

第 I 部門 伸縮継手を含む波長の長い路面段差性状とそれによって誘起される 橋梁交通振動について

近畿大学理工学部 学生員 ○武市 学 近畿大学理工学部 正会員 米田昌弘
阪神高速道路公団 正会員 徳永法夫 近畿大学理工学部 後藤裕功

1. はじめに

道路橋の伸縮継手部における段差の影響を評価する際、従来は最大段差量が最も重要なパラメータと考えられていた。しかしながら、最近の研究で、伸縮継手部を含む前後 10m 区間(計 20m 区間)を対象とした場合、この区間では従来知られていなかった波長の長い段差(長波長段差)が存在することが明らかとなった¹⁾。そこで、本研究では、走行車両による動的応答解析を実施し、橋梁交通振動に及ぼす長波長段差の影響について解析的な見地から考察を加えることとした。

2. 動的応答解析におけるモデル化

対象とした橋梁は、図-1のような PC 単純桁 2 連(20m+27m)である。走行車両としては、交通振動問題の検討で最も多く使用されている、総重量 20tonf の 4 自由度系モデル²⁾を採用するものとした。なお、この車両モデルの固有振動数は、1 次(ばね上前輪部が卓越)が 1.793Hz、2 次(ばね上後輪部が卓越)が 2.706Hz、3 次(ばね下前輪部が卓越)が 14.981Hz、4 次(ばね下後輪部が卓越)が 15.069Hz となっている。

動的応答解析では、シミュレーション波形と文献 1)で報告された各段差パターンをそれぞれ重ね合わせた路面凹凸を使用した。一例として、シミュレーション波形に 3cm の長波長段差(TYPE-2, TYPE-8)を重ね合わせた路面凹凸を図-2 に示す。

3. 解析結果と考察

動的応答解析で得られた車両ばね上部加速度の最大値を図-3 に示す。これらの図から、まず、TYPE-2(凸型)では、路面の最大段差量が 40mm 以下の範囲において、走行速度が $V=40\text{km/h}$ ~ 80km/h で変化しても車両加速度や反力にはほとんど増幅効果が認められていないことがわかる。これに対し、TYPE-8(両凸型)では、路面の最大段差量が 10mm を越える範囲において、走行速度が増加するにしたがって車両ばね上部加速度が増大する結果となっている。このように動的応答解析でも、車両走行試験結果と同じく、長波長段差の形状によって動的応答量が変化するというきわめて興味ある結果が得られた。そこで、この理由を把握するため、TYPE-8(最大段差は 30mm)の路面について、車両が $V=40\text{km/h}$ ~ $V=80\text{km/h}$ の速度で走行した場合のばね上部加速度を FFT でスペクトル解析した。その結果を図-4 に示す。この図から、車両ばね上部の加速度は、 $V=40\text{km/h}$ では 2.73Hz、 $V=60\text{km/h}$ では 1.76Hz、 $V=80\text{km/h}$ では 2.34Hz の振動数成分が卓越していることがわかる。この 1.76Hz ($V=60\text{km/h}$) と 2.34Hz ($V=80\text{km/h}$) は、図-5 において波長を $\lambda=10\text{m}$ と考えた TYPE-8 の路面が車両を加振する周波数成分($V=60\text{km/h}$ では 1.667Hz、 $V=80\text{km/h}$ では 2.222Hz)ときわめて近い。また、これらの周波数は、それぞれ車両の 1 次と 2 次の固有振動数(1 次が 1.793Hz、2 次が 2.706Hz)とも近く、その結果、共振現象で車両の加速度応答が増大したものと推察される。したがって、本研究で対象とした、伸縮継手部を含む比較的長い区間での路面段差(長波長段差)は、基準線を山の中腹にとって波長を評価した方が妥当であると言える。

4. まとめ

以上の検討結果より、TYPE-2(凸型)の長波長段差が橋梁交通振動に及ぼす影響は少ないこと、これに対し、TYPE-8(両凸型)の長波長段差では車両が 80km/h で走行した場合に共振現象で車両ばね上部加速度応答が増大することなど、実験で得られた知見を解析によってほぼ検証できたと考えている。

【参考文献】1) 徳永ほか：伸縮継手近傍の路面段差が地盤振動に与える影響とその改善対策の検討，環境技術，1998年． 2) 橋梁振動研究会編：橋梁振動の計測と解析，技報堂出版，1993年10月．

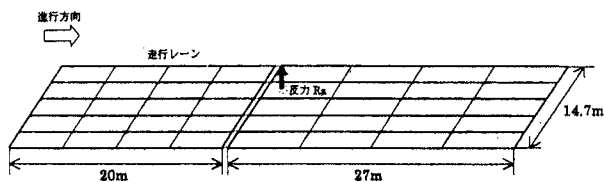
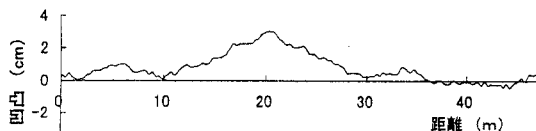
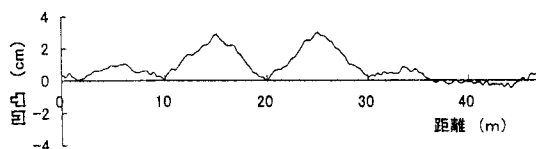


図-1 対象橋梁のモデル化（格子モデル）

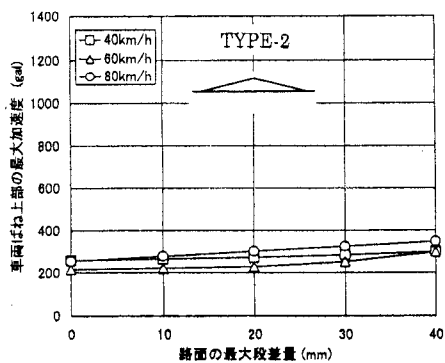


(a) TYPE-2+シミュレーション波形

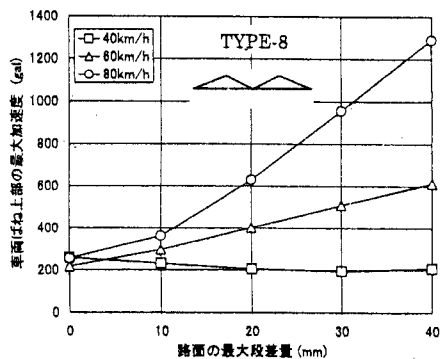


(d) TYPE-8+シミュレーション波形

図-2 解析で使った路面凹凸

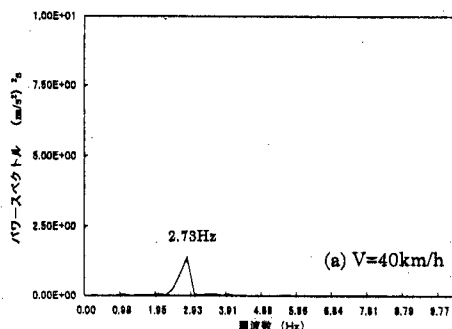


(a) TYPE-2

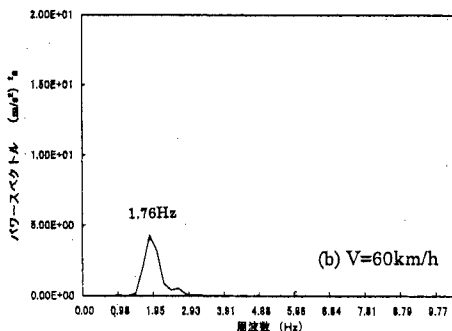


(b)TYPE-8

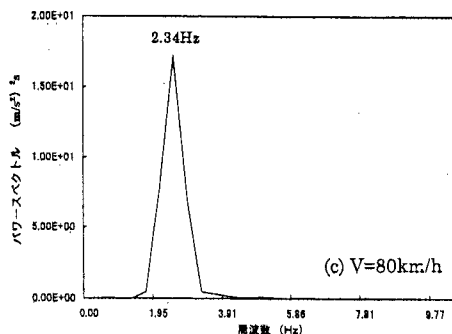
図-3 車両の最大加速度と走行速度の関係



(a) V=40km/h

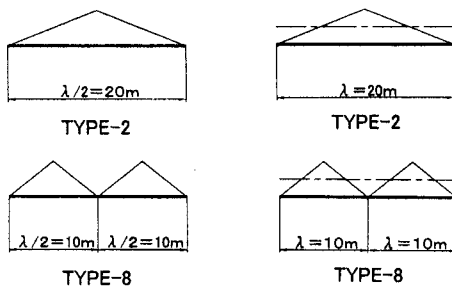


(b) V=60km/h



(c) V=80km/h

図-4 車両ばね上部加速度のパワースペクトル（最大段差を 3cm とした TYPE-8）



(a) 基準線を山の底辺とした場合

(b) 基準線を山の中腹とした場合

図-5 波長の評価方法