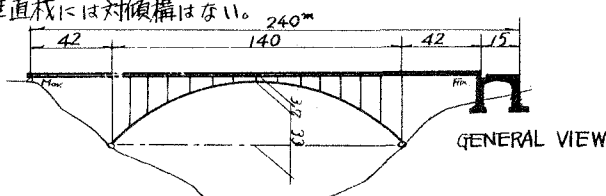


東北大学 正員 樋浦 大三

“ “ 倉西 茂

“ “ 高橋 龍夫

榎木沢橋は岩手県下閉伊郡田野畑村国道45号線に架設された橋長240mの連続補剛桁を有するシュタブォーゲン型式の橋梁である。架橋地質は深いV字形の溪谷となし、シュタブォーゲン型式の橋梁を架設するに適した地形となっている。右岸橋台は鉄筋コンクリートラーメンとし、このラーメンは橋軸方向の動きに対するアンカーの働きもなしている。このため活荷重による中立軸での橋軸方向の移動量はゼロである。補剛桁床組に伝く地震力は直接ラーメンに伝えられる。ラーメンと補剛桁は中立軸でアイバーを介して連結されている。構造のもう一つの特徴として端垂直杭のみに対傾構を入れ、中間垂直杭には対傾構はない。

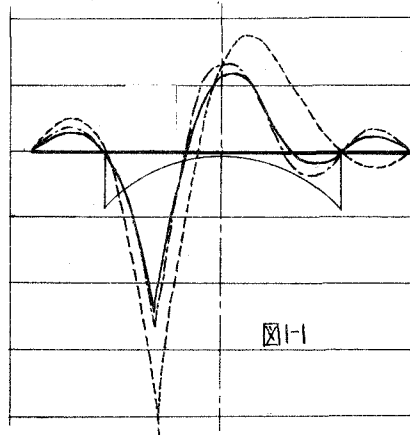


次に実測結果を簡単に述べる。

○静的裁荷試験 [図1-1]は静的試験の一部を示す。これは補剛桁の中央径間の右岸側より1/4点の応力度影響線である。図中央線は測定値、点線は普通の構造として求めた計算値、一実破線は右岸側の支承の橋軸方向の移動を固定し、4次の不詳定構造として求めた計算値である。

○振動試験 起振機を中央径間の右岸側より1/4点、1/2点の中央に設置して、上下方向、橋軸方向、面外方向に振動させ、加速度計、歪計により測定記録した。

面内上下方向の固有振動数の測定値は0.61, 0.66秒であるがこの振動モードは、中央径間1/2点で撓みが生じているということから対称振動と考えられる。尚これに関して次の事柄も測定された。(1)中央径間1/4点に生じる加速度が中央径間1/2点、側径間1/2点に生じるそれに比して極めて小さい。(2)中央径間1/2点、側径間1/2点と中央径間1/4点の位相がほぼ π だけずれている。



記録された歪の振動波形は二つの周期の近い波の干渉波のような形で記録された。この波を二つに分けるとその周期として0.61秒と0.66秒のものが得られた。

上下振動周期の計算を次のような仮定に基づき行った。先ず、補剛桁の基本振動の形を次の様に仮定する。但し側径間に関する量には1、中央径間に関する量には2を附して表わす。

$$\begin{aligned} (1) \quad \eta_1(x) &= A \sin \frac{\pi}{L_1} x_1, & \eta_2(x) &= a \sin \frac{\pi}{L_2} x_2 + a' \sin \frac{3\pi}{L_2} x_2, & \text{但し } A &= -\left(\frac{L_1}{L_2}\right)(a+3a') \\ (2) \quad \eta_1(x) &= B \sin \frac{\pi}{L_1} x_1, & \eta_2(x) &= -\frac{L_2}{8L_1} B \left(\sin \frac{\pi}{L_2} x_2 - 3 \sin \frac{3\pi}{L_2} x_2 \right) \\ (3) \quad \eta_1(x) &= C \sin \frac{\pi}{L_1} x_1, & \eta_2(x) &= b \sin \frac{2\pi}{L_2} x_2 & \text{但し } B &= -2\left(\frac{L_1}{L_2}\right)b \end{aligned}$$

$$(4) \quad \eta_1(x) = D \sin \frac{\pi}{l_1} x_1, \quad \eta_2(x) = -\frac{l_2}{2l_1} D \sin \frac{2\pi}{l_2} x_2$$

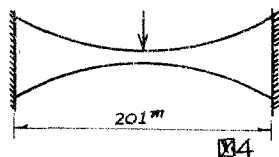
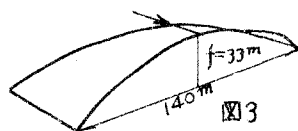
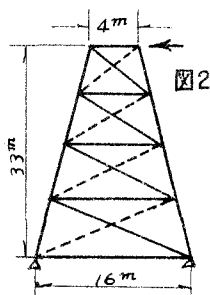
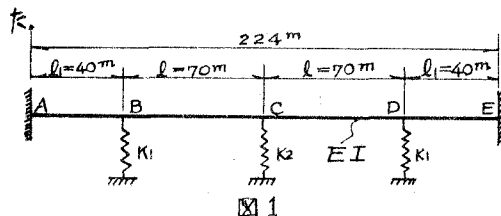
(1)は補剛桁の曲げによる歪エネルギーと運動エネルギー、死荷重推力によってなされるエネルギー、水平反力によってなされるエネルギーを求め、レーリー・リッツの方法により振動数を求める。(2)については補剛桁のみの三径間連続桁として、アーチ軸の伸縮を考えず、アーチは振動の形を規定する働きのみとし計算する。弦材重量は中央径間に等分荷重として加えた。尚(3)(4)は(1)(2)に対する逆対称振動形である。計算結果を次の表で示す。

	固有数	周期
(1)	1.28	0.81
(2)	1.66	0.60
(3)	0.86	1.13
(4)	0.80	1.24
実測値		0.61, 0.66

実測値は(2)の仮定が一番近いが、2つの振動が記録されたことについては明らかでない。

○面外振動周期の計算

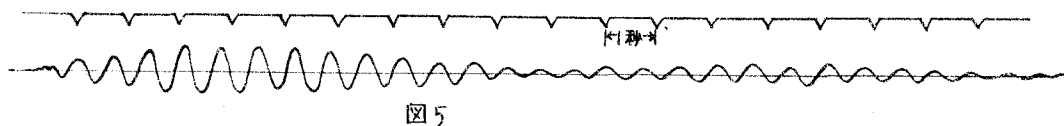
計算を簡易化するために本橋を次の図1のような構造系に置き換える。バネ係数 K_1 は端柱部を図2のようなトラスと考え、頂点で水平方向に単位荷重を加えたときの頂点の水平変位より求める。バネ係数 K_2 は図3の様に弦材部のみを考え、拱頂に単位荷重の水平力が加わる時の拱頂の水平変位より求める。簡易計算として図4の様にアーチを平面に伸ばして変位を求めた。換れによる変位の影響は省略した。



$$\text{梁の曲げ振動の方程式 } EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \frac{W}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0$$

一般解 $y = C_1 \sin \lambda x + C_2 \sinh \lambda x + C_3 \cos \lambda x + C_4 \cosh \lambda x$ に境界条件を代入すれば、対称振動の場合、振動数は2.3%となり、実測された振動数は2.2%であった。

○減衰常数 記録した上下方向の自由振動の減衰性状の一部を図5に示す。この図の様に複数回の波の干渉と考えられる「うなり」に似た現象がみられた。測定された振動波を2つの主要な振動波からなると考えて、減衰常数、対数減衰率を求めると夫々0.008, 0.053であった。



測定値の解析に当っては東北大学工学部土木工学科大学院学生植波、古宮両君の協力を得た。又実測に当っては岩手県、川田工業株式会社の協力を得た。