

I-B 335

番の州高架橋地震応答解析

本州四国連絡橋公団 正会員 奥田 基
 本州四国連絡橋公団 矢野 賢晃
 大日本コンサルタント 正会員 池谷 正幸
 大日本コンサルタント 正会員 野口 邦生

1、まえがき

本州四国連絡橋公団では瀬戸中央自動車道の開通以来、瀬戸大橋の主要橋梁に動態観測システムを構築し、地震動や風などの定点観測を継続している。1995年兵庫県南部地震についてもこの計測システムを利用し、当該地域における地震動の収録を行った。本文では、現行の動的応答解析手法検証のため実施した、番の州高架橋陸上部の地震応答観測記録とシミュレーション解析との照合結果について概要を報告する。

2、地震応答シミュレーション解析法の概要

(1) 強震観測システム

瀬戸大橋の主要橋梁には地震動や風に対する動態観測用計器が設置され一元的監視が常時実施されている。

番の州高架橋陸上部では、兵庫県南部地震動強震記録を図-1に示す基盤部を含め4箇所の地中部地震計と橋脚部4個の加速度計により観測した。

(2) 地震応答解析手法

シミュレーション解析の内容とその手順を図-2に示す。

a. 地震動引き戻し波の検証

一次元重複反射理論により地表面観測波を基盤へ引き戻し、基盤観測波との比較から解析法や地盤モデルを検証。

b. 地盤・構造物動的相互作用の解析

解析は等価線形化法の二次元有限要素法で行い、地盤と構造物の動的相互作用解析を実施。この解析結果と地中部観測波との比較を通じ、解析法やモデル化の妥当性を検討。ここで、入力地震動は基盤付近観測波と基盤引き戻し波を使用し両者応答結果の比較も行った。

c. 橋梁構造物弾（塑）性地震応答解析

橋梁の橋脚部と上部構造部を2次元と3次元骨組みモデルに置換し、次の2ケースの動的応答解析を実施。

ケース①は、橋脚下端を固定支持でモデル化し、動的相互作用解析で求めた橋脚下端位置での加速度応答を外力として時刻歴応答解析を行う。ケース②は、基礎工をパネモデルに置換し、地表部地震波をフーチング下端に入力。

3、解析結果

(1) 解析橋梁の概要

解析対象の高架橋は表-1に示す、路線延長2238.5mの連続高架橋の内の4径間部であり、上層道路部は鋼桁、下層鉄道部はPC桁よりなる道路鉄道併用橋である。

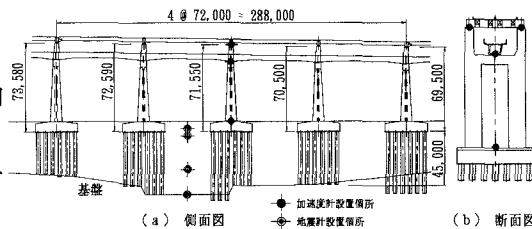


図-1 橋梁形状と観測計器位置

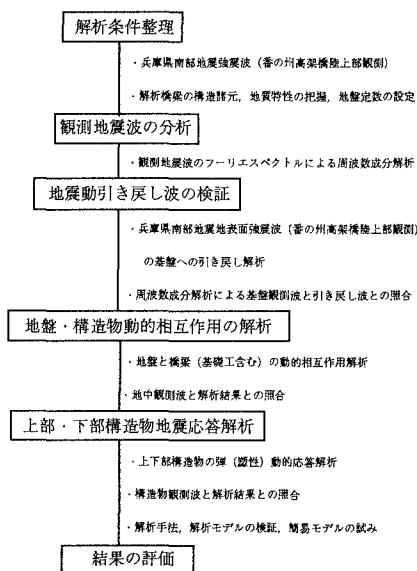


図-2 解析の手順

表-1 橋梁構造諸元

橋 格	道路部：一等橋（TL-20, TT-43） 鉄道部：暫定時 - KS-16（複線） 完成時 - N-18, P-19, KS-16（単線）
支間長	4 × 72.0 = 288.0 m
型 式	道路部：4径間連続非合成箱桁（横梁剛結方式） 鉄道部：4径間連続PC箱桁
下部工	上段柱：RC2柱式
構造形式	下段柱：RC1断面式

(2) 観測波の周波数分析

図-3は瀬戸大橋基盤付近4箇所を設置した、南北方向地震計強震記録の減衰定数5%に対する加速度応答スペクトルである。各々の地点で応答値に若干差は生じているがほぼ同様な特性を有していることが分かる。番の州高架橋位置での観測最大加速度振幅は30gal程度であった。

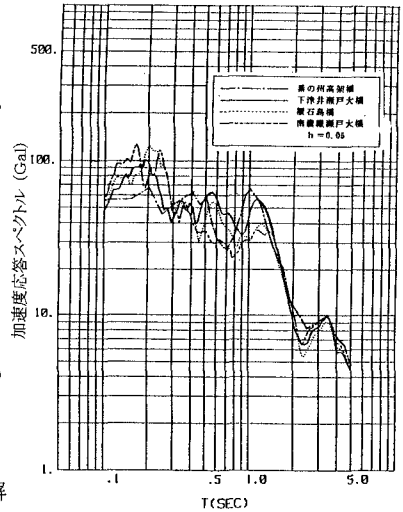


図-3 基盤付近加速度応答スペクトル

(3) 地盤・構造物動的相互作用の解析

図-4は橋軸方向を対象とした地盤と構造物の動的相互作用解析モデルを示す。ここに、解析ソフトはSuper FLUSHを使用した。

図-5は、地下-12m位置での動的相互作用解析結果と観測地震動の周波数領域比較結果を示す。動的相互作用考慮なしの場合は6Hz付近のスペクトルの山が評価できないことが分かる。一方、動的相互作用考慮の場合は観測地震動の値にほぼ近い結果を得た。

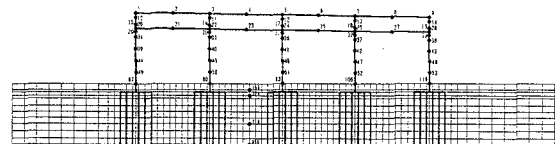


図-4 地盤と構造物動的相互作用解析モデル

(4) 上部・下部構造物弾（塑）性地震応答解析

図-6は、橋梁構造物の地震応答解析3次元骨組みモデルを示す。解析ソフトは材料非線形が取り扱える骨組み解析用プログラムを使用した。弾性領域内の応答に留まった。

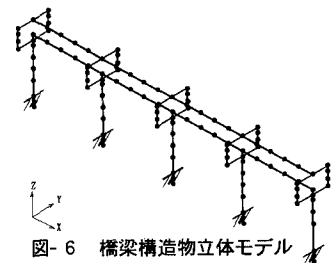


図-6 橋梁構造物立体モデル

図-7は動的相互作用解析で求めた橋脚下端位置での加速度応答波を外力とし、時刻歴応答解析を行った鉄道桁支承部における応答結果である。位相のずれが発生しているが観測波に近い応答を解析により再現できた。ここに、構造減衰定数は、道路部2%、鉄道部5%、橋脚部5%とした。

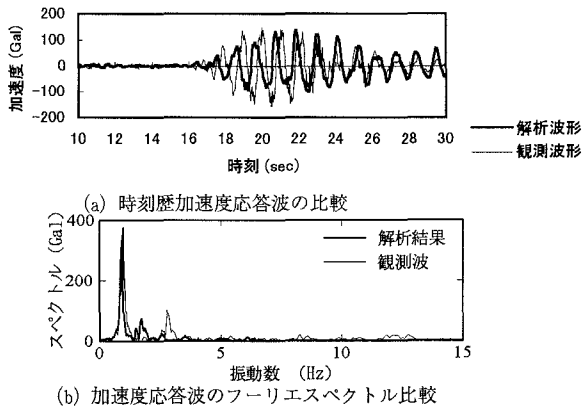


図-7 鉄道桁支承部地震応答

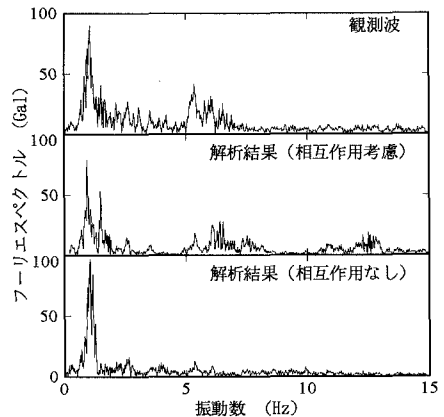


図-5 加速度応答波のフーリエスペクトル

4. まとめ

以上、一般に採用されている動的応答解析手法の検証を目的に行った、地震応答観測記録とシミュレーション解析との比較結果の一部を紹介した。これより地盤と構造物の動的相互作用を考慮すれば、ほぼ解析値と観測値が良く一致することが判明した。

これは当該地域での観測地震動の最大加速度レベルが比較的小さく応答が弾性領域に留まったのも一因であろう。