

地盤との連成を考慮したRC橋システムの解析

名古屋大学 工学部 学生会員 石黒 進也
 名古屋大学 工学部 学生会員 河村 哲也
 名古屋大学 工学部 正会員 田邊 忠顕

1. 序

阪神大震災におけるRC構造の損傷の原因を解明するために、特に山陽新幹線武庫川橋梁について全体システムの解析を行う事にした。武庫川橋梁は、南北に流れる武庫川に対して左75度の斜角のあるPC桁11連の橋梁である(図-1)。その斜角も考慮に加え、地盤と下部構造を地盤ばねによって結び、RC橋システムの地震時の動的挙動の解析を行う。

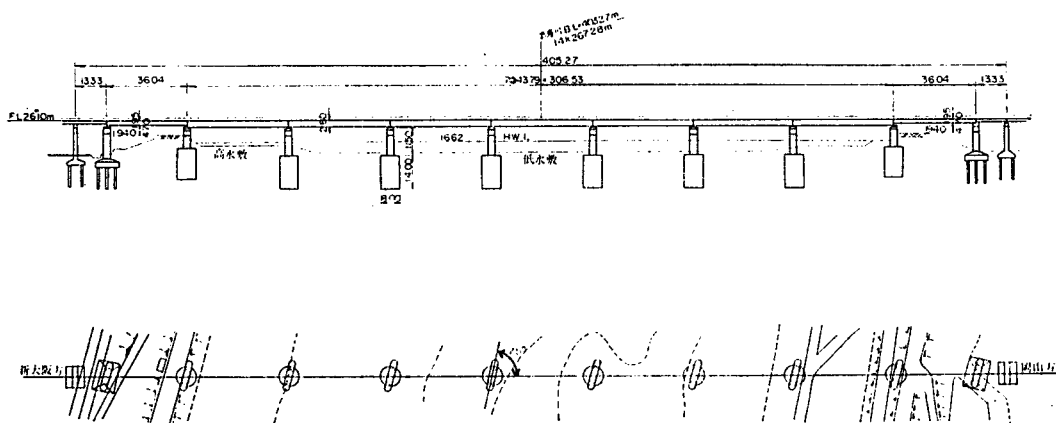


図-1 武庫川橋梁全体図

2. 解析モデル

図-2に示すように橋梁全体をマスばね系にモデル化し、橋脚においては、基礎部分にのみに地盤ばねを取り付ける。そして、基礎部分は直線的に、く体部分は平面的に質点を置く。橋桁においては、質点を平面的に支承位置と重心位置に置く。

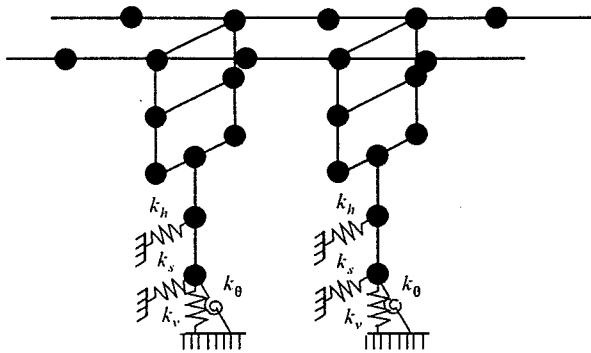


図-2 質点モデル(一部)

3. 地盤ばね

武庫川橋梁の地盤データとしては、4種の柱状図をもとにN値から道路橋示方書に従って地盤反力係数を求め地盤ばね定数を決定する。ケーソン重心位置には水平方向地盤ばね k_h を、ケーソン底面には水平方向せん断地盤ばね k_s 、鉛直方向地盤ばね k_v 、回転地盤ばね k_θ によって地盤と下部構造とを結ぶ。

4. 入力地震波

武庫川橋梁から約15km離れた関西電力総合研究所において観測された深さ97mの波形を使用し、断層からの距離を考慮した距離補正を行ったうえで、一次元の波動理論、重複反射理論に基づいたプログラムSHA

KEを用いて、基礎部分の地層における波形を求め、その波形を地盤ばねへ入力する地震波とする。

5. 解析手法

地震波入力のために、下部構造をモデル化したマスばね系の質点それぞれの自由度はケーソン部分においては、橋軸直角方向変位 v と鉛直方向変位 w と回転変位 θ を与える(図-3)。

ケーソン底面の質点と地盤ばね間の関係は、前述の地盤ばね定数 k_s 、 k_v 、 k_θ を用いて以下のように表される。

$$\{F\} = \begin{bmatrix} k_s & 0 & 0 & -k_s & 0 & 0 \\ 0 & k_v & 0 & 0 & -k_v & 0 \\ 0 & 0 & k_\theta & 0 & 0 & -k_\theta \\ -k_s & 0 & 0 & k_s & 0 & 0 \\ 0 & -k_v & 0 & 0 & k_v & 0 \\ 0 & 0 & -k_\theta & 0 & 0 & k_\theta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \\ x_{hb} \\ x_v \\ x_\theta \end{Bmatrix} \quad (1)$$

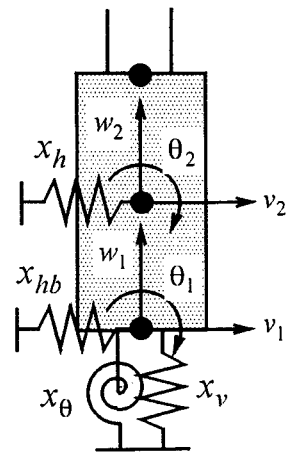


図-3 ケーソン部分の質点変位

また、下部構造く体部分においては、橋軸方向変位 u と橋軸直角方向変位 v と鉛直方向変位 w を与える。橋桁についても u 、 v 、 w を与える。

各質点間の関係は、3次元有限要素解析を用いて以下のように求める。

$$\begin{Bmatrix} F_\alpha \\ F_\beta \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{Bmatrix} \quad (2)$$

添え字 α は、3次元メッシュ内のマスばね系モデルの各質点に対応することを意味する。また、添え字 β については3次元メッシュ内のそれ以外の節点に対応することを意味する。

式(2)より $\{F_\beta\} = \{0\}$ として

$$[K_{11}]\{u_\alpha\} + [K_{12}]\{u_\beta\} = \{F_\alpha\} \quad (3)$$

$$[K_{21}]\{u_\alpha\} + [K_{22}]\{u_\beta\} = \{0\} \quad (4)$$

式(4)より、

$$\{u_\beta\} = -[K_{22}]^{-1}[K_{21}]\{u_\alpha\} \quad (5)$$

式(5)を式(3)に代入して、

$$\{F_\alpha\} = ([K_{11}] - [K_{12}][K_{22}]^{-1}[K_{21}])\{u_\alpha\} \quad (6)$$

以上のように $\{F_\alpha\}$ と $\{u_\alpha\}$ の関係が求まる。

解析結果は、当日発表の予定である。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書IV下部構造編・V耐震設計編 1990.2