

土工部に設置された角型支柱の情報板の振動特性に関して

中央大学 学生会員 ○瀬戸大輔 中央大学 正会員 平野廣和 中央大学 正会員 佐藤尚次
日本ロード・メンテナンス(株) 正会員 連重俊 中日本高速道路(株) 正会員 山本浩司

1. はじめに

近年、景観面や視認性から、情報板支柱の形式として角型支柱が多く採用されている。また、高速道路には交通流を監視すること等を目的としたCCTV設備が多数設置され、情報板に共架される事例も増えてきており、その映像から、情報板の振動が観察されている。この振動が見られる情報板の中には、土工部に設置されたものもあり、橋梁上の情報板は固有振動数の一致による共振が原因で変位することは示されているが¹⁾、土工部に設置された情報板が揺れることは想定されていなかった。そこで、本研究では、道路付属構造物の振動による疲労を解明することを目的とし、土工部に設置された角型支柱の情報板を対象として現地計測と構造解析を行う。

2. 対象とする角型支柱の情報板

現地計測の対象とする構造物は、写真-1に示す圏央道内回り城山トンネル付近に設置されている角型支柱の情報板(以下、城山角柱とする)である。図-1に示す通り、高さは7,300mm、情報板は高さ1,950mm、幅4,810mm、奥行き1,000mmであり、情報板部の質量は1,534kgである。支柱は350mm×350mmの正方形断面となっており、板厚は9mmである。

城山角柱の基礎は、写真-2に示すように土工部に設置されており、ポールアンカーが採用されている。設計は、道路橋示方書・同解説に準じており、自重・風荷重に対して静的荷重での設計がなされている。図-2に杭部の概形を示す。杭径406.4mm、板厚12.7mmの円管で根入れ深さは5,500mmとなっている。また根固めコンクリートは高さ1,250mm、幅850mmであり、充填剤を含めた基礎の幅は450mmである。なお、ここでのN値は、30と設定して設計されている。²⁾

3. 現地計測

3.1 計測概要

対象とする構造物の動的挙動を把握するために無線LANで接続された加速度計を設置し、各位置の応答加速度を同時計測する。設置箇所は図-3に示す4箇所、①情報板先端、②支柱頂部、③基部起点(進行方向手前側)、④基部終点(進行方向奥側)とする。座標軸は、車両進行方向をX、横断方向をY、鉛直方向をZとしている。

3.2 固有振動数の算出

計測した加速度に高速フーリエ変換(FFT)をすることでパワースペクトルを算出し、固有振動数を確認する。この際、ノイズを除去するため、1Hz～15Hzの範囲でバンドパスフィルターをかける。図-4は、①、②の加速度計でのパワースペクトルを示したものである。X方向では1.52Hzが大きく、1.82Hzおよび1.85Hzが小さく卓越した。Y方向は1.52Hzが小さく、1.84Hzが大きく卓越した。また、4.8Hz付近に小さくピークが見られた。Z方向は、Y方向と同様に1.52Hz、1.84Hzが卓越した。1次モードと予想される1.52Hzは、X方向の変位が表れるモ



写真-1 城山角柱

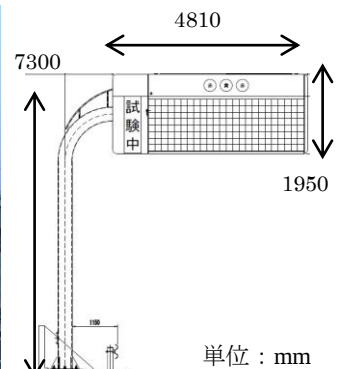


図-1 城山角柱の図面



写真-2 支柱基部

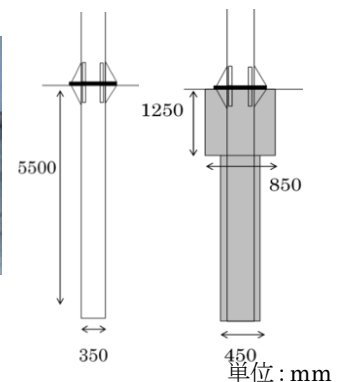


図-2 杭基礎の概形

ードであり2次モードと予想される1.84Hzは、Y方向・Z方向の変位が大きいモードであると考えられる。Y方向に現れている4.8Hz付近のピークは、3次モードに相当していると考えられる。

3.3 強制加振時の基部加速度

図-5はY方向とZ方向それぞれに0～20秒の間、人力で強制的に同期共振させた際の③、④のY方向加速度0～40秒間を取り出したものである。なお、X方向の同期共振の結果と、XとZ方向加速度には明確な応答が見られなかったのでここでは省略する。一般に柱の基部は、完全固定であるために加速度が生じないと考えられている。しかし、図-5に示すように20秒間の強制加振時においてY方向0.06m/s²程度の加速度が生じていることがわかる。

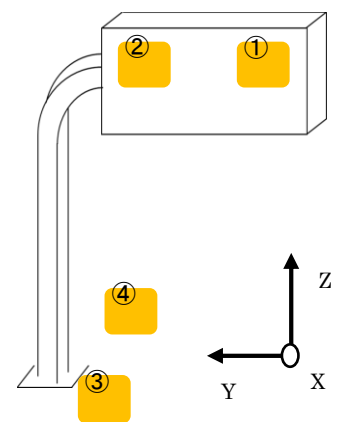


図-3 加速度計設置位置

キーワード 情報板支柱、現地計測、固有値解析、疲労、ポールアンカー

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL:03-3817-1816 FAX:03-3817-1803

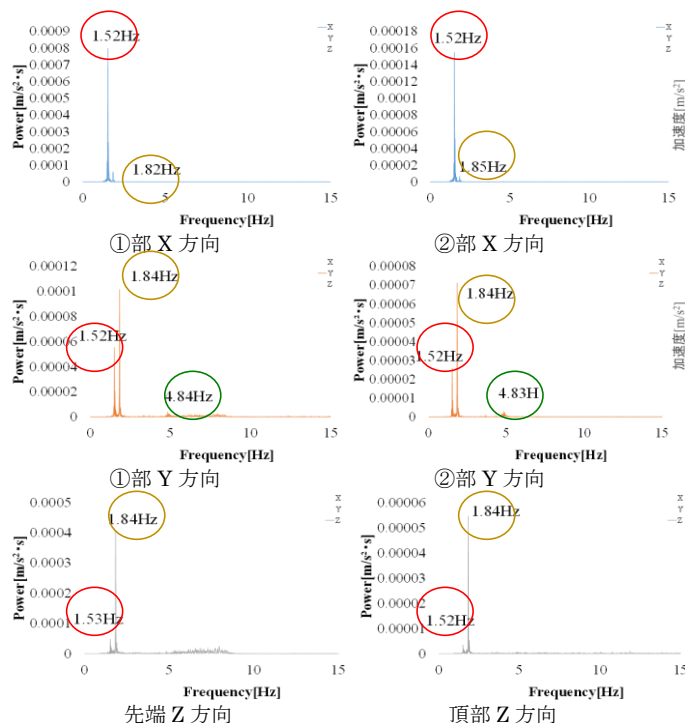


図-4 パワースペクトル図

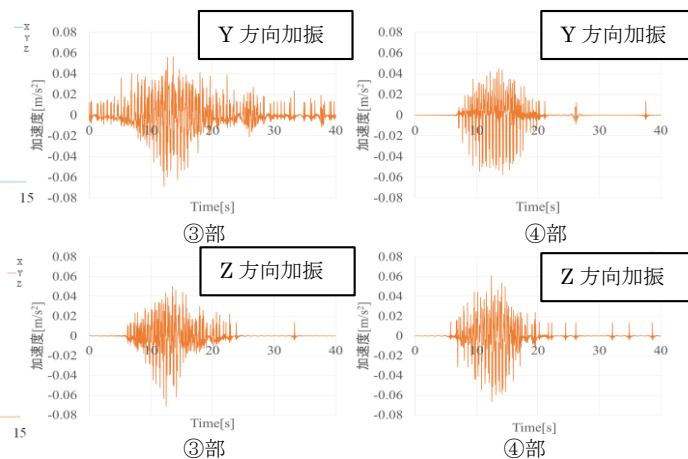


図-5 人力加振時の基部 Y 方向応答加速度

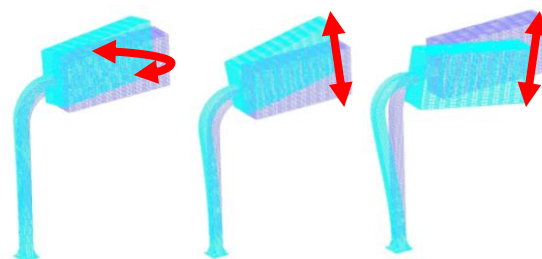


図-6 各モード形状

4. 有限要素法による構造解析

4.1 解析概要

有限要素法を用いて、対象構造物の固有値解析を行う。解析ソフトは、ADINA である。ここで用いる要素はシェル要素で、支柱部のメッシュ幅は 50mm で均一の正方形としている。境界条件はベースプレート下面を変位・回転とも全方向固定としており、他の部分に拘束点は設けていない。また、支柱先端部分と情報板の接合は、接触面全体を接合部として簡略化している。

4.2 解析結果

表-1 に固有値解析の結果と計測より求めた固有振動数を示す。1 次で 1.58Hz、2 次で 2.05Hz、3 次で 5.71Hz となり、計測値に比べて高い値となっている。特に 3 次モードの差が顕著である。これは解析において、完全固定とした境界条件と実際の基礎の状況との相違によるものと推定される。具体的には、支柱が杭ごと動き、全体の挙動に影響している可能性がある。また、図-6 には固有モードの形状を示す。1 次モードではヨーイングのような挙動、2 次モードではピッチングのような挙動、3 次モードでは 2 次モードと近く、図-7 に示すようによりベースプレートに近い部分から変位する挙動である。よって、3 次モードは、基礎への影響が大きいモードで、これが計測と解析の固有振動数の差が顕著に表れた原因であると推定される。

5. おわりに

本計測では、土工部に設置された角型支柱である城山トンネル付近の情報板について、加速度計による計測結果の分析、および有限要素法による固有値解析を行った。その結果、土中の杭部分が上部構造と同時に挙動している可能性が示唆された。この根拠として、人力加振時、基部に Y 方向の加速度が見られたこと。また、構造解析の結果より、3 次モードは基部 Y 方向に影響があると考

モード	計測値[Hz]	解析値[Hz]
1次	1.52	1.58
2次	1.84	2.05
3次	4.83	5.71

えられる挙動であり、加速度計測の結果と一致していることがある。これらより、3 次モードが基礎の加速度を発生させている可能性がある」と推察した。

次の段階としては、土工

部に設置された情報板について上部構造の動的な挙動が、基礎部分に与える影響をさらに詳しく調べていく予定である。また、杭の挙動は、周辺地盤の状態に大きく影響されると考えられるため、今回対象とした城山角柱以外にも同形式の情報板に同様の計測・構造解析を行い、両者の結果を比較することで関係性を明らかにしていく必要があると考える。これにより土工部での杭基礎施工のあり方を明らかにしていく。

謝 辞

本研究を行うに際し、中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株)の協力を得たので、ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 小塩達也, 李相勲, 山田健太郎, 森成顕, 森下宣明: 交通荷重による標識柱の振動と疲労耐久性, 構造工学論文集, Vol.47A, pp. 1009-1017, 2001.3
- 2) 日本地工株式会社:F 型情報板用基礎強度計算書(ポールアンカー100-V)

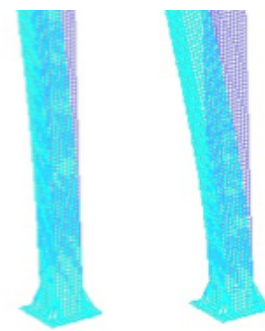


図-7 基部付近のモード