

第 I 部門

三重県における KiK-net 地表地震計の設置方位について

和歌山高専

学生員 ○嶋本 智文

和歌山高専

正会員 辻原 治

1. はじめに

独立行政法人防災科学研究所は基盤強震観測網 KiK-net¹⁾を全国に展開しており、約 700 の観測サイトにおいて地表と地下の地盤震動を同時観測し、データをオンラインで集約している。これらのデータはウェブサイトからダウンロードでき、地盤動特性の同定など種々の用途に利用されている。地下に設置された地震計については、設置方位の調整が困難なことから、その埋設方位がずれている場合があり、同研究所によって設置誤差が推定され公開されている。しかし、地下の地震計のみならず、地表地震計についても設置方位に誤差があるケースが指摘されており、前田らは北海道内の KiK-net 地表地震計の設置方位を推定した²⁾。

本研究では、前田らと同様の手法により、三重県内の KiK-net 地表地震計の設置方位を推定したので報告する。

2. 地震計設置方位推定法の概要

地震計の設置間隔よりも十分に長い波長の地震波を対象とすれば、地中と地表の同じ方向の揺れはほぼ同一と考えられる。そこで、全体の波形のうち 60 秒間を解析区間とし、バターワース型バンドパスフィルタをかけて長周期成分を取り出す。次にある時刻 t において地表で観測された水平動の 2 成分(x_s, y_s)を、地表地震計の設置方位が θ だけずれていると仮定して、式(1)のように座標変換する。この作業をすべての時刻について行って得られた波形と、地中の水平動記録を(x_B, y_B)との相関が最大になるように設置方位ずれ θ と時間差 Δt を適切に選ぶ。

$$\begin{pmatrix} x'_B(t + \Delta t) \\ y'_B(t + \Delta t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_B(t + \Delta t) \\ y_B(t + \Delta t) \end{pmatrix} \doteq \begin{pmatrix} x_s(t) \\ y_s(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

3. 解析結果

三重県における地表地震計の設置方位を推定するために、本研究で用いた地震の諸元を表-1 示す。また KiK-net 観測点の諸元を表-2 に示す。ここで、三重県のサイト MIEH04(度会)で表-1 に示す地震番号 6 の際に得られた記録を用いて解析を行った結果について解説をする。地表と地中で得られた地盤震動加速度の水平 2 成分から図-1(a)に示す 40 秒～100 秒の 60 秒間を切り取って解析区間とした。その後、長周期成分を取り出すため、0.02～0.2Hz のバンドパスフィルタをかけたものが図の(b)である。図の(c)は、相関係数が最大となるように地表の地震計の方位を補正して得られた波形である。

地表地震計の方位の補正前には水平 2 成分の地中と地表の相関係数は NS 成分が 0.79, EW 成分が 0.89 であった。図の(c)で地中と地表の波形を比較すると、相関は明らかによくなっていることがわかる。相関係数は 2 成分とも 0.99 以上となった。このとき推定された設置方位ずれ θ_s (真北から時計回りに測った角度)と時間差 Δt はそれぞれ-32 度と 0.005 秒である。同様の解析を他のサイトについても行った。さらに表-1 に示す 10 地震による記録を用いて、同一サイトについて複数の解析結果を得た。表-3 に、それぞれのサイトにつ

表-1 地震の諸元

地震番号	発生日月	発生日時刻	震央北緯	震央東経	震源深さ(km)	マグニチュード
1	2004/9/10	11:05:00	32.97N	136.73E	0.030	5.6
2	2004/9/8	23:58:00	33.11N	137.29E	0.036	6.5
3	2004/9/8	3:36:00	33.22N	137.19E	0.040	5.5
4	2004/9/7	8:29:00	33.35N	137.29E	0.041	6.4
5	2004/9/6	5:30:00	33.28N	136.91E	0.037	5.9
6	2004/9/5	23:57:00	33.14N	137.14E	0.044	7.4
7	2004/9/5	19:07:00	33.03N	136.80E	0.038	6.9
8	2004/1/6	14:50:00	34.21N	136.72E	0.037	5.4
9	2000/10/31	1:43:00	34.28N	136.34E	0.044	5.5
10	1999/8/21	5:33:00	34.05N	135.47E	0.070	5.4

表-2 観測点の諸元

観測点コード	観測点名	北緯	東経	地中地震計の埋設深さ(m)	地中地震計の埋設方位ずれ(θ_b)[度]
MIEH01	四日市	34.9817	136.4592	140	1
MIEH02	大山田	34.7629	136.2864	200	-1
MIEH03	嬉野	34.5438	136.3721	100	3
MIEH04	度会	34.3499	136.5895	112	6
MIEH05	尾鷲	34.0606	136.1717	100	1
MIEH06	宮川	34.3547	136.3325	100	1
MIEH07	志摩	34.2514	136.8244	207	3
MIEH08	松阪	34.5394	136.5061	150	0
MIEH09	紀宝	33.7611	135.9998	100	4
MIEH10	芸濃	34.8194	136.4275	197	-2

いて、 θ_s と Δt の平均値と θ_s の標準偏差 γ の平均値を示す。また、 θ_s と Δt の標準偏差も示す。表-1 に示す 10 地震について解析を行っているが、サイトによっては観測記録がないものもあり、すべてのサイトに 10 組の解析結果があるわけではない。また、解析を行ったが相関が低く除外したケースもある。それぞれのサイトについて、 θ_s と Δt の平均値と標準偏差を求めるために用いた地震数も表-3 に示す。

地表地震計の方位補正を行うことによって得られた地表と地中の長周期成分の相関係数の平均値はすべて 0.98 以上であり極めて相関性は高い。 θ_s の標準偏差も 1 度程度あるいはそれ以下であり、推定値のばらつきも小さい。

三重県内では MIEH04（度会）の方位ずれが -32.8 度と最も大きく、他にも 10 度以上ずれているサイトもあった。

4. おわりに

地表地震計については設置方位を直接調査することも可能であり、そのような調査結果による検証も必要である。

【謝辞】

本研究を行うにあたり、北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻の笹谷努先生には、大変参考になる論文を送っていただきました。また、防災科学技術研究所による KiK-net の観測記録を使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 防災科学技術研究所ホームページ【基盤強震観測網 KiK-net】，<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>，2008/1.
- 2) 前田宜浩・笹谷努・高井伸雄・清水学，北海道内の KiK-net 観測点における地表地震計の設置方位の推定，北海道大学地球物理学研究報告，No.68，p.141-152，2005.

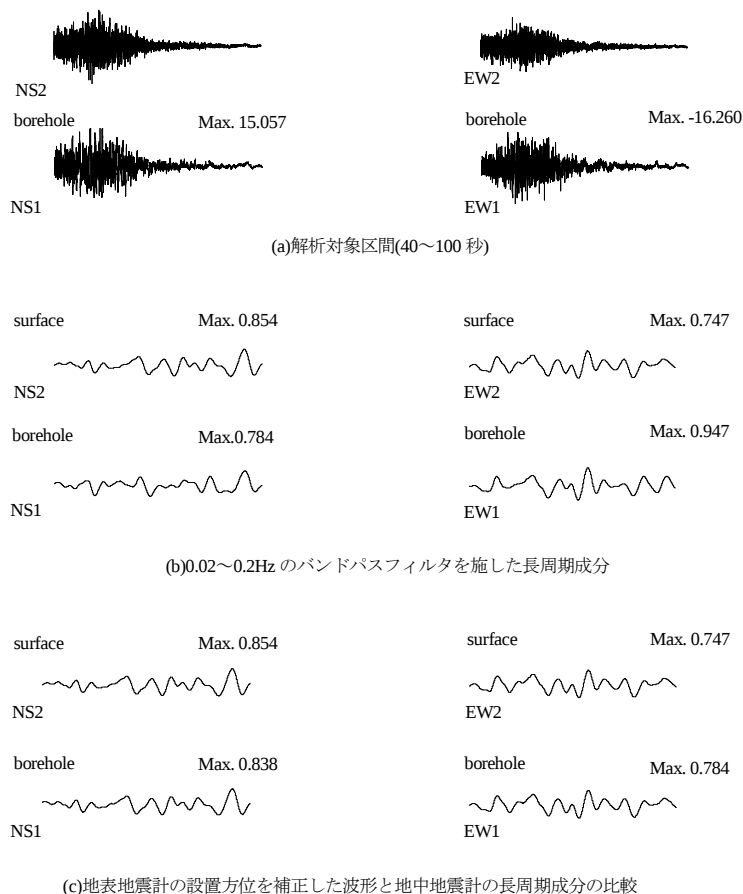


図-1 解析例(三重県のサイト MIEH04)

表-3 θ_s と Δt の平均値と標準偏差

地点名	平均値			標準偏差		計算に用いた地震数	θ_s [度]	備考 (設置方位の変更)
	θ_s [度]	Δt [秒]	γ	θ_s [度]	Δt [秒]			
MIEH01 四日市	13.600	0.016	0.993	0.894	0.012	5	1	
MIEH02 大山田	-2.200	-0.018	0.991	0.447	0.014	5	-1	
MIEH03 嬉野	-4.500	-0.006	0.990	0.577	0.013	4	3	
MIEH04 度会	-32.833	0.003	0.989	0.983	0.018	6	0	~2004/5/26
						6	6	2004/5/26~
MIEH05 尾鷲	-6.333	0.003	0.989	1.155	0.014	3	1	
MIEH06 宮川	-18.833	-0.015	0.995	0.983	0.007	6	1	
MIEH07 志摩	-9.000	0.003	0.990	0.632	0.006	6	3	
MIEH08 松阪	-17.167	-0.011	0.995	0.408	0.014	6	0	
MIEH09 紀宝	-6.000	-0.006	0.996	0.000	0.009	6	4	
MIEH10 芸濃	2.200	0.003	0.994	0.837	0.010	5	-2	