



土木研究所資料

第846号

道路環境に関する資料

昭和48年6月

建設省土木研究所
道路部交通環境研究室

この資料は、次の二報文を和訳収録したものである。

○ OECD, ROAD RESEARCH PROGRAMME,

Research Group T6, Final Report, Oct. 1971.

"Scientific evaluation of the effects of road and traffic on the environment in urban areas"

○ TRRL REPORT LR441

"Roads and the Environment"

by M. E. Burt.

前者は、OECDの道路研究計画、研究グループT-6の最終報告書であり、騒音、大気の汚染振動、視覚侵害、分断、土地の消費およびアクセスの変化について、道路および交通が都市部の環境に与える影響について、技術的、行政的かつ経済的な観点から広範な検討を行なったものである。

後者は、英国の交通運輸道路研究所のBurt氏による道路と環境問題について騒音、大気の汚染、振動および視覚侵害について述べたものである。

道路と環境調和の問題が重大な課題となっている今日、この資料が研究と対策の一助となれば誠に幸である。

交通環境研究室長

金 安 公 造

ROAD RESEARCH PROGRAMME

Research Group T6

**Scientific evaluation of the effects of road
and traffic on the environment in urban areas**

Final Report

Paris, 25th October 1971

**ORGANISATION FOR ECONOMIC
CO-OPERATION AND DEVELOPMENT**

道 路 研 究 計 画

研究グループT 6

道路および交通が都市地域の環境に与える影響の
科 学 的 評 価

最 終 報 告 書

パリ，1971年10月25日

経 済 協 力 開 発 機 構

序

道路研究計画には主要な活動分野が二つある：

- 一つは道路の建設，安全および交通の面での国際協力，この計画に参加している国々が利用することができるような研究施設の統合および共同実験成果の科学的解説等を推進させること；
- 一つは参加国の現行の研究計画と科学上の文献とに関する情報交換システム作成のための共同計画である国際的な道路研究上の資料を作成すること。

現行の計画では，以下に述べるような最も重要な道路問題に対して，参加国の各政府が決断を下すうえで必要とされている科学的工学的根拠を定めることが主要な要素となっている：

- 一経済的，社会的および技術上の開発と要求を考慮した道路全体の永久施設の計画，設計および維持；
- 一道路の安全上必要とされる全体的な共通指標の公式表示，計画および実施；
- 一現行の交通制御システム（自動車道路と都市内の両方について）の改善と現行および新設の交通システムと施設の統合。

包括的な道路および交通システムに関連して，環境に悪影響を及ぼすような要因，経済的に特別な配慮をおこなった検討測定方法や改善手段およびこの分野の政策等の決定に関係する事項に対する現行指針を評論するために，都市地域の環境に対する道路および交通の影響の科学的評価に関する研究グループが構成された。

この報告書は，影響要因が交通と幹線道路という二つの広義なカテゴリーに含まれていることを検証し，それぞれに関してその根本的な内容に検討を加えている。その費用に関しては十分配慮をおこなって問題を緩和するための手法について討議し，その効果について評価を行なう。活動可能地域と環境への影響との関係については説明があり，その影響を考慮するための系統的な手法の指針は完成している。最後に，二つの特別な研究グループ，一つは騒音と大気汚染を低く抑えた車両に関するもの，一つは視覚的侵害，道路の分断，土地へのアクセスおよび土地の消費といった幹線道路要因とに関するものの共同研究を国際的に行ない，これを統合するための特別な研究グループを構成することを勧告している。

目 次

第1章 序 論	1
第2章 環境に対する影響要因の検証	2
1. 交通要因	2
2. 幹線道路要因	3
3. 一般考察	4
第3章 交通要因	5
1. 騒 音	5
2. 大気の汚染	19
3. 振 動	24
第4章 幹線道路要因	29
1. 緒 論	29
2. 視覚侵害と美観	29
3. 分 断	30
4. 土地の消費	32
5. 土地へのアクセスの変化	33
第5章 経済的考察	35
1. 経済的査定	35
2. 環境変化の評価	37
3. 費 用	39
第6章 国の行政措置	42
1. 概 説	42
第7章 計画者と技術者への指針	44
1. 交通要因	44
2. 幹線道路要因	46
3. 評価手法	48
第8章 研究と勧告	50
参考文献	52
研究グループ委員名簿	54
道路研究計画に関する刊行物一覧表	56

第1章 序 論

研究グループの主要な目的は次のようなことである：

- (a) 環境に対して影響を及ぼすような道路交通要因を明らかにすること；
- (b) 環境に対する悪影響に対抗することができるような技術的手法を明確に打出すこと；
- (c) 現在用いられている環境要素の評価方法を検討し、計画者や技術者が判断を下すための指針を提唱すること；
- (d) 政府あるいはこの分野で同じような決定権を有する他の関係機関に指針を与えることを目的とするような研究が今後とも必要であることを立証すること。

研究グループは、環境に対する道路および交通の悪影響という面にその主眼を絞ってきたがそれのみにしてではなく、さらに、技術者や計画者に対しその評価手法や環境上の指針を付与することを研究内容として取り上げてきたことを説明してきた。ある一定の効果をもって開発が連続的に行なわれてきたことに対する正当化手段として意味を持っているため—広義で環境という用語を用いれば—その環境に対して道路や交通もプラスの影響を持っているということは明らかである。しかし、研究グループは運輸施設の拡張に賛成して基本的な討論を行なうことは委任の範囲ではないかとの判断を下した。

グループが討論が行なった分野のほとんどにおいて技術という面では不十分な状況にあり、また、研究努力を更に推し進めていく必要があることを、研究グループは非常に痛感した。

第2章 環境に対する影響要因の検証

環境に対する影響要因は二つのカテゴリーに分けられる。

第一は、交通活動やその特性から生じるいくつかの要因から成り立ち、騒音、大気の汚染および振動といった事象を包含する。全般的に、これらの要因は第二のカテゴリーに含まれるものに較べて測定や定量化が容易であり、“交通要因”と呼ばれる。

第二は、幹線道路それ自体から発生し、交通による影響は認められるけれども、交通による幹線道路使用とはある程度無関係に存在する事象を包含する。これらの要因は視覚侵害、道路の分断、土地の消費および土地へのアクセスの変化を含み、“幹線道路要因”と呼ばれる。

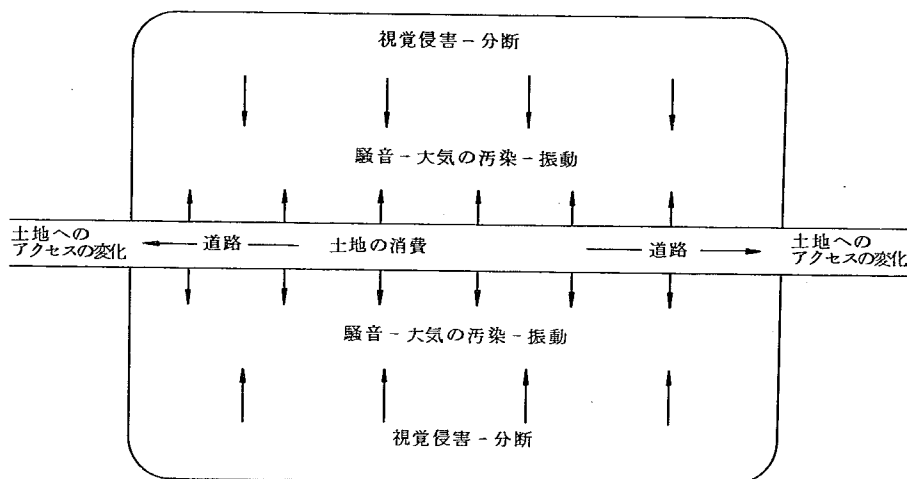


図-1 環境要因の図解表示

この関係を図式に示すと図-1 のようになる。

1. 交通要因

過度の騒音は貧困な環境の社会的不利益と作業能率の損失に起因する経済的不利益を伴う。それ故、交通騒音の発生源とその伝達を全段階において減少させるための技術的な可能性と財源費用を見積り、また、それらの減少レベルの物理的、社会的および経済的な利益を財務的な表現で査定することが望ましい。“自動車騒音”問題については、環境への自動車のインパクトに関するO.E.C.D特別グループが包括的な研究を行ってきた。

都市部での自動車排出物による汚染は、他の汚染源による場合と較べてみると決して大きくはなく、また普通の影響では、交通機関が排出する汚染物質が身体の健康に決定的影響を与えているということを立証する証拠は何もない。しかしながら人間の活動に一時的な影響を及ぼしていることは認められる；排出物からの煙や臭いが不快感を与えていることは確かである。塵埃は氷結した路

上でしばしば用いられる砂や鋳を打ちつけたタイヤを使用することから生ずる。タイヤの摩耗からくるゴムぼこりやブレーキライニングからの石綿塵も、健康上潜在的危険物質として指摘されている。O.E.C.D.の大気管理研究グループは、市広い調査を行なって自動車の排出物を含むあらゆる発生源が、都市の大気を汚染している状況を厳しく分析した。現在明らかになっている情報のギャップを埋める手段や方法を検討している。

建物やその内部の振動は、路面のデコボコを走行する重車両がその源となっている。

2. 幹線道路要因

コミュニティ要因として集合的にしばしば引き合いに出される環境上の幹線道路要因は、都市コミュニティの比較的実体把握が不可能な目標や目的、望ましい生活様式あるいは社会的存在パターンといったものから、地域の道路、学校、消防活動あるいは駐車場等に代表されるもっと実体的な都市のサービスシステムといったものまでその範囲が広い。これらは単なる物理的な存在の直接的な結果としての、あるいはまた、都市の街路の改善や新設道路の規模としての環境上の影響という面に関連を持っている。つまり、視覚上の侵害、道路の分断、土地の消費、土地へのアクセスの変化という見出しのもとに類別される影響要素は、問題の改良街路や新設道路を利用する自動車が出たとえ一台もないとしても、少なくともある程度までは認められるであろう。

街路の改良が生活様式から駐車場や非常時サービス活動に至るすべてのことに関して、都市住民の豊かな生活にいかに関与を及ぼしているかということに議論を絞っていくことは大切である。その単純性の故に、空気、土地および水の汚染による生態学のおよび感覚的低下、この低下が植物や動物の生命に与える影響および人間の総体的な文化および自然環境の利用や喜びの減少の間にみられる相互作用の認識は読者に任せることになるであろう。

都市で道路の改善や新設道路の開発を行なえば、コミュニティを再構成する機会をもたらすことがしばしばあり、その周辺地域の大規模な改良が可能になる。街路や幹線道路はその場合、安全でかつ効率の良い交通幹線たらしめる本来の目的を満たすと同様、地域の社会的、経済的および美観上の格上げに寄与するコミュニティ開発を形成する上での基礎原動力になりうる。

次に本質的には、輸送施設を単一目的よりむしろ多目的に考えねばならない。その施設は、社会的便益を最大限に付与するように配置を決め設計を行なわねばならない。道路と交通のコミュニティに与えるインパクトのいくつかは、市民をできるだけ早い機会に参加させることにより実証し、またその程度を測定することができる。このことにより計画や設計過程に取り入れるべき狙いや目標、要求されている生活様式等に関する情報や市民の意見が示されるであろう。市民がこの段階で参加すれば、提案には単なる拒絶の反応よりもむしろ肯定的な支持が得られよう。

幹線道路のいわゆる“視覚侵害”には次のような項目が含まれる：

- (a) 幹線道路の主要土木構造物の“陰影帯”の状態；
- (b) 道路利用者が住宅内部や庭を見ることができることから生ずるプライバシーの侵害；
- (c) 一般的風景に対する道路や交通の影響；
- (d) 史的建物の特色やその背景の遺失。

分断は、住民をその近隣部分から、あるいはまた土地の所有主をその土地部分から切り離すことから生じる。

土地は土地のアクセスが生ずる他の用途および変化を持った道路と考えられる。市民が利用できるレクリエーション地域の広さと自然環境にも変化があると思われる。それとは異なり、環境的により強い美観上の目的で使用される土地は、交差部分、駐車地区、車庫および給油所といった幹線道路そのものに付属した構造物のために利用されるであろう。主要な道路計画の方針の定着までには、市民は半信半疑の状態にあると思われる。（英国においてしばしば“計画倒れ”と呼ばれる）

また、建設期間中も目立っては見えるけれども一時的にすぎない環境上の問題がでてこよう。道路の建設作業によって生ずる影響は通常、騒音と大気汚染がその主要なものであるが、視覚的光景や塵埃に対する配慮も重要である。このようにして引き起こされる汚染は建設作業で使用するすべての設備機械やその操作に対し、騒音や排出物に関する基準を設置しこれを適用することにより最小限に食い止めることができる。設計の質的向上により建設機械に起因する騒音を減少させることも考えられるが、建設期間中の効果は一時的なものであり、またそれ故完成した幹線道路について、根本的な騒音発生源の取締りを第一に優先させるべきであることを認識しなければならない。

樹木、記念碑、考古学上の実物例およびその類似物といった保存すべき美学上の、あるいは視覚上の事物は、建設期間に損傷を与えることなく適当に保護しなければならない。

3. 一般考察

自動車交通による悪影響を減少させるためにこれまで採られてきた方法は、全般的に都市の交通量を減少させることである。O.E.C.D.の道路研究計画のなかで、西ドイツ連邦交通協会—道路組織の連合協会（BAST）—が組織した、道路交通の制限による都市環境の向上手法に関する1971年10月のシンポジウムでは、対策として何が有効であるかということを検討し、交通細胞、歩行者用遊歩道、公共輸送機関の改善および駐車管理といったこと以上に期待を持たれる都市生活の質的改善の方法が明らかにされた。

第3章 交通要因

1. 騒音

1.1 交通騒音測定単位

騒音は不必要な音として定義されてきた¹⁾。この定義では音は、単に伝達媒体の物理的障害物と考えられているだけではなく、聴覚作用としても把握されている。後者に該当する部分は、騒音の主観的な特性を強調していることからおろそかにはできない。騒音を何かの意図で客観的に測定するときには常に主観的な反応に対して実験をしなければならず、また客観的な測定と主観的な反応との間に適当な相関関係が成り立った場合にのみその測定が認められる。

騒音の研究で最も共通して用いられる単位は、音圧のレベル単位デシベルである。これは 20N/m^2 という基準圧力に対する測定音圧の比の対数を20倍したものである。0 dB というこの基準圧力は、極めて静かな場所で人間がはっきりと聞きとれる1,000Hzの最も弱い音圧レベルに近い。1 dBの増加は主観的に丁度知覚できる程度である；10 dBの増加は普通の聴取者には音の大きさが倍加したと感じられる。20 dBという最少レベルが得られる特別に遮音されたレコードスタジオを除けば、25 dB以下のレベルの音を得ることは実際には不可能である。木の葉がサラサラとたてるかすかな音は約35 dBであり、また鳥のさえずりは45 dBというオーダーの音圧レベルになる。二つ以上の異なった音圧レベルの音を混合した時には、デシベル値がそれに応じて直接的に増加するものではないことに注意しなければならない。等しい音源をもう一つ増加させると音圧レベルの増加分は3 dBになる；増加音源が10 dBかまたはそれ以下であれば音圧レベルの上昇はない。

デシベルそれ自体は客観的な音量測定としては適当ではない。それは全体の音圧レベルに応じてのみ音の程度を決めるだけで、低または高周波数での耳の反応低下を考慮したものではない。人間の耳の反応を二倍にしようとするれば、騒音計に“A”，“B”および“C”という三つの国際的に定められた周波数のウェイトづけられたフィルターを取付けなければならない。経験から、似たようなスペクトルを持つ騒音に“A”荷重されたデシベルのランクに対して、dB(A)は主観的に決定したランクと正当な相関関係を有するような適当な客観的測定となることが判明している^{2), 3)}。このようにdB(A)は1台の乗用車の騒音をスペクトルがほとんど同じ他の乗用車と比較したり、乗用車とスペクトル型があまり異ならない貨物自動車やバスとを比較する時に安心して使用することができる。しかし、飛行機の騒音を道路交通騒音と比較するというように、スペクトルが非常に異なる時には、dB(A)ランク付けは主観的な判定と一致しない。いろいろな運輸施設からもたらされる騒音の測定に適当な周波数荷重フィルターを使うべきかどうかという議論については参考文献の項¹⁰⁾を参照されたい。

理想的には、騒音の一般的な客観測定は工場や運輸施設の騒音源すべてに適用され、その測定方法も容易でなければならない。しかし、そのような測定方法の開発は現在では、数多くの要因から状況設定がなされている騒音に対する人間の反応の複雑さとそれらの要因の相互作用のために不可能になっている。⁴⁾ 交通騒音に対する反応は以下に述べる項目の一つまたはそれ以上であり、非常に

巾が広い：迷惑，会話伝達の障害，作業遂行能率の低下，睡眠の妨害およびストレスの発生，音の大きさ，大きさの時間的变化，騒音スペクトル，聴取者の位置や行動等すべてが，全体反応の影響に相互に作用する。全体的な不快感に数量的に関連する騒音の物理的測定を試みる研究は数多く行なわれてきた。都市の住居地域での自由な交通により生ずる騒音の影響について，Griffiths と Langdon は，社会学的な研究を行ない数多くの反応を究明した。⁵⁾ かれらは，一般的な不快感測定が睡眠の妨害等の特殊な反応よりも1,200人の住民のサンプルに現われた騒音迷惑を的確にとらえていることを見出した。かれらはその不快感を“A”荷重された騒音レベルの一時的分布から引き出される統計学的なTraffic Noise Index (T N I) に関係があると判断した：

$$T N I = 4 (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

ここで L_{10} と L_{90} は一日間のテスト期間の10%と90%を超過した[dB(A)]の平均音圧レベルである。Traffic Noise Indexの型は交通騒音による不快感がほとんど路上の車両によるレベルの範囲に起因していることを示唆している。その後ScholesとSargentはTraffic Noise Indexのデータを再度実験し，不快感は，0600 から2400 時間の間隔の10%だけ超過した時の“A”荷重された音圧レベル L_{10} と十分に相関関係があると結論を出した⁶⁾。かれらはこのレベルを平均最大レベルを示すものとした。国立スウェーデン協会が行なった研究から，騒音レベルのエネルギー平均に基づいた三つの騒音客観的測定 L_{10} ， L_{15} および騒音曝露指数 Leq と妨害とに適切な相関関係が得られた。¹³⁾ 予測方法を Leq に適用することができる。しかし，Griffiths と Langdon の研究結果がエネルギー平均騒音レベル Leq に関係づけられたときは，不快感と Leq との相関関係はTraffic Noise Index と不快感との間で得られた関係よりも貧弱なものであった。¹²⁾ Robinson は騒音による不快感がTraffic Noise Indexの研究で引き出した可変性の概念を導入した統計学的な L_{NP} に関連をもつと考えた⁷⁾。

$$L_{NP} = Leq + 2.5$$

ここで Leq はある一定期間のエネルギー平均騒音レベルであり，また同一期間の統計学上の時系列と考えられる同時的音圧レベルの標準偏差を指す。

フランスにおける交通騒音の研究では，騒音と不快感の最適な相関関係は時間の50%だけ超過した騒音レベルまたは L_{50} で与えられることが判明している。この結果は，1966年に建築科学・技術センターによって行なれた自動車道路沿いの住民を対称とした研究で初めて立証された。¹⁵⁾ この研究期間に実験した騒音レベルでは偏差がほとんど見られなかったため， L_{50} が不快感と十分に関連性を持ったことは当然なことである。しかし，建築科学・技術センター(Josse, Aubree, Bietry)が最近行なったいろいろな騒音状態を網羅した騒音妨害の主要調査から得た予備結果では， L_{50} と不快感との相関関係はTraffic Noise Indexで得たものと同様適切であることが示されている。このようにTraffic Noise Indexよりも L_{50} の測定が簡単なため，フランスの研究者達は L_{50} を交通騒音の測定基準として使用すべきであると考えている。しかし，睡眠妨害が音の平均レベルよりむしろ最大レベルに関連しているため，そのうちの幾人かは L_{50} を夜間の騒音測定には使用すべきではなく，パラメーター $L_{10} - L_{90}$ を含む統計を用いることがより適当なことであろうという意見を持っている。

ドイツの研究者達はエネルギー等価連続音圧レベル $\bar{L}_e$ の使用を提案している。¹⁷⁾

$$\bar{L}_e = L_{50} + 0.01 (\bar{L})^2$$

$$\bar{L} = L_5 - L_{95}$$

ここで L_{95} と L_5 は時間の95% (“暗騒音”)および5% (“定常最大レベル”)超過する音圧レベルである。しかし、暗騒音レベルの正確な測定、あるいは予測が非常に難しい。Traffic Noise Index もこれが障害となっている。 $\bar{L}_e$ の計算のため予測方法が発達したのである。¹⁷⁾

交通騒音で引き起こされる不快感については最大レベル、平均レベルおよび変化の範囲が重要であるが、各種の統計法の提案の基本選択でこれらの点に関し十分といえるような資料はない。短期間では L_{10} または L_{50} を用いるべきであるが、それはその資料と予測方法がこれらの測定^{6), 14), 15)}に使用することができ、また比較的測定予測が簡単なためである。長期間の場合は今後の研究次第により、Traffic Noise Index, $\bar{L}_e$, または L_{NP} 型の指数を使用することができるかもしれない。

1.2 測定

特殊な条件のもとで自動車1台1台から発生する騒音を測定する標準的方法は考えられてきている(国際標準化機構, ISO, R. 362: 1964 年度自動車騒音測定法)。これらの方法では実験中の自動車がほとんどその最大騒音状態で運転していることを仮定している。しかし、交通騒音の測定ではほとんどの場合騒音源として、1台1台の自動車よりもむしろ安全な車の流れを考えることが普通である。時間による交通騒音が変化するので、 L_{10} , L_{50} 等の数字の値で騒音レベルを与えるため騒音記録の統計的解が用いられている。交通騒音の測定方法についてはScholesとVulkanが詳しく述べている。⁸⁾

交通騒音の測定に使用される基本器具は騒音計である。I.E.C.(国際電気技術委員会) Publication 123では、工業規格の騒音計の仕様を述べている。しかし、ほとんどの研究者は信頼度が高いため精密騒音計を好んで使用している。精密騒音計の仕様はI.E.C Publication 179に掲載されている。いかなる騒音計を用いた場合でも、マイクロフォンと目盛り測定器は必要である。特に同じ場所で何回もサンプリングを行なうときは、三脚が最も便利である。交通調査では騒音レベル計には“A”スケールが付けられている。路側の騒音のみを測定する騒音計は50~95 dB(A)の範囲を測らなければならない。しかし、もし建物内部の記録が要求されればおよそ30~80 dB(A)の範囲を測定しなければならない。dB(A)の測定は時々周波数分析で補足を行なう。

ある地域の騒音を一般的に広く測定するために用いる器具の種類は、場所、調査の規模および必要とする騒音のサンプリング量により異なる。 L_{10} か L_{50} を測定するためには現在、週日に0600~2400時間の間、1時間ごとにマイクロフォンで騒音レベルを記録していくテープが通常必要である。自由な往来のある交通量の大きい道路では、3分間かまたは100台の車両の通過する時間のいずれか長い方をとってその間記録を続けていなければならない。しかし、普通の都市の道路や交通量の小さいところでは、車両の流れが連続的でなく、また不規則であればあるほど正確な測定のためのサンプリング時間は長くなるため、記録時間としては少なくとも15分は要求される。 L_{10} か L_{50} の値を引き出すために、このテープは統計分析器に記録を再生される。全体システム(マイクロフォン、記録および再生)の周波数反応は最小50 Hz から4 kHz までの周波数領域で工

業規格計量器の仕様書に指示された“ A ” 荷重曲線に一致しなければならない。実際上は、精密騒音計と専門的標準テープレコーダーを使用するのが普通である。

ある地域の騒音レベルの変動を調査するためには、マイクロフォンとレコーダーをそれぞれ幾つか用意するか、そうでなければ1つのマイクロフォンをあちこちに移動させなければならない。これらの方法のいずれを用いてもその最終結果の解析に大量の磁気テープが必要となる。中間のテープレコーディングなしにデータを解析するために、統計分析器を導入すれば時間の節約が可能となる。これが行なわれるときでさえも、統計分析器による作業には L_{10} か L_{50} を場所の測定から推論する前に整理と計算を必要とする。

英国運輸・道路研究所では L_{10} と L_{50} の計算に要する時間と労力を減少させるようなデータ記入システムを作ってきている。⁹⁾ いかなる場所でもマイクロフォンを10個まで設置でき、それを記入システムに連結することが可能である。マイクロフォンの出力は1個ずつ決定し、瞬間の“ A ” 荷重騒音レベルが紙テープに打印していく。この紙テープの値から L_{10} の値を引き出すために、コンピュータプログラムが組まれるのであるが、 L_{10} の等圧線を描くプログラムは、現在試作中である。地面との関係でマイクロフォンが設置される位置は、測定レベルに影響を及ぼすと思われる。ScholesとVulkanは、特殊な場合でない限り戸外の測定ではマイクロフォンは地上1.2mの高さに設置すべきであると提唱している。⁸⁾ 建物の正面での測定では、そこから1m離れた位置に設置するのが普通である。

1.3 交通騒音の予測

交通騒音の予測方法は、多くの国々で開発されてきた。^{6), 13), 14), 16), 17)} これらの方法を用いて L_{10} や L_{50} といった統計学上の表現で示された交通騒音レベルは、いろいろな交通量や道路からの距離をさまざまにとってその値を計算することができた。遮音壁、建物による遮蔽等の効果も考慮している。ScholesとSargent⁶⁾が英国で開発した L_{10} の代表的計算方法は、図-2～図-6に示されている。予測された交通量に対する街路の縁石から30mの位置の L_{10} の値は、図-2により初めに得られる。車両平均速度の影響、道路からの距離による影響、二つの道路からのレベルの合成および遮音壁による影響に対する補正が図-3～図-6に示されている。

フランスの建築科学・技術センターが L_{50} 音レベルの計算のために開発してきた方法は図-7～図-19に示されている。¹⁶⁾ 1時間当たり2,000台の交通量のある所で、道路際から離れた位置の L_{50} 音レベルの偏差は図-7に示されている。実際の交通量および遮音壁による影響を考慮した補正は図-8と図-9にそれぞれ与えられている。1時間当たり2,000台の交通量のある場所での L_{50} レベルも、地盤の形状や路面と測定位置の相対高さ等のいろいろな組合せに対し図-10～図-19から直接読みとることができる。

騒音攪乱データは現在のところ、一国から他国へと直接譲渡することができないため、予測方法は国合わせが可能な国からのデータに基づいて行なわなければならない。混雑の状態での交通の停止および発車から生ずる騒音の予測方法を開発した国は今までない。

ほとんどすべての建物では、軽量のパネル方式を使用した所以外は外壁の遮音が実質的に窓のそれよりも大きいため、窓の遮音が決定的要素となっている。表-1はいろいろな種類の窓をもった

図-2～6 L_{10} 騒音レベルの計算方法⁶⁾

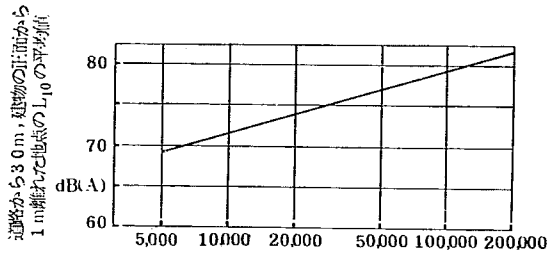


図-2 75 km/h で走る自動車について道路から30 mの地点の騒音を予測する基本図

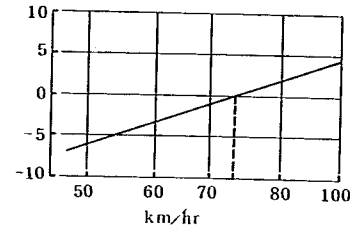


図-3 平均走行速度に対する補正

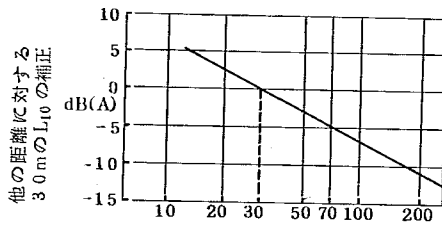


図-4 距離補正

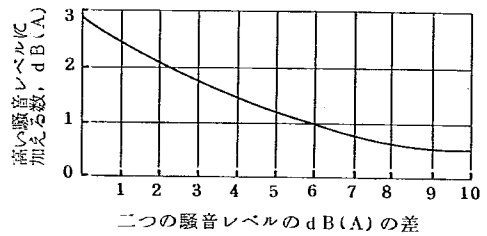


図-5 二つの道路からの騒音レベルの合成

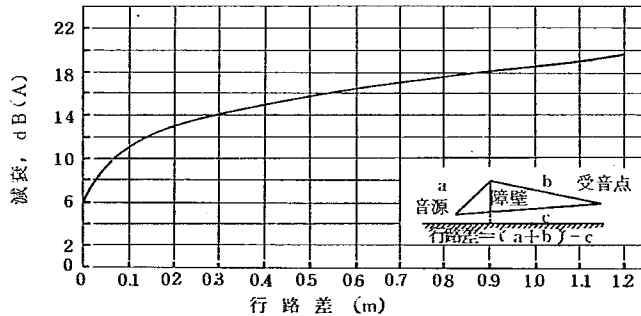


図-6 非常に長い障壁による道路交通騒音 L_{10} の減少

図-7～図-19 L_{50} 騒音レベル計算方法¹⁶⁾

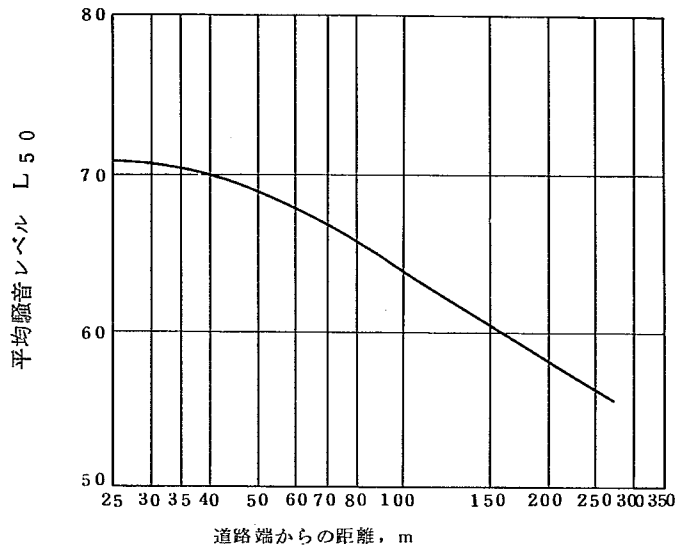


図-7 2,000台/時の交通量に対する騒音レベル, 距離の影響

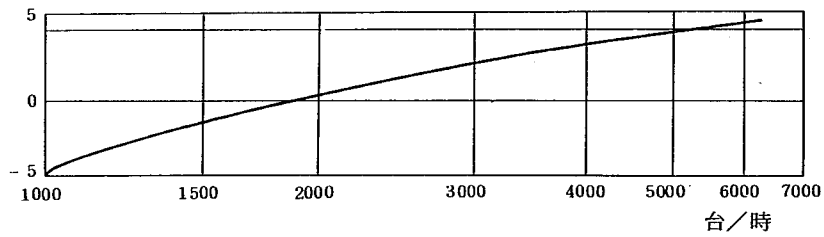


図-8 時間の50%に対する, 交通量に対する騒音レベルの補正曲線

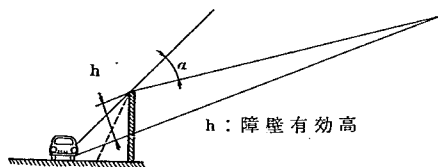
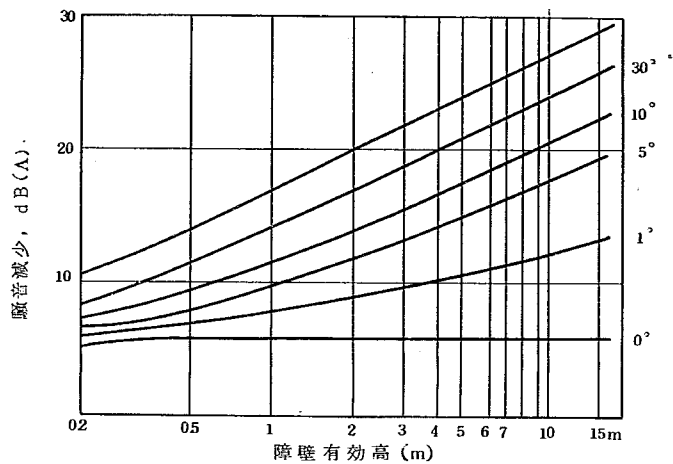


図-9 障壁による概略騒音減少ノモグラフ

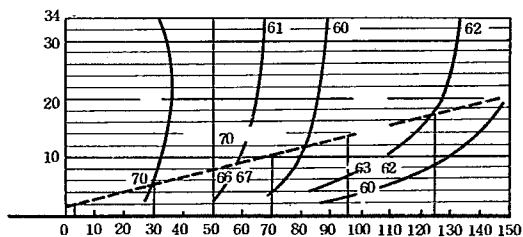


図-10 直線道路で交通量 2,000 台/時のときの dB(A) で測られた限界と等音圧線, 裸土のような柔い地盤上の影響, 高さのスケールは距離のスケールの 2 倍である。

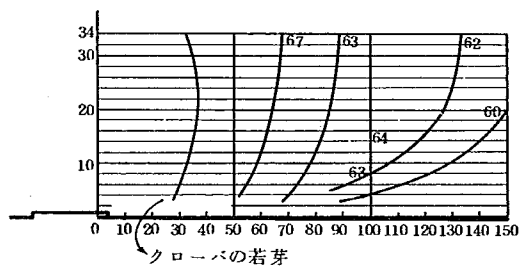


図-11 低い盛土による減少，地盤により予想される影響

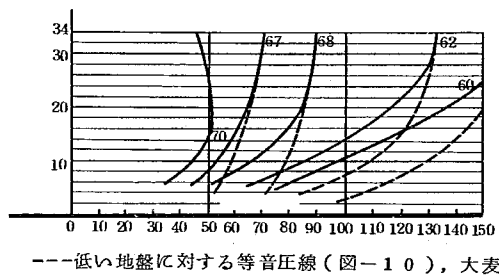


図-12 4車線道路と地盤の重大な影響

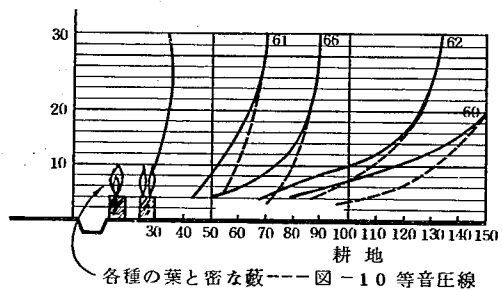


図-13 葉の茂った樹木の列による減少

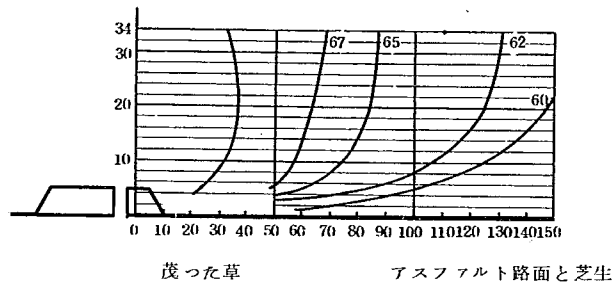


図-14 裸の盛土付近の騒音レベル

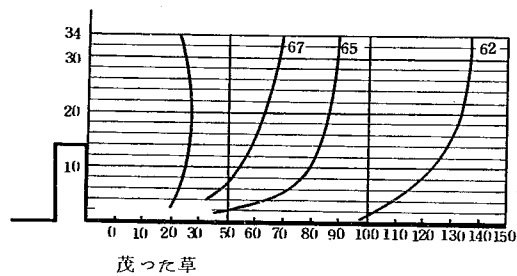


図-15 地盤効果を減少させる高架橋の高さ
(格子造りの測方フェンス)

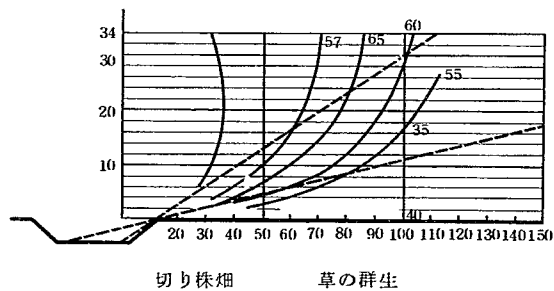


図-16 60 dB (A)の等音圧線は切土に向って50
m移っている。(図-10 参照)
(重量車両なし交通および地盤効果)

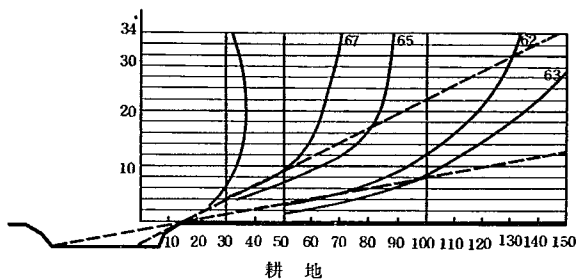


図-17 前例と反対に地盤影響は小さく、両方に張り出しており、重量車も含む

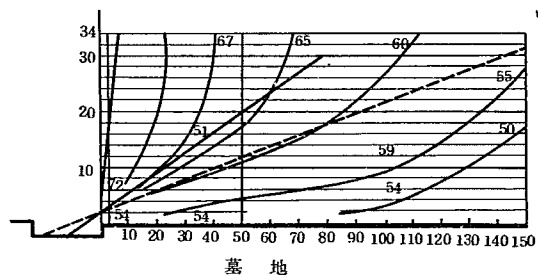


図-18 バリの大通り周辺に近接したモーター墓地の騒音レベル

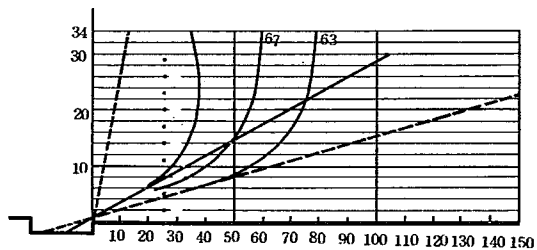


図-19 バリの大通り周辺に近接した地区の騒音レベル

部屋の外部と内部の音レベルの違いを表わしたもので、英国で得られた数値である⁴⁾。しかし低い方の数値は他の権威筋が推奨している値である。

表-1 いろいろな窓の外部と内部の音圧レベルの差の予想値の範囲

一重ガラス窓 開放	5 - 15 dB (A)
一重ガラス窓 十分に密閉	20 - 25 dB (A)
二重ガラス窓 食い違い開放	20 - 25 dB (A)
二重ガラス窓 密閉	30 - 35 dB (A)
一重ガラス窓 目貼り	25 - 30 dB (A)
二重ガラス窓 目貼り	35 - 45 dB (A)*

米屋根を普通の瓦で張り、天井を木ずり下地しつゝい仕上げとした場合の遮音は35dBを超えない。したがって35dB(A) およびそれ以上の遮音レベルを得るためには屋根も工夫しなければならない。

1.4 交通騒音の基準

自動車の騒音規制のための法律制定は多くの国々で行なわれてきた。O.E.C.D.の運輸調査諮問グループは、これらの各国の規制の概要とともに都市の交通騒音の概説を発表した。¹¹⁾ 国連欧州経済委員会 (ECE) の運輸車両製作に関する専門家グループ (WP 29) は1969年に騒音に関する車両の認可に対し同一条項を明記したRegulation 9を発表した。

一見するとそういった騒音発生源の制限が交通騒音の規制に適切なように見えるけれども、しかし交通騒音は自動車の1台1台の出力と同様、交通量、速度等の多くの変数をもつ一つの関数であり、人々にいろいろな影響を及ぼしているものである。このように交通騒音の基準は人間の反応と関連づけられる騒音指数を用いなければならない。現在では L_{10} か L_{50} のレベルを適当なものとして確定することがこれの意味するところである。

国際標準化機構 (ISO) は勧告 R 1996 (音響学: コミュニティの反響に関する騒音の査定, 1971年5月) で、休息、作業能率、社会活動および平穩等の妨害に関連して住居、工業および交通地域での騒音を測定し規制する方法を提案した。騒音により生ずるとされる市民の反応をおよそ予測する基盤の概略が述べられており、またそれを基礎にしていろいろな状況での騒音規制が有力な権威筋により設定される可能性がある。

ScholesとSargentは、住居地域に対し建物の正面より1m離れた地点で週日の午前6時から真夜中まで平均して L_{10} が70dB(A) を超えてはならないと提案した。⁶⁾ かれらはそのような騒音为主要道路に近接した多くの現存住居で得られるものより小さく、70dB(A) に及ぶ騒音レベルにさらされている現在の建物に住む人々は騒音に対しそれほど強い不快感を持っていないということに気が付いている。しかし、かれらは70dB(A) という L_{10} レベルが静かな状況、または全く不快感のない状況でさえあるということを示していることを主張しない。

Gordon等は交通騒音の検討を行ない、会話や睡眠の妨害レベルに基づき構造物のいろいろな種類の基準を勧告した。¹⁴⁾ これらの基準は L_{10} の値で表現されているが、かれらはこれに加えて平均騒音レベルまたは L_{50} が周囲の音レベルを9dB(A)以上も超えてはならないと勧告した。住居地域では日中で56dB(A)、夜間で51dB(A) という L_{10} 戸外騒音レベルを提案した。カナダのオンタリ

オ州に適用するためHamelink もこの基準を勧告している。¹⁰⁾

フランスでは日中の騒音基準として平均騒音レベル L_{50} が住宅地域、官公庁区域および学校で40-45dB(A)を超えてはならないという勧告が出されている。官公庁と商業活動に使用する建物ではこのレベルを5 dB(A)まで大きくすることができる。一般に、建物内部で45dB(A)というレベルはその正面では60dB(A)レベルに相当すると考えられている。¹⁵⁾住宅建物の建設は、次のように三種類の地域に分類される。

— 60dB(A)を下回る L_{50} レベルの快適地域

— 遮音に関して特別な方法を構じなければならない60dB(A)と70dB(A)の間の L_{50} レベルの地域

— 住宅の建設を許可することができないような70dB(A)以上の L_{50} レベルの地域

日本では法規上住居地区の各種別に戸外の許容値として L_{50} レベルを明記している。住居専用地域では日中で50dB(A)の L_{50} レベルが明記されている。これに相当する夜間レベルは40dB(A)である。しかし、二車線道路に面する地域では日中の最大許容値として L_{50} を55dB(A)に増大することができ、より広い道路に面する場所では60dB(A)まで認められる。日中で最大60dB(A)という規定はかなりの数の住居と同様に、商業および工業用として使用される所を含む地域について明記されている。道路に面する場所ではこのレベルを65dB(A)まで大きくすることができる。1971年5月に日本政府が定めたこの基準には、その達成のための5年という期間制限が含まれている。

北欧の建築関係当局による一委員会は住居用建物の内部で、24時間の許容平均エネルギーレベル Leq として30dB(A)を勧告した。¹³⁾このレベルは密閉した複層ガラス窓をもつと仮定した建物の外部での55dB(A)に相当すると考えられている。

米国連邦幹線道路局は1972年4月、暫定騒音基準と L_{10} の設計騒音レベルを土地利用に関連づける措置を発表した。連邦政府援助の導入に該当するべく、その可能性のある幹線道路計画は、すべて例外認可を受けたもの以外は騒音減価測定を含まなければならない。

— 静寂さが最も重要とされる公園や空地に対しては60dB(A)；

— 住居地域、ホテル、モテル、学校、教会、図書館、病院、レクリエーション地域、運動場、活動的なスポーツを行なう地区や公園に対しては70dB(A)；この分類にあてはまる建物内部の設計騒音レベルは55dB(A)を超えてはならないことがつけ加えられている；

— 前述の各分類に含まれない開発地域に対しては75dB(A)。

このように住居外部で推奨される日中最大レベル L_{10} は56dB(A)から70dB(A)といろいろである。騒音測定で L_{50} を使用している国々は、推奨基準は約60dB(A)レベルである。

米国環境保護局は全発生源から発散する騒音に関する包括的な報告書を作成し、主要な環境騒音発生源、すなわち内燃機関で動力を供給する輸送機関、建設機械設備の基準と規制を法制化する大規模な計画の立案を勧告した。³⁹⁾これらの提案は十分に実行される可能性がある。

上述した日本や米国の基準とは異なり、勧告を行なった騒音レベルはすべて研究者や諮問委員会が提唱したもので法的には拘束力を持たない。しかし、提案された騒音基準は道路を新しく計画

する時に適用され、許容騒音レベルの専門家による判断を示している。ScholesとSargentが提案した内容⁶⁾だけは、道路建設費を低く抑えなければならないことと環境上の質的問題との妥協が直接的な基盤となっていると思われる。騒音基準を決定するための合理的、数量的な方法は費用といった共通単位ですべての制約を評価してみることであろう。レベルの合理的な選定は、全体の費用を最少にするレベルかあるいは社会が容認できるレベルかいずれかとして次に導き出すことができる。この計算で困難とされる主要な点は快適性ということに関し合理的で一般に容認されるような値を出すことができるかということであるが、騒音の減少測定にも費用の面で難しさはある。

1.5 建設工事による騒音

建設現場の騒音規制の法律は西ドイツで規定している。騒音基準は発生レベルとは別に immission レベルを基礎として設定されている。騒音測定は特記方法に従って行なわなければならない、またこのようにして得られた指数は許容値表と符合する。

騒音 immission 許容限界は日中と夜間、および土地利用の種類によっても異なる。午後8時から明朝7時迄を夜間と定義する。夜間の許容騒音レベルは最も高い騒音レベルを有する30分間に査定される。騒音の持続性は最終騒音レベルの決定の際に考慮に入れる。¹⁸⁾ スイスにも同様な法律がある。フランスでは内燃機関で動力を供給する建設機械、特にコンプレッサーの出す騒音を規制する法律がある。³¹⁾ 米国環境保護局は騒音に関する報告書で建設現場の騒音を詳細に検討し、環境上の影響を査定して、許容レベルの達成のために適用可能な騒音減少手法の使用を勧告している。

1.6 改良手法

騒音の悪影響や反対作用については道路交通騒音の概観の際に考慮した。^{11), 20)} 騒音減少の最も明瞭な型は、その発生源について措置を構ずることである。自動車のいろいろな型によるスペクトル分布や総合的な騒音レベルについてあるいは自動車の速度、歯車比および加速度が騒音に対していかなる影響を及ぼすかということに関して系統的なデータを使用できるようになってきている。出力単位、吸気、排気装置等々で決定されている騒音レベルへの影響とその割合が、エンジンの設計と操作条件によっていかに左右されているかということについてもよく知られている。騒音の主要発生源は業務用の重車両のディーゼル・エンジンである。最近シリンダー口径が大型化し、運転回転速度が増している傾向があるため騒音レベルが上昇している。開発計画を行なう時は一すでに研究グループに選ばれているいくつかの国では実行されている一騒音を減少することだけでなく、現在のレベルを維持することも要求されている。長期的に見ればエンジンの構造上の設計、エンジンカバーの設計、その他種々の詳細部の開発で急速な改良を行なえば、騒音減少を強く期待することができる。都市部では低速での運転が多いためエンジンやトランスミッション（伝動装置）の騒音が特に問題である；高速の場合はタイヤや路面の音が卓越する。エンジンの音や排気音が減少すればタイヤや路面が騒音の主要発生源になるけれども、しかし、路面やタイヤの設計の変化により5 dB(A)だけ騒音レベルを変えることができるが、路上を走るタイヤの騒音発生のメカニズムは不明である。自動車騒音のレベル低下を達成するために必要な特別資金と運営費用を査定する必要がある。現在は自動車騒音に関する制限だけが法的規制を受けているが、その制限以下に騒音を下げようとする商業上の誘因はない。多くの国ではオートバイの数が減少しているが、これもまた、しば

しば騒音の主要発生源であると考えられている。

自動車交通の密度が低い所では交通量の変化が騒音レベルの変化に最も大きく影響する。完全な都市地域では、二、三の主要路線に交通を集約し、あまり重要でない住居地区道路からできるだけ多くの交通量を切り離すことにより、環境を非常に改善することができる。この切換えのために主要路線の騒音レベルが上昇する場合には、その対策を考えなければならない。これと反対に、主要道路に目立ってみえる改善を何も行わず、一方通行システムといった交通管理計画を行なうと、それまで平穏を保っていた道路に騒音をまき散らすことになるため注意深い配慮をしなければならない。交通信号を設置するといった措置は騒音レベルに対する影響を証明してきたといえる。交通形態の構成が騒音に与える影響はまだ完全に究明されていないけれども、騒音を最小限に抑えるためには、アクセスが必要となっている場所以外は業務用の重車両を主要道路でその通行を制限すべきであると思われる。業務用車両の夜間運行制限も効果があると思われる。都市内では一般の人々の輸送形態を公共輸送機関の利用に修正すれば、騒音レベルを低下することができるかもしれないが、自家用車に較べて一台一台の公共輸送機関の出す騒音レベルが高いためその効果は疑問である。

運転速度制限の監視やその低下も騒音レベルを下げることになるが、高速性能車の場合には特に有効である。このような制限の実施にはしばしば困難が伴う。

その発生源において騒音を減少させることが不可能であるとすれば、騒音に敏感な地域から発生源を切り離すことが必要となる。交通騒音の場合、このことは幹線道路と住宅開発を分離して進めなければならない計画段階で最も十分に達成することができる。高い騒音レベルがすでに存在している所では、レベルの低い騒音源を更に増やしても騒音レベルの上昇は何ももたらさない。それ故、主要道路は主要鉄道路線に近くまたは特別な回廊地域に配置し、重工業地帯を通過するように計画しなければならないが、この理想的な形を実現することは困難である。道路が住宅地のそばを走り、その道路が切土形態の場合は騒音障害が最低であり、高架道路の場合には騒音は最も広く伝搬する。高架道路で盤面上の道路よりいく分か広がっている所では、道路に近接した遮音壁はすぐそばの低層住居を遮蔽する上で効果的であるが、高層建物を遮蔽することはできない。自動車道路以外の現存都市道路にはこの種の障害物を適用させることはめったにできない。多分、心理学的な要素を除けば、樹木を広く帯状にうっそうと繁茂させない限りは植林による効果はほとんどない。騒音減少のために距離をとるという方法は、普通都市では経済的な点から不可能である。静かな工場、高層駐車用ビルディング、倉庫、事務所または適当な遮音装置を施した共同住宅といった中間的介在建物で、騒音に特に注意すべき建物は遮蔽することができる。

建物内部では騒音に最も注意すべき部屋、住宅の場合は普通寝室を主要騒音源に直面しないように配置しなければならない。外部に面する所が1カ所しかない住宅の場合は、騒がしい環境のなかで適当な解決を提供するであろう。学校ではしばしば教室や図書室を遮蔽するように体育館、食堂および台所の配置が決められている。上述したような補助措置が方位やその他の理由から何もとられていないところでは、窓に対する工夫が要求される(表-1を参照せよ)。戸外の騒音レベルが非常に高い所では目貼りをした二重ガラス窓-北欧その他の国ではすでに広く用いられている-を使用し、換気に関しては他の方法を用いなければならない。騒音がそれほど激しくない所では、食

い違い開放の二重ガラス窓の使用を考えることができるが、しかし、騒音問題に対するこの解決方法は、居住者に適当な遮音と適当な換気の間で妥協を強要することになる。

建設工事による騒音は、使用機械やその運転方法に基準を設けたり、騒音の少ない機械や建設工法を別に開発し、これを使用させることにより減少させることができる。

2. 大 気 汚 染

2.1 汚染物質の排出

交通による大気の汚染はSherwood とBoweas が特に研究を続けてきた。²²⁾このことが、全世界的状況を呈してきた自動車の起因する汚染の唯一の問題提起であることは特筆に値するものである。騒音、振動、視覚侵害等が、その発生源に近接して十分に開発された地域に影響を及ぼしているすべての問題点であるが故に、もし汚物の排出が身体に健康に有害であるということが強く主張されることになれば、その悪影響は世界的な規模になる。

大気の汚染の発生に関し、路上を走る交通機関に伴っている最大の要因は排気ガスである；燃料タンクや気化器からの蒸発ロスとクランクケースからのロスは放出炭化水素の約35%を占める。

排出汚物の主要成分は窒素、酸素、炭酸ガスおよび水である；排出物にはさらに下記に列挙した物質を約3%含むが、これらの物質は身体の影響や快適さに潜在的な影響を持つため考慮しておかねばならない。

未燃焼ガソリン（炭化水素）；

ガソリンから精製される有機化合物（ほとんどが炭化水素）；

一酸化炭素；

窒素酸化物；

鉛化合物；

炭素粒子（煤煙）；

これらのうち一酸化炭素、窒素酸化物、鉛化合物が、おそらく最も重要なものであろう。日光が照り輝き、空気が全然移動しないような状態では、炭化水素と窒素酸化物が化合して光化学スモッグとしてしばしば言及される二次生成物（硝酸過酸化アセチルとオゾン）を形成する。この種類のスモッグは目を刺激し、植物に有害であり、そのほとんどすべてが自動車によって引き起こされている。これはロスアンゼルスでは普通に見られる現象であり、南欧のような日光の照り輝く地方ではこの現象を排除することはできないけれども、北欧の都市では重大な問題とは考えられていない。

2.2 測 定

ガソリンやディーゼルのエンジンをもつ自動車の排気ガスの組成はエンジンの作動工程と共に変化する（表-2を参照せよ）。ディーゼルエンジンの自動車はガソリンエンジンを使用するものよりも目に見えない排出物は少ないけれども、これを補うように、大量の煤煙を出すことは避けられず、また悪臭を放散する。臭の放散と測定に関する研究は幾つか行なわれている。^{40), 41), 42)}

表-2 排気ガスの代表的組成 (P P m で表わした濃度)

	排 気 物	アイドリング時	加速時	定速時	減速時
ガソリン エンジン	一酸化炭素	69.000	29.000	27.000	39.000
	炭化水素	5.300	1.600	1.000	10.000
	窒素酸化物	30	10.20	650	20
	アルデヒド	30	20	10	290
ディーゼル エンジン	一酸化炭素	微量	1.000	微量	微量
	炭化水素	400	200	100	300
	窒素酸化物	60	350	240	30
	アルデヒド	10	20	10	30

主要排気物はそれぞれ化学的特性が全く異なるため、各々について異なった方法を用いて測定をしなければならない。現在普通に用いられている方法は表-3に要約されている。

表-3 大気中の汚染排気物の濃度を決定するために現在用いられている方法

排 気 物	方 法	種 別
一酸化炭素	赤外ガス分析	物 理 的
炭化水素	炎によるイオン化探知	物 理 的
窒素)	化学的吸収作用	化 学 的
酸化物)	化学ルミネッセンス	物 理 的
鉛	化学的または物理的吸収作用	化 学 的

物理的方法は自動的操作が簡単で連続的な記録が得られるという利点がある。窒素酸化物には現在化学的方法が支配的であるが、化学ルミネッセンス方法が開発されるにしたがって、次第にこれによって変われると予想される。

2.3 大気品質基準

排気物の多くは有毒であるが、その希薄拡散は素早く行なわれる。交通量の多い道路における最も有毒な汚染排気物の大気中濃度はおよそ表-4のとおりである。

今までに判っている唯一の法的規制は、工業敷地に適用されるものである²²⁾；この濃度は健康な成人労働者に当てはまるものであって子供や病人はその影響を敏感に受け易いため、街路等で目標にすべきレベルは明らかに、工業地域の制限よりずっと低くすべきである。

残念なことに、許容値をどこにおくかということについての同意が得られてない；最近米国で発表された大気品質基準^{27), 28), 29), 30)}は、ヨーロッパの関係者からは不当に厳しすぎるものではないかとみられている；そこでは、例えば窒素酸化物についてみれば、9 p p m を最大濃度として規定している。

表-4 にぎやかな通りにおける大気中の汚染排気物の濃度²²⁾

排 気 物	濃 度
一 酸 化 炭 素 (p p m)	10 - 20
窒 素 酸 化 物 (p p m)	0.2
鉛 化 合 物 (M g / m ³)	3

フランスでは運輸研究所 (I R T) の報告書に基づき、街路では容積の 40 p p m の一酸化炭素最小値-1時間の平均値-が、毎年一定時間の1%だけ限度を越すことは認めるが、8時間という決められた時間内では15 p p m がその時間の15%の間限度を越えてはならないという提案がなされた。窒素酸化物については1時間の平均濃度を示す0.25 p p m という平均量が時間の1%以下であれば限度を越すことが認められる。

2.4 基 準

最も制限の厳しい現行基準は米国で施行されたものである；これらの基準は今後益々厳しいものになることが予想される (表-5)

表-5 現行および提案中の米国連邦規則によるガソリンエンジンの排気物含有量の減少

	計 画 年 次						
	1968/9	1970	1971	1972	1973/4	1975	1976
排 気 ガ ス	減 少 率 (%)				予 想 減 少 率 (%)		
一 酸 化 炭 素	52	69	69	69	69	96	96
炭 化 水 素	70	80	80	80	80	97	97
窒 素 酸 化 物	0	0	0	0	45	45	90
クランクケースからのガス	100	100	100	100	100	100	100
蒸 発 ロ ス	0	0	82	94	94	94	94

内容は国により相当異なる。現在英国では、目に見えない排出物には何の規制も設けていないのに対し、スウェーデンは米国の提案に非常に類似した基準を設置している。

日本では、1951年に公布した道路運送法に基づく道路運送車両の保安基準 (運輸省令) により、自動車の排気ガスの直接取締りを行なっている。現行規制は次のような内容をもつ：

(1) 製造段階でテストをした新車の場合、

(a) 4行程エンジンでは、一酸化炭素比率は次の数値以下とする：

— 燃料としてガソリンを使用する車は2.5%

— 液化石油ガスを使用する車は1.5%

— エンジン容量が360cc以下の車は3.0%

(b) アイドリングの際の一酸化炭素の比率は4.5%以下とする：

(c) ブローバイガス再循環装置をつける。

(2) 中古車はすべてアイドリングの時の一酸化炭素比率は5.5%以下とする。

大気汚染を規制するための今後の方法は、運輸大臣の諮問委員会である運輸技術審議会が作成した計画を基礎として進められている。この計画では、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物等の自動車による排気ガスを規制する法律が段々と強化されることになるであろう。

自動車による汚染物質の排出はフランスでは、運輸研究所(IRT)所長が首相に提出するために、自動車による公害に関する報告書の作成に当たっていたグループの最近の研究テーマであった。大気中の拡散、1985年の交通量増加予測および高密度地域の開発を考慮して、研究グループは、1974年10月1日から1972年度規制(欧州経済共同体の規則No 15)で規定された排出限度を、一酸化炭素については20%、炭化水素については10%それぞれ減少させること、そしてエンジンがアイドリング時の排出物に含まれる一酸化炭素の量は4.5%を超過しないことを提案した。さらに窒素酸化物についても排出限度の規定を提案したが、鉛化合物については提案していない。

ドイツではドイツ環境保護協会が硫黄酸化物、オゾン、炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物、鉛および塵埃の測定濃度の検査を包括した報告書を作成した。最後の4項目の排出物の濃度は次のような範囲に及んでいる：

CO—150 ppmを最高として平均10～20 ppm

NO—0.40 mg/m³を最高として平均0.05～0.10 mg/m³

Pb—悪条件で0.02 mg/m³にも昇り、平均0.005 mg/m³

塵埃—ある気候条件下で1.6 mg/m³に達し、平均0.05～0.20 mg/m³

1975年までに車のCO排出を50%減少させようという狙いがあったためCOの最小値は規定されていない；ガソリンの鉛含有量はすでに0.40 gr/lに減少されている；1976年1月からはその値は0.15 gr/lに減少し、1980年以降は0になるであろう；塵埃に対しては150 mg/Nm³という最小値が提唱され、窒素酸化物に関しては今後更に研究を進めるように勧告されている。

欧州経済委員会(CEE)の車両製作に関する専門家グループ(WP, 29)は、自動車規則の国際的標準化についての作業を進め、クランクケースからの排出物を90%以上、排気ガスに含まれる一酸化炭素と炭化水素含有量を約30%それぞれ減少させようとする試験方法とその基準を規定した規則15を1971年に発表した。今では、欧州のほとんどの国が、「自動車の設備や部品についての統一承認条件と相互承認の採択に関する1958年協定」に関係している；いくつかの国の政府は「規則15」をすでに適用しており、他の国でもこの基準を採用するものと思われるが、例えば英国ではクランクケースからの排出物に関する規制を受け入れる用意があると発表している。

1972年には、エンジンによる汚染物質の排出に関してディーゼルエンジンを取りつけた車の認可について一様な条項を明記した「規則24」が発表された。これらの規則の内容は定期的に検査が行なわれ必要条項として取り入れられている。

2.5 改良技術

大気の汚染の問題はほとんど怪適性ということに関係する。種々の炭化水素を代表する悪臭は、特にディーゼルエンジンの排気に関連している。排出された煤煙は空気を濁らせ安全を危くする。自動車の一次および二次の排出物の濃度が十分であればスモッグを刺激して身体の健康に影響を及ぼ

し、いろいろな材料に損傷を与える。しかし、一酸化炭素あるいは鉛粒子の潜在的危険性はしばしば過大評価されている。タイヤやブレーキライニングの摩耗による空気中の浮遊粒子はこれらの組成成分を修正することで減少させることができる。

自動車の排出物を減少させるための唯一の実際的方法はその発生源で問題解決を計ることである。排出物は次のようなものから生ずる：

- (a) 炭化水素は 6.5%，煙，一酸化炭素および窒素酸化物は 100% に近い値をもつ排気ガス；
- (b) 炭化水素の 20% にあたるクラックケースの噴き漏れ；
- (c) 炭化水素の 15% にあたる蒸発ロス；

これらの発生源すべてから生ずる排出物を減少させる方法の開発は進められてきており、それらを規制するための法律を実施している国もある。

大気汚染排出物は、現在の内燃システムを適当に修正するか、動力装置と燃料を別な魅力のあるもので開発すれば減少させることは可能であろう。蒸気機関、タービン、電動機は汚染物質をあまり発生させないけれども、これらのうち、内燃機関に代替して実際的に利用できるほどに開発されているものはない。混成エンジンの動力源は、このように操作および燃料の経済性、便利さ、大気の汚染の減少といった最適の組合せを考え、自動車の運転の型や場所に依じてさまざまに変化させることができる。

自動車に用いられている動力と燃料のシステムすべてから、引き起こされる大気の汚染の減少が望まれるが、その意図は快適な生活、便利さ、工業地や地域社会の影響およびエネルギー消費と自動車の価格等と矛盾せず両立するものでなければならない。この目的を達成するためには次のような方法が可能とされる：

- (i) 個々の交通輸送により統合され、確実に十分に統制のとれた従来の、または全く新しい交通システム

— 汽車やバスは比較的燃料消費が少なく汚染物質もあまり排出しない。

- (ii) 小型車の利用

— 小型車は大型車に較べて 1 台当りの汚染物質排出が極めて少ない。

- (iii) 自動車運転法の進歩

— ガソリン・エンジン車の場合は、実際には汚染物質排出量はその運転状態で変化する。適度の一様な速度の場合に較べ、アイドリング、低速、および速度の急激な変化の際には、炭化水素と一酸化炭素の濃度が極端に大きくなる。窒素酸化物は高速および急激な加速の際に大量に発生する。

- (iv) 効果的運転状態のための自動車エンジン整備

— ベルギー、フランスおよびスウェーデンからの調査報告^{32), 33), 34)}によると、ガソリン・エンジン調整を十分に行なうと汚染物質の排出は 1/3 減少することができ、またディーゼル・エンジンの煤煙も整備を十分に行なうことにより極端に小さくすることができる。

表-6 ではこのことが示されている。

表-6 エンジン調整効果

CO 限界値 (%)	限界値を超える自動車の比率					
	調 整 前			調 整 後		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
	P	S	W	P	S	W
4.5	55	—	54	8	—	—
5.5	45	40	43	3.5	(10)	—
6	34	—	37	2	—	—
7	22	27	26	0.5	—	—
8	11	1	16	0.5	—	—

(a) フランス—汚染防止キャンペーン—1970 年 4 月

(b) スウェーデン—AB Svensk Bilproving—検査初月—1970 年 7 月

(c) ベルギー—Wondelgem—316 台の車についての検査—1970 年 7 月

(v) 燃料組成成分の修正

3. 振 動

3.1 振動の発生

自動車は走行中、路面のデコボコによる車輪の接触荷重変動の結果として地面に振動を与え、各車両はそれぞれ交代に短い連続振動を出す。

路面がその舗装の点に関して妥当な基準（例えば、1969 年の英国道路橋梁工事仕様書）²³⁾によって建設されたときは、普通その地面上で人間が知覚できるような、あるいはその道路に近接した建物に損傷を与えるような大きい振動を生じることはない。エンジン、排気および他の騒音による空気と圧力の変動を通じて自動車の動揺により生ずる大気振動は、攪乱的效果を持っているかもしれないが、構造的な被害という点ではほとんど重要性がない。

交通によって道路の表面の仕上げは悪化し、振動の増大をもたらす。人間は粒子最大速度が 0.15 ~ 0.3mm/s に達すると振動を知覚し始め、2mm/s でははっきりと振動を感じることができるようになる。このような振動が起これば近接建物の居住者はこれをはっきりと知覚し、その侵入が問題になるであろう。これが生じ始める段階の路面のデコボコ程度を立証する研究がより必要とされている。しかし、測定によると、路面に高さあるいは深さ約 20 mm のデコボコがある時には、道路の近くの地盤振動はしついにひび割れが入り、窓、ドアおよび装飾用家具がガタガタいうおそれが多少生ずる程度であることが判明した。その時の粒子最大速度は 5mm/s のオーダーであった。

もし路面が非常に悪く、あるいは車台受け装置の設計が不十分な業務用の重車両が何台も通ったり、建物が地盤振動と共振したりすると、建物内部の粒子最大速度は 10 ~ 15mm/s という高さにまで到達するものと思われる。人間の側から見ればそのような振動は不快であり、また建物にも構造上の被害をもたらすおそれがある。

建物の構造による地盤振動の増幅については何も知られていない。吊り床がこの運動を増振させることは判っているが、このことが潜在的損傷にいかなる作用を及ぼすかということは明らかではない。この損傷に関するデータの多くは1, 2階建ての住宅について収集されたものであり、高層建物の反応についてはもっとデータが必要である。

建物の損傷に対する振動の実際効果を評価することは困難である。損傷については熱による膨張・収縮、地盤沈下、水分変化等の自然原因も多く関係している。交通によって普通最も激しい振動が直接的な破損を引き起こすことはなく、すでに応力変形を受けている材料のひび割れを増大することがその主要作用になると思われる。

建物を交通振動から隔離するための、簡単で経済的な方法は見当らない、特にその建物が現存するものであればなおさらである。満足すべき唯一の解決策は交通路と建物間の距離を大きくとることであろう。乾式の裏壁塗り、補助天井および適応性のある仕上げといった工夫を施して“建築上の”損傷を最小限に食い止めることもできる。

ある一定の路線を走る軸重の大きい自動車台数の増加は世界的に共通な現象であり、またその軸重の大きさも増大の傾向にある。これらの傾向が続けば状況はますます悪化し、建物のより急激な疲労破損の可能性を高めることになるであろう。

この問題については図-20でその概略を図示する。

3.2 測定

振動は普通、速度や変位を得るために増幅器あるいは集積回路を通じて記録装置を動かす加速度計により測定される。その記録の1.2秒間だけ目に見える図跡を描くために紫外光線を用いた高周波電流計によりその記録を頻繁にとる。磁気テープによる記録は時々利用されるけれども、電流計による記録の方が利用度が高く、その理由は、その記録を現場で検査することが可能であることおよびその現場作業がそれに従って計画されているからである。

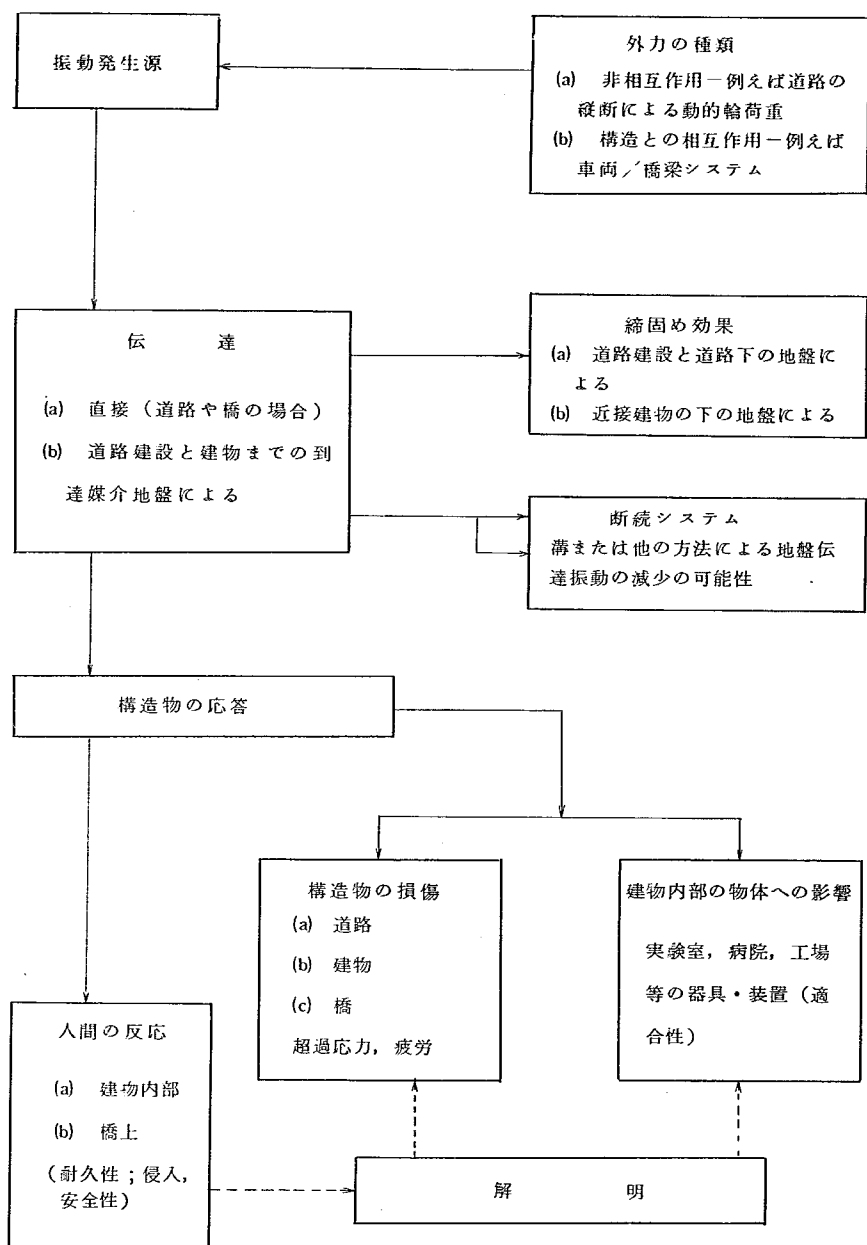
加速度計は普通記録される最高周波数の最低10倍の周波数をもっている。集積回路を用いない所では、しばしば加速器の軌跡波型は曲がりくねっており、その質点最大速度と変位はその軌跡図から推論することができる。

3.3 単位

振動測定単位はここ数年粒子速度による変位から加速度まで及んでいる。建物が関連する所では、建物の損傷と粒子最大速度とにある関係が存在するという意見が一致している。このことは普通mm/sで引用され、周波数はHz、変位が要求されるところでは通常ミクロン(10^{-6} m)で表わされる。

3.4 基準

振動ということは人間の反応と建物の破損という二つの点から説明することができる。人間は振動には極度に敏感であり、それが建物に損傷を及ぼすという程度は勿論のこと、窓やドアをガタガタと動揺するほどの大きさでない時でさえもそれを知覚することができる。ドイツ技術士協会(VDI)は現在すでに修正されている人間に対する振動の影響を決める基準を確立した。³⁵⁾ 建物は多岐多様にわたっているため、振動による動きはその大きさ、建設種別、材料、年数およびそれまでの応



図－２０ 交通により生ずる振動 — 問題の概略

力の積重ねによる影響を受けており、また建物に対する損傷の危険性という点に関する振動評価基準設置のために交通測定を行ない、データを収集することは困難である。それ故、採石場の爆破により生ずる振動が建物の破損に関係している米国、カナダ、スウェーデンおよび英国での経験を基にして、多くのデータがつくられている。²³⁾ 1日の爆破回数は10～20回の範囲内にすぎないけれども、その速度は50～75mm/sで、損傷のメカニズムに疲れという危険性を導入している交通による1日当り1,000回分の低速度振動に相当する。

交通を伴う範囲内の振動レベルにおける人間の反応と建物に対する損傷とについては表-7にその概要を示す。

表-7 概要：振動レベル毎の人間の反応と建物への損傷²³⁾

質点最大速度* mm/s	人間の反応	建物への影響
0～0.15	人間には知覚できない侵入なし	いかなる損傷をも引き起こさない振動
0.15～0.3	知覚原点-侵入の可能性	いかなる損傷をも引き起こさない振動
2.0	知覚できる振動	廃墟や古代遺跡が耐えられる振動の上限推奨値
2.5	人間が連続的な振動に不快感を抱くレベル	普通の建物に対しては実際に“建築上の”損傷を与える恐れがない
5	建物内の人間が不快感を抱く振動（これは橋の上に立っている人間に設定されたレベルと一致し、比較的短い周期の振動を受ける）	天井や壁がしつこいの普通の住宅に“建築上の”損傷を及ぼす恐れのある最小値。壁の内貼りや適応性のある天井処理等の特別仕上げは“建築上の”損傷を最小限に抑える。
10～15	連続的な振動のために人間が不快感を抱き、橋の上を歩く人々には耐えることができないような振動	交通により、普通に予期される以上のレベルの振動であるが、“建築上の”損傷と多少の構造的破損を引き起こす

*この欄の数値は垂直方向における粒子最大速度を基準としている。人間の反応に関係する所では人間の存在する位置での値を採用している。物体に関しては地盤の動きを示す値をとっているが、構造的組成材の増幅効果については加減はしていない。

3.5 改良方法

振動は、路面の水平的なデコボコが高さあるいは深さで20～25mm以上もある時に初めて、しつこくにひび割れを発生させ、窓をガタガタゆれるといった目立った影響を及ぼし始める；このデコボコは、その耐用年数が終局に近い道路の表面にはいつでも表われるものである。軸重の大きい車両の台数と軸重そのものが連続的に増大している点から見れば、近接建物への損傷の危険性や振動に対する不満が今後ますます大きくなるであろうと思われる。

振動は路面のデコボコのため、自動車の一特に重車両の一走行により引き起こされることを考え

れば、その問題を解決するための現実的な方法は四通りあると思われる。

- 道路の構造による振動が起きないように路面を改良すること；
- 自動車の車台受け装置は適切に設計し、デコボコの路面により生ずる振動を減少させること；
- 振動の極限地域では重車両の通行量を減少させること。
- 振動を起こす交通から建物を隔離する方法を開発すること。

第4章 幹線道路要因

1. 緒 論

これからの要因は容易に認識できるものであるが、数量的な値を定めることは困難である。都市環境とそれに対する道路や交通の影響について、より十分な理解を促進するためにそれらのうち最も重要な要因に焦点は絞られている。もし最も受容度の高い都市の幹線道路施設を環境的に悪影響を最も少なくして開発するとすれば、少なくともこれらの要因は考慮しなければならないと思われる。

問題となっている影響作用について、これを見分けて措置を構ずるためには最初から共同研究チームを採用することが必要である。都市の幹線道路は人間や商品を運搬する単なる機能的装置ではなく、都市環境の必須条件となっており、またこの環境を質的に向上させたり、あるいは破壊する作用をもっている。それ故運輸に関係する技術者や計画担当者、社会学者、造園家、建築家、都市計画家、環境問題の専門家およびその他必要とされる分野の訓練を受けた人を共同研究チームの一部として用いなければならない。

街路や幹線道路は最適なサービスと環境をもたらしように配置を決定し、設計を行なわなければならない。例えば、都市核地域への進入と出口を改善し、循環や運行といった交通上の要請に答えることは、その地域社会に絶対的な影響を与えることになる。密集を免れて既成の適切な安全要素を有する施設は、運転者の行為を向上させるだけではなく、都市環境の質的向上をももたらす。“完璧な幹線道路”³⁶⁾は、その利用者と近隣の非利用者にとってより望ましい環境をつくりだすであろう。

周辺の土地利用価値へのアクセスが適切である道路の影響は、世界各国で顕著に現われてきている。それ故、そのアクセスコントロールには土地利用計画、交通技術および都市開発規制総合的原理に基づいて計画を立てなければならない。

2. 視覚侵害と美観

都市の景観に視覚上の痕跡を残す街路や幹線道路施設の悪影響については多くの実例がある。これとは逆に、感覚的に考慮した配置や設計を十分に行なった幹線道路の場合は、その利用者にも、またこれを利用しない人々にも同様に強い印象を与えることができる。今日まで、例えば、交通の必要性や大気汚染といった場合に美観を定量化する方法は開発されていない。

しかし、美観上の影響は少なくとも定量的には次のような基準を設定することにより測定することができる。

利用者の観点から

1. 都市オープンスペースの快適なヴィスタ（通景）や景観の数；自然風景の特徴；路線配置の選定と縦断および平面線形の組合せから生じる文化的、歴史的および自然景観上のランドマーク（指標）

2. 路線選定と線形により自然に景観を遮られてしまう殺伐な風景の数
3. 高速道路または自動車道路で平面および縦断線形の組合せにより景観を高められる路線の長さ
4. すべての場合に、最も高度な建築的水準をもつ構造物、交通制御装置および照明基準、ガイドレール、バスの停車場その他街路付属物等の補助が完備されている路線の長さ

利用しない人々の視点から

1. 最も適切な平面および縦断線形の組合せを決定することにより、その自然的地勢に道路が組み入れられる程度
2. 自然の草木や造園により築堤部分が遮蔽される程度
3. 以下に述べるような方法により主要道路や高速道路が人口の稠密な都市地域に組み入れられる程度：
 - (a) 掘割区間の利用
 - (b) 緑地帯や公園のような都市の美観上の特徴をもつような平面区間の統合；
 - (c) 多目的利用を意図する有料道路の共同開発
4. 線状駐車場や実際上的あるいは想定上の影の部分が“計画的な阻害”を生ずることに影響されやすい都市地域にふりあてられることのないように、都市部に選定された主要道路の高架区間の設定する程度
5. 高架部分が高さ、構造的大きさおよび背景の都市開発の型により視野に組み込まれる程度
6. 車道、歩道、中通りおよび大通り等の適当な幅員の設計と、美観的に整った街路付属物や造園を行なうことにより、地方の街路を都市景観に吸収してしまう程度

自動車の駐車により生ずる視覚侵害は、町中に広がっているため、都会の光景の一部になっている。車の駐車は現代生活では欠かせないことであって、それはそれとして認めなければならないという議論さえも出ている。しかし、Buchanan 報告書“都市の交通”²⁵⁾では、この駐車という問題はそうのように認めるべきではないと強く論じている。報告書は、また車の駐車により建築の設定が完全にくずされ、視覚侵害に対する無関心が結局は周囲の環境に対するずさんな態度の現われになると指摘している。もしも視覚侵害が問題とするにあたらないとすれば、都市の視覚上の外部環境は結局その大半をすでに多くの都市で発生している自動車そのものに注ぎ込むことになるであろうという議論が引続き行なわれている。

この問題に対する明快な解決法は、街路を外れた適当な場所に駐車施設を用意することである。しかし都市の中心部ではこの解決法は実行できるような措置ではなく、またこれを避けなければならないとすれば、車の往来を都市の中心部を外れた地域に集約しなければならないということを明白に意味する。

3. 分 断

この項では心理学的、文化的小および物理的分断を取り扱うが、それは都市地域に初めてとり入れられ、街路の改良や道路の新設で拡大する可能性を持っている。

一般的な表現をすれば、近隣、社会形態、生活様式、ショッピング形態等の分離とそれらを設定

する障害物とには、文化的小および心理学的影響作用がある。物理的分断は一般に火災・警察業務；ショッピングおよび通学地域といったコミュニティ要素に関連する

1. 多くの近接地域には一定の凝集作用がある。コミュニティが重要な要素を持っていて価値が認められればこれを保持していかなければならない。近接地域のなかには独特な同一性を有する文化的グループをもつものもある。それらは同じ近隣地域に住み続けている強い家族群で象徴されると思われるが、かれらは血族結婚、教育、言語、文化的小および社会的施設でその絆を強くしている。また、その地域の支配的住民数以外の地方グループに典型的に見られる趣味や習慣に合せて商品を提供する店舗が集中していることにもその文化的提携の存在がよく表われている。

他に、街路を改良したりあるいは新設することによって区画され、教育や宗教機関を完全に揃えた住居地域の同質性という点で分類される近隣地域もある。市民の抱負や要望は“近隣性という意味”からもまた生活様式の点からも住民にとっては重要な意味をもっている。コミュニティの場合との関連から近隣地域の目標がもつ意味の評価は一定の調査分析方法、あるいは計画者と市民の間の有効な話し合いにより決定することができる。

2. 個人や家族の移動や再配置に関する運輸施設の影響は、その影響を受けると想定される人々の数を単に参照するだけでは適切に反映させることはできない。社会経済的小および心理学的特性に関する資料を増やし、住宅の種類、配置および質的内容の点で再配置しなければならないものの必要度を測らなければならない。代替住居ユニットの種類、条件、配置および有効度の点で地方の住宅市場の実情との関連から見れば、この情報は移動と再配置の影響の定量化を多少補助するであろう。
3. 街路の整備や幹線道路の新設は、その作用圏からの教育やコミュニティ施設の分断を起こす可能性をもっている。分離や分裂の可能性のある所で分担地域、行政教区範囲、業務作用圏、分担人口、運輸および歩行路線に関する資料を分析することにより、その影響の一部分は明らかにすることができる。幹線道路の新設計画もより大きな合同学校への生徒の通学を促進すると思われる。
4. 新しい幹線道路や現存する街路の改良は、現在のショッピング施設を分離させたり、あるいはこれをすたれさせるおそれがあるが、同時に他の場所により良い施設を誘因する可能性もある。徒歩であるいは自家用車の使用と同様公共交通機関を利用して買物に来る人々に便宜を与えるかあるいは不便となるかは十分検討しなければならない。この影響はそれぞれのショッピングセンター施設の販売地域とその施設で扱う商品や業務内容に関して測定することができる。
5. 都市の新しい街路や改良はいずれも、非常時における活動の対処に確かに影響を及ぼしている。これらの活動すべてを含んだ公式の協力体制をできるだけ早く確立して、活動の可能性を増大させるように施設の配置や設計に寄与するように図らなければならない。

警察署、消防署、救急車その他非常時に車が出勤しなければならない詰所の配置、その地理的分担区域および街路網を結び路線を分析すれば、街路改善のインパクトを示すであろう。計画者と設計者は、高速道路や自動車道路の新設による影響から一方通行道路やUターン禁止措置により生ず

る影響まで広く注意を払わなければならない。

前者の場合、その影響は街路を結ぶ既成路線の閉鎖ということになる。後者の場合、迂回路線と混雑の増大により運行回数が限界的に増大する。

4. 土地の消費

都市の街路の改良と道路の新設は、駐車場、交差点および車庫といった付属施設とともに、言葉の最も正確な意味では蘇生させることが不可能な資源である土地を使用することは避けられない。実際、日々の生活からレクリエーションに至る一連の活動を行なうため都市の土地に競争的需要が存在していることから、道路システムに対する改善を行なおうとすれば、交通輸送以外の活動や利用のためにすでに開発されてしまっている土地を利用しなければならないことになる。現在空地がいかに存在していても、その利用に対する将来の競争的需要という点ではほとんどないに等しくまたそれだけに価値は高いと思われる。

この節の目的は、交通輸送計画やその設計の実施の際に土地の消費により引き起こされる影響はただ単に面積単位で測定できるものではないということを立証することである。街路の占有する土地は現在あるいは将来の利用という点から独自に考慮しなければならない。このような利用は都市の住民にとって、仕事から余暇活動に至るあらゆる場合について重要な意味をもつであろう；そして、それ故街路システムの機能的効果という目的におそらく矛盾することになるであろう。

次に述べる要因には住居用地の消費ということは含まれない。都市で住宅を建てるということが土地の競争的消費であることは確かであるが、また一方、すでに論じてきたように、移動による社会的、心理学的影響は単なる土地の消費といった状況よりも重大ではないと思われる。この後者の影響は普通住宅密度の増大により引き起こされるものであって、たとえ住宅建設費の上昇に対する財政的補償が与えられるとしても結果としては喜ばしいことではない。ある活動が歳入をあげている場合には、課税または他の方法をすべて用いて所有者（補償を受ける権利をもつ）とコミュニティとに対しそれぞれ損失分を計算してその影響を一部分でも定量化することができる。

次に述べるような影響を定量化するための実用的な方法はいまだにその開発が遅れている。

1. 就労形態で予期される変化は、交通輸送の改善により魅力を増す仕事の種類と数とともに、移転が可能な仕事の種類と数で測定しなければならない。
2. 歴史的および文化的に著名な場所や地域は十分に注意して確認し、個々の重要度を決定しなければならない。その影響は、その場所や地域を元の状態に再建したり、あるいは元の位置に保存するために要する費用に関して部分的にはあるが測定をすることができる。もし再建や保存が行なわれなければその影響の定量的測定はできない。しかし、そのような損失があればその影響は通常甚大なものがあると思われる。
3. 学校の運動場の縮小や撤去は普通代替費用に関する影響として測定される。このことには学校に近接して適当な土地が入手できるという仮定がある。代替が前の住居用地から人々を移転させるという事態を引き起こす場合には、社会的および文化的な面での二次影響を検討し、何らかの措置を講じなければならない。代替を考慮しない場合は、学生から運動場での運動を剥

奪することにより生ずる計量できない影響を少なくとも質的な面から配慮しなければならない。

4. 幹線道路のためにレクリエーションあるいは文化的使途をもった土地や建物を使用することは、都市のほとんどの地域で代わりのない資源を損失することを意味する。労働時間の短縮、長期の有給休暇および富裕な生活等すべてが余暇時間をできるだけ大きくとるように作用し、そのためすべての人々がレクリエーションや文化施設の使用を要望するようになってきている。このことは特に都会では顕著な現象であるが、それは余暇に利用される図書館、劇場および博物館と同様、遊歩道や公園も整備されているからである。

適当な代替地がないために、このような損失に対して金銭を償うことができないのが一般である。しかし、いくつかの例では、方向を定めた駐車場および道路用地に沿った線状の駐車場という形を設計のときに考慮することによって、運輸施設に都市の駐車場を加えることができる。

5. 手を加えられない地域や独得な自然環境をもつ地域は都市部では普通見当らないが、またそれ故に価値ある資源になっている。もしそれらの地域が残っていればそれを保存し、また幹線道路施設を計画する時にはそれを避けるためにあらゆる努力を尽くさねばならない。そういった地域に対する影響は一般的には定量的に測定することは不可能であり、またそれ故その定性的なあるいは価値判断でその影響を表わさなければならない。

5. 土地へのアクセスの変化

交通運輸の改善向上は土地へのアクセスに対してのプラスあるいはマイナスの変化を生ぜしめる。土地へのアクセスに関するこれらの直接的影響は、要求程度に応じていろいろな都市環境に間接的な影響を及ぼす。その二次的影響は、土地を不適当な密度と使途に再度区域分けしたり、再開発する圧力、あるいは経済的な基盤と雇用問題に対して必然的な影響力をもつ商業および工業活動の一部に変化を起こさせるような圧力の発生や増大に関係すると思われる。

1. 現行および要望をうけている近隣地域使用や密度構成に対する運輸機関の改善向上による影響は十分に考慮しなければならない。一般にアクセシビリティが増すと（地価が自由売買市場で取引きされると仮定すれば）改善をうけた路線の近接地価は正味上昇する。つぎに、現行以上または計画案や区域規制で指定しているよりももっと集約的に土地を利用するため、あるいは投下資本にもっと大きな見返りをもたらすような土地の商業的利用を許可しようとして圧力がかけられる。そのような変化が望ましくない社会状況、近隣特性の変質および生活様式を創り出し、あるいは商業、工業および住民活動を極度に交錯させると環境への望ましくない影響がでてくるわけである。他の土地では路線内での土地へのアクセスの増大が“荒廃”地区の更生または新しい地域の戦略的都市開発、つまり生産しうる実体をつくるために必要とされる積極的な刺激剤に十分なりえるかもしれない。それ故、その影響は美観上、社会的および経済的便益という点でプラスとなるであろう。現在では、これらの影響を測定する唯一の実際的な方法は質的または判断という点で考慮することである。

2. 隣接した商業的地所に対する土地へのアクセスの減少影響力を考慮しなければならない。街路や幹線道路の改良は、特に高速道路が関係している所では、交差道路や地所近接地点のいく

つかを閉鎖する必要性が生まれてくる。隣接事業に対する、あるいはそれほどではなくとも回廊一帯の他の事業に対する結果的な影響は、その地域社会の雇用問題や経済基盤に対する必然的不利益作用を及ぼして経済活動の低下につながる。

3. 都市の地域が特殊な包括的セクターへのアクセスを増加することの一般的影響を考慮しなければならない。例えば、ほとんどの場合大都市区域の中心部では容量に限界があって自動車の吸収を続けていくことはできない。大都市や地方の中心部に容易にアクセスが可能なのは、都市地域の経済的活動や地方的スケールの各種の魅力ある社会的、文化的施設の活動を推進するうえで欠かすことができない。もしも、この都市核へのアクセスが著しく吸収能力の均衡を失ったとすれば、街路システムは明らかに壊滅し、環境に対する悪影響をもたらすことになるであろう。汚染の増大、歩行者対自動車の対立による侵害等といった直接的影響は、大都市の核部分が有しなければならない特別な性格または環境を全般的に悪化させる結果となるであろう。この章で述べた影響のうち特にこのことは、“土地利用—交通運輸方針開発”と“システムプランニング”レベルで取扱わなければならない。この種類やスケールの影響については、地域全体の計画とその政策のいずれかを実験して評価を下すことにより、その測定を行わなければならない。これには土地利用、輸送需要、モーダルスプリットおよび輸送配分についての数学的モデルを“一括して”用いることが要求される。

第5章 経済的考察

環境を保護するためにどのような行動をとるべきかということを判断するには経済的側面を検討する必要がある。もし経済的配慮を無視すると、環境保護に投入すべき費用の適正量を超過したり、あるいはそれに満たないという結果になり、また環境問題に注ぎ込むべき費用を適切なやり方で使用することを誤ったりするおそれがある。一、二年以前は環境要因は査定にのぼらず、費用も不十分であったが、現在では環境問題に対して比較的一様ではあるが活発な批判が市民の間に相当でいるためその費用も多めに見積られている。

数少ない資源の割当てに関して経済の問題が生じている；それは、特に金銭に関連してではなくいろいろな資源を比較するために — 普通は金銭がその基盤になっているが — 共通の基盤を持つ必要がある。そのようなものの幾つかが売買されず、それ故それに相当する金額が明確にされない状態では難しさがでてくる。こういった状況では簡単に見積りができない項目のものが暗黙のうちにゼロに評価されるという危険性が存在する。

しかし最近、各国で道路改良による経済的査定には、例えば非労働時間や道路事故に伴う人間の死亡による代価といった市場では取引されない幾つかの要因の価値を含めている。それ故、現在の状況は資源原価やその利潤のすべて、または大部分はむしろ不満足であり、非資源原価の幾つかは経済的査定に含まれるが、環境的価格を主たるものとするその他の非資源原価は除外されている。こういった状況下では三方向の行動のとり方が可能である。

1. 査定に含まれない項目を無視し、それ故それらに対しては暗黙のうちにゼロ評価をすること。
2. 省略項目に価値を設定するため、それらが除外されていることを指摘し、そして暗黙のうちに、または明白にそれを決定者に任せていることを明記すること。ここで注意しなければならないことは最終結果が(1)と同じになるおそれがあること、つまり提出されている計算を基に決定が下され、省略項目についての警告が見落とされることになるであろう。
3. 疑問とされている特性を記録するために、評価およびそれぞれの査定の際に含むことができない項目に対して等級評価尺度を工夫すること。この方法の初期の例は“Buchanan 報告書”の付録に述べられている。²⁵⁾ この種の方法の難しさは、いろいろな計画を包含する時に、計画の等級が等級をつけた特性すべてとその測定値が同じでなければいろいろな特性を組合せねばならないことと、これが任意の比重を用いることによってのみ行なうことができることである。

1. 経済的査定

経済的査定（または費用－便益調査）を十分に行なうためには、費用の貨幣価値と計画の便益を比較する必要がある。その便益が金銭的に査定することが不可能な場合には、環境変化のほとんどが生ずる瞬間の状態のように、費用－効果調査を実行するために代替的な方法をとらなければならない。例えば、もし騒音レベルの減少を求められたが、その減少ということに経済的価値を認めることが不可能だとすれば、費用－効果調査はその計画費用と騒音減少との比較検討を行なわな

ければならない。

費用と便益を測定する方法の実験にとりかかる前に、経済的査定についての二つの重要な問題－便益に対する費用の増加費用と時間期限－考慮しておかねばならない。

1.1 限界費用／便益

費用／便益の測定法にはいろいろあり、普通最も要求されるものは全体的な費用便益ではなく限界費用／便益である。限界費用は出来高の最終単位費用であって、例えば道路が拡張されるその最終拡張単位の費用、または騒音の減少の最終単位を達成する費用である。（数学時に表現すれば限界費用は全体費用の導関数にあたる）。一つの計画を調査する時に、選択するものが一つしかないということはめったにないことである；いずれを用いるかという決定は、特別な計画の費用と便益を現行の内容と比較することに基準をおくのではなく、その計画と次に費用の少ないものとの条件比較を基本としなければならない。一時その計画を切離して見た時に内容のあるものと感じ、また費用の少ないものに比較すればその特別支出が特別収益より大きなものであることが判るであろう。このことは単純な仮定例をあげれば立証することができる。

計 画	割 引 総 費 用	割 引 総 便 益	現 在 価 値	限 界 費 用	限 界 便 益	限 界 現在価値
A	1 0 0	1 1 0	1 0	1 0 0	1 1 0	1 0
B	2 0 0	2 6 0	6 0	1 0 0	1 5 0	5 0
C	3 0 0	3 5 0	5 0	1 0 0	9 0	- 1 0
D	4 0 0	3 9 0	- 1 0	1 0 0	4 0	- 6 0

割引総費用あるいは総便益は現在価値を与えるために将来の費用あるいは便益を割引きする計画有効期間の費用あるいは便益の総額を差す。（ C_i ＝ i 年の費用， r ＝割引率， n ＝調査有効年次とすれば

$$\text{割引総費用} = \frac{C_i}{(1+r)^i} \text{ となる。}$$

現在価値は将来割引費用を引いた将来割引便益である）。

計画Cは総便益が総費用を超過した時に意味をもってくるが、計画Bと比較すれば限界便益が限界費用を下回るために計画Bの方を優先させるべきであることが判る。

1.2 時間期限

経済的査定は普通長期間にわたって行なわなければならない。これには問題点が二つあるが、それに答えるよりもある仮定を設定する方が簡単であり、どの程度の期間を考慮するかということと割引率をいくりにするかということである。

利率が高くなるにつれて費用／便益の現在値が重要でなくなるような年次が早くくるため、この問題は完全に独立的な関係ではあり得ない。

時間期限に影響を及ぼす他の要因として考えなければならないことは、その計画の将来予測の精度と有効期間である。もしある計画が追加変更のない限定有効期間内のものであれば、これにより

最大期間を決定することができることは明らかである。

利率をいくりにするかということはいつでも問題となる点であるが、環境上の便益をほとんどすべて有する場合のように便益が再投資できない場合には特にそれが難しい。考慮した要因のうちいくつかのものは現実的に取替えが不可能であり、またもしここで失ってしまうと将来生み出すものについてもまた失われる；健康に対する障害には取消することができないような危険性をもったものもある。こういった状況では、今後20年以上の間に生ずることは現在の計画を決定する際に考慮に入れる必要はないと暗に説いているような高利率を提唱する理由は全くないと思われる。環境上の要因には多分低利率を用いるべきであり、また場合によってはマイナスの利率が適切なこともあると思われる。

2. 環境変化の評価

必要とされている評価は環境変化に設定される値のことである。その変化は便益または費用という形をとる；騒音レベルに関してはその上昇がほとんどいつでも費用となるのに対し、減少が便益となるであろう。場合によってはその変化がある人々には利益を生むことになるが他の人々には不利益になる；例えば、交通は地域から地域への移動である。場合によっては、環境の側面から見れば進歩であり、また他の側面から見れば退廃である；例えば、遮音壁も一方では騒音を減少させるが、他方景観を損ねる面もある。

ここでとり上げている変化については前章で述べた。これらが住民に費用を課しているのだが、その様子は大きく三つに分かれる。

- (a) 環境変化をうけている人々自身が設定する主観的評価
- (b) 振動や塵埃が建物に与える損傷費用のような関連物質的費用；
- (c) 大気汚染や騒音の人体に対する長期的影響。影響作用の幾つかがいつでも同じ分類に入れられるとは限らない；例えば、交通量の増大により窓が汚れやすくなった時には、住民はその損害を補償するための特別費用を受けるかまたは窓を汚されることによる主観的な損害費用を必要とする。（後者の場合、清掃費用は窓が汚れることから生ずる損失に対しその上限を設定する。）

人体に対する長期的影響が顕著でないことが判れば、環境変化の最も重大な費用は普通主観的な費用に焦点が絞られるであろう。これらは測定が難しく、またその測定では実際の場合と同様理論的な難しさがある。売買されずまたそれ故に価格をつけることができない物件に対して、金銭的価値を設定しなければならないことがその主要な難点の一つである。これに伴う問題は経済学者が外部的特性として引用するものであるが、それは、賦課費用がそれらを生み出す過程または人間に対して、外部的だからである。このことによりそれらをどのように測定すべきかという問題だけでなく — 全体としてそういった問題を引き起こしているものか、またはその解決により恩恵をうけるコミュニティか、またはこれらのコミュニティの混合体 — どちらが移転または救済の費用を負担すべきかという問題までも生じてくる。ここでは第一の問題のみ検討する。

振動または大気汚染の結果としての物質的損害はそれほど広範囲なものではなく、また交通によ

る損害がいくらで、他の原因によるものがいくらかということを断定することにもしばしば困難が伴う。それ故、交通の影響のこの面での調査は一方で継続しなければならないが、それと同時にその調査はほとんどすべての場合、現行査定から省略することが可能である。結果的に生ずる誤りは、いかなるものでも現在の認識状態では確かに、全体的算定の誤差範囲内にあるということはいえる。

汚染物質や塵埃が人体に及ぼす影響の重大さについてはよく知られていない；そのいくつかは他のものに較べて査定が簡単であろう。その影響は大体次のような項目に分類される：

- (i) 短期間の直接的影響、つまり媒煙や臭いによる直接的作用。これらは一般的に、人体に害を及ぼすよりは人を困惑させたり、あるいは不快感をもよおさせる作用の方が強いといわれている。しかし、これは運転能力を損なわせて事故を増大させる可能性をもっている——このことは間もなく英国の運輸・道路研究所が実験を試みることになっている問題である。
- (ii) 光化学スモッグによる短期間の間接的影響。これは本来不快なものであり、また交通渋滞や事故に対する影響とは別に、人体に有害な影響を持っている。しかし、光化学スモッグの発生に適した条件をもつ場所はその数が限られている。
- (iii) 人体に対する長期的影響、例えば、今後人体に極端に重大な影響を及ぼすと考えられている大気中の鉛による影響。その危険性は、これらの影響がどの程度に及ぶのか判断を下せるようになる以前に取り返しのつかないような被害が出てきてしまっている。

2.1 査定方法

その主要な問題は、住民やかれの所有物に対しては現実的な損害を与えていないが、その住宅や周辺環境に対しては影響を及ぼしている変化をどのようにして価値づけるかということである。上述したようにこれは売買されることのない事象に価値を設定するということを意味し、またそれ故資源はその価値を評価するための間接的方法をとらなければならない。そのような方法は次のような内容をもつ：

- (i) 行動調査
- (ii) 調査方法
- (iii) シミュレーション

(i) 行動調査

直接“トレードオフ”の状態、例えば金銭と価格を有するものとの間で選択権を有するような場合に、住民の動きを見ることにより、直接売買をしないようなその物件に対して評価額を設定することはしばしば可能なことである。これは路線や輸送機関が速くなればなるほど費用が大きくなるような状況の場合に、非労働時間に価値を設定しようとする時にしばしば用いられてきた方法である。その取引に環境ということが間接的にはいり込んでくる唯一の状態は、住宅の売買である。その環境の価値づけを行なうために住宅の価格を利用しようとする時に起こる大きな問題は、全く同じ住宅であるにも拘わらず、価格が異なるような要素が非常に多いということである；その売り値もまたその取引を達成させようとする買い手または売手の積極さに左右される。

住民が交通からの騒音レベルの変化に応じて設定した価値を査定するために、実際の住宅価格に

変化をつけようとする試みは現在までのところ成功した事例がない。

第3 ロンドン空港に関するRoskill委員会³⁷⁾は、飛行機の騒音による損害の査定を試みた時に不動産業者が見積った住宅価格を使用した。

住宅価格の低下を招くような環境上の変化が起るとすれば住民は数々の面で影響を被ると思われる。

(a) 残った人々が環境上不快感を被る

(b) 環境変化のために移動する人々が、次のような害を受ける。

— 移転費用；

— 財産価値の低下；

— “消費者余剰”の損失（限界的な住民を除いてすべての所有者に対し、住宅は移転費用プラス現場市場価格以上の値打となる；“消費者余剰”として知られているこの超過現象はその住民が移転すれば消滅する）。

(ii) 調査方法

住民による環境変化の価値づけを得ることを狙いとした調査に伴う難しさは、そこで使用する問題点が非常に仮說的だということである。住民は自分達が普通価値づけをしないような物事に対して価値を設定するように質問され、あるいは住民がその代価の支払請求に応ずる必要はないと考えている騒音減少といった事象に対しどの程度償おうとしているかということを質問されるであろう。「いくつかの例で成功してきた方法は、調査に住宅の価格を組み合わせて行なった方法と住宅価格の違いがある環境上の不利益をどの程度償っているかということを調査することである。

(iii) シミュレーション

住民に実際の状況を質問する代りに、それをシミュレートした状況に設定することである。この方法の大きな利点は変数を少なくできること、他の要因を変化させながらある要因を一定に保てること、同じ住民をいろいろな状況下に設定できること、そして数多くの住民を同一状況下に設定できることである。欠点は、シミュレーションがいかに適当であったとしても住民が実際の状況下に置かれていないことと、現実では環境条件の変化に慣れるまでには多少時間がかかることを住民が知っていることである。

実例・環境変化について経済的査定を行なった例はほとんどない；大部分は騒音に関して行なわれたものである。最も有名な例は、多分第三ロンドン空港に関するRoskill委員会の報告書に述べられているものであろう。³⁷⁾

3. 費用

環境変化の価値づけについて信頼できる見積りはないが、物理的変化については合理的な測定が可能とされる時には費用／効果が問題となる。適正基準を得るために、いろいろ異なった環境基準を達成するための費用を比較検討することができる。このような計算をせずに、基準を全く任意に設定することは可能である。ここで考えねばならない費用は限界費用である；例えば現在の騒音レベルから、一例として60 dB (A) という最大基準値に変えるための費用は認められるかもしれないが、

もしもこの費用の大半が、一例として65 dB(A)から60 dB(A)に騒音を減少させることに費やされたとすれば、65 dB(A)にその基準を設定することが正当な判断になる。

この費用は次のような内容を伴っているものとして要約することができる。

4) 自動車の改良

5) 建物から道路までの距離を変化させたりトンネル内に道路を設ける等の道路の計画および建設の方法

6) 二重ガラス、遮音壁といった他の物理的制限

7) 交通管理計画

いろいろな基準の費用がどのようになるかということを査定する必要がある；最低の改善を獲得し、ここからより高い基準へと移行するために必要な費用を見積ることが必要である。上述した方法の一つ以上を用いて現実的に解決することができるような場合は、しばしばでてくるものと思われる；しかし、種々の基準に対しては、種々の解決法またはその方法の組合せが適切な解決をもたらすものと思われる。さらに、ある一定の基準を得るための適当な方法は場所や条件により種々に異なる。基準のための費用を考慮する時は、例えば二重ガラスの措置だけがその住宅を守るといった強い地域的影響を解決策に盛り込む場合もあるため、それを適用しようとする地域をよく考えることが重要である。

バイパスのようなもっと広範囲な影響をもつものもある；自動車の改良は自動車が通行している全地域に影響を及ぼす。ある一つのレベルを達成するために適当な方法がそれより高いレベル達成に最も適当であるとは云えず、その基準の将来変化を考慮することも大切である。勿論、必要以上のものも出てくるため必ずしも建設すべきであるとは限らないが、そのために何年にも及ぶ全体計画を包括的に検討する必要性がないとは云えない。

これらの環境上の考慮に含まれる費用に関して利用できる信頼度の高いデータはほとんどなく、また実際の費用額を国家間で容易に転写することもむしろ不可能である。指数を割り出すために用いた実際値は英国で決定したものであるが、表-8の値はいろいろな道路建設の比較検討を行なう上で有効な指針となっている。

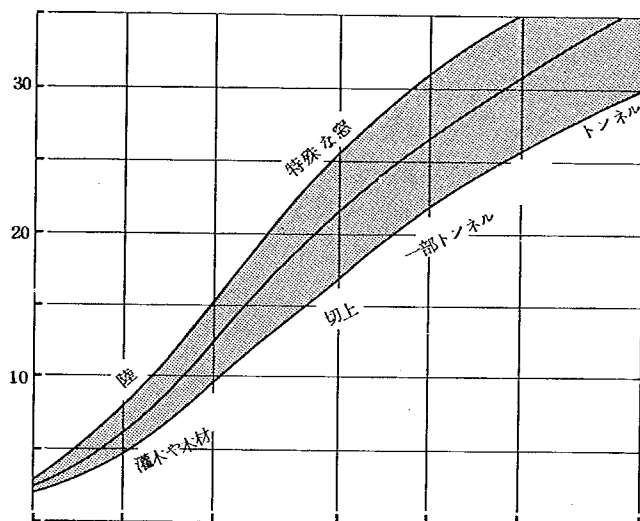
表-8 都市部における自動車道路の相対建設費（土地経費等は除く）³⁸⁾

建設別	平均指数	指数の範囲
地盤面上*	1	0.7 - 1.3
掘削開削	1.5	-
築堤高架	2	-
高架：土留め	3	-
掘削：土留め	5.5	-
高架：陸橋	7.5	4 - 10
トンネル：良好状態での掘削	13	10 - 16
トンネル：シールド工法	25	-
トンネル：開削工法	14	5 - 30
トンネル：河川下掘削	50	18 - 65

*地盤面上の路線1 Km 当り建設費は1969年価格で約70,000ポンドとされている。

図-21はドイツのデータから得られたものであって、騒音レベルの所要改善値と街路からの距離により騒音減少測定のための費用がどのように変化するかということを図示したものである。

騒音減少費用



街路の両側における費用の減少(百万DM/km)

図-21 騒音減少費用

第6章 国の行政措置

1. 概説

環境上の理由で道路配置を規制するような包括的な法律は何ら存在しないようであるが、環境保護の目的をもつ一般的な規則は各国にあり、その路線選定に影響を及ぼしていると思われる。

環境問題に特に関係の深い土地利用に関して法律を適用している国は西ドイツとスイスだけである。その状況作用により一般的な表現で書き表わさなければならないような規制文書の起草という手段よりも、むしろ各種の委員会や団体によって計画案が提出された時に中央関係機関がその措置を講ずることがほとんどである。

Buchanan 報告書（英国）や1969年度のTien Synty 報告書（フィンランド）、あるいは運輸研究所（IR T フランス）が1971年6月に仏首相に提出した報告書といった文書を特に用いて、中央関係機関がその重要な指示的役割を果たさなければならないことも述べられている。

これらの報告書は新設道路の路線配置決定に責任をもつ技術行政部門に対する諮問書として使用される。

各国の道路建設計画立案者は環境庁やそれと同様の役割を持つ（例えば英国の自然諮問委員会、フランスの“風光委員会”）他の民間あるいは公立機関を含む環境問題に関係する国および地方団体と協議しなければならない。当然地方官庁とも協議を行ない、その地方住民の反応を考慮しなければならない。

英国、フランスおよびカナダで環境問題を扱う省庁を設置したため状況はだんだんと変わるものと思われる。その結果、最も広義な意味で環境に影響を及ぼすものとして所轄省庁が認知した計画はいかなるものでもこれらの中央関係機関に照会するという形がとられるかもしれない。

西ドイツと英国では、多分人口密度が高いという理由からだと思われるが、しばらくの間この問題を検討し続けてきたことは注目すべきであろう。これにより英国計画局は、草木の保護請求またはできてもせいぜい道路の築堤要求がその一般的権限範囲となっているフランスの風光委員会ではめったにできないような道路路線設定を変更させることができる。

米国の幹線道路計画については、環境上の影響を積極的に取上げようとする動きはないけれどもその計画すべての提案者に対して、どの地域に影響を及ぼしたはどこで責任を負うかということとを全関係機関が検討した包括的な“環境影響供述書”を添えるように要求している。幹線道路計画については環境保護局も検討し、そしてその計画に関する供述書の最終承認は運輸省から与えられる。

勿論各国でも財政と安全性の面も主要要素として考慮している。これらの障害の考察と定量化は難しい問題である；このため道路の路線設定の際にはこの面での考慮はしばしば除外されているようである。事実、環境に関する世論の一般的動向と多くの科学的著述により、道路の路線設定に対して責任をもつ人々が環境上の問題にだんだんと影響を受けるようになっているために、こういったことはめったになくなってきている。

世界各国の大都市における道路の新設は、都市計画法に従っている。環境やその地域住民の保護も考慮していると思われる。事実、都市計画の承認には関係技術官庁や地方当局だけではなく、町の計画に関して市民の意見を検討する必要があるところから、関係組織や民間人の意見も取り入れていることは注目すべきであろう。

この手続きは、市民の意見を考慮した時にその道路計画が到達している段階に関して国によりまちまちである；しかし、もしその計画の障害度が高く、市民の反対が多ければ、それがいずれの段階であっても修正を行なうことが普通である。

第7章 計画者と技術者への指針

この章では、計画立案者や担当技術者への指針を作成するために前章までの論議内容を整理しようと思う。これらの指針は一般的表現を用いて表わされているが、その相対的重要度はその時の支配的な状況に従って変化するものと思われる。

表－9 は環境上の影響とその作用範囲を項目別に取上げて、それらの関係を示したものである。

表－9 環境影響とその作用地域との関係

作用地域 \ 影響	騒音	快適性 (振動、臭、塵埃)	人体作用	振動	視覚侵害 と美観	分断	土地の 消費	土地への アクセスの変化
1. 土地利用計画	2	2	-	1	2	2	2	2
2. 道路計画	2	2	-	1	2	2	2	2
3. 建物の配置と設計	2	-	-	1	2	-	1	1
4. 交通管理	2	1	-	2	1	2	1	1
5. 道路建設	2*	2*	1*	2*	2*	2*	1*	1*
6. 道路管理	1*	1*	-	2*	1*	-	-	-
7. 自動車の設計と組立て	2	2	1	2	-	-	-	-
8. 自動車整備	2	2	1	1	-	-	-	-
9. エンジン燃料	-	2	2	-	-	-	-	-

注： -： 微影響，またはなく
 1： 影響あり
 2： 相当影響あり
 *： 短期間の影響

1. 交通要因

1.1 騒音

都市部で道路や交通管理計画を新しく計画する時にはいつでも交通騒音による影響を考慮しなければならない。そういった計画の設計に携わる人々の手引きとして、また騒音公害の評価を行なうためにも一定の騒音基準を設け、そしてこれを全計画当局が採択するようにしなければならない。騒音レベルは新しい団地、事務所等の設計や配置計画を行なう時にも考慮しなければならない。数多くの国々で推奨されて使用されている騒音基準は道路からの騒音レベル計算に用いられる代表的の方法とともに第3章の1で述べた。道路や交通管理計画を新しく計画する時には、これらの方法のうちどれか一つを用いて、現在の騒音レベルを計算することができるが、できれば計画現場で現在の騒音レベルを測定することが必要である。その現在騒音レベルを、次にその地域を適当に拡大した地図上に示す。その計画の実施により生ずる騒音レベル変化を計算して、新騒音レベルを重ねて記し、騒音レベルが推奨基準を超過する地域を確認する。

騒音レベルの減少方法は第3章，1，6で述べた。長期にわたれば交通騒音を発生源で十分に減

少させることができるかもしれないが、交通量は日増しに増加しているため常に問題が発生し、そのために影響作用を減少させることに可能な方法すべてを費やさなければならないというのが現状である。建物や騒音注意地域を保護するためには次のような方法が可能である。

道路計画

1. Buchanan 報告書、都市における交通²⁵⁾が提唱したような環境地区の指定。これには階級的な道路区別システムの選択や無関係な車両交通を、すべてそれぞれの環境地域から排除しようという内容が含まれている。
2. 主要な鉄道路線に近接して、またはできれば特別な回廊地帯の中で、重工業地帯を通過する主要路線の計画。一般に高い騒音レベルがすでに存在する地域では騒音の発生源が特に増えても、騒音レベルの増大はほとんど見られない。
3. 学校や病院のような騒音に注意を要する建物の配置設定はこの種の建物にしばしば伴う環境と交通上の矛盾した要求を考慮して慎重に考えなければならないが、できれば新設道路の路線や主要道路に近接して建てることは避けなければならない。

道路の設計

- 1 縦断および平面線形への配慮
- 2 新設都市道路の切土およびトンネル位置設定
- 3 隣接した低層建物を保護する自動車道路沿いの遮音壁の設置

交通管理

- 1 二、三の主要路線に車両交通を集中させること。この方法を用いれば都市の全般地域にわたって騒音レベルを著しく減少させることができる（逆に、一方通行システムのような交通管理計画を行なえば、主要道路に何ら見るべき改善もせずに以前は静穏だった道路に騒音をまき散らすことになる）
- 2 地域的なアクセスが必要な所以外での主要幹線への業務用重車両の進入制限
- 3 一旦停止等の交通規制が最も高い騒音レベルを発生させるため、系統式交通信号またはコンピュータによる地域交通規制を利用して自動車の流れをスムーズに運ぶような交通管理計画も騒音レベルの減少に役立つ。
- 4 業務用重車両やオートバイの夜間運転の制限
- 5 高速道路における夜間運転の低速制限の徹底。現在の速度制限を十分に遵守すれば夜間の騒音レベルを低下させることができる。
- 6 病院や学校のような騒音に注意を要する建物、特に道路がいずれかに近接しているような所の周辺には静穏地帯を設置する。

建物の配置と設計

- 1 静かな工場、高層駐車場、適度に遮音されたアパート等の緩衝建物により騒音に注意すべき建物を遮蔽する。
- 2 居間が騒音源と反対方向に向いていて外部に接する面が一つしかない住宅か、またはパティオ形式の住宅の利用。これらの建物は他の住宅の遮音壁としての役割をもつ。建物内部では騒

音に注意すべき居室、住宅では普通寝室を主要騒音源に直面しないように配置しなければならない。体育館、食堂および厨房は、しばしば教室や図書室を遮音するように配置されることがある。

3. 二重窓といった窓に工夫をこらす方法は他の防音措置をとれない場合に必要とされる。しかし換気と空調いずれかは欠くことができない。

道路の建設

道路の建設または改修時に生ずる騒音も極力少なくしなければならない。すべての建設機械設備と工事の施工について騒音設置基準を適用しなければならない。基準騒音減少条項を契約書の一般条件すべてに含めることが最も望ましいことである。騒音をあまり発生させないような機械設備や工法を選択して用いることも考慮すべきである。

1.2 大気汚染

道路や交通管理計画を新しく計画すると、通常交通の混雑は減少し、自由な交通が可能となって自動車による大気汚染は減少する。大気汚染、特に煤煙は適切なエンジン整備により減少する。自動車による大気汚染を減少させる最も実際的な方法はその発生源で措置を講ずることである。

道路の建設工事に使用する機械設備すべてに対し排出設置基準を適用し、それに伴って生ずる塵埃の量をできるだけ少なくしなければならない。

1.3 振動

交通による建物の振動は普通、路面や建物が基準通り十分に整備されていれば問題ではない。しかし、道路および交通計画を新しく計画する時には、交通のために修繕の不十分なあるいは古い建物に生ずる振動の影響は十分に考慮しなければならない。それ故、重車両をそれらに隣接させて走らせる前に史的建築物などの措置を決定しておかなければならない。また、路面の著しい悪化が生じているような道路では建物に表面損傷を生じる恐れがある。

2. 幹線道路要因

2.1 概説

第4章で幹線道路要因の見出しで分類した環境上の要因について方針決定者、計画立案者および担当技術者達の判断を支えるような定量的な指示原理は今のところでは存在しない。

つまり、一例としてあげれば騒音のような問題と違って、視覚侵害や美観、分断、土地の消費等に対しては、それを測定するための一時的あるいは最低限レベルさえも存在せず、また、土地へのアクセスの消費と変化はエーカーや平方キロメートルで定量化できるけれども特殊な道路配置計画や設計の絶対的数値の基準や最低限レベルとしても利用できないということである。

次のような指針を適用する時には、暗黙のうちに、政策、システム、路線選定、幾何学的設計、または交通管理計画のいずれかを組合わせて、この相対的または比較的環境上の影響に関する評価を下すことが示唆されている。それ故方針決定者、計画立案者および担当技術者は、好ましくない影響を最小限に抑え、積極的な影響を最大限に促進するような方針、計画および設計を選択するという職務に面している。いいかえれば、その全体的目標は純社会的費用を最小限にするというこ

とである。非定量的な環境要因の考慮について云えば、その現状は主観的または定性的評価と価値判断の域を著しく超えて発展しているとは云えない。しかし、このために逆にこれらのいわゆるす体のない環境上の影響の存在を確認して、これを測定しようという試みがなされ、また順番にでるだけ系統だててこれらの影響に関する作用の動向を比較して評価しようという動きがでてくるわけである。

この項で概略した指針は、次に列挙するような環境要因の考察に対する系統的手法を促進させようとの意図で提唱したものである。

2.2 視覚侵害と美観

例えば、輸送需要と騒音といったことで美観を科学的に定量化できるような方法はまだ開発されていない。美観的資源をより効果的に利用するための方針は目下検討中である。質的に最も秀れた美観を有する都市街路や幹線道路を設計するために土木、建築およびその他の関連専門分野の共同研究が特に必要とされている。

美観はシステムの計画および個々の路線配置の際に考慮しなければならないことである。それを設計や工事期間中の単なる追加的取扱いと考えてはならない。

重要な考察項目は：

- 全般的美観の向上のために回廊地帯に景観要素を導入すること。
- 多目的利用と共同路線開発により美観要素を付加的に導入すること。
- 地勢に合わせた幾何学的設計と自然および人工的特色との関係
- 自然景観資源の保護
- 歴史的に著名な地域…遺跡と自然および人工的ヴィスタの保存
- 都市にオープンスペースと緩衝地帯を設けること。
- 道路の上、下部に隣接した土地利用の適合性

2.3 分断

分断による影響は現実に心理的な面と物理的な面が考えられるため、現在のところ利用できそうな指針は（社会的および人口学的資料と市民意識に委ねられた）全く純粋な判断を基準とするものから、実体のある都市のサービスシステムの厳密な考察に基づいたものまでまちまちである。

都市地域に対するこの分断の影響を考慮する時には、少なくともここ当分の間は次のような考察を指針原則として考えるべきであろう：

- (1) 幹線道路の新設計画や街路の改良が近隣住民の要求や目標、“近隣生活様式”および近隣の本来性および結合性に与える悪影響；
- (2) 住民の移動や再配置に関する心理的影響；
- (3) 移転住居の型や条件の面での有用性
- (4) 交通形態の向上が近隣サービス地域境界を無差別に錯乱させることにより生ずる教育その他のコミュニティ施設の存在利用形態の妨害；
- (5) 小売市場地域やその商品サービス圏に関してショッピング施設やその慣習に及ぼす道路や街路改良の影響作用；

(6) 道路の中断や混雑の増大等、非常時サービスに及ぼす改良計画の影響作用

2.4 土地の消費

土地それ自体は面積単位で計算するものであるから、その指針はある程度は測定した値を基本として考えることができる。しかし都市部の土地はその価格が関連土地面積よりもその土地の特殊な側面の独自性に関係が深いために、次に述べるような考察の指針を考えるとときには、都市の土地消費についてこれらの大きさをいずれも反映するように考慮しなければならない。

- (1) 現在および将来の就労地域の移動による就労機会への影響
- (2) 歴史的および文化的史跡および地域の妨害
- (3) 学校の運動場面積の減少とこれらの運動場の移設が以前住居地域だった所に二次的影響を及ぼす可能性があること。
- (4) レクリエーションのおよび文化的にも価値ある施設を妨害すること、線状駐車場のようないくつかの施設を合体する機会が生ずるであろう。
- (5) 独特な自然地域の妨害
- (6) これらの考察項目すべては、道路の路線それ自体だけでなく駐車場、ガレージ等の補助的施設用途の土地にも関連を持っている。

2.5 土地へのアクセスの変化

交通運輸システムの改善により土地へのアクセスの変化で生じるとされる影響を評価する時には、次のような考察が肝要である：

- (1) 現在および要求されている隣接土地利用と密度構成および地価に対する影響。道路の改良または幹線道路の新設により刺激される積極的作用を巧みに利用できる可能性がある。
- (2) 道路からの直接的アクセスの損失により隣接商業体が被る不利益な影響。これに対する補償は考慮しなければならない。
- (3) 現行の街路システムがセクターを含む全地域へのアクセスビリティ増大により過重荷状態になっているため、セクターの吸引力が最終的に失われること。

3. 評価手法

道路と自動車交通により引き起こされる公害から環境を守るためにどのような手順を踏むべきかということを考えれば、人は直ちにその問題にはいろいろな側面からの配慮が必要で、そのおののが一つの環境要因以上に影響作用をもっているという基本的な難しさに直面することになる。

道路の配置問題に関してしばしば言及される科学的評価手法には、次のような項目が含まれる。

- それぞれの指針が定量化されて数値的比重を定めることができ、そしてその指針がその比重合計を計算して簡潔にすることができると仮定される直線的記録機能；
- 指針のレベルをその合成値に関連させる機能形態が存在すると仮定される統計学的決定理論を含んだ効用理論。効用理論の変型である統計的決定理論は、方針決定者が間隔効用スケールでそれぞれのシステム境界に数値を定め、不明確な要素すべてに主観的な確率を定め、そしていづれか選定したシステムの見込値を計算することができることを示唆するような仮定の組合せ

をその基礎として成立している：

一指針が共通数字として金銭価値を使用して簡潔に表現できると仮定した費用－便益分析。

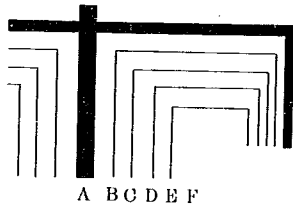
－いずれか選定したシステムの価値考察を明確にするためにシステムの目標を調整する方法としての目標組立て分析。

組立てを必要とする誤りの多い仮定を行なうため、これに伴う本来的な欠点があり、また社会的費用と快適性価値について定量的判断が欠如しているため、これらの手法の有効性は限定的なものにならざるをえない。しかしながら、それらは秩序だった思考や考察の骨組みを分析的に把握し、他方では注目されることのないような影響作用を評価することにより貢献度は著しく高いものと思われる。なお、その結果が概略的なものであって幹線道路の配置問題の複雑さはもっと明敏な検討を要求しているということを強く銘記する必要がある。

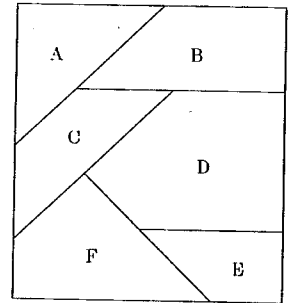
提案された道路による環境上の影響を評価するために使用された単純な全般的査定方法¹³⁾は、次例に示すように敏感度（AからF）により地域を、影響レベル（aからf）により計画道路をそれぞれ分類することである。

それ故、環境の観点から適当な方法で道路を配置する場合は、地域計画における道路の路線設定の計画や、道路による最悪の影響がその地域の最も鋭敏度の高い地区とできるだけ一致しないように調整した道路配置と比較検討を行なわなければならない。

道路の影響を示す図解平面図



鋭敏地帯を表わす地域の図解平面図



図－A

第8章 研究と勧告

アンケートにより実施した調査によると、交通運輸問題に伴って生ずる環境問題の全分野にわたって研究が現在行なわれていることが判明した。しかし、いくつかの分野については交通騒音に目立ってその主力を注いでいる研究機関が多いことから、その研究も相当突っ込んで行なわれているのに対し他の問題、特に幹線道路要因と大気汚染への主体的反応とに関しては十分に網羅されているとはいえない。このことは、この研究すべてが美観と人間の問題を伴い、さらに物理的パラメーターが欠けていることから生ずる例外的な難しさを強く反映したものであるが、これらの問題に対しては現在の程度よりもっと多くの研究努力を注ぎ込むべきではないかと思われる。

さらに、テスト周期の改善、開発を含めた国際的な研究協力、特に自動車の研究と今後の開発問題についてはその必要性は著しいものがある。幹線道路問題が個々の地方、地域に対して特殊な状況をもたらしているのに対し、自動車はそれ自体国境を越えて各国間で売買されている。騒音レベル、大気の汚染および自動車のサイズと重量に特意的な絞った国際的な立法化措置をとろうとすれば、それ故研究、開発計画をできるだけ国際的に推進することが強く要請される。実際これは世界的な規模の問題なのである。騒々しく悪臭を放つ1台の自動車でも欧州を横断して走ると各国で何千万人もの人々の生活を脅かす恐れがある。

こういった理由から、国際的な調査研究を計画し、努力を行なっていくために二つの特別なグループの設立が提案されている。

- (a) 騒音および大気の汚染レベルの低い自動車の研究と開発に関して。このグループは政府、研究財団および工業界の三者の協力を必要とし、また基準の国際的統一を促進する。これらの問題に関する国際協力は欧州経済委員会 (E C E)、国際標準化機構 (T S O) および欧州経済共同体 (E E C) といった多くの組織機構で促進されていることはよく知られている。しかしながら、このグループが知っている限りでは、今のところこれらの機関のうち研究と開発の総合化に着手しているところはない。例えば、欧州経済共同体は現在、騒音と汚染排出物に対するヨーロッパ各国の基準の公式化に取り組んでいるけれども、これらの基準の基本となるような共通の研究・開発努力は何ら行なわれていない。この特別なグループは、欧州経済委員会の自動車組立てに関する専門グループ (W P 2 9) と密接な関係を維持していく必要がある。部分的に商業上の利益が絡むために、この作業をある意味をもった規模で組織化することは難しいと思われる。自動車の騒音を低下させることや汚染排出物を減少させることは複雑な問題であって、相当の財政的資源を必要とする；自動車の輸出が出来るためには商業的に採算がとれなければならない。もし、これが組織化されれば、望ましい国際的努力を行なう理由はまさしくこの後者に該当することになる。

この段階で特別グループの作業プログラムを規定することは不可能であるが、それはグループ自体でそのプログラムの計画を練らなければならないからである。しかし、初期の仕事としては、互いに全く異なっていて、多くの人々が論議を尽くしてもどちらも満足すべき状態にな

い、汚染排出物に対するヨーロッパとアメリカのテスト周期を実験することをとりあげるべきである。どちらのテスト周期にも高速度操行が含まれてなく、また汚染排出物に関して結果が異なってもでてきてもその両方で大部分を経験に基づいて決断を下してしまう。このテスト周期をもう一度洗い直して大気汚染の一般レベルに対する影響を持っている車の全般的操縦状態をより適確に示すような周期を新しく作り出す試みを行なう時が到来したといえる。

この特別グループが詳細に実験を行なおうとしている自動車の騒音や汚染排出物の規制という分野には、各国で多くの計画案が見られる。各種の国内的目標レベルを設定した単一の文書や知識、経験および技術の交換を目的とした討論会の設置は、それ自体としては評価し切れないほどの成果を生むであろう。この計画は欧州経済委員会と欧州経済共同体の現行作業と対等させながら密接に関連づけて行なわなければならない。

- (b) この報告書で“幹線道路要因”として述べられている問題に関するもの。この分野の研究は、各国で十分に行なわれているとはいえない。この問題には視覚侵害、分断、土地へのアクセスおよび土地の消費が含まれる；その実際的内容は都市部の道路の設計、建設および利用に伴う人間的要因を示す。報告書では非常に一般的な表現のみでこれらの問題を論じてきた。視覚侵害や分断といった抽象的な問題の場合は、その定量化または評価方法が厳密な意味では科学的であるとはいえないけれども、その影響を受ける住民の反応を記録し評価する秩序だった手段としては意味を持っている。土地の消費やアクセスはもっと実体のはっきりした要因であり、また厳密な科学的概念で測定することが可能である。この特別グループの最初の作業はこれらの要因すべてをもっと詳細に実験して評価方法の改善につながる共同研究の提案を引出すことであろう。各国のいろいろな特徴や現在の環境状態に起因する主観的反應の差異が少なからずあるためこれを国際的基盤で研究しようとすれば多くの問題が生じてこよう。しかし、少なくとも上述の自動車分野と同様この分野においては、情報の交換を目的とした意義のある討論会を設置し、それが国際的基準ではないとしても普通に認可された評価方法を最終的に確立できるようにしなければならない。

References

1. British Standards Institution. British Standard BS 661 Glossary of Acoustical Terms. London (British Standards Institution).
2. Mills C. H. G. and D. W. Robinson. The Subjective Rating of Motor Vehicle Noise. Noise - Final Report of the Committee on the Problem of Noise. Cmd 2056, London 1963. (H. M. Stationery Office) 173-85.
3. Pearsons K. S. and R. D. Horonjeff. Category Scaling Judgement Tests on Motor Vehicle and Aircraft Noise. United States Department of Transportation Federal Aviation Administration, Bolt Beranek and Newman Inc. Technical Report DS-67-8. Van Nuys, 1967 (Bolt Beranek and Newman Inc.).
4. The Working Group on Research into Road Traffic Noise. A Review of Road Traffic Noise. Ministry of Transport RRL Report Lr. 357. Crowthorne 1970 (Road Research Laboratory).
5. Griffiths I. D. and F. J. Langdon. Subjective Response to Road Traffic Noise. Sound Vib. 1968, 8, 16.
6. Scholes W. E. and J. W. Sargent. Designing against Noise from Road Traffic. Department of the Environment. Building Research Station Current Paper CP 20/71, Garston, 1971.
7. Robinson D. W. The Concept of Noise Pollution Level. Ministry of Technology NPL, Aero Report Ac. 38, 1969 (National Physical Laboratory).
8. Scholes W. E. and G. H. Vulkan. A note on the objective measurement of road traffic noises.. Applied Acoustics, 1969, 2(3) 185-97.
9. Harland D. G. Noise research and the Road Research Laboratory. Traffic Engineering & Control, 1970, 12 (3), 122-5 & 131.
10. Harmelink M. D. Noise and Vibration Control for Transportation Systems. Department of Highways, Ontario, Report No. RR168, 1970.
11. Organisation for Economic Co-operation and Development. Urban Traffic Noise, Strategy for an Improved Environment. Paris 1970.
12. Scholes W. E. Traffic Noise Criteria. Applied Acoustics. 1970, 3, 1.
13. Den nordiske komite for bygningsbestemmelser. Støj og loyplan, Praktiske anvisninger, NKB - skrift nr 17, Maj 1971.
14. Gordon C. G. et al. Evaluation of Highway Noise, Draft Copy, NCHRP Project Report 3-7/1 January 1970.
15. Lamure, C. et M. Bachelon. La gene du au bruit de la circulation automobile. Cahier du Centre Scientifique et Technique du Batiment. No. 88/762, 1967.
16. Lamure, C. et S. Auzou. Les niveaux de bruit au voisinage des autoroutes degagees. Cahier du Centre Scientifique et Technique du Batiment. No. 71, 1964.
17. Bundesanstalt fur Strassenwesen in Koln. Massnahmen zum Schutz gegen Verkehrslarm. Koln. 1971.
18. Allgemeine Verwaitungsvorschrift zum Schutz gegen Baulaum Gerauschimmissionen vom 19 August 1970.
19. Everhall P. F. Possible research on the valuation of the environmental effects of traffic. Road Research Laboratory Technical Note TN 501, 1970 (Unpublished).
20. Working Group on Research into Road Traffic Noise. A review of road traffic noise. Road Research Laboratory Report LR 357, 1970.

21. Organisation for Economic Co-operation and Development. A report on urban traffic noise. Report No. RC(70)2 Paris 1970.
22. Sherwood P.T. and P.H. Bowers. Air Pollution from Road Traffic - a review of the present position. Road Research Laboratory Report LR 352, 1970.
23. Whiffin A.C. and D.R. Leonard. A survey of traffic induced vibrations. Road Research Laboratory Report LR 418, 1971.
24. Ministry of Transport. Specification for road and bridge works HMSO London 1969.
25. Ministry of Transport. Traffic in Towns - A study of the long term problems of traffic in urban areas (The Buchanan Report) HMSO London 1963.
26. Urban Advisors to the Federal Highway Administrator. The freeway in the city- Principles of planning and design-United States Government Printing Office, Washington 1968.
27. Air quality criteria for carbon monoxide - United States Department of Health, Education and Welfare, National Air Pollution Control Administration, Washington, March 1970.
28. Air quality criteria for hydrocarbons - ibid March 1970.
29. Air quality criteria for nitrogen oxides - ibid January 1971.
30. Air quality criteria for oxidants - ibid March 1970.
31. Decret Francais no. 69-380 du 18 avril 1969 relatif a l'insonorisation des engins de chantiers.
32. M Van Aken (Gand University) dated 17 July 1970.
33. FESR Report No ST 30/70, 23 July 1970: "Control of pollutant gases emitted by vehicles with petrol driven engines - State of the Art; test results; recommendations".
34. AB Svensk Bilprovning - 21 August 1970.
35. VDI (Association of German Engineers) Standard No. 2057.
36. HRB Special Report 88, 1966, page 3.
37. Report of the Roskill Commission on the Third London Airport.
38. Lyons, D.J. Trends in research on motorway design and use, Paper 8, ICE., Motorways in Britain today and tomorrow.
39. United States Environmental Protection Agency. Report to the President and Congress on Noise. Document No. 92-63. 31 December, 1971.
40. Stern A.C. (Ed.): Air Pollution - Academy Press, New York and London: Vol. 1, 413 (1962).
41. Mills, J.L. et al. Quantitative Odor Measurement, JAPCA, 467-475, (October, 1963).
42. Vohlers, H.C. Odor Intensity and Odor Travel from Industrial Sources.
43. Simons T., Environment values and regional planning, Helsinki, 1970.
44. Reinhold G.: "Bau - und verkehrstechnische Massnahmen zum Schutz gegen Strassenverkehrslarm". Schriftenreihe: Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 119, 1971, herausgegeben vom Bundesminister fur Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn.

LIST OF MEMBERS OF THE GROUP

CHAIRMAN: Mr. L. H. Watkins, United Kingdom

BELGIUM Dr. L. De Brabander
Fonds d'Etudes et de Recherches pour
la Securite Routiere
14 rue Gouvernement provisoire
1000 Bruxelles

CANADA Mr. R. D. Clack
Assistant General Manager
National Capital Commission
48 Rideau St.
Ottawa, Ontario

Mr. I. V. Oliver
Ontario Department of Transportation
and Communications
Planning Division
Downsview, 464, Ontario

FINLAND Mr. V. Himanen
Helko
Kasarmikatu 25
00130 Helsinki 13

FRANCE Monsieur Halpern Herla
Institut de Recherche des Transports
2 Avenue du General Malleret-Joinville
B. P. 28
94 - Arcueil

Monsieur Lamure
Institut de Recherche des Transports
109 Chemin St. Jean
Bron 69

GERMANY Prof. Dr. Ing. Retzko
Technische Hochschule Darmstadt
61 Darmstadt - Lichtwiese
Petersenstrasse

IRELAND Mr. D. O'Kinneide
An Foras Forbartha
St. Martin's House
Waterloo Road
Dublin 4

JAPAN Mr. Kohzoh Kaneyasu
Chief, Traffic Environment Section
Road Division, Chiba Branch
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
4-12-52 Anagawa, Chiba-shi
Chiba

JAPAN

Mr. Rikimitsu Urano
Engineering Division
Motor Vehicle Department
Road Transport Bureau
Ministry of Transport
2-1-3 Kasumigaseki
Chiyoda-ku
Tokyo

Mr. Juichi Matsuo
Head of Road Division
Kyushu Regional Construction Bureau
Ministry of Construction
41-48 Yakahisa
Fukuoka City

NETHERLANDS

Mr. B. Westerduin
Traffic Engineering Division
Ministry of Transport
Koningskade 4
The Hague

SPAIN

D. Sebastian de la Rica Castedo
Ingeniero de Caminos
Delegacion de Circulacion y Transportes
Plaza de la Villa 4
Ayuntamiento de
Madrid

SWITZERLAND

Prof. M. C. Rotach
Eidgenossische Technische Hochschule Zurich
Leonhardstrasse 27
Ch-8001 Zurich

UNITED KINGDOM

Mr. L. H. Watkins
Road Research Laboratory
Old Wokingham Road
Crowthorne
Berkshire

Mr. R. F. F. Dawson
Road Research Laboratory
Old Wokingham Road
Crowthorne
Berkshire

UNITED STATES

Mr. H. Lathrop
Office of Research
Federal Highway Administration
Washington D. C. 20591

Mr. R. Wells
Federal Highway Administration
400 7th S. W.
Washington D. C. 20591

O. E. C. D. SECRETARIAT Mr. B. Horn
Mr. T. J. Mulcahy

LIST OF PUBLICATIONS OF
THE ROAD RESEARCH PROGRAMME

Reports of Research Groups

Alcohol and drugs (January 1968)
Research on crash barriers (February 1969)
Motor vehicle corrosion and influence of de-icing chemicals (October 1969)
Pedestrian safety (October 1969)
Driver behaviour (June 1970)
Lighting, visibility and accidents (March 1971)
Electronic aids for freeway operation (April 1971)
Research into road safety at junctions in urban areas (October 1971)
Road safety campaigns - design and evaluation (December 1971)
Area traffic control systems (February 1972)
Winter damage to road pavements (May 1972)
Accelerated methods of life testing pavements (May 1972)
Optimisation of bus operation in urban areas (May 1972)

Symposium

Proceedings of the symposium on the use of statistical methods in the analysis of road accidents (September 1970)

International Road Research Documentation (I. R. R. D.)

Working Rules of the I. R. R. D. (November 1971)
I. R. R. D. thesaurus (November 1971)
List of publications scanned by the I. R. R. D. (January 1972).

TRANSPORT and ROAD
RESEARCH LABORATORY
Department of the Environment
TRRL REPORT LR 441

ROADS AND THE ENVIRONMENT

by

M E Burt BA(Hons) CEng, FRAeS, MICE

Text of a paper given to the Conference on Urban Environment,
Development and Pollution at the University of Surrey,
Guildford, 16-18 September 1970

(It has not been updated or amended to take into account
legislative or other changes in the interim)

Design Division
Transport and Road Research Laboratory
Crowthorne, Berkshire
1972

交通運輸・道路研究所
環境局

TRRL報告書LR441

道路と環境

ME Burt BA (Hons) C Eng, FRAeS MICE 著

Guildford, Surrey 大学大都市環境、開発、および汚染に関する会議用テキスト

1970年9月16-18日

(仮協定の立法化または他の変更を考慮するために更新或いは修正は加えていない)

設計部

交通運輸・道路研究所

クローソン、パークシャー

1972年

目 次

概 要	65
1. 序 論	65
2. 交通騒音	66
2.1 序 論	66
2.2 個々の自動車による騒音	67
2.3 交通騒音	67
2.4 交通騒音の影響	68
2.5 交通騒音レベルの選定	69
2.6 問題範囲	71
2.7 経済的要素	72
2.8 自動車騒音の減少	73
3. 大気汚染	74
3.1 序 論	74
3.2 主要汚染物の組成と発生源	75
3.3 汚染排出物の影響	75
3.4 大気汚染を減少させる方法	77
3.5 法律的考察	79
3.6 研 究	81
3.7 論 考	82
4. 振 動	83
4.1 序 論	83
4.2 自動車による騒音の発生と伝搬	84
4.3 建物に対する影響	86
4.4 人間に対する影響	87
4.5 機器に対する影響	88
4.6 結 論	89
5. 侵 害	90
5.1 序 論	90
5.2 地域社会の分断	90
5.3 歩行者と自動車の対立	91
5.4 視覚侵害	92
6. 概要と論考	93
7. 参考文献	94

©クラウン紙著作権 1972年

著者の承認があれば本テキストから抜粋して複写することができる

道 路 と 環 境

概 要

本書では道路と自動車が地域社会に与えている影響を簡単に概略し、ついで交通騒音、大気汚染、振動および侵害の四主要分野において環境に対する悪影響を検討する。

これらの分野の各々についてその現状を概観し、今後行なわれるべき研究と開発について示唆を与える。方針決定の際に経済要因を環境要因と関連させて考えながらも環境要因に大きな比重を与えるために、重点は経済的観点で環境的便益を査定する方法の必要性におかれている。

1. 序 論

自動車の交通は我々の環境に悪影響をもたらしている；騒音や振動を引き起し、大気を汚染し、また、物理的および視覚的侵害を生ぜしめている。そうまでして何故それに耐え忍ばなければならないのだろうか？その直観的な答えは、それが生活にとって経済的にも社会的にも重要な役割を果たしているということである。

面倒な統計学でその要点^{1, 2, 3}は証明される。1968年度の英国の公道距離は約328000km(自動車道路800km, 他の幹線道路13,600kmおよび主要道路32,500kmを含む)である。現在登録されている自動車の台数は約14.4百万台(10.8百万台の乗用車, 1.3百万台のオートバイおよび1.6百万台の貨物自動車を含む)。これらの自動車の走行距離は約 191×10^9 台料であって、乗客輸送の90.7%重量で貨物輸送の83.5%を運送している。トン料単位で運搬されている貨物を考慮して軌道と海上輸送の長距離運搬を割引いて考えても、道路交通による運搬量は58.3%になる。都市部の道路は1966年には全行程の32%にすぎなかったけれども台料(走行距離)で55%の運搬を行なっている。

1968年度の道路運輸に関する見積り総支出額は6,370百万ポンドであって、これは国民総生産の17.4%にあたる。道路の新設、改良および整備にかかる経費は533百万ポンドである。燃料・取得税と自動車免許交付による中央政府の収益は1,510百万ポンドである。

それ故、道路と自動車は国の財政上も大きな比重を占めていて、道路交通量が増大することは容易に判断できる。現在の予測⁴では、1968年度に比較して1980年度迄には自動車台数と台料(走行距離)は70%以上の増加、そして2000年度にはこれが140%以上にも増加すると見られる。道路の新設と改良は今までのところ主として地方で行なわれてきたが、1972年度末頃迄には自動車道路が1,600km、二車線の幹線道路が他に1,600km敷設されることになろう。1970年代後半と1980年代について1970年5月の白書⁵でうたった英国の試験計画には、数多くの道路の改良計画と共に自動車道路と二車線道路基準を有する都市連絡道路を最低3,200km新設および改良することが含まれている。英国で都市連絡道路に投入する全経費は、現在計画中の道路等の完成迄に必要な

な費用も含めて 1,000 百万ホンズ以上に達すると思われる。この事業の施行により都市連絡幹線道路網の全体的混雑の事実上の解消が強く期待されている。主要な都市地域の道路建設は、関連都市地域の各々の一般的土地利用と交通運輸調査から導き出されるものであるから、都市の状況を正確に把握することは容易ではない。しかし、道路計画の比重がだんだん都市道路に向けられてきている。現在では、全体の 40%弱が都市道路に投入されている：1980 年代にはそれが 50% 以上になるとと思われる。

それ故、都市地域で特に著しい環境の悪化にも拘わらず、自動車の利用が今後も増大するという予想に直面させられているといえる。それでは自動車の恩恵とそれがもたらす悪影響をどのようにバランスさせたらよいであろうか？この難しさは比較しようのないことで昔から問題になってきている。自動車による便益は、金銭的価値として表現される旅行費用の節約と時間の節約によって、金銭的に十分示すことができる。事故の費用等の不利益はすでに金銭的に示されていて、方針決定の際に十分に考慮されている。環境改善による便益とそれを獲得する際の関連費用の両方についての経済的観点から環境価値を表わす必要がある。そういった知識はその望ましい長期的基準とそれがどのように達成されたかということを経験するとき、あるいは短期的には、特別な計画を査定する時に経済的要因に関連して環境要因にその比重をおく場合にも重要な意味を持ってくるだろう。

本書の目的は道路交通の特別な四要素（騒音、大気汚染、振動および侵害）を検討して、その原因、影響および望ましいレベルについて判明していること；特にそのレベルを達成するためにどのような方策を講じ、またそれに関連してどんな測定法があって、どの位の費用が必要であるかということについて述べることである。

2. 交 通 騒 音

2.1 序 論

道路の交通騒音に関する研究グループは、1969 年に形成され、この分野で研究活動を行なっている主要機関からの科学者や技術者で構成されている。このグループは道路交通騒音の概観⁶という権威ある文書を作成したが、そこでは次のようにその概要が強く述べられている。もっと詳細に知りたい人はその概観、参考文献および研究計画の一覧表を参照されたい。

1963 年 7 月に提出された騒音問題に関する委員会の最終報告⁷では騒音、特に道路交通による騒音が引き起こす重大な問題にその焦点を合わせている。1963 年以来公道を走る自動車の台数は約 40%増になっており、騒音問題の現在範囲は次のように推測される。

騒々しい個々の自動車が静穏な地域や夜間には特別な障害となりうるけれども、一般的な問題は混雑した道路での交通の流れにより、その唸りや音が波動することである。それ故、この項では主として、個々の自動車の騒音特性、およびそれが交通騒音の形成にどのように結びついているか、その影響の本来性と範囲、減少の見込みおよび望まれる研究内容を述べる。

2.2 個々の自動車による騒音

いろいろなタイプの自動車によるスペクトル分布とオーバーオール騒音レベル、そして自動車の速度、歯車比、および加速で騒音がどのように影響されるかということに関して系統的な資料が今では利用できるようになってきている。また、動力単位、吸排気等の騒音レベルに対する寄与、これらの寄与がエンジンの設計と運転条件でどのように影響されるかということについてもよく知られている。図-1 および図-2 はいろいろな運転条件で代表的なセダン型自動車と重貨物自動車が発生させる騒音レベルを示したものである。BS 3425 (1966年)の方法を用いて得られるこれらの自動車の代表的試験レベルと自動車(構造と利用)規則の規定23が認められている。それに相応するレベルもその図に示されている。表-1がこの後者レベルをすべて表わした一覧表である。

表-1 最大許容騒音レベル-自動車(構造と利用)規則の規定23

自 動 車 の 種 類 と 内 容	(最大騒音レベル - dB(A))
1. シリンダー容量が50cc以下のオートバイ	77
2. シリンダー容量が125cc以上のオートバイ	86
3. 1, 2以外のオートバイ	82
4. 最大総重量が3.5トン以上の貨物自動車; 動力トラクタ ; 機関車; 陸上トラクター; 作業トラック; ブラント; および運転手を除き、12名以上の乗客を運搬する目的で作られた旅客自動車	89
5. 他の旅客自動車、つまり運転手を除き12名以下の乗客を運搬する目的で作られた自動車	84
6. 最大総重量3.5トン以下の貨物自動車; および上述の分類項目に該当しない他の自動車	85

新しいセダン型自動車はほとんどがスポーツカーや高い走行性能をもった車がやっと到達できる84dB(A)限界を十分に下回っている。しかし、重貨物自動車は89dB(A)レベルを守ることでも多少困難のようである。

騒音の主要発生源は営業用重自動車のディーゼル・エンジンである。シリンダー口径が段々大きくなり、運転速度が上昇している最近の傾向は、騒音レベルをさらに大きくしてしまっている。騒音の減少だけでなく、現行騒音レベルの維持のためにもこれらの開発計画が必要である。長期的に見れば、エンジンの構造デザインとエンジン被覆部のデザインの根本的な改良、およびいろいろな詳細部分の開発により大巾な騒音減少を期待することができる。エンジンと排気騒音が減少すれば、つぎにタイヤと路面が主要な自動車騒音源になると思われるが、路面-タイヤの騒音発生機構はまだ十分に解明されていない。

2.3 交通騒音

騒音レベルに対する交通量と速度の影響は、道路から対象物までの距離による低下現象とともにかなりよく知られていることである。全般的交通騒音レベルに対する個々の自動車騒音の影響につ

いては十分に解明されていない。これについては道路勾配と交差点による影響と同様、今後の研究に待たねばならない。盛土および切土道路の影響に関しては相当の資料があるが、遮音壁については余りない。数多い道路がそれぞれ一因として作用する都市地域の一般騒音レベルの測定結果は多少利用できるけれども、それ以上のデータが必要である。建物の正面、特に窓による騒音低下現象は理論的に解明されている。

図-3は交通往来が自由に行なわれている所で1時間当りの台数で表わした自動車交通量に対する L_{10} （一定時間の10%を超過した騒音レベル）の代表的な曲線を示している。そのレベルは数多くの参考例から無作為に抽出した一つである；周辺状況が特別な場合のレベルは一つの方向でも数dBの範囲で変化する。特に、坂を登ったり、加速したり或いはブレーキをかけたりする場所ではレベルは本当に高くなるであろう。いろいろな交通の流れに相当すると見られる道路の種類の指示を地方⁸や都市道路⁹の両方に推奨される流れに与えることは図-3で記されている。一般に交通量が多い巾広い道路では運転定常速度は増大する。

ここで注意すべきことは交通量が増大するにつれて L_{10} がかなりゆっくり増大することである。これは、普通の交通量をさばっている多数の道路よりもむしろ二、三の交通容量の大きい道路に大きな交通量を集中させることにより、騒音の影響を受ける地域を最小限におさえられるということである。図-3は、また、典型的な種類の道路の経済的交通量範囲を指し示すと同時に、地方の道路での台料当りの運転費用（ペニー）の包絡曲線を与えている。この費用は道路を建設する基本費用と自動車を運転する費用の両方を考慮している。その曲線は、交通容量のある道路の大きな交通量が騒音という観点からも効果があると同様、経済的でもあるということを示している。

2.4 交通騒音の影響

騒音に対する人間の反応は多種多様の要因に作用されるが、その結果、そのメカニズムは極端に複雑になっている。騒々しさ、騒々しさの時間的変化、騒音スペクトル、騒音と密接な関係をもつ住居・建物等の配置と日常活動、感情的要因、等々がすべて相互に作用して、われわれの反応に影響を及ぼしている。種々の広範囲な環境に自分自身を順応させるという人間本来の特性が、これらすべての要因そのものを複雑に入り組ませる結果となっている。さらに、全体環境が理想的な場合はめったになく、騒音は望ましくない要因の唯一に数えられるであろう。交通騒音の主な影響作用は次のようなことである。

住宅での迷惑

ロンドンの騒音¹⁰では540カ所で騒音レベルを測定し、1,300人の住民の主観的反応を調査した；そのうち30%の人々が交通騒音によって非常に生活が妨害されていると述べている。これが最も頻繁に聞かれる騒音であって、調査をした80%以上の場所で最大レベルが記録されている。交通騒音による障害はいろいろな形で現われてきている；—それらのうちでも、睡眠がとれなかったり、長時間の睡眠が妨げられること、言葉のやりとりが妨害されること、窓を開放できないこと、および音楽を楽しめないことがはっきりと把握できる障害である。騒音に伴う不快感は心理的および社会学的要因の複雑な相互作用から生ずる。この場合、騒音をデシベルで表現する客観的測定を障害

の主観的評価に関連づけることが難しい。この後者に対する基準は数多く提案されているが、それは L_{10} （時間の10%超過したdB(A)のレベル）； L_{eq} （騒音のエネルギー平均に基づく）； TNI （ L_{10} と L_{90} に基づく交通騒音指数）；及び LNP （騒音レベルの平均と偏差に基づく、騒音汚染レベル）がある。これらの基準の相対的長所については本書では論議しないが、ここでは単純性という点から L_{10} を使用する。

会話妨害

道路交通による会話妨害は住宅と同様、街路、事務所、学校等で生ずる。会話妨害を評価する測定法は、明瞭度指数計算から単純な騒音評価、騒音基準および平均音圧レベル法、さらに概算音圧荷重レベル測定法まで数多くある。会話妨害は会話レベルより18dB下がった騒音レベルで始まり、騒音レベルが会話レベルを12dB超過した時に明瞭度は全く0になる。例えば、約58dB(A)の騒音レベルであれば、1.3m離れて普通の会話をすることができ、また、事務所内で最低必要とされる電話での会話も満足に行なうことができるけれども、会議室や教室の許容限度ははるかに越えている。

生理的影響

道路交通による騒音に対して普通の状態のままでこれにさらしておくと、それがたとえ長期間であったとしても聴取妨害になるという推測はできないし、また、生理的にも直接的悪影響をおよぼすという想像をめぐらす論拠もない。ストレスによる症候群といった間接的な生理的影響はあると思われるが、交通騒音関係の問題に結論をつけるためには今後も研究を続けていく必要がある。

人間の行動

人間の行動に対する騒音の影響については数々の研究があるが、それによると、単純作業の遂行については、約90dB(C)以下のレベルでは影響を受けない。これらの研究はいずれも、道路交通に適した状況で実験を行なったものではない。しかし、このレベルは道路交通が引き起こすと思われる事務所や工場内のレベルよりもはるかに高く、決まりきった仕事の遂行に対する障害は現われていない。上述したようにここでの重要な問題は音による伝達であって、特に創造的な思考を伴う時の複雑な仕事の遂行において問題となる。

睡眠妨害

睡眠妨害は住民における障害の一要素である。これは多数の資料を得ることが特に困難な分野であるが、しかし他の影響作用と同様、ここでも騒音レベルの時間的変化が平均騒音レベルよりも重要な意味を持っていることは明らかである。

2.5 交通騒音レベルの選定

住宅の日常生活や他の活動の障害となっている騒音レベルについては、かなりよく知られているけれども、これらの状況を取除いたり、あるいは軽減することの経済的価値は確かめられていない。社会的調査や住宅評価といった種々の手法がこれまで試みられ、あるいは提案されてきているが、この分野については今後共研究を続けていく必要があろう。しかし、この作業が望ましい騒音レベルについてはっきりした解答をもたらさないかもしれないこと、さらに、たとえ万が一それができ

たとしてもその解答が必ずしも“正しい”答えとは限らないということを認識しなければならない。

いつも騒音にさらされている人々はある程度はそういった状態に慣れてしまうため、静かな環境に慣れている人々よりも騒音減少ということに余り価値をおこうとしない。もし、長期的狙いが望ましい環境（決して完璧なものというわけではないが）をつくるということであれば、かなり騒々しいレベルに慣れている人々が容認できるようなレベルよりも低い静かな環境を目ざすべきであろう。

原則として、交通騒音問題は

1. 個々の自動車の騒音を減少し
2. 交通量やその車線を制限し
3. 道路の適切な設計、つまり切土（又はトンネル）や遮音壁を利用
4. 道路等からの距離を十分にとって騒音を減少し
5. 建物の設計で配置計画（つまり、道路からの騒音をまともに受けないように騒音要注意地域を調整する）と細部デザイン（例えば遮音材料の利用）の両方を考慮することにより緩和することができる。

町や都市地域が新しく計画されたり、あるいは現在の町が実質的に再開発されるときには、原則としてこれらの方法をすべて利用することができ、またそれ故十分に適切な環境を確保することが可能である。しかし、道路や建物の適切な設計を行なう前に、自動車と交通に関する今後の予測状態について仮定をたてなければならない。

しかし、新しい開発を十分に考慮して設計していると思ったとしても、現在の都市構造の大きな問題は依然として残るであろう。住宅の取替え率は毎年1%台（全体に加算される新築住宅についても1%内外である）であるから、現在の住宅の大半は20年や30年経っても今日と全く同じということになる。

現在の建物の窓で遮音を計る改良方法を別にすれば、3,4および5項は適用することができない。遮音壁でさえも、現状で実用的な役目を果たすものはほとんどない。2項については改良方法はいくつもある（例えば、住居地域における夜間の営業用自動車の通行禁止、あるいは住居地域の車両交通を実用的最小限に抑えるために二、三の主要路線にできるだけ交通量を集中させること）が、大きな一般的効果は、特に予想される交通量の増大という観点からもほとんど期待はできない。

それ故、次の10年あるいは20年の間では、住宅の大部分で騒音環境を改善する一般的方法是二つしかないと思われる。一つは自動車の騒音をもっと低下させることであり、もう一つは住宅自体を遮音すること、つまりほとんどの場合換気システムの併用が不可欠となる二重窓方式を採用することである。短期間の場合、場所によっては遮音材が緩和作用をもたねばならない地域もある。長期間の場合、これら両者の相対的経済性を評価して用いることが可能であるけれども、自動車の騒音低下に関しては議論が二つ（自動車は騒音を出しており、またそれだから騒音を減少させる手段にもなるのだという原則的な議論の他に）ある。これらはいずれも、現代の自動車を改良する方法と同様、新しい自動車の開発にも適用すべき基準について論じている。

その第一は、再度原則の問題として、人々がなぜ二重窓で自分達の生活を守らなければならない状況に直面させられているかという疑問である。冬期間は問題ではない—実際、熱効率も考えれば

閉切っていた方が良いから—が、夏の間は通常の一重窓だけを開け放って自分の家の中でじっとしていなければならない。

第二にはそれが建物外部の人間、つまり庭先に立ったり、街路や町の中心部、公園などを通行する人々に関わるということである。建物を遮音してもそれは歩行者にとっては何にもならない。一般的かつ重要な効果をもつ唯一の方法は自動車そのものの騒音を減少させることなのである。

しかし問題は、それをどの程度減少させるかということである。環境と自動車設計とのバランスを計る必要があるが、そのためには、判断、実用性および費用／便益の精確な分析がたとえ不可能だとしても、その費用も含めた三者を基本として考えなければならない。それ故、次のような基準を細部検討の目標として想定することができる：—住民の大部分（例えば80%～90%）が道路に面する住宅の居室にいる時は1日の大半の時間（例えば90%）を普通の窓を開放したままで会話を行なえることが必要である。会話障害にもいろいろな段階がある。Wilson 委員会が繁華街での日中の騒音レベルとして推奨した50dB (A) では会話は快適に行なうことができ、また、暗騒音は知覚することはできても侵害作用をおよぼすことはない。55dB (A)では、1 m内外の距離でさえも普通の高さの声では会話が難しくなる。50dB (A)の達成が望ましいが、それを超えた場合でも55dB (A)が限界である。開放した窓でも10dBの遮音を期待すると仮定すれば、建物の正面の騒音は60～65dB (A)のレベルに保たなければならない。このことは、都市地域の騒音は65～70dB (A)以上の L_{10} 値では不十分であるということを示したBRSの社会調査から導き出された L_{10} とまざしく一致している。住宅外部の条件も考慮しなければならない。正面入口では55dB (A)のレベルが望ましいが、60dB (A)でも多分認めることができよう。庭がある住宅では外部基準も要求される。少なくとも社会的目的をもって使用される地域では屋内を同じレベルが望ましいが、しかし多少高くとも、多分55dB (A)であれば認められるであろう。また住宅で遮蔽された地域でも同じである。夜間には、睡眠妨害レベルとカーテンを降して窓を僅かに開放した時の状態に基づいて決定された内部基準も要求される。

道路の縁から住宅の正面まで一つの典型的距離（5～10m）を選定して、この距離で生ずる交通騒音が、国全体の道路に対する交通密度と人口密度の関係を考慮したこの人口の高比率に対する限界値を下回るように自動車騒音レベルの調整を図らなければならない。

もし建物が、a) 交通量の大きい道路上にある、b) 代表値よりも道路に近接して建っているか、あるいはc) 音楽、講義または商業活動等の騒音を極力避ける用途に使用されるものであれば、その建物自体に特別な遮音装置を講ずる必要がある。また一方、建物が1) 道路から代表的距離以上に離れて配置され、または2) 交通量が少ない道路上に建つものであればその居住者は静かな環境で快適に生活することができる。次に、現在種々の騒音レベルにさらされている住居地部分の道路距離の割合を測定し、その状態が自動車の台数と騒音レベルの変化でどのように影響されるかということを検討する。

2.6 問題範囲

種々の騒音レベルにさらされている都市地域の道路の住居地部分の概算割合は

- (1) 参考資料 11 による幹線道路と他の種別の道路の住居地開発の距離に関する資料
- (2) 参考資料 12 による同じ種別の道路の交通量に関する資料
- (3) 参考資料 10 を含み図-4に示された種々の発生源からの騒音レベルと自動車の流れとの関係を組合わせることにより得られる。

1970 年と 1980 年の予想される状況とについてその両方の結果が図-5に示されているが、これは個々の自動車が 1980 年にも 1970 年と同じ程度の騒音を発生させているという仮定の上に成り立つものである。個々の自動車全部の騒音レベルが 1980 年までには何らかの変化があるものと仮定したときの概算も同様に行なった。その結果は表-2に要約されている。

表-2 60 および 65dB (A) の L_{10} レベルを有する都市住居地道路の割合(%)

状 況		60dB (A)	65dB (A)
1970	個々の自動車騒音レベルに変化がない場合	85	47
	全自動車の騒音レベルが 5dB だけ低下した場合	92	61
1980	全自動車の騒音レベルが 5dB だけ低下した場合	61	29
	全自動車の騒音レベルが 10dB だけ低下した場合	29	11

表-2で述べられた絶対的レベルの概算には何ら確定的なことはないが、1970 年の計算割合を見れば、ロンドン騒音調査の結果も加えて、この問題の広範囲な拡散ということについては疑問の余地がないことは明らかである。現行騒音レベルの実状調査、市民がそれに対してどのように考えているか、さらに計画目的のより現実的な基盤の作成が明らかに必要となっている。

しかしながら、交通量と個々の自動車の騒音の変化による影響の推測は比較的正確に行なうことができる。現在の傾向が続けば、1980 年迄にはその影響を受ける道路の割合は増大するであろう。もし、個々の自動車が全部 5 dB だけ騒音を減少させることができるとすれば、自動車台数が今後増大してもそれを補う以上の効果があると思われる。10dB 減少させると、都市の道路の大部分を妥当なレベルまで騒音を低下させることができる。次の項では経済的問題とこれを実行するための技術的可能性を検討する。

2.7 経済的要素

もし、建物の正面のレベルとして L_{10} というレベル以上は望ましくないことを認めてこの不利益を経済的に表わそうとすれば、不利益が 0 となる L_{10} というレベルを超過するデシベル数に何らかの金銭的価値づけを行なわなければならない。この関連数値の大きさを大ざっぱに示そうとすれば、住宅が明らかに居住不可能となる L_{10} の上限、つまり 100% の損失値を選定し、次に二点を結ぶ曲線に最も近いと想定される形を仮定することである。長期間騒音にさらされるために生ずる聴取損失は 85~90dB (A) 位から始まり、そして会話はそれ以下の数値さえも不可能となる。開放した一重窓で 10dB (A) の遮音を行なうことは、建物の正面では約 95dB (A) のレベルを意味する。この数値があまりにも高いため、 L_{10} が 85~90dB (A) を超過しないという交通騒音の結果として、使用しなくなった建物もある。

そこで単純に 60dB (A) か 65dB (A) で罰点 0, 90dB (A) で罰点 100% としてその中間レベルを直線的関係で表わすものと仮定し、これらの値を図-5 の 1970 年のデータに関連させる。平均騒音レベルは住居地道路の最も騒音の激しい 10% に対して図-5 から決定され、その道路沿いに建っている住宅の価値の割合(%)損失として表わされる罰点に変えられる。それに相当する割合(%)損失は 10% 帯域の住居地道路の他の 90% に対して計算することができるが、その 10% 帯域の割合(%) 損失は全国の全都市地域に対する計算値として使用するため平均された値である。その平均損失が 60dB (A) というレベルでは 19%, 65dB (A) に対しては 9% であることが判る。

いま仮に、1軒 5,000 ポンドという平均価値をもつ住宅が都市地域に 15 百万軒あるとすれば、その不利益純額はそれぞれ 14,200 百万ポンドと 6,750 百万ポンドになる。これに相当する年間価値は 10% の利子率で 1,420 百万ポンドおよび 675 百万ポンドあるいは 5% では 710 百万ポンドおよび 338 百万ポンドになる。それらは、道路に面する住宅の部分だけが推定割合 (A) 損失をうけるため多少は減少する。価格計算の正確度も表-2 の割合(%)のそれ以下になることは間違いない。

しかし、その総額が年間何千万というより何億ポンドという数字になることは明らかである。その計算も都市地域の住宅の快適性損失に対してのみである。地方の町や街路に関する快適性損失や、教室での授業や商業活動上の影響も考慮すればこの額はもっと増えるであろう。自動車の騒音減少費用はどのように比較すべきであろうか? 参考資料 6 では、積荷なしで重量 1.5 トン以上の営業用自動車の騒音を 10dB (A) だけ低下させるために必要な費用は、その製造と運転に要する費用 (労賃も含めて) の 5% を超える可能性はない、つまり年間約 50 百万ポンドであろう。もし、同様の値を乗用車や他の自動車に適用すれば、その総額は年間で約 250 百万ポンドになると思われる。

これらの値は概算であるけれども、個々の自動車の騒音を減少させるという見込みを厳密に検討するためのケースを示しているといえる。

2.8 自動車騒音の減少

新しい車の設計、開発、および生産には少なくとも 5 年にかかる。1975 年型新車に対して実施される減少騒音レベルは、自動車産業の現在の技術水準、これからの技術改新を考慮して適当な時期といえよう。しかし、そのことが実質的な基礎研究や、その研究結果として車の設計が根本的に変化して生産体制に導入されることを約束するものではない。これらを考慮すれば、可能性が多少あるスポーツカーの場合を除いては、全自動車の騒音レベルを 1975 年までに 84dB (A) から 80dB (A) に下げるといふ重大な技術的問題も経済的罰則もないであろう。実際、普通乗用自動車の多くがすでに 80dB (A) 以内に騒音を減少しているから、自動車構造の早期改良を行なうことが望ましく、またこうしている間に状況の悪化が進行することを防ぐためにも早期改良を推進することが必要である。現在の業務用の重自動車については、現在の車両の多くが 89dB (A) に抑えるのが限界であるから、この 89dB (A) から 86dB (A) に減少させることが今後 5 年間の最低目標になると思われる。現在開発中のさらに重量が大きく強力な業務用車両に対しては、特に、騒音以外の考慮 (例えば、低い回転力、高速度エンジン、および大気汚染の減少) に示されるように、現在の傾向が必ずしも騒音の減少という設計方針に適合していないとの理由から、89dB (A) の維持が重要な開発作

業となるであろう。

10dB (A) 減少させるには、長期間かかるものと思われる。上述したレベルが1975年迄に達成されたと仮定すれば、理論的には次の段階が1980年頃になるが、このことは1970年から5年間にわたる研究活動をさらに5年間延長して設計、開発および生産に関する研究を行なうことができるということである。都市の自動車道路の運転速度(約80km/h)では、沿道騒音は現在85dB (A)に達しており、自動車と自動車/道路の摩擦との両方で騒音減少を考慮した設計手法が要求されている。

自動車騒音を1980年までに約75dB (A)に減少させようということには重大な問題があり、これを避けて通ることはできない。これを達成しようとすれば、現行規則で9dB (A)の騒音減少を意味することになるが、しかし、普通乗用自動車のほとんどがすでに約80dB (A)に到達しているから現状では、5dB (A)の騒音減少で十分となる。実質的に10dB (A)だけ騒音を減少させるということは騒音レベルを約70dB (A)に低下させることになる。このことは、今後その可能性と要求度を大きく考慮しなければならない主要な研究・開発作業になると思われる。

自動車騒音レベルの望ましい減少に関する既述の論議はBS 3425実験に関係して述べたが、それは減少の効果を査定する際に実際の道路上でも同様な減少があるという仮定の上になっただけである。実験と現場条件との関係がそれほど著しく変わらないように設計法の研究が必要である。

1975年頃までに自動車騒音レベルの理想値についての根拠ある経済的査定ができるように、(自動車生産基本費用と運転費用に対する影響作用の査定を含む)自動車騒音の減少に関する研究は、過度騒音の経済的影響に関する研究と平行して進めなければならない。また、全般的な経済的バランスの達成を確保するために、道路の施設や設計、交通管理、および騒音基準の他の領域に関する研究も進めなければならない。これらが達成されて認められると、1980年に実施に移すために法律レベルの設定で5年間の通告が出され、そして立法化の基礎となっている現在の技術的内容をもつ新しい車の設計と開発に必要な時間を与えることになる。この時間範囲を認めれば、使用期間が長い公共輸送用自動車を除いて、1985年までに現在の自動車の大半は騒音の少ない自動車にその地位を譲る可能性がある。15年というこの期間は長いけれども、道路や建物の寿命と比較すれば短いものである。もし、交通騒音をその発生源で減少させる方法が実用化して経済的に採算がとれるなら、1975年頃までにこの影響を決定することは、これらの障害を持ち続ける構造物に対してはこの方針内容を考慮する必要はない。

3. 大 気 の 汚 染

3.1 序 論

道路交通による大気汚染の現状の徹底的な究明はSherwoodとBowers¹³によりつい最近行なわれた。彼らの論文とその参考資料は、次に述べる摘要に対してこれを増補しようとした人々により整えられた。

3.2 主要汚染物の組成と発生源

燃料タンク、キャブレター（気化器）、およびクランクケースからの漏れが炭化水素の排出の一因となっているが、しかし、大気汚染の主要要因は排気ガスである。

もしも酸化が完全であれば、内燃機関のガソリン燃焼による生成物は水と炭酸ガスに限られる。実際には、かなりの量の一酸化炭素が発生し、燃料も多少未燃焼のままで残り、そしていくらかは他の有機化合物に変わってしまう。ガソリンの大部分には鉛化合物を排出させる原因となる鉛“アンチノック”剤が含まれており、また燃料室の条件も大気中の窒素の酸化を促進するので窒素酸化物も生成される。

ガソリン・エンジンとディーゼル・エンジンは同様な生成物を発生させるが、表-3に示されているように、ディーゼル・エンジンの排出物はガソリン・エンジンの排気ガスより汚染排出物濃度は著しく低い。しかしディーゼル・エンジンの場合は、運転や整備を誤るとばい煙を出し、吐気を催させるような臭いを放出する。

表-3 排気ガスの代表的組成分（Pegg と Ramsden より）
（ppm 濃度）

	汚染排出物	アイドリング	加 速	定 速	減 速
ガソリン エンジン	一酸化炭素	6 9,000	2 9,000	2 7,000	3 9,000
	炭 化 水 素	5,300	1,600	1,000	1 0,000
	窒素酸化物	30	1,020	650	20
	アルデヒド	30	20	10	290
ディーゼル エンジン	一酸化炭素	微 量	1,000	微 量	微 量
	炭 化 水 素	400	200	100	300
	窒素酸化物	60	350	240	30
	アルデヒド	10	20	10	30

3.3 汚 染 排 出 物 の 影 響

未燃焼燃料と二次生成物

未燃焼燃料の組成成分は有毒だとは考えられないけれども、相当に濃度が高くなると僅かではあるが麻酔的効果をもつものがある。

ガス状の生成物は複雑な混合成分をもっており、100以上もの化合物が検出されている。その大部分は炭化水素であって、パラフィン、オレフィン、アセチレン、および芳香族炭化水素を含んでいる。アルデヒドも生成されるが、これは目や呼吸器系統の粘膜に刺激作用をおよぼす。これらはごく微量の濃度でも臭がするため、自動車交通の激しい道路に蔓延する不快な臭や、大気中の目の刺激作用の最大要因となっている。

多核性の芳香族化合物も排出されて、長期間大気中に存続する。それらのうちのいくつか、例えばベンゾピレン等は発癌性であるが、都市の大気中にこれらの化合物が存在する割合について、人体にどの程度危険をおよぼすかということは究明されていない。自動車が大気中の発癌物質の主要

発生源ではなく、道路トンネル内でさえも存在するベンゾピレン容量は工業地域の大気中の容量をずっと下回っている。

一酸化炭素

このガスの有毒性は、血液中のヘモグロビンと反応してカルボキシーヘモグロビン (COHb) を生成することに起因する。一酸化炭素は、酸素よりもヘモグロビンに対する親和力が強く、一酸化炭素の濃度が非常に低い場合でさえも簡単に吸収される。この吸収の度合いは空気中の一酸化炭素の濃度、それにさらされている期間、および個人個人の活動力によって異なる。

最近英国で、交通量の大きい都市の道路の一酸化炭素濃度を15週間以上にわたって調査したところ、濃度が30ppmを超えた時間の割合は2%以下であり、50ppm以上の濃度になったのは非常に特殊な場合に限られることが判明した。これ以上の高い濃度を検出した調査員もいたが、英国では30ppmという濃度を超える時は短時間にすぎないと思われる。

それ故、英国においては一酸化炭素が何ら決定的影響を持たず、あるいは何ら重大な物理的障害もひき起こしてはいないということはできるけれども、その影響は全く無視できるものではない。これらに特に敏感な人々に対して一時的に物理的障害をおよぼすだけでなく、カルボキシーヘモグロビンが血液中に少量でも生成されると一時的に人間の精神作用をマヒさせるおそれのあることが明らかにされている。英国でも条件が悪い場合、例えば1時間以上も交通混雑状態におかれた時の歩行者や自動車の運転手、あるいは長期間にわたってそれにさらされながら仕事をしなければならない人々に対しては、こういった程度の影響は予想される。

窒素酸化物

窒素酸化物は、内燃機関の場合と同様に、高温高圧下で空気中の窒素を酸素と結合させることにより生成される。

人体に対する窒素酸化物の影響に関してはほとんど参考となる資料はないが、ハツカネズミやサルによる実験は行なわれている。都市の道路で検出される窒素酸化物の濃度は、実験に使用している動物に影響を与えるための所要濃度の10%以下であり、またその放置状況が断続的でしかないため、自動車の排出する窒素酸化物は人体に対して実際の危険性はないと考えられているが、その影響作用は明らかに有害であって、一酸化炭素の影響作用より永久的であり、またそれに継続してさらされる場合から、排出物のレベルが非常に低い場合まで、長期間の影響作用の潜在性が問題になってくる。

鉛化合物

都市地域における鉛の主要発生源は自動車の排気ガスである。排気ガスに含まれる鉛化合物は、燃料に加えられた“アンチノック”剤に起因して生ずる。ガソリン1ガロンに付き約2gの金属が含まれており、このうちの25～50%がハロゲン化鉛と酸化物のかなり安定した煙霧状態で空中に排出される。都市の道路における大気中の鉛濃度は約2～4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。これは人里離れた場所では検出される環境レベルの20倍以上であるが、有毒限界（毎日3時間の放置に対するMACは200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である）を十分に下回っている。その測定レベルが人体に対して危険であるかどうかという事は別問題として、自然の濃度レベルをそのように超過していることは、生物学的連鎖のな

かに鉛を蓄積して、究極的に人間の食物に毒性を混合させることになると思われる。

煤 煙

煤煙は非常に細かい炭素粒子がその主成分となっている。煤煙は、それ自体では人体に危険作用をおよぼさないと考えられているが、炭素粒子はモヤ・カスミの形成と亜硫酸ガスや窒素酸化物といったガスの吸収作用の両方で中核的役割を持っている。後者は肺に影響があると思われる。この現象についてはほとんど究明されておらず、また自動車による大気汚染の研究は、ガスを分析する前に空気濾過により粒子の移動を必要とする分析法を利用しているため、この現象は以前に予想したよりも重大な医学的問題になると思われる。

他の微粒子の問題

自動車はまた、タイヤから細かいゴムくずを発生し、ブレーキライニングやクラッチプレートから石綿のほこりが出る。長時間石綿のほこりにさらされていると石綿病にかかるが、癌を発生させることもある。しかし、自動車が排出する量は少なく人体に危険であるとの確証はない。

大気汚染に関する快適性と安全性の考察

道路近辺の空気を不快にさせている最大要因は、煤煙と炭化水素である。これらの排出物が直接目に触れるものであるためディーゼル・エンジン自動車が快適性に最も悪影響をおよぼしているとの非難を受けている。整備の悪いディーゼル・エンジンが排出する煤煙も、可視度が減少するため交通安全上危険な要因となっている。ディーゼル・エンジンはまた風除けガラスで油をうけとめているために非難されているが、これらは多分自動車全部がやっていることだと思われる。

ディーゼル・エンジン自動車が排出する煤煙は、工場地帯で排出される煙の3倍もの汚ないしみを被服に付着させる。アーチウェイ ロード（数多くの業務用重車両が通行する道路）で自動車が排出する煤煙について調査したところ、特別に高いとはいえないような建物ラインでの微粒子濃度は工業地域の環境レベルとして存在する値に相当する汚染潜在性をもっていることが判明した。

3.4 大気汚染を減少させる手法

自動車による大気汚染は、主として道路に隣接して住む住民や物体におよぼす影響が大きい。それ故、一般的にはその障害を減少させる唯一の実際的方法は、現実交通する自動車の排出物を減少させることであるといえる。

エンジン改良による方法

排気ガスに含まれる汚染物質は：

- (a) 排気系統における接触反応の変換装置
- (b) 排気系統における直接点火再燃焼装置
- (c) 気化器や燃焼室構造の改良
- (d) 排気用多岐管への空気の注入
- (e) 気化法の代わりにガソリン注入といったエンジンの基本的設計変更により減少させることができる。

初期の研究は最初の二つの方法に集中された。現在使用されている制御系統のほとんどが(c)と(d)

を組合せた方法を利用している。これらは貧弱な混合剤を使用している。図-6では空燃比が増大するにつれて一酸化炭素と炭化水素の濃度がともに減少するが、窒素酸化物の排出量は増大することが示されている。それ故このバランスは慎重にとらなければならない、また排出量も気化法だけで制御することは不可能である。ガスを燃焼室から追い出した後、一酸化炭素と炭化水素が十分な高温状態で点火直前になっている排気バルブにできるだけ近づけて空気を注入し、酸化を完成させる。

排気ガスに含まれる鉛化合物は、有毒な影響作用を潜在的にもつこととは別に、制御装置の正常な機能を妨げるという理由からも問題になる。近い将来、製油会社が鉛を基本とした“アンチノック”剤の使用を減少せざるを得ないと考えていることは予測できる。このことは、エンジン構造の変化によりオクタン価の低い燃料を使うことによって実行することができるが、他の汚染物質の排出量を増大させることになるかもしれない。他にオクタン価を上昇させる方法もあるが、これを用いればガソリン単価が1ガロン当り約2ペニー上昇すると思われる。

クランクケースの噴き漏れは燃焼室にガスを再び戻すことにより制御することができる。

蒸発ロスとは蒸発する微少量をトラップで阻止してこれを貯め、次にそれらをエンジンに戻すことにより減少させることができる。

ガソリン・エンジンによる煤煙は普通エンジンの調子が十分でなく、油が燃焼しないことを示す。しかし、ディーゼル・エンジンの場合、煙を出すことはもっと基本的要素である。各サイクルのシリンダーに注入される空気重量は余り変わらない。動力の出力を増加させるために注入燃料が増加され、その結果、空燃比が減少する。最後に、空気が不十分なため燃料を完全燃焼させることができないような状況に到達し、煙が発生する。図-7はその動力の出力と煙の発生とのバランスを示している。ディーゼルエンジンはすべて抑制装置がついていてエンジンの使用する燃料の最大量を制限しているが、自動車の調子が正常な場合にはこの制限下の排煙は目に見えない。最大燃料抑制装置の取付けは英国基準AU141で規定されているが、これはエンジンの造り付け特徴である。しかし、この基準による煤煙レベルはあまりにも高すぎるとの批判がある。最大燃料抑制装置が消耗し切って使用に耐えられなくなったり、または燃料注入系統で欠陥が生じたりすると、ディーゼル・エンジンの運転状態では煤煙が発生する。それはまた、ディーゼル・エンジンが早期回転を促進するために燃料の入力を増大させる過剰燃料装置をもっているために冷えた状態から開始する時にも生ずる。このように、ディーゼル・エンジンによる煤煙の制御はエンジンのデザインと自動車の運転方法の両方の問題であるといえる。煙を出さないように燃料に添加剤を混合する方法も研究されている。これらの添加物のほとんどがバリウム化合物を含んでおり、燃料料金で1ガロン当り約1ペニーの価格を割増しすれば煙を大巾に減少させることができる。燃料に含まれるバリウムは潜在的危険性を持っているが、その大半が毒性のない不溶性の硫酸バリウムになるため、生成される炭素バリウムと硝酸バリウムは少量であって人体に何ら有害な影響はないと一般的に考えられている。

他の燃料の利用

プロパン (C_3H_8) とブタン (C_4H_{10}) の混合物に圧力をかけて貯蔵した液化石油ガス (LPG) はガソリンに代わる燃料として使われているが、だんだん商業的にも採算がとれるようになってき

ている。LPGで回転するエンジンから排出される汚染物質はずっと少量であり、ガソリンを上回る利点もいくつか現われてきている。LPGの販売価格はガソリンの約1/3であるが、ガソリンの価格は税金がその相当な割合を占めているため、税金を含まない価格を比較するとガソリンがかなり安価になる。LPGを使用するように自動車を変更すればその費用として約150ポンド必要となるが、もしも、エンジンを特にLPG用に設計すれば、このような付加的費用は不必要なものとなるだろう。しかし、LPGが大量生産されるとしてもガソリンに対抗できる燃料となるかどうかは明らかにされていない。

他の推進動力

まだ考察していない内燃機関の二種類の形式のうち、ロータリー（ワンケル）エンジンはガソリン・レンプロエンジンに比べて、一酸化炭素はほぼ同量排出するけれども炭化水素の排出量は少ないといわれており、またガスタービンは整備の行届いたディーゼル・エンジンに比べて、一酸化炭素と炭化水素の排出量は多いけれども窒素酸化物は少ないとされている。

蒸気推進に関する先駆的研究は、リアモーター・コーポレーションにより行なわれたが、数年間にわたり自動車に適合する蒸気エンジンの開発に取り組んでいた。しかし、1969年11月に開かれたアメリカ自動車技術者協会の会議の席上でリアモーター・コーポレーションの会長は、機械構造の複雑さとその整備問題があまりにも大きく、このような車の実用化は困難であると述べた。彼の意見によれば、蒸気推進を適合させる可能性をもっているのはバスや他の大型自動車に限られるとのことである。もし蒸気エンジンの整備を十分に行なわなければ、一酸化炭素が排出される恐れがあるが、他の汚染物質の排出量は極めて少ないものとなる。

現在最も主要な問題となっているのが電気自動車であるが、彼らはこれについても研究している。電気モーターが内燃機関にとって代わるものとして正当に受け入れられるのは、バッテリーのデザインや燃料小室の開発でもっと著しい進歩が達成されて初めて可能となるであろう。

3.5 法律的考察

ロスアンゼルス“スモッグ”で重大な問題がでてきたため、カルフォルニア州当局は自動車の排出物を制限する方針を打出した。カリフォルニア州基準（1970年）は、特に明記した自動車の排気物について炭化水素は180ppm以下、一酸化炭素は容積で1.0%を超えてはならないとしている。

カルフォルニア州規則でもクランクケースからの排出物、および燃料タンクと気化器からの蒸発量を規制している。窒素酸化物の排出規制も提案されている。炭化水素と一酸化炭素に関するアメリカ合衆国連邦基準（1970年）もカルフォルニア州基準と同様であるが、規制値はそれぞれ2.2および23g/mileとしている。今後の規制については将来検討することになる。窒素酸化物は1973年以降は3g/mileに、1975年以降は1g/mileに規制されることになる。また、1975年からは微粒子物質の排出量も100mg/mileに規制されるであろう。これらの規制を行なっても1985年迄には汚染物質のレベルは最小限にも抑えることができるが、その後は自動車台数の増加によりそのレベルが再度上昇すると推定されている。1985年には、一酸化炭素の推定排出量は1940年当時の推定量の175%にのぼると思われる。

欧 州

英国、西ドイツ、フランス、イタリア、オランダ、ベルギー、スウェーデン、ハンガリー、チェコスロバキア、スペインおよびユーゴスラヴィアからなる欧州諸国は、各国で立法化措置をとるときには共通基準実験要綱を使用することに同意した。その実験方法は次の三種類の実験から成る：

第一種実験—これは試験用自動車を実験するときには排出される一酸化炭素と炭化水素の量を制限する。排気ガスの許容量は自動車の車体重量による。

提唱されている規制は實際上全く妥当なものである。自動車工業研究協会の調査により、ヨーロッパ式の実験サイクルで試験した英国の自動車の平均排出量は一酸化炭素が169g、炭化水素が11gであった。英国の自動車のほとんどが重量で850～1020kgの範囲内にあり、それ故、提唱されている規制により一酸化炭素の排出量を約30%、炭化水素の排出量を約20%減少させるようにそれぞれの許容量が117gと8.7gに制限されるであろう。

850～1020kgの範囲内にある自動車の一酸化炭素許容量117gは、大体アメリカの連邦1970年度の許容量23g/mileと比較した場合の46g/mileに相当する。炭化水素の数値8.7gは、同じく1970年度の許容量2.2g/mileと比較した場合の3.5g/mileに大体一致する。

第二種試験—この試験はエンジンをアイドリングさせたときの排気ガスに含まれる一酸化炭素容積を測定する方法である。試験状態で許容される一酸化炭素量は、排気ガスの全容積の4.5%をこえてはならない。これは制御装置のない普通の自動車の場合の6.9%という数値に比較しうる。

第三種試験—これはクランクケースからの排出量に関係するものであって、クランクケース内のガスに含まれ、エンジンで再循環しない炭化水素の容積は、エンジンが消費する燃料容積の0.15%以下でなければならないとされている。

英 国

英国では現在、自動車からの目にみえない排出物を規制する法律はなく、実体として目に見える排出物を規制するだけである。このことは主要な関心がディーゼル・エンジンの排出する煤煙の減少に向いていたということを意味する。英国（製造と利用）規則1966では「自動車はすべて不必要な煤煙や目に見える蒸気を排出することのないように製造しなければならない」とうたっている。そこではまた「煤煙、目に見える蒸気、細片、火花、灰塵、燃えかす、その他油状物質を排出して、実際にそこに居合せた人々や路上を歩く人々に損害を与えたり、持ち物を損傷し、あるいはこのような人々に危険な影響をおよぼすと考えられる自動車を路上で乗り廻すことはできない」と明記している。この規則の今後の問題は、エンジンを始動させる時に用いられる過剰燃料装置を十分に整備し、自動車が動き出したときに運転手がこれを簡単に操作することができないように構造の安全化を計ることであろう。

法律の施行

目に見える排出物を検査する現在の方法はあまりにも複雑になりすぎているため、自動車全部を一定に検査することも、またある限られた例を無作為に選択して検査することも不可能である。米国で採用されている方法はそれぞれの製造業者が生産するモデル車を試験することである。

この方式には明らかに欠点があり、特に製造業者が試験用自動車を選択することが問題であるが、

アメリカ合衆国では一般的に整備の貧弱さが基本的には満足すべき自動車の排出物を増大させる結果を招くという事実を無視して規則を施行しているという強い批判がなされてきた。製造業者は、整備の手順を正しく適切に行なえば排出制御系統が所要レベルで作動すると主張している。しかし、種々の器械の調整や取付けを多少でも誤ると排出物が増加することは確かである。

もしも、法律を制定してその効果を十分に徹底させようとすれば現在使用している自動車の排出物を検査する適当な方法が必要である。このことは米国で十分に認識されており、瞬時測定方法の開発研究が進められている；その一つはすでにニュージャージー州で用いられているが、その方法は50セントで一分以内にすべてを検査することができる。

自動車の検査に関するヨーロッパの提案は、モデル車を製造した国でそのモデル車を試験するという米国型の方式に従っている。もし認められれば、その証明書をヨーロッパの他の加盟各国にも通用させることができるという方式の採用が提案されている。

煤煙の規制とその測定方法に関する規則は英国にはすでにある。実際煤煙の排出が著しい場合は排煙計を使用せずに警官が取締ることができる。しかし、煤煙の取締りは主として、運輸省の調査省が警察と合同で実施する抜打検査により行なわれる。非常に悪質な煤煙を出す車に対しては交通を禁止し、荷物があればこれを下ろして、所有者は綱で引っぱっていかなければならない。これは罰金よりもずっと効果がある。それほど極端でない場合は交通を許可されるが、所有者に対しては修理を行なうように警告し、運輸省がこれが行なわれたかどうかということを検査し確認する。

1965年には抜打検査を行なった自動車の約10%が煤煙を相当排出していたためこの修理警告をうけた。重貨物自動車に対する試験は、道路上の使用に適した条件に合うように整備を行ない、排煙を減少させることを狙いとしている。

3.6 研究

英国では、これに関連した研究を行なっている機関・組織が数多くある。それには工業省のWarren Spring研究所、自動車工業研究協会、および医学研究協議会の大気汚染研究部門も含まれている。

幾つかの分野においては、今後共研究を続ける必要がある：－
人間の健康と活動に関して

自動車交通による汚染に起因する永久的影響を検出することは困難でありまた複雑な問題であるが、現在各国で多数の研究所が調査しているところである。運転手の動作に対する汚染空気の影響作用についての研究は、むしろ驚くべきといってよいほど関心が低いが、今後研究を進めなければならない分野である。自動車が排出する煤煙に対する公衆の態度についても研究が必要である。

制御系統

この問題に関する研究の大半は米国で行なわれているが、ここでは製造業者が自動車の排出物を減少させようという世論に押されて、ヨーロッパで提唱されているいずれの規制よりもはるかに厳しい規制が行なわれている。米国の規制計画を補足するようなより基本的な研究は適当な研究機関が行なっているが、その研究の可能性についても検討を加えなければならない。

汚染レベル

個々の自動車により厳しい規制を課す狙いは、交通量の激しい道路で車両交通による汚染レベル（例えば自動車の流）を減少させようとするものである。それ故、道路でのレベルが個々の自動車の特性によってどのように影響を受けるかということを正しく把握する必要がある、また広範囲な場所で主要汚染物質のサンプルを規則的にとりあげて、そのレベルと自動車のデザインの変化や他の開発によりそれらがどのように影響を受けるかということを監視する必要がある。

分析技術

自動車が設定基準に適合するかどうかということを瞬時に測定する方法を開発する必要がある。目に見えない排出物に関する限り、この方法は非常に複雑な手順を必要とするから自動車の年次検査の一部としては全く不適当である。それ故、目には見えないような排出物を瞬時に測定する方法の開発が要求されている。

3.7 論 考

英国でこの問題を判断する権限をもつ関係当局の一般的な見解は、道路交通による大気汚染が人体上、それほど重大な影響を持っていないということである。これは、町の空気で検出される割合のままでいけば、汚染物質はいずれも永久的な悪影響をもたらすということを強く訴える人がいなかったために達した結論である。しかし、このことは長期にわたる影響作用の可能性を全く無視し、特に自動車の利用数が今後も増大することを考慮したとき、他の発生源からのレベルの低い汚染物質による潜在的汚染進行と種々の汚染物質による潜在的な共働影響効果を無視するということを意味するものでもない。自動車に関する規則の制定や変更を考慮するときには、それが発効するまで数年かかるということも配慮しておかなければならない点である。

自動車交通による煤煙も確かに不快であり、また不潔である。これらは人体に一時的影響を与え、慢性の病気を悪化させ、仕事の遂行能率を減少させる。それらは建物や衣服を汚す。ここ数年ロスアンゼルスで広範囲に起きている重大な光化学スモッグや、最近ニューヨークと東京で報告されているそれと比較しうるような現象は今のところおきていない。しかし、オランダのデルフトといった住宅地の近隣地域で光化学スモッグが発生したという報告はある。

英国では最近燃料消費という点では自動車が大気汚染の主要原因ではなくなってきた。

（1965年に英国で消費された石炭と石油の合計量は石炭換算量で27,600万トンであるが、道路や鉄道を利用する運輸機関が消費した量は、このうち僅か2,600万トンにすぎない）。しかし、1965年の清浄空気法以来、工場や住宅の石炭消費量が減少したため大気汚染は著しく減少してきている。その間に道路交通による汚染は増大し、特に地上レベルで汚染物質が排出されるために、自動車の汚染排出物を減少させる措置をとらなければ重大な事態になる恐れがある。例えば、1965年度におけるガソリン・エンジンの一酸化炭素排出量は他の発生源全部から排出される1,200万トンに比べて500万トンにのぼると推測されているから、大気中の一酸化炭素の主要発生源はすでに道路交通であると断言しうるほどである。

大気汚染による経済的損失を全体的に推測することは困難であり、また自動車のような特別な発

生源の加担割合を測ることはもっと難しいことである。そのような推測には、直接的な経済損失（清掃や医療にかかる費用、さらに作物に対する損失）だけでなく、社会的損失（健康を害したり、清掃ができない場合の環境悪化による快適性の損失）をも含まなければならない。しかし、原子力機関と工業省の合体機関であるプログラム解析部門はすべての発生源による大気汚染の経済的考察を研究しているが、この研究により問題の重要度を考察することができる。

自動車による大気汚染の推定損失についてはある指示値を与えることができる。1956年には直接損失額が年間16百万ポンドにのぼったと推定され、それ以後英国の自動車台数が大体2倍に増加している。英国での自動車交通による大気汚染の直接および社会的損失は、社会的要素の範囲と査定額に特に依るところが大きく、その総額は現在で年間約50百万ポンドを多少下回ることにはあってもほとんどがかなりそれを上回る額になると思われる。その値がいかなるものにせよ、個々の自動車の特徴を改善しない限りは自動車台数の増加とともにその値は増大する一方であることは間違いない。

年間50百万ポンドというこの概略数値は、現状の改善に要する推定費用とどのように比較すべきであろうか？

炭化水素と一酸化炭素のほとんどはガソリン・エンジンから発生する。ヨーロッパで提案されている規制に相当する推定損失は自動車1台当り8～10ポンドであって、年間125万台の自動車を生産している英国では総額11百万ポンドになる。燃料消費は悪い影響と考えるべきではない。しかし、自動車の交通が増大している現状で現在の環境を改善しようとすれば、1970年のアメリカ合衆国のレベルがヨーロッパのそれよりも必要であると誰しも思うであろう（輸出に関する考察は全く別として）。燃料価格に何も変動がないと仮定すれば、新車の値段における推定上昇額は約40ポンドで、合計すれば年間50ポンド位になる。

もしガソリンから鉛を除去すれば、車は減税するか、またはガソリンのオクタン価を別な方法で引き上げなければならない。後者をとれば1ガロン当り約2ペニーの費用がかかる。 4.5×10^9 ガロン位を消費すれば年間費用は37百万ポンドになるものと思われる。

ディーゼル・エンジンが排出する煤煙はオクタン価の減少かまたはバリウムを基本とする燃料添加剤を使用すれば減少させることができる。後者をとれば1ガロン当り約1ペニー、 3.5×10^9 ガロンを消費すれば年間約15百万ポンドの経費を必要とする。自動車の製作費用と運転費用の総計上昇額は、改善レベルの設定如何により年間100百万ポンドに達し、自動車台数の増加とともに上昇するものと思われる。これらの数値を概略的におさえれば、その損失と利益は同じ程度になり、それ故、方針を決定する前に慎重に調査することが重要である。

4. 振 動

4.1 序 論

道路や橋の地面がデコボコであると、そこを通過する自動車の動的反応が道路構造に振動を生ぜしめる。これらの振動の伝搬は、住民、建物、および建物内部の科学的機器に悪影響をもたらす。

次に述べるこれらの問題点の概要はウィッフィンとレオナード¹⁴による最近の研究を骨子としたものである。

4.2 自動車による振動の発生と伝搬

新設道路を舗装する場合、3 mの距離で10mmを超えるデコボコがないように要求されている。しかし、時間がたつと路面にも一様でないひずみ、わだち、およびコンクリート舗装の場合の隣接スラブの欠込みといった欠陥が露呈されてくる。公共事業用にトレンチもしばしば掘られるが、その修復も完全ではない。昔建設された道路も大半は現行基準には適合していない。25 mmまでのデコボコはごく普通であり、時によってはそれ以上のものも生じている。デコボコ道を走破する車輪衝撃荷重はデコボコの大きさや形、自動車の運転速度、運転自動車の大きさ；重量、配置、そして運転自動車のタイヤ、スプリング、ダンパーの動力学的特性によって複雑な作用をもっている。各車軸がかわるがわるデコボコに接触して路面に二、三の連続的衝撃を与え、振動を生ぜしめる。自動車は何台も連続的に通過するとその衝撃がしばしば道路の同一箇所でも繰り返し行なわれるため、変形が増大して振動が発生する。この過程は、一度始まると路面の急激な変形をひきおこして振動を増大させるが、特に重貨物自動車の通行を意図していないところにそういった重車両が通行する場合はこの現象が著しく現われる。

表-4は、車軸を二つ持つ貨物自動車がアルコンベリーヒルで幹線道路A1の試験舗装区間を通行した時の振動の記録である。試験は1960~61年にかけて行なわれ、当時は路面の状態が良好であったが試験用に21mmにもおよぶデコボコを人工的に作った部分もあった。たわみ性のあるコンクリート敷設部分から得た値は概して似たような数値であった：路面状態がごく普通の場合は振動の最大振幅（頂点から頂点までの半分）は1.8 μ mであり、最大ピーク粒子速度は道路の縁から3.65 m離れた地点で0.25 m/Sであった：21mmものデコボコがある場合はこれらに相当する値はそれぞれ12.4 μ mと14.7 mm/Sであって、数倍も数十倍も大きな数値となった。人工的デコボコを作らずに測定を行なった場合、厚さ76mmの砂まじり砂利の基礎の上に厚さ200mmコンクリートスラブを敷いて伸縮継手をとった路上を走行する試験自動車の後部車輪が発生させる振動は44 Hzで1.8 μ mの振幅を有していた。（ピーク速度0.49 mm/S）

これらの数値は、路面状態が良好でかなり強度があり丈夫な舗装、デコボコが著しく現われている場合とをそれぞれ対照的に表わしたものであるといえる。振動がある路面状態でむしろ大きく現われてくるような強度の不十分な舗装の場合にもそれに相当する資料が必要である。上述の資料も車軸を二つ持つ貨物自動車の試験結果である。最近RRLは、二つの車軸が連結した車台受けをもつローリーの重車両について試験を行なった。これらの自動車がデコボコ道を通行するときには、1つの車軸から、車軸が一つしかない場合よりも実質的に衝撃要因を強く与える他の車軸へと荷重の移動が見られる。この好ましくない動きの原因をつきとめる研究が始められている。

橋の場合は、舗装について路面のデコボコのような著しい振動を発生させる基本的障害を避けることはできない。しかし、橋の応答が重要な要素であるから舗装そのものに対するよりも問題は複雑であり、自動車と橋は動力学的に組み合わさったものとして考察しなければならない。自動車と

表-4 Alconbury Hill (Hunts) の幹線道路 A I に於ける交通による振動測定結果

- ・たわみ舗装区間は試験地点で舗装厚 100mm, 路盤厚 150mm および下層路盤厚 480mm
- ・車両を二つ有する試験用貨物自動車の後部車軸の負担荷重= 7.21Mg
- ・運転速度 48km/h
- ・路面の人工的デコボコ巾 230mm, 後縁で厚さ 21mm くさび形木材を使用。

2. 道路の細部構造	3. たわみ梁による路面の変形測定 μm (ミクロン)	4. 普通の路面における試験道路の緑から 3.65m 離れた地点での振動記録				5. 路面に人工的デコボコをつけた場合の試験 6. デコボコにごく近い地点での振動記録				7. 道路の緑から 3.65m 離れた地点での振動記録			
		加速度 g	振 幅 μm	振動数 Hz	粒子速度 mm/S	加速度 g	振 幅 μm	振動数 Hz	粒子速度 mm/S	加速度 g	振 幅 μm	振動数 Hz	粒子速度 mm/S
8. アスファルト道路区間													
アスファルト舗装, 貧配合コンクリート基礎	300	0.003	1.3	23.7	0.19	0.132	71.1	216	954	0.020	10.7	216	1.45
アスファルト舗装, ロードアスファルト基礎	460	0.004	1.0	29.8	0.19	0.053	35.6	19.3	4.31	0.012	8.1	193	0.98
アスファルト舗装, タール塗石基礎	480	0.001	0.4	26.0	0.06	0.077	53.3	18.9	6.33	0.009	5.8	18.9	0.69
アスファルト舗装, 安定土基礎	510	0.002	0.5	30.4	0.10	0.110	71.1	19.5	8.71	0.014	9.9	195	1.21
アスファルト舗装, 乾燥石基礎	610	0.004	1.5	26.5	0.25	0.117	73.7	20.1	9.30	0.015	9.1	20.1	1.15
アスファルトマカダム舗装, 貧配合コンクリート基礎	610	0.004	1.3	22.2	0.18	0.121	68.6	23.2	9.99	0.018	7.9	23.2	1.15
9. コンクリート道路													
76mm厚砂混り砂利下地, スラブ250mm厚		0.002	0.5	30.0	0.10					0.007	5.8	22.2	0.81
76mm厚砂混り砂利下地, スラブ200mm厚		0.002	0.5	30.0	0.10					0.016	7.6	22.4	1.07
76mm厚砂混り砂利下地, スラブ125mm厚		0.004	1.3	25.8	0.21					0.018	12.4	18.9	1.47
225mm厚貧配合コンクリート下地, スラブ200mm厚		0.003	1.8	18.3	0.20					0.015	8.4	21.1	1.11

橋の固有振動数が同様な値になった時に最悪の状況が発生すると思われる。現在の橋はほとんどが適当な減衰方法を有した剛な構造であり、死荷重も自動車の重量に比較して一般的に大きいため、橋の振動は小さいものである。しかし、最近の傾向は橋自体を軽く、そしてもっと細くする工夫が行なわれているため、著しい振動の可能性が増大してきている。

地震学、地球物理学。および非破壊試験との関係から弾性媒体や積層による波動の伝搬についての研究発表が数多くあるが、道路から建物へと振動が伝搬することに関連して、距離による振動の減衰を取扱うものはほとんどない。しかし、ノルウェー地球工学研究所のT E Flydenlund が発表した論文は、8種類の道路において後部車軸で8Mgの貨物自動車を30km/hと50km/hで運転した結果を述べている。1つを除いてあと全部の道路はアスファルト舗装で、Alconburyの場合ほど強度のある道路ではない。道路の縁からの距離をAlconbury Hill測定の場合と同じく(3.65 m)とったところ、垂直振動の最大ピーク速度は約1mm/Sであったが、これはAlconburyの測定値の約4倍である。この差異は、建設密度の薄さと路面平滑基準の低さを含めた幾つかの要素に起因するものと思われる。Alconburyの場合と同様くさび形のデコボコを作って測定も行なったが、その高さは50mmと100mmであった。3.65 m離れて測定した最大ピーク速度50 mmと100mmのくさびに対してそれぞれ4mm/Sと8mm/Sであり、Alconburyの場合の21 mmのくさびに対する値1.47mm/Sと一致することが判明した。距離による減衰の一般的割合については次のような例で示される：-

道路の縁	5mm/S
道路の縁から12.5mの地点	1mm/S
道路の縁から25mの地点	0.5mm/S
道路の縁から50mの地点	0.2mm/S

Flydenlund による結果でも、道路からの距離を大きくとるにしたがって振動数がいくらか減少することが示されている。20mの距離で40Hz、100mの距離をとれば12Hzに減少した例もあった。

RRLとFlydenlundの結果を総合してみると、英国で舗装が良好な状態にある路面の場合、道路の縁から3~5 m離れた地点の最大ピーク粒子速度は0.1~1mm/Sの範囲内にあるが、25 mmのデコボコがある条件の悪い道路の場合はこれが2~3mm/Sに増大する。また、わだちが所々にある場合にはこの値が5mm/Sにもなるため、補修もせずにこの状態を長く続けてはならない。

4.3 建物に対する影響

英国における建物の振動測定は、建築研究所、RRL。および他の研究機関が多数行なっているが、普通それらは何か特別な振動発生源により多少の損傷(塗壁、レンガ積、またはガラスのひび割れやタイルのゆるみ等)を受けた建物所有主からの苦情を取り上げる形になっている。これらの研究・調査(道路を通過する自動車と同様、鉄工場のハンマー、機械、爆破、抗打ち、航空機、教会の鐘、および日常生活活動で生ずる振動を含む)の結果、BRS(建築研究所)はいずれの場合も、振動そのものの影響が直接な原因となるような甚しい損傷はないという結論に達した。振動が

あるところでは、建物にひび割れが入るのはごく普通である。振動がさらに加えられると現在のひび割れをさらに拡大する恐れがあり、また一例として塗装が温度か湿度の変化により圧力をうけると振動そのものは小さくとも、特にそれがくり返し続けられると新たにひび割れを起こすことは十分考えられる。

BRS要録No117¹⁵から抜粋した図-8では、建物に対する損傷のいろいろなレベルが生ずると予想される振動数とピーク粒子速度との関係が示されている。同図では、また建物に対する損傷程度をピーク粒子速度線とを相互に関連させて示している。

Flydenlund は、三主要方向の振動速度をベクトルの的に加算し、その合力を1969年9月のドイツ基準で提唱された次のような限界速度と比較すべきであると述べた：

最大振動速度 mm/S

歴史的に著名な建物、廃墟等	2
多少の欠陥がある建物、ひび割れの入った壁等	5
塗壁にひび割れの入っていない建物	10
工業用建物	10-40

もし、三主要方向の速度が等しいとすれば、垂直速度の $\sqrt{3}$ 倍値は引用値を超えてはならない。一般的にこの基準と図-8は一致しているが、基準では歴史的価値を有する建物に対して他の建物では耐えられるような大きな振動を受けさせてはならないとされている。

BRS要録117とドイツ基準は、両方とも、道路交通により引き起こされる種類の連続的振動に関連している。爆発で生じると思われる繰返し回数の少ない振動に対しては、約50mm/Sを超過すると初めて大きな損傷を生じることから、損傷限界値は高いということもできる。

道路の縁から3~4m離れた地点の地盤振動について4・2で引用した資料より、ピーク粒子速度が良好な状態の路面の場合は1mm/S以下であり、また非常にデコボコの激しい路面の場合は5mm/Sであることが明らかにされた。地盤振動が建物に伝搬するまでに減衰や増振がそれほど著しく行なわれないと仮定し、交通振動の多くが15~30Hzの範囲内にあることに留意すれば、図-8から路面が良好な状態の場合、構造的な損傷を引き起こすことは全くなく、また道路条件が悪く多少のひび割れを起こすことはあっても、重大な損傷は何ら引き起こすことはないことが判る。道路に近い場所の振動測定とその損傷をうけた建物とに関する資料には一致点が多く見られる。

4.4 人間に対する影響

人間は振動に対して非常に敏感であり、この問題に関する研究文献は決して包括的ではないが、多方面におよんでいる。Southampton大学の音響・振動研究所のGuignardは、最近これらの文献を広範囲に調査・検討した。

ReiherとMeisterが30年以上も前に作成した振動に対する人間の鋭敏尺度は、現在でも定常状態の振動に対しては広く受け入れられている。垂直振動に対して起立している人間の鋭敏値は振動数と振幅に関連して図-9に示されている。ピーク粒子速度線は、先に引用した値と比較するためにその上に重ねて示されている。知覚限界値はピーク粒子速度0.3mm/Sに一致し、その速度

が2.5mm/Sを超過すれば人間は振動を不快に感ずるようになる。これらの値は振動が連続的に行なわれた場合である。重車両が道路交通で起こすような一時的な振動の場合は一定の知覚を呼び起こすためにはもっと大きな速度が必要だと思われる。道路の縁から3～4m離れた地点について4・2で引用した数値を再度考慮すると、舗装状態が良好な路面からの振動速度の範囲(1mm/S以下)は知覚することが不可能かまたはほんの少し知覚できる程度であり、舗装が十分に行届いていない路面からの範囲(2～3mm/S)は明らかに感ずることができるが、また煩わしい不快な思いを抱かせる可能性もあることが判るであろう。5mm/Sという数値の原因となる極端に甚しいわだちは好ましくないということになる。

それ故、数値を示した資料は、道路交通による振動が特別な状態では人間に不快感を与えるという主観的效果とよく一致している。それらは、また、振動に対しては建物よりも人間の方が敏感であることを強調し、人間が耐えることのできる振動なら、建物には損傷をほとんど与えない理由を説明している。

4.5 機器に対する影響

研究所で使用する振動要注意機器は、建物の剛壁に取り付けられた特殊構造に据えついたり、あるいは人が歩いたりドアを閉めたりする時に起きる振動までも含めて建物内部で発生する振動からそれらの機器を保護するために積み重ね土台の上に据えつけて置かれる。これらの方法も、交通や他の発生源による地盤振動が著しい場合は十分満足できるものではないから、そういうときはできれば、その設備を道路から離して設置する等の予防策が別に必要となろう。

1961年にアメリカ設備機器協会は次のような加速度制限値を勧告した：－

- (i) 寸法で測れる電気－物理関係基準の場合 0.001g (0.001g・20Hzで6.2μm, 粒子速度=0.78mm/S)
- (ii) 寸法で測れる作業基準の場合 0.002g (=20Hzで12μm, 粒子速度=1.56mm/S)
- (iii) 電気物理作業基準の場合 0.003g (=20Hzで19μm, 粒子速度=2.34mm/S)

Steffens¹⁶も白書による表－5の数値を引用している。表－6の数値はRRLが最近発表したものである。

表－5 振動に対する実験機器の鋭敏度

機 器 の 種 類	変 位 μm	
	理 想 値	超 過 値
Nettler 分析ばかり	R	0.1
Sartorius 分析ばかり	0.2	0.8
Leeds - Northrup 反射電流計	0.02	0.1
Zeiss干渉計顕微鏡	R	0.1
電子顕微鏡	0.5	12.0
顕微鏡写真機	1.25	11.5
Watts 自動微少視準器	0.05	0.07
Haas 標準気圧計	0.25	0.7

Rはほとんど振動のない期間だけ機器の使用が可能であることを示す。

表-6 振動に対する実験機器の鋭敏度の追加資料

機 器	使用時の取扱い注意	相 当 値	
		振 幅 μm	ピーク粒子速度 mm/S
Phillips EM 300 電子顕微鏡	床の最大許容振動速度は製造者側から $35\mu\text{m/S}$ (地盤振動の振動数が 20Hz であれば振幅は、 $0.28\mu\text{m}$ とする。)	0.28 (限界直)	0.0035 (限界値)
一般的特性を持った電子器械装置	道路や軌道を利用する交通車両により起こされる $10\sim 20\text{Hz}$ 、 60 マイクロインチ (100 万分の 1 インチ) 程度の振動で障害が起きないこと。	- : では障害は起きない 1.5	0.19
Parkin Elmer RM V 7 質量分析計	500Hz で 500 マイクロインチの振動が存在するときには使用できない。ポンプ機器は機器は土台から切り離して据えつけないといけない。	- : では使用不可能 13	40
EN 6 G 電子顕微鏡	10Hz で 0.002 インチの垂直振動があれば使用できない。	- : では使用不可能 510	32
建物に隣接した道路での車両交通による振動の影響を受けない器械装置 A E I M S 2 H 質量分析計 Phillips X線結晶学研究機器 接触電位差測定機器			
漸動機器とともに使用される光学伸び計。それに付属の試験機は分離した土台に据えつけないといけない。	50Hz で 0.02 インチの垂直振動があれば記録をつけることができない。	- : では使用不可能 510	160

道路が自動車交通に対して十分に整備されていれば (例えば Alconbury Hill の基準で振幅 $2\mu\text{m}$ 以下, 粒子速度 0.25mm/S 以下), 研究所の機器の多くは, それが道路にごく隣接して設置されていても障害を受ける可能性はないと思われる。しかし, 振動に敏感な機器に対しては, 設置位置を道路から離したり, あるいは機器の据え付けに特別な方法を講じなければならない。

4.6 結 論

適度に平滑な路面を有する舗装道路を走る自動車による振動は, 道路の縁から $3\sim 4\text{m}$ 離れた地点でさえも人間が知覚することはほとんど不可能であり, また建物に対しても, 敏感な科学的機器への影響はあるけれども, 建物自体にはほとんど損傷をおよぼすことはない。道路状態が悪い場合に生ずる振動は確かに人間にとって不快なものであり, 建物に対しても多少の損傷を引起したり, 状況を悪化させたりする。

振動の発生と伝搬に対する道路と自動車の特性については, もっと数量的資料が必要である。こ

れは特に、二重サスペンション装置の特徴や、道路からの距離をいろいろにとって人間の知覚限界で振動を生じさせる路面のデコボコの大きさと形についてもいえることである。

英国の新設道路はデコボコが少なく、平坦さでは他の国にひけをとらないほどすばらしいものであり、振動の発生を減少させるための基準としてこれ以上に高い基準が存在する所はないと思われる。問題は、それらの道路の状態が使用中に悪化したり、あるいはそれが作用する圏域にアクセスすることにより障害が生ずるため、新設道路と古い道路の両方の整備を十分に行なうことができるかということである。人間や建物に対する振動の影響範囲は明らかにされていないが、それは多分、騒音のような一般的なものよりむしろ地域条件が集約されたものであろう（例えば、舗装が不完全な地区、重量が特に大きい車両の交通、あるいは振動に注意を払わなければならない建物）。被害の尺度を確立し、整備の基準向上の経済的効果を推測するために、系統的研究が望まれている。英国の都市地域における道路の路面整備に費やされる費用は、総額で年間約20百万ポンドにのぼると思われるが、このなかには路面のデコボコの改良と同様、構造体の修理作業や摩擦抵抗の修復工事も含まれている。地方の管理局は最近、道路整備に投ずる費用の減少をやむなくされているが、そのため路面状態の悪化について苦情がでてきている。

5. 侵 害

5.1 序 論

この項では主として物理的および視覚的侵害を取扱う。内容は大体道路に限定して、都市計画と土地利用についての巾広い検討は行なわない。

5.2 地域社会の分断

目標的レベルにおいて、物理的侵害は都市地域の主要道路路線存在について全般的問題を引起す。それぞれの方向に合理的速度で大量の交通量をさばくことがその主たる機能となっている幹線道路は、それを横切って通行する交通に対しては障害となる可能性をもっている。仕事やレジャーのために一方の側から他方の側へと移動する人々にとっては、行程距離や時間が増大することによる直接的な経済的損失を免れることはできず、またそれは多分、その道路を利用して往来する人々の経済的利益を相殺してしまうことになる。地域社会の一部分を他の部分から分断するというあまり実体のはっきりしない影響作用も考えられる。これらの影響は明らかに、分断後取残された地域の大きさや道路の位置がその決定的要因となろう。人は普通その影響を不利な作用と考えるが、有害な影響を全然与えない場合、例えば工業地域と住居地域との境界画定を確めることができたり、あるいは利益をもたらすような場合、例えば生活水準の低い地域が水準の高い地域に徐々に浸透してそれを衰退させることを防ぐなどの効果もある。

分断の悪影響は主要道路を交差させる等の適切な方法を考えることにより最小限におさえることができる。そのような交差の実現の可能性と費用は道路の位置だけでなく、そのレベルによっても左右される。もし道路が地盤面のレベルにあれば、その交差は（都市地域においても普通1～2km

離れたアクセス地点は除いて)、広さの関係と建設費の両方で費用のかかる地下道か高架橋のどちらの方法をとらなければならない。もし道路を高架橋とすればその建設費は高く、また地域街路の地盤面レベルのパターンが乱される恐れはないが、たとえ高架橋が住居地または都市の中心部を走るとしても、その形が環境にうまく溶け合うとは考えられない。盛土道路やその複雑な交差点による影響は英国ではほとんど見当たらない。海外、特に米国では多数の実例がある。切土道路も好ましい形である；視覚上の問題も少なく、交差道路も地盤面レベルの橋で処理することができる。

理論的に次の段階はトンネルを掘って道路を走らすことであるが、これはアクセス地点を除いて路面レベルを侵害作用から防ぐことができる。現在の所、トンネルは特殊な障害物、普通は川であるが、この下をくぐって幹線道路を敷くために用いられているだけである。

道路として一般的に利用できるかどうかはその建設費用により大きく左右される。最近、トンネル工事に要する費用は掘削方法やライニング（内層）技術の向上により減少してきており、また、いろいろな平面道路の型との関係からトンネルの建設工事費について研究が行なわれている。現在までのところ、建設工事費のみに関しては、相当に柔らかい岩石や堅く締った粘土のような、工事しやすい地盤でさえも、幹線道路用トンネルは盛土道路よりも割高である。しかし、土地取得費用が1エーカー当たり100000ポンドを超過すれば、盛土道路でも建設費と土地取得費用の総額が、トンネル道路のそれをはるかに超えるものと思われる。環境価値も含めればトンネル道路の方が数段秀れているといえる。都市の中心部から離れた地点でトンネル工事にはあまり向いていない地盤であれば、この判断も正しいとはいえない。多くの場合、平面道路計画では新設道路の長期計画の内容にしたがって再開発地域か“荒廃地区”のどちらかの“柔軟な”地域の利益を図ろうとする。いずれの場合でも、現在の土地取得費用はあまりにも低く、トンネル道路とするには妥当性を欠いている。しかし、もしトンネル道路が一つでも建設されれば、その土地の開発は促進され、10年も経ればその価値も非常に高くなると思われる—その時には、地価も十分に上がって平面道路よりもトンネル道路が妥当な方法とみなされる。このように平面道路とトンネル道路の選定に地価を導入する場合、現在の価値または将来の潜在的価値のどちらを考えるべきであろうか？直観的な答えは後者になるだろうが、しかし、これにより民間の関係団体の慎重な研究が必要となるような経済と政治との関連性を強調することになる。

幹線道路トンネルに関しては、英国においてその実質的スケールでの利用を強く主張する前に、深く突っ込んだ研究をいろいろな側面で行なう必要がある。これには交差点の設計と建設費用、運転維持費用、障害や他の非常事態に対する措置、換気、および建設期間中の路面交通の影響が含まれる。OECDは、最近ワシントンで開かれたトンネルに関する会議において、道路や他の都市開発のためにトンネルを利用することが実質的に増大すると予想し、その構成各国に対して研究、指導、およびこの目的をもって行なわれる他の活動に資金の援助を強く要請したことは適切なことである。

5.3 歩行者と自動車の対立

目標的レベルにおいては、物理的侵害が同時に同じ場所で人間と自動車の両方の存在に関係する

が、このことにより歩行者の形態とその人間の住む環境の内容について全般的問題が生じてくる。騒音と汚染の他に、この環境には、安全性と遅滞、および自動車の騒音が静かになるにつれてその増大する快適な生活環境、天候条件からの保護、そして常に一定の警戒を必要とする精神的圧迫といったあまり実体のはっきりしない影響も含まれる。多数の道路を交差することは物理的に適当なことではなく、精神的にも判断が容易でない。それは、老人や若者、身体弱い人、そして買物や他の荷物を運搬して歩く人々にとってはしばしば苛酷な作業となるが、天候が悪かったり、あるいは夜間だったりするともっと辛くなる。現在の傾向は、歩行者優先に背を向けていると思われる。交差点を、交通の流れを改善するように設計したり、変更する時には、歩行者と自動車の両者の安全性を十分に考慮するが、場合によっては歩行者が長い道路を利用しなければならないこともある。歩行者の遅滞と快適性は、総合的な最適条件設計の際にかなりのウェイトをおかなければならない。老人と身体弱い人は、その大半が自分の車を持っていないし、またバスの運行回数が減少しているため特にその影響を強く受ける。

実現可能な唯一の解決策は、相互の便宜のために歩行者と自動車の運行を分離することだと思われる。このためには、特に道路の交差点における自動車との空間分離の十分な利用も含めて、歩行者専用道路、分離帯および歩道を設ける必要がある。歩道は住居地の中心部、店舗、仕事場および交通輸送センターに連絡していなければならない；それは、また身体弱い人の利用や乳母車の使用などにも適したものでなければならない。また、天候条件から歩行者を保護するように考慮することが望ましい。こういった歩行者用施設の要求についてはかなりの資料がある。^{17, 18} しかし、もっと資料を必要としているのは歩行者の行動特性とその動機についてであり、RRLもこの分野ではいくつかの計画に着手している。計算が容易にできる歩行者渋滞や事故などによる損失と同様、環境の快適性の側面を考慮に入れながら、種々の歩行者施設が経済的だといえるような環境について評価を与えることも必要である。参考文献 19 から抜粋した図-10は、交通量が約500台/時間になった場合に歩行者の遅滞と事故の危険性との両方が急速に増大し、自動車の運行速度も減少し始めることを示している。騒音も増大し始めるこの交通量については、他の研究発表者も指摘している。しかし、限界交通量は自動車と歩行者の両者の流れ、道路の利用形態などに左右されるものであり、それ故その指針を与えることが非常に重大な意味をもってくる。歩行者環境の向上による利益や損失については何ら推定値を与えられていないが、その重要度は交通騒音と十分に比肩しうるものと思われる。

自動車と歩行者の分離は長期対策が主眼となる。ニュータウンや再開発都市（例えば英国のCanberraとCoventry）には大きな活動余地があるが、その数は限られている。現状を変えることは難しいが、配置の許す限り改良策を実行することは可能である（例えばNorwichの如く）。

5.4 視覚侵害

視覚侵害の範囲は個人個人の風趣と占有程度により異なると思われる；視覚対象物の大きさ、距離と特徴；等々。多数の人々の意見で決定した敷地規則の組合せを土台とする視覚侵害の何らかの主観的尺度を想定することは可能であるが、そのような尺度の開発とそれへの経済的価値づけは実

際、困難な作業である。

都市地域で夜間の自動車のヘッドライトによる不快感も多分視覚侵害だと思われるが、ヘッドライトの使用を禁止できるように街路灯を一定基準に到達させることが不可能であれば、自動車と歩行者の分離により最も適切に処理することができるであろう。

6. 概要と論考

道路交通による環境への悪影響についての考察は、その影響の発生と伝播、その被害、および減少方法の技術的問題に関連させて進められている。その理想値、あるいは許容レベルとそれらに到達する方法についての対策も必要とされている。環境向上の物理的、および快適性の経済的利益とそれらを達成するための費用の面でこれらの判断資料を補足することが必要である。

技術的問題に関してわれわれが知っていることは広範囲ではあるが、決して完璧なものではない。住民に対する影響、それに対する住民の対策などについて、十分に知っているとはいえない。特に、人間や経済的側面の問題に対しては相当の研究が必要である。この目的の達成のために、それに関連する物理的測定方法とともに実体的な社会調査が計画されている。

環境向上について経済的利益を査定するときには、物理的側面に特別な注意を払わなければならない（例えば、騒音による作業能率、汚染による清掃費用）。これは快適性の経済的価値の格下げとしてではなく、後者が騒音と汚染減少のために講じられる自動車と自動車運転の費用増大と比較することは、全く不可能であると考えべきである。後者は、英国での実際収入の利潤分配、店舗に売りに出されている価格、そして多分、輸出価格にさえも影響をおよぼす経済的価格を厳密に示している。汚染の物理的問題を減少させることによる利益も、また汚染を減少させるための費用に対する直接的相殺値となりうる厳密な経済的費用である。もし汚染減少に関する費用／便益が物理的問題に関して、いわば賞与としての快適性の問題と釣り合いがとれていれば、快適性の価値づけのみを基本とした場合よりもずっと効果があると思われる。

特殊な影響に関して得られた主要な結論は：

交通騒音は、人体に重大な危険を与えることはないけれども広範囲な障害をまきちらす。都市の騒音問題の大部分は現在の道路に関してであるが、10年か20年経っても状況が変わらなかった道路に沿って建設した住居や他の建物にも関連するここ数年後に期待できる改善の方法は、窓の遮音と交通規制に大きく限定されるであろう。後者は、交通量の大きい道路を少なくしてそこに一定の交通量を集中させること、そして特に夜間の重貨物自動車や他の騒音の大きい車両の通行制限を行なうことになろう。遮音壁も場所によっては効果があろうと思われ、その実験がM1とM4で行なわれているが、すべての場合に遮音壁が実用的で受け入れられるということはないであろう。長期的に見て、実質的な騒音減少を行なうための主たる方法は、地域社会のほとんどにおいて適当な生活環境として容認されているレベルに個々の自動車の騒音を減少させることである。これを発効させるまでには多分10～20年かかると思われ、それ故、建物の配置と建設方法によって改善しなければならない残余騒音問題を放置するところまででくるであろう。

道路交通による大気汚染も一つの障害であるが、騒音ほど広範囲におよぶものではない。人体に対する悪影響は究明されていないけれども、無視できることではない。自動車による大気汚染を抑制するための、またはできればそれを減少させるための措置をとることが望ましく、それは個々の自動車の出力を減少させることによってのみ達成できることである。そのような措置が実質的に有効なものとなるためにも数年は必要であろう。

古代の遺跡や科学実験所のような振動に非常に敏感な建物を除けば、路面をある一定程度に平滑に保っている限り、振動は何ら障害とはならない。その平滑さを適度に維持することが、幹線道路関係機関の重要任務となる。

侵害は地域社会の分断から歩行者の問題まで幅広い特徴をもっている。この問題の解決は、道路や都市の計画立案者によるところが大きい。自動車と歩行者を分離するときにはそれに関する環境上の方針が必要である。

感 謝

この論文は、運輸・道路研究所所長の許可を得て発表したものである。

クラウ紙著作権

HM書籍出版事務所の管理者の許可により複写。

7. 参 考 文 献

1. CENTRAL STATISTICAL OFFICE. Annual Abstract of Statistics No 106 1969, London HMSO.
2. MINISTRY OF TRANSPORT. Highway Statistics, 1968, London HMSO.
3. MINISTER OF TRANSPORT. Roads in England, Report for the year ended 31 March 1969, London, HMSO.
4. TULPULE A H. Forecasts of vehicles and traffic in Great Britain: 1969. Ministry of Transport, RRL Report No LR 288, Crowthorne, 1969 (Road Research Laboratory).
5. MINISTRY OF TRANSPORT. Roads for the future: the new Inter-Urban Plan for England Cmnd 4369 1970, London, HMSO.
6. THE WORKING GROUP ON RESEARCH INTO ROAD TRAFFIC NOISE. A Review of Road Traffic Noise, Ministry of Transport, RRL Report No LR 357, Crowthorne 1970, (Road Research Laboratory).
7. COMMITTEE ON THE PROBLEM OF NOISE. Noise-Final Report Cmnd 2056, London HMSO 1963, reprinted 1966.
8. MINISTRY OF TRANSPORT, SCOTTISH DEVELOPMENT DEPARTMENT AND THE WELSH OFFICE. Layout of roads in rural areas, London 1968, HMSO.

9. MINISTRY OF TRANSPORT, SCOTTISH DEVELOPMENT DEPARTMENT AND THE WELSH OFFICE. Roads in urban areas, London, 1966, HMSO.
10. McKENNEL A C, and HUNT E A. Noise annoyance in Central London. The Government Social Survey, COI Report No SS332, 1962.
11. TANNER J C, JOHNSON H D, and SCOTT J R. Sample Survey of the Roads and Traffic of Great Britain, Department of Scientific & Industrial Research, RRL Technical Paper No 62, London, 1962, HMSO (Road Research Laboratory).
12. TIMBERS, JANICE A. Traffic survey at 1300 sites, Ministry of Transport, RRL Report No LR 206, Crowthorne, 1968 (Road Research Laboratory).
13. SHERWOOD P T, and BOWERS P H. Air pollution from road traffic-a review of the present position. Ministry of Transport RRL Report LR 352, Crowthorne 1970 (Road Research Laboratory).
14. WHIFFIN A C and LEONARD D R. A survey of traffic induced vibrations, Department of the Environment, Road Reserch Laboratory Report LR 418, Crowthorne, 1971 (Road Research Laboratory).
15. BUILDING RESEARCH STATION. Vibrations in Buildings-I, Building Research Station Digest No. 117, 1970.
16. STEFFENS R J. The problem of vibrations in laboratories, Building Research Station Current Paper No CP 14/70, March, 1970.
17. SWEDISH NATIONAL BOARD OF URBAN PLANNING. Scaft Guidelines 1968: Principles for urban planning with respect to Road Safety, Stockholm 1968.
18. MILLER A, and COOK J A. Pedestrians and vehicles on Housing Estates: A User study Building Research Station, Current paper No CP 23/68.
19. BURT, M E. Traffic Noise-Aspects of Highway Design and Traffic Management. Conference on Road and Environmental Planning and the Reduction of Noise, University of Southampton, 1969, J Sound Vib (1971) 15(1) 23-24.

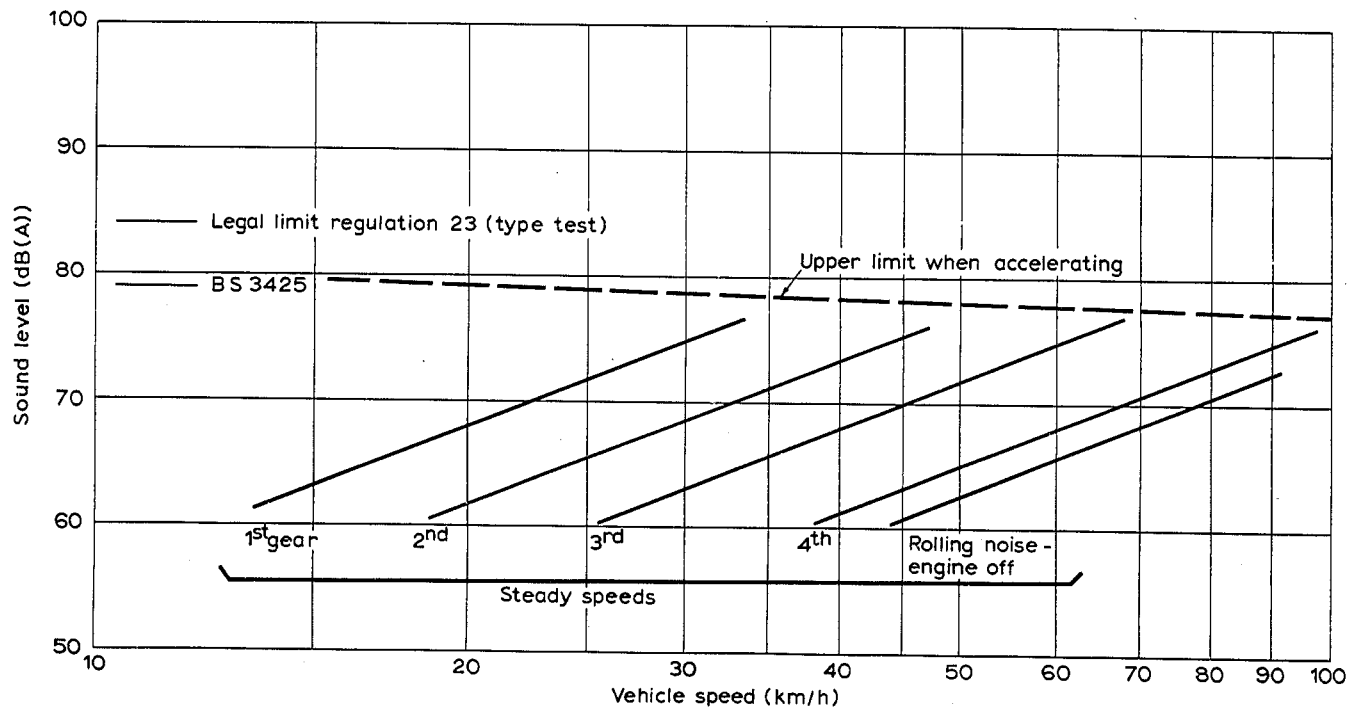


Fig. 1. SOUND LEVELS-TYPICAL SALOON CAR (PETROL ENGINE) ON A SMOOTH DRY ROAD

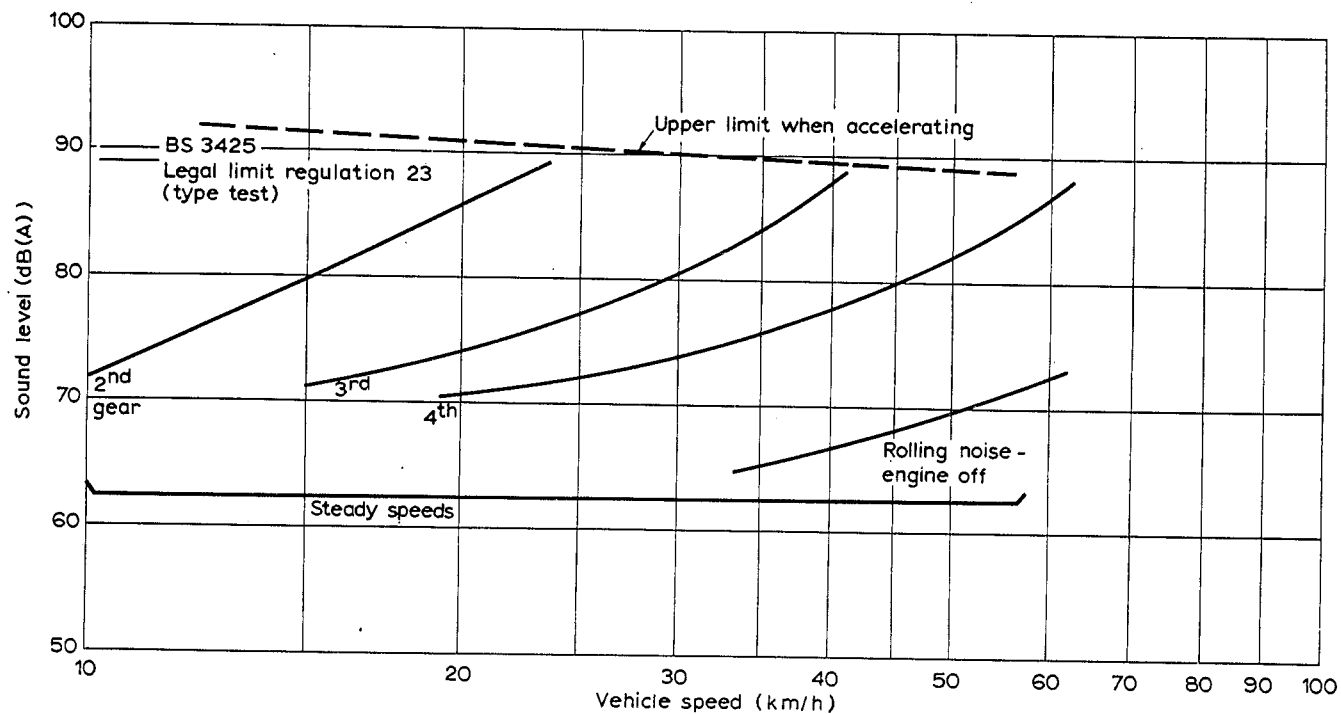


Fig. 2. SOUND LEVELS-TYPICAL HEAVY LORRY (DIESEL ENGINE) ON A SMOOTH DRY ROAD

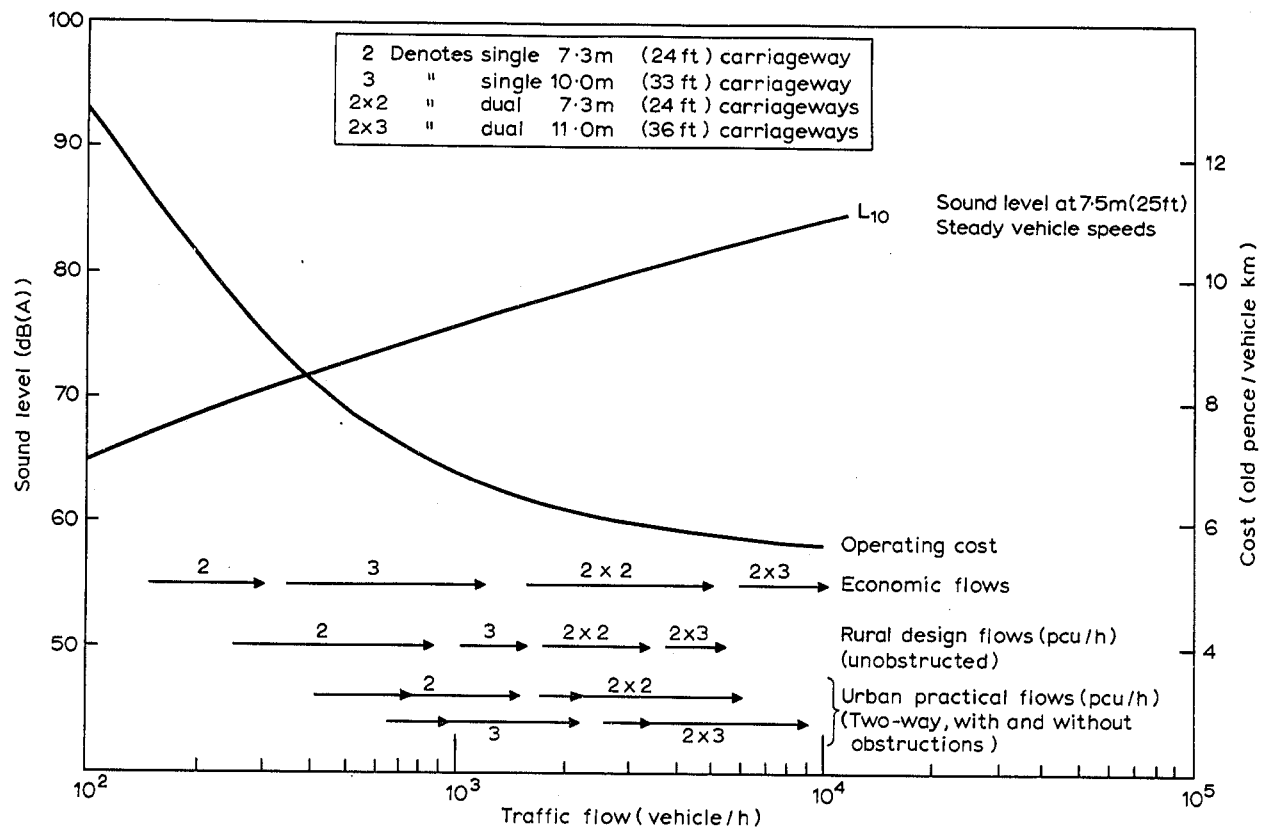


Fig. 3. TRAFFIC NOISE AND OPERATING COSTS

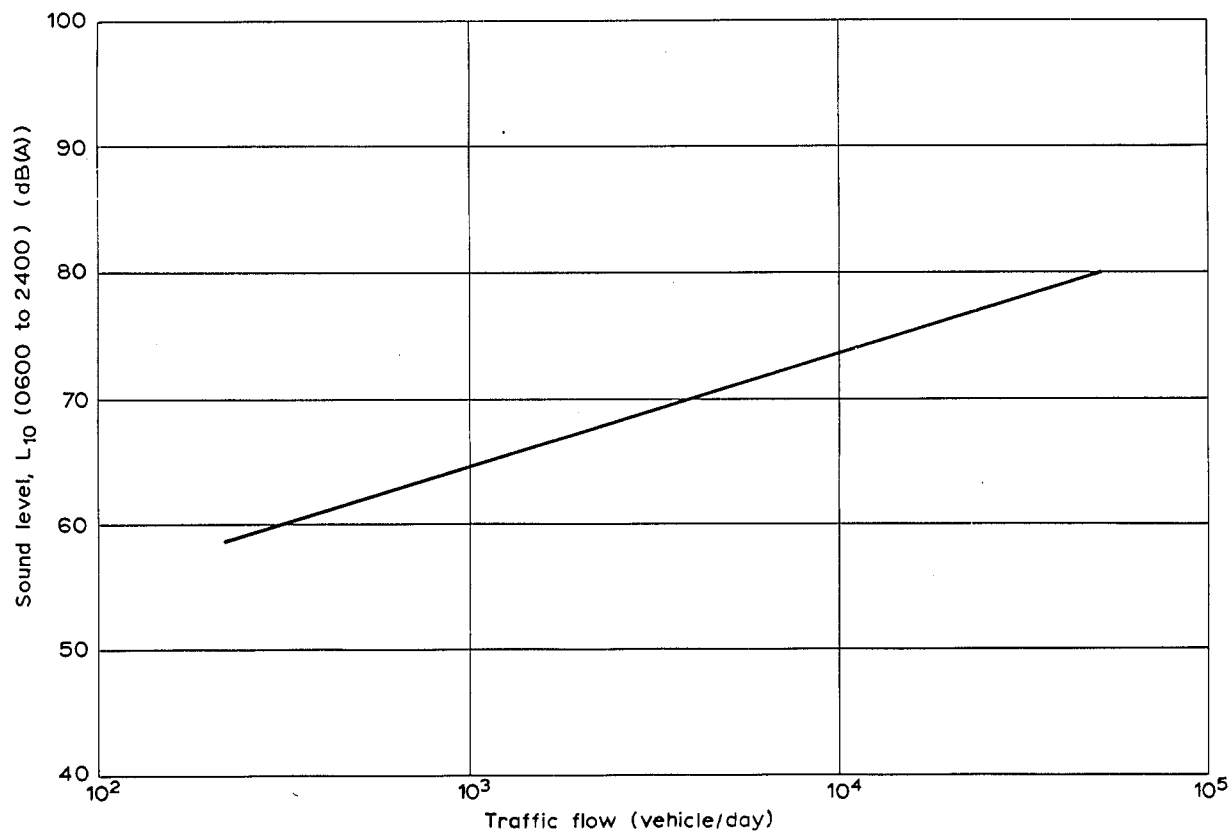


Fig. 4. SOUND LEVEL AND TRAFFIC FLOW

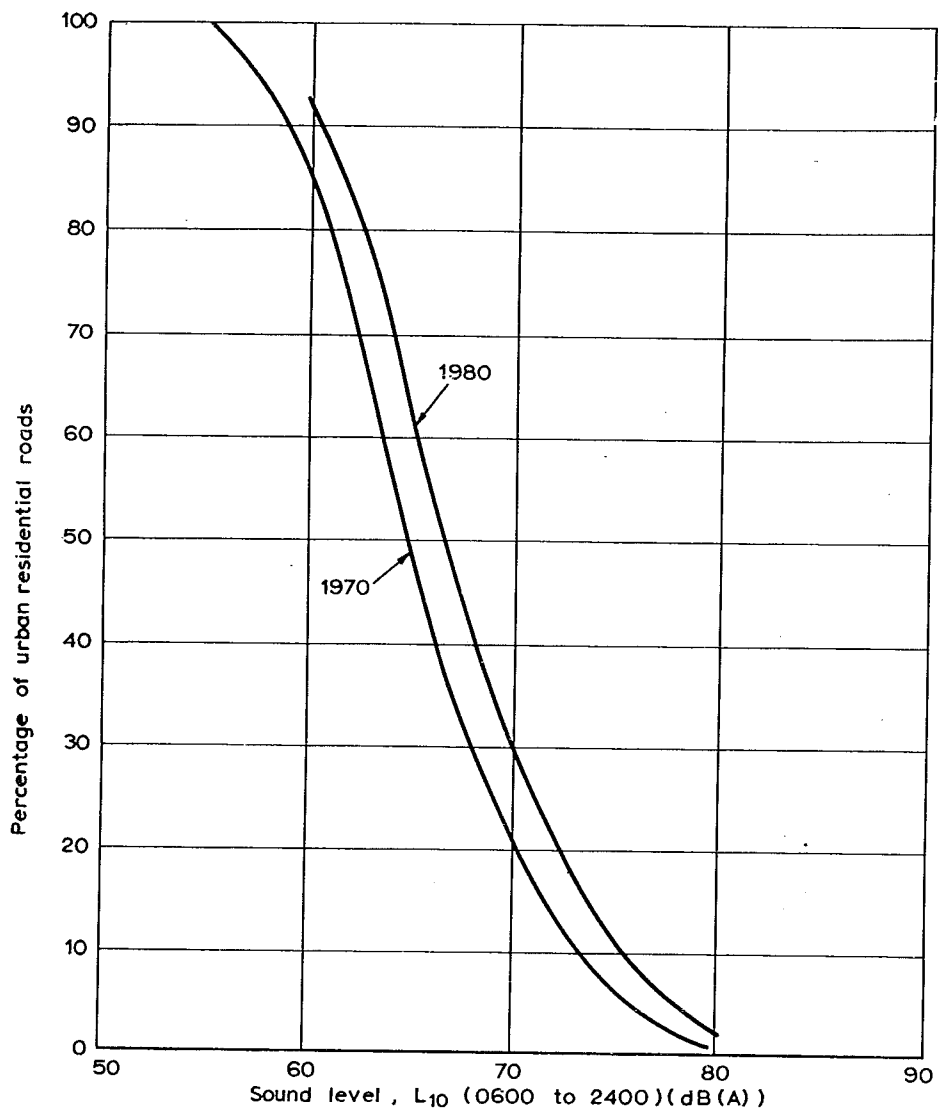


Fig. 5. PERCENTAGES OF URBAN RESIDENTIAL ROADS EXPOSED TO VARIOUS LEVELS OF L_{10}

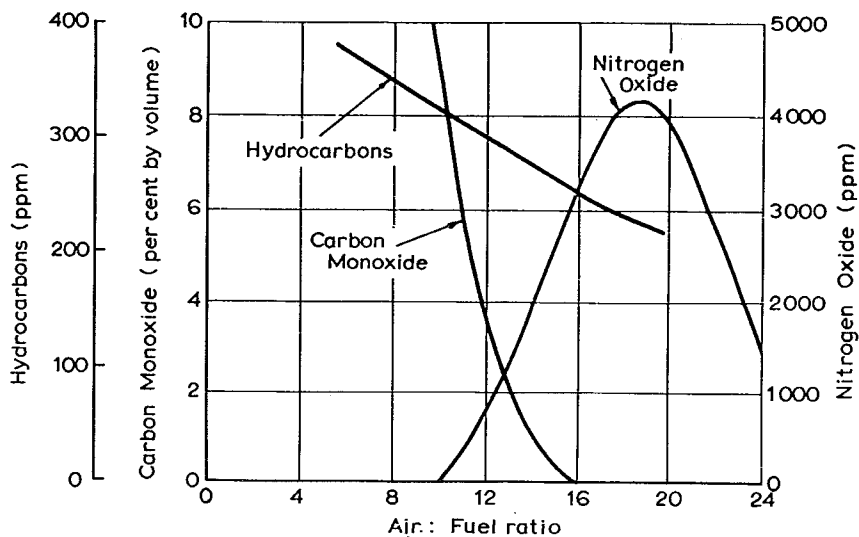


Fig. 6. EFFECT OF AIR:FUEL RATIO ON THE CONCENTRATIONS OF THREE OF THE POLLUTANTS THAT OCCUR IN PETROL ENGINE EXHAUST GASES

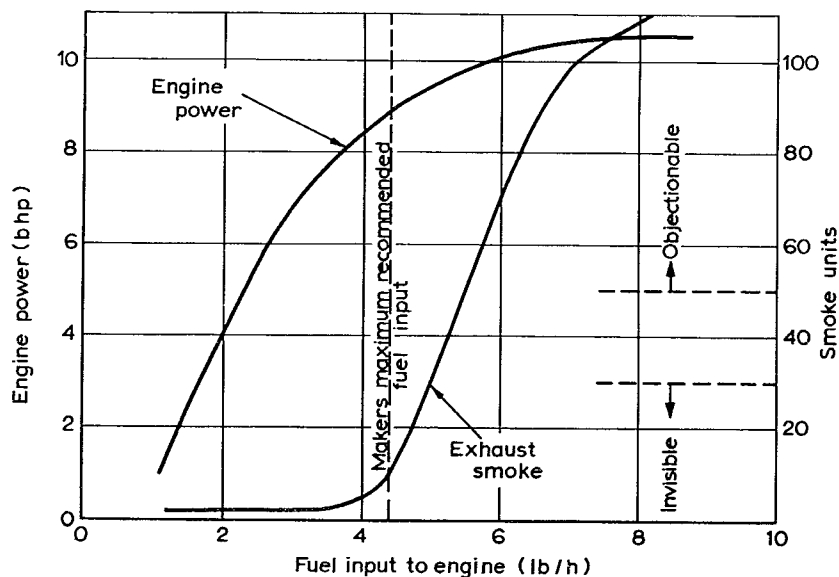


Fig. 7. EFFECT OF FUEL INPUT ON POWER AND EXHAUST SMOKE OF DIESEL ENGINES

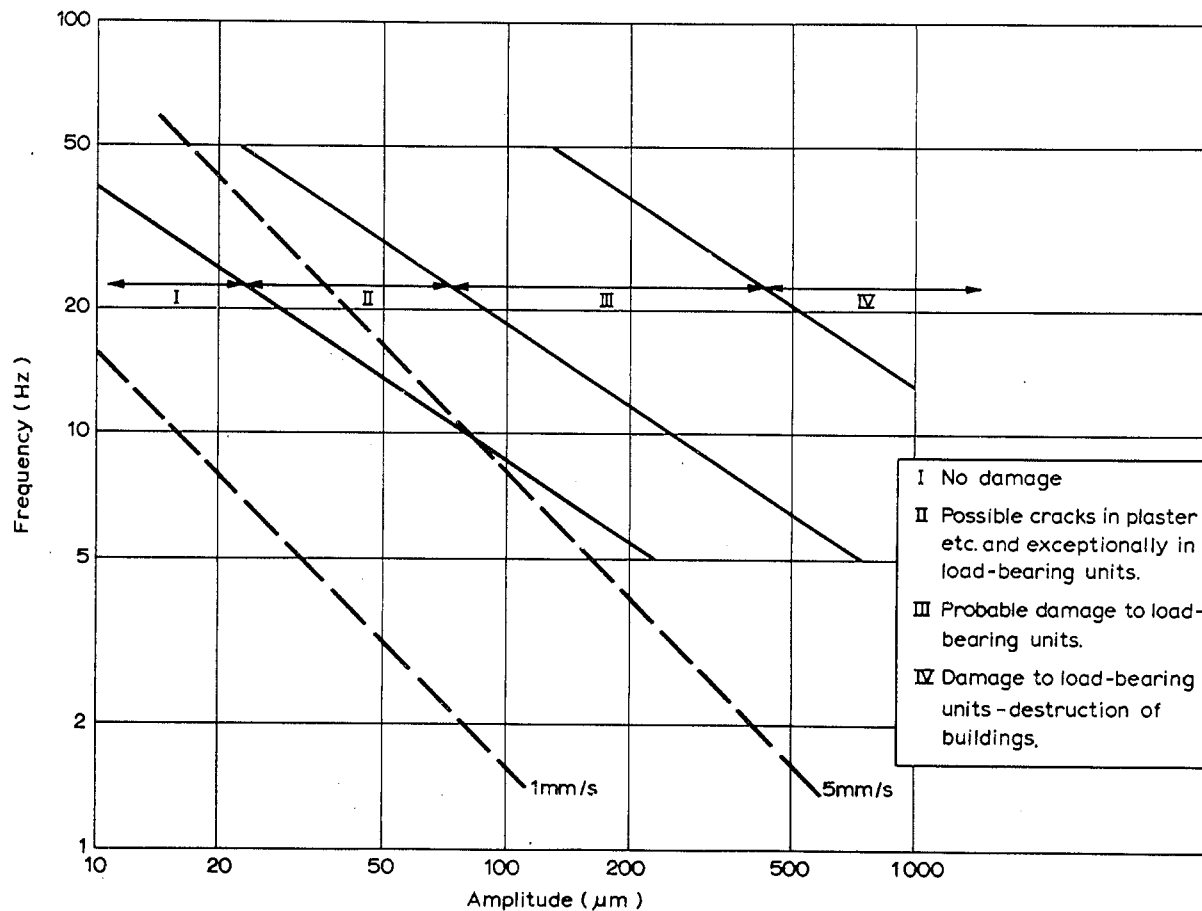


Fig. 8. VIBRATION DAMAGE TO BUILDINGS

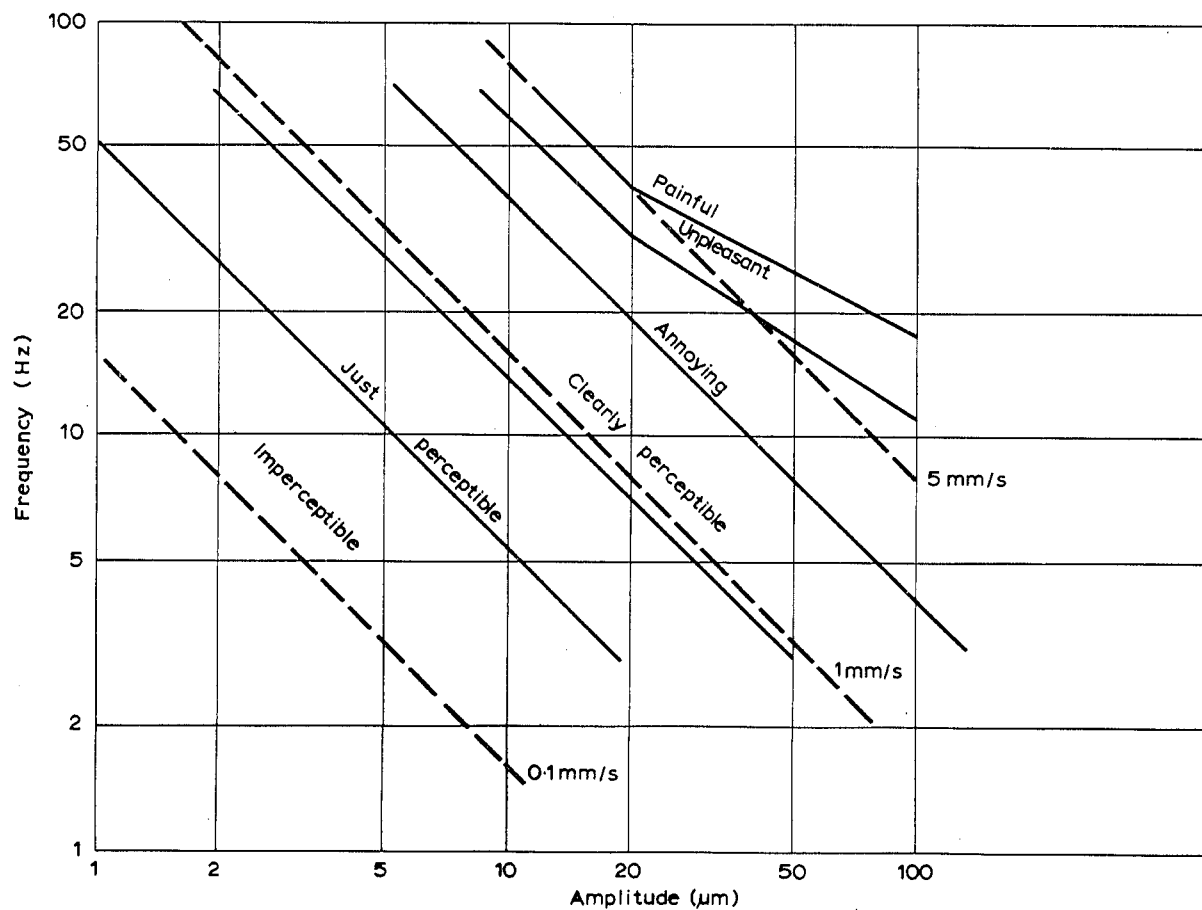


Fig. 9. HUMAN SENSITIVITY TO VIBRATIONS

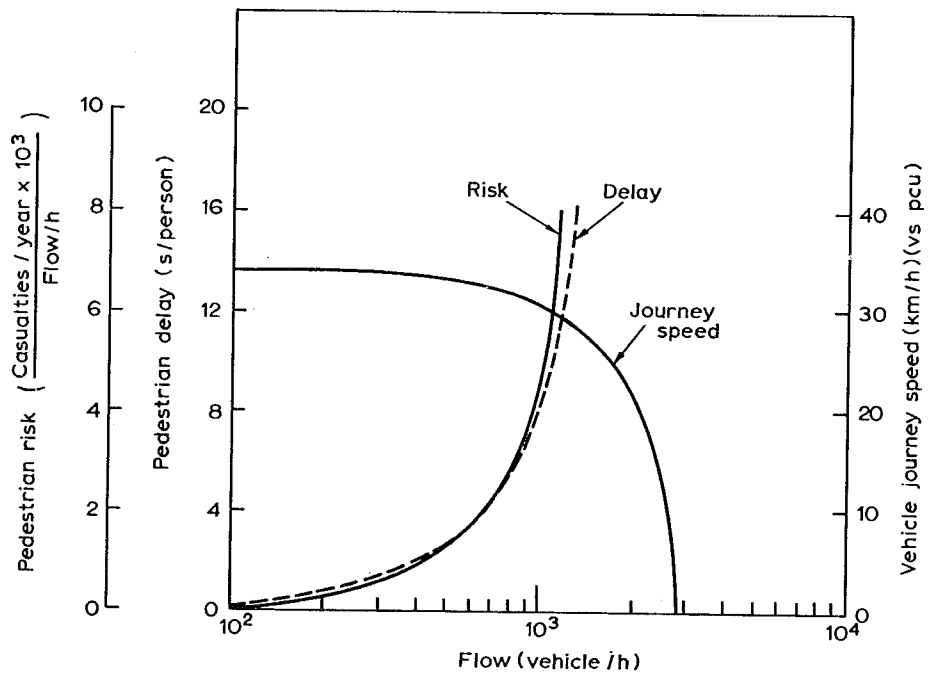


Fig. 10. PEDESTRIAN RISK AND DELAY

概 要

道路と環境：ME BURT BA (Hons) CEng, FRAcS, MICE：環境局，TRRL（運輸：道路研究所）報告書 LR441：クローリン，1972（運輸・道路研究所）。本書は，道路とそれを運行する自動車が地域社会に付与する利益を簡単に説明し，次に，交通騒音，大気汚染，振動，および侵害の四主要分野の環境に対するそれらの悪影響を検討する。これらの分野のそれぞれについて，現段階の資料を概説して，その望ましい研究と開発の方向づけについての指針を述べる。その重点は，方針決定の際に経済的要因との関連から環境要因に相当の比重を置いて考えることができる様に，環境的利益を経済的側面から評価するための方法を開発することに与えられている。

道路環境に関する資料

土研資料第846号
昭48・6 (1973)

キーワード

道路環境, 交通騒音, 振動, 大気汚染, 視覚侵害, 分断

要 旨 道路環境問題に関するOECDの道路研究計画T6グループの最終報告書および英国のTRRL Report LR 441の内容を紹介したものである。



郵便はがき

は十
い 円
っ 切
て 手
下 を
さ

2 8 0 - □ □

建設省土木研究所
交通環境研究室
御中

千葉県千葉市
四丁目十二番五二号
穴川

No.0005

No.0005

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第846号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印