

5

鉄道高架橋鋼製桁のPC工事桁架け替えによる騒音振動低減効果について

中澤 真司*1・富澤 秀夫*2・尻無濱昭三*3・藏端 宏行*4

概 要

鉄道高架橋鋼製桁の老朽化に伴い PC 工事桁への架け替え工事が実施された。架け替え前後で鉄道騒音並びに鉄道振動を調査し、PC 工事桁の騒音振動低減効果について検討した。

検討の結果、PC 工事桁の鉄道騒音低減効果は、鋼製桁の場合、主に桁部分で生じる固体音が生じなくなることから、桁直下の道路上では 8dB 程度、軌道中心より 12.5m 離れた道路上でも 3dB 程度、ピーク騒音レベルが低減することが確認された。

ただし、鉄道振動に関しては、桁部分から伝搬する鉄道振動と、盛土部分から伝搬する鉄道振動が同程度であったことから、桁直下の橋台天端上並びに地盤上の測定点では、桁架け替え前後の鉄道振動にほとんど変化はみられなかった。

今後同様の調査をさらに行い、PC 工事桁の鉄道騒音並びに鉄道振動の低減効果を定量的に把握する方針である。

キーワード：PC 工事桁・鉄道騒音・鉄道振動・低減効果

NOISE AND VIBRATION ATTENUATING EFFECT OF REPLACEMENT OF STEEL GIRDERS OF RAILWAY VIADUCTS WITH PRESTRESSED CONCRETE WORK GIRDERS

Shinji NAKAZAWA*1, Hideo TOMIZAWA*2,
Shozo SHINAIHAMA*3, Hiroyuki KURAHATA*4

Abstract

Aged steel girders of a railway viaduct were replaced with prestressed concrete work girders. Before and after the replacement, noise and vibration induced by passing trains was surveyed to study the noise and vibration attenuation effects of the prestressed concrete girders.

The study results showed the following. Prestressed concrete work girders did not transmit noise to the same extent as the steel girders of the railway viaduct. Consequently, the peak noise level was reduced about 8 dB just below the girders, and approximately 3 dB on a road 12.5 m apart from the railway track center, showing significant noise reduction effect.

However, railway vibrations transmitted from the girders were similar to those from the embankment. Almost no difference was found between railway vibrations before and after the replacement, measured at top of the abutment just below the girders and at a point on the ground.

Further surveys will be taken to quantitatively determine the railway noise and vibration attenuating effect of prestressed concrete girders.

Keywords: prestressed concrete girder, railway noise, railway vibration, attenuation effect

*1 Manager, Environment Engineering Group, Research and Development Department, Engineering Division

*2 Environment Engineering Group, Research and Development Department, Engineering Division

*3 Architectural Department, Architectural Division

*4 Technological proposal group, Civil Engineering Department, Civil Engineering Division

鉄道高架橋鋼製桁のPC工事桁架け替えによる騒音振動低減効果について

中澤 真司*1・富澤 秀夫*2・尻無濱昭三*3・藏端 宏行*4

1. はじめに

鉄道高架橋鋼製桁の老朽化に伴い、PC工事桁への架け替え工事が実施された。

今回、桁の架け替え前後に鉄道騒音並びに鉄道振動を調査する機会が得られたのでその結果を報告する。

2. 鋼製桁並びにPC工事桁の概要

鋼製桁の概要を図-1に示す。桁は4連で桁長約8.5mであり、騒音低減を図るため、高架橋下面並びに側面にはフレキシブルボード等を用いた防音壁が設けられている。PC工事桁の概要を図-2に示す。PC工事桁は、軌道毎に桁1連を1日（夜間の約3時間）で架け替えることが可能で、防錆塗装等のメン

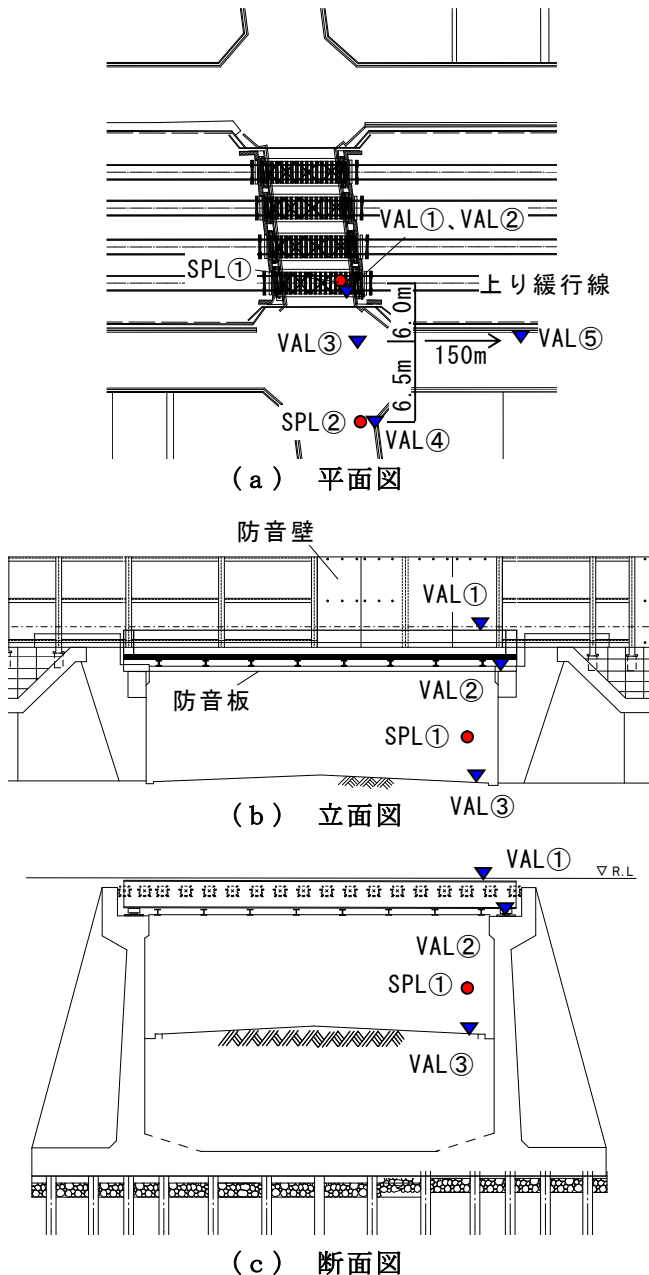


図-1 鋼製桁の概要

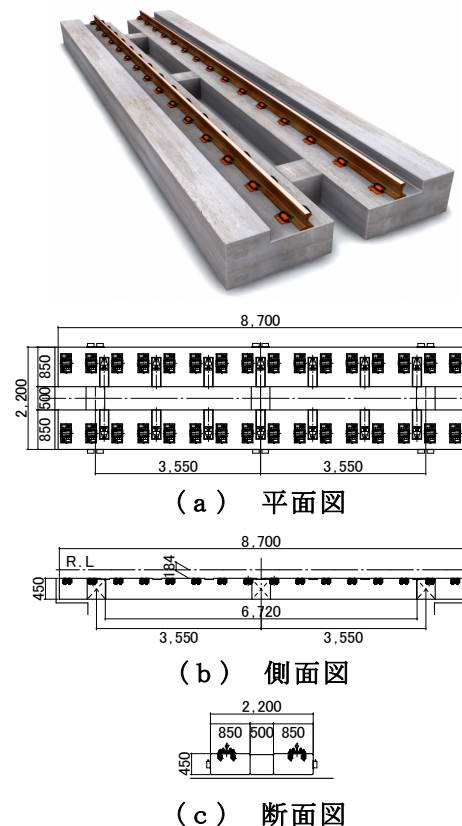


図-2 PC工事桁の概要

*1 エンジニアリング本部 研究開発部 環境グループ GL
 *2 エンジニアリング本部 研究開発部 環境グループ
 *3 建築本部 建築部
 *4 土木本部 土木部 技術提案グループ

テナンスが不要になるなどの利点がある。

3. 測定及び解析方法

3.1 測定点

鉄道騒音並びに鉄道振動の調査は、表-1及び図-1に示す測定点で行った。

表-1 測定点一覧

	測定点	調査位置
騒音	SPL①	上り緩行線桁直下道路上GL+1.2m点
	SPL②	上り緩行線軌道中心より12.5m離れた道路脇GL+1.2m点
振動	VAL①	上り緩行線桁上部
	VAL②	上り緩行線桁下部橋台天端上
	VAL③	上り緩行線軌道中心より6.0m離れた道路上
	VAL④	上り緩行線軌道中心より12.5m離れた道路上
	VAL⑤	橋桁から150m(およそ1列車長分)離れ、上り緩行線軌道中心より6.0m離れた道路上

3.2 測定方法

鉄道騒音の調査は、各測定点に騒音計マイクロホンヘッド(RION NL21等)を固定し、また、鉄道振動の調査は、各測定点に振動ピックアップ(RION PV-83, KYOWA ASQ-D-1)を取り付け、列車走行時に生じる音圧応答量並びに振動加速度応答量をデータレコーダ(SONY PC208A)に同時に収録した。測定状況を写真-1に示す。

なお、計測列車は、測定点の直上を走行する上り緩行線とし、20列車以上を計測した。



写真-1 測定状況

3.3 解析方法

鉄道騒音の解析は、オクターブ解析ソフト

ウェア(小野測器 DS-2000 シリーズ)の実時間分析機能を用い、時定数 Slow(1.0sec)にて、列車通過時のピーク騒音レベル、1/3 オクターブバンドのピーク音圧レベルを求めた。また、「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」(環大一 174号)を参考として、各列車通過時のピーク騒音レベルと通過時間から単発騒音暴露レベルを求め、等価騒音レベルを算出した。

鉄道振動の解析も、鉄道騒音の解析と同様に行い、列車通過時のピーク振動レベル、1/3 オクターブのピーク振動加速度レベルを求めた。

4. 調査結果

4.1 鉄道騒音

SPL①(軌道直下高架橋下道路上GL+1.2m)の測定結果を図-3に、SPL②(対象列車軌道中心より12.5m離れた道路上GL+1.2m)の測定結果を図-4に示す。なお、図中には、それぞれエネルギー平均値を●印で示している。

これらの結果をみると、鋼製桁の鉄道騒音は、桁直下のSPL①並びに軌道より12.5m離れたSPL②のどちらも、315Hz帯域付近にピークがみられ、その傾向はSPL①で顕著に表われている。PC工事桁の場合は、315Hz帯域付近のピークは認められず、SPL①では125Hz帯域付近と800Hz帯域付近に、SPL②では160Hz帯域付近と630Hz帯域付近にピークが表れている。

図-3(b)並びに図-4(b)中○印のデータは、低騒音低振動タイプの新型車両のデータであり、新型車両は特に125Hz帯域付近より従来型の車両に比べ騒音が低下することがわかる。

PC工事桁架け替えによる騒音低減効果は、騒音レベルのエネルギー平均値(図-3(c)、図-4(c)中の(A)の値)でみると、SPL①で

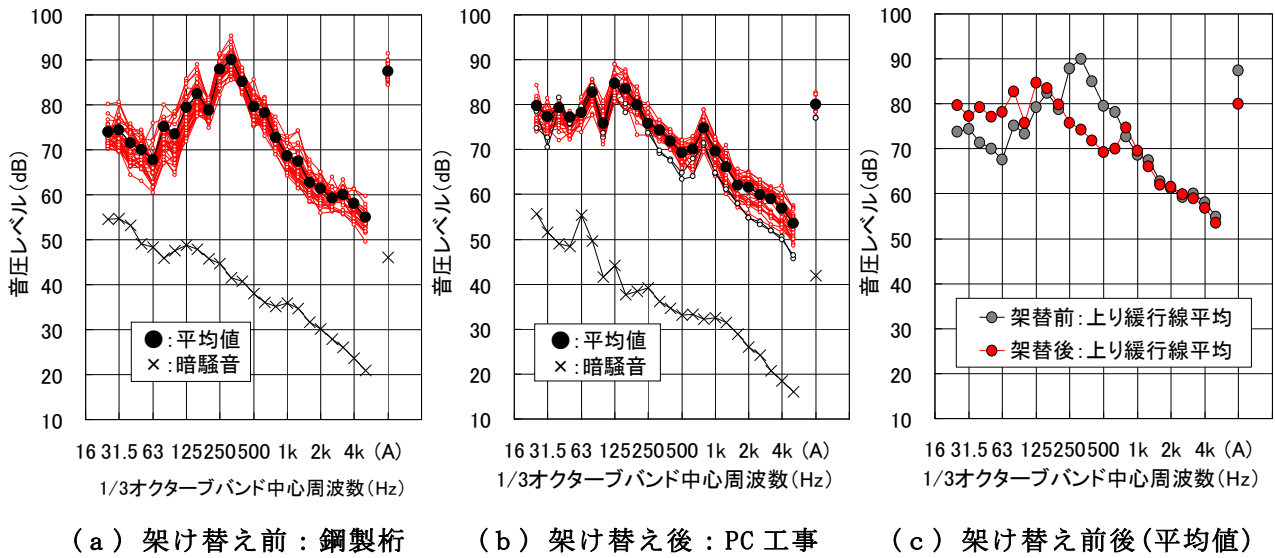


図-3 SPL①軌道直下高架橋下道路上の鉄道騒音調査結果

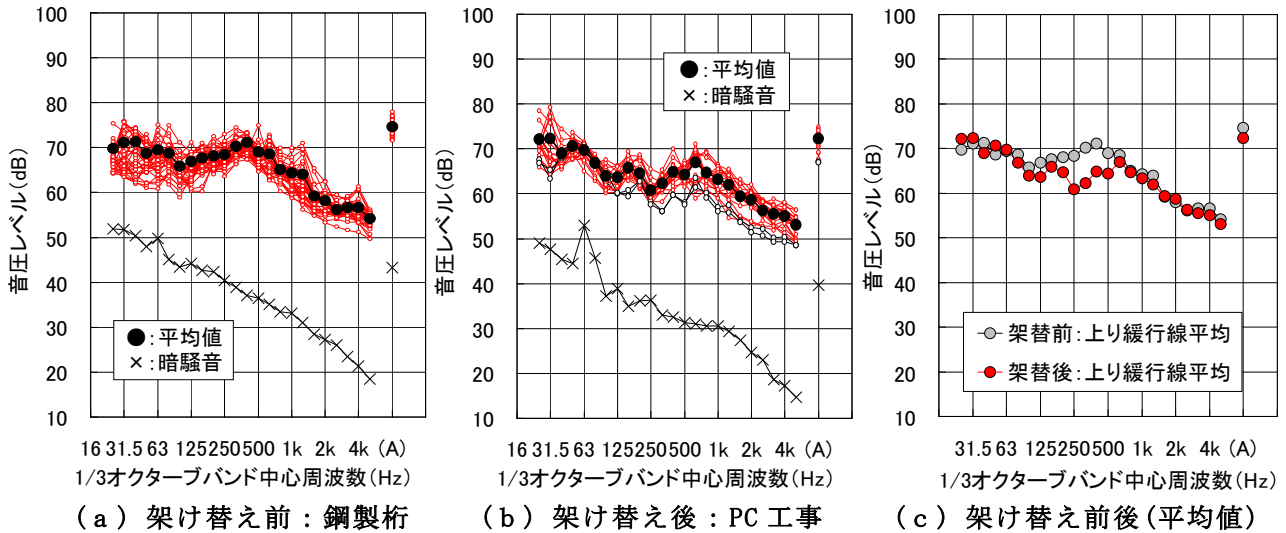


図-4 SPL②軌道中心より 12.5m 離れた道路上の鉄道騒音調査結果

表-2 環大-174号を参考として求めた等価騒音レベル

はおよそ 8dB 程度、SPL②ではおよそ 3dB 程度表われている。表-2に、環大-174号を参考として求めた等価騒音レベルを示す。表より、計測時間(19:00~24:00)中の等価騒音レベルでも、PC工事桁に架け替えたことにより、桁直下のSPL①ではおよそ7dB程度、対象列車軌道中心より12.5m離れたSPL②ではおよそ2dB程度の鉄道騒音の低減が認められる。

在来線の鉄道騒音の音源としては、通常、(1)車輪・レール系騒音、(2)駆動系騒音、(3)固体音の3つが挙げられる¹⁾。今回の桁

	SPL①	SPL②
鋼製桁の等価騒音レベル	87.1	74.2
PC桁の等価騒音レベル	80.0	72.2
PC桁による騒音低減量	7.1	2.0

単位: dB

架け替えによる鉄道騒音の低減は、鋼製桁がPC工事桁になったことにより、桁部分の固体音が小さくなったためと考えられる。SPL②の鉄道騒音の低減効果量がSPL①に比べて小さいのは、SPL②では、車輪・レール系騒音や駆動系騒音が軌道直下のSPL①よりも大

きく寄与していたためと推察される。

4. 2 鉄道振動

VAL①（桁上部）の測定結果を図-5に、VAL③（対象列車軌道中心より6.0m離れた道路上）の測定結果を図-6に示す。

なお、VAL①は、鋼製桁にあっては主桁（H-588×300×12×20mm）のフランジ部分、PC工事桁にあっては主桁（850×450mm）上部とした。また、図-5及び図-6の図中には、鉄道騒音の場合と同様に、それぞれのエネルギー平均値を●印で示した。

図-5は、両者のインピーダンスの違いを補正していないため、レベルの大小を直接考察することはできないが、鋼製桁の場合は鉄道騒音でピークが認められた315Hz帯域に近い500Hz帯域付近で大きな鋭いピークが表われている。一方、PC工事桁の場合は、125～500Hz付近で緩やかなピークが認められる。

図-6をみると、80Hz帯域までの低周波数域の鉄道振動は、PC工事桁になってもほとんど変化していない。図-7に桁下部の橋台天端上の測定点VAL②の測定結果を、図-8に軌道中心より12.5m離れた測定点VAL④の測定結果を示す。これらの点にあっても、鉄道振動はPC工事桁になってもほとんど変化がみられない。

図-9に対象列車の軌道中心から6.0m離れたVAL③の測定結果と、橋桁からおよそ1編成の列車長に当たる150m離れた軌道中心より6.0m離れたVAL⑤の測定結果を併せて示す。VAL⑤の結果は盛土部分から伝搬する鉄道振動であり、VAL③の結果は桁部分からと盛土部分から伝搬する鉄道振動が複合されたものと言える。なお、測定結果は、VAL③、VAL⑤のいずれも桁架け替え工事前の結果を示している。

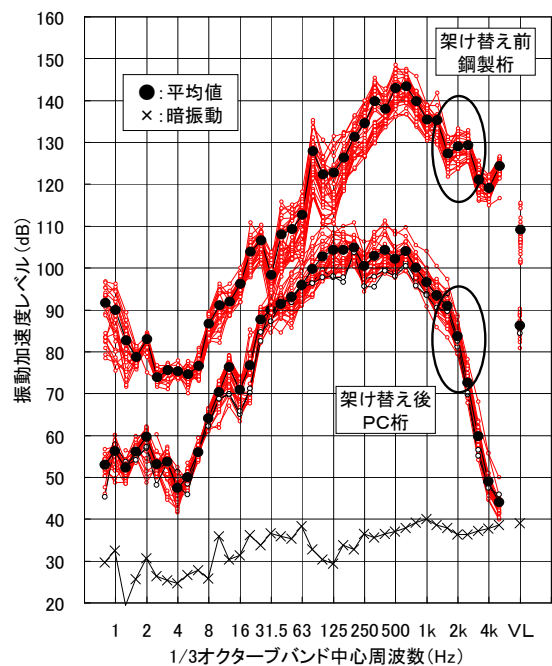


図-5 VAL①桁上の鉄道振動調査結果

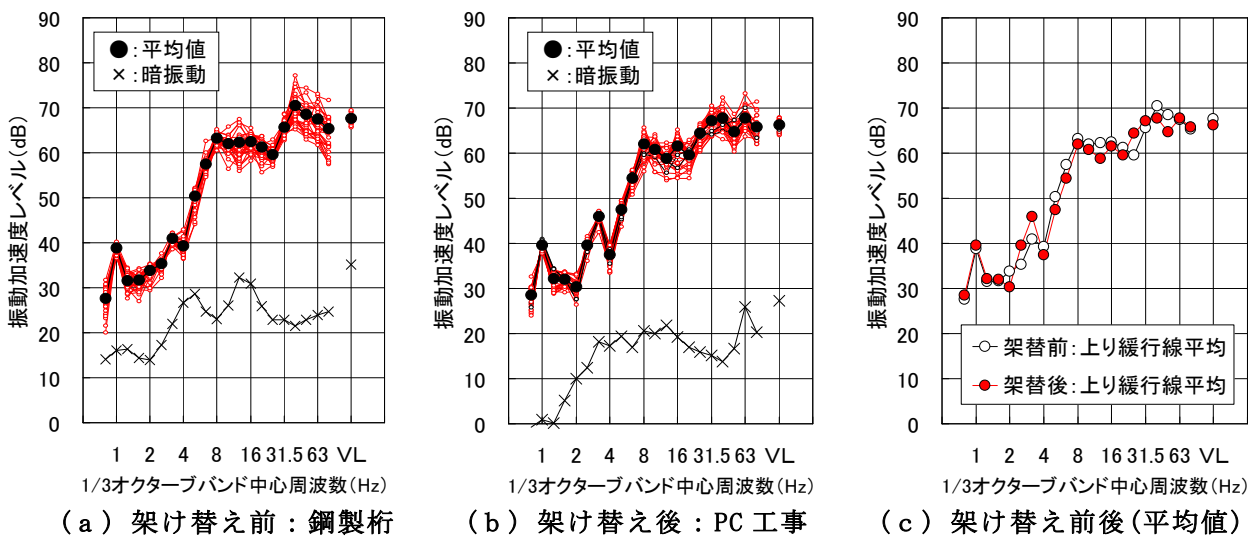


図-6 VAL③軌道中心より6.0m離れた道路上の鉄道振動調査結果

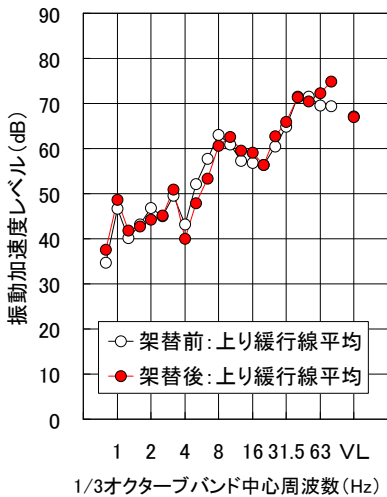


図-7 鉄道振動測定結果
VAL②：平均値

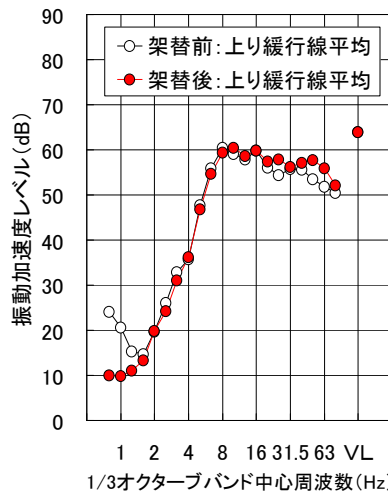


図-8 鉄道振動測定結果
VAL④：平均値

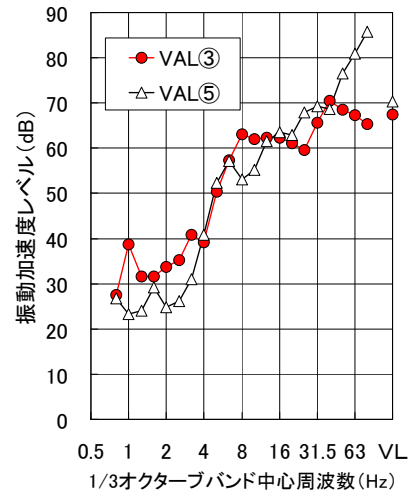


図-9 VAL③及び VAL⑤の
鉄道振動測定結果：平均値

図をみると、周波数特性は4Hz帯域以下の低周波数域と50Hz帯域以上で若干異なるが、両者の振動レベルはほぼ等しく、今回の測定では、桁部分から伝搬する鉄道振動は、盛土部分から伝搬する鉄道振動とさほど変化が表われていない。VAL②～VAL④でPC工事桁架け替えによるレベルの変化がみられなかったのはこのことが主な要因と推察される。ちなみに、桁部分から伝搬する鉄道振動と盛土部分から伝搬する鉄道振動が等しくなるような場合は、桁部分の振動が十分に小さくなって、今回の事例のように桁部分の全長が1台車に掛かる程度であると、振動の低減はごく僅かになる。

最後に、低騒音低振動タイプの新型車両の鉄道振動を図-5で見ると、新型車両の鉄道振動(図中○印)は、63～1.25kHz帯域付近で従来型の車両に比べ明らかに小さくなっていることがわかる。

5. まとめ

鉄道高架橋鋼製桁の老朽化に伴い実施されたPC工事桁への桁架け替え工事において、鉄道騒音・鉄道振動を調査した。

調査の結果、PC工事桁の鉄道騒音は、鋼製桁の場合に主に桁部分で生じる固体音が生じなくなることから、ピーク騒音レベルは、桁直下の道路上では8dB程度、軌道中心より12.5m離れた道路上でも3dB程度表われたことが確認された。

ただし、鉄道振動に関しては、桁部分から伝搬する鉄道振動と、盛土部分から伝搬する鉄道振動が同程度であったことから、桁直下の橋台天端上並びに地盤上の測定点では、桁架け替え前後の鉄道振動にほとんど変化はみられなかった。

今後同様の調査をさらに行い、PC工事桁の鉄道騒音並びに鉄道振動の低減効果を定量的に把握する方針である。

参考文献

- 1) 森藤良夫：在来鉄道騒音の評価と対策，騒音制御，Vol. 21, No.3, 1997. 6