

1985メキシコ地震の調査(1) メキシコ地盤の震動特性

愛知工業大学 正会員・正木和明

①研究の背景 メキシコ首都圏の人口は1800万人、東京首都圏、ニューヨーク都市圏に次ぐ世界第3位の大都市である。高層ビルが立ち並び地下鉄の走る近代都市である。従来幾度となく地震災害に襲われ、このためかなり厳しい耐震基準も規定されている。今回の地震はある程度耐震性の考えられた近代的都市を襲った地震として、かつ甚大な被害を与えた点で貴重である。

今回の地震がM=8の海洋性地震であり、メキシコ市が軟弱地盤上に発達した都市であり、主として中高層ビルに被害が集中したことは類似の地震環境にある我が国の大都市の地震防災を考える上で重要である。

以上の観点から本研究を進めることとした。

②メキシコ地盤の動的特性 図1にメキシコ地盤区分を示す。境界線についてはいくつかの提案はあるものの、岩盤ゾーン、漸移ゾーン、湖成ゾーンに3区分するに一般的であり耐震基準もこの区分によっている。図2に示すように堆積地盤は埋土(DS)、上部粘土層(FAS)、硬覆層(CD)、下部粘土層(FAI)、深部堆積層(DP)よりなり概して単純な成層地盤である。

③メキシコ地盤のS波速度 板叩き法によりS波速度を測定した。図3にPatriotismo駅地下鉄工事現場における結果を示す。DS層(-3.5m)で $V_s=185\text{m/s}$ 、FAS層(-9.3m)で $V_s=51\text{m/s}$ 、CD層で $V_s=238\text{m/s}$ が得られた。他地点での結果、Romo et al(1986)の結果を総合して求めた各層の V_s を表1に示す。FAS、FAI層の遅いS波速度とDP層との強いインピーダンス比が日本の地盤にはあまり見られないメキシコ地盤の特徴である。

④メキシコ地盤の卓越周期 1985地震後、建築学会調査団、東工大グループ、応用(株)、メキシコ国立大工学研究所により約200地点で常時微動が測定された。その後著者は測線観測を目的として100地点において測定を実施した。図4に著者および他機関による測定地点をまとめて示す。現在迄にメキシコ地盤で実施された全測定点が示されている。それぞれの機関によって求められた微動の卓越周期の等周期線も示されている。

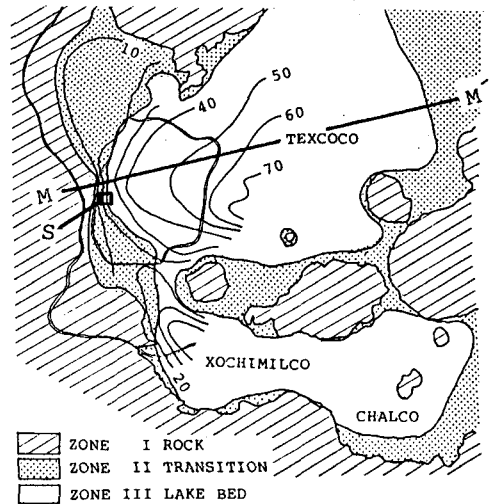


図1 メキシコ地盤区分。地点SはS波測定点、M-M'は微動測定測線

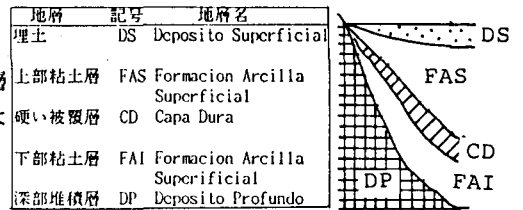


図2 メキシコ地盤地層区分

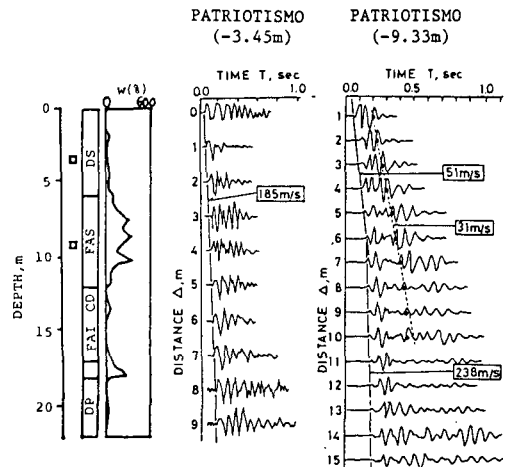


図3 地下鉄Patriotismo駅工事現場におけるS波速度測定(-3.5m、-9.3m地点で実施)測定地点

⑤微動特性と地盤との対応 図5にメキシコ盆地を東西に横断する延長40kmの測線における微動の卓越周期とDP層上面深度(軟弱層厚)との関係を示す。両者の対応が極めて良いことが明らかである。日本でこのようにきれいな対応が見られることは稀である。メキシコ地盤では軟弱層と深部堆積層(DP)とのインピーダンス比が大きいためにこのようにきれいな対応を示す原因である。

図6に微動卓越周期と軟弱層厚との関係を示す。図中の直線は1/4波長則を示している。軟弱層の平均S波速度を50-60m/sと考えれば微動卓越周期を説明できる。この速度は③で示した板叩きによる測定値と一致する。

⑥微動と地震動の卓越周期の対応 図7に強震計設置点で観測された微動と地震動の卓越周期の関係を示す。両者の相関は良い。このことは今回微動測定で得られた周期が地震時にも発現したと考えられる。ただ地震動の卓越周期がやや長いことは注目される。

⑦まとめ 今回の研究は次のように要約される。

- (1)板叩き法により求めた軟弱層のS波速度は50~60 m/sである。
- (2)S波速度を50~60m/sとすれば微動卓越周期は軟弱層の存在によって説明できる。
- (3)地震動と微動の卓越周期は一致する。
- (4)地震動特性もまた軟弱層の存在によって規定されている。
- (5)従って軟弱層の震動特性を明らかにすることはメキシコ市の地震防災を考える上で極めて重要である。

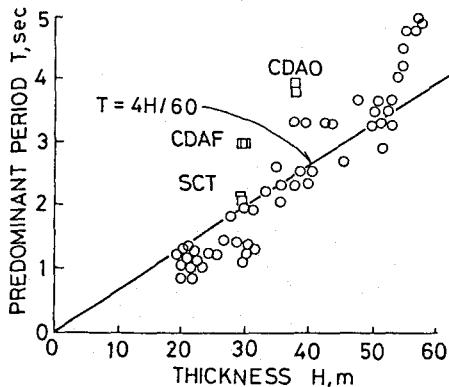


図6 微動卓越周期と軟弱層厚との関係。直線は1/4波長則を示す。

表1 メキシコ地盤の特性

記号	層厚(m)	含水比(%)	N値	S波速度(m/s)
DS	-10	20-100	2-20	100-200
FAS	10-35	100-500	2-35	40-50
CD	-5	20-40	15-50	200
FAI	-15	100-250	2-35	100-200
DP		100	25-50	400-

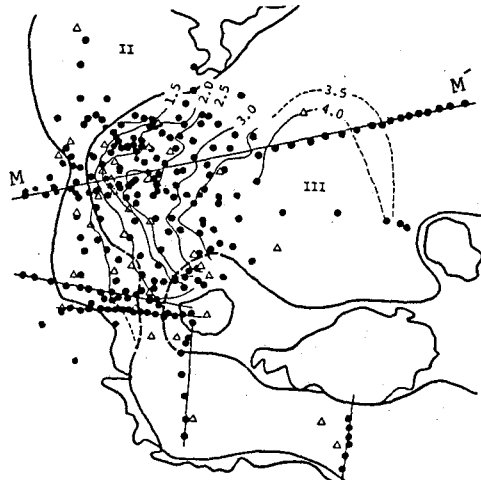


図4 微動測定地点と卓越周期(秒)

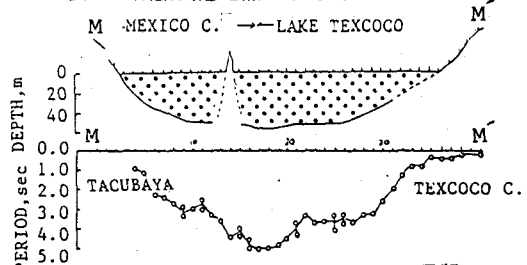


図5 M-M' 測線における卓越周期と軟弱層厚との対応

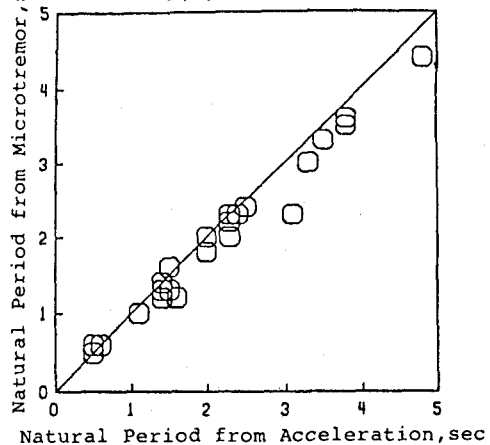


図7 微動と地震動の卓越周期の関係