

항타품질 분석시스템을 이용한 항타말뚝 시공관리기법

1. 개발목적

직타말뚝은 물론, 지지층에 말뚝을 고정시키기 위한 경타작업이 포함된 매입말뚝의 시공관리는 보편적으로 최종 단계에서의 항타 관입량을 통하여 이루어진다. 즉 시험타 과정에서 결정된 최종 관입량 기준의 만족 여부를 현장 작업자가 펜과 모눈종이를 이용하여 기록한 결과에 근거하여 판단하는 것이 국내 기성말뚝 시공현장의 전형이라 할 수 있다. 인력으로 이루어지는 항타 관입량 측정은 작업자의 숙련도 및 측정 받침대의 요동 등에 따라 측정결과의 편차가 크게 발생할 수 있고, 실시간 측정이 아닌 임의적인 기록용지 작성이 가능하며, 또한 측정 도중 작업자가 안전사고의 위험에 항상 노출된다는 등의 단점을 가지고 있기 때문에, 국내·외에서 이를 보완

하기 위한 다양한 시도가 이루어져 왔다. 항타 관입량의 자동화 측정을 위해 엔코더를 이용하거나 트랜시트 또는 가속계를 이용한 장치가 개발되었으나, 센서의 탈·부착이 복잡하여 현장 적용성이 떨어지거나 측정 정확도 측면에서 만족할 만한 결과를 얻지는 못한 것으로 알려져 있다.

항타품질 분석시스템은 항타작업을 수반한 기성말뚝의 시공품질 관리를 위해 개발된 비접촉식 변위 측정 장치로써, 기존의 항타 관입량 측정 장치에 비하여 보다 정확하고 객관적이며 안전한 측정 및 신속한 시공품질 평가를 제공하기 위해 개발되었다.

2. 장치의 구성

항타품질 분석시스템은 그림 1에 나타난 바와 같

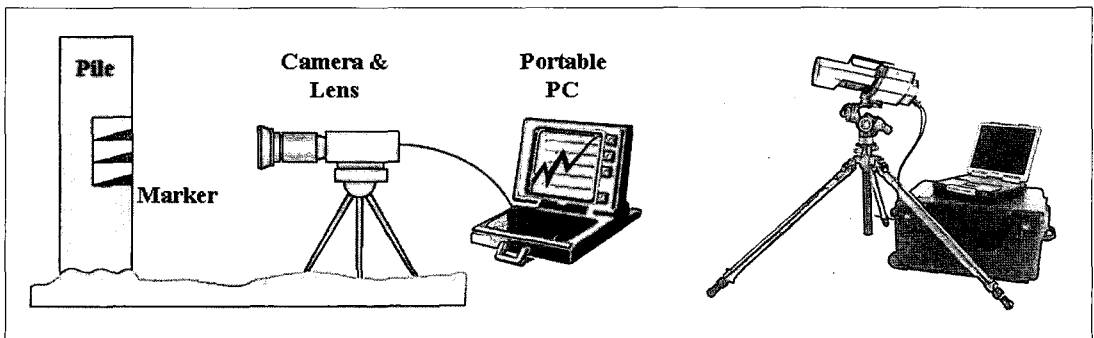


그림 1. 항타품질 분석시스템의 구성

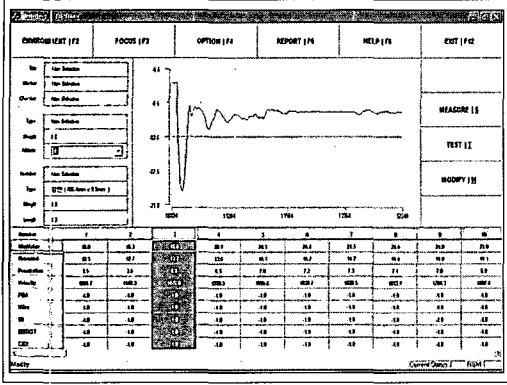


그림 2. 향타 관입량 그래프(향타 중)

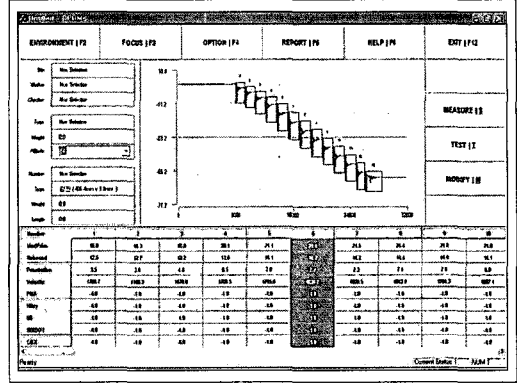


그림 3. 향타 관입량 그래프(향타 완료 후)

이, 디지털 라인스캔 카메라와 특수 고안된 표식, 그리고 측정된 사진자료의 영상처리 및 실시간 저장을 위한 휴대용 컴퓨터로 구성되어 있다. 이 시스템에 사용된 디지털 라인스캔 카메라는 1초당 2000번의 영상 획득이 가능하며, 0.01mm 수준의 측정 정확도를 제공한다. 획득된 영상에 대한 이미지 프로세싱을 통하여 변위 계산이 이루어지기 때문에, 객관적이고 정확한 시공품질 관리가 가능하다. 측정 결과가 전자문서로 보관되기 때문에 자료의 관리 및 축적이 용이하며, 측정 결과의 복제가 불가능하므로 신뢰성 높은 시공관리를 수행할 수 있다.

그림 2와 3은 향타품질 분석시스템의 표시화면을 나타낸 것이다. 향타 중에는 그림 2와 같이 각 타격 별로 말뚝의 관입량 및 리바운드랑이 시간에 따라 표시되며, 향타가 완료된 후에는 그림 3과 같이 전체 향타과정에서 측정된 관입량 그래프가 출력된다.

3. 측정 원리

향타품질 분석시스템은 수평 및 수직변위는 물론 회전변위의 측정이 가능하며, 그 원리를 간략하게 정

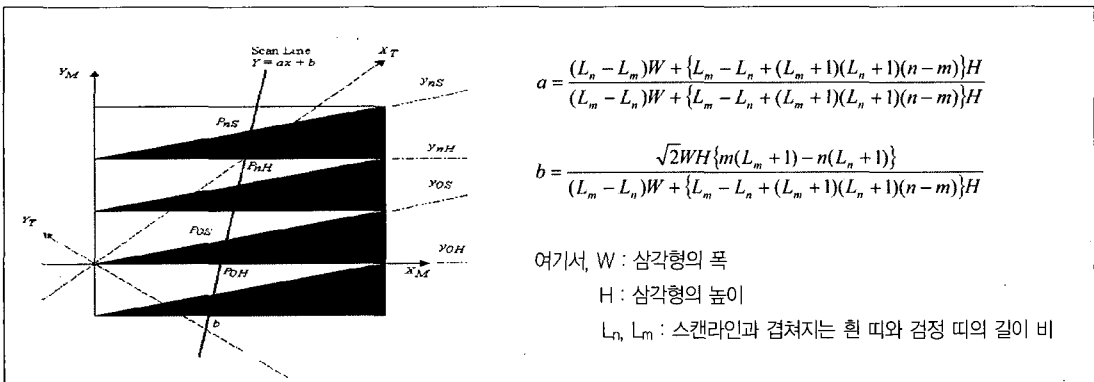


그림 4. 변위 계산을 위한 좌표 구성

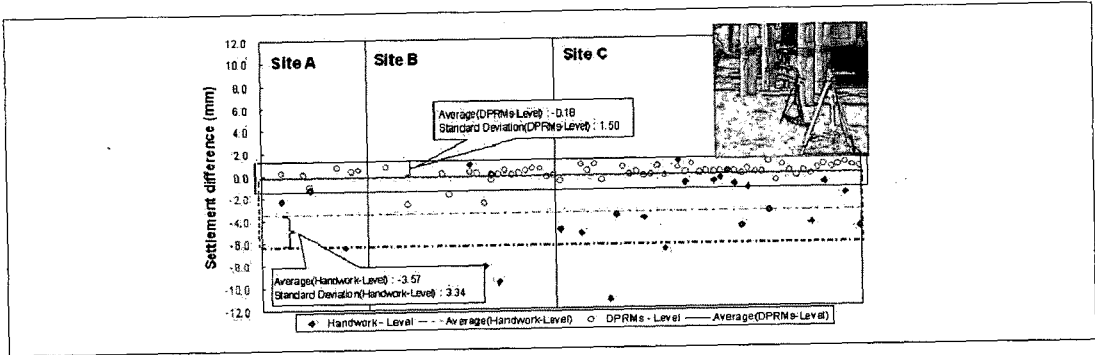


그림 5. 항타 관입량 측정 정확도 비교

리하면 그림 4와 같다. 스캔라인 함수의 계수 a와 b는 다음의 식을 통해 결정할 수 있으며, 이로부터 스캔라인과 표식의 상대적인 위치를 계산할 수 있다.

4. 측정 정확도 및 소요시간

레벨 측량은 말뚝 항타 시 동적인 움직임은 계측할 수 없으나, 항타 시작시점과 항타 완료시점에서의 말뚝의 위치변화를 측정하는 것이 가능하므로, 레벨 측정 자료를 기준으로 항타품질 분석시스템과 수작업에 의한 항타관입량 계측결과의 정확도를 평가하였다.

그림 5는 국내 말뚝시공 현장에서 수작업 및 항타품질 분석시스템으로 측정한 최종 관입량과 레벨 측정값의 차이를 도시한 것이다. 수작업에 의한 말뚝 최종 관입량 측정결과는 1mm 이하의 차이를 나타내는 것이 단 8개에 불과할 정도로 레벨 측정값과 많은 격차를 보였다. 측정결과의 정량적인 분석을 위하여 실시한 분산분석 결과에 따르면 평균과 표준편차가 각각 -3.57과 3.34로 계산되었다. 이는 평균이 수작업과 레벨로 측정한 관입량이 일치할 때의 기대값인 0에서 표준편차 이상의 차이가 난 것으로, 수작

업에 의한 측정에 많은 오차가 포함되어 있음을 보여준다. 항타품질 분석시스템의 경우에는 0.8 mm 이상의 차이를 나타내는 것이 6개에 불과할 정도로 대부분의 자료가 레벨자료와 잘 일치하고 있으며, 분산분석 결과는 평균이 -0.18, 표준편차가 1.50으로 나타났다. 이는 항타품질 분석시스템의 측정 정확도가 수작업으로 이루어지는 기존의 관입량 측정 방법에 비하여 월등하다는 것을 뒷받침하고 있다. 또한 항타품질 분석시스템에 의한 측정결과가 좌표 축을 중심으로 고르게 분포되어 있는 것에 반하여 수작업에 의한 측정결과의 대부분은 레벨 계측자료보다 관입량을 과소평가하고 있다고 판단된다.

그림 6은 항타품질 분석시스템을 적용하여 시공 관리를 실시한 실제 현장에서 조사된 측정 소요시간을 나타낸 것이다. 총 72분의 말뚝에 대한 측정 결과에 의하면, 측정 소요시간은 최소 2분, 최대 6분으로 나타났으며, 조사된 전체 말뚝의 약 90%는 4분 이내에 모든 측정이 마무리되었다. 일부 말뚝에서는 측정 소요시간이 5분을 넘는 경우가 있었으나, 이는 말뚝 지지층의 불규칙한 분포로 인해 항타 관입량 기준에 도달하기 위한 필요한 항타수가 다른 말뚝에 비하여 많았기 때문이다.

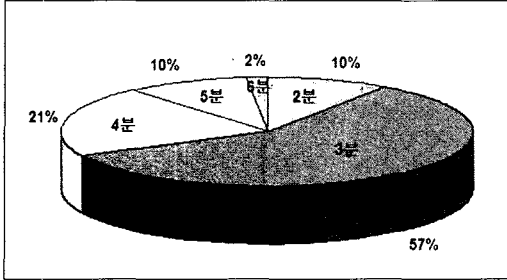
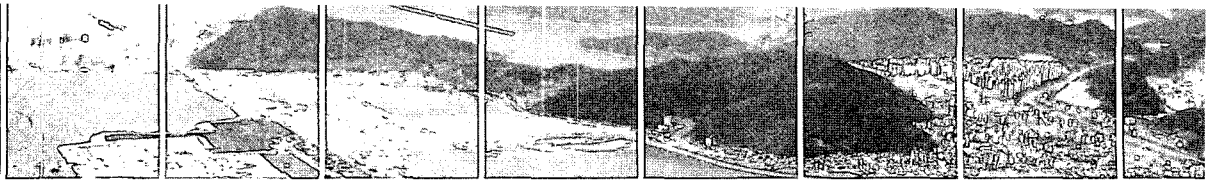


그림 6. 측정 소요시간 분석

5. 현장 적용 사례

항타품질 분석시스템은 항타과정이 수반된 기성 말뚝의 현장 시공관리 뿐만 아니라, 현장타설말뚝에 대한 동재하시험에서 말뚝 두부의 순간 변위를 측정 하거나 양방향 선단재하시험에서 말뚝 상단의 장기적인 변위거동을 측정하는 데에 적용된 바 있다.

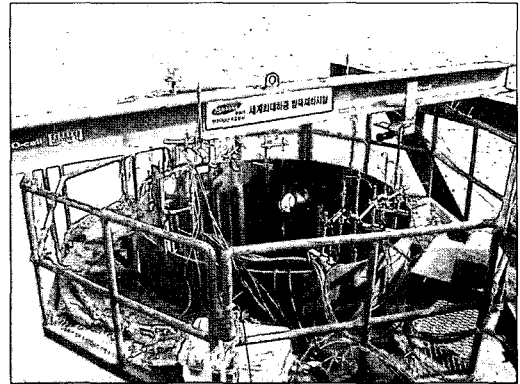
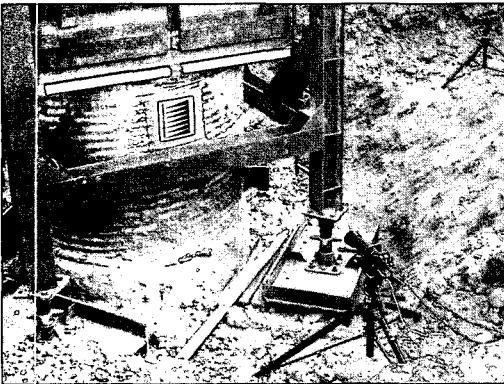
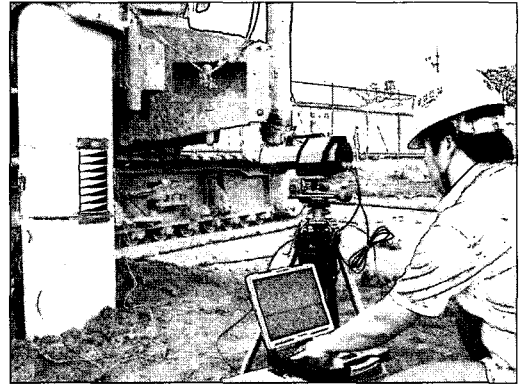


그림 7. 현장 적용 사례

▣ 기술관련 문의 : 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 (TEL. 02-2145-6495)

본 신기술의 내용은 학회의 의견과 무관합니다.

한국토목섬유학회

2006년도 가을 학술발표회 안내

한국토목섬유학회에서는 오는 12월 1일 “2006년도 가을 학술발표회”를 개최하고자 합니다. 토목섬유와 관련한 해석/설계/시공기술 및 현장적용사례 등에 관한 논문을 모집하오니 토목섬유관련 학계 및 업계에 계신 많은 분들의 참여를 바랍니다.

- 일 시 : 2006년 12월 1일 (금)
- 장 소 : 성균관대학교 자연과학캠퍼스 종합연구동 세미나실
- 초청강연 : 강 연 자 - Prof. Fumio TATSUOKA (Toyo University of Science)
강연제목 - Twenty years of geosynthetic-reinforced soil retaining walls with a full-height rigid facing and related structures in Japan
- 논문초록접수 : 2006년 10월 22일
- 논문원고접수 : 2006년 11월 18일
- 문의 및 접수처 : 최항석 교수(고려대학교), 학회사무국
(Tel : 02-3290-3326, Fax : 02-928-7656, H.P. : 010-4660-9943, e-mail : hchoi2@korea.ac.kr)

