

I-392 1985年メキシコ地震の強震波形にみられる断層破壊伝播

国鉄・鉄道技術研究所 正員 中村 豊
東京工業大学 正員 大町達夫

1. はじめに

昨年（1985年）9月19日に発生したメキシコ地震の際、カルフォルニア大学サンディエゴ分校（UCSD）とメキシコ自治大学（UNAM）の共同強震観測ネットワーク（ゲレロアレイ）を初めとして、震源域での強震記録がいくつかとれている。このうち互いに4km程度しか離れていないラビジータ（La Villita:VIL）地点とサカトゥーラ（Zacatula:ZAC）地点の強震波形を検討した結果、断層の破壊伝播と思われる現象が捉えられたので報告する。

2. ラビジータ地点とサカトゥーラ地点の概要

これらの地点は図1に示すような位置関係にあり、カレタデカンポス（Caleta de Campos:CAL）地点近くの震央からみてほぼ東方にある。強震計は、VILでは花こう斑岩からなる岩盤上に据えられ、ZAC地点では沖積砂れきの堆積層上に据えられている。今回のメキシコ地震は多重震源地震で、2個の地震から構成されているといわれている。その第1震（1a）は本地震の震央である。第2震（1b）はVIL地点の南南東約45kmにあり、1aと1bは約95km離れていると考えられている。

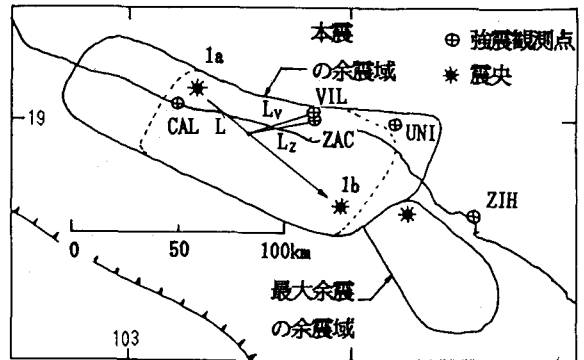


図1 1985年メキシコ地震の震源域と強震観測点

3. 両地点の強震記録と考察

図2はZAC地点での加速度記録を示したものであるが、1983年の日本海中部地震の際の強震記録に酷似している。ZACとVILの波形を3方向成分とも周期6秒、減衰定数0.552の変位計（気象庁の一倍強震計の特性）の出力に変換した。図3は計算結果を示したもので、両地点の波形を重ねて示している。点線がVILの波形、実線がZACの波形である。これらの波形を比べると、最大値や波形がよく類似していることがわかる。

この最大変位と両地点の震央距離を坪井式に入れて気象庁マグニチュード M_J を算定すると、7.3となる。震央付近の地震動をみるかぎり、 M はこの程度と考えた方が実感と一致する。ただし、距離減衰特性は巨大地震のものである。

ZACの波形には高周波成分が多くふくまれるが、これはZACの地盤条件や地震計設置法の影響と考えられている。これについては別途報告している²⁾。変位波形でみるかぎり、ZACの表層地盤特性や地震計設置上の問題は大きな影響を与えていないことがわかる。

図3の変位波形を詳細に検討すると、両地点の波形は初めの部分しか一致しておらず、時間の経過とともに波形がずれているのがわかる。このずれは第2震に対応すると考えられる部分では1秒程度になっている。つまり、第1震の波形が両地点に同時に到達したものとすれば、第2震はVILより約1秒早くZACに到達することになる。これは破壊が1aから1bに伝播していく様子を示していると考えられる。

震源1aから1bに向かって破壊が伝播してVILに波動が到達するまでの時間 T_v と両観測点への伝播時間差 ΔT

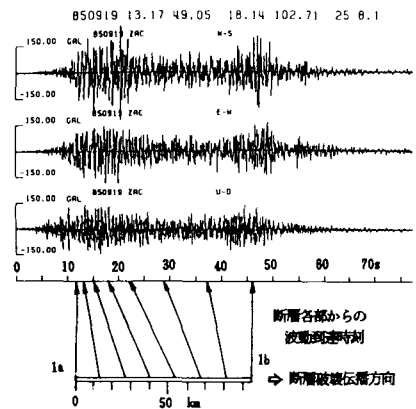


図2 ZAC地点での強震加速度波形

(ZACに早く着く時、正符号)は次のようになる(図1参照)。

$$T_V = L/V_R + L_V/V : \Delta T = (L_V - L_Z)/V$$

Singhら¹⁾によれば、1aからVILまでの主要動伝播時間は約20秒である。この間は約56.5kmであるから、波の伝播速度Vは2.83km/sと見積られる。

図3の波形の震動継続時間はほぼ40秒間であり、第1震の初めから第2震の初めまでは34秒(ZAC)～35秒(VIL)である。1aおよび1bからの波動が、VICまたはZACに到達する時間が同一であれば、これらの時間が破壊伝播に要した時間となる。1aからの方が1bからより早く伝播する時は、破壊伝播時間は観測された時間より短くなるし、1bからの方が早ければ、破壊伝播時間は観測された時間より長くなる。今の場合、後者であり、1aからと1bからの距離の差は、VIL: 12km、ZAC: 16kmとなる。したがって、破壊伝播時間 T_R は次のようになる。VILのデータによる場合: $T_R = 35 + (12/2.83) = 39.3$ 秒、ZACのデータによる場合: $T_R = 34 + (16/2.83) = 39.7$ 秒、いずれをとっても約40秒の破壊伝播時間となる。1aと1bの距離は約95kmであるから、平均破壊伝播速度 V_R は2.38km/sとなる。これは主要動伝播速度の84%である。

推定されたVおよび V_R を用いて、破壊伝播経路を1aから1bまでの直線と仮定し、 T_V および ΔT を算出して $T_V - \Delta T$ 図にプロットしたものが図4である。この図には図3のNS方向変位波形から読みとった T_V および ΔT もプロットしている。ただし、 T_V は始点を0とし、 ΔT は最小値を0としてグラフ化している。図4によると推定された波形のずれと実測された波形のずれは、値そのものはやや掛け離れているものの20秒前後まで急激にずれが進行し、その後安定する傾向は一致している。ずれの値はVの見積り精度に関係する。Vを $V = 4$ km/sとすれば、 $V_R = 2.5$ km/sとなり、ずれの値は実測値に近付いてくる。

1aから1bまで直線的に破壊が伝播する場合、断層各点からの波動到達時刻は図2に示すようになり、断層の広い範囲からの波動が主要動の初めの部分に集中することがわかる。

また、図3の波形によると、1aと1bは破壊の始点と終点に対応するもののようである。日本海中部地震などの日本における大地震の多重震源も断層破壊の始終端に対応する可能性がある。

謝辞: ここで用いた地震記録は、UNAMから日本鋼管を通して入手したものである。関係の方々に感謝します。

文献: 1) J. G. Anderson, P. Bodin, and J. N. Brune: J. Prince, S. K. Singh: STRONG GROUND MOTION AND SOURCE MECHANISM OF THE MEXICO EARTHQUAKE OF SEPTEMBER 19, 1985 ($M_s = 8.1$), PREPRINT FOR SCIENCE.

2) 大町, 中村, 三村, 安田, 河邑: 1985年メキシコ地震の震源域強震観測地点の現地調査, 第41回土木学会年次学術

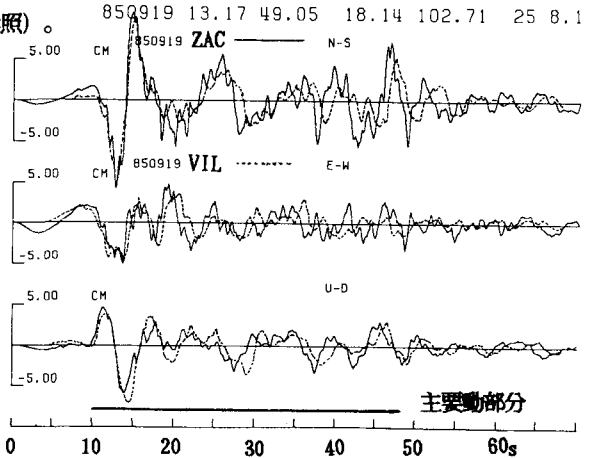


図3 VILとZACでの変位波形(気象庁1倍変位計)

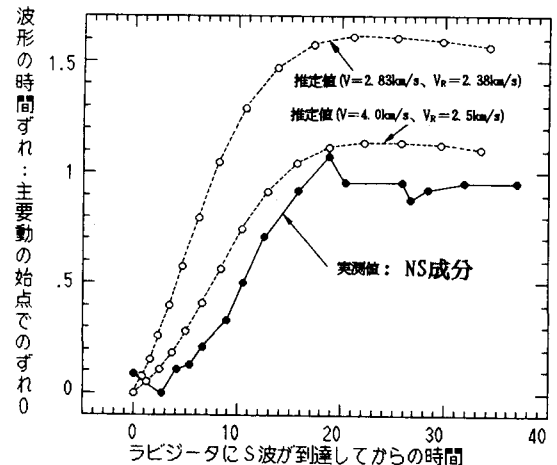


図4 波形ずれの時間変動