

I-434

水平横振動する床上での人の歩行特性

大林組 正員 岡本章司 東京大学大学院 学生員 阿部雅人
 東京大学 正員 藤野陽三 阪急電鉄 正員 中野善浩

1. はじめに スパンの大きな歩道橋においては、歩行者による動的荷重によって桁の振動が励起されることがある。鉛直方向の振動についてはその事例も多く、設計指針¹⁾においても歩道橋の鉛直方向の固有振動数は、歩行者による鉛直力の卓越振動数(=約2.0Hz)を避けるようにとの解説が加えられている。それに対し水平横方向の振動についてはこれまで事例が少ないこともあって、研究もなされておらず、歩道橋の設計においては配慮がされないのが普通である。歩行者の水平踏力による桁の水平横振動が観測された歩道橋を対象にした関口らの研究²⁾により、水平横振動している橋上の歩行者は、通常とは異なる歩行特性を持つことが明らかにされた。そこで本研究では水平横振動する床上での人の歩行特性を、実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要 図-1に示すように、振動台上に長さ7.2m×幅1.3mの床を据え付け、水平横方向に加振した。加振振動数は実橋で観測された水平横振動の振動数と等しい0.9Hz、加振振幅は0mm～20mmとした。被験者は20才台の男子学生15人、のべ24人である。被験者には床上を連続的に歩いてもらい、その首に取り付けた加速度計により水平横方向の動きを測定し、足の側面に取り付けた圧力センサーにより踏力の情報を得ることとした。

3. 実験結果

3-1 歩行振動数 図-2は加振振幅を0mm, 10mm, 20mm, 10mm, 0mmと段階的に変化させたときのある被験者Aの歩行の振動数である。個人差はかなりあるが、被験者A(図2)のように加振振幅が大きくなるにつれ、歩行振動数が加振振動数に明らかに近づく被験者がみられた。全被験者の歩行振動数の頻度分布を図-3に示す。床が静止しているときは、歩行の振動数が0.8Hz～1.0Hzにほぼ一様に分布しているが、床の加振振幅が大きいときは、歩行振動数が床の加振振動数(0.9Hz)付近に集まっている。

3-2 床の振動との位相差 位相差は2つの波の振動数が離れていると意味を持たないため、加振振動数±0.05Hzの範囲にあるデータのみを対象とした。歩行者の首の動きが、床の振動から何度遅れているか(位相差)を、加振振幅が20mmのときの全被験者について頻度分布にしたものが図-4である。約180°に集まっていることが読み取れる。圧力センサーによって測定した水平方向踏力はデータ数も少なく測定も困難であったが、加振振幅が20mmのとき、水平方向踏力は首の変位から遅れており、その位相差は約30°と見積られる。

3-3 振幅 図-5に全被験者の首の、桁に対する相対変位の振幅を頻度分布にしたものを示す。絶対変位ではなく相対変位を用いたのは、歩行者が床に加える力は歩行者の重心の床からの相対変位の振幅の大きさに比例すると考えられるからである。図-5より加振振幅が大きくなると歩行者の首の相対変位の振幅も大きくなる。人の重心と首の変位の大きさが比例すると仮定すれば、床の振幅が大きいときには歩行者が床に加える力も大きくなるものと考えられる。

4. まとめ 水平横振動する床上での人の歩行特性を測定した結果、加振振幅が大きくなると、歩行者は次のような傾向を持つことが明らかになった。

- 1) 歩行の振動数は床の振動数に近づく：すなわち、同調する。
- 2) 歩行者の首の振動は床の振動から約180°遅れた位相に集まる。
- 3) 歩行者が床に加える水平力は大きくなる。

これらは実際の橋上とは異なる実験室内での結果であるが、定性的には実橋においても当てはまるものであると思われる。また実験においての問題点としては、床の長さが短かったために床の振動に歩行を同期させる時間が充分ではなかったことが挙げられる。実際の橋において水平横振動が生じた場合、人の歩行の床の振動への同期現象は今回の実験結果よりも顕著に現れるものと考えられる。

<参考文献>

- [1] 立体横断施設技術基準・同解説：日本道路協会、PP.35～37、1979.1

〔2〕 関口、Warnitchai,P.、Pacheco,B.M.、藤野、伊藤：人の歩行特性と橋の横方向励振可能性、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第1部、PP.20～21、1990.9

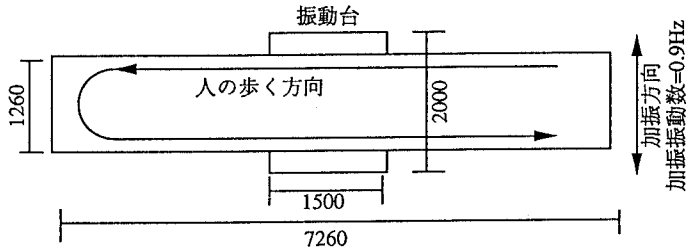


図-1 実験装置

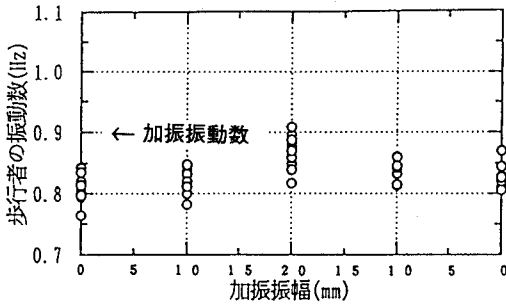


図-2 ある歩行者の歩行の振動数
(加振振幅=20mm)

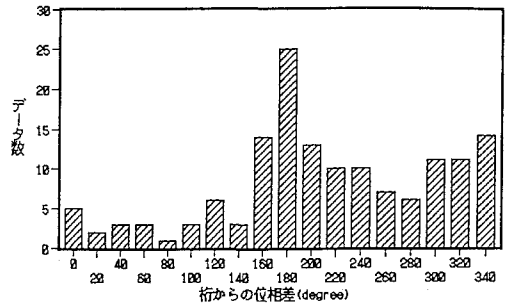
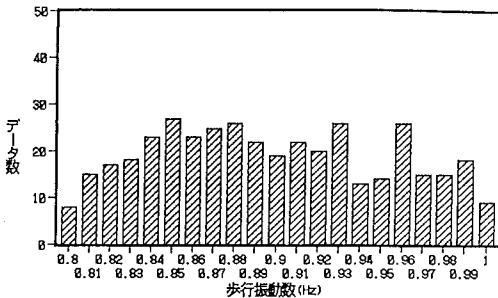
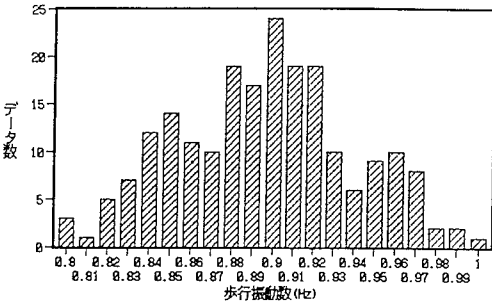


図-4 歩行者の首と床の振動との位相差
(全歩行者)

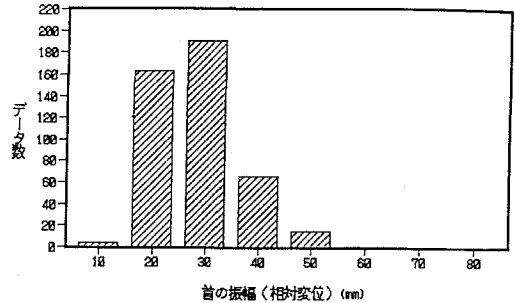


a) 加振振幅=0mm

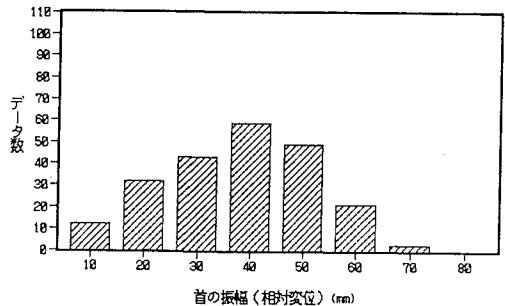


b) 加振振幅=20mm

図-3 歩行の振動数（全歩行者）



a) 加振振幅=0mm



b) 加振振幅=20mm

図-5 首の相対変位の振幅（全歩行者）