

住居における外部環境の影響に関する研究

後藤 滋
片山 忠久
田村 明弘

目 次

I 住生活における外部騒音の評価法に関する研究

—住民意識をもとにして—

緒 言

1. 調査の概要
2. 道路あるいは鉄道が主音源となっている地域における外部騒音に対する住民反応
3. 住民の騒音意識構造および騒音意識空間の反応ベクトルと騒音の大きさとの対応

結 論

II 建物周囲気流および換気量変動に関する研究

緒 言

II-1 市街地内高層建築物周辺気流の性状に関する風洞模型実験

1. 実験方法
 - a. 模型および測定点
 - b. 測定方法
2. 市街地気流の垂直分布が強風領域におよぼす影響
 - a. 市街地気流の垂直分布
 - b. 街路上平均風速の水平分布
 - c. 乱れの強さ
3. 風向および高層建物の高さ、形状による風速増加率の変化
 - a. 風向による風速増加率の変化
 - b. 高層建物模型の高さ、形状による風速増加率の変化

4. 結果の要約

II-2 換気量変動が室内汚染濃度におよぼす影響に関する実測

1. 室内空気汚染濃度に関するモデル
2. 実測の方法
3. 屋上風速および開口部流速の確率密度関数
4. 平均濃度推定式の誤差
5. 結果の要約

II-3 結 論

参考文献

I 住生活における外部騒音の
評価法に関する研究
—住民意識をもとにして—

緒 言

標記に関して昨年度は道路あるいは鉄道が主音源となる地域で、外部騒音に対する反応と騒音測定を行い以下のような結果を得た。ただし新幹線が主音源となる地域は、特に強い反応を示していること、および調査地点数の少いことから対象外とした。

i) 鉄道騒音が主音源の地域ではもちろん電車・列車の通過音に反応しているが、道路騒音が主音源となる地域に比べ、ピークに近い大きなレベルの騒音がほぼ同程度であっても外の音への反応は弱くなっている。

ii) 鉄道騒音の場合その存在を意識するかしないかがまず心理上の問題になるのに対し、道路騒音の場合その存在を意識するのは容易であるが、その程度が問題となっている。

iii) 騒音レベル超過時間率にもとづく代表的評価法 L_{α} と総暴露騒音エネルギー量にもとづく代表的評価法 \bar{Q} を用いる時、道路と鉄道の騒音を統一的に評価するには情緒的反応（外の音に対するうるささなど）に対しては L_{10} 、 \bar{Q}_0 を、直接的・特異的反応（外の音によるテレビ・ラジオの聴取妨害など）に対しては L_5 、 \bar{Q}_3 を用いるのが妥当であろう。

iv) 直接的・特異的反応（テレビ・ラジオの聴取妨害）の方が情緒的反応（うるささ）に比べ、地域の大きいレベルの騒音により強く関係し、後者は前者に比べ平均化する作用がより強く働いている。

v) 弱い反応になるほど全体の騒音レベルが低い中で、間欠的に生起する大きなレベルの騒音に対応していく。

さらに、地域・個人による反応の差を説明するには、騒音の物理的特性のみでなく、むしろ騒音に対する住民意識の研究特にその構造について知ることが必要であると述べ、騒音評価のための概念構成として図 I-1 でなく図 I-2 を提案した。騒音の物理的大きさは、騒音意識空間のベクトルと対応し、被害意識はそのベクトルの 1 軸への射影である。

本年度の研究の目的は、(1)昨年度の結果を検証するこ

と、(2)騒音意識構造を明らかにし図 I-2 の妥当性を確かめることである。このために 2 回にわたる社会調査を行ったが、目的と各調査との関連を図 I-3 に示す。

2 回の調査については第 1 項に、目的(1)に関しては第 2 項に、目的(2)に関しては第 3 項に述べ、前年度と本年度の研究の総括を結論の項に示す。

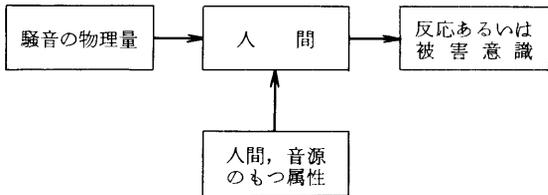


図 I-1 騒音評価のための概念構成 (1)
(騒音被害意識が外的基準)

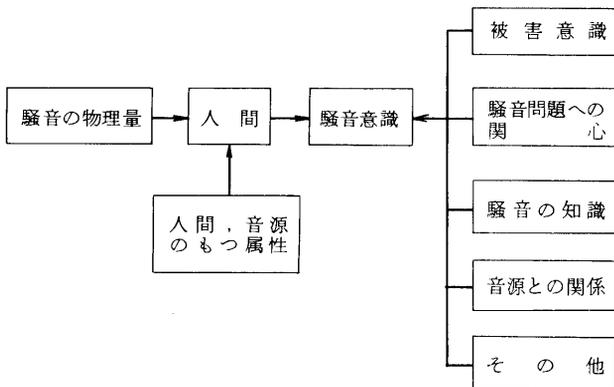


図 I-2 騒音評価のための概念構成 (2)
(騒音意識が外的基準)

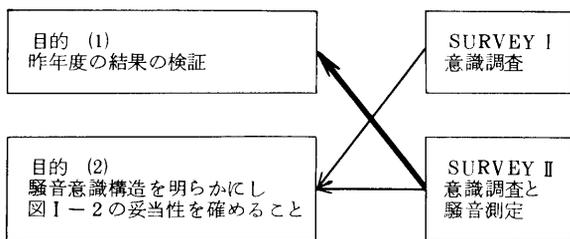


図 I-3 研究の目的と調査との関連

1. 調査の概要

SURVEY I は意識調査のみであり、その対象は横浜市神奈川区の一般成人(昭和 51 年 9 月 10 日現在で 20~69 才)である。対象者抽出にあたっては昭和 50 年 3 月 31 日現在の選挙人名簿を原資料とし、1.人口密度、2.単位面積当りの卸小売業数、3.単位面積当りの線路・道路長により神奈川区の町丁を 8 層に分類し、各層ごとの累積人口に比例した調査地点数(1 地点当り 20 人)の割当を行った。SURVEY II は道路あるいは鉄道が主音源とな

っている地域で戸建住宅に住む主婦を対象とした意識調査と、その調査地点での一昼夜騒音測定からなる。対象者の選定は昨年度調査と同様の方法であり 75 地点 496 人を抽出した。ただし 75 地点の内 57 地点は昨年度と同一であり、18 地点を新たに追加したものである。当然ながら意識調査は全員新たに行った。騒音測定及びその分析方法は昨年度と同じで、新たな 18 地点について行った。

表 I-1 に SURVEY I と II の意識調査の概要を示す。表 I-2 は昨年度調査と本年度調査の SURVEY II を比較したもので、主音源ごとに地点数と人数を示す。SURVEY I と II での質問内容は、ほとんど同じであり表 I-3 には SURVEY II のものを示す。昨年度の質問内容とは主質問(Q8・外の音への不満、Q9・外の音による生活妨害)を除き、かなり異っている。大きく分類すると基本的価値感、地域社会との関係、政治意識、騒音意識、属性から構成されている。アイテムとカテゴリーの選定は重要な作業であるが、今迄我々が行ってきた調査及び各種機関の社会調査⁽¹⁾を参考としている。また複雑な事柄を単一質問で明らかにすることは難かしいので、いくつかの関連質問での回答を合成しその項目の反応としている。

表 I-1 SURVEY I と SURVEY II の概要

	調査対象者	属性	抽出方法	回収方法	調査期間	回収率
SURVEY I	横浜市神奈川区区民	20~69才 男・女	層別 2 段 無作為抽出 (800人)	訪問面接 聴取法	1976年 10月2日 ~11月10日	53% (68%)*
SURVEY II	道路あるいは 鉄道沿線 居住者	戸建住宅 の主婦	有為抽出 (496人)	訪問面接 聴取法	1976年 12月10日 ~12月22日	75%

* 面接に先だって葉書による依頼状を配布したが、原資料が 1 年半前の作製であったため 171 名からあて先不明等で返送されて来た。() は残りの 629 名に対してである。

表 I-2 調査地点数と人数

調査 主音源	昨年度調査		本年度調査(SURVEY II)	
	地点数	人数	地点数	人数
一般道路	20	(110 98)	17	(74 69)
高速道路	13	(73 64)	16	(78 71)
国電・私鉄	17	(76 64)	12	(56 50)
東海道本線	10	(69 64)	16	(83 77)
新幹線	5	(26 25)	14	(81 81)
全 体	65	(354 318)	75	(372 348)

注 1) 人数() の内は主婦のみ的人数
2) 2 回の調査で同一人物は 194 名的主婦

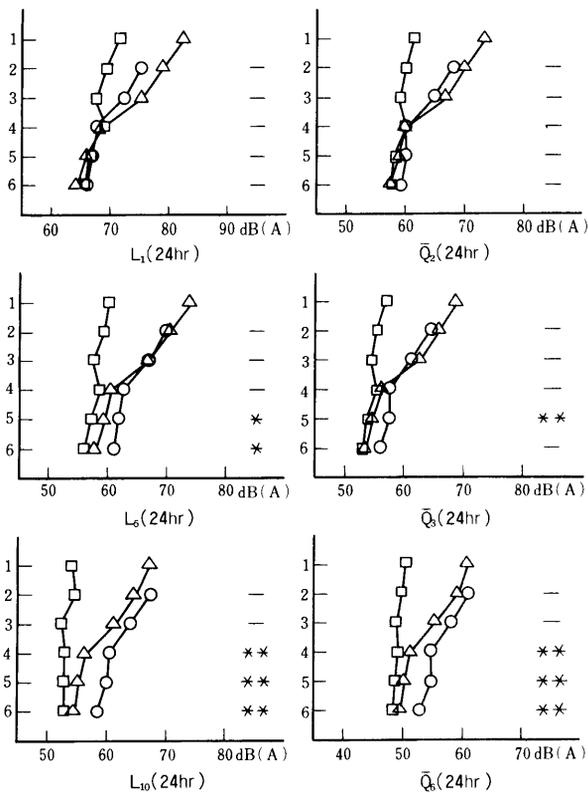


図 I-5 主音源間の比較 (外の音によるテレビ・ラジオの聴取妨害)

記号は図 I-4 と同じ

1. 非常に妨げになっている。
2. わりに妨げになっている。
3. 少し妨げになっている。
4. あまり妨げになっていない。
5. ほとんど妨げになっていない。
6. 全然妨げになっていない。

3. 住民の騒音意識構造および騒音意識空間の

反応ベクトルと騒音の大きさとの対応⁽³⁾

SURVEY I と SURVEY II の騒音意識に関する質問群に対して林の数量化理論第3類を適用した。

表 I-4 は、SURVEY I と II における第3根 (1X , 2X , 3X) までの重相関係数と固有値を示す。社会現象の問題を扱うには、十分有用な寄与率と思われる。図 I-6, 7, 8 は、SURVEY I における各根毎に主要なアイテム・カテゴリーの寄与の方向をみたものである。図 I-6 より第1根に関しては、音環境権利意識、音問題への関心の各アイテムが1軸 (1X) に大きく寄与している。また、権利意識は (-) で (高), (+) で (低) という方向性を示していることから、1軸は、音環境権利意識軸といえる。図 I-7 より、関心度、音源の必要性、権利意識が2軸に大きく寄与している。しかし1軸と異って、必要性(有)、関心度(無)に対して中間的意見を (+) 側に、はじきだしている軸といえる。図 I-8 より、生活妨害、不満の各アイテムが大きくあらわれていて、また、他の各アイテムの関係をも、一般的に考えられる傾向を示している。このことから、3軸は、外の音による妨げの方向を

あらわしているといえよう。図 I-9, 10, 11 も同様に、SURVEY II における各根毎のアイテム・カテゴリーの寄与の方向を示す。図 I-9 より第1根は、明らかに妨げの方向を表わしている軸といえそうである。図 I-10 より、権利意識・関心度・必要性が大きくあらわれていて、音環境権利意識、音の必要性、関心度の方向と関係ある軸といえる。図 I-11 から、生活妨害、不満、必要性の各アイテムが大きくあらわれていて、図 I-9 の1軸に寄与するアイテムと似ている。しかし、そのアイテム・カテゴリーの寄与の方向は、中間的意見をはじきだしている軸といえよう。

表 I-5 は各調査で示された騒音意識軸をまとめたものである。以上より以下のことが考察されよう。

- i) 調査により出現する順序が異なるとは言え、同様の意識が3軸までに抽出されたということは、これらの権利意識・中間意識・被害意識が主要な騒音意識であると言える。
- ii) 一般住民の場合被害意識より権利意識の方が弁別力があるが、道路とか鉄道沿線住民の場合は被害意識が前面に出てくる。

表 I-4 各根の重相関係数

調査	1X	2X	3X
SURVEY I	0.443 (0.197)	0.412 (0.170)	0.390 (0.152)
SURVEY II	0.451 (0.203)	0.412 (0.170)	0.382 (0.146)

() 内は固有値

表 I-5 SURVEY I, SURVEY II での各軸の意味

軸	調査	SURVEY I	SURVEY II
1 軸		権利意識	被害意識
2 軸		中間意識	権利意識
3 軸		被害意識	中間意識

SURVEY II において得られた3つの騒音意識軸をユークリッド空間の直交3軸とし、これによってできる意識空間でのベクトルの大きさと騒音の物理的大きさを対応させる。ここで騒音の大きさの標示方法としては、 \bar{Q}_0 を用いることにする。

図 I-12 は1軸と2軸、1軸と3軸とでできる2次元平面に各グループ(主音源および騒音の大きさ \bar{Q}_0 で人々を分類した。ただし10人以上となるグループのみ)を布置したものである。

I軸は騒音による被害意識で(-)側が大、(+)側が小。II軸は騒音環境への権利意識で(+)側が低、(-)側が高。III軸は音源の必要性意識に関係した中間的考えを分離す

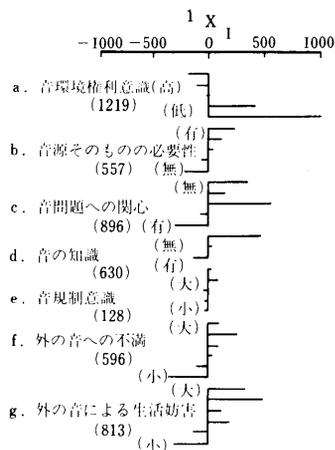


図 I-6 第 1 根 (I)

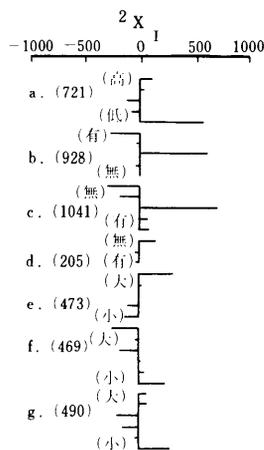


図 I-7 第 2 根 (I)

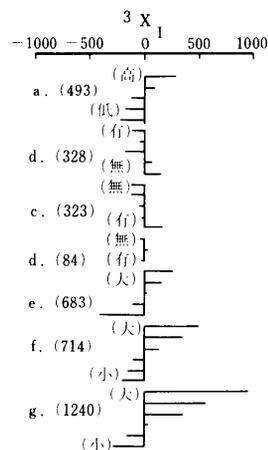


図 I-8 第 3 根 (I)

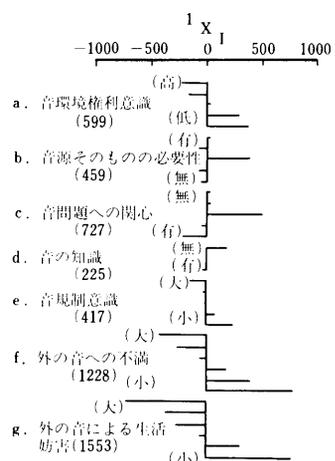


図 I-9 第 1 根 (II)

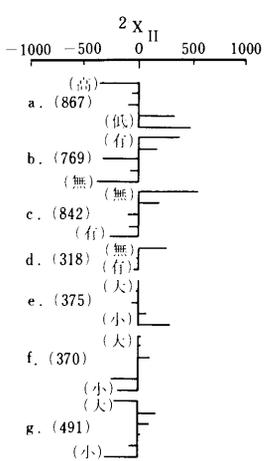


図 I-10 第 2 根 (II)

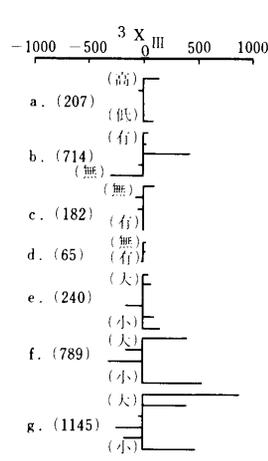


図 I-11 第 3 根 (II)

る軸で (+) 側が中間意識。図中の添字 1~6 は、全地点での \bar{Q}_6 の中で最大の・最小の間を、6 区間に等分した時の \bar{Q}_6 の小さい順を示す。横軸については右半分、縦軸では上半分に配置されるグループの添字が相対的に大きくなるように各軸の (+)(-) の方向を定めている。すなわち第 3 象限に \bar{Q}_6 の小さいグループがプロットされている。

図 I-13 は横軸を \bar{Q}_6 、縦軸を反応の大きさとし、考慮する軸を増していった時の、主音源別の比較をしたものである。反応の大きさは基準点 (図 I-12 において最左端あるいは最下端に位置するグループの得点の組合せで、[406, -414, -385]) からの距離すなわち騒音意識空間の反応ベクトルの大きさである。I 軸のみの場合、個々の主音源については騒音の大きさとの対応が見られるが全体的に見れば低い。新幹線の場合特に反応が強いが、先に述べたことと一致する。軸を増していくと、関連の強さが、個々にも全体的にも強くなっている。特に II 軸の付加は効果的である。

表 I-5 は個人の反応の大きさと \bar{Q}_6 との相関係数を主音源別と全体について示すが、図 I-13 と同様の結果を

示す。ただし基準点は [1488, -954, -649] である。

以上のように反応を多次元に拡張しその反応の大きさを妥当な物理指標と対応させることつまり、図 I-2 の概念に基づいた方が図 I-1 のように被害意識のみを対象とするものより物理量との対応が良い。このように意識を多次元的に考察していく事は、騒音問題・騒音評価の統一的考察を可能とするであろう。

表 I-6 個人の反応の大きさと \bar{Q}_6 との相関係数

主音源	考えている軸	I 軸 d_1	I, II 軸 $\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$	I, II, III 軸 $\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2}$
一般道路	74名	0.197	0.359*	0.380*
高速道路	78名	0.029	0.322*	0.432*
国電・私鉄	56名	0.508*	0.461*	0.440*
東海道本線	83名	0.372*	0.626*	0.565*
新幹線	81名	0.222*	0.215	0.646*
全体	372名	0.165*	0.341*	0.384*

*危険率 5% で相関有

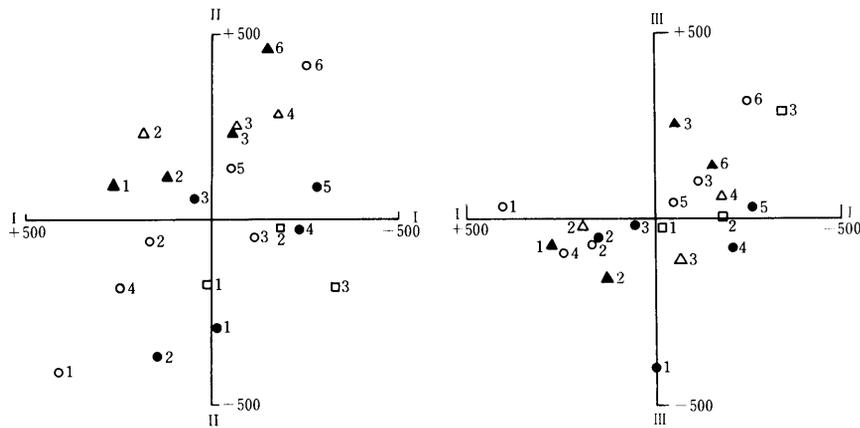


図 I-12 騒音意識平面へのグループの布置

(グループは音源の種類と騒音の大きさと分類された)

○：一般道路 ●：高速道路
 △：国電・私鉄 ▲：東海道本線
 □：新幹線
 添字 1～6 は全地点での \bar{Q}_6 を 6 ランクに分けた時の \bar{Q}_6 の小さい順。
 1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6 となる。

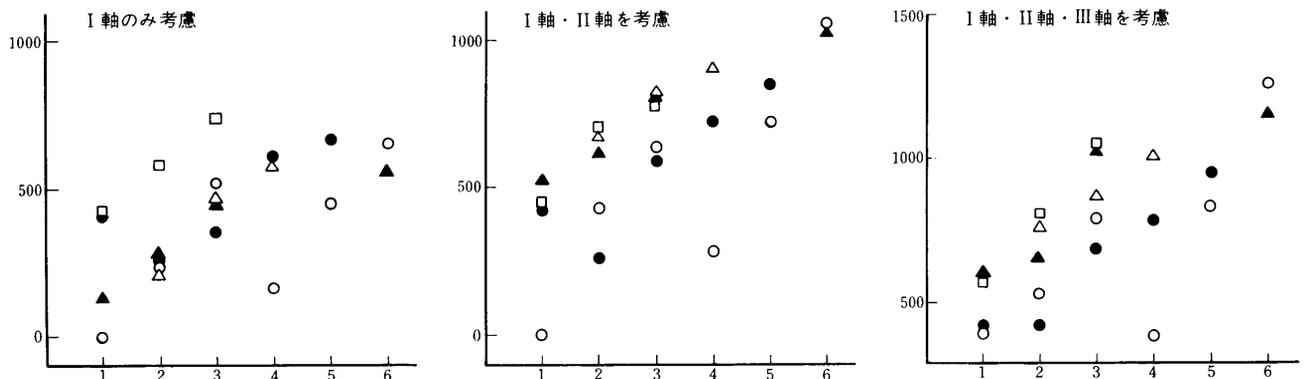


図 I-13 反応ベクトルの大きさと騒音の大きさ \bar{Q}_6 の対応

○：一般道路 ●：高速道路
 △：国電・私鉄 ▲：東海道本線
 □：新幹線

結 論

住生活における外部騒音の評価に関し、中間報告および本報告を総括する。

i) 外部騒音の評価尺度としては、うるささ・不満といった情緒的・間接的影響を対象とする場合、超過時間率 10% 騒音レベル L_{10} あるいは継続時間ピーク値等価変換係数 6 の等価騒音レベル \bar{Q}_6 、テレビ・ラジオの聴取妨害といった聴覚的・直接的影響を対象とする場合、 L_5 あるいは $\bar{Q}_3 (= Leq)$ が適当である。

ii) 上記 i) のことからは反応の水準によっても異なる。すなわち強反応の時パラメーター $\alpha \cdot q$ は大きく、弱反応の時小さくする。

iii) 新幹線が戸外騒音の主音源となっている地域での反応は、他の音源の場合に比べ高い。これはこの報告で用いた $L\alpha$ 及び \bar{Q}_q では説明できない。

iv) 騒音に対して持つ住民の意識は複雑であるが、その主要なものは音環境権利意識、中間意識および被害意識である。一般地域では権利意識が、道路鉄道沿線地域では被害意識が最とも弁別力の大きい意識である。

v) 騒音に対する意識を被害意識のみでなく権利意識等を加えた多次元に拡張し、この意識空間のベクトルを騒

音の大きさに対応させることは、個人・地域あるいは iii) で述べた音源間での反応差を少なくすることが可能であり、統一的騒音評価法の確立をうながすものである。

II 建物周囲気流および換気量変動に関する研究

緒 言

標記に関する昨年度中間報告の結果の概要は以下のごとくである。

- (1) 二次元 Fence 後流の性状に関する風洞模型実験では
 - i) Fence 模型上流の境界層が発達すると cavity 領域は縮小する。
 - ii) 乱れのエネルギーの最大周波数は、上流境界層の発達と共に cavity 内部では高周波領域に移行する。
 - iii) 二次元 Fence の後部への影響距離は、周囲が平坦なほど大である。
- (2) 建物周囲気流の乱れによる換気量変動の実測では

i) 建物周囲気流の乱れの強さが大きくなると、開口の圧力損失係数が大きくなる。
 ii) i)により開口部の平均流速(換気量)は減少する。
 以上の結果を踏まえ、今年度はさらに一步を進めて次のような実験を行なった。

- (1) 市街地内高層建築物周辺気流の性状
- (2) 換気量変動が室内汚染濃度におよぼす影響

II-1 市街地内高層建築物周辺気流の性状に関する風洞模型実験

高層建物周辺気流に関し、粗度要素の拡がりによる乱流境界層との関係について調べたものは数少ない⁽⁴⁾ここでは既成市街地に建設を予定されている高層建物周辺に発生する強風領域に関し、(1) 市街地気流としての乱流境界層との関係 (2) 風向、高層建物模型の形状・高さとの関係について風洞実験を行なった。

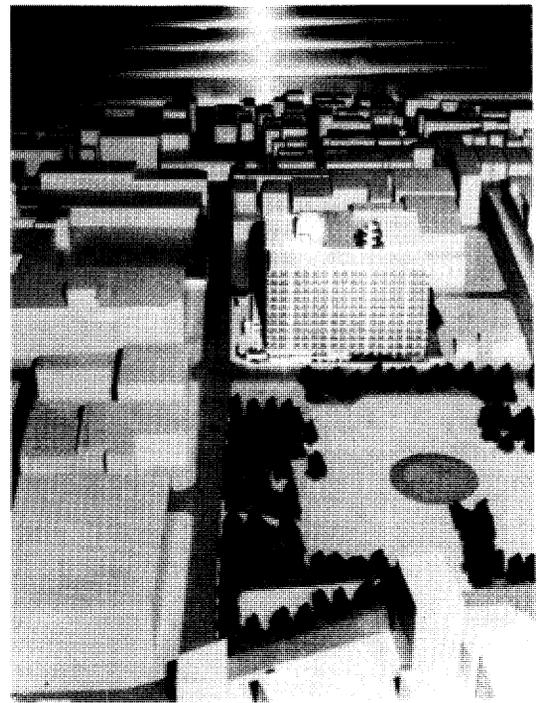
1. 実験方法

a. 模型および測定点

実験に使用する市街地模型は、9階建の対象高層建物(軒高30m)を中心に半径約220m内の地物や街路を縮尺1/300で直径1.5mの円板上に模型化したものである。その概略を図II-1および2に示す。



図II-1 市街地模型の配置図およびゾーニング, 主測定点



図II-2 模型の概要

高層建物隅角部からの剝離による歩行者レベルでの強風の発生は、周辺との相隣関係により異なる⁽⁵⁾ので、測定点を2つのゾーンに分ける。すなわち両側を建物で狭まれる街路(Aゾーン)と、周囲に植込みのある空地(Bゾーン)である。各ゾーンに図II-1のごとく数個所の主測定点を選ぶ。

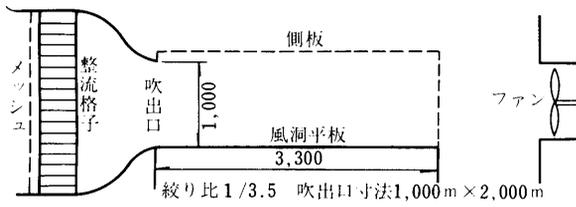
高層建物の模型として表II-1の系列を用意する。矩形模型は、対象建物模型の平面形の中と奥行を変えずに単純化したもので、その高さを6種類、同様にコ字形に単純化した高さ3種類の模型である。

表II-1 高層建物模型の系列

系列	対象建物模型	矩形模型	コ字形模型
模型平面			
高さH(mm)	H=100	H=50, 75, 100, 150, 250, 375	H=50, 75, 100

b. 測定方法

実験に使用した循環式風洞(図II-3)の平板上に、市街地模型円板の中心が吹出口から2,400mの位置に来るように設置する。その上流1,600mの位置まで二次元の粗度要素を規則的に配列し、その高さを変えることにより市街地気流の垂直分布を変化させる。



図Ⅱ-3 風洞の概要

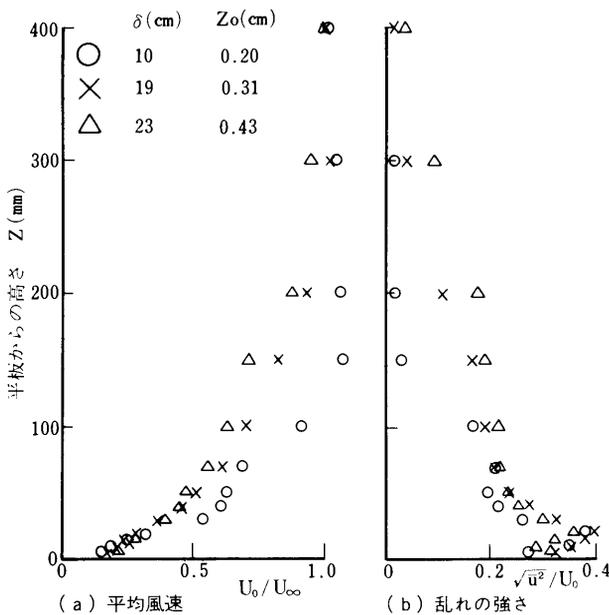
自由風速 $U_{\infty} = 4 \text{ m/s}$ とし、測定は主に平板上高さ $Z = 5 \text{ mm}$ (実際の高さ 1.5 m に相当) の点で行なう。

平均風速の測定はサーミスタ風速計により、乱れは定温度型熱線風速計による。熱線の向きは、あらかじめ絹糸の動きにより調べた平均風向に合わせる。

2. 市街地気流の垂直分布が強風領域におよぼす影響

a. 市街地気流の垂直分布

市街地模型上流、吹出口から $1,600 \text{ m}$ までに配列する粗度要素の高さを変えたとき、市街地模型中央部における平均風速 (U_0/U_{∞}) および乱れの強さ ($\sqrt{u'^2}/U_0$) の垂直分布をそれぞれ図Ⅱ-4(a)および(b)に示す(風向はAゾーンの街路に平行)。(a)図より境界層厚(δ)、巾指数(α)および粗度係数(Z_0)を、(b)図から $Z = 100 \text{ mm}$ (地上 30 m に相当)における乱れの強さを求め、表Ⅱ-2に示す。



図Ⅱ-4 市街地気流の垂直分布

表Ⅱ-2 市街地気流の特性

粗度配列	境界層厚 δ	巾指数 α	粗度係数 Z_0	$\sqrt{u'^2}/U_0$ ($Z=100$)
粗度要素なし	10 cm	0.47	0.20 cm	0.17
$h=40, L/h=4$	19	0.43	0.31	0.19
$h=80, L/h=4$	23	0.36	0.43	0.21

h : 二次元粗度要素の高さ (mm), L : 配列間隔

市街地模型上流に粗度要素を配列しない場合、境界層厚は対象建物模型の高さとほぼ同程度である。また巾指数、粗度係数および乱れの強さなどの値は、市街地における自然風の実測値からやゝはずれた値になる。

b. 街路上平均風速の水平分布

上記3種類の境界層内におけるAゾーン街路上の平均風速の分布 (U_M/U_{∞} , U_M : 対象高層建物模型を設置したときの平均風速) を図Ⅱ-5(a)~(c)に示す。 U_M/U_{∞} の値の大きい領域が、市街地気流の境界層の発達とともに減少し、特に $U_M/U_{\infty} \geq 0.5$ となる領域についてこの傾向が著しい。これにたいし、対象建物模型を置かない場合の平均風速 (U_s) の分布は、境界層厚の変化の影響をあまり受けない。従って図Ⅱ-6(a)~(c)の風速増加率 (U_M/U_s) についても、境界層厚の発達により U_M/U_s の大きな領域が減少し、特に $U_M/U_s \geq 200(\%)$ となる領域は $\delta = 23 \text{ cm}$ のとき現れない。

c. 乱れの強さ

Aゾーン内測定点①における乱れの強さの垂直分布を図Ⅱ-7(a)~(c)に示す。対象建物模型による地表面近くの乱れ速度およびその増加率は、境界層の発達とともに小さくなる。また平板からの高さとともに対象建物模型の有無による乱れ速度の差は小さくなる。

3. 風向および高層建物の高さ、形状による

風速増加率の変化

a. 風向による風速増加率の変化

自由風の風向と測定点③、⑤および⑧における風速増加率 U_M/U_s との関係は図Ⅱ-8のごとくである。

街路上の測定点③、⑤では $U_M/U_s \approx 1$ であり、風向変化の影響は小さい。公園内⑧の点は風向NWで高層建物模型の壁面隅角部からの剥離流による風速増加域、NNWでは屋根面からの後流域になるので風向変化の影響は大きい。

b. 高層建物模型の高さ、形状による風速増加率の変化

Aゾーンの測定点②、④、Bゾーン⑥、⑦、⑧の各点における風速増加率 (U_M/U_s) と模型の高さ、形状(表Ⅱ-1)との関係は図Ⅱ-9(a)および(b)のごとくである。

U_M/U_s が大となる点では、高層建物模型の高さによりその値は著しく変化し、高さを減少する効果は大きい。またそのような点が公園のような広潤地にある場合は、建物の平面形の影響も受けやすいので、建物模型は出来るだけ正確なものを使用する必要がある。

4. 結果の要約

i) 高層建物周辺に生ずる強風は、市街地気流の境界層の発達により、その値および領域が減少する。

ii) 高層建物近傍で風速増加率の大きい点では、自由風の風向によりその値が著しく変化する。



図 II-5 平均風速の水平分布
 U_M/U_∞

(Aゾーン, $U_\infty = 4 \text{ m/s}$
 $Z = 5 \text{ mm}$)



図 II-6 平均風速の増加率
 $U_M/U_s (\%)$

(Aゾーン, $Z = 5 \text{ mm}$)

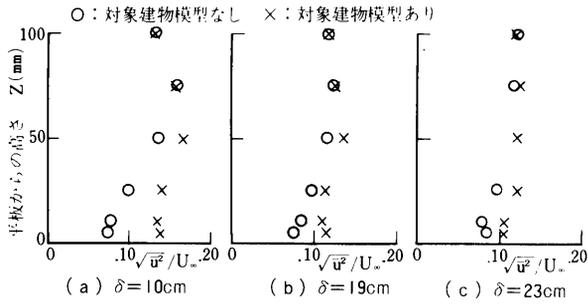


図 II-7 乱れの強さの垂直分布 (測定点①)

iii) 高層建物近傍で風速増加率の大きい点では、その高さを低くする効果は顕著である。またそのような点では模型の形状 (平面形) の影響も受けやすい。

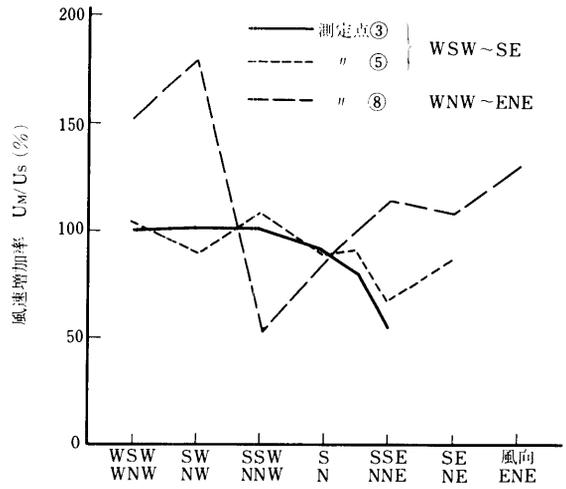


図 II-8 風向と風速増加率

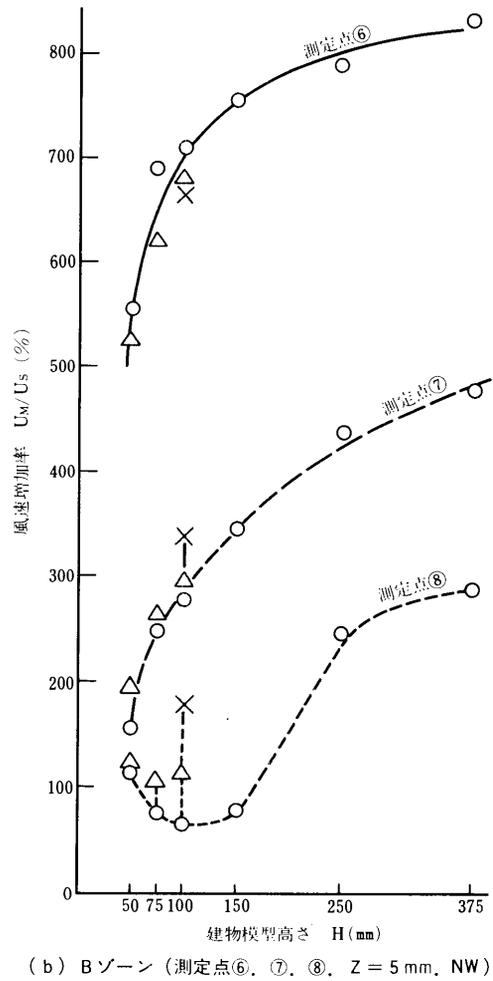
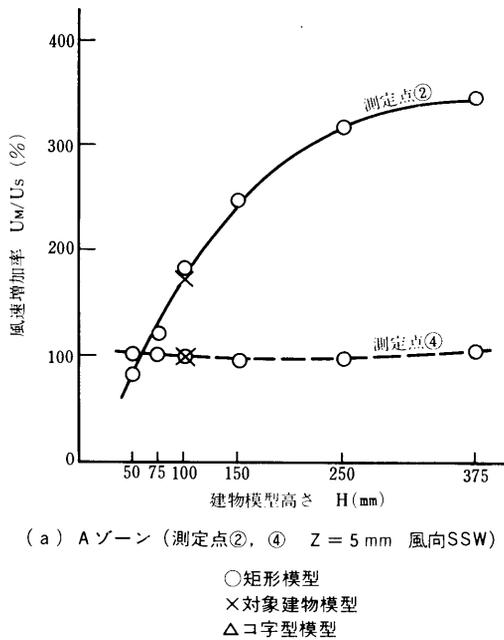


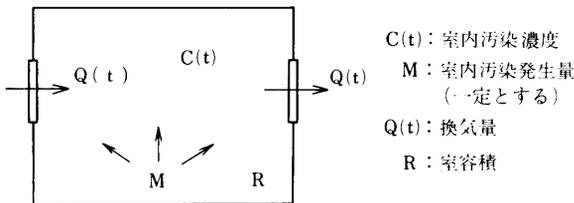
図 II-9 建物模型の形状・高さと風速増加率

II-2 換気量変動が室内汚染濃度におよぼす影響に関する実測

室内空気汚染濃度の推定は、従来換気量一定という仮定のもとに行なわれ、逆に汚染の許容濃度が分かれば一定値としての必要換気量を求めて来た。しかし自然換気の場合、建物周囲の風の影響により、換気量は変動するので、これを一定であると仮定することは常に満足すべき状態であるとは限らない⁽⁷⁾。ここでは室内汚染濃度の変動式を単純化したモデルを考え⁽⁸⁾、換気量変動する場での汚染濃度の推定式を実測により確かめた。

1. 室内空気汚染濃度に関するモデル

図II-10のような自然換気のある室において、一定量の汚染質が発生している場合、汚染濃度式は種々の仮定⁽⁷⁾のもとに次式で与えられる⁽⁹⁾。



図II-10 自然換気による室システム

$$C(t) = \frac{M}{R} \int_0^t \exp\left[-\int_s^t \frac{Q(t)}{R} dt\right] ds \quad (1)$$

(1)式のeの指数部分 $-\int_s^t \frac{Q(t)}{R} dt$ は、換気量 $Q(t)$ を定常不規則関数としても、非定常過程である。そこで新たに次のモデルを考え、 $X(t)$ をガウス過程とする。

$$Y(t) = e^{-\lambda t}$$

$$P_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_X} \exp\left[-\frac{(x - \mu_X)^2}{2\sigma_X^2}\right] \quad (2)$$

ここに μ_X, σ_X : X の期待値および標準偏差

$Y(t)$ の確率密度関数およびその期待値を求めると

$$P_Y(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{XY}} \exp\left[-\frac{(\ln y + \mu_X)^2}{2\sigma_X^2}\right]$$

$$E[Y(t)] = \exp\left[-\left(\mu_X - \frac{\sigma_X^2}{2}\right)t\right] \quad (3)$$

すなわち(2)式のモデルは $X(t)$ を一定と考えた場合よりも期待値が大きくなる。

(1)式において $Q(t)$ を一定と考えた場合、定常状態では

$$C_s = M/\bar{Q} \quad (4)$$

また(3)式を考り、次の平均濃度を仮定する⁽¹⁰⁾。

$$C_p = M/\left(\bar{Q} - \frac{1}{2}\sigma_Q\right) \quad (5)$$

ここに σ_Q は変動換気量の標準偏差

2. 実測の方法

実測に使用した単室模型とその設置状況、風上および風下側の開口として使用したノズルおよびオリフィス、周辺気流測定用の3杯型風向風速計などは中間報告と同一である。ノズル開口部流速はサーミスタ風速計によった。トレーサガスとしては液化炭酸ガスを使用し、その濃度は干渉計によって測定した。

観測時間は40分間、室内炭酸ガス濃度の干渉計による読取り時間間隔は30秒である。また屋上風速およびノズル開口部流速はそれぞれ10秒および8秒間隔で読取る。

3. 屋上風速および開口部流速の確率密度関数

9回の実測結果の概要を表II-3に示す。

屋上風速の乱れの強さ (σ_U/\bar{U}) とノズル開口部流速の変動係数 (σ_V/\bar{V}) との関係は図II-11のごとくであり、両者はほぼ比例関係にある。

実験No.1および2の屋上風速およびノズル開口部流速の確率密度をそれぞれ図II-12および13に示す。両者

表II-3 実測結果の概要

実験番号	屋上風速			ノズル開口部流速			換気量		トレーサ濃度		
	平均風速 \bar{U} (m/s)	標準偏差 σ_U (m/s)	乱れの強さ σ_U/\bar{U}	平均流速 \bar{V} (m/s)	標準偏差 σ_V (m/s)	変動係数 σ_V/\bar{V}	平均値 \bar{Q} (m ³ /min)	標準偏差 σ_Q (m ³ /min)	実測平均値 \bar{C} (%)	(4)式による推定値 C_s (%)	(5)式による推定値 C_p (%)
No. 1	7.1	1.5	0.21	5.1	1.3	0.25	1.17	0.29	0.89	0.85	0.88
2	4.6	1.2	0.26	3.5	1.4	0.41	0.81	0.33	0.68	0.62	0.66
3	5.1	1.3	0.25	3.6	1.3	0.35	0.84	0.29	1.25	1.19	1.26
4	6.4	1.3	0.21	4.6	1.3	0.28	1.06	0.29	0.98	0.94	0.98
5	8.1	2.0	0.25	5.7	1.8	0.31	1.33	0.41	0.74	0.75	0.80
6	2.3	0.9	0.38	1.8	0.8	0.43	0.41	0.18	1.28	1.22	1.26
7	5.7	1.4	0.25	4.0	1.5	0.36	0.92	0.33	1.18	1.09	1.16
8	3.1	1.1	0.35	2.3	1.0	0.41	0.53	0.22	0.93	0.94	0.99
9	3.1	0.8	0.27	2.4	0.7	0.30	0.56	0.22	0.90	0.90	0.94

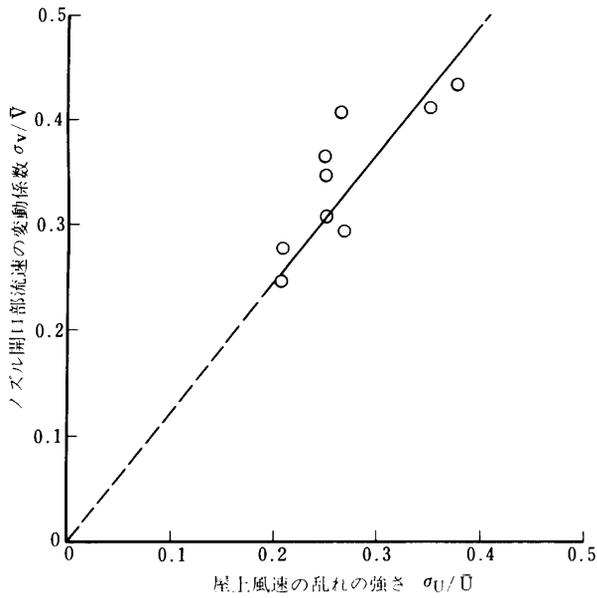


図 II-11 屋上風速の乱れの強さと開口部流速の変動係数との関係

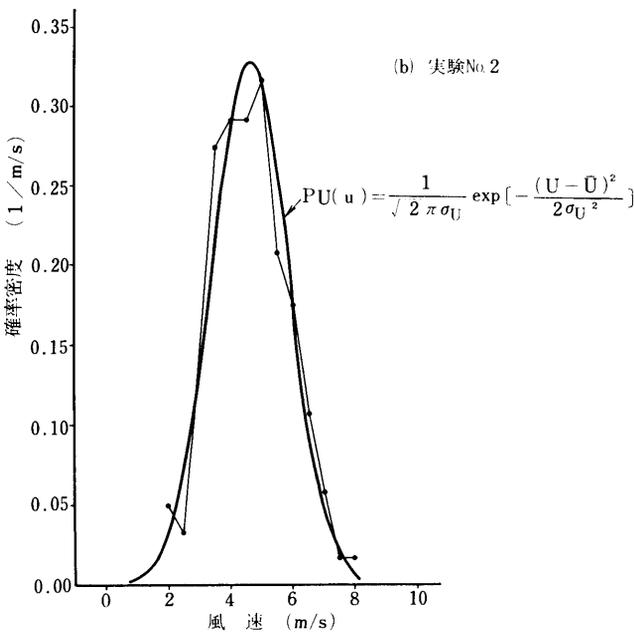
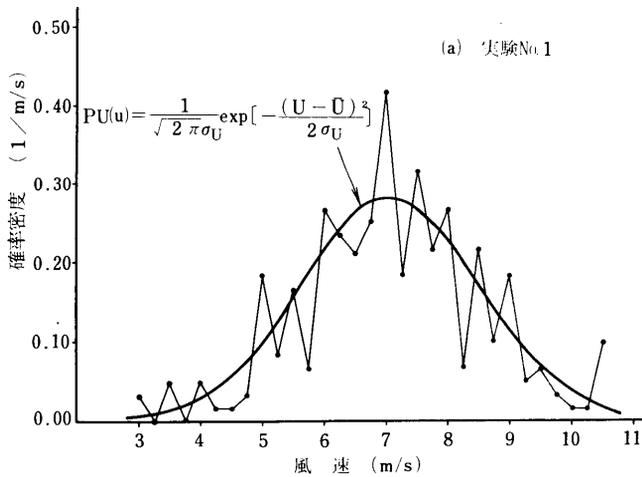
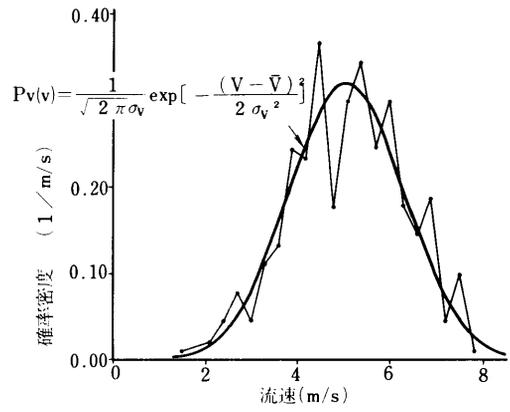
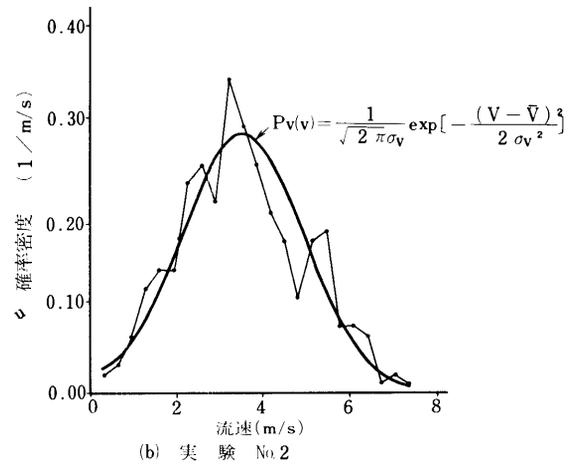


図 II-12 屋上風速の確率密度



(a) 実験 No.1



(b) 実験 No.2

図 II-13 ノズル開口部流速の確率密度

ともによく正規分布に一致している。実験 No.3 ~ 9 についても同様の結果が得られている。

4. 平均濃度推定式の誤差

換気量一定と考え、その時間平均値から求める濃度 C_s (4式) が、実測による平均濃度 \bar{C} よりも小さく危険側に推定されるデータは、実験 No.1, 2, 3, 4, 6 および 7 である。このとき、換気量の変動を考りよした濃度 C_p (5式) は \bar{C} により近い値を示す (表 II-3 参照)。 \bar{C} にたいする C_s と C_p の誤差 $(\bar{C} - C_s) / \bar{C}$ および $(\bar{C} - C_p) / \bar{C}$ を比較して図 II-14 に示す。

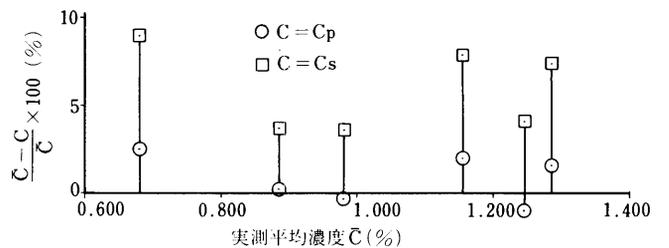


図 II-14 平均濃度推定式の誤差の比較

5. 結果の要約

i) 屋上風速の確率密度関数が正規分布のときノズル開口部流速のそれも正規となる。また両者の変動係数は比例関係にある。

ii) 自然風中における室内汚染濃度の推定は、従来の M/\bar{Q} によるよりも $M/(\bar{Q} - \frac{1}{2}\sigma_Q^2)$ による方が安全である。

II-3 結 論

市街地における建築物の高層・高密化が住いの風環境におよぼす影響に関し、中間報告および本報告を総括すれば以下のごとくである。

- (1) 低層市街地内に高層建築物を建設した場合
 - i) 周囲が平坦なほど風下側に生ずる cavity 領域は大きくなり、換気・通風を阻害される住戸が多くなる。
 - ii) 周囲が平坦なほど、近傍の街路や空地の居住域に生ずる強風領域およびその強さは大となり、いわゆる風害が起りやすくなる。
- (2) 市街地内で周辺の建築物が高層・高密化し、自然風の乱れの強さが大きくなると
 - i) 開口部の圧力損失係数が大きくなり、換気量は減少する。
 - ii) 汚染発生のある室における平均濃度の推定は、従来の M/\bar{Q} によるよりも、換気量の変動を考りよした $M/(\bar{Q} - \frac{1}{2}\sigma_Q^2)$ による方が安全となる。

参 考 文 献

- (1) 例えば NHK 総合文化研究所編：日本人の関心領域 (至誠堂)
- (2) 出野忠雄：アンケート法による各種交通騒音の評価に関する研究，横浜国立大学工学部昭和 51 年度卒業論文
- (3) 松尾圭祐：住民の騒音意識構造に関する基礎的研究 横浜国立大学工学部昭和 51 年度修士論文
- (4) 上原清他 3 名：街区の中に建つ高層建物周辺の気流分布に関する風洞実験 1，日本建築学会大会学術講演梗概集 1975.10
- (5) 小峯裕己他 3 名：街区の中に建つ高層建物周辺の気流分布に関する風洞実験 2，日本建築学会大会学術講演梗概集 1975.10
- (6) J. Counihan: Adiabatic Atmospheric Boundary Layers, Atmospheric Environment Vol.9 1975
- (7) 吉沢晋，小竿真一郎：換気量に変化する場合の室内空気汚染濃度変動，日本建築学会大会学術講演梗概集，1973.10
- (8) 堀 寛：市街地気流に関する基礎的研究，横浜国立大学工学部昭和 50 年度修士論文
- (9) B. H. Jennings, J. A. Armstrong: Ventilation Theory and Practice ASHRAE Transaction Part I (1971)
- (10) 小野孝道：自然風の変動と室内汚染濃度に関する研究，横浜国立大学工学部昭和 51 年度卒業論文

<研究担当者>

後藤 滋 横浜国立大学工学部教授
片山忠久 横浜国立大学工学部助教授
田村明弘 横浜国立大学工学部助手