

I-B74

PC吊床版橋の振動特性の実測

金沢大学大学院 学生員 吉川 裕晃
金沢大学工学部 正会員 梶川 康男

1. はじめに

PC吊床版橋は工場製作された床板厚が約20cmのプレキャスト版を現場でつなぎあわせたもので、吊構造としての構造的合理性が自然に調和したスレンダーな景観を創りだしている。すでに数橋が支間長100mを越えており、この形式の歩道橋はさらに長大化する傾向にあることから、振動特性が問題となることが予想される。歩道橋では耐風性の問題も重要であるが、普段その歩道橋を歩行する際に、振動によって歩行者に不快感や不安感を与えるようなことがあってはいけい。PC吊床版橋は近接する卓越振動数を有し、それらのいくつかは歩行者の歩調範囲に含まれる場合があり、歩行時の振動使用性について考える必要がある。そこで、数橋のPC吊床版橋について振動特性の実測をおこなった。

2. 吊床版橋の振動の測定と解析の概要

実験対象とする吊床版橋において、測定計器とアンプとコンピューターの配置場所を確認し、サーボ型速度計（東京測振(株)製・VSE-15、計測周波数0.1～70Hz、最大測点数10点）を測点に配置し、増幅アンプに接続し、AD変換機能を持つデータ処理用コンピューターを起動させて測定を開始した(図-1参照)。まず、一般の通行人がいないときに、適当な加振点において2人が椅子から同時に飛び降りることによる人力の衝撃加振試験を行った。そしてその場でFFTによるスペクトル解析を行い、卓越する振動数を求めた(図-2参照)。また鉛直方向の加振のほかには水平方向の加振もおこなった。そしてその代表する卓越する振動数における吊床版橋の減衰定数を求めるために、その卓越振動数のピッチ音にあわせて定点加振をおこない、その卓越振動数のモードに共振したあとに、加振を止め、減衰自由振動を観測した。

次に、その卓越振動数前後のピッチ音を聞きながら2人が歩調をあわせて歩行する実験をおこなった。振動数によっては1人が走行する実験をおこなった。そして、吊床版橋が十分に大きく振動し、満足のいく波形が記録できたことを確認して実験を終了した。その後、本格的なデータ処理として、衝撃加振の実験結果から、卓越する振動数と振動モード、減衰定数を求め、振動振幅については歩行・走行実験から求めた。今回行った実験結果は表-1のようになった。

表-1 PC吊床版橋の動的特性（歩行走行範囲内）

橋名	支間長 (m)	サグ量 (m)	サグ比	モード形状	振動数 (Hz)	減衰定数	最大速度値 (cm/s)
陸地の曲吊橋	123.0	4.1	1/30	たわみ対称3次	1.8	0.003	1.97
				水平2次*	2.1	0.005	0.13**
				たわみ反対称3次	2.3	0.003	1.89
				たわみ対称4次	2.8	0.004	1.27***
うさぎ橋	115.0	3.5	1/33	たわみ反対称2次	1.5	0.003	4.56
				たわみ対称3次	1.9	0.003	8.13
				たわみ反対称3次	2.3	0.003	4.47
				水平2次*	2.3	0.001	0.41**
橋の木造公園吊橋	105.5	3.1	1/34	たわみ対称4次	2.7	0.006	4.75***
				たわみ反対称4次	3.2	0.005	2.66***
				たわみ対称3次	1.9	0.002	6.14
				たわみ反対称2次	2.4	0.003	5.97***
双陸橋	36.5+36.5	1	1/36.5	水平2次*	2.5	0.003	0.92**
				たわみ対称4次	2.9	0.004	6.25***
				たわみ対称1次	1.6	0.016	4.59
				たわみ反対称2次	2.3	0.011	6.82
香下ダム吊橋	62.5+62.5	1.6	1/39	たわみ対称1次	3.2	0.015	3.7***
				たわみ対称1次	1.5	0.008	5.64
				たわみ反対称3次	1.9	0.005	3.70
				たわみ対称3次	2.1	0.005	4.85
宇多津歩道橋	16.5+35.0+16.5	0.73	1/45	たわみ対称4次	2.8	0.007	3.82***
				たわみ対称1次	1.7	0.012	5.22
				たわみ反対称1次	2.9	0.012	3.73***

* 水平とねじれの連成モード
** 水平方向の最大速度値
*** 単独走行試験による最大速度値

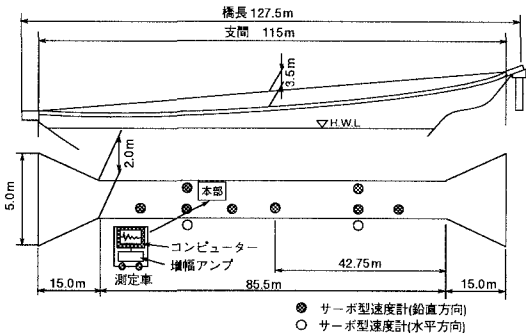


図-1 実験概要図（うさぎ橋）

3. PC吊床版橋の振動の実態

以前におこった北陸地方の河川に架かる桁形式の側道橋（調査Ⅰ）や鋼構造を主構造とする斜張橋やアーチなどの歩道橋（調査Ⅱ）における同様の振動特性と今回のPC吊床版橋の振動特性を比較した。減衰定数について（図-3）は、形式によってばらつきがあるものの、桁形式の側道橋では1.5%以下であり、PC吊床版橋においては支間長が100mを越えるものでは比較的小さく、0.5%以下程度であった。つぎに、振動振幅については、歩道橋の振動じょ限度に対して、2人の共振歩調による歩行試験と1人による走行試験の各測点のうち最大速度振幅(cm/s)を図-4に示した。PC吊床版橋においては近接する多くの卓越振動数が存在し、その中のいくつかが歩行者の歩調範囲内に含まれており、2人が共振振動を起こすような歩調で歩行したときには、振動速度値でカナダのOntario codeやWheeler・Kajikawaの基準の2.4cm/s(最大速度値)を大きく越えていた。それに対してその他の形式の歩道橋においては共振歩行試験では、一部の歩道橋を除いてはOntario codeやWheeler・Kajikawaの基準以下の振幅であった。また走行試験時においてもかなり大きな振幅となっており、歩行者が不安になるほどの揺れであった。吊床版橋は山間部や郊外に多く建設されており、都市内の歩道橋と同じ基準で考える必要はないものの何らかの配慮が必要であろう。

4. あとがき

今後、PC吊床版橋はさらに長スパン化され、耐風問題も含め、いろいろな振動問題が生じることが考えられる。吊床版橋においては多くの卓越する振動数が存在し、振動挙動が複雑であるが、今回、実測方法と解析方法を統一し、整合性のとれた調査がおこなえた。今後、いろいろな形式の歩道橋において調査をおこなっていく予定である。

<参考文献>1)梶川：振動感覚を考慮した歩道橋の使用性照査法に関する考察，土木学会論文報告集，第325号，pp.23-33，1982。

2)吉川・深田・梶川：歩道橋の動的特性と振動使用性の測定と解析，橋梁交通振動コロキウム論文集，pp.191-197，1995。

3)梶川・津村・角本：PC吊床版橋の振動とその使用性，構造工学論文集，Vol.36 A，pp.685-695，1990。

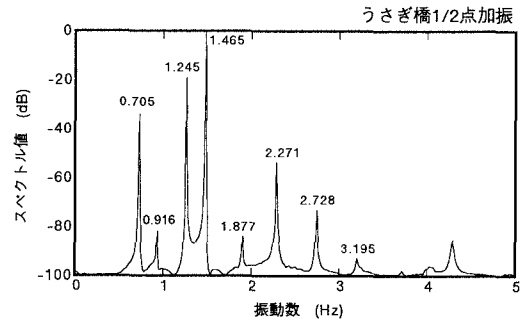


図-2 衝撃加振時のスペクトル

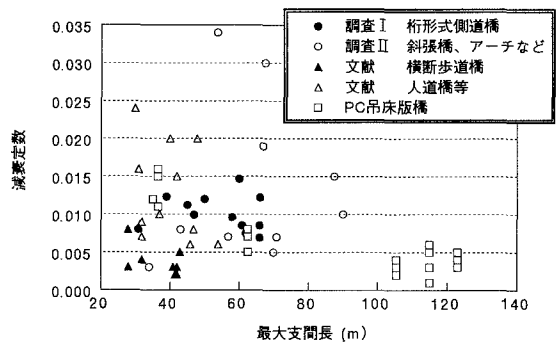


図-3 最大支間長と減衰定数の関係

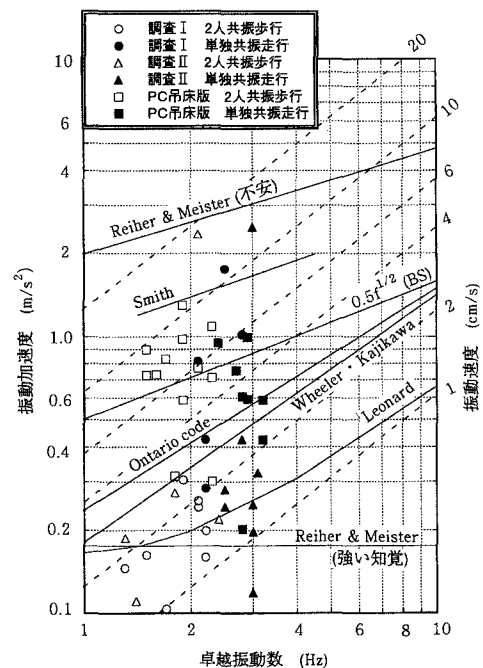


図-4 最大振幅値と各基準