

26. 大阪市内に於ける土地の 固有振動の測定

地震研究所 { 那 須 信 治
萩 原 尊 禮

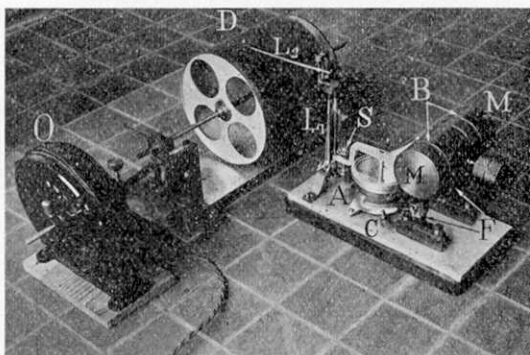
(昭和11年3月17日發表—昭和11年3月17日受理)

緒 言

昭和11年2月21日河内大和強震は大阪市内にとっては稀らしく大きな地震であつた。この強震の後数日間は市内に於ても日々数回の地震を感じた。今回此等の餘震の震源決定のため観測網を張るに際し、大阪市内に観測點の1點を設置して震源の決定にも又市内に於ける土地の固有振動の測定にも資せんと試みた。言ふまでもなく大阪は大都市であるから、震害対策上にも今回の如き土地の固有振動の測定が有意義であることは疑はない。從來大阪市内に於ける土地の震動習性に關する文獻の甚だ少いことを遺憾に思つてゐた矢先に今回の如き餘震が連続發生したので、此の機會に測定を行へば効果的であると考へたのである。然るに餘震は別記¹⁾報告中に述べてある様に甚だ回数が少く従つて十分なる測定結果を擧げることが出来なかつた。それ故に此の報告は將來の研究に對する Preliminary Report に止めておく。

今回使用せる加速度 地震計

今回大阪市内に於ける地震観測に使用せる加速度地震計は概略の構造に於ては石本博士の加速度地震計²⁾と大差は無いが特



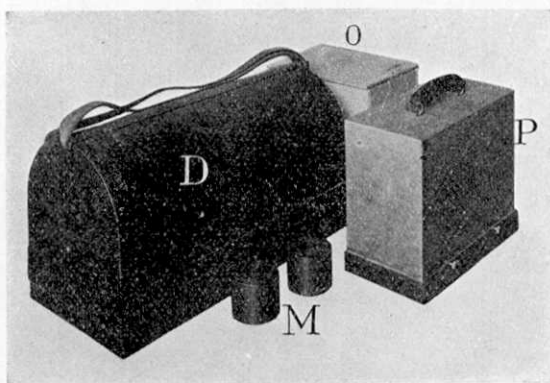
第1圖 携帶用加速度地震計

Portable acceleration seismograph.

M bob of pendulum, F flat spring, B metallic band, A air damper, C cock, S clamp, L₁, L₂ magnifying lever, D drum, O synchronous motor.

- 1) 那須・萩原「昭和11年2月21日河内大和強震調査報告」地震研究所彙報 14 (1936), 285.
- 2) 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.

に出張観測を目的とし、携帯に簡便なることを主眼として設計せられたことを特徴としてゐる。第1圖に示す如く振子は二つの板バネ(F)に依り逆立し、其の固有振動週期は約0.1秒である。Aはアルミニウム製ピストン型制振器であつて、ピストンの間隙は約0.1mmであるが、別にコック(C)を有し之を加減することに依り振子に加はる制振力を適宜な値に調節することが出来る。振子の運動は二つの積杆(L_1, L_2)に依り



第2圖 同上(運搬に際し取纏めた所)
Portable acceleration seismograph kept in cases,
P seismograph, M bob of pendulum,
D drum, O synchronous moter.

擴大せられ幾何倍率は約100である。ドラム(D)は直径20cm、100Vシンクロナスマートル(O)に依り廻轉せられる。モートルの廻轉はウオームギヤに依り2段に遞下され、交流の周波數60に對してドラムは8分20秒に1回轉する様になつてゐる。従つて記録紙の進行速度は毎秒約1.25mmとなる。運搬に際しては螺子(R)に依り振子をクランプし、眞鍮製の帶(B)をゆるめて重錘(M)を振子から分離することが出来る。従つて器械それ自身は極めて輕量となるから携帯にも容易であるし、器械の調整に變化を來たす憂もない。第2圖は運搬に際して器械を取纏めたところを示す。尙今回使用せる加速度地震計は都合2臺であるが、其の固有週期及び感度は次に示す通りである。

	固有週期	感度 (記録紙上1mmの振れに相當する加速度)
No. 1	0.13 sec.	2.2 gal
No. 2	0.14 sec.	2.6 gal

振子の制振状態は何れも極限制振に近い状態に置いた。

観測結果

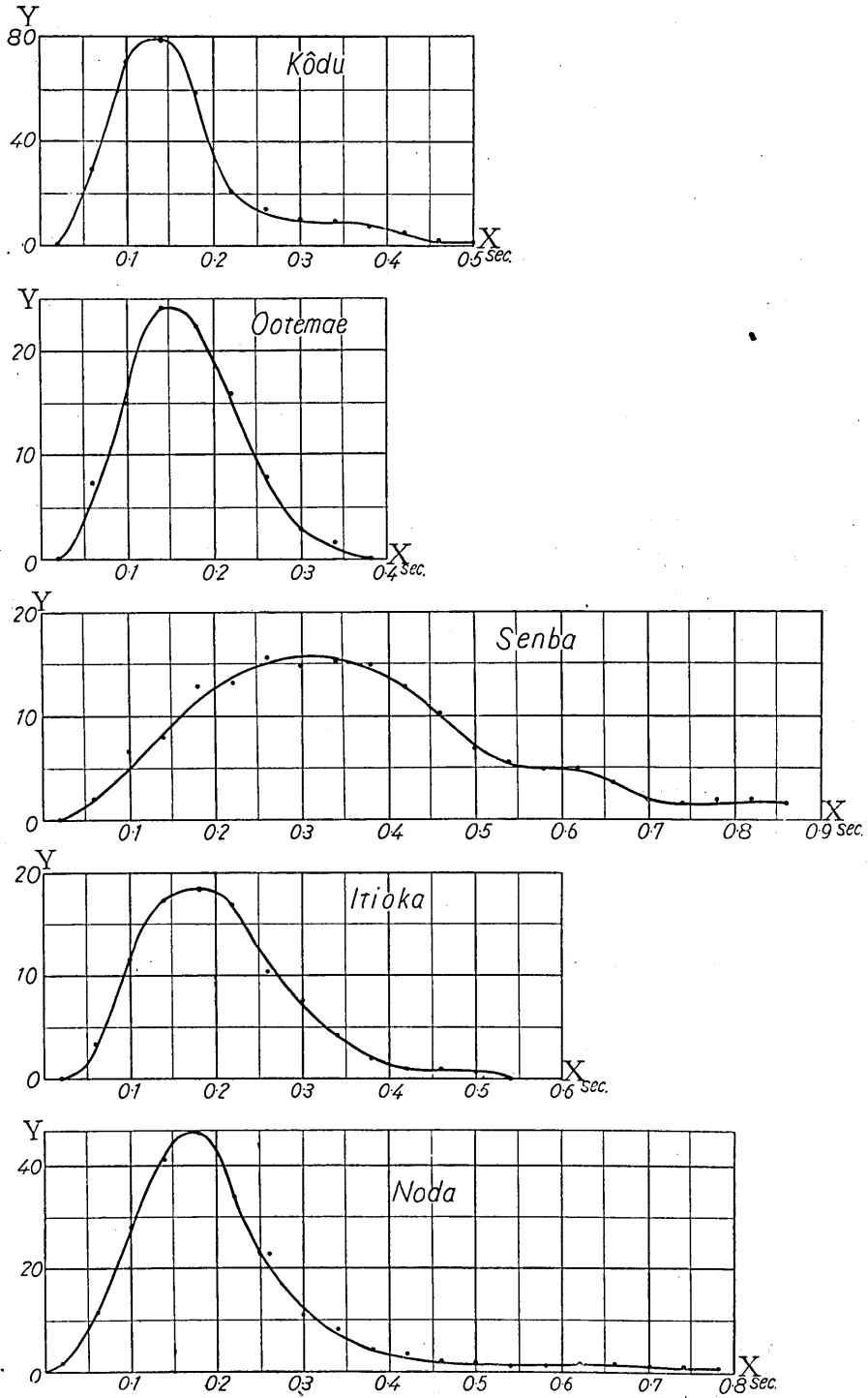
今回大阪市内に於て観測を行つた場所は高津(高津中學校)、大手前(大手前高等女學校)、船場(東區備後町5丁目)、市岡(市岡高等女學校)、及び野田(長谷川鐵工場)の合計5ヶ所である(第3圖參照)。第5圖に是等の観測點で得られた加速度地震記象の代表的のものを掲げてある。



第3圖 大阪市地形圖

Map of Osaka.

是等の地震記象より地震動の卓越週期を決定したのであるが、其の方法は従來卓越週期決定に屢々行はれて來た方法を探つたのであつて、記象を寫眞に依り實物の約10倍に引伸したのから振動の週期を一つ一つ讀取り横軸に週期を、縦軸に其の週期の頻度を記入し、頻度の極大を示す週期を以て卓越週期と定めたのである。週期の讀取方法は記象上に零線を假定し、之を振動の曲線が同一方向に過る點を求め、相隣る此の如き點の間の時間を以て其の時の週期とした。週期の讀取は主要動の始めから開始して尾部に至る約10秒乃至20秒で讀取れるだけは讀取の方針とした。第4圖は此の様に求められた市内5ヶ所の地震動週期の頻度曲線を示す。之を見るに上町と呼ばれてゐる大阪の高臺を代表する大手前、高津に於ては何れも週期0.15秒附近に



第4圖 地震動週期頻度曲線 X: Period, Y: Number of waves.

頻度の極大が現れて居り、之が上町に於ける地盤の固有振動週期と解釋せられる。此の 0.15 秒なる値は東京の本郷、駒場等の所謂山ノ手に於ける固有振動週期 0.3 秒、0.2 秒に比較すると著しく短いものと云へやう。

次に大阪市の中心地たる船場に於ては週期 0.3 秒附近に頻度の極大が見られ、之を以て卓越振動週期と見做すことが出来るが、頻度曲線は大手前、高津に於ける如く鋭くなく比較的長い週期の振動の存在を示してゐる。船場は東京に於ける丸の内、京橋方面の如き下町に相當する箇所であるが、東京に於ける是等の箇所に於ては地震動の卓越週期として 0.6 秒程度のもので得られてゐるのであるから、船場の場合も東京と對比して其の卓越振動週期は短いと云へる。斯の如く大阪市が東京市に比較して地震動の卓越週期が短いと云ふ事實は、概して兩者の地盤構造が相異なるために外ならぬものであらう。尙最大加速度の大きさに關しては、市岡、野田は夫々大手前、高津に比較して著しく小であつて前者の約 3/10 程度である。斯様な現象は東京の場合に於ても、震源距離小なる地震に際して屢々經驗されたことであつて、所謂軟弱地盤と云はれてゐるところの方が却つて地震動加速度が小さい。次に少しく大阪市の地質調査の文獻に就いて述べておく。

参考となるべき地質學上の文獻

大阪市内に於ては試錐調査は可成り綿密に行はれており、その結果は日本建築協會發行大阪市地質調査圖表に網羅されてゐる。又地質構造等に關して山根新次氏³⁾の報告がある。今大阪の地質の概略をこれらの文獻より拔萃して記せば次の様である。

大阪市の地質を考察する場合には次の 5 層を挙げねばならない。

1) **大阪基盤層** 基盤層は粘土、砂及び砂礫の互層より成り地下に伏在して地表には露出してゐない。そして最深伏在面は地表下 128 尺であるが上町、天王寺、阿部野等の臺地にあつては地表下 30~40 尺であり、御堂筋、梅田方面では地下 100~130 尺であるが市の南部に於てはこれよりも浅い所にあるらしく今宮に於ては 40~58 尺である。

性質として擧げられることは粘着力強く乾燥すれば著しく收縮し堅硬となる。又地質年代はこれを確定すべき化石の存在せざるため不明であるけれども、恐らく舊洪積層の下部に屬するものであるとの事である。

耐壓力に於ては次に述べる何れのものよりは大きいことは確かである。

2) **上町層** 此の層は砂、砂礫が主な成分で稀には粘土層を挾有してゐる。30~40

3) 山根新次「大阪市地質概観」小川博士選層記念地學論叢 (1930); 187.

尺の層厚を有して直接大阪基盤層を覆ふ。而して此の層は上町より天王寺、阿部野に亘る臺地に分布してゐる。

上町層と基盤層の比較の結果は詳かではないが基盤層の優ることは明かである。

地質年代は舊洪積層の下部に相當するとの事であり、又海棲生物遺殻がこの層内に缺如してゐるため陸成層であると考へられてゐる。

3) 天満層 平地區域に於て基盤層を直接覆ふ層は此の層である。然し地表面に露出してゐる所はなく天満に於て最も發達して厚さ 92 尺に達してゐる。上町層に比較して後期に生成されたものであつて上町方面にはなく天満、船場、島の内、難波、木津に亘つて著しく木津川以西に於ては厚さは減少す。此の層は砂及び砂礫層で粘土層を挟有しその内の砂及び砂礫層に就いて基盤層中のそれ等と耐壓力の比較をすると略同等の結果を示すが、粘土層に就いては基盤層：天満層=2:1で此の層は軟弱である。

4) 梅田層 此の層は天満層の上位にあつて最厚 81 尺、梅田より木津東岸に亘る地帯の西方地域に於て發達して厚さは 64~81 尺である。又天満、御堂筋より今宮方面での厚さは 30 尺内外で沖積漸層に屬してゐる。

層中の砂及び砂礫層に就いての天満層中のそれ等と耐壓力比較試験の結果は天満層：梅田層=1.5~2.0:1で粘土層に就いては 1.5:1位である。

5) 表土は同市に於て 1 尺以上 10 尺位で埋立地に於て 3.5~13 尺で 19 尺を最厚としてゐる。

以上の如き地質構造及び耐壓力試験の結果を綜合して考察するに、高津及び大手前は何れも上町層上にある觀測點であつて、大阪に於て地盤の最良といはれる地域にあつて地震動週期も短い。そしてこの 2 地點に於ては略同じ卓越週期が存在してゐる。これに比較すると船場は上部に於ては所謂梅田層があり又その下には天満層もある。そして上町方面と比較すれば上部の地層は軟弱であることは明かであるが、これ等の地層内には耐壓力の比較的大なる砂或は砂礫層が介在してゐる關係上、所によつては上町層よりも地盤堅硬なところもあらう。但し今回の觀測點たる船場に於ては 0.3 秒程度の卓越週期があり、而も 1.0 秒位までの波動のあることを認めた。これは東京、横濱等に於ける經驗⁴⁾と對照すると稍軟弱地盤に於て見られる型式である。

されど野田及び市岡に於ては比較的卓越週期が短いのは案外であつた。これ等は何れも軟弱地盤と考へられてゐた地域であるが、表面層中にも耐壓力が相當大なる砂或は砂礫層が所々介在してゐるとすれば、假令基盤層までは深くても基盤層が浅い場合と同じ結果にもならう。又此の觀測によつて得られた 0.2 秒程度の震動が表面層の第

4) 石本巳四雄「東京横濱市内10個所における地震動加速度觀測」震研彙報 13(1935), 592.

三次振動であり、基本振動は 0.6 秒程度のものであるとする考へ方もあらうが、それにしては 0.6 秒程度の波動が豫期以上に少い。

要するに地盤振動と地質との關係を論ずる場合には、層の彈性及び厚さが問題となり地質の年代等はさ程考慮すべきではなく、前にも述べた耐壓力試験等を各層の各部に於て施行した後でなければ、判然たる關係を見出すことは不可能である。それ故に現在に於ては何等明かな關係は見出されない。この點は將來の研究に委ねる。

終りに臨み此の測定に對し援助を與へられたる方々に厚く謝意を表す。

26. *Determination of the Proper Periods of the Ground in Osaka.*

By Nobuji NASU and Takahiro HAGIWARA.

Earthquake Research Institute.

During a period of about two weeks following the strong earthquake of Feb. 21st, 1936, the aftershocks were observed at five temporary stations in Osaka for the purpose of determining the proper period of the ground. In this work two portable acceleration seismographs were used (Figs. 1, 2).

The most frequent period at Kôdu and Ootemae, stations in the upper town, was 0.15 sec., while at Itioka and Noda, stations lying in the lower town, it was about 0.2 sec. At the centre of the city, i.e., at Senba the proper period of the ground was 0.3 sec. Frequency curves of the period at these stations are shown in Fig. 4.

In interpreting the results, geological structure of the city has been taken into consideration.



高津 Kodu (The earthquake of March 3, 1936).



大手前 Ootemae (The earthquake of February 27, 1936).



船場 Senba (The earthquake of February 24, 1936).



市岡 Itoika (The earthquake of February 27, 1936).



野田 Noda (The earthquake of March 3, 1936).

第 5 圖 加速度地震記象

Acceleration seismograms.