

メキシコ地震震害調査報告

A Summary Report on Earthquake Damage in Mexico

— The Earthquake of September 19, 1985 —

1. まえがき
2. 地震および地震動
3. 震源域の被害
4. メキシコ市の被害
5. あとがき

鈴木 猛 康* Takeyasu SUZUKI

1985年9月19日午前、メキシコの太平洋岸を震源とするマグニチュード8.1の巨大地震が発生した。筆者はこの地震による震害調査を、10月10日から10月22日にかけて実施した。これはその調査結果をまとめたものである。本報文では、震源域にあるラサロ・カルデナス市周辺地域とメキシコ市に焦点をしばって、地震動と土木構造物の震害を中心に紹介する。

The magnitude 8.1 earthquake occurred near Mexico's Pacific Coast on the morning of September 19, 1985. We conducted a survey of the damage caused by the earthquake from October 10 to 22. This report summarizes mainly the effects of the earthquake on building structures in the areas around Lazaro and Mexico Cities.

1. まえがき

1985年9月19日早朝、メキシコ合衆国のMichoacan州からGuerrero州にいたる太平洋岸を震源域とする、マグニチュード8.1の地震が発生した。震源域にあるLazaro Cardenas市はもちろんのこと、震源から、約400km離れた首都メキシコ市、200km離れたGuzman市にまで震害がおよんでいる。とくにメキシコ市では、軟弱地盤により2～3秒の周期の地震動が増巾し、数多くの中高層建築物を倒壊にいたらしめた。この地震により、メキシコ市を主として8,000人以上の人命が失われ、50億ドルに達する物質的損害が生じた。

この地震による被害を調査、研究するために、和泉正哲東北大学教授を団長とする、文部省自然災害特別研究の突発災害調査団が組織された。筆者はこの調査団に参加し、東京大学生産技術研究所・田村重四郎教授に同行して、10月10日～10月22日にかけて広範囲にわたって震害調査を実施した。本調査の概要は既に社

報¹⁾で報告したので、ここでは震源域およびメキシコ市における地震動と、土木構造物の震害、地震時挙動を中心に、調査結果を報告する。

2. 地震および地震動

メキシコ合衆国の太平洋に面したJalisco, Colima, Michoacan, Guerrero, Oaxacaの各州の海岸沿いには、過去しばしば大地震が発生している。これらは、ココスプレートが南米プレート下へ沈み込むことにより発生する地震と考えられており、今回の地震もその1つである。地震の諸元を表1に示す。また本震の約36時間後に、マグニチュード7.5の最大余震が発生している。

表1 地震諸元

区 分	発 生 日 時	マグニチュード	震 央 位 置
本 震	1985年9月19日 7時18分(現地時間)	M _s =8.1	18.266°N, 102.748°W (ただし本震第1)
最大余震	1985年9月20日 19時38分	M _s =7.5	17.801°N, 101.651°W

*技術研究所 振動構造研究部

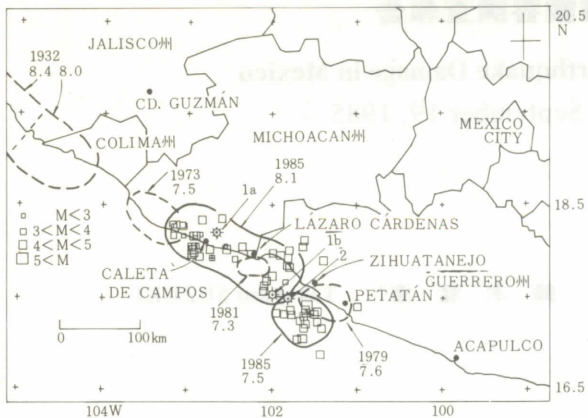


図1 今回の地震の余震域および過去の地震の震源域

今回の地震の余震域を、過去の大地震の震源域とともに図1に示す。図のように今世紀に入ってから、最大余震の余震域より西側の太平洋岸のほぼ全域で、 $M=7$ レベルの大地震が発生したことになり、本地震は以前のMichoacan Gap（ミチョアカン州の地震空白域）で発生したものである。地震は低角 12° の逆断層上で発生した、2つのSubeventからなるMultiple Shock型である。すなわち、まず図の1aの断層面上で破壊が生じ、その約30秒後に破壊の位置が約100km離れた1bに移った。本震の余震域は長さ170km、幅70kmにおよんでいる。なおその東側の太平洋岸に沿って、空白域（Guerrero Gap）が残されており、ここで発生が予想される巨大地震に備えて、1978年より地震観

測システムの整備が進められており、この中の15の観測点で地震動（加速度）が記録された。

図2は、震源域内にあった5観測点の位置と、そこで記録された加速度波形を示したものである。Caleta de Campos～La Unionでは、2つのSubeventに対応する震動が確認される。1aにもっとも近く1bからもっとも遠い距離にあるCaleta de Camposでは、1st Subeventによる震動記録が終了してから数秒後に、再びトリガーが作動して2nd Subeventによる震動を記録している。1aと1bのほぼ中間に当たるLa Villita、Zacatulaの波形を見ると、約30秒離れた2つのSubeventを、明瞭に分離できることがわかる。また最下段のZihuatanejoでは、2nd Subeventによる震動が優勢で分離はできない。最大加速度は277galがZacatulaで得られているが、他の観測点が岩盤上に位置するのに対して、このみ沖積砂礫地盤上である。

3. 震源域の被害

太平洋岸に沿った長さ170km、幅70kmの余震域の中では、そのほぼ中央に位置するLazaro Cardenas市がもっとも大きな町で、他にこれに類する都市は存在していない。これが巨大地震でありながら、震源域において震害が比較的少なかった理由の1つであろう。図3は、Lazaro Cardenas市周辺地域の地形図である。バルサス川（Rio Balsas）という総延長800kmをほこる大河流が太平洋に注いでいる地域であり、市は川の西側に位置し約11万の人口を有している。分流した河

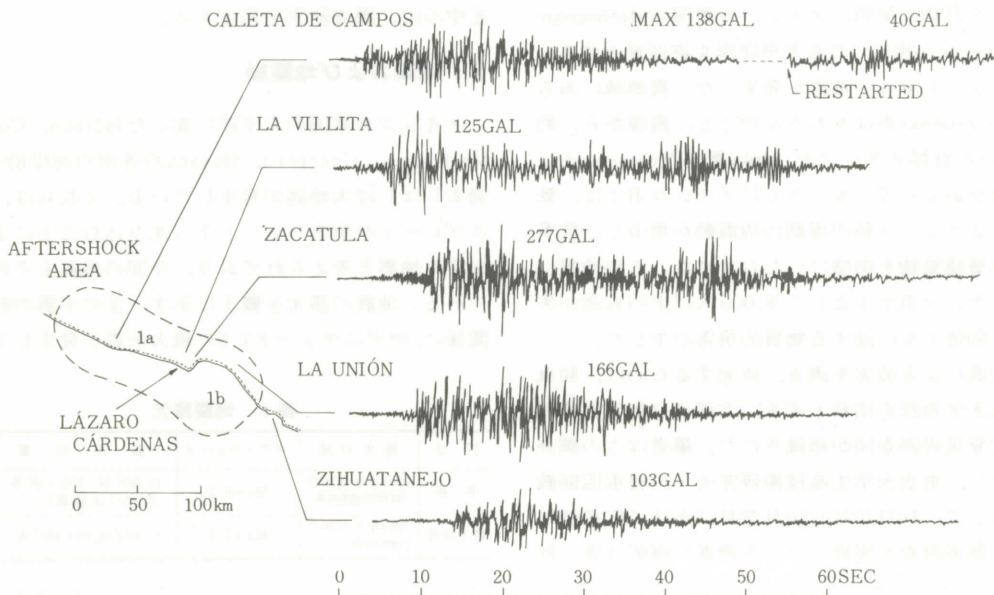


図2 地震観測点と加速度波形

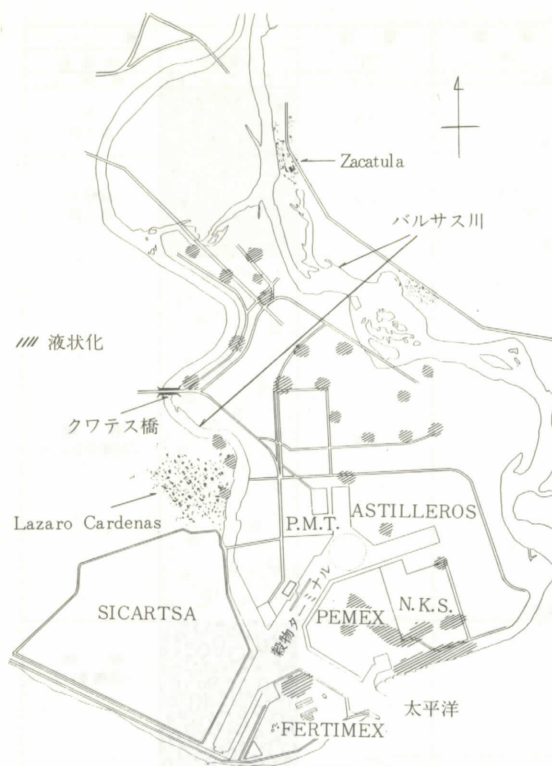


図3 バルサス河口域の地形図

川に挟まれた三角州状の島および西の太平洋岸は、現在重化学の工業地帯として開発されている。また図のさらに上流には、2つの大規模なロックフィルダムが建設されている。

メキシコ市に比べればほとんど報道されていないが、震源域の地震動と震害の関係は、我国の耐震設計において非常に重要であるので、以下に市街、工業地帯、および周辺地域の震害について述べる。

3.1 震源域とその周辺の地震動

Lazaro Cardenas市より半径約100kmの範囲で聞き取り調査を実施したところ、まずトラックが通るような地鳴りとともに窓ガラスがガタガタと音を立てて揺れ、次いで上下動と水平動がほとんど同時に来たという、一致した情報を得た。Zacatulaの277galを除けば、他の観測点で記録された最大加速度は200gal以下であるが、太平洋岸一帯が火山岩で構成されていることが、巨大地震でありながら震動が比較的小さかった一因であろう。

図4にGuerreroアレー観測点の位置を示す。また表2は、各観測点における最大加速度値をまとめたものである。表中震源距離に付けたN, W, SE等の記号は、観測点から見た震央の方位を表している。さらにCaleta de Campos~Zacatulaでは2つのSubeventが

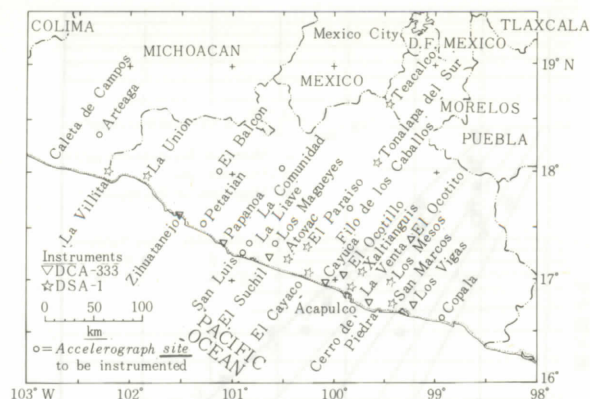


図4 ゲレロ州のアレー観測

表2 各Subeventの最大加速度値と震源距離

	1st Subevent				2nd Subevent			
	震源距離 (km)	最大加速度(ガル)			震源距離 (km)	最大加速度(ガル)		
		N-S	E-W	V		N-S	E-W	V
Caleta de Campos	N28	138	141	89	SE 110	40	51	25
La Villita	W55	125	122	58	SSE63	67	68	44
La Union	W97	140	130	109	SSW54	166	148	130
Zacatula	W55	277	203	148	SSE59	216	140	154
Zihuatanejo					W 49	103	161	104
Papanao					W 95	110	100	80
El Suchil					W 145	90	70	40
Atoyac					W 165	53	59	60
El Cayaco					W 180	41	48	24
Coyuca					W 205	40	35	20
La Venta					W 235	18	21	16
Xaltianguis					W 240	25	18	20

区別できるため、それぞれのSubeventに対応する最大加速度値を選び出した。ただし、震源深さは20kmと想定した。これらの関係を片対数紙上にプロットして図5に示した。図中⊙、◎印はZacatulaの値で、沖積地盤上であるので他より大きな加速度値を示している。震源距離が100km以上になると、両者の関係がほぼ直線上にのってくることがわかる。図中の直線は、本邦の東北および北関東地域に対して提案されている⁽²⁾、岩盤上の最大加速度と余震域中心からの距離の関係を示しており、次式で表される。

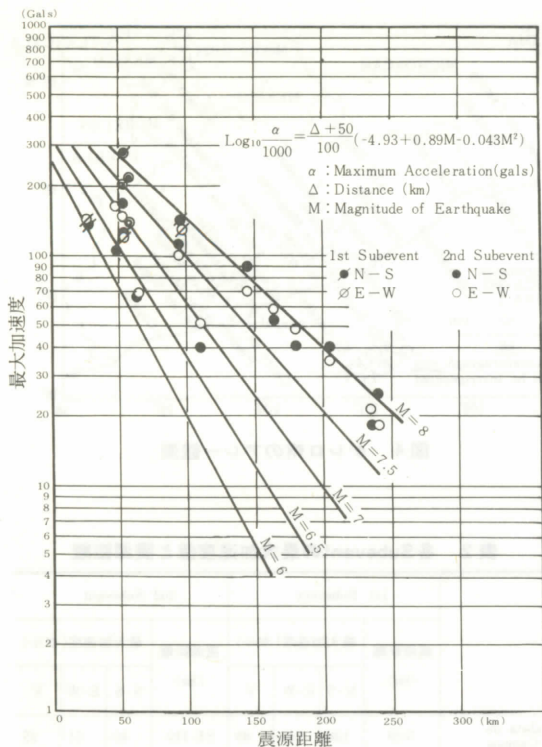


図5 最大加速度と震源距離の関係

$$\log_{10} \frac{\alpha}{1000} = \frac{\Delta + 50}{100} (-4.93 + 0.89M - 0.043M^2) \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 α : 最大加速度 (gal)

Δ : 震源距離, 余震域中心からの距離 (km)

M : 地震のマグニチュード

これより 2nd Subevent に対応するマグニチュードは、7.8~8.0 と推定される。

Lazaro Cardenas市は、最大加速度の観測された Zacatulaと同じ沖積砂礫地盤上にあるので、地表で 300 gal 程度の地震動が発生したと推定され、それゆえ震害が大きくなったものとみられる。

3.2 Lazaro Cardenas付近の地盤

Lazaro Cardenas市および工業地帯の地質については、FONDEPORT (港湾国内振興基金) で受けた説明に、筆者の知見を加えて述べる。FONDEPORTには、工業地帯建設の際の調査ボーリングデータが集められており、それらを総合して工業地帯の代表的な地質柱状図を描いたのが図6である。

バルサス川上流には2つのロックフィルダムがあるが、ダム建設前にはバルサス川は急流を呈していた。したがって上流から巨礫を含む砂礫が供給され、河口域に深く堆積して、現在の海岸地形を形成したと思われる。1960年代に入りダムが築造されるに至り、バル

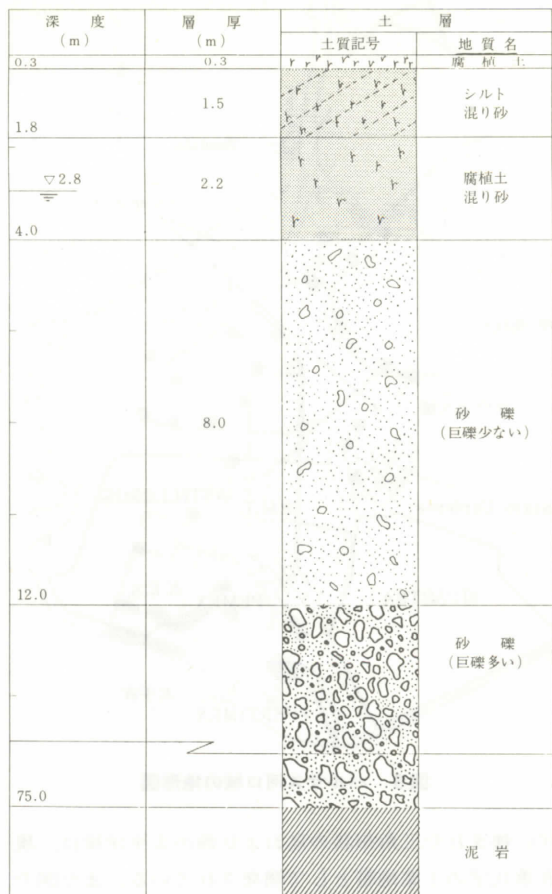


図6 ラサロ・カルデナス工業地帯の代表的土質構成の一例

サス川の流れはおだやかになって、様々な蛇行を繰返しながら変化し、現在の三角州状の島が自然に形成された。また河川の供給する土砂も、砂、シルト、粘土へと変わり、河口域には至る所にワニの生息するような沼地ができた。

図6のように地盤は一般に良好であるが、地表付近の約4mに液状化を起し得る細砂や軟弱な腐植土、シルト、粘土が堆積している。その下層には砂礫が深く堆積しており、約GL. -75mで泥岩層に到達する。このように沖積地盤と言えども、日本の洪積砂礫層に近い動特性を持つ地盤と考えられ、同様な地盤上のZacatulaでは、岩盤上の2倍弱しか地震動が増巾しなかったと思われる。

3.3 ダムの挙動

Lazaro Cardenas市の北約10kmにLa Villitaダム、また北東約50kmにEl Infiernilloダムという、バルサス川を水源とする2つのセンターコア式ロックフィルダムが建設されている。ダムの位置を図7に、ダムの諸元を表3に示す。

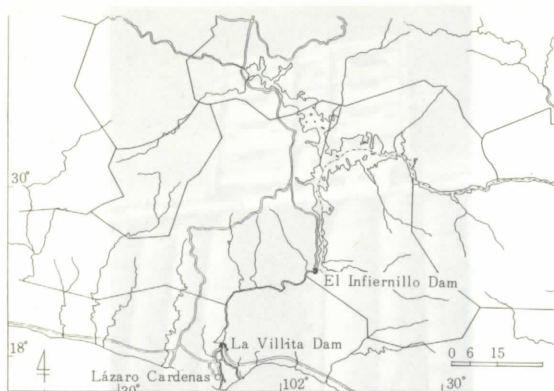


図7 ダムの位置図

La Villitaダムの下流で地震時測量作業を行っていた作業員が、ダム軸が波のようにうねって変形し、堤頂を走行中の車のタイヤが浮上ったのを目撃している。ダムの右岸下流の発電所敷地内の岩盤（安山岩）上で最大加速度 125 gal が観測されているので、堤頂ではこれが増巾して 400 ~ 500 gal のレベルに達したと思われる。震源域にありながらLa Villitaダムの被害は軽度であって、ダム堤頂でダム軸に沿って長さ 150 m、深さ50cmの縦亀裂が発生し、センターコアの外側が約10cm沈下した程度であった（写真1）。のり面勾配が急（1 : 2.5）であるにもかかわらず、のり面は岩塊が乱れて多少の凸凹が生じたのみであった。

El Infiernilloダムの被害もほぼ同じ程度で、堤頂でコアに沿って深さ60cmの縦亀裂が入り、堤頂中央が両岸に対して相対的に約20cm沈下した。1979年の地震（M = 7.5）では数10cmの沈下が報告されているので、今回の被害はそれより軽微である。また地震前後でギ

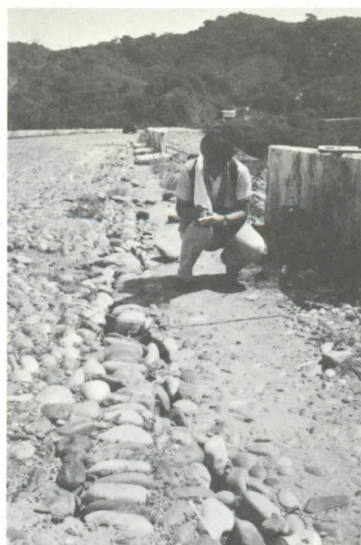


写真1 La Villita ダム堤頂の亀裂



写真2 El Infiernilloダム

ャラリーへの漏水量は変化していない。ダムの基盤は堅硬な玄武岩であり、岩盤上に散在する付近の民家の被害は極く軽いものであった。（写真2）

表3 ダムの諸元

項 目		ラ・ビジータダム	エル・インフェルニーヨダム
河川	名 称	バルサス河 (Rio Balsas)	バルサス河 (Rio Balsas)
ダ ム	名 称	JOSE MARIA MORELOS (La Villita)	EL INFIERNILLO
	型 式	フィルダム	フィルダム
	高 さ m	60	148
	堤 頂 巾 m	14	10
	堤 頂 長 m	420	350
	堤 体 積 10 ³ m ³	3510	5500
	のり面勾配 (上流側)	1 : 2.5 (22°)	1 : 1.75 (30°)
	のり面勾配 (下流側)	1 : 2.5 (22°)	1 : 1.75 (30°)
貯水池	貯 水 面 積 km ²	24	145
	総 貯 水 量 10 ³ m ³	710,000	9,340,000
完 成 年		1968年	1963年
用 途		かんがい・発電	発電



写真3 SICARTSA工業地区建設途上の日立造船屋土間コンクリートの不等沈下



写真5 穀物サイロ上事務所の被害
(事務所2階が押し潰された)

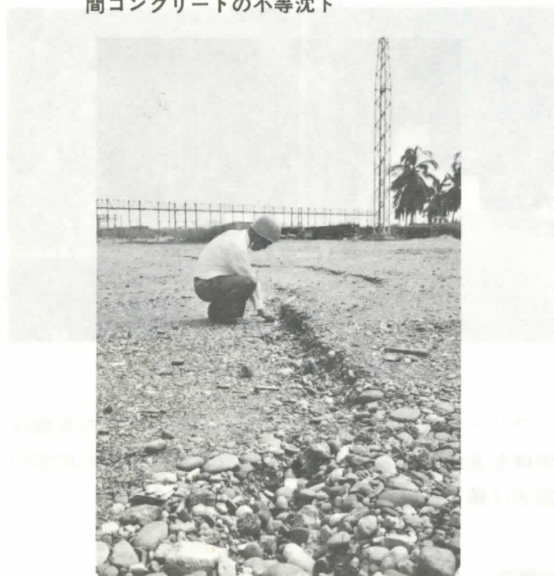


写真4 SICARTSA工業地区に発生した地割れ
(N40°Eの走行で、海岸に向かって数kmにわたって走っている)



写真6 Playa Azulへ向う道路の斜面崩壊

両ダムに隣接して発電所があるが、烈しい震動を受けたために安全装置が作動し、一部の発電機が停止したが、点検して異常のないことを確認した上で運転を再開したとのことだった。

3.4 港湾および工業地帯

工業地帯でもっとも大きな被害をこうむったのは、水路に面したN.K.S. (神戸製鋼), P.M.T., 穀物倉庫のあるターミナル、およびFERTIMEXであり、この中でN.K.S., P.M.T.は地震当日オープンセレモニーを行う予定であった(図3参照)。工業地帯では

液状化に至る所で発生し、P.M.T., 穀物ターミナル、PEMEX, FERTIMEXの建ち並ぶ波止場では、平均して8.5cmの沈下が生じた。図3の斜線部分は、FONDEPORTで調査した液状化発生地点を示している。工業地帯は湿地の軟弱土を掘削除去した後、1978年～1980年にわたって行われた水路建設の際に得られた良質の土砂で置換、埋戻して造成されたものであるが、土地造成工事の不備も相まって、液状化、不等沈下、震動による被害を受けたものである。写真3～5に、工業地帯における被害例を示す。

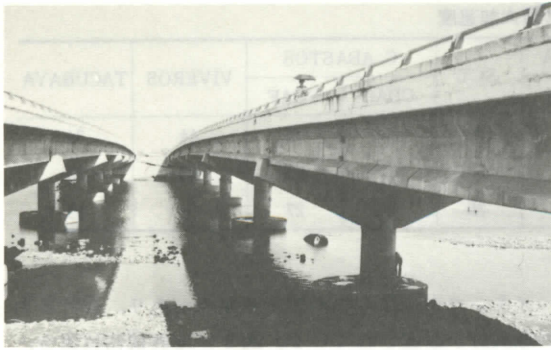


写真7 クワテス橋



写真8 クワテス橋脚の圧壊

津波の潮上高は6～8mで、波止場の方(島の西側)で海岸から内陸へ200m、島の東で600m潮上したという。しかし岸壁、護岸等の港湾施設、クレーン等の荷役機械についてはほとんど被害はなく、護岸裏込土の沈下と液状化跡が認められたにすぎなかった。

3.5 道路、橋梁

Lazaro Cardenas市の西約18kmの海岸へ向う道路で、幅25cm、深さ50cmの縦亀裂が、のり面頂部で長さ80mにわたって発生していた(写真6)。湿地帯上に盛土をしたために生じた斜面崩壊であり、亀裂のさらに下部には大きな陥没が見られた。工業地帯では後述するクワテス橋の取付道路に最大幅130cm、最大深さ70cmの亀裂が約100mにわたって発生しており、路肩に大きな陥没が数箇所認められた。また島内で昔の河川の流路跡と思われる帯状沈下(段差約10cm)が見られた。

Lazaro Cardenas市から半径100km以内のほとんどの橋梁で、橋台の沈下等による取付部の目開きが発生



写真9 Lazaro Cardenas市街のホテル被害例

していた。もっとも被害が大きかったのは、Lazaro Cardenas市と島の連絡橋で、パルサス川にかかっているクワテス橋である(写真7)。この橋は幅10.3m、長さ約180mの6スパンPC桁橋で、下部は直径約2mの円柱橋脚、基礎はウェル基礎と思われる。円柱橋脚頭部の断面変化部で圧壊が生じ、コンクリートが剥落して鉄筋が露出した(写真8)。橋桁は橋軸方向および橋軸直角方向に相対変位し、橋脚両側の落下防止工に亀裂が入り、桁端コンクリートの圧壊ならびに桁間の目開き等が生じた。

3.6 建築物

Lazaro Cardenas市の建築物被害状況はメキシコ市と全く異なり、2、3階建ての映画館や民家に全壊したものがある。また7、8階建てホテルの被害が、1～3階の低層部に集中しているのが特徴である(写真9)。

公共機関では市役所、総合病院、税務局、電報電話局が著しい損傷(全～半壊)を受けた。市全体で64校あった学校の全てに何らかの被害が発生し、そのうち新築が必要なもの9校(全壊)、改築により使用可能なもの23校(半壊)である。民間建築物では、37軒あったホテルのうち13軒が倒壊し、映画館2軒、2階建て住居2戸、3階建て住居1戸が全壊したほか、400戸に何らかの被害が出ており、被害率は2%におよんだ。

4. メキシコ市の被害

震源から約400kmも離れたメキシコ市で、甚大な被害が発生した。1957年、1979年の地震の震源地もそれ

表4 メキシコ市の最大加速度

VARIABLE	DIRECTION	CIUDAD UNIVERSITARIA			SCT	C. ABASTOS		VIVEROS	TACUBAYA
		CUMV	CUIP	CU01		CDAO	CDAF		
Acceleration gals (cm/sec ²)	N S	37	32	28	98	69	81	44	34
	E W	39	35	33	168	80	95	42	33
	V	20	22	22	36	36	27	18	19



図8 メキシコ市内における地震観測位置と主被災地分布

ぞれ Michoacan 州, Guerrero 州の太平洋岸でありながら、メキシコ市の被害がもっとも大きかった。したがって、この30年間で地震による大惨事が3度繰返されたことになる。

メキシコ市の人口は、周辺地域を含めると1800万に達し、市内には近代的なビルが密集して建並んでいる。本章では、メキシコクレイと呼ばれる軟弱粘性土によって増巾された地震動と近代建築物の被災要因、ならびに筆者らが深夜に実施した地下鉄トンネル内調査結果について報告する。

4.1 メキシコ市における地震動

メキシコ市には5つの地震観測点があり、合計8台の地震計が設置されている。図8に地震観測位置を、表4に各観測点で記録された最大加速度を示す。図8の実線は、USGSの調査によって決定された15世紀始めの湖汀線と、湖の埋立てによって築かれていたアステカ族の首都テノチティランの輪郭を表す。

最大加速度は168galで、市の中心部にあるE点（SCT、通信運輸省）で観測された。E点における加速度波形を図9に示すが、約2秒の周期を持つ振動成分が卓越した、正弦波に近い規則正しい波形であることがわかる。このEW成分を用いて、速度応答スペクトルを求めたのが図10である。図10には、大地震の代表的な地震波としてしばしば用いられるEl Centro NS成分によるスペクトルをプロットして比較している。SCTのスペクトルは、周期1.0秒まではEl Centroの相当下方に存在するが、周期1.3秒で両者の関係は逆転し、とくに周期1.8~3.0秒で、SCTは異常に大きな速度応答を示す珍しい形状となっている。

チャプルテペック丘陵にあるB点、一部岩盤（熔岩）の露出しているA点および両点の中間に位置づけられるC点の最大加速度は40gal前後で、卓越周期は0.5~1.5秒の範囲にある。3.1の(1)式を用いて、 $M=8.1$ 、 $\Delta=350$ kmとすると $\alpha=6.8$ gal、 $\Delta=400$ kmでは $\alpha=3.6$ galであるから、これからA~C点でも10倍近く地震動が増巾されていることがわかる。

また、約100galの最大加速度の記録されたD点では、卓越周期が4秒前後でE点よりさらに長い。

4.2 メキシコ市の地盤

メキシコ市は火口湖の埋立てによって築かれた人工地盤上に位置している。アステカ族の首都のあった場所およびその周辺地域が市の中心部に当る。市中心部の地質は非常に軟弱であって、含水比300%でピート質の火山灰質粘性土（メキシコクレイ）層を含む軟弱土が、深い場所では100m近く堆積している。とくに軟弱な粘土層ではS波伝播速度 $V_s=20\sim50$ m/secで、コンシステンシーが高く、高圧縮性を呈している。

図11は、メキシコ市の地下鉄路線と地質区分を示している。市中心部に軟弱な湖成層が厚く堆積しており

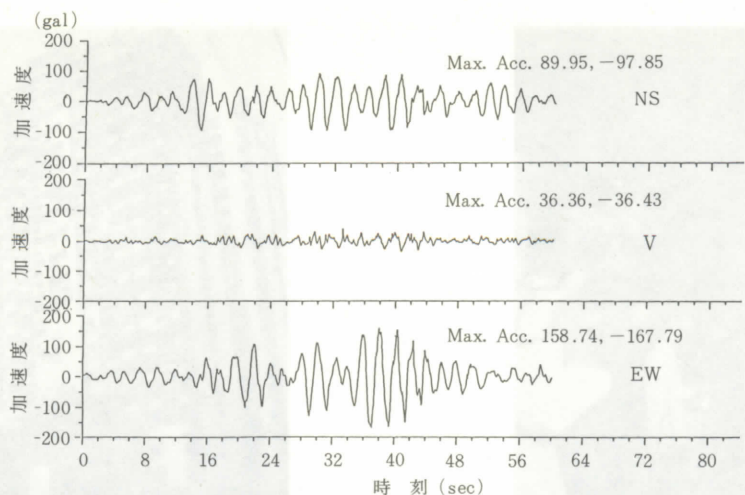


図9 S C T(E地点)における地震記録

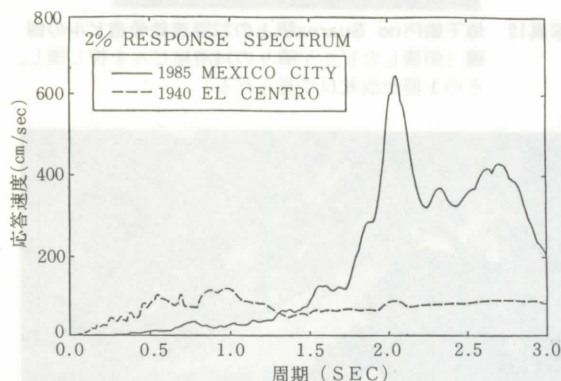


図10 速度応答スペクトル(減衰定数 $h=0.02$)

(湖地帯)、西は丘陵を形成し一部岩盤が露出している(ロマス地帯)。またその中間にはかなり固結したロームの堆積した漸変地帯がある。図11には現在の地下鉄路線が示してあるが(○の中の数字は路線番号)、チャプルテペック公園から共和国広場にかけて、地質が急変しており、この急変部に位置する1号線で、トンネルに被害が発生する可能性が高いと判断された。

4.3 地下鉄

メキシコ市地下鉄の開業は1969年で、現在7路線総延長105kmにわたって営業運転を行っており、なおも8~10号線の建設工事が進められている。西部の丘陵地を通る7号線でシールド工法が使われた以外は、連続地中壁による箱形断面が採用されている。9号線建設工事を視察したが、施工精度は我国に比べて悪く、現場に面した歩道は、沈下して路面にクラックが入っていた。

地下鉄の終電を待って、15日午前1時より約3時間、地下鉄運営公社(S T C)の協力を得てトンネル内部

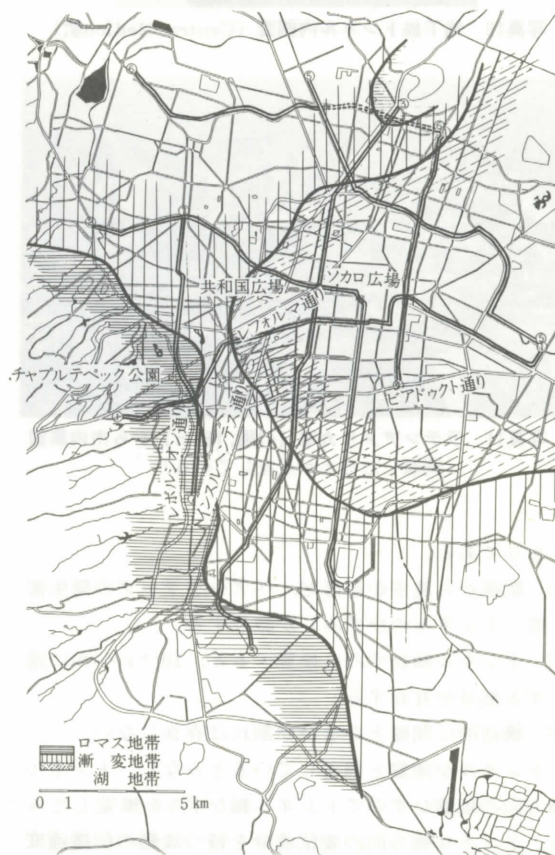


図11 地下鉄路線と地質区分

の調査を実施した。調査区間は、3号線Ninos Heroes駅~Centro Medico駅間と1号線Insurgentes駅~Cuauteemoc駅間である(写真10)。

3号線Centro Medico駅から北へ50mの区間で、ひび割れ幅と間隔を測定した結果をまとめると、以下の



写真10 地下鉄トンネル内調査 (Centro Medico駅)



写真12 地下鉄Pino Suarez駅上の22階建鉄骨造ビルの倒壊 (倒壊したビルが隣りの14階建ビルを押し潰し、その1部が改札口で見られる)



写真11 ラテンアメリカ塔 (41階, 181m) から市内展望 (倒壊したビルが点在している)



写真13 Pino Suarez駅改札口 (14階建ビルの梁, 床板)

とおりである。

- (1) 駅部から遠ざかるほど、ヘアークラックの発生密度 (トンネルのひずみ) が減少する。
- (2) トンネル軸ひずみに換算すると、 10^{-4} レベルに達する部分が存在する。
- (3) 構造的に問題となるひび割れは存在しない。

トンネルが地盤と固着しているとみなし、トンネル軸方向の地盤ひずみでトンネル軸ひずみを推定してみる。トンネル軸方向の変位成分を持つ波動の伝播速度を c とすれば、軸ひずみ ϵ は次式で表すことができる。

$$\epsilon = \frac{dy}{dx} = -\frac{A\omega}{c} \sin \omega \left(t - \frac{x}{c} \right) \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 A ; 波動振幅、 ω ; 円振動数、 y ; 変位、 x ; トンネル軸上の距離

地震動記録より卓越周期を2秒、伝播速度を2000m/sec、実効加速度を120galとしてトンネル軸方向の地



写真14 パンケーキ状崩壊の例

盤ひずみを試算すると、 2.0×10^{-4} のオーダーとなって調査結果と一致する。

1号線Insurgentes~Cuauhtemoc間は地質の急変部



写真15 衝突によって倒壊したHotel de Carlo

であり、予想通り上述したと同様なヘアークラックが認められた。クラックの発生密度は駅部に近いほど高く、平均すると15~20m間に1本の割合であった。またこの間では、換気孔設置に基づくトンネル断面変化部で、コンクリートの剝離が発生していた。

4.4 建築物

メキシコ市で何らかの被害を受けた建物総数は1132棟と発表されている。これは被害率にすると0.075%に相当する。その内訳は、学校448、公共建物57、個人住宅(含ビル)等421、医療センター、病院等39、ホテル、映画館、劇場97である。

図8には、今回の地震による主被災地が、1957年、1979年の地震による主被災地分布とともに示してある。西の湖岸バウンダリーからテノチティラン跡にかけての約40km²が、著しく被災した。また今回の主被災地分布は、過去2回の地震による分布位置と重なっている。

今回の被害の特徴は、10~20階程度の中高層ビルの倒壊が多発したことである。ほとんどがメキシコオリンピックに前後して建てられた近代的ビルであり、地盤がこれらの固有周期に近い卓越周期で、繰り返し揺れたために建物が共振し、1gに達するような大きな加

速度が発生したと思われる。またすき間なく隣接した固有周期の異なるビル間での衝突による被害、軟弱地盤中の摩擦ぐいの支持力低下によるビルの倒壊、沈下が目下った。

被災理由については共振現象の他、建物の用途変更、既往の地震による損傷箇所の未補修や設計(構造)・施工のミス等が指摘されている。(写真11~15)

5. あとがき

本文には、筆者らの震害報告書⁽³⁾の一部を抜粋し、要約としてまとめたものである。大地震の際震源域で見られる特徴的な被害状況、ならびに特殊な軟弱地盤によるメキシコ市の震害等、興味深い知見を得ることができた。

本調査を遂行するに当っては、在メキシコ日本大使館、連邦電気委員会(CFE)、地下鉄運営公社(STC)、メキシコ国立自治大学等の多大な御協力を得た。ここに記して、関係諸氏に謝意を表します。また田村教授をはじめ同行された調査団員の方々に、深く感謝の意を表する次第です。最後に、未熟な筆者に貴重な機会を与えて下さった熊谷社長をはじめ会社の皆様方に、心から感謝します。

参考文献

- 1) 鈴木猛康：メキシコ地震震害調査報告、熊谷組社報1月号、1986、pp.26-28
- 2) Tamura C., S. Okamoto, T. Mizukoshi and K. Kato: Maximum Acceleration of Earthquake Motion at Rocky Ground, Bull. ERS., No17, 1984, pp.63-80
- 3) 田村重四郎、鈴木猛康、桑原弘昌：メキシコ地震震害調査報告、昭和工業写真印刷所、1986年1月