

技術ノート

道路橋伸縮装置通過時の騒音および走行性の調査

Investigation Report on Noise and Vehicle Trafficability in case of Passing over Bridge Expansion Joints

池辺輝義*
Teruyoshi IKEBE

町田文孝**
Fumitaka MACHIDA

富澤光一郎***
Koichiro TOMIZAWA

勝俣盛**
Mori KATSUMATA

In order to investigate the influence of noise due to vehicles passing over an expansion joint and the deterioration of riding comfort, measurements of the noise level from outside the vehicles and of the acceleration by expansion joint-induced vibration were made. These measurements were made on three types of expansion joint : CIPEC joints installed on a viaduct which is on an ordinary national road, and on a bridge over a river ; steel finger joint ; and rubber joint. The results of this measurement have showed that the noise levels can be usually arranged in the followin gorder : CIPEC joint < rubber joint < steel finger joint. Level differences have turned out to be the cause of the noise in most cases, and the riding quality of vehicles does not depend on the type of expansion joint.

Keywords : expansion joint, CIPEC joint, noise level, riding quality

1. まえがき

高速道路網の整備および使用者の増加に伴い、維持管理の問題とともに道路の走行性が重要視されるようになってきた。自動車の走行性（乗心地）を直接支配する因子は路面状態であり、舗装一般部では舗装技術（舗装仕上げや耐摩耗性）の向上により走行性が飛躍的に向上している。しかしながら、橋梁の伸縮装置通過時の衝撃のため、道路全体における走行性が著しく低下せしめられている。とりわけ、住宅が隣接している都市内高速道路の場合、橋梁の支間が30 m前後の単純桁が多く、そのため伸縮装置部通過時の走行性が自動車の乗心地を左右する直接的な要因となっており、また、通過時に発生する騒音も問題となっている。

道路橋の伸縮装置は、周知のごとく橋の温度変化や車両荷重による桁の変形に対し、自動車を支障なく走行させることを目的として設けられている。しかしながら、伸縮装置部付近は舗装、伸縮装置後打ちコンクリート、伸縮装置本体などの異なった材料が数メートルの間に存在しているため、材料間の耐摩耗性の差による極端な段差や、橋台背面の沈下などによる段差によって走行時の衝撃を生じやすい。このため、車両走行による衝撃は一般路面よりも大きくなり、騒音の発生や自動車の乗心地

も悪くなりやすい。

このようなことから、主因である伸縮装置の個数を減らすことを目的とした橋梁の連続化や走行面に連続性を持たせることを目的とした埋設ジョイントの適用が近年検討されるようになり、試験的に施工されている。しかし、全ての伸縮装置をなくすことは、現在の橋梁の構造や材料性能から困難であり、何らかの形として伸縮装置を設けなければならない。

そこで著者らは、伸縮装置の種類が車両通過時の騒音の発生や走行性の悪化に与える影響を調べるために、伸縮装置部車両通過時の騒音および走行性に関する調査を行った。

本文は、一般国道の高架橋、渡河橋の6橋に設置された3形式の伸縮装置について行った伸縮装置部の段差測定結果、伸縮装置部車両通過時の騒音測定結果および走行車両内の振動加速度測定結果について報告するものである。

2. 調査概要

本調査は、一般国道の高架橋、渡河橋の6橋に設置されたゴムジョイント、鋼製フィンガージョイント（シール材による非排水処理を施してある）およびフェースプレートの下に防水ゴムを取り付けたアルミニウム合金鋳物

*株総合メンテナンス技術部部長 **川田工業㈱技術本部中央研究室 ***株総合メンテナンス技術部

製のCIPECジョイントの3種類について実施した。

測定は、

- ① 伸縮装置部の段差測定
- ② 伸縮装置部車両通過時の騒音測定（本線上、伸縮装置直下）
- ③ 伸縮装置部車両通過時の走行車両内の振動加速度測定（シート下、シート上、ハンドル）

について実施した。

(1) 測定対象橋梁

測定対象橋梁6橋の伸縮装置配置と伸縮装置の形式を図-1に示す。

(2) 段差測定方法

段差測定では図-2に示すように各伸縮装置部の舗装と後打ちコンクリート間（AとE）、後打ちコンクリートと伸縮装置本体間（BとD）、伸縮装置間（C）の段差および遊間量（R）と伸縮装置幅（W1とW2）について測定した。

(3) 騒音測定

騒音測定では、図-3に示す本線上測点と伸縮装置直下測点の2カ所に騒音計を設置し、測定値はデータレコーダに記録した。測定データの整理は、騒音レベル分析と周波数分析について統計処理とピーク値処理にて行うこととした。

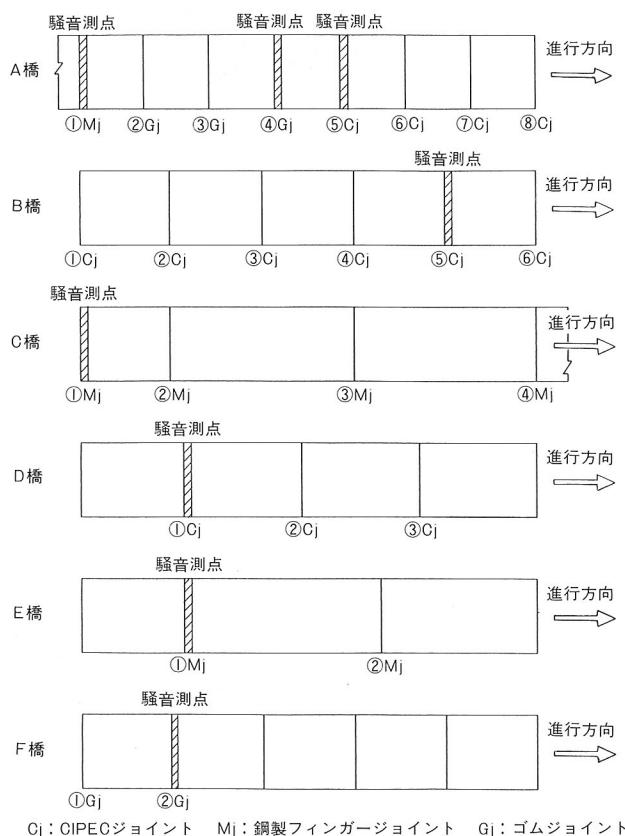


図-1 測定橋梁における伸縮装置の配置

(4) 走行車両内振動加速度測定

走行車両内における振動加速度測定では、図-4に示すシート下、シート上、ハンドルの3カ所に小型の圧電型加速度計を設置し、測定値はデータレコーダに記録した。測定は、調査当該橋梁の進入時から退出時まで全ての伸縮装置について行った。なお、シート上測点の測定は、重さ10kgfの鉄塊に加速度計を取り付け、シート上に置いて行った。また、試験は全て同一の車両（普通乗用車）を用いて行った。

3. 調査結果

(1) 段差測定結果

段差測定結果を表-1に示す。調査橋梁は全て積雪地域に架けられており、調査を4月に実施した。このため冬季におけるスパイクタイヤやタイヤチェーンによるアスファルト舗装と後打ちコンクリートでの摩耗差によって、段差測定点AおよびEでの段差量が全ての伸縮装置において大きくなっていた。

次に、アスファルト舗装と後打ちコンクリート境界での段差以外では、鋼製フィンガージョイントにおけるジョイント本体と後打ちコンクリートの境界における段差

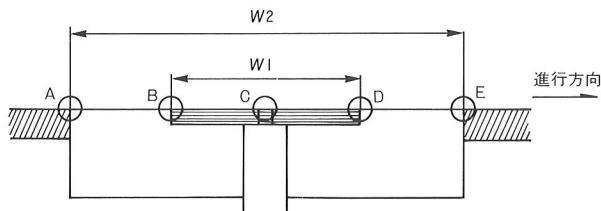


図-2 段差測定位置

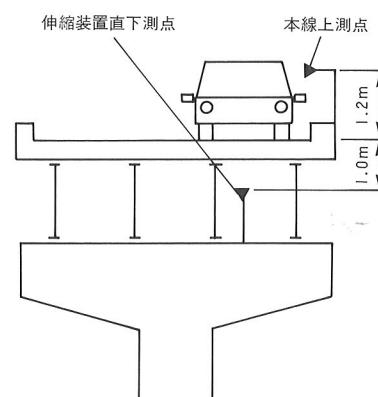


図-3 騒音測定位置

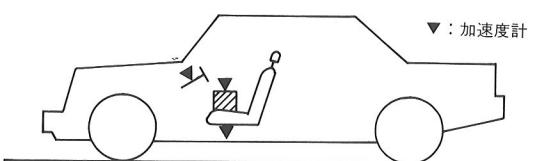


図-4 振動加速度測定位置

が今回の調査では全体的に大きく、最大14 mmの段差が計測された。それに対し、CIPECジョイントの段差は、全般的に1~2 mm程度の小さなものであった。また、伸縮装置本体の損傷は、ゴムジョイントの車両走行位置（わだち部）でゴムの摩耗や剥がれなどが生じていたが、鋼製フィンガージョイントおよびCIPECジョイントにおいては、車両の走行に影響を及ぼすような損傷はみられなかった。

(2) 騒音測定結果

A橋での騒音レベル測定結果を表-2に、周波数分析結果を図-5、6に示す。車両が伸縮装置上を通過する際の本線上での騒音レベルに大きな差はみられず、伸縮装置の形式の違いによる影響はないと考えられた。しかしながら、各伸縮装置直下の測定値に対する $1/3$ オクターブバンド周波数分析結果によると、CIPECジョイントおよびゴムジョイントの騒音レベルは、統計処理、ピーク値処理とともに80 Hz~4 kHzの間で鋼製フィンガージョイントよりも小さなレベルとなっており、その差が大きなところで統計処理結果において8 dB、ピーク値の分析結果において10 dB以上となった。

表-1 段差測定結果

単位：mm

橋梁	位置	段差					遊間	幅	
		A	B	C	D	E		W1	W2
A橋	①P5	4	2	0	-1	-6	42	294	789
	②P6	7	3	—	-4	-5	—	281	853
	③P7	11	-1	—	-3	-6	—	283	852
	④P8	13	7	—	-3	-7	—	284	864
	⑤P9	6	2	0	-1	-4	34	242	762
	⑥P10	-3	-2	0	-1	-1	40	250	910
	⑦P11	5	2	0	-2	-5	42	252	784
	⑧A2	1	0	0	1	-10	35	215	775
B橋	①A1	8	1	0	1	-9	32	210	820
	②P4	6	0	0	-1	-6	60	348	672
	③P9	5	1	0	-1	-3	42	250	563
	④P15	3	1	0	-1	-4	41	250	569
	⑤P20	7	1	0	-1	-6	73	364	681
	⑥A2	8	3	0	-3	-5	30	207	815
C橋	①A1	5	11	-1	-4	-5	36	576	1160
	②P1	4	2	1	-4	—	108	872	1185
	③P2	4	—	0	-3	—	180	1110	—
	④A2	6	—	2	-11	—	55	720	—
D橋	①P1	5	1	0	-1	-7	50	260	920
	①P2	5	1	0	-2	-9	40	220	915
	③P3	3	-1	0	-1	-4	60	277	920
E橋	①A1	24	—	0	-14	—	72	410	—
	②A2	9	—	0	-12	—	53	395	—
F橋	①A1	0	1	0	-1	-1	12	70	945
	②P1	5	2	0	2	-1	25	75	745

騒音レベルの統計処理分析結果によると、各伸縮装置の本線上と伸縮装置直下での騒音レベルの差はCIPECジョイントとゴムジョイントが大きく、最大19 dBとなっていた。それに対して、鋼製フィンガージョイントでは最大11 dBと小さな差になっていた。これは、CIPECジョイントおよびゴムジョイントでは防水対策としてゴムを使用しており、これが遮音材として働いていることが考えられる。

また、調査対象橋梁ごとに各伸縮装置直下の環境条件、

表-2 A橋における騒音レベル測定結果

単位：dB

		アルミニウム合金 鋳物製ジョイント		ゴムジョイント		鋼製フィンガージョイント	
		継手下	本線上	継手下	本線上	継手下	本線上
統計 処理 値	90%レンジ上端	66	83	65	80	72	83
	レベル差	—	17	—	15	—	11
	中央値	64	73	50	69	65	70
	レベル差	—	9	—	19	—	5
	瞬時値上位5ヶ平均	66	85	69	87	74	84
	レベル差	—	19	—	18	—	10
波形によるピーク値上位5ヶ平均		69	—	69	—	74	—

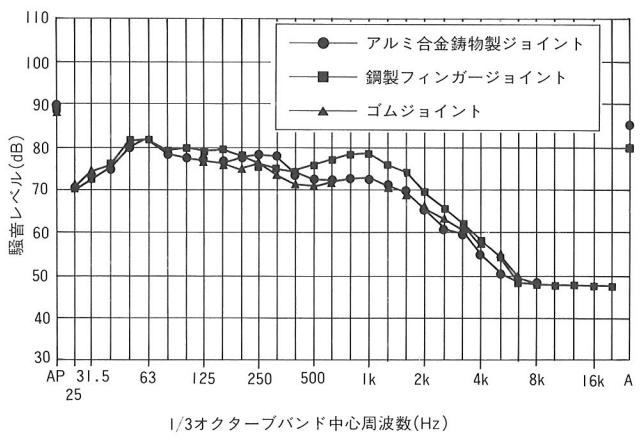


図-5 本線上の周波数分析結果（統計処理）

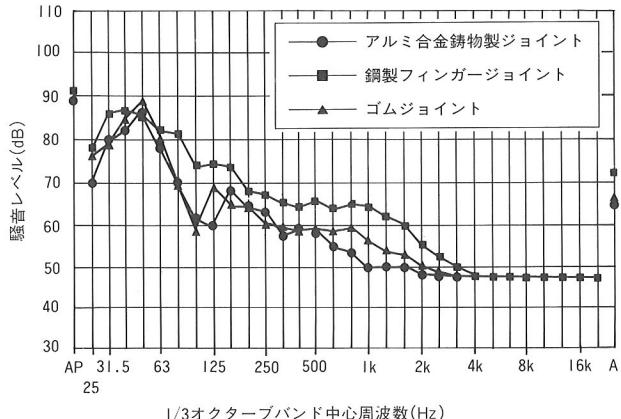


図-6 伸縮装置直下の周波数分析結果（統計処理）

各伸縮装置の遊間量、および各ゴムジョイントと鋼製フィンガージョイントの構造が異なっている。このため、伸縮装置の形式による騒音レベルの明確な特徴を本調査のみでは判断できないが、各ジョイントごとの伸縮装置直下における周波数分析結果によると、鋼製フィンガージョイントの騒音レベルが大きく、次にゴムジョイント、CIPECジョイントの順となり、CIPECジョイントの騒音レベルが他のジョイント形式に比べ全般的に小さい傾向があった。この原因としては、前述したように防水ゴムが遮音材として働いている効果や、鋼製フィンガージョイントと他の2形式のジョイントの定着構造が異なること（鋼製フィンガージョイントは鋼板に高力ボルトにて定着しているが、ゴムジョイントおよびCIPECジョイントは床版コンクリートに定着板を埋め込み、定着している）が考えられる。

(3) 振動加速度測定結果

A橋における走行車両シート下の5回走行平均加速度測定結果（全振幅）を図-7に、シート上の測定結果（全振幅）を図-8に、ハンドルでの測定結果（全振幅）を図-9に示す。同一種類のジョイントでもジョイント個々により発生する振動加速度はかなりばらつきを生じていたが、段差が大きいゴムジョイントを通過するときの振動加速度は他のジョイントを通過するときに比べ大きくなっていた。また、振動加速度は車両の走行速度が増すことにより大きくなる傾向を示していた。

同一の伸縮装置を通過したときの振動加速度は、シート下<シート上<ハンドルの順に大きくなっていた。シート上の振動加速度がシート下の測定結果よりも全体的に大きくなった理由として、振動体(10 kgf)が人間に比べて相対的に軽かったために、シートの弾力によりバネ上振動（シート下の振動とほぼ同一と考えられる）と加速度計が共振したためと考えられる。また、ハンドルでの測定値が大きくなっているが、これはハンドルが車両の前軸と連結されており、路面の凹凸状況が最も反映されるためと考えられる。

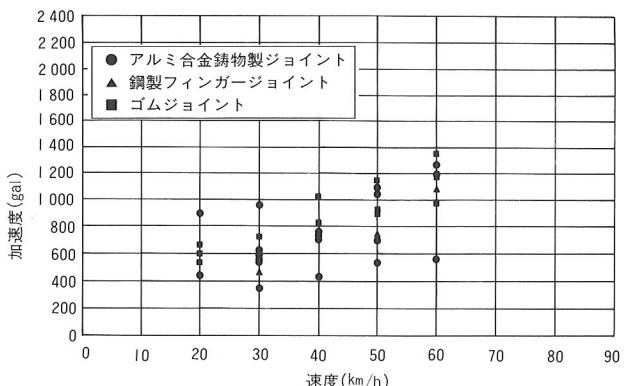


図-7 A橋の車両シート下の振動加速度測定結果

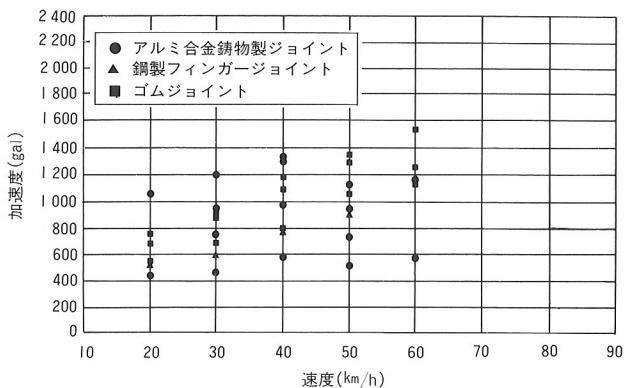


図-8 A橋の車両シート上の振動加速度測定結果

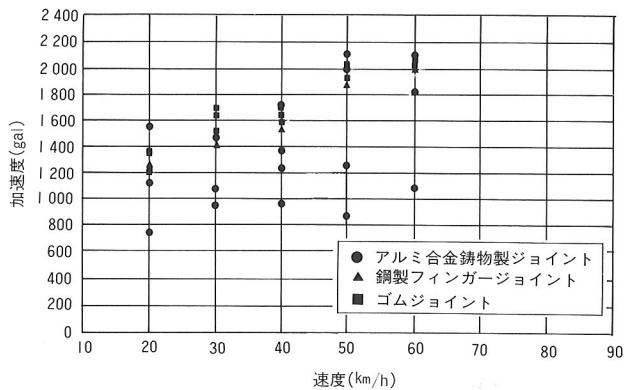


図-9 A橋のハンドルでの振動加速度測定結果

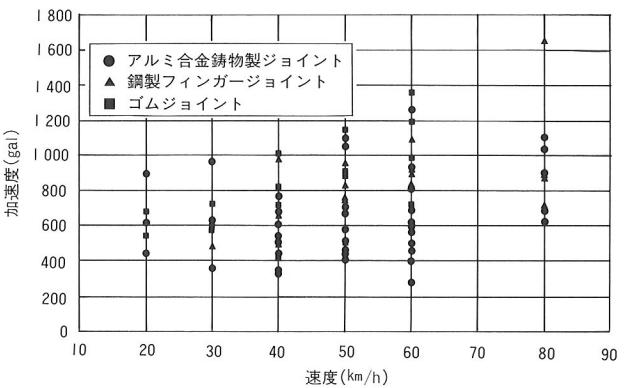


図-10 全橋のシート下の振動加速度測定結果

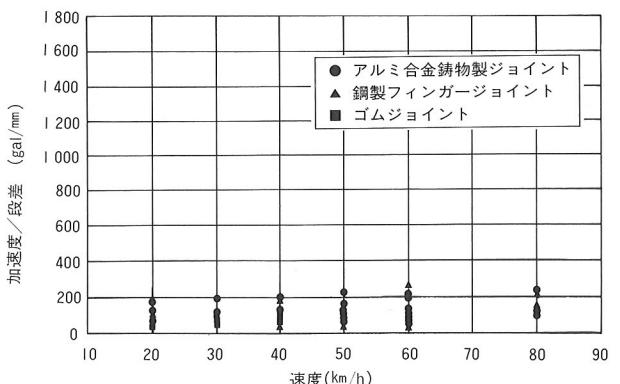


図-11 シート下振動加速度測定値の段差による補正

次に、全橋でのシート下振動加速度測定結果を図-10に示す。また、この結果について段差による影響をみるために、通過位置の伸縮装置部の最大段差量で振動加速度を除した結果を図-11に示す。最大シート下振動加速度は、段差24 mmの鋼製フィンガージョイントを速度80 km/hで通過するときに生じ、約1800 galの振動加速度を記録した。これに対して、振動加速度を段差量によって補正した結果では、最大振動加速度が300 gal程度となり、また、補正前のようなばらつきが小さくなつた。これより、走行車両の振動加速度は段差による影響が特に大きな因子となることが分かった。

4. あとがき

本調査の結果、伸縮装置が原因と考えられる車両が通過するときの騒音は、本線上では伸縮装置の種類に影響されることなく、ほぼ等しい騒音レベルとなっていた。これに対し、伸縮装置直下では、防水対策としてゴムを使用し、また床版コンクリートに定着する形式のCIPECジョイントやゴムジョイントなどの伸縮装置の騒音レベルが、鋼製フィンガージョイントのような防水対策としてシール材を使用し、鋼桁に高力ボルトで定着する形式よりも小さかった。この時、CIPECジョイントの騒音レベルは、鋼製フィンガージョイントの騒音レベルよりも10 dB以上に小さくなることが確認された。このことから、伸縮装置直下での騒音レベルは伸縮装置の形式に影響を受けるものと考えられる。また、全体的にCIPECジョイントの伸縮装置直下の騒音レベルが、他の形式の伸縮装置に比べ小さい傾向を示していた。

車両の走行性を検討するため車内の振動加速度を調査した結果、走行性については測定結果のばらつきが多く、伸縮装置の形式の違いによる明確な影響を得ることができなかつたが、伸縮装置部の段差が走行性に大きな影響を及ぼすことが確認できた。

以上の結果より、車両が伸縮装置を通過する際の騒音の発生および走行性について、騒音レベルでは伸縮装置の防水形式および定着構造が、走行性では伸縮装置部の段差が大きな影響因子となることが確認された。今後は、調査を数多く実施することによりデータ数を増やすとともに、路面状態がほぼ同じ条件の伸縮装置について試験を行い、伸縮装置の違いによる影響を明らかにしていきたいと思う。

参考文献

- 1) 野口勇二郎・沖野 真:伸縮継手部の走行性に関する調査および研究、道路、1967年3月。
- 2) 市原 薫・松浦義満・金泉 昭:路面の凹凸と乗心地係数について(その1、各種路面の乗心地係数),土木技術資料 8-7, 1966年。
- 3) 市原 薫・松浦義満・金泉 昭:路面の凹凸と乗心地係数について(その2、ラフネスインデックスと乗心地),土木技術資料 8-8, 1966年。
- 4) 町田文孝・富澤光一郎・勝俣 盛・池辺輝義:道路橋伸縮装置通過時の騒音および走行性に関する調査、土木学会第47回年次学術講演会概要集、1992年9月。