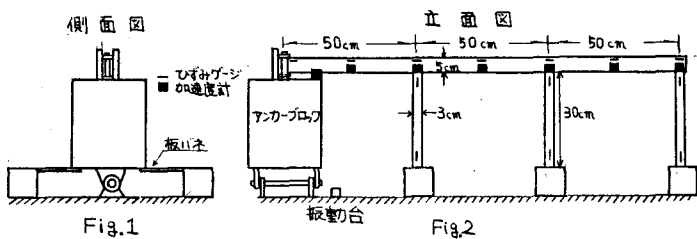


九州大学 正員 鳥野清  
九州大学 正員 園田敏矢  
九州大学 学生員 山口裕三

1. まえがき 本州四国連絡橋をはじめとして、近年長大橋の建設が相次いでいる。このような橋梁の長大化や地盤の堅固でない場所での橋梁建設においては、アンカーブロックのしっかりしたものが要求され、巨大なアンカーブロックが用いられることが多い。アンカーブロックが巨大化すれば、そのロッキング振動がけたに与える影響も大きくなり、地震時の安全性の面からも、いかなる影響をおよぼすかを検討する必要がある。そこでけたに比し、アンカーブロックの十分大きな橋梁モデルを製作し、地震応答特性を調べた。

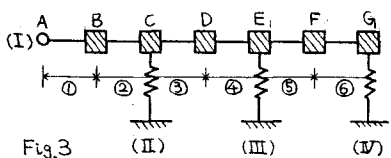
2. 実験装置および実験方法



橋梁模型として、左図のような3スパン橋を製作した。けたはアクリル板、橋脚は軟鋼板を用いた。アンカーブロックは、たて25cm、横25cm、高さ27.5cm、重さ70kgで、けたとはベアリングで接続されている。

アンカーブロックのロッキング運動は回転方向の1自由度とし、ロッキングの固有振動数は下部にとりつけられた板バネの長さによって調節できるようにした。加速度計はアンカーブロック天端、振動台、けたに6ヶ所、ひずみゲージはけたに7ヶ所、橋脚各2ヶ所ずつとりつけた。加速度計は共和製(AS-2C、容量2G)を使用した。〔実験方法〕 実験はまずアンカーブロックを固定した状態で正弦波でゆらし、共振曲線よりけたの固有振動数、減衰定数、変位モード、ひずみモードを求め、その後固定のままランダム波でゆらし、加速度、ひずみを測定した。次にアンカーブロックをフリーにし、下部にとりつけた板バネの長さを調節して、アンカーブロックのロッキング固有振動数を求めた。この場合、けたの重量に比してアンカーブロックの重量は十分大きいので、けたからアンカーブロックへの影響はないものとみなし、けたを接続したまま実験を行った。振動中けたへの影響が最も大きくなるのは、アンカーブロックの固有振動数とけたの固有振動数が一致する時と予測されるので、けたの固有振動数(1, 3次)の近傍でロッキング振動するように板バネを調節してから、ランダム波でゆらし、加速度、ひずみを測定した。

3. けたの振動特性 はりの重量に比し加速度計の重量が無視できなかつたので、振動特性の解析はスパン途中



に集中質量をもつはりとし、橋脚をバネとして取り扱い、左図のようなモデルについて、解析を行った。半スパンごとの変位を  $X_k(x)$  とすると

$$X_k = C_{1k} \cos \lambda_k x + C_{2k} \sin \lambda_k x + C_{3k} \cosh \lambda_k x + C_{4k} \sinh \lambda_k x$$

となり、これを(A)~(G)点、までの境界条件を使って解く。

④点において  $X_1 = 0, \frac{d^2 X_1}{dx^2} = 0$

⑥, ①, ②点において  $X_n = X_{n+1}, \frac{dX_n}{dx} = \frac{dX_{n+1}}{dx}, \frac{d^2 X_n}{dx^2} = \frac{d^2 X_{n+1}}{dx^2}, -EI \frac{d^3 X_n}{dx^3} + EI \frac{d^3 X_{n+1}}{dx^3} - m\omega^2 X_n = 0$

③, ⑤点において  $X_n = X_{n+1}, \frac{dX_n}{dx} = \frac{dX_{n+1}}{dx}, \frac{d^2 X_n}{dx^2} = \frac{d^2 X_{n+1}}{dx^2}, -EI \frac{d^3 X_n}{dx^3} + EI \frac{d^3 X_{n+1}}{dx^3} + kX_n - m\omega^2 X_n = 0$

④点において、 $\frac{d^2 X_6}{dx^2} = 0$ ,  $-EI \frac{d^2 X_6}{dx^2} + k X_6 - m n^2 X_6 = 0$

4. 地震による強制振動理論 アンカーブロックがロッキング振動を行った時の解析は次のようになる。基礎地盤(I),(II),(III),(IV)のそれぞれの点が単独に1だけ変位したときのはりの弾性線を $f_k(x)$  ( $k=I \sim IV$ ) 基準座標を $\psi_s$ , 減衰定数を $h_s$ , 固有円振動数を $\omega_s$ , 刺激係数を $\beta_{sk}$ , 地盤加速度を $\ddot{\Phi}_k(t)$ とすると

$$\beta_{sk} = \frac{\int_0^l \frac{wA}{g} X_s(x) \cdot f_k(x) dx}{\int_0^l \frac{wA}{g} X_s^2(x) dx}$$

A: 断面積  
l: はりの長さ  
w: 単位体積重量

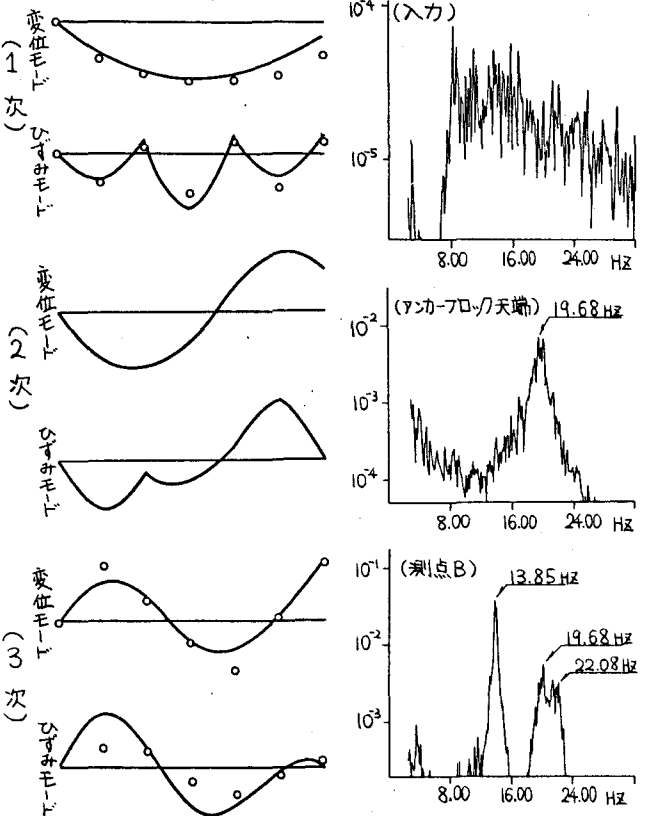
S次の基準座標 $\psi_s$ に対する振動方程式は

$$\ddot{\psi}_s + 2h_s \omega_s \dot{\psi}_s + \omega_s^2 \psi_s = - \frac{\sum_{k=I}^{IV} \int_0^l \frac{wA}{g} X_s(x) \cdot f_k(x) dx \cdot \ddot{\Phi}_k(t)}{\int_0^l \frac{wA}{g} X_s^2(x) dx} = - \sum_{k=I}^{IV} \beta_{sk} \ddot{\Phi}_k(t)$$

となり、この解を求めることによって、変位 $y(x, t)$ は $y(x, t) = \sum_{s=1}^N \psi_s X_s(x, t)$ で表される。

5. 実験結果および考察 アンカーブロックを固定した時の変位モード、ひずみモードがFig.4である。実線が理論値、○が実験値を表わしており、変位モードはほぼ合すが、ひずみモードは少し異っている。けたの固有振動数は1次が理論値16.28Hz 実験値14.20Hz、3次が理論値23.56Hz 実験値23.26Hzであった。なお2次の振動形は実験では求められなかった。振動数が多少ずれたのは、橋脚のバネ定数、付加質量の値が適切でなかったためだと思われる。減衰定数は1次が $0.853 \times 10^{-2}$ 、3次が $0.209 \times 10^{-1}$ であった。

Fig.5はランダム波でゆらした時のパワースペクトル図である。アンカーブロックの固有振動数は、19.68Hzでけたの1次と3次の固有振動数の中間ぐらいの値であるが、測点Bのパワースペクトル図でわかるように、けたはロッキング振動の影響を受けて1次、3次の固有振動数と同様アンカーブロックの固有振動数のところでも大きくゆれる。又けたの固有振動数はア (Fig.4 変位、ひずみモード)



(Fig.5 パワースペクトル図)

ンカーブロック固定時よりも若干小さくなっている。一方アンカーブロック天端でのパワースペクトル図からわかるように、アンカーブロックは、その固有振動数のところだけで大きくゆれ、けたの1次、3次の共振の影響を受けていない。

現在、振動形解析法を使って変位応答の解析を行っており、このことについては当日に発表するつもりである。

<参考文献> 小坪清真著「土木振動学」