

#### (4) ポアホールデータに基づくメキシコ盆地内の波動場の解釈

|              |    |                  |
|--------------|----|------------------|
| 東京大学地震研究所    | 正員 | 飯田昌弘             |
| メキシコ国立防災センター |    | Mario ORDAZ      |
| 国際連合地域開発センター | 正員 | 谷口仁士             |
| メキシコ国立防災センター |    | Carlos GUTIERREZ |
| メキシコ国立防災センター |    | Miguel SANTOYO   |

## 1. 序

1985年のMichoacan地震( $M=8.1$ )は、その震源から約400kmも離れた、メキシコ盆地に位置するメキシコ市に大被害をもたらした。震央域では加速度が予想外に小さかったのに対し、地震動はメキシコ盆地内、とりわけLakebed区域(図-1・右図)で驚異的に増幅し、その継続時間の長さとともに注目を集めた。

## 2. 強震観測網

国際協力事業団（ＪＩＣＡ）の支援のもとで、１９９０年に図－１に示される強震観測網が建設された。その後観測網は、メキシコ国立防災センター（ＣＥＮＡＰＲＥＤ）及び日本人専門家チームによって、改善されてきた。観測網は、太平洋からメキシコ盆地にかけての伝播経路の効果を調べる５観測点（図中の黒丸印）と、メキシコ市の地盤の研究のための盆地内の１０観測点（うち黒丸印の６観測点はボアホール観測点）からなる。

### 3. 解析

図-2に示される伝播経路上の記録は、震央距離とともに複雑になることから、多重伝播経路の効果が認められる。メキシコ盆地のすぐ外側に位置するCuernavaca観測点の記録は、盆地に入射する波動が複雑であることを示している。そこで、大振幅の継続時間の長い地震動は、長い震央距離による多重伝播経路と軟弱な表層地盤によるものだ、と解釈する。

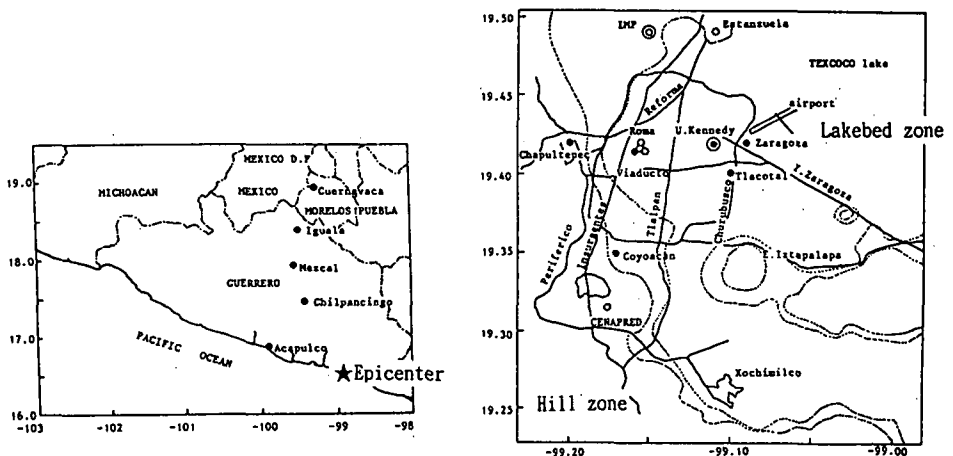


図-1 1993年10月の地震の震央(星印)と強震観測点の位置。右図のメキシコ盆地内は、Hill区域、Lakebed区域、両者の中間のTransition区域に分かれる。右図では、黒丸印はボアホール観測点、二重丸印は構造物上に強震計が設置されていることを示す。

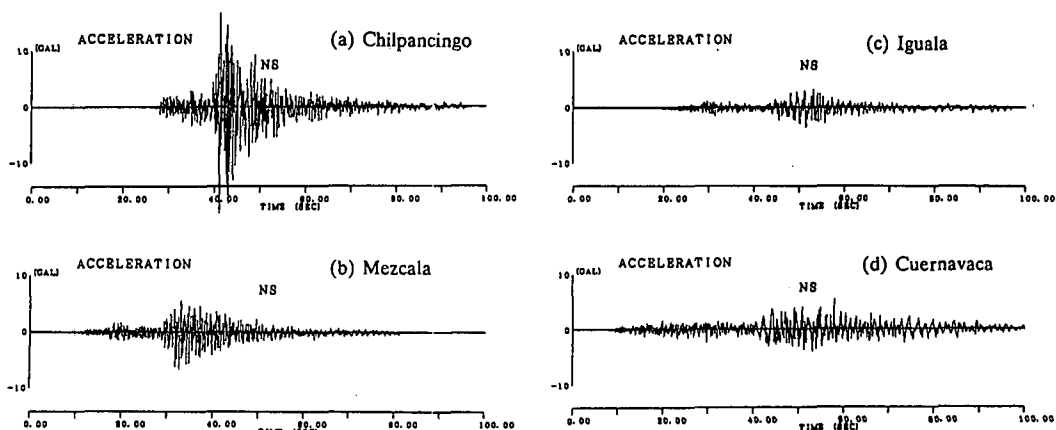


図-2 1993年10月の地震の、伝播経路上の4観測点における強震加速度記録（NS成分）。メキシコ盆地のすぐ外側に位置するCuernavaca観測点の記録は、長い継続時間をもつ。

我々は、ボアホールデータに、(A) 非定常スペクトル解析、(B) SH波の1次元波動伝播解析、(C) 相互相関解析、を適用する。継続時間の長い、1993年10月の地震 ( $M=6.7$ ) のTlacotalボアホール観測点の記録を使用する (図-3・左図)。同地点の地下構造の特色は、深さ50mにも及ぶ、きわめて低いS波速度と水に近い低密度の軟弱な表層地盤である。強震計は、地表、地下30m (表層中)、地下86m (その下の層) に設置されている (図-3・右図)。

(A) 非定常スペクトル解析 (図-4) により、深さ86mでは卓越周期が1~3秒であるのに対し、地表では3秒以上であることがわかる。(B) 深さ86mの地点に、観測記録を垂直入射させたSH波の1次元波動伝播解析 (図-5) によると、地表で得られる計算波は観測波とよく合う。これは、表層地盤が地表での卓越周期を励起できることを意味する。(C) 相互相関解析 (図-6) から、大被害をもたらす周期2秒以下の波動は実体波であり、3秒以上は表面波であると言える。

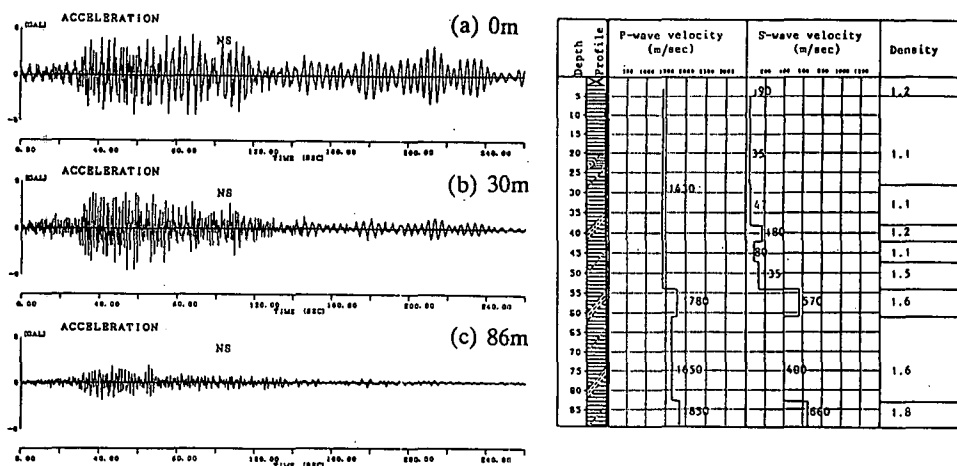


図-3 メキシコ市のLakebed区域のTlacotalボアホール観測点における、1993年10月の地震の強震加速度記録（NS成分）（左図）と地下構造（右図）。

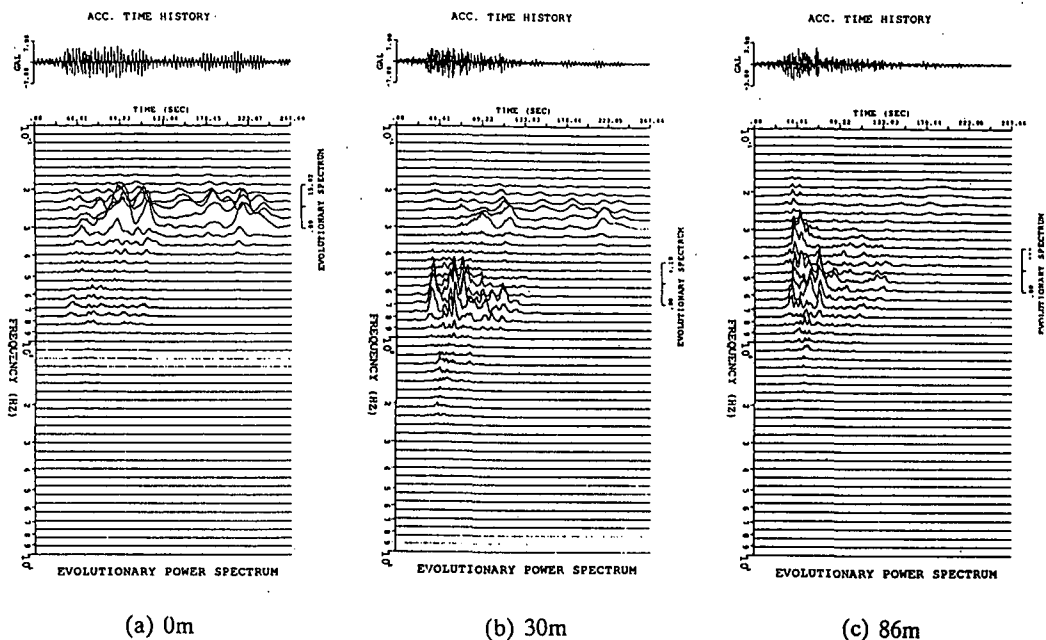


図-4 Tlacotal ボアホール観測点における、強震加速度記録の非定常スペクトル（NS成分）。

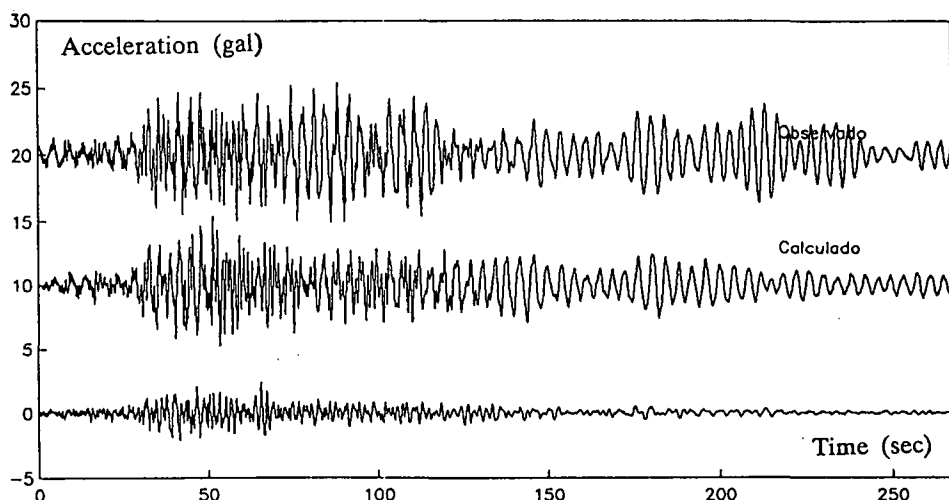


図-5 Tlacotal ボアホール観測点における、地表での強震加速度記録（上段）と計算波（中段）の比較（NS成分）。下段は深さ86mにおける観測波。

#### 4. まとめ

Lakebed区域の大振幅の継続時間の長い地震動は、卓越周期を構成する表面波と、大被害をもたらす実体波からなる。これらは、表層地盤によって励起されたものである。なお、表層地盤は粘土質であり、1993年10月の地震によって非線形挙動をしないことが既知である。

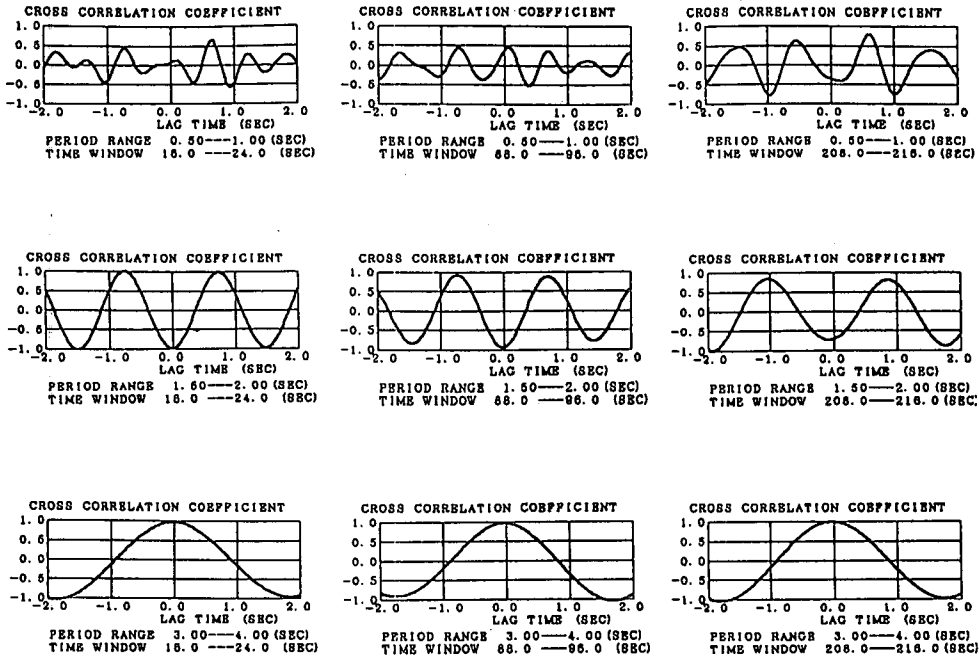


図-6 Tlacotalボアホール観測点における、地表と深さ30mの強震加速度記録(NS成分)間の相互相関係数。ここでは、一部の周期レンジと時間ウィンドウを示している。ラグタイム0のピークは表面波を、S波の垂直方向の伝播に要する0.64秒のラグタイムのピークは実体波を意味する。

## 5. 阪神大震災との関連

1995年1月の阪神大震災( $M=7.2$ )において、海岸沿いの埋立地や人工島では、液状化は数多く発生したものの、被害は比較的軽微であった。同地震の強震記録から、軟弱地盤への入射波は、継続時間がかなり短く、卓越周期は0.5秒程度であったと考えられる。もし入射波が、より長周期で継続時間の長いものであれば、条件はもっときびしくなると考えられる。

謝辞：強震記録を提供された、メキシコ国立防災センターのRoberto Quaa s氏に感謝いたします。