

新旧高架橋一体化施工におけるコンクリート打設中の列車振動計測とその影響評価

清水建設（株） 正会員 ○岩城英朗，内田秀樹，古堀謙次，若原敏裕，小倉大季
西日本旅客鉄道（株） 正会員 吉永一義

1. はじめに

鉄道の線路等設備増設に伴う高架橋拡張工事において、既設張出しスラブと増設高架橋スラブの一体化が必要とされる構造（図-1）を採用する場合がある¹⁾。当該構造は増設高架橋へ列車荷重を確実に伝達するために新旧スラブの密着が要求されるが、施工上の制約から列車走行下でコンクリート打設を行う事例が多く、列車振動がコンクリートの新旧一体化に与える影響が懸念材料として挙げられる。すなわち、コンクリートは打設時から列車振動を受けながら凝結していくため、振動が鉄筋とコンクリートとの付着や新旧コンクリートの一体性に影響する可能性がある。しかし、これらの影響に関する過去の研究実績^{2), 3)}は少なく、特に実構造物に対して行った検討は乏しい。そこで、本研究では新幹線高架橋の実施工を対象にして列車走行時の加速度応答を埋込み型加速度計により計測し、列車振動が新旧一体化に及ぼす影響について検証を試みた。

2. 計測概要

図-2に埋込み型加速度計の設置位置を示す。加速度計はデバイスに Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) を使用して新たに開発したものであり、セメントの水和発熱に対する耐熱性ならびに防水性を有する埋込み型タイプである。新設側はコンクリート打設前に計器を主筋に固定して埋設し、既設側はスラブ下面のコンクリートをはつた後、計器を躯体内部に設置しモルタルで埋め戻した。計測は新設スラブのコンクリート打設の前日から材齢 10 日まで 24 時間連続計測で実施した。

3. 計測結果

(1) 加速度応答とパワ・スペクトル

図-3に鉛直方向の加速度記録を示す。図は、コンクリート打設前日および材齢 1 日、10 日の各日における 22:58:45～22:59:15 (30 秒間) の記録である。当該時間は既設高架橋上を新幹線が通過する時間帯である。図より新旧スラブの加速度応答は最大値に差異はあるものの位相ずれは認められないことがわかり、新旧スラ

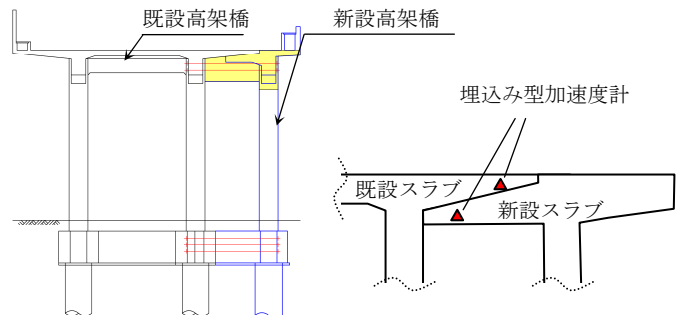


図-1 対象構造物

図-2 加速度計設置位置

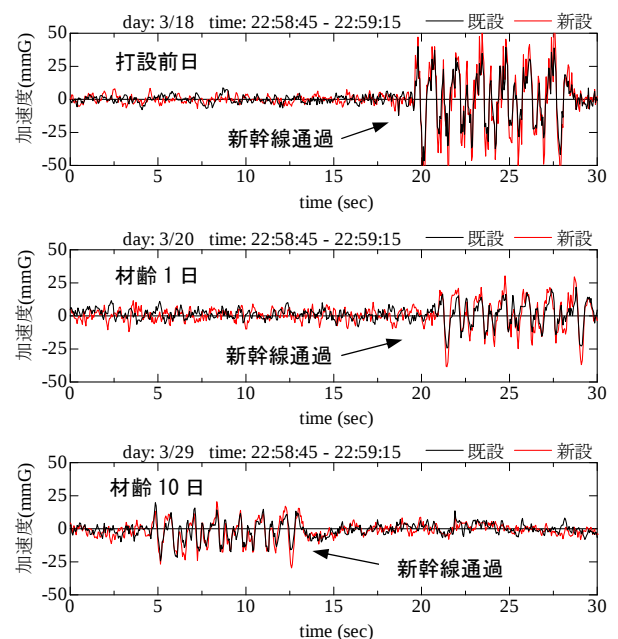


図-3 振動測定結果（各日の 22:58:45～22:59:15）

ブがほぼ一体となって挙動していることが確認された。

図-4に加速度応答から算出したパワ・スペクトルを示す。パワ・スペクトルは図-3に示した新幹線走行時の加速度時系列波形（サンプリング振動数 200Hz）から 30 秒間を抽出し、フーリエ変換した後、電気的なノイズを除去するために周波数領域でフィルターをかけて算出した。図より卓越振動数は 15Hz 前後にあり、新旧スラブで一致していることがわかる。列車走行による既設スラブの振動は新設部へ伝達され両者が一体となって挙動していることが確認される。なお、コンクリート打設前日の新設側において、卓越振動数が 25Hz に

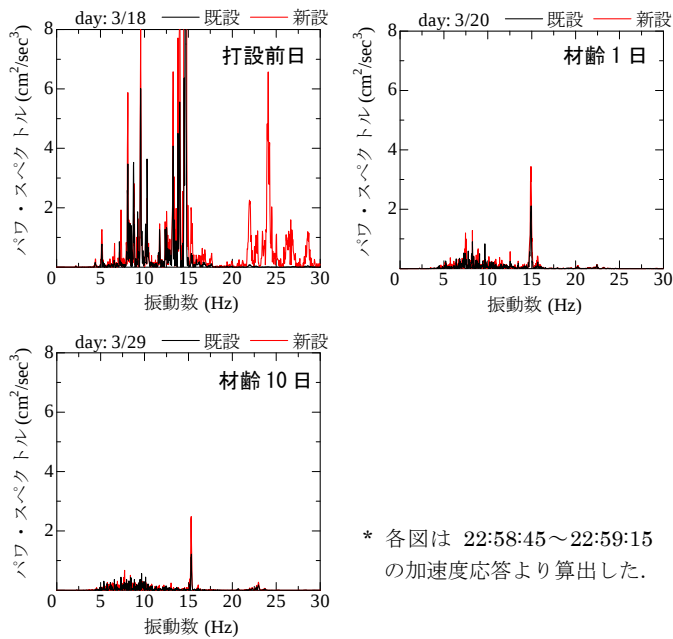


図-4 各日のパワ・スペクトル

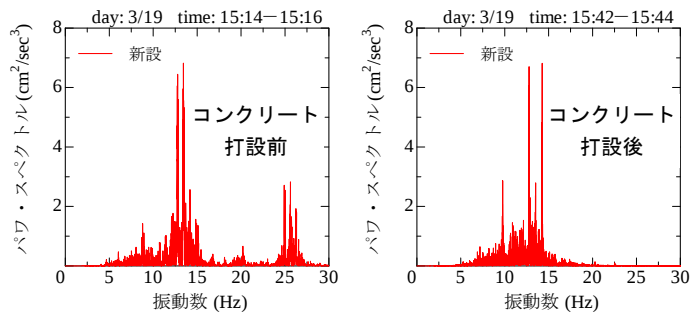


図-5 コンクリート打設前後のパワ・スペクトルの変化

もみられるが、これは加速度計がコンクリートに埋設される前の鉄筋単体の卓越振動数に対応する。

(2) コンクリート打設直後の応答特性の変化

新設部の加速度計がコンクリートに埋設される前後のパワ・スペクトルを図-5に示す。加速度計周辺にコンクリートが打設された時間は目視により確認した。打設前は前述のとおり新設部の卓越振動数が25Hzにあるが、打設直後から計測終了までは検出されない。25Hz成分が鉄筋単体の応答特性と対応しているため、この計測結果がコンクリートの凝結過程に鉄筋とコンクリートが個々に応答する挙動が発生しなかったことを示唆し、列車振動が鉄筋とコンクリートとの付着に悪影響を及ぼしていないことが認められる。

(3) コンクリート硬化に伴う加速度最大値の時間変化

図-6に10分毎の加速度記録から算出した最大値の時間変化を示す。同図は、各日の18:00~24:00の結果である。また、10分毎の加速度最大値から新旧の差を算出し、それらのデータの日平均値をプロットしたのが図-7である。材齢経過に伴い新設と既設の応答特性

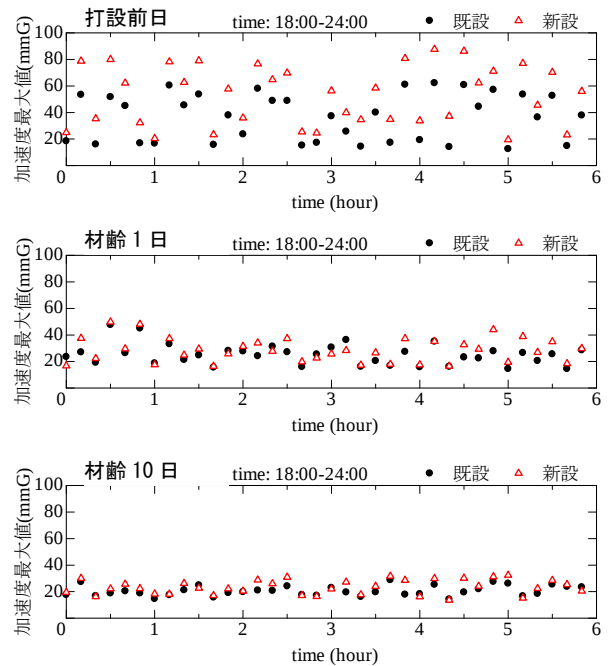


図-6 10分毎の加速度記録から算出した最大値

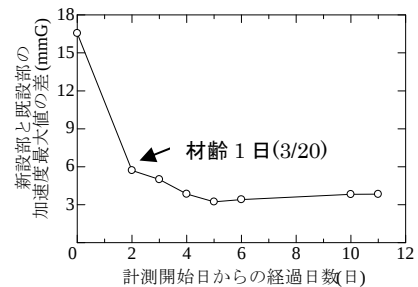


図-7 新旧スラブにおける加速度最大値の変化

の差異が小さくなる傾向がみられる。新設部コンクリートの剛性発現により新旧スラブの差異が小さくなったと考えられる。

4. まとめ

本研究で行った計測により、列車走行時における新旧スラブの加速度応答波形の位相ならびに卓越振動数に大きな差は認められず、新旧スラブがほぼ一体となって挙動していることが確認された。さらに、コンクリートの凝結過程において懸念された列車振動によって鉄筋とコンクリートが個々に応答する挙動は、本計測の範囲内では認められなかった。

【参考文献】

- 1) 下田誠剛, 吉永一義, 古堀謙次, 浦野真次: 高流動コンクリートを用いた鉄道高架橋の一体化施工, コンクリート工学, vol.48, No.3, pp.29-34, 2010
- 2) 横井謙二ほか: 列車振動が高流動コンクリートの品質に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, vol.20, No.2, pp.451-456, 1998
- 3) 垣内辰雄ほか: 列車振動が新・旧高架橋スラブの接続に及ぼす影響, 土木学会第53回年次学術講演会, pp.410-411, 1998