

지중 철근심도 탐지용 3성분 시추공 자기탐사시스템 개발 및 응용

정 현기¹⁾, 임 무택¹⁾, 박 영수¹⁾, 조 철현²⁾, 조 광호²⁾

1. 서론

교량이나 대형 구조물의 기초는 파일로 이루어져 있는 경우가 많다. 그러나 여러 사정에 의해 설계도면을 입수할 수 없는 경우가 있다. 이렇듯 기초 파일의 깊이를 파악해내는 과제는 전세계적으로 널리 대두되고 있는 문제이다. 특히 우리나라에서는 구조물의 안전점검, 교량의 성능개선 등의 과정에서 이들에 대한 정확한 정보를 알아내야 하는 필요성이 절실히 요구된다. 이러한 기초 파일 깊이 파악을 위한 지금까지의 방법은 탄성파법과 자기경도법(이 의중, 1996), 시추공레이다법이 있다. 본 연구에서는 기초파일의 심도를 파일내에 존재하는 철근의 반응을 측정함으로써 파악해내는 시추공자력탐사법을 개발해내었다.

2. 시추공자력탐사기 구성

시추공자력탐사기의 주장비는 flux-gate 자력계이며 이로부터 측정된 3성분 자력값을 증폭시키고 심도에 따라 기록하는 하드웨어장비 및 대화식 자동 계측 소프트웨어로 구성되어 있다(Fig 1). 이를 일반적인 시추공 크기에 맞추어 공내에 삽입될 수 있도록 성형하고 시추공내 고압의 수압에도 견딜 수 있도록 내압장치 및 방수 처리가 되어 있다. 본 시추공자력계의 외경은 40mm 이하이므로 필요한 시추공의 직경은 내경 50mm 정도를 확보하면 된다. 시추공에 감지기를 내려보낼 때에는 지표면에서 심도의 기준(영점)을 잡은 후, 감지기와 연결된 케이블이 시추공 직상부에 위치한 거리측정기(encoder)와 함께 움직이도록 설치한다. 감지기에서 측정된 신호는 증폭기에 의해 충분히 증폭된 후, A/D변환기로 수치화되고, 미리 교정된 값에 따라 대응되는 물리량으로 변환되어 기록된다.

3. 모형실험

한국자원연구소부지에서 시추공을 만들어 모형실험을 수행하였다. 고려되는 모델은 직경 13mm 이고 길이가 4m 인 수직철근이다.

철근(자기쌍극자)에 의한 유도자장의 수직성분을 고려할 때 자기유도 양상은 파일의 선단 주변에서 양의 극값을 나타낸다(Fig 2). 이때 시추공과 기초파일과의 거리가 증가할수록 극값은 파일의 선단깊이보다 하부로 이동함을 알 수 있다.

파일선단깊이를 추정하기 위해서 자기경도법(이 의중, 1996)에서 사용하는 물리량과 유사한 자력값의 수직성분을 살펴보았다(Fig. 3). 절대값을 취한 수직성분의 미분값이 파일의 양단(심도 6m와 10m) 근처에서 최대값을 보이며 이는 20cm 이내 오차 범위에서 정확한 결과를 나타낼 수 있음을 알 수 있다. 심도 추정의 다른 하나의 방법은 시추공이 자기쌍극자와 남-북방향에 가깝게 배열되어 있을 경우 자기장의 수평성분을 이용하는 방법이다. Fig. 4의 수평성분을 보면 자기쌍극자의 양단에서 극값을 나타내는 것을 알 수 있다. 양호한 경우 이 방법으로도 20cm 오차 이내의 정확한 심도추정을 기대할 수 있다. 그러나 자기쌍극자는 동-서방향으로는 유도자장이 미약하므로, 파일이 수 개 존재하고 있고 시추공이 파일과 파일 사이에 위치하면 수평성분이 서로 상쇄하여 해석에 오류를 범할 수 있다.

주요어 : 기초파일, 시추공 자기탐사

1) 한국자원연구소, 2) 지하정보기술(주)

4. 현장적용

파일기초의 설계가 남아있는 상태에서 기초파일의 심도를 확인하는 작업을 수행하였다. Fig.4에 나타나 있듯이 측정값은 심도 약 5m 까지 복잡한 양상을 나타내지만 그 이하의 심도에서는 모형실험에서 볼 수 있는 곡선형상을 보이고 있다. 이는 지상의 철골구조에 의한 자기 반응의 영향이 이 심도에서 거의 소멸되어 의미있는 값을 지니고 있지 못하기 때문으로 해석된다. 수직성분의 수직미분은 측정면에서 11.4m 심도에서 최대값을 나타내며, 자기장의 수평성분은 11.6m에서 최대값을 나타낸다. 이 경우 파일이 자력계의 북쪽에 존재하므로 양의 극값(최대값)을 나타낸다. 모형실험(Fig. 4)의 경우는 철근이 자력계의 남쪽에 존재하므로 음의 극값을 나타내었다.

이상 종합하면 파일선단 깊이는 약11.5m로 추정할 수 있다. 이 파일의 설계심도는 11.36m로 기록되어 있었다. 이상을 종합하여 볼 때, 수직미분법과 수평성분 비교법을 적용하여도 심도추정에는 큰 무리가 없을 것으로 사료된다. 본 기술은 각 특수목적응용에도 기대된다.

참고문헌

1. 이 의중(역), 콘크리트의 비파괴 시험, 도서출판 골드, 1996, pp223-227.

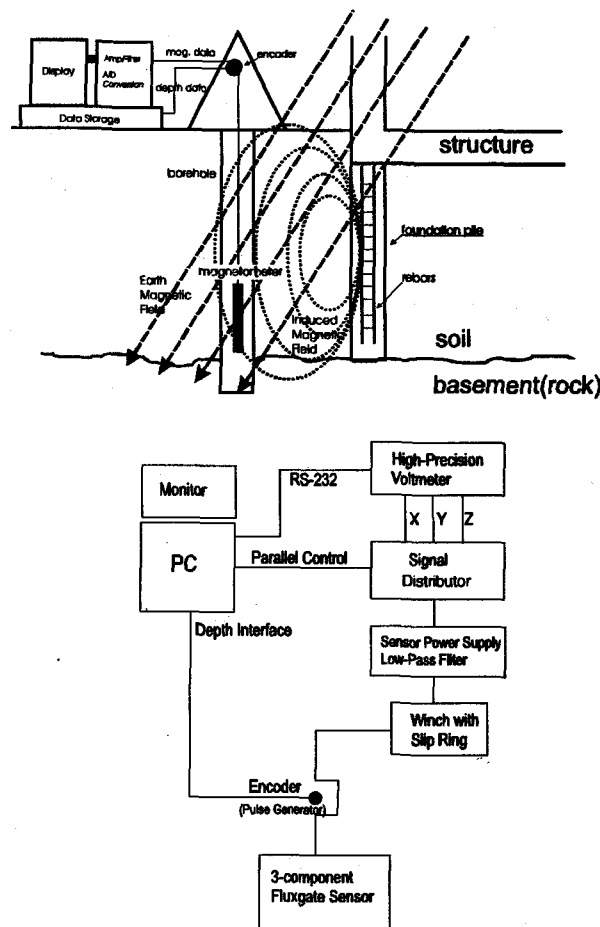
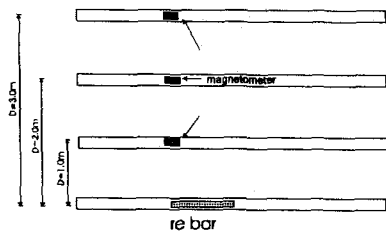


Fig 1. 시추공자력탐사 및 3성분자력계의 모식도



수직성분을 수직미분한 곡선(절대치). 철근의 상단과 하단의 깊이는 각각 6m 와 10m이며 각각의 곡선은 상호간의 명확한 비교를 위해서 서로 다른 증폭과 서로 다른 상수값을 더하였다.

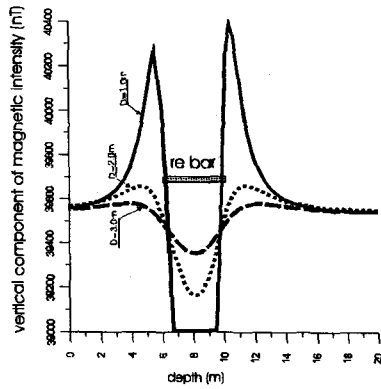


Fig 2. 철근과 자력계와의 수평거리가 1m, 2m, and 3m로 변할 경우의 모형실험 실측 곡선(자기장의 수직성분). 철근의 상단과 하단의 깊이는 각각 6m 와 10m.

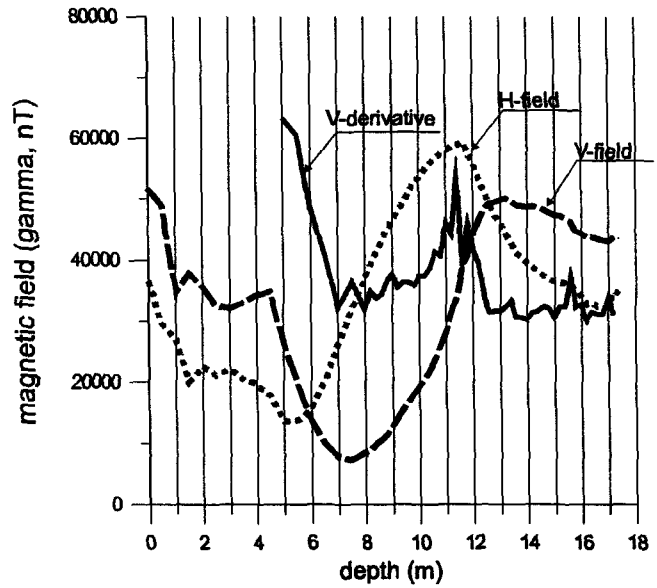


Fig 4. 현장자료. 측정값의 수직(V-Field) 및 수평성분(H-Field)과 수직성분의 수직 미분곡선(V-derivative)-절대치. 심도 11.5m 부근에서 수평성분과 수직성분 미분값이 최대값(극값)을 보이고 있다.

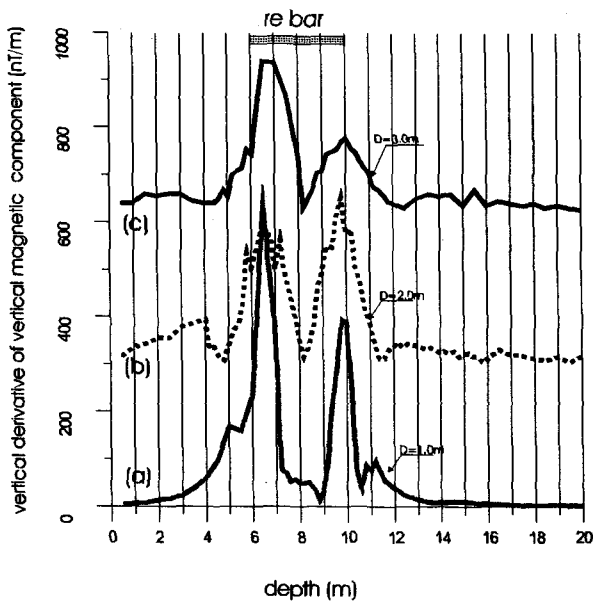


Fig 3. 철근과 자력계와의 수평거리가 (a) 1m, (b) 2m, (c) 3m 로 변화할 때 자기장의