

I-581 波形鋼板ウェブ橋梁（新開橋）の振動測定

九州東海大学 正 加藤雅史 新潟県 正 佐藤 靖
 新潟県 正 吉田 茂 (株)ピーエス 正 久保明英

1. まえがき

波形鋼板ウェブは、鋼版の座屈強度を高める目的で考えられたものである。最近、波形鋼版の加工技術の進歩などにより、欧米で活発に研究が行われてきた。そして、フランスでコンクリート橋にこの構造の適用を考え、世界に先駆けて新しい形式の橋梁として波形鋼板ウェブPC橋が実橋に採用された。一方わが国では、1993年に波形鋼板ウェブを初めて採用した新開橋（図-1）が完成した。新開橋は支間長30mの斜角70度を有するPC単純2箱桁橋で、PC箱桁のウェブ部に波形鋼板が用いられている。また、PCケーブルは床版コンクリート中の内ケーブルの他に、箱桁内部に外ケーブルが配置されている。

波形鋼板ウェブをPC橋梁に用いる研究は、解析的にも実験的にも、フランスやドイツで活発に行われてきたが、その動的挙動については本田ら¹⁾の波形鋼腹板桁での研究以外に殆ど研究されておらず、未だ明らかにされていない。そこで新開橋の完成時に、波形鋼板ウェブおよび外ケーブルという新しい形式を採用した新開橋の橋梁全体や各部材の振動特性を把握することを目的として、現地振動試験を実施した。

2. 振動試験方法

この振動試験では、新開橋の固有振動特性を得ることと、車両走行時の橋梁各部の振動振幅を把握することを対象とし、次のような2種類の加振方法で振動試験を実施した。

①試験車両（総重量27.5tのクレーン車）を橋梁の桁上を走行させ、その時の橋梁各部の応答振動を測定する車両走行法による不規則強制振動加振（ケースA）

②試験車両の前輪あるいは後輪を踏台に乗り上げておき、車輪を路面上に落下させることにより減衰自由振動を起こし、その振動波形を測定する車両踏台落下による減衰自由振動加振（ケースB）

測定は橋梁各部に加速度計を設置して、その波形をデータレコーダに記録する方法で行った。なお、全ての測定成分を一度には測定できないので、複数の測定ケースに分けて行った。

3. 振動測定結果

まず、車両走行時における橋梁各部の最大振動振幅（加速度）を、各測定ケースにおける各測定点ごとに求めて比較した。その結果、試験車両走行時の上床版（路面）は最大10～17 gal、下床版はその約70～80%程度である。また、鋼板ウェブは7～10 galで上床版の60%程度である。一方、外ケーブルはその固有振動数が高いこともあり、上床版の約2倍程度の加速度である。この橋は新しい構造形式であるが、最大加速度を

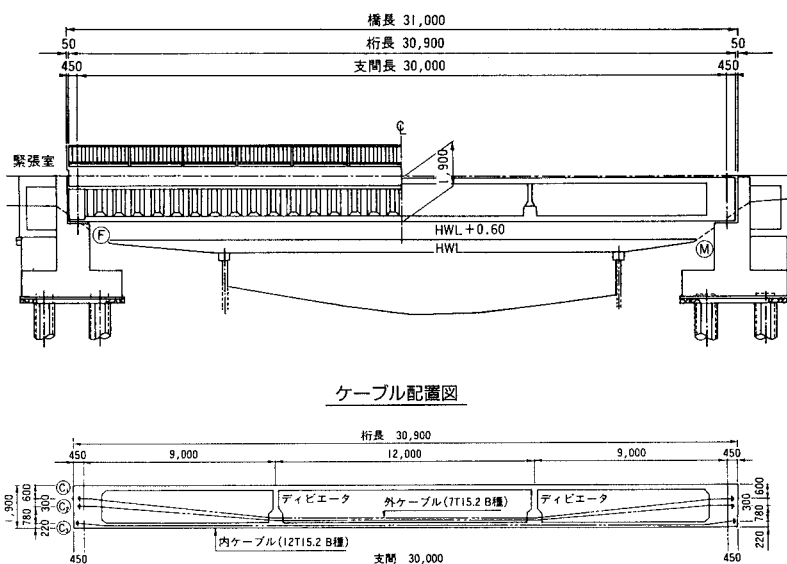


図-1 新開橋の一般図

見るかぎり橋梁各部の振動振幅に特異な現象はみられなかった。

橋梁全体および外ケーブルの固有振動特性（固有振動数、振動モード、減衰定数）を求めるために、測定データをスペクトル解析より算定する方法と、減衰自由振動波形から算定する方法を用いた。その結果、橋梁全体の固有振動特性を表-1に、外ケーブルの固有振動特性を表-2に示す。これらの表より次の点が明らかとなった。

①橋梁全体の1次固有振動数は3.95 Hz、減衰定数0.03であり、橋梁の左右とも上下同一方向に振動する板としての1-1次モード、すなわち梁としての曲げ対称1次モードである。2次固有振動数は5.40 Hz、減衰定数0.03であり、橋梁の左右が上下逆方向に振動する板としての1-2次モード、すなわちねじれ対称1次モードである。

②減衰定数の値から判断すると、本橋は鋼板ウェブを有する構造であるが、全体としてはコンクリート橋の振動特性を示している。

③外ケーブルの固有振動は弦としての振動性状であり、1次振動はデビエータで支持され区分された3つの部分がそれぞれ別の固有振動数を有している。デビエータで区切られた3部分それぞれの固有振動数の値は弦理論による計算値より小さく、また鉛直方向と水平方向で少し異なるが、これはデビエータによる拘束条件が完全固定ではなく、さらに鉛直と水平方向で違いがあるためと考えられる。1次振動の減衰定数は左岸部、中央部、右岸部とも、0.002程度と一般の橋梁ケーブルと同じく小さな値である。

④外ケーブルの2次振動数は左岸部、中央部、右岸部ともほぼ同じであり、デビエータで区切られた3部分それぞれの弦理論による2次固有振動数の平均値に近い値である。これは各部の振動数がそれぞれ影響しあっているためと考えられる。

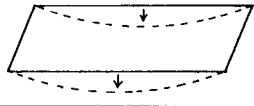
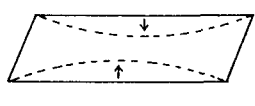
4. まとめ

新しい構造形式の橋梁である波形鋼板ウェブPC橋の新開橋において振動試験を行い、振動振幅、固有振動特性を求め検討を加えた。その結果、橋梁各部の振動振幅、固有振動特性は特異な現象はみられず、一般のPC橋に近い振動性状を示した。

波形鋼板ウェブを用いたPC橋梁は、従来のPC橋に比べ多くの利点を有しており、今後各地で数多くの橋梁が建設されるものと考えられる。

参考文献 1) 本田：波型鋼腹板桁の振動実験に基づく動的特性、土木学会第45回年次学術講演会（第1部）、1992.9

表-1 橋梁全体の固有振動特性

測定ケース	1次固有振動			2次固有振動		
	固有振動数 (Hz)	減衰定数 ①	減衰定数 ②	固有振動数 (Hz)	減衰定数 ①	減衰定数 ②
1 A	3.940	0.0156	.....	5.432	0.0316	.....
1 B	3.979	0.0257	0.0344	.....	.....	.....
2 A	(3.814)	0.0244	.....	5.398	0.0428	.....
2 B	3.991	0.0299	0.0319	.....	.....	.....
3 A	3.949	0.0318	.....	5.439	0.0339	.....
3 B	3.908	0.0306	.....	5.393	0.0187	.....
4 A	3.922	0.0387	.....	5.355	0.0451	.....
4 B	3.975	0.0216	.....	.....	.....	.....
5 A	3.940	0.0293	.....	.....	.....	.....
5 B	3.976	0.0202	.....	.....	.....	.....
平均	3.95	0.027	0.032	5.40	0.034	.....
振動モード						

注] 減衰定数①はスペクトル解析による値、減衰定数②は減衰自由振動波形による値を示す。表中の（ ）付きの値は、平均値の計算から除外した。

表-2 外ケーブルの固有振動特性

測定点方向	1次固有振動				2次固有振動	
	実測振動数 (Hz)	計算振動数 (Hz)	減衰定数 ①	減衰定数 ②	実測振動数 (Hz)	計算振動数 (Hz)
左岸部-V	17.82	21.18	0.002	0.003	37.38	42.36
左岸部-R	18.06		.....	0.002	37.31	
中央部-V	12.09	14.80	.....	0.001	36.72	29.61
中央部-R	12.19		0.002	.....	36.71	
右岸部-V	18.18	21.18	.....	0.002	37.61	42.36
右岸部-R	18.46		.....	0.001	38.18	

注] Vは鉛直方向、Rは水平横方向の振動を示す。計算振動数はPC鋼材有効引張力を用いた弦理論による計算値を示し、減衰定数①はスペクトル解析による値、減衰定数②は減衰自由振動波形による値を示す。