

遮音壁支柱の効率的な点検手法に関する研究

株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 ○兼重 仁
株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 岩吹 啓史
中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京株式会社 非会員 安田 英明

1. はじめに

平成 26 年の道路法改正に伴い、遮音壁についても 5 年に 1 度の頻度での近接目視による点検を行っている。道路騒音の低減を目的として道路沿いに設置される遮音壁の点検では、本線上からの近接目視が困難な箇所が存在する。特に橋梁部の遮音壁背面側の点検等は、橋梁点検車等を使用し交通規制を伴う大掛かりな点検になるという問題がある。これらを解決するために、遮音壁の点検手法の効率化を目的とし、支柱下端に設置されたボルトの緩みを効率的に確認する手法の検討を行った。現行基準では、ゆるみ止めナットの採用しているが、旧タイプではダブルナットのものも多く存在するため、遮音壁支柱の加振実験によるボルトの緩みの進行検出の可否について検討を実施した。

2. 実験内容

走行車両等により繰り返し作用する振動により生じるボルト部の緩みを想定し、ボルトの緩みをダブルナットの締め付け方法を変えることで再現した。緩み程度は、表－1 に示す 3 段階を設定した。実験時の締め付け状況を図－1 に示す。なお、ボルトの緩み程度の設定にあたっては、図－2 に示すボルト計 8 本の緩み具合を一律で調整した。

表－1 ボルト緩み程度の設定条件

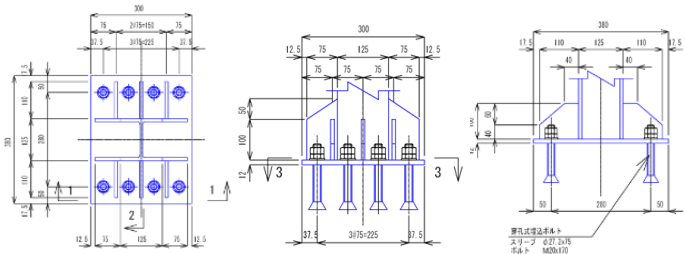
条件名称	設定条件
健全	Wナット機械締め
緩み 1	上ナット無し
緩み 2	上ナット無し+下ナット手締め
緩み 3	上ナット無し+下ナット隙間あり



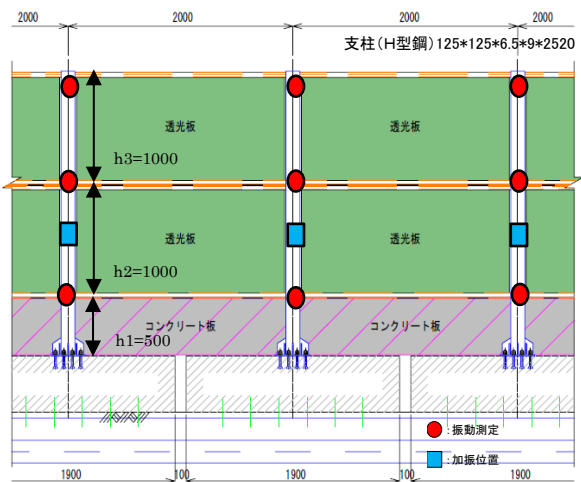
図－1 支柱下端におけるボルト緩みの再現状況

3. 実験方法

実験に用いた試験体の支柱は、H 型鋼（125×125×6.5×9×2520）の端部に図－2 に示す固定プレート（300×380×12）を溶接した構造で、コンクリート製ブロックによる基礎に 8 本の穿孔式埋め込みボルトとダブルナットにより固定されている。図－3 に遮音壁全体の正面図を示す。最下部にはコンクリート板、上側 2 段に透光性遮音板が設置されており、遮音板と支柱は金具により固定している。加振位置は支柱高さの中心付近とし、支柱の振動加速度を測定した。支柱の振動加速度の測定高さは、上部・中部・下部の 3 点とした。加振方法は、打撃面にゴム板を貼りつけた木槌、鋼製ハンマー、拳及び掌による加振の計 4 ケースから得られる応答を比較し選択することとした。



図－2 支柱下端の固定プレートの形状



図－3 加振実験に用いた試験体の正面図

キーワード 遮音壁、支柱、点検、加振、ボルト、緩み
連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 株式会社高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1655

4. 実験結果

4-1 加振手段による振動特性

加振手段による最大振動加速度を図-4に示す。測定高さは支柱の中央部とした。鋼製ハンマーによる加振では、応答振幅が測定レンジを超過した。また、拳及び掌では測定レンジに対して過小な応答振幅となった。以上から、本実験に用いる加振手段は木槌によることとした。

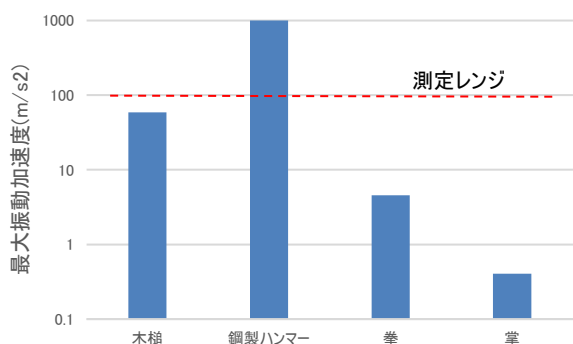


図-4 加振方法別の応答振幅と測定レンジの比較

4-2 ボルトの緩み進行に伴う振動特性の変化

健全及び緩みの4ケースの周波数特性を比較すると、緩みが進行するにつれ、ピーク周波数が低くなる傾向が見られた。図-5は下部の測定点における振動特性を比較したもので、最も顕著な傾向が見られた事例である。図-6は緩み程度別の応答振幅を比較したもので、ボルトの緩み進行に従い大きくなる傾向が見られた。ボルトの緩みにより支柱の拘束力を失い、剛性が低下したことによりピーク周波数が低下したと考えられる。

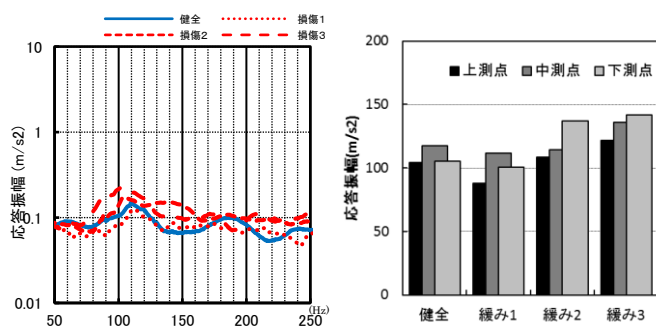


図-5 ボルトの緩み進行程度による周波数特性の変化

図-6 ボルトの緩み進行程度による応答振幅の変化

4-3 応答振幅による緩み判断の可否の検討

各周波数成分の平均振幅 (Ave) と標準偏差 (σ) の和を閾値とし、応答振幅の閾値超過の有無による緩み検出の可否について検討した。実験は、連続

する13本の健全な支柱を対象とし、うち3本については健全な状態での加振実験後、表-1に示す3段階の緩みをそれぞれ与え、実験ケースは全体で22ケースとした。

検討にあたっては、平均振幅に加算する標準偏差に任意の整数 (N) を乗じ最適な閾値 ($Ave + N\sigma$) を求めた。複数の任意整数 ($1 \leq N \leq 5$) について判定結果を比較した結果、 $N=3$ が最適値となった。この時の判定結果を表-2に示す。緩みがある状態 (緩み1～緩み3) に対する検出精度は89%となった。誤判定した内訳としては、ボルトに緩みがある状態を健全と判定し「危険側の誤判定」となった1ケースについては、程度が最も軽度の「緩み1」に対する判定であり、「緩み2」以上ボルトの緩みがより進行した状態を想定したものに対しては、誤判定なく検出された。また、健全に対して緩みありと誤判定した「安全側の誤判定」となったものは2ケースあった。全体の判定精度としては86%となり、良好な判定結果であったと考えられる。以上の結果から、支柱の加振応答による緩み有無の判定は可能であると考えられる。

表-2 ボルト緩み程度の検出結果の精度
(閾値：平均値+3 σ の時の下部の測定点における結果)

		試験体の状態				全体精度 (%)
		健全	緩み1	緩み2	緩み3	
設定個数		13	3	3	3	86
緩み判定	健全	11	1	0	0	
	緩み	2	2	3	3	
検出精度 (%)		85	67	100	100	
		89				

5. 今後の課題

本実験では、実物大の試験体を用いて遮音壁の支柱下端に設置されたボルトの緩み進行に伴う振動特性の変化を加振実験により把握した。試験体を用いた一定条件下における実験では、振動特性からボルトの緩み有無について良好な精度で検出することができた。しかし、道路沿道に実際に設置されている遮音壁については、現地条件により構造形式が多種にわたり、振動特性も大きく変化する。このため、種々の構造形式について加振実験を実施し、データを蓄積することで構造形式別の周波数特性を把握し、点検手法として現場に導入できるよう実用化することが課題である。