

ウレアウレタン樹脂の騒音対策への適用に関する室内実験—メンテナンスコスト縮減と環境対策—

(株) 奥村組 ○正会員 西山宏一¹⁾ 正会員 稲留康一¹⁾
 阪急電鉄 (株) 正会員 上田宗市²⁾ 正会員 中川元宏²⁾

1. はじめに 鋼製桁では、コンクリート製の桁に比べて列車通過時の騒音が大きく、鋼製桁に対する有効な騒音対策が望まれている。このような背景のもと、鋼製桁に対する騒音対策効果を有する各種材料が開発されている。しかし、これらの材料では、騒音対策としては一定レベルの効果が得られるものの、鋼製桁は10～15年周期で塗替えるため、塗替えの度に、制振材料の仮撤去および復旧が必要となる。

筆者らは、維持管理コストの縮減と桁の延命化を図るために、一般の塗装よりも寿命の長いウレアウレタン樹脂（以下、「UU樹脂」と記す。）を用いた高耐久性塗装の検討を進めている。このUU樹脂は、延命化と共に、塗膜厚を容易に大きくでき、また、基材との付着力が高い材料であるため、鋼材へ塗布することにより、振動を低減させる効果が期待できる。

本稿では、UU樹脂の基本的な性能を示すとともに、鋼材への塗布による騒音低減効果を検討するために実施した室内実験の結果について報告する。

2. UU樹脂の基本性能 UU樹脂は、表1に示すように、耐薬品性、遮水性、遮塩性に優れ、非常に高い引張強度と伸び率および付着性能を有しており、これまで、コンクリート構造物の防水、防食を目的に使用されている（奥村組ホームページhttp://www.okumuragumi.co.jp/civil/tec_leef/dam/uu.html参照）。また、UU樹脂は非常に短時間で硬化するため、一度に任意の塗膜厚での吹付けが可能であり、養生時間も短いため、早期に供用を開始できる。さらに、UU樹脂の有する高い耐久性については、松井ら^[1]により確認されている。

表1 UU樹脂の基本性能

	項目	結果
基本物性	引張強度 (MPa)	12
	伸び率 (%)	470
	引裂強度 (MPa/cm)	7
	比重	0.98
	ゲルタイム (秒)	40～50
性能	耐酸性試験	異常なし
	耐アルカリ性試験	異常なし
	接着力試験	
	コンクリート (MPa)	2.3
	鉄板 (MPa)	4.4
	ゼロハン伸び (mm)	6
	塩素イオン透過度試験 (mg/cm ² ・日)	0.0007以下
	透水性試験 (g)	0.02

UU樹脂のこれらの性能から、以下に示すメカニズムによる騒音対策効果が得られる可能性があるものと考えられる。

- ① 塗膜厚に応じて質量が増加することにより、鋼材の振動を抑制する。
- ② 高い伸び変形性能を有しており、鋼材と一体となって作用するため、鋼板の振動による変形に抵抗する（鋼材に粘性抵抗が付加される）。

3. 室内実験

3.1 試験概要 実験設備は、第1残響室と第2残響室およびその間に設置する音響透過損失測定用カセット(10 m²)で構成され（図1）、カセットには、UU樹脂を塗布した試験体を設置するために1 m²の開口を設けた（写真1）。なお、開口部以外には、試験体よりも十分に大きな遮音性能を有する材料で補強を行い、鉄板から発生する音に対する影響を排除した。試験体全体を均一に加振できるよう、第1残響室内のスピーカから音

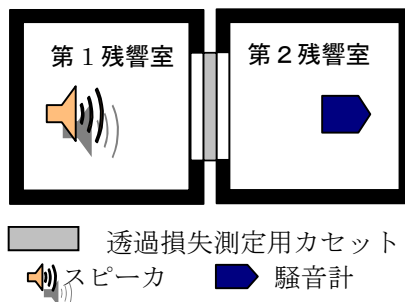


図1 実験設備略図



写真1 試験体の設置状況

キーワード：重防食塗装，騒音低減対策，ウレアウレタン樹脂，制振材料，鋼製桁

連絡先：1) 〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2 TEL：06-6625-3939 FAX：06-6621-0161

2) 〒530-8389 大阪市北区芝田1-16-1 TEL：06-6373-5239 FAX：06-6373-5244

響加振を行い、第2残響室内における音圧レベルと試験体（鉄板）面の振動加速度レベルを測定した。

試験体は、実際の鋼製桁を想定して、基材となる鉄板（以下、「基準鉄板」と記す.）の厚さを9mmとした。UU樹脂は、両面1mm、両面3mm、片面5mm（第1残響室側に塗布）および両面5mmの4通りの厚さで基準鉄板に塗布した。また、比較のために、質量と粘性効果に富み、遮音材料として多用されている鉛（比重11.3、UU樹脂は比重0.98）を、厚さ0.5mmおよび1.0mmの2種類、基準鉄板に貼付けた。測定は、UU樹脂を4通りの厚さで吹付けた状態、2通りの厚さのシート状の鉛を貼付けた状態、および基準鉄板に対して行った。

3.2 試験結果 UU樹脂および鉛について、付加質量と音圧レベルの低減効果量の関係を図2に示す。ここで、低減効果量とは、UU樹脂および鉛をそれぞれの厚みで付加した状態における音圧レベルと、基準鉄板における音圧レベルの差である。また、横軸の付加質量とは、基準鉄板に付加したUU樹脂または鉛の質量である。なお、質量効果相当分とは、鉄板の厚みが付加質量相当分増した場合に得られるインピーダンス（振動のし難さを現すもので、入力加振力と発生振動量の比を示す^[2]）の増加分であり、質量効果による理論上の効果量を示すものである。

図2より、UU樹脂および鉛ともに、付加質量の増加に伴い低減効果量が大きくなる傾向が認められる。一方で、低減効果量は大きく異なっており、UU樹脂による低減効果量は鉛の約2倍近くになっている。さらに、UU樹脂による低減効果量は、質量効果相当分を大きく上回っており、質量効果相当分とはほぼ同じ低減効果量である鉛とは大きく異なる傾向が認められる。ここで、質量効果相当分を上回る低減効果量については、前述の粘性抵抗による効果であると考えられる。したがって、UU樹脂を用いた場合には、鉛や鉄に比べて、粘性抵抗による騒音低減効果が大きく、質量効果以上の騒音低減効果が発揮されるものと考えられる。

UU樹脂と鉛について、付加質量と振動低減効果量の関係を図3に示す。ここで、振動低減効果量とは、UU樹脂および鉛をそれぞれの厚みで付加した状態における振動加速度レベルと、基準鉄板における振動加速度レベルの差である。

図3においても、図2に示した音圧レベルと同様な傾向が認められることから、UU樹脂を桁に塗布した場合には、桁の振動が大きく抑制されることが期待でき、桁からの発生音が減少するものと考えられる。

4. おわりに 本実験の結果より、UU樹脂を鋼板に塗布

することで、発生音に対して塗り厚に応じた低減効果が得られることを確認した。さらに、鉛等でも得られる質量効果に併せて、粘性抵抗による低減効果も大きく発揮されるものと考えられる。したがって、UU樹脂を用いることで、同じ低減量を得るために必要となる付加質量を大幅に低減できる可能性があるものと考えられる。なお、供用中の実橋における、UU樹脂による騒音低減効果の検討結果については、別稿^[3]にて報告する。

さらに、UU樹脂は、高い防食性能を有する材料であるため、騒音対策として用いた場合にも、塗替えを長期に亘り考慮する必要がなく、また、鋼桁の重防食塗装に用いれば塗装の塗替え周期を大幅に伸ばすことができるため、ライフサイクルコストの面と併せて考えるとコスト削減になる材料であると考えられる。

参考文献：[1]松井繁之ら：鉄筋コンクリート表面被覆工材料の環境劣化に関する実験的研究，応用力学論文集，Vol15 2002

[2]日本音響材料協会編：騒音・振動対策ハンドブック，技報堂出版 [3]上田宗市ら：ウレアウレタン樹脂の塗装による鋼製桁の騒音対策—メンテナンスコスト縮減と環境対策—，土木学会第59回年次学術講演概要集，2004

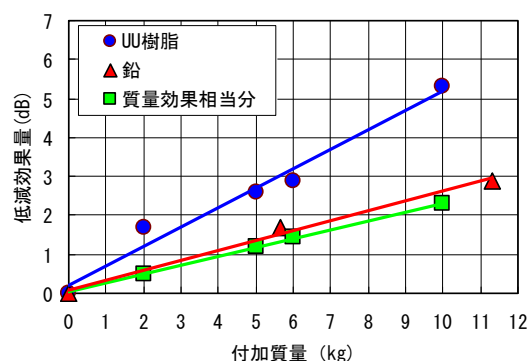


図2 音圧レベルの低減効果量

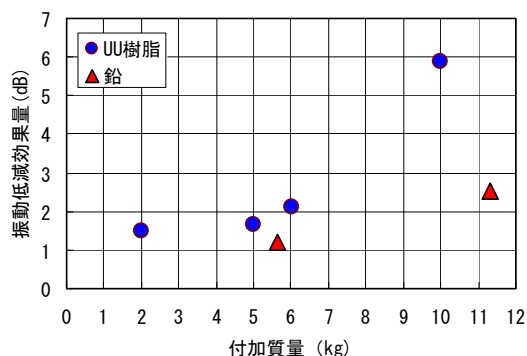


図3 振動低減効果量