

橋梁基礎と共同溝が近接した構造系の地震応答特性

建設省土木研究所 正会員 大塚 久哲
 建設省土木研究所 正会員 星隈 順一
 (株)マエダ 正会員 山田 寿之

1. はじめに

共同溝が橋梁基礎の杭間を通過しているような近接構造物の耐震設計においては、橋梁と共同溝の間に生じる動的相互作用に注意する必要がある。本文では、橋梁杭基礎と共同溝の近接構造全体系に対する動的有限要素解析を行い、その地震応答特性について検討した結果を報告する。

2. 解析対象近接構造物

解析対象とした近接構造は、図-1に示すように、共同溝が橋梁基礎の杭間を通過しているタイプである。橋梁上部構造は、支間長40m、橋長120mの3径間連続鋼鈹桁橋とし、桁両端部が可動で、2基の中間橋脚に固定支承を有する2点固定方式の構造である。下部構造は、高さ13.5mの固定支承を有するRC張り出し橋脚とし、基礎型式は杭基礎である。地盤条件は、I種地盤、II種地盤、III種地盤の3種類とし、基礎面までの深さは、それぞれ8m、19.6m、31.3mである。一方、共同溝はRC2連ボックス構造であり、断面寸法は3.5×5.5mとした。

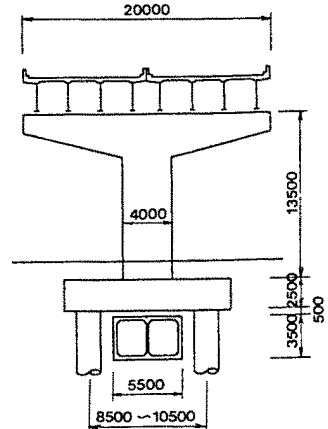


図-1 高架橋と共同溝の近接構造

表-1 解析ケース

解析ケース	構造形態	地盤条件	解析方向
1	高架橋+共同溝	I種	橋軸 直角方向
2	高架橋のみ		
3	高架橋+共同溝		
4	高架橋のみ	II種	
5	高架橋+共同溝		
6	高架橋のみ		
7	高架橋+共同溝	III種	
8	高架橋のみ		
9	高架橋+共同溝		
10	高架橋のみ	I種	橋軸 直角方向
11	高架橋+共同溝		
12	高架橋のみ		
13	共同溝のみ	II種	
14	共同溝のみ		
15	共同溝のみ		

3. 解析条件

解析パラメータは、構造の組合せ、地盤種別、解析方向の3つとし、解析ケースを表-1のように設定した。解析では、まず近接構造物の振動特性を構造物と地盤の伝達関数を用いて検討した。さらに、地震応答特性を検討するために、2次元動的有限要素法による地震応答解析を行った。本解析では、橋脚、フーチング、杭、共同溝、地盤はいずれも平面要素としてモデル化し、入力地震動は、道路橋示方書V耐震設計編における各種地盤条件に対する時刻歴応答解析用標準波形が、橋梁の耐震設計上の地盤面において想定した応答レベルになるように、重複反射理論で基礎面での波形に変換したものをを用いた。

4. 共同溝が高架橋に及ぼす動的影響

図-2は、入力基礎面に対する橋脚天端の水平方向加速度の伝達関数について、その周波数依存性を地盤種別毎に示したものである。これより、橋軸直角方向に対しては、共同溝が近接していても伝達関数の周波数特性はほとんど変化しない。一方、橋軸方向に対しては、共同溝が近接して存在することによる伝達関数の変化が認められ、地盤条件が軟弱なほど動的相互作用の影響が大きいことがわかる。

表-2は、2次元動的有限要素解析の結果得られた橋脚天端における最大加速度及び最大相対変位を示したものである。これより、橋軸直角方向では共同溝の存在による応答値の変化はほとんどない。橋軸方向に対しては、III種地盤上の橋脚で、共同溝が近接して存在することにより最大加速度が8%程度低減している。これは、入力地震波の卓越振動数が2.5Hz以下であり、この範囲内では共同溝がない場合の伝達関数の方が大きいためと考えられる。しかしながら、図-2によれば、2.5Hz以上の高周波数領域においては、共同溝が存在する場合の伝達関数の方が大きくなっている。したがって、橋軸方向に対しては、地震動特性に応じて最大水平加速度が増減することに注意する必要がある。

5. 高架橋が共同溝に及ぼす動的影響

表-3は、2次元動的有限要素解析の結果得られた上床版及び下床版位置における水平最大加速度と基礎面に対する水平方向相対変位を示したものである。これより、最大加速度に関しては、杭と近接することによる影響は小さいが、共同溝上床版と下床版間に生じる水平方向相対変位差は3~5倍に増大している。したがって、橋梁基礎と近接した共同溝の耐震設計では、近接部周辺において横断方向の耐震性にも配慮する必要があると考えられる。

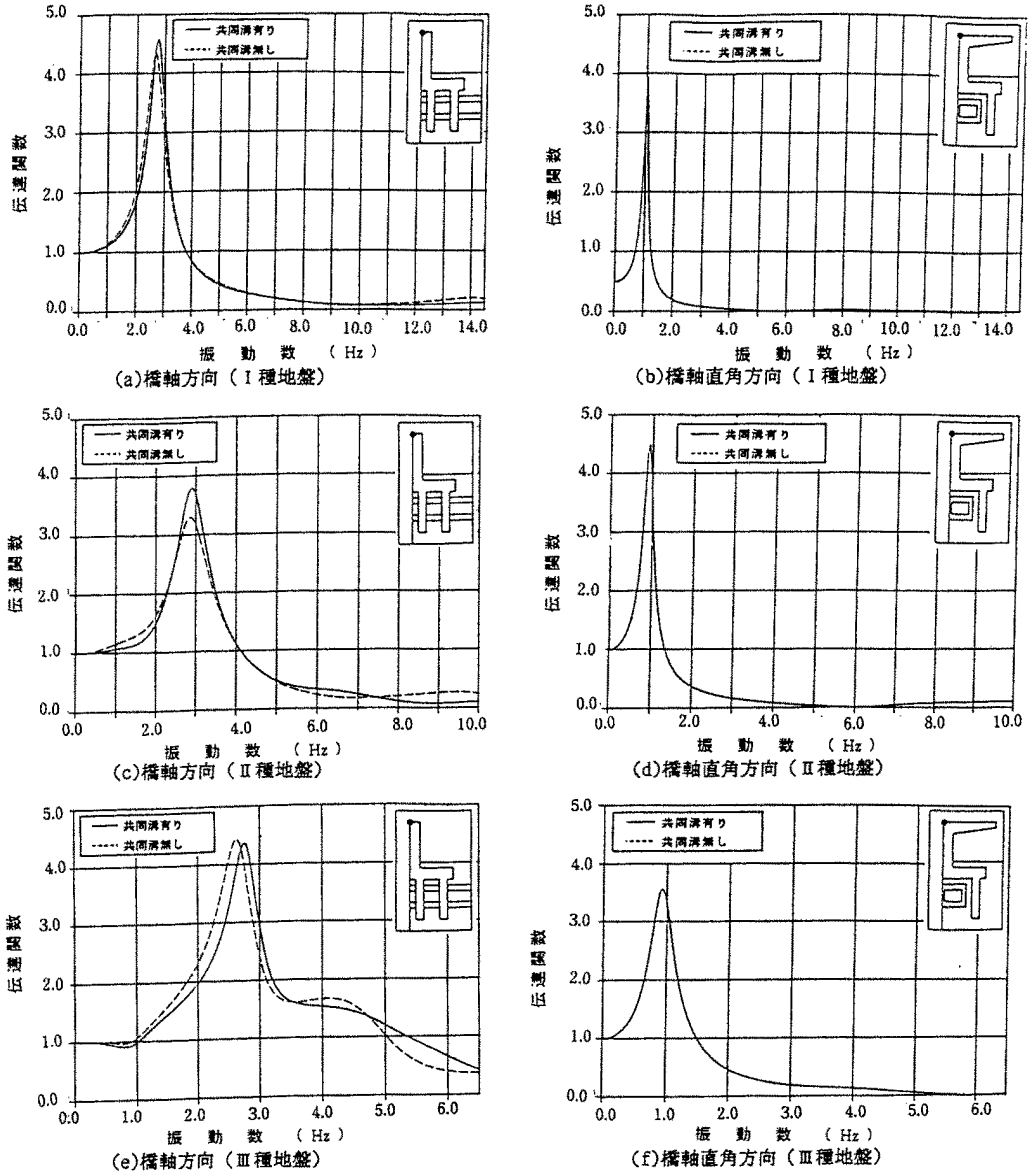


図-2 加速度伝達関数の周波数依存性

表-2 共同溝が高架橋に及ぼす影響

解析方向	地盤	最大水平加速度(gal)		最大水平相対変位(mm)	
		共同溝有	共同溝無	共同溝有	共同溝無
橋軸方向	I	162	160	6.82	6.98
	II	173	177	12.30	13.80
	III	239	260	34.10	35.50
橋軸直角方向	I	198	199	47.30	47.50
	II	181	181	55.10	55.50
	III	192	193	71.10	71.60

表-3 高架橋が共同溝に及ぼす影響

地盤位置	照査位置	最大水平加速度(gal)		最大水平相対変位(mm)	
		高架橋有	高架橋無	高架橋有:変位差	高架橋無:変位差
I	上床版	96	94	2.50	1.30
	下床版	90	91	1.40	0.99
II	上床版	102	110	10.8	8.74
	下床版	92	101	8.70	8.13
III	上床版	131	127	36.1	33.5
	下床版	116	119	33.2	32.9

6. まとめ

橋梁基礎と共同溝が近接した構造系では、橋梁の橋軸方向に対しては、動的相互作用により振動特性に変化が生じるが、橋軸直角方向に対してはそのような影響はわずかである。また、橋梁基礎と近接することにより、共同溝の上下床版間に生じる相対変位差は3~5倍に増大するため、共同溝横断方向の耐震性にも配慮する必要がある。