

近畿大学理工学部 学生員 ○小田 剛之

近畿大学理工学部 正会員 米田 昌弘

近畿大学理工学部 財部 一彦

1. はじめに

現在では、歩道橋の使用性を評価する方法として動的応答解析も一般化しつつある。しかしながら、解析で算出した値は、共振歩行試験で得られた測定値と大きく相違ことが知られている。したがって、動的応答解析を実施して歩道橋の使用性を検討する場合、起振効率を考慮する必要があると思われるが、従来は歩行者による起振効率は明確にされていなかった。そこで、本研究では、単純桁歩道橋の共振歩行試験結果¹⁾を収集して、最大速度の実測値と解析値との比較から歩行者の起振効率を算出することとした。また、歩調の変化に着目した動的応答解析を実施し、歩道橋の動的応答特性に及ぼす歩行者の歩調変化について実務設計上の観点から考察を加えることとした。

2. 起振効率の算出

着目とした単純桁歩道橋は4つで、それぞれの構造諸元を表-1に示す。これらの共振歩行試験結果と解析結果（歩行者の体重は70kgf）との対比から、起振効率を算出した。その結果、表-2に示すように、それぞれの歩道橋でばらつきはあるものの、起振効率の最大値は $\beta \approx 0.40$ となった。

3. 動的応答解析結果と考察

(1) 歩調を一定とした場合

時刻歴の実測波形が報告されている Bridge-A を対象として、動的応答解析を実施した。共振歩行時の実測値と計算値をそれぞれ図-1、図-2に示す。これらを比較すればわかるように、共振歩行試験では最大速度応答として5.31cm/sの値が実測されているのに対し、解析値は21.82cm/sと非常に大きくなっている。これは、共振歩行試験のように被験者が意図的に共振歩行を試みても、実際の歩調は微妙に変化し、完全な共振歩行を実現できなかったためと考えられる。一方、図-3は歩調を2.210歩/秒（共振歩調の97.5%）とした解析結果であるが、この場合には径間中央付近で約5.41cm/sの最大速度応答が生じ、測定結果とも比較的類似した波形が得られている。

(2) 二つの歩調を組み合わせた場合

Bridge-A を対象として、一周期ごとの歩調を2.267歩/秒、2.148歩/秒と変化させた場合について動的応答解析を実施した。その結果を図-4に示す。この図から、2.267歩/秒の共振歩調成分が含まれるとうなりは生じず、速度応答の最大値も実測値とほぼ等しくなっていることがわかる。

(3) 多数の歩調を組み合わせた場合

歩行者の歩調はより複雑に変化すると考えられることから、ここでは11の歩調変化をした動的応答解析を実施した。Bridge-B（固有振動数が2.00Hz）に対する、CASE-200とCASE-195の結果をそれぞれ図-5、図-6に示す。ここに、解析ケースのCASE-200は、図-7に示すように、最小と最大の歩調がそれぞれ1.95歩/秒、2.05歩/秒で平均歩調が2.00歩/秒の場合を、また、CASE-195は、最小と最大の歩調がそれぞれ1.90歩/秒、2.00歩/秒で平均歩調が1.95歩/秒の場合を表す。図-6からわかるように、平均歩調が2.00歩/秒のCASE-200では実測値の3.94cm/sと比べ非常に大きな速度応答（10.46cm/s）が算出され、また、速度応答が最大となる歩行位置は、歩行を開始してから約24秒後の位置（約0.8 ℓ 点の位置）で生じている。これに対し、平均歩調が1.95歩/秒のCASE-195では実測値に近い速度応答が得られ、かつ、速度応答の最大値も径間中央付近を歩行する場合に生じる結果となっている。

【参考文献】 1) 田中信治：歩道橋の振動特性と使用性設計手法に関する研究，名古屋大学学位論文，1994年10月。

表-1 対象とした歩道橋の構造諸元と単独共振歩行時の最大速度応答

名 称	有効幅員 B	支間長 ℓ	重 量 w	断面 2 次モ ーメント I	固有振動数 f_1	対数減衰率 δ	最 大 速度応答
Bridge-A	1.5 m	40.86 m	0.744 tf/m	0.0210 m ⁴	2.27 Hz	0.0063	5.31 cm/s
Bridge-B	1.5 m	43.50 m	0.740 tf/m	0.0209 m ⁴	2.00 Hz	0.0188	3.94 cm/s
Bridge-C	3.0 m	48.55 m	3.333 tf/m	0.0799 m ⁴	1.48 Hz	0.1194	0.27 cm/s
Bridge-D	2.0 m	42.00 m	1.630 tf/m	0.0789 m ⁴	2.81 Hz	0.0126	4.38 cm/s

表-2 起振効率 β

名 称	最大速度応答		起振効率 β
	実測値	解析値	
Bridge-A	5.31 cm/s	21.82 cm/s	0.24
Bridge-B	3.94 cm/s	10.64 cm/s	0.37
Bridge-C	0.27 cm/s	0.670 cm/s	0.40
Bridge-D	4.38 cm/s	13.13 cm/s	0.33



図-1 Bridge-A の共振歩行試験結果

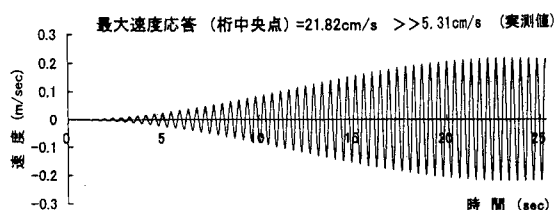


図-2 Bridge-A の動的応答解析結果（共振歩調）

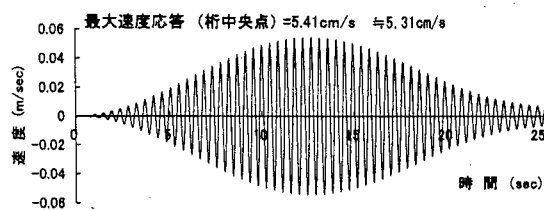


図-3 Bridge-A の動的応答解析結果（共振歩調の 97.5%）

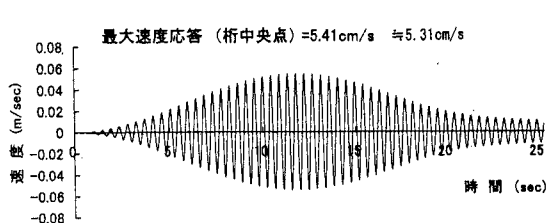


図-4 Bridge-A の動的応答解析結果
（歩調変化を 2.267 歩/秒, 2.148 歩/秒とした場合）

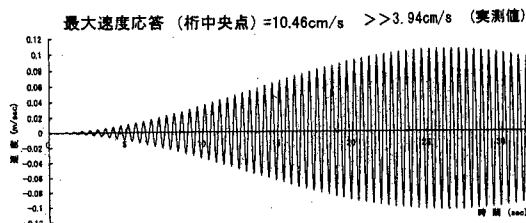


図-5 Bridge-B の動的応答解析結果（CASE-200）

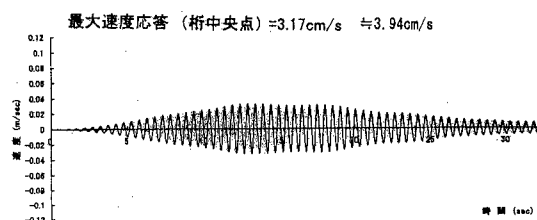


図-6 Bridge-B の動的応答解析結果（CASE-195）

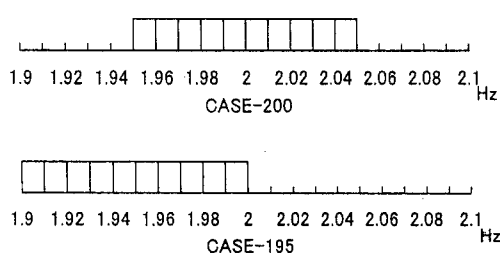


図-7 解析ケースの歩調変化（CASE-200 と CASE-195）