

大規模歩道橋の実振動特性

○ 名古屋大学大学院 学 鈴木森晶
九州東海大学 正 加藤雅史
中部復建㈱ 正 田中信治

まえがき

最今の交通過密は異常と言えるものもあり、数年前までは交通安全施設としての歩道橋の新設が非常に多く行われてきた。しかしながらここ数年の間の傾向を見てみると、そういった歩道橋の新設は減少しており、かわって道路橋の横に同一支間長で併設される側道橋をはじめ公園や観光地などにはシンボリックな歩道橋、といったようにこれまでとは大きく異なったタイプの歩道橋の新設が非常に多くなってきた。そしてこれら歩道橋は支間長も断面も大規模になってきており、構造的にみても非常に剛である。こういった動向をふまえて多くの研究者により、種々の歩道橋の振動特性についての研究がなされてきた。そこで、歩道橋の固有振動数や振動振幅などについての筆者らが実測を行った結果を報告する。

表-1 対象橋梁の諸元

歩道橋 No	種類	構造形式	断面二次モーメント (cm ⁴)	支間長 (m)	有効幅員 (m)	死荷重 (t)	実測固有振動数 (Hz)
1	一般歩道橋	単純鋼床版 1 桁	1407120	40.88	1.60	30.400	$f_1=2.27$
2	一般歩道橋	単純鋼床版 1 桁	1615000	41.50	1.50	31.522	$f_1=2.17$
3	一般歩道橋	単純鋼床版 1 桁	1634000	43.50	1.50	32.141	$f_1=1.99$
4	一般歩道橋	単純鋼床版箱桁	6000000	42.00	2.00	68.460	$f_1=2.81$
5	人歩橋	単純鋼床版箱桁	9840000	54.30	4.00	172.062	$f_1=1.65$
6	側道橋	3 径間連続鋼箱桁	5440000	46.00	2.50	110.607	$f_1=1.87$
7	遊歩道橋	単純合成鋼箱桁	6600000	48.55	3.00	181.817	$f_1=1.48$

振動測定

今回は特に振動振幅に着目して、表-1に示すような7橋の歩道橋について測定を行った。この7橋は筆者らが過去に固有振動数を測定した中から構造形式が偏らないように配慮して選定した¹⁾²⁾。内訳を述べると、No.1からNo.3はごく標準的なこれまで多く作られてきたI形断面タイプの歩道橋で立体横断施設技術基準（以下基準と略す）制定以前に架設された歩道橋である、No.4とNo.5は鋼床版を有するもの、No.6とNo.7はRC床版を有するものである。測定方法としては様々な方法が考えられるが、ここでは、同一条件での測定を行うため、以下に示すような7ケースで、歩道橋上 1/4点、1/2点、3/4点にサーボ型加速度計、及び動電型速度計を設置して測定を行った。なお共振歩調（固有振動数と同一歩調）歩行はあらかじめその周波数でのメトロノーム音をテープに録音しておき、試験者がテープレコーダを携帯して歩道橋上を歩行した。

1. 共振歩調で1人歩行
2. 共振歩調で2人歩行
3. 2Hzで1人歩行
4. 2Hzで2人歩行
5. 1人走行
6. 2人走行
7. 5人ランダム歩行

表-2 加振条件の違いによる速度実効値と振幅

歩道橋 No	固有 振動数 (Hz)	共振歩調歩行		2 Hz z 歩行		走行		5人 ランダム 歩行
		1人	2人	1人	2人	1人	2人	
1	2.27	3.7520 ×	4.7160 ×	0.9090 △	1.3650 △	1.2020 △	3.4560 ×	1.1420 △
		0.3720 10983	0.4676 8738	0.0901 45334	0.1353 30190	0.1192 34283	0.3427 11924	0.1132 36085
2	2.17	0.8840 △	2.5460 ×	0.8840 △	2.5460 ×	0.7530 △	1.1850 △	0.9550 △
		0.0917 46261	0.2641 15715	0.0917 46261	0.2641 15715	0.0781 53135	0.1229 33764	0.0991 41896
3	1.99	2.7840 ×	3.2620 ×	2.7840 ×	3.2620 ×	0.7340 △	1.0860 △	2.9610 ×
		0.3149 13815	0.3689 11790	0.3149 13815	0.3689 11790	0.0830 52398	0.1228 35414	0.3348 12989
4	2.81	3.0940 ×	5.4360 ×	0.1380 ○	0.2370 ○	4.0250 ×	4.3040 ×	0.2680 ○
		0.2478 16947	0.4354 9646	0.0111 379983	0.0190 221244	0.3224 13027	0.3447 12183	0.0231 182066
5	1.65	0.8350 △	1.2090 △	0.1000 ○	0.1920 ○	0.1030 ○	0.1700 ○	0.2430 ○
		0.1139 47672	0.1649 32925	0.0136 398060	0.0282 207323	0.0141 386466	0.0232 234153	0.0331 163811
6	1.87	1.6480 △	2.2980 ×	0.5430 △	0.7850 △	0.1980 ○	0.3240 △	1.7260 ×
		0.1984 23190	0.2766 16631	0.0654 70382	0.0845 46865	0.0238 193018	0.0390 117956	0.2077 22142
7	1.48	0.1880 ○	0.4560 △	0.0560 ○	0.1030 ○	0.1400 ○	0.3410 ○	0.1750 ○
		0.0286 169608	0.0693 70008	0.0085 570069	0.0157 309540	0.0213 228028	0.0519 93618	0.0266 182422
上段: 速度実効値(cm/s)と評価 下段: 片振幅値と支間長/片振幅 (cm)		速度実効値の 評価		×: 1.70cm/s △: 0.42cm/s ○: ~ 1.70cm/s ~ 0.42cm/s		不快感を感じる 振動を感じる 振動を感じない		

測定結果

測定した振動波形は次に示すようにして諸量を求めた。まず測定したアナログ振動波形をAD変換して、スペクトル解析を行い固有振動数などの基本的な諸量を算出する。さらにアナログ振動波形をペンレコードに出力させて、その振幅や固有周期なども波形から読み取る。なお標準的な歩道橋であるNo.1の歩道橋の共振時の波形と2Hz歩行時の波形、および非常に剛な構造で死荷重も大きいNo.7の歩道橋の走行時の波形を図-1に示す。またそれぞれの加振状態での速度実効値とその評価、および片振幅と支間長を片振幅で割った値を表-2に示す。

振動振幅の検討

測定結果の表-2と図-1より明らかなことは。
①歩行者が支間長約40mの歩道橋の上を通過するには約1分と、かなりの時間がかかり、No.1の歩道橋の波形を見ても明らかなように、ほぼ支間中央を通過したときに振幅の最大値が現れている。しかしNo.7の歩道橋のようにかなり剛な構造となると、必ずしもそうではなくて、計測器を置いた地点を通過するとき、つまり加振点付近でのみ振幅が大きくなり、それ以外の地点では、常時微動より多少大きな値となっているに過ぎないことがわかる。

②また全般的に言えることは基準制定以前の歩道橋は構造形式からみても振幅が大きく歩行者に不快感を与えている、しかし基準制定後の歩道橋は、振幅は小さく問題のない範囲であるといえる。

③構造形式別に見ても、箱桁といったような、剛な構造の歩道橋は振幅、速度実効値ともに小さく、またRC床版を有する死荷重の大きな歩道橋は歩行者程度の小さな荷重による加振でも大きな振幅が出ない。さらにNo.5の歩道橋は共振歩調で加振した時は大きく振幅が出ているが、それ以外では全く問題がない。これにより加振する振動数によっても振幅が大きく異なるということがわかる。

④このような大規模歩道橋は設計時に活荷重満載時におけるたわみが支間長の1/600以下にするように検討されるが、この表からもわかるように、たわみは全般的に非常に小さく、基準制定以前の歩道橋についてもこの点は満足している。

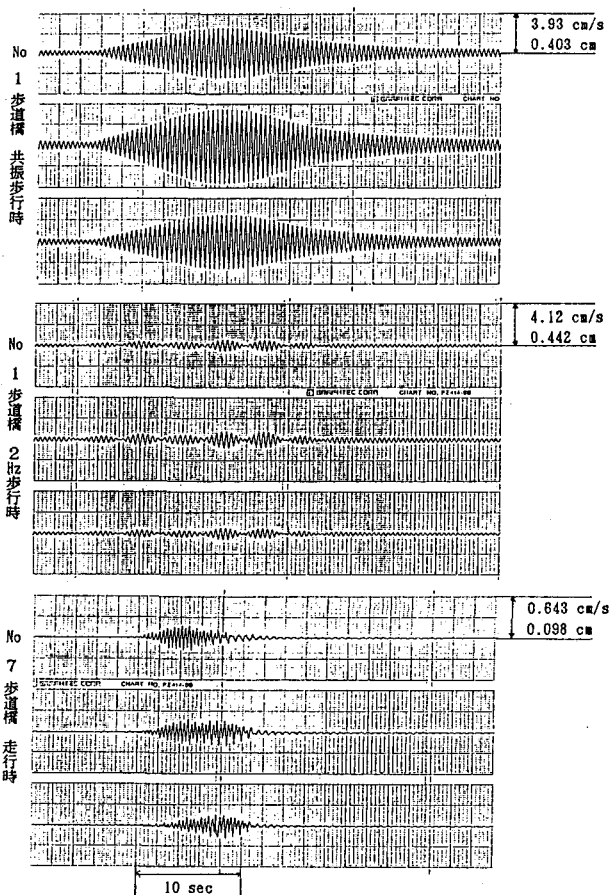


図-1 実測振動波形

参考文献

- 1) 吉田康史：実測による歩道橋の振動振幅に関する研究，名古屋大学工学部土木工学科卒業論文，1991
- 2) 田中信治、加藤雅史、鈴木森晶、吉田康史：実測による歩道橋の振動振幅に関する一考察，土木学会第46回年次術講演会講演概要集（第一部），1991. pp. 900-901.