

学位論文題名

# 都市鉄道システムの環境アセスメントに関する研究

## 学位論文内容の要旨

公害問題は産業公害・都市公害・交通公害に分類出来る。交通公害は、自動車・航空機・鉄道による大気汚染・騒音・振動、あるいは船舶による水質汚濁等が代表的である。これらのうち鉄道公害は、従来、局地的であり散発的であった。多くの地域では鉄道が先に存在しており、沿線市街地の発展と共に後から住民が移転して来た場合が多い。その為、鉄道公害が環境問題として住民運動の対象となる事は少なかった。しかし、昭和49年に始まる名古屋新幹線騒音訴訟、あるいは国鉄・横浜新貨物線に反対する住民運動以降は生活環境を守る為、地域住民は積極的に行動するように成って来た。このような社会的・歴史的背景に基づき、鉄道公害問題は都市鉄道における環境問題へと拡大移行して来た。その結果、大都市において近接した住宅等が連続している鉄道沿線における都市鉄道の環境影響評価に関する問題点を研究し解決することが重要となって来た。

本研究の目的は、都市鉄道に関する環境影響評価について、技術的現状と課題を明らかにし、①環境要素の選定方法、②鉄道騒音：騒音測定の現場校正方法、予測手法の選定、パワーレベルの計算方法、③鉄道振動：予測手法の選定、地盤の減衰定数に関する計算方法、④鉄道景観：沿線の景観変化、都市のイメージ分析、地域住民の反応分析に関する問題を解決することである。

第1章は研究の目的と背景である。鉄道公害に関する社会的背景、本研究の領域と課題を明らかにし、そこから導かれる本研究の目的について記述する。第2章は研究の経緯として海外及び日本における既往研究について記述する。第3章は工事完了後（供用開始後）の環境影響評価実施時を対象とし、条例・要綱等の規定、類似事例参照及び住民意識調査に基づく環境要素の選定方法について記述する。第4章では、鉄道騒音に関する環境アセスメント技術の現状と課題、測定システムの現場校正方法、予測手法の比較と選定、音源のパワーレベルの計算方法について記述する。第5章では、鉄道振動に関する環境アセスメント技術の現状と課題、予測手法の比較と選定、地上線の振動予測に用いる減衰定数の計算方法について記述する。第6章では、鉄道景観に関する環境アセスメント技術の現状と課題、鉄道沿線の景観の変化、鉄道結節点周辺の都市のイメージ分析、地域住民の反応分析について記述する。第7章では、第3章から第6章までの各論について要点を総括し、その問題点と将来の展望について記述する。

最後に、都市鉄道の環境影響評価における環境要素の選定方法、鉄道騒音、鉄道振動、鉄道景観に関する諸問題について下記の事項を明らかにした。

- 1) 環境要素の選定方法：条例・要綱・連続立体交差化事業の手引きによる規定、既存の環境影響評価書、住民意識調査の研究結果より、都市鉄道（高架）の工事完了後の環境要素として①騒音、②振動、③日照障害、④電波障害、⑤景観の5要素を選定する。
- 2) 鉄道騒音に関する環境アセスメント技術：①鉄道施設の状況（構造物、レール、軌道、線形）、②周囲の状況（沿線の中高層ビル、周辺の地形）、③列車の運行状況（速度、本数、ダイヤ、列車交差）等の要素を組込んだ予測手法の開発が必要である。行政に係る問題であるが、環境基準の制定と等価騒音レベルの採用が必要である。
- 3) 騒音測定システムの現場校正：レベルレコーダーの及ぼす影響は $\pm 0.5\text{dB(A)}$ 、各種補正を実施した場合のシステム全体の測定確度は $\pm 1.0\text{dB(A)}$ 程度である。
- 4) 高架鉄道の騒音予測手法の比較と選定：経験的回帰式・S.Petersの式・東京都建設局の式について比較検討した。汎用性の問題を含めて、東京都建設局の式は最も実用性のある予測手法であり、予測値と実測値の差は $\pm 2\text{dB(A)}$ 程度である。
- 5) 高架鉄道の騒音予測に用いるパワーレベルの計算：2測定点を1組とする既存の騒音測定値を用いて、東京都建設局の式に含まれる転動音と構造物音のパワーレベルを求める方法を提案し実際に算出した。使用する測定点の組み合わせによる「差」は小さい。
- 6) 鉄道振動に関する環境アセスメント技術：①ロングレールによる低振動化の効果、②バラストマット／スラブマットによる低振動化の効果、③レール重量の影響、④レール継ぎ目の影響、⑤車両と軌道の整備状況、⑥高架構造の重量化の影響、⑦車両の軽量化の影響等の要素を組込んだ予測手法の開発が必要である。行政に係る問題であるが、環境基準の制定と等価振動レベルの採用が必要である。
- 7) 高架鉄道の振動予測手法の比較と選定：経験的回帰式・類似事例の参照・伝搬理論計算式を比較検討した。伝搬理論計算式は理論的整合性を除けば実用的な予測式である。
- 8) 地上線の鉄道振動予測に用いる減衰定数の計算：既存の振動測定値を用いて幾何減衰定数 $n$ と内部減衰定数 $\alpha$ を求める方法を提案し実際に算出した。計算結果は、①幾何減衰定数 $n = 0.65$ 、②内部減衰定数 $\alpha = 0.01$ （岩盤）／ $0.03$ （砂・砂礫）／ $0.05$ （粘土・シルト）／ $0.07$ （緩い粘土・シルト）である。
- 9) 鉄道景観に関するアセスメント技術：現況調査では定性的・主観的記述が多いので、アンケート調査によるイメージ・マップを作成し、地域景観の特性を示す事が望ましい。代表的な眺望地点に関する現況調査では路線延長1km当り1地点程度を標準とする。
- 10) 高架鉄道沿線の都市景観の変化：総武線・秋葉原付近とシカゴ・ループ（レイク通り）では、高架下利用・沿線の土地利用・側道整備・鉄道騒音対策が異なっている。
- 11) 鉄道結節点周辺の都市のイメージ分析：新宿新都心とシカゴ・ダウンタウンでは、パスとランドマーク、均一性と個性、通勤鉄道と自動車、業務ビルと住宅併設において対称的に異なっている。

- 12) 景観に関する地域住民の反応分析：景観問題に関心を示す住民の範囲は鉄道から500 m程度である。また、鉄道線路から遠くなるほど、鉄道景観に対する関心は低くなる。

以 上

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 藤 馨 一  
副 査 教 授 森 吉 昭 博  
副 査 教 授 小 林 英 嗣  
副 査 助 教 授 長 谷 部 正 基

## 学 位 論 文 題 名

### 都市鉄道システムの環境アセスメントに関する研究

公害問題は産業公害・都市公害・交通公害に分類出来る。交通公害は、自動車・航空機・鉄道による大気汚染・騒音・振動、あるいは船舶による水質汚濁等が代表的である。これらのうち鉄道公害は、鉄道が先に存在しており、都市の発展と共に住民が後から移転して来たため、鉄道公害が環境問題として顕在化することは少なかった。しかし、昭和49年に始まる名古屋新幹線騒音訴訟、あるいは国鉄・横浜新貨物線に反対する住民運動以降は生活環境を守るため、地域住民は積極的に行動するようになって来た。本論文はこのような社会的・歴史的背景に基づき、大都市において近接した住宅等が連続している都市鉄道の環境問題を調査し、その影響評価について考究したものであり、全7章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の目的、内容および論文の構成について述べている。

第2章は研究の経緯と、海外および日本における環境アセスメントに関する既往研究について記述した。その中で鉄道公害は、鉄道が先に存在しており、都市の発展と共に住民が後から移転して来たため、鉄道公害が環境問題として顕在化することは少なかったことを明らかにしている。

第3章は、供用開始後の都市鉄道の環境影響を行うための要素を抽出した。このために環境条例、要綱、連続立体交差事業の手引きによる規定、さらに住民意識調査等により、1)騒音、2)振動、3)日照障害、4)電波障害、5)景観、の5要素を選定した。

第4章は、鉄道騒音に関する環境アセスメント技術の現状と課題を整理し、騒音測定システムの現場校正法を提案した。この中で鉄道騒音に関する環境アセスメントをより正確に行うためには、1)鉄道施設の状況（構造物、レール、軌道、線形）、2)周囲の状況（沿線の中高層ビル、周辺の地形）、3)列車の運行状況（速度、本数、ダイヤ、列車交差）等の要素を織り込まなければならないことをしめした。

騒音測定システムの現場校正の結果、レベルレコーダーのおよぼす影響は± 0.5dB(A)、各種補正を実施した場合のシステム全体の測定精度は± 0.1dB(A)程度であった。また高架鉄道の騒音予測式（経験的回帰式、S.Peterの式、東京都建設局の式）と現場測定結果を比較したところ、東京都建設局の式が最も適合性が高く、予測値と実測値の差は± 2 dB(A)程度であった。

第5章は、鉄道振動に関する環境アセスメントの現状と課題をまとめ、さらに振動予測式による理論値と実測値との比較検討を行った。鉄道振動に関する環境アセスメントをさらに信頼あるものにするためには、1) ロングレールによる低振動化の効果、2) バラストマット/スラブマットによる低振動化の効果、3) レール重量の影響、4) レール継ぎ目の影響、5) 車両と軌道の整備状況、6) 高架構造の重量化の影響、7) 車両軽量化の影響、等を組み込んだ予測手法の開発が必要である。

高架鉄道の振動予測式（経験的回帰式、伝搬理論式等）と実測値を比較検討した結果、伝搬理論式の前提条件を多少緩めることによって、実用的に十分な値を示すことが分かった。さらに既存の振動測定値を用いて幾何減衰定数  $n$  と内部減衰定数  $\alpha$  を求める方法を提案し、計算を行った。その結果、1) 幾何減衰定数  $n = 0.65$ 、2) 内部減衰定数  $\alpha = 0.01$ （岩盤）／0.03（砂・砂礫）／0.05（粘土・シルト）／0.07（緩い粘土・シルト）となることが判明した。

第6章は、鉄道景観に関する現状と課題、鉄道沿線の景観の変化、鉄道結節点周辺の都市のイメージ調査、さらに地域住民の景観に関する意識調査について述べている。鉄道景観に関する現状のアセスメント調査では定性的・主観的記述が多いため、アンケート調査によるイメージマップを作成し、地域景観の特性を示すべきことを提案した。代表的な眺望点に関する現況調査の結果、路線1 km 当たり1地点程度の調査箇所のあることが望ましい。さらに鉄道景観に関する周辺住民の反応分析から、鉄道路線から遠くなるほど関心は低くなり、500 m を越すとほとんど影響がなくなった。

第7章は本研究の結論であり、ここで主要な成果を要約した。

これを要するに、筆者は、都市鉄道システムの騒音や振動の影響を正確に測定する方法を提案し、さらにこれらの予測式を構築したことにより、交通システム工学、都市環境工学の進歩に寄与することが大である。

よって、著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。