

橋軸直角方向水平地震時における天草四号橋の 挙動について

東洋大学 正員 高田 孝信
日本道路公団 “ 栗原 利栄
“ “ “ 国広 哲男
日本建設コンサルタンツ “ 田村 重四郎

天草道路四号橋は主径間長146m, 3連のデブリダーク方式P.C橋で、従来の震度法による耐震性については十分考慮して設計されているが、本橋はスパンが長く多径間である事、カンチレバー橋の一種であるので橋軸直角方向の加振は問題がある事が予想されたので、水平動地震を受けた場合と如何なる挙動を呈するかを調べる事にした。

地震時の挙動を合理的に把握するには架設地床における地震記録を基にして解析すべきであるが、現段階ではその資料がないので、米11 Califで得られた Taft 及び El Centro の記録を採用する事にした。

解析は次のような想定の下に行った。

1. 基礎部分は剛印と見做すが橋脚、基礎に対してはロッキング、中空橋脚部に対しては曲げ捻み及び抜きの影響を考慮する。その際地盤反力係数Kは20 kg/cm², 40 kg/cm²の二通りについて考えた。2. 下部及び上部構造の質量は図-1に示すように34 矢に集中して作用するものとした。3. 各スパン中央のヒンジでは相対変位はなく、剪断力のみを伝える。4. 減衰係数は上部構造に対して $\beta_s = 0.02$, 基礎部分に対しては $\beta_b = 0.05$ とした。

変位及び加速度に対する計算と得られた結果:

質量は下部4 矢, 上部30 矢に集中して作用するものとすれば、質量 m_i を有する i 矢に対する時間 t_n, t_{n+1} に対する運動の式は

$$m_i \left[\frac{d^2 x_i}{dt^2} \right]_n = -m_i \alpha_{i,n} - X_{i,n} - R_{i,n}, \quad m_i \left[\frac{d^2 y_i}{dt^2} \right]_{n+1} = -m_i \alpha_{i,n+1} - X_{i,n+1} - R_{i,n+1}$$

但し α : 地盤の加速度, X : 弾性系より生ずる力, R : 運動により生ずる減衰力である。 $2\beta C_i \{v_i - (v_{i+1} + v_{i-1})/2\}$ 尚時間 Δt での加速度は一定と見做し、その平均値を取り

$$v_{i,n+1} = v_{i,n} + \left[\left(\frac{d^2 x_i}{dt^2} \right)_n + \left(\frac{d^2 y_i}{dt^2} \right)_{n+1} \right] \frac{\Delta t}{2}, \quad y_{i,n+1} = y_{i,n} + (v_{i,n} + v_{i,n+1}) \frac{\Delta t}{2}$$

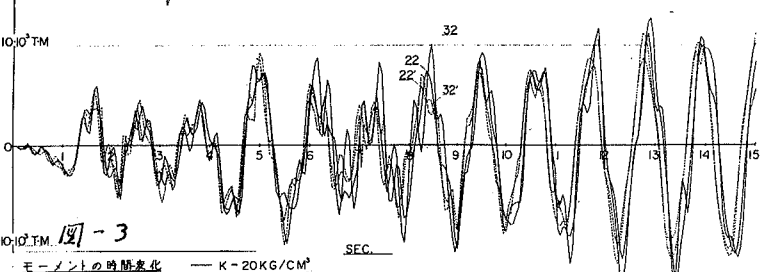
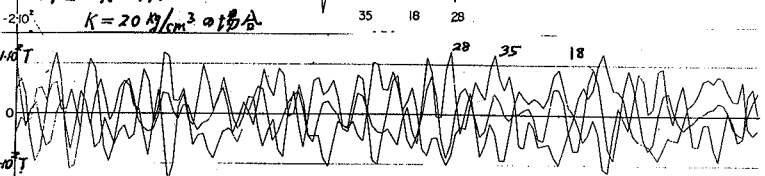
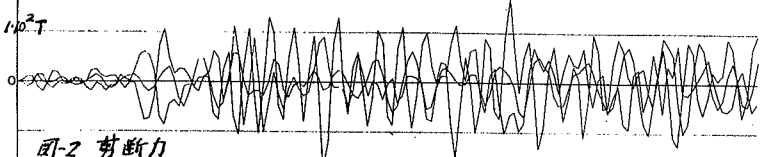
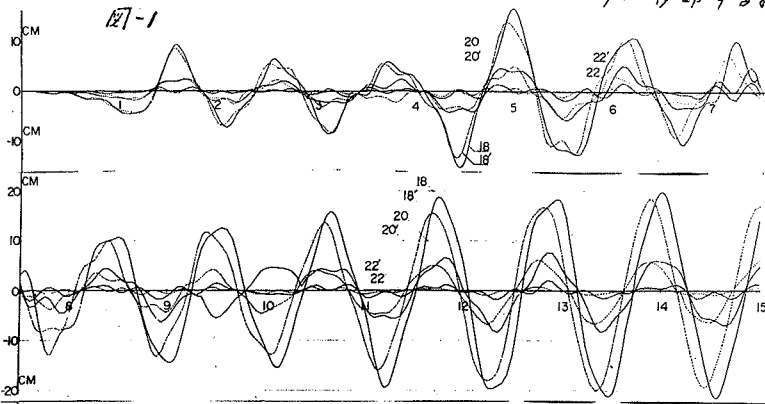
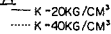
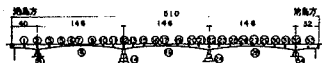
但し v_i は i 質点の速度, $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ (数値計算では $\Delta t = 0.01$ 秒に取った)。

以上の諸式から
$$[A][X_{n+1}] = -\frac{\Delta t^2}{4} [\alpha_n + \alpha_{n+1}] - \frac{\Delta t^2}{4 m_i} [X_n] + [B][y_n] + \Delta t [v_n]$$

の形式を得る。尚
$$y_n = [C][X_n], \quad v_n = \frac{2(y_n - y_{n-1})}{\Delta t} - v_{n-1}$$

以上の式をもとにして計算した結果を図-2に示せば図-1, 2, ... 等が得られる。それらと要約すれば次のようになる。

1. 振動の振巾は地盤に近い橋脚部では地震波型に近い非規則な振巾を示すが、桁の振動



状態は時間の経過につれて折々基本振動波
形に移動する。これは加振力の波形により

形に移動する。

これは加振力の波形により異なり、又減衰常数が大きい程早く表はれる。 $\beta_b = 0.02$, $\beta_b = 0.05$ の場合には T_{aft} の地震記録と採用した波の10秒後、El Centroの記録によれば約4秒にしてスリッパ中央部では自由振動の基本振動波形 ($T = 1.0$ 秒) に移行する。

2. 振動 mode は橋脚の振動特性の影響を受け、スパン中央ヒンゲル間相互干渉を起しこの間に可成り大きな剪断力を起す。この剪断力の時間的変化は周-2に示すように極めて複雑であるが、桁の一次振動のみならず二次以上の振動波形の影響を大きく受けていゝ事が分る。也し時間の経過につれて高次の影響は減少する。

3. 自由振動振巾の増大, カ
ンチバー相互の干渉は主
常に曲ゲモーションと剪断

力の増加を求むと共に、橋脚に掛りモーメントを求む、更に基礎部に対する回転モーメントを増加させる。

尚此処に示した各曲線は $Taft$ の地震記録に対する結果である。