

車両走行によるニールセンローゼ橋の振動特性

金沢大学大学院 正会員○深田 幸史

金沢大学大学院 正会員 梶川 康男

大日本コンサルタント(株) 正会員 原田 政彦

1. はじめに

愛本橋は、富山県下新川郡宇奈月町愛本に架設された橋長 130m（支間長 128.4m）のバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋である。一般図を図-1 に示す。初代の愛本橋は、刳橋であったが、明治 20 年頃の大洪水により流失した。現在の愛本橋はそれよりも 300m 程下流の地点に昭和 47 年架設された。当時としては、新しい形式の橋梁であったため振動実験が行われた。

ランガーやローゼ形式の橋梁は、アーチ弦材に補剛桁をつけた形式であるが、走行荷重による振動が大きいとされてきた。そこで、吊材をトラスの斜材のように斜めに配置することにより、安定性を増すように設計された。この斜材がすべて引張材からなっているものがニールセンローゼ橋である。この橋梁形式は、主構造はアーチ系構造であるが、吊材により補剛桁を吊っている吊り構造ともいえる。そのため、大型車両の走行により比較的大きな振動が生じることがある。

本研究では、愛本橋を対象として再度車両走行による振動実験を行い、振動特性を把握すると共に、本橋は両脇に歩道が設置されているため、歩行者への影響として、車両走行による振動使用性について調べた。

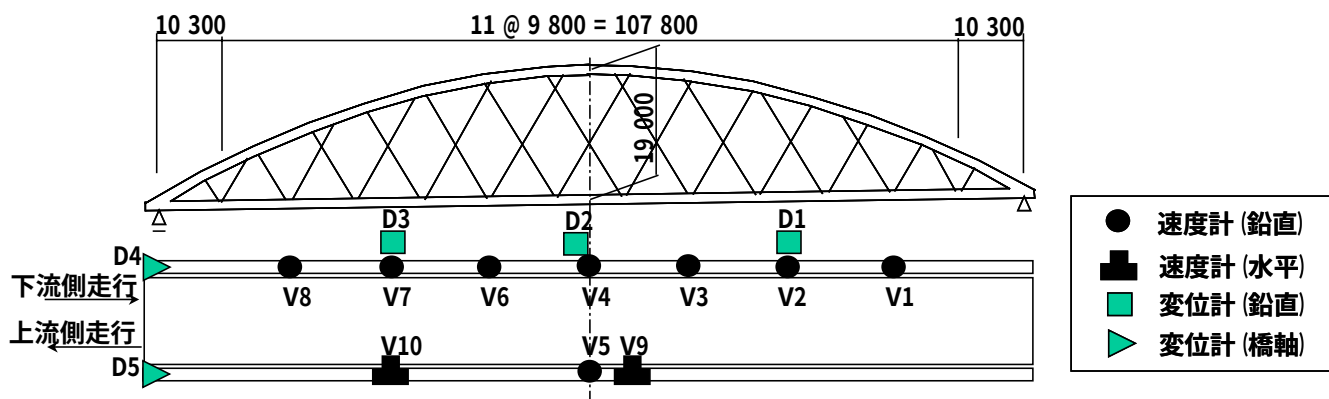


図-1 一般図および測点配置図

2. 実験概要

愛本橋における車両走行による振動使用性および振動特性を調べるために、大型車両 1 台（約 196kN）を用いた振動実験を行った。実験内容としては、前輪を踏み台より落下させる衝撃加振実験（加振点：1/8 点～1/2 点，幅員中央および偏心），車両走行実験（走行速度：徐行，40，50，60km/h，往復走行）を行った。また，路面性状を把握しておくために，3m プロフィールメータを用いて橋面上の路面凹凸を計測した。橋面上の測点配置図を図-1 に示す。測定計器は振動速度計を 10 個用いた。また，変位計を 5 個用いて，鉛直方向および可動支承の橋軸方向変位を計測した。さらに，車両と橋梁との連成振動についても調べるために，車両側にも加速度計を 4 個（前後輪のばね上およびばね下）設置した。

3. 振動特性

衝撃加振実験および車両走行実験から得られた愛本橋の卓越振動数およびモード減衰定数を表-1 に示す。また，実験で得られた卓越振動モードに対応した振動モード図（固有値解析から得られた結果）を図-2 に示す。本橋では，たわみ逆対称 1 次振動とたわみ対称 1 次振動が近接していたため，ビート現象が見られた。

キーワード：ニールセンローゼ橋，振動使用性

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学大学院自然科学研究科 Tel:076-234-4605, Fax:076-234-4632

したがって、モード減衰定数の算出には、時間領域の2自由度カーブフィットを用いた。モード減衰定数は、全体的に減衰定数が小さいことがわかる。本橋は単純形式であるため、支承の摩擦が影響する対称系の振動では、可動支承の変位振幅に依存して減衰定数が大きく変化していた。また、たわみ逆対称2次振動においては、車両ばね上の振動数領域(3Hz)にあり、この橋梁上を大型車両が通過するたびに大きな振動が生じていた。

4. 振動使用性

愛本橋では、両脇に歩道が設置されている。そこで、歩行者に対する振動使用性について検討することにした。大型車両1台が走行した際の各測点における振動速度の実効値の最大値を表-2にまとめた。各走行ケース2回ずつ行っており、この表ではその平均値を記述した。

既往の研究¹⁾では、196kN車1台の車両通過に伴う振動において、振動速度の実効値は1.7cm/sec以下が望ましいとされている。

これより、40km/h以上では、1.7cm/secを超える測点が多くあり、大きな振動が生じていることがわかる。特に、7/8点(V8)では、50km/h走行時に実効値で3cm/sec、最大値で5cm/sec弱もの大きな振動が生じていた。

大型車両が走行した際の卓越振動モードは図-2に挙げたものが主に卓越する。7/8点および1/8点は、いずれが卓越しても節にならず、ジョイントからの衝撃力も受けやすい、さらには、たわみ逆対称2次振動数は大型車両のばね上振動数と近いこともあり、以上の理由から大きな振動が生じたものと考えられる。

表-1 振動特性

振動モード	振動数 (Hz)	減衰定数 (%)
たわみ逆対称1次	1.6	0.2
たわみ対称1次	1.7	0.2~0.7
たわみ対称2次	2.4	0.4~0.7
たわみ逆対称2次	3.1	0.2
ねじれ1次	3.4	0.2



(a) たわみ逆対称1次



(b) たわみ対称1次



(c) たわみ対称2次



(d) たわみ逆対称2次

図-2 振動モード図

表-2 振動速度の実効値

走行速度	走行方向	各測点の実効値の最大値 (cm/sec)									
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
徐行	上流側	1.30	1.63	1.52	0.66	1.52	1.41	1.55	1.30	1.24	1.30
	下流側	1.27	1.45	1.27	0.81	1.18	1.05	1.30	1.14	1.12	1.29
40km/h	上流側	1.74	1.86	1.78	1.71	1.65	1.58	1.51	1.76	0.87	0.80
	下流側	1.70	1.47	1.61	1.97	1.79	1.63	1.55	1.65	1.08	1.01
50km/h	上流側	2.20	2.04	2.26	1.79	2.00	2.09	2.05	3.08	1.00	1.13
	下流側	2.34	2.06	2.29	2.48	1.93	2.12	1.85	2.50	0.96	1.21
60km/h	上流側	2.04	1.68	2.02	2.14	1.66	2.03	2.08	2.18	0.84	1.18
	下流側	2.30	2.31	2.55	2.69	1.75	2.39	1.82	2.15	1.05	1.27

5. まとめ

- (1) 固有振動特性として、たわみ逆対称1次とたわみ対称1次の振動数が近接して卓越していた。
- (2) モード減衰特性は、対称系の振動モードは支承摩擦の影響により、振幅依存性があった。
- (3) 大型車両走行時の振動使用性として、各走行時において1.7cm/secを超える測点が多くあった。

参考文献

- 1) 小堀為雄，梶川康男：橋梁振動の人間工学的評価法，土木学会論文報告集，Vol.230，pp.23-31，1974。