

鋼管矢板井筒基礎の動的応答特性

九州大学工学部 学生 ○佐藤 哲也、正 員 堤 一
 九州共立大学工学部 正 員 烏野 清
 山口大学工学部 正 員 麻生 稔彦
 鋼管杭協会 正 員 森川 孝義

1. はじめに

鋼管矢板井筒基礎は施工性に優れ、しかも仮締切としても利用できることから、近年、軟弱地盤における橋梁基礎として用いられている。しかし、橋梁が大型化するに伴い基礎の直径が大きくなり、従来の耐震設計法では十分に対応できない場合も生じている。そこで模型実験を行った結果、地震時に鋼管矢板井筒基礎は上部工の慣性力による影響だけでなく、地盤振動による強制振動を受けることを明らかにした。次に、理論解析でもそのことを検証したが、模型実験では地盤と基礎との相似則を完全に満足できないことから、基礎と地盤の相互作用の考慮ができるFLUSHのプログラムを用いて、実在鋼管矢板井筒基礎に対する地震応答解析を行った。

2. 概要

解析モデルに用いた実在の鋼管矢板井筒基礎は基礎直径(D)と根入れ深さ(H)との比(D/H)が異なるように、旧江戸川橋(D/H=0.29)、新水郷橋(D/H=0.47)、大和川橋(D/H=0.81)の3橋を選定した。旧江戸川橋、新水郷大橋および大和川橋の剛性比はおよそ1:2:18となっている。表-1に各橋梁における井筒基礎諸元、図-1に大和川橋基礎の概要を例として示す。本橋は全スパン長653m、中央スパン長355mの斜張橋であり、この主塔基礎は従来の井筒基礎に比べて非常に大きい。モデル化においては円筒形に組まれている鋼管矢板井筒基礎を、全体の断面特性および剛性を2で除したものを井筒部の外形にはり要素として置換し地盤モデルに組み込んだ。また、構造物の形状が大きい対称モデルとし、対称軸上の接点は上下方向固定、また橋脚と頂版の接合部、および頂版と井筒部の接合部の接点に関しては回転拘束としている。

入力地震波としては第一種用地震波およ

びELCENTRO地震波(NS成分)を最大加速度が100galになるように補正して入力した。また地盤のせん断弾性定

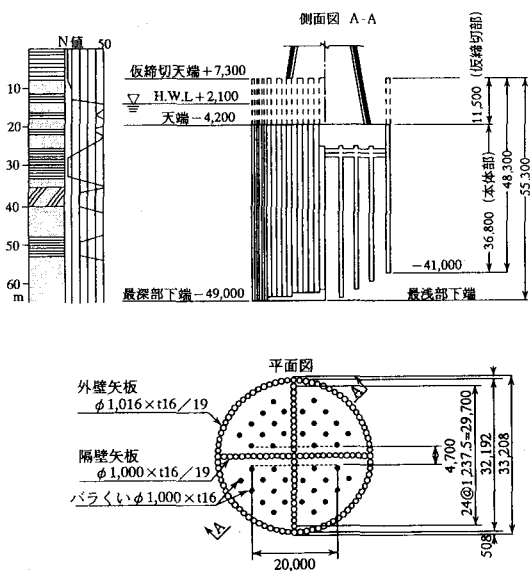


図-1 大和川橋鋼管矢板井筒基礎

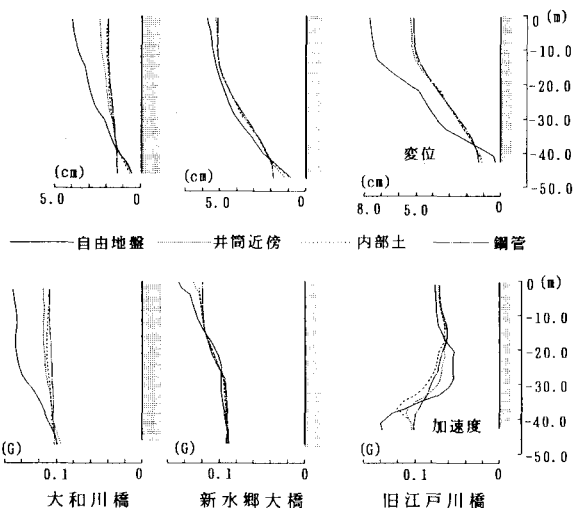


図-2 各橋基礎の応答変位と応答加速度

数及び減衰定数がひずみに依存する非線形解析を行っている。

3. 解析結果

図-2はそれぞれの橋の地震応答解析結果であり、第一種地盤地震波を入力した時の自由地盤、井筒近傍地盤、内部土および基礎の最大加速度と最大変位の分布を示したものである。旧江戸川橋と大和川橋では自由地盤に比べて鋼管矢板井筒基礎の変位は小さくなっている。これは井筒基礎の剛性によって地震時の地盤振動にかなり抵抗していることを示している。一方、新水郷大橋では地盤振動と基礎の変位がほとんど同じとなっている。この理由としては、入力地震波の卓越成分と地盤の1次の固有周期がほぼ一致しており地盤が大きく共振しているためと考えられる。内部土と井筒基礎は殆ど同じ挙動をしており、基礎の剛性が最も大きい大和川橋において井筒の変位は小さい。

図-3は大和川橋の主塔頂部、井筒基礎上部および自由地盤のELCENTRO地震波に対する応答加速度記録から求めたフーリエスペクトルである。図より斜張橋主塔基礎の固有振動数は0.8Hz近傍と推定されるが、この主塔の慣性力は小さいために井筒基礎に影響を及ぼしていない。一方、自由地盤のスペクトルを見ると地盤の固有振動数は1Hz近傍にありこの振動数で井筒基礎および主塔が大きく振動しており、地盤振動の影響を強く受けていることがわかる。このことは鋼管矢板井筒基礎の設計において地盤振動を考慮しなければならないことを示している。

表-2は解析した3橋の最大応答値である。各橋とも井筒基礎部の最大応答加速度は小さい。一方、入力地震波の種類によって地盤と井筒基礎の変位および上部工の加速度がかなり異なっている。これは入力地震波、地盤および上部工の振動特性が互いに影響しあっていると考えられる。

4. まとめ

実在の鋼管矢板井筒基礎の地震応答解析結果より、地震時においては井筒が地盤の影響を強く受けることが明らかになった。したがって、鋼管矢板井筒基礎の地震時における動的な挙動を十分検討し、耐震設計を行う必要がある。

<参考文献>

鳥野他、鋼管矢板井筒基礎の動特性に関する実験的研究

構造工学論文集 Vol.39A、1993

表-1 鋼管井筒基礎諸元

橋梁	表層厚 (m)	平均 Vs (m/s)	鋼管矢板井筒基礎				使用鋼管				D/Hw	備考
			形状	寸法 (m)	換算直径 D(m)	深さ Hw(m)	直径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (m)	本数		
大和川橋	52.4	258	円形	φ=33.21	33.21	41.0	1000	16, 19	41	132	0.81	斜張橋主塔基礎
旧江戸川橋	41.1	157	円形	φ=12.95	12.95	42.0	1200	14, 16	42	28	0.29	
新水郷大橋	50.5	254	小判形	22.46×16.19	21.77	46.5	1219.2	12.7~19	46.5	64	0.47	斜張橋主塔基礎

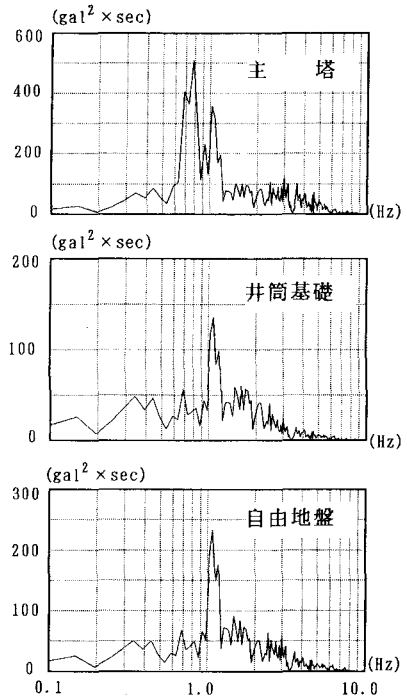


図-3 応答加速度のフーリエスペクトル

表-2 最大応答値

橋梁	位置	第一種地震波		EL-CENTRO	
		変位 (cm)	加速度 (gal)	変位 (cm)	加速度 (gal)
大和川橋	主塔	19.6	542	8.2	345
	自由地盤	4.1	148	2.3	130
	井筒近傍	2.5	113	1.6	106
	内部土	2.0	106	1.3	89
	基礎	2.0	109	1.3	91
旧江戸川橋	主塔	5.2	78	3.2	57
	自由地盤	7.7	137	5.3	175
	井筒近傍	5.3	135	3.3	142
	内部土	5.1	99	3.2	27
	基礎	5.1	119	3.2	61
新水郷大橋	主塔	49.9	1055	19.8	476
	自由地盤	5.8	144	2.5	124
	井筒近傍	5.3	127	2.4	97
	内部土	5.2	117	2.4	99
	基礎	5.2	121	2.4	99