

赤外線画像解析技術による裏面吸音板の点検事例

首都高技術株式会社	正会員	○白石 有佳
首都高速道路株式会社		佐藤あすみ
首都高技術株式会社	正会員	布施 光弘
首都高技術株式会社	正会員	多田 恵一

1. はじめに

高架橋のダブルデッキ構造部上層に設置された裏面吸音板の表面板が写真-1 に示すように、垂れ下がる事象が発生した。当該損傷箇所は、排水管継手部からの漏水により、常時湿潤し腐食環境下にあった。

本稿では、裏面吸音板損傷の原因推定と共に、同種構造を有する裏面吸音板を対象とし、赤外線画像解析技術を用いた点検を実施した事例について報告する。

2. 損傷概要

立体交差部やダブルデッキ構造部では、下層を走行する自動車の騒音が上層の桁や床版下面などに反射して沿道に与える影響が大きい。このため、上層の桁及び床版下面には、吸音効果のある裏面吸音板を設置することが多い。

損傷が発生した裏面吸音板は、図-1 に示すように、アルミ合金の表面板を亜鉛メッキフレームとアルミ合金のアンゲル材で挟み、ステンレスのボルト及びリベットで固定する構造である。

当該損傷は、表面板を固定するためのボルト及びリベットが欠落し、1 辺のボルトのみで表面板を支える状態となり、表面板の垂れ下がりが発生したものである。

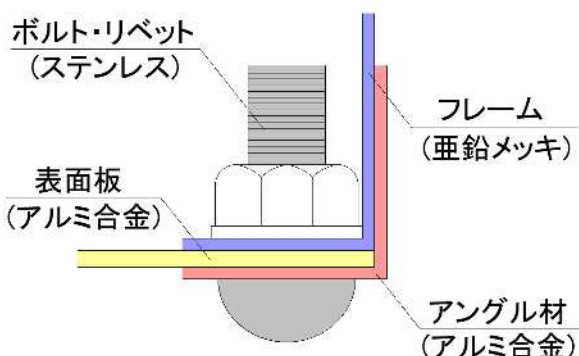


図-1 裏面吸音板表面板取り付け詳細図



写真-1 損傷発生状況



写真-2 撤去した表面板

3. 損傷原因推定

過年度点検結果では、裏面吸音板内部に排水管継手部からの漏水及び漏水箇所直下の亜鉛メッキフレームや波型遮音板の腐食が確認されている。排水管継手部は、漏水対策としてシール材による補修を確認したが、シール材の劣化により、再び漏水が生じていた。写真-2 に示す、撤去したアルミ製の表面板は、取付け穴周辺が腐食により拡大しており、ボルトやリベットが欠落したことで落下しやすい状況にあった。

以上より、損傷の発生は、アルミ合金の表面板・アンゲル材、亜鉛メッキフレーム、ステンレスのボルト・リベット間で発生した“異種金属接触腐食”が要因の一つであると推察した。

異種金属接触腐食とは、電位差のある金属が接触している箇所に雨水や漏水などの電解質溶液が付着することで、イオン化しやすい金属から電子が放出され、イオン化しにくい金属へ移動することで腐食が生じる現象である。

これを裏面吸音板の構造に置き換え、アルミニウム(Al)と亜鉛メッキ(Zn)、ステンレス(Ni)の3種類のイオン化傾向を比較した。図-2 に示す金属のイオン化傾向から、アルミ合金の表面板・コーナーアンゲル材、亜鉛メッキフレームとステンレス製ボルトとの間に電位差が生じ、アルミ合金が集中的に腐食する環境であったことが推定された。

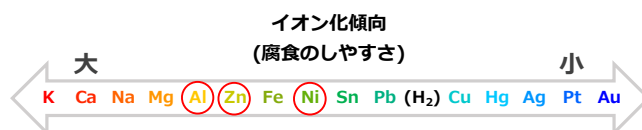


図-2 イオン化傾向

排水管継手部からの漏水により常時水分供給がある状態かつ、裏面吸音板内部は換気が困難な構造であるため常に湿潤環境となっており、異種金属接触による腐食の進行が促進されていたと考えられる。

また、冬季には、当該箇所においても凍結防止対策として塩水や湿塩、塩化カリウムや塩化ナトリウムを重点散布していることから、排水管継手部からの漏水に塩分が含まれていることも腐食の進行速度を早めた1つの原因として挙げられた。

キーワード 橋梁, 点検, 近接目視, 裏面吸音板, 赤外線画像, 異種金属接触腐食

連絡先 〒104-0041 東京都中央区新富 1-1-3 首都高速道路株式会社新富分室 6 階 TEL03-355-6832

4. 点検手法

同種構造の点検は、損傷の現状把握や部材落下による第三者被害予防を目的とするため、近接目視にて触手することが望ましい。しかし、当該損傷箇所周辺は、ジャンクションやランプを含む 4 車線道路の上層部に位置しており、交通規制を伴う近接目視による点検は、多大な時間とコストを要する。このため、近接目視点検と同等な結果が得られる代替手法による点検方法を検討し実施した。

裏面吸音板の腐食損傷を発見するためには、湿潤環境の特定が重要である。漏水や滞水により裏面吸音板が湿潤状態となっている箇所は、損傷がない健全箇所と温度差があり、簡易的に温度変化を調査する手段として「赤外線法」が挙げられた。その中でも赤外線カメラを用いた画像解析手法は、物質の温度の違いを赤外線量の変化として可視化できる。

漏水箇所を特定するために赤外線画像解析手法が過去の実績からも適しており、裏面吸音板の腐食損傷は、湿潤環境下が第一要因となることから、赤外線カメラを用いた画像解析手法により、温度異常箇所を特定することとした。

赤外線画像解析にて温度異常が確認された箇所は、詳細な損傷状況を確認するため、写真-3 に示す 300mm の望遠性能を持つ高精細デジタルカメラを用いてボルトやリベット、フレームなどの損傷状況を確認した。高精細デジタルカメラで撮影した画像を写真-4、5 に示す。



写真-3 赤外線サーモグラフィ（左）高精細カメラ（右）

5. 点検結果

当該損傷箇所と同種構造を有する裏面吸音板 120 スパンを対象として点検を実施した。

点検の結果、表面板やアングル材の破損及び腐食、ボルトやリベットの欠落などの損傷が計 90 件確認され、落下の恐れがある損傷は 2 件、表面板やアングル材に破損が確認された損傷は 17 件と、早期の対応が求められる損傷が全体の約 20%を占めていた。

表-1 点検結果一覧表

件数	判定基準
2	損傷が著しく落下の恐れがある
17	表面板やアングル材に破損が確認された
53	温度異常が確認され湿潤腐食環境である
18	温度異常は確認されず、汚れや漏水跡がある

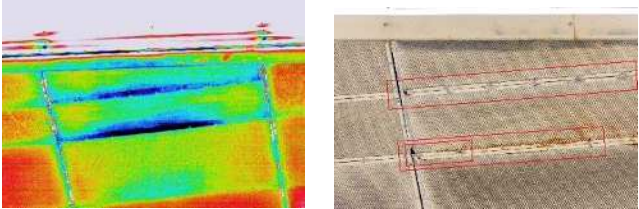


写真-4 赤外線画像解析結果及び高精細カメラ画像



写真-5 高精細カメラ撮影結果（拡大）

6. まとめ

(1)今後の点検方法

裏面吸音板は、排水管継手部からの漏水や塩化物の供給が要因で損傷する。裏面吸音板の構造や金属特性を確認した結果、異種金属の接触が損傷の劣化速度を助長していたことが合わせて確認された。

赤外線画像解析による漏水箇所の特定および、高精細カメラによる損傷状況の確認により、第三者被害の恐れのある損傷や劣化が著しい損傷を発見することができた。

本点検手法は、裏面吸音板の点検に有効であることが確認されたため、今後も近接目視により点検することが困難な箇所は、高精細カメラを併用した赤外線画像解析手法により点検を行うことが有効である。裏面吸音板への水の供給が想定される排水管継手部や、桁端部などは、近接目視により重点的に点検を行う必要がある。

(2)補修方針

表面板やアングル材が損傷しボルト・リベットの欠落が確認されている箇所は、部材落下による第三者被害の恐れがあるため、損傷した部材を撤去する必要がある。

損傷原因である排水管継手部の漏水は、止水することで劣化速度の低減が可能である。止水後は水の侵入が断たれているかを定期的に監視するため、赤外線カメラにより温度異常箇所の確認を行い、漏水状況を把握することが有効である。

なお、上記は応急的な対応であり、雨水や伸縮継手からの漏水で損傷が進展し、第三者被害に発展する可能性も考えられる。これより、恒久対応を目的とした計画的な排水管の取替や、裏面吸音板構造の改良などの対策が必要と考えられる。