

加速度強震記録に基づく関東地方の長周期地震動に関する基礎的検討

足利工業大学 正会員 ○ 篠 泉
(株) イシカワ 高橋 賢一郎

1. はじめに 近年、数多く建設されている長大土木構造物や超高層ビル、大型石油タンクなどの固有周期が従来より長い長周期構造物の耐震設計において、適切な入力地震動を設定するためには、周期 2～20 秒程度の長周期地震動の工学的特性を十分に把握する必要がある。そこで、本研究では、加速度型デジタル強震計の記録を用いて関東地方における長周期地震動特性（卓越周期）を検討した。

2. 対象とした強震記録 長周期地震動はマグニチュード (M) の大きな地震でより励起されると考え、M7 程度以上の地震による加速度型デジタル強震計の記録を対象とした。強震記録は、関東地方で 2000 年～2005 年の間に防災科学技術研究所の K-NET および KiK-net で得られたものである。表-1 に記録の得られた地震を示す。図-1 に観測点の位置を示す。

表-1 対象とした地震

日付	時刻	M	緯度	経度	深さ(Km)	震源地
2000/8/6	16:28	7.3	28.86	140.07	430	小笠原諸島西方沖
2003/5/26	18:24	7.0	38.80	141.68	71	宮城県北部
2003/9/26	4:50	8.0	41.78	144.08	42	十勝沖本震
2003/9/26	6:08	7.1	41.71	143.69	21	十勝沖余震
2004/9/5	23:57	7.4	33.14	137.14	44	紀伊半島南東沖
2004/10/23	17:56	6.8	37.29	138.87	13	新潟県中越
2004/11/29	3:32	7.1	42.94	145.28	48	根室半島沖
2005/8/16	11:46	7.2	38.15	142.28	42	宮城県東方沖
2005/11/15	6:39	6.9	38.00	145.00	0	岩手県沖

3. 地震ごとの卓越周期 長周期地震動の工学的特性のうち、本研究では速度応答スペクトルの卓越周期に着目した。長周期構造物の減衰や卓越周期の特定のしやすさを考慮し、減衰定数 $h=0.02$ の応答スペクトルを検討対象にした。表-2 は、同一地点で記録数が多い観測点での記録から求めた水平動の応答スペクトルが卓越したピーク（最大）を示す固有周期（卓越周期）をまとめたものである。表中で、斜線部は観測記録がないことを示し、「なし」は周期 2～20s 間に卓越したピークが見られないことを示す。また、NS 成分、EW 成分の順に卓越周期を示したが、卓越周期が同じ場合は一つしか示していない。宮城県北部・宮城県東方沖の地震で 2s 程度、十勝沖(本震)・紀伊半島南東沖・新潟県中越地震 6～8s 程度、根室半島沖地震で 2～4s 程度に卓越周期が認められる。なお、十勝沖本震での稲毛、日立、茂木などの観測点では、スペクトルの第 2 のピークが 6～8s 程度に認められた。また、渋川では、3～5s 程度に地盤（直下地下構造）の卓越周期があるものと推定される。

4. 地盤（観測点直下地下構造）の卓越周期

図-2 は、東京都江東区亀戸における強震記録のうち NS 成分の応答スペクトルを示したものである。多くの地震で固有周期 6～7s 程度にピークが見られる。東京都心部のほかの観測点でも同様な傾向が認められた。

地盤上における地震動のフーリエスペクトルの水平成分／上下成分の比 (H/V スペクトル比)

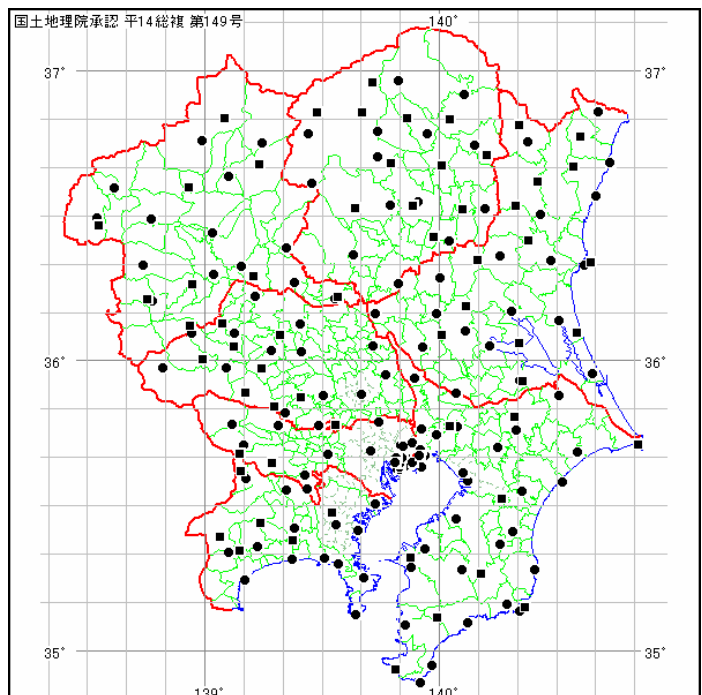


図-1 関東地方の観測点 (●:K-NET, ■:KiK-net)

キーワード 長周期地震動, 長周期構造物, 地盤, 卓越周期, H/V スペクトル比

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学工学部都市環境工学科 TEL 0284-62-0605

をすることで入射波特性を除去し、観測点直下地下構造に依存する振動数特性を得ることができると考えられる¹⁾。本研究では、速度応答スペクトルのH/Vスペクトル比がフーリエスペクトルのH/Vスペクトル比と近似値に等しいとみなして、応答スペクトルのH/Vスペクトル比から観測点直下地盤の卓越周期を調べた。図-3は、亀戸での速度応答スペクトルのH/Vスペクトル比を示したものである。周期1~5sにかけて右肩下がりに比が小さくなり、5~6sにかけて周期とともに比は大きくなり、7s程度でピークとなる傾向を示している。8s以上では地震ごとに違いが見られる。他の東京都心部や近隣の観測点においても同様の傾向が認められた。このことより、東京都心部等での地盤の卓越周期は6~8s程度であることがわかる。表-2で認められた十勝沖本震・紀伊半島南東沖地震・新潟県中越地震では東京都ほかの観測点で6~8s程度の速度応答スペクトルの値が大きくなることは、観測点の地盤特性に起因したものであると考えられる。

5. おわりに 2000年~2005年までの9地震によって、K-NET・KiK-netで得られた加速度強震記録の応答スペクトルから、東京都心部近隣の地盤における卓越周期は6~8s程度であることが確認された。この結果は従来の研究結果²⁾とほぼ整合する。

謝辞 防災科学技術研究所の運営するK-NET, KiK-netの強震記録を利用させて頂いた。また、図-1の作成には、福山大学の鎌田輝男教授が作成されたフリーソフト『KenMap』を使用した。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 中村豊：常時微動に基づく表層地盤の地震動特性の推定，鉄道総研報告，2，4，pp.18-27,1988。 2) たとえば，田中ら：やや長周期帯域における強震動の特性，B.E.R.I.,54,pp.629-655,1979。

表-2 速度応答スペクトルの卓越周期

都道府県	観測点	宮城県北部	十勝沖(本震)	紀伊半島南東沖	新潟県中越	根室半島沖	宮城県東方沖
東京都	松原	なし		6			なし
東京都	町田	2		6.5	6.5		2
東京都	小金井	2		6.5	6.5,6		2
東京都	新宿	2	8.9	6	6		なし
東京都	砂町	なし		6.5	6	3.5	
東京都	亀戸	なし	6	6.5	6.5,6	7	なし
東京都	東白髪	なし	6.5,7.5	6.6,5	6		なし
東京都	辰巳	なし	7.5,7	6.6,5	6.5	3.5,3	
東京都	八枝	2		6.7	6.6,5		
東京都	猿江	4.8,5.8	6.6,5	6.5	5.7	3.3	なし
東京都	横綱	なし	6.5,7.5	6.5	5.7		
東京都	奥戸		6.5,6	6.5,6	6.5,8		
東京都	篠崎			6.5	5.3,8		なし
東京都	宇喜田	なし	7.5,6			2.5,3	なし
東京都	越中島	なし	6	6.5	6.5,5.8		
神奈川県	横浜※	2	6.5,7.5	7	6.6,5		なし
神奈川県	川崎	2.5,2	6.7	7.6	7		なし
埼玉県	熊谷	なし	7.5,8.5	6.5	5.5,7.5		なし
埼玉県	川越	なし	6.8	6.6,5	6.5,6		なし
埼玉県	大宮	なし	4.5	6.7			
千葉県	野田	2	6		6		なし
千葉県	白井	なし	7.5,6.5		6.5,6		2.2,5
千葉県	姉崎	2.3	7.5,10.5		7.5,5		なし
千葉県	稲毛	なし	2.5,3.8		4.8,6.5		
千葉県	市川北	なし	6		5.3,6.5		なし
千葉県	行徳	なし	7.5,7		なし	4.3,5	
茨城県	日立	なし	20		6	2,10	2.5
栃木県	茂木		20	6,10	なし	なし	
群馬県	渋川	4.5,3			3.5,5.3		なし

※のみKiK-net観測点。他はすべてK-NET観測点。

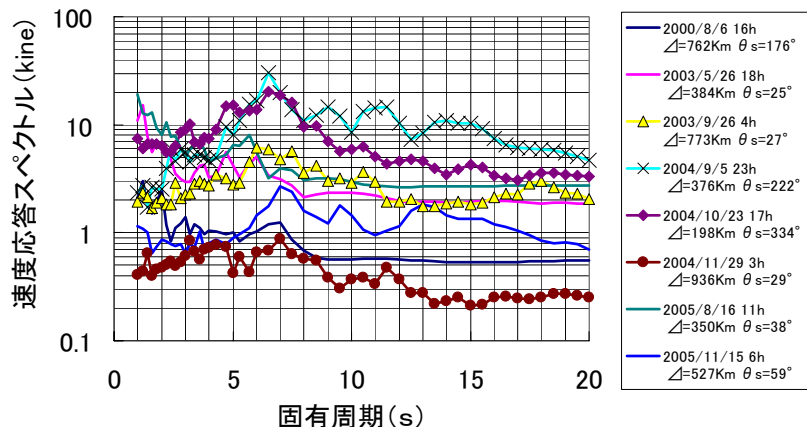


図-2 亀戸のNS成分の速度応答スペクトル(h=0.02)

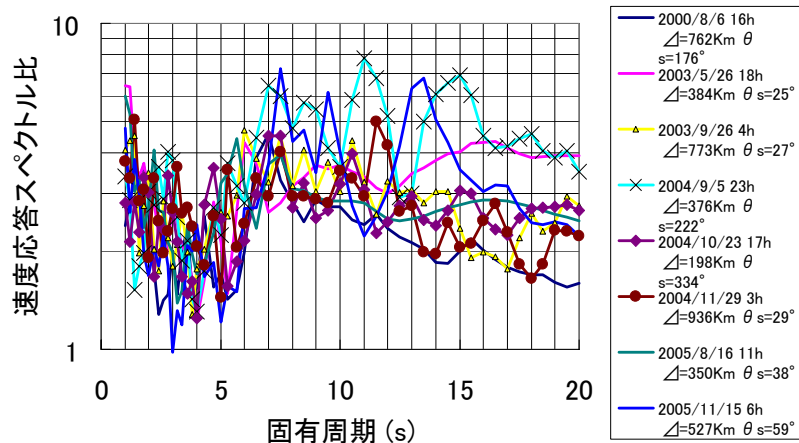


図-3 亀戸での応答スペクトルのH/V比 (NS/UD)