

阿南高専専攻科

阿南高専建設システム工学科

群馬高専環境都市工学科

学生員○辻 佑太

正会員 笹田修司

正会員 三上 卓

1. はじめに

RC 橋脚の耐震設計は、従来から行われてきた震度法や地震時保有水平耐力法による静的解析に加えて、動的解析が一般的になってきている。動的解析のうち、時刻歴応答解析で入力する地震動としては、道路橋示方書¹⁾に示されているように、架橋地点で実測された強震記録を用いるか、既往の代表的な強震記録を、規定される加速度応答スペクトルに近い特性を有するように振幅調整した加速度波形が用いることとされており、それらの加速度波形を1波ずつ用いて解析を行い、その応答結果を平均することとされている。その代表的な強震記録が、兵庫県南部地震の際に観測された記録である。一方で、近年、東海・東南海・南海地震の発生が危惧されている中、それらが連動して発生することが懸念されている。実際に、1707年の宝永地震(M8.4~8.7)では東海・東南海・南海で連動して地震が発生しており、また、1854年の安政南海地震(M8.4)と安政東海地震(M8.4)は約32時間差で地震が発生している。したがって、強震動が作用して被害を受けた後に、適切な修復が行われるまでの期間に、余震のみならず、別の強震動が再び作用する可能性が考えられる。

そこで、本研究では、道路橋 RC 橋脚に対し、強震動が1波のみ作用した場合と、強震動が連続して作用した場合の地震応答解析を行い、RC 橋脚の耐震性能への影響について検討を行った。

2. 解析方法

2.1 解析対象橋脚と解析ソフトウェア

動的解析を行った検討対象橋脚は、参考文献2)に示されている5径間連続鋼Iげた橋の1橋脚であり、図-1に示すような杭基礎を有するRC 橋脚である。表-1に、対象橋脚の構造設計条件を示す。なお、対象橋脚の1次固有周期は、1.02秒である。

使用した解析ソフトウェアは、土木研究センターが配布している「動的解析体験版ソフトウェア DYMO」である。このソフトウェアでは、簡単な杭基礎を有する単柱式 RC 橋脚を対象にした動的解析による安全性の照査として、図-2に示すような多質点系モデルを用いた Newmark-β法を用いた非線形時刻歴応答解析が可能である。

2.2 入力地震動

本研究では、入力地震動として、1995年兵庫県南部地震時に JR 西日本鷹取駅構内地盤上で記録された NS 成分を1波で用いた加速度波形(以下、単波形と呼ぶ)と、その波形を連結した加速度波形(以下、連続波形と呼ぶ)

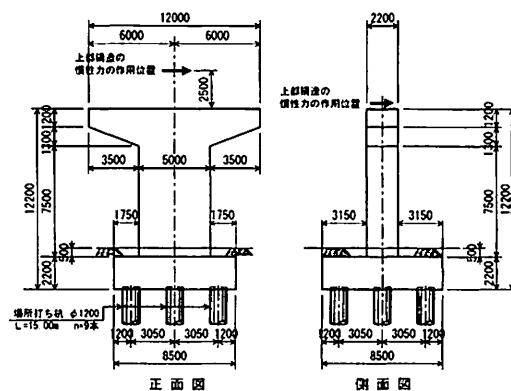


図-1 対象橋脚

表-1 構造設計条件

上部構造形式	5径間連続鋼Iげた橋	
支間割	40m×5径間	
幅員	全幅員 12.000m	
活荷重	B活荷重	
支持条件	2方向弾性支持	
支承の種類	弾性ゴム支承	
橋脚	T型橋脚	
基礎	場所打ち杭	
コンクリート	橋脚	$\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$
	フーチング	$\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$
	杭	$\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$
鉄筋	主鉄筋	SD295
	帯鉄筋	SD295
固有周期	第一次	1.02秒

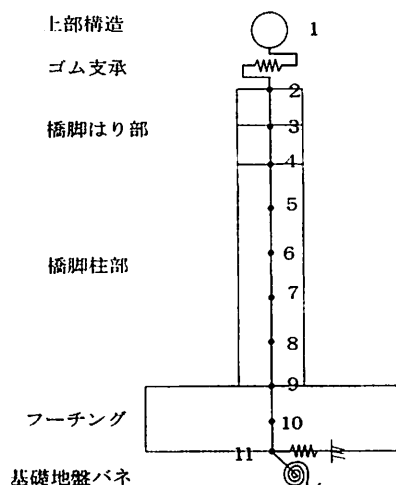


図-2 解析モデル

を用いた。図-3に、単波形と連続波形の加速度波形、図-4に、単波形と連続波形のフーリエスペクトルおよび加速度応答スペクトル ($h=5\%$)を示している。図-4より、連続波形のフーリエスペクトルのピーク値は継続時間が2倍のため単波形の2倍の値であり、加速度応答スペクトル値は単波形の値とほぼ一致している。

3. 解析結果

図-5は、RC橋脚に単波形および連続波形を橋軸方向に入力して非線形時刻歴応答解析を行った際の橋脚基部の応答履歴である。単波形入力の場合は許容曲率以内に収まっているものの、連続波形入力の場合は許容曲率に近い値になっている。表-2は、単波形および連続波形入力の場合の安全性の照査結果である。単波形入力の場合は、全ての項目が許容値に収まっているが、連続波形入力の場合は、橋脚の残留変位が許容値を超えた結果となっている。このことは、ひとつの強震動が作用して橋脚の安全性に問題はなくても、引き続いて同程度の強震動が作用すると、橋脚に被害が生じる可能性を示唆している。

4. おわりに

本研究では、動的解析により安全性の照査を満足しているRC橋脚に対して、連続した強震動が作用したと想定し、2波連続させた強震動を入力した。その結果、連続した強震動に対しては、耐震安全性の照査を満足しない場合があることが明らかとなった。このことは、構造物が本震1波形に対して健全であっても、その後の余震や他の地震による強震動により被害を受ける可能性があることを示唆している。したがって、複数の地震の発生が想定されている地域において、本検討結果をRC橋脚の耐震設計に取り入れていくべきであると思われる。

参考文献

- (社)日本道路協会：道路橋示方書，V 耐震設計編・同解説，2004.3.
- 橋の動的耐震設計法マニュアル検討委員会：橋の動的耐震設計法マニュアルー動的解析および耐震設計の基礎と応用ー，土木研究センター，2006.5.

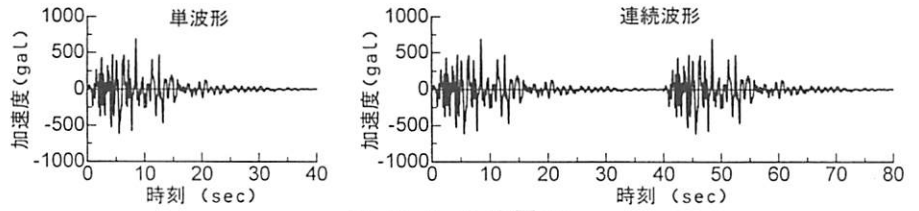


図-3 入力地震動

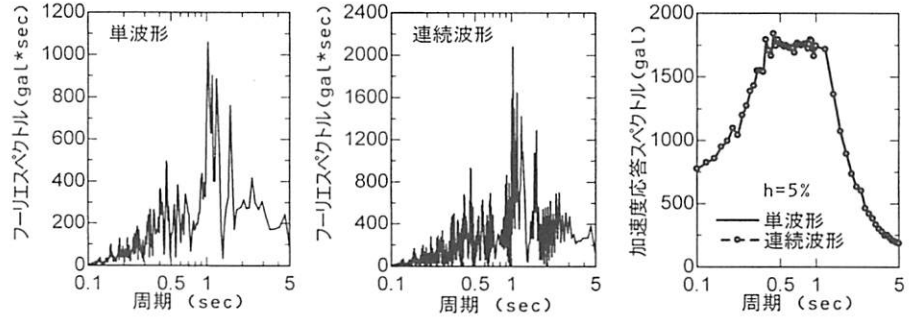
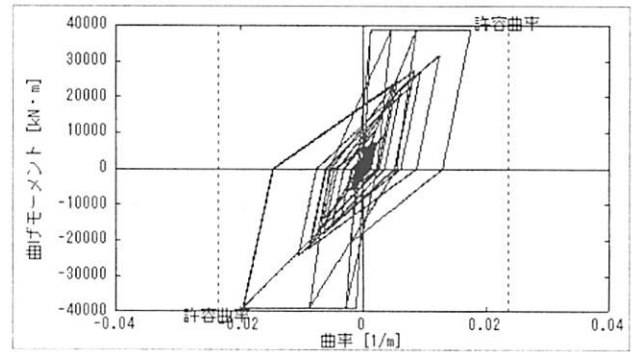
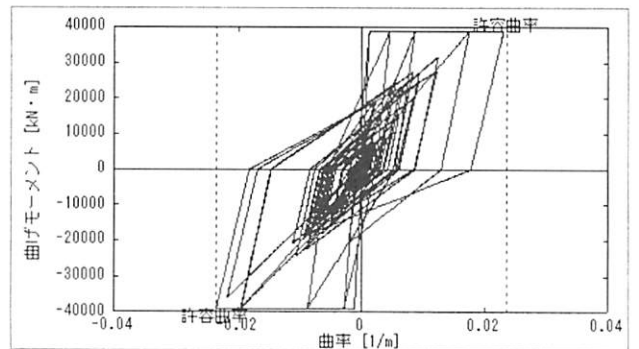


図-4 フーリエスペクトルと加速度応答スペクトル



(a) 単波形入力



(b) 連続波形入力

図-5 橋脚基部の応答履歴(橋軸方向)

表-2 安全性の照査結果(橋軸方向)

照査項目	許容値	単波形入力		連続波形入力	
		応答値	判定	応答値	判定
橋脚の塑性率	7.76	5.70	OK	6.65	OK
橋脚の残留変位(m)	0.1	0.0956	OK	0.1149	OUT
橋脚のせん断力(kN)	8,828	3,893	OK	3,893	OK
ゴム支承のせん断ひずみ	2.5	2.007	OK	2.007	OK