

# 第1章 総論

---

## 1. 1 はじめに

近年、道路交通および鉄道交通から発生する騒音や振動によって、沿線住民の被る生活環境の悪化が社会的にクローズアップされてきている。これらの問題には、可聴騒音、低周波空気振動、地盤振動などがあり、知覚者の立場に立てば異質な物理現象と理解されがちであるが、いずれの場合も物体の振動が何らかの媒体を通して伝播するものであり、広義の振動問題と考えられる。本書では、空気を媒体として伝播する振動を「騒音」または「騒音・低周波空気振動」と呼び、車両走行に伴って発生する騒音について、主として鋼橋上部工との関連から述べることにする。

構造物に動的な外力が作用した場合、鋼構造のみならずコンクリート構造においても、弾性範囲内にある限り必然的に振動が発生する。すなわち構造物が振動するのはその構造物が健全であることのひとつの証でもあり、車両が走行することによって橋梁が振動することは避けられない。したがって騒音問題を解決することは、騒音・振動の発生をいかに防止できるかではなく、そのレベルを、環境に対して許容される範囲にまでいかにして低下させられるか、すなわちどの程度伝播を遮断できるか、あるいは減衰できるかにかかっている。

鋼橋はコンクリート橋に比べて重量が軽く、剛性が小さく、構造減衰率が小さいと言われている。したがって交通荷重によって発生する振動も、振幅が比較的大きく減衰しにくい。また構成部材が薄肉構造であるため、太鼓の膜のような局部振動を生じて音が反響し易い傾向がある。このため鋼橋は、振動のみならず騒音や低周波空気振動もコンクリート橋より大きいのではないかと思われがちである。しかし橋梁の振動が直接生活環境に有害な騒音につながるわけではなく、あらかじめ騒音に配慮した設計を行えば、環境中に伝播する騒音レベルを許容範囲内に収めることが可能である。むしろ鋼橋には自重が軽く耐震性に優れるなど多くの長所があるので、設計者は騒音・低周波空気振動が環境に及ぼす影響に配慮しつつ、それらの長所を生かすことが肝要であろう。

本書は、橋梁の計画・設計に携わる実務技術者を対象にして、鋼橋の騒音と低周波空気振動に関する手引き書としてまとめたものである。第1章では橋梁の騒音・振動問題について概説し、第2章では、音の一般的性質、橋梁騒音の特徴、および環境への影響について述べた。第3章は、橋梁騒音を測定する際の具体的方法と注意事項を述べるとともに、実測例をいくつか紹介した。その中には鋼橋技術研究会独自で実施したものも含まれる。第4章から第6章までは、橋梁の騒音対策についてまとめたものであり、第7章に公害関連の法規と技術基準類をリストアップした。本書においてすべての問題に対する解決策を提供することはできないが、実務技術者が対策を検討する際の参考資料として、鋼橋の騒音防止のために役立てば幸いである。

## 1. 2 橋梁の騒音・振動問題

橋梁の騒音・振動問題を要因別に分析すれば、およそ図-1.2.1と図-1.2.2のように整理することができる。橋梁の騒音・振動問題は、道路橋と鉄道橋とでかなり状況が異なり、それぞれについて概観すれば以下のようなになる。

第1章 総論

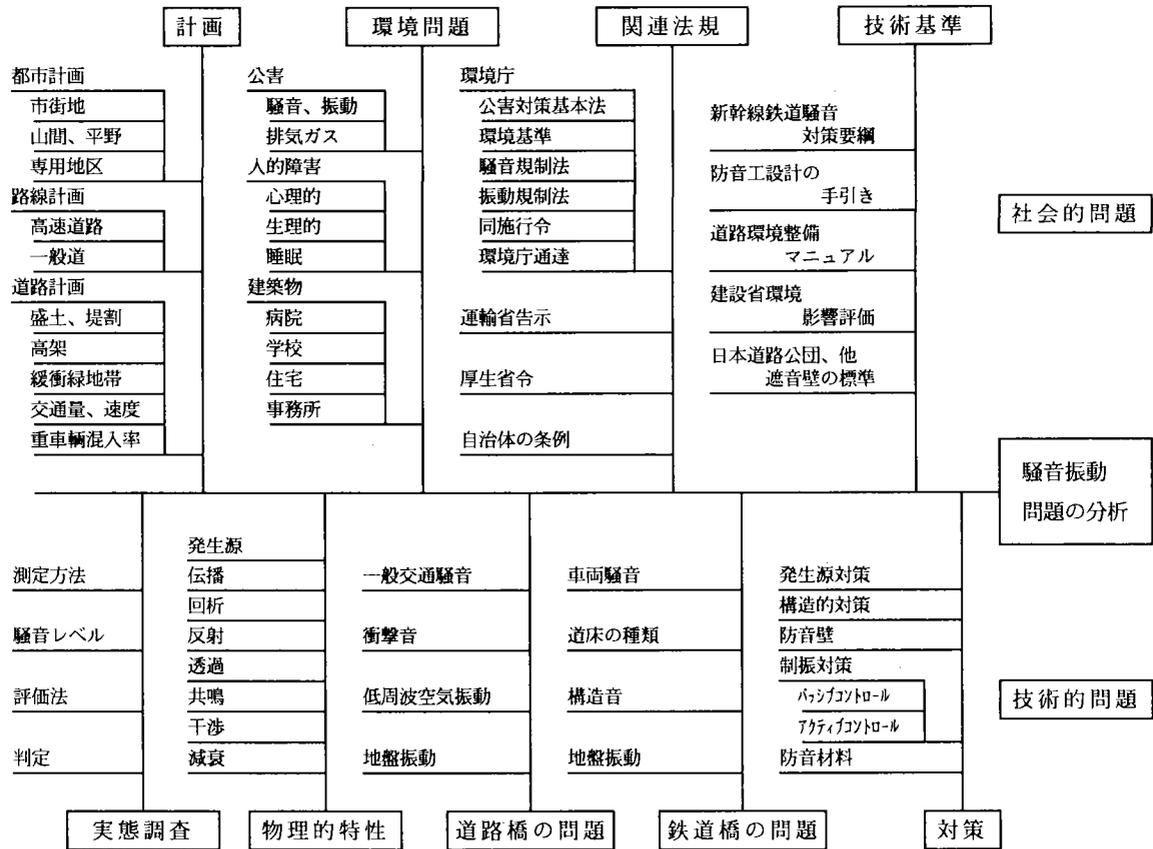


図-1.2.1 騒音・振動問題に関係する社会的要因と技術的要因

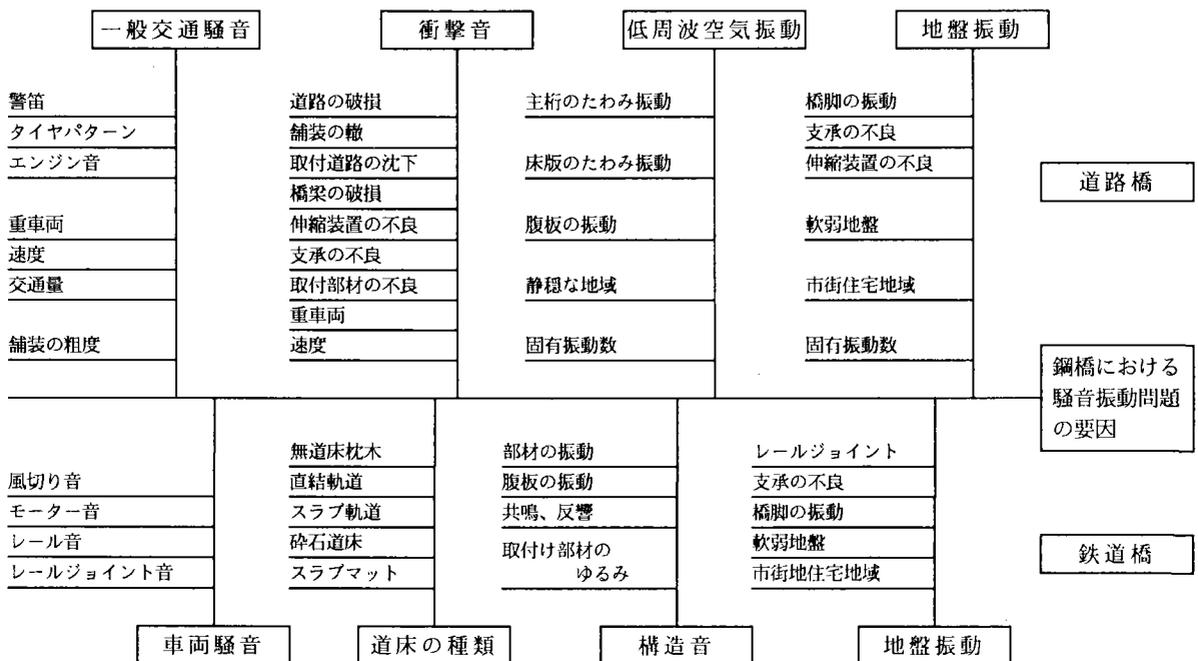


図-1.2.2 鋼橋における騒音・振動問題の要因

## (1) 道路橋における問題

道路橋では、一般交通騒音、衝撃音、低周波空気振動および地盤振動などが問題となる。

一般交通騒音は、機関音、タイヤ音、風切り音、警笛音などいわゆる走行音と呼ばれるものであり、橋梁に限らず幹線道路が近接した地域における共通の問題である。これは道路の存在自体に起因するものであるため、緩衝帯の設置や夜間の交通制限など、都市計画や交通計画においても検討すべき課題である。

衝撃音は、車両がジョイント部を通過するときに橋梁から発生する騒音である。舗装のわだち掘れや支承部の不陸などによって伸縮装置部に段差ができると、車両が走行する際に橋梁に大きな衝撃力が作用して伸縮装置部あるいは床版などから衝撃音を発生する。特に伸縮装置や支承が破損すると、非常に大きな音が発生する。

低周波空気振動は、車両の走行に伴う主桁のたわみ振動やジョイント部通過時の衝撃によって床版面から放射される空気振動と考えられている。音としては知覚されないが、比較的静かな環境においてガラス窓や家具などを振動させて2次騒音の原因となったり、沿線住民から耳鳴りなど健康被害の苦情が寄せられる場合がある。ただし低周波空気振動と健康被害との因果関係は明らかにされていない。

地盤振動は、道路交通振動や橋梁・橋脚の振動が地盤中を伝播し、沿線の建物やガラス戸、家具などを振動させるものである。これは空気を媒体とせず地盤を媒体として伝播するものであり、感覚的には低周波空気振動とよく類似している。地盤振動は、道路に隣接した軟弱な地盤の市街地で、重車両交通の多い路線にスレンダーな橋脚を用いる場合、あるいは建築物や構造物の固有振動数と地盤の振動数が一致する場合に発生し易い。

## (2) 鉄道橋における問題

鉄道橋の騒音は、車両や軌道から発生する走行音と、橋梁から発生する構造音に分けられる。鉄道橋では道路橋に比べて周波数の高い可聴騒音が卓越し、低周波空気振動はこれらの騒音に消されて人体に知覚されにくいので一般にあまり問題にされていない。

走行音としては、駆動音、転動音、風切り音、集電系騒音のほかレールジョイントからの衝撃音などがある。これらのうちレールジョイントから発生する衝撃音は非常に大きいので、ジョイント構造の改良、ロングレールの採用、或いはレール定着金具の改良が進められている。風切り音と集電系騒音は、新幹線のような高速鉄道で問題となる。

構造音は、レールやレールジョイントからの衝撃によって、橋梁の部材や鋼板が2次振動を起こして発生する騒音である。鉄道橋は道路橋に比べて活荷重が大きいので、騒音全体に占める構造音の比率が大きく、騒音対策を施す上で構造音への対策が重要となる。

鉄道橋の騒音は、道床の有無、形式によって騒音レベルが大きく異なる。従来から一般的に用いられてきた無道床枕木式構造は、死荷重が軽いので最も経済的であるが、レールからの衝撃音が直接的に桁内に伝播し2次振動を引き起こすので騒音レベルが著しく大きい。碎石を用いた道床形式は、レールの振動を減衰させ振動の伝播を絶縁するので騒音レベルは一般の盛土部と同程度である。

1.3 橋梁の騒音・振動対策

橋梁の騒音・振動問題をその伝播経路に分けて考えると、図-1.3.1のように、車両自体から発生する騒音、橋梁部を経由して放射される騒音、および基礎・地盤を経由して発生する地盤振動に大別される。これらのうち本書で扱う対象は、おもに橋梁部を経由して放射される騒音である。その対策には、図-1.3.2に示すように構造物における対策（発生源対策と構造的対策）、防音壁およびその他の対策がある。

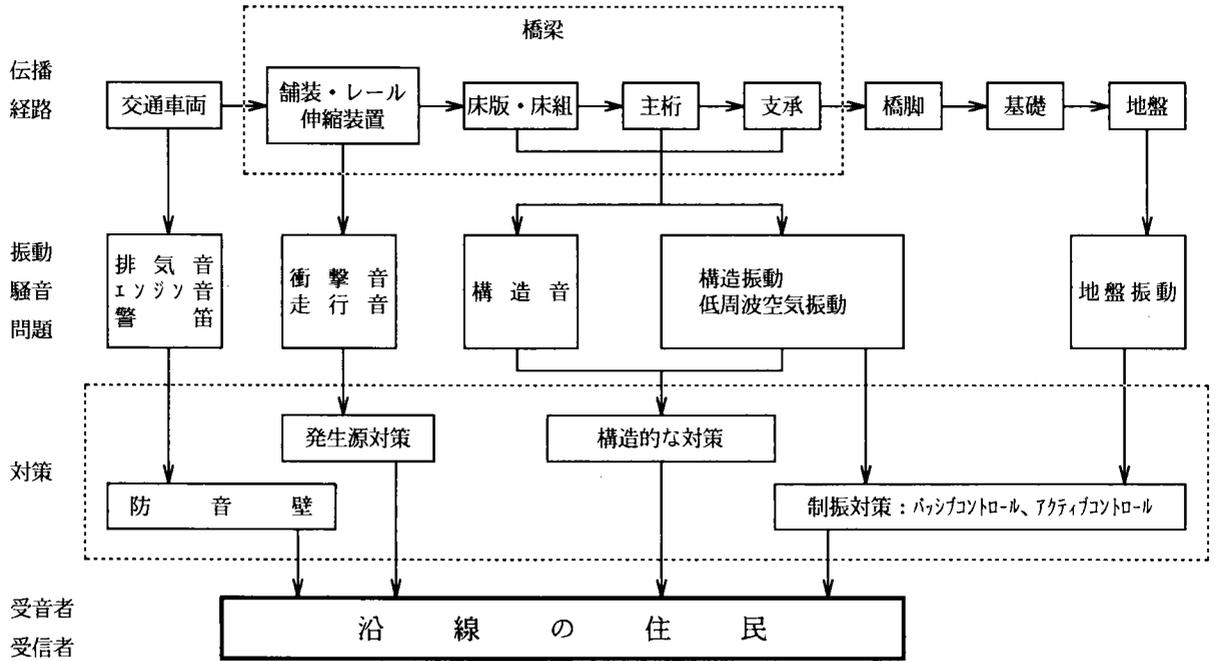


図-1.3.1 騒音・振動問題における対策の分類系統図



図-1.3.2 騒音・振動対策

構造物における対策のうち、発生源対策は車両走行面において騒音・衝撃の発生源を取り除いたり伝播を遮断したりするもので、道路橋における舗装面の平滑化、伸縮装置部段差の補修、支承部不陸の除去、鉄道橋における防振軌道やロングレールの採用、レールジョイントの改良等がこれにあたる。一方構造的な対策は、橋梁の構造設計的な処置によって騒音・振動を減少させようとするものであり、構造の連続化、ノージョイント化、床組の補強等が挙げられる。道路橋では発生源・構造的対策にかかわらず、伸縮装置部に関連するものが圧倒的に多いのが現状である。

防音壁は、現在のところ道路橋騒音を防止する上で最も有効な方法のひとつである。防音壁による減音効果は、おもに障害物によって音の伝播をさえぎる遮音によるものであるが、防音壁に当たった音の反射を弱める吸音材を組合せることによってより効果を高めることができる。防音壁は高ければ高いほど効果があるが、風荷重が大きくなったり周囲に圧迫感を与えるなどの問題があるので、対策目標レベルに応じて適当な高さを定める必要がある。また、デザイン的に優れた防音壁は運転者だけでなく沿線住民にも好ましい印象を与える。景観に調和した橋梁では騒音に対する苦情が少ないという説もあるので、数値的な防音効果のみならず心理的な影響についても配慮することも大切である。

振動制御による対策は、外部からエネルギーを供給するか否かによって、アクティブコントロールとパッシブコントロールとに分類することができる。パッシブコントロールには、オイルダンパー、粘性ダンパー、TMD、TLD、磁気摩擦制振などがある。アクティブコントロールには、音のアクティブコントロールと、アクティブTMD、AMD、テンドンなどの振動のアクティブコントロールがある。これらは本来、風や地震による橋梁の振動そのものを低減させるために開発されたものが多いが、橋体の振動に伴う低周波空気振動に対してもその効果が期待されている。

またこの他にも、密閉構造の採用や鉄道橋で用いられる騒音干渉装置、あるいは制振材の使用といった対策もある。