

I-583 不整形軟弱地盤上における連続高架橋の地震応答性状

岡山大学 学生員 蔣 建群
岡山大学 正会員 竹宮 宏和

1 まえがき

1988年のロマプリーエタ地震時、I-880号線のうちのオークランド地区の高架橋の落橋は、立地する軟弱地盤の波動の増幅作用がその要因の1つに挙げられている。本研究は、軟弱な不整形地盤上の連続高架橋(図1参照)の地震応答性状を把握することを目的とした。2次元地盤の増幅は、空間的に分布して地表面応答を呈するため、構造物は設計時の一様入力状態の仮定とはかなり異なる応答様相となる。この点から対象連続高架橋の耐震設計上の考慮すべき事項について述べる。

2 解析法

不整形沖積地盤：不整形な境界面を有する沖積地盤の存在は、入射波に対して散乱波動を生じ、一様地盤の応答とは大きく異なる。この散乱波幅の解析は境界要素法(間接法)から対処する。不整形沖積層地盤は有限要素法などでモデル化して解析する。

相互作用問題の振動数領域解析法を採用すると、まず遠地盤インピーダンスが

$$S_{bb}^g = H^T G^{-1} H$$

H、Gは半無限層状地盤のGreen関数によって決められる。また入射波の下で有効入力力が

$$P_b^g = S_{bb}^g U_b^f - P_b^f$$

U_b^f, P_b^f は自然地盤応答である。

沖積層内は、不規則な物性分布の下ではFEMでモデル化し、また、沖積層内の幅がかなりある場合成層と仮定して、薄層要素法が有効に適用できる。

その全体系の支配方程式

$$\begin{bmatrix} D_{ss} & D_{si} & D_{sb} \\ D_{is} & D_{ii} & D_{ib} \\ D_{bs} & D_{bi} & D_{bb} + S_{bb}^g \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_s \\ U_i \\ U_b \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_s \\ P_i \\ P_b^g \end{Bmatrix}$$

によって自由表面での応答 U_s を求める。

多点入力系構造物：橋梁構造物は、3次元はり要素から構成されるフレーム構造とし、入力点であるフーチング底面において、地盤解析からの応答値を入力する。また基礎の種類によって(杭基礎あるいは直接基礎)その動的剛性を評価し、上部構造物と地盤との相互作用系の解析が出来る。ここでは、基礎の剛性を変化させて考える(A：高い、B：小さい)。時刻歴応答は、振動数応答よりFFTアルゴリズムによって求められる。

3 解析例と考察

11径間連続鉄道高架橋(スパン長11@20m、橋脚高9m、固有周期 $T_1=0.08$ 秒)を対象に、面外方向の入射波をリッカー波(代表周期 $T_p=1.0$ 秒)とした時の応答解析を実施した。地盤不整形の影響は図2の応答増幅率からよく判る(振動数 $f=1.855$ 時)、図3は地盤中央点の伝達関数を表し、その振動数特性が理解できる。図4の構造物の伝達関数の結果は多点入力の影響を示している、基礎の剛性が小さい場合の結果の図5では相互作用がかなりの程度現れている。同様に図6~図9の橋全体の変位分布によって、このことがさらに明らかになる。

4 結論

不整形軟弱地盤上における連続高架橋の耐震設計に対して、その表層応答をまず評価し、それに応じて多点入力系で解析しなければならない。基礎の剛性が小さい場合、相互作用の影響が顕著である。本解析例では、固定支持の一様入力状態と比べて、不整形性と相互作用を考えると、橋の中央の変位は1.85~3.23倍、断面曲げモーメントは76~93倍程度の違いがみられた。

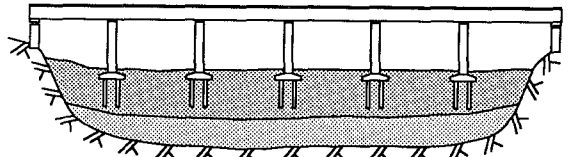


Fig.1 viaduct lying on topographic site

maximum displacement and moment at central girder

項目	橋中央桁の最大変位		橋中央桁の最大曲げモーメント	
	基礎A	基礎B	基礎A	基礎B
相互作用と多点入力	3.603	6.284	0.560×10^7	0.684×10^7
一様入力	1.948	1.948	0.735×10^5	0.735×10^5
多点入力	3.598	3.598	0.568×10^7	0.568×10^7

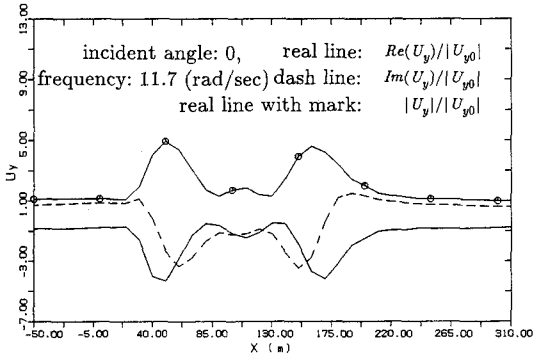


Fig.2 surface response distribution of soil

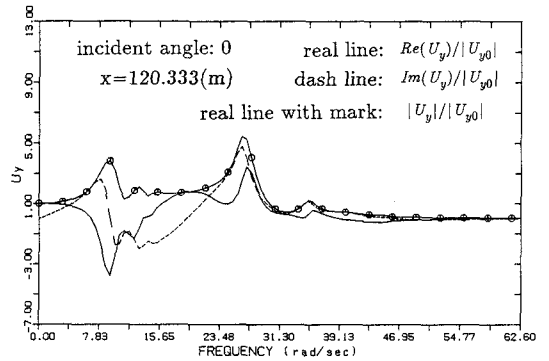


Fig.3 soil surface response-frequency relation

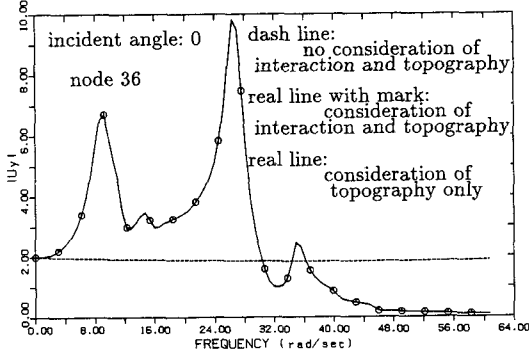


Fig.4 structural response-frequency relation foundation A

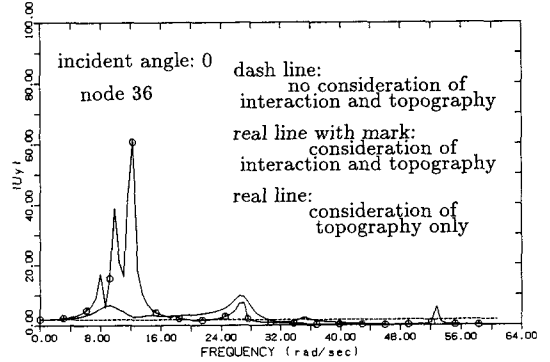


Fig.5 structural response-frequency relation foundation B

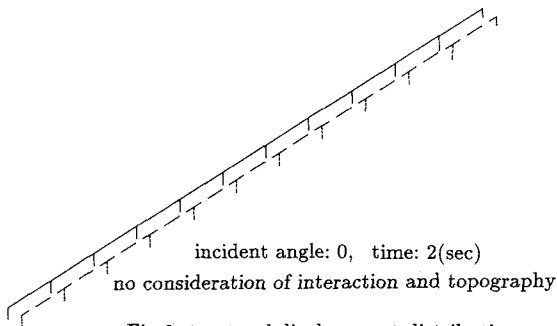


Fig.6 structural displacement distribution foundation A

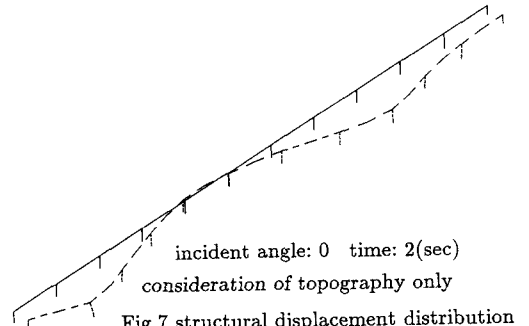


Fig.7 structural displacement distribution foundation A

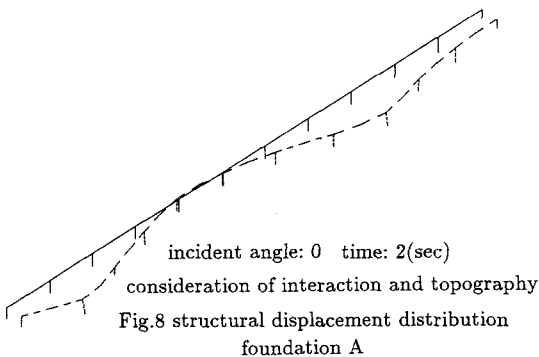


Fig.8 structural displacement distribution foundation A

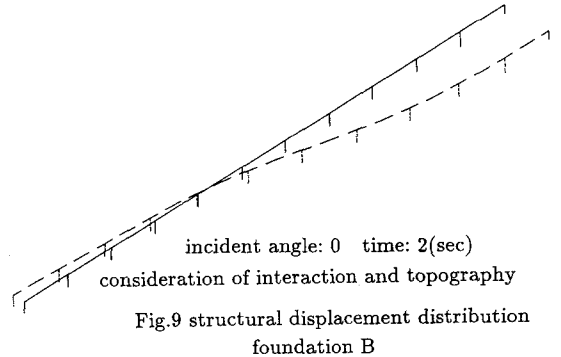


Fig.9 structural displacement distribution foundation B