

東大駒場リサーチキャンパスにおける地盤・建物の地震観測システム

山崎文雄¹・目黒公郎¹・小檜山雅之²・Gabriel D. Calle³

¹工博 東京大学助教授 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

²工修 東京大学助手 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

³工修 東京大学大学院 社会基盤工学専攻 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

東京大学生産技術研究所では六本木キャンパスから駒場リサーチキャンパスへの移転に伴い、敷地と建屋に新たに加速度地震計を設置した。敷地の地表部については3箇所、うち1地点は深度10, 18, 55mの地下3箇所にも3成分加速度計を設置した。地下の観測点は東京礫層に達しており、東京都心部の地盤と建屋の応答を理解する上で貴重な地震記録の収集が期待できる。また建屋については、地下1階に5箇所(1成分4箇所, 3成分1箇所)、2棟の最上階(6階ならびに8階)にそれぞれ1箇所(3成分)設置している。今後は、これらの加速度計から得られる地震動記録をもとに、地盤と建屋の応答分析を行い、東京都心部の地震応答特性を明らかにするとともに、地震防災対策の向上につなげる研究を実施していく予定である。

Key Words : Seismic observation system, University of Tokyo, Komaba Research Campus, accelerometers

1. はじめに

東京大学生産技術研究所では六本木キャンパスから駒場リサーチキャンパスへの移転に伴い、敷地と建屋に新たに加速度地震計を設置した。敷地に設置した地震計の位置は、地表面上のものに加え、建屋支持層である東京礫層に達する深度18m、さらに深度55mにも設置している。今後、東京都心部の地震応答特性を明らかにする有用な地震記録を観測することが期待できる。本報告では、観測システムの概要と、設置後に観測された地震記録をもとに、地盤ならびに建屋の地震応答の特徴を述べる。

2. 敷地地盤の特徴

駒場リサーチキャンパスの敷地は小田急線東北沢駅の南東約500mに位置し、標高は約40m、地形はほぼ平坦である。この地域は武蔵野台地の淀橋台と呼ばれる下末吉面に相当する(図-1)。地質については上位より、新期ローム層である関東ローム層(立川・武蔵野ローム)、古期ローム層に分類される下末吉ローム、東京層、東京歴層、上総層群が分布する。

新営工事に先立ち行われた6箇所のボーリング調査では、表-1の層序が確認されている。地下水位については、無水掘りで確認された孔内水位に連続性

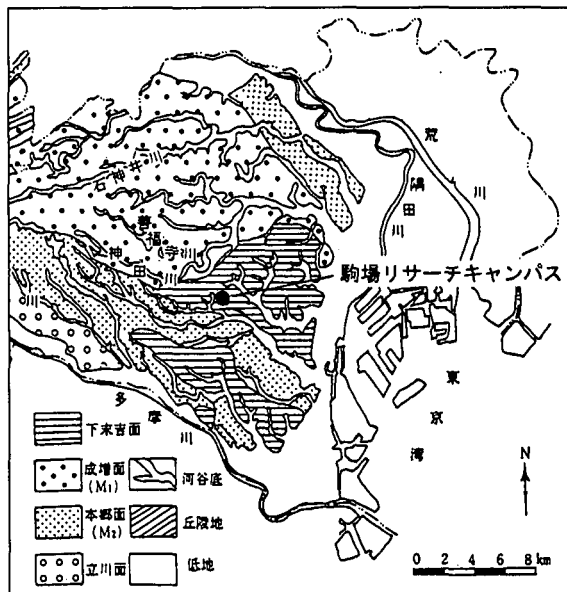


図-1 駒場リサーチキャンパスの位置と地形 (文献1に加筆)

がなく、ローム層、凝灰質粘土層内で宙水状態にあると考えられる。サイト地盤は東京層と上総層群上部の位置で比較的N値が小さい砂質土層となっているが、いずれも洪積層であるため、セメンテーション効果により液状化は発生しにくいと考えられる。

深度55mの地震計設置孔では、地盤調査として標準貫入試験ならびにPS検層が実施された。試験結

果をそれぞれ図-2ならびに図-3に示す。

3. 建屋構造

生産技術研究所研究棟建屋(写真1)は間口が218m, 奥行きが48mと南北に長く, 南北5つのブ

表-1 敷地地盤の地層

標高 TP+ (m)	深度 GL- (m)	土質	N値 (平均)	地質 年代	地層名
40.7 39.5	0.0 -1.2	埋土	2~4 (3)	第四期 現世	埋土
36.0	-4.7	ローム	3~13 (6)	第四期 更新世	新期 ローム層
28.0	-12.7	凝灰質 粘土	1~26 (6)		古期 ローム層
22.0	-18.7	細砂	4~37 (17)		東京層
20.0	-20.7	砂礫	60以上		東京礫層
		微細砂	29~60以上 (60以上)		上総層群

ック(南からB, C, D, E, F)に分かれている。各ブロックは西側に8階の高層棟(D, Eブロックは7階), 東側に6階の中層棟があり, 2棟の間の吹抜け空間は, 西側に傾斜したガラス屋根が覆っている。

GL±0から基礎部分にかけては, 全ブロックで構造を一体とし, 1階より上部についてはB, C, DとE, Fの間をエクспанション・ジョイントにより, 構造的に分離している。高層棟と中層棟は, 各ブロック間と端部の6箇所のコアシャフトにある廊下で接続されているが, 両棟の上部構造は構造的に独立となるよう縁切りがなされている。1階の階高は7.25mと, 2階以上の階高4mよりも高くなっており, キャンパス中央部へのアクセス性を配慮し, 高層棟については1階をピロティとしている。

建屋の構造形式は鉄骨鉄筋コンクリート造で, 杭基礎はGL-20mの東京礫層を支持層とし, プレポー

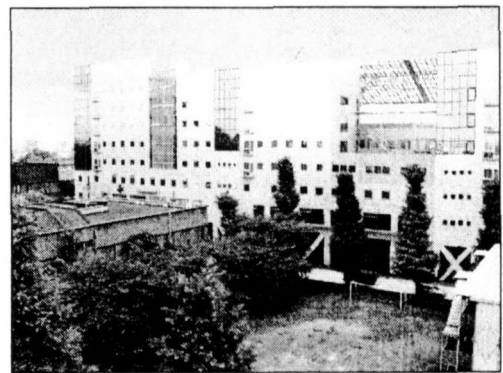


写真1 生産技術研究所研究棟の西面(広場のサッカーゴール左後に地表地震計)

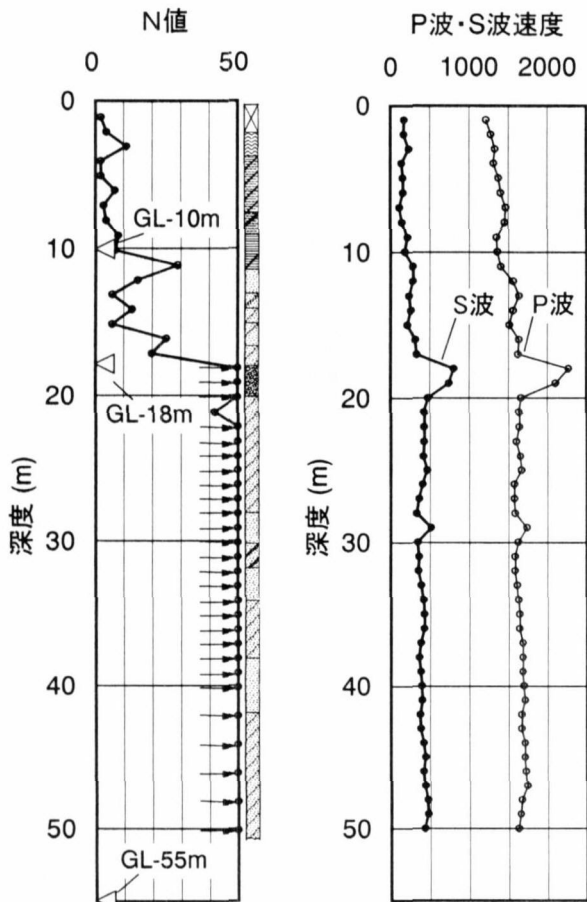


図-2 標準貫入試験結果と地中地震計の設置位置

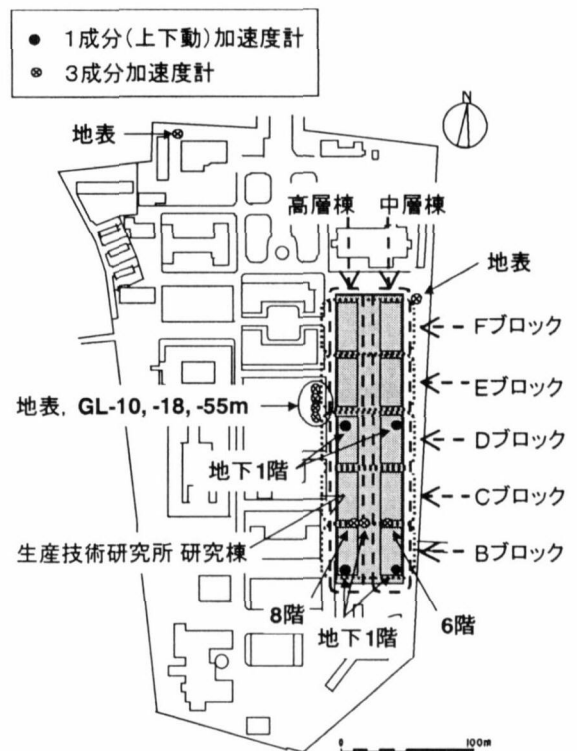


図-3 PS検層結果

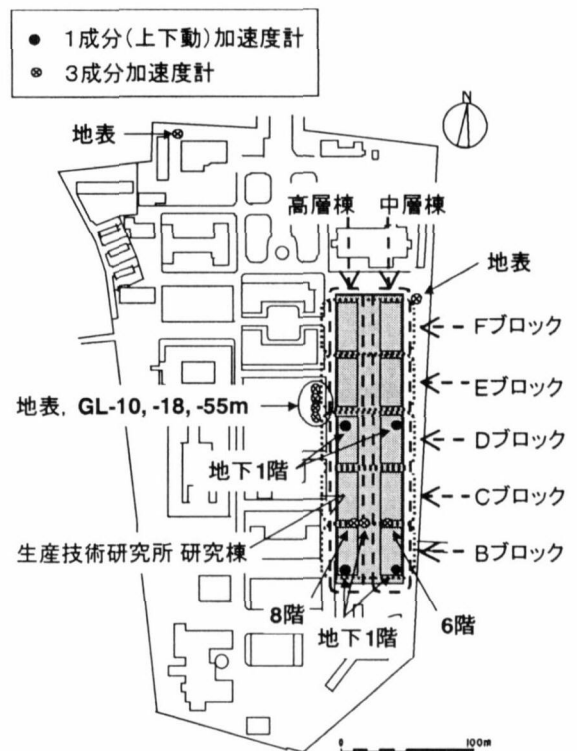


図-4 地震計配置図

リング拡大根固め工法による高強度プレストレストコンクリート杭を用いている。

4. 地震観測システム

図-4に地震計配置を示す。敷地の地表部については3箇所、うち1地点は深度10, 18, 55mの地下3箇所にも3成分加速度計を設置した。深度18m, 55mの観測位置はそれぞれ東京礫層ならびに上総層群に達している。これまでの各機関のアレー観測記録²⁾に加え、東京都心部の地盤と建屋の応答を理解する上で貴重な地震記録の収集が期待できる。

また建屋については、地下1階に5箇所（上下動1成分4箇所, 3成分1箇所）、中層棟、高層棟の最上階（6階ならびに8階）のB, Cブロックの中間位置にそれぞれ1箇所（3成分）設置している。

図-5に地震観測システムの構成を示す。敷地・建物に設置された地震計記録は自動的にサーバに蓄積され、LAN回線により各研究室からデータ取得することが可能である。また、生産技術研究所千葉実験所の三次元アレー地震観測システム³⁾についても、インターネットを活用しデータ収集システムの統合をはかっている。

5. 地震観測記録に基づく地盤・建物応答の特徴

2001年4月20日に発生した茨城県南部の深さ70kmを震源とするマグニチュード4.4の地震について、観測記録が得られた。以下、この記録に基づき、地盤応答と建屋応答の特徴を述べる。

(1) 地盤応答の特徴

敷地中央部の地表、深度10, 18, 55m地点における各成分の最大加速度を図-6に示す。これより、東京礫層以深では地震動の増幅が小さいのに対し、東京層から地表面にいくにしたがって、応答が次第に増幅していく様子がわかる。

また、各層のNS方向、EW方向の速度応答スペクトルを図-7に示す。浅くなるにつれ応答が大きくなる傾向に加え、周期に関する特徴として、地表、深度10mにおいて、0.2秒よりも長周期側で、NS方向よりもEW方向の応答が大きいことが挙げられる。

(2) 建屋応答の特徴

敷地中央部の地表ならびに高層棟8階の水平方向の地震記録を図-8に示す。地表面最大加速度はNS方向とEW方向でおおむね同程度であるのに対し、高層棟8階の応答はNS方向よりもEW方向のほうが大きい。

次に、敷地中央部の地表、建物地下1階、中層棟6階、高層棟8階のフーリエ振幅スペクトルを図-9に示す。建物地下1階の応答に対するフーリエスペクトル比を図-10に示す。評価に用いた地震動の大き

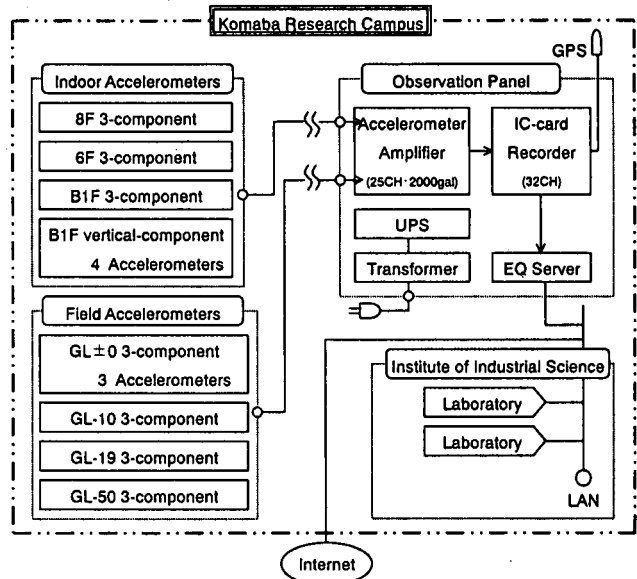


図-5 地震観測システムの構成

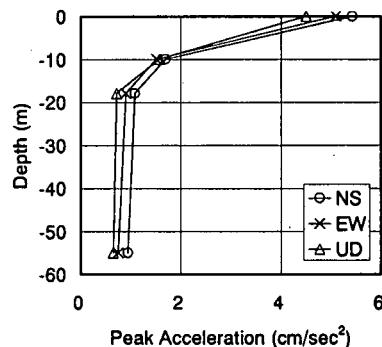


図-6 地盤の最大加速度分布

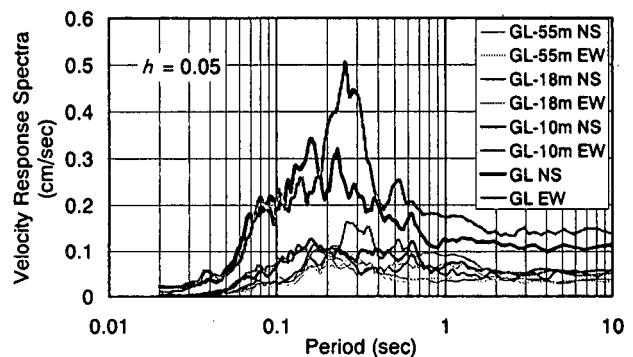


図-7 地盤の速度応答スペクトル

さは比較的小さく、地盤・建物とも地盤剛性が線形の領域での応答であるとみなせる。フーリエスペクトル比のピーク値から、建屋の1次固有周期については、NS方向は0.38秒、EW方向は0.45秒であることが読み取れる。これより、EW方向のほうがNS方向よりも剛性が小さく、高層棟8階の時刻歴応答においてEW方向のほうがNS方向よりも大きくなっていることに寄与しているものと思われる。

また、建屋の剛性の違いに加えて、建屋が南北に

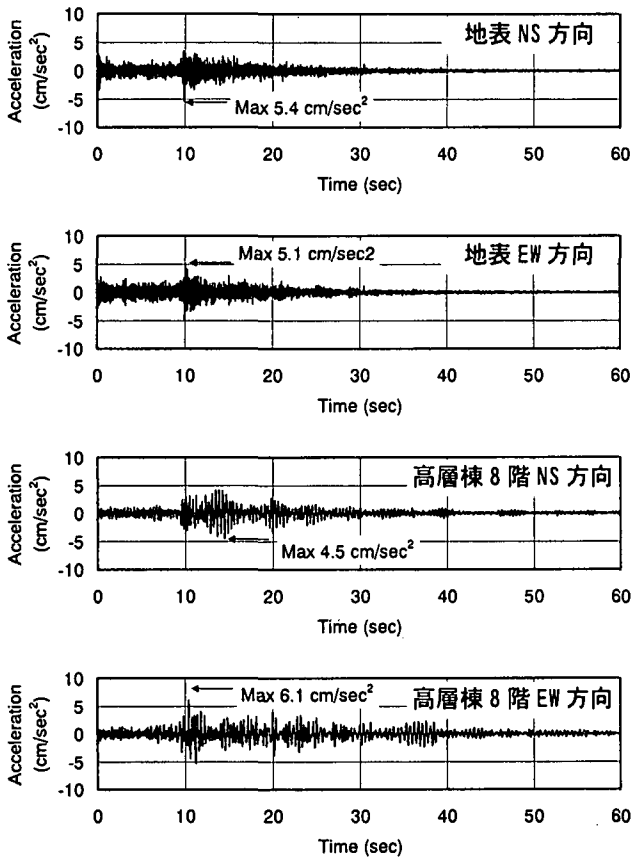


図-8 地表と高層棟 8 階の加速度時刻歴波形

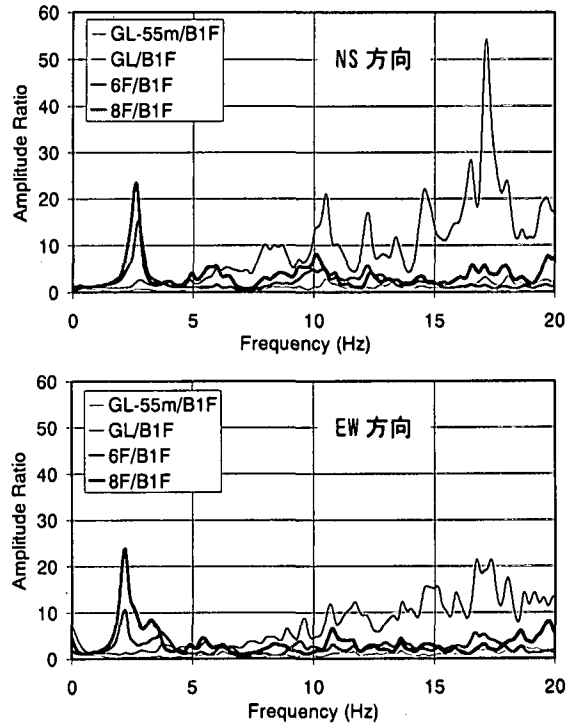


図-10 地下 1 階応答に対するフーリエスペクトル比

の高さ、床面積の規模も、東西の中層棟、高層棟、そして南北のB、C、Dブロック、E、Fブロックで若干異なっている。このことから、ロッキングやねじれ振動についても観測記録により検討する余地がある。

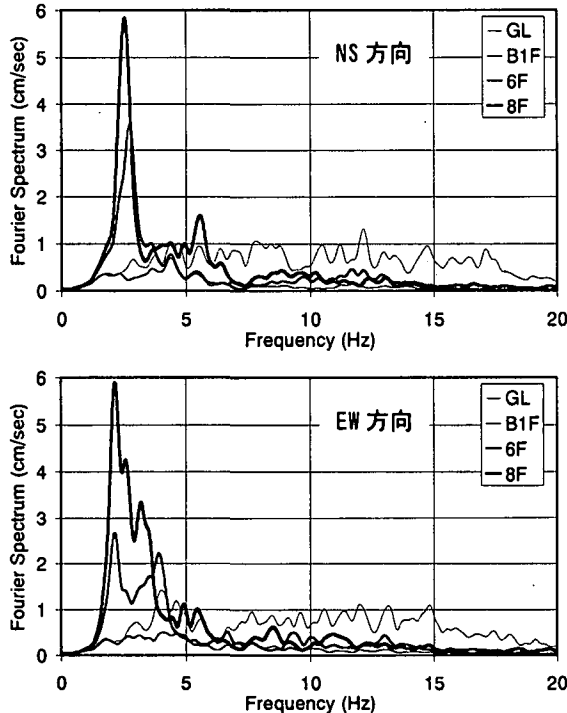


図-9 フーリエスペクトル

非常に長く、群杭効果により南北方向の見かけの地盤剛性が高くなっている可能性も考えられるため、今後、さらに検討を続ける予定である。加えて、地震動の位相差入力の可能性があり、また、上部構造

6. おわりに

本論文では、東京大学駒場リサーチキャンパスに新たに設置された地震観測システムについて紹介した。今後は、本地震観測システムにより得られる地震動記録をもとに、地盤と建屋の応答分析を行い、東京都心部の地震応答特性を明らかにするとともに、地震防災対策の向上につなげる研究を実施していきたい。

また、得られた地震記録は、随時インターネットにより公開する予定である（東京大学生産技術研究所山崎研究室のホームページアドレス：<http://rattle.iis.u-tokyo.ac.jp>）。

謝辞：（株）川口衛構造設計事務所永田秀正氏には建屋構造に関する設計資料・情報を提供していただきました。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都土木技術研究所：東京都総合地盤図 2 東京都の地盤（2），1990。
- 2) (財)震災予防協会：強震動アレー観測，No.2，1995。
- 3) 片山恒雄，山崎文雄，永田茂，佐藤暢彦：高密度三次元アレーによる地震動観測と記録のデータベース化，土木学会論文集，No.422/I-14，pp. 361-369，1990。