

그라운드 앵커의 유지관리·점검에 대한 제안

Proposal for the Maintenance and Inspection of Ground Anchor

차아름¹⁾, A-Reum Cha, 장범수²⁾, Bhum-Soo Chang, 유동우²⁾, Dong-Woo You, 김보현³⁾, Bo-Heon Kim, 김태훈⁴⁾, Tae-Hun Kim

¹⁾ 한국시설안전공단 연구원, Researcher, Korea Infrastructure Safety Corporation

²⁾ 한국시설안전공단 부장, General Manager, Korea Infrastructure Safety Corporation

³⁾ 한국시설안전공단 차장, Deputy Manager, Korea Infrastructure Safety Corporation

⁴⁾ 대우건설연구소 선임연구원, Senior Researcher, Civil Engineering, Research Team, Daewoo E&C Co

SYNOPSIS : 그라운드 앵커의 유지관리·점검 목적은 크게 두 가지로 구분된다. 첫째는 기 시공된 앵커 및 앵커 구조물이 설계 의도에 맞게 적절히 작용(기능)하고 있는지를 점검하고 원래 목적인 기능을 수행하도록 보수·보강하기 위함이며, 둘째는 점검결과를 바탕으로 장기적인 운용에 따라 앵커에 발생하는 결함을 보완하도록 유지관리를 고려한 설계에 활용하기 위함이다. 그러나 그라운드 앵커가 도입된 이후 40여년이 지났지만 아직 국내의 실정에 맞는 유지관리의 방안이 마련되어 있지 않은 것이 현실이며, 특히, 장기간 그 기능을 유지해야 하는 영구앵커의 경우는 유지관리가 더욱더 중요한 과제이다. 따라서, 본 연구에서는 그라운드 앵커의 유지관리·점검에 대한 방안을 제안하고자 한다.

Keywords : ground anchor, maintenance, inspection

1. 서론

그라운드 앵커는 Algeria의 CheurfasDam의 제방 보강에 최초로 사용되어진 이래 70여년의 역사를 가지고 있다. 그러나 그라운드 앵커의 점검·유지 관리에 대한 관심은 설계 및 시공방법에 대한 관심보다 부족한 실정으로서, 1970년대 중반부터는 기 시공된 앵커 중 공용연수가 다 되어가는 노후화된 그라운드 앵커의 파손, 기능 저하가 보고되고 있다. 따라서 국제 프리스트레스트 콘크리트 연맹(FIP, 현재는 fib)은 그라운드 앵커를 세분화하여 시설 앵커의 현황 조사를 실시하였고, 1986년부터 그라운드 앵커를 영구적으로 사용하기 위한 방법을 찾으려 노력하였다. 일본의 경우도 기 시공된 그라운드 앵커에 대한 조사를 실시하였고, 조사결과에 의하면 1980년 후반에 시공된 그라운드 앵커는 내구성에 문제가 있는 것도 있어서 점검, 유지 관리를 실시하여 내구성의 향상, 장수명화할 필요성이 대두되었다.

최근 그라운드 앵커의 유지관리의 과제와 대응에 대한 관심이 집중되어 필요성과 중요성이 커지고 있어 유지관리의 과제와 대응을 주제로 2007년 11월 영국에서 영국, 미국, 일본, 독일이 주관한 세계최초의 「그라운드 앵커의 유지관리 국제회의」가 개최되었다. 이 회의의 목적은 아직 정보가 미흡하고, 체계화되어 있지 않은 앵커의 점검·정밀안전진단·대책 등 기술·기준·사례의 정보를 공유하는데 있다.

우리나라에서도 기 시공된 그라운드 앵커의 결함 발생, 유지관리 대책의 부재로 인한 문제점 발생이 보고되는 등 국내 실정에 맞는 유지관리 방안의 필요성이 대두되고 있으므로 본 연구에서는 그라운드 앵커의 유지관리·점검에 대한 방안을 제안하고자 한다.

2. 그라운드 앵커 유지관리 실태

2.1 국내 그라운드 앵커의 유지관리의 문제점

국내에서 사용되는 건설공사기준 중 그라운드 앵커의 설계·시공에 대해 언급된 기준으로는 '2006년 제정된 건설공사 비탈면 설계기준·표준시방서'가 유일하며, 본 설계기준 및 시방서의 제6장에는 각각 앵커의 적용범위, 재료의 특성, 설계 일반사항, 설계법과 일반사항, 재료·시공 및 품질관리 등이 언급되어 있다. 그라운드 앵커의 유지관리의 경우에 대해서는 '2006년 제정된 건설공사 비탈면 유지관리지침' 제7장 비탈면 시설의 유지관리에 일부분 언급되어 있을 뿐이다. 그러나 이러한 설계기준, 표준시방서, 유지관리지침은 건설공사 비탈면에 대한 건설기준을 만드는 과정에서 일부 언급된 것으로 그라운드 앵커의 특성에 맞는 전문적인 설계·시공·유지관리에 대한 기준으로는 미흡하다고 판단된다.

이러한 상황 내에서 국내의 그라운드 앵커공법의 설계·시공·유지관리에 대한 실태를 분석한 결과 다음과 같은 문제점을 찾을 수 있었다.

설계상의 문제점으로는,

- 1) 그라운드 앵커의 종류에 따른 설계법이 정립되어 있지 않아 객관적으로 검증되지 않은 설계기법과 앵커제원을 임의로 적용하는 사례
 - 2) 영구 앵커 적용 시 유지관리를 고려한 설계를 검토하지 않거나 유지관리가 용이하지 않은 (재인장 및 하중제하 등) 종류의 설계로 설계하는 사례
 - 3) 그라우트로 피복되는 최소두께를 고려한 천공직경·지반조건에 따른 가압주입 필요여부에 대한 검토가 미흡한 사례
- 등을 들 수 있다.

제작상의 문제점으로는,

- 1) 그라운드 앵커 제작에 소요되는 재료의 선정·방식기준에 객관성이 결여된 사례
 - 2) 제조사 나름대로의 방식처리방법을 채용하고는 있으나 제조 원가의 상승 등을 이유로 선진국의 기준과 비교할 때 부적절하거나 미흡한 사례
- 등을 들 수 있다.

시공 상의 문제점으로는,

- 1) 시공시 설계안에 예상한 정착지반과 상이할 경우에도 별도의 설계변경 없이 당초설계로 시공하는 사례
 - 2) 천공 후 공벽붕괴 등으로 앵커삽입이 곤란할 경우에 설계된 깊이까지 재천공 삽입을 실시하지 않는 사례
 - 3) 수압관 시공시 수압관의 대좌면과 앵커 천공방향이 직각을 이루지 못해 인장재의 구부러짐으로 각각의 강연선에 걸리는 인장력이 상이하게 되는 사례
 - 4) 천공 공 내의 지하수 침투 또는 피압지하수에 의한 그라우트의 강도가 저하되는 사례
 - 5) 두부정착을 위한 강연선 피복을 벗겨낸 부분에 대한 방식처리 미흡한 사례
- 등을 들 수 있다.

유지관리 상의 문제점으로는,

- 1) 그라운드 앵커의 유지관리 필요성에 대한 인식이 부족할 뿐 아니라 이를 위해 적용할 적절한 관련 규정이 없다는 점
 - 2) 유지관리가 용이하지 않은 재인장 또는 하중제하가 가능한 그라운드 앵커 등은 공법의 선정이 미흡하다는 점
 - 3) 시공된 그라운드 앵커에 대한 시공 기록 및 유지관리기록유지가 미흡한 점
- 등을 들 수 있다.

2.2 그라운드 앵커의 장기간 사용 시 문제점

그라운드 앵커를 장기간의 사용할 경우 앵커의 변형·손상 등 내구성이나 기능에 관한 문제가 발생한다. 이 중 현장에서 주로 관찰되는 주된 변형·손상은 다음과 같다.

① 그라운드 앵커두부의 변형

인장재의 파단이나 앵커체 변형, 수압판의 파단, 앵커두부의 돌출 등을 예로 들 수 있으며, 경우에 따라서는 앵커두부가 수십 cm로부터 수m 돌출되는 경우도 보고되고 있다.

② 그라운드 앵커 두부의 손상

두부방호콘크리트에 다수의 균열 발생이나 일부 또는 전체가 낙하하는 경우 등을 예로 들 수 있다. 특히 두부방호콘크리트의 낙하는 앵커의 내구성의 문제와 함께 낙하한 콘크리트에 의해 다른 시설물 혹은 인명피해를 야기할 위험도 있으므로 추가적인 문제가 발생되기도 한다. 이외에, 낙석이나 눈의 하중, 제설·제초시의 기계의 접촉 등의 원인으로 앵커 두부의 손상을 일으키는 문제점 등이 보고되고 있다.

③ 그라운드 앵커 두부 주변의 변형

우수나 지하수가 그라운드 앵커 내부에 침투하여 부식을 야기하고 부식으로 인해 긴장재와 정착도구의 강도저하의 문제점이 발생하는 경우 등을 예로 들 수 있다. 특히, 두부주변에 잡초가 번무하거나 콘크리트의 calcite 성분이 용출하여 두부주변에 유리석회로서 흔적이 남겨져 있는 것으로부터 이러한 변형이 발생하고 있다는 것을 쉽게 감지할 수 있다. 또 두부를 부식으로부터 방호하기 위한 방청유 유출에 따른 방식기능 저하로 부식이 발생하는 문제점도 보고되고 있다.

④ 반력 구조물의 열화·변형

그라운드 앵커 자체에 원인이 없어도 구조물 강도 저하 및 지반의 변형 등에 의해 인장력이 저하되어 비탈면에 변형을 일으키거나 긴장력이 과단했을 경우 그 반동으로 인해 두부가 들뜨는 문제점도 있다. 또한, 반력 구조물의 변형으로 인해 앵커에 기능 저하가 발생하는 문제점도 있다.

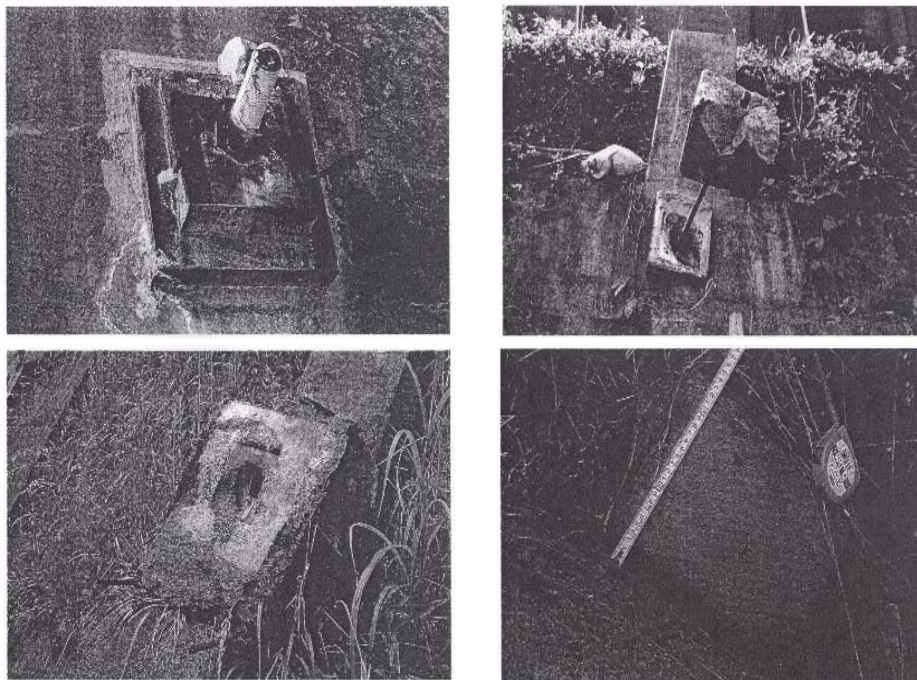


그림 1. 그라운드 앵커두부의 변형 및 손상 (예)

2.3 그라운드 앵커의 변형과 요인

그라운드 앵커의 변형 요인으로는 주변의 지형, 지질의 변화, 호우, 지하수의 변화, 방식재의 열화·유출·부족, 방식 불량, 외력의 작용, 과도한 긴장력의 작용, 긴장재의 부식, 앵커의 인장 저항력의 저하, 앵커 두부 재료의 열화 등을 들 수 있다. 이러한 변형요인은 예상하지 못한 sliding, 앵커의 파단·인발 그리고 비탈면·구조물 등의 변형·붕괴, 앵커두부의 돌출·낙하 등을 발생시키기도 한다.

그림 2는 그라운드 앵커로 보강된 비탈면이나 구조물 등에 발생하는 변형 및 변형요인을 정리한 것이다.

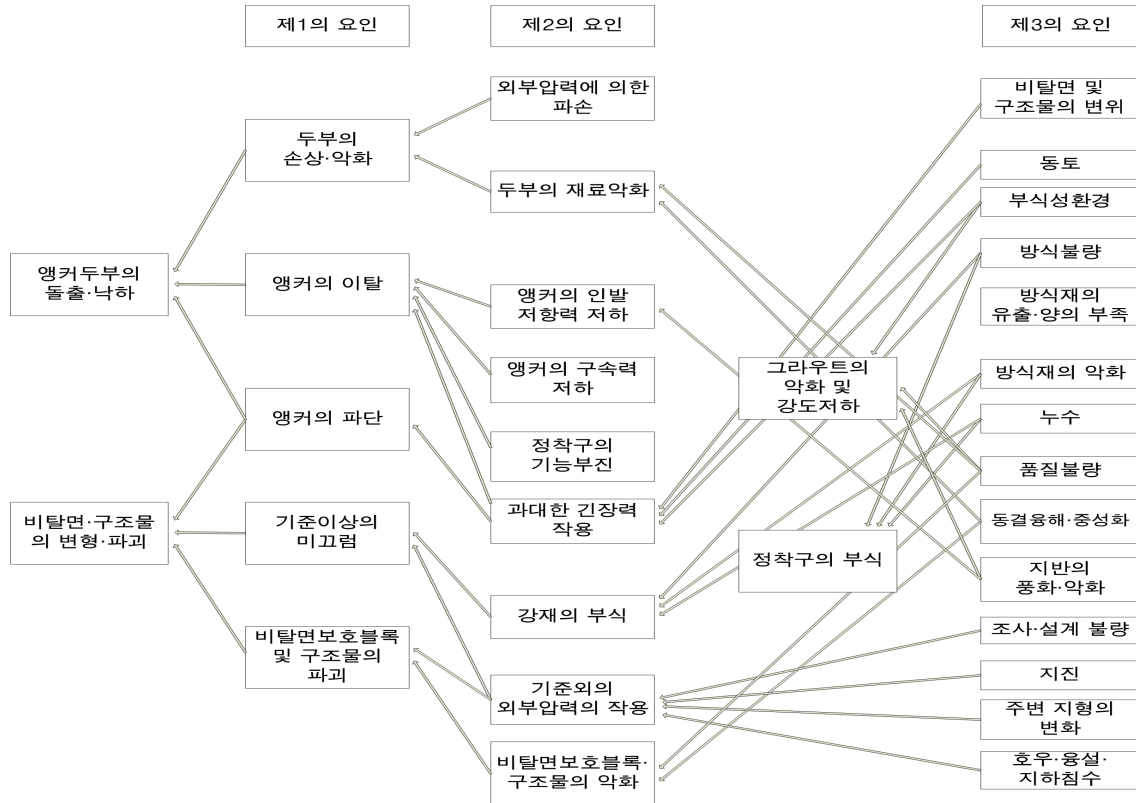


그림 2. 그라운드 앵커의 변형 요인과 관련도

3. 그라운드 앵커의 유지관리 방안

3.1 그라운드 앵커의 유지관리 개요

그라운드 앵커의 유지관리란 기 시공된 앵커 및 앵커로 보강된 구조물이 사용기간 중 그 기능을 충분히 다하는지 여부를 확인하고 필요한 조치에 대해 검토하는 것이다. 그러나 특별한 경우를 제외하고는 아직까지 그라운드 앵커는 시공 후에 계획적으로 유지 관리를 실시하는 경우는 매우 드물다. 그러나 사고를 사전에 막기 위해서, 또는 영구 구조물로서의 기능을 유지하고 사용기간을 연장하기 위해서 기 설치된 그라운드 앵커에 대해서 유지 관리를 실시하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 그라운드 앵커에 점검 빈도나 내용·방법, 건전성의 평가, 대책의 방법 등 방안이 우선적으로 마련되어야 한다.

또한, 새롭게 시공하는 그라운드 앵커에 대해서도 장래의 유지 관리를 효율적·효과적으로 실시하기 위해서는 유지 관리에 필요한 자료, 도면 등을 정비하여 유지 관리에 사용 가능한 상태로 보존하여야 하는데 이를 위해서는 자료를 객관화하는 한편, 다른 정보와 비교 및 호환이 가능한 형태로 전환하여 보존하는 것이 바람직하다. 특히, 그라운드 앵커가 여러 해에 걸쳐 시공되고 있는 대규모 현장의 경우에는 시공 완료 된 공구의 그라운드 앵커에 대한 점검을 실시하여 상황의 변화를 관찰하는 것이 바람직하다.

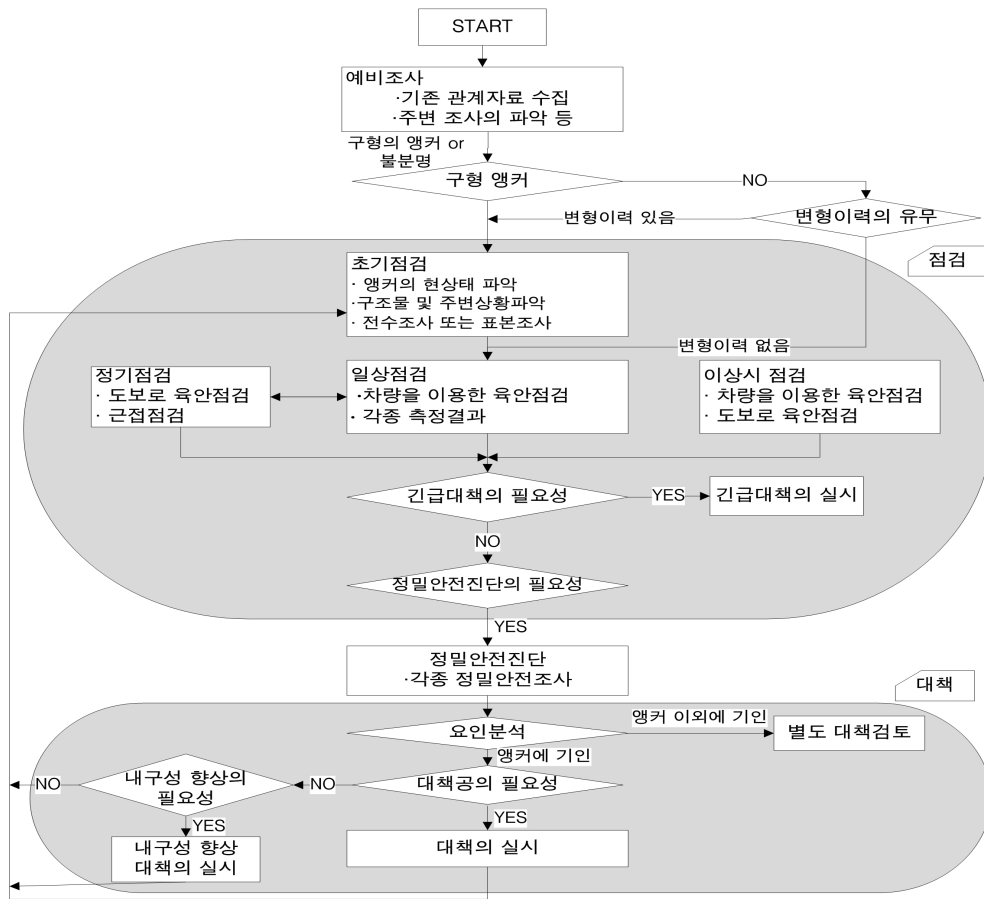


그림 3. 유지관리 흐름도

3.2 조사 및 점검의 종류

3.2.1 예비조사

그라운드 앵커의 현장에 점검·정밀안전진단에 앞서 기존의 자료를 대상으로 한 예비조사를 실시한다. 예비조사의 목적은 유지관리에 필요한 데이터·정보를 수집하는 것이고 그라운드 앵커 및 비탈면·구조물 등의 설계도서 및 유지 관리에 관한 기록, 주변 지형에 관한 자료 등을 조사 대상으로 한다. 예비조사의 결과에 해당 그라운드 앵커가 구형 앵커인 경우에는 일반적인 점검을 하기 전에 그라운드 앵커의 현상을 파악하기 위한 초기점검을 실시하는 것으로 한다. 구형 앵커에 해당하지 않는 그라운드 앵커도 과거에 변형이 확인된 경우에는 초기점검을 실시하는 것이 바람직하다.

예비조사는 문헌조사이며, 원칙적으로 전체를 대상으로 한다. 또한 해당 앵커에 관한 기존의 문헌, 자료의 폐기 등의 이유로 확인할 수 없는 경우는 초기점검을 실시한다.

3.2.2 초기점검

원칙적으로 모든 구형 그라운드 앵커 및 변형이력이 있는 그라운드 앵커는 일상점검에 앞서 초기점검을 실시하는 것으로 하는 것이 바람직하다. 초기점검은 그라운드 앵커의 제원, 앵커두부의 상태, 수압관의 상태에 대해 조사를 실시하는 것이다. 또한, 대상으로 하는 그라운드 앵커는 전수(全數) 조사하는 것이 바람직하다. 초기점검의 결과 안전성에 문제가 있을 가능성이 크다고 판단되는 경우에는 안전성 조사에 의하여 상세한 조사를 실시하여 안전성 평가를 실시해야하며, 조사대장에 조사결과를 기록·보존하여 점검시에 이용하는 것이 바람직하다.

3.2.3 일상점검

일상점검은 원칙적으로 모든 그라운드 앵커를 대상으로 실시한다. 육안점검에 의해 그라운드 앵커 및 앵커두부, 수압구조물의 상태에 대하여 이상 유무를 확인하고, 점검 빈도는 관리 시설의 통상순회(通常巡回)의 빈도를 고려하여 설정하는 것이 바람직하다. 일상점검에 결과 그라운드 앵커에 이상이 발견되었을 경우에는 안전성 조사의 필요성의 판단하여 안전성에 문제가 있는 경우 안전성과 중요도 및 인명피해가 발생할 가능성을 고려하여 긴급 대책의 필요성을 검토하는 것으로 한다. 또, 안전성 조사를 실시하여 보수·보강의 필요성에 대하여 검토하는 것으로 한다.

3.2.4 정기점검

일상점검보다 상세한 점검을 실시하기 위해서 적절한 빈도로 정기점검을 실시한다. 정기점검은 원칙적으로 육안점검을 실시하지만 근접하여 점검을 할 수 있는 경우에는 타음, 계측 등에 의해 상세한 점검을 실시하는 것이 바람직하다. 육안점검으로 점검할 경우에는 원칙적으로 그라운드 앵커 전수(全數)를 대상으로 점검을 실시하는 것으로 하나 타음 검사 등 접촉해서 검사를 실시하는 경우는 일정량을 표본조사로 실시 할 수 있다. 또한, 정기 점검의 결과에 따라 그라운드 앵커의 안전성 판단을 실시하여 안전성에 문제가 있는 경우에는 안전성과 중요도 및 인명피해가 발생할 가능성을 고려하여 긴급 대책의 필요성에 대해 검토하는 것으로 한다.

3.2.5 정밀안전진단

그라운드 앵커의 정밀안전진단은 육안점검과 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가하고 더불어 보수·보강방법을 제시하는 것으로 그라운드 앵커의 정밀안전진단에는 다음과 같은 방법이 있다.

① 사전 조사

사전 조사는 그라운드 앵커의 설치 상태(앵커의 제원, 현장 조건, 주변 환경 등)를 조사하여 건전성의 조사·시험의 계획에 필요한 자료를 얻기 위해서 실시한다.

② 그라운드 앵커두부상세 조사

그라운드 앵커 두부 상세 조사는 두부의 이상 유무를 확인하여 정밀안전진단의 필요성이나 적용성을 확인하기 위하여 실시한다. 육안점검(目視)이나 해머에 의한 개략의 점검을 하여 두부에 이상이 인정 되었을 경우나, 변형이 확인된 경우에 실시하는 것이 바람직하다. 앵커두부의 상세조사에서는 긴장재의 파단·파손 등의 변형이나 정착도구의 부식 상태, 부식의 요인인 배면으로부터의 용수 상태, 긴장력 해제에 가능·불가 판단을 위한 긴장재의 여장, 부식에 영향을 주는 방충유의 충전·변질 상태 등의 확인을 실시한다.

③ 리프트 오프 시험

리프트 오프 시험은 잔존 인장력을 측정하기 위하여 실시하는 시험으로 하중·변위량의 특성과 그라운드 앵커 외관의 자유장이나 앵커의 이상 유무를 확인하는 기준이 되어, 두부 배면 조사, 유지 관리 확인 시험이나 재긴장 실시의 적용성을 판단하는 자료를 얻기 위해서 실시한다.

④ 두부 배면 조사

긴장력을 해제해 두부 대좌를 떼어내는 것이 가능한 그라운드 앵커에 대해 긴장재의 부식 상황, 배면의 방청재의 충전 상황 및 변질의 유무, 방식 구조의 지수성이나 지하수의 침수 상황 등을 조사하여 건전성 평가의 자료로 사용한다.

⑤ 그라운드 앵커의 유지성능확인 시험

유지 성능 확인 시험은 잔존 인장력을 배제한 앵커로 시험을 실시하여 하중·변위량의 관계로부터 그라운드 앵커 내력, 긴장재의 인장강도, 긴장재의 외관의 자유장 등을 확인하여 건전성 평가의 자료로 이용 한다.

⑥ 방청유의 시험

방청유의 시험은 그라운드 앵커 두부 및 두부 배면의 방청유의 변질이나 열화 상태를 조사하는 시험으로 방청재 교환의 필요성을 검토하기 위해서 실시하는 시험이다.

⑦ 모니터링

하중계(로드셀 등)로 모니터링 한 데이터로부터 잔존 인장력의 변화를 해석하여 그라운드 앵커의 건전성 판단이나 향후의 동향을 예측하여 보충 조사 등의 필요성, 건전성을 평가하기 위한 자료를 얻는다.

⑧ 초음파 탐상 시험

초음파 탐상 시험은 초음파를 인장재에 발사하여 그 반사를 측정해 인장재의 손상 상태를 탐상 하는 시험으로 리프트 오프 시험, 앵커 유지 성능 확인 시험이나 재긴장 등을 실시할 때의 건전성 및 앵커 건전성을 평가하기 위한 자료를 수집하기 위해서 실시한다. 초음파 탐상 시험은 인장력을 주기 전에 실시하지만 준 후에 실시하는 일도 있다.

3.2.6 대책공의 필요성

정밀안전진단에 의해 그라운드 앵커의 건전성에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 적절한 대책을 강구 하여 보수·보강을 실시한다.

그라운드 앵커 설치 시에는 공용기간 내에 필요한 성능 확보가 가능하다고 생각하였지만 조사 시점에 그라운드 앵커로써의 역할을 다하지 못할 것이 우려되는 그라운드 앵커는 대책을 강구하고 공용기간 내에 성능을 확보할 필요가 있다고 판단된다. 새롭게 대책을 설계하는 경우에는 당초 설계시의 조건에 얽매이지 않고 현상의 거동을 평가하여 적절한 방법을 선정하는 것이 바람직하다. 또, 선정된 대책은 그라운드 앵커의 복구에 관계없이 다른 공법과 적절한지 여부를 고려해야 한다.

그라운드 앵커의 정밀안전진단은 앵커 1본 마다 건전성을 평가하지만 대책공을 검토하려면 앵커군으로 앵커의 대책공을 검토할 필요가 있다. 그라운드 앵커군으로 대책방법을 검토할 때에는 앵커에 대한 대책을 강구하는 방법 외에 다른 방법을 적용하는 것도 검토할 수도 있다. 벌써 공용기간이 지난 그라운드 앵커에 대해서는 위험 방지를 위해 피복, 긴장력 등 대책을 강구할 필요가 있다.

1) 긴급대책의 필요성

그라운드 앵커 구조물에 변형 및 파단이 발생하여 긴급 대책이 필요하다고 판단되는 경우에는 즉시 대책을 실시하는 것이 바람직하며, 긴급대책에 의해 건전성이 확보된 후에는 일반적인 유지 관리 단계를 적용할 수 있다. 긴급 대책의 필요성의 판단은 점검 시 또는 유지관리의 모든 단계에 이상이 발견되었을 경우에 신속하게 실시하는 것으로 한다.

2) 내구성 향상의 필요성

정밀안전진단의 결과, 현 단계에 있어 대책이 필요하지 않으나 향후 그라운드 앵커의 내구성에 문제가 생길 가능성이 있는 경우에 그라운드 앵커의 내구성을 유지, 향상시키기 위해 필요한 대책을 실시해야 한다.

점검, 정밀안전진단의 결과 건전성에 문제가 있다고 판단되어 대책을 강구한 그라운드 앵커는 필요에 따라서 초기점검을 실시하여 각 앵커 상태를 파악하여 기록에 남긴 후, 점검 등의 유지관리를 계속해야 한다.

3.3 그라운드 앵커의 점검 및 정밀안전진단의 빈도

그라운드 앵커의 유지 관리에 대한 점검을 실시하는 경우에는 그 빈도를 사전에 계획하여 정기적, 계획적으로 실시할 필요가 있다. 빈도에 관해서 일본 지반 공학회 기준에는 명확한 규정은 없지만 육안 점검(目視)은 1~2년에 1회의 일정한 주기로 정기점검을 실시하고, 상세 점검에는 3~5년에 1회의 일정한 주기로 정기 점검을 실시한다고 하는 예를 나타내고 있다. 이외의 각 나라에서도 앵커에 일정한 주기의 정기 점검이나 정밀안전진단의 빈도를 규정해 정기적으로 실시하고 있는 경우가 많은데, 표 1은 이를 정리하여 나타낸 것이다.

표 1. 각국에 있어서의 점검조사의 빈도 (예)

일본 지반공학회	근접 육안점검	1 ~ 2년에 1회의 빈도	
	근접 상세점검	3 ~ 5년에 1회의 빈도	
FIP	부식에 의한 변형검출	시공완료 후 3년까지는 6개월 간격으로 실시	5년 이내의 간격으로 실시
	지반의 변동검출	초기에는 3~6개월 간격, 그 후는 결과에 따라 장기간 실시	
Post-Tensioning Institute (PTI)		초기에는 1~3개월 간격, 그 후는 결과에 따라 2년 이내의 간격	
영국기준 (BS)	부식에 의한 변형검출	시공완료 후 3년까지는 6개월 간격으로 실시	5년 이내의 간격으로 실시
	지반의 변동검출	초기에는 3~6개월 간격, 그 후는 결과에 따라 장기간 실시	
호주 뉴사우스웨일즈주 도로교통청 Prof. Littlejohn		시공완료 후 1년까지는 최초 1주를 기준으로 2배씩 기간을 연장하여 실시	6개월 간격으로 실시
		시공완료 후 2년까지 매 3개월마다 실시	1년 간격으로 실시

이것들을 참고하여 본 연구에는 그라운드 앵커의 점검이나 빈도에 대해 표 2와 같이 제안하고자 한다. 그러나, 그라운드 앵커의 점검이나 빈도는 앵커의 목적, 중요도, 주변 환경 등을 고려하여 현장 조건에 따라 적절히 설정할 수 있다고 판단된다.

표 2. 본 연구에서 제안하는 점검 및 조사빈도

정기점검	시공완료 후 3년까지: 반기별 1회	3년 이후: 년에 1회, 특히 중요도가 높은 것: 반기별 1회 구형 앵커: 반기별 1회
정밀안전진단	시공완료 후 5년 이내에 1회 특히 중요도가 높은 것 혹은 5년이 경과한 경우: 2~3년에 1회	

정밀안전진단 가운데 리프트 오프 시험은 현장에 잭 등의 시험용 기계나 자재를 반입할 필요가 있으므로 자주 실시하는 것은 용이하지 않다. 리프트 오프 시험에 의해 텐돈의 잔존 인장력을 측정하는 것은 하중계가 없을 경우이거나 하중계의 관측 결과로부터 더 많은 텐돈의 잔존 인장력의 측정이 필요하게 되었을 경우이다. 특히 중요한 구조물 주변에서 사용되고 있는 경우, 2~3년 마다 리프트 오프 시험이 실시하고 결과에 의해 재긴장 혹은 하중제하 여부를 결정하여 시행하는 것이 바람직하다.

그라운드 앵커의 점검은 원칙적으로 모든 앵커를 대상으로 하여 실시해야 하나, 점검이나 정밀안전진단을 실시하는 경우에는 몇몇의 그라운드 앵커로 표본조사를 실시하는 경우가 있다. 본 연구에서는 각국의 제도 및 문헌조사 내용을 검토하여 표 3과 같이 점검 및 조사 시 검토를 수행해야하는 앵커의 수를 제안하고자 한다.

표 3. 본 연구에서 제안하는 점검조사 앵커수

점검조사		앵커수의 기준
초기점검		해당앵커 전부
일상점검		해당앵커 전부
정기점검 (근접점검)	육안점검	육안점검
	해머 등을 이용한 타음검사 등 직접적인 검사를 행하는 경우	10% 또는 3분 이상
정밀안전진단	두부 상세조사(두부노출조사)	20% 또는 5분 이상
	리프트오프 시험	10% 또는 3분 이상
	두부배면조사	5% 또는 3분 이상
	유지성능 확인시험	5% 또는 3분 이상
	잔존인장력의 모니터링(하중계 설치)	10% 또는 3분 이상

4. 그라운드 앵커의 유지관리 기록

예비 조사에 대하여 수집한 데이터·자료 등은 유지 관리 단계에 있어서 이용하기 쉬운 형태로 정리할 필요가 있다. 정리는 가능한 한 일반적인 양식에서 정리하는 것이 바람직하고, 유지관리카드를 이용하여 정리하면 점검항목과 관리항목이 정리되는 것과 동시에 여러 현장을 관리할 때에도 공통 시점에서 관리를 할 수 있어서 이상 시나 건전성 평가 시에 객관적인 판단을 할 수 있다고 판단된다. 유지관리단계 기록의 구성을 그림 4에 나타내었다. 앵커의 기록의 작성에 있어서는 알기 쉽게 앵커에 번호를 붙여 유지 관리를 실시하여 데이터를 관리하는 것이 바람직하다.

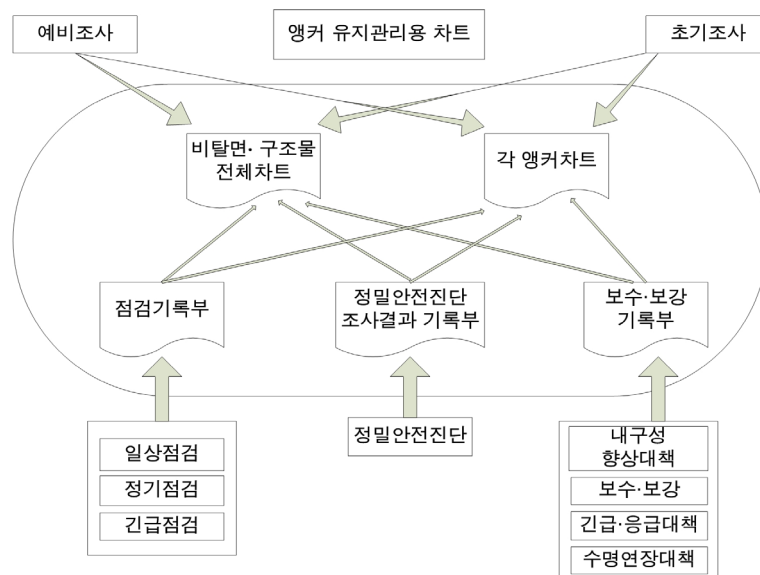


그림 4. 유지관리 기록의 구성

- ① 일상점검, 긴급점검에 대해서는 전수(全數) 조사에 이상이 확인되었을 경우에만 기록을 남겨도 되지만 정기 점검 결과는 이상 유무에 관계없이 매회 점검 결과를 기록하여야 한다. 이 경우 사진도 기록으로서 남기는 것이 바람직하다.
- ② 정밀안전진단의 결과는 조사보고서 또는 조사 기록부로서 기재하여 지반 조사 결과, 설계도서, 시공 계획, 재료 품질 기록, 삭공(削孔)기록, 주입 기록, 긴장시 시험 기록, 정착시 긴장력 및 점검기록부 등과 함께 보존해야 한다. 기록의 보존 기간은 앵커의 공용기간으로 하는 것이 바람직하다. 기록의 보존은 앵커 구조물의 소유자 또는 관리자로 한다.
- ③ 각종 대책의 실시 내용은 대책 기록부에 기록하여 보존하여야 한다.

보수·보강의 실시한 내용은 사양, 방법, 사용 재료, 및 실시 전·후의 사진을 기록으로 남겨 점검 기록이나 정밀안전진단 기록과 함께 보존하여야 한다.

조사 결과는 이후의 장기간에 걸친 데이터의 보존, 갱신을 쉽게 실시하기 위해서 가능한 전자 데이터의 형태로 보존하는 것이 바람직하다. 또, 데이터의 보존은 예기치 못한 데이터의 소실 등에 대비하여 반드시 백업을 할 필요가 있다고 판단된다. 효율적인 유지 관리를 위해서는 앵커의 조사 계획, 설계, 시공을 거쳐 사용까지의 라이프 사이클을 통해서 각종의 기록을 일괄적으로 관리하여 활용하는 것이 바람직하다.

5. 결론

본 연구에서는 그라운드 앵커의 유지관리 소홀로 인해 생기는 문제점을 알아보고 유지관리·점검에 대한 방안을 제안해 보았다.

- 1) 국내의 그라운드 앵커의 경우 전문적인 설계·시공·유지관리 기준이 마련되어 있지 않아 그라운드 앵커의 내구성 및 정확한 시공을 기대하는 것은 어려운 일이다. 그러한 상황 속에서 문제점을 분석한 결과 설계상의 문제점, 제작상의 문제점, 시공상의 문제점, 유지관리 상의 문제점이 있다고 판단되었다. 또한, 그라운드 앵커를 장기간의 사용하게 되면 앵커두부의 변형, 앵커두부의 손상, 앵커두부 주변의 변형, 반력 구조물의 열화·변형 등 내구성이나 기능에 관한 문제가 생김을 알 수 있었다. 따라서, 전문적인 설계·시공·유지관리 기준마련이 시급하다고 판단된다.
- 2) 유지관리·점검은 시공된 그라운드 앵커 및 그라운드 앵커로 보강되는 구조물이 사용기간 중 그 기능을 충분히 다하는지 여부를 확인하고 필요한 조치에 대해 검토하는 것으로 흐름에는 예비조사, 초기점검, 일상점검, 정기점검, 정밀안전진단 등으로 이루어지며, 정밀안전진단결과에 따라 대책공의 필요성 판단이 이루어지는 것이 바람직하다.
- 3) 그라운드 앵커의 점검 및 정밀안전진단의 빈도는 그라운드 앵커의 목적, 중요도, 주변 환경 등을 고려해 결정하고, 그라운드 앵커의 각 단계에 있어서의 기록은 유지 관리의 단계에서 이용이 용이하게 정리하여 보존하는 것이 바람직하다. 유지관리 기록은 유지관리카드를 이용하여 정리하면 점검이나 관리 항목이 정리되는 것과 동시에 여러 현장을 관리할 때에도 공통 시점에서 관리가 가능하여 이상시나 정밀안전진단 평가 시에 객관적인 판단을 실시하기 쉽다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통기술평가원의 건설기술혁신사업 연구과제 “앵커구조물에 관한 설계, 시공 및 유지관리 지침개발”의 지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 그라운드앵커기술협회(2004), 그라운드앵커공법 설계시공지침, 과학기술, pp.283~289
2. 다산이엔지 (2007), 부산 제2롯데월드 굴착공사 현장 흠막이 구조물 안전성 검토보고서
3. 장범수 외(2003), 안전점검 및 정밀안전지침 세부지침(절토사면), 한국시설안전공단
4. 장범수 외(2003), 안전점검 및 정밀안전지침 세부지침(옹벽), 한국시설안전공단
5. 남흥기 역(2005), 그라운드 앵커 설계·시공기준, 동해설, (주)코리아에스이기술연구소, pp.155~165
6. 장범수 외(2006), 건설교통부 제정 건설공사비탈면 유지관리지침, 한국시설안전공단, pp.159~161
7. 장범수 외(2006), 건설교통부 제정 건설공사비탈면 표준시방서, 한국시설안전공단, pp.159~161
8. 장범수 외(2006), 건설교통부 제정 건설공사비탈면 설계기준, 한국시설안전공단, pp.159~161
9. (社)日本アンカー協會(2008), グラウンドアンカー維持管理マニュアル, 鹿島出版會
10. 淸州大學校 敎援 尹志善 譯(1992), 그라운드앵커 工法, 區美書館, pp.303~318
11. Stuart Littlejohn(2007), "International Conference on Ground Anchores and Anchored Structures in Service 2007"