

避難距離期待値を用いた避難経路の明解性の評価に関する研究

野 竹 宏 彰
(和泉研究室)
海老原 学
(和泉研究室)
矢 代 嘉 郎
(技術研究所)

§1. はじめに

建築物が大規模化／高層化し、利用用途の複合化が進んでいる。複合用途建築物では、火災時の在館者の人命安全性確保の観点から、用途別の空間構成がなされ、それらが結合した形で建築物全体の空間が形成される。このことによって、複合用途建築物では避難行動上で利用される経路の関係が、単一用途建築物の場合と比較して複雑になることが多い。特に、平面の大規模化はその傾向を強める可能性が高く、避難安全性を確保する上で、避難経路のもつ複雑さを評価することが重要となる。一方、従来の仕様書的な建築基準法に代わる性能設計の概念に基づく基準の作成が進められている¹⁾。そして、避難経路の設計に関わる基準の策定に関して、その要求性能を明確にすることが望まれている。

本報では、避難経路のもつ安全性を評価する上で、また、その要求性能として重要な避難経路の明解性(単純さ／複雑さ)の評価方法について考察する。ここではまず、明解性評価に関連した指標^{2)~4)}を紹介し、その特徴と問題点を明らかにする。続いて、著者等が提案する避難距離の期待値に基づく明解性の評価方法^{注)}について示し、指標の特徴について考察する。

§2. 明解性の評価の考え方

避難経路の明解性を評価するには、図-1に示すように「経路構成上の単純さ」と「避難行動上の簡便さ」の2つの視点が存在すると考えている。「経路構成上の単純さ」とは、経路総延長が短いとか、曲がり角や分岐の数が少ないといったことであり、

注) 現在、日本建築学会防火委員会火災安全小委員会において、筆者等を中心に検討を行っている。

経路の幾何学的関係に着目した視点である。「避難行動上の簡便さ」とは、迷いにくい、出口を見つけやすいといった避難者の意思決定の要因に着目した視点である。前者は設計段階で設計者が図面上から得られる情報で判断できる通路構成のわかりやすさという意味合いが強いのにに対し、後者は避難者が実際に避難することを想定した場合の迷いにくさという意味合いが強い。後者には通路の幾何学的なつながりだけでなく、避難誘導設備や実際の火災時の煙の濃度等の影響も無視できないと考えられる。また、この両者は相互作用的な関係にあり、一方があるレベルに達していればもう一方のレベルもある程度確保されているとみなせると思われる。その関係を明らかにした上で、避難経路の明解性をどのように評価すべきかを考える必要があるが、著者等は、両者のうちでも「通路構成上の単純さ」の視点に重点を置き、避難経路の明解性の評価に関して、フロア内の経路構成全体がどの程度明解であるかということの評価することを目的とした。

また、設計段階での適用性を考慮して、経路の明解性を評価する上で、平面図レベルの情報に基づいて経路を抽象化(モデル化)することを考え、経路をノードとリンクで表現するネットワークモデル化を採用することにした。ノードは、避難行動上の起点と終点および避難行動上で何らか意思決定を行う必要のある地点を示し、以下に示すルールに基づいて設定することにした。

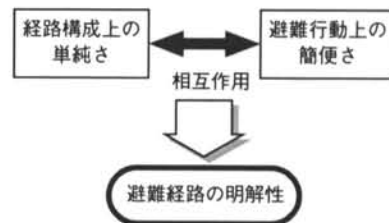
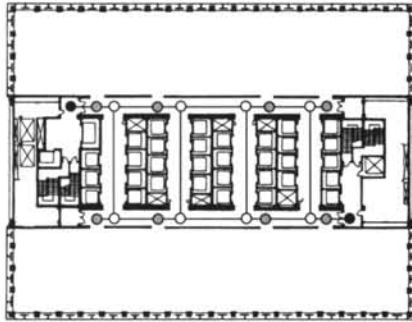


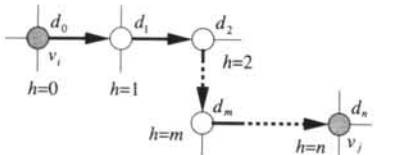
図-1 避難経路の明解性の評価の概念図

- 分岐点 (十字路やT字路)
 - 見通しの利かない曲がり角
 - 行き止まり
 - フロアにおいて避難完了とみなせる場所 (避難階段に併設されている附室等)
 - 避難開始地点 (経路に接続している居室のドア前等)
- リンクは、設定されたノード間の接続関係を表現し、各リンクにはノード間の距離をパラメータとし



○：分岐点 ●：附室 —：リンク
○：居室ドア前のノード
(計算実行時には1点だけを考慮)

図-2 ネットワークモデルの例



v_i : 起点ノード v_j : 終点ノード d_h : ノードの次数
 h : 起点から終点に向かう際に通過するノードの順番
 c_{ij} : ノード v_i とノード v_j 間の吉村の指標

$$c_{ij} = d_0^{-1} \times d_1^{-1} \times d_2^{-1} \times \dots \times d_m^{-1} \times \dots \\ = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} \times \dots \times \frac{1}{3} \times \dots = \prod d_h^{-1}$$

(a) 吉村の指標



n^+ (→, ←, ↔): Positive Instance の数
 n^- (↔): Negative Instance の数
 H : Donegan の指標

$$p^+ = \frac{n^+}{n^+ + n^-} = \frac{4}{6}, \quad p^- = \frac{n^-}{n^+ + n^-} = \frac{2}{6} \\ H = -(n^+) \log_2 p^+ - (n^-) \log_2 p^- = 5.51$$

(b) Donegan の指標

図-3 既往の指標算定方法の概念図

建築物名称	OSB	FSB	SLT	SMB	LMT	NSB
ノード数	6	6	6	10	10	14
リンク数	5	5	6	12	10	14
始点の数	4	18	10	8	20	16
終点の数	2	4	2	2	2	4
次数の和	7	6	10	22	17	21
通路延長(m)	52	118	95	136	149	236
ループ有無	無	無	有	有	有	有

表-1 ネットワークモデルの概要

て設定した、オフィスビルの平面図を対象に作成したネットワークモデルの例を図-2に示す。

§3. 既往の指標に対する考察

ここでは、吉村²⁾, ³⁾とDonegan⁴⁾の提案している経路の複雑さを定量化した指標を考察する。図-3に各指標の概念図を示す。両指標は、いずれも経路をネットワークモデル化して起終点間の最短経路に着目し、2点間の経路の違いによる単純さ/複雑さの違いを相対的に比較できる指標である。吉村の指標は、値が1.0に近いほど、Doneganの指標は0.0に近いほど経路が明解ということになる。

表-1に示すオフィスビルの平面図を対象に構築されたネットワークモデル用いて両指標を算定した。実建築物を対象とした場合に起終点間の最短経路が複数存在する場合があるが、その際には、両指標とも各最短経路で算定された値の平均値を起終点間の指標として採用することにした。また、Doneganの指標は、ループを有する経路構成への適用は考えられていないが、起終点間の最短経路のみ有効な経路としてとらえるといった形で取り扱うことにした。なお、オフィスビルでは、2方向避難が考えられているが、ここでは起点から遠い方の終点を採用した。

図-4に各指標の計算結果を示す。両指標とも起点が複数存在するため各起終点間で算定された値の平均値で示す。図-4(a)から分かるように吉村の指標とDoneganの指標の間には若干の相関がある。一方で、吉村の指標はネットワークモデルのノードの次数の和と、Doneganの指標はリンクの総数との相関が高い(図-4(b), (c)参照)。このことは、避難経路全体の明解性の評価に各起終点間で算定された値の平均値を採用すると、ネットワークモデルの基本的な特徴を表す数値で両指標のレベルの推定

が可能であることを示す。一方で、経路のつながりや経路総延長といった経路構成の違いの影響を的確に捉えているとはいいがたい。と同時に、どのレベルで経路構成が明解であるかを判断しにくい状況にある。

§ 4. 避難距離期待値の明解性評価指標としての特徴

4.1 距離に着目した評価指標の提案

第3章において、既往の指標では経路構成の明解さに対する許容レベルの線引きが難しいという問題点が明らかになった。この章では、より設計者の直感に訴える単位を持つ指標を用いて明解性を評価することを考える。方法としては避難時間で測ること、避難距離で測ることの2つが考えられる。しかし時間で考える場合には、歩行速度やフロアの混雑状況などの細かい仮定が必要である。距離の指標であればこれらの不確定な要因は考慮せず、フロアの平面プランの通路構成情報のみから値の算出が可能である。また、距離指標ならば現行の建築基準法の最大歩行距離規定等との対応づけも容易であると考えられる。

このことから本研究では、明解性評価の指標として避難距離に着目する。さらに、既往の指標では、指標の値を導出する段階で最短経路だけしか考慮していないが、避難時の混乱した状況下で全ての人が最短経路を通して避難できるとは必ずしも言いがたい。そこで本研究では、建築平面内で迷う可能性をも考慮した「避難距離期待値」という指標を提案する。

4.2 避難距離の期待値の算出方法

避難距離の期待値を算出するために、まず建築物内の通路をノード（頂点）とリンク（辺）からなるネットワークとしてモデル化する（以下「通路ネットワーク」と呼ぶ）。ノードは基本的に避難者が経路を選択する意思決定を行う場所を表すものとする。リンクは通路に沿ってノード間を結び、距離情報を持つ。通路幅、滞留者の有無や煙の状況などの要因はモデル化には含めない。

ここで言う避難距離は、通路ネットワーク内の1つのノードを起点として平面内を移動し、階段や出口（複数存在する場合はそのいずれか）に到達するまでに要した距離のことを指す。移動途中のノードでは、次に進む経路の選択を確率的に行うものとする。選択確率の与え方に関しては、後戻りも含めて全くランダムに選択されるとする。具体的には、各ノードに接続している通路の本数（ノードの次数）の逆数を選択確率として与える。選択確率に基づいて進む経路が決定された段階で、途中で引き返すことなくリンクに沿って次のノードに進み、その間のリンクの長さが避難距離として加算される。ノードを経る度に繰り返される確率的な経路選択の結果として起点から出口（終点）までの一本の経路が定まり、避難距離が確定する。

このようにして求められる避難距離は、同じ起点から算出してもノードでの経路選択の組み合わせに応じて値にバラツキが生じ、また、値によって生じる頻度も異なる。すなわち、避難距離は確率的な分布をもつ。図-5に避難距離の分布の例を示す。これは図中の通路ネットワーク上の起点から終点に到達するまでの避難距離の分布であり、計算機上でモ

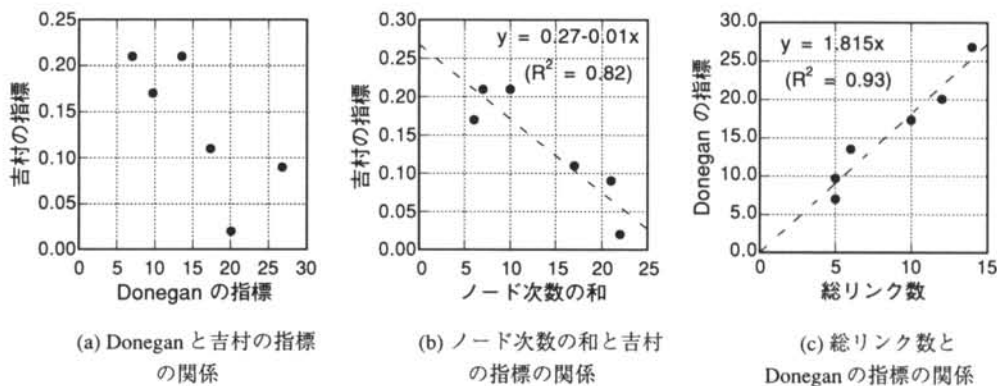


図-4 指標の算定結果

ンテカルロシミュレーションを行って繰り返し（ここでは10万回）行うことによって求められる。

分布の形状から、避難距離は最短距離をとる確率が最も高く、避難距離が長くなる頻度は徐々に低減していることがわかる。この避難距離分布のピークの高さや裾野の広がり等の形状は、通路ネットワークによって異なる。分布の裾が右側に伸びることは避難距離が長くなる確率が増加することに他ならず、ある意味で迷いやすさを評価していると考えられ、通路ネットワークの明解性が低いことを意味する。すなわち、この分布は通路構成の持つ明解性を反映した分布であると言える。避難距離の分布の代表値として、期待値を考える。期待値の大きさは分布の裾の伸び方に左右される。図-5中の破線は期待値の位置を示している。

ここで述べた「避難距離の期待値」(Expected Travel Distance, 以下ETDと記す)は通路ネットワーク内で各ノードを起点にして算出することが可能である。平面全体の明解さを評価するため、通路ネットワーク内の全ての起点となるノードからETDを算出し、その平均をとる。この値を「平均避難距離期待値」(Average of Expected Travel Distance, 以下AETDと記す)と呼ぶ。この2つの指標算定の手順を図-6に示す。

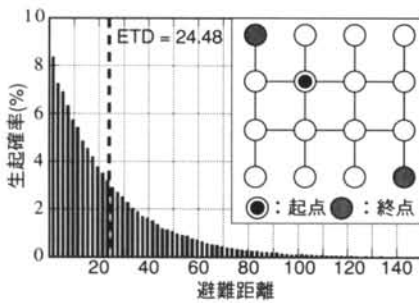


図-5 避難距離の分布の例

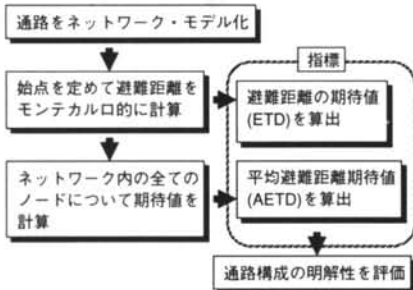


図-6 避難距離の期待値の算出フロー

4.3 単純なネットワークでの適用例

避難経路の明解性に影響を与える通路構成の特徴として、通路の総延長、分岐や曲がり（ノード）の個数、出口の数および配置、行き止まりの配置が考えられる。これらの特徴がAETDに及ぼす影響について考察を行った。考察にあたっては、リンクの長さが全て1の単純なネットワークモデルをいくつか作り、実際にETD及びAETDを計算して通路構成上の特徴を変えた時の値の変化を分析した。

4.3.1 総延長および出口の次数とAETDの関係

まず始めに総延長とAETDの関係について考察する。適用するネットワークモデルを図-7に示す。ループの有無の影響と出口の個数の影響をみるため、通路ネットワークを大きく3種類に分類し、計23例についてAETDを求めた。総延長とAETDの散布図を図-8に示す。全体として総延長が大きくなればAETDも大きくなるという傾向は見られるものの、同じ総延長でも出口の個数によって大きくAETDが異なっており、全体としては右上がりに並んだ複数の点列が形成されているように見える。

AETDは出口の数にも影響を受けると考えられるので、総延長を出口の次数（出口ノードに接続するリンクの本数）で除した値とAETDとの関係を見ると、点列が一つにまとまった（図-9参照）、即ち、AETDはループの有無に関わらず、総延長を出口の次数で割った値と線形の相関を持ち、次のような式で表すことができる。

$$E = m \cdot \frac{\Lambda}{d} \quad \dots (1)$$

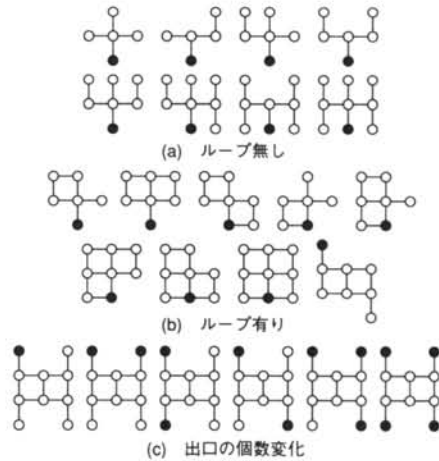


図-7 適用したモデル

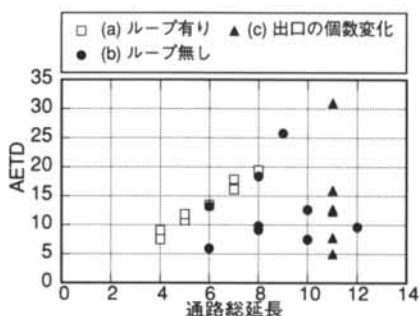


図-8 総延長とAETDの散布図

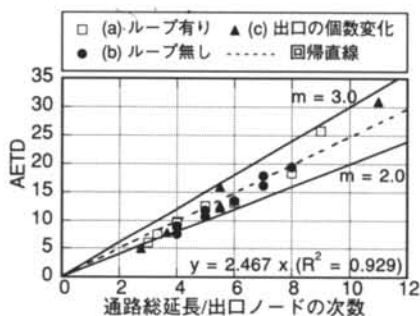


図-9 総延長/出口の次数とAETDの関係

ここに、

E : AETDの値

Λ : 通路ネットワークの総延長

d : 出口ノードの次数の和

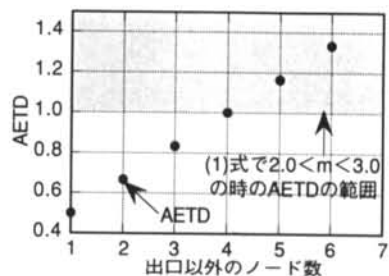
m : 線形関係の傾き

今回のモデルでの適用例においては、 $m=2.0$ と $m=3.0$ の2本の直線に囲まれた範囲内にほぼ全ての点が含まれている。出口ノードの次数を出口の数と考えれば、AETDは総延長と出口の数によって規定されるといえる。AETDを低く押さえるためには、通路の規模に応じた出口を設置する必要があることをこの結果は示唆している。

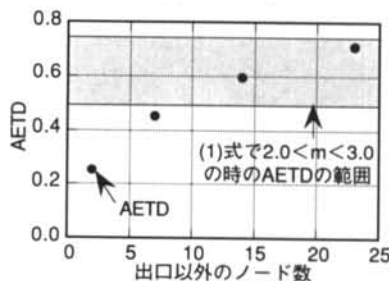
4.3.2 ノードの個数とAETDの関係

通路構成をネットワークモデル化するには、ノードをどこに設置するかというモデル化の仕方が常に問題になる。期待値の算定において、ノードの個数はAETDに影響を与えると考えられるので、この点について考察する。この項では、総延長を固定してノードの個数が異なる場合を取り扱い、ノードの個数と期待値の関係を明らかにすることを目的とした。

適用例として図-10の(a)、(b)に示すような直線型と格子型の2種類のネットワークを設定し、両者の



(a) 直線型の形状



(b) 格子型の形状

図-10 総延長一定でノードを増やした場合のAETDの変化。総延長を1に固定して、ノード数を増やした時のAETDの変化の傾向を調べた。直線型は曲がりの数が増えることを想定し、格子型の場合は格子の数が増加することを想定している。ネットワーク内の出口ノードの個数はいずれも2、出口ノードの次数の和は直線型が2、格子型が4である。ネットワーク内のリンクの長さはどれも等しいとする。図-10は横軸に出口を除くノード数を取り、両者のAETDの変化の傾向を示している。ノードの増加に対するAETDの変化の傾向は直線型では線形であり、格子型では放物線的な傾向を示している。総延長が1で固定されているため、リンクの数が増えるほど、1辺の長さは短くなっている。格子型ではノードの増え方は大きいとその分リンクの増え方も大きく、結果として1本のリンクの長さが直線型よりも急激に短くなっているためAETDの増加の傾向がノードの増加に比べて小さくなっているものと推察される。

計算上ではノード数を増やせば増やすほど

AETDは増加することになるが、実際のレベルを押さえておくために、前項の(1)式のAETDと総延長、出口の次数の和との関係式を用いて、傾き m の値を $2.0 < m < 3.0$ とした場合の範囲を図-10に示す。直線型では出口以外のノード数が5つ程度、格子型では 4×4 程度のネットワークモデルが前項で設定した単純なネットワークモデルと同様の明解さを有するレベルであると推定される。

4.3.3 出口の配置とAETDの関係

出口の配置状況とAETDの関係を調べるため、図-11のような2種類の通路ネットワークを設定した。両者はいずれも 2×2 の格子状のネットワークであり、同数の出口を有するものとする。出口の数を1つずつ増やした時のAETDの変化の傾向をみるが、図の(a)では分散配置し、(b)では集中配置する。

出口の数を1から9まで変化させた時の両ネットワークのAETDをプロットした結果を図-12に示す。この図から、同数の出口を配置するのであれば、集中配置よりも、分散配置にした方がAETDが小さくなるのがわかる。図-13では、4つの出口を集中配置した場合と分散配置した場合での避難距離の分布の違いを並べて示す。最短経路の距離は同じでもその発生確率は集中配置の方が小さく、分布の右側の裾も集中配置の方が長くなっており、これらがETDおよびAETDに差がつく原因であると考え

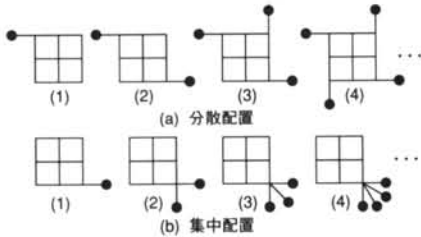


図-11 出口の集中・分散配置の例

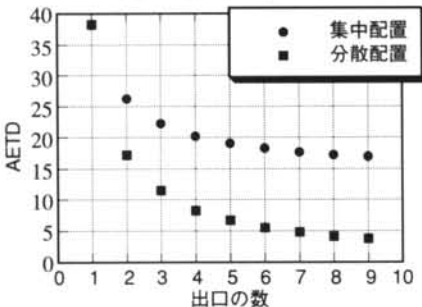


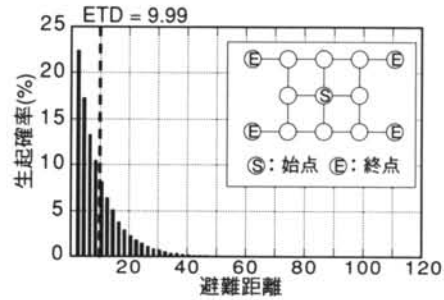
図-12 出口の配置によるAETDの変化

られる。

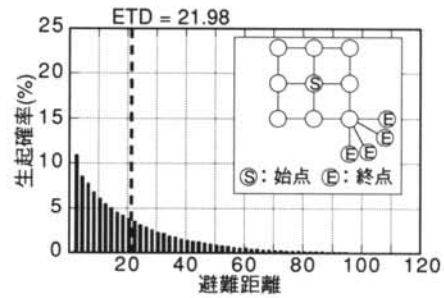
また、図-12では出口の個数の増え方とAETDの減り方は比例しておらず、出口を1つ追加することによるAETDの低減の度合いは出口が増えるに従って小さくなる傾向がある。これは出口を必要以上に増やしてもAETDの効率的な低減は期待できないことを表し、この意味で避難距離の観点からは通路構成の規模に応じた最適な出口数を決められる可能性を示している。

4.3.4 行き止まりとAETDの関係

行き止まりがAETDに及ぼす影響を調べるため、図-14のような3種類の通路ネットワークを設定した。ネットワークはいずれも 2×2 の正方格子状の



(a) 分散配置の場合



(b) 集中配置の場合

図-13 出口の配置による避難距離の分布の違い

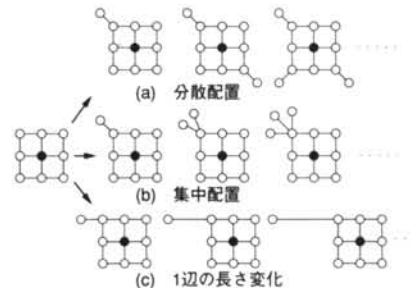


図-14 行き止まりの配置パターン

ネットワークであり、中心部に出口ノードを設置する。外周部の隅のノードに行き止まりを設けるが、図の(a)では行き止まりを分散配置し、(b)では行き止まりを集中配置し、(c)では1箇所の行き止まりの長さを1ずつ伸ばす。行き止まりの個数あるいは長さを変化させてAETDの変化の傾向を分析した。

行き止まり部分の長さとのAETDの関係をパターン別にプロットしたものを図-15に示す。図中の3種類の点はほとんど重なっており、変化の傾向は3つともほぼ等しい。このことから、行き止まりの配置の違いはAETDの変化の傾向には影響を及ぼさないことがわかる。行き止まりの増加は個数やそれらの配置よりも、行き止まり部分が増えることによる総延長の増加への影響の方が強いといえる。

4.3.5 分岐の確率を変化させた場合

この項では経路選択の違いを考慮して、後戻りする確率を変えた場合を取り扱う。今まではランダム歩行を仮定していた。すなわち、図-16(a)のようなネットワークがあるとき、ノードcでの各経路の選択確率は次式で設定していた。

$$p_c = \frac{1}{d_c} \quad \dots(2)$$

ここに、

p_c : ノードcにおける各経路の選択確率
 d_c : ノードcの次数

これに対し今回は、確率の初期値は次数の逆数で与えるが、移動の方向を考慮し、後戻りの確率を減じることを考え、図-16(b)のようにaからcにきた時、cでの後戻りする確率を低減させる意味で次式で設定した。

$$p_{ca} = \gamma \frac{1}{d_c} \quad \dots(3)$$

ここに、

p_{ca} : ノードcからノードaへの経路の選択確率

d_c : ノードcの次数
 γ : 低減率 ($0 \leq \gamma \leq 1$)

なお、後戻りの確率を低減させた分は、他の経路の選択確率に等配分させることを仮定して次式のように設定した。

$$\begin{aligned} p_{cb} &= p_{cd} = p_{ce} \\ &= \frac{1}{d_c} + \frac{(1-\gamma)}{d_c(d_c-1)} = \frac{(d_c-\gamma)}{d_c(d_c-1)} \quad \dots(4) \end{aligned}$$

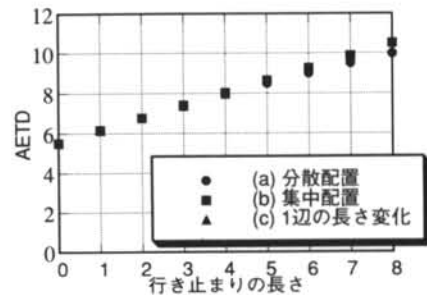


図-15 行き止まりの長さとのAETD

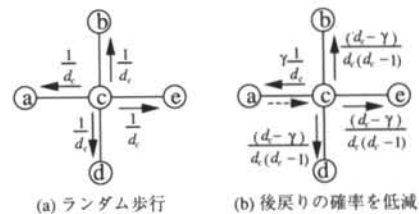


図-16 選択確率の与え方

以前に通過したノードに再び戻った場合は、その時点で設定されている確率を再配分することにした。これにより、避難行動上の学習効果のある程度反映させたこととなっている。低減率 $\gamma=1.0$ は従来と同じランダム歩行に相当し、 $\gamma=0.0$ 場合は直前のノードには戻らない動きを表す。図-17に示すネットワークモデルにおいて、低減率 $\gamma=0.0, 0.5, 1.0$ の場合の避難距離の確率分布とETDを示す。この図から低減率が小さくなると分布のばらつきが小さくなり、その結果ETDが小さくなることがわかる。

次にネットワーク形状の違いに対して γ がAETDの変化に与える影響について検討した。図-18に示す6つのネットワークにおいて γ を0.0から1.0まで0.1ごとに変えてAETDを求め、変化の傾向を調べた。図-19にAETDの算定結果を示す。また、各モデルにおける $\gamma=1.0$ のAETDを基準とした値の比率を図-20に示す。これらの図からAETDは低減率 γ の減少に応じて小さくなるという大まかな傾向は同じであるが、その細かい変化の度合いはモデルによって異なっていることがわかる。図-20で γ ごとにネットワーク間の比率の値を見ていくと、 $\gamma=0.0$ の時以外は(F)の値が他よりも下回っている。これは(F)のネットワークでは $\gamma=1.0$ のときにAETDの値が他に比べて急激に大きくなっていることを意味する。(A)から(E)は $\gamma=0.3$ 以下で比率の値に差が生じてきている。

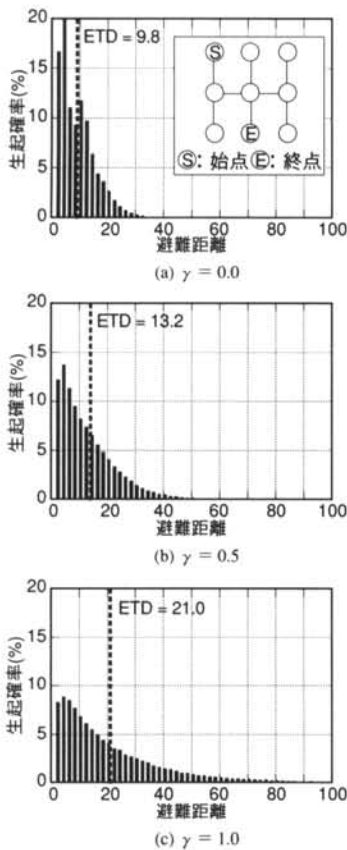


図-17 後戻り確率の低減率を変えたときの回避距離分布

低減率 α の変化は避難者の行動の多様性を意味すると考えられるので、この影響が小さいネットワークは避難行動の多様性を仮定してもAETDの変化が小さい、つまりは避難行動の違いにAETDが左右されにくいと考えられる。どのような特性を有するネットワークで、 γ に対するAETDの変化が小さくなるかについては、今後のより詳細な検討が必要であると考えている。

4.4 適用結果に対する考察のまとめ

前節では単純なネットワークモデルへの適用結果を中心に、AETDの指標の特徴に関する考察を行った。結果の中で特に重要な点は、AETDが総延長を出口の次数で除した値と相関関係があるということである。このことはモンテカルロシミュレーションを行って求めねばならないAETDの値がネットワークの基本特性の一つである通路総延長と出口の次数の和という2つから略算できる可能性を示している。

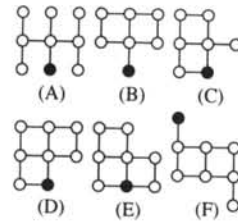


図-18 適用したネットワーク

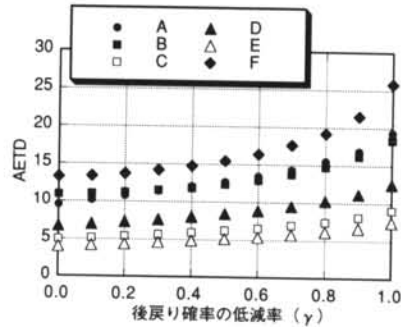


図-19 α を変えたときのAETDの変化

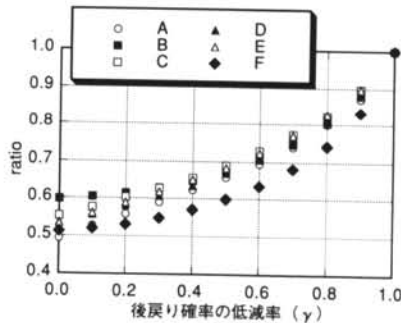


図-20 $\alpha=1.0$ を基準としたAETDの比率

AETDの値のレベルが、コンピュータによるシミュレーションを行わずに略算式によって算出可能であるということは、設計段階での適用性を考えた場合にメリットが大きいといえる。今後さらに適用例を増やして回帰式ないしは上限をpushする式についてより詳細に検討することが必要であると考えている。

§ 5. 実建物への適用例

単純なネットワークでの適用例で得られた結果が、実建物へ適用したときにも有効かどうかを確かめるため、表-1に示すオフィスビルに加えてショッピングセンター2件と地下街1件を合わせた計9例に

ついてネットワークモデルを作成し、AETDを求めた。

実建物での適用結果はケーススタディの個数が少ないので今後より詳細な検討が必要であるが、総延長及び出口の回数とAETDの関係について検討した結果、図-21に示すように回帰係数が2.51となり、図-9に示した単純なネットワークでの適用の際に得られた回帰式の傾きとほぼ同じ値が得られた。このことから、第4章で得られたAETDとネットワークの基本特性との間の相関関係は、実建物への適用に対しても当てはまるといえる。

現段階でAETDはネットワークの基本特性を用いて以下に示す式との相関性があることを確認している(図-22参照)。

$$E = \beta \cdot \frac{(N - N_e)^{1/4} \cdot \Lambda}{d_e} \quad \dots\dots(5)$$

ここで、

- E: AETDの値
- N: 全ノード数
- N_e: 出口ノードの個数
- Λ: 通路総延長
- d_e: 出口ノードの次数の和
- β: 傾き

§6. まとめ

本報では、避難経路の明解性を評価する方法について考察した。既往の2つの評価指標に関して考察を行った結果、問題点として以下の点を確認し、既往の指標では的確に避難経路構成全体の明解性を評価することが難しいことがわかった。

- 1) 出口の位置や通路総延長等の経路構成の違いの影響を的確に捉えているとはいえないこと
- 2) 指標の数値が単位を持たない値であるため、明解性のレベルの線引きが難しいこと
- 3) 値の導出の際に最短経路しか考慮していないこと

これに対し筆者等は、新たな明解性の指標として「避難距離の期待値(ETD)」及びネットワーク内におけるETDの平均値である「平均避難距離期待値(AETD)」を提示し、指標の特徴として以下のような点が確認された。

- 1) AETDと通路延長および出口の関係においては、

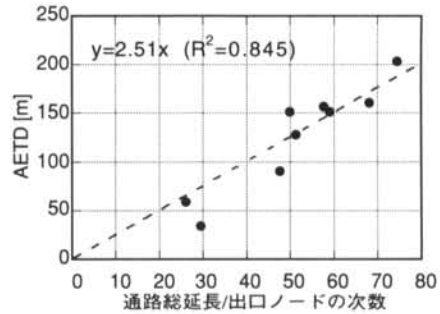


図-21 総延長/出口の回数とAETDの関係(実建物での適用例)

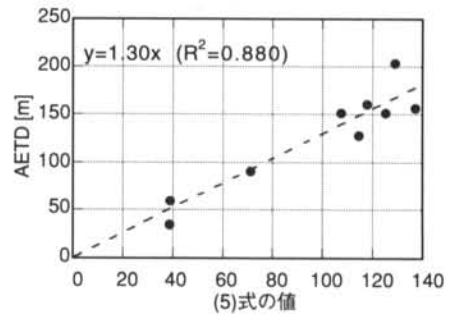


図-22 AETDと略算式の散布図(実建物での適用例)

AETDは通路の総延長を出口の回数で除した値と線形の相関があり、この相関関係は仮想的なネットワークだけでなく実建物での適用例でも当てはまる結果であること

- 2) 出口の集中、分散配置に対するAETDの違いについて検討した結果、出口を分散して配置すると効率よくAETDを小さくすることができること
- 3) 総延長が一定でノード数が増加する場合のAETDの変化の傾向について、直線型と格子型のネットワークにおけるノード数の増え方に対するAETDの変化の傾向が確認され、単純なネットワークモデルでの適用結果と整合するノード数が示されたこと
- 4) 直前のノードに戻る確率に対するAETDの変化の傾向について、後戻りする確率が小さくなればAETDは小さくなるが、ネットワークの形状によってAETDの変化傾向が異なること
- 5) 通路総延長、出口の回数、ノード数を用いたAETDの略算式導出の可能性があること

特に、モンテカルロシミュレーションから得られるAETDのレベルをネットワークの基本特性によって略算できる可能性が確認されたことから、扱い

やすさという観点から見てもAETDの避難経路の明解性の指標としての利用可能性は高いといえる。

今後は、実建物での適用例を更に増やし、値の傾向をより詳細に調べると共に、避難時の経路選択に関する事例や実験データのサーベイをふまえて、通路幅員や直進性を加味して確率を配分した場合の

AETDの変化について検討したいと考えている。また、明解性の評価と重要な係わりをもちそうな、ネットワーク内の各ノードで求められたETDのバラツキの評価方法について、簡易式の導出も含めて検討していきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) Tanaka, T. : "State of Art - Development of Performance - Based Fire Safety Design Method of Buildings in Japan" Mini - Symposium Fire Safety Design of Buildings and Fire Safety Engineering, Building Research Institute, (1995.6)
- 2) 吉村英祐: "迷路状空間からの脱出しやすさの計量化について 建物内における避難施設の配置に関する研究 その1" 日本建築学会計画系論文報告集 第375号, (1987年5月) pp.49-56
- 3) 吉村英祐: "目標計画法による避難施設配置の有効性の定量的評価方法について 建物内における避難施設配置に関する研究 その2" 日本建築学会計画系論文報告集 第403号, (1989年9月) pp.9-20
- 4) Donegan et al. : "Egress Complexity of a Building" Fire Safety Science - Proceedings of the Fourth International Symposium, (1994) pp.601-612
- 5) 海老原 学, 野竹宏彰: "ネットワークモデルに基づく避難経路の明解性評価に関する考察" 平成8年度日本火災学会研究発表会概要集, (1996年5月) pp.98-101
- 6) 野竹宏彰, 海老原 学: "避難距離の期待値を用いた避難経路の明解性の評価" 平成8年度日本火災学会研究発表会概要集, (1996年5月) pp.94-97
- 7) 野竹宏彰, 海老原 学: "経路形態および経路選択の違いが避難距離期待値に与える影響" 日本建築学会学術講演梗概集, (1996年9月) pp.155-156
- 8) 吉村英祐: "ランダムウォークモデルによる誘導表示の有効配置の検討" 日本建築学会近畿支部研究報告集, (1989年) pp.273-276
- 9) 海老原 学, 野竹宏彰: "経路のもつ避難距離期待値の推定法方に関する考察" 日本建築学会学術講演梗概集, (1996年9月) pp.153-154
- 10) "建築計画・設計シリーズ(23) 超高層事務所ビル" 市ヶ谷出版社, (1987年)