

地盤—橋梁基礎相互作用系の 動的応答特性に関する研究

近畿日本鉄道(株) 正会員 辻 泰志
(財)大阪土質試験所 正会員 赤井浩一

1. 序 最近、関西国際空港を例とするような、内湾の沿岸から離れた沖合いに大規模な埋立を行い、人工島を建設しようとする事業が実施あるいは計画されている。このような人工島へのアクセス手段としては、橋梁が主たる手段となっている。しかし、このような沖合いの地盤では、軟弱な沖積層が厚く堆積し、その下に過圧密比の小さい洪積粘土層が続き、橋梁基礎の支持層となるべき砂礫層はきわめて薄いあるいは全く存在せず、橋梁の設計に対する地盤条件が厳しくなっている。本研究では、このような軟弱な海底地盤とその上に建設される橋梁の基礎の動的相互作用系の地震応答特性を解明すべく連絡橋を対象として地震応答解析を行なった。

2. 解析方法・モデルおよび入力地震波 本研究では、2次元平面ひずみによる有限要素法を用い、Newmarkの β 法を用いた直接積分により時間領域で解析を行なった。図-1に示すように橋脚・杭基礎・地盤をモデル化した。解析に用いた材料定数・地盤定数を表-1に示す。

図-1のFEM基盤(C-5層下面)への入力地震波として次の2波を用い結果の比較を行なった。

①十勝沖地震(1968.5)の八戸の基盤での加速度波形の0.5~2.5Hzの成分を取り出し、これを当該海底地盤のS-9層上面に入力し、FEM基盤での波形を重複反射理論により求めたもの(最大217.4gal)。

②宮城県沖地震(1978.6)の宮古の基盤での加速度波形の2.5~4.5Hzの成分を取り出し、①と同様にして得られた波形(最大159.0gal)。

上記の2波をそれぞれ地震波1, 地震波2と呼び、その波形を図-2に示す。

3. 解析結果 図-3は地震波1を入力波とした場合の橋脚, 杭, 地盤部の節点における最大応答加速度および杭に作用する最大曲げモーメン

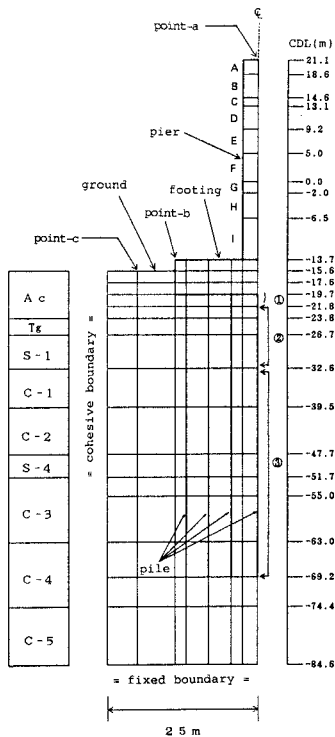


図-1 解析モデル

表-1 解析に用いた諸定数

	γ (tf/m ³)	ν	V_s (m/s)	G (tf/m ²)	h (s)	A (m ²)	I (m ⁴)
pier	A	0.074	0.300	—	76.214	2.0	—
	B	0.151	0.300	—	155.092	2.0	—
	C	0.074	0.300	—	76.214	2.0	—
	D	0.096	0.300	—	98.898	2.0	—
	E	0.125	0.300	—	128.612	2.0	—
	F	1.222	0.300	—	590.765	2.0	—
	G	1.083	0.300	—	396.306	2.0	—
	H	1.092	0.300	—	396.306	2.0	—
	I	1.518	0.300	—	590.765	2.0	—
	footing	2.500	0.167	—	1,157,000	2.0	—
pile	①	4.551	0.300	—	1,988,184	—	0.0608
	②	1.932	0.300	—	1,988,184	—	0.0160
	③	1.932	0.300	—	1,988,184	—	0.0160
ground	Ac-1	1.470	0.499	23.0	41/ 41	9.7/9.7	—
	Ac-1	1.470	0.499	32.5	86/ 86	9.5/9.5	—
	Ac-1	1.470	0.499	40.7	141/ 141	8.9/8.9	—
	Ac-1	1.470	0.499	57.5	291/ 291	8.5/8.5	—
	Tg	2.000	0.485	246.7	10,958/11,459	3.9/2.7	—
	S-1	2.000	0.491	200.0	5,394/ 6,384	6.9/4.4	—
	C-1	1.660	0.492	190.0	4,056/ 4,679	6.8/4.7	—
	C-2	1.660	0.485	264.1	9,134/10,808	4.6/1.7	—
	S-4	2.000	0.481	345.0	21,079/23,576	2.7/1.2	—
	C-3	1.630	0.492	186.3	4,101/ 5,043	5.8/2.5	—
	C-4	1.630	0.488	241.1	7,923/ 8,842	3.6/1.7	—
	C-5	1.580	0.490	228.0	6,466/ 7,511	4.6/2.1	—

γ : unit weight, ν : Poisson's ratio, V_s : velocity of S-wave at very small strain level, G : shear modulus, h : damping ratio, A : area of pile, I : moment of inertia, left and right values of / are respectively corresponding to seismic wave-1,2

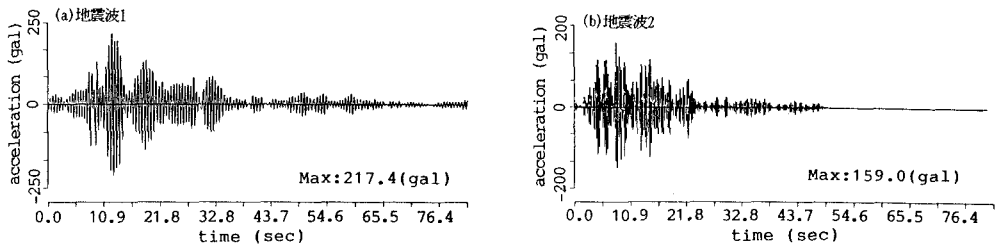


図-2 入力地震波

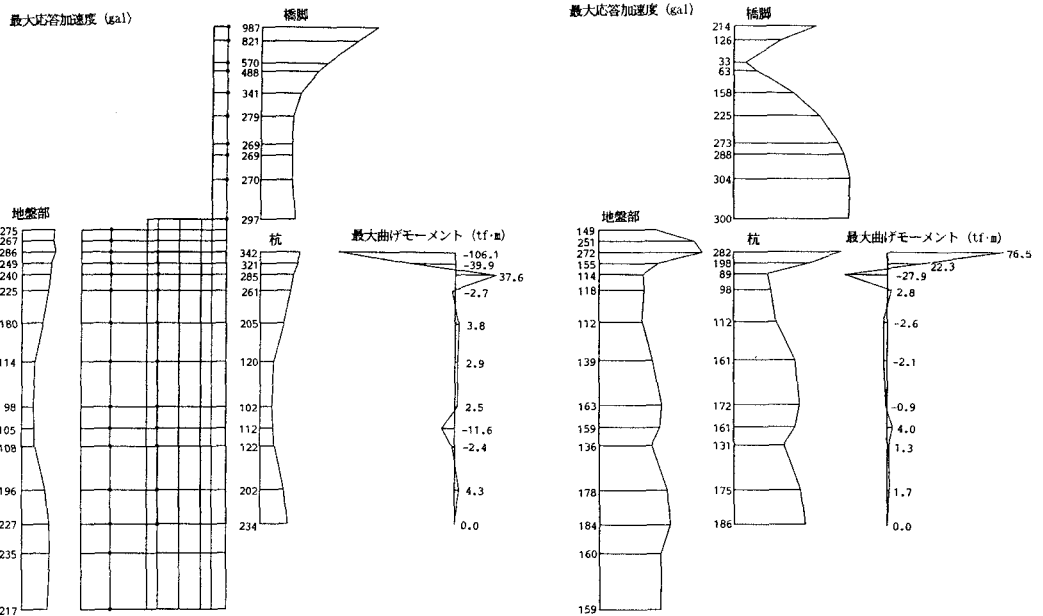


図-3 最大応答加速度および最大曲げモーメントの分布図(地震波1)

図-4 最大応答加速度および最大曲げモーメントの分布図(地震波2)

トの分布を示したものである。応答加速度は橋脚の上半部で増幅が顕著であり、天端での値は基盤での値の約4.6倍にも達している。杭,地盤部では中間の砂礫層で一旦減少しており応答の増幅は小さい。また、曲げモーメントはフーチングとの結合部で最大であり、S-1層より深いところではほぼ一定である。図-4は地震波2を入力波とした場合の同様の図である。最大加速度の応答値はフーチング部で大きく、橋脚では大きく減少しており、天端でもほとんど増幅されていない。また、地盤部の応答はAc-2層下面で最大となっているが、それより浅で急激に減少している。最大曲げモーメントの分布は定性的には地震波1の場合と大差はみられない。

4. おわりに 本研究では2種類の地震波を用い解析を行なったが、非常に近い振動数成分からなるにもかかわらず、その応答は非常に異なったものであった。従って、解析の対象とした地盤-構造物系の応答は入力地震動の振動数特性に非常に敏感であると言える。このような系の耐震性を検討する場合、その入力地震波の設定が非常に重要であると考えられる。

京都大学土木工学教室 田村武助教授の教示を得たことを付記して謝意を表する。