

道路交通騒音用遮音壁の高性能化

The improvement of the efficiency of a noise barrier for road traffic noise

北海道大学大学院工学研究科
北海道環境科学研究センター

正 長谷部正基 (Hasebe, Masaki)
 棗 庄輔 (Natsume, Shosuke)

1. はじめに

近年、道路交通量の増加、高速化、大型車の増加等に伴い道路交通騒音はますます深刻な問題となっている。この騒音防止の伝搬経路上での方策としては、一般的に遮音壁を道路端に設置することが挙げられる。その効果は遮音壁の高さが高いほど良好となる。しかし、眺望や景観の問題などから高さの限界がある。そこで、高さは同じでも、より効果の高い遮音壁が望まれていた。これを実現するために、音波の干渉や吸音材を利用した新しいメカニズムを持つ遮音壁を案出し、その有効性を検討した。

2. 音響的にソフトな面の形成

遮音壁の性能を高める方法としては、その表面の音圧をゼロにする、即ち音響的にソフトな面をつくるのが有効である。すなわち遮音壁先端部近傍の音圧上昇による回折波の強さを押さえることが考えられる。

本研究では、図1のように遮音壁表面に多数の音響管を配列することによりこれを実現することを考えた。これにより遮音壁の音源側表面に音響的にソフトな面を形成することができる。¹⁾

数値計算によって得られた挿入損失を図2に示す。想定した遮音壁の高さは3m、計算対象の周波数範囲は50～3150Hzである。挿入損失 IL は遮音壁設置による効果を表すものであり、次式で表される。また全ての計算は二次元境界要素法を適用し、アプリケーションソフト SYSNOISE を用いて行った。

$$IL = L_{after} - L_{before} = 20 \log_{10} \frac{p_{after}}{p_{before}} \quad (1)$$

L_{after} , p_{after} : 遮音壁設置後の音圧レベル[dB]および音圧[Pa]

L_{before} , p_{before} : 設置前の音圧レベル[dB]および音圧[Pa]

3. 音響的にソフトな面と吸音性の面を併せ持つ新型遮音壁の開発

垂直部分における音響的にソフトな面を利用して下げた音圧分布を、受音点側に拡大展開させるという発想による遮音壁の設計を行った。本研究で設計した音響的にソフトな面

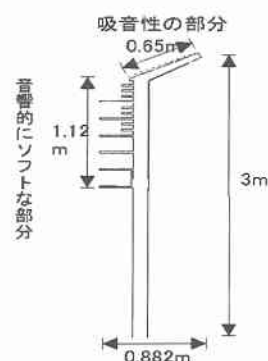


図1 新型遮音壁断面図

と吸音性の面を併せ持つ遮音壁の断面図の形状を示したものが図1であるが、遮音壁上部に吸音材を配置し吸音性を与えた平板を配置している。この図中の吸音性平板の傾斜部角度は地表面に対して25°であるが性能評価に当たってはこの角度を変化させて最適値を探った。この新型遮音壁による騒音低減のメカニズムは、垂直部に並べられた音響管により音響的にソフトな面を作り、さらに上部についた受音点側に傾斜している部分に吸音性を持った素材を採用することによって、音圧の低い部分を受音

キーワード：遮音壁、道路交通騒音、回折

連絡先：札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院工学研究科 e-mail: hasebe@eng.hokudai.ac.jp

点側に引き伸ばすことが可能になり、大きな騒音低減効果が得られる。この遮音壁と単壁による挿入損失を図2に示す。なお音源－遮音壁、遮音壁－受音点間は共に2m、音源、受音点共に地表面上に設置しているとする。次に新型遮音壁付近の音場の音圧分布図（1500Hz）を図3に示す。相対値として10dB間隔で塗り分けられ、暗色が高レベルを表している。遮音壁前面部のソフトな部分で下げられた音圧が、吸音材により強調されて受音点側に伸びていることがわかる。

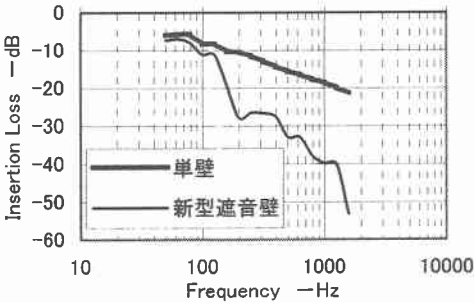


図2 新型遮音壁と単壁による挿入損失の比較

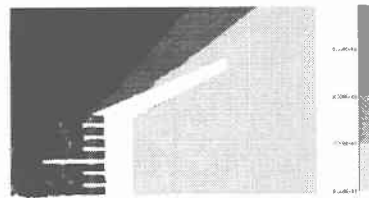


図3 新型遮音壁の先端部付近の音圧分布図（1500Hz）

4. 道路交通騒音に対する新型遮音壁による制御の評価

自動車騒音のスペクトルを持つ点音源を想定し、A特性補正を加えて境界要素法による騒音低減効果の評価を行った。

日本音響学会の騒音・振動研究会での「新型遮音壁の現状とコンペの方法について」²⁾における条件に従って計算を行った。以下に各観測点で算出されたA特性音圧レベルの挿入損失（表1）を示す。新型遮音壁における傾斜部角度は0°を採用している。なお、同一の高さをもつ単壁についても同様の計算

を行った。△L_{AVE}とは単壁より過剰に減衰した音圧レベルの平均値を示す。新型遮音壁は全ての観測点において単壁を上まわる騒音低減効果を示した。単壁を基準とした挿入損失の全観測点における算術平均値 $\overline{L}_{Allpoints}=-4.9\text{dB}$ となった。これは近年、他の研究者が提案している遮音壁（管配列、水車型、等）に比べ非常に騒音低減効果が高い。

表 1.A 特性音圧レベルの挿入損失

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
no barrier	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
single barrier	-18.3	-16.3	-15.3	-14.8	-20.8	-19.2	-17.7	-18.3
new barrier	-25.9	-22.5	-20.9	-20	-28.1	-25.7	-24.9	-23.9

	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
no barrier	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
single barrier	-14.6	-16.6	-15.9	-16.3	-6.9	-12.7	-15	-16.1
new barrier	-18.4	-20.4	-21.2	-20.8	-7.6	-15.6	-18.2	-19.4

	low points ave.	high points ave.	all points ave.
no barrier	0.0	0.0	0.0
single barrier	-17.6	-14.3	-15.9
new barrier	-24.0	-17.7	-20.8
△L _{AVE}	6.4	3.4	4.9

5. 結論

音響的にソフトな面と吸音性の面を併せ持つ遮音壁は、音源－遮音壁の距離が近い状況においてはソフトな面による効果が特に高く、また音源－遮音壁の距離が遠い状況においてはソフトな面による効果はあまり見られないものの、吸音性の面によりある程度の効果が得られるという結果が得られた。したがって道路交通騒音のように水平に音源が拡散していると考えられる状況において、本研究で提案している遮音壁が非常に効果的であると考えられる。

- 1) M. Hasebe, New profile noise barrier with an acoustically soft surface, Proc.WESTPRAC VII, 747-750, 2000.
- 2) 山本貢平、新型遮音壁の現状とコンペの方法について、日本音響学会騒音研究会資料 N97-32,1997.

平成12年度 土木学会北海道支部奨励賞

昭和36年度に制定された土木学会北海道支部奨励賞授与規定により、平成12年度選考委員会委員として5氏が支部長の委嘱を受け、平成13年3月22日佐藤浩一氏を委員長とする選考委員会を開催し論文報告集第57号に掲載された304編の中から慎重な審査の結果、次の3編を授賞の対象として選考し、平成13年4月17日の商議員会において土木学会北海道支部奨励賞を授与することを決定した。

選考委員会委員長	佐藤 浩一	北海道大学大学院工学研究科教授
選考委員会委員	阿部 芳昭	北海道開発局開発土木研究所長
〃	藤間 総	室蘭工業大学工学部教授
〃	加賀屋 誠一	北海道大学大学院工学研究科教授
〃	長谷川 和義	北海道大学大学院工学研究科

(学術上)

論文名 壁式橋脚のアラミド繊維シート補強における補強量と補強範囲の検討

受賞者 三田村 浩 (共著者 池田憲二、長谷川正、後藤克人)

選考理由

平成8年に発生した兵庫県南部地震の際には多数の橋梁が被災した。特に地震時保有水平耐力法による照査が導入される以前の、すなわち昭和55年度版以前の道路橋示方書に基づいて設計された、躯体に主鉄筋段落とし部を有する橋脚においては、段落とし部の脆性的な破壊により倒壊したものが多し。本地震の後、建設省(当時)は全国の道路管理者に対し、古い橋脚の耐震補強を命じた。しかし、筆者らのこれまでの研究により、フーチング部を補強することなく、躯体のみを過度に補強した場合、破壊部はフーチングへと移行することが確かめられた。通常の河川橋などではフーチングは河床下であり、その補修は締め切りを必要とするため、きわめて高価または困難である。

本論文ではアラミド繊維シートを用いて、補強範囲を段落とし部のみの場合、基部まで補強した場合、せん断補強のみ行った場合、せん断補強と曲げ補強を行った場合、補強量を変化させた場合、帯鉄筋の拘束効果を高める貫通鉄筋の配置を変化させた場合など、精力的なパラメトリックスタディ(躯体模型の交番水平載荷実験)を実施し、補強後の耐力の伸びやエネルギー吸収量の面から補強効果を検証した。

道内の橋梁は高速自動車国道や都市内の立体高架橋、跨線橋などを除く通常の河川橋梁のほとんどは、予算の制約から未補強のままである。本論文は、予算の制約により段階的に橋脚の耐震補強を実施しようとする場合、各段階ごとに要求される耐震性能に応じた補強量の算定を可能にし、古い橋梁の耐震安全性の改善に大きく寄与するものである。よって本論文は土木学会北海道支部奨励賞を受ける資格があるものと認められる。

(学術上)

論文名 波の多方向性を考慮した直立護岸の所要天端高に関する研究

受賞者 早川 哲也 (共著者：山本泰司、梅沢信敏)

選考理由

現在、護岸の設計においては、背後施設の利用目的に応じて許容越波流量を設定し、設計波来襲時にその値を超えないような天端高さが用いられている。現地の波浪は時間的にも空間的にも不規則性を有している。越波流量の算定に際しては、時間的な不規則性は考慮されているが、空間的な不規則性の影響については十分考慮されていない。

著者らは、波浪の方向スペクトル形状が所要天端高さに及ぼす影響を数値計算により明らかにし、既往の水理模型実験結果と比較してその妥当性を確認した。以上の結果に基づいて、新たに方向分散をパラメータとした所要天端高さの算定法を提案した。

大水深域の港湾や沖合人工島においては、浅海域に比べて碎波や屈折の影響を受けにくく、多方向性の強い波浪が来襲するケースが多くなる。本研究の成果により、こうした条件下の構造物の設計において多方向性の影響を的確に評価することが可能となり、越波流量の推定精度が著しく向上した。

よって、本論文は、土木学会北海道支部奨励賞を受ける資格があるものと認められる。

(学術上)

論文名 ロジット型価格感度測定法による航空運賃の時系列評価

受賞者 岸 邦宏 (共著者：日野 智、千葉 博正、佐藤 馨一)

選考理由

本論文は、利用者の交通運賃の支払意思評価モデルとしてロジット型価格感度測定法(Kishi's Logit PSM; KLP)を構築し、それを札幌－東京間の航空運賃に適用し、航空会社の新規参入前後で時系列評価を行ったものである。

KLPは著者らが従来の価格感度測定法(Price Sensitivity Measurement; PSM)を発展させてきたもので、運賃や価格に対して「安いと感じる」「高いと感じる」「高すぎて買わない」「安すぎて買わない」といった利用者の価格感度から評価指標を導出している。既存の支払意思額のモデルではあくまでも支払う、支払わないといった意思の価格評価である。一方 KLP では支払う中でも利用者が「値ごろ感」を持つ価格帯を明らかにしているところに特長があり、「安い」「高い」といった主観的評価から利用者全体で客観的評価を可能にした。

本論文では航空運賃の時系列評価を行うことにより、札幌－東京間の航空運賃に対して利用者が支払う上限価格と下限価格には変化があったが、「値ごろ感」を持つ価格帯は一定であることがわかった。このことは、支払う、支払わないといった評価には社会的状況の変化による影響を受けるが、「安い」、「高い」と感じる「値ごろ感」は安定したものであり、ひいては一時点における KLP の分析も信頼性の高いものであることを明らかにした。

利用者は航空運賃の多様化により選択の幅が広まったが、航空会社がマーケティングで利用者の評価を見極めながら航空運賃の提供をする際に、KLP による分析結果は非常に有用なものになる。また著者らは航空運賃の他にも交通サービスの評価に適用しており、KLP のモデルのさらなる発展と、運賃・費用から見た交通サービスの提供のあり方について社会的貢献が期待される。

よって、本論文は土木学会北海道支部奨励賞を受ける資格があると認められる。