

I-17 鉄道橋脚の安全性に関する振動調査について

近畿日本鉄道

正員 諏訪利夫

京都大学工学部

工博

正員 後藤尚男

京都大学工学部

正員 〇勝見 雅

1. まえがき

近年産業の発達とそれに伴う乗車人員の急激な増加によって、大都市や工業地帯の周辺およびそれら相互区間の民有鉄道の通過トン数も増加の一途をたどっている。近畿日本鉄道でもかかる大量の交通量に対して、既設鉄道橋脚の健全度を調査するため、今回同電鉄の山田線宮川、大阪線雲出川、名古屋線雲出川、山田線櫛田川の4橋りょうにおいて、一部補強した橋脚とも含めて合計16基の橋脚の振動測定を実施したので、それらの概要を報告する。

2. 調査概要

表-1. 現地鉄道橋りょうにおける実測に関する一覧表

測定年月日	37. 8. 29	37. 8. 31	37. 9. 1	37. 9. 3	37. 9. 5
橋りょう名	山田線宮川	大阪線雲出川	名古屋線雲出川	山田線櫛田川	山田線櫛田川
料程*(km)	133.711, 小保-宮町間	101.985, 伊勢石橋-川合高岡間	1.300, 伊勢中川-桃園間	123.508, 櫛田-津代間	
橋長 (m)	430.680	295.870	403.409	264.157	
橋脚数	24	21	29	13	
測定橋脚	P5 P6 P7 P8	P8 P9 P10 P11 P19 P20	P16 P17 P25 P26	P6 P7	
橋脚の型式	門型ラーメン、井筒基礎	杭打基礎	複線用橋脚	井筒基礎丸型橋脚	門型ラーメン井筒基礎
橋脚の高さ(m)	5.182	6.436 10.363	8.230 8.230 9.470	5.182 5.182 5.717 6.600	3.505
井筒(杭)の長さ(m)	10.668	2.743	7.620	8.407	
単線・複線の別	複線	単線	単線	複線	
橋脚頂部よりR.L.までの高さ(m)	2.152	1.100	2.340 2.340 1.100	2.340 2.340 1.805 1.805	

の2両編成(M+M,

* 名古屋線雲出川橋りょうは伊勢中川起点、他は大阪上本町起点。

重量各58 ton)を空車のまま、速度20、40、60、80 km/h、および最高速度と非常制動という6段階で走行させた。振動測定に当っては、原則として軌道中心直下の橋脚頂部位置における橋軸に平行・直角・鉛直3方向の振動変位と加速度さらにシグナルの計7成分を、各橋脚ごとに同一のオッシロペーパー上に記録させた。上下動変位は動線輪型微動計(固有振動数15 cps)と電磁オッシログラフに直結し、水平動変位は電磁型換振器(保坂振動計器 K.K.製、固有周期1.5 sec)と抵抗箱を介して電磁オッシログラフに、また上下動および水平動加速度は電気抵抗線式BA型2G加速度計(新興通信 K.K.製、固有振動数約40 cps)と動ひずみ測定装置(DS6-MT型)を用いて、電磁オッシログラフにそれぞれ記録させた。

3. 調査結果とその考察

得られたオッシロ記録から上記3方向の各加速度と橋軸に平行・直角2方向の変位の5項目について整理した(上下変位は測定計器の固有振動数が不適のため割愛)。測定値の抽出は各列車速度における記録中の最大値を代表値として選んだ。その結果各橋脚とも列車速

度が高くなるにつれて、上記5項目の測定値がいずれも増大するという当然の傾向が得られた。かくして表-2は橋脚別における測定加速度の最大値を一括したものである。この表より大阪線雲出川橋りょうのP8~P11の各値が他の橋脚の値に比べやや大きいが、これは4橋脚の頂部よりR.L.までの高さが他の橋脚のそれらの40~60%程度にすぎないことに主原因があると思われる。いずれにしてもこれら4橋脚の橋軸方向の最大加速度が0.1gをやや越えている以外は、ほとんどの値が0.1g以内にあるので、加速度に関する限りは十分な安全性があるものと考えられる。つぎに表-3は各橋りょうについて列車制限速度に近い速度として60, 80(75)km/hにおける変位(全振幅)を表わしたもので、同表中の右半は基準の目安とすべき橋脚(60, 80km/hにおける橋軸に平行・直角両方向の4測定値の平均が最小なる橋脚)の変位を1.0としたときの各橋脚の比率を示している。この値の大小を比較検討することは、各橋脚の相対的な安全性を考察する上に有力な資料を与えるものといえよう。

4. むすび

以上各橋脚の振動性状について調査測定した結果を総合すれば、つぎのように要約される。すなわち各橋脚における加速度については、橋軸方向したがって列車の進行方向の値が大きく、小測定中における最大の値は0.16gで、これはたとえば設計水平地震力0.2g以下であるので、容認してもよからうと考えられる。変位についてはかなりの変動が現われたが、とくに名古屋線雲出川橋りょうにおいては、その最大値が最小値の数倍にも

表-2 各橋脚における加速度最大測定値(g)

橋りょう名	橋脚 NO.	橋軸方向	橋軸直角方向	鉛直方向
宮川	5	0.061	0.036	0.036
	6	0.066	0.040	0.028
	7	0.115	0.029	0.028
	8	0.089	0.034	0.027
大阪線雲出川	8	0.159	0.082	0.044
	9	0.117	0.083	0.068
	10	0.137	0.086	0.112
	11	0.113	0.050	0.028
	19	0.064	0.102	0.018
	20	0.085	0.056	0.019
	19*	0.088	0.073	0.017
	20*	0.074	0.058	0.016
名古屋線雲出川	16	0.053	0.024	0.015
	17	0.048	0.035	0.020
	25	0.053	0.055	0.059
	26	0.077	0.035	0.029
櫛田川	6*	0.036	0.021	0.012
	7*	0.029	0.023	0.021
	6**	0.026	0.012	0.019
	7**	0.025	0.017	0.020

* 斜橋のため橋脚長径方向。
** 同上かつ橋脚中段部。

表-3 制限速度前後における測定値の比較
宮川橋りょう (制限速度 80km/h)

項目	速度(km/h)	橋脚 NO. 5	6	7	8	5/8	6/8	7/8
橋軸方向 変位, 2 μ	60	0.67 ^{mm}	—	1.28 ^{mm}	0.35 ^{mm}	1.92	—	3.66
	80	0.72 ^{mm}	—	1.21 ^{mm}	0.43 ^{mm}	1.68	—	2.82
橋軸直角方向 変位, 2 μ	60	0.17 ^{mm}	0.11 ^{mm}	0.04 ^{mm}	0.18 ^{mm}	0.95	0.61	0.22
	80	0.18 ^{mm}	0.19 ^{mm}	0.04 ^{mm}	0.18 ^{mm}	1.00	1.06	0.22

大阪線雲出川橋りょう (制限速度 70km/h)

項目	速度(km/h)	橋脚 NO. 8	9	10	11	19	20	8/20	9/20	10/20	11/20	19/20
橋軸方向 変位, 2 μ	60	0.66 ^{mm}	1.03 ^{mm}	0.66 ^{mm}	0.52 ^{mm}	0.33 ^{mm}	0.25 ^{mm}	2.64	4.12	2.64	2.08	1.32
	80	0.57 ^{mm}	1.06 ^{mm}	0.88 ^{mm}	0.44 ^{mm}	0.66 ^{mm}	0.29 ^{mm}	1.97	3.66	3.04	1.52	2.28
橋軸直角方向 変位, 2 μ	60	0.59 ^{mm}	0.59 ^{mm}	0.77 ^{mm}	0.37 ^{mm}	0.41 ^{mm}	0.23 ^{mm}	2.56	2.56	3.35	1.61	1.78
	80	0.65 ^{mm}	0.87 ^{mm}	0.94 ^{mm}	0.44 ^{mm}	0.33 ^{mm}	0.30 ^{mm}	2.17	2.90	3.13	1.47	1.10

名古屋線雲出川橋りょう (制限速度 65km/h)

項目	速度(km/h)	橋脚 NO. 16	17	25	26	16/17	25/17	26/17
橋軸方向 変位, 2 μ	60	0.63 ^{mm}	0.39 ^{mm}	0.86 ^{mm}	0.73 ^{mm}	1.62	2.21	1.87
	75	0.67 ^{mm}	0.41 ^{mm}	0.90 ^{mm}	0.78 ^{mm}	1.63	2.20	1.90
橋軸直角方向 変位, 2 μ	60	1.60 ^{mm}	0.38 ^{mm}	*	1.08 ^{mm}	4.22	*	2.87
	75	2.26 ^{mm}	0.47 ^{mm}	*	1.27 ^{mm}	4.81	*	2.70

* P26の夫々の値よりも大。

及ぶものがある。この点さらに検討の余地がある。これについての総合判断は講義時にゆずる。