

구조물기초 설계 기준

백세환^{*1}, 이장덕^{*2}, 이명환^{*3}, 남순성^{*4}, 정상섭^{*5}

제1장 지반조사

1. 현황

현 구조물 기초 설계 기준은 1986년 출간되었던 건설부 제정 “구조물기초 설계 기준 해설”을 1997년 대폭 수정한 것으로 사면안정이나 연약지반 처리 등과 같이 아예 삭제되어 버린 부분도 있고 나머지 부분도 거의 새로 작성하다시피 했을 정도로 많은 수정이 있었으며 이는 지반조사 부분도 예외는 아니어서 가급적 국내에서 최근 이루어지고 있는 지반조사의 방향과 추세를 반영하려 한 노력이 있었다.

구조물기초 설계 기준의 지반조사 편에 대해 현장 토질 기술자로 느끼는 점을 우선 요약하자면 지반조사 편을 매우 형식적으로 다루고 있는 기존의 시방서, 규정집 및 지침서 등과는 달리 부분적으로나마 가급적 자세히 다루려는 흔적이 있어 환영할만 하지만 그럼에도 불구하고 지나치게 미해군시설 공병사령부 설계지침서(이하 NAVFAC DM 7.1)를 인용함으로써 우리의 조사 현실과는 다소 상이한 설명이 그대로 수록되거나 정작 필요한 부분이 누락된 것은 아쉬운 대목이라 할 수 있겠다.

구조물기초 설계기준의 제 2 장 지반조사 편은 다음과 같이 구성되어 있다.

주)상기저자는 각 장별 집필자 순서임

- *1 정회원, (주)도화지질 대표이사
- *2 정회원, 도우 엔지니어링 대표이사
- *3 정회원, 파일테크 대표이사
- *4 정회원, EJ TECH 대표이사
- *5 정회원, 연세대학교 공대 토목공학과 부교수

| | |
|---------------------|------------|
| 2.1 흙과 암반의 분류 | pp. 9~41 |
| 2.2 현장조사 및 시험 | pp.44~60 |
| 2.3 실내시험 | pp.74~101 |
| 2.4 현장계측 | pp.103~109 |

2. 개선 및 보완사항

지반조사 편에서 우선 특기할만한 사항은 흙과 암반의 분류(2.1절)에 많은 지면을 할애하고 있는 점인데 흙의 분류에서는 공학적인 분류에 우선하여 거시적인 측면에서 흙을 우선 생성형태 및 기원(origin)에 따라 분류하고 있으며 대부분 현장에서의 감각에 의존하게 되는 유기질토의 분류방법을 NAVFAC DM7.2를 인용하여 매우 자세히 기술한 점이 특이하다. 암반의 분류는 더욱 자세히 기술되어 있어 강도에 의한 분류, 공학적 분류(RMR, Q method) 등 현업에서 사용되고 있는 거의 모든 종류의 분류법을 다루고 있다고 해도 과언이 아니다.

2.2 절 현장조사 및 시험에서는 여타의 시방 및 지침서와 같이 기본적인 조사의 4단계를 잘 설명하고 있으며 이외 물리탐사, 보링 및 시굴조사, 시료채취, 관입시험 등에 대해 세부적으로 설명하고 있는데 이는 물론 NAVFAC DM7.1의 분류를 그대로 인용한 것이긴 하지만 국내 현실에서는 현장시험부분을 관입시험과 특성시험, 즉 사운드링(sounding)과 비사운드링으로 나누어 설명하는 것이 오히려 기술자의 이해를 쉽게 하지 않았을까 판단된다. 즉 관입시험은 표준관입시험과 콘관입시험만을 따로 분리하여 설명하고 있으며 이후 흙과 암반의 현장시험부분에서

배인시험이라든가 포켓관입시험 등에 대해 설명하고 있는데 이는 모두 sounding 의 일종이므로 하나의 카테고리로 묶어서 설명하는 것이 좋았을 듯 싶다. 물론 표준관입시험은 양적인 면에서 국내 조사의 거의 대부분을 차지한다고 볼 수 있으므로 분리하여 자세히 설명하려는 의도가 있었을지 모르나 그럼에도 불구하고 정작 설명은 매우 간단하여 따로 분리할 이유가 없을 것으로 보인다. 한편으로는 표준관입시험에 대한 설명을 과감하게 생략한 것은 지나치게 표준관입시험에만 의존하는 잘못된 국내 지반조사의 방향을 가급적 개선하고자 하는 의도에서 비롯된 것으로 이해되기도 한다. 즉 표준관입시험이 지반조건에 관계없이 무조건적으로 수행되고 (표준관입시험이 생략된 지반조사는 지금껏 단 한 차례도 경험한 바가 없다!) 거의 대부분의 설계에서 표준관입시험의 N치만이 사용되는 현실에 대해 많은 기술자들이 이미 그 문제점을 파악하고 개선에 대한 필요성을 언급하고 있으나 보통 지반조사의 오류는 계획 단계부터 잘못되는 것이 보통이므로 이미 수행된 조사 결과를 이용하는 데 있어서는 이런 관행을 따르는 것이 그대로 묵인되고 있는 실정이다.

표준관입시험과 같이 관입시험 부분에서 다루고 있는 콘관입시험 또한 설명이 지나치게 간략하여 이 부분만 읽어서는 충분히 이해하기 어려운 것이 사실이다. 유럽에서 개발된 콘 관입시험은 모든 종류의 현장시험이 그렇듯이 지반 조건에 따라 그 적용에 차이를 두어야 함에도 불구하고 국내에서는 이렇게 세분화된 기준이 없고 일괄적인 통념에 따라 시험이 수행되는 예가 많으므로 이 부분에 대한 고찰이 필요한 실정이다. 예를 들어 국내에서의 콘의 적용이 연약지반에 국한된 점을 고려하여 최소한 적합한 콘의 용량과 콘 시험 결과로부터 대표적인 점성토의 공학적 성질인 비배수 강도와 압밀특성 등을 추정할 때 주의할 점 등을 간략하게나마 다루었으면 어떨까 한다. 콘의 규격에 대해서도 58쪽에서 설명하듯이 콘의 규격이 2ton과 10ton 만이 있는 것은 아니며 1ton, 20ton 규격의 콘도 엄연히 국내에서 사용되는 실정

이다. 이런 콘의 규격을 선택함에 있어 지반 조건이 전혀 고려되지 않고 무조건 큰 용량의 콘을 사용해야 좋다는 것이 대표적으로 잘못된 인식이라 할 수 있는데 국내 해안지역과 같이 초연약지반에서 20ton 정도의 대용량 콘을 사용하다가 센서의 감도가 불량하여 매우 정교하게 측정되어야 할 국부 마찰력에 큰 오차를 보일 수도 있으므로 유의하여야 한다.

보링에 대한 설명에서도 역시 NAVFAC DM7.1 를 그대로 인용한 결과 표 2.25에 보인 바와 같이 EX, AX, BX, NX 규격의 시추공에 대해 설명하고 있으나 이 중 국내 조사에서 사용되는 것은 BX, NX 규격 뿐이며 오히려 NX 규격 이상의 HX 규격이 사용된 예가 간혹 있으므로 이 부분 설명을 첨가하는 것이 바람직하겠다. 또한 시추공의 규격에 대해서는 실무에서 "NX가 BX보다 무조건 정교하고 진보된 시추 방법"이라는 잘못된 통념에 부딪치는 경우가 많은데 이를 바로 잡기 위해서는 각 규격의 시추공이 필요한 예와 장단점에 대해서도 간략히 언급하여 기술자들의 이해를 돕는 것이 좋겠다.

지하수위 측정에 있어서 피조미터를 이용한 장기적인 지하수의 변동상황을 측정하는 것은 현실적으로 조사시보다는 계속시에 수행되는 경우가 대부분이며 시추조사의 경우 시추 종료 후 약 5~6회 이상에 걸쳐 시추공내의 지하수위를 측정하고 주상도에 기록하는 것으로 대신하는 경우가 많다. 즉 조사 시점의 지하수위를 측정하는 것이므로 조사 시점이 건기나 우기나에 따라 후에 지하수위 변동 상황에 따른 지반조건의 변화가 연관되는 경우가 많으므로 이에 대한 설명을 첨가하고 지하수위 측정 부분을 계측 부분에 통합하는 것이 현실적이지 아닐까 판단된다.

한편 흙의 강도시험에 대해서는 전술한 바와 같이 포켓관입시험기, 토오베인(torvane)시험기, 배인전단시험기 등 전단강도를 직접 측정할 수 있는 시험 방법과 공내재하시험 및 평판재하시험 등 흙의 변형 특성, 즉 탄성계수를 측정할 수 있는 시험 방법들이 아주 간략하게 소개되고 있다.

반면에 투수 시험에 대해서는 비교적 상세하게 설

명을 하고 있으며 폐기물 매립지에서의 조사 등에서 반드시 필요한 가연성 기체의 탐지에 대해서도 설명하고 있다.

실내시험에서는 각 시험의 종류를 측정하고자 하는 흙의 성질에 대해 잘 분류하고 있으며 시험으로부터 얻어진 데이터의 해석 방법과 적용에 있어서의 주의할 점까지 기술하고 있어 많은 도움이 되고 있다. 세부적으로는 물성시험의 경우 역시 투수 시험에 대해 자세히 기술하고 있는 것이 특징이며 압밀 시험의 경우에는 표준압밀시험만을 소개하고 있는 여타의 시방과는 달리 일정변형률압밀시험(Constant Rate of Strain, CRS)과 동수경사 조절방법(Gradient Controlled Test, GC)을 소개하고 있는 것이 차이점인데 앞으로 이 부분에 대해서는 많은 검증 거쳐 이러한 시험 방법들이 기존의 표준압밀시험을 대체할 수 있다는 충분한 데이터베이스를 확보하는 것이 중요하다고 하겠다.

동적시험에 대해서는 진동삼축압축과 공진주 시험 등의 실내시험만을 소개하고 있는데 다운홀(Downhole), 크로스홀(Crosshole) 등 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 현장 시험에 대해서도 소개하고 양자의 장단점을 간략하게라도 비교 분석하는 것이 현장 기술자들이 적합한 시험 계획을 수립하는데 도움이 될 수 있을 것이라 판단된다.

한편 흙의 다짐 특성에 대해서는 표2.39에서 다짐 정도에 따른 흙의 개략적인 물성치 및 강도 등을 제시하고 있는데 수정 다짐과 표준 다짐에 대한 설명이 누락된 상태에서 다소 오해를 불러일으킬 소지가 있으며 따라서 표준 다짐과 수정 다짐에 대한 간략한 설명을 첨부하는 것이 바람직하겠다.

현장계측 부분은 내용이 비교적 간단함에도 불구하고 계측의 목적과 시스템이 일목요연하게 매우 잘 설명되어 있어 전반적인 지침서로서 부족함이 없으며 계측 계획 수립과 항목 등에 대해서도 기술자의 이해를 충분히 돕고 있다.

제2장 얇은기초

1. 현황

1997년에 개정된 구조물기초 설계 기준의 얇은기초 설계편의 구성은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다.

(1) 지지력

① 이론적 지지력산정

이론적 지지력산정 방법중 Meyerhof 공식을 기준으로 하중조건, 지하수위, 지반조건별, 극한 지지력 산정방법에 대하여 기술하였고 계산 예까지 보이고 있다.

② 경험적 지지력산정

과거의 경험 및 시험결과등을 근거로하며, 대략적인 지반조건에 따른 지지력의 분포를 보여주고 있다.

③ 현장시험을 이용한방법

④ 암반의 지지력

(2) 응력분포

Boussinesq 식을 이용하여 깊이별 응력 증가를 도표로 구하였으며 구형, 원형, 하중에 의한 깊이별응력 증가에 대해 서술하였다.

(3) 침하량 계산

(1) 평판재하에 의한 침하량 산정

(2) PMT

(3) 탄성이론에 의한 산정

(4) 영향변형계수를 이용한 탄성침하산정

(5) 압밀침하

(4) 설계시 고려사항

근입깊이, 기초형식, 독립기초크기 부식방지 등에 대해 검토하였음.

(5) 설계절차 로 구성되어있다.

2. 개선방향

(1) 서술순서

얕은기초의 설계에서 검토해야 하는 항목은 지지력과 침하량이므로 다음과 같은 목차로 시방서의 검토항목을 다음과 같이 이원화시키는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

지지력

- 1) 흙의 지지력
 - (1) 이론적지지력 공식
 - (2) 경험적 지지력
 - (3) 현장시험을 이용하는 방법
 - (4) 평판 재하시험
- 2) 암반의 지지력

침하

- 1) 지반응력분포
- 2) 즉시침하 (비배수침하)
 - (1) 탄성이론
 - (2) 현장시험을 이용하는 방법
 - (3) 반 경험적 공식
 - (4) 수치해석에 의한 침하량 계산
- 3) 압밀침하 (배수침하)
- 4) 허용침하량

얕은기초 설계 시공시 주의사항

(2) 지지력공식

이론적지지력공식에서 Meyerhof공식 뿐 아니라, 다른 공식들을 소개하고 그 차이점들을 도표화하여 사용자가 선택적으로 사용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

또한 실제 건축구조물기초로 많이 사용되고 있는 mat기초에 대한 내용도 첨부하는 것이 실무에 도움이 될 것이다.

암반의지지력은 국내현장여건상 많이 사용되어야 하는 부분으로 Goodman, Hoek & Brown, Barton, Bieniawski 등에 대하여 상세히 다룰 수 있도록 하면 실제 풍화암, 연암등에 얕은 기초를 설치하는 경우 실무자들에 도움이 많이 될 것이다.

평판재하시험은 설계시 계산된 지지력을 시공시 확인하는 시험으로 시험방법 및 해석에 대해 간단히 설명하면 실무자들이 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

(3) 침하

기초로 전달되는 구조물 하중에 의해 지반중에 침하가 발생하므로 지반의 응력분포를 침하의 소재목으로 포함시키는 것이 좋을 듯합니다. 지중응력을 계산하는 Boussinesq 식을 이용시 적용되는 가정, 한계등을 서술하여 사용자의 이해를 돕도록 하는 것이 좋을 것 같다. 이러한 가정들은 수치해석방법으로 지중응력을 구할 때 도움이 될 것이다.

또한 침하량 계산도 즉시침하 (비배수 침하)와 압밀침하 (배수침하)로 구분하여 침하량 구하는 방법을 구분하는 것이 필요하며 점토지반이라고 해서 무조건 압밀침하량만 구할것이 아니라 OC점토의 경우 비배수침하가 전체침하량의 60%정도를 차지하므로 OC 점토의 비배수 침하량을 구하는 방법도 내용에 첨부하는 것이 필요 할 것이다.

수치해석프로그램(FDM, FEM)이 사용자들이 편하게 쓸 수 있도록 되어가는 추세이므로 이론적 배

경을 모르더라도 실무에서 수치해석이 많이 사용되고 있다. 그러므로 침하량 구하는 방법에도 수치해석프로그램에 의한 방법을 포함시키는 것이 필요할 것으로 판단된다.

(4) 얽은기초 설계, 시공시주의사항

지하수위가 높은 화강풍화토(마사토)에서 평판재 하시험 또는 시공시 주의 사항 등 실제 실무자가 현장에 접하는 내용을 이곳에 포함시키는 것이 바람직할 것이다.

제3장 깊은기초

1. 현황

1997년도에 개정된 한국지반공학회편 현행 구조물 기초설계기준의 제 4장 깊은기초는 아래와 같은 목차로 구성되어 있다.

- 4.1 일반
- 4.2 말뚝의 축방향 허용지지력과 침하
- 4.3 말뚝의 횡방향 허용지지력
- 4.4 말뚝기초의 설계와 시공
- 4.5 말뚝재하시험
- 4.6 피어기초
- 4.7 케이슨기초

이 목차는 원래 1986년도편 구조물 기초설계기준의 제 4장 말뚝기초와 제 5장 피어 및 케이슨을 합쳐 1개의 장으로 재구성한 형식을 취하고 있다. 그러나 그 내용에 있어서는 1986년도편과 비교해 볼 때 상당히 많은 개선이 있었음을 알 수 있다. 주요한 개선 내용을 열거해 보면 아래와 같다.

(1) 시공성 개념의 도입

말뚝의 설계 하중은 말뚝이 실제 지반내의 어떠한 지반조건까지 관입될 수 있는지에 가장 큰 영향을 받는다. 이러한 항타 시공 관입성분석을 고려하지 않고 단순히 지반조사 내용만을 토대로 하여 말뚝의 선단부가 N값이 50인 지층까지 관입되는 것을 전제로 하는 과거의 설계관행은 따라서 현실과 큰 차이가 있을 수밖에 없었다. 1997년도에 개정된 내용에는 이 부분을 보완하여 설계의 신뢰도를 향상시켰다.

(2) 시간경과에 따른 지지력 변화 개념의 도입

지난 약 10년간 국내외의 연구 결과에 의하면 말뚝의 지지력은 시공후 경과한 시간에 따라 변화한다는 것이 확인되었다. 시간경과에 따라 말뚝지지력이 증가하는 지반조건에서 이러한 조건을 고려하지 못할 경우 과잉시공으로 경제성 저하는 물론이고 과잉 항타로 인한 말뚝재료 파손 가능성도 높아진다. 반대로 시간경과에 따라 말뚝지지력이 감소하는 지반 조건에서 이를 설계 또는 시공에 반영하지 못할 경우에는 대형 사고까지 발생시킬 수 있다. 1997년 개정편에서는 이 내용을 보완하여 설계의 안전성과 경제성을 크게 개선하였다.

(3) 안전율의 개선

1986년도편에서는 극한지지력 산정 방법과 관계 없이 극한지지력에 일률적으로 3.0의 안전율을 적용하도록 규정되어 있었다. 즉 지반조사 내용을 토대로 하여 계산식을 적용하거나 실제 시공후 말뚝재하 시험을 실시하는 경우 모두 구분 없이 같은 값의 안전율을 적용하였다. 이 때 적용하는 안전율 3.0은 선진외국의 경우와 비교할 때 지나치게 높은 값이며, 따라서 국내 말뚝기초 기술 발전에 지장이 되어왔다. 1997년 개정편에서는 계산식에 의한 극한지지력에는 종전과 같이 3.0의 안전율을 적용하도록 하였으

나 말뚝재하시험을 실시하는 경우에는 안전율을 이보다 낮은 값을 적용할 수 있도록 하여 설계의 선진화를 도모하였다.

(4) 저공해 말뚝 공법의 소개

1990년대 이후 국내에서도 말뚝기초의 항타시공으로 인한 지반진동, 소음 등 건설공해 문제가 제기되어 실무에서는 선굴착 공법과 같은 저공해 말뚝공법의 적용이 일반화 되었다. 그러나 1986년도편에는 이들 저공해 말뚝공법에 대한 내용이 없었기 때문에 실무에서의 애로가 많았는데 1997년 개정편에는 이 부분이 보완되었다.

(5) 말뚝재료의 보완

1986년도편에는 기성콘크리트말뚝의 경우 RC 및 PC 말뚝이 취급되었으며 H말뚝에 대해서는 구체적인 내용이 취급되지 못하였다. 그러나 1992년부터 우리나라에 적용되기 시작한 PHC말뚝은 현재 전체 기성콘크리트말뚝의 대부분을 차지하고 있으며 H말뚝도 적용실적이 증가하고 있다. 1997년도 개정편에서는 이들 말뚝재료에 대한 내용이 보완되었다.

(6) Meyerhof 공식의 수정

국내의 말뚝기초 설계에서 가장 보편적으로 많이 사용되는 Meyerhof 공식에서 극한 선단지지력 부분에 대하여 국내의 연구 결과 및 외국의 설계기준 등을 반영하여 공식을 수정한 내용이 반영되었다.

이밖에 말뚝의 정재하시험 결과 해석 방법의 보완, 말뚝의 타입응력 검토 등의 내용이 보완되었다.

2. 개선 및 보완이 필요한 부분

앞에서 설명한 바와 같이 1997년도에 개정된 내용은 과거 1986년편에 비하여 상당히 많은 부분에서 보

완이 되었다. 이러한 내용은 근래의 말뚝기초에 대한 연구결과를 많이 반영한 것으로 선진 제국의 설계기준과 비교하더라도 뒤떨어짐이 없다고 평가할 수 있다. 특히 최근 입수한 미 공병대의 시방서 내용에도 우리가 1997년에 개정한 내용이 포함되는 것을 볼 때 더욱 그러하다.

1997년 개정편의 내용은 이와 같이 여러 가지 내용이 보완되어 있기는 하지만 이를 실무에 적용하는 과정에서 아래와 같은 몇가지 문제점들이 제기 되었으며 이러한 부분들은 향후 구조물기초설계기준을 개정하는 기회에 고려할 필요가 있을 것이다.

(1) 기성콘크리트말뚝 재료의 허용하중 산정 방법

현재 우리나라에서 사용되는 기성콘크리트말뚝은 모두 원심력 성형방법으로 제조되고 있으며 프리스트레싱된다. 1997년 개정된 내용에는 PC 및 PHC 말뚝의 재료 허용하중은 콘크리트 압축강도의 25%를 기준으로 하도록 규정되어 있으며 프리스트레싱에 대한 고려는 되지 못하고 있다. 실제로 PC 및 PHC 말뚝은 모두 프리스트레싱되어 있는데, 말뚝재료의 허용하중을 결정할 때에는 이 프리스트레싱을 고려해야만 한다. 그러나 PC 및 PHC 말뚝을 사용하고 있는 일본에서도 프리스트레싱 고려에 대한 분명한 규정은 없는 실정이며, 기관에 따라 상이한 기준이 적용되고 있다. 따라서 향후 이 기준을 개정할 때에는 이 부분이 고려되어야 하겠다.

(2) 현장타설 콘크리트말뚝 재료의 허용하중 산정 방법

현행 구조물 기초 설계기준에서는 현장타설 콘크리트말뚝의 재료 허용하중은 콘크리트 압축강도의 25%(비수중타설) 또는 20%(수중타설)를 적용하며 여기에 일정한 상한 한계를 추가로 적용하도록 규정되어 있으며 콘크리트 내의 철근을 고려하여야 하

는지에 대해서는 언급이 없다. 반면 외국에서는 철근에 대해서도 재료의 허용하중을 고려하는 경우가 많이 있다. 그 결과 동일한 규격의 말뚝에 대하여 외국의 설계 내용과 우리나라의 설계 내용이 크게 상이한 경우가 많이 발생하고 있다. 국내에서도 건축의 경우에는 외국의 설계기준을 원용하여 철근을 포함하기도 하고 있는바 이 문제에 대해서 향후 기준의 개정시 조정이 필요하다고 판단된다.

(3) 저공해 말뚝 공법의 보완

앞에서 설명한 바와 같이 1997년 개정판에는 선굴착 공법에 대한 내용이 일부만 포함되어 있다. 그러나 그 내용은 선굴착후 최종항타 공법과 같은 과정에 시멘트풀을 주입하는 공법 등에 불과하여 최근 국내에서 시행되는 공법들을 모두 포함하지 못하고 있다. 그 결과 저공해 말뚝 공법에 대해서는 구조물 기초 설계기준이 설계에 도움이 되지 못하고 있다. 따라서 향후 이 부분에 대해서도 보완이 필요하다.

(4) 시간경과효과에 대한 보완

1997년 개정판에는 시간경과에 따른 말뚝지력 변화 현상에 대하여 극히 간단하게 언급하고 있다. 이 현상은 실제 말뚝기초의 지지력에 가장 치명적인 영향을 미치는 요소가 되기도 한다. 예를 들면 시공시의 기준으로 보면 충분한 정도까지 항타 관입 시킨 말뚝의 지지력이 시간이 경과함에 따라 감소한다면 구조물의 안전이 문제될 것이다. 반면 시공후 말뚝지력이 급격히 증가하는 것을 인식하지 못하고 시공시 말뚝의 설계하중을 확보하기 위하여 불필요하게 과잉 시공하여 말뚝재료 파손을 유발하는 것도 방지하여야 한다. 이러한 말뚝지력 특성으로 볼 때 현재 구조물 기초 설계기준에 언급되어 있는 내용으로는 부족하며 보다 체계적인 보완이 요구된다.

이상의 내용들은 현행 구조물 기초 설계기준에서 보완이 시급히 요구되는 부분들이다. 이 외에도 다

른 많은 내용들이 보완되어야 할 것이다. 다만 구조물 기초 설계기준과 같이 중요한 기준의 경우, 보다 많은 전문가들의 의견을 장기간에 걸쳐 수렴하는 과정을 통하여 보완하는 것이 좋을 것으로 제안된다.

제4장 옹벽, 흙막이 구조물

1. 현황

구조물기초 설계 기준이 1971년 12월에 제정된 이래로 1986년 11월과 1997년 2월 등 2차례에 걸쳐 개정되었다. 그 과정에서 가장 오래된 구조물 중의 하나인 옹벽 및 흙막이구조물에 대해서도 사회환경 변화 및 기술의 발전에 따라 여러 가지 내용들이 첨삭되거나 개정되어 현재 사용 중이다. 그러나 근년에 들어 국내 사회환경의 변화 양상은 더욱 빨라지며, 경제발전과 더불어 삶의 질에 대한 관심이 높아져 도심에서의 중요구조물에 근접한 깊은 굴착의 시도나 과거에는 지하굴착공사를 피하던 연약지반에서의 깊은 굴착의 시행 등 어려운 기술적인 여건과 더불어 주위에 어떠한 피해도 용납하지 않는 분위기가 조성되었다. 이에 따라 지금까지 사용되지 않던 여러 가지의 새로운 기술과 기준이 요구되어 현재의 시방이나 기준으로는 다소 부족한 점이 있어 개정의 속도 또한 점차 빨라져야 할 것이다. 우선 과거 개정사항을 아래에 발췌하여 서술해 보았다.

(1) 옹벽

1. 옹벽에 작용하는 토압산정 방법이 '97년 개정판에서는 '86년 개정판에 비해 세분하여 서술되었다.
2. 보강토 옹벽의 설계가 '97년 개정판에서 새로이 추가되었다.
3. 어스앵커설계는 '86년 개정판 "제8장 옹벽"에

서 '97년 개정판 제6장 "가설토류구조물" 로 이전되었다.

4. 석축 및 블록쌓기('86년 개정판 8.5절)가 '97년 개정판에서는 삭제되었다.
5. '86년 개정판의 "8.6 옹벽의 종류별 선정 기준" 절이 '97년 개정판에서는 삭제되었으며, "5.1.1 옹벽의 형상" 절에 내용이 포함되었다.

(2) 흙막이 구조물

1. '97년 개정판에서는 "6.3 토류벽의 해석방법", "6.5 지하연속벽", "6.6 근접시공", "6.7 계측" 이 새로이 추가되었다.
2. '86년 개정판에서는 "9.5 안정한 근입깊이" 절에서 흙막이 벽의 근입깊이 산정에 대한 사항을 언급하였으나, '97년 개정판에서는 "6.4 토류구체의 안정" 절로 부재단면의 설계, 그라운드 앵커 지지구조의 안정 등을 세분화하여 언급하였다.
3. '86년 개정판의 "9.6 주변지반의 침하"는 '97년 개정판 "6.6.2 배면 지반 침하와 인접 구조물에 대한 영향 예측" 절에 포함되었다.
4. '86년 개정판의 "9.7 지하수의 처리"는 '97년 개정판에서는 삭제되었다.

2. 개선 및 보완방향

본 기준에서 개선이나 보완이 사항들을 구체적으로 아래에 서술해 보았다.

(1) 옹 벽

1. 구조물기초 설계 기준이므로 타 시방서의 형식에 따라 적용범위의 명확한 정의가 우선되어야 할 것이다.
2. '97년 개정판 및 '86년 개정판 모두 다양한 옹벽종류에 대한 상세한 설계방법 및 시방이 제시

되지 않았고 실제 설계도면 작성시 반드시 필요한 구조세목이 생략되었다.

3. 전반적으로 구조설계를 위한 하중조합에 관한 기준이 요구된다.
4. 아직도 많이 사용되는 석축 및 블록쌓기에 대한 구체적 설계기준이 필요하며, 이미 국도변에 많이 사용되고 있는 개비온공법과 외국에서 고속도로변에 적용하고 있는 텍솔공법, 국내에서 개발되어 지방일부에서 축조되고 있는 채석장 폐석을 주 재료로 사용한 거대석 축대 쌓기공법 등 다양한 공법의 옹벽설계기준도 추가되는 것이 요구된다.
5. 보강토옹벽의 경우 그동안 이와 유사한 여러가지 공법이 개발되었으므로 건교부에서 신기술로 지정 받았거나 근래에 도입되어 현장에 이미 설치되어 사용중인 공법에 대한 설계기준도 추가되는 것이 요구된다.
6. 캔티레버식 옹벽외 중력식, 부벽식 옹벽에 대해서도 다루어야 할 것이며 철근배근 이유 및 구조세목, 신축이음의 폭 및 강봉의 길이, 직경 등의 구체적 예시 등이 요구된다. 또한 배수대책에서 그림에 대한 좀 더 상세한 설명이 요구되며 뒷채움재의 경우 기준시방을 제시하고 이를 지킬 수 없는 경우에 대하여 대책방법을 제시하고 설계기준을 추가하는 것이 요망된다.
7. 교대의 경우도 옹벽에 해당하므로 첨부됨이 타당할 것이다.

(2) 가설 토류구조물

1. 구조물기초 설계 기준이므로 타 시방서와 마찬가지로 적용범위를 명확히 정의하여야 할 것이다.
2. 본 장의 제목이 가설토류벽이지만 지중연속벽의 경우 영구벽체로서 더 많이 사용될 뿐 아니라 아파트단지와 같은 경우 영구앵커, 영구 쏘 일네일공법등으로 흙막이 구조물을 구축하고 있

으므로 제목이 적절하지 않으며 이장의 적용범위가 불분명하다고 할 수 있다.

3. 기본적으로 설계기준이라면 이 기준을 가지고 최종성과품인 설계도면과 시방서의 작성이 가능하여야 할 것이나 지금까지의 설계기준은 다소 부족한 면이 있으므로 이에 대한 보완이 요구된다. 예로써 하중조합, 구조세목, 재료의 구체적 종류 및 허용응력 등을 들 수 있다.
4. 깊은굴착만이 아니라 5M 정도의 굴착깊이에 적용할 수 있는 연직목재널과 같은 흙막이벽 설계 방법 및 가마니 쌓기등의 설계기준도 요구된다.
5. 지하연속벽의 경우 연암이하의 구간에서는 대부분 언더피닝(underpinning)하고 있으나 이에 대한 설계기준이 없으므로 삽입이 요구된다.
6. 암반에서의 굴착시 수압, 토압산정기준 및 지반조사시 방법 및 기준의 예시가 요망된다.
7. 용어의 통일이 필요하다.

‘86년개정판과’97년개정판에서 차이나는 몇가지를 예로 들면

- 터파기 가설흙막이 ⇒ 가설토류구조물
- 흙막이벽 ⇒ 토류벽, 흙막이구조물 ⇒ 토류구조물
- 터파기 ⇒ 굴착, 흙막이 구조의 형식 ⇒ 토류벽의 형식
- 수평널 ⇒ 토류판, 엄지말뚝 ⇒ 엄지말뚝(H형강)
- 강널말뚝 ⇒ 널말뚝(Sheet pile), 슬러리월 ⇒ 지하연속벽(diaphragm wall)
- 버팀구조 ⇒ 지지구조, 타이백시스템 ⇒ 그라운드앵커 와 타이백으로 구분함
- 내부브레이싱 ⇒ 버팀대, 부풀음(heaving) ⇒ 히빙 등 다수 있으며

그 외에 표기 문제에서 raker공법은 경사버팀대(raker)등과 같은 방법으로 표기하면 더 좋지 않나 사료된다.

8. 재료나 제품에 대한 제원표 등을 부록에 수록하면 업무에 많은 도움이 될 것이다.
9. 각 지지구조형식에서도 개개형식의 장단점 사

용용도 등도 수록 바라며 띠장, 브레이싱(수평, 수직)의 상세설계, 버팀대가 긴 경우 이음기준, 서로 직교시 연결방법, 모서리버팀대(coner strut)설치시 띠장과의 연결상세, 귀잡이, 스티프너등의 상세 설계방법등도 필요로 한다.

10. 토류벽의 설계외력은 그전의 토압분포란 절의 제목을 바꾼 것이며 연성벽체의 토압분포향이 있으나 강성벽체의 토압분포는 없다. 또한, 지반조건에 따른 구체적인 토압, 수압산정기준이나 상재하중 등을 명확히 제시하지 않아 실무에서 기준으로서의 역할이 곤란하다.
11. 지하연속벽은 너무 교과서적인 내용이 많아 설계기준으로 하기 위하여 보완이 요구되며 특히 안정액의 품질관리 기준을 명확히 할 필요가 있고 지하연속벽의 철근배근에 대한 구조세목이 요구된다.
12. 도심지 굴착의 경우가 많으므로 소음차단벽의 설계기준 및 예가 도움이 되겠으며 근접시공시 근접도의 명확한 판정기준과 그에 따른 대책방법이 있어야 할 것이다. 또한 진동소음 규제기준을 수록한다면 현장에서의 감리업무에 상당한 도움이 될 것이다.
13. 지하수처리에 대한 내용 및 부력방지용 앵커 및 영구배수공의 설계기준도 요구된다.
14. 계측관련사항에서 본문과 표안의 계측기기명칭등에서 상당한 혼란이 있어 보완이 요구된다. 예를 들면,
 - Tiltmeter ⇒ 경사계, 건물경사계, 고정식경사계
 - Inclinometer ⇒ 경사계, 삽입식경사계, 내부경사계
 - Pressuremeter ⇒ 토압계, 총압력계, 전응력계
 - Load cell ⇒ 에스앵커반력계, 하중계, 압축계
 - Extensometer ⇒ ROD신축계, MCS신축계, 연직침하계, 지중고정로드 그외에 용어에서
 - Crack ⇒ 균열, 크랙
 - 앵커, Tie-back시스템, Groud anchor, Earth anchor

- Peak particle velocity ⇒ 최대입자속도, 최대지반입자속도
- 15. 많이 적용되고 있는 Soil Nail 공법에 대한 구체적 설계기준이 요구된다.
- 16. 흙막이 공사시 적용하는 지반보강 공법에 대한 설계기준 등이 요구된다.
- 17. 흙막이 공사시 노면 복공에 대한 설계기준이 요구된다.

상기에 여러 가지 개선되어야 할 사항들의 예를 서술해 보았는데, 설계기준이나 시방서의 개정시 개정전판을 기본 모델로서 동일한 형식으로 작성하되 내용의 첨삭, 수정보완이 이루어져야 일관성을 유지할 수 있을 것으로 생각되나 '97년 개정판의 경우 그 전 것과는 형식이나 내용면에서 매우 다르게 개정이 되어 사용자로 하여금 약간의 불편함과 곤란을 느끼게 한 면이 있다. 따라서 향후 구조물설계기준 개정시 '86년 개정판과 '97년 개정판 중 어느것을 기본으로 하여 수정, 보완 할지를 신중하고도 명확하게 하여야 할 것이다. 또한 관련시방서와의 상호연관과 내용의 혼란을 막기 위하여 설계관련 사항을 총망라할 수 있도록 보완이 요구된다.

| | |
|----------------|---|
| 진동기계 기초 | <ul style="list-style-type: none"> · 일반 · 진동기계기초의 해석 : 진동특성, 진동기계기초 해석, 공진을 고려한 설계 · 동적 지반 계수 : 동적시험, 일반적인 경험공식, 주의사항 · 동적지지력 및 침하 · 진동의 전달, 차단 및 계측 : 진동의 전달, 진동 및 충격의 차단, 진동의 계측 |
|----------------|---|

제 5 장 진동기계기초

1. 구성체계

최근 1997년 개정된 구조물 기초 설계기준내 제 5

장 진동기계기초편의 체계와 구성내용을 요약하면 다음과 같다.

현행 시방서는 진동기계기초에 대한 공통적이고 일반적인 사항을 취급하고 있어 지반동역학과 관련된 포괄적인 의미의 진동기초편으로 확대개편이 필요한 실정이다. 또한 우리기술로 확인된 시공경험과 실정을 면밀히 분석하고 평가하여 시방에 반영하는 적극적인 노력이 요구된다.

2. 개정방향

향후 개정과정에서 검토되어야 할 것으로 판단되는 주요사항을 언급하면 다음과 같다.

(1) 구조물 기초의 내진설계 도입

국내에 외국에 비해 비록 작은 지진규모를 갖긴 하지만 1990년대 이후로 지진발생빈도가 증가하고 있으며, 특히 지진대책마련에 소홀했던 터키의 피해사례와 최근 발생한 미국의 Seattle 지진(2001, 지진규모 6.8)의 피해사례 등은 국내 지진대책마련의 필요성을 재인식시켰다. 1997년 12월 건설교통부 주관으로 상위개념의「내진설계기준(Ⅱ)」이 제정된 이래 구조물별 하위개념의 내진설계기준 연구와 더불어 각 분야에 대한 본격적인 지진연구가 계속되고 있다. 이와 같은 배경에서 토류구조물(얕은기초, 말뚝기초, 토류벽등)의 내진설계 부분이 추가되어야 할 것이다.

● 토류구조물(얕은기초, 말뚝기초, 토류벽등)의 내진설계

현재 도로교 설계기준(2000)에는 기초의 내진 설계방법으로 등가 정적하중법을 사용하도록 규정하고 있으며, 말뚝의 내진설계시 특별히 요구되어지는 몇 가지 사항들도 함께 언급하고 있다. 1999년에 발표된 「항만 및 어항시설의 내진설계표준서」에는 기초 구조물(얕은기초, 말뚝기초)과 벽체구조물(중력식,

널말뚝식 벽체구조물)에 관한 내진설계방법으로 등가정적해석방법과 동해석방법을 제시하고 있다. 등가정적해석방법으로 얇은 기초는 정적 설계시와 동일하게 지지력, 전도, 미끄러짐에 대하여 안전하도록 설계하되 지진에 의해 추가되는 수직, 수평, 모멘트 하중을 고려하도록 하였다. 말뚝기초의 등가정적해석법은 지진과 상부구조물의 특성을 고려하여 지진 하중을 말뚝머리에 작용하는 등가의 정적하중으로 치환한 후 정적해석을 수행하도록 하고 있다.

● 액상화 평가

액상화(Liquefaction)는 1953년 Mogami와 Kubo에 의해 그 용어가 정립된 후 진동하중 재하시 비배수 상태의 포화사질토의 거동에 관한 연구에 필수적인 항목으로 자리잡게 되었다. 따라서 액상화 판정기법이나 액상화를 고려한 구조물 설계, 액상화 방지대

책등에 관하여 추가적인 보완이 필요한 실정이다.

(2) 지반-구조물의 동적 상호작용 해석

구조물의 형상 및 진동성상이 단순한 구조물의 경우는 등가정적해석에 의해 쉽게 설계가 가능하나, 진동성상이 복잡하고 또는 중요구조물의 상세한 내진 검토가 필요한 경우 지반-구조물의 동적 상호작용 해석을 수행하는 것이 필요하다. 이 방법은 등가정적 해석법에 비해 실제 구조물의 거동을 가장 근사하게 재현할 수 있으며, 복잡한 형상의 구조물에도 적용이 가능하기 때문에, 구조물의 최대변위, 최대속도, 최대가속도 등 구조물의 응답을 나타내는 응답스펙트럼 해석법과 시간이력해석법 및 주파수응답해석법 등에 대한 보완이 필요한 실정이다.

제 4 차 Asian Young Geotechnical Engineers Conference (YGEC) 개최안내 - 회사광고안내 -

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 한국지반공학회에서는 방콕(1991년 제 1차, 1994년 제 2차), 싱가포르(1997년 제 3 차)에 이어 2001년 서울에서 제 4 차 아시아지역 YGEC를 다음과 같이 개최합니다. YGEC는 아시아지역 젊은 지반공학자들이 주축이 되어 유명한 강연자를 초청하여 강연을 듣고, 각자의 연구결과를 발표 및 토론할 뿐만 아니라 서로간의 친목을 도모하는 학술대회입니다.
3. 이번 제 4 차 YGEC에는 아시아지역 11개 국가에서 지반공학자들이 참석하고, 4분의 초청강연이 있을 예정입니다.
4. 아래와 같은 학술대회에 대한 회사광고를 소개하여 드리오니, 적극적인 협조를 부탁드립니다.

- 다 음 -

- ☑ 학술대회 : The 4th Asian Young Geotechnical Engineers Conference
- ☑ 일 시 : 2001년 5월 21일(월) ~ 23일(수)
- ☑ 장 소 : 서울대학교 호암생활관
- ☑ The theme of conference : Geotechnical Problems in Asia
- ☑ 회사광고 : Souvenir Magazine / 기념품에 표시
- ☑ 문의처 : 한국지반공학회 사무국(tel.3474-4428), ORGANIZING COMMITTEE