

## 地震動観測地点に於ける地盤特性の測定と解析

豊橋技術科学大学

○ 西岡 省三

同上	学生員	リーワット・チャアチャイ
同上	正員	新納 格
同上	正員	栗林 栄一

### 1. はじめに

地震による建造物の被害は、過去の震災例や研究結果から、地盤構造が不規則な不整形地盤や地形で生じ易いことが指摘されている。そのため、不整形地盤や地形が地震動に与える影響の問題は、地震工学上の重要な問題となっている。そこで不整形地盤・地形の応答解析のモデルの開発と実際の地震観測による評価を行うために、このたび豊橋技術科学大学及びその周辺に地震観測システムを設置することになり、それに先立ち設置地点周辺での常時微動観測を行った。

本研究論文は、地震動観測地点の表層地盤特性を把握するために行った常時微動観測と、解析結果についての一考察である。

### 2. 観測地周辺の地形・地盤概要<sup>1)</sup>

豊橋市域の地形の概要は低平地、台地、丘陵地及び山地に区分される。地震観測システムは、豊橋市域で最も低い地域の一つである梅田川に沿う流域の低平地に位置する本郷中学校、梅田川以北の高師原台地に位置する豊橋市消防署南分署、梅田川以南に広く分布している標高20から60mの、天伯原台地に位置する天伯小学校及び豊橋技術科学大学内に設置する予定である。豊橋の地盤を構成する地層は、古生層と洪積層及び沖積層である。このうち洪積層が市域の大部分を占めて最も広く分布し、おもに台地・丘陵地を構成している。沖積層は、主にそれらの間の低所などを埋めて低平地をなして分布している。洪積層は主として礫層、砂層、シルト層などの累層からなり、これらの地層は、ほとんど水平に近い層状をなして分布しているが、全般的に南から北に向かってきわめて緩い傾斜で傾いている。図1に地震観測システム設置予定地点のN値分布<sup>2)</sup>を示す。

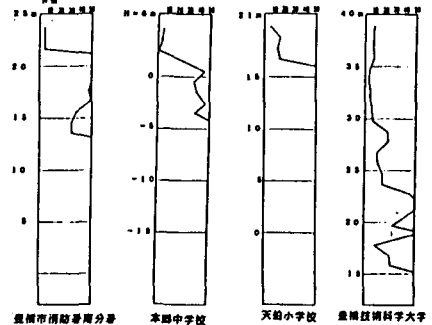


図1 N値分布図

### 3. 観測概要

地震観測システム設置予定点である4カ所及び県道小松原線沿いに、21カ所の地点で常時微動測定を行った。測定は、震動の速度波形について水平2成分(N-S, E-W)、鉛直1成分(U-D)の3成分を同時に固有周期1秒で測定し、換振器による電気信号を増幅器で増幅しローパスフィルターにより高周波成分を除去したのちデジタルレコーダーによりフロッピーディスクに記録する方式とした。なお、測定は人工的震動の影響を受けないように、深夜から早朝にかけて行い1カ所につき約3分間程度回数記録した。図2, 図3に測定位置を示す。

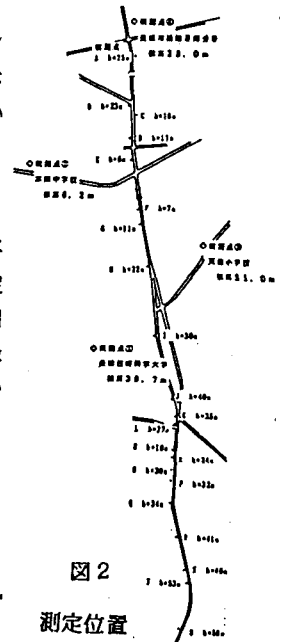


図2

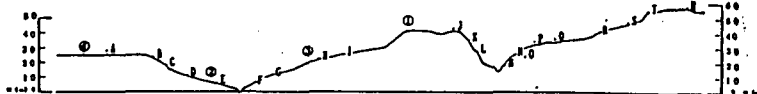


図3

4. 解析方法

実測された各位置での速度時刻歴波形は、フーリエスペクトル解析により処理した。なお、解析の際スペクトルが、きわめて鋭敏で変動が大きいため、表層の地盤特性のような平均像に対して、より平均的な震動特性に関する情報を得るために、波形の平滑化操作としてハミングウィンドウを5回かけ各地点毎に外乱による影響がないと思われる部分約10秒間のデータ数個を加算平均して、その地点のフーリエスペクトルとした。

地震動の水平最大加速度と上下最大加速度の比は、堅固な地盤ほど1に近く、軟弱になるほど大きくなる傾向があって、表層地盤の増幅倍率との相関性から地表面の常時微動の水平スペクトル $S_H$ と上下方向スペクトル $S_U$ の比 $S_H/S_U$ を、表層地盤の伝達関数とする方法が提案されている。<sup>3)</sup>そこで、得られた水平及び上下方向のフーリエスペクトルより各地点の推定伝達関数を求めた。

また有限要素法による連続体の解析プログラムFLUSHの自由地盤解析プログラム及び1次元重複反射理論にもとづく解析プログラムSHAKEによる解析からも伝達関数を求めた。地盤のモデル化は、地盤調査結果より土質毎に諸物性値を推定し行った。基盤面は、土質柱状図・N値分布図よりN値が50以上ある砂礫層の下面とした。図4、図5に各観測地点での卓越周波数、伝達関数の最大値とそのときの周波数を示す。また、表1にFLUSH及びSHAKEによる解析より得られた伝達関数の卓越周波数を示す。

5. 結果

・標高の違いによらず観測地周辺では、1 Hz付近の周波数が1次の卓越周波数として確認された。また、2次及び3次の卓越周波数は、表層地盤の厚さに対応して変化している。

伝達関数の最大値は、およそ2倍から10倍の値をとり、そのときの周波数は1 Hz付近である。

・FLUSH及びSHAKEによる解析結果は互いに似たような結果となったが、やや短周期側の卓越周波数が現れる結果となった。

謝辞

観測地点での地盤調査結果を提供して頂いた豊橋市に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 松沢・嘉藤：豊橋市域の地質，愛知県建築部・豊橋市，昭和36年3月
- 2) 地盤調査工事報告書，豊橋市
- 3) 中村・上野：地表面震動の上下成分と水平成分を利用した表層地盤特性推定の試み，第7回日本地震工学シンポジウム（1986）

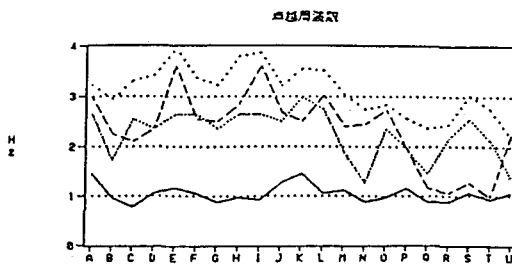


図4 - 1次 - 2次 - 3次 - 上下

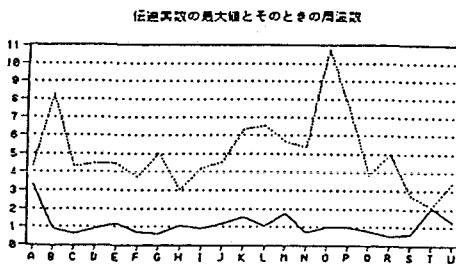


図5 - 周波数 - 伝達関数

表1 伝達関数の卓越周波数/FLUSHおよびSHAKEによる解析結果(Hz)

地点	プログラム	1次	2次	3次	4次
本郷中学校	SHAKE	5.500			
	FLUSH	5.225			
天伯小学校	SHAKE	3.360	9.080		
	FLUSH	3.370	9.082		
豊橋大	SHAKE	1.780	3.940	6.310	9.810
	FLUSH	1.758	3.955	6.348	9.766