

神戸大学大学院 フェロー 川谷 充郎
株式会社エース 正会員 河田 直樹

神戸大学大学院 学生員 ○高見 洋平
協和設計株式会社 正会員 坪本 正彦

1. はじめに 道路橋より発生する騒音について橋梁伸縮装置(ジョイント)近傍を車両が通過するときの衝撃的な騒音(構造物音)が問題となる場合がある。現状では、高架橋より発生する構造物音についての調査研究資料は少ない。近年、耐震設計の観点から桁遊間を大きくする事例があり、構造物音への影響が懸念される。そこで本研究では、試験車両ジョイント通過時の低周波音・騒音計測を行い、桁遊間やジョイント形式、上部工形式の違いが、橋梁より発生する低周波音・騒音に与える影響を検討する。

2. 実験概要 対象区間の 12 地点、上下線で 24 か所の橋梁伸縮装置について、低周波音・騒音の計測を行う。対象地点のジョイント形式、遊間、上部工形式、計測結果の表を Table 1 に示す。計測は対象伸縮装置直下の地面から 1.2m の高さに低周波音計・騒音計を設置して各地点について計測を 3 回行い、その平均値を使用する。試験車両は総重量を 25tf に調整した大型トラック 1 台を 80km/h で走行させる。また、伸縮装置での段差の大きさの計測を目的として、普通車両に加速度計を設置しジョイント通過時の鉛直加速度の計測を行う。

3. 計測結果 低周波音計のサンプリング周波数は 10Hz、騒音計は 100Hz としている。低周波音の評価時間はオーバーオール(OA)値の卓越時刻の-0.5~+0.5 秒の 1.1 秒間とする。OA 値は各周波数バンドの音圧レベルを L_1, L_2, \dots, L_n (dB) とするとき、 $L = 10 \log_{10} (10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}})$ (dB) となる。騒音の評価時間は騒音レベル卓越時刻の -0.30~+0.70 秒の 1.01 秒間とする。なお騒音に関して、B-1~4 までの計測結果は補正をかけておらず、他と比べて大きくなっているため評価からは省いている。低周波音と騒音の相関図を Fig.1 に示す。ばらつきは大きいですが、低周波音と騒音の相関があることが確認できる。また、ここでは図を省略しているが、ジョイント形式や遊間、車両加速度、上部工形式と騒音の関係は低周波音と似た傾向を示している。

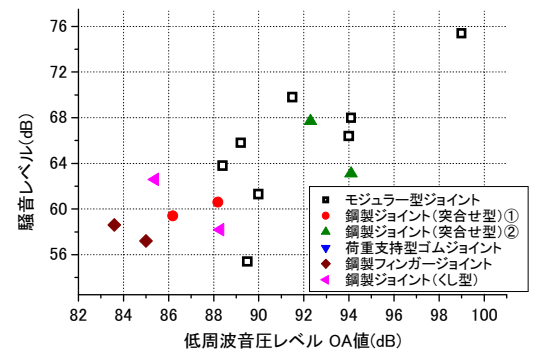


Fig.1 低周波音 OA 値-騒音レベル

Table 1 計測結果

低周波音圧レベル(dB)		計測点	ジョイント形式	番号	遊間 (mm)	車両加速度 (m/s ²)	上部工形式	支間長 (m)	騒音レベル (dB)
OA値	12.5Hz, 16Hz								
99.0		C-2南行	モジュラー型ジョイント	32	500	4.95	鋼合成開断面箱桁橋	46.2	75.4
94.4		A-2南行	鋼製ジョイント(突合せ型)②	29	350	5.90	鋼桁橋(7主桁)	36.3	63.1
94.1		C-1南行	モジュラー型ジョイント	28	450	5.31	鋼桁橋(7主桁)	45.2	68.0
94.0		C-2北行	モジュラー型ジョイント	32	500	7.48	鋼桁橋(7主桁)	29.8	66.4
92.3		A-2北行	鋼製ジョイント(突合せ型)②	29	350	5.50	鋼桁橋(7主桁)	40.3	67.7
91.5	79.2 (12.5Hz)	C-4南行	モジュラー型ジョイント	13	500	11.13	鋼箱桁橋	54.2	70.0
91.4	86.4 (12.5Hz)	B-3南行	モジュラー型ジョイント	17	500	7.09	鋼桁橋(9主桁)	36.4	89.5
91.0	81.6 (12.5Hz)	B-4南行	モジュラー型ジョイント	12	500	9.19	鋼箱桁橋	39.2	85.7
90.0	78.5 (16Hz)	A-3北行	モジュラー型ジョイント	21	520	9.74	鋼2主桁橋	43.1	61.3
89.5		A-3南行	モジュラー型ジョイント	21	520	8.63	PC中空床版橋	26.1	55.4
89.2		C-4北行	モジュラー型ジョイント	13	500	9.74	鋼箱桁橋	43.8	65.7
89.0	77.7 (16Hz)	B-2南行	モジュラー型ジョイント	30	600	8.55	PCコンボ橋	39.1	83.4
88.4		C-1北行	モジュラー型ジョイント	28	450	5.71	PC中空床版橋	26.1	63.8
88.3		C-3南行	鋼製ジョイント(K型)	5	500	5.50	PC中空床版橋	24.3	58.2
88.2		A-1南行	鋼製ジョイント(突合せ型)①	26	200	3.33	鋼桁橋(10主桁)	33.0	60.6
87.5		B-4北行	モジュラー型ジョイント	12	500	6.95	PC中空床版橋	25.2	83.6
87.1		B-1南行	荷重支持型ゴムジョイント	27	300	7.21	PC中空床版橋	26.1	81.8
86.6	76.5 (12.5Hz)	B-1北行	荷重支持型ゴムジョイント	27	300	6.65	鋼桁橋(10主桁)	33.0	84.3
86.5		B-2北行	モジュラー型ジョイント	30	600	5.76	鋼桁橋(7主桁)	31.8	84.5
85.5		A-1北行	鋼製ジョイント(突合せ型)①	26	200	4.73	PC中空床版橋	26.1	59.4
85.4		C-3北行	鋼製ジョイント(K型)	5	500	6.72	鋼桁橋(14主桁)	32.3	62.6
85.0		A-4北行	鋼製フィンガージョイント	11	500	6.12	鋼箱桁橋	57.1	57.2
84.3		B-3北行	モジュラー型ジョイント	17	500	6.52	鋼箱桁橋	47.3	82.0
83.6	79.2 (16Hz)	A-4南行	鋼製フィンガージョイント	11	500	5.42	PC中空床版橋	25.2	58.6

以降では、低周波音について分析結果を示す。

3.1 低周波音圧レベル 低周波音計測結果の例として、最も低周波音圧レベル OA 値が大きい C-2 南行と、特に 12.5Hz の卓越が大きい B-3 南行の低周波音計測結果を Fig.2.1, Fig.2.2 に示す。

3.2 ジョイント形式 ジョイント形式と低周波音圧レベル OA 値の関係図を Fig.3 に示す。シンボル横に遊間量を示す。モジュラー型ジョイント(遊間: 450mm~600mm)はサンプル数が多く OA 値のばらつきも大きい。他のジョイントはサンプル数が少ないが、鋼製ジョイント(突合せ型)②では OA 値が大きく、それ以外のジョイントでは比較的 OA 値は小さいことが確認できる。

3.3 桁遊間 桁遊間量と OA 値の相関図を Fig.4 に示す。シンボル横の数字は車両加速度である。遊間の大きさと低周波音の相関はある程度認められるが、遊間 500mm ではサンプル数が多く、OA 値はばらついている。

3.4 車両加速度(段差) 車両加速度と OA 値の相関図を Fig.5 に示す。シンボル横の数字は遊間量である。車両加速度については低周波音との相関を確認できない。

3.5 上部工形式 上部工形式と OA 値の関係図を Fig.6 に示す。シンボル横の数字は車両加速度である。上部工形式については、鋼合成開断面箱桁橋での低周波音 OA 値が非常に大きい。また、鋼桁橋については主桁本数が少ないほど OA 値が大きくなる傾向がある。さらに、PC 橋における OA 値はすべて 90dB よりも小さく、鋼橋のほうが OA 値が大きくなる可能性が高い。

4. まとめ 以上より、試験車ジョイント通過時の OA 値は様々な要因が複雑に影響しており、今回の計測結果から分かることを次にまとめる。

- 1) 最大 OA 値はモジュラー型ジョイント(遊間: 500mm, 車両加速度: 4.95m/s²), 鋼合成開断面箱桁で発生している
- 2) 最少 OA 値は鋼製フィンガージョイント(500mm, 5.42m/s²), PC 中空床版で発生している。
- 3) 鋼桁橋では主桁本数が少ないほど OA 値が大きくなる傾向がある (200~500mm, 3.33~7.48m/s²)。
- 4) PC 橋(200~600mm, 4.73~9.74m/s²)よりも、鋼橋(200~600mm, 3.33~11.13m/s²)の方が OA 値が大きくなる可能性が高い。

謝辞 本研究は関西道路研究会 道路橋調査研究委員会「橋梁の振動・騒音の評価 地震リスクの検討に関する小委員会」の活動の一環として実施された。研究を進めるにあたり、ご協力をいただいた委員各位に深く感謝致します。

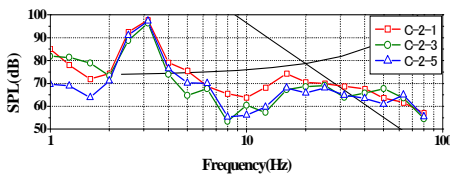


Fig.2.1 低周波音圧レベル(C-2 南行)

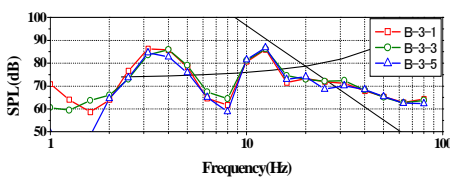


Fig.2.2 低周波音圧レベル(B-3 南行)

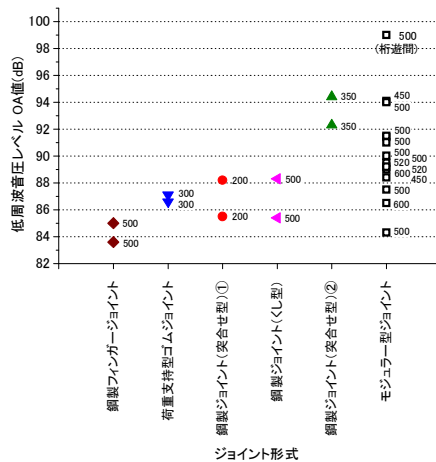


Fig.3 ジョイント形式-低周波音 OA 値

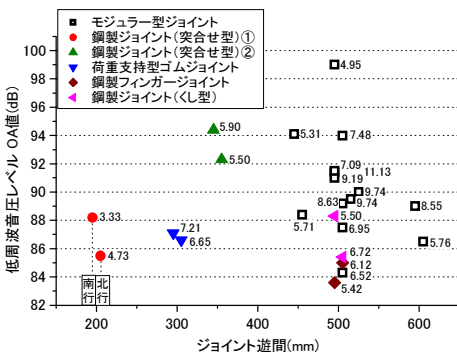


Fig.4 ジョイント遊間量-低周波音 OA 値

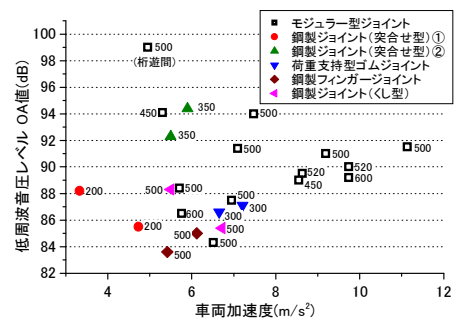


Fig.5 車両加速度-低周波音 OA 値

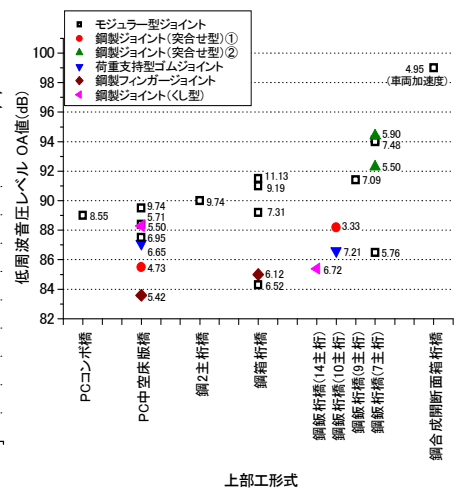


Fig.6 上部工形式-低周波音 OA 値