

2-2 騒音

(1) 環境影響要因の内容

条例で定められている対象事業について、技術指針に示されている標準的な影響要因と騒音との関わりは、次のとおりである。

[技術指針に示されている標準的な影響要因と騒音との関わり]

区 分	土地又は工作物の存在及び供用	工事の実施
道路事業	・自動車の走行に伴う騒音による影響	・建設機材の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
ダム事業	_____	・工事の実施（ダムの堤体の工事、原石の採取の工事、施工設備及び工事用道路の設置の工事、道路の付替の工事）に伴う騒音による影響
鉄道事業	・列車の走行（地下を走行する場合を除く。）に伴う騒音による影響	・建設機械の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
工場事業	・工場の稼働に伴う騒音による影響	・工事の実施（資材及び機械の運搬に用いる車両の運行、切土工等又は既存の工作物の除去、建設機械の稼働）に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
最終処分場事業	・存在及び供用（廃棄物の埋立て、廃棄物の搬入に用いる車両の運行）に伴う騒音による影響	・最終処分場の設置の工事に伴う騒音による影響
焼却施設事業	・廃棄物の搬入に用いる車両の運行に伴う騒音による影響 ・焼却場の稼働に伴う騒音による影響	・工事の実施（切土工等又は既存の工作物の除去、建設機械の稼働）に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
し尿処理施設事業	・し尿の搬入に用いる車両の運行に伴う騒音による影響 ・し尿処理施設の稼働に伴う騒音による影響	・工事の実施（切土工等又は既存の工作物の除去、建設機械の稼働）に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
スポーツ又はレクリエーション施設等事業	・スポーツ又はレクリエーション施設の併用に伴う騒音による影響	・建設機械の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
土地区画整理事業	_____	・建設機械の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
住宅地造成事業	_____	・建設機械の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
工業団地造成事業	・工場の稼働に伴う騒音による影響	・建設機械の稼働に伴う騒音による影響 ・資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に伴う騒音による影響
土石事業	・存在及び供用（発破作業、採取の用に供する機械の稼働、施設の稼働）に伴う騒音による影響	_____

以上のように、対象事業ごとの影響要因を整理すると、基本的に以下のように区分される。

【騒音に係る影響要因の区分】

- 自動車の走行等に起因するもの → 道路交通騒音
- 列車の走行に起因するもの → 鉄道騒音
- 工場の稼働等の固定発生源に起因するもの → 工場・事業場騒音
- 建設機械の稼働等の建設作業に起因するもの → 建設作業騒音

本技術指針マニュアルでは、上記の騒音に係る影響要因の区分を踏まえ、環境影響評価に係る調査、予測及び評価の手法について記載することとする。

(2) 調査の手法

1) 調査すべき情報

調査すべき情報は、次に示すとおりであり、これらの中から対象事業の種類に応じて、選定する。

- 騒音の状況
- 地表面の状況
- 資材及び機械の運搬に用いる車両（以下「工事用車両」という。）の運行が予想される道路の沿道の状況
- 対象道路事業により新設又は改築される道路の沿道の状況
- 廃棄物の運搬に用いる車両の運行が予想される道路の沿道の状況

また、騒音に係る環境要因の区分により分類される騒音の環境要素について、一般的に調査すべき情報の内容としては、次のようなものが考えられる。

なお、対象事業実施区域及びその周囲におけるバックグラウンドの騒音レベルを把握するために、環境騒音も併せて調査しておくことが望ましい。

[環境要素に関する調査すべき情報の内容の例]

環境要素	調査すべき情報の内容
道路交通騒音	①道路交通騒音（等価騒音レベル(L _{Aeq})） ②沿道の状況（交通量、走行速度、道路構造、地表面の種類及び建物立地状況等）
鉄道騒音	①鉄道騒音（在来鉄道：等価騒音レベル(L _{Aeq})） ②その他（運行回数、走行速度等、建物立地状況等）
工場・事業場騒音	①工場・事業場騒音（騒音の変動特性に応じ、定常値（定常騒音）、最大値（間欠騒音、衝撃騒音）、時間率騒音レベル(L _{A5} :変動騒音等)を指標とする。） ②地表面の状況（地表面の種類、地形、建物立地状況等） ③その他（業種、騒音発生施設、操業時間帯等）
建設作業騒音	①建設作業騒音（工場・事業場騒音と同様、騒音レベルとし、騒音の変動特性に応じた指標とする。） ②地表面の状況（地表面の種類、地形、建物立地状況等） ③その他（作業の種類、騒音発生機械、作業時間帯、発生源の位置等）
環境騒音	等価騒音レベル(L _{Aeq})（一般環境騒音の環境基準に準ずる。）

2) 調査の基本的な手法

調査の基本的な手法は、文献その他の資料と現地調査を基本とする。

①文献その他の資料

騒音の状況については、国又は地方公共団体が所有する測定資料、文献等を収集し、騒音の状況、環境基準の達成状況等を調査する。地表面の状況及び沿道の状況については、土地利用図や地形図等の既存資料を収集し、地表面の種類、建物立地状況等を把握する。

②現地調査

現地調査は、次に示す方法で行うことを基本とする。

a) 騒音の状況

騒音の調査方法は、次表に示す測定方法に準拠する。

【道路交通騒音】

道路交通騒音の測定方法は、「騒音に係る環境基準について」（平成10年9月30日、環境庁告示第64号）及び関連通知（平成10年9月30日、環大企第257号）に定める方法に準拠する。

〔道路交通騒音に係る調査手法〕

区 分	内 容
測定方法	<ul style="list-style-type: none"> 日本工業規格 Z 8731 に定める「環境騒音の表示・測定方法」による。 時間の区分ごとの全時間における等価騒音レベル($L_{Aeq, T}$)により評価する。
測定機器	<ul style="list-style-type: none"> 普通騒音計 (JIS C1502)、精密騒音計 (JIS C1505) 又は同等以上の測定器であって計量法第71条の検定に合格した特定計量品。等価騒音レベルの演算は、原則として積分平均形騒音計規格に適合する騒音計又は同等の機能を有するレベル処理器を用いる。 動特性は、等価騒音レベル($L_{Aeq, T}$)測定の場合は S 特性(SLOW)とし、等価騒音レベルと時間率騒音レベル($L_{A\alpha, T}$)の同時測定の場合は F 特性(FAST)とする。

【鉄道騒音】

鉄道騒音の測定方法は、「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」（昭和50年環境庁告示第46号、昭和50年環大特第100号）及び「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」（平成7年環大一第174号）に定める方法に準拠する。

〔鉄道騒音に係る調査手法〕

区 分	内 容
測定方法	<ul style="list-style-type: none"> 原則として、当該路線を通過する全列車（上下とも）を対象とし、周波数補正回路を A 特性に合わせ、通過列車ごとの騒音の単発騒音曝露レベル(L_{AE})を測定する。ただし、通行路線（上下等）、列車種別、車両形式、走行時間帯等による騒音レベルの変動に注意し、測定を行う列車の本数を適宜加重計算をしてもよい。 測定にあたっては、列車騒音以外の暗騒音との差が10dB(A)以上となるような間を測定する。なお、暗騒音との差が十分確保できない場合は、騒音計の SLOW 動特性を用いて測定した騒音レベル最大値(L_{Amax})から近似式により L_{AE} を算出する。
測定機器	<ul style="list-style-type: none"> 計量法（平成4年法律第51号）第71条の条件に合格した騒音計を用いる。

【工場・事業場騒音】

工場・事業場騒音の測定方法は、「特定工場等において発生する騒音の規制に関する基準」（昭和43年厚生省・農林省・通商産業省・運輸省告示第1号）に定める測定方法に準拠する。

〔工場・事業場騒音に係る調査手法〕

区 分	内 容
測定方法	・日本工業規格 Z 8731 に定める「環境騒音の表示・測定方法」による。
測定機器	・計量法第17条の検定に合格した騒音計。 ・周波数補正回路は A 特性、動特性は早い動特性 (FAST) を用いる。
騒音の 大きさの決定	・騒音計の指示値が変動せず、又は変動が小さい場合は、その指示値とする。 ・周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が概ね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。 ・不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の90%レンジの上端の数値とする。 ・周期的かつ間欠的に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の最大値の90%レンジの上端の数値とする。

【建設作業騒音】

建設作業騒音の測定方法は、「建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」（昭和43年厚生省・建設省告示第1号）に定める測定方法に準拠する。

〔建設作業騒音に係る調査手法〕

区 分	内 容
測定方法	・日本工業規格 Z 8731 に定める「環境騒音の表示・測定方法」による。
測定機器	・計量法第17条の検定に合格した騒音計。 ・周波数補正回路は A 特性、動特性は早い動特性 (FAST) を用いる。
騒音の 大きさの決定	・騒音計の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合には、その指示値とする。 ・周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が概ね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。 ・不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の90%レンジの上端の数値とする。 ・周期的かつ間欠的に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の最大値の90%レンジの上端の数値とする。

【環境騒音】

環境騒音の測定方法は、「騒音に係る環境基準について」に定める測定方法に準拠する。

b) 地表面の状況

地表面の状況については、現地踏査による目視で行うことを基本とする。

c) 沿道の状況

沿道の状況については、現地踏査による目視で行うことを基本とし、次に示す地表面の実効的流れ抵抗値 σ を設定する。

〔地表面種別と実効的流れ抵抗値〕

地表面種別	地表面の実効的流れ抵抗 (幹モデルによる推定値)
コンクリート・アスファルト	20,000 kPa・s/m ²
スポーツグラウンドなどの表面の固い地面	1,250
芝地、田んぼ、草地	300
表面の柔らかい畑地、耕地	75

出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」

(日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

3) 調査地域

調査地域は、騒音に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる区域において、住宅等の保全対象が立地する地域（住宅等が立地する地域又は住宅等の立地が予定される地域）とする。

【道路交通騒音】

道路交通騒音に係る調査地域は、計画路線の道路構造、沿線の地形、土地利用、住宅等の立地状況等を勘案し設定する必要がある、おおむね道路端から100～200m*の範囲が考えられる。

【鉄道騒音】

鉄道騒音に係る調査地域は、計画路線の鉄道構造、沿線の地形、土地利用、住宅等の立地状況等を勘案し設定する必要がある、おおむね鉄道用地境界から100～200mの範囲*が考えられる。

【工場・事業場騒音】

工場・事業場騒音に係る調査地域は、対象事業に係る騒音発生源の種類、規模及び立地場所等を勘案し設定する必要がある。なお、一例として、調査地域を対象事業実施区域からおおむね200mまでの範囲**として設定している例もある。

【建設作業騒音】

建設機械の稼働に係る調査地域は、対象事業に係る工事区域及びその周辺地域並びに工事用車両の運行が予想される道路の沿道が考えられる。その周辺地域とは、一つの目安として、対象事業に係る工事区域の端部からおおむね数百メートルの範囲が考えられるが、次に示すような点に留意し、適切な範囲を設定する必要がある。

〔調査範囲の設定にあたっての留意点〕

○事業特性：工事計画の概要（発生源の状況、工事位置、工種等）

○地域特性：地表面、地形等の状況、住居等の保全対象の配置状況等

なお、工事用車両の運行が予想される道路の沿道に係る騒音の調査地域については、基本的に道路交通騒音に係る調査地域と同一とする。

出典：* 「環境影響評価制度総合研究会技術専門部会関連資料集」（環境庁企画調整局環境影響評価課、平成8年6月）

** 「騒音に係る環境影響評価指導・審査マニュアル」（横浜市公害対策局、昭和61年3月）

4) 調査地点

調査地点は、調査地域のうち、騒音に係る環境影響を予測及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点とする。具体的には、事業特性及び地域特性を踏まえ、予測地点に対応させ、調査地域を代表する騒音の状況、地表面の状況及び沿道の状況が把握できる地点並びに住居地域、病院、学校等の静穏の保持が必要とされる地点を選定する必要がある。

【道路交通騒音】

道路交通騒音に係る調査地点については、対象事業実施区域周辺の住宅等の立地状況を踏まえ、道路に最も近接する住居や騒音の距離減衰・緩衝建物等の効果を考慮した道路背後地の住居等を選定する。

【鉄道騒音】

鉄道騒音に係る調査地点については、鉄道用地の外部で、なるべく地域の騒音を代表すると考えられる屋外の地点のうち、近接側軌道中心線から水平距離が12.5mであって、高さが1.2m、窓又は外壁から原則として3.5m以上離れた地点*を選定する。

【工場・事業場騒音】

工場・事業場騒音に係る調査地点については、対象事業実施区域の敷地境界及びその周辺地域とし、土地利用状況、調査地域内の地形、建造物等による騒音の伝搬の影響を考慮し、適宜選定する必要がある。

【建設作業騒音】

建設作業騒音に係る調査地点については、対象事業に係る工事区域の敷地境界及びその周辺地域とし、土地利用状況、調査地域内の地形、建造物等による騒音の伝搬の影響を考慮し、適宜選定する必要がある。

5) 調査期間等

①騒音の状況

調査時期等は、1年間のうち、平均的な騒音の状況が適切に把握できる時期を設定する。

調査期間及び時間帯については、法令等により期間及び時間帯の定めがある場合には、それによるものとし、特に定めがない場合は、騒音の状況を適切に把握できる期間及び時間帯を設定する。なお、調査時期等の設定にあたっては、例えば、秋の行楽シーズンに集中交通が発生する等、1年間のうち、特に著しい変動が生じるような場合には、このような時期も把握しておくことが望ましい。

②地表面の状況

調査時期等は、調査地域において考えられている騒音発生源の位置、季節性等の特性を踏まえ、地表面の種類（草地、裸地、芝地、舗装地）、地形等を適切に判別できる時期とする。

出典：*「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」（平成7年環第一第174号）

③沿道の状況

調査時期等は、道路の交通量、車種別混入率及び走行速度などの交通状況の変動特性を踏まえ、騒音の状況と合わせて調査する。

6) 調査結果の整理

調査により得られたデータは、調査手法、調査日時、調査地域、使用機器等の調査の前提条件等を図表等により整理するとともに、情報の出所及びその妥当性を明らかにする。

また、現地調査により得られた騒音データについては、環境基準又は規制基準等の適合状況を確認するとともに、調査地点の近傍で地方公共団体等が実施した測定データが入手できる場合には、それとの関係を把握しておく。

騒音に係る調査結果の記載内容の例としては、次のようなものが考えられる。

【調査結果の整理内容(例)】

○騒音の状況

- ・騒音レベルの整理
- ・環境基準の適合状況 等

○地表面の状況

- ・地表面の種類（草地、裸地、芝地、舗装地）及び地形の状況等

○沿道の状況

- ・道路の交通量、車種別混入率及び走行速度などの交通状況等

(3) 予測及び評価の手法

1) 予測の基本的な手法

予測の基本的な手法は、音の伝搬理論に基づく予測式による計算とする。

①予測手法の選定

騒音に係る予測は、対象事業の実施に伴う騒音レベルの変化を明らかにし、発生源の種類、規模等の事業特性及び地域特性を踏まえ、評価に際して必要な水準が確保されるよう、その手法を選定する必要がある。

予測の手法としては、伝搬理論計算式、経験的回帰式、模型実験及び類似事例の引用又は解析等が考えられる。

なお、予測手法の選定にあたっては、事業特性、地域特性及び選定項目の特性により異なることから、次の点に留意する必要がある。

- 騒音発生源の規模（パワーレベル等）、発生形態
- 予測する選定項目の特性
- 選定項目の現況
- 必要とされる手法の水準（数値計算、模型実験、事例の引用又は解析等）
- 対象地域の地形や土地利用の状況等

②予測の前提条件の整理

予測にあたっては、次に示すような条件を整理しておく必要がある。

〔予測の前提条件の整理（例）〕

区分	主な整理内容
移動音源： 道路交通騒音、鉄道騒音	・道路位置、構造、路面状況、車線数(道路)、路面位置、軌道構造(鉄道) ・時間帯別交通量(道路)、運行回数(鉄道) ・時間帯別大型車混入率(道路)、車両の種類(鉄道) ・走行(運行)速度 ・自動車の走行(鉄道の運行)に係る騒音のパワーレベル ・騒音防止対策 ・予測地点の地形及び周辺建造物の状況 等
固定音源： 工場・事業場騒音、建設作業騒音	・音源の種類、規模、位置及び数 ・音源のパワーレベル ・騒音発生時間帯 ・騒音防止対策 ・予測地点の地形及び周辺建造物の状況 等

③予測手法の概要

標準的な音の伝搬理論に基づく予測式による計算手法の概要は、次に示すとおりである。

【道路交通騒音（自動車の走行）】

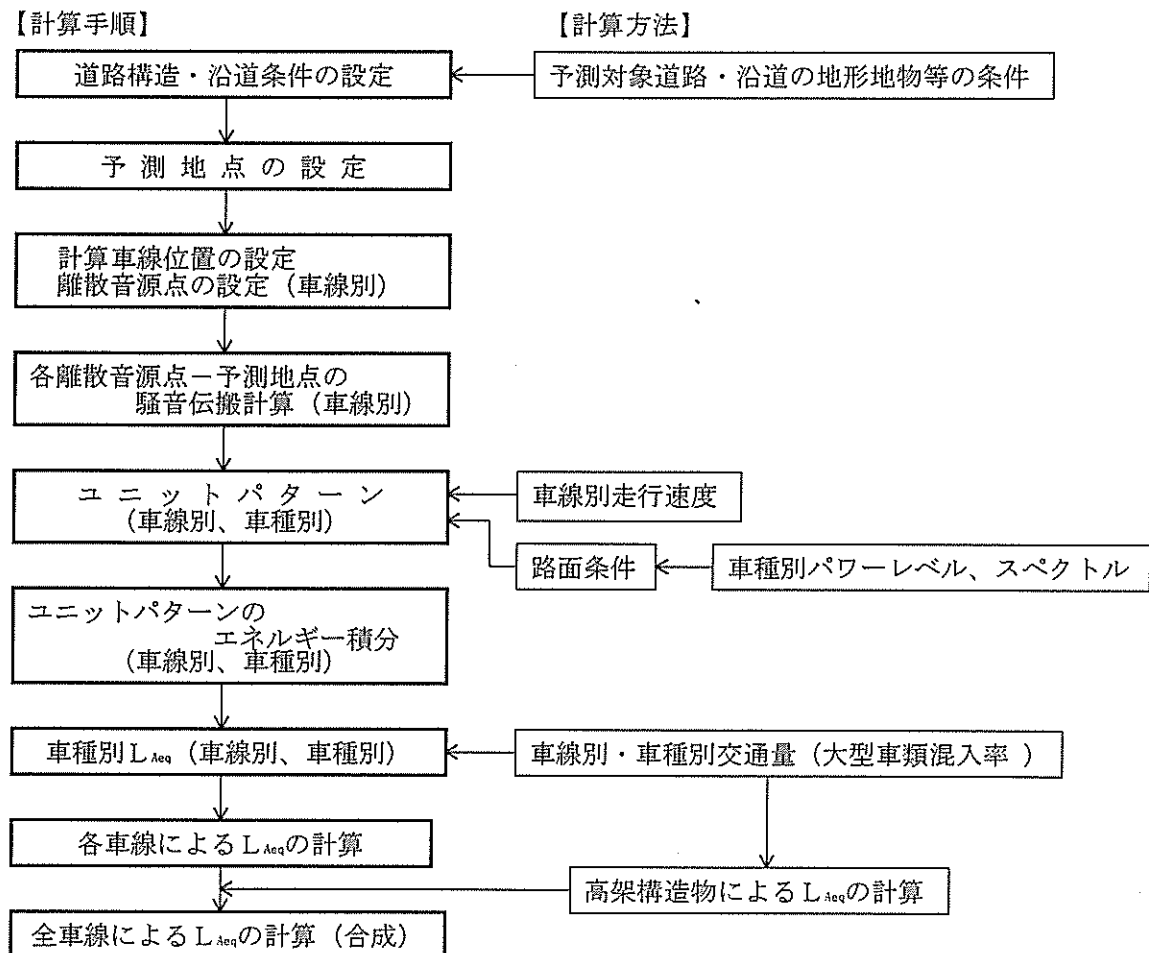
- 参考資料：1. 「環境アセスメントの技術」（社団法人 環境情報科学センター、1999年8月）
 2. 「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」（日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4）

①予測の概要

道路交通騒音に係る標準的に用いられる予測手法としては、等価騒音レベル予測計算手法（エネルギーベース予測法：ASJ Model 1998）がある。

ASJ Model 1998は、伝搬理論計算式の一つであり、騒音のエネルギー的な時間平均値を求めようとするものであり、エネルギーベースの理論により、一般道路以外にも、インターチェンジ部やトンネル坑口等の道路の平面・縦断線形や道路構造が複雑に変化する場合や自動車の速度等の走行条件が変化する場合にも適用できる。なお、各分散音源点—予測地点の騒音伝搬計算においては、B法*を用いることが実用的であると考えられる。

予測の手順は、次に示すとおりであり、1台の自動車の騒音レベルの時間変化（ユニットパターン）を求め、これを積分することにより道路交通騒音の L_{Aeq} を求めるものである。



【ASJ Model 1998 による道路交通騒音の予測手順】

備考）*：道路交通騒音の伝搬計算方法には、A法（精密計算方法）とB法（簡易計算方法）の2種類がある。A法は波動音響理論に基づく計算方法であり、B法は幾何音響的取り扱いに基づいた計算方法であり、実驗的、經驗的手法が取り入れられている。

②予測の基本式

ある1時間の L_{Aeq} を求めるためには、まず、1台の自動車が道路上を単独で走行するときの、予測地点におけるA特性音圧レベルの時間変化（ユニットパターン） $L_{pA,i}$ を求め、この時間積分値（単発騒音曝露レベル： L_{AE} ）を計算する。この結果に、対象とする1時間当たりの交通量（ N ：台/3600s）を考慮し、その時間のエネルギー平均レベルである等価騒音レベル L_{Aeq} を求める。

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \frac{1}{T_0} \sum 10^{L_{pA,i}/10} \cdot \Delta t_i$$

ここで、

$L_{pA,i}$ ：i番目の音源点から予測地点に到達する音の音圧レベル(dB(A))

Δt_i ： $\Delta D_i/V$

ΔD_i ：離散的に設定した音源点の間隔(m)

V ：走行速度(m/s)

T_0 ：1(s)

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(10^{L_{AE}/10} \frac{N}{3600} \right)$$

$$= L_{AE} + 10 \log_{10} N - 35.6$$

以上の計算を車線別・車種別に行い、それらの結果のレベル合成値を計算して、予測地点における道路全体からの騒音の L_{Aeq} とする。

無指向性点音源の半自由空間における伝搬は、次の基本式により計算する。

$$L_{pA} = L_{WA} - 8 - 20 \log_{10} \gamma + \Delta L_d + \Delta L_g$$

ここで、

L_{pA} ：A特性音圧レベル(dB)

L_{WA} ：自動車走行騒音のA特性パワーレベル(dB)

γ ：音源点から予測地点までの距離(m)

ΔL_d ：回折効果による補正量(dB)

ΔL_g ：地表面効果による補正量(dB)

この他、空気吸収による補正量、気象の影響、特に風の影響による変化量を推定する。

a) 回折効果による補正項

回折効果による補正量は、音源、回折点及び予測地点の幾何学的配置から求まる行路差 δ （音源を見通せる条件では符号はマイナス）を用い、次式より算出する。

$$\Delta L_d = \begin{cases} -20 - 10 \log_{10} \delta & (\delta \geq 1) \\ -5 \pm \frac{-15}{\ln(1+\sqrt{2})} \cdot \sinh^{-1}(|\delta|^{0.414}) & (-0.0537 \leq \delta < 1) \\ 0 & (\delta < -0.0537) \end{cases}$$

(±符号の符号の+は $\delta > 0$ 、 $-\delta < 0$ のとき)

$$\sinh^{-1} x = \ln(x + (x^2 + 1)^{1/2}) \quad (\ln: \text{自然対数})$$

b) 地表面効果による補正項

○基本式

地表面の影響による補正量 ΔL_e は、音源と予測地点の高さ及び距離、地表面の種類から次式により計算する。

$$\Delta L_e = \begin{cases} -K \log_{10} (r/r_0) & r > r_0 > r_a \\ -K \log_{10} (r/r_a) & r > r_a > r_0 \\ 0 & r < r_0 \end{cases}$$

ここで、

K：超過減衰を与える係数

r：音源から予測地点までの伝搬距離(m)

r₀：超過減衰が生じ始める距離(m)

r_a：伝搬距離 r のうちアスファルト上の伝搬と見なせる距離(m)

○地表面の種類と流れ抵抗値

地表面の種類は、次に示すように4分類とする。ただし、流れ抵抗値が20,000以上の場合には、 $\Delta L_e = 0$ とする。

〔地表面の種類と流れ抵抗値〕

地表面種別	地表面の実効的流れ抵抗 (幹モデルによる推定値)
コンクリート・アスファルト	20,000 kPa・s/m ²
スポーツグラウンドなどの表面の固い地面	1,250
芝地、田んぼ、草地	300
表面の柔らかい畑地、耕地	75

出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」、
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

○係数Kの計算方法

超過減衰係数Kは、地表面の種類と平均伝搬経路高の関数として次式により計算する。

(流れ抵抗値 $\sigma = 75$)

$$K = \begin{cases} 3.9339 \sqrt{H_a + 0.0810} + 15.0534 & (0.6 \leq H_a < 1.5) \\ 20.0 & (H_a \geq 1.5) \end{cases}$$

(流れ抵抗値 $\sigma = 300$)

$$K = \begin{cases} 6.9772 \sqrt{H_a - 0.5374} + 9.8545 & (0.6 \leq H_a < 1.5) \\ 2.4819 \sqrt{H_a - 1.4242} + 16.0167 & (1.5 \leq H_a < 4.0) \\ 20.0 & (H_a \geq 4.0) \end{cases}$$

(流れ抵抗値 $\sigma = 1,250$)

$$K = \begin{cases} 4.9750 H_a - 0.4722 H_a^2 + 4.9917 & (0.6 \leq H_a < 3.0) \\ 1.5282 \sqrt{H_a - 2.9404} + 15.3269 & (H_a \geq 3.0) \end{cases}$$

平均伝搬経路高 H_a は、音源から予測地点までの地面からの平均的な高さとして、次式により計算する。

$$H_a = (H_s + H_r) / 2$$

ここで、

H_a : 平均伝搬経路高 (m)

H_s : 音源の地面からの高さ (m)

H_r : 予測地点の地面からの高さ (m)

○ r_0 の計算方法

超過減衰が生じ始める距離 r_0 は、地面の種類、平均伝搬経路高 H_a のほかに、音源高と予測地点高の高さ配分を表す量 Z の関数として次式により計算する。

$$Z = \frac{|H_s - H_r|}{(H_s + H_r)}$$

ここで、

Z : 音源高と予測地点高の高さの配分

r_0 は、平均伝搬経路高 H_a と変数 Z を用いて、次式により計算する。

$$r_0 = g(Z) \cdot (H_a)^{(Z)}$$

ここで、 $f(Z)$ の関数は、次式で示される。

(流れ抵抗値 $\sigma = 75$)

$$f(Z) = \begin{cases} 2.09 & (0.0 \leq Z < 0.4) \\ 2.09 - 0.1243(Z - 0.4) + 0.7114(Z - 0.4)^2 - 2.4719(Z - 0.4)^3 & (0.4 \leq Z < 0.8) \\ 1.9959 - 1.7238(Z - 0.8) + 21.5839(Z - 0.8)^2 - 189.3597(Z - 0.8)^3 & (0.8 \leq Z \leq 1.0) \end{cases}$$

(流れ抵抗値 $\sigma = 300$)

$$f(Z) = \begin{cases} 2.3 & (0.0 \leq Z < 0.4) \\ 2.3 - 0.3871(Z - 0.4) + 0.9196(Z - 0.4)^2 - 5.4740(Z - 0.4)^3 & (0.4 \leq Z \leq 1.0) \end{cases}$$

(流れ抵抗値 $\sigma = 1,250$)

$$f(Z) = \begin{cases} 2.3 & (0.0 \leq Z < 0.2) \\ 2.3 + 0.1697(Z - 0.2) - 1.3819(Z - 0.2)^2 - 0.6479(Z - 0.2)^3 & (0.2 \leq Z \leq 1.0) \end{cases}$$

また、関数 $g(Z)$ は、次に示す地表面の種類別の係数を用いた次式により計算する。

$$g(Z) = a + bZ + cZ^2 + dZ^3$$

[地表面の種類別 $g(Z)$ の係数]

地表面の種類(σ)	a	b	c	d
75	35.0858	3.2582	-61.2349	30.3173
300	23.8182	1.6933	-38.1740	23.2773
1,250	18.6355	0.9456	-32.5215	32.2235

出典：「道路交通騒音の予測モデル"ASJ Model 1998"」

(日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL.55 No.4)

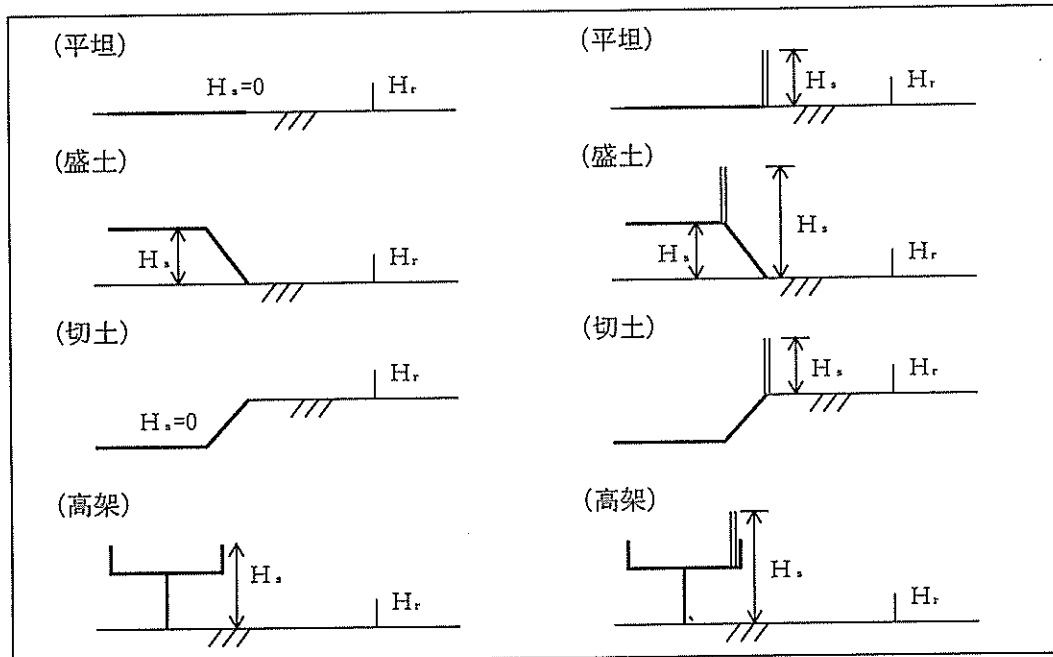
ただし、 $\sigma = 1,250$ で $H_s < 1.1$ については、 r_0 を次式により計算する。

$$r_0 = g(Z) \cdot (1.1)^{f(Z)} \cdot 10^{(H_s - 1.1) \cdot h(Z)}$$

$$h(Z) = 0.5166 - 0.0592 \cdot Z - 1.2961 \cdot Z^2 + 1.1852 \cdot Z^3$$

○音源高さ H_s の定め方

回折効果と地表面効果は、密接な関係にあり、道路に防音壁を設ける場合は回折効果により減音量は大きくなるが、音波は高いところを伝搬していくため地表面効果は減少する。こうした回折効果と地表面効果の間のカップリングをとるため、音源高さ H_s は次に示すとおり、実際に音波が迂回してくる位置の高さとする。



〔回折と地表面効果のカップリング〕

c) 予測の適用範囲

予測の適用範囲は、以下に示すとおりである。

i) 対象道路

道路一般部（平面、盛土、切土、高架）、道路特殊部（インターチェンジ部、掘割・半地下、トンネル坑口周辺部、高架・平面道路併設部、複層高架部）

ii) 交通量

制限無し

iii) 自動車の走行速度

○自動車専用道路と一般道路の定常走行部：40～140km/h

○一般道路の非定常走行部：10～60km/h

○インターチェンジ部などの加減速・停止部：0～80km/h

iv) 予測範囲

道路からの水平距離200m、高さ12m*

注)*：日本音響学会において、上記の範囲まで検証されている。

v) 気象条件

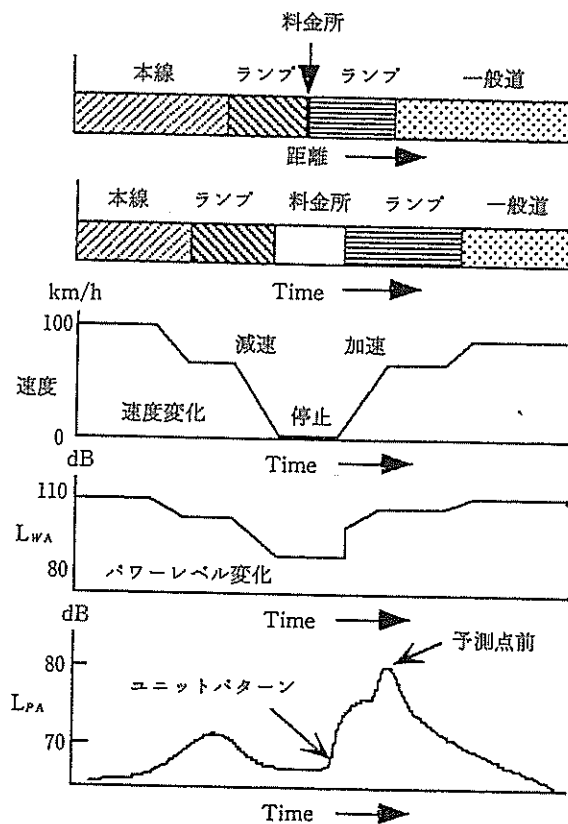
無風で特に強い気温の勾配が生じていない状態を標準とする。

③ インターチェンジ部周辺の予測方法

「②予測の基本式」に示したASJ Model 1998の基本式は、平面・縦断線形が変化するインターチェンジ部周辺についても、原理的に適応することができる。

しかし、インターチェンジ部では、料金所付近での減速、停止、発進、加速、あるいは本線とランプ部の分合流付近での加減速といった走行モードの変化が起こることが特徴である。

このため、基本式の単発騒音曝露レベル L_{Ae} を求めるためのユニットパターンは、次に示すように走行モードごとの区間を定め、走行状態に応じたパワーレベルと、区間における初速度、加減速度、終速度、停止時間等から設定されるタイムテーブルを設定して求めることとなる。



出典：「小特集—新しい道路交通騒音予測法—道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」
 (日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会, 日本音響学会誌, vol155, No. 4, 1999)

〔インターチェンジ部におけるユニットパターン概念図〕

このタイムテーブルを設定するための、自動車の加減速加速度及び料金所の停止時間に相当する料金サービス時間は、次に示すとおりである。

〔自動車の加減速加速度〕

(単位：m/s²)

車種	小型車類			大型車類
	乗用車	小型貨物車		
加速時	0.7	0.6	0.7	0.6
減速時	-1.0	-0.9	-1.0	-0.8

出典：「道路交通騒音の予測モデル”ASJ Model 1998”」
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

〔料金サービス時間〕

(単位：秒)

入口	6
出口	14
均一料金	8

出典：「道路交通騒音の予測モデル”ASJ Model 1998”」
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

④掘割・半地下構造道路の予測方法

掘割あるいは半地下構造道路の騒音の特徴は、道路の側壁間で騒音の多重反射が発生し、反射がない場合に比べ騒音が大きくなることである。

こうした側壁間の反射音を含む、予測地点におけるA特性音圧レベル L_{pA} は、鏡面反射の考え方にに基づき、次に示すような鏡像音源群を想定し、実音源からの寄与 $L_{pA,0}$ と鏡像音源からの寄与 $L_{pA,i}$ のエネルギー合成値として次式で計算する。

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \left(10^{L_{pA,0}/10} + \sum_{i=1}^n (1 - \alpha)^i \cdot 10^{L_{pA,i}/10} \right)$$

ここで、

L_{pA} : A特性音圧レベル(dB)

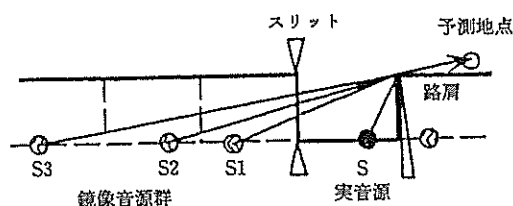
$L_{pA,0}$: 実音源からの寄与によるA特性パワーレベル(dB)

$L_{pA,i}$: i番目の鏡像音源からの寄与によるA特性パワーレベル(dB)

n : 鏡像音源の数(反射回数)

α : 側壁面の吸音率

注) 吸音率 α は、側壁部が無処理(コンクリート)の場合は0.02を、吸音材を設置した場合には道路交通騒音のパワースペクトルを考慮した平均吸音率を用いる。



出典：「道路交通騒音の予測モデル”ASJ Model 1998”」
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

〔掘割部の実音源と鏡像音源群〕

半地下構造の道路は、掘割構造の天井部が水平方向に張り出した断面形状を示す道路というが、張出し部が開口幅に比べ少ない場合には、側壁部に加え、張出し部の垂直壁面も反射面として、上記の計算を行う。ただし、張出し部が長い場合には、張出し部の下面と側壁面あるいは路面との多重反射の影響が無視できなくなるため、本予測計算方法をとることは難しい。

⑤トンネル坑口周辺部の予測方法

トンネル坑口部予測方法については、日本音響学会が提案する面音源モデル、土木研究所が提案する多重反射モデル等が提案されてきた。

以下に示す予測計算方法は、従来の検討成果を踏まえ、坑口音を直接音とそれ以外の反射音・拡散音に分けて考え、それぞれに対応するパワーレベルをもつ仮想の点音源及び面音源を坑口音の放射特性に近似するように設定したモデルである。

トンネル内を走行する1台の自動車による予測地点のA特性音圧レベル L_{PA} は、次に示すように、直接音に係る仮想点音源からの寄与 L_{TD} とそれ以外の音に係る仮想面音源からの寄与 L_{TR} を合成することにより求める。

$$L_{PA} = 10 \log_{10} (10^{L_{TD}/10} + 10^{L_{TR}/10})$$

仮想点音源からの寄与 L_{TD} は「②予測の基本式」に示した無指向性点音源の半自由空間における伝搬式に準じて求める。

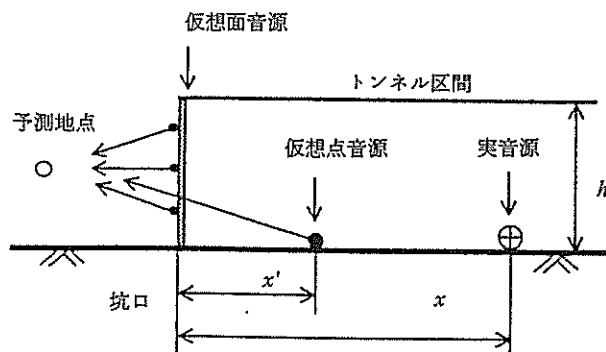
また、仮想面音源からの寄与 L_{TR} は、面音源を等面積の10個程度の要素に分割し、各要素を点音源に置換したのち、個々の点音源からの寄与 $L_{TR,i}$ を合成する。

$$L_{TR} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^N 10^{L_{TR,i}/10} \right)$$

ここで、

N：面音源の分割数

$L_{TR,i}$ についても「②予測の基本式」に示した無指向性点音源の半自由空間における伝搬式に準じて求める。



出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

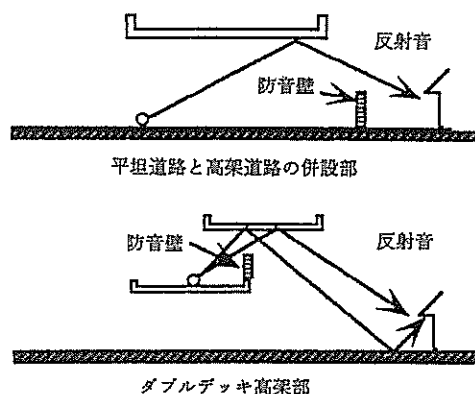
〔トンネル内の自動車と仮想音源の配置〕

⑥高架裏面からの反射音予測方法

平面道路の上に高架道路が併設される場合、あるいは高架道路が複層で設置される場合（いわゆるダブルデッキ）などでは、道路沿道で高架裏面反射音の影響が問題になる場合がある。

高架裏面反射の模式図は次に示すとおりであるが、騒音防止対策に防音壁を設けた場合でも、反射音は防音壁を乗り越えて、沿道の建物に達している。

高架裏面反射を取り扱う場合、基本的には掘割部と同様の考え方となるが、反射面は掘割側壁面のように平滑でない場合があるため、鏡面反射（specular reflection）ではなく拡散反射（diffuse reflection）として計算した方がよい場合がある。

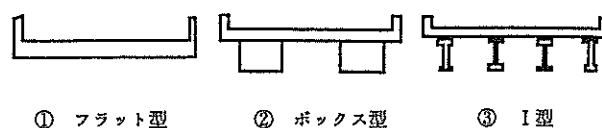


出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」
 （日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4）

〔高架裏面反射の例〕

代表的な裏面形状は次に示すとおりであるが、このうち最も平滑な(1)のフラット型に対しては鏡面反射による取扱いが適当である。また、細かな凹凸がある(3)のI型では拡散反射で扱うことが多い。大きな箱状の凹凸がある(2)のボックス型はその中間的な反射特性を示すと考えられる。

具体的な計算方法として、掘割構造と同様に反射面の高架裏面がフラットであると仮定し、鏡面反射の考え方で裏面反射を取り扱う方法は最も単純である。この方法をボックス型やI型に適用するのは物理的には違う現象にモデルを当てはめることになるが、ボックス型やI型は反射面である程度反射音を分散させるので、安全側の値として一応の目安にはなると考えられる。

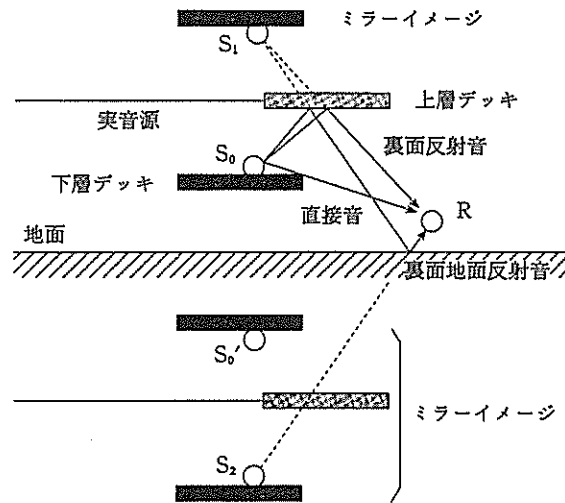


出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」
 （日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4）

〔代表的な裏面形状〕

ダブルデッキ構造の計算における3種類の主要なパスは、次に示すとおりである。

計算は主としてこの3つのパスについて行う。実際にはもう1つ図中の S_0' からのパスが存在するが、寄与が小さいので無視している（注：これは実音源の反射パスにあたる。これまでのASJ Model 1998 B法計算では実音源からの地面反射は地表面効果に含まれるとして無視している）。しかし、同じ地面反射でも S_2 からの騒音は寄与が高いため無視できない。



出典：「道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”」
 (日本音響学会 道路交通騒音調査研究委員会、日本音響学会誌VOL. 55 No. 4)

〔ダブルデッキ構造の反射パス〕

【道路交通騒音（工事用の資材及び機械の運搬に用いる車両の運行）】

参考資料：「ダム事業に係る環境影響評価の考え方」（河川事業環境影響評価研究会、平成11年6月）

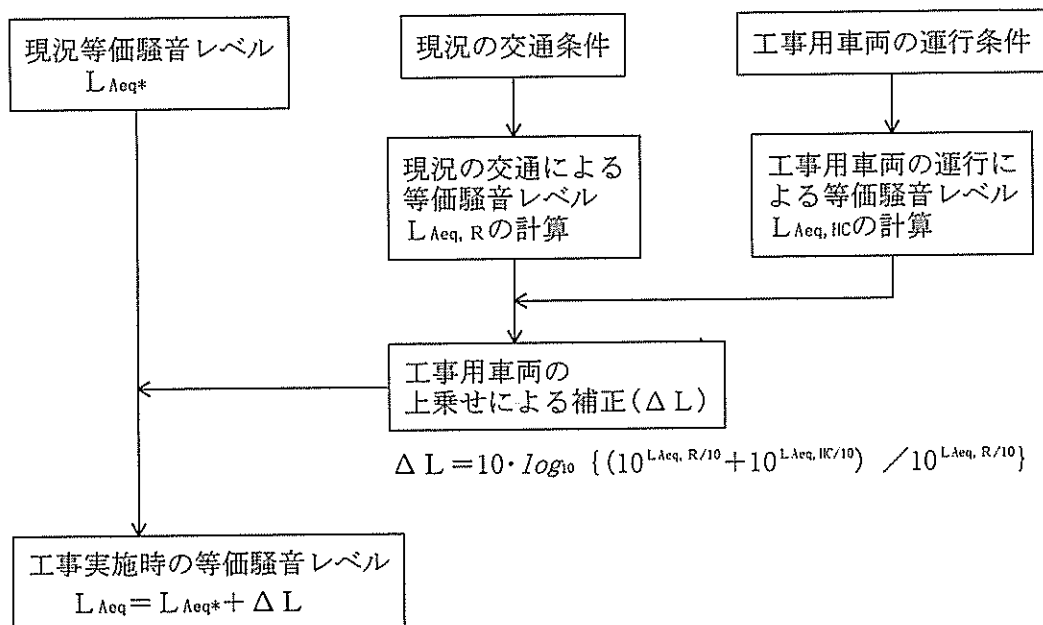
①予測の概要

工事用車両の運行に係る予測方法は、音の伝搬理論に基づく予測式による方法とする。

予測計算は既存道路の現況の交通条件による等価騒音レベル($L_{Aeq,R}$)と工事用車両の運行による等価騒音レベル($L_{Aeq,HC}$)を求め、これより、工事用車両の上乗せによるレベル増加(ΔL)を求める。ここで、等価騒音レベルの計算式は、(社)日本音響学会式のASJ Model 1998を用いる。

また、予測断面は、原則として工事用道路が既存道路に接続が予想される既存道路の代表区間（接続位置近傍）の敷地の境界とし、高さは地上1.5mとする。工事用車両の平均日交通量は、予想される工事内容及び地域特性を考慮して設定する。

なお、予測手順は、次に示すとおりである。



注) $L_{Aeq,R}$, $L_{Aeq,HC}$ は、(社)日本音響学会のASJ Model 1998を用いて計算する。

〔予測の手順（工事用車両の運行に係る騒音）〕

②予測の基本式

現況の交通による等価騒音レベル ($L_{Aeq, R}$) 及び工事用車両の運行による等価騒音レベル ($L_{Aeq, HC}$) の計算式を以下に示す。

$$L_{Aeq} = L_{AW} - 8 - 20 \cdot \log_{10} r + \Delta L_g + \Delta L_d$$

ここで、

L_{Aeq} : 予測地点における等価騒音レベル (dB)

L_{AW} : 自動車交通騒音のパワーレベル (dB)

r : 予測地点点までの距離 (m)

ΔL_g : 地表面効果による補正量 (dB)

ΔL_d : 回折効果による補正量 (dB)

また、工事用車両の上乗せによるレベル増加 ΔL は、以下の式による。

$$L_{Aeq} = L_{Aeq*} + \Delta L$$

$$\Delta L = 10 \cdot \log_{10} \left\{ (10^{L_{Aeq, R}/10} + 10^{L_{Aeq, HC}/10}) / 10^{L_{Aeq, R}/10} \right\}$$

ここで、

L_{Aeq*} : 現況の等価騒音レベル (dB)

$L_{Aeq, R}$: 現況の交通による等価騒音レベル (dB)

$L_{Aeq, HC}$: 工事用車両の運行による等価騒音レベル (dB)

【鉄道騒音】

参考資料：「環境アセスメントの技術」（社団法人 環境情報科学センター、1999年8月）

①予測の概要

鉄道騒音に係る予測手法としては、「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策指針について」（平成7年12月環境庁）に示された予測手法、有限長線音源モデル、指向性有限長線音源モデル、連続二重音源モデル等があり、これらの予測モデルは、鉄道・軌道部分及びトンネル坑口部等の特殊部に活用できる。

②予測の基本式（有限長線源モデル）

鉄道騒音はいくつかの音源による複合騒音としてとらえられるが、本手法では音源を①転動音、②構造物音、③車両機器音（モーターファン音）に分けてモデル化し、伝搬計算を行った後合成する。音源はいずれも有限長線源とし、その放射指向性として $\cos^2 \theta$ を仮定している。

予測量（予測指標）は、騒音レベルのSLOW最大値（ L_{Amax} ）、単発騒音曝露レベル（ L_{AE} ）とし、単発騒音曝露レベル（ L_{AE} ）と評価時間Tの通過列車数Nから、その評価時間における等価騒音レベル（ $L_{Aeq,T}$ ）求めるものである。

最大値（ L_{Amax} ）、単発騒音曝露レベル（ L_{AE} ）とも、各音源からの騒音レベルを次式により合成する。

$$L_0 = 10 \log_{10} (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10})$$

ここで、

L_0 ：合成騒音レベル（ L_{Amax} 、 L_{AE} 以下同）

L_1 ：転動音

L_2 ：構造物音

L_3 ：車両機器音（モーターファン音）

a) 最大値（ L_{Amax} ）の予測基本式

$$L_{Amax} = PWL - 5 + 10 \log_{10} d + 10 \log_{10} \left[\frac{K}{(1+K^2)} + \tan^{-1}(K) \right] + \Delta L_c + \alpha_d$$

ここで、 $K = \frac{l}{2d}$

ただし、PWL：各音源ごとの単位長さ当たりの音響パワーレベル（dB）

d：音源から受音点までの直線距離（m）

l：列車の長さ（m）

ΔL_c ：構造物音に対する指向性補正值（dB(A)；転動音、車両機器音の場合は0）

r < 4 h の場合 $\Delta L_c = 0$

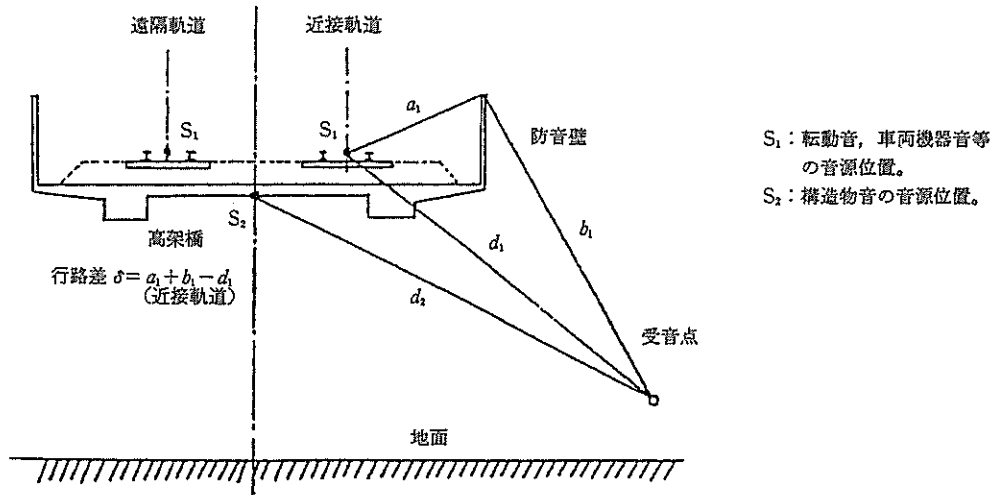
r < 4 h の場合 $\Delta L_c = -10 \log_{10} \left(\frac{r}{4h} \right)$

r：高架橋中央と受音点の水平距離（m）

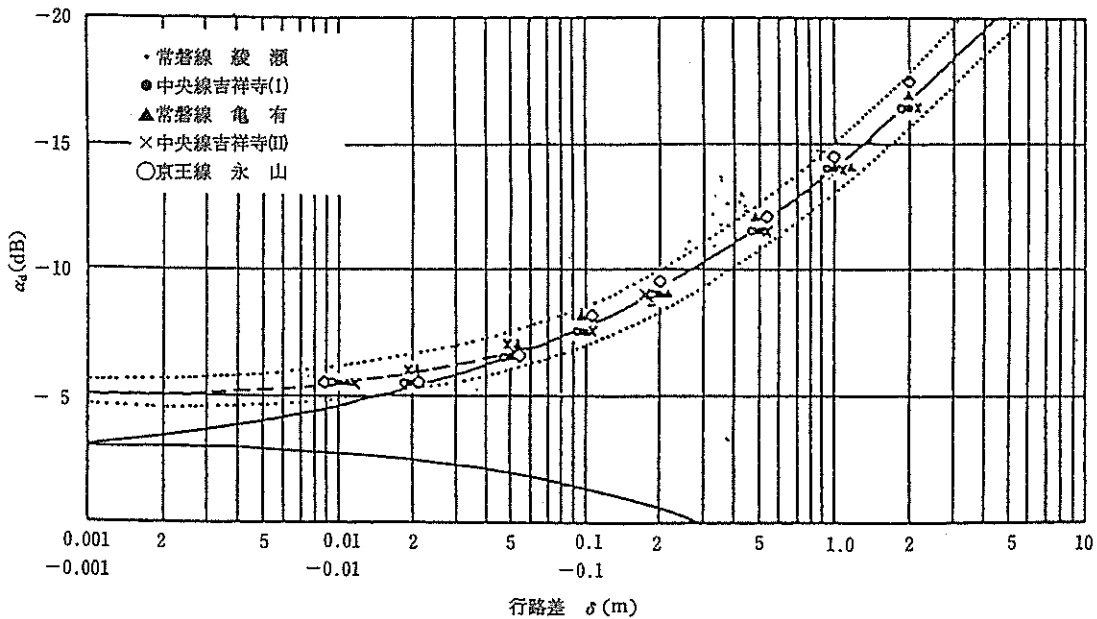
h：高架橋下面の地面からの高さ（m）

α_d ：防音壁等による遮蔽効果補正值（dB；構造物音の場合は0）

次に示す音源配置における伝搬経路行路差及び遮蔽減衰効果と行路差との関係から、 α_1 の値を求め、この値を α_d とする。ただし、吸音材なしの防音壁の場合で、防音壁側の軌道を走行する列車に対しては、 $\alpha_d = \alpha_1 + 2$ とする。



出典：「在来鉄道騒音の予測評価手法について」(森藤良夫ほか、「騒音制御」VOL. 20, No. 3, 1996)
 [音源、受音点の配置と行路差(δ)]



出典：「在来線高架鉄道からの騒音予測法(案)について」(石井聖光ほか、「騒音制御」VOL. 4, No. 2, 1980)
 [防音壁等による遮蔽減衰効果と行路差(δ)との関係]

b) 単発騒音曝露レベル (L_{AE}) の予測基本式

$$L_{AE} = PWL - 5 + 10 \log_{10} d + 10 \log_{10} (\pi l / 2 v) + \Delta L_e + \alpha_d$$

ここで、 v : 列車速度 (m/s)

なお、音源から受音点までの直線距離 d が、線音源の長さ (列車の長さ) l と比べて十分小さいとき L_{AE} と L_{Amax} の間には次式が成り立つ。

$$L_{AE} = L_{Amax} + 10 \log_{10} (l / v)$$

c) 等価騒音レベル ($L_{eq,T}$) の予測基本式

$$L_{eq,T} = \overline{L_{AE}} + 10 \log_{10} (N/T)$$

ここで、

$\overline{L_{AE}}$: L_{AE} のエネルギー平均値 (dB)

T : 対象とする評価時間 (s)

(昼) 7～22時：T=54,000秒

(夜) 22～7時：T=32,400秒

N：評価時間内の通過列車数

③音源のパワーレベル

a) 転動音

転動音のパワーレベル PWL_r (dB)は、列車速度(V)、軌道種別から次式により求める。

$$PWL_r = PWL_r(100) + 30 \log_{10}(V/100)$$

ここで、

V：列車速度(km/h)

$PWL_r(100)$ ：スラブ軌道=100～105dB、バラスト軌道=100～105dB

b) 構造物音

構造物音のパワーレベル PWL_c (dB)は、列車速度(V)から次式により求める。

$$PWL_c = PWL_c(100) + 20 \log_{10}(V/100)$$

ここで、 $PWL_c(100)$ ：83～87dB

c) 車両機器音（モーターファン音）

モーターファン音のパワーレベル PWL_w (dB)は、列車速度(V)、歯車比(n)、モーターの形式から次式により求める。

$$PWL_w = 60 \log_{10}(nV/100) + 10 \log_{10}(l_w/l) + B$$

ここで、 l_w ：モーター搭載車両の長さの合計(m)

[Bの値(dB)]

区分	スラブ軌道	バラスト軌道
外扇型	67	62
内扇型	57	52

④予測の適用条件

以上の在来鉄動音の予測手法では、パワーレベル等実測値に基づいているため、次の適用条件を考慮する必要がある。

- 1) 列車の速度50～150km/hの範囲で定速走行している。
- 2) 受点音は軌道から10～100mの距離の範囲にある。
- 3) 線路は平坦かつ直線であり、ロングレールが敷設されている。レール表面には目立つた凹凸がない。軌道はバラスト軌道又はスラブ軌道である。
- 4) 列車編成は極端に短くない。
- 5) 対象とする列車は電車である。気動車、機関車からはエンジン音が発生するが、計測例が少なく定量的な予測ができないため、本予測手法ではエンジン音は対象としていない。
- 6) 車輪は通常の構造であり、路面には著しいフラットやコルゲーションがない。

【工場・事業場騒音】

参考資料：「環境アセスメントの技術」（社団法人 環境情報科学センター、1999年8月）

①予測の概要

工場・事業場の騒音発生源は一般に建物内に設置されているため、敷地境界等での騒音レベルの予測は、建物内及び屋外での音の伝搬理論式により行う。

②予測の基本式

工場・事業場に係る騒音の予測式は、以下に示すように、基本的には音の伝搬理論式に基づいているが、騒音源となる機械等の騒音はその周波数特性が様々であること、周波数ごとの回折減衰や等価損失が異なることから、計算はオクターブ帯域別に行う必要がある。

a) 建物内での騒音の伝搬計算

a. 室内音圧レベルの算出

$$L = L_v + 10 \log_{10} \{ Q / (4\pi r^2) + 4/R \}$$

ここで、

L : 室内音圧レベル(dB)

L_v : 音源のパワーレベル(dB)

r : 音源からの距離(m)

Q : 音源の指数係数

(自由空間: Q = 1、半自由空間: Q = 2、1/4自由空間: Q = 4)

R : 室定数

$$R = \frac{S}{\bar{\alpha}} = \frac{S}{\sum \alpha_i S_i / \sum S_i}$$

$$\bar{\alpha} = A/S = \sum \alpha_i S_i / \sum S_i$$

ここで、

$\bar{\alpha}$: 平均吸音率

A : 吸音力

S : 室内総表面積

α_i : 壁材iの吸音率

S_i : 壁材iの室内表面積

b. 隣室の発生源による音圧レベルの算出

$$L_B = L_A - TL + 10 \log_{10} (S_P / A_B) = L_w - TL + 10 \log_{10} \left(\frac{4 S_P}{A_A \cdot A_B} \right)$$

ここで、

L_B : 室内(受音室内)の音圧レベル(dB)

L_A : 隣室(音源室)内の音圧レベル(dB)

A_A, A_B : 音源室及び受音室吸音力(m²)

S_P : 透過面積(m²)

TL : 透過損失(dB)

c. 建物外壁面での音圧レベルの算出

$$L_o = L_i - (TL - \beta)$$

ここで、

L_o : 建物外壁面での音圧レベル(dB)

L_i : 室内音圧レベル(dB)

β : 施工方法によって生ずる騒音の漏れによる補正值(dB)

TL : 透過損失(dB)

$$TL = 10 \log_{10} (1/\tau) = 10 \log_{10} (\sum S_i / (\sum \tau_i S_i))$$

ここで、

τ : 平均透過率

τ_i : 壁材 i の透過率

S_i : 壁材 i の面積

— 重壁 : $TL = 18 \log_{10} (f \cdot M) - 44$

f : 周波数(Hz)、 M : 壁材料の面密度 (kg/m^2)

間仕切壁 : $TL = L_1 - L_0 + 10 \log_{10} (S_p/A)$

S_p : 間仕切壁の面積、 A : 発生源室の吸音力

b) 屋外での騒音の伝搬計算

a. 点音源の場合

$$L_r = L_w - 20 \log_{10} r - 11(8) + 10 \log_{10} Q \quad () \text{ 内は半自由空間の場合}$$

ここで、

L_r : 受音点 r での音圧レベル (dB)

L_w : 音源のパワーレベル (dB)

r : 音源から受音点までの距離 (m)

Q : 音源の指向係数

b. 無限長線音源の場合

$$L_r = L_w - 8 - 10 \log_{10} r + 10 \log_{10} Q$$

c. 有限長線音源の場合

$$L_r = L_w - 8 - 10 \log_{10} \left\{ (1/r_0) \tan^{-1} (l/2r_0) \right\}$$

ここで、

r_0 : 有限長線音源から受音点までの垂直距離 (m)

l : 有限長線音源の長さ (m)

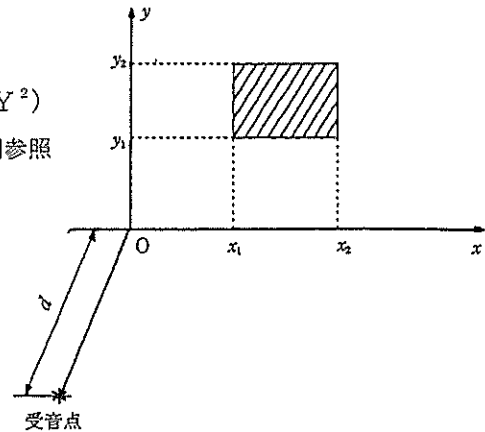
d. 面音源

$$L_p = L_w - 8 + 10 \log_{10} (\phi)$$

ここで、

$$\phi = \int_{x_1/d}^{x_2/d} \int_{y_1/d}^{y_2/d} (dY \cdot dX) / (1 + X^2 + Y^2)$$

備考) x_1, x_2, y_1, y_2, d については次図参照



e. 立体音源

$$L_r = L_w - 10 \log_{10} \left[1 + \frac{\pi r (a+b) + 2 \pi r (h+r)}{a \cdot b + 2 h (a+b)} \right]$$

ここで、

L_r : 音源から r 距離の地点の騒音レベル (dB)

L_w : 音源の音響パワーレベル (dB)

r : 音源から受音点までの距離 (m)

a, b ($a > b$) : 矩形面音源の長辺、短辺の長さ (m)

a, b, h : 立体音源の各辺

【建設作業騒音】

参考資料：「環境アセスメントの技術」（社団法人 環境情報科学センター、1999年8月）

①予測の概要

建設機械騒音に係る予測は、一般的に用いられている自由空間あるいは半自由空間における点音源の伝搬理論式により行う。

②予測の基本式

建設作業騒音の予測に際しては、建設工事手順及び全体工程表に基づき、投入される建設機械の種類、能力、台数（月間あるいは旬間）を設定し、予測を行う。

個々の建設機械から発生する騒音の予測式は、一般的に用いられている自由空間あるいは半自由空間における点音源の伝搬理論式を用いる。

$$L = PWL - 20 \log_{10} r - 11(8) - \Delta L$$

ここで、

L：受音点における建設作業騒音(dB)

PWL：建設機械の騒音パワーレベル(dB)

r：建設機械（音源）から受音点までの距離(m)

ΔL ：超過減衰（回折による減衰、空気分子の吸収減衰、地表の減衰）

備考）式中の（）内は半自由空間の場合を示す。

建設機械は、その周波数特性が様々であることから、基本的には前記の予測式はオクターブバンド別に行う必要がある。

また、複数の建設機械が同時に稼働する場合には、便宜上、個々の建設機械による騒音レベルを合成することにより行うことが考えられる。

$$L = 10 \log_{10} (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10})$$

ここで、

L：合成騒音レベル(dB)

L_1, L_2, \dots, L_n ：個々の建設機械による騒音レベル(dB)

2) 予測地域

予測地域は、調査地域のうち、騒音に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる区域において、住宅等の保全対象が立地する地域（住宅等が立地する地域又は住宅等の立地が予定される地域）とする。

【道路交通騒音】

道路交通騒音に係る予測地域は、計画路線の道路構造、沿線の地形、土地利用、住宅等の立地状況等を勘案し設定する必要がある、おおむね道路端から100～200mの範囲*が考えられる。

【鉄道騒音】

鉄道騒音に係る予測地域は、計画路線の鉄道構造、沿線の地形、土地利用、住宅等の立地状況等を勘案し設定する必要がある、おおむね鉄道用地境界から100～200mの範囲*が考えられる。

【工場・事業場騒音】

工場・事業場騒音に係る予測地域は、対象事業に係る騒音発生源の種類、規模及び立地場所等を勘案し設定する必要がある。

【建設作業騒音】

建設機械の稼働に係る予測地域は、対象事業に係る工事区域及びその周辺地域並びに工事用車両の運行が予想される道路の沿道が考えられる。

3) 予測地点

予測地点は、予測地域のうち、騒音に係る環境影響を的確に把握できる地点とする。具体的には、住居地域、病院、学校等の分布状況、発生源の状況等を勘案し、予測地域を代表する地点、特に環境影響を受けるおそれがある地点、環境を保全すべき対象等への影響を的確に把握できる地点などの観点から、適切に設定する。

【道路交通騒音】

自動車の走行に係る予測地点は、予測地域の代表断面において、騒音に係る環境基準に規定された幹線交通を担う道路に近接する空間（以下「幹線道路近接空間」という。）とその背後地（以下「背後地」という。）の各々に設定することが考えられる。この場合、予測地点の高さは、幹線道路近接空間及び背後地における住居等の各階の平均的な高さとする。

また、インターチェンジ、ジャンクション及びトンネル坑口部についても、予測地点として留意する必要があると考えられる。

工事用車両の運行に係る予測地点は、原則として工事用道路が既存道路に接続が予想される箇所の既存道路の敷地の境界線とし、予測地点の高さは1.2mとする。

【鉄道騒音】

鉄道騒音に係る調査地点については、鉄道用地の外部で、なるべく地域の騒音を代表すると考えられる屋外の地点を選定する必要がある。

【工場・事業場騒音】

工場・事業場騒音に係る調査地点については、対象事業実施区域の敷地境界及びその周辺地域とし、土地利用状況、調査地域内の地形、建造物等による騒音の伝搬の影響を考慮し、適宜選定する必要がある。

【建設作業騒音】

建設作業騒音に係る予測地点は、建設機械が稼働する区域における騒音規制法第15条第1項の敷地境界及びその周辺地域とする。予測地点の高さは、騒音規制法（特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準）との比較が行えるよう、地上1.2mとすることを基本とする。

4) 予測対象時期等

①工事中

工事中における予測対象時期等は、工事の実施による騒音に係る環境影響が最大となる時期とする。具体的には、工事工程において、工事用の重機等からの騒音レベルが最大となる時期や周辺の住宅等への影響が最大となる時期が考えられる。

また、工事工程が長期にわたる場合などには、各工期・工区ごとに予測する必要がある。

②存在・供用時

存在・供用時における予測対象時期等は、対象事業の活動が定常状態となる時期とする。

また、事業が段階的に併用される場合や定常状態に至るまで長期間を要するような場合には、事業による影響が最も大きくなる時期や中間段階の時期なども対象とする必要がある。

5) 予測の不確実性の検討

①予測条件の不確実性

a) 発生源条件

予測モデルに用いる発生源条件は、類似事例の実態調査や稼働条件の検討を行い、できる限りの確に発生源の実態を把握するとともに、事業計画の熟度に応じて、各種の諸元をより適切に設定し、不確実性をできる限り減少させる努力をする必要がある。

なお、発生源に関連して、予測結果に影響を及ぼす項目として、次のようなものが考えられる。

〔予測結果に影響を及ぼすと考えられる発生源条件（例）〕

区 分	主 な 内 容
道路交通騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・計画交通量、走行速度 ・車種構成割合、自動車のパワーレベル ・道路構造 等
鉄道騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・運行回数、運行速度 ・車両の種類、鉄道のパワーレベル ・構造 等
工場・事業場騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・工場・事業場の種類、位置、規模、数等 ・音源のパワーレベル 等
建設作業騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・音源（建設機械）の種類、位置、規模等 ・建設機械のパワーレベル 等

b) パラメーター

予測式中のパラメーター等に起因する問題としては、発生源の特性や予測地点の状況に応じたパラメーターを用いて、適切にモデル化が十分に行われたかどうか焦点になる。

例えば、道路交通騒音を例にとれば、パラメーターの設定で特に問題となるものとして、回折効果による補正項、地表面効果による補正項等があり、これらの補正項を算定するためのパラメーターは音源と予測地点までの伝搬経路の状態を的確に表現できるように設定し、モデル化を行う必要がある。

②予測手法の不確実性

既に解説した予測手法は、精度的にはかなり完成した手法であるが、それが地域の特性に合致したものでない場合は、予測の不確実性が大きくなる。例えば、エネルギーベースモデルは、ある程度の複雑地形に対応し得るが、それが際だった複雑地形である場合やトンネル坑口部などには適用できない。したがって、このような場合には、それらを十分に考慮し得る手法を選定しないと、予測結果は、大きく変化してくるので注意が必要である。

③予測の前提として用いた環境保全対策の不確実性

新規又は未検証の環境保全対策を講じる場合など、その効果が科学的に不明な場合があり、こうした場合には、予測自体の不確実性が大きくなるので注意が必要である。

6) 予測結果の整理

予測の結果は、予測の条件（予測地域、予測地点、予測時期、予測モデル、用いたパラメーター等）及びその設定根拠を図や表等により整理するとともに、予測値と現況値、予測の前提とした環境保全措置等を整理する。また、予測値と環境基準の達成状況等との関係を明らかにする。また、予測結果を整理する方法としては、一般的には、図面上に予測地点及び予測結果をプロットして表示する方法と、同一の予測騒音レベルを線で結ぶ等騒音線（コン

ター)により表示する方法があり、予測の結果が適切に表示できるよう、適宜選定して行う必要がある。

また、道路交通騒音については、必要に応じて、予測値とバックグラウンド騒音との合成を行うことが望ましい。

騒音に係る予測結果の記載内容の例としては、次に示すようなものが考えられる。

【予測結果の整理内容(例)】

- 等騒音線(コンター)図
- 騒音レベル予測結果(現況値、予測値)表
- 環境基準との比較結果(達成状況)表 等

7) 環境保全措置の検討

騒音に係る選定項目について環境影響がないと判断される場合及び環境影響の程度が極めて小さいと判断される場合以外の場合には、環境保全措置の検討を行う必要がある。

騒音についての環境保全措置は影響要因の内容に応じて、事業特性並びに地域特性を勘案して、適切に検討する必要がある。

道路交通騒音についての環境保全措置は、交通量の抑制や走行速度の規制など発生源側での対策に加え、遮音壁や環境施設帯の設置などの伝搬経路での減音対策が有効であるが、これらの対策で不十分な場合には、必要に応じて、建物の防音対策などの受音点側での対策が必要となる。鉄道騒音についての環境保全措置も道路交通騒音と同じように、車両や軌道の構造対策等の発生源対策と遮音壁等の設置による伝搬経路対策が考えられ、さらに、必要に応じて、沿線の家屋の防音工事などの対策が考えられる。また、工場・事業場騒音についての環境保全措置としても音源対策、建家での対策、遮蔽や距離減衰による効果などが考えられ、これらのうちの1つについて重点的に対策を進める場合や複数の対策を組み合わせる場合などがある。建設作業騒音についての環境保全措置は、建設作業による大気質の環境保全措置の考え方と同様に、施工計画段階で検討すべき対策と、建設工事の実施段階での配慮すべき対策とに区別される。

騒音に係る一般的な環境保全措置の例としては、次のようなものがある。

〔騒音に係る環境保全措置の例〕

区 分	環境保全措置の内容、効果等
道路交通騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・人や物資の輸送手段の変更、効率化等による発生交通量の抑制 ・走行速度の規制 ・遮音壁（通常型、先端改良型、低層遮音型）、遮音築堤の設置 ・排水性舗装の採用 ・吸音処理（高架裏面、掘割側壁、トンネル坑口等）の実施 ・環境施設帯の設置（距離減衰による減音効果） ・植栽による道路の遮蔽（心理的な減音効果） ・建物防音対策（二重窓、防音サッシの設置等）
鉄道騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・転動音の改善（車輪踏面の不整除去、ロングレールの採用、レール表面の平滑化） ・構造物音の改善（バラストマット、有道床弾性まくら木、防振軌道、弾性まくら木直結軌道の採用等） ・モーターファン音の改善（内扇型モーターの採用） ・軌道面の吸音処理の実施 ・遮音壁の設置 ・建物防音対策（二重窓、防音サッシの設置等）
工場・事業場騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・音源対策（音源の除去、音源の構造・材質の変更、防音、消音装置の設置など） ・音源室内の伝搬対策（遮音材料、吸音材料による対策） ・外部への伝搬対策（工場建物、建物配置による遮蔽対策） ・緩衝緑地帯等の設置
建設作業騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・工法の変更、低騒音型建設機械の採用 ・防音マフラー、防音カバーの設置 ・工事用車両の運行ルート分散、工事工程の平準化 ・防音塀、仮囲いなどの設置 ・作業方法の改善（同時稼働、高負荷運転を極力避ける等） ・作業時間の改善（早朝や夜間の作業の回避）

8) 評価の手法

①回避又は低減等の評価

評価は、対象事業の実施により生じるおそれがある騒音による影響が、事業者により実行可能な範囲内で、できる限り回避又は低減されているかどうかの観点から行う。

この際、騒音に係る選定項目についての調査及び予測の結果から、環境影響がないと判断される場合及び環境影響が極めて小さいと判断される場合には、そのことをもって評価し、調査及び予測の結果を踏まえ、環境保全措置の検討を行った場合には、環境保全措置の実施による環境影響の回避又は低減の程度をもって評価する。

騒音に係る選定項目について、環境影響がない、又は極めて小さいと判断される場合とは、対象事業実施区域及びその周囲の住宅等の保全対象が存在する地域において、対象事業の実施により騒音レベルが現状から変化しない、又はほとんど変化しない、場合などが考えられる。

したがって、評価にあたっては、対象事業の実施により発生する騒音レベルと現状の騒音レベルとを比較することなどにより、騒音レベルの変化の状況を可能な限り定量的に把握したうえで、対象事業の実施による影響の程度を明らかにすることが重要である。

②基準又は目標との整合

騒音については環境基準が定められているので、騒音に係る選定項目についての環境基準との整合性が図られているかどうかの検討を行う。具体的には、対象事業の実施により環境基準の達成と維持に支障が生じないかどうかの観点から検討する。また、その他、国、関係する地方公共団体により環境の保全の観点から騒音に係る選定項目についての基準、目標等が示されている場合には、その基準、目標等との整合性が図られているかどうかの検討を行う。

〔参考：騒音に係る環境基準（平成10年環境庁告示第64号）〕

- ① 環境基準は、地域の類型及び時間の区分ごとに次表の基準値の欄に掲げるとおりとし、各類型を当てはめる地域は、都道府県知事が指定する。

1. 「一般地域」における環境基準

地域の 類型	基 準 値	
	昼 間	夜 間
AA	50デシベル以下	40デシベル以下
A及びB	55デシベル以下	45デシベル以下
C	60デシベル以下	50デシベル以下

- (注) 1 時間の区分は、昼間を午前6時から午後10時までの間とし、夜間を午後10時から翌日の午前6時までの間とする。
 2 AAを当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域とする。
 3 Aを当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
 4 Bを当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
 5 Cを当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

2. 「道路に面する地域」における環境基準

地域の区分	基 準 値	
	昼 間	夜 間
A地域のうち2車線以上の車線を有する道路に面する地域	60デシベル以下	55デシベル以下
B地域のうち2車線以上の車線を有する道路に面する地域及びC地域のうち車線を有する道路に面する地域	65デシベル以下	60デシベル以下

備考) 車線とは、1縦列の自動車及安全かつ円滑に走行するために必要な一定の幅員を有する帯状の車道部分をいう。

3. 「道路に面する地域(幹線交通を担う道路に近接する空間)」における環境基準

基 準 値	
昼 間	夜 間
70デシベル以下	65デシベル以下
備考) 個別の住居等において騒音の影響を受けやすい面の窓を主として閉めた生活が営まれていると認められるときは、屋内へ透過する騒音に係る基準(昼間にあっては45デシベル以下、夜間にあっては40デシベル以下)によることができる。	

② ①の環境基準の基準値は、次の方法により評価した場合における値とする。

(1) 評価は、個別の住居等が影響を受ける騒音レベルによることを基本とし、住居等の用に供される建物の騒音の影響を受けやすい面における騒音レベルによって評価するものとする。

この場合において屋内へ透過する騒音に係る基準については、建物の騒音の影響を受けやすい面における騒音レベルから当該建物の防音性能値を差し引いて評価するものとする。

(2) 騒音の評価手法は、等価騒音レベルによるものとし、時間の区分ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによって評価することを原則とする。

(3) 評価の時期は、騒音が1年間を通じて平均的な状況を呈する日を選定するものとする。

(4) 評価のために測定を行う場合は、原則として日本工業規格Z 8 7 3 1に定める騒音レベル測定方法による。当該建物による反射の影響が無視できない場合にはこれを避ける位置で測定し、これが困難な場合には実測値を補正するなど適切な措置を行うこととする。また、必要な実測時間が確保できない場合においては、測定に代えて道路交通量等の条件から騒音レベルを推計する方法によることができる。

なお、著しい騒音を発生する工場及び事業場、建設作業の場所、飛行場並びに鉄道の敷地内並びにこれらに準ずる場所は、測定場所から除外する。

③ 環境基準の達成状況の地域としての評価は、次の方法により行うものとする。

(1) 道路に面する地域以外の地域については、原則として一定の地域ごとに当該地域の騒音を代表すると思われる地点を選定して評価するものとする。

(2) 道路に面する地域については、原則として一定の地域ごとに当該地域内の全ての住居等のうち1の環境基準の基準値を超過する戸数及び超過する割合を把握することにより評価するものとする。