騒音伝播を考慮したSEA法の実橋への適用に関する研究

長岡技術科学大学　学生会員　○佐藤　千春
第一建設株式会社　正会員　北城　正樹
長岡技術科学大学　環境・建設系　正会員　宮木　康幸

１．はじめに

近年，人口の都市への集中が増加し，都市部においては，鉄道や地下鉄網の整備による輸送力の強化が図られてきた．鉄道橋を列車が走行する際に発生する騒音は，大別すると“走行音”と“固体音”（構造物音）に分けることができる．前者は電車の機器音や車輪とレール間の音などを指し，後者はレールで発生した振動が軌道を介して床版等に伝わり，その振動が原因で生じる音を指す．鉄道橋の騒音において，特に鋼製の場合は，固体音が卓越する．そこで，本研究は，この固体音に着目し，騒音として重要な中高周波数域の計算を得意とする，統計的エネルギー解析法（以下SEA法）を用い，騒音伝播を考慮して固体音伝播音を予測することを目的としている．

２．SEA法の概要

SEA法は，中高周波数域の振動騒音解析において注目されており，車・船舶・航空・宇宙などあらゆる分野で適用検討がなされている．

SEA法では振動，音響をエネルギーという統一量で表す．解析対象である構造物はFEMに比べて比較的少数な要素（SEA法ではサブシステム）に分割され，そのサブシステム内の損失パワー，サブシステム間の伝達パワー，サブシステム外からの入力パワーの平衡関係から伝達を計算する．結果として，ある周波数帯域の振動速度，音圧が求まるものである．

３．騒音伝播の概要

図１に解析対象の橋梁の鋼桁部の概略図を示す。

昨年度のSEA法を用いた騒音予測の計算では，直接距離による減衰しか考慮されていなかった．しかし，本来は横桁，縦桁があり，音源から発した音は，回折や反射をして受音点に到達し，回折減衰を考慮した騒音伝播の解析をする必要がある．

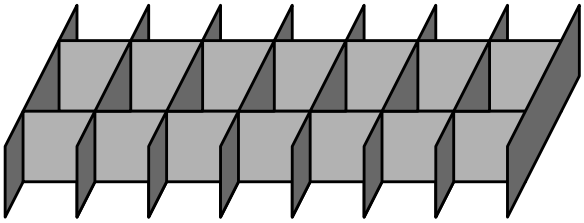

図１　鋼桁部の概略図

今回の解析対象とした実橋では，遮音壁となる横桁は，2枚以上あり，伝播経路について検討する必要がある。そのため，図2のように，音源*O*から横桁1の延長線*f*1と受音点*R*から横桁2の延長線*f*2の交わる位置に仮想の遮音壁を想定し行程差を求めた．

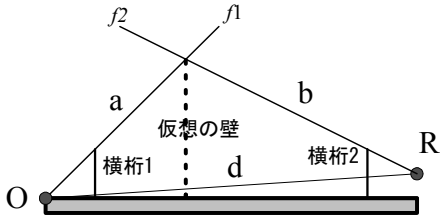

図２　見通しと伝播経路

これらを考慮すると，回折減衰量は前川の実験近似式で求めることができる．

４．解析モデル

SEA法では，サブシステムの分割により解析が異なると考えられるので，次のような分割を考えた．

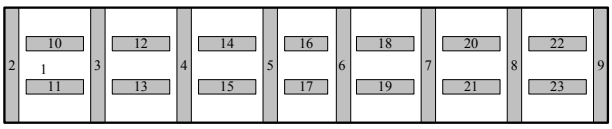

図３　23分割

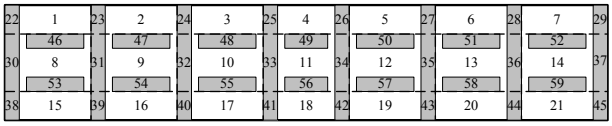

図４　59分割

図３，４は橋梁部無対策区間のサブシステムの分割を表したもので，**図３**が23分割，図4が59分割モデルである．ここで着目すべきところは**図３**の床版の分割では1個で，**図４**は21個ということである．

キーワード　統計的エネルギー解析法　SEA法　騒音伝播　回折減衰
連絡先　〒940-2188　新潟県長岡市上富岡町1603-1　長岡技術科学大学　建設設計工学研究室
TEL：0258-46-6000　E-mail：chiha@cds.nagaokaut.ac.jp

５．解析結果

各モデルの音源は，伝播計算の容易な点音源とした．また，**図 4** の 23 分割モデルでは，床版を合体として 1 点音源とする場合と，**図 5** のモデルと同様にそのパワーレベルを 21 等分割して 21 個の点音源とした場合について考えた。昨年度の計算結果と併せて，解析結果を**図 5** に示す。

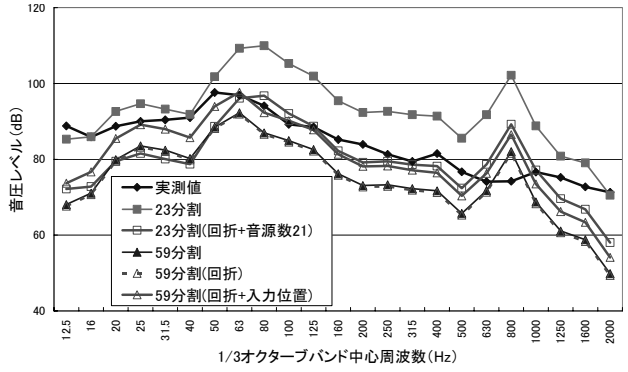

図 5　解析結果の比較

23 分割モデルでは, 床版のパワーレベルを 21 等分割した方が実測値により近くなることがわかる．また，59 分割モデルにおいても実測値にかなり近いことがわかる．さらに，外部からのパワー入力位置を変化させたところより実測値に近づけることがわかった.

しかし，59 分割モデルの場合，横桁などの回折効果を導入してもほとんど昨年度の計算結果と変わらないことがわかる．そこで，本年度の計算で考慮した回折効果が本当に表れているのかを検討してみた.

図 6 で示した解析結果は，サブシステムから発生した *SPL* をオクターブバンド別に総和したものである．したがって，1/3 オクターブバンド中心周波数における，各サブシステムの *SPL* を見なければ，本当の騒音伝播による効果を判別できない．よって，オクターブバンド別に見ることにした．**図 6** がそのグラフである.

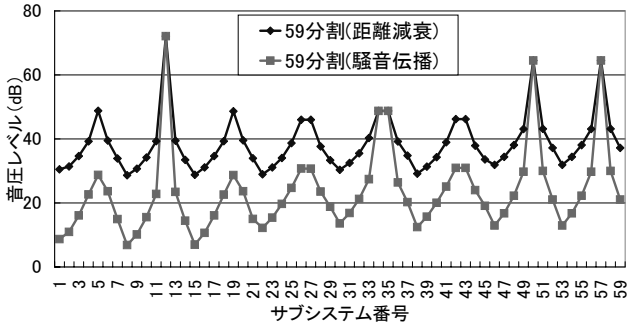

図 6　1000Hz の各サブシステムの *SPL*

この解析結果より，オクターブバンド別に見ると，回折効果が得られていることがわかる．しかし，受音点で総和すると，回折効果は得られていない．それは，図中におけるサブシステム 12，34，35，50，57 が受音点に近く，各周波数の *SPL* は，これら受音点近傍のサブシステムの *PWL* に強く依存しているため，回折効果が得られていないと考えられる.

次に，**図 6** の解析結果を，床版の *SPL* に着目し，各床版の寄与度を図示したのが図 7,8 である.

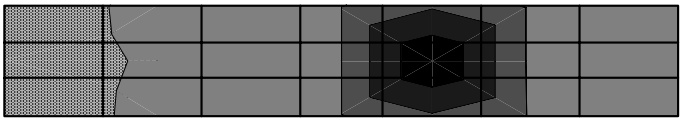

図 7　1000Hz の *SPL*（距離減衰のみ）

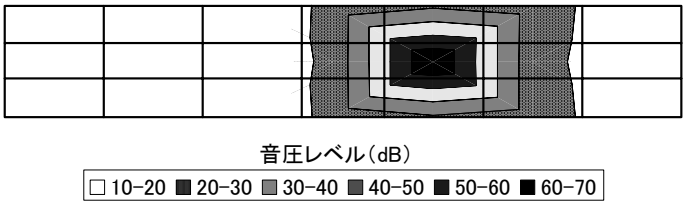

図 8　1000Hz の *SPL*（騒音伝播を考慮）

図 7，8 を見ても，騒音レベルが低下しており，騒音伝播の効果が得られていることがわかる.

６．まとめ

騒音伝播を考慮することによって,回折の効果があることを確認できた．また，サブシステムの分割数は，今回のモデルにおいては 59 分割が適切である．さらに，回折の効果が得られる受音点の位置は橋梁下 4m～8m である.

課題として，橋梁下以外の受音点での騒音伝播を考慮した解析．他橋梁での解析があげられる.

参考文献

・飯田一嘉，大橋　心耳，岡田　健，麦倉　喬次：現場実務者と設計者のための実用騒音・振動制御ハンドブック，pp178-182(2000)
・入江良彦：SEA 法による固体伝播音解析，日本音響学会誌，48 巻 6 号，pp433 - 444（1992）