

メキシコシティにおける構造物被害報告

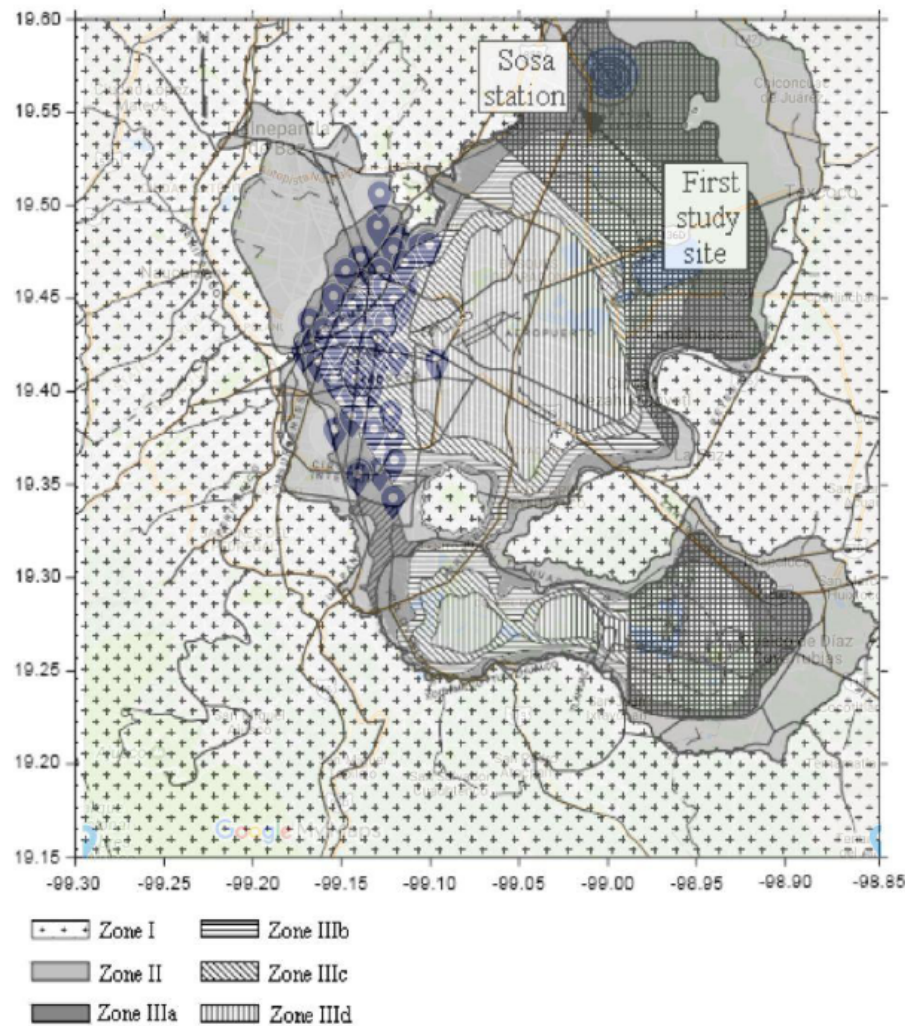
東京大学 京川 裕之

報告内容

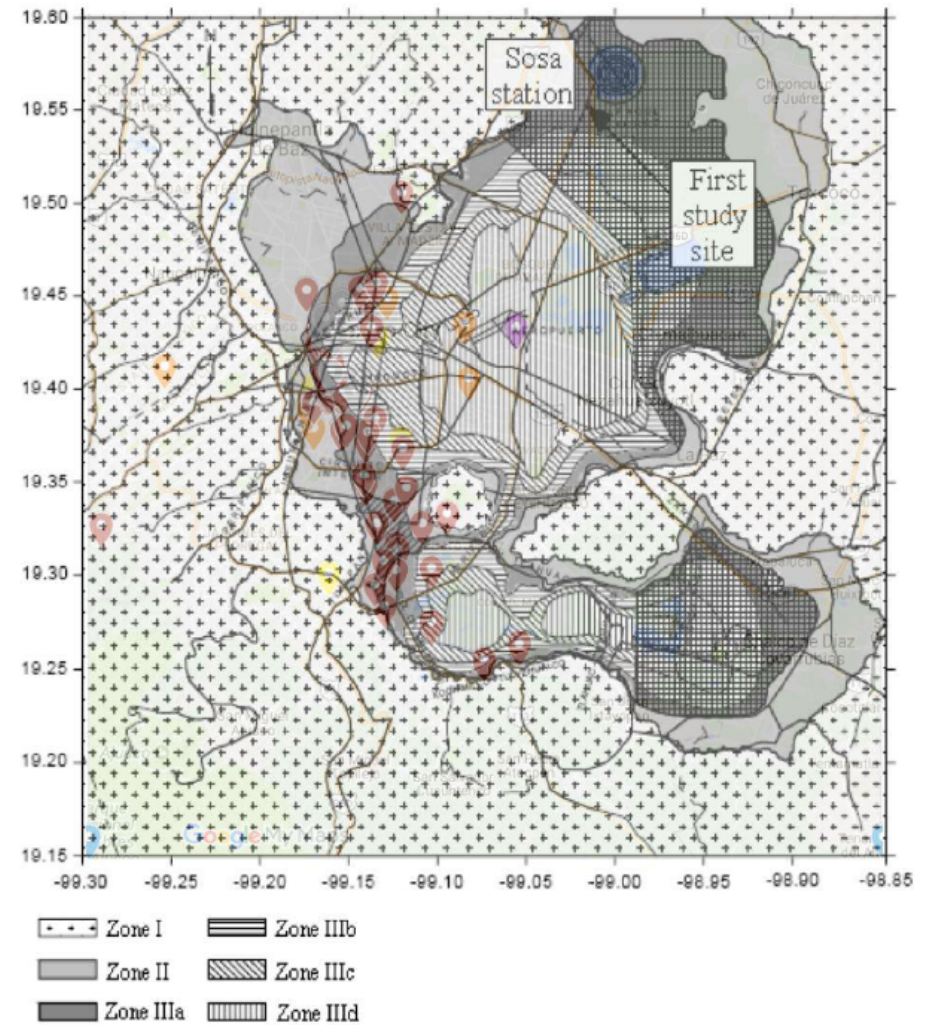
- 地盤震動特性と地震波特性
- 調査概要
- 地域別構造物被害
- Lake area & Transition area
 - Latin - American Tower周辺
 - Roma Norte (Puebla Street & Cozumel Street)
 - Condesa (Amsterdam Street)
 - Villa Coapa
 - Coyoacan
- Hill Area & Seismic Reinforced buildings
- Puebla
- まとめ

メキシコシティの地盤振動特性と地震波特性

1985: Mainly the lake area (IIIa, IIIb and IIIc)



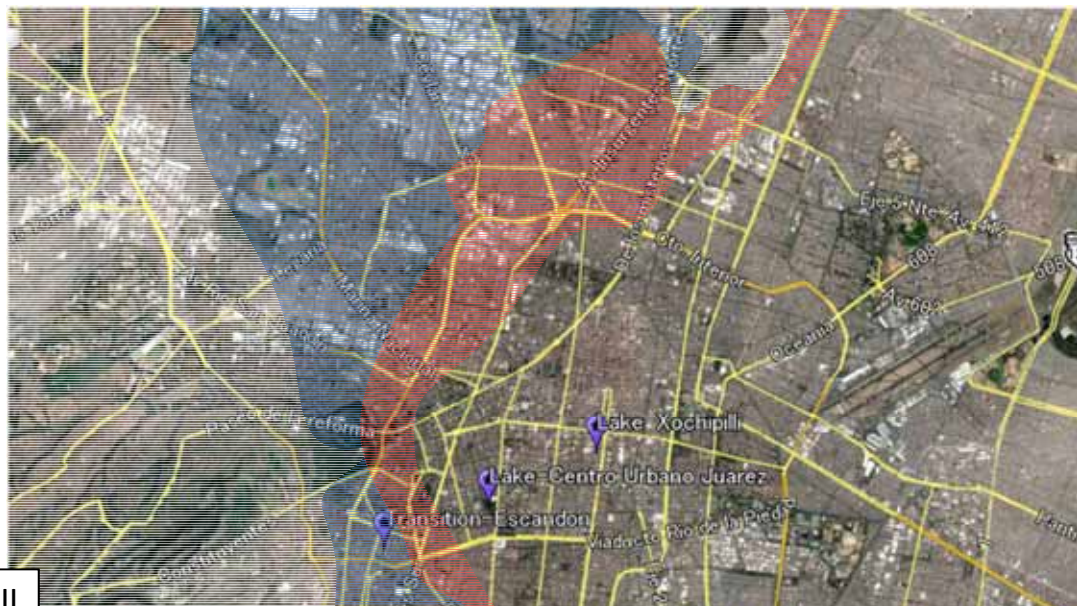
2017: Mainly the transition area (II) and lake (IIIa)



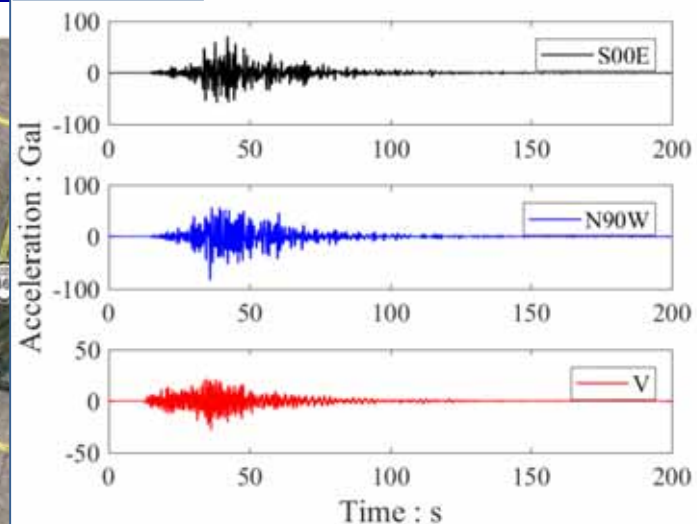
1985年メキシコ地震：湖沼エリアを中心に構造物被害

2017年プエブラ地震：湖沼エリア，丘陵 - 湖沼の中間エリアに被害

メキシコシティの地盤振動特性と地震波特性

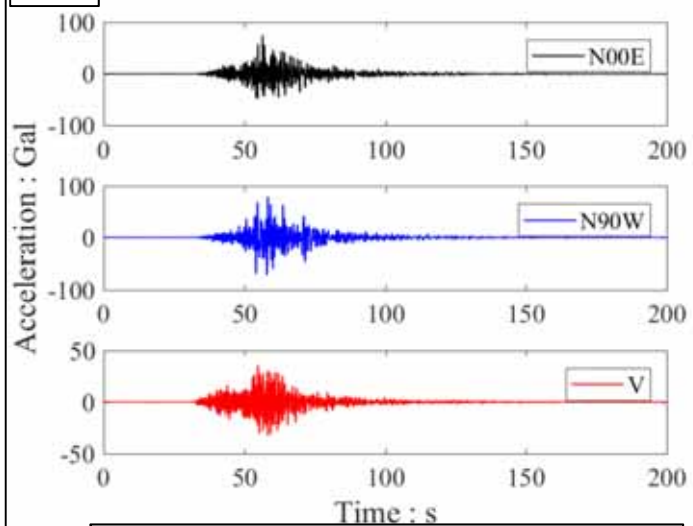


Transition



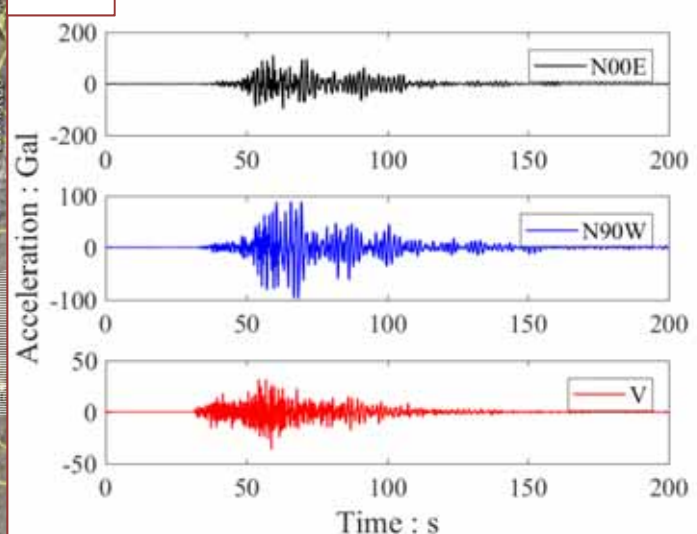
Max: 70.49698/83.91052 /28.19031

Hill



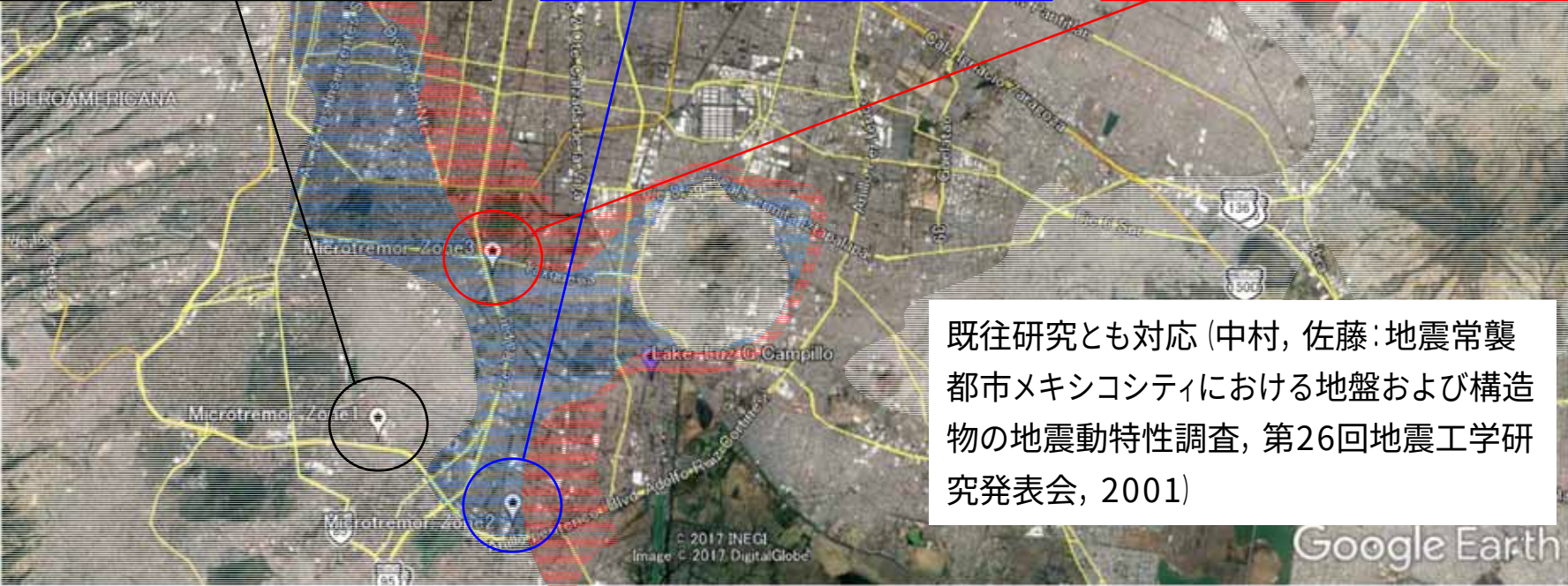
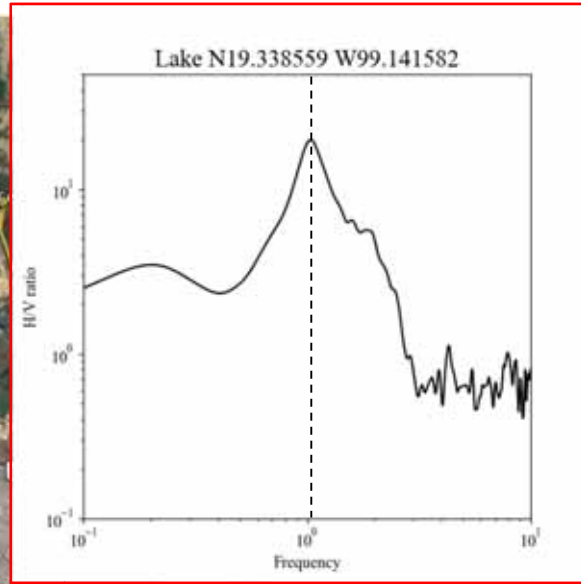
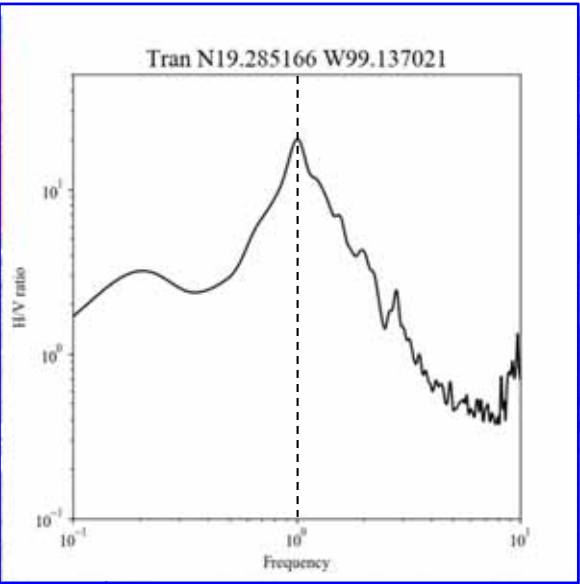
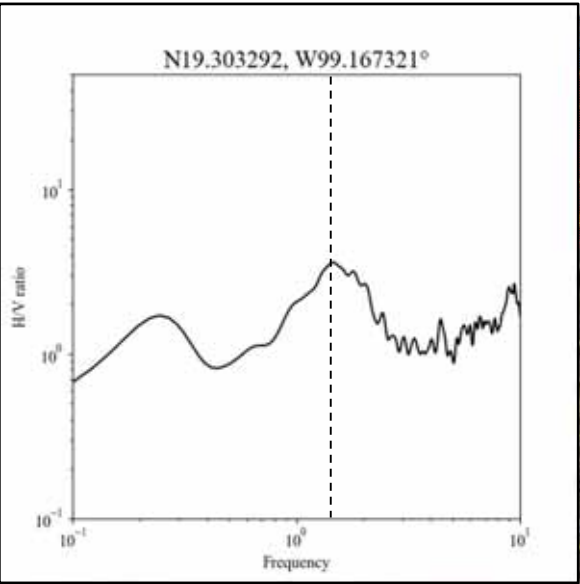
Max: 74.69028/79.26074 /35.50617

Lake



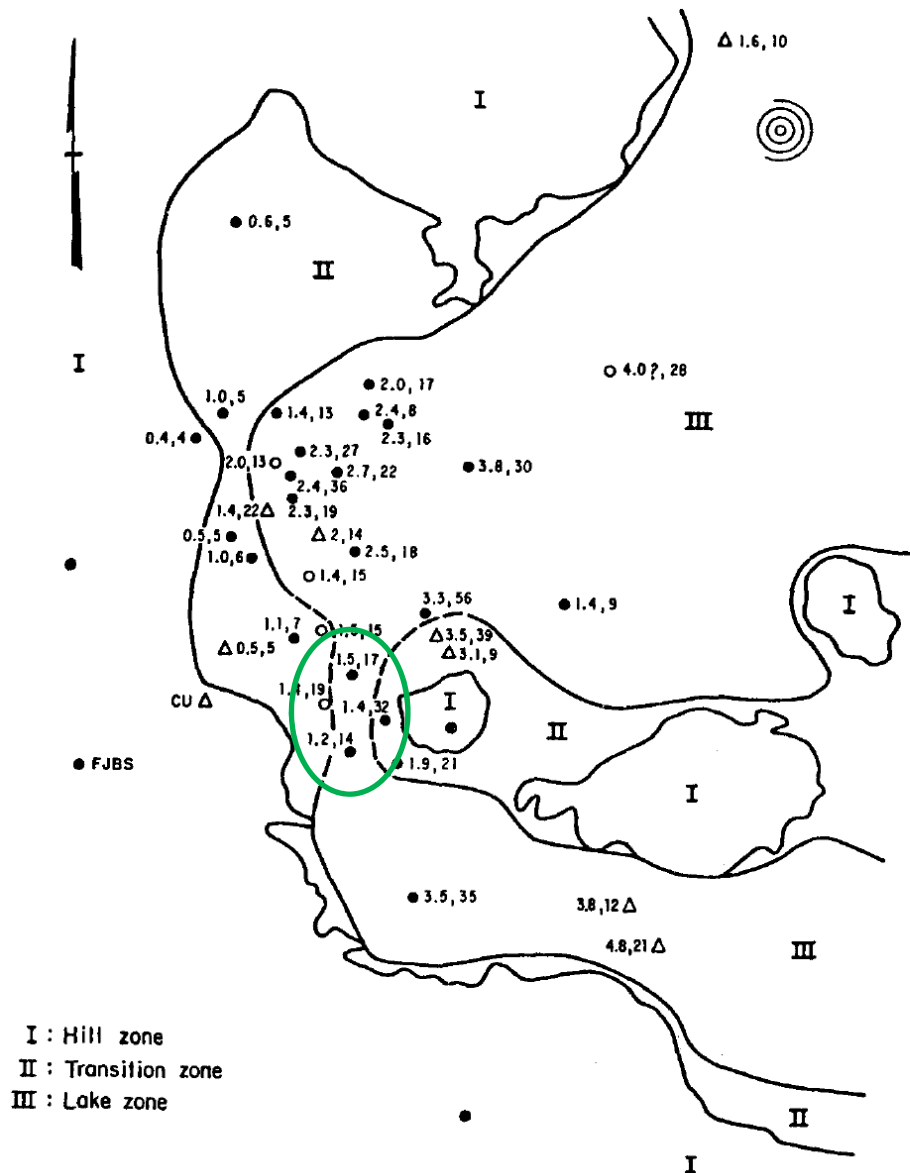
Max: 111.99449/98.0309 /36.3878

メキシコシティの地盤振動特性と地震波特性



既往研究とも対応 (中村, 佐藤:地震常襲都市メキシコシティにおける地盤および構造物の地震動特性調査, 第26回地震工学研究発表会, 2001)

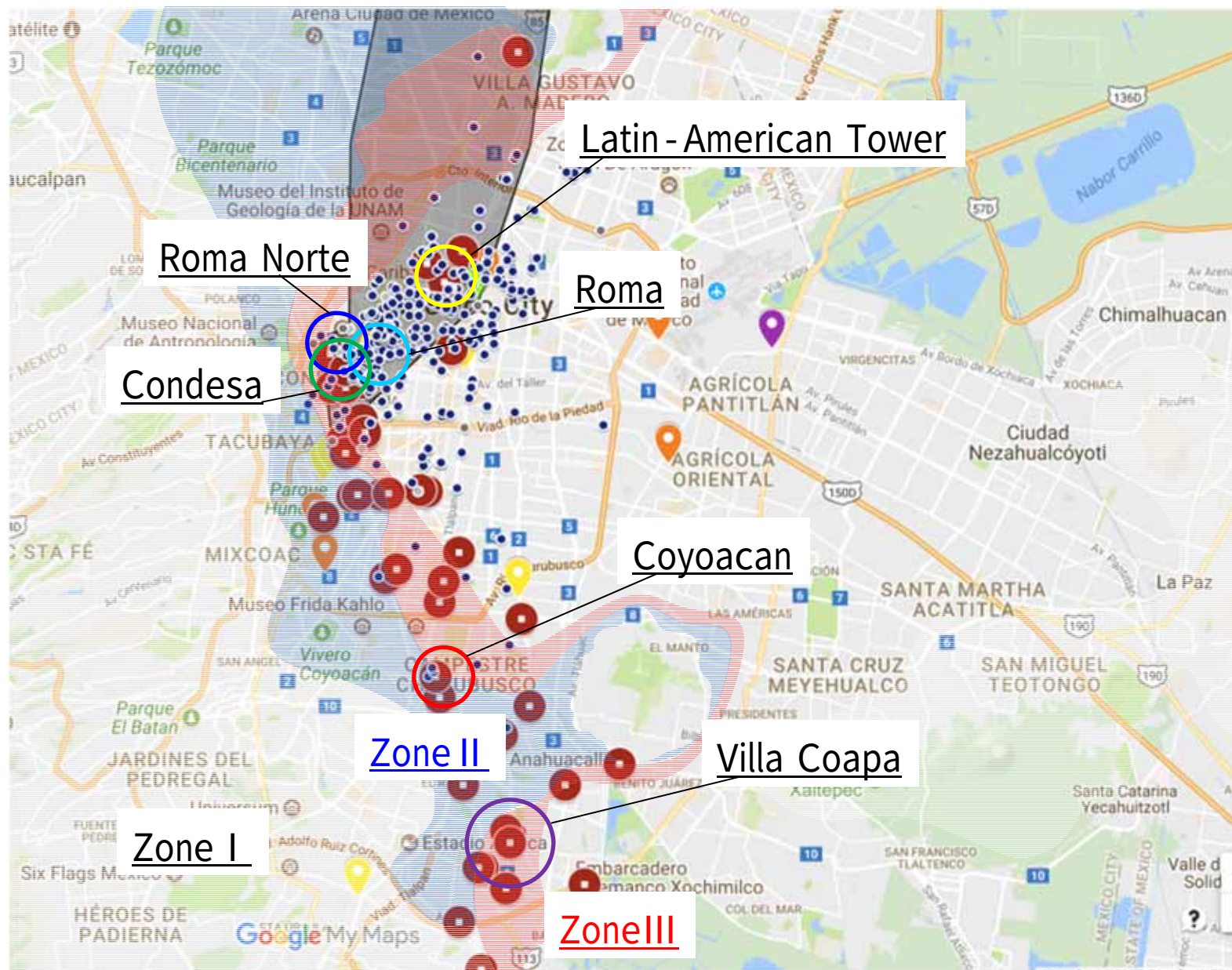
メキシコシティの地盤振動特性と地震波特性



S.K.Singh et al., The Mexico Earthquake of September 19, 1985-A Study of Amplification of Seismic Waves in the Valley of Mexico with Respect to a Hill Zone Site, Earthquake Sepctra, Vol. 4, No. 4, 1988

Figure 5 - Natural period (T_0) and the associated maximum relative amplification (MRA) with respect to CU of different sites.

調査概要



調査概要

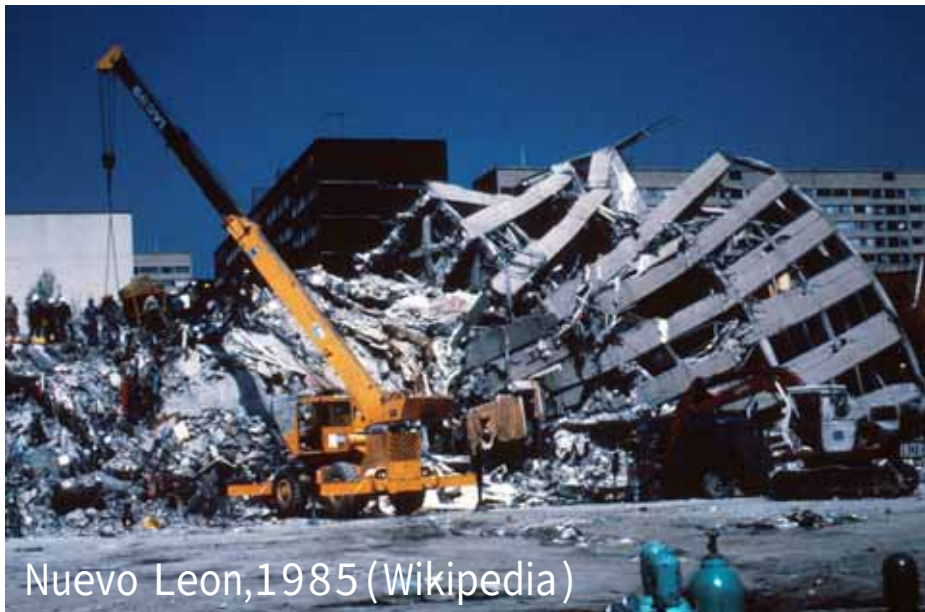


Figure 12 - View of collapsed Building V.

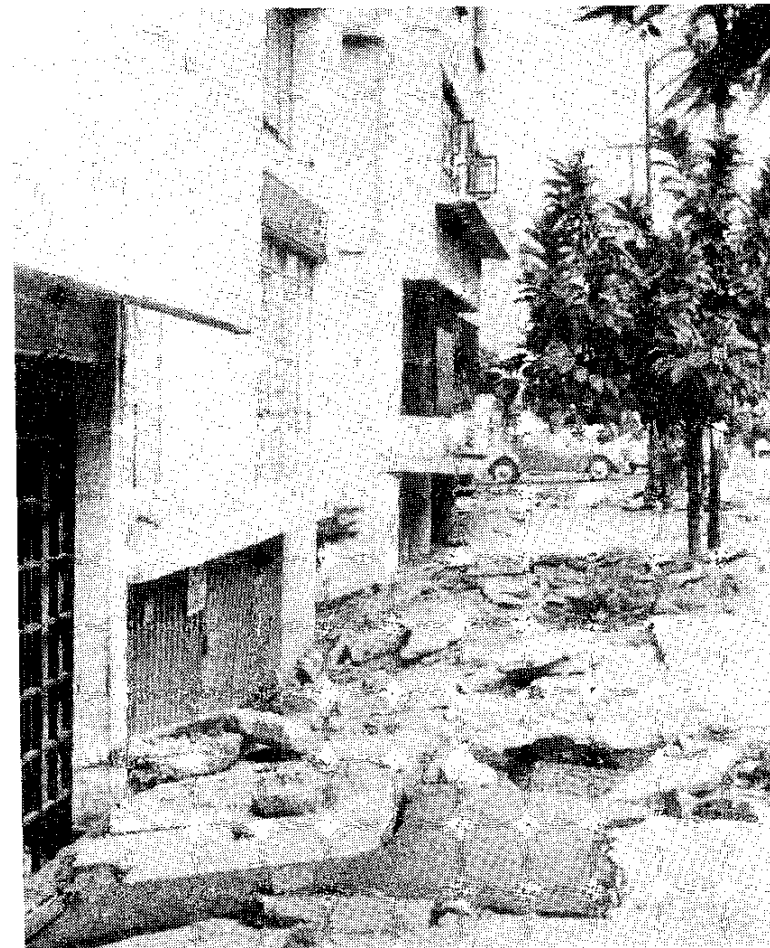


Figure 4 - Settlement of Building Ib.

M.J. Mendoza & G. Auvinet(1988)

調査概要

Damage index of structures

(J.D. Bray et al.: Damage Patterns and Foundation Performance in Adapazari, Earthquake Spectra 16(S1), p.163-p.189, 2000)

Index	Description	Interpretation
D0	No Observable Damage	No cracking, broken glass, etc.
D1	Light Damage	Cosmetic cracking, no observable distress to load-bearing structural elements
D2	Moderate Damage	Cracking in load-bearing elements, but no significant displacements across these cracks
D3	Heavy Damage	Cracking in load-bearing elements with significant deformations across the cracks
D4	Partial Collapse	Collapse of a portion of the building in plan view (i.e., a corner or a wing of the building)
D5	Collapse	Collapse of the complete structure or loss of a floor

被害のキーワード：

- ・ 中大規模被害 (5 - 10階建) , 剥離・柱の被害 (2 - 5階建)
- ・ 組積壁 + (鉄筋) コンクリートフレーム構造
- ・ 角地立地, 側面に拘束なし
- ・ 1985年に地震の被害を受けた後に軽微な修復のみで対応

調査概要

組積壁＋（鉄筋）コンクリートフレーム構造



Latin - American Tower周边



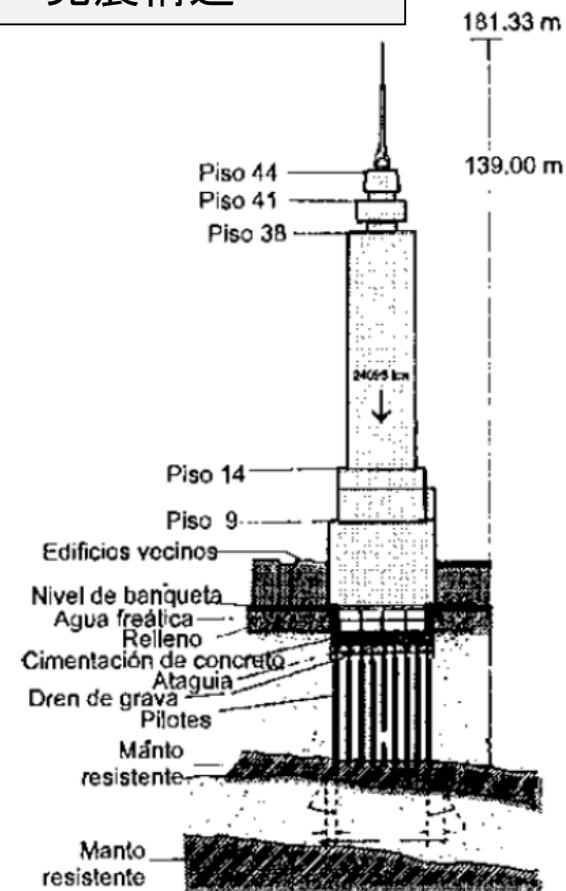
Latin - American Tower 周辺

Building: Latin-American Tower (44階)

Damage: D0

Zone: III

Comment: 目立った被害なし⇒免震構造



EVOLUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES EN LA ZONA DE LAGO DE LA CIUDAD DE MÉXICO., ING. DANIEL MARTÍNEZ¹² OVIEDO.

Latin - American Tower周辺

Building: LA NACIONAL (左, 13階) and SEARS (右, 12階)

Damage: D2(1度傾斜)

Zone: III

Comment: 今回の地震以前から傾斜していた。基礎部の段差(および損傷)が大きくなった。

October, 2017



May, 2015 (Google map)



Latin - American Tower周边



Latin - American Tower周辺



周辺はいたる所で段差や隙間が確認できた.
湖沼部 (Zone III) : 粘土地盤の圧密沈下
⇒ 地震応答に対しても影響 (地震波増幅)



Roma Norte (Puebla St. & Cozumel St.)



Roma Norte (Puebla St. & Cozumel St.)

Building: 4階, Damage: D5(完全に崩壊)

Zone: II, Comment: 周辺立ち入り禁止のため詳細は確認できず

October, 2017



November, 2016 (Google map)



Roma Norte (Puebla St. & Cozumel St.)

Building: 11階, Damage: D2

Zone: II, Comment: 杭基礎？周辺地盤が沈下したため、段差が発生



Roma Norte (Puebla St. & Cozumel St.)

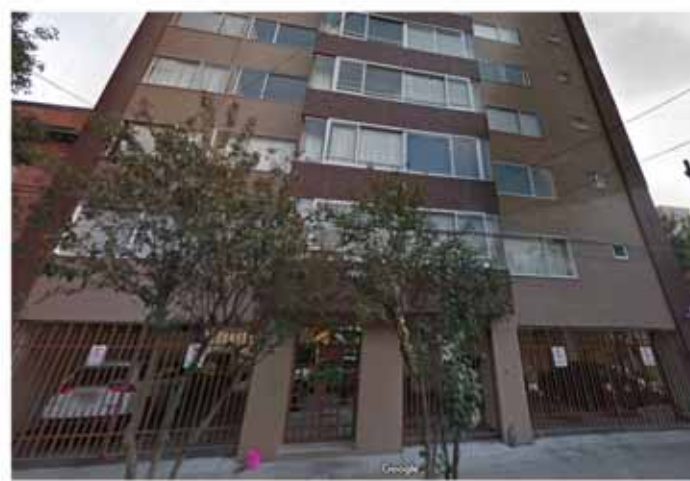


道路面より低いところに入口や駐車スペースがある住宅が多い
⇒粘土層の圧密による？

Roma Norte (Puebla St. & Cozumel St.)

Building: 10階, Damage: D2(化粧板の剥離, 組積壁が一部崩落)

Zone: II, Comment: 角地, 北側に住宅(2階)あり変形抑制, 南側の方が被害は大きい.
1985年の地震でも被害があり, 軽微な補修が行われた. 今回も修復のみで対応予定.



Condesa (Amsterdam St.)



Condesa (Amsterdam St.)

Building: 7階, Damage: D5(完全崩壊)

Zone: II, Comment: 鉄筋コンクリート構造(煉瓦破片あり→組積壁?),
隣接構造物壁面に補強部材の痕跡あり



Condesa (Amsterdam St.)

Building: 8階, Damage: D5(6階部損失)

Zone: II, Comment: RC構造(クラック補修の痕跡), 隣接構造物の影響により高層部被害



Condesa (Amsterdam St.)

Building: 9階, Damage: D5(完全崩壊)

Zone: II, Comment: RC構造＋組積壁, 角地に立地, 周辺地盤と段差無→直接基礎?

October, 2017



March, 2016 (Google map)



Condesa (Amsterdam St.)

Building: 7階, Damage: D3(基礎沈下)

Zone: II, Comment: 構造物が沈下(直接基礎), 周辺コンクリート破損, ドア開閉不可



Condesa (Amsterdam St.)

Building: 8階, Damage: D2

Zone: II, Comment: 角地, 二階外壁に剥離あり, 一階部に段差あり(杭支持基礎?)



Villa Coapa



Villa Coapa

Building: The Enrique Rebsamen School, Damage: D5 (完全崩壊)
Zone: III, Comment: 崩壊した小学校, 周辺区画が立ち入り禁止

October, 2017



February, 2017 (Google map)



CNN (<http://edition.cnn.com/2017/09/21/americas/mexico-earthquake/index.html>)



Villa Coapa



小学校が立地する区画に隣接する建物の様子であるが、
ほぼ被害がないように思われる。

Villa Coapa



被害が多い区画→比較的高層の建物が並ぶエリア

Villa Coapa

Building: 6階, Damage: D5(完全崩壊)

Zone: III, Comment: RC+組積壁構造, 隣接する5階建住宅には目立った被害なし

October, 2017



December, 2016 (Google map)



Villa Coapa



Villa Coapa

Building: 6階, Damage: D2(組積壁一部損壊)

Zone: III, Comment: RC+組積壁構造, 隣色合いから左側棟(損傷あり)が古い?

October, 2017



March, 2017 (Google map)



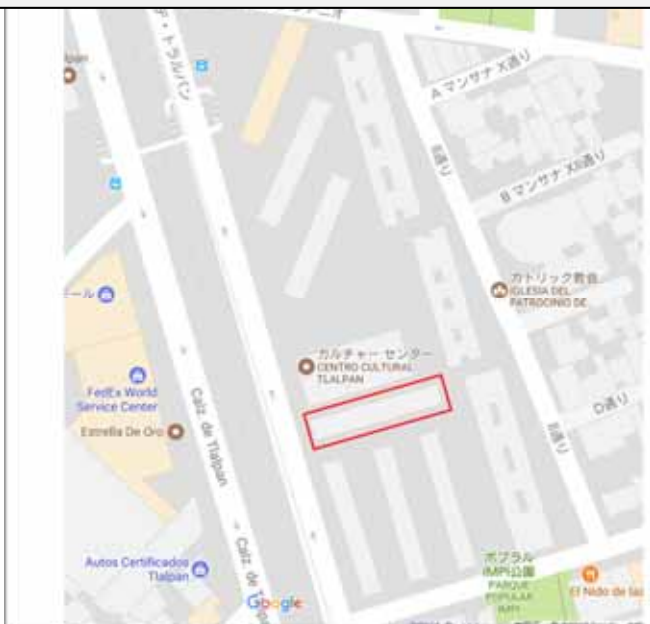
Coyoacan



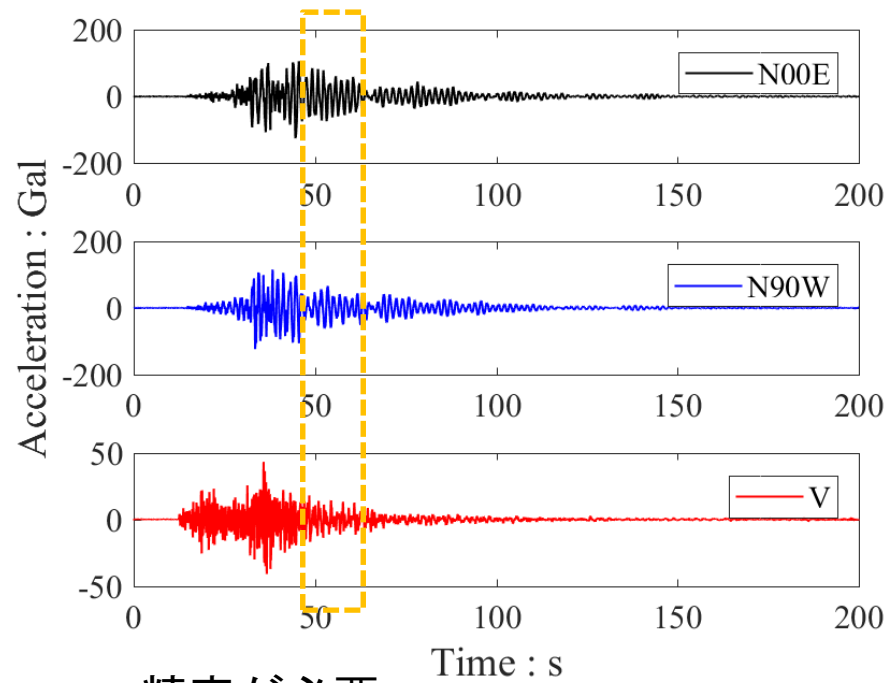
Coyoacan

Building: 5階, Damage: D5

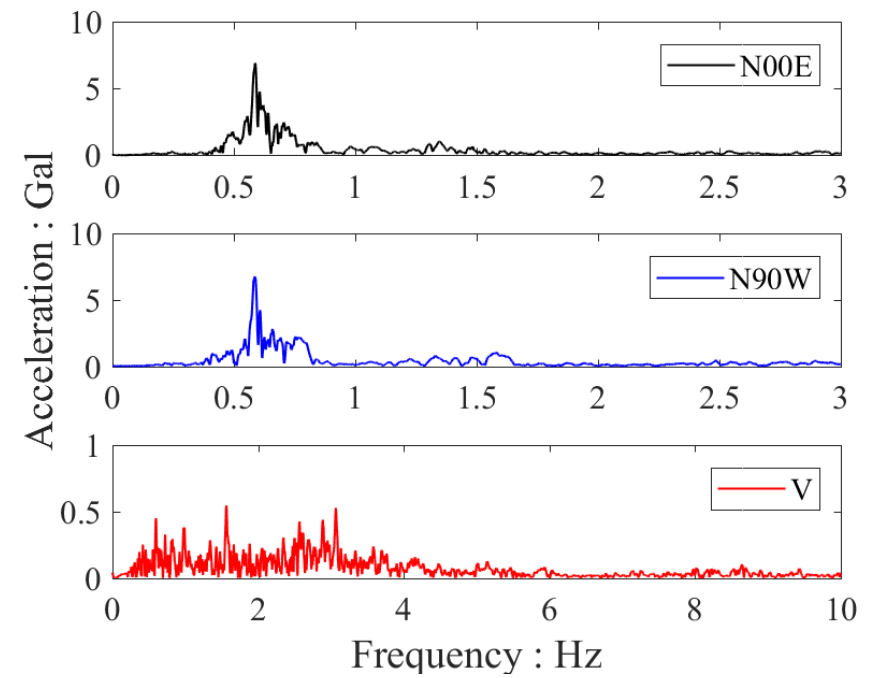
Zone: II, Comment: 5階建てアパート1棟が倒壊. 他7棟の同デザインアパートとは異なる方向を向いていた. 1985年の地震時には, 深刻な被害なかったとの証言あり.



Coyoacan



精査が必要



Hill Area

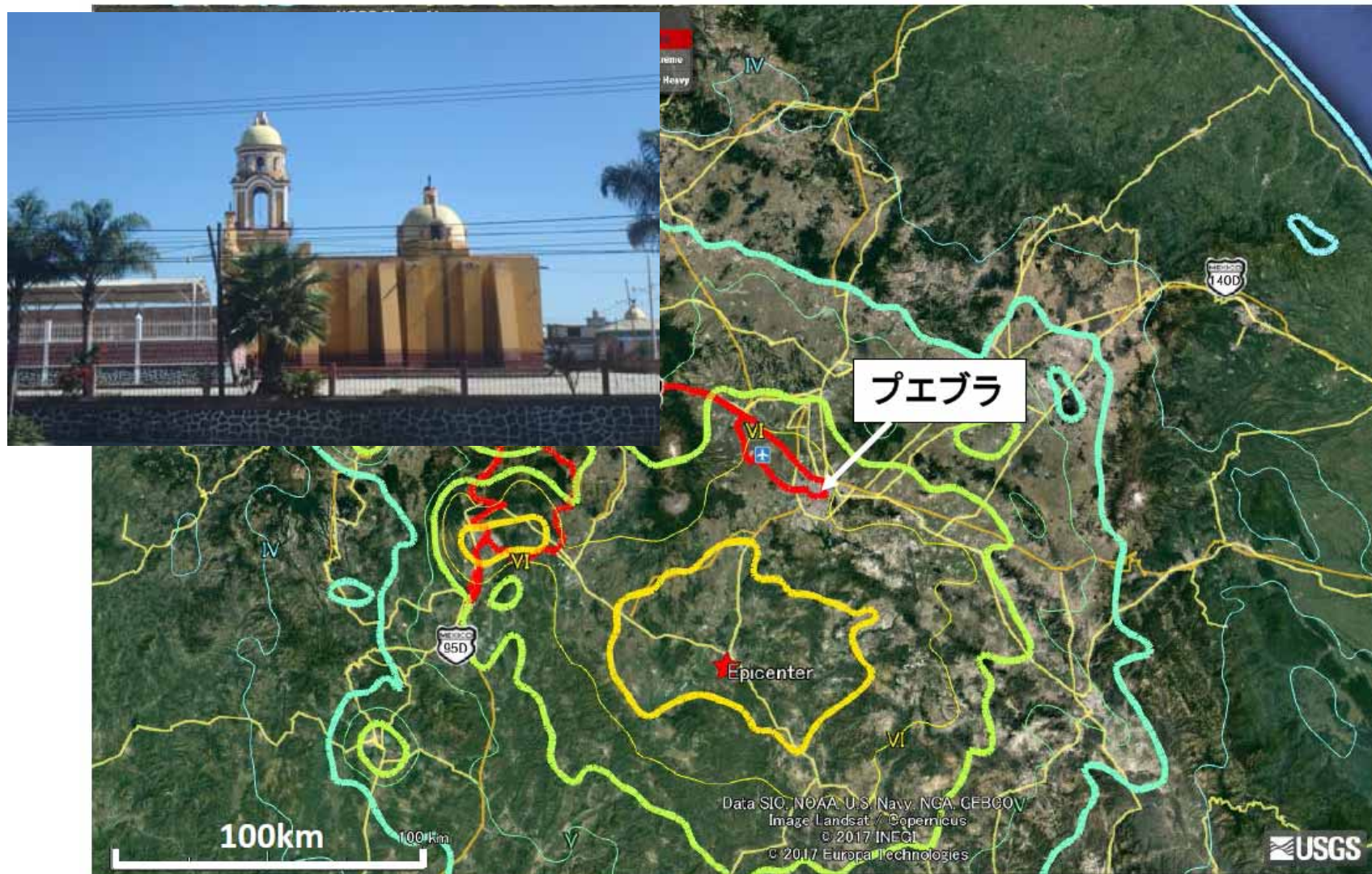


Hill Area: 被害なし.

Seismic Reinforced buildings



Puebla



Puebla

Cathedral de Puebla



San Juan de Letrán

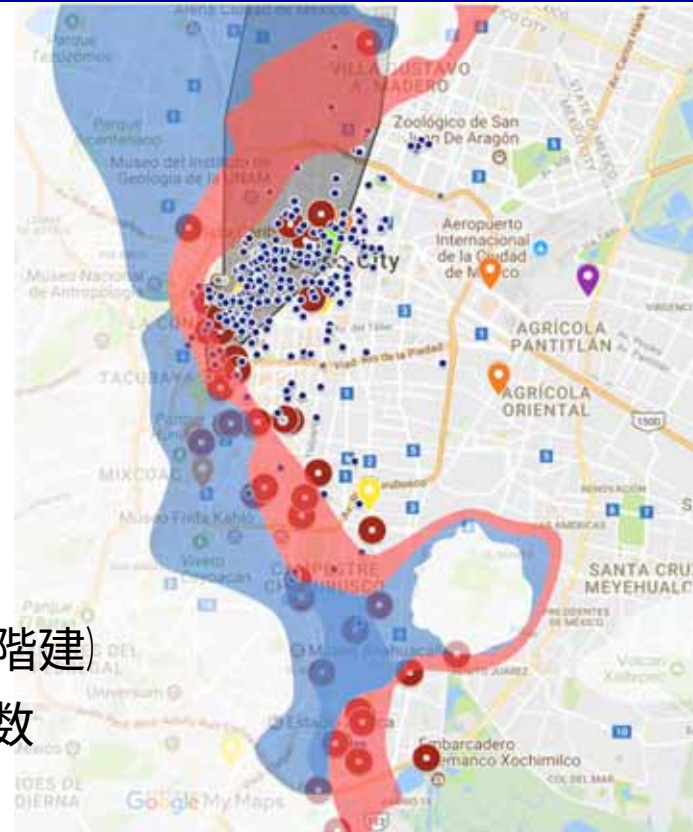


Church of Santo Domingo



歴史的建造物に軽微な損傷あるが、倒壊などには至っていない

まとめ



被害のキーワード:

- ・ 中大規模被害 (5 - 10階建) , 剥離・柱の被害 (2 - 5階建)
- ・ 組積壁 + (鉄筋) コンクリートフレーム構造に被害多数
- ・ 角地立地, 側面に拘束なし → 倒壊に至る場合あり
- ・ 基礎地盤は圧縮しやすく, 基礎形式によっては沈下・崩壊

共振によるところも考えられるが, それだけでは説明できないほどに被害箇所が選択的
1985年など過去の地震の影響, 構造方式, 傾斜, 拘束効果などが複合的に影響