

I — 8 超高感度地震計による実橋の振動性状調査

北海道大学工学部	正員	渡辺 昇
北海道大学工学部	正員	佐藤 浩一
北海道大学工学部	正員	林川 俊郎
北海道大学工学部		及川 昭夫
札幌市建設局土木部		長谷川親義
札幌市白石区土木部		石崎 征夫
(株)帝国設計事務所		東山 久雄

1. まえがき

構造物に振動を与える方法としては、従来次のような方法がある。

- 1) 付近の地下にダイナマイトを仕掛け、これを爆発させて、人工地震を発生させる。
- 2) 高い橋脚の場合、橋脚の頭部にロケットを取り付け、これを噴射させた時の慣性力によって、振動させる。
- 3) 橋梁では自動車等を走行させて振動させる。
- 4) 起振機の周期力で振動させる。
- 5) 衝撃試験台の上に自動車の後輪を載せ、左右の後輪を同時に落下させて振動させる。
- 6) 橋桁のある点をピアノ線で引き、桁に初期変形を与えてから、瞬間的にピアノ線を切断して、自由振動を起こさせる。

上記のいずれの場合においても、現場での振動実験は大規模になり、時間、労力、費用等がかなりかかる。

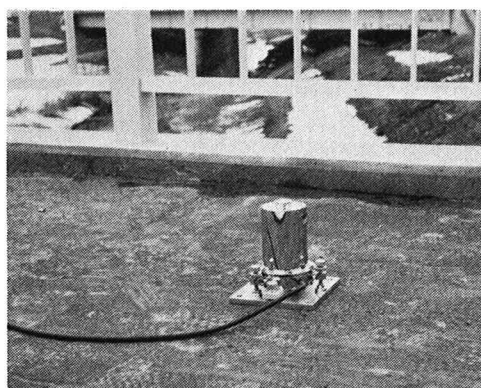
本研究では、超高感度地震計を用いることにより、時間、労力、費用等を最小限にした小規模な実験を行ない、実橋の固有振動周期や減衰定数を簡単に測定する方法を開発したので、その結果を報告するものである。

本研究の測定方法は次の通りである。

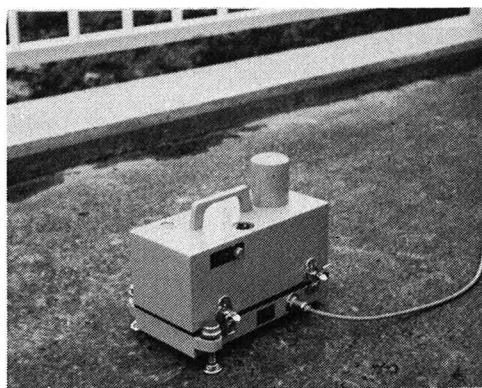
- (イ) 超高感度地震計を設置する。
- (ロ) 橋面上で人間が普通の状態でジャンプする。
- (ハ) 振動波形を超感度地震計でキャッチする。
- (ニ) この振動波形を用いて固有振動数と減衰定数を求める。

2. 超高感度地震計について

本研究で用いた超高感度地震計は写真－1、写真－2に示してある。
 写真－1は振動技研株式会社のMODEL；STDV－3C型である。
 写真－2は振動技研株式会社のMODEL；MTDV－1C型である。



写真－1：STDV－3C型



写真－2：MTDV－1C型

3. 琴似川八軒東橋の実測について

(1) 一般図

図-1に示す通りである。橋格は2等橋、橋長は23.3m、総幅員は10.15mの単純鋼床版鋼板桁橋である。

(2) 実測結果

超高感度地震計で記録した振動波形は図-2の通りである。1目盛りは0.1秒である。図-2より対数減衰率を求めると

$$\delta = 0.112$$

固有振動数を求めると

$$n = 3.4(\text{Hz})$$

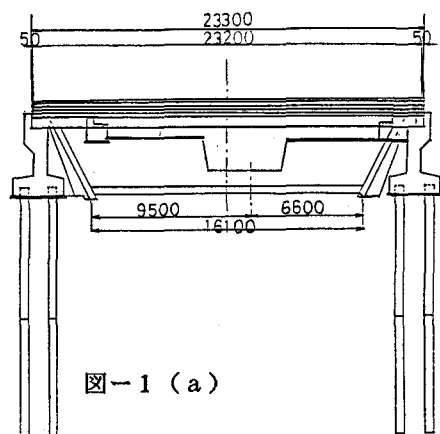


図-1 (a)

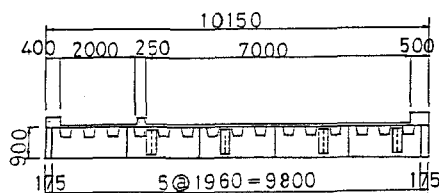


図-1 (c)

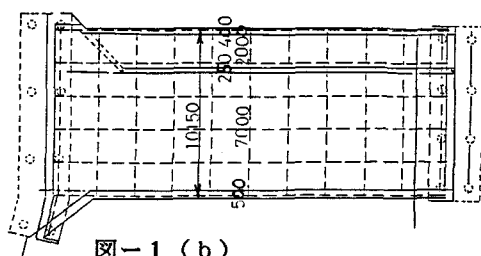


図-1 (b)

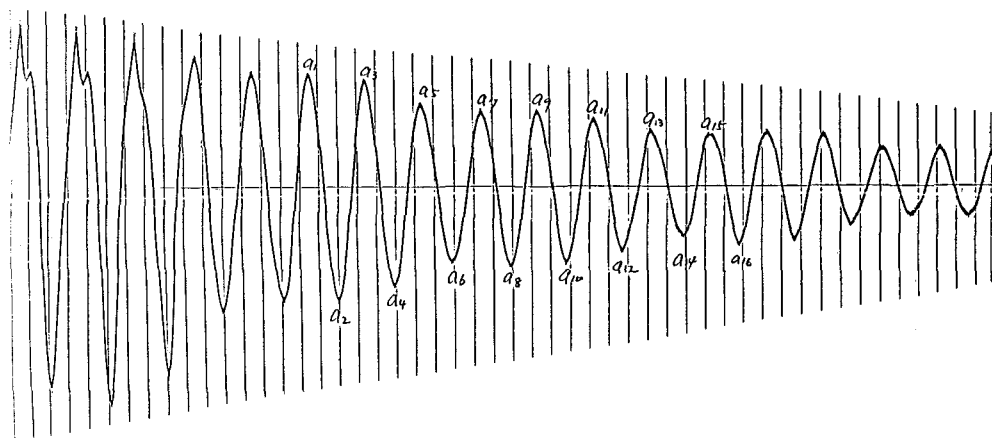


図-2 琴似川八軒東橋の実測波形

4. 北郷一条東橋の実測について

(1) 北郷一条東橋の一般図は図-3に示す通りである。特長は、歩道部は単純鋼床版鋼箱桁橋であり、車道部が2径間連続合成桁橋である。この橋梁に対して、次のような2つの状態で振動実験を行なった。

状態 1：歩道部と車道部とは絶縁された状態であるが、完全な絶縁状態ではなく、ゴム目地で接触接合状態である。歩道部と車道部との境目の地覆には、まだコンクリートを打設していない。歩道部はアスファルト舗装されている。

状態 2：状態1に対して、歩道部と車道部との境目の地覆にコンクリートが打設され硬化終了した状態である。

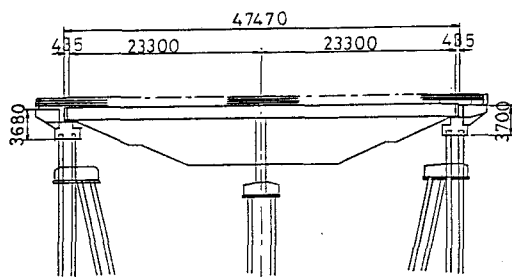


図-3 (a)

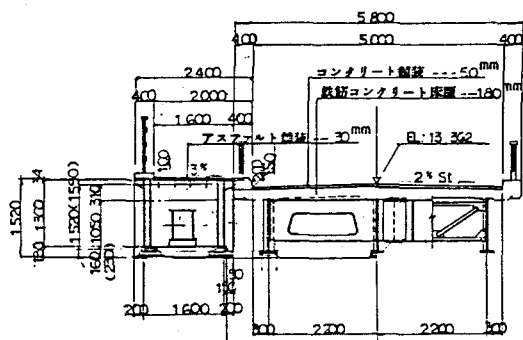


図-3 (c)

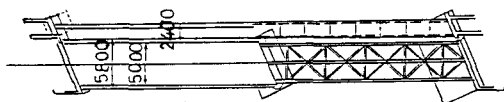


図-3 (b)

- (2) 歩道部の橋の固有振動周期の理論計算
歩道部の断面は平均値をとり図-4とした。
断面二次モーメント $I = 2774897 \text{ cm}^4$ 、
ヤング率 $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ 、重力加速度 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ 、スパン $L = 4660 \text{ cm}$ 、
単位長さ当たりの重さ $q = 6.9663 \text{ kg/cm}$ 、

$$T = \frac{2L^2}{\pi} \sqrt{\frac{q}{gEI}} = 0.483 \text{ sec}$$

- (3) 車道部の橋の固有振動周期の理論計算
車道部の断面は平均値をとり図-5とした。
合成断面二次モーメント $I_v = 908811 \text{ cm}^4$ 、
ヤング率 $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ 、重力加速度 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ 、スパン $L = 2330 \text{ cm}$ 、
単位長さ当たりの重さ $q = 7.5691 \text{ kg/cm}$ 、

$$T = \frac{2L^2}{\pi} \sqrt{\frac{q}{gEI_v}} = 0.22 \text{ sec}$$

(4) 振動測定値

測定箇所は図-6のように6箇所である。

記録波形を示せば次の通りである。

- 図-7は状態1での A_2 の振動波形である。
図-8は状態1での B_1 の振動波形である。
図-9は状態1での B_3 の振動波形である。
図-10は状態2での A_1 の振動波形である。
図-11は状態2での A_2 の振動波形である。
図-12は状態2での A_3 の振動波形である。
図-13は状態2での B_1 の振動波形である。
図-14は状態2での B_2 の振動波形である。
図-15は状態2での B_3 の振動波形である。

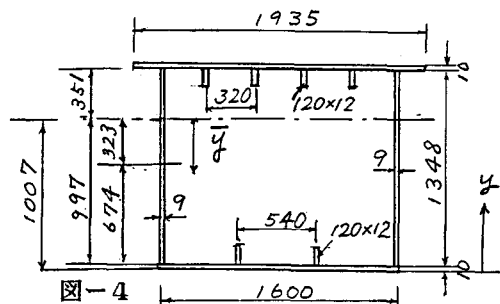


図-4

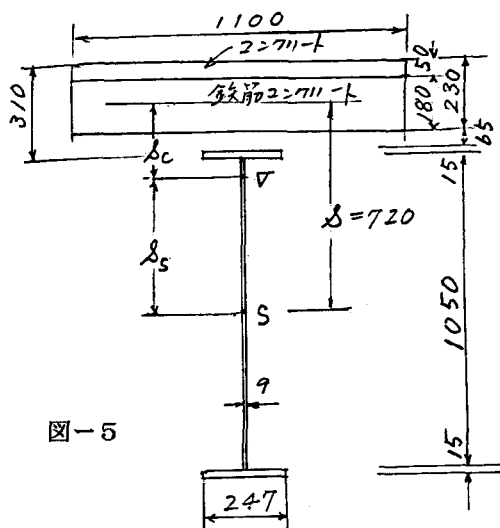


図-5

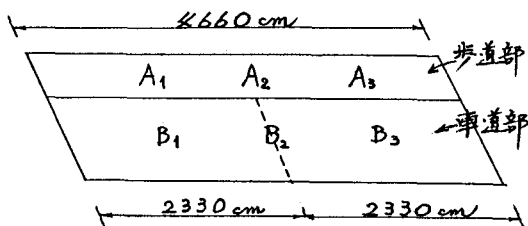


図-6

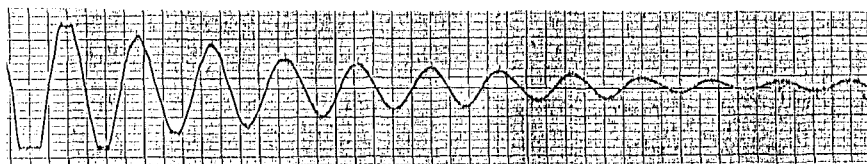


図-7 状態1での A_2 の波形

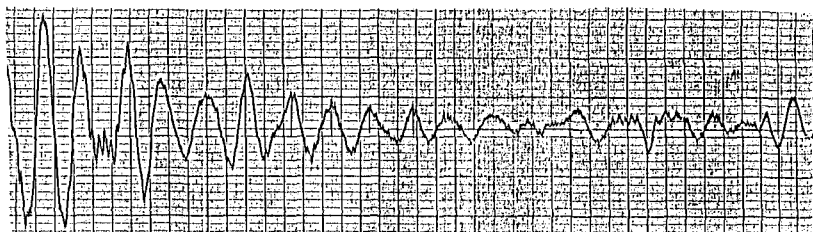


図-8 状態1での B_1 の波形

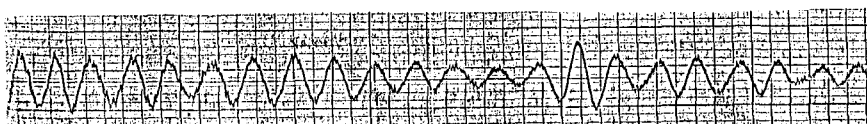


図-9 状態1での B_3 の波形

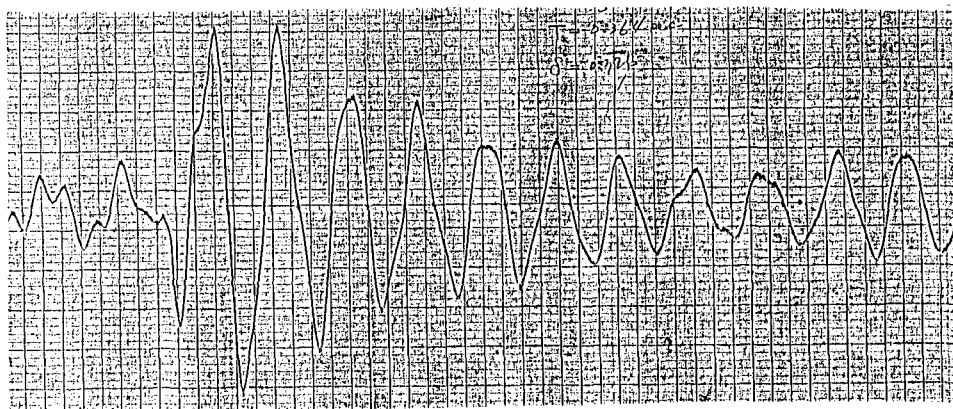


図-10 状態2での A_1 の波形

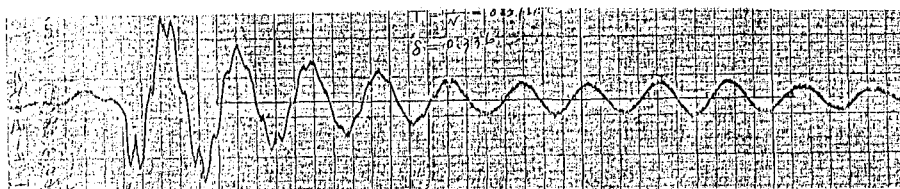


図-11 状態2での A_2 の波形

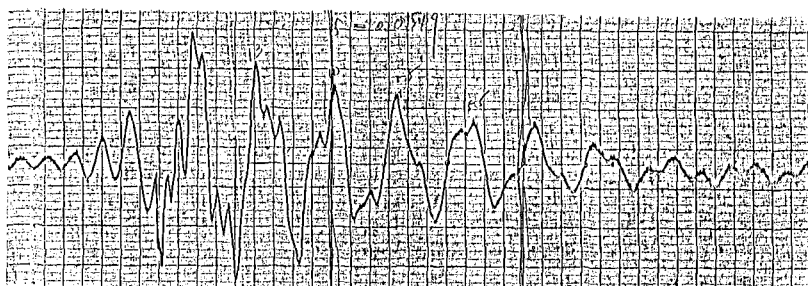


図-12 状態2でのA₃の波形

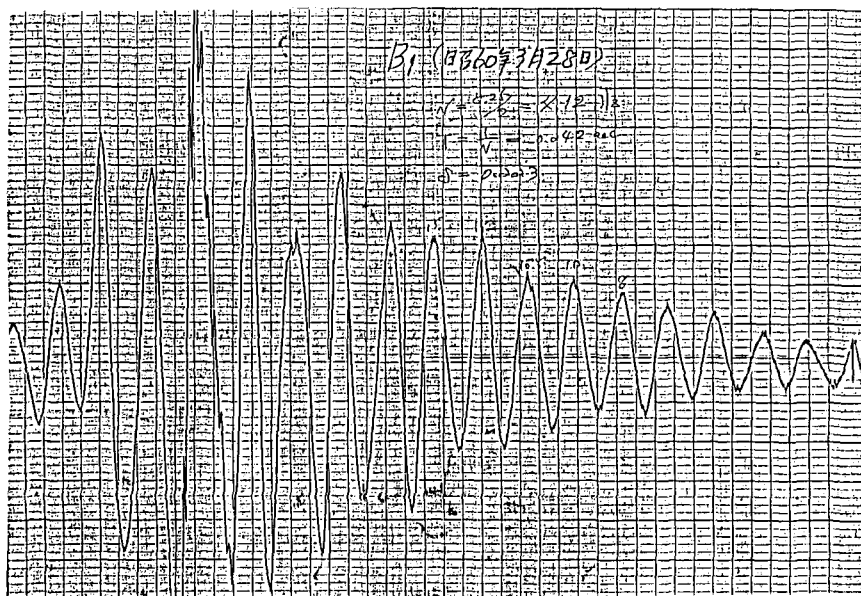


図-13 状態2でのB₁の波形



図-14 状態2でのB₂の波形

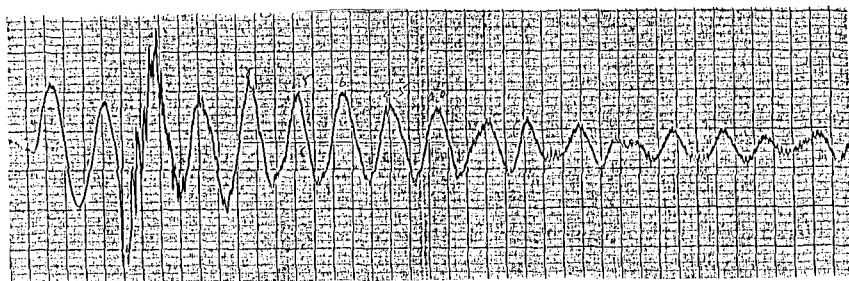


図-15 状態2でのB₃の波形

これらの振動波形から得られた結果は表－１に示す通りである。

表－１ 北郷一条東橋の実測結果

		状態 １			状態 ２		
		振動数 n	固有周期 T	対数減衰率 δ	振動数 n	固有周期 T	対数減衰率 δ
歩 道 部	A ₁				2. 7 5	0. 3 6	0. 3 2 6
	A ₂	2. 6 7	0. 3 8	0. 2 3 4	2. 6 7	0. 3 8	0. 3 3 6
	A ₃				2. 6 3	0. 3 8	0. 3 4 9
車 道 部	B ₁	4. 5 0	0. 2 2	0. 2 2 0	4. 1 2	0. 2 4	0. 2 2 3
	B ₂						
	B ₃	4. 5 0	0. 2 2	0. 1 8 9	4. 1 2	0. 2 4	0. 2 4 8

(5) 結論と考察

- 1) 橋の固有振動周期の理論計算値と現場の実測値とはおよそ一致していた。
- 2) 歩道部と車道部とは、完全な絶縁状態ではなくて、ゴム目地で接触接合状態にあったために、歩道部の橋の振動周期の実測値は、完全絶縁状態としての振動周期の理論値よりも小さい値であった。
- 3) 歩道部と車道部との境目の地覆に、コンクリート打設して硬化すると、対数減衰率の値は大きくなった。

5. あとがき

本研究は、超高感度地震計を用いれば、時間、労力、費用等を最小限にした小規模な現場の振動実験により、実橋の固有振動数や減衰定数を簡単に求められることを示したものである。加振力も人間のジャンプで十分であり、使用機器も超高感度地震計（常時微動測定用）と増幅器及び記録計などごく身近にあるもので十分である。なお、琴似川八軒東橋の現場振動実験の場合、供用中の橋であり、交通量もあったが、交通を遮断することもなく、測定には何ら支障がなかった。