

大正9年竣工した小田原駅舎の振動測定

正会員 佐藤 貢一*
同 稲葉 和也**

常時微動計測 卓越振動数 伝達関数
フーリエスペクトル 関東大震災

はじめに

現在解体中の小田原駅舎は、大正9年に竣工し、82年間、小田原の玄関口として利用してきた。この駅舎は、大正12年の関東大震災にも耐え、倒壊までには至らなかった。本論文では、補強後の駅舎と表層地盤の常時微動観測を行ない、この駅舎の卓越振動数や地盤に対する伝達関数を示す。

駅舎概要

写真1は、大正12年以前の小田原駅舎の全景¹⁾を示す。この駅舎は、大正9年10月21日に開業して以来、82年間を小田原の玄関口として利用されてきた。開業から3年目に関東大震災(M7.9)が関東を直撃し、多くの建物が倒壊に至った。その中でこの駅舎は、外壁の漆喰や煉瓦タイルのひび割れの被害を受けたものの、倒壊までには至らなかった²⁾(写真2)。だがプラットフォームの屋根は、完全に倒壊した²⁾(写真2)。写真3に大正14年以降の小田原駅舎の全景を示す。

小田原駅舎は、すべて木造形式で、桁方向約37m、梁間方向約7.3m(一部13m)である。屋根裏はり伏図を図1に示す。小屋組は、すべてトラス構造で形成されている。関東大震災後の駅舎は、補強材や金物を使って補強し、外壁等は、厚塗りの化粧を施した。

地盤

この小田原周辺は、相模湾沿いに砂丘が広がり、西側には箱根山地が小田原駅近くまで広がっている。しかし大部分は、酒匂川の氾濫原と砂丘や自然堤防によって閉ざされた後背湿地によって構成され、軟弱な層が厚く堆積している。また沖積層厚の変化も大きく、厚いところでは50m以上にもなっている。³⁾

測定実験概要

測定器概要 計測機器は、オービット製の「VAS109」システムを用いた。このシステムは、PCユニットとアンプユニットから構成されている。PCユニットは、FFT解析(解析周波数範囲:0.8Hz~100Hz 又は 200Hz)、スペクトル、1/3oct.band 処理が可能である。センサーは、1方向サーボ型加速度センサーAS-2000(最大加速度±2G:(株)東京測振)を用いた。加速度計から得られた値は、A/D変換してノートパソコンに記録した。

測定方法 図1は、大梁上及び地盤に加速度計を設置し

た箇所を示す。測定方向は、X,Y方向の2方向とした。計測方法は、1秒間の計測数256個(256Hz)で、計測時間は、180秒とした。測定時間は、電車の運行が全くない時間帯(1:30a.m.~4:00a.m.:夜行電車の通過時間帯は、測定中止)を選び、同じ測定を3回実施した。



写真1 小田原駅舎の全景(大正12年以前)

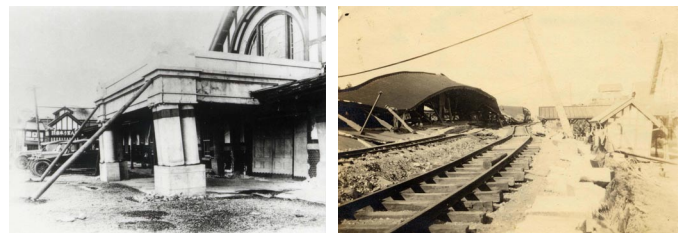


写真2 震災を受けた小田原駅舎とプラットフォーム



写真3 小田原駅舎の全景(大正14年以降)

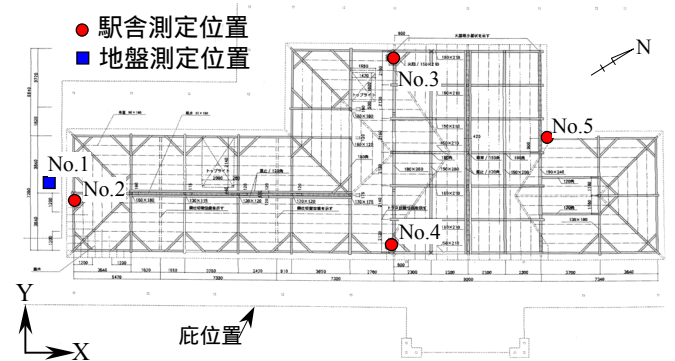


図1 屋根裏はり伏図と測定位置

測定結果

図 2 は、Y 方向の時刻歴加速度波形を示す。同図は、外乱が比較的少ない波形 120 秒間を抽出した。No1 の地盤の最大加速度は、約 0.2gal であった。No3 と No4 の加速度波形は、ほとんど一致した傾向を示しているが、No2 と No5 は、加速度レベルに差が生じている。これは、中央部にドーム状の屋根が存在しているため、No2 と No5 で異なった挙動をしていると考えられる。図 3 は、20(Hz) までの X,Y 方向の加速度フーリエスペクトルを示す。このスペクトルには、移動平均法による平滑化を行った。X 方向の卓越振動数は、概ね約 6(Hz) であった。Y 方向の卓越振動数は、No3,4 で約 4.5(Hz) に生じた。しかし No5 は、約 6(Hz) にピークが見られた。No2 は、X,Y 方向とも約 15(Hz) にピークが確認でき、これらを成分解析した結果、ねじれ振動によるものと思われる。図 4 は、地盤に対する各点の伝達関数を示す。X 方向の No3,4,5 では、振動数が約 6(Hz) で 5~8 倍増幅し、No2 では約 1.5 倍であった。No2 の 15(Hz) では、10 倍まで達した。Y 方向の No3,4 では、約 4.5(Hz) で約 5 倍であった。しかし No5 は、4(Hz) 以下の低振動数でも 2~2.5 倍の増幅傾向を示し、約 6(Hz) では 7 倍まで達した。

まとめ

常時微動測定結果より、以下の知見を得た。

- 1) 常時微動の解析結果より、この駅舎の X 方向の卓越振動数は約 6(Hz) であり、Y 方向では約 4.5(Hz) であった。ねじれ振動数は、約 15(Hz) に現れた。
- 2) 地盤に対する各点の伝達関数は、卓越振動数の近傍で約 5~8 倍まで達した。

今後は、基礎の有無や関東大震災で倒壊まで至らなかった原因について、調査予定である。

謝辞

本測定に進めるにあたり、小田原市、東日本旅客鉄道株式会社の小田原駅長川井道之氏並びに駅員方々には、重要な施設を計測のために御利用させて頂き、深く感謝いたします。またオクツ薬局の櫻木達夫氏からは、貴重な写真を御提供頂き感謝いたします。さらにパサージュ都市研究所の内藤英治氏からは、貴重な資料を参考にさせて頂き感謝いたします。また弊社室員の杉本賢司氏、長瀧慶明氏、佐藤康弘氏、永井香織様には、測定に際し多大なる御協力・御指導を頂きありがとうございました。

参考文献

- 1) 小田原市, "ありがとう小田原駅「セピア色の写真館」", 冊子, 2003.4.3-4.6
- 2) 土木学会, "大正 12 年関東大震災震害調査報告 第 2 巻", 昭和 59 年 9 月, 写真 158, 写真 160
- 3) 松岡昌志, 翠川三郎, 内山泰生, "小田原市内での強震観測とそれに基づく地盤特性の検討", 地震, 第 50 巻, 1997, p.1-p.10

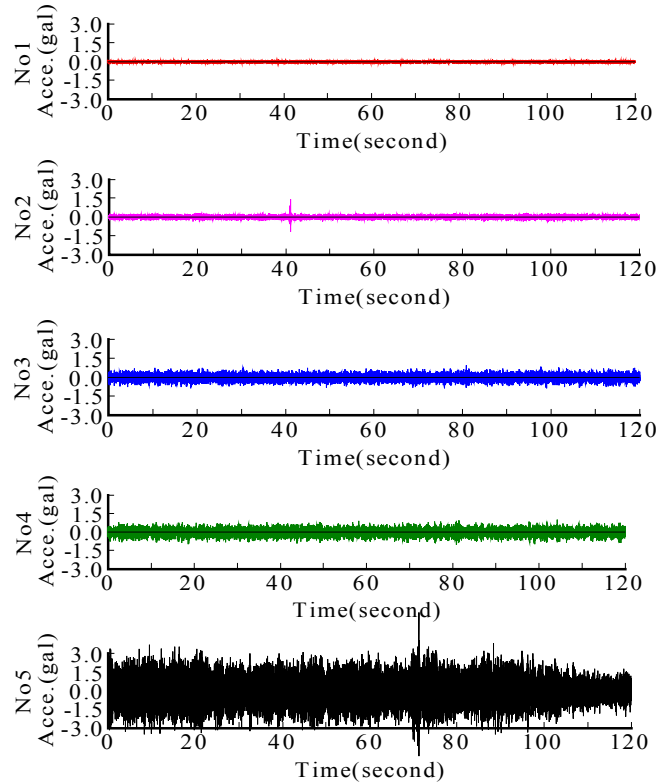


図 2 各点の時刻歴加速度波形 (Y 方向)

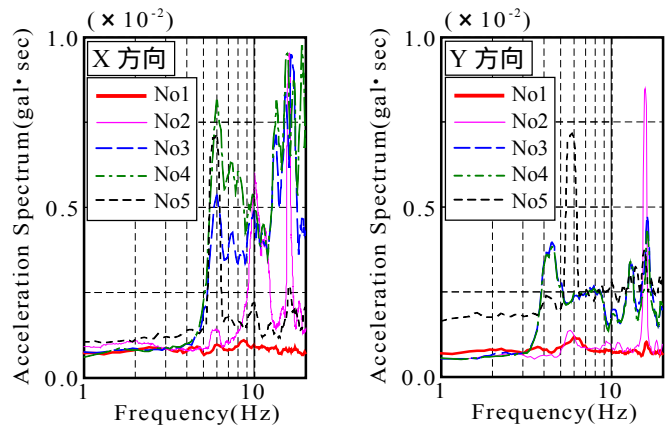


図 3 フーリエスペクトル

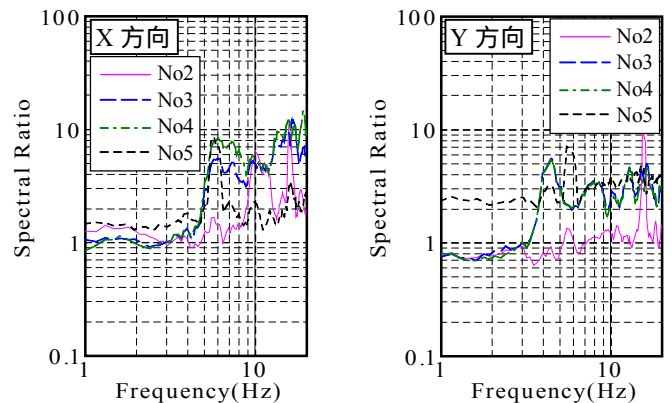


図 4 地盤に対する各点の伝達関数