高速列車走行により生じる防音壁支柱部応力に関する検討

鉄道総研	正会員	○長谷川淳史	鉄道総研	正会員	曽我部正道
鉄道総研	正会員	杉本 一郎	鉄道総研	正会員	鳥取 誠一

<u>1. はじめに</u> 列車の高速化について土木構造物の側から検討する場合,共振発生等の観点から,構造物本体はもとより防音壁等の付帯構造物の安全性についても検討を行っておく必要がある¹⁾.しかしながら,防音

壁等の付帯構造物の局部的な振動性状,あるいはそれを 支持するラーメン高架橋の部材レベルの振動性状など については、これまでに、あまり検討がなされていない のが実状である.本検討では、新幹線ラーメン高架橋上 の防音壁支柱を対象とし、三次元有限要素解析及び実測 によりその応答の実態を検討することとした.

2. 解析手法 図-1に防音壁の構造と影響を及ぼす作用に関する概念図を示す.本検討で対象とした防音壁は、場所打ち高欄の上にH型鋼の支柱を立て,PC版を落とし込んだ構造となっている.本検討では、とくにH型鋼支柱基部の応力に着目した.

図-2 に解析モデルを示す. 表-1 に解析に用いた材料 諸元を示す. 解析には線形のソリッド要素を用いた. 部 分モデルでは, RC ラーメン高架橋 1 ブロックの片持ス ラブ,高欄,防音壁をモデル化した. 片持ちスラブ端部 は固定とした. 全体モデルでは,上記に加え,スラブ軌 道を含む RC ラーメン高架橋全体をモデル化した.

図-3 に列車風圧荷重のモデルの例を示す. 高速列車走行に伴う列車風圧荷重は,実測の風圧データより荷重列として作成し,これを移動荷重として載荷して時刻歴応答解析を実施した².

本検討では、列車風圧の測定値を参考に列車速度、ス ラブ面からの高さにより風圧を変化させるものとし、有 限要素節点の支配面積毎に時刻歴波形に置換し載荷し た.ただし、測定が限定的であったため、不確定要素も 考慮し、2種類のモデルを作成して検討に用いた.また 全体モデルに対しては列車(10両編成)を荷重列でモデ ル化し、これを移動荷重として併せて載荷した.数値解 析はモード法により行うものとし、減衰定数は全モード に対して2%を適用した.解析ケースとしては、列車速 度をパラメータとし、部分モデル、全体モデルともに100 ~400km/hに対して解析を行った.

3. 固有値解析結果 図-4 に固有値解析結果を示す. 片持スラブ+高欄+防音壁が全体として倒れるモードは, 10Hz 以降に近接して集中して生じる.図-4(a), (b)は1 次及び2次モードであるが,より高次のモードも近接し て生じていた.H型鋼のみの倒れは図-4(c), (d)に示すよ うに,より高次の40Hz 近傍で生じていた.従って防音



図−1 防音壁の構造と影響を及ぼす作用



(a)部分モデル



表-1 材料諸元

	ヤング係数	ポアソン比	単位体積重量
高架橋	26.5 kN/mm ²	0.2	24.5 kN/m ³
防音壁	22.0 kN/mm ²	0.2	10.6 kN/m ³
H鋼	200.0 kN/mm ²	0.3	77.0 kN/m ³



キーワード: 高速化, 防音壁, 列車風圧, 鉄道ラーメン高架橋 連絡先:〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38(財)鉄道総合技術研究所コンクリート構造 TEL:042(573)7281



壁部分のみの固有振動数は共振に対して十分に高いと判断される ¹⁾.

4. 時刻歴解析結果 図-5 に時速 300km/h 走行時における防音壁取付け用 H 型鋼基部における時刻歴応答の応力を示す.簡易モデルでは列車進入時に最大値を示した.詳細モデルでは,列車進入時は,構造物の振動の影響は少なく,列車進入後から構造物の振動の影響を受けている.その結果,列車通過時に最大値を示した.図-6 に防音壁取付け用 H 型鋼基部の応力における解析結果(荷重 Casel)と測定結果の比較を示す.応力の最大,最小値を比較して示した.H 型鋼基部の応力の増加は,列車速度の増加に伴い風圧が増加したため(通常,速度の2乗で増加する)であると説明できる.また H 型鋼基部応力は,図-1 に示したように風圧荷重により生じる他,中間スラブが列車荷重により加振され,これが片持スラブに伝わり防音壁が加振されことによっても生じる.このため全体モデルの方が,大きな応答を示した.測定値は,全体モデルによる数値解析結果はこれと概ね一致する傾向となった.その値は,最大でも 8N/mm²程度で,安全上問題のない値であった.また解析上,顕著な共振現象も確認されなかった.

5. まとめ 新幹線標準設計ラーメン高架橋上の防音壁支柱を対象として,三次元有限要素解析及び実測に よりその安全性を検討した.①H型鋼基部に発生する応力度は列車風圧荷重と列車荷重により生じているもの と説明できる.②応力の増加は,速度向上に起因する列車風圧の増加によりほぼ説明できる.③測定値は,最 大でも 8N/mm²程度で,安全上問題のない値であった.

参考文献 1) 曽我部正道, 松本信之, 藤野陽三, 涌井一, 金森真, 宮本雅章: 共振領域におけるコンクリート鉄道橋の動的設計法に関 する研究, 土木学会論文集, No.724/I-62, pp.83-102, 2003., 2)四十九勇治, 曽我部正道, 村田香, 涌井一, 橋本渉一: 側壁ビーム 方式ガイドウェイの動的応答に関する研究, 鉄道技術連合シンポジウム(J-Rail'98)講演概要集, pp.71-74, 1998.