

10. 高層建築の地震動による振動

地震研究所 { 齋田時太郎
 { 鈴木正治

(昭和10年3月19日発表—昭和10年12月20日受理)

内 容

本文は高さ略々100尺の高層建築の地下室、第2階、第4階、及屋上の4箇所に加速度地震計を据ゑて、地震動による建物の振動を観測して知り得た、若干の性質について述べてあるが、次の三つが重要なものと認められる。

- (1) 地震動により誘發される建物の振動週期には、卓越週期が存在し且共振曲線の極大値と略々一致することより、建物の固有週期の存在と共値とが明かに認められる。
- (2) 第4階と屋上で卓越週期が一致し、其値は建物の固有週期を現はし、何れの地震にても變らざるも、第2階と地下室との卓越週期は一致するも、其値は地震によつて異なる。このことは第3階附近を界として、上下で振動の性質の異なることを示す。
- (3) 観測せる程度の強さの地震に於て、屋上の加速度は地下室の略々6倍にも達することがあつた。

目 次

1. 序 言.....	104	7. 共振曲線.....	110
2. 地 盤.....	104	8. 主要動の初期中期及終期に於ける卓越振動週期.....	111
3. 建物の構造概要.....	105	9. 各階に於ける加速度.....	114
4. 観測方法.....	106	10. 結 語.....	117
5. 卓越振動週期.....	106		
6. 颱風による卓越振動週期.....	110		

1. 序言 本文は高層建築物が地震動により如何なる振動をなすかを調査する目的で、昭和9年6月より昭和10年3月に亘り、東京市京橋區南傳馬町三丁目に在る第一生命保險相互會社の建物内に加速度地震計を据ゑつけて観測し、其結果として得られた、若干の事項に關する報告である。

2. 地盤 第一生命保險相互會社所在地附近の地盤は東京下町に屬し、洪積地層(復興局の第三紀層)を沖積地層の軟弱なるものが覆ふてゐる。この建築地域の沖積層の厚さを知る資料を有せざるにより、復興局施行の鑿井のうちこの地域に最も近きものを周圍に求めてみると次の表の如くなる。

鑿井 番 號	位 置	海拔高距 (m)	地層の厚さ(m)		第一相互館 よりの距離 (m)
			盛土埋土	沖積層	
M 27	京橋區南鞘町二五	4.09	1.4	2.2	200
m 26	京橋區南槇町南慎町小學校	4.37	4.6	9.0	350
m 28	京橋區銀座一丁目二九	3.20	3.2	7.7	200
L 28	京橋區五郎兵衛町三	4.30	4.6	1.5	210

これ等の數値より推察すると、この建築地域の沖積層盛土埋土總計の厚さは8m位あると思はれる。

3. 建築物の構造概要 この建物は、大正4年5月基礎工事に着手し、同9年竣工せるもので、建坪512坪、延坪3278坪、建物の高さは地上6階小壁迄92尺、7階小壁迄102尺、塔家軒蛇腹迄120尺、同最高部迄150尺あり、外部は地上3階窓臺迄常陸産御影石積、6階軒蛇腹迄化粧煉瓦張付、7階以上は人造石塗仕上げとなつてゐる。基礎は根伐深9尺、杭木松3間及3間半末口6寸のものを打ち、基礎鐵骨12吋乃至9吋のI字形梁を組合せ、鋼柱取付のボルトを埋込む。軸部鐵骨は英國ドロマンロング會社及米國カーネギー會社等の□、L等の鋼材を以て柱梁洞差となして、建物の軸部を構成してある。壁體は外部3階迄花崗石裏積煉瓦、6階屋根迄煉瓦2枚厚、それ以上は鐵筋コンクリートとし、間内柱防火壁は鐵筋コンクリート、其他仕切壁は鐵骨メタルラス張となつてゐる。地下室床は地下7尺で四



第1圖 第一相互館

周及底部はアスファルト厚5分、焼付トラスコンモタル塗で1階以上各階床及階段は全部鐵筋コンクリート床に電線其他埋設のため、シダーコンクリートを施し、煉草床リグノイド等にて仕上げてある。屋根全部はアスファルトマルソイド防水層を施し、更に薄き洗ひ出し小砂利コンクリートを以て之を被覆し、塔家其他は銅板及亞鉛鍍金鐵板葺としてある。この建物に要した主要材料の數量を擧ぐれば下の如くである。

杭	木	1,950 本	木材挽立材尺貫	340 本		
鐵	骨	材 800 噸	鐵	筋	材 120 噸	
セ	メント	9,000 樽	コン	クリート	材 610 立坪	
煉	瓦	950,000 本	花	崗	石 10,000 立方尺	
化	粧	煉	瓦 130,000 枚	大	理	石 4,520 平方尺
硝	子	18,000 平方尺	漆	喰	壁 7,700 面坪	
リ	クノ	イド及煉革床	1,800 面坪			

なほこの建物は、大正大地震にて震害を免れたことを特記しておく。

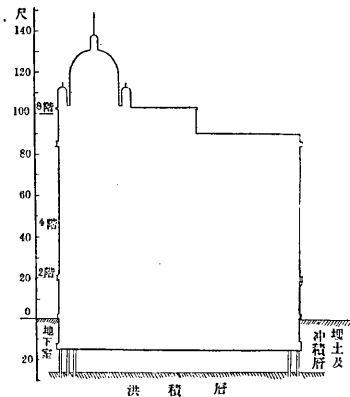
4. 観測方法 石本式加速度地震計3基を最初屋上、第4階及地下室に据ゑつけ、向は建物の間口及奥行の方向(A, Bとす)と各一致せしめ、10秒毎に時刻を記入するやう3基を電氣的に連絡し絶えず記象紙を廻轉し、1日1回取換ることとした。數回の地震観測の結果屋上と第4階とは卓越週期に於て全く一致することが解つたので、屋上の器械を第2階に移し第4階及地下室とて前と同様に観測を續けた。使用せし加速度地震計の性能については、石本博士の論著*に譲りこゝには次の事項を記するに止む。

幾何倍率	213	
振子の振動週期	0.115 秒	
制振器	ピストン型空氣制振器	
記象回轉速度	約1分間に6cm	
記象回轉原動機	同調電動機	
地震計感度	1mmの振れに對する加速度	
	B成分	A成分
地下室	1.63 gal	1.63 gal
第4階	1.59 gal	1.96 gal
屋上(第8階)及第2階	1.55 gal	1.60 gal

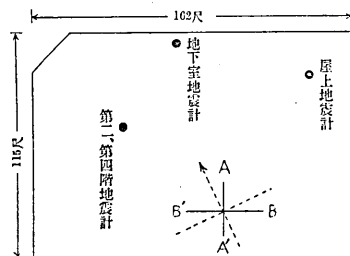
制振器は空氣制振器なる故に溫度に對する補正を行ふ必要はないが、振子が臨界振動にあるやう常に注意をはらつた。

5. 卓越振動週期 各階に於て得た記象を寫真により約3.85倍に引延ばし、各波の週期を逐次0.1mm(0.026秒に相當する)迄讀んで、各0.1mm毎に相當する波數を求め、更に得たる數の相隣れる數を平均して、卓越振動週期を決定した。其結果は第4圖に示してある。

圖より直に解ることは地下室の卓越振動週期は



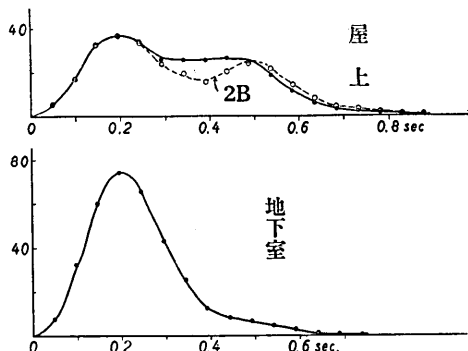
第2圖 地震計配置の高さを示す



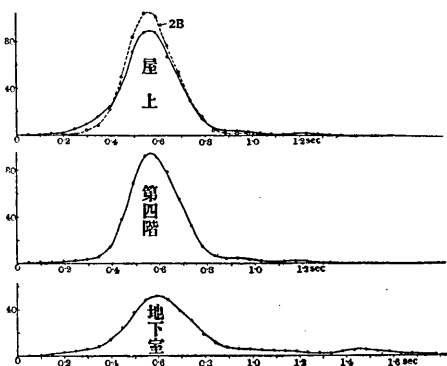
第3圖 地震計の位置を示す

* 石本巳四雄「加速度地震計及び其の記象」地震研究所彙報, 9 (1931), 316.
同 上「地震とその研究」, (昭和10年2月, 古今書院), 31~32.

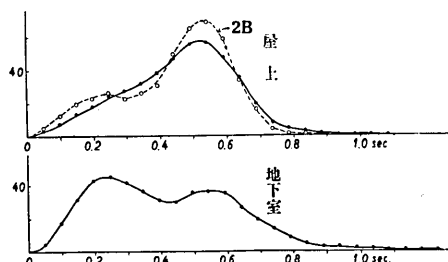
地震により異なるも、第4階は何れの地震に於ても不変で恰も誤差曲線の如く見られる。屋上（第8階）のものも第4階について単純な形を示すが、卓越振動周期が何れの地震に於ても不変なることは、第4階と同様であるが、屋上に於て A 及 B の成分に分けて曲線を作ると、其の形が第4階に比して単純でない原因が解るやうである。即ち点線で示した B 成分の2倍と第4階と比較すれば全く同様な形を得ることからして、屋上に於ては A 成分に建物の構造或は他の原因による局部的振動が誘發されるらしく考へられる。第2階に於ては地下室と第4階とを混合せるやうに現はれてゐる。このことは或は次の如く考へるが妥當である。即ち第2階以上の卓越振動週期は何れの地震に於ても變りはないが、地下室の卓越振動週期は地震によつて變り且地下室の振動が第2階或はそれ以上の階にも及び、其限度は高々第4階にあるらしい。しかしこれ等のことは観測せし程度の強さの地震に對しての解釋であるのは當然である。これを要するに第3階附近を界として其の上下にて振動の性質が著しく異なることが解つた。



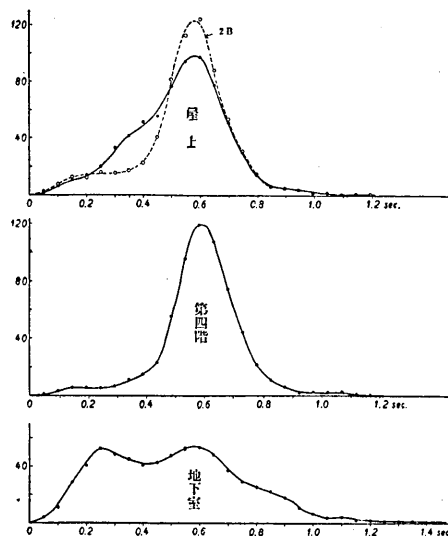
第4圖(a) 昭和9年7月16日多摩川
溝の口附近地震
震動加速度周期頷度曲線、横軸は周期、
縦軸は波数を示す



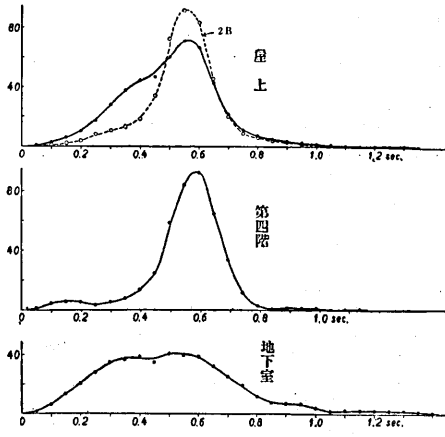
第4圖(d) 昭和9年8月18日岐阜縣下強震



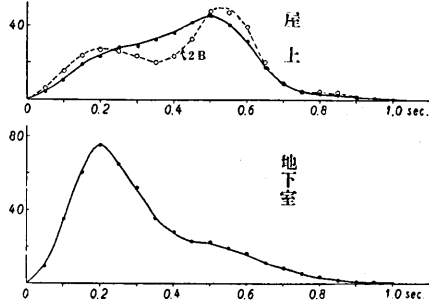
第4圖(b) 昭和9年7月20日
霞ヶ浦東南端地震



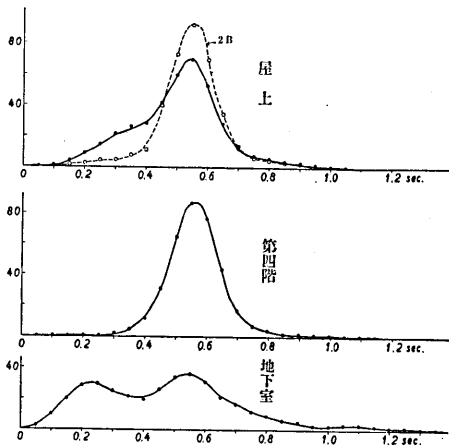
第4圖(c) 昭和9年8月3日霞ヶ浦附近地震



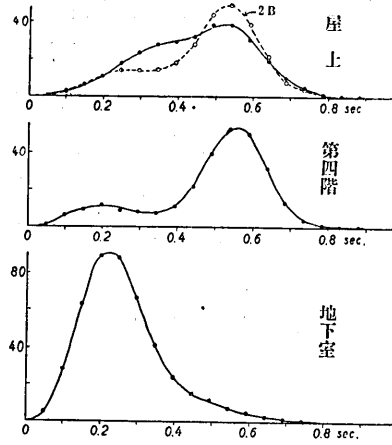
第 4 圖 (e) 昭和 9 年 9 月 24 日
山中湖附近地震



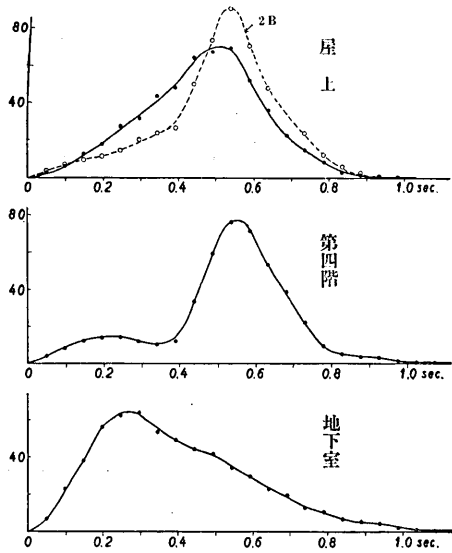
第 4 圖 (f) 昭和 9 年 9 月 17 日
印旛沼西端地震



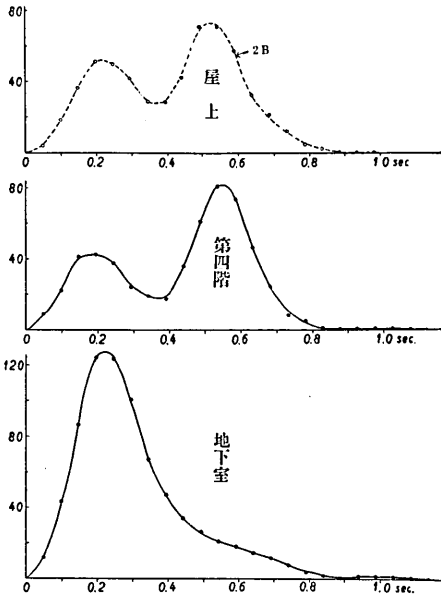
第 4 圖 (g) 昭和 9 年 10 月 3 日
九十九里沖地震



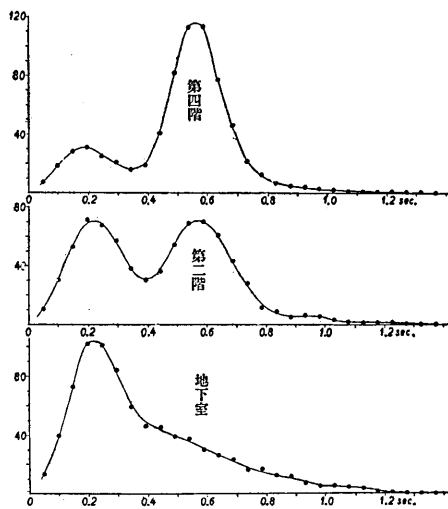
第 4 圖 (h) 昭和 9 年 11 月 26 日
武州松山地震



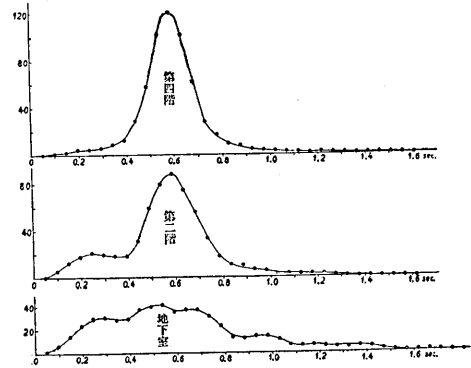
第 4 圖 (i) 昭和 9 年 11 月 27 日
千葉沖地震



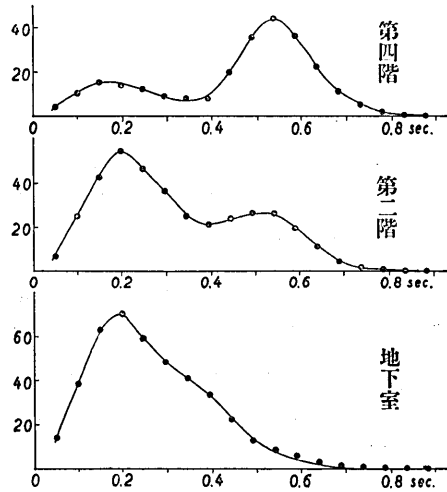
第4圖(j) 昭和9年11月28日
水海道地震



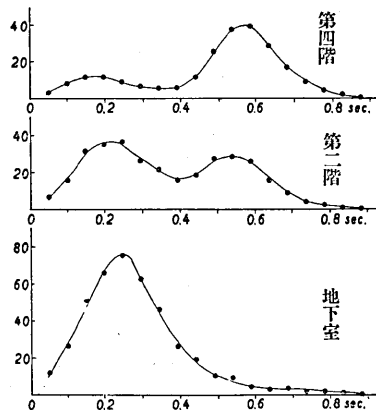
第4圖(k) 昭和10年1月19日
多摩川溝の口地震



第4圖(l) 昭和10年2月20日九十九里沖地震



第4圖(m) 昭和10年3月7日
三浦半島沖地震



第4圖(n) 昭和10年3月2日
手賀沼北部地震

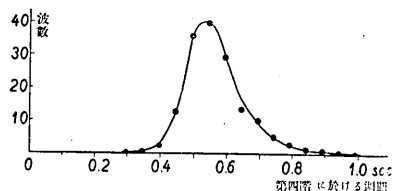
6. 颱風による卓越振動週期 今回の観測中大なる風壓を建物に與へるやうな暴風は中央氣象臺に於ける観測を氣象要覽より摘出すれば12回ある。即ち第I表の如くである。

第 I 表

測候所名	暴風観測日	最大風速度(米/秒)	最大風速度観測時
東京	昭和9年6月20日	S 11.6	20日16時
"	9月9日	S 10.7	9日18時
"	9月21日	S 22.3	21日11時40分
"	10月8日	N 11.5	8日8時
"	11月2日	S 10.2	2日15時
"	11月28日	N 10.6	28日11時
"	昭和10年2月6日	NNE 10.0	6日16時
"	2月23日	N 12.7	23日16時
"	3月10日	SSW 11.2	10日6時
"	3月17日	NNW 12.4	17日2時
"	3月25日	WNW 13.3	25日13時
"	3月26日	WNW 12.1	26日11時

以上12回の中昭和9年9月21日の關西に大被害を與へた颱風を除けば、何れも最大風速度 10 m/sec 乃至 13.3 m/sec でこの程度の風速にては、建物の振動による加速度は極めて微弱にして、始と認めることが不可能であつたが、9月21日の颱風によるものは第4階に於て最大加速度 0.6 gal を示してゐた。屋

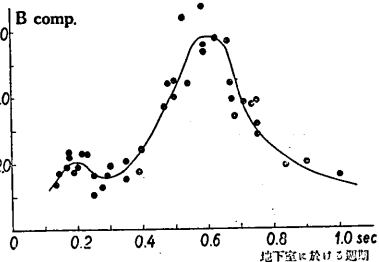
上(第8階床)のものは當然これ以上の値を示したと想像されるが、観測室に雨の飛沫浸入し記象を損傷せるため、其値を知ることが出来なかつた。第4階の記象は寫眞に示してある。これによると何れの部分も大差なき振動をなしてゐるが、東京にて最大風速度 22.3 m/sec を示した11時40分頃が其の加速度振幅が最大となつてゐるのが解る。該時刻の60秒間をとつて、既記の如き方法で卓越振動週期を求めてみると第5圖の如くなり地震動より求めた卓越振動週期と大體一致してゐるが、幾分小さき値となつてゐるのは、建物の振動變位振幅が風壓によるものが地震動によるものより小さきためであると考へられる。震度大なるほど卓越振動週期は大きくなる傾向が認められるが、第4圖にて見らるゝ通り其値は極めて小さいが、其れは建物の變形を全く許さざるやうに構造せられてゐるこの種の建築に限ることであつて、次回に報告する木造家屋にありては卓越振動週期は震度の大小により、かなりの變動を現はすものである。



第5圖 颱風による卓越振動週期を示す昭和9年9月21日の颱風による頻度曲線

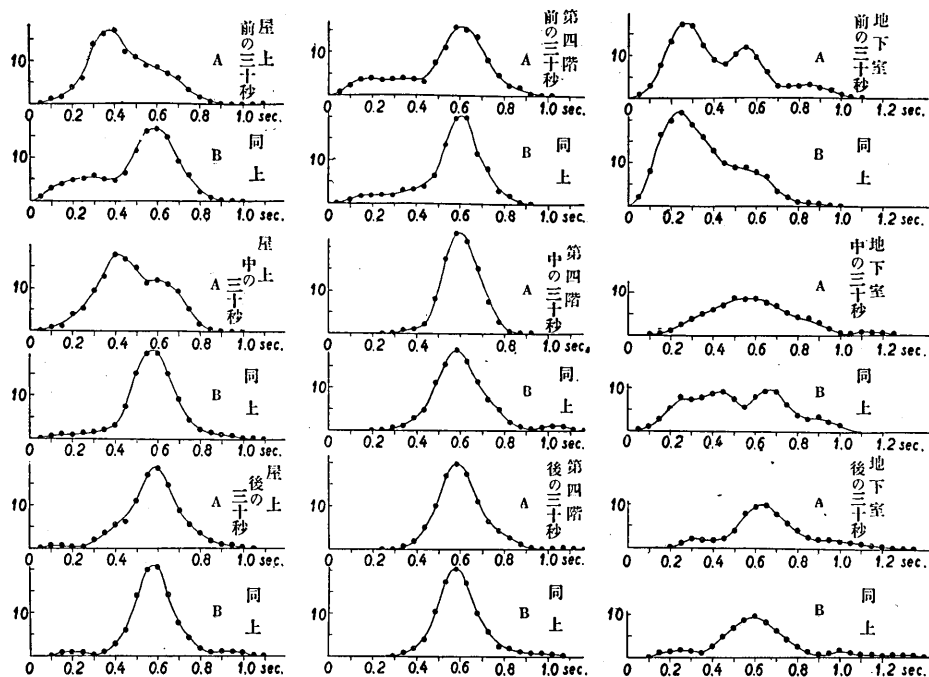
7. 共振曲線 地震動及風壓による建物の卓越振動週期が明かに存在し、其値が

略々0.6秒であることは既に記述せる通りで、これを以てこの建物の固有振動週期とするも差支へないと考へられるが、第6圖に示す如き共振曲線を描くことができ、しかも其極大値が上記の卓越振動週期と一致するので、固有振動週期の存在し其値が略々0.6秒であることは確かなこととなつた。なほこの圖によれば、屋上(第8階床)の加速度は地下室の6倍にも達することがあるのが認められる。しかしそれは主要動の中期以後に多く現はれる地震動加速度の大して大きくない時期であつて、地震動加速度の大きい主要部の初期にありては3倍程度と考へられる。



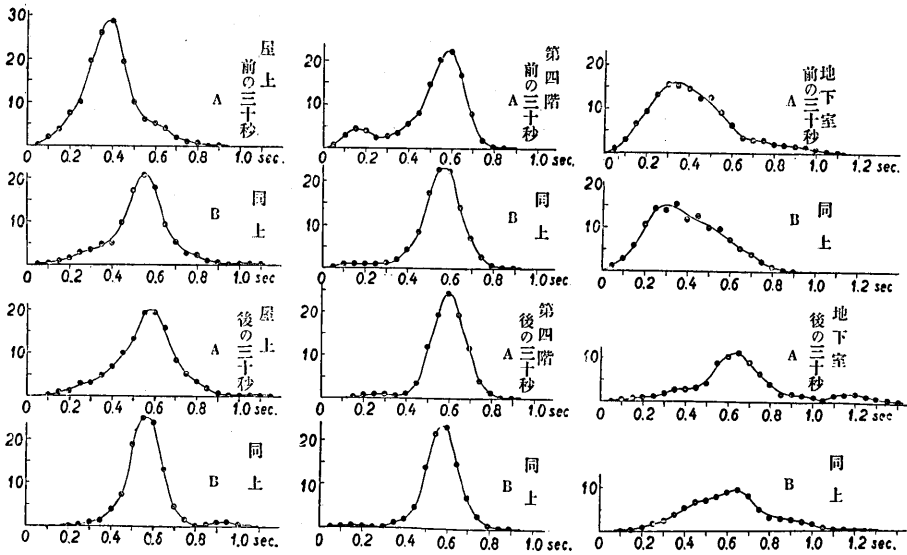
第6圖 共振曲線、縦軸は屋上に於ける加速度を地下室に於ける加速度にて除したる數を示す

8. 主要動の初期中期及終期に於ける卓越振動週期 各地震動について各階の卓越振動週期が時の経過と共に如何に變化するかを調べてみると、次の第7圖に示す如くなる。時間は便宜上30秒づゝに區劃してある。これによると地下室に於ける卓越週期は時間の経過と共に變化するも、第4階及屋上(第8階)に於ては始終一定の状態にあることが認められる。

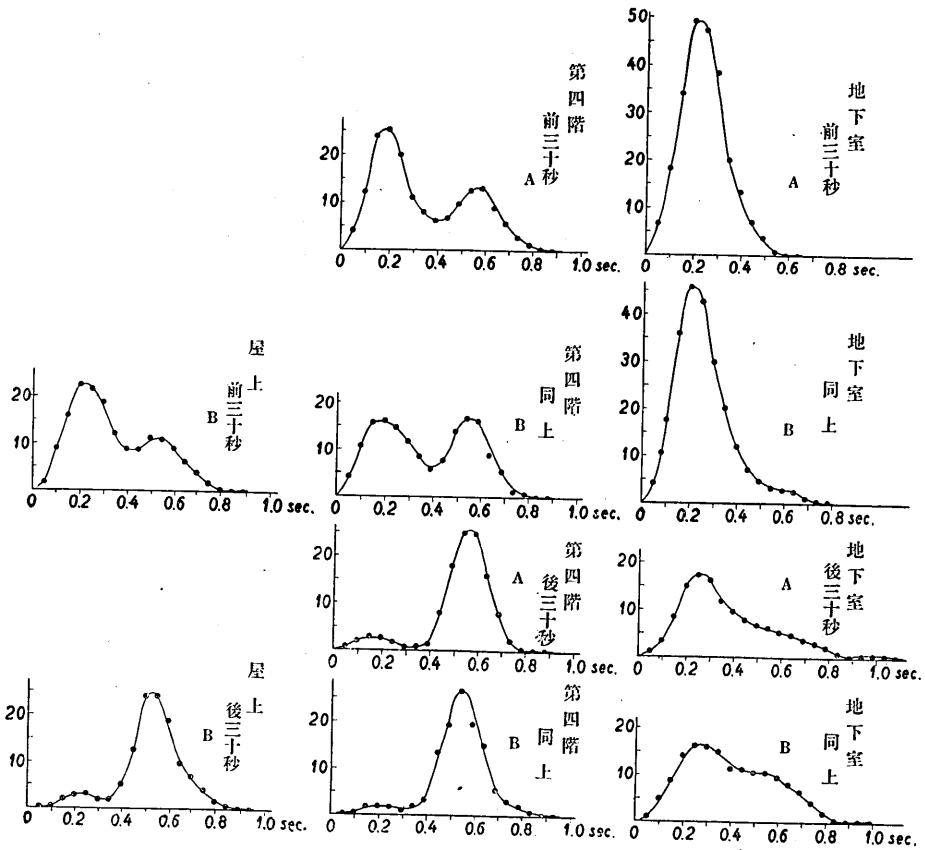


第7圖 (a) 主要動の初期、中期及終期に於ける卓越周期の變化を示す。

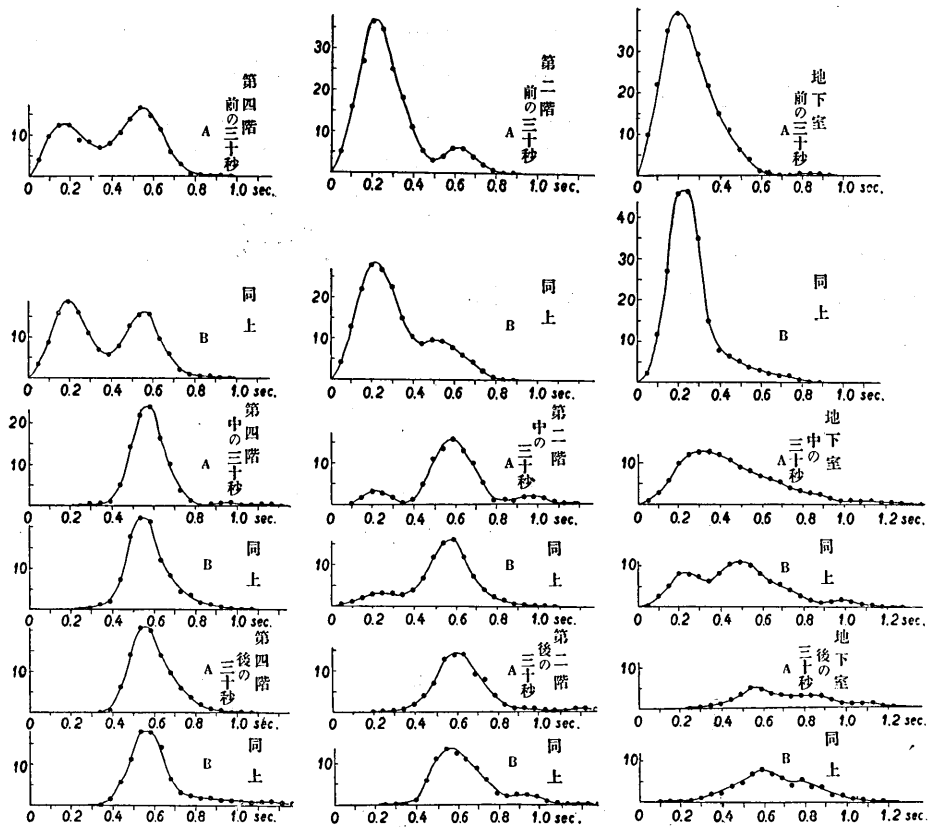
昭和9年8月3日霞ヶ浦附近の地震



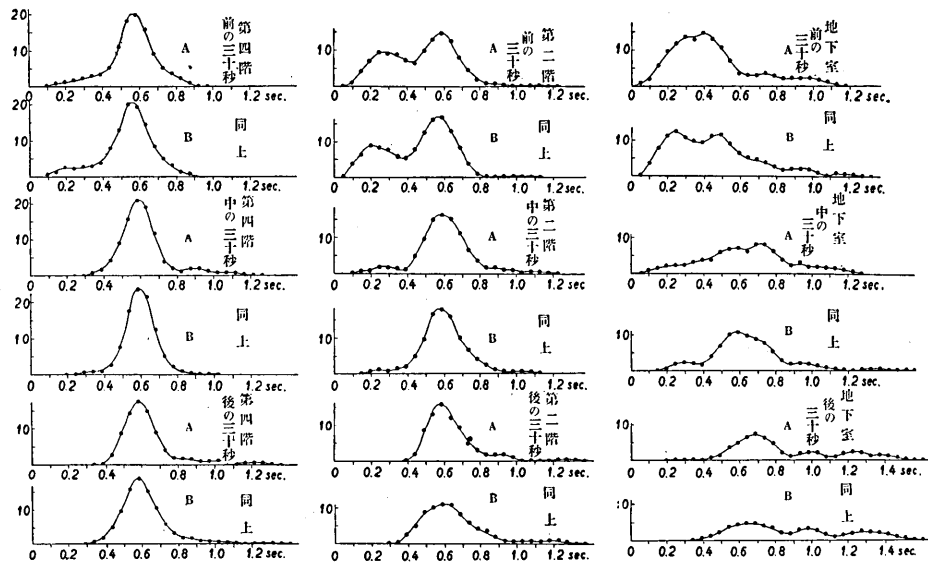
第 7 圖 (b) 昭和 9 年 9 月 24 日 山中湖附近地震



第 7 圖 (c) 昭和 9 年 11 月 28 日 水海道地震



第7圖 (d) 昭和10年1月19日多摩川溝の口附近地震



第7圖 (e) 昭和10年2月20日九十九里沖地震

9. 各階に於ける加速度 各地震毎に各階の最大加速度を讀取り, 且地下室の最大加速度を單位として, 其上階が何倍になつてゐるかを調べてみると, 次の第II表及び第III表に示す通りである. これによると, 震央距離近きものは短週期の波を多分に含む關係から, 上階に於ける最大加速度が寧ろ地下室の分數となつてゐるのが見られる. なほこの最大加速度を現はす時刻は各階に於て嚴密には一致してゐないが, 大體のところでは一致してゐると見られる. 次に主要動の初より遂次 2.5 秒間づゝに於ける平均の加速度を求め, それが時間の経過に伴ひ如何に變化するかを, 各階の比にて示せるが第8圖である.

第II表 各階に於ける加速度(昭和9年)

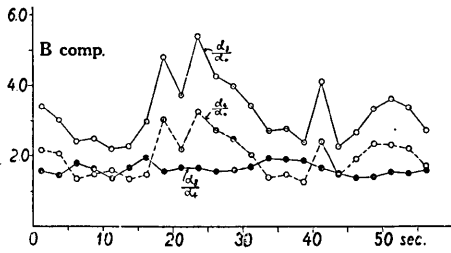
發震時	震度	方向	加 速 度 (gal)						$\frac{\alpha_4}{\alpha_0}$	$\frac{\alpha_8}{\alpha_0}$	$\frac{\alpha_8}{\alpha_4}$	震 央		
			地下室	平均 α_0	第4階	平均 α_4	屋上	平均 α_8				東經	北緯	深さ
月 日 時 分 6 21 8 59	I	B	1.1	1.2			3.4	3.3	2.7		139.8	36.1	30	
		B'	1.3				3.1							
		A'	0.8	0.9	2.4	2.3	2.6							
		A	1.0		2.2									
7 16 5 06	I	B	2.6	2.5			3.4	3.7	1.5		139.6	35.6	30	
		B'	2.3				3.9							
		A'	2.3	2.2	3.7	3.5	1.6							
		A	2.0		3.2									
7 20 22 39	I	B	2.3	2.0			3.9	4.3	2.2		140.6	35.9	40	
		B'	1.6				4.7							
		A'	1.1	1.4	4.0	3.4	2.4							
		A	1.6		2.8									
7 24 19 12	I	B	1.1	1.2			2.3	2.5	2.1		140.2	35.1	40	
		B'	1.2				2.6							
		A'			2.4	2.4								
		A			2.4									
7 28 21 13	I	B	1.6	1.4			3.1	2.8	2.0		141.4	37.7	?	
		B'	1.2				2.5							
		A'	1.1	1.2	2.4	3.3	2.8							
		A	1.3		4.2									
8 2 17 07	I	B	2.3	2.4			4.7	3.9	1.6		140.1	36.0	60	
		B'	2.4				3.1							
		A'	1.6	1.5	2.2	3.4	1.3	2.3	1.7					
		A	1.3		1.7					2.0	3.5			

(次頁へ続く)

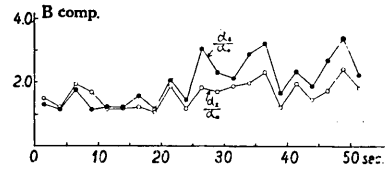
發震時	震度	方向	加 速 度 (gal)								震 央			
			地下室		第4階		屋上		$\frac{a_4}{a_0}$	$\frac{a_8}{a_0}$	$\frac{a_8}{a_4}$	東經	北緯	深さ
			平均 a_0	平均 a_4	平均 a_8									
8 月 3 日 21 時 24 分	III	B B' A' A	13.4 10.6 13.0 13.8	12.0 13.4	29.4 28.7 32.0 27.0	29.1 29.5	37.5 38.0 28.0 26.5	37.8 27.3	2.4 2.2	3.2 2.1	1.3 0.9	140.2	36.1	60
8 5 17 43	I	B B' A' A	1.0 0.8 1.1 1.0	0.9 1.1	1.1 0.8 0.8	1.1 0.8	2.3 2.3 3.0 2.8	2.3 2.9	1.2 0.7	2.6 2.6	1.9 3.6	140.2	35.6	60
8 18 11 39	I	B B' A' A	1.2 1.2 1.1 1.2	1.2 1.2	3.2 3.0 3.4 3.2	3.1 3.3	4.3 4.2 2.8 3.2	4.3 3.0	2.6 2.8	3.6 2.5	1.4 0.9	137.1	35.8	淺
9 1 20 17	II	B B' A' A	17.1 13.0 13.0 13.0	15.1 13.0	15.9 17.6 18.6 16.9	16.8 17.8	30.2 34.0 30.4 33.6	32.1 32.0	1.1 1.4	2.1 2.5	1.9 1.8	139.9	36.1	50
9 17 9 30	II	B B' A' A	4.1 5.7 4.9 4.1	4.9 4.5			7.7 7.6 11.2 9.6	7.7 10.4		1.6 2.3		140.1	35.8	30
9 24 13 53	II	B B' A' A	2.4 1.6 1.0 1.6	2.0 1.3	2.7 2.9 3.8 4.4	2.8 4.1	4.7 3.1 5.8 5.5	3.9 5.7	1.4 3.1	2.0 4.4	1.4 1.4	138.9	35.4	20
11 26 12 38	I	B B' A' A	2.6 2.3 2.9 2.8	2.5 2.9	2.4 2.4 2.2 2.2	2.4 2.2	4.7 5.1 4.5 4.8	4.9 4.7	1.0 0.8	2.0 1.6	2.0 2.1	139.4	35.9	40
11 27 14 50	I	B B' A' A	3.6 3.3 2.4 1.6	3.5 2.0	6.4 6.4 3.4 3.4	6.4 3.4	10.5 9.6	10.1	1.6	2.9 1.7	1.6	140.6	35.5	40
11 28 0 56	II	B B' A' A	5.7 6.5 5.7 4.6	6.1 5.2	5.1 4.5 8.8 8.5	4.8 8.7	10.1 11.7	10.9	0.8	1.8 1.7	2.3	140.0	36.1	40

第III表 各階に於ける加速度(昭和10年)

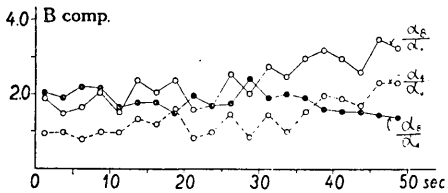
發震時	震度	方 向	加 速 度 (gal)						$\frac{a_2}{a_0}$	$\frac{a_4}{a_0}$	$\frac{a_4}{a_2}$	震 央		
			地下室	平均 a_0	第2階	平均 a_2	第4階	平均 a_4				東經 (°)	北緯 (°)	深さ (km)
1 3 23 55	III	B B' A' A	40.0 31.4	35.7	29.0 21.7	25.4	18.0 19.4	18.7	0.7	0.52	0.7	139.9	35.5	60
1 19 7 43	II	B B' A' A	4.9 4.2 3.9 5.1	4.6 4.5	7.3 5.9 7.2 6.4	6.6 6.8	6.5 7.6 5.9 5.9	7.1 5.9	1.4 1.5	1.5 1.3	1.1 0.9	139.6	35.6	30
2 12 2 20	I	B B' A' A	1.6 1.6 1.6 2.8	1.6 2.2	2.5 2.6 3.4	2.5 3.0	2.7 1.9 3.9 3.9	2.3 3.9	1.6 1.4	1.4 1.8	0.9 1.3	139.7	36.1	40
2 20 5 10	II	B B' A' A	5.5 5.2 4.1 4.6	5.4 4.4	6.7 5.1 7.7 7.5	5.9 7.6	7.8 6.8 7.8 8.3	7.3 8.1	1.1 1.7	1.4 1.8	1.3 1.1	140.5	35.4	30
3 2 3 45	II	B B' A' A	2.9 2.8 3.1 2.3	2.9 2.7	3.7 3.9 3.4 3.2	3.8 3.3	3.3 3.7 3.7 3.7	3.5 3.7	1.3 1.2	1.2 1.4	0.9 1.1	140.1	35.9	50
3 7 17 53	I	B B' A' A	2.1 3.3 2.0 3.4	2.7 2.7	4.0 4.3 2.4 3.5	4.2 3.0	5.1 4.8 2.9 4.2	5.0 3.6	1.6 1.1	1.9 1.3	1.2 1.2	139.6	35.1	40
3 9 1 8	I	B B' A' A	1.5 1.8 1.0 0.8	1.7 0.9	1.9 2.3 1.3 1.1	2.1 1.2	1.4 1.1 1.4 1.4	1.3 1.4	1.2 1.3	0.8 1.6	0.6 1.2	141.7	36.5	40
3 14 23 16	I	B B' A' A	2.9 1.5 2.4 1.6	2.2 2.0	2.9 2.6 3.0 2.7	2.8 2.9	2.2 2.4 2.5 3.4	2.3 3.0	1.3 1.5	1.0 1.5	0.8 1.0	139.2	35.2	?
3 26 18 2	I	B B' A' A	4.9 4.9 2.4 3.6	4.9 3.0	4.7 3.9 3.2 2.1	4.3 2.7	3.3 5.1 4.2 3.7	4.2 4.0	0.9 0.9	0.9 1.3	1.0 1.5	139.9	35.7	35
3 31 6 20	II	B B' A' A	5.2 4.9 4.1 4.7	5.1 4.4	5.9 7.8 6.9 5.6	6.9 6.8	8.8 8.3 10.5 10.2	8.6 10.4	1.4 1.5	1.7 2.4	1.2 1.5	141.8	31.2	?



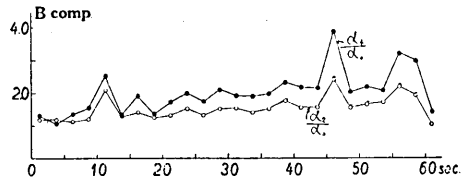
第 8 圖 (a) 各階加速度比の時間の経過に伴ふ變化を示す
昭和 9 年 8 月 3 日の地震



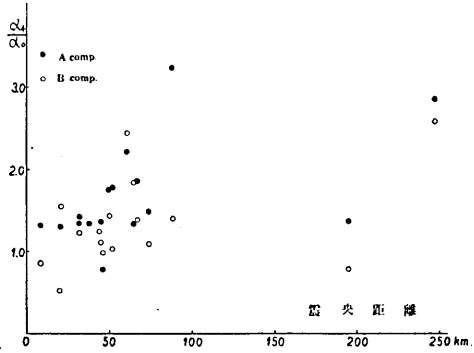
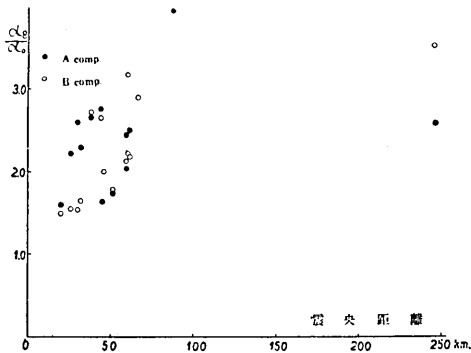
第 8 圖 (c) 昭和 10 年 1 月 19 日の地震



第 8 圖 (b) 昭和 9 年 11 月 28 日の地震



第 8 圖 (d) 昭和 10 年 2 月 20 日の地震



第 9 圖 震央距離と加速度との關係を示す

屋上(第8階)と第4階との比は始終略々一定であるが、屋上と地下室及第4階と地下室との比は中期部に於て著しく増大することが認められるが、それは既に記述せる如く地下室に於ける卓越振動週期が中期部に於て建物の固有振動週期に接近する傾向あることによるもので、所謂共振の状態を現はすものと考へられる。震央距離と建物に生ずる振動加速度との關係を調べて見ると、第9圖に示す如くである。これによると 50~100 km の中距離の地震によるものに振動加速度の大なるものを生ずる傾向が見える。

10. 結語 これ迄説述せるは、主として地震動記象より容易に求められる事項に關するもののみで、未だ重要な事項の研究調査が残されてゐることは筆者等のよく

知るところであるが、この方面の調査資料の乏しき現今の狀勢に於ては、尙ほ資料としての價値を有するものと信ずる。

筆を擱くにあたり今回の觀測に際し受けし學術振興會の補助と觀測のための諸設備其他を負擔せられた第一生命保險相互會社の御好意とに深く謝意を表する次第である。

10. *Vibration of a Tall Building Caused by Earthquake Shocks.*

By Tokitaro SAITA and Masazi SUZUKI,

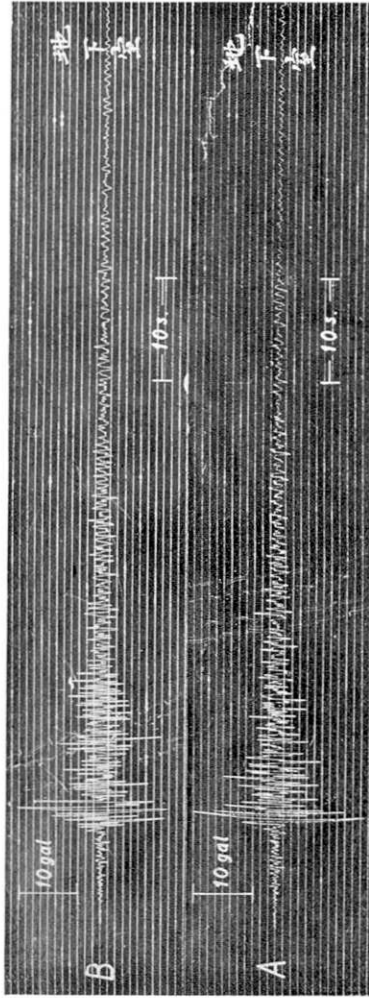
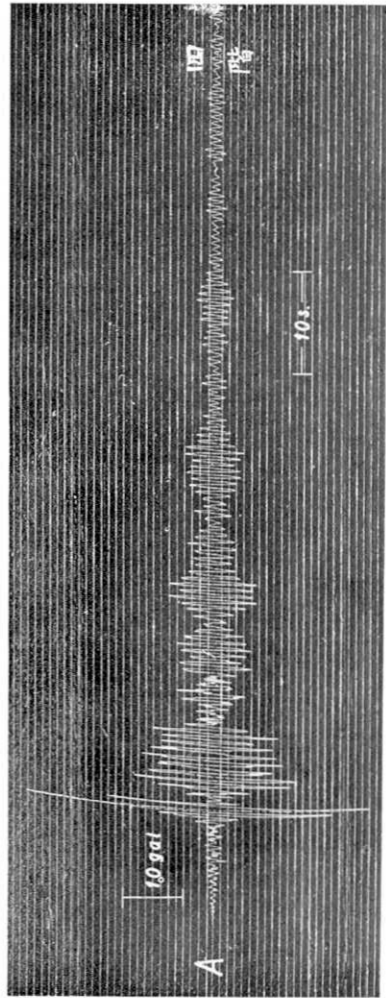
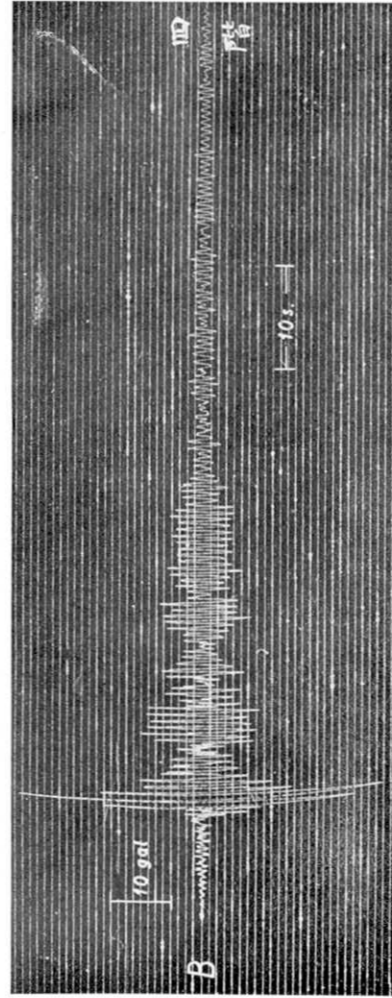
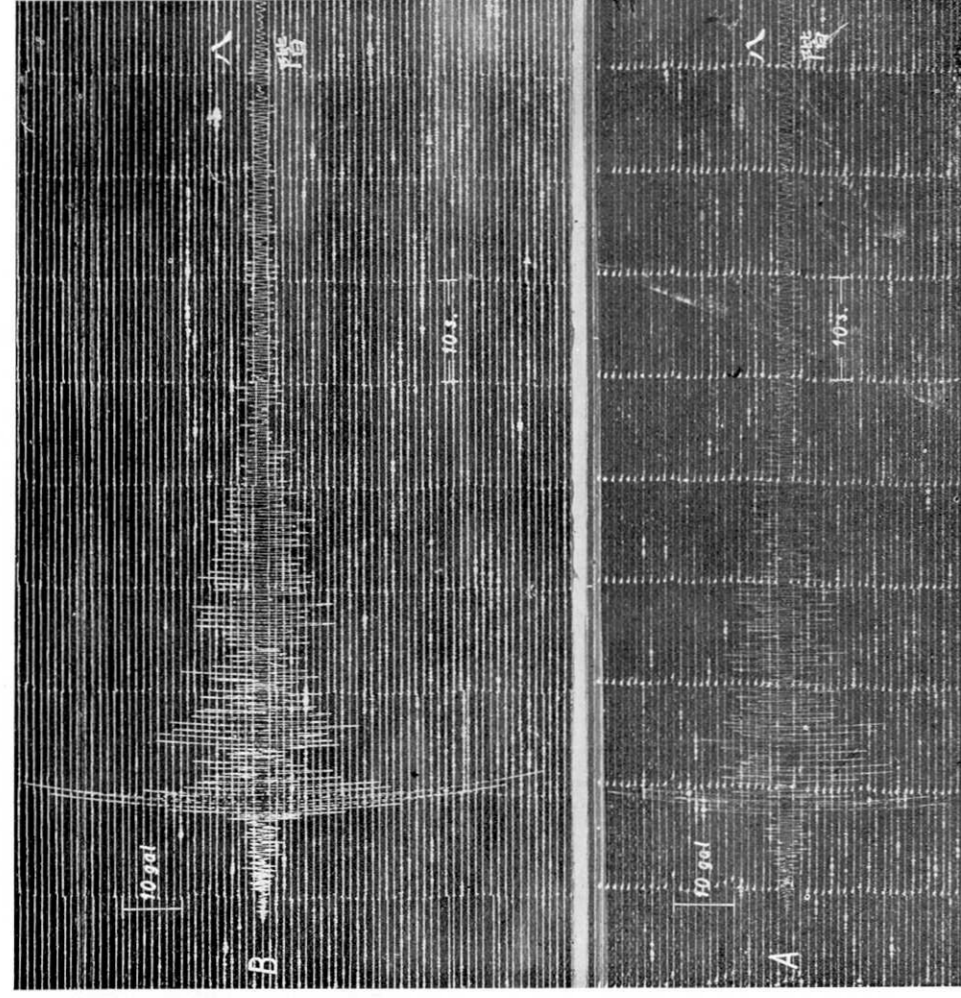
Earthquake Research Institute.

The object of the following article is to explain the results of observation which was executed on about one hundred feet high building caused by earthquake shocks. Instruments used in this observation were Ishimoto's accelerometer and placed on the roof (or the 8th floor), the 4th floor, the 2nd floor and the basement floor. From this observation the writers especially pointed out the following three matters.

(a) The building has predominate period in vibration caused by earthquake shocks. From that the predominate period nearly coincided with the maximum value of the resonance curve, the writers appreciated the existence of the natural period of the building and observed the value 0.6 second.

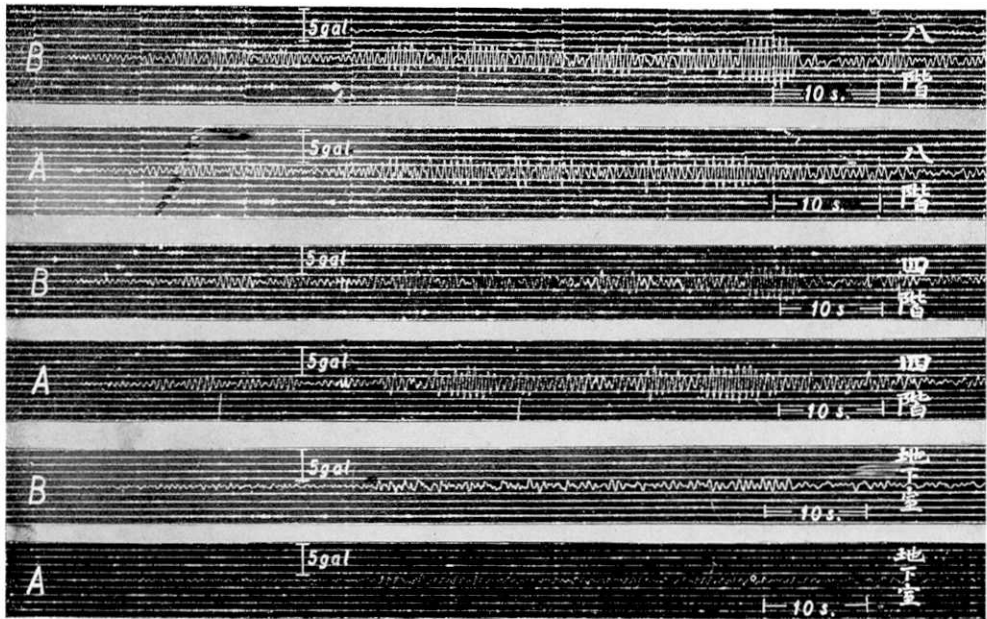
(b) The predominate period on the roof coincided with that on the 4th floor and the value of it was constant in any different earthquake shocks, and also the predominate period on the 2nd floor coincided with that on the basement, but the value of it was not constant in any different earthquake shocks. From these facts the writers are able to suppose the vibratory node at the 3rd floor nearly.

(c) The acceleration on the roof in some cases came up to six from three times of that on the basement floor.

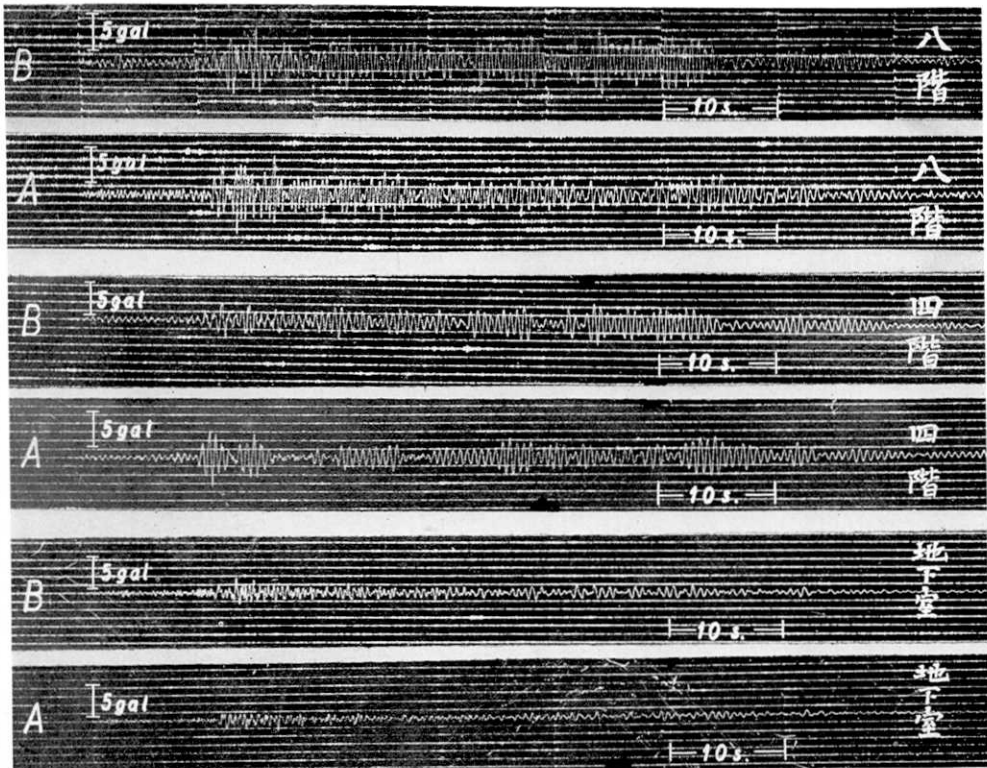


(震研集報 第十四號 圖版 齊田・鈴木)

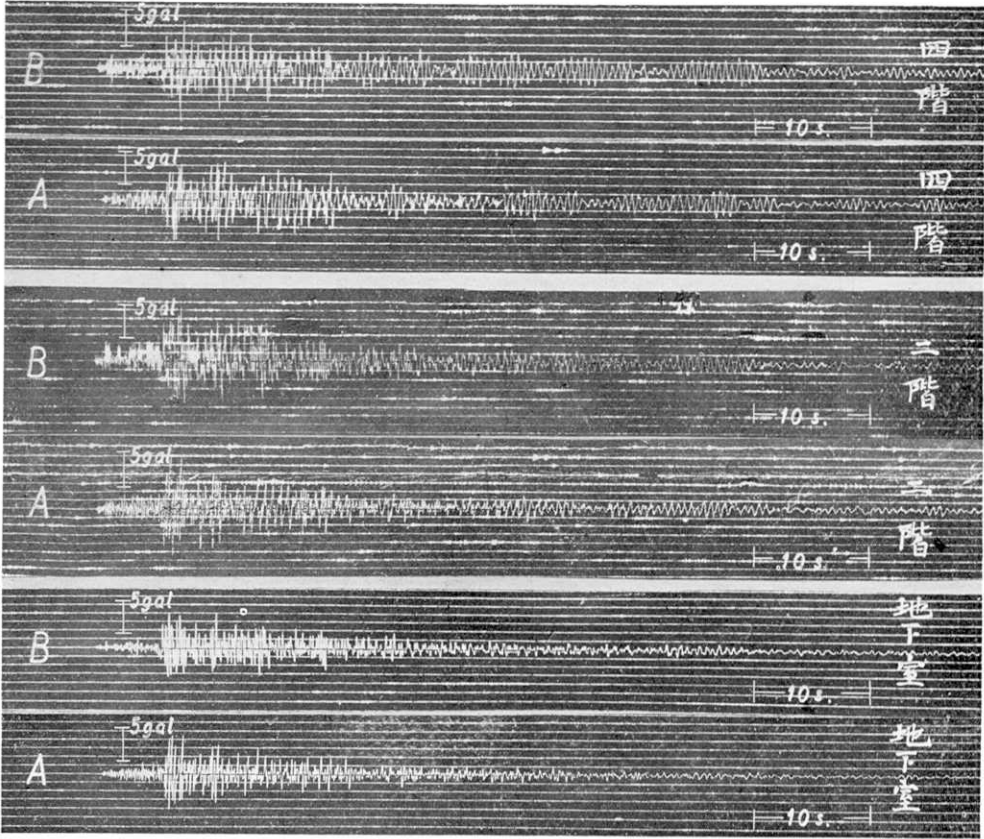
第10圖 發震時 昭和9年8月3日21時24分頃
震源 東經140.2度, 北緯36.1度, 深さ60杆
震度 III



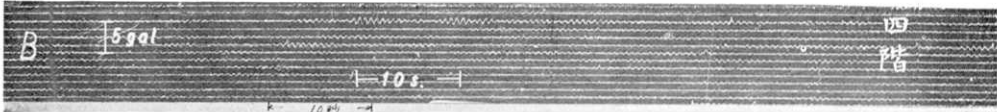
第 11 圖 發震時 昭和 9 年 8 月 18 日 11 時 39 分頃
震 源 東經 137.1 度, 北緯 35.8 度, 深さ 15 軒
震 度 I



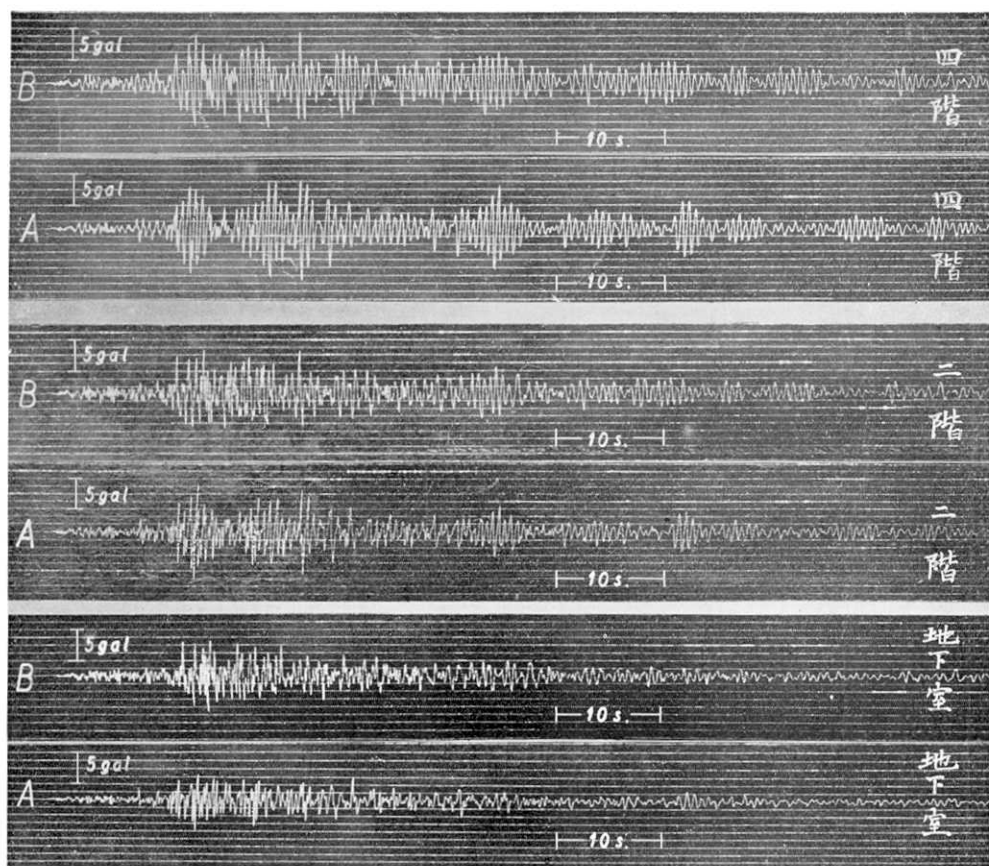
第 12 圖 發震時 昭和 9 年 9 月 24 日 13 時 53 分頃
震 源 東經 138.9 度, 北緯 35.4 度, 深さ 20 軒
震 度 II



第 13 圖 發震時 昭和 10 年 1 月 19 日 7 時 43 分頃
震 源 東經 139.6 度, 北緯 35.6 度, 深さ 30 軒
震 度 II



第 14 圖 昭和 9 年 9 月 21 日京・阪・神地方に多大なる被害を與へたる
颯風による振動 (第 4 階にて観測せるもの)



（震研彙報 第十四號 圖版 齊田・鈴木）

第 15 圖 發震時 昭和 10 年 2 月 20 日 5 時 10 分頃
震 源 東經 140.5 度，北緯 35.4 度，深さ 30 軒
震 度 II