

工学院大学「地震防災・環境研究センター」における強震観測システム、及び、地盤調査結果について

正会員 川上 洋介*
同 久田 嘉章**

崖地形効果 PS 検層 成層地盤
グリーン関数 強震観測システム 微動観測

1. はじめに

文部科学省の学術フロンティア推進事業の研究補助により、2001年より工学院大学・八王子校舎に「地震防災・環境研究センター」が設立された。当センターでは「建築物・機器等の地震防災新技術の研究開発」や「環境共生型建築新技術の研究開発」等を主な柱に5年間のプロジェクト研究を行う予定である。

当センターのために、既存の実験棟に木造3階建住宅の耐震実験が可能な新設の実験棟を新設し、加えて実験棟の内外で強震観測を予定している。実験棟は高さ10m程度の崖地の上に建設されており、強震観測により崖地の地形効果による地震動の増幅特性と、制振ブレースを持つ建物の振動特性を解析することを目的としている。ここでは強震観測システムと、2001年に行った地盤構造調査の概要を紹介したい。

2. 「地震防災・環境研究センター」の強震観測システム

図1に2002年度より稼働予定である工学院大学「地震防災・環境研究センター」における強震観測システムの加速度センサーの配置図を、図2には観測機器のシステム図を示す。収録システムはKinematics社製の3台のALTUS-K2(各12ch、計36ch)であり、サーボ型加速度計(EpiSensor Model FBA ES-T)が屋外の地表に7地点(崖上6・崖下1で各3成分、合計21ch)、地中に1地点(Model FBA DH, 3成分)、建物内では既存建物と新設建物の1階に各1点(各3成分、計6ch)、新設建物の3階床面に2点(各水平2成分、計4ch)設置されている。加えてセンターには制振ブレースが設置され、荷重計・変位計(2ch)も当システムで同時観測される予定である。データ収録はイベントトリガーによりPCに保存され、同時に学内LANを経由して工学院大学・新宿校舎のPCにもデータが保存される。

3. 地盤条件と地盤構造調査

図1に示される位置の断面図とボーリング柱状図を図3に示す。元々当該敷地は小さな丘であり、切土を行うと同時に、センターの北側の谷では盛土による整地が行われた。崖地下では工学基盤が露出しており、敷地の北西側では工学基盤層がやや浅いものの、約10m厚の沖積層がそのまま崖地を形成している。センターの北側での表層部分に盛土が見える。

敷地の地盤構造を把握するため、図1に示す3地点でPS

検層を実施した。SP検層は板叩きにより、各検層ボーリングで1m深さごとにP波及びS波初動を観測し、走時曲線より速度構造を推定した。P波初動は上下起振により、S波は左右の水平起振により、それぞれパルスの立ち上がりから読み取った。走時曲線では起振点と孔口との水平距離をH、i番目の測定深度をdi、読み取り走時をTiとすると、次の補正走時Txiを用いた。

$$Txi = Ti \times \frac{di}{\sqrt{di^2 + H^2}} \dots\dots\dots (1)$$

各孔のN値と推定したP、S波速度を表1、表2に、観測した速度波形(水平起振の例)を図4に示す。図4には久田¹⁾による成層地盤のグリーン関数を用いて、推定した地盤構造を用いて計算した波形も示す。振源関数はRicker波で周期と発振時は最も浅い観測点の波形から推定した。図より観測点が深くなると、初動位置や波形形状が著しく異なってくるのが分かる。そこで浅い観測点から1mごとにS波速度を試行錯誤により補正し、観測波形の初動が合うように速度構造を推定した。表1、表2の右欄に推定した速度構造を、図4には補正した速度構造を用いて計算した速度波形を示す。PS検層により得られた速度構造と比べ、波形との比較から推定した構造は、N値との相関も良く、当然ながら観測波形との一致も改善されている。しかしながら初動以降の波形形状の一致は良くなく、振源関数の補正に加え、成層地盤以外の構造の必要性も示唆される。

なお地盤構造調査のため、SP検層以外にアレーによる微動観測も実施している。解析結果は別の機会に発表する予定である。

謝辞

微動観測では明星大学の年縄 巧氏、芝浦工業大学の紺野 克昭氏、清水建設の早川 崇氏、工学院大学・明星大学・芝浦工業大学の学生の協力を頂きました。またSP検層は応用地震計測株式会社により実施されました。本研究は文部科学省の学術フロンティア推進事業の研究補助を受けています。

参考文献

1) 久田嘉章, 成層地盤における正規モード解及びグリーン関数の効率的な計算法, 日本建築学会構造系論文集, 501, pp.49-56, .1997

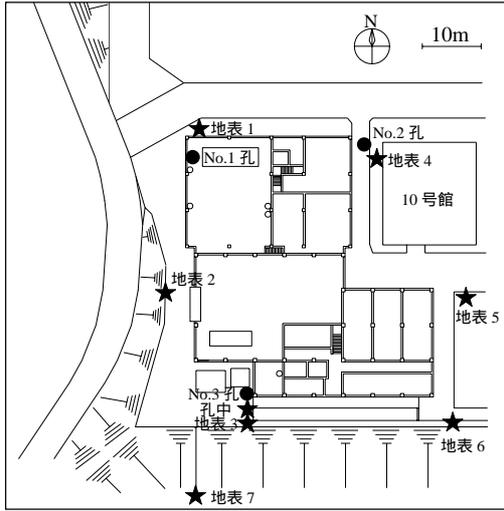


図1 配置図

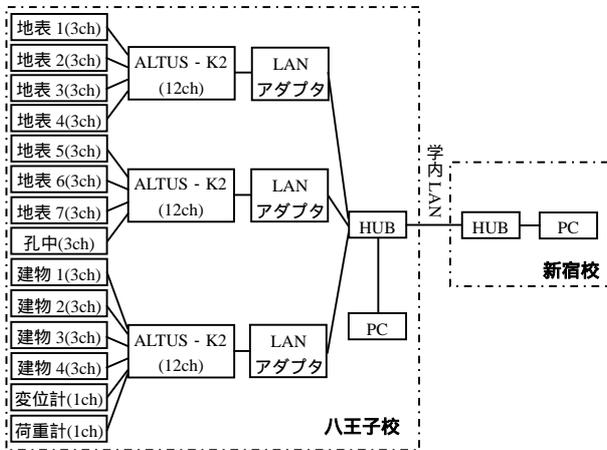


図2 システム図

表2 No.3孔におけるN値・P波速度・S波速度

深度 (m)	層厚 (m)	地質	N値	P波速度(m/s)		S波速度(m/s)	
				PS検層地盤	修正地盤	PS検層地盤	修正地盤
1	0.6	埋土	18	720	220	225	
2	1.9	礫混り細砂	21			350	
3	4.3	シルト質細砂	6			260	
4			10			230	
5			12			210	
6			11			245	
7	19	295					
8	1.05	礫混り細砂	17	370	370		
9	1	砂質シルト	38		530		
10	3.51	砂礫	50		700	660	
11			50	600			
12			50	810			

表2 No.3孔におけるN値・P波速度・S波速度

深度 (m)	層厚 (m)	地質	N値	P波速度(m/s)		S波速度(m/s)	
				PS検層地盤	修正地盤	PS検層地盤	修正地盤
1	1.1	埋土	18	510	280	310	
2	1.5	礫混り細砂	15			330	
3	5	シルト質細砂	14			520	
4			15			390	
5			13			255	
6			19			430	
7	34	345					
8	0.9	礫混りシルト質細砂	46	1600	700	350	
9	4.6	砂礫	50			900	
10			50			1000	
11			37			475	
12			50			510	
13	1.9	礫混り細砂	50	1050			
14			1050				
15			1050				

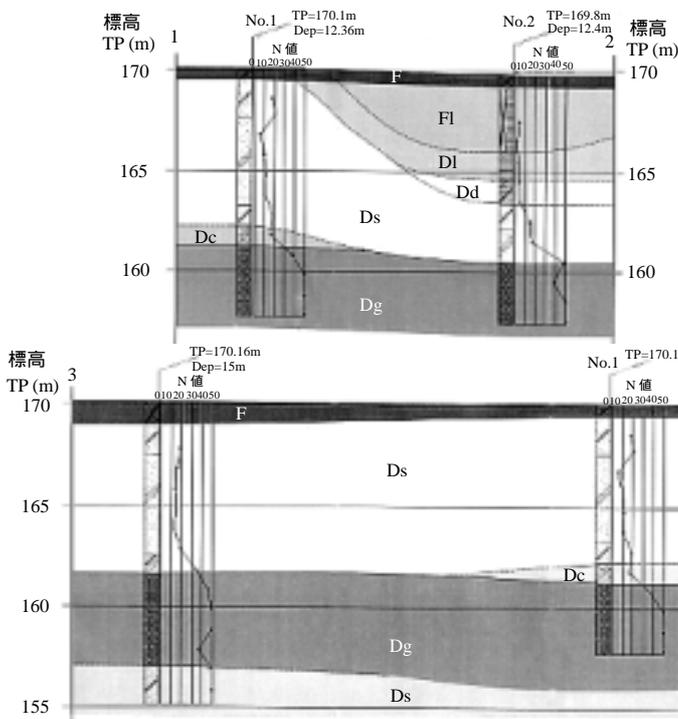


図3 断面図とボーリング柱状図

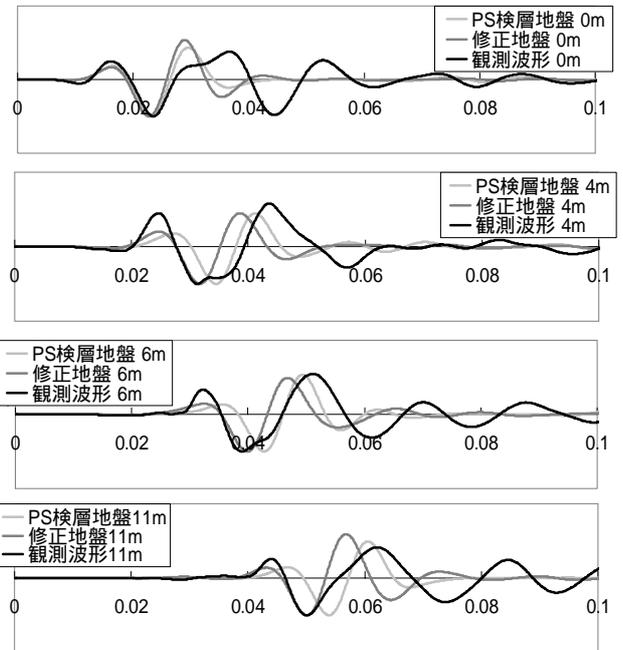


図4 深度ごとの観測波形と計算波形

*建築大学工学部 教授・工博

**株式会社建築学会研究所 工修

*Prof., Faculty of Eng., Architectural Engineering Univ., Dr. Eng.

**Architectural Technology, Inc., M. Eng.