

1944年東南海地震の震源近傍で発生した地震による四国地域の距離減衰と地盤増幅特性の検討

三神 厚¹・齊藤 剛彦²・澤田 勉³・繁田 淳吾²・中野 晋⁴

¹徳島大学大学院准教授 ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail: amikami@ce.tokushima-u.ac.jp

²徳島大学大学院博士前期課程 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

³徳島大学大学院教授 ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail: sawada@ce.tokushima-u.ac.jp

⁴徳島大学大学院准教授 環境防災研究センター (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail: nakano@ce.tokushima-u.ac.jp

本論文は、1944年東南海地震の震源近傍で2004年9月に発生した長周期成分の卓越した地震によって、四国地域のK-NET観測点やKiK-net観測点で得られた地震動を用いて、地震動の距離減衰特性や地盤のサイト増幅特性を検討したものである。既往の距離減衰式と紀伊半島南東沖地震の観測値を比較した結果、最大変位に比べ、最大加速度や最大速度で観測値が距離減衰式を下回る程度が顕著であることがわかった。増幅については、既往の経験式と相対的な位置関係を比較すると、紀伊半島南東沖地震では他の地震に比べ、サイト増幅を過小評価する傾向にあることがわかった。これらの結果は、周期の長い地震動では、既往の距離減衰式やサイト増幅評価式を使った場合に比べ、地震動強度が小さくなる可能性を示している。

Key Words : Attenuation, site amplification, Kii-Hanto Nanto-Oki earthquake, K-NET, KiK-net

1. はじめに

震度に関する情報は、発災後の初動対応の判断材料などとして用いられるとともに、これをもとに、あらゆる地震防災に関する戦略が策定される、地震防災上、最も重要な指標である。東南海・南海地震の防災対策推進地域として指定されている地域では、各県レベルで独自に想定東南海・南海地震に対する震度予測を行い、防災対策に活かしている。各県の単位で行う震度の予測は、距離減衰式に基づいて行う方法の他、昨今、断層モデルに基づく方法を採用する自治体が増えつつある。例えば、徳島県では¹⁾、平成14年度から16年度にかけて、東南海・南海地震に関する検討が行われたが、その際、震度分布の予測にあたっては、司・翠川の距離減衰式²⁾やMidorikawaら³⁾のサイト増幅評価式が用いられた。当然ながら、距離減衰式はそれが構築されるもととなったデータベースの影響を強く受ける。例えば、前述の司・翠川の距離減衰式では、1968年から1997年にかけて日本で発生した21地震から得られた強震記録がそのデータベースとなっているので、結果として得られる距離減衰式は、

それらの地震動が反映された平均的な特性を有するものである。

ところで、東南海地震や南海地震は非常に長周期が卓越した地震であるという特徴がある。このような地震を主なターゲットとして地域防災を考えるにあたり、従来から提案されている平均的な特性を有する距離減衰式を用いることが安全側、危険側のどちらに作用するのか、疑問が残る。地表面における地震動は、震源特性、伝播特性、サイト増幅特性によって決まるので、本来は、東南海・南海地震の震源域を震源とする十分な数の地震記録が観測されているならば、それらを用いて距離減衰式を作成するのが理想的である。しかし、東南海・南海地震の震源域で、東南海・南海地震と同様、プレート境界で発生する地震は、近代の地震観測体制のもとでは、ほとんど捉えられていない。

こうした中、2004年9月5日から8日にかけて、紀伊半島南東沖で数回にわたり発生した大規模な地震は、1944年東南海地震の震源近傍で発生したものであった⁴⁾。地震学者による後の解析によって、これらの地震はフィリピン海プレート内部で発生したスラブ内地震であること

表-1 紀伊半島南東沖で発生した地震

Event	1	2	3	4
発生時刻	09/05/2004 19:07	09/05/2004 23:57	09/07/2004 08:29	09/08/2004 23:58
震央位置	N 33.03 E 136.80	N 33.14 E 137.14	N 33.21 E 137.30	N 33.11 E 137.29
震源深さ(km)	38	44	41	36
Mj (Mw)	6.9 (7.3)	7.4 (7.4)	6.4 (6.6)	6.2 (6.5)
備考	前震	本震	余震	余震



図-1 四国地域における KiK-net 観測網
(防災科学技術研究所ホームページより引用)

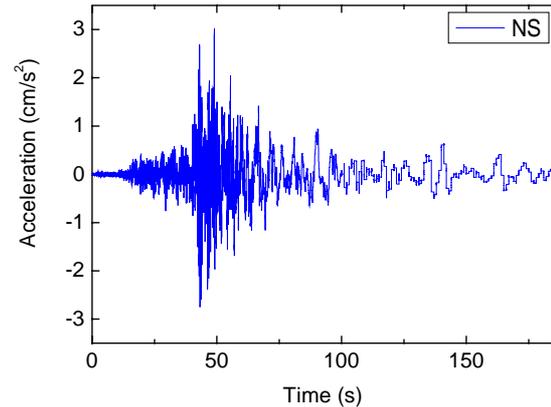


図-2 KiK-net 徳島の加速度時刻歴(本震)

が明らかになった⁴⁾。そのため、震源メカニズムは東南海地震と異なる。一方で、通常のスラブ内地震に比べ、長周期成分が卓越した地震動であったことも指摘されており⁵⁾、プレート境界で発生した地震のように長周期成分が卓越した特性を有している。

基盤上で定義される距離減衰式は、震源特性と伝播特性を反映した量である。震度の予測には、サイト増幅特性も大きな影響を与える。Midorikawaらのサイト増幅式は、1987年千葉県東方沖地震の際に得られた強震記録から求められているので、千葉県東方沖地震の特性が強く反映されており、周期の長い地震動に対して適用することの問題点についても検討しておく必要がある。

以上を鑑み、本研究では、2004年の紀伊半島南東沖で発生した長周期成分が卓越した地震の際、四国地域におけるK-NETやKiK-netで観測された地震記録を用いて距離減衰特性や地盤のサイト増幅特性を評価するとともに、平均的な距離減衰特性や平均的なサイト増幅特性を表す従来からの経験式との比較・検討を行う。これにより、長周期が卓越する地震動に対して、従来の距離減衰式やサイト増幅式を適用した場合、最終的に地震動の予測にどのような影響を与えるのかを評価し、今後の地震防災のあり方について議論を行う。

2. 紀伊半島沖で発生した地震の特性

2004年9月5日19時07分および23時57分に紀伊半島南東沖で気象庁マグニチュード6.9および7.4の地震が発生した。さらに、9月7日8時29分にマグニチュード6.4、9月8日23時58分にマグニチュード6.2の余震が発生した。震源位置は、1944年の東南海地震の震源域周辺の南海トラフ沿いであった。地震学者によるその後の検討から、この地震については、プレート境界型ではなく、フィリピン海プレート内部で発生した地震であると解釈されている。「ヌルヌル型の地震」が長周期の波を発生させたという解釈もある⁵⁾。これら4つの地震の諸元を表-1にまとめる。

この地震で、四国の幅広いエリアで強い揺れを感じ、四国各県のそれぞれで最大、震度3の揺れを観測した。この揺れは、四国地域内に設置されている防災科学技術研究所の強震観測網(K-NETやKiK-net)でも観測された⁶⁾。図-1に四国地域内におけるKiK-net観測点地図を示すとともに、図-2に、KiK-net徳島で観測された本震記録の加速度時刻歴を示す。主要動の後、表面波の卓越する様子がわかる。図-3に同記録のフーリエスペクトルを示す。周期6~7秒程度の長周期波が卓越していることがわかる。本研究では、距離減衰式の適用性を検討するに

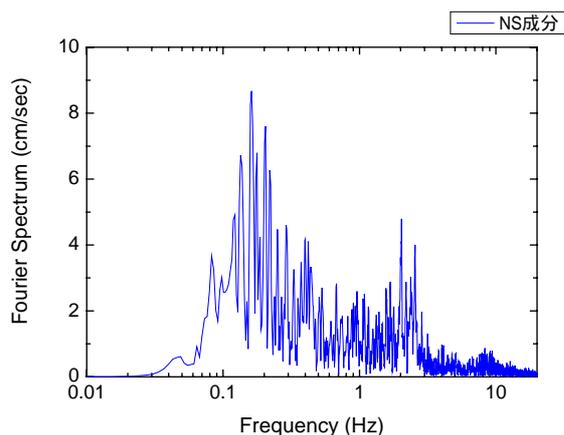


図-3 KiK-net 徳島のフーリエスペクトル(本震)

あたり, KiK-netで観測された強震記録のうち, 地下で観測された加速度記録を用いる. 本研究で用いた記録一覧を表-2 にまとめる. 最大速度, 最大変位についての距離減衰式についても検討するため, 加速度記録を積分し, 速度および変位を算出した. 図-4 には, 図-2 の加速度時刻歴を 2 回積分して求めた変位の時刻歴を示す. また, 八木⁷⁾の研究成果を参考に断層面を推定し断層距離を求めた.

四国地域内にKiK-netの観測点は33箇所ある. 今回の4つの地震について, 震源距離は230kmから440km程度である. KiK-net地震計の地下設置は, その多くが約GL-100m程度で, V_s が700m/secから2800m/sec程度の硬い地盤に設置されている.

表-2 本研究で用いた地震観測記録一覧

Site	Event 1			Event 2			Event 3			Event 4		
	Dist.	PGA	PGV									
TKSH01	200	6.9	0.36	179	8.5	0.84	266	2.7	0.21	271	0.3	0.05
TKSH02	243	2.4	0.38	223	3.2	0.67	308	1.7	0.12	315	0.2	0.04
TKSH03	235	1.4	0.30	214	1.8	0.42	302	0.6	0.06			
TKSH04	206	2.6	0.34	185	3.3	0.66	268	1.8	0.10	275	0.2	0.05
TKSH05	212	3.1	0.28	192	3.5	0.57	282	1.2	0.12	285	0.3	0.06
TKSH06	259	2.1	0.25	239	1.8	0.43	326	0.7	0.10			
KGWH01	259	1.8	0.28	244	1.9	0.68	327	0.7	0.08			
KGWH02	283	3.7	0.30	263	1.9	0.54	347	0.6	0.08			
KGWH03	251	2.1	0.36	231	2.2	0.69	311	0.9	0.10			
KGWH04	235	2.2	0.36	215	3.1	0.75	296	1.8	0.19			
KGWH05	247	1.5	0.24	227	1.9	0.54	303	0.7	0.12			
EHMH01	367	1.0	0.07	350	0.6	0.13						
EHMH02	317	1.8	0.10	297	1.9	0.27	387	0.6	0.04			
EHMH03	278	2.1	0.21	258	2.2	0.26	345	0.6	0.07			
EHMH04	328	1.5	0.19	309	1.7	0.36	399	0.6	0.07			
EHMH06	345	0.3	0.13	326	0.4	0.33						
EHMH08	328	0.8	0.15	309	0.5	0.20						
EHMH09	390	0.3	0.07	372	0.3	0.11						
EHMH10	338	1.5	0.14	318	1.2	0.40	405	0.5	0.09			
EHMH11	365	0.3	0.13	346	0.4	0.22						
EHMH13	407	0.2	0.12	389	0.3	0.19						
KOCH01	227	1.4	0.22	207	1.5	0.37	299	0.4	0.09			
KOCH02	297	0.9	0.13	278	1.0	0.25	369	0.3	0.05			
KOCH03	327	0.5	0.14	309	0.5	0.24						
KOCH04	356	0.4	0.12	339	0.3	0.11						
KOCH05	316	0.8	0.13	297	0.9	0.21	389	0.3	0.03			
KOCH06	331	0.4	0.12	313	0.4	0.26						
KOCH07	300	0.7	0.16	281	1.2	0.27						
KOCH08	333	0.5	0.15	316	0.4	0.25						
KOCH09	255	1.6	0.19	236	2.3	0.42	327	0.8	0.06			
KOCH11	221	1.9	0.26	201	1.8	0.28	295	0.4	0.05			
KOCH12	254	1.6	0.18	234	1.4	0.28	326	0.7	0.05			
KOCH13	279	1.1	0.17	260	1.3	0.28	350	0.4	0.06			

(注) 単位は, Dist.(km), PGA(cm/sec^2), PGV(cm/sec), PGA, PGVは水平 2 成分のうち大きい方の値を採用

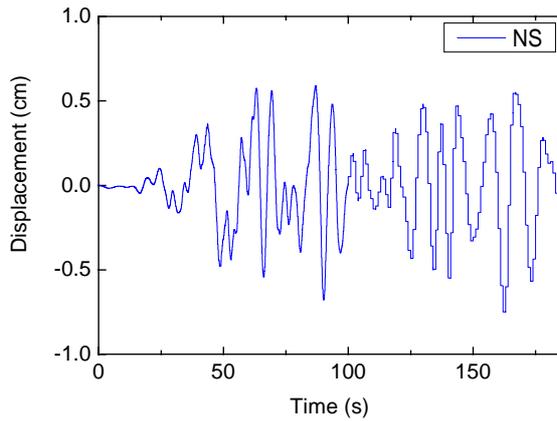


図-4 KiK-net 徳島の変位時刻歴(本震)

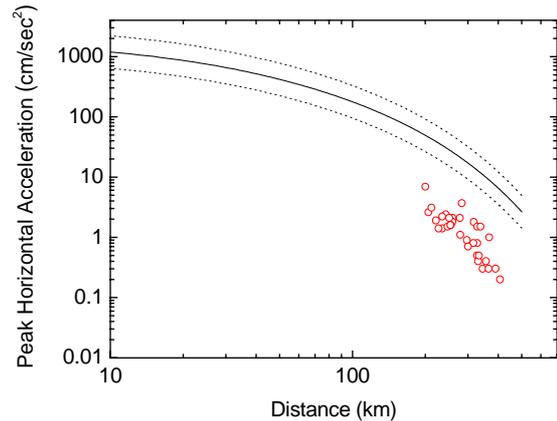


図-5 断層距離とPGAの関係(Event 1)

3. 地震動の距離減衰式とサイト増幅の評価式

(1) 司・翠川の距離減衰式

司・翠川の距離減衰式は、1968年から1997年に発生した21地震から得られた地震記録をデータベースとして、作成されたものである。断層最短距離に基づくものと、等価震源距離に基づくものがあるが、ここでは、次式で表される前者を用いた。

$$\log A = b - \log(X + c) - kX \quad (1)$$

$$b = aM_w + hD + \sum d_i S_i + e + \varepsilon \quad (2)$$

$$c = c_1 10^{c_2 M_w} \quad (3)$$

ただし、 A =地震動の最大振幅、 X =断層最短距離(km)、 M_w =モーメントマグニチュード、 D =震源深さ(km)、 e =定数項、 ε =標準偏差、 S_i =断層タイプ、 a, h, d_i, c, k は回帰係数などの係数で、これらについては、司・翠川の論文に基づき決定した。

地震動強度として、最大加速度、最大速度の両方について検討を行った。最大変位の距離減衰式については安中ら⁸⁾の距離減衰式を用いて検討を行った。

(2) Midorikawa らによる増幅の評価式

1987年千葉県東方沖地震の際、173サイトの記録から経験的に求められたもので、最大速度の増幅率 R は、以下のように表される。

$$\log R = 1.83 - 0.66 \log V_{S,30} \quad (4)$$

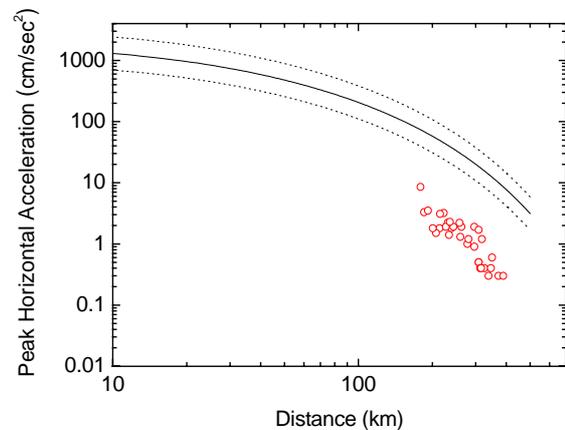


図-6 断層距離とPGAの関係(Event 2)

ここで $V_{S,30}$ (m/sec)は、地盤の30m平均S波速度である。

4. 解析結果

(1) 距離減衰式と観測値の比較

距離減衰式は、その元となった地震データベースの影響を強く受ける。司・翠川の距離減衰式では、21地震の影響を含んだ平均的なものである。そのため、東南海・南海地震というある特定の地震に対して精度良く適用できるという保障はない。そこで、東南海・南海地震の震源近傍で発生し、伝播経路特性に近い特徴を有する地震動に適用し、検証することには意義がある。

ここでは、最大加速度、最大速度、最大変位の距離減衰式を考え、それぞれにおける距離減衰式と観測データの差異を検討する。これは、地震動の高周波数成分の影響を反映した指標である加速度と、中間的な周波数成分の影響を含んだ速度、低周波数成分の影響を含んだ変位に着目することで、地震動の強度特性のみならず、周波

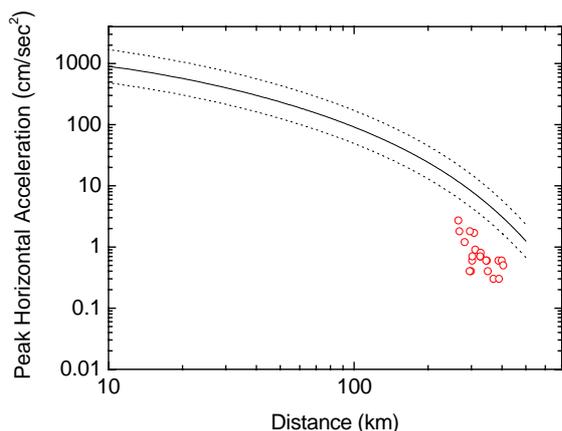


図-7 断層距離とPGAの関係 (Event 3)

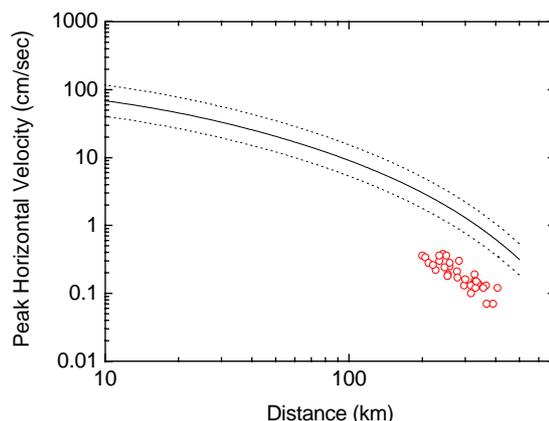


図-9 断層距離とPGVの関係 (Event 1)

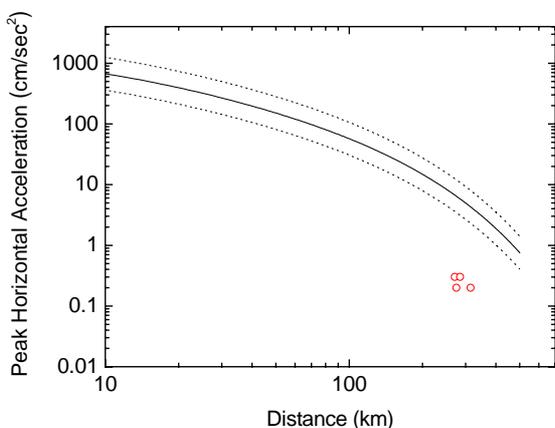


図-8 断層距離とPGAの関係 (Event 4)

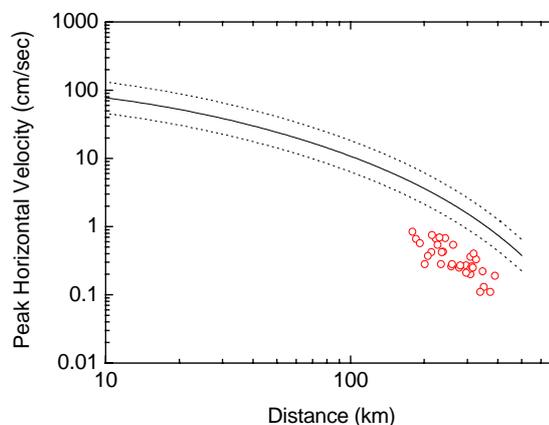


図-10 断層距離とPGVの関係 (Event 2)

数特性についても議論を広げるためである。

a) 最大加速度の距離減衰式

図-5から図-8には、4地震それぞれについて、断層距離とPGAとの関係を、司・翠川の距離減衰式とともに示した。実線が翠川の距離減衰式の平均値で、点線は距離減衰式の標準偏差分だけの変動を考慮したものである。これらのイベントについて、観測値が司・翠川の距離減衰式を下回っており、ここでの観測値は距離減衰式の概ね1/20程度になっていることがわかる。ただし、司・翠川の距離減衰式は $V_S=600$ (m/sec)程度の基盤を対象としているのに対し、ここでは、多くの場合、それよりも硬い地盤(平均で $V_S=2,000$ m/sec程度)における地震動強度となっている。藤本らの研究⁹⁾を参考に、 $V_S=1,500$ m/sec以上の地盤ではサイト増幅の影響はないものとして、硬質地盤の V_S を1,500m/secと考え、Midorikawaらのサイト増幅式を適用すると、司・翠川の基準基盤($V_S=600$ m/sec)における観測値は平均で1.83倍程度大きくなる可能性はある。しかしながら、この影響は観測値が距離減衰式を下回る程度に比べ十分に小さく($1.83 \ll 20$)、周期の長い地震動

の観測値が司・翠川の距離減衰式に比べ小さくなることは十分有意な現象であると考えられる。なお、2つの余震については、前震や本震に比べて断層面積が小さいため、断層距離=震源距離として取り扱った。

b) 速度の距離減衰式

次に、断層距離とPGVの関係について、同様に司・翠川の距離減衰式と比較した結果を図-9から図-12に示す。この場合も最大加速度の場合と同様、観測値が司・翠川の距離減衰式を下回り、概ね、1/5程度となっているが、その差は、最大加速度の場合と比べて小さくなっている。このことは、これら4つの地震が平均的な地震に比べ、長周期側に偏った特性を有するものであることを意味している。

c) 変位の距離減衰式

参考までに、最大変位の距離減衰式と観測データの比較を行う。司・翠川の距離減衰式は最大加速度と最大速度のみであるので、ここでは、安中らの最大変位の距離減衰式を用いる。結果を図-13に示す。最大加速度や最大速度の距離減衰式との比較に比べて、最大変位の距離

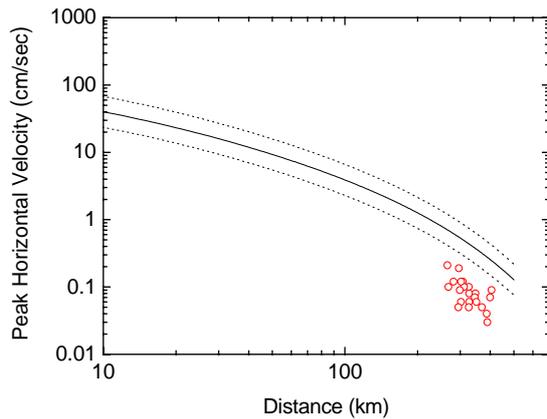


図-11 断層距離とPGVの関係 (Event 3)

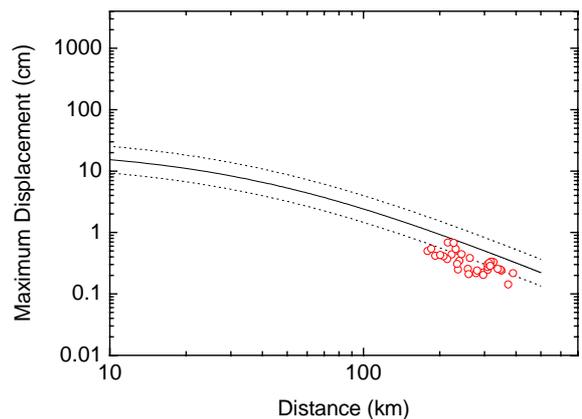


図-13 変位の距離減衰式(本震)

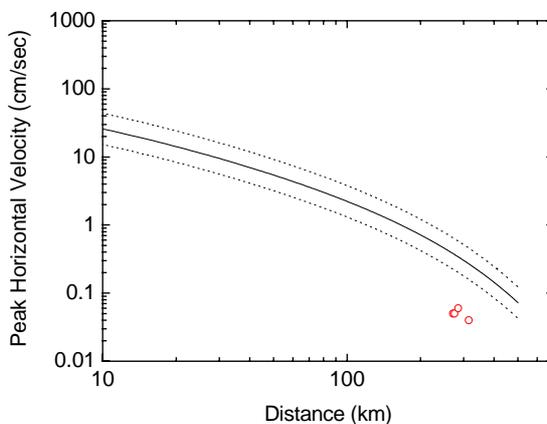


図-12 断層距離とPGVの関係 (Event 4)

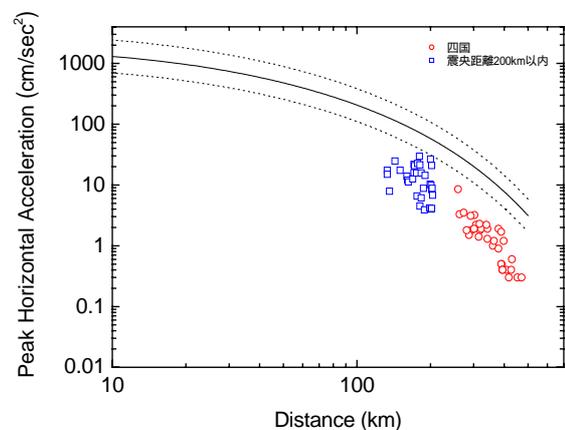


図-14 四国地域以外における距離減衰式(本震)

減衰式は観測データとの符合が良くなっている。これは、この地震が長周期成分が卓越した特性を有するものであったためである。

d) 四国地域以外の検討

ここでは、四国地域に限定し、距離減衰式の適合性についての検討を行っているが、和歌山や三重など、より震源に近い地域でも地震が観測されており、これらの地域についても同時に考察しておく。図-14に震源距離が200km以下の最大加速度の観測値を中抜き()で表した結果を示す。四国地域における検討結果と同様、やはり、観測値が司・翠川の距離減衰式を大きく下回っている。

e) 別の地震記録を用いた距離減衰式の検討

以上のように、2004年の紀伊半島沖を震源とする4つの地震では、四国地域内のKiK-net観測点(地下)におけるPGA、PGVの観測値は、司・翠川の距離減衰式を下回る結果となった。本研究では、KiK-net観測点の地下記録を用いているため、翠川の定義する $V_S=600(\text{m/sec})$ 相当の基盤ではない。その影響によって、どのような地

震でも、観測値が距離減衰式を下回るのはないか、という疑問がある。そこで、別の地震を使って距離減衰式の適用性を確認しておく。

ここでは、一例として、2005年の福岡県西方沖地震によって四国地域内のKiK-netで観測された地下記録を用い、翠川の距離減衰式を適用してみる。福岡県西方沖地震のフーリエスペクトルを図-15に示す。0.5Hz付近に卓越振動数があることがわかる。この傾向は、他の地点でも同様であった。最大加速度の距離減衰式と観測値の比較を図-16に示す。この場合、距離減衰式の平均値をやや下回るものの、1を表す点線内にほぼすべてのデータが入っており、紀伊半島南東沖地震の観測記録で見られたように、観測値が距離減衰式を大きく下回るようなことはない。このことから、福岡県西方沖地震のような比較的短い周期特性を有する地震では、四国地域内のKiK-net観測点の地下記録は、司・翠川の距離減衰式で表されるような距離減衰特性を有しているものと推察される。

(2) サイト増幅式と観測値の比較

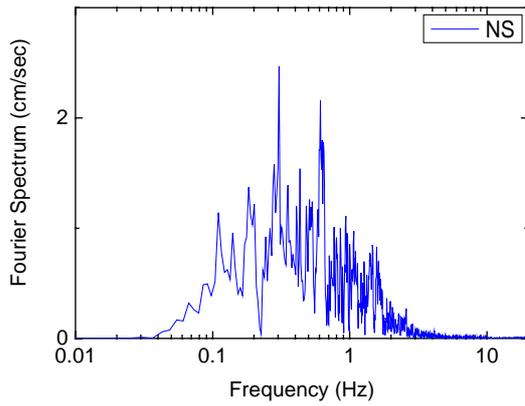


図-15 福岡県西方沖地震のフーリエスペクトル (KiK-net 徳島観測点)

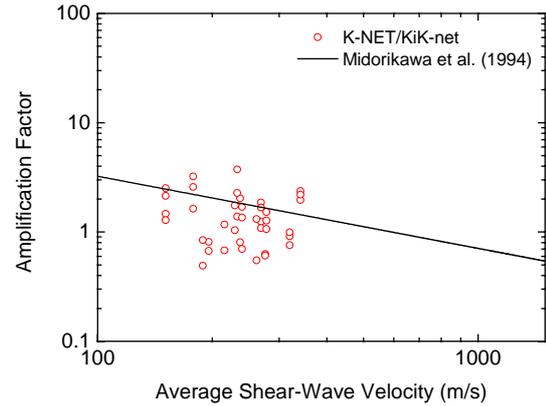


図-17 K-NETのPGVをKiK-net地下記録のPGVで除した結果 (紀伊半島南東沖地震)

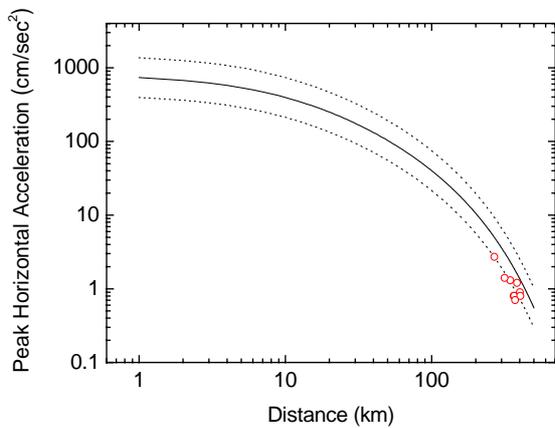


図-16 別の地震を用いた距離減衰式の適用

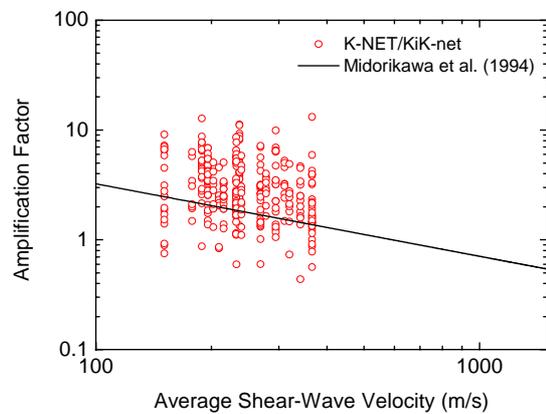


図-18 K-NETのPGVをKiK-net地下記録のPGVで除した結果 (紀伊半島南東沖地震以外)

表-1に示す2004年紀伊半島南東沖地震の本震，前震，余震について，K-NETの地表観測記録のPGVをその観測点に最も近いKiK-net観測点の地下記録のPGVで除したものを，そのK-NETサイトにおけるサイト増幅に見たてる。ただし，KiK-netの地下地震計設置地盤は，翠川の定義する基盤($V_s=600\text{m/sec}$)に比べ大きく，かつ，サイト増幅を考える上でその影響が大きいので，ここでは，KiK-net地下地震計設置地盤の平均 V_s を 1500m/sec とし， $V_s=600\text{m/sec}$ の硬質地盤に対して式(4)を用いて算定される最大速度増幅度の比として評価される値で補正し，図-17にプロットしている。なお，KiK-net地下地震計が設置されている地盤の平均 V_s は 2000m/sec 以上の値となったが，藤本ら⁹⁾の研究から， $V_s=1500\text{m/sec}$ 以上の地盤ではほとんど増幅度に寄与しないという結果が得られているので，KiK-net地下地震計の設置地盤の平均 V_s の値は 1500m/sec としている。紀伊半島南東沖地震以外の地震について，同様な処理を施しプロットしたものが図-18である。ともに，Midorikawaらによるサイト増幅式を

リファレンスとして示してある。

これらを比較すると，長周期成分が卓越した紀伊半島南東沖地震では，K-NET/KiK-netの比は概ね5以下程度で，リファレンスとしたMidorikawaらのサイト増幅式よりも全体的に小さい値となっている。一方，紀伊半島沖地震以外の地震では，図-17に比べ，明らかに増幅の値は大きくなっており，Midorikawaらのサイト増幅式を全体的にやや上回るようになる。これらの結果から，長周期成分が卓越する地震動では，平均的な特性を表現するサイト増幅の評価式に比べ，増幅効果は小さくなるものと考えられる。

以上において，K-NETとKiK-netサイトの間には， 0.8km から 36km の距離があるので，この2地点間距離の影響は距離減衰式を用いて補正した。また，KiK-net観測点の中には山地に設置されたものもあり，地形の影響が危惧されるので，地震計設置位置の標高から判断して山地に設置されていると判断されているものは，データベー

スから省いた。2地点間の地質の影響も考えられるが、ここでは、KiK-net地下地震計の設置岩盤が最寄のK-NET地点の直下まで延びているものと仮定している。2地点間に岩盤のギャップがあるような場合の影響は、ここでは考慮していない。今後、藤本・翠川¹⁰⁾のように地表2地点間の観測記録からサイト増幅を推定する手法との比較を行うなどして、本手法の妥当性について検討する必要がある。

5. まとめ

2004年紀伊半島南東沖で発生した地震は、1944年南海地震の震源近傍で発生した地震で、長周期成分が卓越するものであった。この地震を捉えた四国地域のK-NET、KiK-net記録を用いて距離減衰特性やサイト増幅特性を検討した。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 長周期成分が卓越した紀伊半島南東沖地震を用いて地震動の距離減衰特性を検討したところ、最大加速度や最大速度については従来からある距離減衰式の値を大きく下回った。一方、最大変位については、従来の距離減衰式と整合した。
- (2) 距離減衰式は、マグニチュードの関数になっているが、マグニチュードの値は励起される地盤の最大変位で決まる量である。実体波(S波)、表面波とも、同じ変位量であっても、その周期特性の長短によって、最大加速度や最大速度が異なる。すなわち、周期が長い地震動の場合には、変位量のわりに最大加速度や最大速度が小さくなる(すなわち、マグニチュードのわりに、最大加速度や最大速度が小さくなる)。このため、長周期成分の卓越した地震動では、最大加速度や最大速度の観測値が距離減衰式よりも小さな値を示すことが考えられる。
- (3) 長周期成分が卓越した紀伊半島南東沖地震を用いて地盤のサイト増幅特性を検討したところ、通常の間波数特性を有する地震に比べ増幅される割合が小さいことがわかった。
- (4) 以上から、周期の長い地震動に対し、従来から提案されている距離減衰式やサイト増幅評価式を用いる

と、地動を過大評価する可能性がある。

謝辞：本研究を行うにあたり、K-NETとKiK-netのデータを使用させて頂きました。また、本研究は、四国建設経済会「平成18年度建設事業の技術開発に関する助成事業」の研究助成を受けて実施したものです。

参考文献

- 1) 徳島県：徳島県地震動被害想定調査の結果について、
<http://www.pref.tokushima.jp/Generaladmin.nsf/topics/>, 2006.
- 2) 司宏俊, 翠川三郎：断層タイプおよび地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第523号, pp.63-70, 1999.
- 3) Midorikawa S, Matsuoka M and Sakugawa K: Site effects on strong-motion records during the 1987 Chiba-ken-toho-oki earthquake, Japan earthquake, The 9th Japan Earthquake Engineering Symposium, E-085 -E-090, 1994.
- 4) 山中佳子：EIC地震学ノートNo.152, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/, 2004.
- 5) 瀬野徹三：紀伊半島南東沖地震の地学的意味,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/seno/off/kii.pen.html>, 2004.
- 6) 防災科学技術研究所, KiK-netホームページ,
<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- 7) 八木勇治：2004年9月5日記伊半島南東沖で発生した地震について,
http://isee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/Japan20040905/Japan20040905_1-j.html, 2004.
- 8) 安中正, 山崎文雄, 片平冬樹：気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地動及び応答スペクトル推定式の提案, 地震工学研究発表会講演論文集 Vol.24, pp.161-164, 1997.
- 9) 藤本一雄, 翠川三郎：日本全国を対象とした国土数値情報に基づく地盤の平均 S 波速度分布の推定, 日本地震工学会論文集, 第3巻, 第3号, pp.13-27, 2003.
- 10) 藤本一雄, 翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係, 日本地震工学会論文集, 第6巻, 第1号, pp.11-22, 2006.

(2007.4.6 受付)

ATTENUATION AND SITE AMPLIFICATION FOR LONG-PERIOD EARTHQUAKES IN THE SHIKOKU REGION

Atsushi MIKAMI, Takehiko SAITO, Tsutomu SAWADA, Jungo SHIGETA, and
Susumu NAKANO

This paper discusses ground motion attenuation and site amplification by using long-period earthquakes that occurred near the epicenter of the 1944 Tonankai-Earthquake. The long-period earthquakes were observed at K-NET and KiK-net sites in the wide area of Shikoku. Comparison with attenuation relationship proposed by Midorikawa or Annaka showed that PGA as well as PGV of the long-period earthquakes became much smaller than Midorikawa's evaluation, whereas peak ground displacements showed good fits with Annaka's attenuation relationship. As for the site amplification, the observed records show that long-period motion are less amplified compared to other earthquakes of ordinary characteristics. These results indicate that the ground motion could be overestimated for the long-period earthquakes if the motion is estimated based on the ever-developed attenuation relationships and site amplification equations.