

土工部に設置された角型情報板支柱の通行車両の違いによる振動に関して

中央大学 正会員 平野廣和 三井住友建設(株) 正会員 青木 暖※
(株)むらじ 正会員 連 重俊 (※研究当時：中央大学理工学部都市環境学科)

1. はじめに

道路上には道路付属構造物として、標識柱や照明柱などが設置されているが、過去に景観面等の観点から、情報板支柱の形式として角型支柱が採用されている。例えば図-1に示す様な逆L型角型支柱の情報板(以下、逆L型柱とする)である。この構造は、片持ち構造でかつビルトアップ角柱あること、さらに柱の先端に重量のある情報板を有することから、基本的に揺れ易く減衰が小さい構造^{1),2)}となっている。

一般に橋梁上の道路付属構造物の場合は、桁の固有振動数と大型車両のバネ下振動数が一致することで共振し易いとされている。しかし、本報で取り上げる土工部に設置された道路付属構造物の逆L型柱が、通行車両を起振源として振動することは想定されていない。

この様なことから、著者らは^{1),2)}首都圏の高速道路の情報板先端部等に三軸加速度計を設置し、交通振動時における応答加速度を計測してきた。この計測の過程において、映像撮影を行って情報板に生じる加速度と通行車両の種類の相関を取ることを行ってきた。これにより土工部に設置された逆L型柱に車両通行時に相対的に大きな加速度を生じさせるのは、大型箱形車両ではなく大型平行車両であることが判った。これにより、本報では土工部に設置された逆L型柱が面外方向へ振動する原因一つである交通風の把握及び今後の道路付属構造物の振動対策の一助とするものである。

2. 現地計測

2.1 逆L柱諸元

図-1に示す通り、逆L型角型支柱は高さ7,300mm、情報板は高さ1,950mm、幅4,810mm、奥行き1,000mm、情報板部の質量は1,534kgである。支柱は板厚9mm、350mm×350mmのビルトアップ溶接構造の正方形断面であり、総重量は2,052kg、標準的なF型柱の2倍余の重量である。また、柱が設置されている区間は切土区間の土工部であり、約3%の下り勾配上に位置している。

2.2 計測概要

逆L型柱の動的挙動を把握するために無線LANで接続された三軸加速度計を用いて、応答加速度を計測する。設置箇所は図-2に示すように情報板先端部とし、座標軸は車両進行方向をX、道路横断方向をY、鉛直方向をZとする。データのサンプリング周波数は100Hzとする。計測機器の関係上計測時間は1回の計測あたり約80秒間計測(100秒計測し前後10秒をカット)とし、一般車両通行のみの外力(交通振動)による計測を行う。

2.3 映像分析概要

計測時に近くの高架橋の上にビデオカメラを設置し、応答加速度計測と同時に情報板下を通過する車両を記録し、車両の大きさ、荷台の種類や走行速度による影響の調査を行う。ここでは、車両通過基準線を設けて映像上で車両が基準線に前輪が乗った時を通過基準とし、

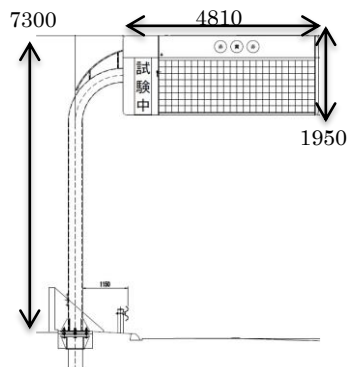


図-1 逆L型角型一般図

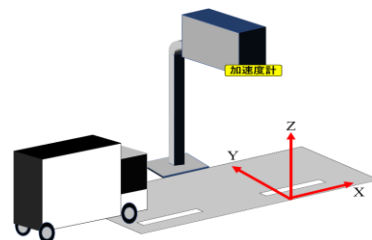


図-2 加速度計設置位置と座標系

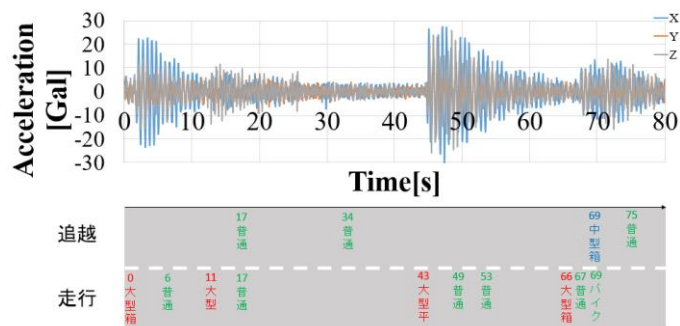


図-3 情報板先端部での応答加速度と通行車両の関係①

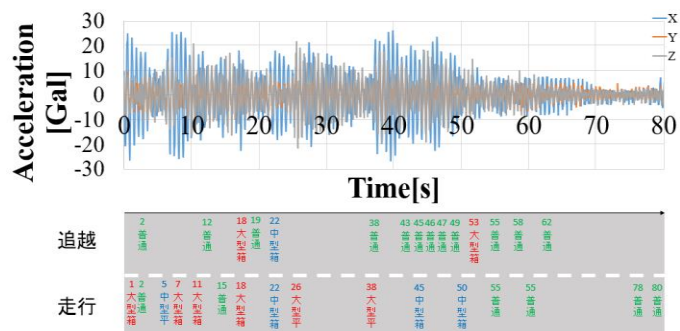


図-4 情報板先端部での応答加速度と通行車両の関係②

応答加速度と対応させる。これにより情報板下通過車両とその発生加速度の対応から、通行車両(大型、中型、普通)毎の加振の傾向を把握する。また、車両は荷台が平型か箱型の違い、導風板の有無による区別も行う。なお、速度は画像処理により推定しているので、参考値である。また、ここでの撮影車両は、進行方向車線のみとしており対向車線は考慮していない。

3. 計測結果

図-3, 4に2つ異なった時間帯での情報板先端部での応答加速度と通行車両の関係を示す。この図の上側は加速度の3成分をそれぞれ記しており、主としてX方

向、Z方向、Y方法の順で支配的となっている。また下側の図は、逆L型柱に加速度が生じた時に通過した車両を車線別に示したものである。ここでの車両は、普通、中型箱型、中型平型、大型箱型、大型平型、バイクで分別している。また、図中の車両上の数字は、情報板下を通行した時間を示す。ここで大型箱はアルミパネルバン等の大型の箱型車両（導風板付）、大型平は荷台が平らな大型の平型車両（導風板無）を表している。

次に図-5に通過車両と応答加速度の関係を車両毎に示すために、図-3, 4の応答加速度から5秒間の加速度を取り出した図を示す。図-5(a)は66.1sに通過した導風板付の大型箱で通過速度は77km/hである。通過直後は加速度が全方向共に増大し、特に徐々にX方向のみ増大して最大加速度12.7Galに達する。図-5(b)は57.6sに通過した導風板付の大型箱で通過速度は97km/hである。X方向加速度が支配的に表れ、最大加速度12.4Galに達した後、徐々に減衰している。これに対して図-5(c)は5.6sに通過した導風板無の中型平で通過速度は104km/hである。この車両は空積みに近い状態であるにも係わらず、X方向に最大加速度25.1Galを記録している。図-5(d)は43.4sに通過した導風板無の大型平で通過速度は104km/hである。これにより計測中最大のX方向に加速度26.6Galを記録している。これらから加速度は、X方向が支配的となっていることから、X方向の加速度が車両走行によって生じる交通風により励起されている可能性がある。特にここでは、大型平、中型平の導風板無が、導風板付の大型箱に比べて最大加速度が大きく表れる傾向を示しており、注意すべき点であると考えられる。また、図-5(c),(d)では、車両が通過してから約1.5～3.0秒後に最大加速度が生じる傾向が見られる。このようなことから車両通過の影響は、交通振動のみならず交通風も考慮する必要があると考える。

図-6に本逆L型柱の計測から得られた走行速度と発生加速度の相関を箱型車両と平型車両に分けて示す。これより走行速度80～90km/h付近の箱型車両が約10Galであるのに対し、同付近の平型車両は25Gal以上を示している。これは、走行速度による影響の他、導風板の有無、荷台の形状が影響している可能性が考えられる。これを基に図-7, 8に箱型、平型車両周りの流れの模式図を示す。箱型は整流された乱れの少ない流れであるのに対し、平型は車両後方に渦列が発生する乱れた流れの可能性が高い。この渦列が情報板の振動の起振源になっていることも考えられるので、今後、風洞試験やCFDを実施して明らかにする必要がある。

4. おわりに

土工部に設置された逆L型柱の応答加速度と通過車両の関係より、面外方向の振動が支配的であること、また大型車両通行後に加速度が増加し、加速度の最大値を示す傾向が見られることから、車両通行により生ずる空気の流れである交通風が、情報板に作用していると推測される。また、最大加速度は箱型車より平型車の方が大きく表れることから、車両構造の違いによる流れの分布が情報板に作用していると考えられる。このようなことから車両周りの空気の流れから生じる交通風を把握し、走行速度、導風板、荷台の種類という原因の分類を明確にする必要がある。さらに本計測は、限ら

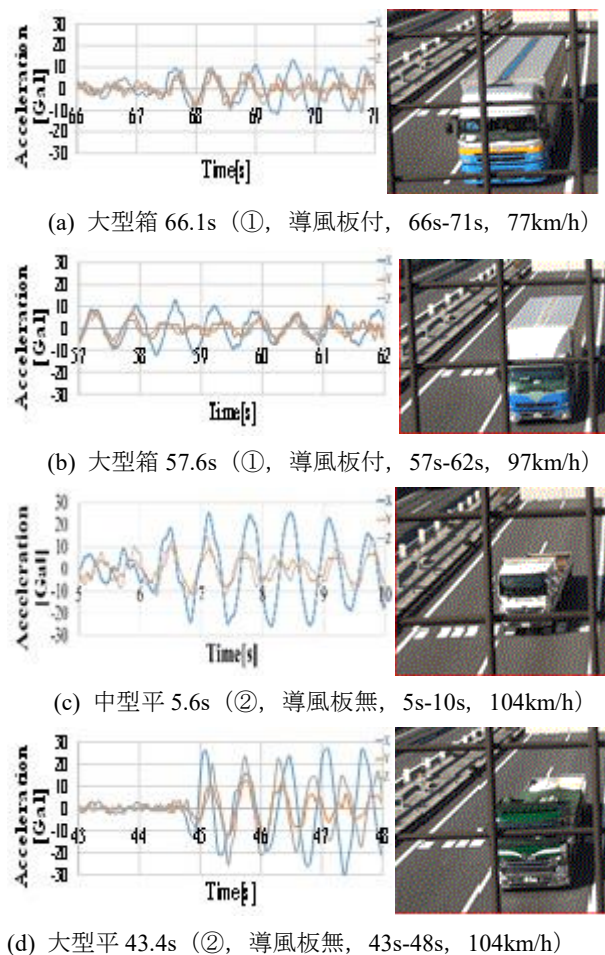


図-5 通過車両毎の応答加速度

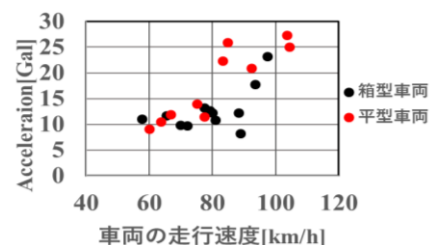


図-6 車両種類の走行速度と発生加速度の相関



図-7 箱型車両の流れ模式図 図-8 平型車両の流れ模式図

れた短時間計測であり、かつ大型車交通量の比較的小ない昼間帯であるので、応答加速度を過小評価している可能性がある。ここでの考え方を疲労照査に結び付けるためには、他の構造も含め長期間実態計測を行い、これを基に疲労蓄積評価を行うことが必要と考える。

謝辞：本研究を行うに際し、中日本高速道路(株)東京支社横浜保全サービスセンターの協力を得た。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 瀬戸大輔他：LED 情報板が設置された角型支柱の振動減衰特性の検討，土木学会関東支部第 44 回技術研究発表会，I-05，2017
- 2) 瀬戸大輔他：情報板が設置された曲線を有する角型溶接構造支柱の振動特性の検討，土木学会第 72 回年次学術講演会，I -345，2017.