

I-583

ロマ・プリータ地震における地震動の方向性

専修大道短大 正員 金子孝吉 北大工学部 正員 林川俊郎

専修大道短大 正員 三上敬司 中央コンサルタント 正員 松井義孝

1. まえがき

Loma Prieta 地震(1989年10月17日)の発生機構と地震波の伝播特性についてはすでに報告されているところである^{1),2)}。図-1は震源においての San Andreas 断層のずれの様子を示したもので太平洋プレートが 1.9m 北西に、北アメリカプレートに対して 1.3m 上方に移動した¹⁾。このようなずれで発生した本震が北の Bay Area、南の Monterey、東の Halls Valley の方向にどのように伝わったかまたそこではどのような震動になっているか興味のあるところである。ここでは USGS および CSMIPで発表されている強震記録の波形解析を行った中から、視点をレクティリニア(Rectilinearity)特性において地震動の方向性について検討してみた。

2. 地震動の主軸およびレクティリニアリティの計算

Loma Prieta 地震における強震記録の中から地盤、基盤上の(一部は構造物中において記録された)3成分加速度波を選んで波形解析を行った。ここでは表-1に示すように22カ所の地点での記録について解析を次のように行った。①地震動の主軸(最大、中間、最小)の入射角と方位角を求める、②地震動の主軸の大きさ(パワー)を求める、③地震動の描く粒子軌跡を包絡する楕円球の性質を表す Rectilinearity 特性を調べる、ことである。図-2は太平洋プレート側に位置し震源から南南東へ 46km 程の距離にある Salinas での記録から求めた結果の一例である。上から各地震動の主軸の持っている入射角、方位角、パワーそして Rectilinearityの時間変化を示している。入射角では縦座標上方ほど水平な、下方ほど鉛直な動きをしていることになる。次の方位角では縦座標中央がNの方位を表し、それから上方へ時計周り+、下方へ反対に-の角度をとっている。波線は震源の方位を表しており、Nから-27.3° になっている。

次は縦座標に主軸のパワーの時間変化を示し、最大主軸のパワーが上の実線になっている。振幅の最大になっている 8.5秒におけるこの実線に比べて中間、最小の主軸のパワーも比較的大きな振幅を持っている。そのことは地盤が球に近い震動をしていることを表している。これに対して立ち上がりから 3秒ぐらいまでは中間、最小の振幅が小さく直線に近い震動をしていることになる。その度合を0(球)から1(直線)まで縦座標に表したのが最下段の Rectilinearity の図である。また図-3は震源から東北東に位置する Coyote Lake における記録の場合であるが、この場合は主軸の方位が一定で、Rectilinearity も 0.81 と大きく、方向性の明確な直線に近い震動をしていることが読み取れる。

3. 各観測点における主軸の方位とレクティリニアリティ

各観測点において同様の解析を行い主要動S波最大振幅時の最大主軸の方位と Rectilinearity の値を特に引き出して表-1に示した。また、図-4には視覚的に見やすくするため、S波最大振幅部の包絡楕円軌跡図を示した。この両者を見ながら方向性について考察しよう。まず表-1を見るに、観測点は震央距離の小さい順に示し、同一地点近傍観測点の番号にはダッシュが付けられた。主要動の最大主軸の方位と震源方向の方位を列べて北からの角度で示した。両者の角度の差を見ると*の印を付けたもの以外はせいぜい 20° 以下のばらつきで90° 前後の角度差になっている。ということは震央方向に直角な成分が地震動に卓越していることになる。そのことは図-4からも容易に分かることである。また、Rectilinearity の値を見ると震源近傍で低い値になっていることは際だった方向性を持たないことを意味している。

4. あとがき

Loma Prieta 地震の強震記録の解析から顕著に言えることは、① Bay Areaでは San Andreas断層に直角な成分が卓越している、② 主要動部の最大主軸の方向は震源方向に直角な成分が卓越する傾向にあり、こ

のことは震源から離れるにしたがって SH 波もしくは Love 波の発生を暗示するものである、③ 震源付近では Rectilinearity が小さく方向性が明確でない、ということである。なお強震記録の入手に当りカリフォルニア大学の Armen Der Kiureghian 教授のお骨折りがあったことを記し感謝いたします。

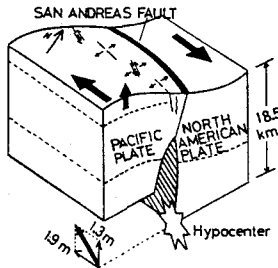


図-1 Loma Prieta 地震の発震機構

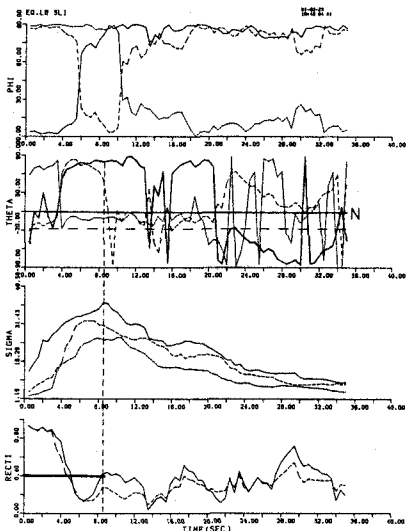


図-2 主軸の時間変化 (⑥ Salinas)

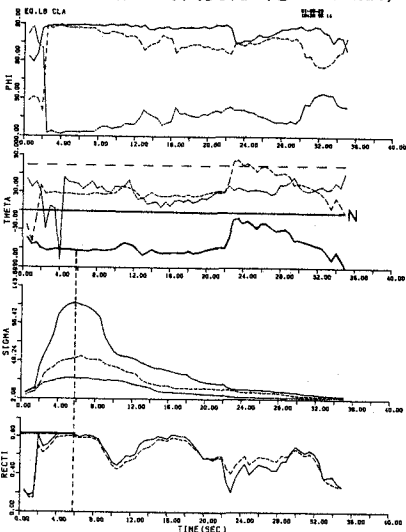


図-3 主軸の時間変化 (④ Coyote L. AB)

表-1 各観測点での主軸の方位とレクティリニアリティ

Station Name	Distance (km)	Maximum Acc. (gal)	Major Axis Direction	Epicenter Direction	Rectilinearity
① Corralitos	8.86	617.70	- 18.9°	84.3°	0.37
② Capitola	9.73	462.92	- 7.6°	42.2°	0.29
③ Santa Cruz	16.55	433.12	- 33.7°	74.9°	0.53
④ Coyote Lake AB	30.51	470.97	- 63.3°	73.5°	0.81
⑤ Coyote Lake DS	30.64	174.66	- 39.0°	72.2°	0.61
⑥ Salinas Valley	36.25	128.42	- 35.8°	23.9°	0.27
⑦ Salinas	46.15	110.15	81.4°	- 27.3°	0.49
⑧ Hollister	47.92	361.90	- 2.5°	- 63.6°	0.77
⑨ Monterey	49.28	68.52	36.4°	1.8°	0.39
⑩ Sagu South	53.57	70.66	36.7°	- 53.4°	0.52
⑪ Fremont	54.60	117.74	- 49.9°	3.6°	0.59
⑫ Woodside	54.71	79.70	47.3°	- 37.7°	0.74
⑬ Crystal Spr. Sk	62.56	100.87	50.8°	- 40.9°	0.60
⑭ Crystal Spr. Pu	62.89	153.56	22.2°	- 37.2°	0.82
⑮ Hayward CSUH	70.48	82.58	- 85.9°	- 13.1°	0.30
⑯ Hayward BART	72.39	154.94	- 50.6°	- 14.6°	0.42
⑰ South S.F.	83.60	102.73	21.4°	- 32.5°	0.42
⑱ Piedmont	92.49	81.19	89.0°	- 19.7°	0.66
⑲ Berkeley	98.52	114.41	- 71.8°	- 19.3°	0.79
⑳ Point Bonita	103.56	71.36	- 73.0°	- 33.1°	0.38
㉑ Richmond	107.55	122.65	43.2°	- 22.3°	0.54
㉒ Olema	137.77	157.87	- 39.1°	- 35.9°	0.55

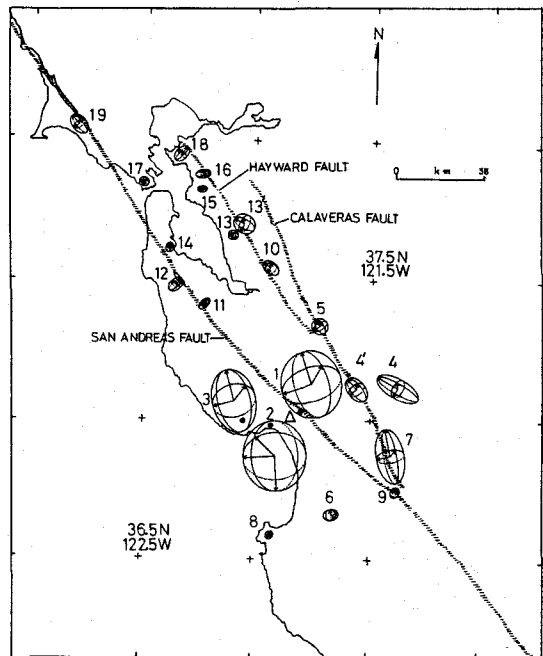


図-4 各観測点での3主軸を軸とする主要動部の楕円球

参考文献

- 1) Earthquakes & Volcanoes, U.S. Government Printing Office Public Documents Department, Vol.21, No.6, 1989.
- 2) B.A. Bolt: The Mechanism and Size of the San Andreas Fault Source of the 17 October 1989 Earthquake, Proceedings Putting the Pieces Together, The Loma Prieta Earthquake One Year Later, October 15-17, 1990.
- 3) 中山他: ロマ・プリエタ地震における地盤震動の波動特性に関する考察、土木学会第45回年次学術講演会、I-497、1990.
- 4) 杉戸他: Loma Prieta 地震における地震動に関する基礎的検討、土木学会第45回年次学術講演会、I-496、1990.