

センサ設置方法の違いによる加速度センサ取得値の検証

土木研究所 正会員 ○廣江 亜紀子 松尾 健二 山口 岳思
 沖電気工業株式会社 橋爪 洋 株式会社共和電業 立野 恵一
 能美防災株式会社 山岸 貴俊

1. 目的

社会インフラの老朽化や維持管理の担い手不足を受け、近年インフラのモニタリングが注目されている。モニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）では、主に橋梁に着目し、モニタリングを導入することによる維持管理の高度化・効率化を目指している。モニタリング技術の中には対象となる構造物にセンサを設置して計測を行うものがある。そこで、センサの設置方法について、次の3点に着目して撤去桁を用いた繰返し載荷実験と暴露供試体を用いた実験を行った。①センサ設置方法の違い（アンカー・接着剤）による計測値の違いを確認する、②接着剤による設置に関してひび割れを跨いで設置した時の計測値の変化を確認する、③交通荷重を想定し繰返し荷重を受けている状態で変化を確認する。なお、本実験ではセンサを直接アンカーや接着剤で固定するのではなく、ベースプレートをアンカー・接着剤で固定し、そこにセンサを設置するという方法を採用した。

2. 実験方法

2-1. 繰返し載荷実験

ベースプレートの設置にはアンカー（サンコーテクノ製グリップアンカー、径:M6、材質:スチール三価クロメート）と硬質接着剤（エポキシ樹脂）および弾性接着剤（アクリル変成シリコーン樹脂）を用いた。接着剤で設置する際には、コンクリート表面のひび割れ自体に気付かず設置する場合や設置後にひび割れが発生する場合を想定し、試験体にひび割れを発生させ、ひび割れの有り無しの条件下で実験を行うこととした。繰返し交通荷重は、2万台/日の交通量を想定して、普通車の交通量と大型車の交通量等を考慮した。センサは低周波高精度加速度センサ、広帯域加速度センサ、サーボ型加速度計、3軸加速度センサを準備した。各種の接着条件の取り付けベースに設置し、振動載荷回数段階ごとに500kgfの衝撃加振を各5回実施し、その波形を観測した。繰返し載荷の状況を図-1、加振試験の状況を図-2、センサの設置状況の一例を図-3それぞれに示す。



図-1 繰返し載荷試験状況



図-2 加振試験状況



図-3 センサ設置状況

2-2. 暴露試験

図-4 に示すようなコンクリート板に加振試験用ベースプレートまたはベースプレートと同素材の引張試験片を設置した供試体を製作した。ベースプレートと試験片の設置にはアンカー（サンコーテクノ製オールプラグボルト、径:M5、材質:亜鉛合金ダイカスト製）と2種類のエポキシ樹脂系接着剤（ここでは接着剤A、接着剤Bとする）を用いた。製作した供試体を図-5のように屋外に暴露した。暴露にあたっては、床版下面や桁下面（フランジ下面）に設置することを想定した下向き設置と、直射日光を受ける桁側面（ウェブ）に設置することを想定した横向き設置とした。供試体に対して、暴露期間0ヶ月、3ヶ月、6ヶ月に加振試験と引張試験を行った。加振試験では広帯域加速度センサとサーボ型加速度センサを用い、図-6のように加速度センサを接着条件の異なるベースプレートに順に配置していき、各ベースプレートの裏側から重錘落下装置（小型FWD）で順に加振した。

キーワード モニタリング、繰返し載荷試験、暴露試験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 国立研究開発法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター
 TEL 029-879-6773

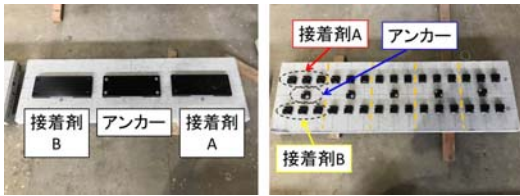


図-4 作成した供試体
(左：加振試験用 右：引張試験用)



図-5 暴露状況

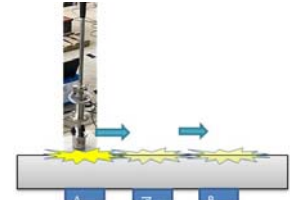


図-6 加振試験のイメージ

3. 実験結果

3-1. 撤去析繰り返し载荷実験

結果の一例として、1年間の普通車の走行を模擬し、最小荷重 10kN、最大荷重 30kN で 400 万回の繰り返し载荷を行ったときの 3 軸加速度センサの結果を図-7 に示す。载荷回数段階ごとに行った振動加振において、各設置条件別に計測した Z 軸の加速度データからピーク周波数を求め、载荷回数ごとの推移を示した。図-7 からはアンカー、接着剤による計測値の差やクラックの有無の差は見られなかった。他のセンサにおいても、同様の結果が得られた。

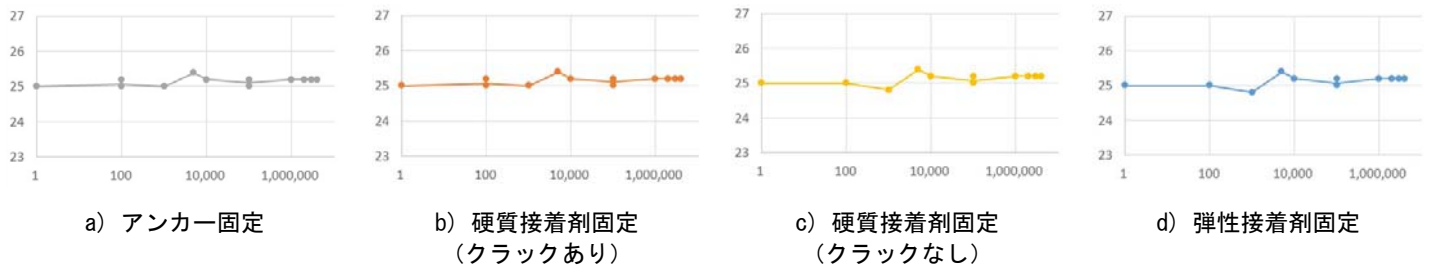


図-7 初回～400 万回のピーク周波数の推移(横軸：载荷回数，縦軸：周波数)

3-2. 暴露試験

2 種類のエポキシ樹脂系接着剤のうち、接着剤 A で接着したベースプレートが、およそ 3 か月と 6 か月の暴露で脱落した (図-8)。図-9 と図-10 は、母材であるコンクリート板の引張強度 (3.0kN/mm²) を基準に引張試験の結果を示している。3 か月目の引張試験結果において、下向き設置の供試体の試験片がすべて母材破壊したのに対し、横向き設置の供試体では接着剤 A の試験片の引張強度が母材の引張強度を下回る結果となった。加振試験については、重錘落下試験による周波数特性の測定再現性が得られるのが、試験体中心部で载荷・計測したときのみであることが試験によって明らかになったため、試験方法を再検討することとし、ここでは設置方法による比較を行わなかった。ベースプレートの脱落や引張強度の低下については、施工時の気温や暴露時の温度変化による内部の空気の膨張・収縮が原因と考察されるため、それらの影響を考慮した上で再実験を予定している。



図-8 ベースプレートの脱落

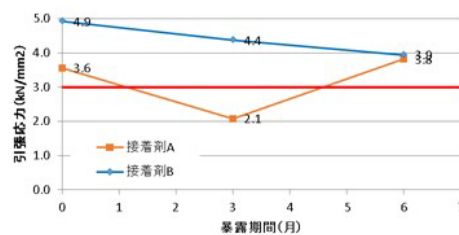


図-9 引張試験結果 (下向き設置)

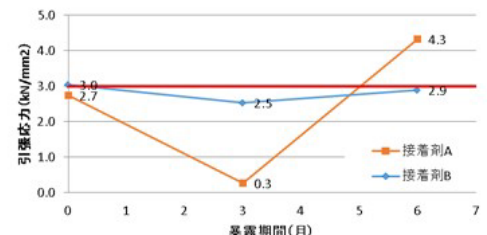


図-10 引張試験結果 (横向き設置)

4. まとめ

繰り返し载荷実験において、設置方法の違いやクラックの有無による計測値の差が見られなかった。このことから、経時変化や気候や水などの劣化因子が存在しなければ、今回の実験で設定した 1 年間程度の交通環境下では計測値に信頼性があることが確認された。一方、暴露試験においては気候などの影響のある屋外の環境では、接着剤の接着性能が低下する場合があることが判明した。

【謝辞】本研究は、モニタリングシステム技術研究組合 (RAIMS) が実施した研究であり、内閣府の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の一環として国土交通省が実施する「社会インフラへのモニタリング技術の活用水深に関する技術研究開発」委託事業研究の成果を含みます。