



| | |
|------------------|---|
| Title | 3. 直結式電磁記録器におけるcoupling項の大きさを評価するための図表 |
| Author(s) | 田治米, 鏡二 |
| Citation | 北海道大学地球物理学研究報告, 5, 27-31 |
| Issue Date | 1957-10-25 |
| DOI | 10.14943/gbhu.5.27 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/13807 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 5_p27-31.pdf |



[Instructions for use](#)

3. 直結式電磁記録器における coupling 項の 大きさを評価するための図表

田 治 米 鏡 二
(北海道大学理学部地球物理学教室)
— 昭和 32 年 7 月受理 —

かつて筆者は coupling の影響の程度を調べたことがある¹⁾。その時の記号によれば S が coupling のために生じた項の係数であつて、記録系の変位倍率は coupling が無い場合の $1/(1-S)$ になる。

然るに S は複素数なので、 $(1-S)$ も亦複素数である。上述の論文では

$$|1-S| \text{ 及び } \arg(1-S) \quad (1)$$

を夫々計算した。此の方法によれば coupling が無いと考へた場合の倍率に対し、coupling がある場合に補正すべき係数が与えられる訳である。但し電磁地震計及び電流計の定数 (n_1, h_1) 及び (n_2, h_2) の種々な組合せについて、予め (1) を計算しておくことは非常に面倒である。

又余りにも数多い図表を用意しておくことは、実用上の見地から云つても好ましくない。

ところで、直結式電磁記録器に於いては多くの場合、必要なのは補正係数の数値そのものではなくて、結局に於いて coupling の影響を無視できるか否かである。単にこの目的のためのみならば $|1-S|$ の数値そのものを求める必要はない。 $|S|$ が 1 に対して無視できるか否かを調べればよいのである。

電磁記録器では多くの場合 $h_1 = h_{e1}$, $h_2 = h_{e2}$ なので、coupling 項の係数の絶対値は

$$|S| = \sigma \prod_{i=1,2} \left\{ 1 + \sqrt{\left(\frac{u_i^2 - 1}{2h_i u_i}\right)^2 + 1} \right\}, \quad (2)$$

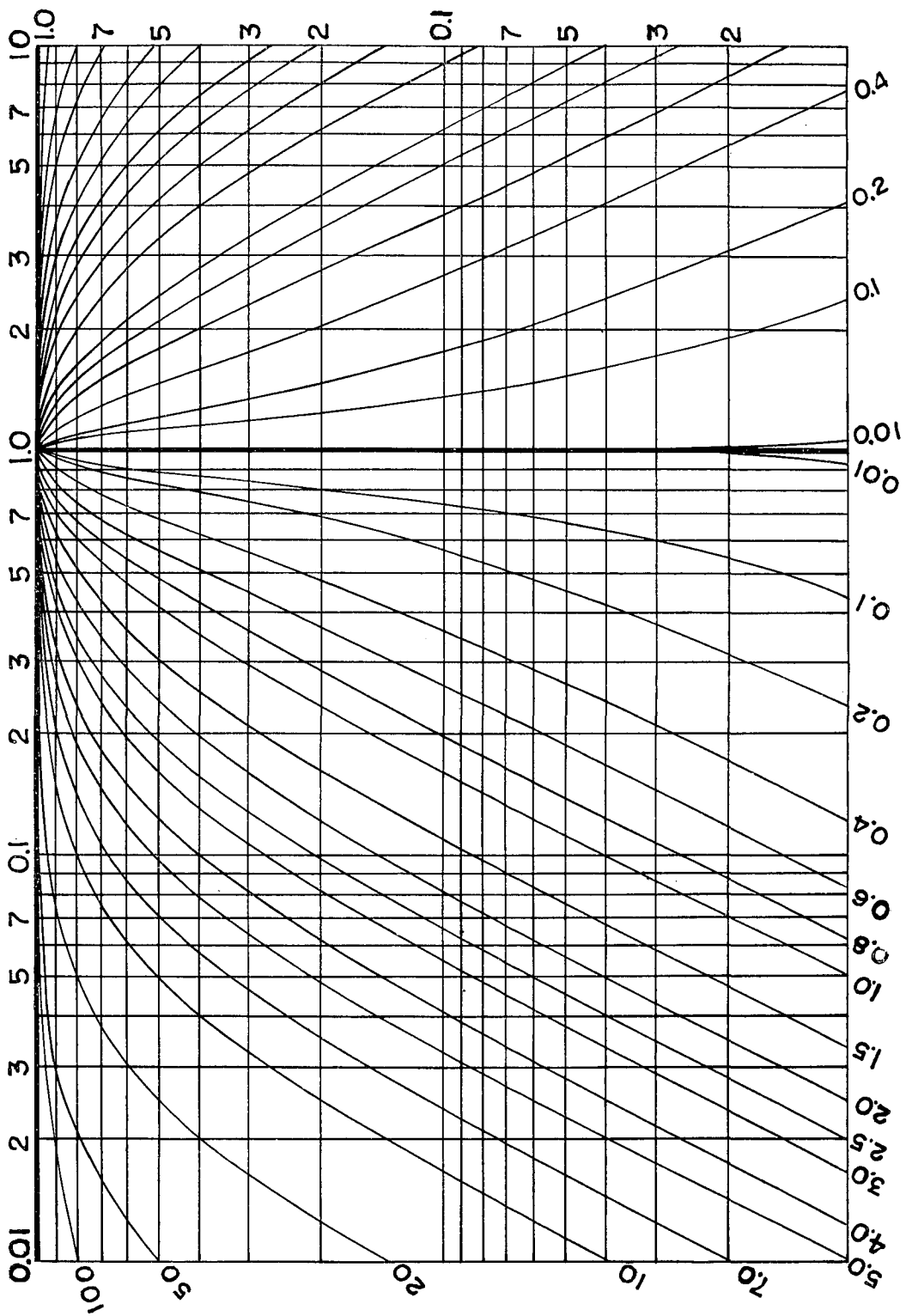
但し σ は電磁地震計と電流計とを組合せた電気回路内の電氣的 impedance の大小に依つて決る attenuation constant である。前述の論文で示した如く σ は 1 より大きくなることはない。

又我々の電気回路に於いては問題になる周波数域内では、電氣的 impedance の reactance は resistance よりも充分小さい。故に σ は周波数には依らない量と考へることができる。

そこで (2) を次の如く、静的な部分と動的な部分に分けて考へることとする。

$$|S| = \sigma |S'|, \quad (3)$$

1) 田治米鏡二；電磁地震計と電流計とを直結した場合の coupling の影響について、地震 8 (1955) 23.
Kyozi TAZIME; Amplification Factor of the Electromagnetic Recorder having no Electric Amplifier, Appendix 1, Jour. Fac. Sci. Hokkaido Uni. Geophys. 1 (1957) 62.



第 1 圖 $\frac{1}{\left(\frac{u^2-1}{2hu}\right)^2+1}$

第1表 $\frac{1}{\left(\frac{u-1}{2hu}\right)^2 + 1}$

| $\frac{u}{h}$ | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 10 | 20 | 30 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.01 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0008 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0000 | — | — | — | — |
| 0.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0004 | 0.0017 | 0.0043 | 0.0151 | 0.0701 | 1.0000 | 0.0175 | 0.0056 | 0.0017 | 0.0008 | 0.0000 | — | — |
| 0.2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0008 | 0.0016 | 0.0069 | 0.0171 | 0.0664 | 0.2317 | 1.0000 | 0.0665 | 0.0219 | 0.0068 | 0.0031 | 0.0016 | 0.0000 | — |
| 0.3 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0003 | 0.0009 | 0.0018 | 0.0036 | 0.0154 | 0.0376 | 0.1379 | 0.4041 | 1.0000 | 0.1377 | 0.0479 | 0.0153 | 0.0075 | 0.0036 | 0.0012 | 0.0000 |
| 0.4 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0006 | 0.0016 | 0.0031 | 0.0065 | 0.0270 | 0.0650 | 0.2214 | 0.5465 | 1.0000 | 0.2214 | 0.0823 | 0.0272 | 0.0123 | 0.0064 | 0.0016 | 0.0000 |
| 0.5 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0009 | 0.0025 | 0.0049 | 0.0100 | 0.0416 | 0.0980 | 0.3077 | 0.6532 | 1.0000 | 0.3076 | 0.1233 | 0.0400 | 0.0192 | 0.0100 | 0.0020 | 0.0000 |
| 0.6 | 0.0001 | 0.0006 | 0.0013 | 0.0036 | 0.0071 | 0.0147 | 0.0588 | 0.1353 | 0.3902 | 0.7306 | 1.0000 | 0.3905 | 0.1635 | 0.0576 | 0.0277 | 0.0132 | 0.0048 | 0.0000 |
| 0.7 | 0.0002 | 0.0008 | 0.0017 | 0.0049 | 0.0096 | 0.0196 | 0.0784 | 0.1757 | 0.4659 | 0.7872 | 1.0000 | 0.4656 | 0.2150 | 0.0784 | 0.0382 | 0.0196 | 0.0056 | 0.0042 |
| 0.8 | 0.0002 | 0.0010 | 0.0023 | 0.0064 | 0.0125 | 0.0254 | 0.0997 | 0.2178 | 0.5324 | 0.8284 | 1.0000 | 0.5312 | 0.2649 | 0.1024 | 0.0515 | 0.0256 | 0.0064 | 0.0043 |
| 0.9 | 0.0003 | 0.0013 | 0.0029 | 0.0081 | 0.0157 | 0.0316 | 0.1233 | 0.2606 | 0.5905 | 0.8595 | 1.0000 | 0.5897 | 0.3116 | 0.1215 | 0.0642 | 0.0324 | 0.0072 | 0.0108 |
| 1.0 | 0.0004 | 0.0016 | 0.0036 | 0.0099 | 0.0194 | 0.0392 | 0.1480 | 0.3029 | 0.6402 | 0.8830 | 1.0000 | 0.6400 | 0.3600 | 0.1480 | 0.0784 | 0.0400 | 0.0080 | 0.0120 |
| 1.5 | 0.0009 | 0.0036 | 0.0080 | 0.0221 | 0.0426 | 0.0841 | 0.2810 | 0.4945 | 0.7992 | 0.9441 | 1.0000 | 0.7992 | 0.5427 | 0.2805 | 0.1596 | 0.0840 | 0.0240 | 0.0180 |
| 2.0 | 0.0016 | 0.0064 | 0.0142 | 0.0386 | 0.0734 | 0.1403 | 0.4100 | 0.6100 | 0.8768 | 0.9659 | 1.0000 | 0.9000 | 0.6912 | 0.4080 | 0.2548 | 0.1400 | 0.0400 | 0.0240 |
| 2.5 | 0.0025 | 0.0099 | 0.0220 | 0.0591 | 0.1097 | 0.2032 | 0.5207 | 0.7311 | 0.9175 | 0.9789 | 1.0000 | 0.9200 | 0.7785 | 0.5200 | 0.3465 | 0.2025 | 0.0600 | 0.0300 |
| 3.0 | 0.0036 | 0.0142 | 0.0314 | 0.0829 | 0.1513 | 0.2686 | 0.6098 | 0.7963 | 0.9414 | 0.9845 | 1.0000 | 0.9403 | 0.8352 | 0.6090 | 0.4326 | 0.2700 | 0.0840 | 0.0360 |
| 4.0 | 0.0063 | 0.0249 | 0.0546 | 0.1385 | 0.2406 | 0.3950 | 0.7352 | 0.8743 | 0.9660 | 0.9917 | 1.0000 | 0.9648 | 0.8976 | 0.7360 | 0.5768 | 0.4000 | 0.1440 | 0.0720 |
| 5.0 | 0.0099 | 0.0385 | 0.0827 | 0.2003 | 0.3310 | 0.5050 | 0.8128 | 0.9153 | 0.9780 | 0.9947 | 1.0000 | 0.9980 | 0.9330 | 0.8150 | 0.6790 | 0.5100 | 0.2000 | 0.1200 |
| 7.0 | 0.0192 | 0.0727 | 0.1502 | 0.3299 | 0.4924 | 0.6665 | 0.8943 | 0.9555 | 0.9884 | 0.9966 | 1.0000 | 0.9884 | 0.9660 | 0.8960 | 0.8036 | 0.6720 | 0.3360 | 0.1680 |
| 10 | 0.0384 | 0.1380 | 0.2651 | 0.5012 | 0.6641 | 0.8032 | 0.9456 | 0.9774 | 0.9950 | 0.9982 | 1.0000 | 0.9960 | 0.9840 | 0.9500 | 0.8960 | 0.8000 | 0.5200 | 0.3000 |
| 20 | 0.1380 | 0.3904 | 0.5905 | 0.8003 | 0.8876 | 0.9420 | 0.9856 | 0.9943 | 0.9996 | 0.9996 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9960 | 0.9800 | 0.9529 | 0.9600 | 0.8000 | 0.6000 |
| 50 | 0.5000 | 0.8012 | 0.9003 | 0.9620 | 0.9800 | 0.9910 | 0.9980 | 0.9990 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9980 | 0.9910 | — | — |
| 100 | 0.8002 | 0.9016 | 0.9726 | 0.9910 | 0.9926 | 0.9960 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9960 | — | — |

直結式電磁記録器における coupling 項の大きさを評価するための図表

$$|S'| = \prod_{i=1,2} \left[1 / \left\{ \left(\frac{u_i^2 - 1}{2h_i u_i} \right)^2 + 1 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

然るに (4) は次の如く書くこともできる。

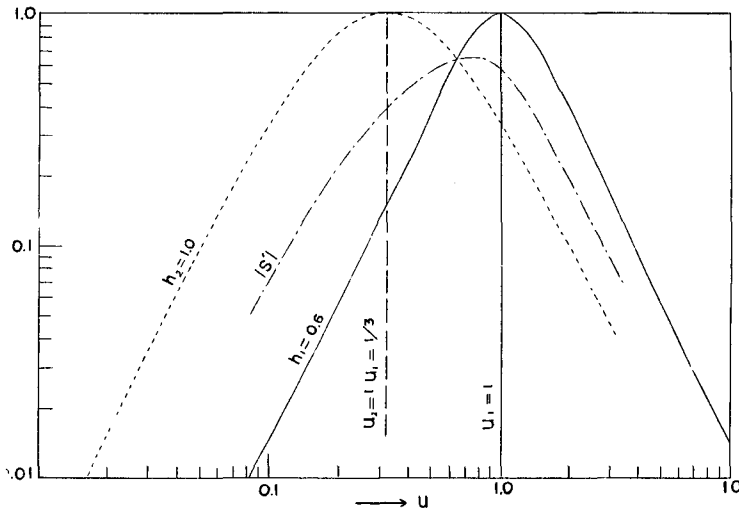
$$\log |S'| = \frac{1}{2} \sum_{i=1,2} \log \left[1 / \left\{ \left(\frac{u_i^2 - 1}{2h_i u_i} \right)^2 + 1 \right\} \right]. \quad (5)$$

故に種々な h を parameter とし, u の変化に対する

$$1 / \left\{ \left(\frac{u^2 - 1}{2hu} \right)^2 + 1 \right\} \quad (6)$$

を予め計算し, これを両側対数目盛で描いておけば, (5) なる関係を使つて $|S'|$ の値を簡単に求める事ができる。更に (3) に依つて $|S|$ も直ちに求まる。(6) を計算した結果は第 1 表の通りであり, これを両側対数目盛用紙上に描いたのが第 1 図である。

第 2 図は, 第 1 図を使つて $|S'|$ の評価を行なつた例で, 実線は $i=1$ に対応している。但



第 2 図 An example for the use of Fig. 1.

し, $h_1=0.6$ なる場合を選んである。点線は $i=2$ に対応し $h_2=1.0$, $n_2=3n_1$ としてある。但し, 点線では u_2 の目盛を $u_2=n_2/\omega=3n_1/\omega=3u_1$ なる関係によつて u_1 の目盛に描き直してある。即ち $u_2=1$ なる座標は $u_1=1/3$ の座標に移動しているのである。さて鎖線は同一横座標に対する実線及び点線の縦座標の平均値を連ねた曲線であつて, これ即ち $|S|$ である。

今の例では $|S'|$ は $u_1=0.75$ で最大値 0.65 に達する。故に若しも $\sigma=0.30$ であるとすれば $|S|=0|S'|=0.20$ となる。これが 1 に対して無視できるか否かは観測目的に対する精度の選び方如何による。

この論文内の数値計算及び図の作成は当教室の六呂田美弥子嬢に行つて貰つた。

3. A Graph for the Estimation of the Coupling Effect in the Electromagnetic Recorder.

By Kyozi TAZIME

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

Previously the present author¹⁾ has calculated the correcting coefficient for the coupling effect. However, it will be rather often required to estimate the coefficient of the coupling term vs. unity than to find the correcting coefficient itself. The coefficient of the coupling term had the notation S in the previous paper and the absolute value of it was expressed as follows;

$$|S| = \sigma \prod_{i=1,2} \left[1 / \left\{ \left(\frac{u_i^2 - 1}{2h_i u_i} \right)^2 + 1 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

where σ was the constant determined by electrical impedances in the recording system, or might be taken as the electrical attenuation constant, being smaller than unity.

Now the calculated graph for

$$1 / \left\{ \left(\frac{u^2 - 1}{2hu} \right)^2 + 1 \right\}, \quad (6)$$

has been shown in Fig. 1, using the log-log scale.

Owing to the relation,

$$\log |S| = \frac{1}{2} \sum_{i=1,2} \log \left[1 / \left\{ \left(\frac{u_i^2 - 1}{2h_i u_i} \right)^2 + 1 \right\} \right], \quad (5)$$

$|S|$ will be easily estimated, considering $|S| = \sigma |S'|$.

An example for the use of Fig. 1 is illustrated in Fig. 2, where the full-line corresponds to $i=1$ and the broken-line $i=2$ in (5). The mean values of these two lines are indicated by the chain-line, representing $|S'|$.

1) Kyozi Tazime; cit.