

# ( I - 84) 鉛直アレー観測による最大コヒーレンス法を用いた地震計設置誤差の評価

中央大学理工学部 学生員 湊 憲二

同 上 正会員 國生 剛治

同 上 学生員 本山 隆一

同 上 学生員 高橋 佳宏

## 1. はじめに

近年、地震動を構成する各種の実体波・表面波の波群の識別・分離や、これらの波の増幅・伝播特性や空間変動特性などを調べるために、計画的に配列された多数の地震計による多点同時観測、すなわちアレー観測が、近年各地で盛んに行なわれている。このようなアレー観測では、従来の 1 地点での観測では余り注意が払われていなかった、はたして地震計が所定の方向に正しく設置されているかということが、大きな問題になることがある。本研究では、最大コヒーレンス法で設置誤差を評価したが、この方法では地震計の極性の反転を検出できないので、地震観測データの長周期部分を取り出して水平面上に描かせる視覚的手法も用いて、コヒーレンス法による結果の妥当性を評価した。さらに、コヒーレンスによる結果では地震ごとにある程度のばらつきが生じたため、そのばらつきについて考察した。

## 2. 検討手法

### 1) 設置誤差の評価方法

コヒーレンスを算出する式、地震計の設置方位の鉛直軸に対する誤差を求める式についての詳細は文献 1)、2) を参考にされたい。なお、相互スペクトル、パワースペクトル、伝達関数を求める上で必要なフーリエスペクトルには、Hanning・Parzen Window により平滑化したものを用いた。また、視覚の評価では、地震観測データのフーリエスペクトルから周波数 0.488Hz 以下の長周期部分を取り出し、それを逆フーリエ変換により時刻歴に戻し、検出された角度  $\alpha$  だけ回転させたもののオービットを水平面上に描かせた。

### 2) 解析に用いた記録

解析には、兵庫県南部地震後に得られた 3 地点（海南港、高砂、総合技術研究所）での鉛直アレー記録を用いた。なお本研究では地表付近にある地震計の方位を基準とした。

## 3. 解析結果および考察

各地震計で得られたデータにより、表-1,3,5 のような結果が得られた。なお本研究で検出された角度は、その角度を回転させれば地震計が本来設置されているべき方向に修正される角度を表している。検出された結果にはばらつきがみられたため、各深度ごとに平均と標準偏差を求め表-2,4,6 に示した。ここで平均は全値に対する平均を、標準偏差は各方法・Window ごとに求め、その平均したものを示している。まず得られた平均値で視覚的手法の比較を行い、次に平均値に標準偏差を加えた値で同様の比較をした。そのどちらにおいても、補正後のほうが好ましい結果が得られたが、標準偏差を加えた場合とそうでない場合の差を視覚的に判断することは容易でないことがわかった。また、地震計の深度が深くなるほど標準偏差が増大する傾向も見られる。これらの比較と表-2,4,6 より設置誤差の評価精度には  $\pm 3 \sim 7$  程度の標準偏差がつきまといっており、修正角度の示し方としては  $5^\circ$  単位くらいで示するのが適当で、 $1^\circ$  単位で示すほどの精度はないことがわかった。また、本震データにより得られた値が、余震データより得られた平均、標準偏差の範囲とよく似た値を示すという結果を得ることができた。今回の求め方のように余震データを多数用意して、その平均値と標準偏差を考慮したほうが、より確実に設置誤差を求められると思われる。

キーワード：コヒーレンス オービット アレー観測

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 Tel 03-3817-1799

Fax 03-3817-1803

表-1 海南港における設置誤差の解析結果 単位 (°)

| 発生年月日      | 地震計深度<br>(m) | 方法1     |        | 方法2     |        |
|------------|--------------|---------|--------|---------|--------|
|            |              | Hanning | Parzen | Hanning | Parzen |
| 1997年1月17日 | 25           | 70      | 74     | 69      | 67     |
| 5時50分      | 100          | 48      | 48     | 44      | 48     |
| 1997年1月17日 | 25           | 70      | 67     | 71      | 65     |
| 5時53分      | 100          | 50      | 45     | 51      | 52     |
| 1997年1月17日 | 25           | 69      | 66     | 69      | 71     |
| 6時29分      | 100          | 50      | 49     | 51      | 51     |
| 1997年1月17日 | 25           | 66      | 68     | 63      | 67     |
| 8時58分      | 100          | 53      | 51     | 50      | 58     |

表-2 海南港での平均と標準偏差 (°)

| 地震計深度<br>(m) | 平均 | 標準偏差 | 本震 |
|--------------|----|------|----|
| 25           | 68 | 2.9  | 64 |
| 100          | 50 | 3    | 48 |

表-4 高砂での平均と標準偏差 (°)

| 地震計深度<br>(m) | 平均  | 標準偏差 | 本震  |
|--------------|-----|------|-----|
| 25           | -21 | 3.4  | -19 |
| 100          | 4   | 5.6  | 12  |

表-3 高砂における設置誤差の解析結果 単位 (°)

| 発生年月日      | 地震計深度<br>(m) | 方法1     |        | 方法2     |        |
|------------|--------------|---------|--------|---------|--------|
|            |              | Hanning | Parzen | Hanning | Parzen |
| 1997年1月17日 | 25           | -23     | -27    | -21     | -28    |
| 6時28分      | 100          | 8       | 10     | 9       | 8      |
| 1997年1月17日 | 25           | -21     | -19    | -23     | -21    |
| 6時42分      | 100          | 7       | 5      | -4      | -3     |
| 1997年1月17日 | 25           | -21     | -17    | -21     | -24    |
| 7時38分      | 100          | 2       | 7      | 1       | 9      |
| 1997年2月18日 | 25           | -17     | -14    | -17     | -26    |
| 21時37分     | 100          | 7       | -8     | 6       | 0      |

表-6 総合技術研究所における平均と標準偏差 (°)

| 地震計深度<br>(m) | 平均  | 標準偏差 | 本震  |
|--------------|-----|------|-----|
| 97           | -36 | 6.8  | -39 |

表-5 総合技術研究所における設置誤差の解析結果 単位 (°)

| 発生年月日      | 地震計深度<br>(m) | 方法1     |        | 方法2     |        |
|------------|--------------|---------|--------|---------|--------|
|            |              | Hanning | Parzen | Hanning | Parzen |
| 1997年1月17日 | 97           | -36     | -36    | -29     | -25    |
| 7時38分      | 97           | -35     | -28    | -47     | -29    |
| 1997年1月17日 | 97           | -47     | -44    | -39     | -48    |
| 13時05分     | 97           | -34     | -37    | -31     | -36    |
| 1997年1月25日 | 97           | -34     | -37    | -31     | -36    |
| 23時16分     | 97           | -36     | -36    | -34     | -31    |
| 1997年2月18日 | 97           | -36     | -36    | -34     | -31    |
| 23時15分     | 97           | -36     | -36    | -34     | -31    |

#### 4. 結論

1) 評価した修正角度は深度が大きくなるほど標準偏差が増す傾向がある。  
2) 修正角度については評価精度から考えて 5° 単位くらいで示すのが適当と思われる。

3) 設置誤差を求めるときはできるだけ、多くのデータを使って比較・検討することが望ましい。

参考文献：1) 山崎文雄 (1991)：アレー観測における地震計設置誤差の評価、土木学会論文集 No.432/I-16, pp231-240  
2) 和泉正哲 (1989)：統計解析に基づく地震波の多次元波動伝播特性に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、第 398 号