地震動および常時微動観測に基づく構造物の動特性

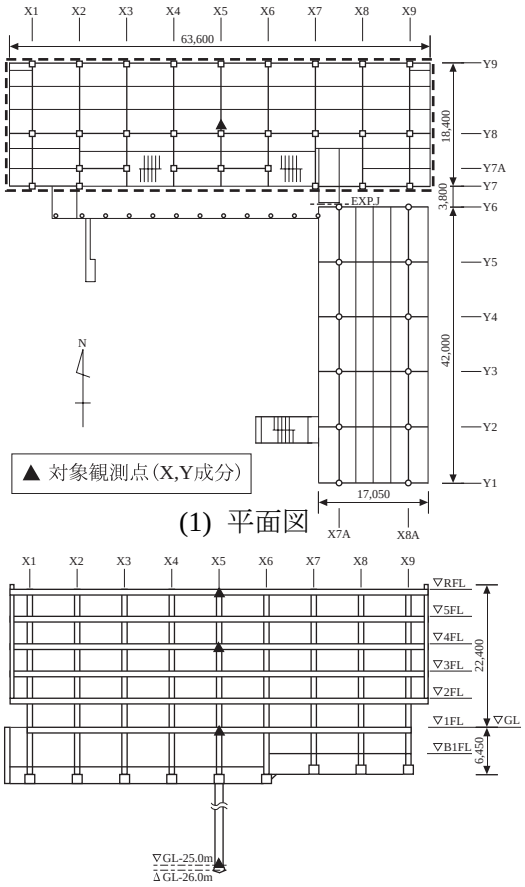
日本大学　正会員　○仲村　成貴，　林　弘昭
正会員　鈴村　順一，　正会員　花田　和史

１．はじめに

構造物や近隣地盤での振動記録に基づいて対象とする系の動特性をした例は既に数多く報告されているが，中・長期にわたり基礎の観測記録を含めて検討した例は少ない．日本大学理工学部では地震動観測網の整備を進めており，その一部として 2004 年に完成した校舎を対象として地盤－基礎－構造物の地震動観測を行っている[1)]．さらに 2006 年度から常時微動観測システムを導入して観測を開始した．本稿ではこれまでに蓄積された一部の地震動記録と常時微動記録から推定された校舎の動特性について報告する．

２．対象構造物と観測の概要

対象構造物は船橋校舎 14 号館であり，地下 1 階地上 5 階建てのトグルダンパー制震方式を採用する地下 RC，地上 S 造の校舎である．図(1)に示すように 14 号館は北棟（点線部）と東棟からなる L 字型状を有し，X 軸（北棟長軸）は東西方向，Y 軸（北棟短軸）は南北方向にほぼ向いている．両棟の基礎は共通で，上部構造は独立として設計されている．基礎には支持層を GL-26m とする場所打ち RC 杭が計 52 本（北棟 28 本，東棟 24 本）打設され，地下 1 階から屋上までを通る通し柱の下につながっている．本稿で対象とする観測点は X5-Y8 の 4 箇所（RF，4F，1F，杭先端）であり，いずれも水平 2 成分（X，Y）にサーボ型加速度計を設置している（図 1(2)）．



(1) 平面図

(2) 断面図

図 1　対象構造物の概略図

３．周波数応答関数（FRF）

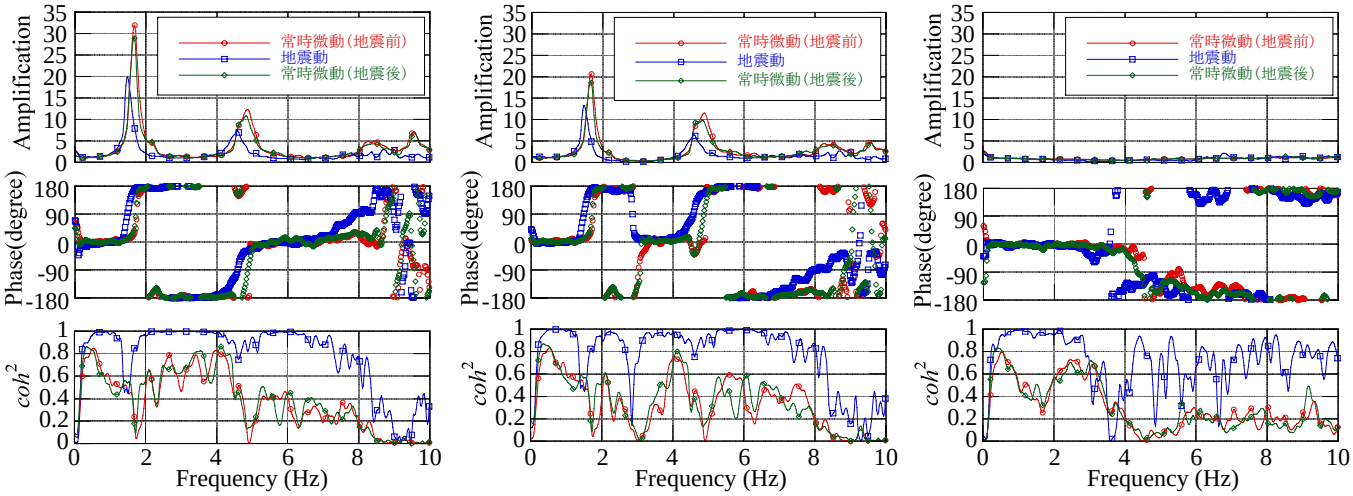
地震動および常時微動時における対象構造物の振動特性を FRF により比較する．地震動記録には 2006 年 10 月 14 日 6 時 38 分頃に発生した事象（震央：千葉県南東沖，震源深さ：64km，M_{JMA}5.1）[2)]を用いた．震央距離は 95.1km，近隣地盤での地表面最大加速度は 11.6galであった．常時微動記録には地震前後の 10 分間を対象とし，それぞれの 10 分間記録を 15 分割してパワー・クロススペクトルを推定してから振動数領域で重ね合わせた．いずれもパワー・クロススペクトル段階でバンド幅 0.2HzのParzenウィンドウを施してから*Hv*推定によりFRFを推定した．1Fの水平動を基準としたFRFとコヒーレンス関数を図 3 に示す．このFRFは水平動が拘束された基礎固定系の伝達関数に相当する．(a)RF/1Fと(b)4F/1Fについては，X，Y軸方向とも地震前後の常時微動記録によるFRFは一致するが，地震時のFRFとは異なる形状を示しており，地震時の固有振動数は常時微動時より低下した．高次モードに相当する 8～10Hzでは位相が乱れており，地震と常時微動での固有振動数の差異は明確ではない．(c)杭先端/1FのFRF振幅と位相には地震と常時微動とで大きな差は見られない．また，地震前後の常時微動によるコヒーレンス関数は一致するが，地震時のコヒーレンス関数の値は大きい傾向を示す．

４．地震前後のモード減衰定数

地震が発生した 10 月 14 日の前後 1 週間での常時微動記録から同定された 1 次と 2 次のモード減衰定数の変

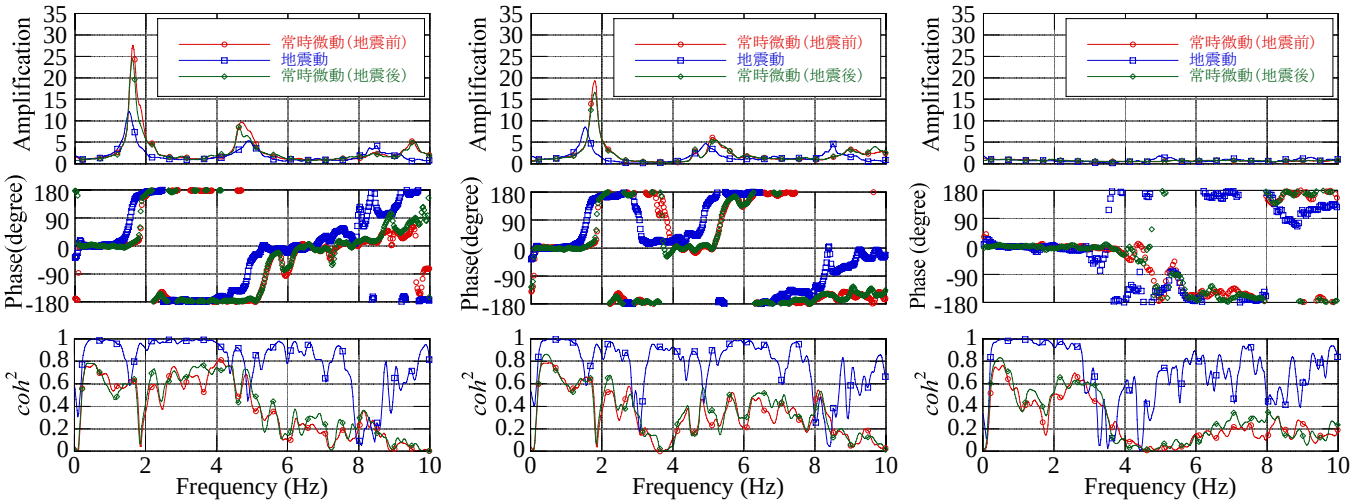
キーワード　地震応答，常時微動，動特性，観測記録
連絡先　〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台 1-8　TEL 03-3259-0689

化を図 4 に示す. モード減衰定数の同定にはハーフパワー法と RD 法を用いた. 1 次については日によらず 0.02 程度の一定値を示し，地震前後に値の変化は確認できない．2 次については同定値の変動が大きい.



(a) RF/1F　　(b) 4F/1F　　(c) 杭先端/1F

(1) X 軸（長軸）方向



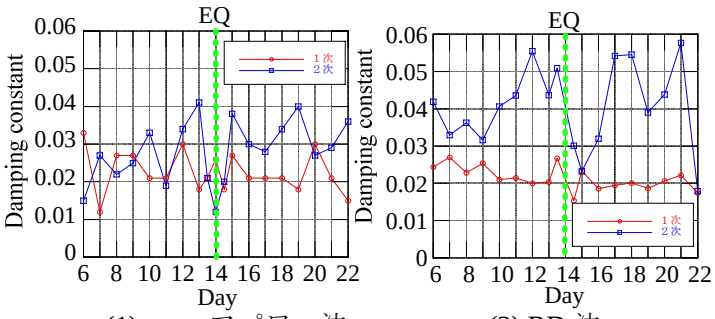
(a) RF/1F　　(b) 4F/1F　　(c) 杭先端/1F

(2) Y 軸（短軸）方向

図 3　FRF（水平動拘束・基礎固定系）とコヒーレンス関数

5．おわりに

対象とした構造物では地震時と常時微動時で異なる FRF が推定され，固有振動数の変化が確認された. モード減衰定数は地震前と地震後で特徴的な変化が確認されなかった. この理由として，構造物への入力形態の相違や構造物の 2 次部材の影響などが考えられる．今後，観測記録を蓄積し，長期的な動特性変化や，他の同定法による検討を実施する予定である.



(1) ハーフパワー法　　(2) RD 法

図 4　モード減衰定数の同定結果（X 軸方向）

謝辞　本研究は，平成 16 年度文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学理工学部：継続）「環境・防災都市に関する研究」（研究代表者：石丸辰治）の一環として実施したものである.

参考文献　1)日本大学理工学部地震動・耐震構造研究グループ：船橋地域地震観測網の状況とデータ管理，日本大学理工学研究所所報，第 112 号，2006.，2)気象庁 URL:http//www.jma.go.jp/jma/index.html.