

常時微動特性を基にした建物の振動挙動評価

立命館大学理工学部	フェロー会員	○早川 清
大阪大学大学院工学研究科	正会員	鍋島 康之
立命館大学理工学部	学生会員	繁松 省吾
(株)構造計画研究所		西村 忠典

1. はじめに

兵庫県南部地震により各種の構造物が多大な被害を受けたことから、ますます地震に対する関心が高くなるとともに、既存構造物の耐震診断・補強の必要性が強く認識されるようになった。なかでも、この地震により中高層ピロティ建築物が多大な被害を受けた。

本研究では、現行耐震基準(1981年)前に建築され、この度改修工事をする事が決定した大阪大学の1階部分がピロティ構造の建物について、改修工事前に常時微動測定を行い、振動挙動を考察した。

また、常時微動測定を実施した建物の擬似モデルを作成し、地震応答解析を実施して地震時の挙動を把握するとともに、柱を補強した際の応答性状の相違に着目して検討した。

2. 常時微動の測定概要

・建物概要:対象建物は、現行耐震基準(1981年)の前に建築された3階建てのRC構造物である。建物の長辺は38m、短辺は16m、高さ12.5mであり、1階部分はピロティ構造、中央の階段、廊下を挟んで南北の2階・3階は教室となっている。

・測定方法:簡易振動計 SPC-35N とサーボ型速度計を用い、NS(建物の短辺)・EW(建物長辺)の水平方向2成分とUD(上下)の鉛直方向1成分の計3成分の、同時10分間測定を行った。また、建物から少し離れた地盤上での測定も行った。測定箇所は、Fig.1に示す13箇所である。測定時に、建物から約50m離れた地点で工事をしていたため、測点5・6・7以外に工事振動が多少含まれていると考えられる。

3. 解析概要

各測点で測定したNS(建物の短辺)・EW(建物の長辺)の水平方向2成分と、UD(上下)鉛直方向1成分の計3成分について、明らかに外部の振動源の影響であると考えられる部分を避け、10分間(30000point)の中から164秒(8192point)を選定して、FFT解析を行った。FFT解析により算出した各成分の数個のスペクトルを平滑化した。そして、FFTスペクトル解析より抽出した各成分の卓越周期(sec)と卓越周期の速度振幅(kine*sec)をFig.2、Fig.3に示した。

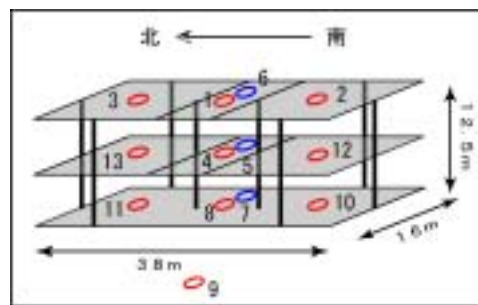


Fig.1 常時微動の測点図

4. 解析結果及び考察

4.1. 卓越周期に対する考察

水平成分のNS(建物の短辺)とEW(建物長辺)は、どの測点においても、卓越周期はほぼ一定で、約0.30(sec)であった。鉛直成分(UD)は、どの測点においても、卓越周期はほぼ一定であり、水平成分(NS・EW)より卓越周期は短く、約0.10(sec)であった。工事振動無しと工事振動有りと比較を行うと、周期はほぼ同じ値を示した。このことより、常時微動測定の卓越周期は、建物の固有周期を十分に示していると考えられる。

キーワード: ピロティ構造、常時微動、卓越周期、速度振幅、地震応答解析、固有周期

連絡先: 早川清(525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 077-561-2789)

4. 2. フーリエ振幅に対する考察

建物1F～3Fにおいて、EW（建物長辺）、NS（建物短辺）、UD（上下）の順に振幅が大きい。建物中央と建物北側・南側の比較では、EW（建物長辺）成分は、階が上がるに連れてどこもほぼ同じように振幅が増加傾向にある。NS（建物短辺）成分は、建物北側・南側に比べると中央では振幅が小さい。UD（上下）成分は、建物北側・南側では階が上がるにつれて増加傾向なのに比べ、中央では振幅は少なく、階が上がってもほぼ一定である。これらから、建物の振幅はEW（建物長辺）成分の影響が最も大きく、UD（上下）成分は水平成分ほど建物に影響はないものと考えられる。

5. 模擬モデルの地震応答解析

5. 1. 解析概要

構造物は、三次元ビーム要素を用いてモデル化した。モデル化に際しては、教室部を対象とした。

解析は、部材の非線形性は考慮せず線形とし、各階の床を剛床と仮定して行った。柱の補強後の検討については、柱剛性のみを20%大きくして行った。Fig.4 に解析モデルを示した。CASE1を補強無し、CASE2を補強有り（柱剛性20%増し）とした。

5. 2. 入力地震動

検討に用いる入力地震動は、基盤レベルの模擬地盤を作成し、当該地点の地盤物性を用いて、「SHAKE」の等価線形解析により地表面レベルまで引き上げた地震波を使用した。表.1に、地震波の引き上げに使用した当該地点の地盤特性を示した。Fig.5に、基盤レベルでの模擬地震動を、Fig.6に、地表面レベルでの地震動を示した。

5. 3. 解析結果

表.2に、各ケースの固有振動数を示し、Fig.7に、各層の最大変位分布のケース比較を示した。

6. まとめ

建物の常時微動測定の結果から、建物の揺れに影響を与えているのは、水平成分であり、中でも、建物長辺方向の成分が影響を与えている。別途実施している振動模型実験結果よりも、建物の揺れに鉛直成分はあまり影響していないことが確認できた。また、水平方向と鉛直方向の固有周期を比較すると建物長辺、建物短辺はほぼ同じ周期を示し、建物鉛直方向は建物水平方向よりも卓越周期が短いという傾向が見られた。

模擬モデルの地震応答解析より、固有値については、柱剛性を20%大きくすることによって、固有振動数は若干大きくなり、補強効果が得られた。また、柱剛性を20%大きくした場合、屋根部での最大変位は約10%低減することがわかった。

また、大阪大学の常時微動結果から得られた水平成分の固有周期は、およそ0.31sec、地震応答解析の補強前の一次固有周期は0.44secであり、地震応答解析の固有周期が長い結果となった。今回は、極力単純なモデルについて応答計算を行ったが、両者の固有周期相違は、比較的良く一致した。

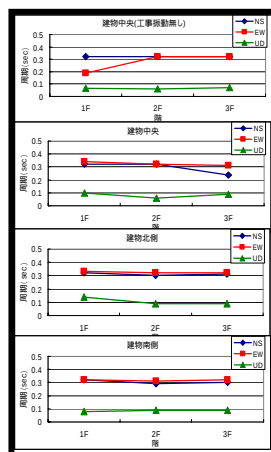


Fig.2 測点別卓越周期

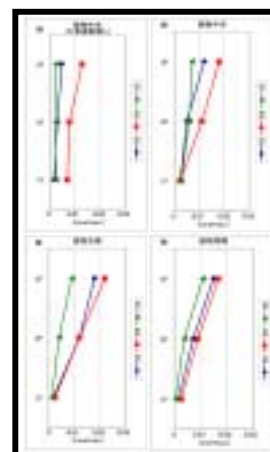


Fig.3 測点別フーリエ振幅

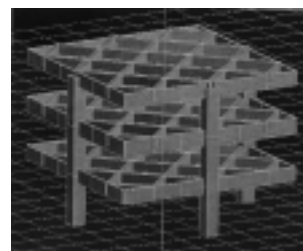


Fig.4 解析モデル

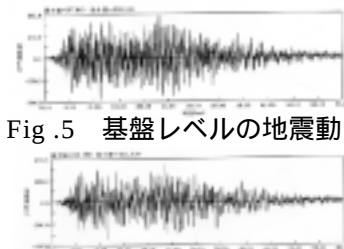


Fig.5 基盤レベルの地震動

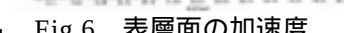


Fig.6 表層面の加速度

表.1 地盤物性値

深度 (m)	せん断波速度 (m/s)	密度 (tf/m^3)
0.00～5.10	210	1.9
5.10～9.90	340	1.9
9.90～19.8	350	2.0
19.80～25.90	320	1.9
25.90～33.50	420	1.7
基盤	500	2.0

表.2 固有振動数

	1次	2次
CASE 1	2.25Hz	8.43Hz
CASE 2	2.30Hz	8.73Hz

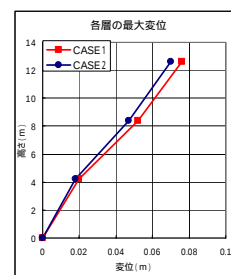


Fig.7 最大変位比較