

立命館大学理工学部 正員 早川 清
 阪神高速道路公団 千代 憲司
 フジエンジニアリング 正員 松本 正信

1. はじめに 自動車走行時に高架道路橋に発生される振動は、床版—橋脚—基礎—地盤なる伝播経路をたどるものと考えられるが、沿道地盤におけるこれらの振動の卓越振動数が橋体のどの部分の寄与により発生されたかについての検討例は余り多くないものと思われる。ここでは未供用の実在高架橋において自由振動実験を行い、構造体のもつ基本的特性である固有周期、減衰定数などを求めた。これらの実験結果より、高架道路における沿道地盤の振動軽減対策に言及したいと考える。

2. 実験方法 実験場所は阪神高速道路公団西宮線 NYP-25 橋脚である。測定器械は動輪線型速度計（固有振動数 1 Hz）10 台（水平 5、上下 5）、電磁オシログラフ（ガルバー固有振動数 10 Hz）を用い図-1 に示す位置に速度計を設置した。この測定系は臨界減衰より少し過減衰側にしてある。測定対象橋脚の隣接橋脚の基礎をアンカーとして、④梁中央および⑤梁端の 2ヶ所にそれぞれワイヤーを巻き、図-2 に示すように引張用ジャッキ、切断ワイヤー、テンションメータを設置した。次にジャッキにより 1.5~2.0 t の張力を与えて構造体に静的に初期変位を起こし、カッターにより瞬時に切断した時の主として橋軸方向の変位を記録した。NYP-25 は 3 径間合成 I 桁区間で、当該橋脚上は桁端部であり、下部工の構造形式は場所打杭基礎である。

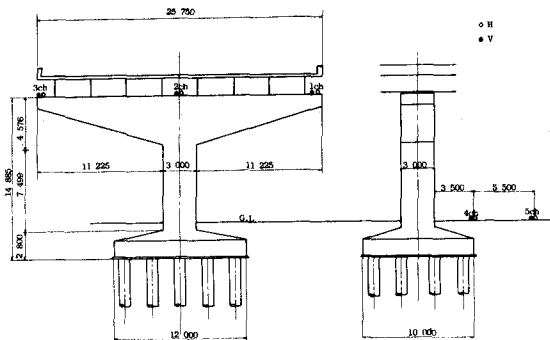


図-1 橋脚形状図および速度計設置位置

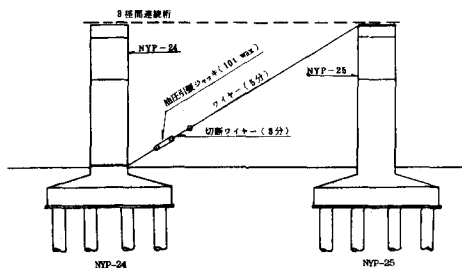


図-2 引張試験概要図

3. 測定結果および考察 (1) 躯体上部の変形量について； このように引張って放した場合は橋体の減衰が早いので、振子の自由振動の影響により実際の構造物の振動とは異った記録になるので、実験室で較正実験を行って振動計の倍率特性を求めて記録を整理した。橋脚上中央部（H-2）の水平動記録より求めた変形量を表-1 に示した。橋脚躯体部をフーチング上部で固定した片持梁として(1)式よりセン断変形量を求め、実測変形量とセン断変形量の差を回転変形量として算定した。

$$U = (P/GA)h \quad - (1)$$

ここに、U：セン断変形量、P：橋体に働く引張力、G：橋体の剛性率、A：橋脚の断面積、h：橋脚の高さである。(1)式中の剛性率は簡易弾性波測定装置（ソノタイマー泰陽交易製）により橋体下部の P 波速度（平均、4618 m/s）を求め、橋体のポアソン比を 1/2 と

仮定して計算により求めた。これによると橋脚頂部の全変形量を 100% とすれば、弾性変形量はごく微小であり、ほとんどが回転変形量で占められていると考えられる。また同様の計算モデルにつ

表-1 実測変形量および計算による変形量

	実測変形量 (mm)	セン断変形量 (mm)	回転変形量 (mm)	弾性曲線法による変形量(mm)	引張力 t
14-3	12.763×10^{-2}	1.002×10^{-3}	12.662×10^{-2}	3.896×10^{-2}	1.56
14-6	6.667×10^{-2}	1.006×10^{-3}	6.566×10^{-2}	4.126×10^{-2}	1.65

いて、弾性曲線法によって橋脚頂部の変形量を求め表-1に示した。実測変形量はこの数値と比較しても1.6～3.2倍大きいことが知られる。

表-2 実測固有周期

(単位: 秒)

		引張前周期	引張直後周期	引張後大周期	引張後小周期
No.	左端H-3	0.33	0.060	0.33	0.025
	梁中央H-2	0.37	0.060	0.48	0.012
	右端H-1	0.23	0.056	0.42	0.027
14-3	平均	0.31	0.059	0.41	0.021
No.	左端H-3	0.60	0.048	0.52	0.024
	梁中央H-2	0.28	0.076	0.55	0.011
	右端H-1	0.49	0.064	0.47	0.024
14-6	平均	0.46	0.063	0.51	0.020
全平均		0.39	0.061	0.46	0.021

(ii) 周期特性について； 一般に引張り振動実験では振動の初期には引き綱のはね返りによる波形の乱れや、高次振動成分が含まれるが、ここではこれらを含めて引張り前の周期、張力開放直後の周期、開放後の大周期および小周期の4種類を記録より読取り、それらの値を表-2にまとめて示した。また橋脚上(H-1)と地盤上(H-4)の常時微動の測定記録からゼロクロス法により周期頻度曲線を書いて求めたものを図-3に示した。常時微動による地盤の卓越周期は、 $0.20'' \sim 0.24''$ 、 $0.28'' \sim 0.36''$ および $0.40'' \sim 0.44''$ にみられ、橋脚上では $0.20'' \sim 0.36''$ 、 $0.52'' \sim 0.56''$ に卓越周期が生じている。引張り実験による引張り後の大周期 $0.40'' \sim 0.50''$ は常時微動に現われているが、これは橋体の一次振動周期ではなく、 $0.30''$ 程度が自由振動周期であると思われる。いま橋体構造を先端に集中質量を有する片持ばりとした単純なモデルに仮定して、固有周期を計算すると、 $0.22''$ が得られる。この周期は比較的、橋体の固有周期に近いものと考えられる。

(iii) 減衰定数について； 自由振動実験のワイヤー切断直後の高次過渡振動が減衰した後の波形記録より半周期ごとの振幅読取って対数減衰率を求め、これより減衰定数を算出した。これによると中央引張り実験では $h = 0.158$ 、端引張り実験では $h = 0.113$ であり、平均は 0.136 になる。さらに常時微動の測定記録より高橋の方法に準じて減衰定数を求めると $h = 0.159$ となり、引張り実験の結果と良く一致する。これらの諸数値は既知の測定値に比較してかなり大きいものであるが、本実験での対象高架橋は未供用であり、橋脚の縦波速度の値から判断してもコンクリートの品質が良好であるので、このような数値になったものと推察される。¹⁾

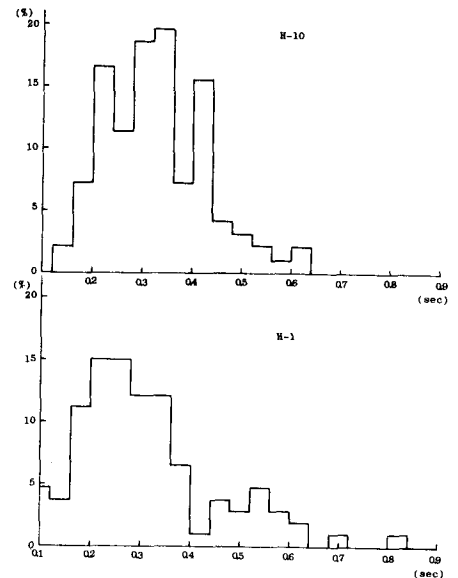


図-3 常時微動の累積度数

4. まとめ 本報告は床版、橋脚、基礎および地盤を含む複雑な振動系を単純な振動モデルに仮定して検討したものである。したがって、T型橋脚では曲げ振動およびロッキング振動についてもさらに検討を進める必要があり、さらには地盤から地中へのエネルギーの逸散を考慮する必要があるが、現時点での結論を要約すると次のようになる。

- ・橋脚頂部の全変形量では弾性変形量の割合は小さく、ほとんどが回転変形量で占められる。
- ・橋脚の固有周期は引張り実験および常時微動の結果より、 0.30 秒程度であると思われる。
- ・橋体の減衰定数は引張り実験および常時微動の両方法から算定される値は良く一致し、 $0.130 \sim 0.159$ となる。

(参考文献) 1) 坪井忠二：振動論、現代工学社、昭48. 5. PP 224～229