

基礎地盤コンサルタンツ欄 ○安田 進， 豊橋技術科学大学 河邑 真
国鉄鉄道技研 中村 豊， 東京工大 大町達夫， 鹿島建設 三村長二郎

1. まえがき

1985年9月19日にメキシコの太平洋沿岸で発生した地震（ $M_s = 8.1$ ）により、海岸付近や内陸部で多くの被害が生じた。筆者達は土木学会の調査団の一員（地震と地盤関係担当）として約10日間現地調査を行ったが、その結果、構造物の被害が地盤特性に強く影響を受けていたと考えられるケースがいくつか見受けられた。特に、超軟弱地盤の地震応答や沈下特性に起因したメキシコ市の被害、砂地盤の液化化に起因したラサロカルデナス市の被害、段差の発生に起因したグスマン市の被害は特筆すべきものがあつた。本報告では前2者を別報では後者を扱い、現地で入手した情報に考察を加えて報告したい。

2. メキシコ（Mexico）市の被害と地盤

メキシコ市は標高約2200mの高地にあり、かつて火山湖の淵であった所を埋め立てて街が形成されている。このため、市の大半の地盤では埋立層の下位に火山灰による極めて軟弱な粘土層（含水比が200～500%）が堆積しており、常時から圧密沈下が大きな問題となっている。ただし、市の西部は火山岩から成る丘陵地となっているため、図-2に示したように、一般に地質的に湖沼地区、中間地区、丘陵地区の3地区に区分されている。

さて、今回の地震によりメキシコ市では建築物、上・下水道を中心に多くの被害を受けた。これらの被害は湖沼地区に限られていた（図-2に見られるように過去にも同様の地区で被害を受けてきている）。図-1からもわかるように震央から約400kmも離れているのにこれだけの被害を受けたのは驚異に値するが、湖沼地区の強震記録によると70～170gal程度の地表最大加速度でしかも卓越周期が2～4秒程度、継続時間も3分間近く続くものもあり、かなり強い地震動であつたようである。これに対し、丘陵地区では30～40gal程度の地表最大加速度しか生じてなく、いかに湖沼地区の増幅度が大きかったか物語っている。増幅度が大きかった理由としては、①地表面から約30mの深さまで表-1に示したように $V_s = 40 \sim 80 \text{ m/sec}$ と云った超軟弱層が堆積していること、②基盤が盆状構造となっていること、などが挙げられる。なお、湖沼地区内でも被災、無被災建築物が隣接しており、建築物の被害には耐力や周期特性も大きな要因となっているようである。

建築物の被害として、上述したような振動によるもの以外に建物全体が沈下（最大で1m余り）したのも見受けられた。その実態および原因について現地でいろいろ聞いてまわつたが明らかにでき

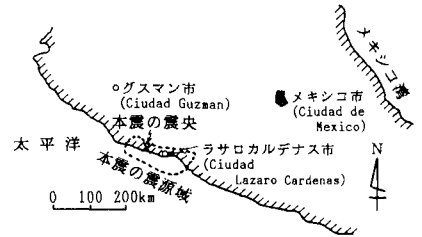


図-1 調査箇所位置図

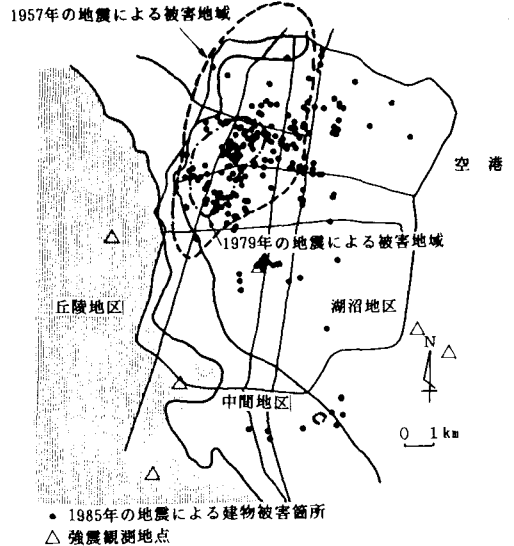


図-2 メキシコ市の被害と地盤区分¹⁾

表-1 ラテンアメリカンタワーでの V_s ²⁾

ENGINEERING PHYSICAL PROPERTIES OF SUBSOIL MATERIALS L.A.T. SITE				
DEPTH m	CLASSIFICATION	W_n %	V_s m/sec	
5.55	FILL	55	77.5	
9.15	BECERRA	85	117	
15.80	SILTY CLAY I	300	42	
18.50	CLAYEY SILTY SAND	42	83	
19.80	SILTY CLAY II	320	56	
23.65	SILTY CLAY III	200	62	
27.20	SILTY CLAY IV	273	62	
29.10	SILTY CLAY Va	248	78	
33.50	SILTY CLAY Vb	300	78	
38.20	TARANGO SAND I	42	150	
41.55	TARANGO SILTY CLAY Ia	174	88	
41.95	WHITE VOLCANIC GLASS	30	110	
45.25	TARANGO SILTY CLAY Ib	174	94	
47.70	TARANGO CLAYEY SAND Ia	168	140	
	TARANGO SAND II		238	

Depth numbers indicate bottom of layer

なかったため、過去の地震による実測例を図-3に示しておく。この実測に関しZeevaert³⁾は地震によって沈下し、さらに骨格構造が破壊してその後圧密沈下が激しくなると述べている。

図-3 1957年の地震での沈下³⁾

3. ラサロカルデナス (Lazaro Cardenas) 市での液状化

震源域内の強震記録によると、岩盤上で140~170 gal程度の地表最大加速度が生じている。それにもかかわらずあまり多くの被害が生じなかったのは、道路や集落が海岸段丘上などの堅い地盤上に存在していたことが主な原因と言えよう。唯一、ラサロカルデナス市だけは図-4に示されるように沖積低地上に街が発達し、建築物、橋梁、工場施設等かなりの被害を受けた。特に河口付近に造られた工業団地では液状化に起因した被害も生じた。

図-5は最も河口にある Fertimex 社の敷地での噴砂とクラックの発生箇所を示している。この液状化により、レールや水路の蛇行・沈下、直接基礎建物の床の沈下などの被害を受けた。ただし、工場建設前の1979年の地震時に図-5に示されるような液状化が生じたため、タンク等の構造物では対策としてクイ基礎が用いられており、それらは今回被害を受けなかった。

図-5に示したA-A'線上の断面図で液状化簡易判定(道路橋示方書の方法による)を行ってみると図-6となり、液状化発生区域では地下水位以下の沖積砂層の一部が液状化したものと推測される。

4. あとがき

まえがきでも述べたように、本報告は土木学会のメキシコ地震調査団として調査を行った結果の一部を示したものである。

団長の東大生研片山恒雄教授他、御協力をいただいた関係各位に感謝する次第である。

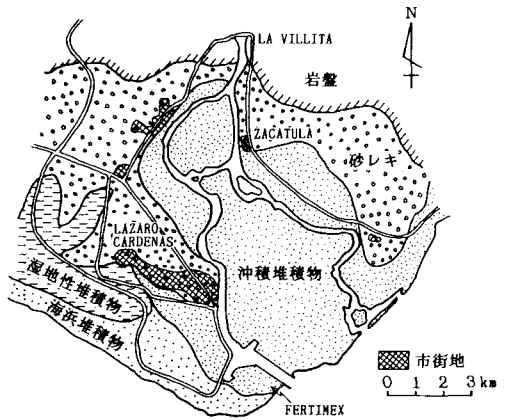


図-4 ラサロカルデナスの地質図⁴⁾

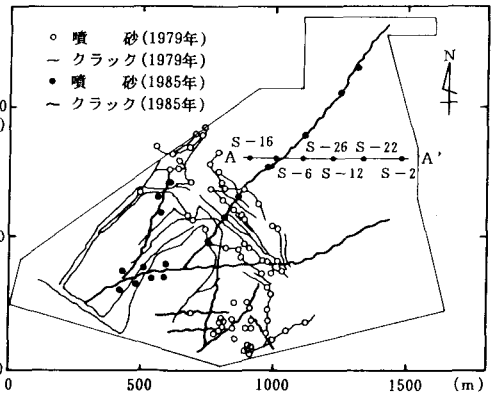


図-5 Fertimex 社での液状化状況⁵⁾

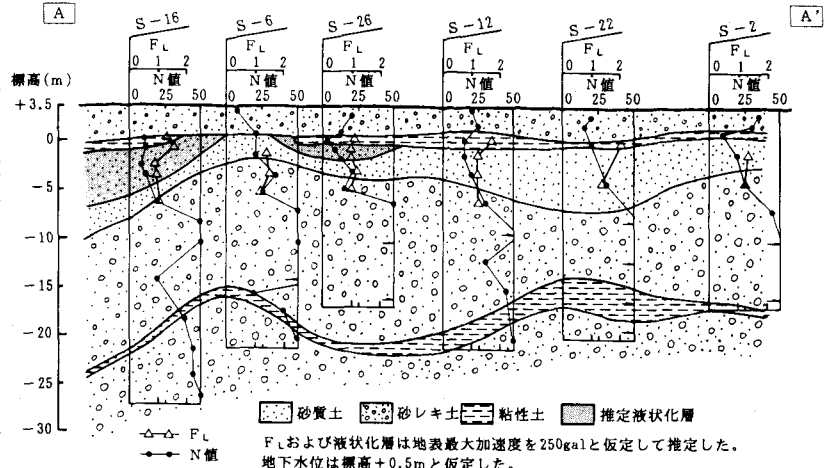


図-6 A線に沿った土層断面図⁶⁾と液状化解析結果

5. 参考文献 1) Inst. de Ing. de la Univ. Nacional Autonoma de Mexico: EL Temblor del 19 Septiembre de 1985 y sus Efectos en las Construcciones de la Ciudad de Mexico, 1985. 2) L.Zeevaert: Strong Ground Motions Recorded during Earthquakes of May 11th and 19th, 1962 in Mexico City, Bul. of the Seismic Soc. of America, 54-1, 1964. 3) L. Zeevaert: Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions, Van Nostrand Reinhold Comp., 1972. 4) J. Meyer C.: Antecedentes, Reunion Nacional de Mecanica de Suelos, Soc.Mexicana de Mec. de Suelos, 1982. 5) G. Lopez R.: Cimentaciones, 同上 6) Jose L. Lara A: Estratigrafia y Propiedades, 同上