

川田工業(株) 正会員 梅沢宣雄
 川田工業(株) 正会員 前田研一
 四国電力(株) 中島 弘

1. まえがき

四国電力本川揚水発電所建設にともなう工事用道路として、高知県土佐郡本川村に架橋したニールセン型ローゼ桁橋である本川大橋の振動試験結果について報告する。本橋は斜吊材にロックドコイルを用い、主構は2等橋として設計しているが、床版と床組は、発電所建設用機材運搬のため総重量約130tのトレーラーを通行させるので、1等橋で設計している。今回の試験は、起振機と荷重車を用いて、本橋の一般的振動性状と衝撃係数を把握することを目的とした。本橋の一般図を図-1に示す。

2. 試験方法

起振機による加振試験は、東京電力(株)所有早坂10t型起振機を支間中央および支間1/4点に据え、各々鉛直方向と橋軸直内水平方向に加振して、図-1に示した上下弦材の各位置において加速度を測定した。測定された加速度記録から単位外力当りの共振曲線を作成して共振振動数を求め、共振曲線の形状より減衰定数を計算した。一方、走行試験は荷重車1台単独および2台連行(車頭間隔約10m)走行の2種類について、10km/h、20km/h、30km/hの速度で、固定端側から可動端側およびその反対方向へ走行を行い、支間1/2点と支間1/4点に電磁型上下振動計を床版上に設置して変位を記録した。測定位置付近を走行中の記録を時間間隔0.016sec、データ数1024個でデジタル化して、スペクトル解析を行い、パワースペクトルから共振振動数を求め、パワースペクトル密度の形状より減衰定数を計算した。また、今回の走行試験は舗装後実施したので、供用開始後の動たわみ性状を推定できるものと判断して、走行中の動変位と今回同時に実施した静的載荷試験の静たわみを対比して、衝撃係数を求めた。

3. 鉛直振動

鉛直振動の固有振動数と減衰定数は起振試験と走行試験から得られ、この結果を表-1と表-2に示す。また、本橋を平面骨組モデルと立体骨組モデルに仮定して固有値解析を行った。計算法Ⅰとして本橋の主構の剛度のみを考慮した場合と計算法Ⅱとして主構ならびに床版・縦桁の剛度も考慮した場合の計算結果を表-1に示す。

起振試験と走行試験から得られた固有振動数は、逆対称3次振動を除いてほぼ一致している。走行試験による測定値は高次振動についてはパワーが小さいので、直接振動数を測定した起振試験の結果が信頼がおける。計算値についてみると、計算法ⅠとⅡでは、低次の振動ではあまり差がないが、高次振動になるほど床版・縦桁の剛度の影響があらわれかなり差がみられる。また、測定値と計算値を比較してみると対称1次から対称2次までの

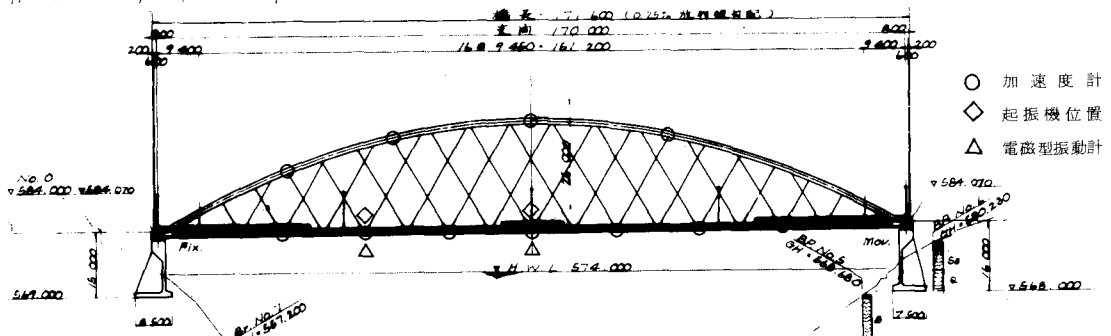


図-1 本川大橋一般図と測定位置

低次振動ではほぼ計算値と一致し、逆対称2次から逆対称3次の高次振動では測定値は計算法ⅠとⅡのほぼ中間の値を示している。次に鉛直振動の減衰定数をもみると、各測定値は各振動次数でばらつきがみられるが、起振試験と走行試験とあまり差がなく、ほぼ0.010～0.025程度と推定される。

4. 水平振動

水平振動の固有振動数と減衰定数は起振試験から得られ、この結果を表-3と表-4に示す。また、立体骨組モデルとして鉛直振動と同じく計算法ⅠとⅡで計算した結果を表-3に示す。本橋の水平振動は起振機の能力の都合で対称1次振動については測定することができなかった。水平振動の固有振動数について、測定値と計算値も比較してみると、測定値は床版・縦桁の剛度を考慮した値に近い。また、減衰定数は鉛直振動とはほぼ同じく0.010～0.025程度と推定される。

5. 衝撃係数

支間1/4点の衝撃係数を表-5に示す。また、平面骨組モデルに対して平滑走行荷重による動的応答計算を逐次積分法によって数値計算を行い、衝撃係数も求めた結果を表-5に示す。まず測定値について調べてみると、設計で考慮している衝撃係数0.091に比較して、1台走行時の平均で0.037、2台走行時の平均で0.031と1/2以下と小さい。また、走行速度が上がるにつれてわずかながら増加の傾向にあり、1台走行時に比べ2台走行時は多少小さめとなったが、車頭間隔が1種類についてのみ測定したので、傾向も推定するに留った。計算値と測定値を比較すると、走行速度が小さい場合はこの両者は良い一致を示すが、走行速度が30km/hになると測定値は計算値より多少大きくなる。それゆえ、走行速度が小さい範囲では平滑走行と仮定してもよいことがわかる。以上については、本橋が交通未開放のため、路面の凸凹が比較的小さい時点での推定である。

6. まとめ

本橋の鉛直・水平振動減衰定数で0.010～0.025程度の大きな減衰性を示し、衝撃係数も小さく、鉛直振動・水平振動に対して十分な剛度を持っているので、共振したとしても十分抗しうる構造であることが確認できた。尚、走行試験の数値化は金沢大学工学部建設工学科小阪研究室のTEACS-69240型を用いた。

表-1 鉛直振動固有振動数

単位: Hz

固有振動モード	測定値		計算値			
	起振試験	走行試験	平面モデル		立体モデル	
			計算法Ⅰ	計算法Ⅱ	計算法Ⅰ	計算法Ⅱ
対称1次	1.11	1.09	1.06	1.07	1.11	1.11
逆対称1次	1.22	1.22	1.25	1.28	1.28	1.32
対称2次	1.64	1.65	1.65	1.78	1.72	1.85
逆対称2次	2.23	2.18	2.08	2.39	2.19	2.46
対称3次	2.71	2.72	2.53	3.11	—	—
逆対称3次	3.23	3.46	2.93	3.99	—	—

表-2 鉛直振動減衰定数

固有振動モード	起振試験	走行試験
対称1次	—	0.025 (0.024～0.027)
逆対称1次	0.018 (0.009～0.027)	0.018 (0.011～0.029)
対称2次	0.014 (0.010～0.022)	0.021 (0.009～0.027)
逆対称2次	0.022 (0.019～0.026)	0.017 (0.014～0.021)
対称3次	0.018 (0.012～0.025)	0.015 (0.011～0.024)
逆対称3次	0.019 (0.009～0.029)	0.012 (0.009～0.018)

—: 測定不能, (): 測定範囲

表-3 水平振動固有振動数

単位: Hz

固有振動モード	測定値 (起振試験)	計算値(立体モデル)	
		計算法Ⅰ	計算法Ⅱ
対称1次—I	—	0.52	0.62
対称1次—Ⅱ	—	0.85	0.93
逆対称1次—I	1.53	1.32	1.42
逆対称1次—Ⅱ	1.96	1.50	1.93

—: 測定不能

表-4 水平振動減衰定数

固有振動モード	減衰定数(起振試験)
対称1次—I	—
対称1次—Ⅱ	—
逆対称1次—I	0.014 (0.009～0.019)
逆対称1次—Ⅱ	0.016 (0.010～0.026)

—: 測定不能, (): 測定範囲

表-5 衝撃係数(支間1/4点)

走行速度	測定値		計算値 (1台走行時)
	1台走行時	2台走行時	
10km/h	0.033	0.031	0.034
20	0.035	0.030	0.033
30	0.042	0.033	0.036
平均	0.037	0.031	0.034