

土工部に設置された鋼製杭基礎を有する角型支柱情報板の振動特性に関して

中央大学大学院 学生員 ○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、高速道路等新規供用路線で、デザイン性などの観点から写真-1 に示す逆 L 型の角型支柱を採用した情報板が設置されている。また、これらの情報板の内、土工部に設置されたものは、鋼製杭基礎が採用されているが、道路会社が実施する日常点検の結果から、これらの角型支柱（以下、角形支柱とする）では大きな揺れが報告されている。既往の研究¹⁾では、高架橋上に設置されている支柱では、同様な揺れが生じることが報告されている。しかし、本報で取り上げる土工部に設置された支柱では、このような状況は報告されていない。そこで著者らは、土工部に設置された鋼製杭基礎を有する角型支柱の現地計測で振動測定と固有値解析を行ってきた²⁾。本報は、情報板支柱下部構造の違いに着目し、新たに鋼製杭の基礎を有する支柱に関して高架橋と同様の検討を行い、この揺れに関して原因の一端を把握することを目的としている。

2. 対象とする角型支柱情報板

現地計測の対象とする構造物は、写真-1 に示す逆 L 型の角型支柱情報板である。構造の詳細を図-1 に示す。支柱は350mm×350mm の正方形断面であり、板厚は9mm である。また、写真-2 に示すようにベースプレートと根巻きコンクリートはボルトで固定されている。

土工部に設置された角型支柱の基礎は、鋼製杭基礎が採用されている。道路橋示方書・同解説に準じており、設置位置の N 値を踏まえた上で、自重・風荷重に対して静的に設計している。図-2 に杭部の概形を示す。杭径 $\phi 406.4\text{mm}$ 、板厚12.7mm の鋼管で根入れ深さは5,500mm となっている。また根巻き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、現地計測の対象の鋼製杭基礎は、現地調査の結果を踏まえ N 値 30 として設計されている。

3. 現地計測

(1) 計測概要

対象とする角形支柱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、道路横断方向を Y、鉛直方向を Z としている。計測条件は、意図的に振動を与えない交通振動時 (Case1) と人力で各方向に同期加振する強制加振時 (X 加振時: Case2, Z 加振時: Case3) の 3 ケースとする。

(2) 固有振動数

計測した加速度を高速フーリエ変換(FFT)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



写真-1 逆 L 型角型支柱情報板



写真-2 支柱基部

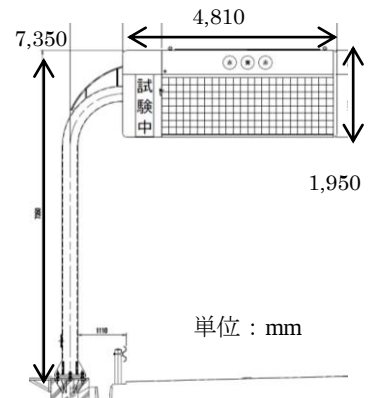


図-1 逆 L 型角型支柱情報板詳細

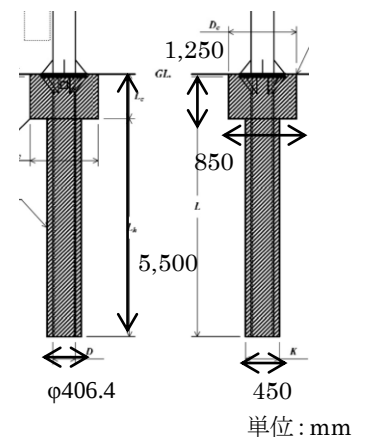


図-2 鋼管杭基礎詳細

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グラフを示したものである。X 方向では情報板先端部、支柱頂部ともに 1.46Hz が大きく卓越し、Y 方向は 1.77Hz が大きく、4.66Hz が小さく卓越し、Z 方向は、情報板先端で 1.77Hz が卓越している。1 次モードと考えられる 1.46Hz は、X 方向の変位が現れるモードであり、2 次モードと考えられる 1.77Hz は、Y 方向・Z 方向の変位が大きいモードである。また、Y 方向に現れている 4.66Hz 付近のピークは、3 次モードに相当すると考えられる。ここでの特徴は、1 次モードと 2 次モードの振動数が近接していることである。

(3) 相対変位

図-5 に Case2 のベースプレート部相対変位を示す。X

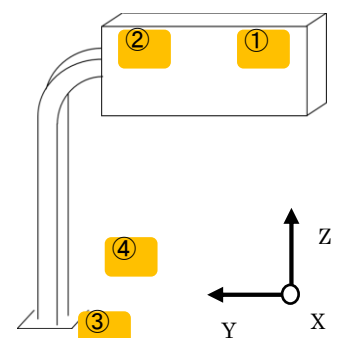


図-3 加速度計設置位置

キーワード 情報板、角形支柱、現地計測、固有値解析、鋼製杭基礎

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

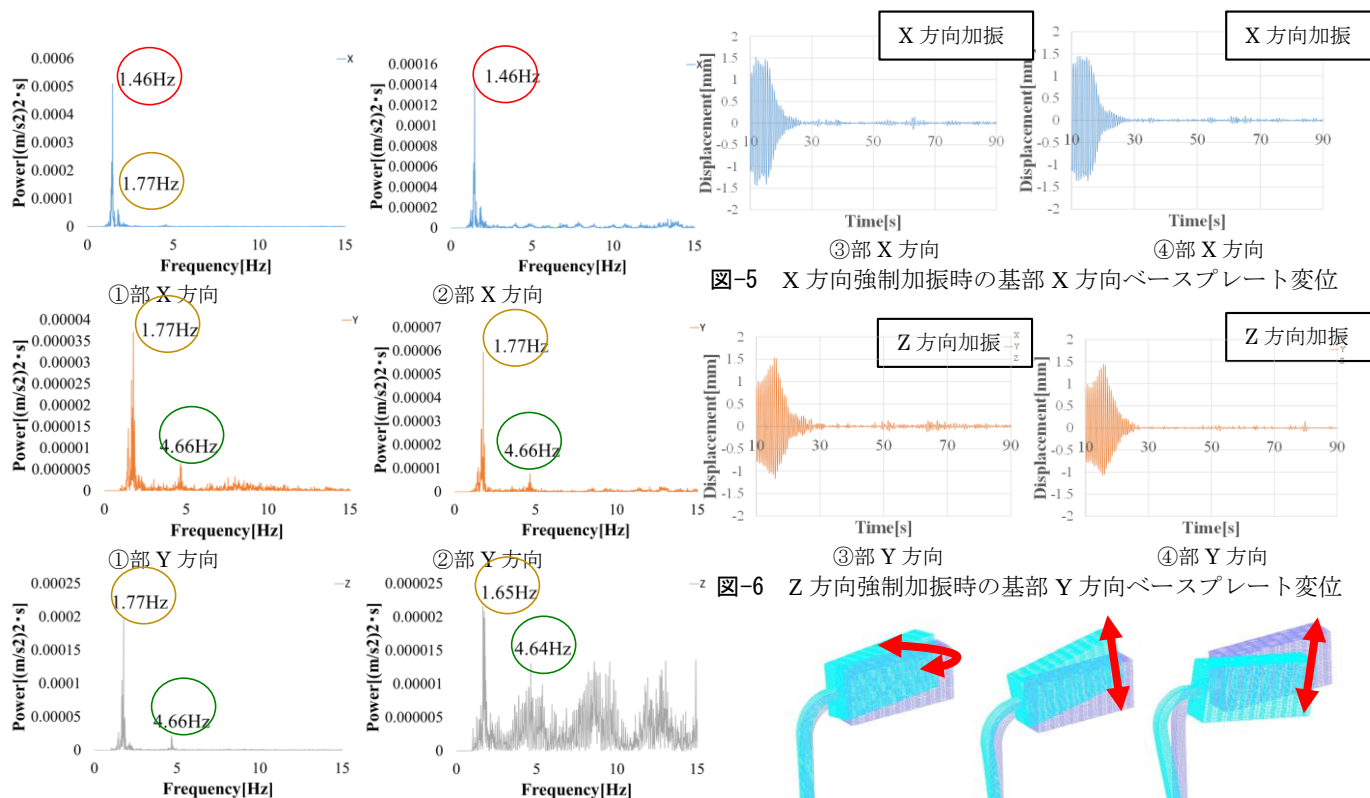


図-4 交通振動時の加速度応答スペクトルグラフ

方向1次モード加振に対してベースプレート部にX方向約1.5mmの変位が発生している。また図-6はCase3のベースプレート部相対変位を示したものである。同様にZ方向2次モード加振に対してベースプレート部においてY方向約1.5mmの相対変位が生じている。

4. 有限要素法による固有値解析

(1) 解析概要

有限要素法を用いて、角形支柱の固有値解析を行い、解析ソフトはADINAを使用する。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。

(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。解析結果は、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り、特に3次モードでの差が顕著である。これは解析において、基部を完全固定とした境界条件と実際の現地での基部の状況との相違によるものと推定される。具体的には、支柱が杭基礎と共に動き、全体の挙動に影響している可能性が考えられる。また、図-7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的な挙動、2次モードではピッチング的な挙動、3次モードは2次モードと近く、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、2次、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可能性が考えられる。

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

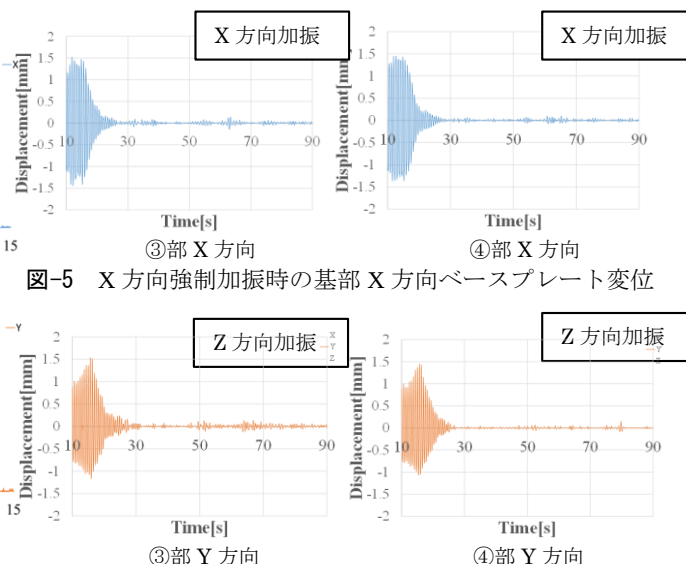


図-5 X方向強制加振時の基部X方向ベースプレート変位

図-6 Z方向強制加振時の基部Y方向ベースプレート変位

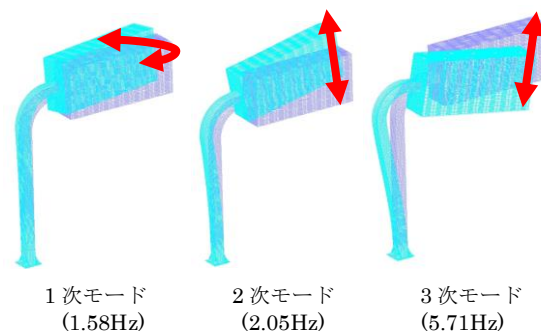


図-7 各モード形状

表-1 固有振動数の比較

モード	計測値[Hz]	解析値[Hz]
1次	1.46	1.58
2次	1.77	2.05
3次	4.66	5.71

る固有値解析を行った。その結果、計測結果と固有値解析から得られた固有振動数に乖離が見られた。また、人

力同期加振の際にベースプレート部が応答して約1.5mm振動することを示した。これより基部付近の状態が、構造全体の振動に影響している可能性を示唆した。

なお、既発表²⁾として、本報で対象とした角形支柱と同形式で高さ50mm低く、かつ鋼製杭基礎を採用する情報板について同様の検討を実施しているが、ここでも計測値に比べて解析値の振動数が高い値となる傾向を示している。このようなことから、ここで採用されている角形支柱と鋼製杭基礎方式の基礎との組み合わせに何らかの課題があるように推察される。今回の結果から、鋼製杭基礎は、1次モードのヨーイング的な揺れには十分な効果を有するが、2次、3次モードのピッチング的な揺れでは基部がX・Y方向に変位する挙動があり、さらなる検討を有することが必要である。

今後の課題は、上部構造の動的な挙動が杭基礎部分に与える影響をさらに詳しく検討、考察することである。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 他: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) 瀬戸大輔 他: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, 土木学会関東支部技術研究発表, 2016.3