

리상저역통과려파기를 리용하여 비저항-인공분극CT 측정정확도를 개선하기 위한 방법

윤철진, 한승진, 김인찬

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학기술의 최신성고에 토대하여 물리탐사설비와 광물분석설비, 측량설비와 측정설비들을 현대화하며 추환을 비롯한 시추막장공구문제를 해결하는데 힘을 넣어야 합니다.》

비저항-인공분극CT탐사는 땅속에 인공적인 전기마당을 조성하고 암석매질의 전기특성차이를 측정하여 지질구조와 지하자원을 탐사하는 방법으로서 수문지질조사, 지하자원탐사, 건설기반조사 등 여러가지 지질공학적문제해결에 널리 리용되고있다. 그러므로 비저항-인공분극CT탐사기의 측정정확도를 개선하는 문제는 지질탐사의 과학성을 보장하는데서 매우 중요한 문제로 된다.

우리는 공업장해를 비롯한 우연장애가 비저항-인공분극CT측정에 미치는 영향을 평가하고 수자식려파기술을 리용하여 장애를 제거하고 측정정확도를 개선하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

1. 공업장해를 비롯한 우연적인 장애가 비저항-인공분극CT 측정결과에 미치는 영향

우리가 제작한 비저항-인공분극CT탐사기는 땅속매질에 저주파임펄스를 송전하고 땅속매질의 겔보기비저항을 측정하여 매질의 진비저항 및 인공분극률을 구하고 지질학적 해석을 진행하는 지구물리탐사설비이다.

기구는 컴퓨터에 의한 조종방식으로 동작하며 측정 및 해석결과를 현장에서 직접 얻을수 있는 우점이 있다.

기구의 송신부에서 송전하는 임펄스의 주파수는 1~20Hz이며 수신부에서 송전전류의 주파수대역에 해당하는 측정전압이 기록될 때 정확한 겔보기비저항측정자료를 얻을수 있다.

일반적으로 각종 전력설비들의 안전한 동작을 보장하기 위해 땅겔면이나 일정한 깊이의 땅속에 접지를 시키고있다. 따라서 전력설비들이 설치되어있는 곳에서는 땅속의 일정한 구역에 공업전류 등의 영향으로 인한 전기마당이 형성된다. 이 전기마당의 주파수는 일반적으로 공업주파수대역인 40~60Hz로서 비교적 높은 주파수대역에 속한다. 그리고 설치된 설비의 전력소비정도에 따라 발생하는 전기마당의 세기도 각이하다. 실례로 고압송전철탑이나 변전소주변에는 강한 공업전류마당이 형성되며 공업지구나 주민지구주변에도 그리 강하지는 않지만 어느 정도의 공업전류마당이 형성된다.

이렇게 형성된 공업전류마당은 비저항-인공분극CT탐사기의 측정정확도에 영향을 미친다. 비저항-인공분극CT탐사기에서 기록되는 측정전압은 대체로 mV 혹은 μV 크기이므로 공업전류마당의 영향으로 측정값은 심하게 변화된다.

약한 고주파장애가 있을 때 비저항-인공분극CT탐사기의 수신부에 들어오는 측정신호의 파형은 그림 1과 같다.

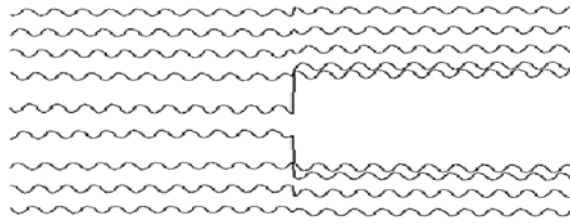


그림 1. 고주파장애가 있을 때의 측정신호파형

그림 1에서 보는바와 같이 고주파장애로 인하여 구형임펄스의 진폭이 변화되므로 측정전압을 정확히 얻을수 없다. 다시말하여 매질의 진비저항과 인공분극률을 정확히 결정할수 없다.

2. 수자식려파기술을 리용한 비저항-인공분극CT측정정확도의 개선

공업장애를 비롯한 우연적인 전자기마당들은 모두 주파수가 비저항-인공분극CT탐사기의 송전주파수보다 높은 고주파장애들로서 수자식려파기술로 원만히 제거할수 있다.

주파수특성차이를 리용한 수자식려파로서는 주파수려파가 있다.[1]

시간령역에서의 주파수려파는 시간함수들의 축약연산으로 실현할수 있다.[2]

$$\hat{f}(t) = f(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t-\tau)h(\tau)d\tau \quad (1)$$

여기서 $f(t)$ 는 측정신호, $h(t)$ 는 시간령역려파연산자, $*$ 는 축약연산기호, t 와 τ 는 각각 시간변수들이다.

려파효과는 려파연산자에 의하여 규정되므로 려파연산자를 잘 선택하여야 한다. 비저항-인공분극CT탐사기에서 리용하는 송전임펄스의 주파수대역이 낮으므로 리상저역통과려파연산자를 선택하였다. 려파연산자는 다음과 같이 표시된다.

$$H(\omega) = \begin{cases} 1, & \omega \leq \Delta\omega \\ 0, & \omega > \Delta\omega \end{cases} \quad (2)$$

여기서 $H(\omega)$ 는 려파연산자, ω 는 주파수, $\Delta\omega$ 는 주파수대역이다.

1mV의 진폭을 가진 3Hz의 구형임펄스신호에 15배의 장애진폭을 가진 고주파신호가 들어올 때 수자식려파기술을 적용하였다.(그림 2)

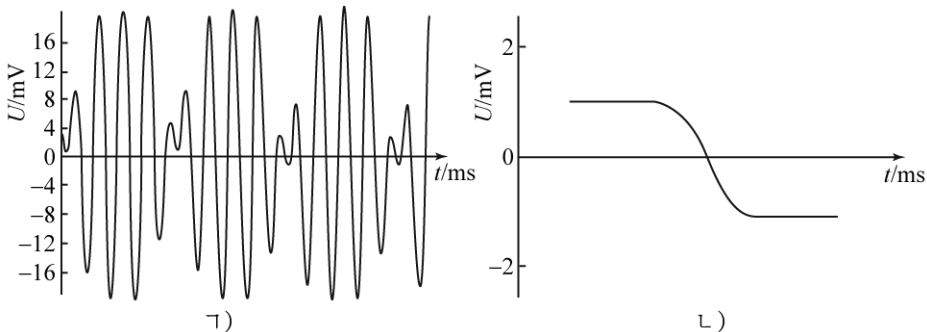


그림 2. 고주파신호(ㄱ)에 대한 수자식려파결과(ㄴ))

그림 2에서 보는바와 같이 려과효과가 뚜렷하게 나타나며 유효신호의 진폭도 정확히 회복되었다.

각이한 세기의 장애에 대한 수자식려과결과는 표와 같다.

표. 각이한 세기의 장애에 대한 수자식려과결과

No.	유효신호 /mV	장애			려과후	
		세기/배	측정값/mV	오차/%	측정값/mV	오차/%
1	1	50	1.6	60	1.000	0.00
2	5	100	11.1	122	5.004	0.08
3	10	200	34.3	243	10.020	0.20
4	20	400	117.4	487	20.060	0.30
5	100	1 000	1 317.0	1 217	100.800	0.80
6	400	10	448.7	12.2	400.000	0.00

표에서 보는바와 같이 장애를 제거하지 않고 그대로 측정하는 경우 측정전압이 장애 세기에 따라 심하게 변화되지만 수자식려과를 적용하면 높은 정확도를 가지고 유효신호를 회복할수 있다.

방법의 믿음성을 검증하기 위하여 수조모형에서 16회선 점-쌍극자장치를 리용하여 측정실험을 진행하였다. 이때 측정전극사이간격은 3cm이고 7번전극과 8번전극사이에는 얇은 저저항수직맥상체가 놓여있다.

측정자료들에 대한 비저항-인공분극CT해석결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서 우에 있는 해석자름면들은 측정결과를 제기한 방법으로 해석한것들을, 아래에 있는 해석자름면들은 장애가 포함된 신호를 그대로 측정하여 해석한 결과들을 나타낸다.

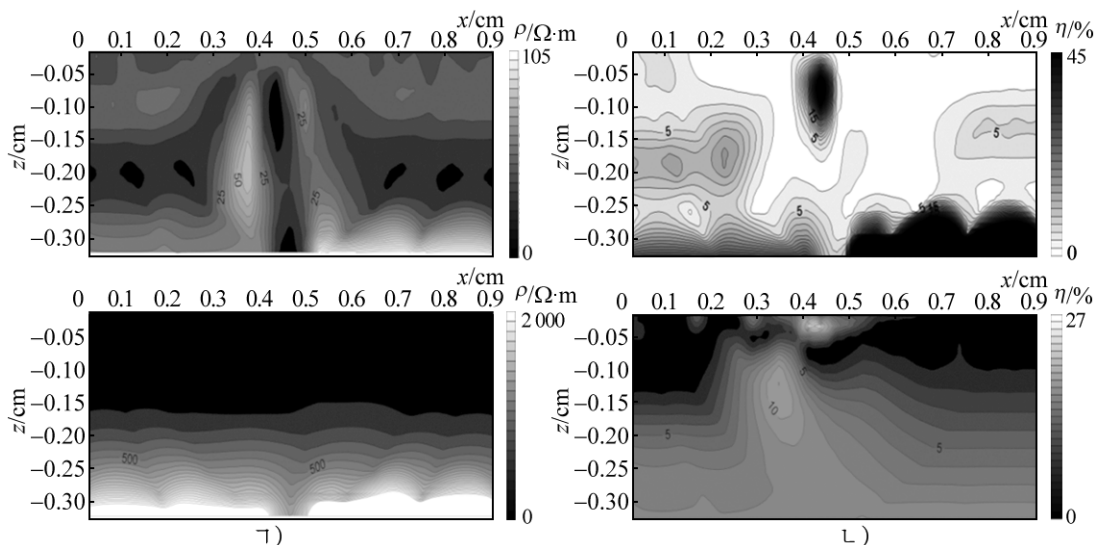


그림 3. 비저항-인공분극CT해석결과

ㄱ) 비저항, ㄴ) 인공분극률

그림 3에서 보는바와 같이 장애를 제거하지 않은 경우에는 오차가 크고 해석결과도 실제자름면과 차이나지만 장애를 제거한 경우에는 오차도 작고 해석결과도 실제자름면과 일치한다.

맺 는 말

수자식려파기술을 리용하여 공업장애를 비롯한 우연장애를 효과적으로 제거하고 비저항—인공분극CT측정정확도를 개선하였다.

참 고 문 헌

- [1] 리일경; 응용지구물리정보해석, 김일성종합대학출판사, 65~75, 주체101(2012).
- [2] Mamdouh R. Gadallah et al.; Exploration Geophysics, Springer, 58~78, 2009.

주체109(2020)년 4월 5일 원고접수

A Methodology for Raising the Measurement Accuracy of Resistivity-Induced Polarization Computed Tomography Using Ideal Low Frequency Pass Filter

Yun Chol Jin, Han Sung Jin and Kim In Chan

In this paper we describe the effects of various ones including industrial noises on resistivity-induced polarization computed tomography measurements and represent the improved examples of the measurement accuracy by using the digital filter technique.

Keywords: CT, resistivity, induced polarization