阪神地域の高密度空中磁気探査における 人工ノイズソースの影響の除去

中塚 正・牧野 雅彦・森尻 理恵・大熊 茂雄 (地質調査所)

Reduction of Artificial Source Effect in the High-resolution Aeromagnetic Survey in the Hanshin Region

Tadashi NAKATSUKA, Masahiko MAKINO, Rie MORIJIRI and Shigeo OKUMA (Geological Survey of Japan)

Abstract: An aeromagnetic survey was conducted in December, 1995, over the Hanshin region as was reported at the SEGJ 1996 Fall Meeting. The derived aeromagnetic map revealed a noticeable effect of artificial noise contamination. The most prominent feature among artificial noises is the magnetic anomaly pattern delineated by the circuit of the Hankyu Railway (Kobe, Takaradzuka and Imadzu Lines). From the model calculation of magnetic fields caused by the circuit current along the railway, it was found that the magnetic anomaly feature could be interpretted as the result from the loop current of 220A along the railroad. Also the ground observations of magnetic field at several points near the railway showed peculiar variations of the field especially at 4:30 a.m., which is quite consistent with the interpretation above. The magnetic anomaly distribution after removing this currnt loop effect showed a good continuation along the Arima-Takatsuki tectonic line. At the Kobe seafront area, magnetic anomalies with considerable ENE-WSW trend had been also interpreted from the estimations of the effect of shallow man-made sources that this trend was mainly caused by the artificial construction having the same linear trend because of the geographical conditions. To the northwest of downtown Kobe, there is a typical dipolar magnetic anomaly. But, this location is just in the waste disposal facility "Fusebata Kankyo Center" of Kobe City, where a temporal metal (mainly iron) materials depositary was posted at the time of aeromagnetic survey. And the analysis of this magnetic anomaly was consistent with the surface accumulation of magnetic materials.

<u>1. はじめに</u>

1995年兵庫県南部地震に関連して、1995年12月に実施した神戸市から京都市に至る地域の高密度空中磁気探査については、探査の仕様と得られた全体的な磁気異常分布の概要を、昨年秋の本学会で報告した.この地域のように都市化が高度に進んだ地域では、直流電車や人工構造物の影響が避けられず、地質情報の抽出解析において、大きなノイズ要因となる.ここでは、この探査データから得られた阪神丸域の磁気図に見られる人工ソース起源が疑われる磁気、異常の定量的な解析を行い、その影響の除去方法について考察する.

ここでは、①西宮-豊中地区の阪急電鉄の路線位置 と対応した特異かつ顕著な磁気異常分布、②神戸市臨 海部に見られる正負ペアの磁気異常トレンド、③神戸 市北西部の典型的な双極型孤立磁気異常をとりあげ、 定量的な解釈を行い、その除去を試みた結果について 述べる.

2. 西宮一豊中地区

西宮市中部から宝塚・川西・池田・豊中・尼崎の各 市中心街で囲まれる地区は、その周辺に比べ明瞭な高 磁気異常部を形成している(第1図).この範囲の境 界は、阪急電鉄の路線位置と極めてよく一致すること が特徴的であり、電車の漏洩電流の影響を想起させる が、給電施設(変電所)の所在状況を考慮すると、漏 洩電流では説明が困難である.この範囲全域を高磁気 異常部にするようなメカニズムとしては、これをとり まく路線に沿ってループ電流を考えざるを得ないが、 磁気異常の振幅に偏りがあることから、単純なループ 電流では説明が困難にみえる.しかし、第1図の磁気 異常は海抜高度一定ではない滑らかな曲面上に引き直 した値であり、その曲面の高度分布は、第2図に示す ものである.

そこで単純なループ電流が,第2図の観測面上につ くる磁気異常分布を求めることとした.ループ形状は, 折線(高さ変化も一応考慮した)で近似し,観測点で 335



510m NE

430m 5

580m N

330m.S

520mN



の計算磁場ベクトルを積算し,地球磁 場の方向(伏角48.5°,偏角 -7°)を与 えて,磁気異常値を求めた.有限長(位置**Γ**1から**Γ**2まで)の線分電流(J) が,原点(観測点)につくる磁場Hは, アンペールの法則から導かれ,

 $\mathbf{H} = \frac{kJ(\mathbf{r}_1 \times \mathbf{r}_2) \cdot (\mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2)}{\mathbf{r}_1 \mathbf{r}_2 \cdot (\mathbf{r}_1 \mathbf{r}_2 + \mathbf{r}_1 \cdot \mathbf{r}_2)}$ $\mathbf{r}_1 = |\mathbf{r}_1|, \quad \mathbf{r}_2 = |\mathbf{r}_2|$ で与えられる.ここに、k は単位系で 決まる定数であり、電流JをA単位、 長さはm単位、磁場HをnT単位とした とき、k=100 である.

得られた結果は第3図に示すとおり で、ループ電流を200Aとしたとき、第5図 コンター間隔5nTに相当する.この結果は、第1図に 見られた磁気異常パターンの特徴を、驚くほどよく再 現しており、このパターンの原因が、線路沿いのルー プ電流であることをほぼ裏付けている.

さらに、この阪急電鉄の線路に近い数箇所で磁場変 化の観測(夕刻から翌朝まで)を行ったところ、毎日 午前4時半に特徴的な変化(第4図)があらわれ、こ の変化が上記のループ電流の流れはじめを示すと考え ると、合理的であることがわかった.なお、第1図の 磁気異常をとらえた探査飛行は、大阪空港(伊丹)と の飛行調整の関係で、すべて午前6時から7時の間に 行われている.

上記のループ電流の電流値の最適値を最小自乗法で 求め、その値の 220Aに相当する磁気異常分をもとの 磁気異常から除去したものが、第日図である。これに より、第1図の池田以東で見られていた有馬-高槻構 造線に沿った磁気異常値の段差が、さらに池田から宝 塚まで連続することが読み取れるようになった。

3. 神戸市臨海部

神戸市東半の海岸沿いには正負ペアの磁気異常トレ ンドがみられたが、その磁気異常の詳細なパターン(第6図)をみると、個々の磁気異常が、埋立人工島の 位置に対応し、臨海工場地帯の人工構造物の影響が大 きいことがうかがわれる。そこで、人工構造物の影響 を点ダイポールで近似し、顕著な磁気異常の存在する 小区画毎に1つのダイポールをおいてそのパラメータ を逆解析によって求め、その影響の除去を試みた。

得られた人工構造物モデルのつくる磁気異常分布が 第7図であり、これをもとの磁気異常から除去した残 差が第8図である。第7図のパターンがもとの磁気異 常のトレンドをよく表現しており、第8図の残差図で は、正負の磁気異常の帯の大半が消失している。従っ



第5図 ループ電流(220A)の影響除去後の磁気異常分布



第6図 神戸市臨海部の磁気異常分布 (コンター間隔10nT)



第7図 神戸市臨海部の人工構造物影響評価の解 析で導かれたソースのつくる磁気異常 (コンター間隔10nT)



第8図 観測磁気異常から人工構造物の影響を 除去した残差(コンター間隔10nT) て、この特徴的な磁気異常トレンドの少なくとも主要 な側面は、地表付近に分布する人工構造物の配列状況 を反映したものであると考えられる。

4. 神戸市北西部

神戸市市街地の北西方には、典型的な孤立磁気異常 が認められる.地形図との対比から布施畑埋立処理場 と記されたところに相当し,鉄くずを主体とする廃棄 物の処分場になっていることも想定された.現地事務 所での聞取りを行ったところ,この処理場は、神戸市 の「布施畑環境センター」で、金属を含む廃棄物の埋 立は行っておらず、空中磁気探査実施の1995年12月頃 には、震災復興対策促進の一環として金属廃棄物をリ サイクルへ回送するための一時的な滞積場があったこ とがわかった.その所在位置は、磁気異常の点ダイポ ールモデルによる解析から得られたソース位置と数10 mの誤差で一致した(第9図).



第9図 神戸市布施畑環境センター周辺の磁気 異常と点ソースモデルによる解析結果