

# ポータルラーメン橋の応答振動に与えるアプローチスラブの影響

|               |     |     |    |
|---------------|-----|-----|----|
| 復建調査設計(株)     | 正会員 | ○吉田 | 仁司 |
| 復建調査設計(株)     | 正会員 | 岩崎  | 信正 |
| 大阪工業大学工学部     | 正会員 | 大山  | 理  |
| 大阪工業大学八幡工学実験場 | 正会員 | 栗田  | 章光 |

## 1. はじめに

ポータルラーメン橋(Portal Rigid-Frame (独:Rahmen) Bridge, 以下, PRB と略記)は, 支承及び伸縮装置がない橋台を有する単径間の橋梁形式である. PRB の地震時応答は支承及び伸縮装置を有する通常の橋梁と異なり, 上下部工一体となった構造系で応答し, 橋台背面土の受働抵抗の影響を大きく受ける<sup>1)</sup>. PRB の地震時応答特性に影響を及ぼす主な要因は, PRB 本体の剛性及び橋台堅壁背面の地盤抵抗と考えられるが, 橋台背面に設置されるアプローチスラブ下面のせん断抵抗も地震時応答に影響を及ぼすと考えられる.

本文では, これらの影響について, 上下部構造の重量を1質点に集中させ, 下部構造を線形部材, 橋台背面土を粘弾性バネ, アプローチスラブ下面の抵抗をせん断バネとする1質点系にモデル化してパラメータ解析を行い, 地震力を受けるPRBの応答振動に与える影響について考察した結果を報告する.

## 2. 解析モデルと条件

PRB の解析モデルでは図-1に示すように, ラーメン構造としての水平バネ定数 $k_l$  (以下, 水平バネ定数 $k_l$ と略記), 橋台背面の地盤のバネ定数 $k_2$  (以下, 地盤バネ定数 $k_2$ と略記) 及びアプローチスラブ下面のせん断バネ定数 $k_3$  (以下, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ と略記) を考慮する. アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ は以下のように評価する. アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ は, 道路橋示方書<sup>2)</sup>を参考に, 式(1)に示す直接基礎の水平方向せん断地盤反力係数 $k_s$ により与える. また, 直接基礎の水平変位量は式(2)のとおりである.

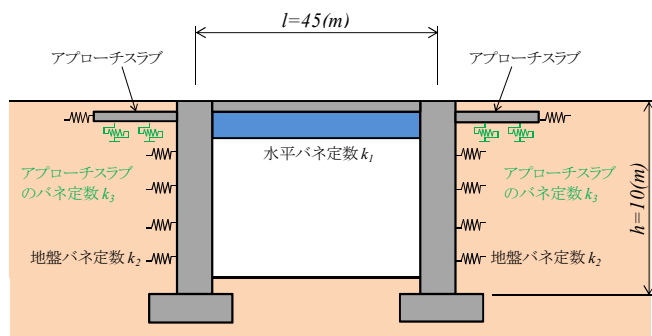


図-1 PRB の解析モデル

$$k_s = \lambda k_v \dots\dots\dots(1)$$

$$\delta_H = \frac{1}{k_s} \cdot \frac{H_B}{x_D} \dots\dots\dots(2)$$

アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ は, 式(1)と式(2)の関係より, 式(3)から得られる.

$$k_3 = \frac{H_B}{\delta_H} = k_s \cdot x \cdot D \dots\dots\dots(3)$$

ここに,  $k_s$ : 水平方向せん断地盤反力係数( $\text{kN/m}^3$ ),  $\lambda$ : 鉛直方向地盤反力係数に対する水平方向せん断地盤反力係数の比( $=1/3 \sim 1/4$ )<sup>2)</sup>,  $k_v$ : 鉛直方向地盤反力係数( $\text{kN/m}^3$ ),  $\delta_H$ : 基礎底面の水平変位量(m),  $H_B$ : 基礎底面に作用する水平力(kN),  $x$ : 底面反力の作用幅(m),  $D$ : 基礎の奥行き(m)

本解析において橋台幅 11.5m, アプローチスラブ長 5m, アプローチスラブ幅 10m とする. また,  $k_s$ の算定において $\lambda$ は 1/3 とする. アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ は, アプローチスラブと橋台が剛結合されている場合は両方向に有効に作用することが期待できるが, 一般にアプローチスラブは簡易なアンカー鉄筋による結合であるため, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ は受働側のみ考慮するものとした. なお, 地盤バネ定数 $k_2$ も受働側のみ有効と考えられるため片側のみ考慮する. 橋台背面地盤強度は N 値として評価し  $N=0 \sim 50$  までのパラメータとする.

キーワード ポータルラーメン橋, アプローチスラブ, 振動特性, 地震応答値, パラメータ解析

連絡先 〒700-0983 岡山市北区東島田町 1-3-5 復建調査設計(株) 岡山支社 設計課 TEL:086-222-6203

### 3. 解析結果と考察

図-1に示すPRBに対して橋台背面地盤のN値をパラメータとしてアプローチスラブのバネ定数 $k_3$ の評価を行った結果を図-2に示す. 同図より, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ の影響は, 地盤バネ定数 $k_2$ とほぼ同等の値であることから, アプローチスラブがPRBの応答振動に大きく影響を与えと考えられる.

図-3は, アプローチスラブ下面の地盤を実施工で期待できる程度の $N=15$ (一定)としアプローチスラブ長を $L=3\sim 10\text{m}$ に変化させて $k_3$ への影響を確認したものである. 同図より, アプローチスラブの長さが7mで地盤バネ定数 $k_2$ を上回るほどの $k_3$ の値が期待できることがかる.

図-4及び図-5は, 構造系全体のバネ定数について, 水平バネ定数 $k_1$ のみ評価した場合, 水平バネ定数 $k_1$ と地盤バネ定数 $k_2$ を評価した場合, さらに, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ を加えて評価をした場合を比較したものである. 同図より, 水平バネ定数 $k_1$ のみ評価した場合に比して, 地盤バネ定数 $k_2$ , アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ を考慮するにしたがい構造系全体のバネ定数は1.5~2倍程度に大きくなるがわかる.

最後に, 1質点系モデルに一定外力 $P_0 \cdot \sin \omega t$ が作用したときに, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ が応答値に与える影響について, 最大応答変位を算出した. 外力の振幅 $P_0$ は1質点系モデルの質量 $m$ の0.3倍(レベル1地震の設計水平震度相当程度), 外力の振動数 $\omega$ と1質点系の固有振動数 $\omega_n$ の比は,  $\omega = \omega_n/2$ とした際の結果を図-6に示す. 解析の結果, アプローチスラブのバネ定数 $k_3$ を考慮することにより, 最大応答変位が低減されることがわかった.

### 4. 結論

PRBに地震力が作用したときの応答特性について, 水平バネ定数 $k_1$ , 地盤バネ定数 $k_2$ に加えアプローチスラブのバネ定数 $k_3$ を考慮して解析・検討した結果, 以下の知見が得られた.

- (1) アプローチスラブはPRBの応答振動に与える影響は大きい.
- (2) アプローチスラブを長くすることで橋台堅壁背面の地盤抵抗と同等程度の抵抗が期待できる.
- (3) アプローチスラブのせん断バネを考慮すると, N値が15の場合, 最大応答変位は0.306cmから0.259cmへと約15%小さくなる.

最後に, 今後の課題としては, アプローチスラブと堅壁の固定方法と $k_3$ の評価, アプローチスラブの土被りが $k_3$ に与える影響についても把握する必要がある.

【参考文献】1)吉田仁司, 岩崎信正, 大山理, 栗田章光: ポータルラーメン橋の応答振動に与える橋台背面地盤の影響, 平成25年度 土木学会関西支部講演概要集, 2013.2 投稿, 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, 2012.3

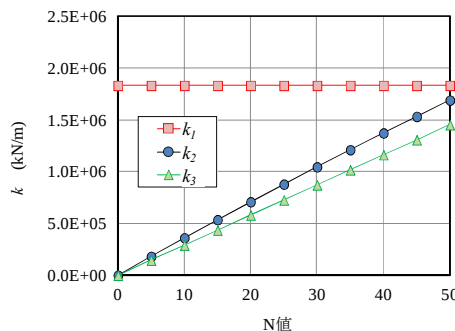


図-2 N 値の  $k_3$  への影響

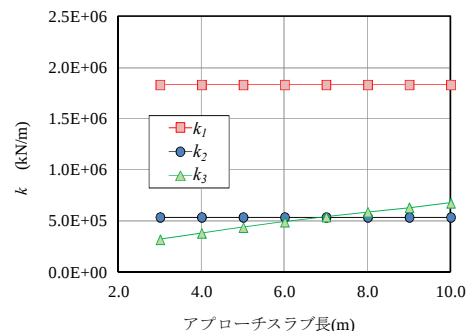


図-3 アプローチスラブ長の  $k_3$  への影響

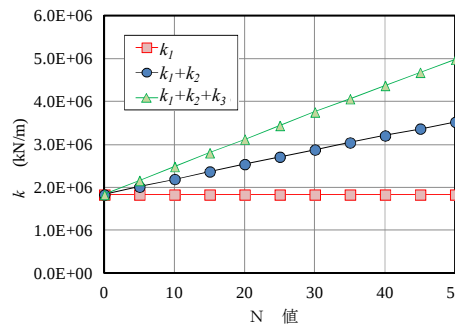


図-4 構造系のバネ定数 (N 値の影響)

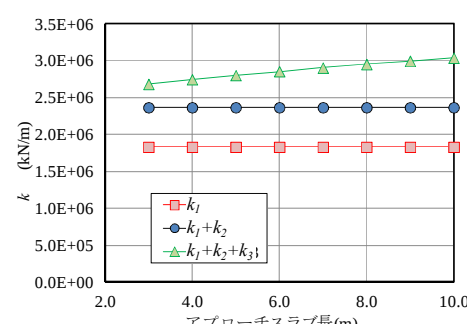


図-5 構造系のバネ定数 (アプローチスラブ長の影響)

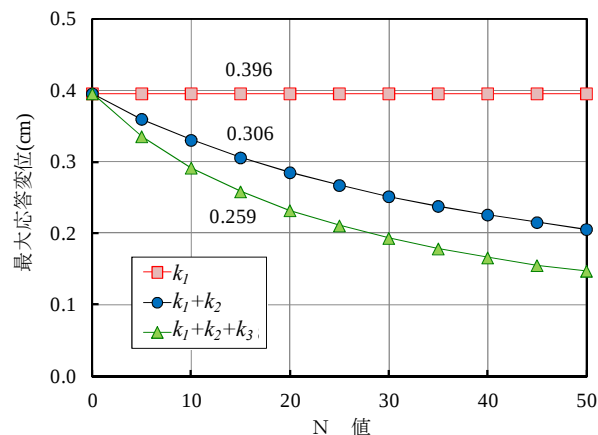


図-6 アプローチスラブのバネ定数  $k_3$  の応答変位への影響