

# 재건축현장 철근탐사 검사장비의 정확도 평가

## Assessment of Accuracy for the Rebar Detecting Device at Reconstruction Site

박성모\*  
Park, Sung-Mo

임홍철\*\*  
Rhim, Hong-Chul

임병호\*\*\*  
Rhim, Byung-Ho

### Abstract

The purpose of the research is to assess the accuracy of steel bar detector among other nondestructive testing equipment. The result of previous research shows that the average errors of rebar detector are 14.7% for the cover depth, 2.3% for the rebar spacing, and 11% for the rebar diameter. But this experiment was performed at the laboratory and the mortar was used for covering the steel bars instead of concrete. In situ condition can be different from the laboratory's so the outcomes do not correspond with those of laboratory.

This research was performed at the buildings to be reconstructed. Nondestructive and destructive testing can be performed side by side since the building is to be destroyed.

Steel bar detector was operated on the beam and the column and concrete cover of those members was removed for the actual measurement of rebar depth, spacing, and diameter. Finally, presumed value can be directly compared with actual data.

키워드 : 철근탐사기, 비파괴검사, 피복두께, 배근간격

Keywords : Rebar Detector, Nondestructive Testing, Cover Depth, Rebar Spacing

## 1. 서론

비파괴검사 방법에는 탄성파, 전자파, 방사선, 자기파 등을 이용한 여러 가지 방법이 있는데 철근탐사에서 주로 사용하는 장비는 전자파를 이용한 방법과 자기파를 이용한 방법이 있다. 이러한 장비들은 학계, 연구소, 건설회사, 진단회사 등 각 분야 별로 다양하게 분포되어 있는데 장비의 기능을 보다 정확하고 효과적으로 활용하기 위한 연구는 아직 활발히 진행되어지고 있지 않다. 실제로 철근탐사 장비로 추정된 피복두께 및 배근간격 값을 부재를 파괴시켜 실측한 결과와 비교한 경우는 많지 않다. 재건축 현장 정밀안전진단이나 시설물 안전진단 과정에서 철근탐사를 수행하면서도 추정된 값들이 실제 값과 얼마나 차이가 나는지 알지 못하는 경우가 대부분이다. 실제로 증축, 리모델링을 수행하기 전에 노후화된 구조물의 잔여성능 평가하기 위해 비파괴 검사를 실시하게 되는데 구조물진단 과정에서 철근탐사 오차가 크게 발생하면 구조해석을 수행할 때 잘못된 부재 내력을 산출할 수 있고, 그 결과 과도한 혹은 미흡한 보수, 보강 공사를 진행하게 된다. 이로 인해 구조물 안전성에 크게 영향을 미치거나 과설계로 인한 재료의 낭비를 초래한다.

본 연구는 여러 가지 철근탐사 검사장비 중 자기파를 이용한 장비에 대한 정확도를 평가하는데 목적을 두고 있다. 또한

실험실에서 이루어졌던 철근탐사 검사장비에 대한 기존의 연구 결과를 현장에 적용하였을 때 어느 정도 차이가 나는지 검토하고자 한다.

## 2. 철근탐사 실험

### 2.1 비파괴 실험

실험은 사진 1과 같이 재건축이 진행되고 있는 현장에서 이루어져 비파괴 검사를 수행하면서 동시에 부재를 파괴하면서 철근의 실제 피복두께, 배근간격, 및 두께를 측정할 수 있도록 하였다.

측정 위치는 A, B동의 1~5층 1열 거실로서 측정 개소는 기둥 부재 10개와 보 부재 10개를 대상으로 탐사를 수행하였는데 본 실험에서는 사진 2와 같은 자기파를 이용한 철근탐사장비가 사용되었다. 기둥 부재에 대해서는 사진 3과 같이 콘크리트 타설시 측압을 가장 크게 받는 밑단 3분의 1 높이에서 철근탐사를 수행하였고 보 부재에 대해서는 휨하중이 가장 크게 작용하는 중앙부에서 철근탐사를 수행하였다.

\* 연세대학교 건축공학과 석사과정, 정회원

\*\* 연세대학교 건축공학과 교수, 정회원

\*\*\* GS건설(주) 연구개발팀 선임연구원, 정회원

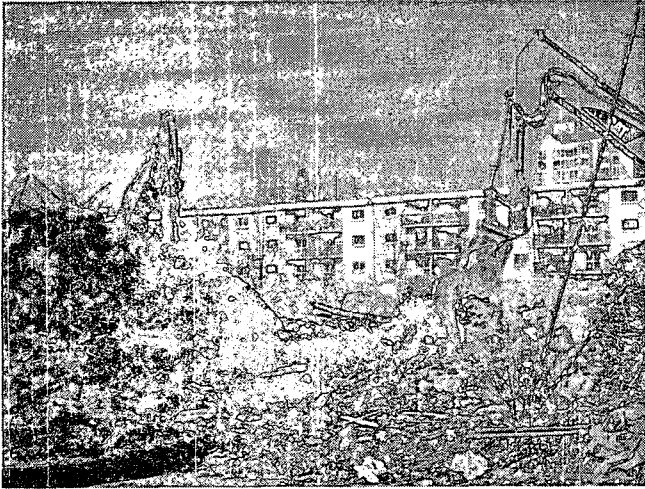


사진 1. 실험 대상 재건축 현장



사진 4. 부재 파취 후 실측

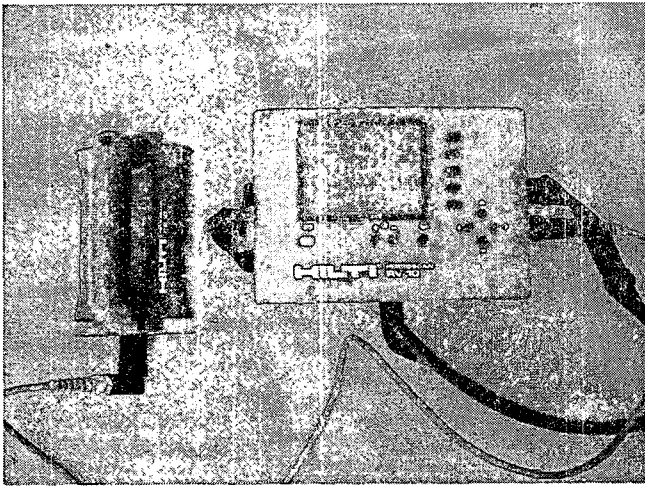


사진 2. 전자기법 철근탐사장비



사진 3. 기둥 부재 철근 탐사

## 2.2 부재 파취 후 실험

부재의 파취는 사진 4와 같이 각 부재의 콘크리트 피복을 벗겨내어 철근이 드러나게 한 후 각각의 철근의 피복두께, 배근간격, 굵기를 버니어캘리퍼스로 측정하였다.

## 3. 실험 결과

철근탐사를 수행한 이후 철근의 추정 깊이와 추정 배근간격을 기초로 그림 1과 2와 같은 기둥과 보의 단면을 이미지화 할 수 있는데 여기서 흰 색의 원이 추정 철근 위치를 나타낸다. 실제 철근의 피복두께와 배근간격은 검은 색 원으로 표시되어 있다.

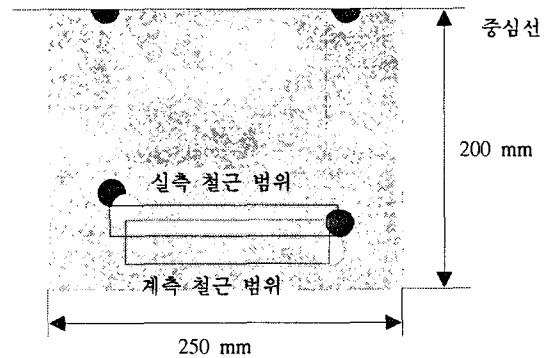


그림 1. 기둥 부재 피복두께의 범위 및 배근간격

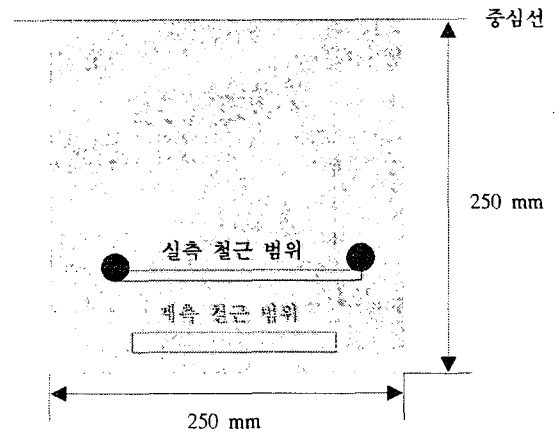


그림 2. 보 부재 피복두께의 범위 및 배근간격

## 3.1 피복두께

일반적인 콘크리트 아파트 구조물의 피복두께는 기둥 및 보

부재의 경우 30mm를 충족해야하는데 실험 결과에서 보여주듯 철근의 피복두께가 기둥의 경우 최대 158mm, 보의 경우 최대 93mm 깊이에 철근이 매입되어 있었다. 독일 기준 DIN 488에 의해 철근탐사 장비의 최대 탐지 깊이가 D20 철근의 경우 110mm인 점을 감안한다면 정확한 피복두께의 탐지가 불가능하다. 그림 3의 기둥 9번 부재와 같이 계측 피복두께 값이 70mm 이상이 되면 데이터의 신뢰도가 부족하므로 분석과정에서 제외시켜야 한다.

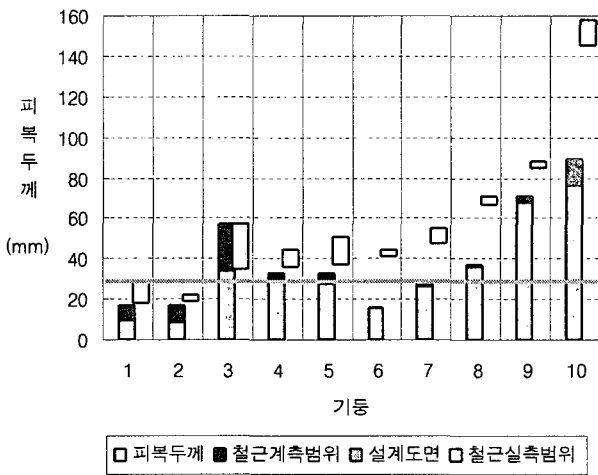


그림 3. 기둥 부재 철근의 피복두께 및 범위

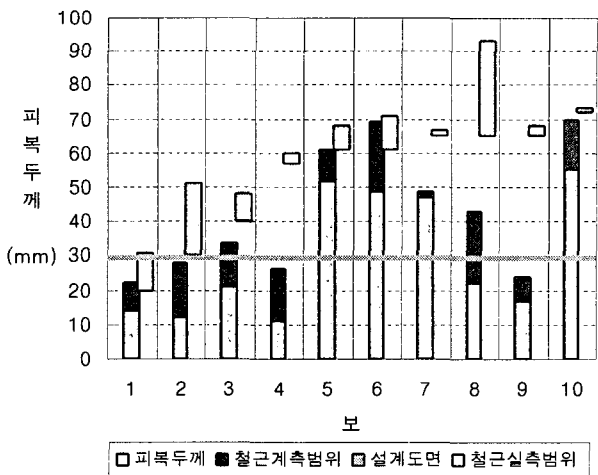


그림 4. 보 부재 철근의 피복두께 및 범위

계측 범위에서 벗어난 값을 제외하고 실험 결과를 분석해 보면, 실험실에서 수행했던 철근탐사 장비의 피복두께에 관한 연구 결과는 평균 14.7%의 오차를 보였는데 반해 현장에서의 실험 결과는 평균 25.4%의 오차율을 나타냈다. 그리고 실험실에서는 피복두께가 두꺼워질수록 오차가 줄어드는 현상이 발생하였는데 그림 3과 4에서 나타나듯이 현장 실험 결과 실제 피복두께가 40mm 이상일 때 오차가 증가하였다. 현장과 실험실의 차이점을 고려해 볼 때 오차의 증가에 영향을 줄 수 있는 요인은 여러 가지가 있는데 먼저 콘크리트의 마감면, 골재 함유량(실험실 모르타르만 사용), 수분 함유율, 그리고 재령기간이 실험에 영향을 줄 수 있다. 또한 철근 피복두께의 불균일함,

부식, 콘크리트 내의 불순물 함유량, 실험 당시 환경요인(온도, 습도, 열, 진동 등) 등이 영향을 미칠 수 있다.

여기서 가장 중요한 영향요인은 골재, 함수율, 부식, 온도라 할 수 있는데 자기파가 다른 매질을 투과할 때 발생할 수 있는 반사 및 굴절에 대한 영향을 데이터 변환 과정에서 정확히 판단, 적용할 수 없기 때문이다.

### 3.2 배근간격과 철근직경

배근간격의 경우 오차의 범위가 비교적 실험실의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 실험실의 경우 2.3% 오차가 발생했고 현장에서는 범위 4.36%의 오차가 발생하였는데 이처럼 배근간격에 따른 오차가 작게 나타난 것은 철근의 배근 위치를 자기유도 원리를 이용하여 찾는 것이 아니라 피복두께 탐지를 통해 이미 알고 있는 두 철근의 위치 사이의 간격을 탐지기의 이동 거리에

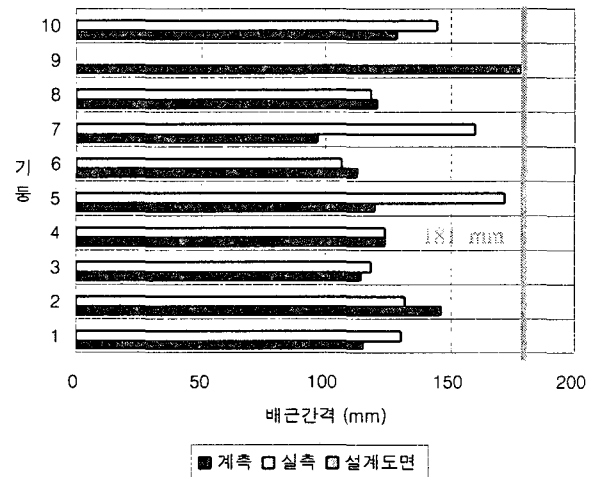


그림 5. 기둥 부재 철근의 배근간격

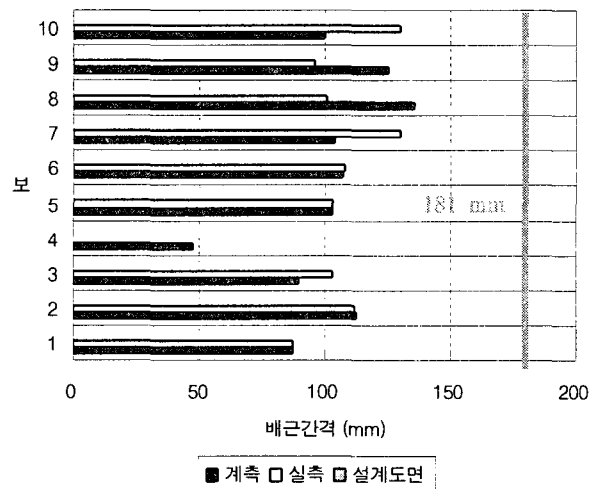


그림 6. 보 부재 철근의 배근간격

대응하여 환산하기 때문이다. 다시 말해서 배근간격의 오차 범위는 탐지기가 철근의 중심점을 얼마나 정확히 판단했느냐의 문제이다. 배근간격의 오차가 작은 또 하나의 이유는 피복

두께대응하여 환산하기 때문이다. 다시 말해서 배근간격의 오차 범위는 탐지기가 철근의 중심점을 얼마나 정확히 판단했느냐의 문제이다. 배근간격의 오차가 작은 또 하나의 이유는 피복두께에 비해 값이 크다는 점이다. 탐지기의 오차 범위가 피복두께와 배근간격에 상관없이 수mm 일 때 실측값에 대한 오차의 비율이 작아지게 된다.

탐사 이미지를 이용해 철근의 직경을 측정해본 결과 실제와 9.38%의 오차를 보여 실험실에서의 오차(11%)와 거의 흡사한 결과를 나타냈다.

#### 4. 결 론

본 연구를 통해 철근탐지기의 계측값이 실측값과 어느 정도 차이가 발생하는 것을 알 수 있었다. 특히 철근의 피복두께의 추정값에 있어서 실험실에서의 연구 결과와 큰 차이를 보였는데 이는 모르타르만을 가지고 실험했을 때와는 달리 콘크리트 내부의 골재 및 불순물들에 의해 전자기파의 투과, 반사가 예측할 수 없는 범위에서 발생하게 되기 때문인 것으로 추측되었다. 보다 정확한 철근의 위치를 탐지하기 위해서는 다음과 같은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

- 1) 철근탐사기의 계측값이 일정한 패턴에 따라 산출되어 적정한 보정계수를 곱하는 방법
- 2) 1mm 미만의 오차만이 발생하도록 철근탐사기의 성능을 향상시키는 방법
- 3) 파장이 짧은 전파를 이용하여 불균질한 콘크리트 내부에서의 투과율을 높여 굴절 및 반사를 최소화 시키는 방법

#### 감사의 글

본 연구는 (주) GS건설의 '비파괴검사와 부분해체를 병행한 기존 아파트건물의 잔여 성능평가' 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다. 또한, 철근탐사 장치와 관련하여, 건설교통부가 출연하고, 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2005년도 건설핵심기술 연구개발사업 (과제번호: 04 핵심기술 C02-02)의 일부 연구비 지원이 있었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 박기준, 「전자파 및 자기파를 이용한 모르타르 시편 내 철근탐사에 관한 기초 연구」, 연세대학교 산업대학원 석사학위 논문, 1999년 12월.
2. 임홍철, 박성모, 이규동, 임병호, 이민섭, 「재건축 현장의 콘크리트 부재 철근탐사」, 한국구조물진단학회 가을학술발표논문집 제9권 2호 (통권 16집), pp. 63-66, 2005년 10월.
3. 건축정보센터, 「철근콘크리트 배근의 검사·감리」, 시공문화사, 1997.
4. 김영주, 이승석, 안봉영, 김영길, 「철근의 깊이, 굵기 및 간격이 GPR 신호에 미치는 영향 조사」, 한국구조물진단학회 논문집 제4권 2호, pp. 167-174, 2000년 4월.
5. 임홍철, 「콘크리트 내부를 진단하기 위한 레이더 신호처리 기법」, 대한건축학회 논문집 - 구조계 제17권 9호, pp. 3 ~ 7, 2001년 9월.
6. de Alcantara, N. P. Jr., Gasparini, M. E. L., 「Steel Bars Identification in Reinforced Concrete Structures by Using ANN And Magnetic Fields」, Progress In Electromagnetics Research Symposium, Hangzhou, China, Aug. 2005.
7. Bungey, J. H., Shaw, M. R., Millard, S. G., Molyneux, T. C. K., 「Location of Steel Reinforcement in Concrete Using Ground Penetrating Radar and Neural Networks」, In: MC Forde ed(s) Structural Faults & Repair, Engineering Technics Press, London, Aug. 2003.
8. Büyüköztürk, Oral, 「Imaging of concrete structures」, NDT&E International, Vol. 31, No. 4, pp. 233-243, 1998.
9. Kim, D.S., Seo, W.S., Lee, K.M., 「IE-SASW method for nondestructive evaluation of concrete structure」, NDT&E International, Vol. 39, pp. 143-154, 2006.
10. Rhim, Hong C., Büyüköztürk, Oral, and Blejer, Dennis J., 「Remote Radar Imaging of Concrete Slabs With and Without a Rebar」, Material Evaluation, American Society for Nondestructive Testing, Vol. 53, No. 2, pp. 295-299, Feb. 1995.