

ISSN 1346-7328

国総研資料 第443号

平成20年 1月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.443

January 2008

市街地における建物形態の性能基準に関する基礎的研究 ～建築基準法集団規定に関連して～

Basic Study toward Making Performance-based Standards on Dimensional Code of Buildings

— In Relation to the Environmental Regulations on Building Externalities in the Building Standard Law —

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

市街地における建物形態の性能基準に関する基礎的研究
～建築基準法集団規定に関連して～

Basic Study toward Making Performance-based Standards on Dimensional Code of Buildings – In Relation to the Environmental Regulations on Building Externalities in the Building Standard Law –

概要

本資料は、建築物が集団となって形成される市街地において、良好な環境を確保するために必要な技術的基準等に関して実施した研究成果を取りまとめたものである。建築基準法集団規定における形態規制を念頭におき、規制の科学的根拠と「性能」確保の観点から、市街地環境のうち、採光、換気・通風、圧迫感・開放感、防火・避難の各環境を取り上げ、シミュレーションや実験を行いながら、各環境性能に関する定量的評価方法の開発と性能基準の検討を試みている。

キーワード : 建築基準法、集団規定、形態規制、性能基準、採光、換気・通風、圧迫感・開放感、防火・避難

Synopsis

The purpose of the study is seeking basic knowledge to rationalize regulatory codes in the Building Standards Law as performance based standards, in relation to dimensional forms of buildings. The current codes such as the "Slant Line Regulation", which specifies height limit under a specific slant line, have been traditionally implemented, but the function of them is not sufficiently clear with scientific grounds. This study developed examples of performance indicators on impact evaluation for regulatory purpose in daylight, outdoor ventilation, visual oppression, fire-spread and evacuation, by using computer simulations or sensory tests, in correspondence with the dimensional codes.

Key Words : Building Standard Law, Environmental Regulations on Building Externalities, Dimensional Code of Buildings, Performance-based Standards, Daylight, Outdoor Ventilation, Visual Oppression, Fire-spread and Evacuation

はしがき

本資料は、都市研究部が中心となり、建築研究部、住宅研究部、所外の研究者の協力を得て実施した「都市型社会に対応した良好な市街地環境の確保のための調査研究」（行政部費事項立て、2004～2006年度）の研究成果を取りまとめたものである。

市街地における建物間の相隣環境の制御を目的とする建築基準法第3章のいわゆる「集団規定」では、建物高さや壁面位置の制限等、建物の規模・形状・配置を制限する「形態規制」を実現手段の一つとしている。形態規制は、相隣空間における採光、通風、開放性等の環境確保を目的としているが、近年、建築規制のアカウンタビリティの向上や合理化・規制緩和の要請の中で、その規制効果の定量的検証や性能基準の検討が求められている。

本資料では、建築基準法集団規定における形態規制を念頭におき、規制の科学的根拠と「性能」確保の観点から、市街地環境のうち、採光、換気・通風、圧迫感・開放感、防火・避難の各環境を取り上げ、シミュレーションや実験を行いながら、各環境性能に関する定量的評価方法の開発と性能基準の検討を試みている。

これまで形態規制については、このような科学的アプローチからの研究は前例に乏しく、本研究は本格的かつ体系的に取り組んだ初めての試みであったと言える。ただし、今回対象にできなかった環境要素に関する検討、今回の研究成果の汎用性・実用性の向上、性能水準に関する社会的合意等、今後検討すべき課題はまだ多く残されている。本資料が、形態規制に関する今後の更なる研究発展のための契機となれば幸いである。

なお、本研究を実施するに当たり、国土交通省住宅局市街地建築課、都市・地域整備局都市計画課にご指導いただくとともに、東京大学生産技術研究所の加藤信介教授、黄弘助教、石田義洋産学官連携研究員、東京大学大学院工学系研究科建築学専攻の平手小太郎教授、千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻の宗方淳准教授、関東学院大学人間環境学部人間環境デザイン学科の吉澤望専任講師、独立行政法人建築研究所防火研究グループの萩原一郎上席研究員、早稲田大学人間科学学術院の小島隆矢准教授、芝浦工業大学システム工学部環境システム学科の篠崎道彦教授、桑田仁准教授、斉藤圭氏からは、多くの貴重なご示唆をいただいた。関係各位に記して謝意を表したい。

国土技術政策総合研究所

執筆・編集分担

(敬称略, 所属は平成19年2月時点, ※印は取りまとめ担当)

後藤 隆之	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部長	第1章、第6章
明石 達生	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市計画研究室長	第1章※、第3章、第4章、第6章※
石井 儀光	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市計画研究室主任研究官	第1章、第2章、第3章、第4章※、第5章、第6章
岩見 達也	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市計画研究室主任研究官	第5章※、第6章
勝又 济	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市開発研究室主任研究官	第1章、第2章※、第3章※、第4章、第5章、第6章
澤地 孝男	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部建築新技術研究官	第3章
三木 保弘	国土交通省国土技術政策総合研究所住宅研究部住環境計画研究室主任研究官	第2章
加藤 信介	東京大学生産技術研究所教授	第3章
黄 弘	東京大学生産技術研究所助手 (現・東京大学生産技術研究所助教)	第3章
石田 義洋	東京大学生産技術研究所産学官連携研究員	第3章
平手小太郎	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻助教授 (現・東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授)	第4章
宗方 淳	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻助手 (現・千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻准教授)	第4章
吉澤 望	関東学院大学人間環境学部人間環境デザイン学科専任講師	第4章
萩原 一郎	独立行政法人建築研究所防火研究グループ上席研究員	第5章
小島 隆矢	独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ主任研究員 (現・早稲田大学人間科学学術院准教授)	第4章

<本資料における著作権の取扱いについて>

- 本資料は執筆・編集に携わった関係者全員の共同著作物とします。
- 本資料の著作権は、各著作者（執筆時、国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）の職員であった者を除く。）及び国総研が共有します。
- 国総研は、本資料の共有著作権を代表して行使します。
- ただし、各著作者が執筆した部分を自らの用途のために使用することを妨げません。

目次

第1章 研究の目的と方法

1-1. 研究の背景と意義	1
1-2. 研究の目的	2
1-3. 研究の対象項目	2
1-4. 研究の方法	5

第2章 採光環境

2-1. 居室の採光	9
2-2. 道路の採光	14

第3章 風環境

3-1. 居室の換気	17
3-2. 道路の通風	22

第4章 視覚的環境

第5章 防火・避難環境

第6章 研究の総括と今後の課題

6-1. 研究の総括	43
6-2. 今後の課題	45

参考資料	47
------	----

第1章 研究の目的と方法

1-1. 研究の背景と意義

本研究は、建築物が集団によって形成される市街地において、良好な環境を確保するために必要な技術的基準に関する研究であり、建築物の形態にかかる行政的基準の将来のあり方を念頭において、社会的に求められる「性能」を確保するというアプローチから、いくつかの性能項目に関して技術開発を試みたものである。建築物の形態規制についてのこのようなアプローチの研究は、初の試みである。

現状において、良好な市街地環境の確保を目的とした建築物の形態に関する行政基準には、建築基準法の集団規定がある。集団規定の規制には、①用途地域の区分に応じて建築基準法が独自に一般則として規制基準を規定しているものと、②都市計画手続きというプロセスを経て定められたルールを建築基準法が規制基準として受け止めるものとの二種類があるが、いずれも「建築物に関する最低限の基準」であることが規制の根拠となっている。しかるに、前者については、計画や合意形成といった社会的ファクターを介さずにもっぱら技術的に必要な最低限の要件という位置づけであるが、にもかかわらず、法規範においては、単に画一的な制限値（例えば斜線勾配による高さ制限など）が示されているのみである。即ち、制限値があるから何らかの環境水準の確保に寄与していることは疑いないが、その本来の目的や確保しようとする水準の説明がなく、それゆえに規制の適用を本来の趣旨に立ち返って柔軟に取り扱うという対応が困難である。

他方、現実の市街地の中では、建築物の形態をめぐって様々な不都合や問題がしばしば起きている。そうした事例には、建物の大型化や高度利用、建築デザインの多様化といった規制基準が厳しすぎるといった要求や、他の建築物による環境悪化の被害といった逆に規制基準が不十分といった不満など、規制の緩和と強化の両方の不都合がある。現状において、これらの不都合に対する対応は、地区計画を定めるなど地域のまちづくりによる対応や、総合設計制度など個別の許可基準を持つ制度による対応によっており、解決の方策がないわけではない。しかし、見方を変えれば、規制の目的が機能的な要求としてしっかりと説明されていて、規制の方法が目的に直接的に対応したものとなっているならば、そもそもこのような問題は生じないはずとも考えられる。

わが国は、「都市型社会」の時代にあると言われる。既に急速な都市化の時代を終え、新開発により市街地を形成する時代から、形成されている市街地を再構築することが中心の時代に変わっている。稠密に形成された市街地の中において、豊かさを求める経済活動によって建築物の大型化や高層化が活発になされる一方、都市の生活環境の快適さに対する要求も高度化してきている。そうした中、建築物の形態を規制する行政基準のあり方についても、規制改革の要請を含め、性能的な観点からより明確な目的に基づく合理的な方法を追求する検討が求められている。

こうした社会的な要請を踏まえ、本研究では、建築物の群によって形成される市街地の環境を性能的な各要素から捉え直し、建築物の形態にかかる規制基準を科学的な知見に基づき

合理化することを念頭において、建築物の形態が外部環境に与える影響を定量的に評価する方法に関して基礎的な研究を行った。

1-2. 研究の目的

集団規定に対する社会的要請を踏まえた21世紀のわが国の生活空間にふさわしい快適な市街地環境像（目標とする性能）を設定するとともに、法制度の見直し等に必須の知見として、集団規定によって確保すべき市街地環境の定量的な評価方法を開発し、望ましい性能水準（必要とされる性能のレベル）等を明らかにすることを成果目標とする。

本研究で得られる市街地環境の評価方法や水準に関する研究成果については、国土交通本省における建築基準法等の基本的検討及び法制度の見直し等に反映することを目指す。もって、うるおいと安らぎを与える快適な市街地環境の形成に資することを目的とする。

1-3. 研究の対象項目

本研究では、建築物の形態が市街地の良好な環境に影響を与えていると目される項目を「性能項目」と捉え、それぞれの性能項目に関して検討を加えるアプローチをとった。これは、一般に行政規制の理想的なあり方として、規制によって達成しようとする目的が明確であり、その目的に対して規制という手段が直接的（可能な限り一対一）に対応し、かつ、副作用（規制が目的としない事項に対する悪影響）が少ないことが求められるということに基づくものである。

そこで、人の日常生活および諸活動に関して、それらが支障なく快適に行われることに関係する市街地の環境要素を人間の感覚に即して列挙したところ、光、風（空気）、視覚、その他の心理、音、交通、防災の7つの環境要素が挙げられた。さらに、これらを生活・活動に必要な状態という観点から、「性能項目」に分解した（表1-1）。ここに挙げた性能項目は、最終的にはすべての性能項目について必要な性能が確保される必要があることになる。

表 1-1 研究対象とする性能項目の選定

	性能項目	内容	関連すると考えられる現行規定	研究対象
光	居室の採光	昼間の日常生活が自然光により支障なくおくれる(例:電灯を点けずに読書ができる)。	隣地斜線、道路斜線	○
	道路の採光	昼間の道路環境が明るく快適に確保される(例:生け垣の緑が育つ)	道路斜線	○
	日照	日当たりのよい部屋が確保できる	日影規制	
	反射光・人工照明	まぶしさやけばけばしさで周囲の環境を阻害しない	なし	
風 (空気)	居室の換気	居室内を適切に換気できるように室外が常に新鮮な空気に換気されている	建ぺい率、接道規定、斜線制限(間接的)	○
	道路の通風	夏期に熱が滞留せず、快適な歩行環境が保たれる	建ぺい率、接道規定、斜線制限(間接的)	○
視覚	圧迫感等	建物が周辺住民等に圧迫感等による著しい不快感を与えない	道路斜線、高度地区指定、紛争予防条例など	○
	眺望	建物が他の建物又は公共の場所からの眺望阻害による著しい不快感を与えない	道路斜線、高度地区指定、紛争予防条例など	
	プライバシー	周囲の建物によって私生活がおびやかされることがない	壁面の位置の制限	
防災	防火	急激な延焼の拡大を抑制する	防火地域制	○
	避難	避難場所まで安全に避難できる	防火地域制、接道義務	○
	消火・救助	消火・救助活動が円滑にできるように支援する	防火地域制、接道義務	
音	喧騒・静かさ	騒音・喧騒(出入り交通を含む)が抑えられ、日常生活に支障のない静かさが保たれる	用途規制、密度規制、壁面の位置の制限	
交通	混雑	建物に起因する交通が周囲の道路に混雑を引き起こさない	前面道路幅員による容積率低減	
	安全	建物に起因する交通が事故の危険を増大させない	用途規制、住宅地の容積率	
その他	不安感	周囲に著しい不安感を与える建物がない	用途規制	

柳沢・山島他は、集団規定の有する性格（規制目的）として、以下の3点を挙げている。

- ① 単体建物の構造等の基準を定めた建築基準法第2章のいわゆる「単体規定」の成立を保障するための敷地外空間条件を定めること
- ② 単体規定に定めはないが、その地域で必要とされる蓋然性の高い建築単体性能水準について、設計者（建築主）が欲する場合にそれを実現できるための敷地外空間条件を定めること
- ③ 建築単体性能とは関係が薄い、建築物の集団によって形成される市街地環境のあり方を定めること

つまり、集団規定は、「居室内における良好な環境を確保するのに必要な屋外環境の確保」（上記①②）と、「屋外における良好な環境の確保」（上記③）の、大きく二つの役割を備えていると言える。集団規定の規制目的のイメージを、採光環境、風環境、視覚的環境、防火・避難環境について示すと、図1-1のようになると考えられる。

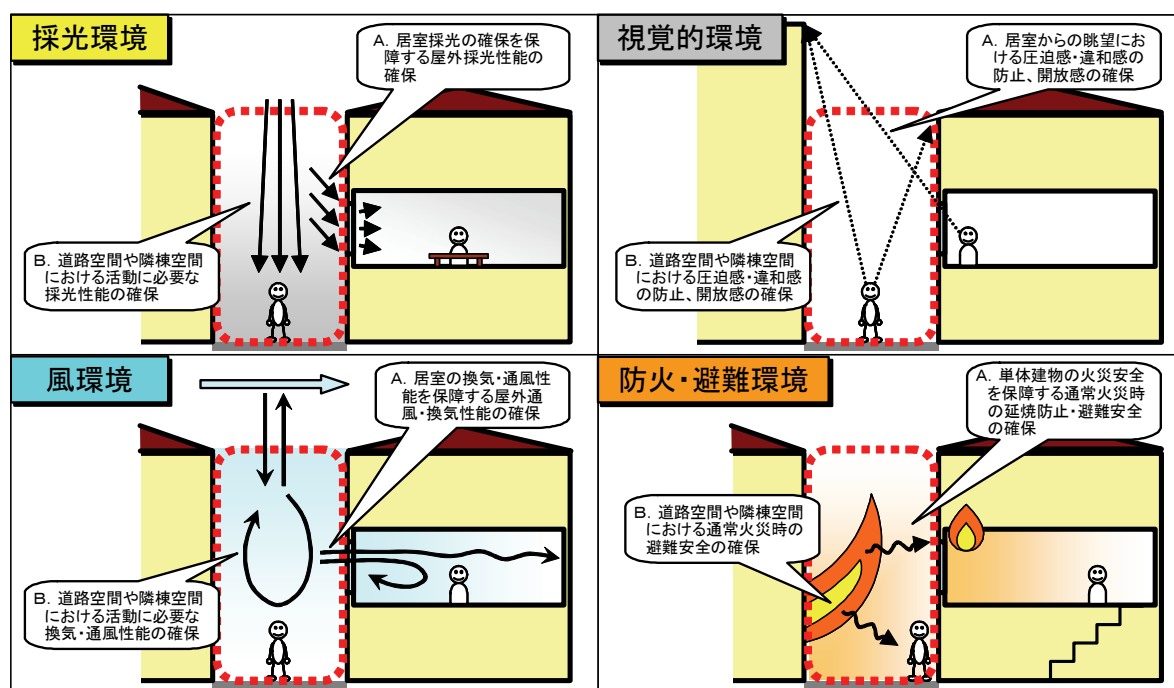


図1-1 集団規定の規制目的のイメージ
(採光環境、風環境、視覚的環境、防火・避難環境)

この集団規定の規制目的も考慮しつつ、研究対象とする性能項目として、光環境のうち採光に関する「居室の採光」（居室内における良好な採光環境を確保するのに必要な屋外の採光環境）と「道路の採光」、風（空気）環境のうち「居室の換気」（居室内における良好な換気環境を確保するのに必要な屋外の換気環境）と「道路の通風」、視覚的環境のうち「圧迫感等」、防災環境のうち「防火・避難」を選定した。

なお、対象とした性能項目と現行の集団規定の関係を考えると、「居室の採光」、「道路の採光」に関しては斜線制限という形で直接的な制限があり、単体規定の採光規定においても窓

の面積という形で規定が存在する。「換気」、「通風」に関しては集団規定では直接的な規定がないが、建ぺい率、接道規定、斜線制限などが間接的に役割を果たしていると見ることができよう。「圧迫感等」については、道路斜線制限が考えられる（ただし、適用距離の問題がある）ほか、都市計画手続きによって高度地区や地区計画等を定める場合に考慮される場合があるが、むしろ大都市を中心とした各地の自治体の独自条例（中高層建築物の建設に関する紛争予防条例）の運用により、建築行政の一部として取り扱われている。

1-4. 研究の方法

建築物における国際的な性能基準の考え方は、ノルディック建築基準委員会が1976年にまとめた「NKBレベルシステム」（表1-2）が原型となっている。わが国の建築基準法の単体規定の改正（1998年）の検討の際にも、これに沿った方法で検討が行われた。このため、本研究においても、NKBレベルシステムをベースにおいて、その順序で体系的に検討を行うこととした。

表1-2 ノルディック建築基準委員会によるNKBレベルシステム

レベル	説明	定義	性質
レベル1 a	目的 (Overall Goals)	社会及びその構成員の観点から重要と考えるべき建築物のあり方に関する全体的な記述	義務的 要求
レベル1 b	機能要求 (Functional Areas)	特定の意図を具体化するため、全体的目標レベルを機能的領域及び原則によって分類して述べた主要な特性	
レベル1 c	要求性能 (Operative Requirements)	様々な機能的領域におけるレベル1 bの下に定めた原則を、建築物の設計及び建設に適用できるようにするための運用上の要件	
レベル2	検証方法 (Verification)	要件への適合性の検証のため定める手引又は指針	任意の 手法
レベル3	例示仕様 (Examples of Acceptable Solutions)	許容できる解の例による補足規定、これらは基準を満足するものと見なされる (deemed to satisfy)	

* STRUKTURERING AV BYGGREGLER (NKB report No 34, 1978) 英語版より作成。

研究開発する事項は、上記 1 - 2. の研究の目的に即し、

- ① 「目標とする性能」を設定する
- ② 「定量的な評価方法」を開発する
- ③ 「必要な性能レベル」を設定する
- ④ 「簡易な検証方法」を検討する
- ⑤ 「例示仕様」を検討し、現行の集団規定のものと比較する

とした（図 1 - 2）。

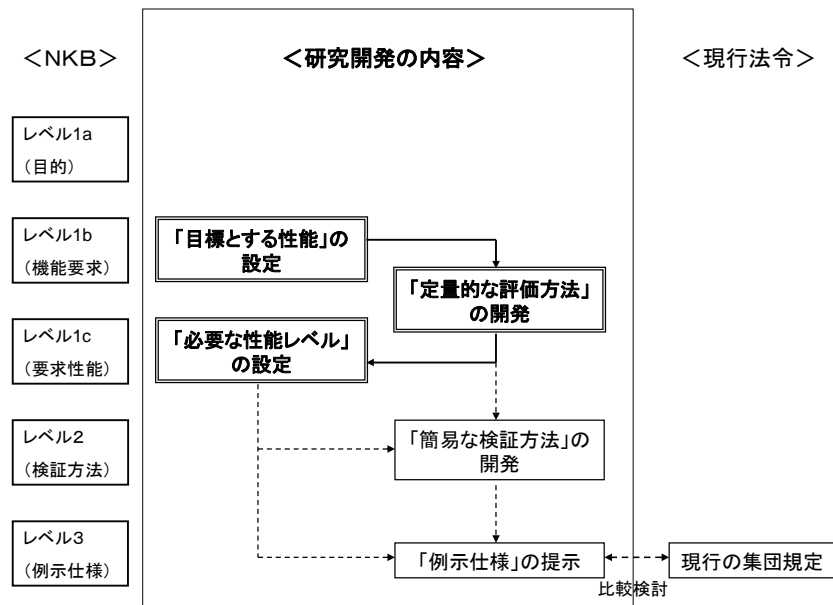


図 1 - 2 研究方法の全体フロー

①の「目標とする性能」とは、表 1 - 2 の NKB レベルシステムでいう「レベル 1 b（機能要求）」に相当し、集団規定のうち形態規制がその目標にしていると考えられる環境性能を定性的に規定するものである。本研究では、採光環境、風環境、視覚的環境、防火・避難環境のそれぞれについて、形態規制が確保しようとしている（と想定される）性能を、定性的表現で設定している。

これら性能を示す値を定量的に算出あるいは計測する方法が、②の「定量的な評価方法」である。本研究で開発・採用した定量的な評価方法は、後述するように、採光環境、風環境、防火・避難環境においては、それぞれ、照度、換気回数・運動エネルギー、延焼・避難可能時間を算出するシミュレーションであり、視覚的環境においては、圧迫感を計測する心理評価実験である。

③の「必要な性能レベル」とは、表 1 - 2 の NKB レベルシステムでいう「レベル 1 c（要求性能）」に相当し、①で定性的に設定した「目標とする性能」を、定量的、工学的表現によ

って具体的に設定したものである。

③の「必要な性能レベル」に達しているかどうかは、②の「定量的な評価方法」を用いて判定することができるが、シミュレーションや実験等は高度な技術を要するいわば「高度な検証法」である。このような高度な技術によらずに、③の「必要な性能レベル」の達成度を簡便に評価できる方法が、④の「簡易な検証法」である。本研究では、採光環境において、壁面照度を直接計算する光環境シミュレーションが「高度な検証法」であり、壁面照度と相関の高い壁面天空率を幾何学的に計算することで壁面照度を予測する方法が「簡易な検証法」である。なお、「高度な検証法」と「簡易な検証法」を合わせたものが、表1-2のNKBレベルシステムでいう「レベル2（検証方法）」に相当する。

⑤の「例示仕様」とは、③の「必要な性能レベル」に達しているかどうかを判定するための、建築物の規模、形態、配置等に関する仕様の・一律的な基準の例である。本研究では、採光環境や風環境について、「 h/d （建物高さ／隣棟間隔）」を「例示仕様」とすることの妥当性について検討を行っている。

以上①～⑥の検討を、上記1-3. で選定した各性能項目に対して行った。

ただし、視覚的環境と防火・避難環境については、「定量的な評価方法」の開発までに止まっており、「必要な性能レベル」の設定、「簡易な検証方法」の開発、「例示仕様」の提示については、今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 柳沢厚, 山島哲夫他 (2005), 『建築基準法集団規定の運用と解釈』, 学芸出版社
- 2) 平手小太郎 (1991), 「居住環境基準の緩和と限界」, 『1991年度日本建築学会大会(東北)環境工学部門(2)+都市計画部門研究協議会資料「都心居住を保障する環境基準のあり方」』
- 3) The Nordic Commission on Building Regulations (1978), 「STRUKTURERING AV BYGGREGLER (Structure for Building Regulation)」, 『NKB report』, No. 34
- 4) ISO 6241 (1984), 「Performance standards in building - Principles for their preparation and factors to be considered」
- 5) 平野吉信 (1997), 「海外の『性能指向の建築基準』の動向」, 『建築研究成果撰』, Vol. 12
- 6) 大橋雄二 (1997), 「性能規定に関する第2回シンポジウムの主旨と性能規定の階層性」, 日本建築学会法制委員会
- 7) 五條渉 (2000), 「性能指向型技術基準に対応した建築生産の規制システムについてー改正建築基準法の特徴の分析ー」, 『2000年度建築研究所春期研究発表会』
- 8) 平野吉信, 五條渉, 近江隆 (2000), 「『性能指向』のアプローチによる建築生産技術規範体系再編の枠組み」, 『日本建築学会計画系論文集』, No. 531, pp. 221-228
- 9) 猪熊明 (2000), 「土木分野における性能規定化に関する基礎的考察」, 『土木学会論文集』, No. 651 IV-47, pp. 163-168
- 10) 日本建築学会 (2002), 『建築物の火災安全設計指針』

- 11) 竹内尚広 (2004), 「防火避難安全性に関する基準類に見る性能規定の現状と階層性」, 建築法制度研究小委員会性能規定化第1回連続シンポジウム
- 12) 五條渉 (2004), 「構造安全性に関する基準類に見る性能規定の現状と階層性」, 建築法制度研究小委員会性能規定化第1回連続シンポジウム
- 13) 五條渉 (2005), 「構造安全性に関する性能規定試案」, 建築法制度研究小委員会性能規定化第4回連続シンポジウム

第2章 採光環境

2-1. 居室の採光

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、隣接建築物における採光の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。すなわち、ある建物の居室内における良好な採光環境を確保するのに必要な屋外の採光環境を、他の建物が阻害しないことを目的とした性能基準等である。

(2) 目標とする性能

開口部を通じた自然採光（昼光）により、居室内の活動に必要な照度を確保するため、建築基準法単体規定の採光規定では、居室床面積の1/7の大きさを標準とした開口部（窓）を設置することとしているが、実際に居室の外側の壁面で一定の照度が得られなければ、居室採光にとって有効な窓として機能しない。その点で、採光規定では、当該窓面の軒からの距離と隣地境界線からの距離から算出される採光補正係数により、有効な窓面積の大きさを補正する方式を採用しているが、このことは居室採光の確保は建築主の自助努力に委ねられていることを示している。また、採光補正係数は、隣接敷地に自建物と同じ高さの建物が隣地境界線ぎりぎりに立つことを仮定しているため、規定を守っても十分な室内採光が得られないという不合理が生じる場合がある。

このような単体規定が確保しようとする居室採光を担保する意味から建築基準法集団規定の形態規制の意義を考えると、採光規定を守りさえすれば必要な居室採光が得られるよう、屋外の空間条件を整えることであると言える。そこで、検討の結果、屋外空間に要求される機能は、居室の照度水準を仮定するための行動タイプとして「視作業」に着目し、「曇天日の日中、建物居室において在室者が最低限の視作業を行うのに支障のない室内照度を、開口部を通じた自然採光のみによって確保するのに必要な、外部空間の採光性能が得られること」と設定した。

(3) 必要な性能レベル

上記の「目標とする性能」に対応する室内照度水準として、2000年の建築基準法単体規定の採光規定改正の検討⁽¹⁾において用いられた水準値（JIS照度基準を参考に設定された2水準）である、

- ・推奨水準：150 lx
- ・許容水準：75 lx

を設定した。この150 lxは、短時間の普通の視作業または軽度の視作業（短時間の読書）に対応した照度であり、75 lxは、ごく短時間の軽度の視作業（接客、休憩、荷造り）に対応した照度である⁽²⁾。

そして、これら水準を確保する窓面（外壁面）照度水準を設定するため、図2-1のよう

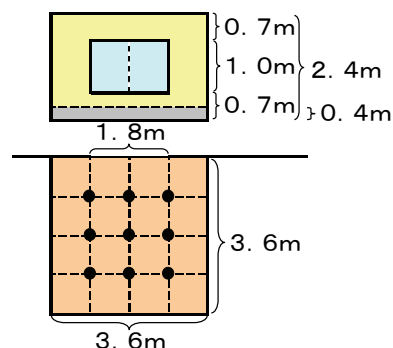


図2-1 居室・窓面の設定
（上：窓側の壁面、下：平面）

な居室・窓面を標準的とみなし設定する。居室は、間口 3.6m×奥行 3.6m×天井高さ 2.4m とし、窓面は縦 1.0m×横 1.8m（居室床面積の 1/7 の大きさ）で壁面中央に設置する。また、窓面に入射した全ての光束が室内側へ拡散放射されるものとし、室内反射は考慮しないこととする。窓面照度（=外壁照度）を I_w とし、図 2-1 の 0.9m 間隔の格子上的 9 点における床上 0.4m の水平面照度の平均値を I_f とすれば、窓面立体角投射率の幾何学的計算により、

$$I_f = I_w \times 0.0522$$

となることから、この式に基づき、居室の推奨水準と許容水準に対応する建物外壁の壁面照度水準を、

- ・照度水準 A : 3000 lx
- ・照度水準 B : 1500 lx

と設定した。

(4) シミュレーションによる建物形態と外壁面照度の関係の定量的分析

① モデル市街地の設定

図 2-2 に示すように、低中層の住宅地を想定して建物高さ h は 2~4 階建て（階高 3m）とし、2 階以上の階の壁面後退（後退幅 1m）の有無を加えた合計 9 パターンを設定した。この 9 パターンそれぞれについて、隣棟間隔 d を 0.5m~6m に変化させた。壁面照度（鉛直面照度）の測定点は地盤面から 50cm 間隔で設定し、壁面後退によって表出した直下階の屋根部分については水平面照度を壁面から 50cm の位置で測定した。

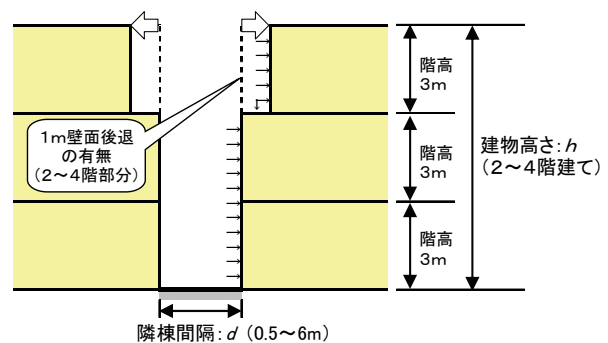


図 2-2 モデル市街地の設定

② 外壁面照度の計算方法・条件設定

曇天日の日中を想定し全天空照度を 15000 lx（CIE 標準曇天空）に設定した。建物壁面および道路面からの反射を考慮に入れ、反射率は全て 0.25 とした。解析ソフトは INTEGRA 社 INSPIRER を用い、モンテカルロ法（反射計算収束誤差 1%）にて照度計算を行った。

③ 外壁面照度の計算結果

図 2-3 に、隣棟間隔別に見た建物形態と壁面照度の関係を示す。各グラフでは、横軸に測定点の地盤面からの高さを取り、縦軸に壁面照度を取っている。全体的傾向として、当然のことながら、隣棟間隔が狭まる程、また建物が 2 階建て→3 階建て→4 階建てと高くなる程、壁面照度は低くなるのが分かる。また、照度曲線はほぼ全区間で下に凸となり、測定点の位置が高くなるほど照度の上昇率が高くなっている。上層階の壁面を 1m 後退させた場合では、当該後退壁面および下層階の壁面ともに、壁面後退なしの場合と比べて格段に照度が向上し、その効果は隣棟間隔が狭い程大きいことが分かる。例えば、隣棟間隔 3m の総 3 階建ての 1 階開口部（地上 1.5m の壁面を想定）の照度は 1057 lx、2 階開口部（地上 4.5m の

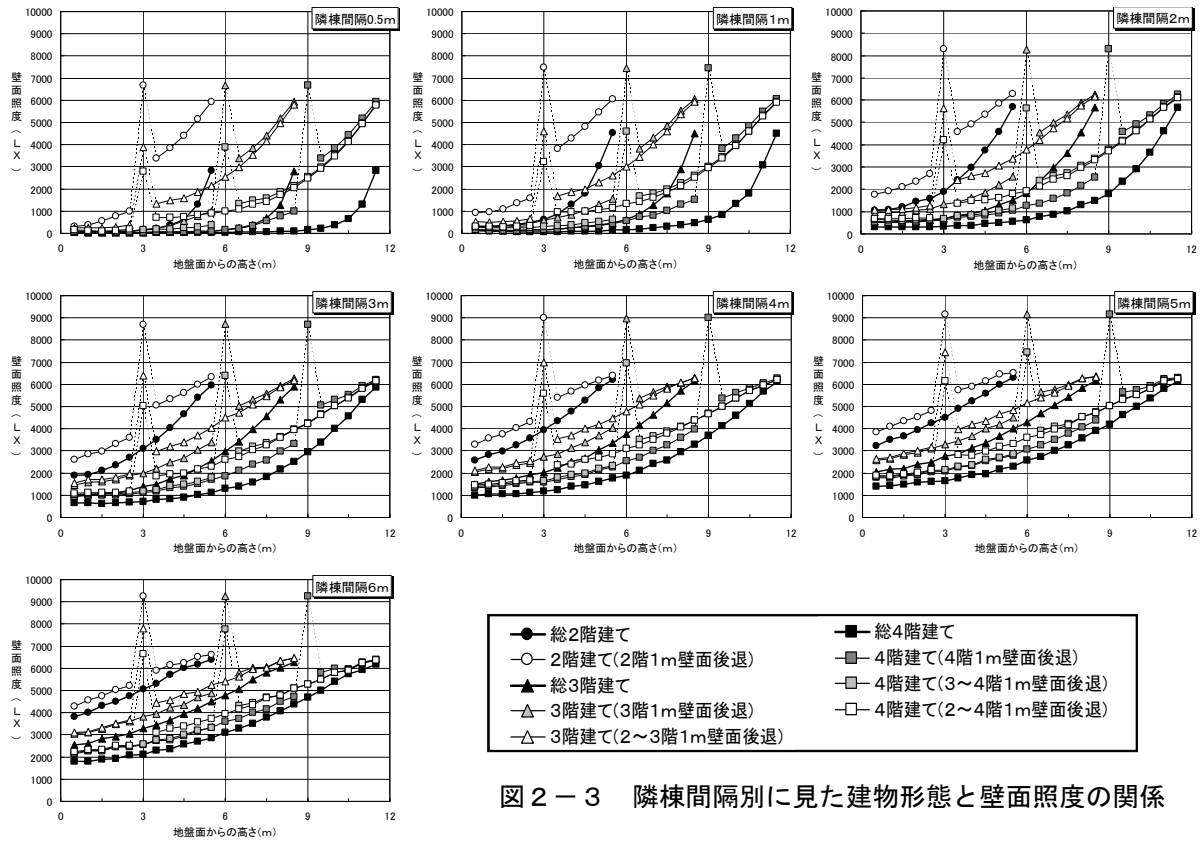


図 2-3 隣棟間隔別に見た建物形態と壁面照度の関係

壁面を想定)の照度は 1886 lx だが、3 階部分のみ 1 m 後退させた場合、それぞれ 1625 lx(総 3 階建て比で 568 lx 増)、2668 lx(同 782 lx 増)となり、さらに 2 階部分も 1 m 後退させた場合は、それぞれ 1719 lx(同 662 lx 増)、3394 lx(同 1508 lx 増)となって、採光環境が大幅に改善することが分かる。また、隣棟間隔 3 m で 3 階部分のみ 1 m 後退させた場合では、隣棟間隔 4 m の総 3 階建ての場合と同程度以上の壁面照度が得られることが分かる。

(5) 例示仕様の検討

図 2-4 は、隣棟間の斜線勾配 (h/d) と、全階で最も照度の低い 1 階開口部 (地上 1.5m 壁面) の照度の関係を調べたものであるが、両者の間には高い相関が見られた。回帰式によると、照度水準 A、B に対応する斜線勾配はそれぞれ 1.45, 2.38、現行道路斜線制限の斜線勾配 1.25, 1.5 に対応する 1 階窓面照度は 3494 lx, 2897 lx となること

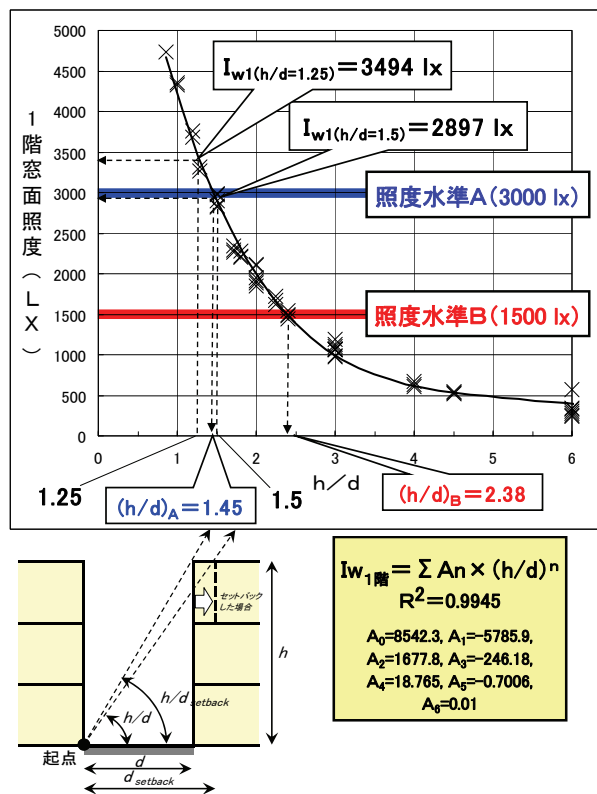


図 2-4 斜線勾配 (h/d) と 1 階開口部 (地上 1.5m 壁面) 照度の関係

から、現行の道路斜線制限は道路側に開口部を持つ居室で照度水準Bを安全に保障することが確認できた。そこで、照度水準Bを確保する場合の例示仕様を、「斜線勾配が 2.38 以下であること」と設定した。なお、隣地斜線制限については立ち上がりがあるため、隣棟間の屋外採光環境確保の点では必ずしも有効でない。

(6) 簡易な検証方法の検討

外壁面照度と相関が高い代替性能指標として、壁面天空率を提案した。壁面天空率は、外壁面に設けた半球面に基づいて算出される鉛直面天空率であり、CAD ソフトで計測可能であるが、図 2-5 に示すように、壁面天空率と壁面照度との間には極めて高い相関が見られる。回帰式によると、照度水準 A、B に対応する壁面天空率は、それぞれ 13.46%、5.83%となる。

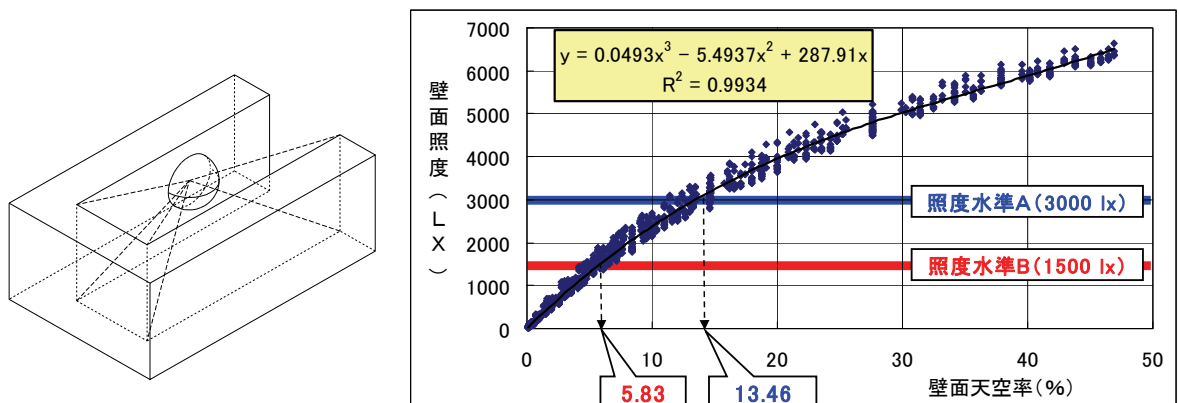


図 2-5 壁面天空率と壁面照度の関係

(7) 研究成果

定量的な評価方法については、外壁面照度を指標とし、判定基準としては1階開口部（地上 1.5m壁面）照度が 1500 lx 以上であることを確認する方法を開発した。検証方法は光環境シミュレーションソフトで外壁面照度を直接計測する高度な検証方法の他、CAD ソフト等で壁面天空率が 5.83%以上であることを確認する簡易な検証方法、そして隣棟間の斜線勾配が 2.38 以下であることを確認する例示仕様を提案した。

現行集団規定との関係では、低中層市街地における道路斜線勾配 1.5 の有効性が確認されたとともに、隣地斜線制限については立ち上がりがあるため、隣棟間の屋外採光環境確保の点では必ずしも有効でないことが確認された。

注

- (1) 参考文献 1) を参照。
- (2) 参考文献 3) の「基準昼光率表」を参照。

参考文献

- 1) 財団法人日本住宅総合センター (1998), 『住宅における採光のあり方に関する調査報告書』
- 2) 日本規格協会 (1979), 『JIS 照度基準 (Z9110-1979)』
- 3) 日本建築学会 (1985), 『日本建築学会設計計画パンフレット 30 昼光照明の計画』, 彰国社
- 4) 福島寛和, 桑沢保夫 (2000), 「建築基準法採光規定の性能規定化について」, 『平成12年度建設省建築研究所春季研究発表会基準認証部門聴講資料』, pp. 7-1~7-8
- 5) 松浦邦男, 高橋大弐 (2001), 『エース建築環境工学 I - 日照・光・音 -』, 朝倉書店
- 6) 日本建築学会 (1995), 『建築環境工学用教材 環境編』, 丸善
- 7) 平山嵩, 小木曾定彰, 渡辺要, 佐藤鑑, 斎藤平蔵 (1969), 『新訂 建築学大系 22 室内環境計画』, 彰国社
- 8) 小木曾定彰 (1971), 「地域の開放性に関する平均環境の理論 —その1, 空隙係数と立面遮蔽率—」, 『日本建築学会論文報告集』, No. 182, pp. 33-39
- 9) 市川裕通 (1995), 「街区ユニットの天空率 その3 —光環境論 その4—」, 『日本建築学会計画系論文集』, No. 472, pp. 11-20
- 10) 出口敦, 山田学, 渡辺定夫 (1990), 「高密度低層住宅地における形態規制の評価 —東京都第1種高度地区における相隣環境形成の観点からの検討—」, 『日本都市計画学会学術研究論文集』, No. 25, pp. 115-120
- 11) 篠崎道彦, 桑田仁, 斉藤圭 (2006), 「周辺建築物群による複合採光阻害を考慮した建築物形態コントロール手法の開発 建築基準法集団規定の性能水準に関する研究 (その1)」, 『日本建築学会計画系論文集』, No. 603, pp. 113-119
- 12) 斉藤圭, 篠崎道彦, 桑田仁 (2007), 「居室採光性能確保型の形態規制手法における『仮想壁面』の有効性 建築基準法集団規定の性能水準に関する研究 (その2)」, 『日本建築学会計画系論文集』, No. 611, pp. 167-173
- 13) P. J. Littlefair (1991), 『Site Layout Planning for daylight and sunlight: A guide to good practice』, IHS BRE Press
- 14) 桑田仁 (2007), 「イギリスにおける採光規制・採光ガイドラインにみる性能規定化の考え方と激変調整の誘導」, 『集団規定の性能規定化の可能性を探る —まちの性能からのアプローチ—』, 日本建築学会建築法制委員会, pp. 21-26

2-2. 道路の採光

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、道路空間の採光の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。すなわち、屋外空間を歩く人等を想定して、屋外空間そのものに必要な採光環境を周囲の建物が阻害しないことを目的とした性能基準等である。

(2) 目標とする性能

日中、屋外空間で最低限必要な採光性能とは、防犯等の観点から、一定距離先の人の顔や行動を認識できる明るさであることと考えられる。そこで、警察庁(2006)「安全・安心まちづくり推進要綱」の基準を準用して、目標とする性能を「曇天日の日中、外部空間(道路空間または隣棟空間)において、人の顔及び行動を明確に識別でき、誰であるか明確に分かる程度以上の照度を確保できること」とした。

また、うるおいのある市街地空間の形成を目的として、地区計画のかき・さく制限による生け垣の設置、緑被率の指定、緑化協定等により、緑化推進を図ることがあるが、そのためには植物が充分生育できるだけの採光環境が担保されていなければならない。そこで、もう一段高い推奨される性能として、(財)都市緑化技術開発機構(1996)『新・緑空間デザイン技術マニュアル』を参考に、「外部空間(道路空間または隣棟空間)において、耐陰性に富む観用植物や造園植物が生育可能な照度を確保できること」を設定した。

(3) 必要な性能レベル

警察庁(2006)「安全・安心まちづくり推進要綱」では、「10m先の人の顔及び行動を明確に識別でき、誰であるか明確に分かる」照度を、50 lx としている。そこで、最低の性能レベルを、「全天空照度 15,000 lx (曇天日の日中)の条件下で、建物壁面から 0.5mの位置の地表面照度が 50 lx 以上であること」とした。

また、(財)都市緑化技術開発機構(1996)『新・緑空間デザイン技術マニュアル』では、「耐陰性に富む観用植物や造園植物」として、サルココッカ、バラ等挙げており、これらの植物が生育可能な照度を 300 lx としている。そこで、推奨される性能レベルを、「全天空照度 15,000 lx (曇天日の日中)の条件下で、建物壁面から 0.5mの位置の地表面照度が 300 lx 以上であること」とした。

(4) シミュレーションによる建物形態と道路面照度の関係の定量的分析

2-1.(4)の室内採光と同じ条件設定で、地面の水平面照度を光環境シミュレーションソフトを用いて計測した。地面の水平面照度の測定点は、図2-6に示すとおり、外壁面から 50cm 間隔で設定した。図2-7に、隣棟間隔と、最も照度が低い外壁から 50cm 地点における地面の水平面照度の関係を示す(隣棟間隔 50cm では 25cm 地点の水平面照度)。これによれば、隣棟間隔 1m の総 4 階建ての場合でも、最低レベルの 50 lx だけでなく推奨レベルの 300 lx を満たしていることが確認できる。

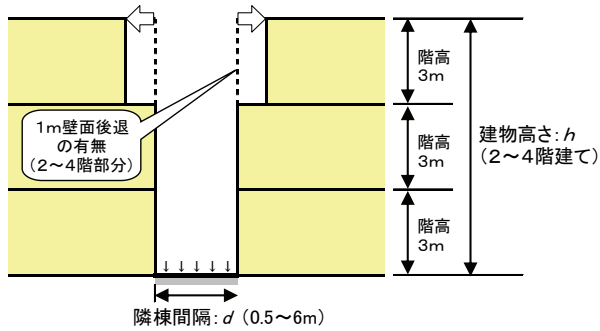


図 2-6 モデル市街地の設定

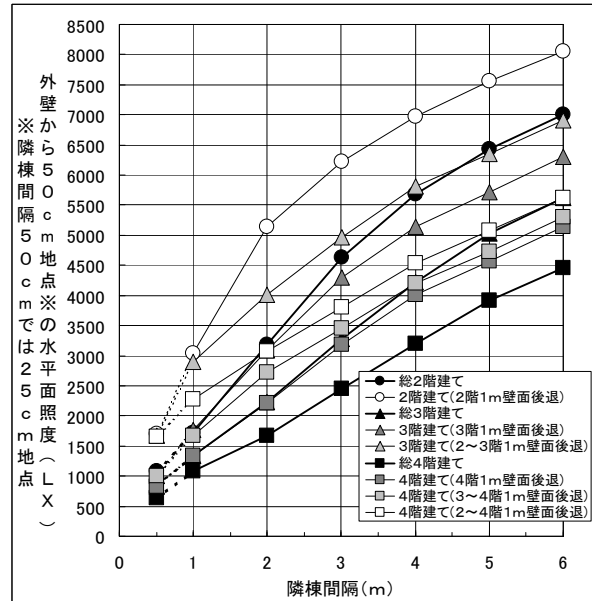


図 2-7 隣棟間隔と外壁から 50cm 地点※における地面の水平面照度の関係 (※隣棟間隔 50cm では 25cm 地点)

(5) 研究成果

定量的な評価方法については、隣棟間（道路を含む）の地面における外壁から 50cm 地点の水平面照度を指標とし、最低レベルの判定基準として水平面照度 50 lx 以上、推奨レベルの判定基準として水平面照度 300 lx 以上となることを確認する方法を開発した。今回対象とした 2～4 階建ての低中層市街地では、民法第 234 条で定める隣地境界線からの壁面後退距離 50cm を確保することが隣棟空間そのものに必要な採光環境を確保するのに有効であることを確認できた。

参考文献

- 1) 警察庁 (2006), 「安全・安心まちづくり推進要綱」
- 2) (財)都市緑化技術開発機構 (1996), 『新・緑空間デザイン技術マニュアル』

第3章 風環境

3-1. 居室の換気

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、建物周囲の空間における必要換気量の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。すなわち、ある建物の居室内における良好な換気環境を確保するのに必要な屋外の換気環境を、他の建物が阻害しないことを目的とした性能基準等の開発である。

(2) 目標とする性能

居室内の空気が換気されることにより良好な状態が維持されるためには、屋外に清浄な空気が存在することが必要であり、そのためには屋外の空気が上空の新鮮な空気と常に入れ換わっていなければならない。従って、ここで問題とすべき性能は、建物の居室に面した屋外空間の換気性能である。

建築物の群が建ち並ぶ市街地において、この場合の屋外空間とは、建築物と建築物の間にある空間のことを意味する。ここでは、この空間をボイドと呼ぶことにする。このボイド空間の有すべき機能が、「目標とする性能」となる。

検討の結果、ボイド空間に要求される機能は、「建物居室において、開口部を通じた急速換気の機能を確保するのに必要な、外部空間（道路空間または隣棟空間）の換気性能が得られること」と設定した。これは、生活の中で発生する臭いや煙などが居室内に充満した場合において、居室内の空気が速やかに平常のレベルまで換気される必要性を想定したものである。特に、都市ガス等の危険物質を誤って放出してしまった場合、爆発の危険を考え、換気扇のスイッチを入れるわけにはいかないことから、開口部を通じての急速換気が必要となる。

(3) 必要な性能レベル

上記の「目標とする性能」を確保するには、ボイド空間に求める換気性能は、居室の換気性能よりも一段高いレベルで設定することが必要である。一段高いレベルとは、必要換気回数について、居室よりも屋外の方が一桁高いことと設定した。

居室の換気水準は、6回/hと設定した。これは、汚染された室内の空気を、窓を開けて20分以内に外気と入れ替える（一般に、換気回数2回程度で、室内の空気は外気と入れ替わると考えられる）水準を想定したものである⁽¹⁾。従って、屋外のボイド空間に要求される換気性能レベルは、居室よりも一桁高いレベルの60回/hとなる。

なお、後述するように、風の性状（風速・風向）は地域・季節・時間によって常に変動することに鑑み、屋外のボイド空間の換気回数の年間超過確率を指標とすることにした。検討の結果、「建物1階開口部付近の外部空間（地表面から高さ3mまでの部分領域）の換気回数60回/hに対する年間超過確率が85%以上であること」（1週間のうち6日は確保）を目安とすることとした。これは、設定した必要な換気回数が85%の累積頻度で確保できれば、ごくたまにしかない緊急時にも必要な換気が担保されるものと考えたことによる。

(4) シミュレーションによる建物形態と換気回数との関係の定量的分析

① モデル市街地の設定

ボイド空間内における風環境の構成イメージは、図3-1に示すとおり、上空に自由流（市街地のラフネスの影響をあまり受けていない風）があり、これが源となってボイド空間に循環流を誘引する。研究事項は、このボイド内の風の性状の解析である。

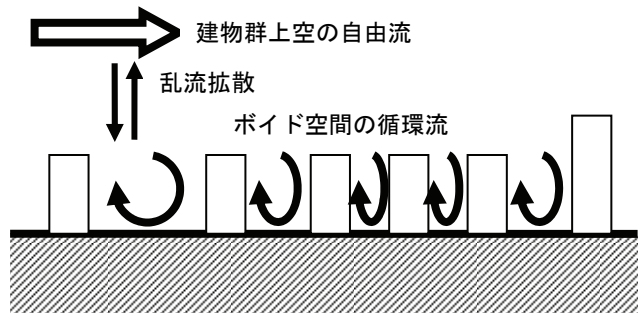
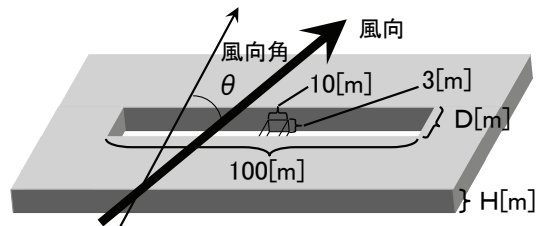


図3-1 ボイド空間における風環境のイメージ

モデル市街地は、建て詰まった密集市街地を想定することとし、図3-2に示すとおり、建物の高さ H を 6m、9m、12m、($D=4\text{m}$ に固定)、隣棟間隔 D を 1m、2m、3m、4m、5m、6m ($H=9\text{m}$ に固定)、ボイド長 100m とした。



② 換気回数の計算方法・条件設定

ボイド空間の換気性能の評価は、流体数値解析ソフト STAR-CD によるシミュレーションにより行った。乱流モデルは標準 $k-\epsilon$ モデルを用い、流入風は、高さ 74.5m で風速 1m/s、1/4 乗則速度プロファイルを仮定した。風向角は、 0° 、 22.5° 、 45° 、 67.5° 、 90° を設定し、ボイド長辺中央 10m、幅 $D\text{m}$ 、底面から高さ 3m の領域の 1 時間当たり換気回数を計算した (図3-2)。

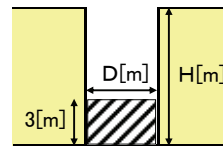
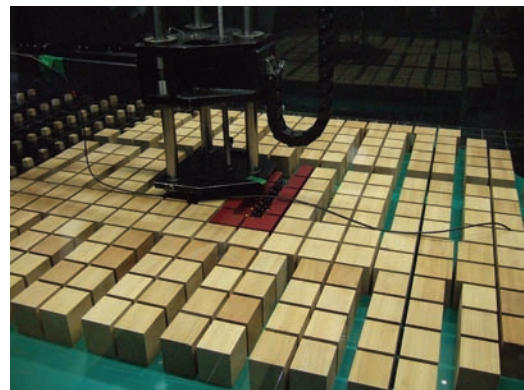


図3-2 モデル市街地の設定

③ 風洞実験による CFD 解析の有効性の確認

コンピュータによる CFD 解析は、風洞実験に比べ、比較的容易かつ安価に多様な建物形状の風環境を予測することが可能であるが、事前に風洞実験結果との比較により、CFD 解析の有効性を検証しておく必要がある。



風洞実験は、東京大学生産技術研究所の幅 2.2m、高さ 1.8m、長さ 16.3m の測定洞を持つ境界層型風洞において、密集市街地を想定した縮尺 1/100 の 4 種類の市街地模型を用いて行った (図3-3上)。 0° 、 22.5° 、 45° 、 90° 、 270° 、 315° の 6 風向について実験を行い、測定項目は平均風速、風圧、トレーサーガスの平均濃度とした。

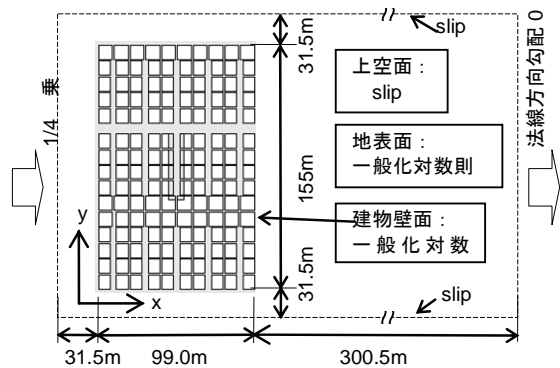


図3-3 風洞実験と CFD 解析の結果の照合に用いたモデル市街地の例

一方、CFD 解析については、前述の STAR-CD において、SIMPLE 法による定常解法を、空間差分スキームへは速度と乱流量に MARS スキームを、および濃度に一次風上スキームを、それぞれ適用し、乱流モデルは標準 $k-\epsilon$ モデルを使用して数値計算を実施したところ（図 3-3 下）、風洞実験の結果とよい対応を示した。以上、CFD 解析結果が十分な精度を持つことが確認された。これにより、以降の分析を CFD 解析により実施することの妥当性が確認された。

④ ボイド空間の風向角別の換気回数

①で設定した 8つのモデル市街地について、②の条件の下、風向角別にボイド空間の換気回数を CFD 解析により計算した結果を図 3-4 に示す。換気回数は風向角 90° または 67.5° （ボイド長辺と平行か、やや斜め）で最大となり、 0° （ボイド長辺と直角）で最小となり、風向角がボイド空間の換気性能に大きく影響することが分かった。

⑤ ボイド空間の換気回数の超過確率の計算

④で風向角がボイド空間の換気回数に大きく影響することが分かったが、地域・季節・時間によっても変動する風速・風向の影響を考慮しつつ換気回数を評価するには、ある地域を想定し、その地域における年間の風速・風向の分布データを用いて、建物高さ・隣棟間隔・ボイド方位別にボイド空間における換気回数の年間の超過確率を求めることが有効であると考えられる。

そこで、①で設定したモデル市街地の各パターンについて、④で示した図 3-4 の風向別の換気回数と、東京地区の風配、ワイブル分布係数⁽²⁾を用いて、年間超過確率を計算した。東京地区の風配図は図 3-5 に示す。

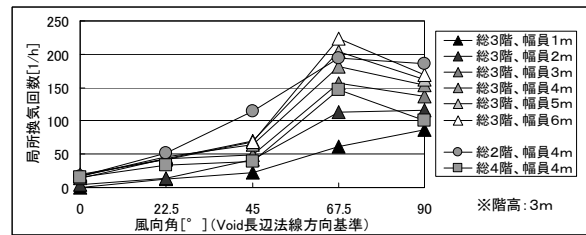


図 3-4 風向角別の換気回数

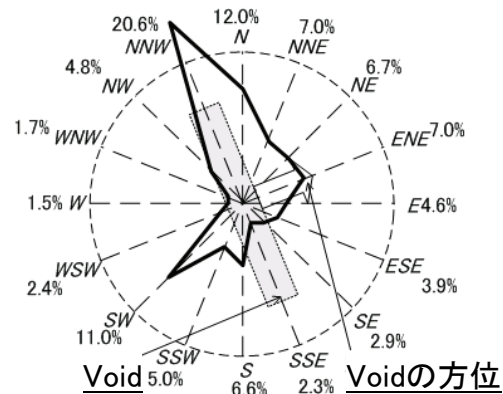


図 3-5 東京地区の風配図

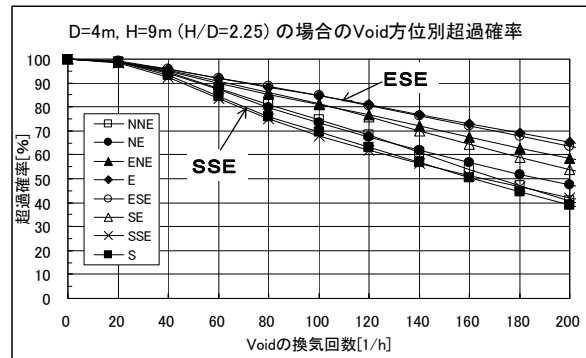


図 3-6 D=4m、H=9m の場合のボイド方位別換気回数の年間超過確率

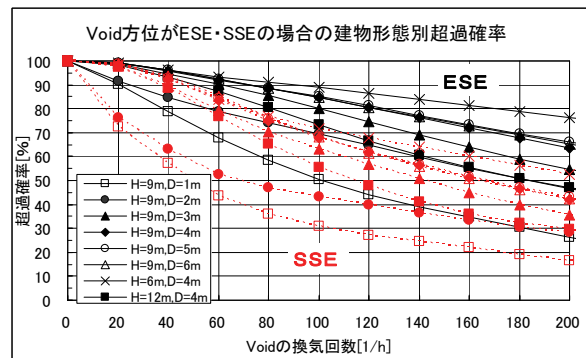


図 3-7 ボイド方位が ESE・SSE の場合の建物形態別換気回数の年間超過確率

計算結果の一例を図3-6、3-7に示す。換気回数の年間超過確率は、ボイドの方位によって異なること、そして同じ方位であっても建物の高さや隣棟間隔に応じて変化することが確かめられた。

図3-8で、ボイド方位がESEの場合を例に、(3)で設定した換気水準の充足状況を検証する。(3)では、ボイド空間の換気回数が60回/hとなる年間超過確率が85%以上(超過確率85%)と設定した。この設定値と図3-8の超過確率との比較を行う。

このケースでは、 $H=9m$ 、 $D=1m$ ($H/D=9.0$)の場合と $H=9m$ 、 $D=2m$ ($H/D=4.5$)の場合以外では、年間超過確率が85%以上となり、必要な性能レベルとした換気水準を充足することが確認できる。

(5) 例示仕様の検討

CFD解析もしくは風洞実験と、年間超過確率計算の組み合わせによる換気回数を算出するシミュレーションは、1-4.のレベルシステムでの検証方法でいえば、高度な検証法である。

そこで、建物形態に関する物理的指標の値により、必要な換気性能が得られているかどうかを確認する例示仕様を検討する。

ボイド空間の換気回数で示された換気性能は建物高さ H と隣棟間隔 D の比 H/D と関係がありそうなのが推測されるので、換気回数別に、全ボイド方位最低超過確率と H/D の関係を見た結果を図3-9に示す。

これによれば、 $H=9m$ の場合、 $H/D=2.0$ 付近で収束する傾向が伺われ、換気回数60回/hの場合、年間超過確率85%に収束する。しかし、 H が異なると、 H/D の値が同じでも年間超過確率が異なる場合が存在する($H/D=3.0$ の場合)。「換気回数60回/h以上となる年間超過確率85%を満たすため、 $H/D=2.0$ 以下とする」ことを例示仕様とすることも考えられるが、そのためには $H=9m$ 以外の高さにおいても今後同様の解析・検討が必要である。

(6) 研究成果

定量的な評価方法については、隣棟間(道路を含む)のボイド空間における換気回数を指標とし、判定基準としては60回/hを確保できる年間超過確率が85%以上あることを確認する方法を開発した。しかし、検証方法はCFD解析や風洞実験による高度な方法の有効性は確認できたものの、簡易な検証方法の開発には至らなかった。

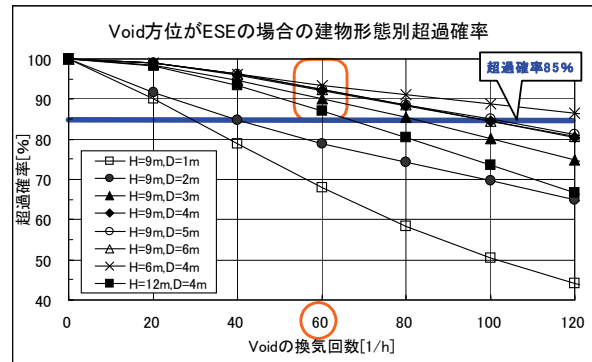


図3-8 ボイド方位がESEの場合の建物形態別換気回数の年間超過確率

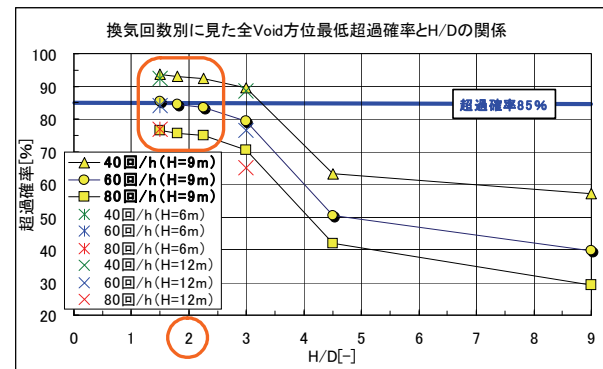


図3-9 換気回数別に見た全ボイド方位最低の年間超過確率とH/Dの関係

現行集団規定との関係では、低層市街地における道路幅員 4 m 確保の有効性が一定程度確認されたが、実用的な例示仕様を提示するには至らなかった。

注

- (1) ここでいう「換気回数」は、その居室の気積に相当する量の新鮮な外気が開口部から入り、新鮮な空気と混合した汚染物質を含む同量の空気が開口部から排出される現象の発生回数と呼んでいる。すなわち、ここでの「換気回数」は、開口部を通じて出入りする空気の量が対象であり、居室の汚染物質を含む空気がそっくり新鮮な外気と入れ替わることを意味してはいない。
- (2) ワイブル分布係数については、参考文献 5) を参照。

参考文献

- 1) 加藤信介 (2007), 「市街地の風通しはどのように計られるか」, 日本風工学会誌, Vol. 32-4 (No. 113), pp. 421~423
- 2) 日本建築学会 (1993), 『都市の風環境評価と計画 —ビル風から適風環境まで—』
- 3) 伊藤一秀・加藤信介・村上周三 (2000), 「平均拡散場解析による Visitation Frequency, Purging Flow Rate の解析—不完全混合室内の居住域換気効率の評価に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集, No. 529, pp. 31~37
- 4) 風工学研究所 (2005), 『ビル風の基礎知識』, 鹿島出版会, pp. 110~117
- 5) 風工学研究所 (1989), 『新・ビル風の知識』, 鹿島出版会, pp. 189

3-2. 道路の通風

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、道路空間における通風の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。すなわち、道路上の歩行者等を想定して、快適な通風環境を確保するのに必要な沿道の建築物の形態に関する性能基準等の開発である。

(2) 目標とする性能

道路空間に適度の通風のある状況とは、上空風が道路空間に設定されたボイドに誘引され、人の高さにおいて適度な風速が得られている状態と考えられる。これは、上空の運動エネルギーがボイド内にどの程度輸送されるか、という空間形態に関する性能である。

検討の結果、道路空間に要求される機能は、人体が感じる快適性が目的であるため、「外部空間（道路空間または隣棟空間）において、夏季、通風の障害により、歩行者の人体の冷却効率の低下による環境障害が生じないこと」とした。

(3) 必要な性能レベル

一般に微風のレベル（気象庁の方法で計測できない値）は、風速1m/s未満とされる。この風速は、気温が高い場合の人体の冷却効率の低下から歩行者が不快と感じやすいレベルともされている。そして、風の性状（風速・風向）が地域・季節・時間によって常に変動すること、また、気温が高い場合に歩行者が風を感じることで不快に至らないことが1週間に1日程度の頻度で生じれば、屋外で自然の風を感じることを効果を忘れないと考えられることから、道路上1.5mの高さにおいて風速1m/s以下となる確率が85%以下となる（1週間に1日は1m/s以上の風が吹く）ことが目安として考えられる。平均スカラー風速 U と単位密度当たりの空間平均運動エネルギー KE （以下、空間平均運動エネルギーと略記）の間には、 $KE = U^2 / 2$ の関係があるので、風速1m/sは、空間平均運動エネルギー $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ に相当することから、道路の通風に必要な性能レベルを、「地表面歩行者レベルの外部空間（地表面から高さ3mまでの部分領域）の風の空間平均運動エネルギーが $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ 以下となる年間の確率が85%以下であること（空間平均運動エネルギー $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ に対する年間超過確率が15%以上であること）」とした。

そして、屋外の風環境については、人間は絶対値を感じのみでなく、常に相対比較も行っている。風の性状（風速・風向）は地域によって大きく変わるため、たとえ全国的な絶対基準が満たされていても、当該地域の中において相対的にあまりに低い環境であることは防止することが必要である。風の利用可能性は、人工の障害物がない場合に比べ、1オーダーすなわち1/10程度は確保されるべきであり、1/100になってしまうと無きに等しいと考えられる。そこで、「風の障害物がないと仮定した場合の評価空間の空間平均運動エネルギーの年間平均値に比べ、実際の評価空間の風の空間平均運動エネルギーが1/100以下になる年間の確率が、15%以下であること（1/100の値に対する年間超過確率が85%以上であること）」を、もう一つの必要な性能レベルとして加えた。

(4) シミュレーションによる建物形態と風速の関心の定量的分析

3-1.(4)の換気性能と同じ条件設定で、ボイド空間の空間平均運動エネルギーをCFD解析により計算し、東京地区のワイブル分布係数と風配を用いて年間超過確率を計算した。

計算結果の一例を図3-10、3-11に示す。換気回数の場合と同様に、運動エネルギーの超過確率は、ボイドの方位によって異なること、そして同じ方位であっても隣棟間隔に応じて変化することが確かめられた。ただし、換気回数の場合と比べて、ボイドの方位による超過確率の変化の幅が大きいことが指摘できる。

次に、(3)で設定した通風性能の水準の充足状況を検証する。充足条件は、①ボイド空間の平均運動エネルギーが、 $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ を超える年間確率（年間超過確率）が15%以上となり、かつ②ボイド空間の平均運動エネルギーが、風の障害物がないと仮定した場合の空間平均運動エネルギーの1/100以下になる年間確率が15%以下と設定する。

まず①について、図3-10のD=4m、H=9mのケースでは、空間平均運動エネルギー $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ に対する年間超過確率が15%以上となるのは、ボイド方位がE、ENE、NE、ESE、SE、SSEの場合で、NNEおよびSでは15%未満である。図3-11で、最も性能の高いボイド方位Eの年間超過確率を隣棟間隔別に見ると、D=1~6mすべてで $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ に対する年間超過確率が15%以上となることが確認できる。一方、最も性能の低いボイド方位Sで年間超過確率15%以上となるのは、D=6mの場合のみであることが確認できる。

次に②について、風の障害物がないと仮定した場合の空間平均運動エネルギーは、計算により $0.835\text{m}^2/\text{s}^2$ と求まるので、その1/100は $0.00835\text{m}^2/\text{s}^2$ となる。ボイド空間の空間平均運動エネルギーが、この $0.00835\text{m}^2/\text{s}^2$ 以下となる確率を計算した結果を、ボイド方位別・隣棟間隔別に示したものが図3-12である。D=1m、2mでは、ボイド空間の空間平均運動エネルギーは全方位において15%以上の確率で $0.00835\text{m}^2/\text{s}^2$ 以下となり、性能レベルに達しないことが分かる。D=3mでは、NNE、NE、SE、

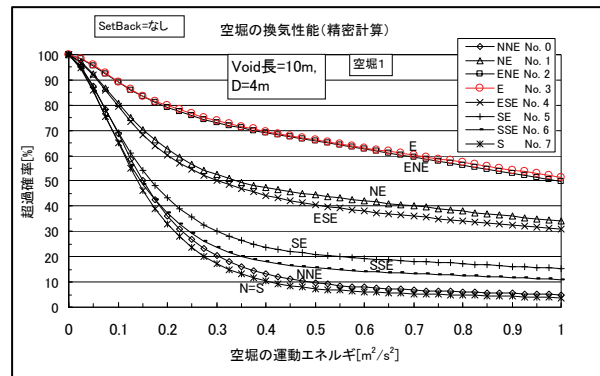


図3-10 D=4m、H=9mの場合のボイド方位別運動エネルギーの超過確率

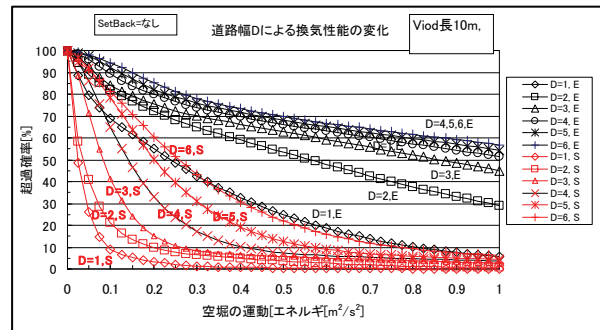


図3-11 ボイド方位がE・Sの場合の隣棟間隔別運動エネルギーの超過確率

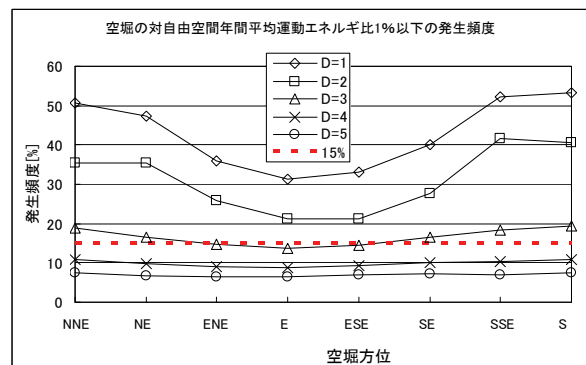


図3-12 ボイド方位別・隣棟間隔別に見た対自由空間年間平均運動エネルギー比1%以下となる確率

SSE、S で確率 15%を超えており、性能レベルに達しないことが分かる。D=4m 以上では、全方位において $0.00835 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 以下となる確率が 15%未満となり、性能レベルに達していることが分かる。

(5) 研究成果

定量的な評価方法については、隣棟間（道路を含む）のボイド空間における空間平均運動エネルギーを指標とし、判定基準としては、① $0.5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ に対する年間超過確率が 15%以上、かつ②風の障害物がないと仮定した場合の空間平均運動エネルギーの 1/100 以下になる年間確率が 15%以下となることを確認する方法を開発した。しかし、検証方法は CFD 解析や風洞実験による高度な方法の有効性は確認できたものの、簡易な検証方法の開発には至らなかった。

参考文献

- 1) 加藤信介 (2007), 「市街地の風通しはどのように計られるか」, 日本風工学会誌, Vol. 32-4 (No. 113), pp. 421~423
- 2) 日本建築学会 (1993), 『都市の風環境評価と計画 —ビル風から適風環境まで—』
- 3) 伊藤一秀・加藤信介・村上周三 (2000), 「平均拡散場解析による Visitation Frequency, Purging Flow Rate の解析—不完全混合室内の居住域換気効率の評価に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集, No. 529, pp. 31~37
- 4) 風工学研究所 (2005), 『ビル風の基礎知識』, 鹿島出版会, pp. 110~117
- 5) 風工学研究所 (1989), 『新・ビル風の知識』, 鹿島出版会, pp. 189

第4章 視覚的環境

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、市街地において建築される建物の形態が与える視覚的な圧迫感の防止と開放感の確保に関する性能基準・評価方法の開発とした。建築物や街並みが人々の心理に与える影響の視点は、明示的には建築基準法の形態規制には含まれていないが、いわゆる「建築紛争」については、各地で紛争予防条例が制定されており、実際に建築行政の一環として取り組まれている。こうした行政実務に対応して、定量的な評価と判断の規範を示し得る方法を開発することが、大きな目標である。

(2) 目標とする性能

ここでの性能は、市街地の良好な環境を保持するという原点に立ち返って、快適性の反対語が「不快」であることなどを考慮し、建築物の形態に求められる最低限の性能として、周囲の住民等第三者に対して著しい不快感を与えないことが基本となる。また、市街地に関する視覚的な不快感には圧迫感のほか違和感や美醜に係る感覚など様々な感覚が考え得るが、ここでは、圧迫感の防止、およびこれと対になるアプローチとして開放感の阻害の防止を、性能項目の目的と想定した。

検討の結果、建築物に求められる性能の機能的な要求は、「市街地の街路において、特定の建築物の形態が、大多数の人に対して、圧迫感（または開放感の阻害）による著しい不快感を与えないこと」とした。

(3) 必要な性能レベル

視覚による感じ方は個人によって異なるが、大多数の者が普遍的に不快感（不満）を覚えるか、もしくは相当数の者が著しい不快感（不満）を継続的に覚える場合については、社会的に許容しがたいニューサンスがあると認め得るものと考えられる。この水準が、建築物の形態による圧迫感等に関する最低基準となる。

この場合、視覚による人の感じ方は「心理量」であるが、建築物の形態に関する性能基準とするには、これを相関する物理指標に置き換えることが必要である。

(4) 研究の方法と手順

この研究は、街路上という視点において、建築物又は建築物群による風景又は風景の変化が、視覚を通して人々に共通的に及ぼす心理的影響を探ろうとするものである。このため、研究の方法は、統計的分析において有意な人数に対する被験者実験とした。

実験の方法は、現場において建物又は街並みの現物を被験者が見て回答する方法（現場評価実験）と、同じ場所のVR画像を被験者が見て回答する方法（画像評価実験）とを組み合わせで行った。本研究における両者の位置づけは、主は画像評価実験であり、現場評価実験は画像評価実験の結果の確からしさを検証するための補完的役割とした。これは、実際の市街地において眼に映る風景には建築物の形態以外の雑多な要素が含まれており、他の要素を取

り除いて建築物の形態の影響に特化して観察するには、VR 画像の利用が不可欠なためである。また、道路幅員を変化させたり建物高さを変化させたりして圧迫感や開放感の違いを分析することは、現場評価では困難であり、VR 画像を用いることが効率的である。一方、圧迫感や開放感について、建築物の形態の影響が他の要素に比して実市街地において有意に働くかを検証するには、現場評価実験は欠かせないものである。

VR 実験装置は、東京大学平手研究室が新たに開発した画像提示装置（120インチ傾斜型リアプロジェクションスクリーン）を用いた（図4-1）。この提示装置のスクリーンの特徴は、スクリーンに傾斜を掛けてあって投影する映像もその傾斜を前提としたあおり角を加えていることと、提示画像の建物が被験者の眼球に映り込む面積が現実の市街地において被験者の眼球に映り込む面積と同一となるように被験者とスクリーンの位置、提示画像を調整してあることにより、より広い仰角方向の視野と没入感が得られることにある。なお、水平視野角は100度とし、人間の安定注視野をカバーできる視野角を確保している。

提示する市街地の VR 画像は、既存のソフトウェアをベースにして本研究で開発したソフトを用いており、東京大学の傾斜型スクリーンで適切に画像を表示できるようにした。

被験者は固定された椅子に座り、提示される市街地の画像（静止画および動画）をみてその都度設問に答えるという形式で実験を行った（図4-2および4-3）。

被験者に対する設問は、各実験によって若干異なるが、基本的には7段階の評定尺度法評価によって①圧迫感を感じるかどうか（対照的に開放感を感じるかどうか）、②圧迫感を感じる場合、それが不満かどうか（または開放感に不満かどうか）、といった内容が分析できるよう各実験に共通的に設定した。

研究の手順は、【実験1】「一棟の建物」を対象とした実験、【実験2】特徴の異なる複数の市街地の視点における「街並み空間」を対象とした実験、【実験3】特定の建築物の形態を変化させた場合における「街並みの変化」を対象とした実験、の3段階で行った。

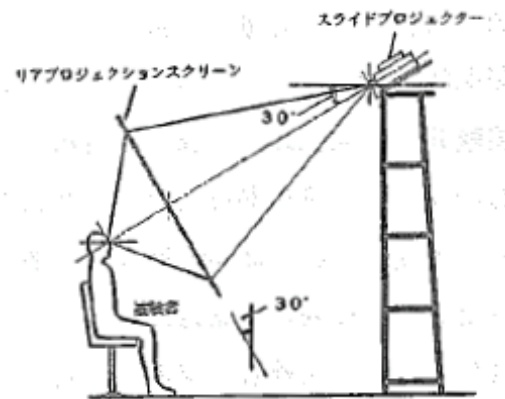


図4-1 実験装置のイメージ



図4-2 被験者側から見たスクリーン



図4-3 背面から見たスクリーン

(5) 「一棟の建物」による圧迫感

一棟の建物が与える圧迫感について、圧迫感（心理量）と建物の形態（物理量）との関係を知るため、現場評価実験を実施した。実験は東京大学構内で実施した。被験者は20～30歳代の建築系の学生26名であった。圧迫感については、「大いにある」から「全くない」までの7段階の評定尺度法で回答を求めた。

建物の及ぼす圧迫感には、建物の形態率（建物外壁面の水平面立体角投射率）（図4-4）が関係していることが従来から知られている¹⁾。これを踏まえて圧迫感と形態率との関係を分析したところ、形態率が高くなると圧迫感も高くなる傾向が確認された。

しかしながら、さらに分析を進めたところ、縦長の建物と横長の建物では圧迫感の感じ方に差があり、同じ形態率であっても縦長の建物の方が圧迫感が高くなる傾向が見出された（図4-5）。そこで、圧迫感を被説明変数、形態率の対数値及びアスペクト比の対数値を説明変数とする重回帰分析を行なった結果、圧迫感を形態率のみで回帰した場合の決定係数が0.56であったのに対して、決定係数が0.95と飛躍的に向上した（図4-6）。以上のことから、一棟の建物が与える圧迫感については、形態率に加えて建物の縦横比の影響があることが明らかとなった。

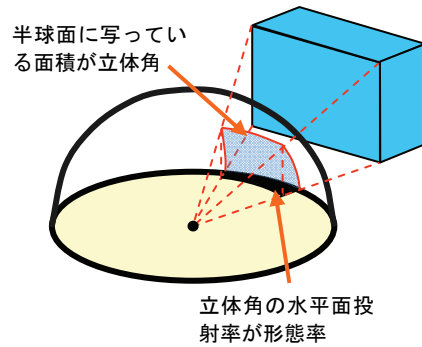


図4-4 形態率のイメージ

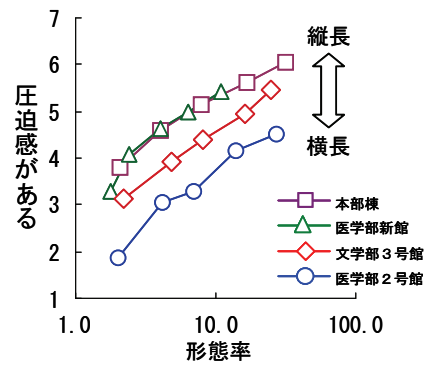


図4-5 形態率と圧迫感

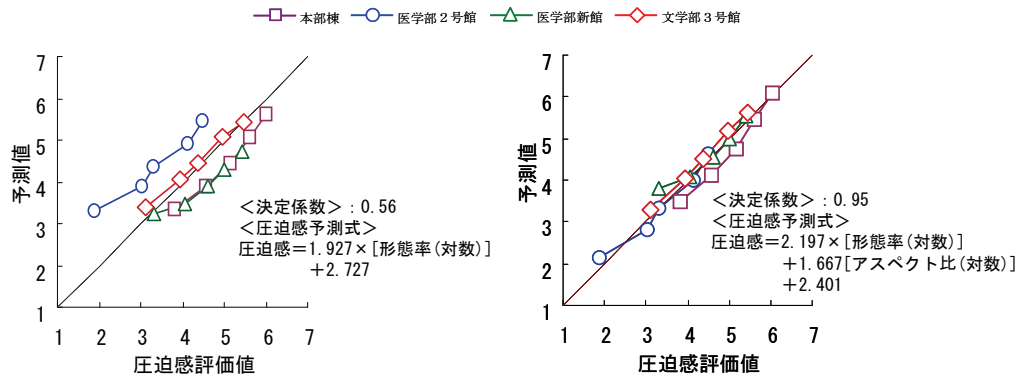


図4-6 圧迫感の予測値と評価値との関係

(6) 「街並み空間」の圧迫感・開放感

次に、対象を街並み空間に拡大して「開放感」及び「開放感に対する不満」（心理量）と街

並み空間に関する物理量との関係を調べるため、VR 実験装置による画像評価実験を実施した。被験者数は 40 名、各被験者につき 36 種類の画像を評価してもらった。VR 実験装置は、前述の東京大学の 120 インチ傾斜型スクリーンを用いた。被験者が実大スケールで市街地を認識できるように提示画像を調整し、実空間に極めて近い感覚で仮想空間の市街地内を高さ方向の広い視野を保ちつつ見回すことが可能となるようにした。対象市街地は、東京都世田谷区三軒茶屋周辺地区としたが、ここを選定した理由は、街路の幅員と建築物の規模等が同一地区内においてバラエティに富んでいるため、多様な形態の街並み空間が存在するためである。

実験の対象とした街並みは、大きく分けて低層、中層、高層の 3 つの街並み（図 4-7、4-8）とし、道路幅員については標準に加え、1/2 倍、2 倍と変化させて計 3 パターンの道路幅員を用意した。また、視線の方向については、街並み全体の評価であることから 360 度見回す動画を提示し、それに加えて①道路と並行、②道路に対して 45 度、③道路に対して 90 度に視線を固定した画像も提示した。設問は、「開放感がある」と「開放感に不満がある」について、「大いにある」から「全くない」まで評定尺度法の 7 段階評価で回答を得た。

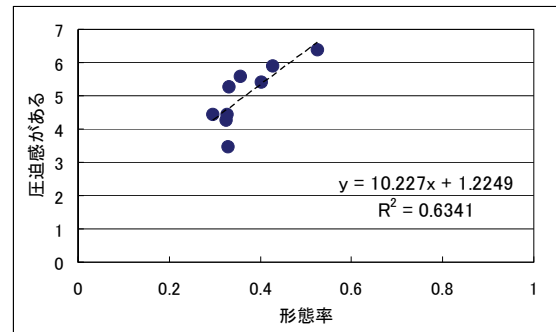
街並み空間の圧迫感について、一棟建物の場合と同様に形態率との関係を見たところ、形態率が小さくなると圧迫感が小さくなるという全体的な傾向は掴めるものの、形態率が 0.3 の辺りで圧迫感のばらつきが大きくなってしまおうという問題点があった（決定係数 0.63、図 4-9 a）。そこで、形態率に替わる物理指標を検討したところ、視対象となる建物の立体角にその建物までの距離で重みをつけた値（これを「可視空間量」とする）と圧迫感の相関が高いことが分かった（決定係数 0.71、図 4-9 b）。



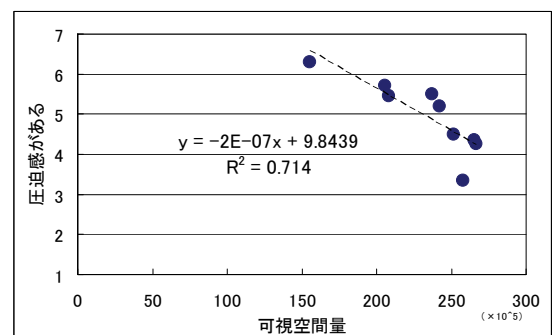
図 4-7 中層住宅地の例



図 4-8 高層住宅地の例



a) 形態率と圧迫感



b) 可視空間量と圧迫感

図 4-9 圧迫感と物理指標

<可視空間量の定義>単位半球面の原点 O から水平角 i 、仰角 j 方向にある視対象が単位半球面上に投影する立体角を微少面 Δ_{ij} に分割し、 O から微少面 Δ_{ij} を通過した視対象までの距離を d_{ij} とおく。微少面 Δ_{ij} の面積を δ_{ij} 、とおくと、可視空間量は、次のように定義される。

$$\text{可視空間量} = \sum_{i=0}^{2\pi} \sum_{j=0}^{\pi/2} \delta_{ij} \times d_{ij}^3、$$

$$\text{ただし、} \sum_{i=0}^{2\pi} \sum_{j=0}^{\pi/2} \delta_{ij} = 2\pi \text{ とする。}$$

なお、視対象が空である場合には、距離 d_{ij} が計測できないため、別途定める距離の最大値（打ち切り距離、図 4-9 では 200m とした）で代替することとする。

可視空間量の定義に関連して、視対象までの距離による重みを距離の 3 乗としたことについては、 $(1/3) \times \delta_{ij} \times d_{ij}^3$ が原点 O を頂点として高さ d_{ij} 、底面積 $\delta_{ij} \times d_{ij}^2$ の錐の体積を表すことから、視点と視対象との間にひろがる空間の体積を表していると考えられるためである。

街並み空間の開放感についても、圧迫感と同様であり天空率（= 1 - 形態率）との相関（決定係数 0.61）に比べて、可視空間量との相関が高い（決定係数 0.81）ことが分かった。

ただし、可視空間量の定義については、まだ検討途上であり、今後修正する可能性がある。特に、視対象までの距離の最大値の設定方法については、今後検討を重ねて慎重に設定する必要がある。

（7） 「街並みの変化」による圧迫感の変化

次に、上記の VR 実験の延長として、VR の街並み空間において、①道路の幅員、および②特定の一棟の建物の高さ（階数）、を変化させた場合の圧迫感の変化をみる実験を行った。道路幅員は 1/2 倍、1 倍（現況）、2 倍の 3 通り、建物の高さは、1 倍（現況）、2 倍、4 倍の 3 通りで、両者を組み合わせて計 9 通りのパターンとした。さらに、視線方向については①道路と並行、②道路と 45 度、③道路と 90 度の 3 パターンとした。また、低層と中層の 2 タイプの住宅地を対象とした。このようにして、合計 54 パターンの画像を被験者に提示して（図 4-10）、特定の建物の圧迫感や視線方向の空間全体の圧迫感や開放感について、7 段階評価の評定尺度法により、回答を求めた。なお、画像の提示順序については、道路幅員の変化、建物高さの変化、等が増加方向のみや減少方向のみに偏らないよう、複数の提示パターンを用いる工夫を行った。

その結果、建物の高さが高くなるにつれ、特定の建物に対する圧迫感とともに圧迫感に対する不満が高まり、被験者の評価値の平均が 7 段階評価で 6 を上回る「著しい」不満の水準に達する場合が生ずることが確認された（表 4-1、中層住宅地、視線方向 45 度の場合）。

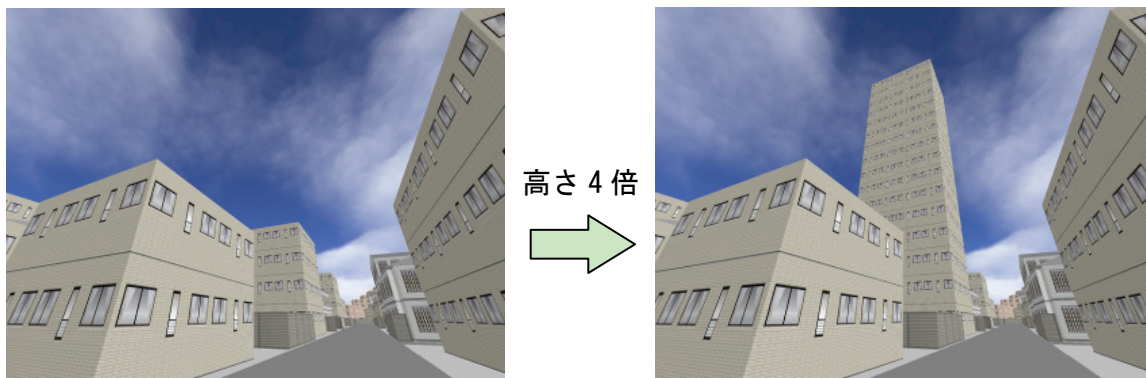


図 4-10 街並みの変化の例

表 4-1 建物の高さ・道路幅員の変化による圧迫感・圧迫感への不満の変化

(単位：1～7の7段階評価の平均値)

道路幅員		特定の建物の高さ		
		現状	2倍	4倍
12m	圧迫感がある	3.90	5.48	6.25
	圧迫感に不満がある	3.65	4.90	5.63
6m	圧迫感がある	4.75	5.95	6.73
	圧迫感に不満がある	4.38	5.60	6.25
3m	圧迫感がある	5.53	6.60	6.78
	圧迫感に不満がある	5.25	6.15	6.58

※サンプル数 40

以上のことから、道路幅員や建物の高さが開放感や圧迫感、およびそれらに対する不満に影響していることが確認された。また、特定の建物の高さの変化（即ち建て替えの場合）において、高さが市街地の現状から突出するように高くなる場合、圧迫感に対する不満が著しいと感じる値を多くの人が示すことが認められた。

なお、圧迫感や圧迫感に対する不満と物理指標の相関についても検討したが、今回の実験だけでは有効な結果が得られなかった。先ほどの（6）の実験と違い、空間全体を見回さずに視線方向を固定した画像を提示しているため、形態率については水平視野角を 100 度に限定した値を用いて回帰分析を行ったところ決定係数は 0.52 であった。可視空間量についても水平視野角を 100 度に限定した可視空間量を用いて回帰分析を行ったところ、決定係数は 0.54 であった。他にも可視空間量の定義式を変更したいくつかの物理指標を用いて回帰分析を行ったが、十分な説明力のある物理指標は得られなかった。視線方向を限定したり、道路幅員を限定したりすることによって高い相関を示す場合があることが確認されているものの、それらを限定すると今回の実験ではサンプル数が少なすぎるため、今後更に実験を積み重ねながら、継続的に検討を行う必要がある。

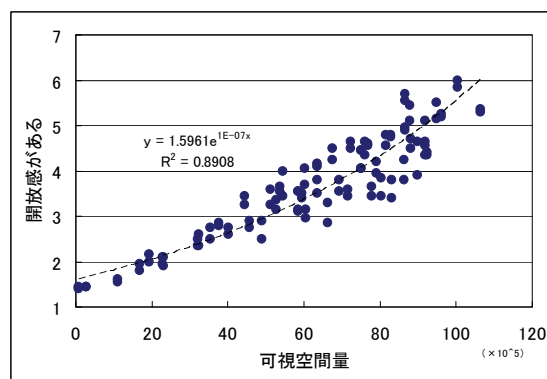


図 4-11 可視空間量と開放感

なお、一棟の建物を変化させた場合の圧迫感については相関の高い物理指標を見出すことが出来なかったが、開放感については物理指標と高い相関を示している。例えば、水平視野角を100度に限定した形態率を用いた回帰分析では決定係数が0.89であり、可視空間量を用いた回帰分析でも、決定係数0.89と高い相関を示しており（図4-11）、街並み空間における開放感を代替する物理指標として、水平視野角を限定した形態率や可視空間量が有望であることが分かった。

（8）研究成果

一棟の建物を対象とした被験者実験では、既往研究で提唱されていた形態率と圧迫感の相関が改めて確認されたが、さらに新たな知見として、同じ形態率であれば縦長の（即ち高さが高い）建物の方が圧迫感が強くなることが明らかになった。

次に、多くの建物で構成される「街並み空間」について、圧迫感・開放感という心理量に相関する物理的指標を見出すことについては、新開発の傾斜型スクリーンと画像提示ソフトウェアからなるシステムを用い、被験者がより高い没入感を得られる環境で画像評価実験を行った。その結果、建物の立体角に各建物までの距離の重みをつけた「可視空間量」が、定量的な評価を行う上で有効な物理指標となり得る可能性が見出された。

また、市街地で一棟の建物が建て替えられる場合において、その建物の高さが周囲よりも突出して高くなると、圧迫感のレベルが上昇するとともに、圧迫感に対する「不満」が著しく増大することが示された。今回の実験の中では、被験者のうち85%が「大いに圧迫感に不満がある」と評価するような著しい不満を与える場合も確認された。

これらの成果は、今後、建築行政における紛争予防・調停において実用的に活用されることを視野に、開発した手法を様々なケースで行って実験データを積み重ねていくことの必要性和有効性を示唆している。

参考文献

- 1) 武井正昭・大原昌樹（1977）、「圧迫感の計測に関する研究2 - 物理尺度との対応について-」, 日本建築学会論文報告集, No. 262, pp. 103~113
- 2) 黄泰然・吉澤望・宗方淳・平手小太郎（2007）、「都市空間における一棟及び多棟建物から受ける圧迫感に関する研究 - 物理指標の対応について-」, 日本建築学会環境系論文集, No. 616, pp. 25~30

第5章 防火・避難環境

(1) 研究の成果目標

研究の成果目標は、比較的小規模な道路とその沿道建築物（以下、「道路空間」という）の構成が市街地の火災安全性に与える影響、特に、道路を挟む2棟間の延焼防止（延焼遅延を含む。以下同じ。）及び1棟火災を想定した場合の前面道路の避難安全の二つの側面からの影響に関する定量評価とした⁽¹⁾。なお、目標とする性能基準については、社会的コンセンサスが先行する必要があると考え、ここでは設定していない。

(2) 研究の方法と手順

延焼防止、避難安全両側面とも、沿道建築物の構造、形状、開口部の状況、道路幅員などの道路空間構成が異なる様々な条件下において、シミュレーションプログラムを用いた火災性状計算による検討を行った。シミュレーションプログラムとしては、現在国総研において開発中のシミュレーションプログラム¹⁾（以下、「SIM」という。）を用いた。SIMは上層階の外壁位置が下層階の外壁よりも後退した場合（上層階セットバック）の計算にも対応しており、建築物の条件を詳細に設定可能である^{(2) (3)}。

延焼防止に関しては、道路を挟む2棟の建築物が道路を隔てて正対した条件を想定し、一方の建築物から出火した火災が他方の建築物へ延焼する時間及び延焼が発生する最大の距離をSIMにより計算し、これと道路空間構成との関係を整理した。市街地の延焼防止性の評価は本来、多数の建物を想定した市街地全体としての評価を行う必要があるが、道路を挟む延焼については、道路に沿って比較的均質な道路空間が連続していると想定すれば、道路を挟む2棟のみを取り出して評価対象としても、道路空間としての評価が可能である。本稿では、延焼防止性の基礎的検討として、評価条件が比較的単純な道路を挟む2棟間に着目して検討を行った。

避難安全に関しては、1棟の建築物が出火した際に、この建築物に面した道路（以下「前面道路」という。）を避難のために徒歩で通過する場合を想定し、建築物が出火してから放射熱により前面道路を通過できなくなるまでの時間をSIMにより計算し、これと道路空間構成との関係を整理した。これは、行き止まり等で2方向避難が確保出来ない場合の避難猶予時間に相当する。なお、本来は行き止まり道路は極力造らず、2方向に避難経路を確保することが重要であるが、やむを得ず行き止まり道路とする場合を想定して検討を行った。

(3) シミュレーションで想定した建築物の火災性状の概要

① 建築物の条件

建築物の条件として次の3項目が異なる条件を設定した。

- i) 建築物の構造 (5種) : 「耐火造」、「準耐火造」、「防火造 (防火ガラス)」、「防火造 (普通ガラス)」、「裸木造」
- ii) 上層階セットバック距離 (3種) : 「0m」、「1m」、「2m」
- iii) 開口部の大きさ (2種) : 開口幅「2m」、「4m」 (開口高さは1.5m (一定))

建築物の配置については、建築物の1面は道路に面して建っており、道路に面した1階の壁面は、道路境界線に接している。上層階セットバックのある建築物は、道路に面した2階壁面が、1階壁面よりも1m又は2m道路境界線から後退している。

建築物の形状・規模については、一般的な住宅規模程度を想定し、階数は全て2階建とし、各階は長方形の1室空間で、各階とも道路から見た間口方向8mとし、奥行き方向については、延床面積が同一となるよう、セットバック0mの建築物は、1階2階とも8m、セットバック1mの建築物は1階8.5m、2階7.5m、セットバック2mの建築物は1階9m、2階7mとした。小屋裏空間は無視した。

開口部については、道路に面した壁面とその反対側壁面の1階及び2階に同一形状の窓を1箇所ずつ配置した(図5-1)。個々の開口部の大きさは、高さは1.5mとし、幅は、「2m」、「4m」の2種とした。以下では、開口幅2mを「小開口」、開口幅4mを「大開口」と記述する。

また、窓ガラスについては、「耐火造」、「準耐火造」及び「防火造(防火ガラス)」建築物は、道路に面した側の開口部を防火ガラス、道路の反対側の壁面にある開口部は普通ガラスとした。

「防火造(普通ガラス)」及び「裸木造」建築物の開口部は、全てのガラスを普通ガラスとした。

以下では、省略して記述する際には、防火ガラス設置の防火造建築物は「防火造(防火)」、防火ガラス非設置の防火造建築物は「防火造(普通)」とそれぞれ記述する。

1階と2階を隔てる床に2m²の開口部を設置した。

積載可燃物は、各階に床面積あたり30.0kg/m²(木材換算)を配置した。

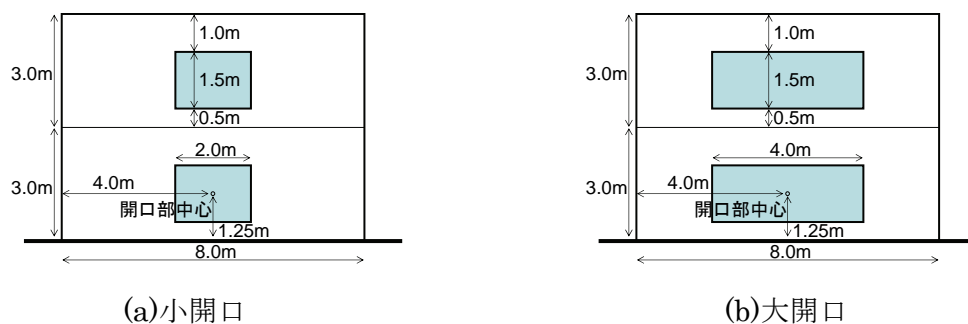


図5-1 道路側及び道路の反対側立面図

② 建築物の火災性状

各種建築物について、1階から出火した場合の無風時の火災性状をシミュレーションにより計算した結果を図5-2～図5-6に示す。太線はセットバック無し、細線は上層階セットバック1m、破線はセットバック2mのケースである。

構造種別に見てみると、耐火造と他の構造の間では火災性状が大きく異なっている。耐火造では、他の構造種に比べて、室内温度が低く室内温度、発熱速度とも低く抑えられており、燃焼が緩慢であることを示している。また、防火造(防火)、防火造(普通)、裸木造では、火災進行の経過は類似しており、この順に火災進行速度が数分ずつ遅くなっている。準耐火

造も、大まかな傾向は耐火造よりも防火造（防火）等に近い経過をたどっているが、火災進行速度の違いは顕著に表れており、防火造（防火）よりもさらに 20min 程度遅くなっている。

セットバック距離で見ると、すべてのケースにおいて上層階セットバックによる室内温度及び火災成長速度の変化はあまり大きくない。大開口の場合は、初期の発熱速度が大きく、全体的な火災成長が 5min 程度早くなっている。

以下の延焼防止性及び避難安全性に関する計算では、無風時を想定して検討した⁽⁴⁾。

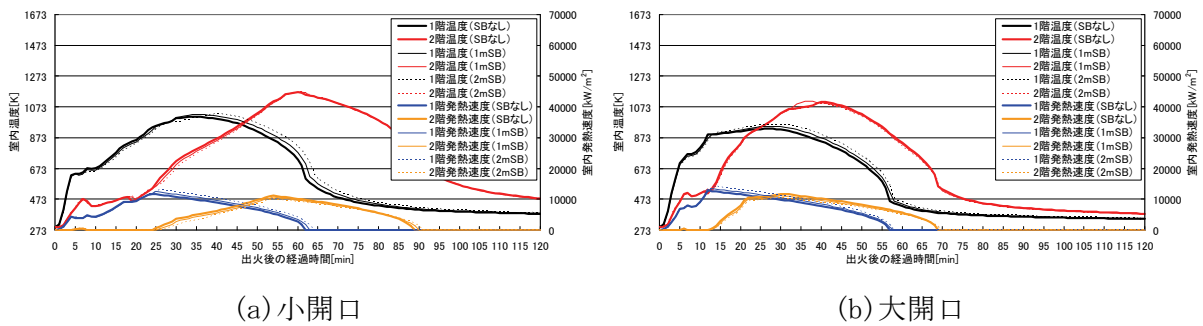


図 5-2 耐火造建築物の火災性状

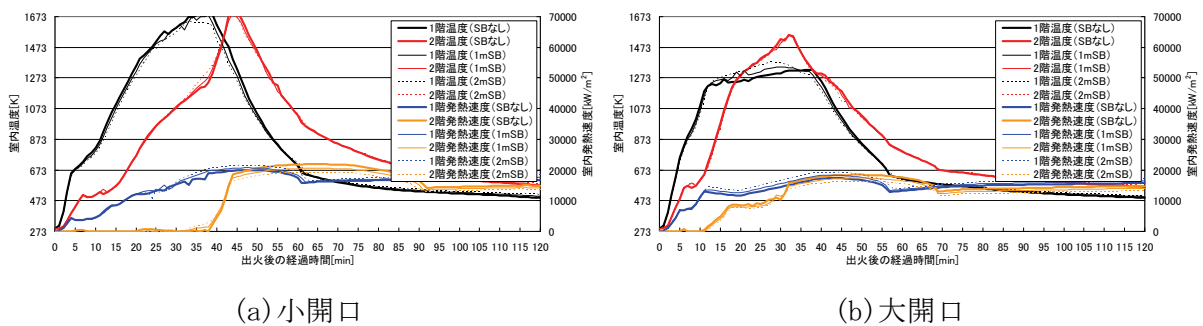


図 5-3 準耐火造建築物の火災性状

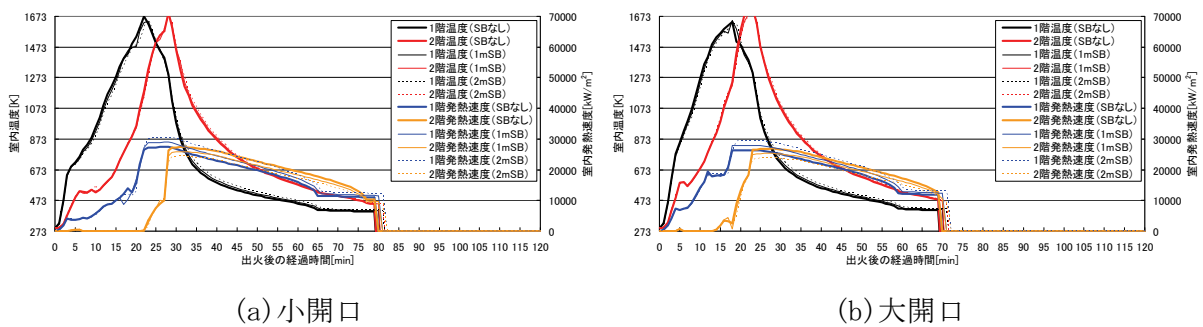


図 5-4 防火造建築物（防火ガラス）の火災性状

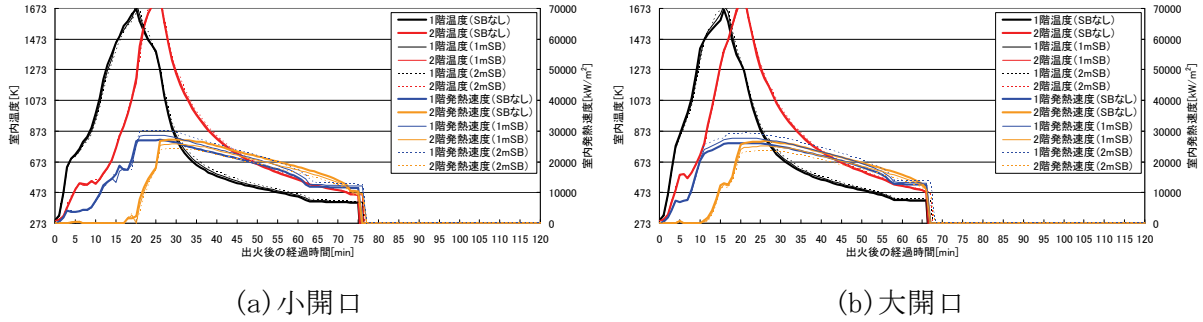


図 5-5 防火造建築物（普通ガラス）の火災性状

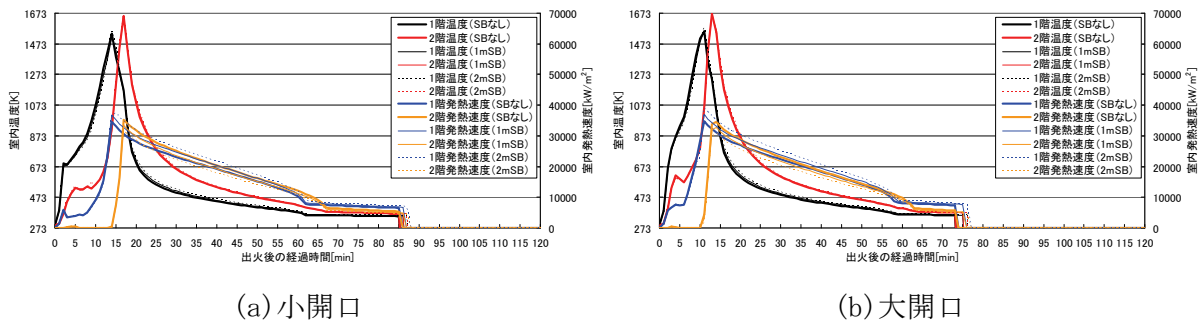


図 5-6 裸木造建築物の火災性状

(4) 延焼防止性について

ここでは、道路空間構成が有する延焼防止性に関する機能について述べる。

延焼防止性の定量的評価手法として、道路を挟む 2 棟の建築物が道路を隔てて正対した条件を想定（図 5-7、図 5-8）し、一方の建築物の 1 階から出火した火災が他方の建築物へ延焼する時間（以下、「延焼時間」という）及び延焼が発生する最大の距離（以下、「延焼限界距離」という）を SIM により計算し、これと道路空間構成との関係を整理した。なお、道路を挟む 2 棟の建築物は、構造、開口部、上層階セットバック等の条件について全く同一とした。

道路幅員は 0.5m から 0.5m 刻みで計算を行った。各曲線が途中で途切れているのは、それ以上の距離では延焼が発生しなかったことを示す。すなわち、各曲線の最も右端にプロットされた距離とその 0.5m 遠方の間に「延焼限界距離」があることを示す。

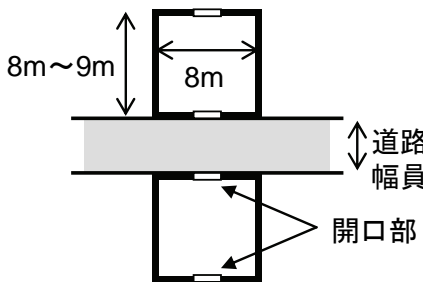


図 5-7 延焼抑止性の評価領域

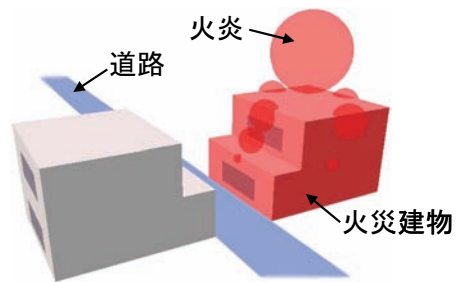
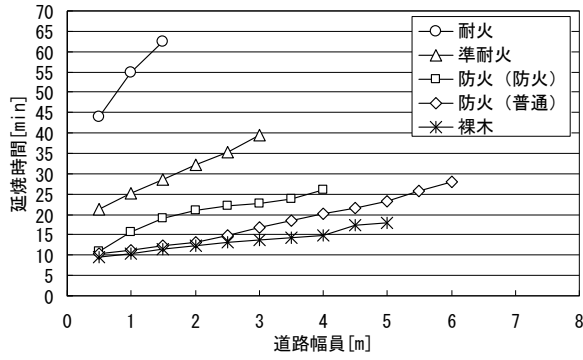
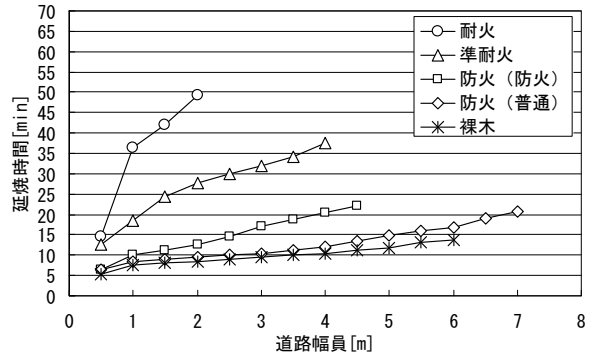


図 5-8 シミュレーションイメージ

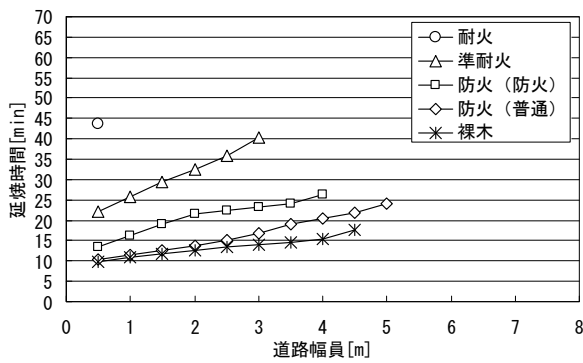


(a) 小開口

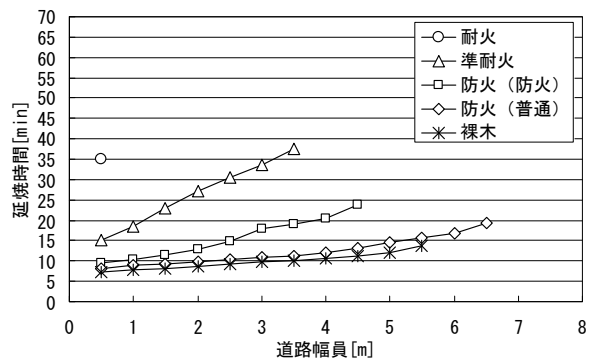


(b) 大開口

図 5-9 道路空間構成と延焼時間・延焼限界距離（上層階セットバック無し）

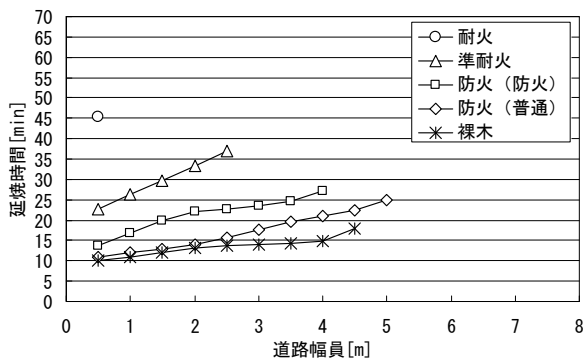


(a) 小開口

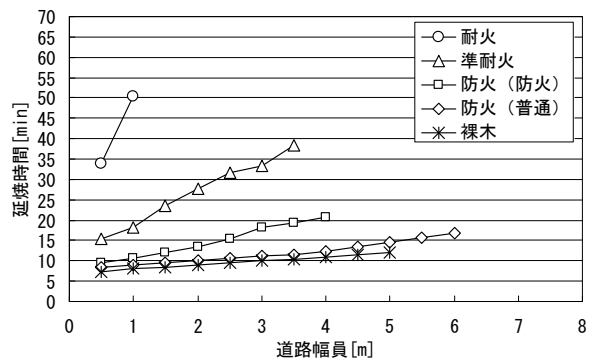


(b) 大開口

図 5-10 道路空間構成と延焼時間・延焼限界距離（上層階セットバック 1m）



(a) 小開口



(b) 大開口

図 5-11 道路空間構成と延焼時間・延焼限界距離（上層階セットバック 2m）

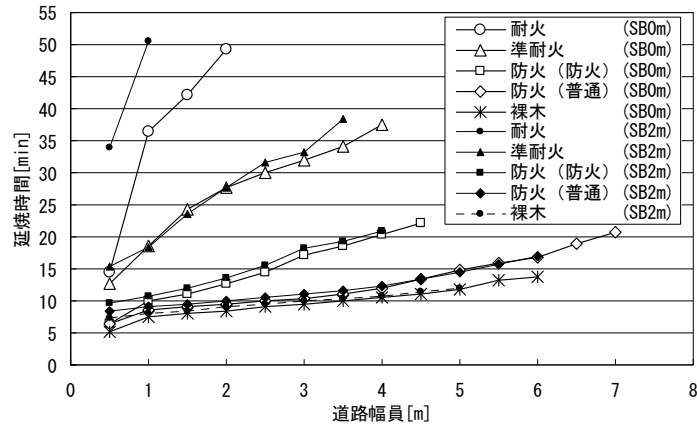


図5-12 上層階セットバックによる延焼防止性の変化（セットバック 0m と 2m の比較）

グラフの全体の傾向としては、建築物の条件に関係なくグラフは右上がりになっており、道路幅員が広くなると延焼時間が長くなることを示している。また、概ねの傾向は、延焼時間の長い構造種では曲線が短くなっており、延焼限界距離が短くなることを示している。

上層階セットバックによる影響を見ると（図5-9～図5-12）、延焼限界距離については、セットバック 1m で、0m～0.5m 短くなり、セットバック 2m で 0.5～1m 短くなっている。セットバック距離 1m の時 20～30sec 程度の遅延が見られる。2m のセットバックでは、40～60sec 程度の遅延が見られ、変化は認められるが、改善効果が大きいとは言い難い。

延焼限界距離について見れば、耐火造、準耐火造、防火造（防火）のように、外壁及び開口部に一定の性能が見込まれる構造であれば、道路幅員が 4～5m 程度以上で道路を挟む延焼防止機能が認められる。防火造（普通）や裸木造では、7～8m 程度の道路幅員があれば延焼防止効果が認められる。

現行の建築基準法において道路の基準幅員となっている 4m について見てみると、耐火造及び準耐火造はほぼ延焼防止可能であるが、防火造（防火）では、20～25min 程度の延焼遅延が認められるものの、延焼防止するまでにはもう少し幅員が不足し、5m 程度以上の幅員が必要となる。防火造（普通）及び裸木造はあまり差異はなく、4m 程度の幅員で延焼を防止することはほとんど期待できず、せいぜい 10min 程度で延焼が発生することを示している。

（5）避難安全性について

ここでは、道路空間構成が有する避難安全性に関する機能について述べる。

避難安全に関しては、1 棟の建築物が出火した際に、火災から熱を受けながら前面道路を避難のために徒歩で通過する場合を想定（図5-13）し、建築物の 1 階から出火してから前面道路を避難のために通過できなくなるまでの時間（以下、「避難可能時間」という）を SIM により計算し、これと道路空間構成との関係を整理した（図5-14～図5-16）。これは、行き止まり等で 2 方向避難が確保出来ない場合の避難猶予時間に相当する。

避難可能時間は、日本建築学会により示されている手法を参考に、避難者が受ける放射受熱量から計算する。出火建築物の道路側正面中央の位置に基準点を取り、建築物の反対側の道路境界線から 1m の線上を基準点の前後 20m 計 40m 通過する Δt の時間（すなわち、歩行速

度 1m/s として 40sec) に曝される放射受熱量の合計が式 5 - 1⁴⁾を満足する最大の t_1 を避難可能時間とした。

道路幅員は 0.5m から 0.5m 刻みで計算を行った。耐火造建築物の曲線が途中で途切れているのは、それ以上の距離では避難可能時間が無限大となることを示す。すなわち、曲線の途切れている道路幅員以上の幅員を有する道路であれば、前面道路が通過出来なくなることがないことを示す。

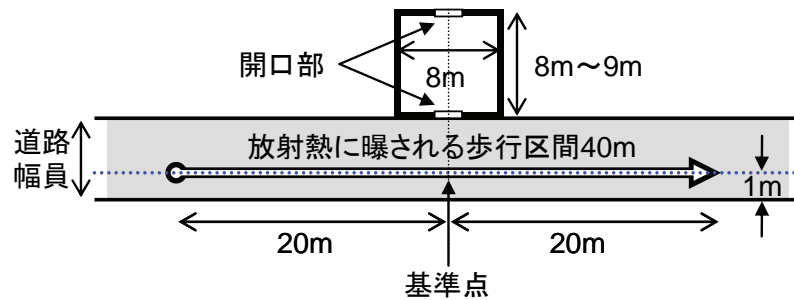


図 5 - 1 3 避難可能時間の評価領域

$$\int_{t_1}^{t_1+\Delta t} I^2 dt < 2.5 \times 10^2 \quad \text{式 5 - 1}$$

$$\text{ただし、} \quad I = \begin{cases} q'' - 0.5 & (q'' > 0.5) \\ 0 & (q'' \leq 0.5) \end{cases}$$

q'' : 避難者への入射熱流束[kW/m²]

t_1 : 建築物の出火から避難者が放射熱に暴露され始めるまでの時間[sec]

Δt : 避難者が建築物前面通過に要する時間[sec]

避難可能時間の全体の傾向としては、グラフは右上がりになっており、道路幅員が大きくなるに従って避難可能時間が長くなっている。ただし、グラフの傾きは建築物の構造によって大きく異なっており、3つのグループに分けることが出来る。

最も傾きが大きなグループ（第一グループ）には、耐火造のみが含まれる。道路幅員の増加により、避難可能時間が大きく伸びる。また、小開口の場合で 4m 程度、大開口の場合で 6m 程度の幅員であれば、前面道路が通過出来なくなることが無いことを示している。

最も傾きが小さなグループ（第三グループ）は、防火造（普通）及び裸木造であり、道路幅員が増加してもほとんど避難可能時間に変化が認められない。このグループは火災成長が早いため、数 m 程度の道路幅員では、幅員全域にわたってほぼ同時に通過出来なくなことを示している。

その中間のグループ（第二グループ）は、準耐火造及び防火造（防火）のグループである。道路幅員の増加により若干避難可能時間が延びてはいるが、耐火造ほどではなく、幅員 1m あたり 2~3min 程度の増加である。数分ではあるが準耐火造の方が防火造（防火）よりも避難可能時間が長い。ただし、大開口の場合、幅員が小さい場合には第三グループと大きな違い

はなく、4m～5m 以上でようやくグラフが立ち上がる傾向がある。準耐火造では幅員 4m から 8m になることで 10min 程度から 20min 程度へと避難可能時間が延びている。防火造（防火）では、4m 以上の幅員増加の効果は準耐火造の 1/2 程度が認められる。

なお、上層階セットバックによる影響はあまり認められない。これは、避難者が通行する高さに対しては 1 階部分の影響が大きいいため、2 階壁面の位置の違いがほとんど影響しないためである。

現行の建築基準法において道路の基準幅員となっている 4m について大開口の条件でみると、第一グループでは、30min 以上の避難可能時間が確保出来る一方、第二グループや第三グループでは 6～8min 程度となっており、ほとんど変わらない結果となった。ただし、幅員 6m で見てみると第三グループではほとんど変わらないが、第二グループでは、準耐火造で 6～7min、防火造（防火）で 3min 程度の増加がある。

以上より、第二グループでは、幅員 4m を超えての道路拡幅は避難可能時間の改善効果を確認することができる。

第三グループの場合、及び第二グループで幅員 4m 程度以下の場合では、出火後比較的短時間で前面道路の通行が困難となり、行き止まり道路等、火災建築物の前面を通行しなければならない状態の危険性を示している。

また、第一グループであっても開口部が大きい場合には幅員 4m 以下で避難可能時間が急激に減少し、危険性が増すことを示している。

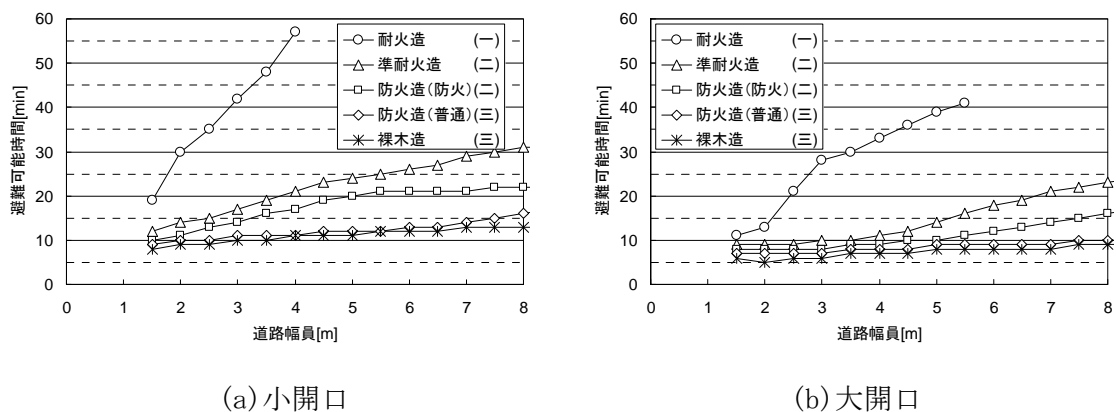
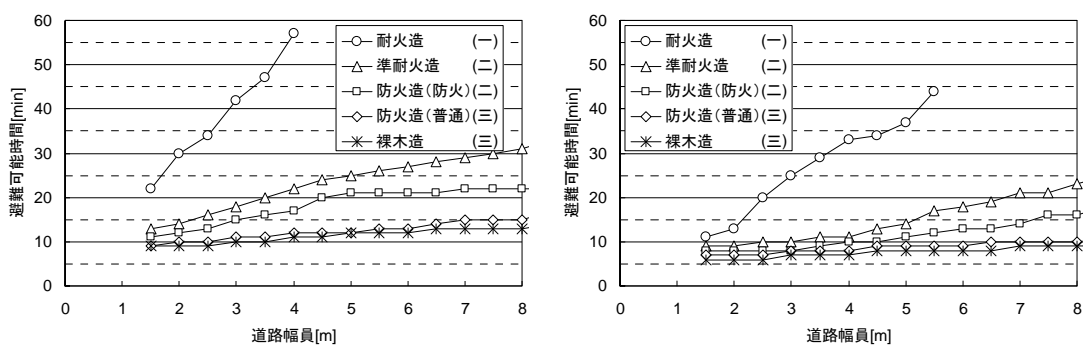


図 5-14 道路空間構成と避難可能時間（セットバック無し）

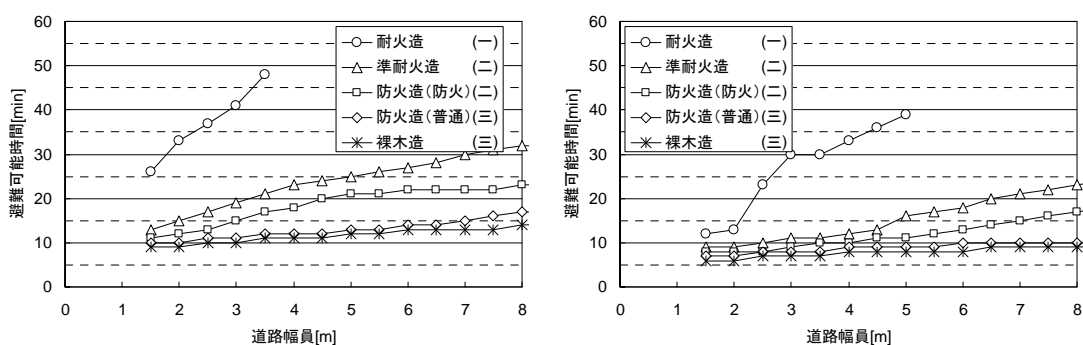
（凡例中（一）～（三）は、本文中のグループを示す。図 5-15 及び図 5-16 において同じ）



(a) 小開口

(b) 大開口

図5-15 道路空間構成と避難可能時間（セットバック 1m）



(a) 小開口

(b) 大開口

図5-16 道路空間構成と避難可能時間（セットバック 2m）

(6) 研究成果及び今後の課題

本研究では比較的小規模な道路とその沿道建築物の構成が有する火災安全性について、道路を挟む2棟間の延焼防止及び1棟火災を想定した場合の前面道路の避難安全の二つの側面から、シミュレーションによる定量評価を試みた。

延焼限界距離について見れば、耐火造、準耐火造、防火造（防火）のように、外壁及び開口部に一定の性能が見込まれる構造であれば、道路幅員が4~5m程度以上で道路を挟む延焼防止機能が認められる。防火造（普通）や裸木造では、7~8m程度の道路幅員があれば延焼防止効果が認められる。

避難安全の観点では、炎上する建築物が耐火造の場合、前面道路が4m（小開口の場合）から6m（大開口の場合）程度の幅員があれば、前面道路の通過出来なくなることが無く、また、準耐火造及び防火造（防火）では、幅員4mを超えての道路拡幅に関しては避難可能時間の改善効果を認めることができる。

防火造（普通）や裸木造の場合、及び準耐火造及び防火造（防火）で幅員4m程度以下の場合では、出火後比較的短時間で前面道路の通行が困難となり、行き止まり道路等、火災建築物の前面を通行しなければならない状態の危険性を示している。また、耐火造であっても開

口部が大きい場合には幅員 4m 以下で避難可能時間が急激に減少し、危険性が増すことを示している。

なお、本研究は、火災建物が 1 棟の場合を想定したものであり、地震時等の放任状況で生じる市街地火災を想定したものではない。ここで得られた評価結果は、この点に留意する必要がある。

今後の課題として、市街地火災時の火災安全性の評価手法の確立が残されている。また、シミュレーションの精度向上を図るとともに、今回検討した項目（建築物の構造、開口部の大きさ、セットバック距離等）や検討に含まれない項目（建物階数、風向風速）の条件による変化についてさらに検証する必要がある。

注

- (1) 本稿では限られた条件下の延焼抑止及び避難安全の側面のみ評価を行ったが、他の側面（例えば、市街地火災時の安全性や消火・救助活動支援等の側面）についても検討する必要がある。
- (2) 同様の検討は、既に行っている²⁾が、その際には、総プロ「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」（平成 10 年度～平成 14 年度）において（独）建築研究所及び国土技術政策総合研究所が開発したシミュレーションプログラム³⁾を用いて検討を行った。このシミュレーションプログラムでは、1 階の平面形状が 2 階以上にも適用されるため、上層階のみセットバックした場合の計算には対応していない。
- (3) SIM は、開発途上であるが、過去の単体建築物の火災実験で得られた火災性状と比較して妥当な結果が得られる¹⁾ことを示している。今後も継続して SIM の改良が進められ、計算結果に違いが現れる可能性もあるが、本稿では、現時点のバージョンの SIM を用いた結果として報告する。
- (4) 今回の計算では、無風下を想定した。有風下では飛び火や接炎、熱気流の影響により延焼限界距離はさらに大きくなるため、今回の計算とは異なることに注意を要する。
- (5) 裸木造よりも防火造（防火）の方が延焼限界距離が長くなっている。これは、今回計算した裸木造建築物のモデルでは、外壁、屋根の燃え抜けがすぐに発生し、熱が外へ逃げやすくなり、かえって延焼限界距離が短くなったと考えられる。

参考文献

- 1) 岩見・萩原(2007), 「準耐火建築物の火災性状モデル化の試行」, 『日本建築学会学術講演梗概集(九州) F-1』, pp. 165～166
- 2) 岩見・萩原・石井・勝又(2006), 「道路空間構成と市街地の火災安全性に関する基礎的検討」, 『日本建築学会学術講演梗概集(関東) F-1』, pp. 589～590
- 3) 国土交通省(2003), 『循環型社会および安全な環境形成のための建築・都市基盤整備技術の開発 まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発報告書』
- 4) 日本建築学会(2002), 『建築物の火災安全設計指針』

第6章 研究の総括と今後の課題

6-1. 研究の総括

本研究では、建築物の集団によって形成される市街地の環境に関して、求められる「性能」を確保するというアプローチから、建築物の形態にかかる行政的基準の将来のあり方を念頭において、「性能」の定量的な評価方法と必要とされる水準を検討した。

ただし、本研究で挙げることができた成果には限界がある。そもそも市街地の環境を構成する要素は多数あり、行政的基準の目的となる「性能項目」もその数だけあることになるが、本研究では、光環境、風環境、視覚的環境、火災安全性の4つの要素をとりあげるに止まった。また、性能項目には各環境要素について共通的に、A. 建築物が他の建築物に及ぼす影響、B. 建築物が街路など公共空間に及ぼす影響、の2つの側面があるが、簡易な検証方法や代替指標、あるいは目標とする性能水準を示すに至っていないものもある。シミュレーション等の実証的な検討対象もモデル市街地に止まり、多様な形態の市街地に対して必ずしも普遍性があるとまでは言い切れない部分もある。

しかし、とりあげた4つの環境要素については、少なくとも検討の方法論を示すことができ、また、今後研究をさらに深める意義を確認することができた。

環境要素ごとの研究の到達点の意義をまとめると、次のとおりである。

(1) 光環境

「住宅居室の採光」(光環境)については、現行の建築基準法において、集団規定(道路斜線制限、隣地斜線制限)と単体規定(窓の大きさを定める採光規定)の両方の規制基準が関連しており、両者の適切な役割分担と連携が必要である。本研究では、集団規定の居室採光の観点からの規制目的を、採光規定を守りさえすれば必要な居室採光が得られるよう屋外の空間条件を整えることであるとして、確保すべき1階開口部の照度水準と、光環境シミュレーションソフトによる計測や壁面天空率による検証方法、 h/d による例示仕様を提案した。そして低中層市街地では道路斜線勾配1.5の有効性が確認されたが、立ち上がりがある隣地斜線制限については必ずしも有効でないことが確認された。

なお、いわゆるドミノマンション問題については、住民の「昼間でも電灯を点けないと日常生活ができない」という訴えが深刻であるが、この問題は用途地域の商業地域において発生している。商業地域は住居の環境の保護を目的としておらず、従って現行建築基準法に不備はないと見ることができるが、近年の都市型社会において、街なかでの住商の立体的複合用途による居住形態が一般化しているのも事実である。都市計画においてこうした複合市街地の市街地像が目的として掲げられる場合には、本研究の成果を生かした制度改善が提案できるものと期待するところである。

(2) 風環境

屋外空間の換気・通風(風(空気)環境)については、現行の建築基準法において、集団

規定に直接的な規定が存在していない。ただし、単体規定においては、換気のための開口部又は換気設備に関する規定がある。近年、シックハウス問題など室内の空気環境に関する対策が進められてきているが、これらが効果をあげるには、建築物を取り巻く屋外の空気環境の清浄性が前提になるものと考え、新たなアプローチとして研究対象にとりあげた。

風の性状（風向・風速）は地域や季節によって変化することから、当該地域の風性状に関するデータ（風配、ワイブル係数）を用いて、ポイド空間の換気・通風性能を一定の水準値の超過確率によって評価する方法を提案した。また、ポイド空間の換気・通風性能は隣棟間隔Dと建物高さHに応じて変化することから、仕様規定（解の例）においては H/D が指標として考えられたが、実用的な規定を導くには今後さらなる解析・検討が必要である。

なお、隣棟間の空間の確保という問題は、敷地境界線からの壁面後退によって担保できるが、各々の建築物がそれぞれ自らに必要な後退距離をとれば、両者により作られる空間は必要以上のものとなるなど、過不足ない基準の設定の仕方が難しい。隣棟間の空間をどのような規制によって確保するのかについても、今後検討が必要である。

（３） 視覚的環境

一棟の建物を対象とした被験者実験では、既往研究で提唱されていた形態率と圧迫感の相関が改めて確認されたが、さらに新たな知見として、同じ形態率であれば縦長の（即ち高さが高い）建物の方が圧迫感が強くなることが明らかになった。

次に、多くの建物で構成される「街並み空間」について、圧迫感・開放感という心理量に相関する物理的指標を見出すことについては、新開発の傾斜型スクリーンと画像提示ソフトウェアからなるシステムを用い、被験者がより高い没入感を得られる環境で画像評価実験を行った。その結果、建物の立体角に各建物までの距離の重みをつけた「可視空間量」が、定量的な評価を行う上で有効な物理指標となり得る可能性が見出された。

また、市街地で一棟の建物が建て替えられる場合において、その建物の高さが周囲よりも突出して高くなると、圧迫感のレベルが上昇するとともに、圧迫感に対する「不満」が著しく増大することが示された。今回の実験の中では、被験者のうち85%が「大いに圧迫感に不満がある」と評価するような著しい不満を与える場合も確認された。

これらの成果は、今後、建築行政における紛争予防・調停において実用的に活用されることを視野に、開発した手法を様々なケースで行って実験データを積み重ねていくことの必要性と有効性を示唆している。

（４） 防火・避難環境

本研究では比較的小規模な道路とその沿道建築物の構成が有する火災安全性について、道路を挟む2棟間の延焼防止及び1棟火災を想定した場合の前面道路の避難安全の2つの側面から、シミュレーションによる定量評価を試みた。

延焼限界距離について見れば、耐火造、準耐火造、防火造（防火ガラス設置）のように、外壁及び開口部に一定の性能が見込まれる構造であれば、道路幅員が4~5m程度以上で道路を挟む延焼防止機能が認められる。防火造（普通ガラス設置）や裸木造では、7~8m程度の

道路幅員があれば延焼防止効果が認められる。

避難安全の観点では、準耐火造及び防火造（防火ガラス設置）では、幅員 4m を超えての道路拡幅は避難可能時間の改善効果を認めることができる。

防火造（普通ガラス設置）や裸木造の場合、及び準耐火造及び防火造（防火ガラス設置）で幅員 4m 程度以下の場合では、出火後比較的短時間で前面道路の通行が困難となり、行き止まり道路等、火災建築物の前面を通行しなければならない状態の危険性を示している。

また、耐火造であっても開口部が大きい場合には幅員 4m 以下で避難可能時間が急激に減少し、危険性が増すことを示している。

本研究では、1 棟火災の場合を想定したものであり、地震時等の放任状況で生じる市街地火災を想定していない。ここで得られた評価結果はこの点に留意する必要がある。

市街地火災時の火災安全性の評価手法の確立が今後の課題として残されている。また、シミュレーションの精度向上を図るとともに、今回検討した項目（建築物の構造、開口部の大きさ、セットバック距離等）や検討に含まれない項目（建物階数、風向風速）の条件による変化についてさらに検証する必要がある。

6-2. 今後の課題

現行の規制を性能に基づく方法に変換することを考えると、例えば形態規制の場合には、形態に関連する環境要素については全ての性能項目について定量的な評価基準と簡易な検証方法を持つことが必要である。今回は、居室と道路の採光環境、居室と道路の換気・通風環境、圧迫感という切り口での視覚的環境、防火・避難環境について検討を行った。

ただし、今回対象とした環境要素についても、例えば、換気・通風に関しては簡易な検証方法の開発に至っておらず、視覚的環境についても心理量を変換できる物理指標の信頼性を検証する必要があるなど、今後検討すべき課題はまだ多く残されている。また、今回はモデル市街地を対象とした検討に止まっているため、法制度の見直し等に反映させるには、市街地パターンを増やすこと等により、汎用性・実用性を高めるための研究とともに、望ましい



図 6-1 密集市街地における三項道路指定



図 6-2 商業地域の“ドミノマンション”問題

性能水準に関する社会的合意が必要となる。引き続き知見を積み上げることによって、都市型居住に対応した規制の合理化（三項道路指定の際の建築基準法第43条の2に基づく条例や、街並み誘導型地区計画の技術基準の策定、図6-1参照）や建築紛争の防止（商業地域のドミノマンション問題への対応、図6-2参照）等での活用を目指すとともに、最終的には建築基準法の改正等への反映を目指したい。

また、今回取り上げられなかった環境要素においては、音、不安感、交通など、用途に関連が深い項目が多い。用途規制の性能基準に関する研究については既に着手しているところであり、これを当面の研究課題として着実に進めることが必要である。

「都市型社会に対応した良好な市街地環境の確保のための調査研究」 に関わる成果の公表状況

1. 関連発表論文

(1) 採光環境に関する発表論文

- 「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究(その 1) 研究フレームの設定と周辺建築物居室採光の性能基準および指標の検討」、篠崎道彦・豊原寛明・桑田仁・斉藤圭・勝又済・石井儀光・三木保弘、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 879-880、2005 年。
- 「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究(その 2) 周辺市街地形態の想定と集団規定における居室採光性能水準の提案」、桑田仁・篠崎道彦・斉藤圭・豊原寛明・勝又済・石井儀光・三木保弘、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 881-882、2005 年。
- 「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究(その 3) 建替え更新時における最大容積建築物の算出方法と形態・配置パターンの検討」、斉藤圭・篠崎道彦・桑田仁・豊原寛明・勝又済・石井儀光・三木保弘、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 883-884、2005 年。
- 「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究(その 1) 建物形態・隣棟間隔と壁面照度の関係の定量的分析」、勝又済・石井儀光・三木保弘、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 1109-1110、2007 年。
- 「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究(その 2) 壁面照度と室内光環境の関係」、三木保弘・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 1111-1112、2007 年。
- 「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究(その 3) 壁面照度と天空率の関係」、石井儀光・三木保弘・勝又済、日本建築学会学術講演梗概集 F-1 分冊、p. 1113-1114、2007 年。

(2) 風環境に関する発表論文

- 「市街地の風環境の研究(その 1) Void の概念と 2 棟間モデルによる道路上の風速の検討」、加藤信介・石田義洋・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 823-824、2005 年。
- 「市街地の風環境の研究(その 2) 密集市街地モデルによる Void 内の風速の検討」、石田義洋・加藤信介・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 825-826、2005 年。

- 「市街地の風環境の研究（その3） 密集市街地における通風・換気性能の検討のためのモデル設定」、澤地孝男・加藤信介・豊原寛明・勝又済・石井儀光・石田義洋・黄弘、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 785-786、2006 年。
- 「市街地の風環境の研究（その4） 密集市街地モデル内のボイドの通風・換気性能の予備検討」、石田義洋・加藤信介・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 787-788、2006 年。
- 「Study on Wind Environment in Urban Blocks by CFD (Part 5) : Wind Tunnel Experiments on Urban Ventilation in 3-D Densely Built-up Area」、Mahmoud BADI, Shinsuke KATO, Takeo TAKAHASHI, Hong HUANG, Wataru KATSUMATA, Takao SAWACHI, Norimitsu ISHII, Hiroaki TOYOHARA, Yoshihiro ISHIDA, Zhen BU、平成 18 年度空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、H-69、p. 2281～p. 2284.
- 「市街地の風環境の研究（その5） Void 空間の換気性能に関する超過確率の定義と計算法」、石田義洋・加藤信介・ト震・黄弘・澤地孝男・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 675-676、2007 年。
- 「市街地の風環境の研究（その6） 東京地区の風環境における Void 空間の超過確率の解析」、ト震・加藤信介・石田義洋・黄弘・澤地孝男・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 677-678、2007 年。
- 「市街地の風環境の研究（その7） 大阪、仙台地区の風環境における Void 空間の超過確率の解析」、澤地孝男・加藤信介・石田義洋・ト震・黄弘・勝又済・石井儀光、日本建築学会学術講演梗概集 D-2 分冊、p. 679-680、2007 年。

2. その他

国総研資料第 368 号『密集市街地整備のための集団規定の運用ガイドブック』に、成果の一部を反映。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 443

January 2008

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675