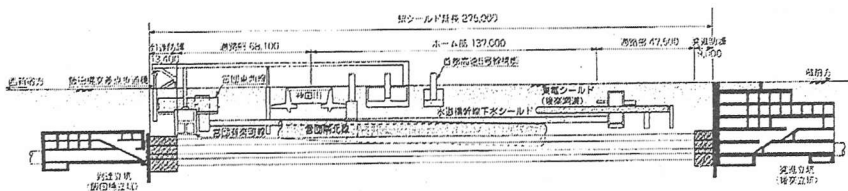


写真-2 階段部分

大江戸線の一般的な駅形態は、中央部にエレベーターと改札口を集約させ安全の確保と経済的な効率を追求したものとなっているが、飯田橋駅は上記施設があるためホーム両端からのアクセスとなっている。そのため、歩行距離が長くなる一方で、ホーム部はシールド工法の構造体を生かした天井高のある空間として見通しが良い計画となっている。(写真-1、写真-2)



平面図



断面図

図-6 飯田橋工区シールド部既設構造図

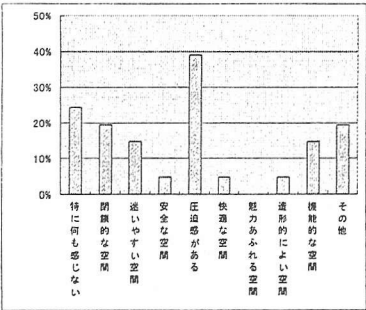
乗換部は、新宿よりの改札部分から有楽町線、南北線の池袋より部分に接続しているが、乗換部分との高低差がある形状となっている。空間的にみると大江戸線の中でも最も複雑な形の一つである。地上部分については、文京区側は、公共施設との合築が行われた結果機能的にすっきりした形になっている。一方の新宿区側は、耐火造の混成率が92.5%、空地率も0%という市街地状況調査からもわかるが出入口の計画が難しい地点の一つであったと想定される。

(2) 個別アンケート結果

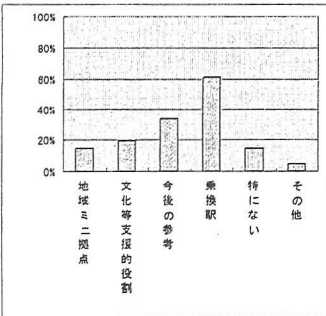
前述のアンケートのうち飯田橋駅の回答数41について分析した。飯田橋駅は今回開通した駅のうち最も乗換が多く、これらを見ると乗換利用路線については、多い順に「有楽町線」、「東西線」となり乗換機能が明確となっている。利用者の既存の地下鉄イメージは、全体のアンケート結果と同様の傾向であるが機能的な面について低くなっている。従来の地下鉄ホームイメージも「圧迫感がある」が39.0%と高く地下空

間としての課題を示している。(図－7)

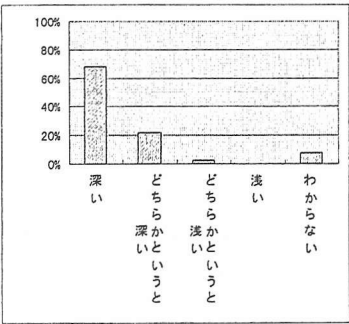
大江戸線に期待する点については、「鉄道混雑の緩和」が28.0%と多いが、「道路混雑の緩和」、「駅周辺の活性化」は同率である。(図－8) 深さについては90%以上の人が深いと感じておりその実質深さとして50%以上の人が40mと答え、深いというイメージから深さを多めに予測していると考える。(図－9)



図－7 従来の地下駅のホームイメージ(飯田橋駅)



図－8 大江戸線の駅への期待すること(飯田橋駅)



図－9 深さの感覚(飯田橋駅)

最後に、飯田橋駅で印象に残った施設、デザイン等について記述式で記したところ表－6のような形で回答があった。全体に快適と答えた割合が高くアンケート数41回答のうち24(58.5%)に記入があった。それをまとめると照明が明るいという割合は34.1%が快適と答えている。一方でデザインとして、「ホームへの通路」「ホームの天井・柱」について24.4%「緑の照明」については14.6%が、快適な印象が残ったことを示している。これらをみると今回大江戸線の駅部にデザインを取り入れたことで全体アンケートの従来の地下鉄駅のイメージとは違った見方が示されたと考える。特に駅ごとに特徴づけたデザインが利用者の目から見て印象の強いものと写っている。一方で、大江戸線に関するコメント(評価)についても記述式で聞いた回答をま

とめると表－7となる。ここでは「エスカレーター(下り)が少ない」「乗換が不便」等マイナスイメージの回答が多くなっている。

表－6 印象に残った施設、デザイン

項目	快適(%)	どちらでもない(%)	不快(%)
グリーン色の照明施設	14.6%	12.2%	2.4%
ホームへの通路	24.4%		7.3%
ホームの柱	9.8%	2.4%	
ホームの天井	14.6%	4.9%	4.9%
デザインされたベンチ	2.4%		9.8%
ゆとりの空間	2.4%		
通路の赤いパイプ	2.4%		
コンクリート打ち放し		4.9%	7.3%
その他	24.4%	7.3%	19.5%

表－7 大江戸線のコメント(評価)

項目	%
エスカレーターが少ない	26.8%
乗換が不便	26.8%
車内が狭い	19.5%
ホームまでが長い	17.1%
バス廃止	7.3%
案内標識がわからない	4.9%
寒色系は冷たい感じ	4.9%
その他	58.5%

表－6、7をあわせてみると乗換時間等マイナスイメージがある一方で、エスカレーターやホームへの通路部への快適性を示す回答があり、物理的な課題についてデザインの配慮によって改善の可能性を示している。

6. まとめ

前記までの知見をまとめると以下の通りとなる。

- ① アンケート調査より、地下鉄利用者は交通混雑の解消と地域の活性化に資するという評価の一方で、地下空間が閉鎖的で圧迫感があるという課題があると指摘している。
- ② 大江戸線駅部地域市街地状況から、乗換駅、鉄道不便駅等市街地状況に差異があるが、駅部周辺は耐火率も高く比較的市街地としての安全性があり、災害時の待避空間としての可能性を有している。
- ③ 駅部計画について、先行地下施設構造物やその離隔空間確保等から乗換動線や歩行距離等に大きな制約を与え、その結果として地下空間の迷路性を助長している。
- ④ 飯田橋駅事例では、地上部では地域の耐火道の混成率が高く出入口設定に制約を受け、地下部では他施設との輻輳がホーム部から地上への歩行距離長くしている。利用者は乗換時間の長さを課題と指摘しているが、一方ではその最も時間的にかかる通路、階段部をデザインとして快適な印象を持つと評価している。

特に④から大深度地下における安全性においては、人々の物理的な安全性と心理的面を考える必要があり、特に後者の対応として、施設が持つイメージを良くすることが重要である。そのような意味でも大江戸線のデザインによる緩和効果は高いものがある。人間の避難上の心理としては、「いつも使っている出入口や階段の方向へ向かう。」「明るい方向に向かう習性がある。」「開かれた空間の方向をめざす。」というようなことが指摘されているが、今回の調査で、飯田橋駅のエスカレーター部分および通路部分は、利用者にとって「長い」、「乗換が不便」というマイナスの評価ある中で、「快適である」という評価も出されている。このようなデザイン的な要素によって評価をあげていくことも、無味乾燥な地下施設、土木構築物への親しみをまし、災害時の対応をしやすくする可能性がある。

今後、都市では地下施設の計画的利用の再検討、地上出入り口へのエレベーター避難等避難時のエスカレーター、エレベーター利用を検討していく必要があり、そのときに、接続線への誘導方策も含め、デザインの効果評価を行いさらにデザインから安全性を高める方策を検討していくことが重要と考える。

参考引用文献

- 1) 西 淳二他 都営地下鉄大江戸線各駅の感覚深さと実際深さ 土木学会学術講演会論文 2001年
- 2) 文野 洋他 都営地下鉄大江戸線のアンケート調査 土木学会学術講演会論文 2001年
- 3) 田中 正他 大江戸線の立地特色と利用者属性 土木学会学術講演会論文 2001年
- 4) 東京消防庁 東京都の市街地状況調査報告(第5回) 1995年3月
- 5) 東京都交通局 伸びゆく地下鉄 大江戸線 2000年4月
- 6) 東京都交通局 都営地下鉄12号線環状部の必要性と整備効果 1999年
- 7) 遠藤浩三他 地下鉄建設ハンドブック 1973年8月 山海堂 pp.178
- 8) 財団法人 鉄道総合技術研究所 深度地下鉄道 技術と課題 1988年9月 pp.137
- 9) 社団法人 日本鉄道建設業協会 大深度地下鉄道に関する調査 2000年6月
- 10) 東京都地下鉄建設株式会社 地下鉄12号線環状部(西新宿・新宿間)実施計画書 1992年10月
- 11) 地下鉄12号線環状部飯田橋駅(仮称)工区建設工事パンフレット