

神奈川大学 23 号館 (免震棟) の地震的挙動 その 1. 地震観測システムおよび観測結果の概要

正会員 ○ 荏本 孝久*
同 山本 俊雄**
同 栗山 利男***

免震棟 地震観測システム 地震観測記録
伝達関数 動的挙動 免震効果

1. はじめに

神奈川大学横浜キャンパスに新築された 23 号館は免震構造を有する RC 造建物として竣工され、2001 年 4 月以降、強風・地震時の動的挙動を明らかにすることを目的として振動観測が行われている。本報では、地震観測システムの概要と 2001 年 12 月までに観測された地震観測結果について報告する。

2. 地震観測システムの概要

地震観測システムは、図-1 に示すように同時期に新築された 1 号館 (地下 1 階, 地上 8 階: 非免震構造) および 23 号館 (地下 2 階, 地上 8 階: 免震構造) の建物内に各々 5 箇所 (各 3 成分) と両号館の中間に位置するキャンパス内の地盤中に 2 箇所 (地表, 工学的基盤レベル位置で各 3 成分) に振動計を配置し、合計 12 箇所において強風・強震時の振動計測を行っている。全体の観測システムは、強風・強震時に設定したトリガーレベルを超える計測信号を感知した場合に全観測記録 (72 成分) が 1 号館 B1 階に設置された収録装置に転送・収録される。本報では、主に 23 号館 (免震棟) の地震観測結果について報告する。建物概要と地震計設置位置を図-2 に示す。

動的挙動観測装置システム構成

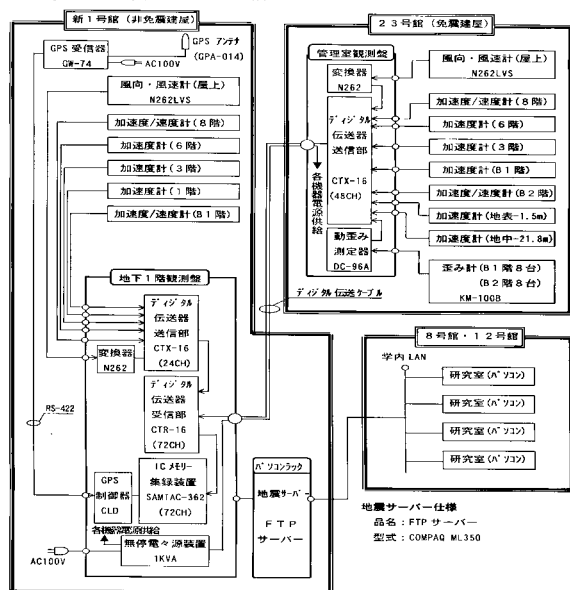
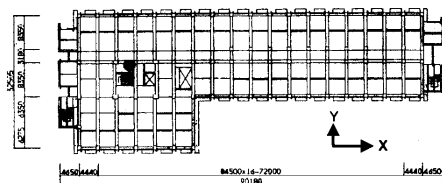


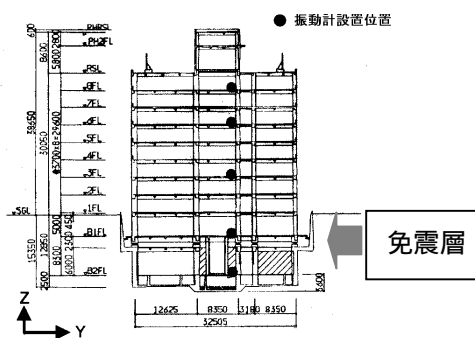
図-1. 神奈川大学地震観測システム

3. 観測結果の概要

表-1 に 2000 年 12 月までに観測された 16 地震の諸元を示した。観測された 16 地震中の最も大きい加速度振幅を示した地震は No.7 の地震であり、23 号館 B2F で 12.45gal (X), 9.16gal (Y), 8F で 6.77gal (X), 7.51gal (Y) となっている。また、図-3 に示したように GL-21.8m での Amax 値を基準とした各観測位置での Amax 値の比率では、GL-1.5m では約 2 ~ 4 倍を示し、工学的基盤より上部表層地盤の地震動の増幅が明瞭である。一方、B2F において Amax 値は減少しており、相互作用効果による入力損失の影響と考えられる。免震層の上下階においては、B2F の Amax 値が大きいほど B1F の Amax 値は減少する傾向が認められる。また、上部構造の Amax 値は、B1F 以上の上層階において大きな Amax 値の増加は認められず、免震構造の特徴が明確に認められる。



23号館基準階平面図



23号館立面図

図-2. 23 号館の建物概要と地震計設置位置
表-1. 地震観測結果 (2001.04-2001.12)

No	観測日時	震源	緯度・経度	M
1	4月10日 10:04	千葉県南部	N35.5° E140.4°	4.7
2	6月25日 01:27	神奈川県東部	N35.6° E129.5°	3.9
3	7月20日 06:02	茨城県南部	N36.2° E139.8°	5.1
4	7月26日 03:33	茨城県南部	N36.1° E139.8°	4.5
5	8月28日 14:21	千葉県西部	N35.6° E139.5°	4.0
6	9月12日 05:46	神奈川県東部	N35.2° E139.8°	3.8
7	9月18日 04:24	東京湾	N35.4° E139.8°	4.4
8	9月25日 04:35	茨城県南部	N36.3° E140.1°	4.4
9	10月02日 23:02	埼玉県南部	N35.9° E139.5°	4.1
10	10月18日 06:31	茨城県南部	N36.1° E139.8°	4.4
11	11月12日 17:48	千葉県西部	N35.6° E140.1°	3.7
12	11月17日 01:32	千葉県北部	N35.6° E140.2°	4.5
13	12月01日 11:27	埼玉県北部	N36.1° E139.0°	4.2
14	12月02日 14:24	千葉県北西部	N35.6° E140.1°	3.9
15	12月02日 22:03	岩手県内陸南部	N39.4° E141.3°	6.3
16	12月08日 04:07	神奈川県東部	N35.5° E139.1°	4.6

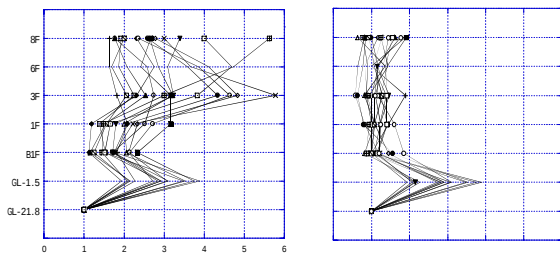


図-3. 最大加速度値の鉛直分布
(左：1号館，右：23号館)

4. 伝達関数の検討

図-4 および図-5 は、免震層上部階の伝達関数として 8 階と地下 1 階のフーリエスペクトル比 (8F/B1F) と免震層を含む上部構造の伝達関数として 8 階と地下 2 階のフーリエスペクトル比 (8F/B2F) の算定結果を示す。

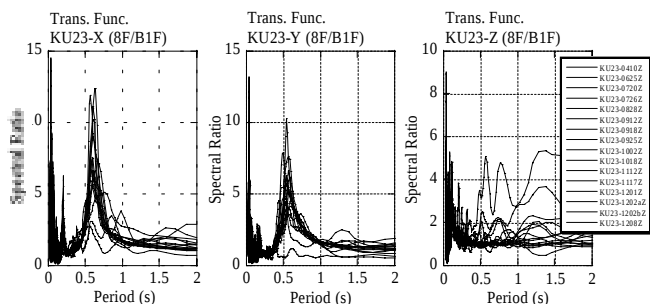


図-4. 伝達関数 (8F/B1F)

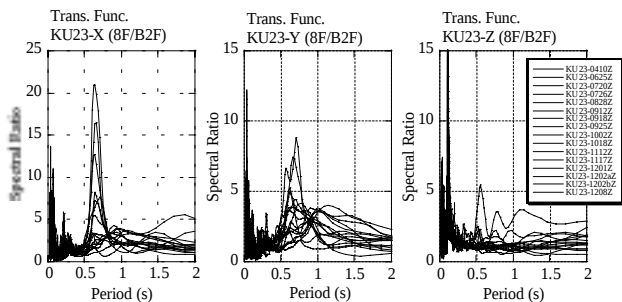


図-5. 伝達関数 (8F/B2F)

図-4 に示した 8F/B1F では、X 方向で約 0.6 秒、Y 方向で約 0.55 秒付近に明瞭なピークが認められ、観測された 16 地震の多くの地震記録において共通したピークとなっており、免震層上部である B1F 以上の上部構造の 1 次固有周期に対応する。一方、図-5 に示したように免震層を含む 23 号館上部構造全体の伝達関数である 8F/B2F においては、X 方向で約 0.6 ~ 1.0 秒、Y 方向でも約 0.55 ~ 1.0 秒付近にピーク周期が分布し、B2F で観測された A_{max} 値の振幅レベルによりピーク周期およびピーク値 (スペクトル比) が変動している。これは、免震層の復元力特性に依存する免震効果によるものと考えられる。

5. 23 号館免震建物の動的挙動

図-6 では、7 月 26 日 (No.4) と 9 月 18 日 (No.7) の観測記録について、免震層を含む 8F/B2F での伝達関数と免震層を含まない 8F/B1F のそれを示したもので、後者の 8F/B2F では 1 秒強に卓越するピークが見られ長周期側にシフトしている。このことから免震層の効果をみることができる。

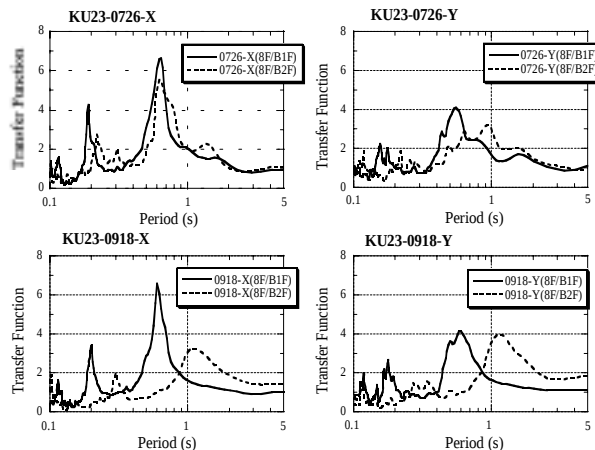


図-6. 免震層の有無による伝達関数の相違
(上：No.4, 下：No.7)

6. まとめ

本報では、以下の結果が得られた。

- 1) 建物基礎の振動振幅は周辺地盤の振動振幅に比べ減少し、建物最下層位置と GL-1.5m 位置での観測記録のスペクトル比 (伝達関数) から入力損失効果が認められる。
- 2) 観測された地震動の水平最大加速度 (A_{max}) 値の鉛直方向の分布より、非免震構造である新 1 号館に比べて 23 号館では免震層上部で振動振幅が増幅しないことが確かめられた。
- 3) 23 号館では免震層上部の固有周期は X 方向 0.60 秒、Y 方向 0.55 秒であるが、免震層を含む上部構造では、建物最下層の入力地震動レベルにより長周期化し、異なるピークが認められた。これらの結果は、常時微動測定や起振器実験により事前に確認された結果とほぼ整合する。
- 4) 23 号館免震層の復元力特性は微小振幅レベルから変化し、起振器実験においても認められた微小な相対変形レベルにおいても等価せん断剛性は低下する傾向がある。

謝辞：本研究は、文部科学省学術研究・横浜市産官学共同研究総合プロジェクト「地震・台風災害の制御・低減に関する研究 (TEDCOM)」によった。記して感謝致します。

<参考文献>

- 1) 吉田和彦 他, 「神奈川大学 23 号館 (免震棟) および新 1 号館の振動実験 (その 1) - (その 4)」日本建築学会大会, 2001 年 9 月

*神奈川大学工学部助教授・工博

**神奈川大学工学部助手

***協構造計画研究所・工修

*Associate Prof., Faculty of Eng., Kanagawa Univ., Dr. Eng.

**Research Associate, Faculty of Eng. Kanagawa Univ.

***Kozo Keikaku Engineering Inc., M. Eng.