

長径間ランガートラス(天草2号)橋の 固有振動と減衰について

熊本大学 吉村 虎蔵
同 平井 一男
日本道路公団 栗原 利保
同 沼田 耕一

天草連絡道路第2号のランガートラス橋は、単純下路ランガー形式で、その支間は156m、ライズ22m、補剛トラス高4.1mである。ランガーガーダーの振動については過去にいくつかの理論的ならびに実験的研究が発表され⁽¹⁾、またランガートラスの振動については筆者等の理論的研究が発表されているが、実験的にはその振動性状は充分に把握されていないようである。特に長径間橋についてはこれらを究明する必要があると思われる。この研究は3号点のコンクリートスラブ上に起振機を設置して上下加振(V)、橋軸と直角方向の水平加振(HL)、橋軸方向の水平加振(HA)によつて、それぞれの共振周期と共振時の振動モードおよび減衰などを測定し、これらのうち上下振動については理論値と比較した。

1. 振動試験の結果について。

(a). 鉛直加振(V)のときの振動モードと固有周期など: 測定した振動モードについては、鉛直変位(V-v)、このときの補剛トラス上弦節点の橋軸と直角方向の水平変位(V-hl)および補剛トラス上弦節点の橋軸方向の水平変位(V-ha)とをそれぞれの振動次数について測定した。一例として図-1に4次の共振時の振動モードを示す。固有周期の測定値および対数減衰率はそれぞれ表-1、表-2の通りである。

(b). 橋軸と直角方向の水平加振(HL)のときの振動: このときの共振時の補剛トラス上弦節点の変位の一例を示すと図-2のようであり、橋軸と直角方向の水平振動(HL-hl)と鉛直振動(HL-v)とが描かれている。共振周期は0.529, 0.367, 0.323 secの3つが得られ、対数減衰率はそれぞれ0.11, 0.069, 0.082が測定された。

(c). 橋軸方向の水平加振のときの振動: 上部工と下部工とを含めた振動系の橋軸方向の水平振動を測定した。共振周期として0.362 secと0.320 secとの2つが得られ、対数減衰率はそれぞれ0.092と0.044であった。また可動支那のある橋脚も振動することが知られた。

(d). その他の現象については結びにおいて記す。

図-2 橋軸と直角方向の水平加振時の測定モードの例

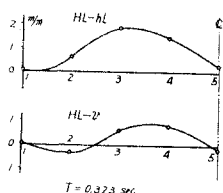
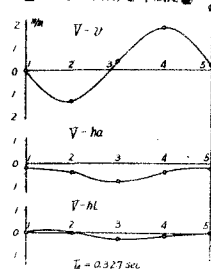


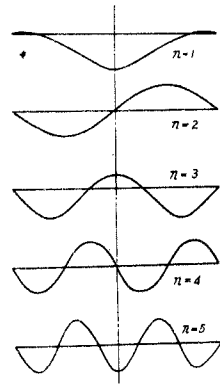
図-1 鉛直4次のモード測定値



2. 理論的研究について.

鉛直振動の固有周期と振動モードについては「兵庫連絡道路第2号橋ラランガーラスの振動性状の計算」(S.39.1.30) および土木学会論文集第115号に記されている。しかしながらこれらは旧案のものについてであって、その使道路中員の変更などのために主構の断面等がいくらか改められている。旧案については筆者等の理論によるものと、本橋を7つの集中質量に置換した振動系について計算して比較すると表-1の第2,3行のようになる。筆者等の理論では補剛トラスの換算断面2次モーメントの計算法が従来の方法と違い、またアーチと補剛トラスの偏心結合の効果をも考慮してある。第2,3行の値は大体一致している。現在の構造について再計算したところ表-1の第4行の値を得た。新旧両者に大差のないことがわかる。鉛直振動モードを図-3に示す。

図-3 鉛直振動モード理論値



3. 結び.

(a). 鉛直振動の固有周期の実験値をとり現設計の理論値との比をとると、表-1の第5,6行のようになる。本橋の1~4次の周期比の平均は82%となり、米良稻荷ランガーダー($L=139.2m$)の90%に比べるといくらか小さい。縦桁とスラブの剛性を考慮に入れても本橋の理論値はさほど変化が小さいので周期比の差は補剛トラスの節点の剛性その他の原因によるものと推察される。

(b). 鉛直振動における対数減衰率をさがげ、これを米良稻荷大橋と比較すると表-2が得られる。米良稻荷大橋の2次振動の δ は非常に小さかった。その他の次数についても本橋の δ の方が若干大きいようである。これも補剛トラスの影響かと思われる。

(c). 加振方向がV, HL, HAの3ケースのとき、それぞれの共振周期を定めると表-3のようになる。f欄の共振周期はV, HL, HAの3ケース共一致し、またe欄ではHL, HAの2つが一致している。これらは相異なる固有周期が近いために表のようになったのか一つの振動の共振点なのかわからない。

(d). 橋軸方向の水平加振のときの橋脚の変位は1.(c)にのべた通りである。

(e). 鉛直振動4次の共振時には可動支承側のエキスパンションが約5mmの振中で動くのが見られ、他の共振時にはその現象は見られなかった。

(f). 6次の共振点($f=5.4$ cps)では、支点付近の吊桁数本が顕著な局部振動を生じる。これは米良稻荷大橋でも経験された現象である。この振動は吊桁の曲げ振動の最低次の振動数に近い。

- (注) (1). 吉村他, 土木学会誌 45-5 (S.35.5)
吉村平井, 土木技術 S.38.7
吉村平井, 土木学会論文集 第101号 (S.39.1) など.
(2). 吉村平井, 同 上 第115号 (S.40.3)

表-1. 鉛直振動固有周期(sec)

振動次数 n		1	2	3	4	5
理論値	旧案	1.05	1.41	0.985	0.444	0.327
	旧案(集中質量)	0.955	1.41	0.600	0.407	0.295
	現設計	1.05	1.37	0.991	0.404	0.228
実験値		0.825	1.16	0.477	0.327	0.237
比(理論値/実験値)%		79	85	81	81	104

表-2. 鉛直振動対数減衰率(δ)

振動次数 n	1	2	3	4	5
天草2号	0.023	0.019	0.072	0.015	0.058
米良稻荷	0.0081	—	0.012	0.013	0.014

表-3. 共振周期総括(sec)

区別	a	b	c	d	e	f	g
鉛直加振(V)	1.16	0.825	—	0.477	—	0.327	0.237
橋軸と垂直(HL)	—	—	0.529	—	0.347	0.323	—
橋軸水平(HA)	—	—	—	—	0.362	0.320	—