

東三河地域の地震動に対する中央構造線の影響

蒋 建群¹・栗林 栄一¹・栗津裕之²

¹正会員 工博 豊橋技術科学大学 建設工学系 (〒441豊橋市天伯町雲雀ヶ丘)

²正会員 工修 五洋建設(株) (〒800-01北九州市門司区大学会津山下)

豊橋技術科学大学では、1997.3.16.発生した愛知県東部地震を含み、今まで構築した地震観測システム TASSEMによって、いくつかの観測結果を得ました。これらを加えて、K-NET強震計データの収集も行い、東三河地域の地震動分布を整理した。なお、大学の位置しているこの地域には西南日本の地質を大きく二分する中央構造線が地域中央を東北東から西南西に通過している。この中央構造線の存在は同地域の地震動特性に大きな影響を及ぼすと考えられる。本研究では三河地域において地質構造の食い違いをなしている中央構造線を対象にし、中央構造線を挟んで観測された地震観測記録を分析することにより、同地域の地震動特性、および中央構造線が地震動の伝播に及ぼす影響について検討を行った。

Key Words: Median Tectonic Line, Groundmotion, Array observation system, Wave propagation

1. はじめに

本大学の位置している三河地域には西南日本の地質を大きく二分する中央構造線が地域中央を東北東から西南西に通過している(図1)。地質構造区分では中央構造線の日本海側を西南日本内帯、太平洋側を西南日本外帯と呼んでいる。中央構造線は長野県茅野市から赤石山脈に沿って並走して南下し佐久間を通り愛知県に入り、豊川沿いに鳳来町、新城市を通り、渥美半島の西端をかすめて三重県志摩地方に延びる大規模な断層帯で、紀伊半島を横断したあと、四国、九州地方にまで伸延している。この中央構造線の存在は同地域の地震動特性に大きな影響を及ぼすと考えられる。本研究では三河地域において地質構造の食い違いをなしている中央構造線を対象にし、中央構造線を挟んで観測された地震観測記録を分析することにより、同地域の地震動特性、および中央構造線が地震動の伝播に及ぼす影響について検討を行う。

2. 地震観測

2.1 観測点

本研究で対象としている地域では本研究室で行っている地震観測システム(TASSEM)および防災科学

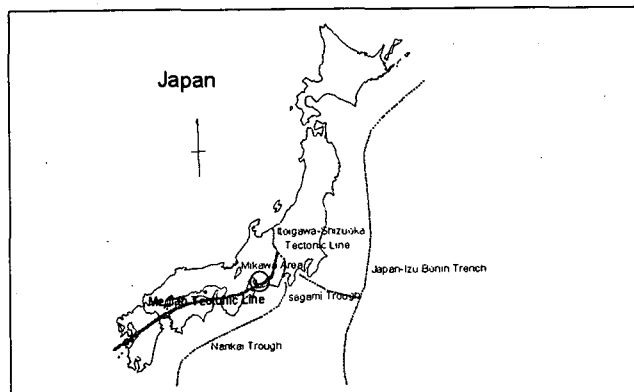


図1 中央構造線の概略

技術研究所によって行われている強震ネット(K-NET)によって地震観測が行われている。地震計配置状況を図2に示す。TASSEMの地震計は豊橋市内に位置する豊橋技術科学大学基盤層(Site1)および、新城市の外帯側に位置する新城市老人福祉センター(Site2)、内帯側に位置する蒲郡市の愛知技術短期大学(Site3)の地下5m付近(岩盤と見なす)に設置されている。K-NETの地震計はいずれも地表面に設置されている。

2.2 地震観測記録

これらの観測点においてこれまでに6つの地震に

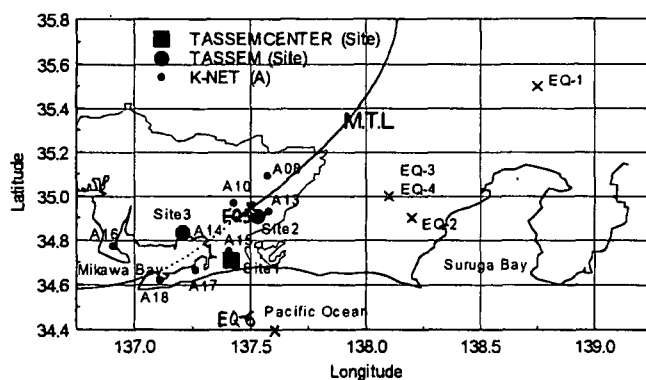


図2 観測点と震央の分布

よる記録が得られている。震源位置、マグニチュード等の各種諸元を表1に、震央位置を図2に示す。これらの地震は主に山梨県、静岡県で発生した地震で外帯側で起こった小さい地震であったが、1997年3月16日愛知県東部に起きた中規模地震の震源は、構造線に隣接した内帯側にあると考えられる。またK-NETで得られる地震記録はいずれも地表面での記録であるため、必要に応じて、各観測点の柱状図より、1次元重複反射法に基づき、基盤上での加速度波形を算出できる。また、地震波の凡その伝播速度を算出するため、1996年10月5日の地震観測記録を内帯側（4点）、外帯側（3点）にわけプロットしたものを図3に示す。P波、S波の到達時間の位相差により各波の地震波速度を推定した結果、内帯側の地震基盤の地震波速度はP波が6.5km/sec、S波が3.6km/sec、外帯側の地震基盤の地震波速度はP波が5.8km/sec、S波が3.4km/secと推定される。よって、外帯側と内帯側の地質条件の相違が推察できる。

表1 記録された地震の諸元

No.	時間	震央	M	深さ (km)
EQ-1	1996.3.6.	山梨県東部 N35.5 E138.8	5.8	20
EQ-2	1996.5.27.	静岡県中部 N34.9 E138.2	4.7	30
EQ-3	1996.10.5.	静岡県中部 N35.0 E138.1	4.5	30
EQ-4	1996.10.6.	静岡県中部 N35.0 E138.1	4.0	30
EQ-5	1997.3.16.	愛知県東部 N34.9 E137.5	5.8	39
EQ-6	1997.5.24.	遠州灘海底 N34.4 E137.6	5.6	30

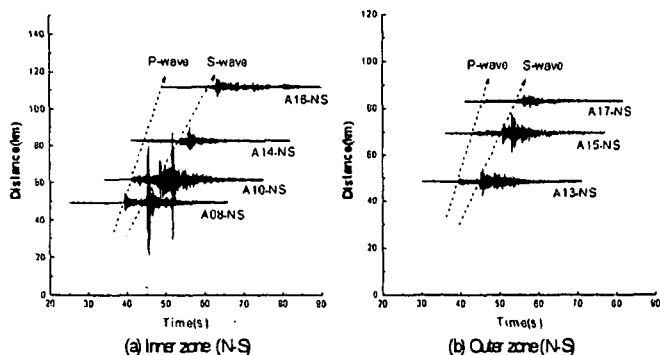


図3 地震波速度の推定 (EQ-3、NS成分)

3. 内帯と外帯における地震動特性

3.1 周波数特性

ここで、EQ-3のNS成分を例として、図4に各観測点で得られた記録のパワースペクトルを示す。これらはすべてバンド幅0.4HzのParzenウィンドウを用いて平滑化を施した。図にみるように各観測点でかなり形状が異なり、卓越周波数も異なっている。内帯側に位置するA08では約15Hz、21Hz、A10では2.3Hz、11.6Hzで卓越を示している。外帯側に位置するA13では6Hz付近で幅をもって卓越し、A15では2.8Hz、A17では2.4Hzで卓越している。このように内帯側では10Hz以上の高周波数領域において卓越を示し、外帯側では10Hz以下の低周波数領域において卓越を示す傾向にある。しかしながらA14、A16では同じ内帯側のA08、A10とはまったく異なった形状を示している。次にこれらのパワースペクトルにより、スペクトル比を算出したものを図5に示す。これらは震源に近いA13を基準にしスペクトル比を算出している。これらのスペクトル比には各観測点の地盤影響がそれぞれに現れているが、外帯と内帯(A08/A13、A10/A13)、外帯と外帯(A15/A13、A17/A13)とのスペクトル比に見られる違いとして、1Hz付近において外帯と内帯間のスペクトル比では減衰を示し、増幅を示さないのに対し、外帯と外帯間のスペクトル比では卓越し、増幅を示している。また10Hz以上の高周波数領域において外帯と内帯間では増幅を示すのに対し、外帯と外帯間ではそれほど大きな増幅は示さない。このように中央構造線を地震動が伝播する際に低周波数成分は減衰し、高周波数成分は増幅するという傾向が見られた。A14/A13およびA16/A13においてはA08/A13、A10/A13とは異なり高周波数領域での

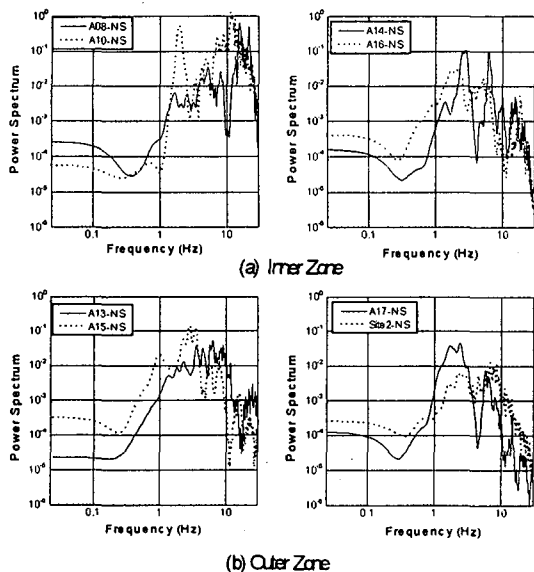


図4 各観測点のパワースペクトル (EQ-3、NS成分)

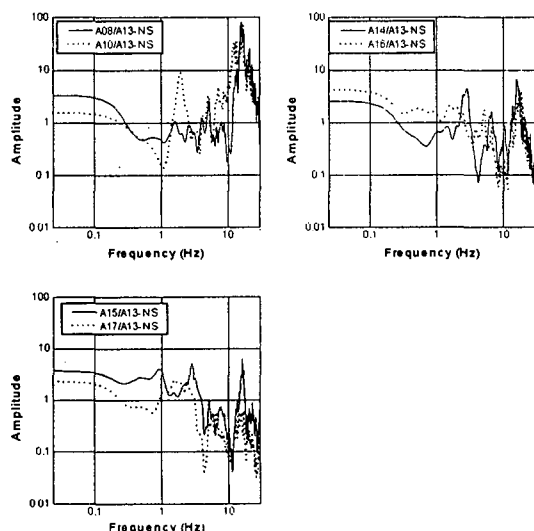


図5 各観測点のパワースペクトル比 (EQ-3、NS成分)

大きな卓越は示していない。これらA14、A16への伝播経路には豊橋平野が存在しており、A08、A10のように中央構造線を伝播するものとは地震動に及ぼす影響がかなり異なることが考えられる。

一方、いままでの観測で、いちばん大きい加速度が記録されたEQ-5では、震央が中央構造線に隣接しているから、発震機構と構造線の関係はまだ明らかにされていない。表2に構造線両側の典型的な観測結果を示す。図6はそれらのフーリエスペクトルである。A10とA13は各々内帯と外帯に位置しているが、震央距離が同じにもかかわらず、地震動の違いが見られた。地盤条件の違いも原因の一つと考えられるが(A10地盤の卓越振動数約8Hz)、構造線による影響が大きい。また、A14とA15の結果を比べると、振動数分布の差があまりみられないから、構造線の西南への進行に伴い、沖積層が厚くなり、構造線よりも、むしろ地盤条件の影響が無視できない。

表2 EQ-5における最大加速度

観測点	EW(gal)	NS(gal)	UD(gal)
Site 2	83	51	40
A10	383	525	159
A13	115	113	61
A14	114	140	36
A15	166	185	112

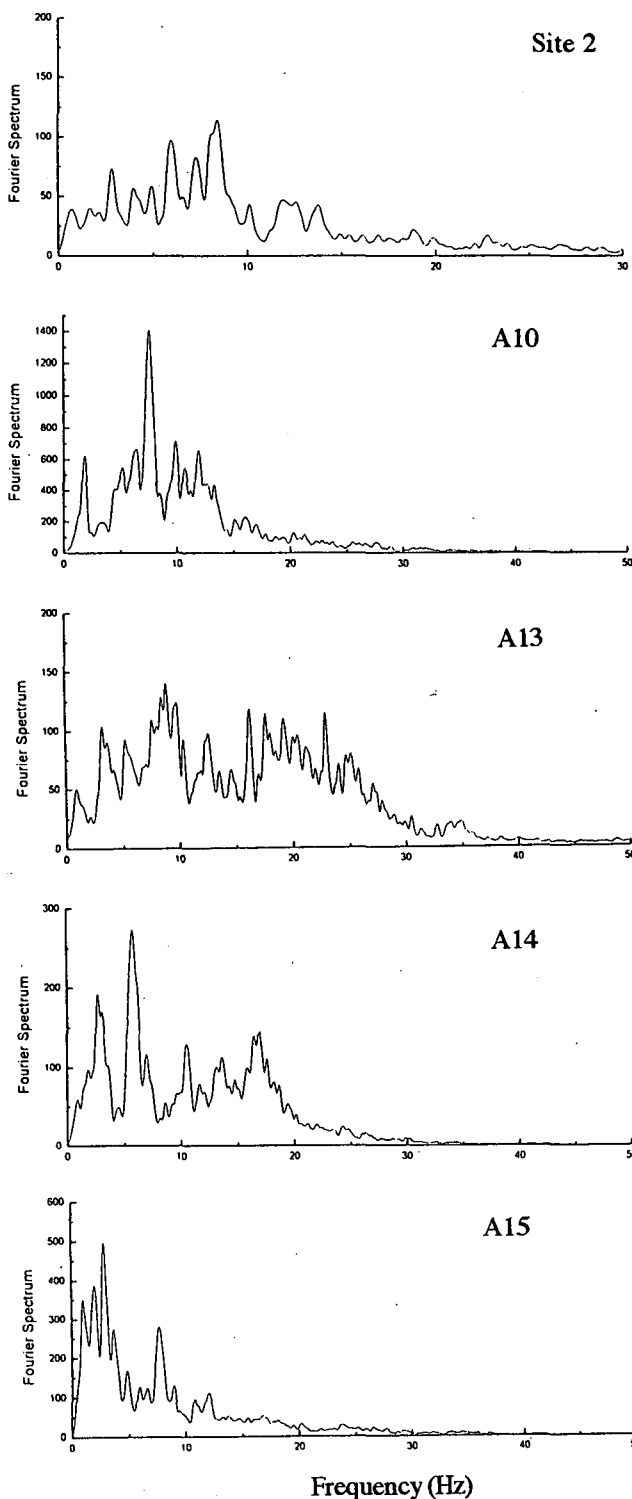


図6 地震記録のフーリエスペクトル (EQ-5、NS成分)

3. 2 地震動波形の非定常性

図7にEQ-3で得られた記録より算出した観測点A08、A13の非定常スペクトル(NS成分)を示す。内帯側のA08ではあまり非定常性を示しておらず、約20秒付近の時刻でスペクトルが卓越を示し、約15、22Hzの成分が大きく卓越している。またこれらに対して、外帯側のA13では内帯とはまったく異なり非定常性が明らかに現れている。約16秒付近で5-10Hzの成分が卓越を示し、その後19秒付近において16秒付近で卓越を示した成分と同程度あるいはそれ以下の成分が卓越を示している。またそれ以降においても長周期の成分が卓越している。このように内帯と外帯との記録には非定常性に大きな相違があることがわかる。したがって外帯側では中央構造線で地震波が反射してその2次的な波の影響を受けていると考えることができる。

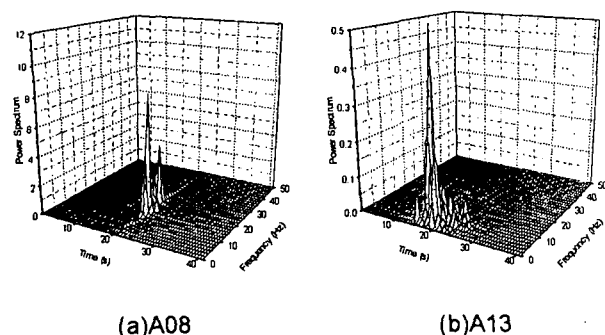


図7 非定常スペクトル (EQ-3、NS成分)

3. 3 地震動の水平面内における卓越方向

観測点A08、A10、A13、A15におけるEQ-3の観測記録において、主要動部と後続部にわけ、伝播の卓越方向を算出した結果を図8に示す。長い矢印が伝播の卓越方向である。各観測点とも震央方向と卓越方向はあまり一致していない。これは各観測点に地震動が到達するまでの伝播経路の影響を受けているものと考えられる。そこで、震央方向がほぼ一致する内帯のA10と外帯のA13についてみると、卓越方向に大きなずれが見られる。特に主要動部(A)については約90°方向がずれている。このA10とA13の間には中央構造線が存在するため、中央構造線によって地震波が屈折して伝播したものと考えることができる。また内帯側のA08、A10では時間の変化に伴う方向のずれがあまり見られないのに対し、外帯側のA15では主要動部(A)とそれ以降の部分(B,C)の卓越方向に大きなずれが見られる。これらの時間変化に伴う方向のずれは中央構造線によって反射した波によるものと思われ、後続波部分の卓越方向は反射波の伝播する方向と考えることができる。

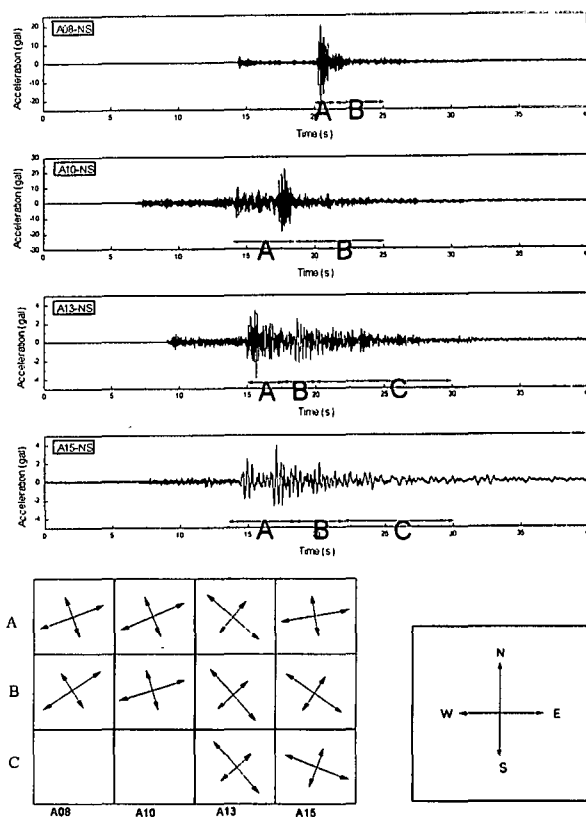


図8 加速度記録波形と卓越方向 (EQ-3、NS成分)

5. おわりに

地震観測記録からみられる相違から中央構造線が地震動の伝播に与える影響について考察し、以下のような結果が得られた。

(1)外帯から内帯へ地震波が伝播する場合には低周波数成分が減衰し、高周波数成分が増幅するという傾向が見られた。

(2)今回用いた記録では外帯側の記録に非定常性がみられること、内帯と外帯では伝播の卓越方向に大きなずれがあることから地震波は中央構造線において反射、屈折し伝播していることがわかった。

謝辞：防災科学技術研究所K-NET記録を利用させていただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 杉山隆二：中央構造線、東海大学出版会、1973.
- 2) 理論地震動研究会：地震動-その合成と波形処理-、鹿島出版会、1995.3.
- 3) 和泉正哲ら：アレー地震観測記録を用いた地震波の相関性と伝達特性に関する基礎的研究、日本建築学会構造系論文報告書、第395号、1989.1.
- 4) 豊橋技術科学大学地震工学研究室：1997年3月16日愛知県東部地震に関する観測結果、1997.3.