발 간 등 록 번 호
11-1611000-000998-14

공 동 구 설 계 기 준

2010. 2

국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

공동구 설계기준 제정에 따른 경과조치

이 공동구 설계기준 발간시점에서 이미 시행중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기간의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

머 리 말

공동구는 국민생활에 필수적인 전기·상수도·통신·난방·가스 및 생활쓰레기 등을 통합·수용하는 기반시설로서, 도시의 미관을 개선하고 보행자의 통행공간을 확보·유지하는데 있어 매우 유용한 시설입니다. 이와 더불어 도로의 반복굴착을 방지하고 공급시설물의 내구성 강화 및 방재 기능의 개선에도 크게 기여하고 있습니다.

그러나 공동구 설치에 대한 제도적 기반이 마련되어 있지 않아 각종 도시개발사업이 시행 될 때마다 개별 시설물별로 관로가 매설됨에 따라 지하 매설물 관리의 비효율성이 지적되어 왔습니다. 이를 개선하기 위해 공동구 점용예정자, 사업시행자의 의견수렴과 공청회 등을 거쳐 2009년 12월 8일 "국토의 계획 및 이용에 관한 법률"을 개정하여 일정 규모이상의 도시개발 사업시행 시는 공동구를 의무적으로 설치하는 내용이 반영함에 따라 향후 공동구 설치의 활성화가 예상됩니다.

이에 공동구의 설치를 보다 효율적으로 수행하기 위하여 그동안 산재되어 있던 기존의 여러 유관 기술기준 등에서의 미비한 점을 보완하여 공동구의 설계를 위한 별도의 기술기준을 제정하여 최근 다양화되는 수용시설 조건 변화에 부합할 수 있도록 보다 효율적이고 체계적인 설계기준을 마련 하였습니다.

본 설계기준은 국가 기술기준으로서 공동구 설치에 기준이 될 것이며, 앞으로 지속적으로 보완·발전시켜 효율적인 도시기반시설로서의 기능을 유지할 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 건설기술자 여러분의 지속적인 관심과 조언을 바랍니다.

끝으로, 공동구 설계기준 제정을 위하여 노력해주신 한국시설안전공단 집필진과 자문위원, 중앙건설기술심의위원 그리고 관계공무원의 노고에 진심으로 감사드립니다.

2010년 2월

국토해양부 도시정책관

김 병 수 김병수

목 차

제1장 총칙 ····· 1

1.1 일반사항 ····· 1

1.1.1 목적 ····· 1

1.1.2 적용범위 ····· 1

1.1.3 용어의 정의 ····· 1

제2장 계획 및 조사 ····· 3

2.1 계획 ····· 3

2.1.1 일반사항 ····· 3

2.1.2 노선 선정 ····· 3

2.1.3 설계도서 작성 ····· 5

2.1.4 적용상 주의점 ····· 5

2.2 조사 ····· 6

2.2.1 일반조사 ····· 6

2.2.2 지반조사 ····· 7

2.2.3 시공 조건 조사 ····· 14

2.2.4 매설물 조사 ····· 14

2.2.5 교통계획 조사 ····· 15

2.2.6 환경 조사 ····· 15

제3장 구조물 설계 ····· 17

3.1 일반사항 ····· 17

3.1.1 설계조건 ····· 17

3.1.2 시설한계 및 내공치수 ····· 19

3.1.3 최적단면 결정 및 배치 ····· 21

3.1.4 안전수용기준 ····· 33

3.1.5 특수부 설계기준 ····· 34
3.1.6 유지관리 편익시설 ····· 36
3.2 설계세목 ····· 36
3.2.1 고려 사항 ····· 36
3.2.2 설계하중 ····· 37
3.2.3 하중계수 및 하중조합 ····· 45
3.2.4 재료 및 강도 ····· 46
3.2.5 구조해석 및 단면설계 ····· 49
3.3 방수 및 방재 ····· 63
3.3.1 방수 및 방습 ····· 63
3.3.2 방재 ····· 68

제4장 부대설비 ····· 71
4.1 기계설비 ····· 71
4.1.1 환기설비 ····· 71
4.1.2 급·배수설비 ····· 72
4.2 전기설비 ····· 73
4.2.1 전원설비 ····· 73
4.2.2 조명설비 ····· 73
4.2.3 피난 및 대피시설 ····· 74
4.2.4 비상전원 설비 ····· 74
4.2.5 중앙감시 및 제어설비 ····· 76
4.2.6. 무선통신 설비 ····· 76
4.2.7. 공동구 출입감시 시스템 ····· 77
4.3 소방시설 ····· 77
4.3.1 일반사항 ····· 77
4.3.2 소방시설 기계 ····· 77
4.3.3 소방시설 전기 ····· 79
4.4 자동제어 설비 ····· 82
4.4.1 일반사항 ····· 82

4.4.2 기능 ····· 83
4.4.3 소프트웨어의 기능 ····· 83
4.4.4 중앙제어실(감시 및 제어센터) ····· 83
4.5 공동구 관리시스템 계획 ····· 84
4.5.1 일반사항 ····· 84
4.5.2 설치지침 ····· 84

제5장 가설 구조물 ····· 89
5.1 일반사항 ····· 89
5.2 설계조건 ····· 90
5.2.1 설계외력 ····· 90
5.2.2 해석방법 ····· 93
5.2.3 안정성 검토 ····· 94
5.2.4 노면복공 ····· 97
5.2.5 지하 연속벽 ····· 98
5.2.6 근접시공 ····· 98
5.2.7 매설물 보호공 ····· 99
5.3 특수구간 통과 ····· 99

제6장 내진 설계 ····· 101
6.1 일반사항 ····· 101
6.1.1 기본 개념 ····· 101
6.1.2 내진등급 및 내진성능 목표 ····· 101
6.2 설계지반운동 결정시 고려사항 ····· 101
6.2.1 행정구역을 이용한 설계지반운동 수준 결정 ····· 102
6.3 지반의 분류 ····· 102
6.4 설계지진 응답스펙트럼의 작성 ····· 104
6.4.1 표준설계 응답스펙트럼 ····· 104
6.4.2 설계지진 응답스펙트럼 ····· 106

6.5 지반조사 ····· 107
6.5.1 적용 범위 및 조사방법 ····· 107
6.5.2 설계지반운동 결정을 위한 부지특성 평가방법 ····· 109
6.5.3 지반의 액상화 평가 ····· 110
6.6 내진해석 및 설계 ····· 112
6.6.1 일반사항 ····· 112
6.6.2 내진해석 방법 ····· 112
6.6.3 응답수정계수 ····· 112
6.6.4 응답변위법 ····· 113
6.6.5 시간이력해석법 ····· 116
6.7 구조 설계 및 구조상세 ····· 117
6.7.1 일반사항 ····· 117
6.7.2 하중조합 ····· 117
6.7.3 관련 설계기준 ····· 117
6.7.4 부재 접합부 ····· 117
6.7.5 기타 상세 설계 ····· 117

제7장 계측 안전관리 ····· 119
7.1 일반사항 ····· 119
7.2 개착 구간 ····· 119
7.3 비개착 구간 ····· 121
7.4 계측관리 ····· 122

부록

1. 표준 도면 예
2. 상세 배치도 도면 예
3. 부대 도면 예

표 목차

표 2.1.1 설계도서의 내용 ····· 5
표 3.1.1 공동구 내 가스관 받침대 ····· 30
표 3.2.1 재료의 단위질량(단위 : kg/㎥) ····· 38
표 3.2.2 각 실의 상판하중(단위 : kN/㎡) ····· 38
표 3.2.3 토피고에 따른 노면 활하중 ····· 40
표 3.2.4 안전율 기준 ····· 44
표 3.2.5 설계계산에 사용되는 강재의 물리상수 ····· 47
표 3.2.6 구조물 종류별 콘크리트 설계 기준강도 ····· 48
표 3.2.7 철근의 항복점 강도 ····· 48
표 3.2.8 E_0와 α값 ····· 53
표 3.2.9 처짐 계산이 불필요한 휨 부재의 최소두께 ····· 53
표 3.2.10 정착길이 ····· 55
표 3.2.11 겹이음 길이 ····· 55
표 3.2.12 철근피복 ····· 58
표 3.2.13 기초별 기준 ····· 62
표 3.2.14 구조물별 침하형태 ····· 63
표 4.5.1 관리사무소 기능실별 기능 및 설치 예 ····· 86
표 4.5.2 관리소, 관리사무소, 통합관리센터 계획 예 ····· 87
표 4.5.3 단기, 중기, 장기 운영계획 예 ····· 88
표 5.2.1 가설 구조물 설계시 안전율 ····· 95
표 6.2.1 지진구역의 구분 (건설교통부, 1998) ····· 102
표 6.3.1 지반의 분류 ····· 103
표 6.4.1 지진구역계수(재현주기 500년에 해당) ····· 105
표 6.4.2 지진계수 C_a ····· 105
표 6.4.3 지진계수 C_v ····· 105
표 6.6.1 붕괴방지 수준에서의 응답수정계수(R) ····· 113
표 7.2.1 계측기 종류 ····· 120
표 7.4.1 계측 시스템 종류 ····· 124

그림 목차

그림 3.1.1 공동구 매설깊이 ····· 17
그림 3.1.2 수용시설 배치별 통로 및 내공기준 ····· 20
그림 3.1.3 수용시설에 따른 단면높이 ····· 21
그림 3.1.4 통로바닥 설치 ····· 21
그림 3.1.5 공동구 내 상·중수도관의 설치방법 ····· 23
그림 3.1.6 상·중수 받침대 ····· 23
그림 3.1.7 벽체 및 천정의 여유공간 ····· 24
그림 3.1.8 공동구 내 전력케이블 배치도 ····· 25
그림 3.1.9 공동구 내 통신케이블 배치도 ····· 28
그림 3.1.10 쓰레기수송관 곡관 설치 ····· 31
그림 3.1.11 쓰레기수송관 연결부 상세 ····· 32
그림 3.1.12 쓰레기수송관 설치예 ····· 33
그림 3.2.1 일반적 부력의 작용 ····· 43
그림 3.2.2 헌치부분 고려시 ····· 50
그림 3.2.3 부재단부의 단면산정에 사용하는 휨모멘트 ····· 51
그림 3.2.4 라멘 단절점부 철근 배치 ····· 59
그림 3.2.5 라멘 단절점부에 생기는 인장응력 ····· 60
그림 3.2.6 단절점부의 응력 검사를 위한 단면 ····· 60
그림 3.2.7 토목구조물의 배근상세 ····· 61
그림 3.2.8 각변위 한계 ····· 62
그림 5.2.1 벽체 형식 ····· 90
그림 5.2.2 Peck(1969)의 수정토압분포도 ····· 92
그림 5.2.3 Tschebotarioff(1973)의 토압분포도 ····· 92
그림 5.2.4 굴착공사시 가설흙막이의 설계 검토항목 ····· 94
그림 6.4.1 표준설계응답스펙트럼 (감쇠비 5%) ····· 105
그림 6.5.1 액상화 평가 흐름도 ····· 111
그림 6.6.1 응답 변위법의 개념도 ····· 114
그림 6.6.2 지진하중 산정 ····· 115

제1장 총칙

1.1 일반사항

1.1.1 목적

이 공동구 설계기준(이하 '기준'이라고 함)은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구를 설계함에 있어서 표준이 되는 사항을 규정하기 위한 것이다.

1.1.2 적용범위

본 기준은 공동구, 공동구 관련 특수부, 부대설비 설계 및 시공에 적용한다. 다만, 계획의 변경, 인허가 조건사항 및 시공상 특별히 필요한 경우에는 이 기준을 변경하여 적용할 수 있으며, 공동주택 단지 내 시설로서 주민의 공유시설인 공동구 내에는 적용하지 아니한다.

1.1.3 용어의 정의

이 기준에서 사용되는 용어들은 다음과 같이 정의한다.

(1) 공동구 : 국토의 계획 및 이용에 관한 법 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구를 말하며, 지하 매설물(전기・가스・수도 등의 공급설비, 통신시설, 하수도시설, 소방설비 등)을 공동 수용함으로써 도시 미관의 개선, 도로 구조의 보전 및 교통의 원활한 소통을 위하여 지하에 설치하는 시설물을 말한다.

(2) 공동구 본체 : 공동구 자체의 콘크리트 또는 프리캐스트 구조물을 말한다.

(3) 관리주체 : 공동구를 관리하는 지방자치단체 및 수용기관을 말한다.

(4) 개착공법 : 자연사면 터파기, 흙막이, 물막이 등에 따라 지표에서 굴착하고 현장타설 공동구, 프리캐스트 공동구 등의 구조물을 구축한 후 되메움하는 일반적인 공법을 말한다.

(5) 내용년수 : 시설물 및 부대설비의 건설 후, 사용기간이 경과함에 따라 물리적인 마모, 기능의 저하 등으로 인하여 그 시설물을 이용하는데 안전 및 기능유지가 어려운 상태에 이르기까지의 기간을 말한다.

(6) 무정전 전원설비 : 공동구 내 화재 등 비상사태로 인하여 공동구 내 정전상황이 발

생하는 경우에 비상발전기의 전원공급 개시 전 및 비상발전기 가동 정지 후 일정 시간 동안 방재설비에 대하여 비상전원을 공급하기 위한 발전시설을 말한다.

(7) 부대시설 : 공동구의 기능을 유지하는 시설로서 공동구 관리사무소, 급·배수설비, 환기설비, 전원설비, 조명설비, 중앙통제설비, 방재설비, 상황표지판, 기타설비 등을 말한다.

(8) 분기구 : 전기, 통신, 상하수도, 난방 등 공급시설의 일부가 분기 되는 곳의 공동구 단면 또는 형태가 변화되는 곳을 말한다.

(9) 비개착공법 : 일반적으로 적용되는 개착공법 이외의 공법으로서 발파공법, TBM공법, 쉴드(shield)공법, 쉴드(shield) TBM공법과 하천, 철도, 교량 등을 통과하기 위한 특수공법 등을 말한다.

(10) 비상발전설비 : 공동구 내 화재 등 비상사태로 인해서 공동구 내 정전상황이 발생하는 경우 비상조명, 제연설비 등의 방재설비에 비상전원을 공급하기 위한 발전시설을 말한다.

(11) 재료 반입구 : 전기, 통신케이블, 상하수도관 등 재료를 공동구 내에 반입할 때 사용하는 곳을 말한다.

(12) 지하구 : 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법(별표 2)의 특정 소방대상물로서 전력·통신용의 전선이나 가스·냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합 수용하기 위하여 설치한 지하공작물을 말한다. 그 규모는 사람이 점검 또는 보수하기 위하여 출입이 가능한 것 중 폭 1.8m 이상이고, 높이 2m 이상이며, 길이가 50m 이상(전력 또는 통신사업용인 것은 500m 이상)인 것을 말한다.

(13) 출입구 : 공동구의 유지, 관리, 보수와 비상시 관리자나 장비가 출입하는데 이용되는 곳을 말한다.

(14) 특수공법 : 일반적으로 적용되는 개착공법, 발파공법, TBM공법 또는 쉴드(shield)공법 이외의 공법을 사용하여 하천, 철도, 교량 등을 통과하여 공동구 본체를 구축하는 공법을 말한다.

(15) 특수부 : 분기구, 재료반입구, 출입구, 환기구 등 단면의 형상이 공동구 일반부와 다른 곳을 말한다.

(16) 환기구 : 공동구 내의 온도, 습도의 조절 및 유해 가스를 배출하기 위한 곳을 말하며, 자연환기구와 강제환기구로 구분한다.

제2장 계획 및 조사

2.1 계획

2.1.1 일반사항

(1) 공동구는 차도 지하에 설치하되, 부득이한 경우에는 도로주변의 공공공지 및 녹지, 근린공원의 지하에 설치하도록 하여야 한다.

(2) 공동구 중심선의 평면선형은 도로 중심선에 공동구의 중심선을 따라 계획하여야 하며, 부득이한 경우 이를 변경할 수 있다.

(3) 평면선형에 대해서는 도로 현황, 장래 계획 및 다른 사업과의 조정을 포함하여 충분히 조사한 후에 결정한다.

(4) 특수부를 제외한 공동구의 종단경사는, 배수를 고려하여 0.2% 이상으로 하고, 수용시설이나 유지관리 등을 고려하여 가능한 한 도로의 종단경사에 맞게 계획한다.

(5) 공동구를 계획하려고 하는 위치에 점용시설물 등의 구조물이 있는 경우에는 관계자와 충분히 협의한 후, 위치 및 구조 등을 정한다.

(6) 공동구를 계획하려고 하는 도로변에 위험물 저장 지하 탱크가 있는 경우, 위험물안전관리법 관련 규칙을 참조하여 계획한다.

(7) 공동구의 출입시설, 자재반입구는 구조물의 안전성을 해치지 않는 곳에 설치하도록 계획한다.

(8) 공동구가 설치되는 지역이 지형, 지반 상태에 따라 구조물이 침하하여 방수층의 손상이 예상되는 지반의 경우, 지반의 침하량(부등침하량) 등을 충분히 검토하여 구조물 침하에 대응할 수 있는 지반을 확보하도록 계획한다.

(9) 공동구 내에 가스관을 수용할 경우 별실 수용을 하여야 하며 통합수용할 경우 발화시설물은 방폭시설을 설치하여 가스누출시 안정성을 확보하여야 한다.

2.1.2 노선 선정

공동구 노선은 수용시설 용량이 많고 공동구 본체 설치공간 확보와 향후 유지보수시 차량통제를 최소화할 수 있도록 일정도로 폭원을 확보할 수 있는 노선에 계획하여야 한다.

(1) 공동구 계획시 고려하여야 할 선정기준은 다음과 같다.

가. 공동구에 수용할 공동시설의 수요가 비교적 많은 구역(중심업무지구 등)

나. 주간선도로 및 보조간선도로를 대상으로 계획(도로폭 30m 이상의 대로급)

다. 반복적 도로굴착 예상지역(수용시설의 개별매설이 많은 지역)

라. 지하공간 효율성 증대지역(역, 터미널 지역)

마. 도시미관 증대지역

바. 장차 도시계획상 공동구 수요가 예상되는 지역

사. 보행환경 개선이 필요한 지역

(2) 수용시설의 규모는 상수, 중수, 냉·난방, 전력, 통신, 쓰레기수송관, 가스 등 최대한으로 시설을 수용하여야 하고, 최소한 상수, 난방, 전력, 통신 등 4종 이상을 수용하여 공동구 효율성 확보와 내공단면의 최적화가 되도록 계획하여야 한다.

(3) 설치연장은 공동구 설치목적에 부합하도록 계획하고, 설치노선은 경제성이 향상될 수 있도록 최적노선을 선정하여야 한다.

(4) 공동구와 사유지 경계부의 거리는 시공의 난이도, 가옥방향, 상하수도, 지하 매설물 처리 등을 고려해서 분리하여야 하며 최소 1m 이상은 확보할 필요가 있다.

(5) 기존 지하차도나 지하도로, 지하철, 교량 기초, 입체교차 시설과의 횡단시에는 충분한 이격거리를 확보하여야 하며 지하 매설물, 하수도 등으로 인해 공동구의 설치에 지장이 있을 경우 해당 시설물 관리청과 협의하여 공동구를 설치한다.

(6) 입체교차 시설이 결정되어 있거나 장래 지하철 건설이 계획되어 있는 도로에 공동구를 건설할 경우, 도로의 지하공간 상황과 장래의 합리적인 이용계획을 충분히 검토해서 장래 공사시공이 가능하도록 계획하여야 한다.

(7) 기존 시가지에 공동구를 설치하는 경우, 공동구를 설치할 수 있는 가능한 노선을 검토하고 각 노선에 대하여 도로상황, 기능 등을 조사, 분석하고 도로에 설치되어 있는 공공시설물 즉, 공동구에 수용하게 될 시설물을 조사하여 최적노선을 선정한다.

(8) 신도시 및 신시가지에 공동구를 설치하는 경우, 계획노선에 대한 도로의 기능, 공급기능, 관련 사업계획, 장래도시의 확장추이 및 도심의 형성 등을 종합적으로 검토, 분석하고 기타 도로구조물(고가차도, 지하차도 등)의 계획을 고려하여 노선을 결정한다.

(9) 공동구 설치가 필요하다고 선정된 노선은 대부분이 주간선도로와 일치하게 되며

부분적으로 보조간선도로에 공동구가 설치되는 경우도 있다.

2.1.3 설계도서 작성

공동구 관련 설계도서(설계도면, 시방서 등)의 작성은 관련 규정에 따르며, 실시설계도면, 준공도면 및 기타 관련 도면으로 하고 주요 지점의 상세도에는 지점의 모든 시설물들을 취합 표시하여야 하며, 도면 제작과 관리는 전산자료로 하는 것을 원칙으로 한다.

표 2.1.1 설계도서의 내용

구 분	종 류	세부내용
총괄	· 시설 평면도 · 도시 지하시설물 평면도 · 간선 공동구 종단면도 · 재해방지시설 위치도	· 공동구 노선, 부대시설 위치 등 · 지하시설물 노선도, 종단고, 관경, 밸브위치, 격점번호 등 · 공동구FL, 지반고, 집수정위치 및 규격, 각 부대시설의 위치 · 경보, 소화, 통신, 피난유도시설의 위치 등
간선 및 지선공동구	· 공동구 종평면도 · 교차부 상세도 · 도시 지하시설물 평면도 · 주요 시설물 일반도	· 공동구노선, 규격, 시설물별 상세위치, 수용시설물별 노선, 지반고, 공동구저고, 지형지물 등 · 교차부구조, 규격, 교차시설상세, 배수펌프장, 환기팬 등 · 지하도시시설물 보호공 상세도, 관경, 형태 등 · 주요시설물(지하저수조, 기계실 등)구조, 위치 등

2.1.4 적용상 주의점

공동구 계획에 있어서는 도로의 점용시설 상황을 파악하고 관련 사업계획의 유무를 조사한 후, 관계기관과 충분히 협의하여 조사를 계획한다.

(1) 도시계획 등에서 장래 도로가 확장될 경우에는 공동구가 차도의 중앙에 위치하도록 계획하는 것으로 하고, 도로상에 위치할 환기구 등 지상노출 시설물은 도로확장을 고려하여 계획한다.

(2) 지하구조물(지하차도, 지하보도, 지하철 등)과 공동구를 동시에 시공할 경우, 각 구조물의 평면 및 종단계획이 일치하여 병행시공이 가능한 경우에는 병행시공을 고려하여야 하며, 또 동시시공이 불가능한 경우에는 시공의 여유 폭을 고려하여 계획

한다.

(3) 공동구와 고가도로의 교량·지하차도 등과 분리구조로 하는 것이 바람직하다. 단, 일체구조로 하는 경우에는 공동구의 위치 및 일체식 구조에 대해서는 구조적 안전성을 검토 후 관계자와 협의를 거쳐 계획하여야 하며, 공동구와 도시시설물(고가도로, 지하철, 지하차도, 건물 등)이 인접한 경우, 도시시설물 사업자의 의견을 고려하여 위치 및 시설물 계획을 협의후 시행하여야 한다.

(4) 지상통로(over pass)의 입체교차부에 공동구를 건설하는 경우, (3)을 기준으로 적용시킨다.

(5) 공동구를 건설할 도로에 교차하는 지하시설물은 공동구 하부에 설치하여 유지관리, 경제성을 향상시켜야 한다. 단, 도로를 교차하는 지하통로와 동시에 시공할 경우에는 관계자와 협의한 후 계획한다.

(6) 공동구가 철도, 도로 및 하천을 횡단할 경우, 위치와 시설물 계획을 관련 담당자와 협의하여 계획하도록 한다.

(7) 공동구에 수용되는 내부시설물의 장래 수요를 예측하여 관련 수용기관과 협의하여 규모를 결정한다.

(8) 케이블의 접속을 위한 맨홀은 가급적 차도 바깥에 설치하여 도로 운영 및 유지관리가 용이하게 하여야 한다.

2.2 조사

공동구 구조물의 설계·시공에 필요한 자료를 얻기 위한 조사를 말하며 그 항목으로는 일반조사, 지반조사, 시공조건 조사, 매설물 조사, 인근 시설물 조사 및 현장조사 등으로 나눌 수 있다.

2.2.1 일반조사

(1) 적용범위

일반조사는 공동구 본체 및 가설 구조물의 설계·시공에 필요한 자료와 정보를 얻기 위하여 실시하며, 기존 지하시설물, 문헌 및 자료조사, 지형조사, 지반조사 및 시험으로 이루어진다.

(2) 일반사항

가. 조사 계획은 공동구 시공 중 및 완성 후의 필요사항을 고려하여 수립하여야 하

며, 조사의 범위는 조사 중 새로운 정보가 얻어질 때마다 재검토한다.

나. 공동구 설계 및 시공을 위한 자료수집, 기록, 분석은 정밀하게 수행하고, 지질구조, 지형구조, 지진활동, 수문학적 정보, 대상지역의 역사기록 등이 포함되어야 하며, 지형 및 지층의 변화가 심할 것으로 판단되면 이를 반드시 기록, 수집, 보고하여야 한다.

다. 지반조사는 2.2.2의 기준에 따라 예비조사와 본조사 순으로 시행되며 필요시에는 추가조사를 수행하여야 한다. 예비조사는 공법을 선정하고 본조사의 계획을 세우기 위하여 시행하며, 본조사는 공동구 설계 및 시공에 필요한 지반정보를 얻기 위하여 시행한다.

라. 공동구 설치 후 유지관리 단계에서 유사시 피난계획, 유지보수 계획, 공동구 내 시설물의 교체시 계획을 수립하여야 한다.

마. 수용시설 관계기관 협의 및 시설물 현황조사를 실시하여 공동구의 규모결정과 노선계획시 수용시설물의 수용이 용이하도록 하여야 하며, 기매설된 수용시설 현황(노선도, 매설길이, 수용시설 규모 등)을 확인하여 지반조사 및 공동구 설계시 필요한 자료를 수집하여야 한다.

2.2.2 지반조사

(1) 일반사항

가. 지반조사는 공동구 설계 및 시공시에 필요한 지반공학적 관련 자료와 정보를 얻기 위하여 실시하며, 보통 예비조사, 본조사, 추가조사의 세 단계를 통해 이루어진다. 각 단계의 조사내용들은 필요시 중복될 수 있으며, 소규모 과업의 경우 예비조사와 본조사의 구분 없이 수행할 수 있다.

나. 지반조사로부터 시공현장 및 그 주변의 지반 및 지하수 상태에 관련된 모든 자료를 얻을 수 있어야 한다. 여기에는 현장의 전반적인 지반 특성의 파악과 함께 설계 계산에 필수적인 지반정수를 포함한다.

다. 지반공학적 설계를 위해서 조사내용과 범위는 조사 단계에 따라 결정되어야 하며, 지반조건은 조사단계에서 가능하면 빨리 결정되어야 한다.

라. 지반조사와 현장 및 실내 토질시험은 원칙적으로 한국산업표준규격(KS F)에 제시된 시험방법에 따라 수행되어야 한다. 단, 동 규격에 명시되지 않은 시험은 국제적으로 인정되는 시험방법에 따라서 수행할 수 있다. 국제적으로 널리

통용되는 대표적인 시험기준에는 미국의 AASHTO, ASTM, 일본의 JIS, 영국의 BS 그리고 독일의 DIN 등이다. 시험시 사용하는 장비와 기구는 시험을 수행하는데 적합하여야 하며, 정기적으로 교정 및 검증을 실시하여야 한다. 조사와 시험에 참여하는 기술자는 시험의 목적과 과정을 충분히 숙지하고 소요되는 품질을 얻을 수 있는 자격을 갖추어야 한다. 표준적인 방법에서 벗어난 사항과 추가되는 시험조건이 발생할 경우, 이를 발주처에 보고하고 승인을 받아야 한다.

마. 시료 채취, 운반, 보관은 국내 또는 국제적인 공인 절차에 따라 수행하고, 그 내용을 반드시 지반조사 결과보고서에 기록하여야 한다.

바. 현장시험이나 실내시험을 실시하기 전에 보유 장비에 대한 검·교정 여부를 확인하고 이를 의무화하여 시험결과의 신뢰성을 높여야 한다.

(2) 예비 조사

가. 예비 조사의 목적

1) 현장지형의 지반공학적 적합성 평가
2) 구조물의 적합성 평가
3) 대안 노선의 적합성 비교 검토
4) 공동구 시공으로 발생될 변화 예측
5) 구조물의 거동에 중요한 영향을 미치는 지반의 구조 및 특성파악
6) 상기 조사를 근거로 본조사 계획
7) 공사에 필요한 사토장 확인
8) 교통상황 조사

나. 예비조사 시 필수 포함사항

1) 기존 자료조사 및 수용시설 현황(노선) 조사
2) 현장 예비답사
3) 수문조사 및 개략적인 지하수, 지하수위조사
4) 인접 구조물 및 굴착 현장조사
5) 매설물 현황조사
6) 현장 인근에 대한 기존 현장조사자료 및 시공 사례

다. 예비조사에 포함되는 자료수집

1) 항공사진

2) 고지형도 등의 고지도
3) 지구물리탐사에 의한 지반의 개략특성 파악
4) 지진 활동
5) 이외에 지반공학적 관련 정보

(3) 본조사

가. 본조사의 목적

1) 공동구 설계 및 시공에 적합하고, 안전하면서도 경제적인 가설 또는 본공사 설계를 위한 지반공학적 정보 제공
2) 시공방법 계획수립에 필요한 정보 제공
3) 시공 중 예상되는 문제점 확인

나. 본조사를 통해 공동구 구조물 계획과 관련되면서, 계획된 시공으로 영향을 받을 수 있는 모든 지반특성 값들을 신뢰할 수 있는 방법으로 파악하여야 한다.

다. 공동구 구조물의 기능수행 기준에 영향을 주는 변수들은 최종 설계가 시작되기 전에 확실하게 설정되어야 한다.

라. 본조사 고려항목

1) 성층 상태
2) 강도 특성
3) 변형 특성
4) 지하수위 및 각 지층의 간극수압 분포
5) 투수 특성
6) 다짐 특성
7) 압밀 특성
8) 지반개량 가능성
9) 동결가능성 및 동결심도
10) 지반의 잠재적 불안정성
11) 지하수의 화학적 성분 특성

마. 본조사 수행시 조사하여야 할 지질학적 특성

1) 단층, 절리 그 이외의 불연속면
2) 암, 흙 또는 매립 재료의 풍화와 연화
3) 자연적인 또는 인공적인 공동

4) 수문지질학적 영향
5) 토체와 암반의 크리프
6) 팽창성 또는 붕괴성 흙과 암반
7) 폐기물 또는 인공재료의 존재
8) 지반의 지진동 특성

바. 공동구 계획구간의 지반공학적 특징을 규명하기 위해서는 통상적인 조사 기법들을 사용한다. 이러한 조사기법은 표준화된 장비 및 절차에 따라 수행되어야 하며, 표준 또는 기준이 없는 경우 발주처에 보고하고, 승인을 받아야 한다.

사. 통상적인 조사에는 현장원위치시험, 시추조사, 물리탐사, 실내시험 등을 포함한다. 물리탐사 등 간접적인 방법들이 사용될 경우, 시험대상 지반을 확인하기 위해 시추조사를 병행하여야 한다. 대상 지반의 지질학적 특성이 잘 알려져 있다면, 얕은 깊이는 시험굴조사 또는 필요한 경우는 관입시험 또는 오거보링에 의한 조사를 실시한다.

아. 지반조사는 공동구 구조물에 영향을 주는 깊이(지중응력 등)보다 더 깊게 조사한다.

자. 지반조사 지점 간격과 조사 깊이는 해당지역의 지질상태, 지반조건, 현장의 크기와 공동구 구조물의 자료에 근거하여 결정한다.

차. 조사 지점 간격과 조사 깊이는 다음 사항을 참고하여 결정한다.

1) 흙쌓기 및 땅깎기에 따라 구분하여 간격 및 깊이를 결정한다.
2) 공동구 터널의 경우 개착과 비개착으로 구분하여 기준을 결정한다.
3) 연약지반의 경우 연약지반 하부 견고한 지반까지 조사하는 것을 원칙으로 한다.
4) 공동구 확대기초와 연속기초의 경우, 기초 폭의 1~3배 깊이에 실시한다. 침하조건과 지하수로 인해 나타날 수 있는 문제점 등을 평가하기 위해 일부조사 지점에서는 이보다 깊은 깊이까지 실시한다.
5) 전면기초의 경우 기초 폭과 같거나 이보다 깊은 깊이까지 실시한다.
6) 매립지반의 경우 최소조사 깊이는 침하에 중요한 영향을 미칠 수 있는 모든 압축성 지반을 포함할 수 있는 깊이로 한다.
7) 기초하부에 폐기물이나 오염물이 예상되는 지역에서는 추가로 추적자 시험, 환경공학 시험(전기비저항, pH, 온도, 산화환원전위 등)의 현장조사를 실시하고, 실내

시험으로 토양성분, 토양오염, 수질분석, 콘크리트 부식성분 조사 등을 실시할 수 있다.

8) 깊은 기초의 경우 선단지지력의 안정성을 확인할 수 있는 깊이까지 조사를 수행하여야 한다. 이 때 조사 깊이는 보통 말뚝 직경의 5배 정도의 깊이이다. 또한 깊은기초 선단 깊이에서 주된 기초기능을 발휘하는 무리말뚝인 경우, 선단으로부터 조사 깊이가 무리말뚝을 둘러싼 직사각형의 변 중 작은 변 길이보다 깊어야 한다.

9) 공동구 구조물 기초의 영향 깊이 보다 작은 깊이에 기반암이 존재한다면 최소 기반암 하부 2m까지 지반조사를 한다.

10) 지반조사 지점 간격 및 깊이에 대한 기준은 최소 요구조건이므로 지반조건에 따라 예비조사 단계에서 결정한 기준에 따라 최소 요구조건 이상으로 본조사가 계획, 수행되어야 한다.

11) 폐기물 매립지 및 오염지반 정화를 위한 지반조사시에는 불포화토층과 포화토층을 구분하여 실시할 수 있다.

카. 지하수 및 간극수압조사시 고려사항

1) 간극수압 분포조사는 수위, 시간에 따른 변화, 수문학적 정보를 포함하며, 지반조사 중에 관찰된 지하수위는 표준규정에 맞게 파악한다.

2) 피압수나 용출수가 출현되면 보고서에 기록하고, 피압수두 측정이 가능하다면 그 크기를 측정한다.

3) 공동구 설계구간 인근에 지하수위 저하우물(dewatering well)이나 추출우물(abstraction well) 또는 양수우물(pumping well)이 있으면 그 위치 및 용량을 확인한다.

4) 일반적으로 간극수압 분포 조사시 시추조사 및 스탠드파이프에서 나타난 수위관측과 시간에 따른 변화, 현장 수문학적 정보의 평가(피압수, 용출수, 조수의 변화 등)를 포함한다.

5) 양압력을 받는 굴착 문제를 평가하기 위해서는 굴착 저면에서 조사를 시행할 깊이가 지하수위면에서 굴착 저면까지의 거리 이상이 되어야 하며, 상부층이 낮은 단위중량을 가지는 경우, 조사 깊이는 이보다 더 깊어야 한다.

타. 특수한 시험 또는 조사기법이 적용될 경우, 그 방법 및 해석은 국제적으로 공인된 기술이어야 하며, 반드시 발주처의 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

(4) 추가 조사

가. 예비 조사 및 본조사 후에도 공동구 설계를 위한 추가의 자료가 필요할 경우에는 공동구 구조물이 위치하는 지역에 대한 흙과 암의 지반공학적 성질과 지하수위에 대해서 추가조사를 실시한다.

나. 본조사를 수행 후 예상치 못한 지반특성이 설계 및 시공 중 발견되고, 향후 공동구 구조물에 지반공학적 위험을 가져올 수 있다고 판단되는 경우에는 추가 조사를 실시한다. 또한 구조물 준공 후에도 위험 징후가 발견되는 경우 원인분석 및 대책마련을 위해 추가조사를 실시할 수 있다.

다. 예비 및 본조사시에 시추조사를 전부 실시하고, 부득이 민원발생 및 장비 진입 불가에 의하여 조사가 불가능한 경우에는 시공시 확인조사 수량을 내역에 반영한다.

라. 추가조사의 범위와 수량은 본조사 결과 및 현장여건을 고려하여 결정한다.

(5) 지반의 분류

가. 흙의 분류

입도 분포, 입자 형상, 입자 표면 거칠기, 상대밀도, 단위중량, 자연함수비, 액・소성한계, 탄산염 함량, 유기질 함량, 비중 등을 필요시 목적에 맞도록 판별하고 분류한다.

나. 암석 분류

구성광물, 암종, 함수비, 단위중량, 간극률, 음파속도, 팽창성, 슬레이킹(slaking)-내구성지수, 일축압축강도 또는 점하중강도 등을 필요시 목적에 맞도록 판별하고 분류한다.

(6) 토사지반정수 평가

가. 일반사항

1) 지반공학적 정수는 현장 및 실내시험의 결과로부터 시험결과의 상호관계에 의하여 이론적, 경험적, 문헌자료 등을 참조하여 적합하도록 해석되어야 한다.

2) 기준에 부합되어 설계자료 취득이 불가하거나 또는 부족하여 과학적으로나 경험적으로 충분히 적합성이 입증된 시험방법이 있으면 이를 사용할 수 있다.

3) 실제 지반과 조사나 시험에 의한 지반정수 특성에는 차이가 있을 수 있음을 고려하여야 한다.

가) 응력수준 및 변형형태, 시간효과(time effect)

나) 동적거동에 의한 강도의 약화

다) 시료 채취, 운반, 성형시 교란의 영향 등

4) 신뢰성 있는 지반정수 확보시 고려항목

가) 유사한 지층 및 주변여건에서 실시한 시험에 대한 정보가 문헌에 기술되어 있으면 이를 분석하여야 한다.

나) 지반정수 편차 및 오차를 줄이기 위하여 충분한 수의 시험을 시행하며, 지반정수는 관련 문헌 값, 일반적인 경험치 및 지역적인 경험치와 시험값과의 상관관계 분석을 통하여 정한다.

다) 유사한 지층 및 주변여건과 유사한 시공현장에서 측정한 계측결과가 있을 경우, 지반정수 산정에 활용할 수 있도록 관련성 분석을 한다.

라) 두 종류 이상의 시험을 했을 경우, 얻은 결과들의 상관관계를 분석하여 고려하여야 한다.

나. 점성토의 전단강도

점성토의 전단강도는 배수조건에 따라 비배수 전단강도와 배수 전단강도로 구분하며, 현장과 실내시험의 응력상태, 교란, 강도 이방성, 점성토 균열, 변형속도, 시간, 시료의 불균질성, 포화도, 이론의 신뢰도 등의 영향을 고려하여 결정한다.

다. 변형계수와 전단탄성계수

흙의 강성은 변형계수와 전단탄성계수로 나타내며 배수조건, 초기 유효응력 수준, 전단변형률 또는 전단응력 수준, 응력 이력 등을 고려하여 측정한다.

라. 압밀정수와 투수계수

압밀정수와 투수계수 산정시 실내시험으로 측정된 투수계수 값은 현장 상태를 대표하지 못할 수도 있다. 가능하면 현장시험을 실시하여 넓은 지반영역에 대한 평균적인 특성을 측정하는 것이 바람직하다.

마. 표준관입시험

표준관입시험시 타격에너지를 측정하거나 해머의 종류와 리프팅 방법에 따른 타격 에너지를 추정하여 N값을 이론적 에너지의 60%에 대하여 보정하고, 로드의 길이, 시추공 직경, 샘플러 케이싱 영향을 보정하며, 필요한 경우 배수조건, 상재하중 영향 등에 대하여도 보정한다.

바. 콘관입시험

콘관입시험은 콘선단저항, 주면마찰저항, 간극수압을 측정하여 흙의 분류, 전단강도, 투수, 횡방향 압밀계수, 상대밀도 등을 산정하며, 필요에 따라 시추조사와 병행하여 지하수와 상재압의 영향을 고려하여 해석한다.

(7) 암반지반정수 평가

가. 암석 및 암반의 특성을 평가하는 경우에는 코어 시료에서 측정되는 암석의 거동과 구조적인 불연속면을 가지는 훨씬 큰 암반의 거동차이를 구분하여야 하며, 구조적인 불연속면은 층리면, 절리, 파쇄대, 용해공동 등을 포함한다.

나. 평가시 현장초기응력, 수압, 암층 사이의 특성 변화, 풍화 환경에서 다공질 연암의 연화현상, 용해도가 높은 암반에서 수로, 공동, 함몰 및 팽창성 암반 등을 고려한다.

다. 일축압축강도와 변형계수는 신선한 암반의 특성평가와 분류에 주로 이용되며, 이방성에 대한 재하축의 방향, 시료채취 방법, 시료의 수, 시료의 형상, 함수비와 포화도, 재하시간과 재하속도, 축응력의 수준 등을 고려한다.

라. 암반의 전단면은 절리, 층리, 편리, 벽개 등을 따라 형성되므로 시험시료의 방향, 시료의 전단 방향, 시료의 수, 절리면의 치수, 간극수압 상태 등을 고려한다.

(8) 보고서 작성

가. 지반조사보고서에는 본조사 및 추가조사의 모든 내용을 기록하며, 지반정보에 대한 평가는 현장과 실내성과분석을 반영하되 특히, 예상과 다른 결과가 나왔을 경우에는 주의깊게 고찰하여 기술한다.

나. 위의 사항에 추가하여 모든 지반조사 및 분석자료는 보고서 부록에 기술한다.

2.2.3 시공 조건 조사

일반조사와 지반조사에 해당되는 사항이 시공 중 필요한 경우 시행한다.

시공조건조사는 다음과 같은 사항에 대해 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(1) 주변 환경 : 연도별 시설물 안전관리, 인접시설물 등

(2) 작업 환경 : 지하수 처리 및 터파기 경사, 소음진동규제, 분진규제, 교통처리 및 보안 등

2.2.4 매설물 조사

공동구 설치 지구 내 및 지구 주변의 매설물을 조사하여 설계도면에 기록하고 필

요한 경우 이설계획을 수립한다.

(1) 설계시 매설물 조사는 기존 설계도면 및 지하 매설도를 검토하고 현장조사하여 도면과 일치하는지 확인한다.

(2) 관련 자료가 부족한 경우 비파괴 검사 등으로 직접 조사를 실시하고 지하 매설물 현황을 파악하여 도면에 기록한다.

(3) 매설물 조사시 인접 건물 및 시설물도 조사하여 공동구 시설과의 관련성을 확인한다.

(4) 시공시 매설물 보호는 굴착 후 즉시 시행하고 공사 중에는 매설물의 유지·점검을 한다.

(5) 시공시 필요에 따라 매설물 이설시 관련 기관과 협의하여 계획을 수립한다.

(6) 시공시 각종 매설물 관리기관과 협의하여 시공시 보호계획과 노면복구 후 상수도, 하수도, 통신, 전력 등 시설의 운영시험을 실시한다.

(7) 시공시 지하 매설물의 복구 완료 후 지하 매설물도를 작성하여 관리주체에게 제출한다.

(8) 매설물 조사시 문화재 등도 조사하여 확인하고 조치를 취한다.

2.2.5 교통계획 조사

도심지 공동구 계획시 원활한 시공 및 사고발생을 고려한 교통대책을 설계단계에서 고려하여 교통불편이 최소가 되도록 하여야 한다.

2.2.6 환경 조사

환경조사는 기본계획 및 노선선정 단계에서 실시하는 광역 환경조사와 시공단계에서 공동구 노선 주변 환경조사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 한다. 시공단계에서의 환경조사는 공동구 노선 주변환경 변화의 예측, 환경보전 대책의 입안, 대책의 효과확인 등을 위하여 실시하며 다음 사항을 포함한다.

(1) 물 이용 현황

가. 지표수 및 지하수의 수리, 수원현황, 탁수발생 가능성이 있는 인접공사, 유로 및 수위변화 가능성

나. 시공 중 발생하는 용수나 건설공사가 주변의 지표수 및 지하수에 미치는 영향 예측

다. 건설공사로 인하여 갈수가 예상되는 우물, 저수지, 용천, 하천 등은 그 분포, 수량의 계절적 변화, 이용상황 등을 조사하여 갈수대책의 자료로 이용

(2) 소음 및 진동 : 소음 및 진동의 영향을 받을 수 있는 주변현황

(3) 지반과 구조물의 변형 : 인접 건물, 구조물 상태, 지형 및 지질, 토지이용 현황, 구조물의 변형발생 가능성이 있는 인접공사

(4) 수질오염 : 하천의 상태, 배수 상태, 수로의 상태, 공사로 인한 폐수 및 폐유 발생 상태

(5) 교통환경 : 교통량 혼잡상태, 도로관리자, 도로주변의 환경 등

제3장 구조물 설계

3.1 일반사항

3.1.1 설계조건

(1) 일반사항

공동구 설계는 목적에 적합하고 안전성, 내구성 및 수밀성이 확보되어야 하며, 경제적인 시공과 주변 환경의 보전에 미치는 영향이 최소화되도록 하여야 한다.

(2) 매설깊이

가. 향후 지하수용시설물 증설시 매설 설치공간 확보를 위하여 공동구의 매설깊이는 2,500㎜ 이상 확보하도록 하고, 공동구 이외의 지하 매설물 설치가 계획되어 있거나 필요하다고 인정되는 구간에는 충분한 매설깊이를 확보하여야 한다.

나. 특수부(분기구, 출입구, 환기구 등)의 매설깊이는 포장 두께 이상을 확보하여야 하며 최소 1,000㎜ 이상을 계획한다.

다. 기존 지하 매설물이 설치된 구간에서는 부득이하여 최소토피 확보가 곤란한 경우, 지하 매설물의 안전성을 확보할 수 있는 보호시설을 하여 최소토피를 조정할 수 있다.

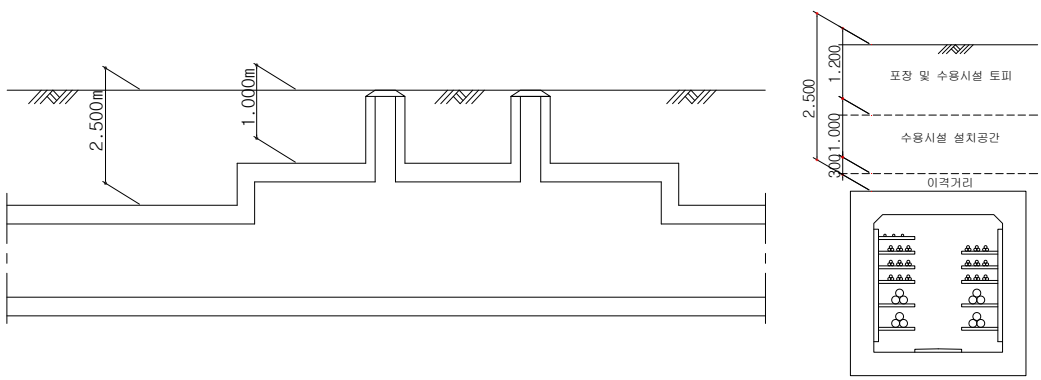


그림 3.1.1 공동구 매설깊이

(3) 공동구 선형계획

가. 평면선형

1) 공동구는 차도 지하에 설치하되, 부득이한 경우 도로주변의 공공공지 및 녹지, 근린공원의 지하에 설치하도록 하여야 한다.

2) 공동구 평면선형은 도로 중심선에 공동구의 중심선을 따라 계획하여야 하며, 부득이한 경우 이를 변경할 수 있다.

3) 평면선형에 대해서는 도로 현황, 장래 계획 및 다른 사업과의 조정을 포함하여 충분히 조사 및 검토 후 결정한다.

4) 공동구 평면계획 중 인접한 기존 하부구조물이 존재하면 공동구의 원활한 시공(비계, 거푸집, 다짐장비)을 위하여 최소 이격거리(2,000㎜)가 확보되도록 하여야 한다. 부득이 이격거리를 준수할 수 없을 경우 별도의 공법을 검토하여 인접구조물의 안전성을 확보하여야 한다.

나. 종단선형

1) 공동구 종단계획시 도로에 설치된 지하 매설물(우・오수, 상수 등)의 설치위치를 충분히 검토 후 종단선형계획을 수립하여야 한다.

2) 수용시설이나 유지관리 등을 고려하여 가능한 한 도로 종단경사에 맞게 계획한다.

3) 공동구 종단계획시 선형변화부에는 종곡선보다는 직선계획으로 수용시설물 설치에 용이하게 하여야 한다.

4) 특수부를 제외한 공동구의 종단경사는, 배수를 고려하여 0.2% 이상으로 한다.

5) 지형조건 및 지하 매설물에 의해 최대종단곡선 15% 이상일 경우 보수 및 유지관리에 편리하도록 계단을 설치한다.

(4) 구조세목

가. 콘크리트 구체의 건조수축 및 온도변형 등을 고려하여 신축이음부를 계획하여야 한다. 그 간격은 30m를 표준으로 하며, 조건에 따라 설치간격은 변경할 수 있다.

나. 신축이음부에는 다웰바를 설치하여 지반침하에 따른 부등침하를 방지하여야 한다. 이때, 다웰바 설치위치는 구조검토 후, 상・하부 슬래브 및 벽체에 설치할 수 있다.

다. 신축이음부에서는 누수방지를 위한 지수판을 설치하여야 하며, 지수판의 설치 위치는 다웰바 위치보다 바깥쪽으로 설치한다.

라. 신축이음부의 누수 방지를 위해 외벽 방수재는 이중보강을 실시한다.

마. 절·성토 경계부에 설치되는 공동구는 지반의 부등침하를 고려하여 본체 하단에 받침판 설치를 고려하여야 한다. 이때 받침판 설치 연장은 본체 폭과 절·성토 경계를 고려하여 충분한 연장으로 계획하여야 한다.

바. 분기구 하단 및 집수정 벽체부분의 되메우기가 곤란한 경우, 양질의 뒷채움토를 적용하여 공용 중 지반침하에 따른 구조물의 부등침하가 발생하지 않도록 하여야 한다.

사. 연약지반의 경우 공동구 구체설치에 따른 부등침하가 발생할 수 있으므로 신축이음부 외벽에 별도의 신축이음 장치를 설치하여 외벽 방수재 손상시 구체 내부로 지하수가 침투하지 않도록 하여야 한다. 다만, 부득이한 경우 공동구 내 지하수 유입수를 처리할 수 있도록 배수계획을 포함시킨다.

(5) 기타 고려사항

가. 공동구를 계획하려고 하는 위치에 점용시설물 등의 구조물이 있는 경우에는 관계자와 충분히 협의한 후, 위치 및 구조 등을 정한다.

나. 공동구를 계획하려고 하는 도로변에 위험물 저장 지하탱크가 있는 경우, 위험물 안전관리법 시행규칙 제32조를 참조하여 계획한다.

다. 공용 중 도로시설물 설치에 따른 터파기시 본체의 손상을 방지하기 위한 경고문구를 표시한 띠를 공동구 상단 횡방향 일정간격(작업 기계폭 고려, 되메우기(1m 이내))으로 매설하고 종방향은 공동구 전체연장을 계획하여야 한다.

(6) 관계기관 인허가 사항

공동구사업은 도시계획시설사업으로서 해당 관련 기관에 다음과 같은 종류의 인허가를 수행한다.

가. 도시계획시설사업 실시계획인가신청

나. 도시공원점용 허가신청

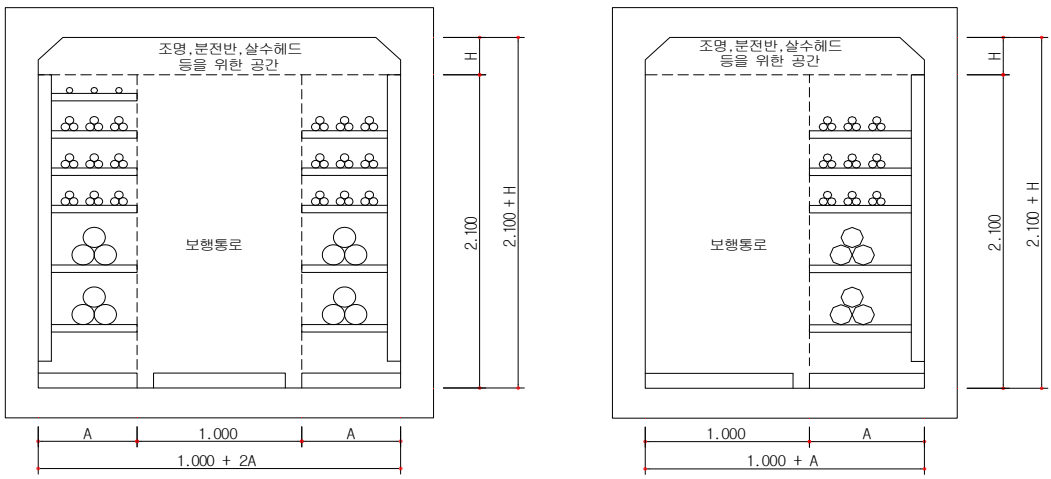
다. 하천점용 허가신청

3.1.2 시설한계 및 내공치수

(1) 공동구 단면높이는 수용시설 설치 및 유지관리에 충분한 공간확보가 되도록 계획한다.

(2) 내부 통로는 높이 2,100㎜ 이상, 최소폭은 보도 및 측구를 포함하여 1,000㎜ 이

상으로 한다.



A : 수용시설 설치공간

H : 조명등 설치를 위한 최소 공간(250㎜)

그림 3.1.2 수용시설 배치별 통로 및 내공기준

(3) 내부단면 높이 계획시 시설물상단에서 천장까지 최소 필요공간을 확보한다. 여기서 최소 필요공간이란 수용시설의 설치교체시 장래 이용성을 고려한 여유 공간과, 각종 밸브설치를 위한 여유 공간으로 상·중수도 및 냉·난방 시설의 경우 최소 800㎜ 이상 확보하여야 한다.

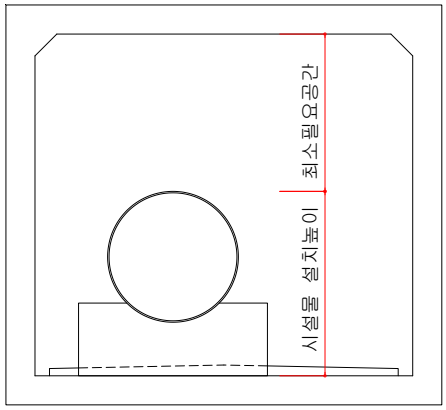


그림 3.1.3 수용시설에 따른 단면높이

(4) 통로 내 마모방지나 배수로를 설치하기 위해, 하부 슬래브 위에 최소두께 50㎜의 콘크리트를 타설한다. 이 경우 윗면에 1% 이상의 배수경사면을 만든다.
(단, 전력실 보도부는 관련 기관과 협의를 통해 변경하여 적용할 수 있다.)

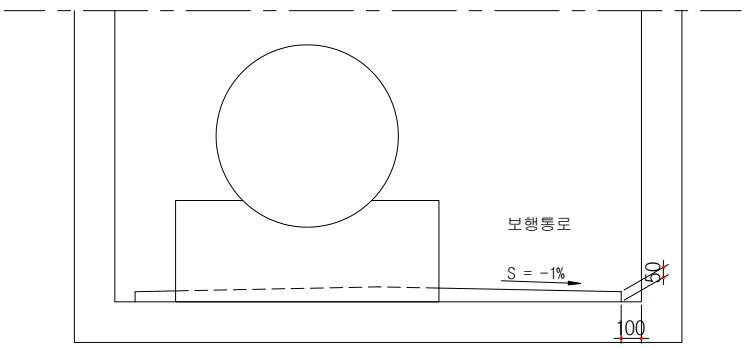


그림 3.1.4 통로바닥 설치

3.1.3 최적단면 결정 및 배치

(1) 수용시설물

공동구에 수용 가능한 시설물로는 상수, 중수, 냉·난방, 전기, 통신, 가스, 쓰레기 수송관로 등 시민의 일상생활에 필요한 공공시설물로서 공동구에는 가능한 모든 시설물을 수용하여 공동구 설치목적에 부합되도록 하여, 경제성 및 유지관리 효율

성을 향상시키도록 하여야 한다.

가. 상・중수도

상・중수도 시설에 있어서 관 설치, 받침대 설치 및 자동밸브 설치 등은 상수도 시설기준에 적합하게 시설한다.

나. 냉・난방시설

난방관 및 받침대 설치, 자동밸브 설치는 관련 규정에 적합하게 시설한다.

다. 전력시설

전력 케이블 및 지지대 설치, 통로, 접지시설, 전력구 곡률반경 및 구내 케이블 접속공간 등은 전력공급자의 설계기준-배전분야 및 설계기준-송전분야에 준하여 적합하게 시설한다. 단, 전력설비의 규모가 편측으로 시설되는 규모일 경우에는 타 시설물과 통합하여 시설할 수 있다.

라. 통신시설

통신 케이블 및 지지대 설치, 접지시설은 전기통신설비의 기술기준에 관한 규정(통신업체의 통신토목설계기준 참조)에 적합하게 시설한다.

마. 가스시설

가스관 및 받침대 설치, 방폭시설 설치는 가스공급자의 관련 규정에 적합하게 시설한다.

바. 쓰레기수송관로

쓰레기수송관로 및 받침대 설치, 수송관 검사위치, 수송관 곡률반경 등은 관리주체의 규정에 적합하게 시설한다.

(2) 수용시설물 특성 기준

가. 상・중수

1) 상・중수도관 설치방법

가) 공동구 내 상・중수도관을 수용할 때는 필요한 간격마다 관 받침대를 설치하고 받침대에는 압송시 관의 움직임을 방지하는 휨볼트(bending bolt) 등의 안전시설물을 설치하여야 한다.

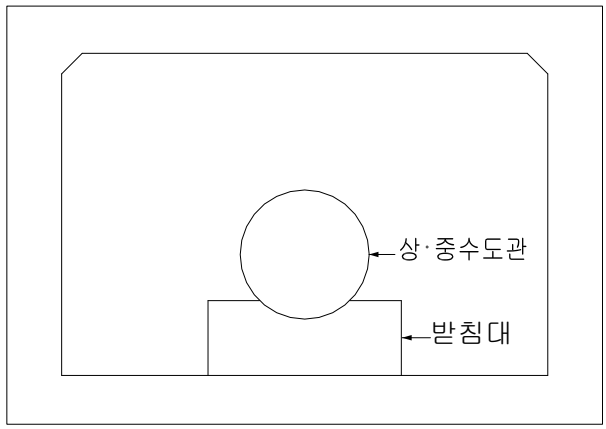


그림 3.1.5 공동구 내 상·중수도관의 설치방법

나) 관받침대 설치간격은 1,500 ~ 3,000㎜로 설치한다.

다) 공급공동구에서는 보통 관경이 그다지 크지 않은 배수관, 또는 급수관이 수용되는 경우, 공동구 천정에 매달거나 전력케이블이나 통신케이블과 마찬가지로 지지철물 위에 설치하는 방법을 사용할 수 있다.

2) 상·중수도관 받침대의 규격

가) 공동구 내에 설치되는 상·중수도관 받침대의 규격은 그림 3.1.6을 기준으로 한다.

나) 공동구 선형이 절곡되는 구간은 상·중수도관 내부 유속에 의한 충격에 대비하기 위해 충격압에 의한 하중을 받침대 설계시 고려하여야 한다.

관 경 (D, ㎜)	A(㎜)	B_1(㎜)	H_1(㎜)
φ400 미만	D+300	150	500
φ400 ~ 800 미만	D+300	150	500
φ800 ~ 1,000 미만	D+400	200	500
φ1,000 ~ 1,500 미만	D+400	200	600
φ1,500 이상	D+400	200	700

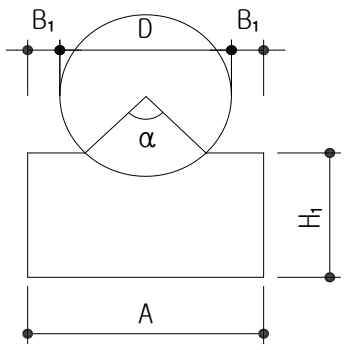


그림 3.1.6 상·중수 받침대

3) 여유공간

상·중수도 관경에 대한 벽체 및 천정으로부터 다음과 같이 여유 공간이 있어야 한다. 특히, 수도용 제수밸브, 공기밸브, 점검구 등 부속설비의 설치 및 운영에 문제가 없도록 충분한 이격거리를 확보하여야 한다.

관 경 (D, ㎜)	W(㎜)	S(㎜)
φ400 미만	400	800
φ400 ~ 800 미만	500	800
φ800 ~ 1,000 미만	500	800
φ1,000 ~ 1,500 미만	600	1,000
φ1,500 이상	700	1,200

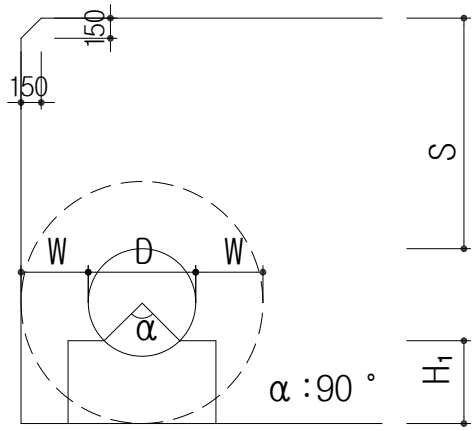


그림 3.1.7 벽체 및 천정의 여유공간

4) 상·중수도관 설치구간 통로

통로는 유지보수의 편의를 위하여 폭 1,000㎜ 이상, 높이 2,100㎜ 이상 확보하여야 한다.

5) 상·중수도관 부속설비 설치

공동구 내에 수용되는 상·중수도관의 부속설비인 제수밸브, 공기밸브, 배출수 설비, 소화전 등은 공동구 유지관리시스템 내에서 감시 및 제어가 가능하도록 하여야 한다.

6) 이형관 보호

공동구의 분기구에 설치하는 이형관에 대하여는 설계단계에서부터 보호조치를 강구하여야 한다.

나. 전력

1) 전력케이블 설치방법

공동구 내에서의 전력케이블 설치는 전력공급자의 설계기준에 의하여 설치하는

것을 원칙으로 한다.

가) 공동구 내에서 전력케이블은 케이블지지대, 수평케이블 걸이(hanger), 케이블받침대 등을 사용하여 안전하게 설치하도록 한다.

나) 공동구 내에서 전력케이블은 아래 그림과 같이 설치한다.

다) 전력케이블의 종류별 설치위치는 공동구의 맨 아래단으로부터 i) 345kV 케이블, ii) 154kV 케이블, iii) 22.9kV 케이블, iv) 통신용 케이블의 순서로 한다.

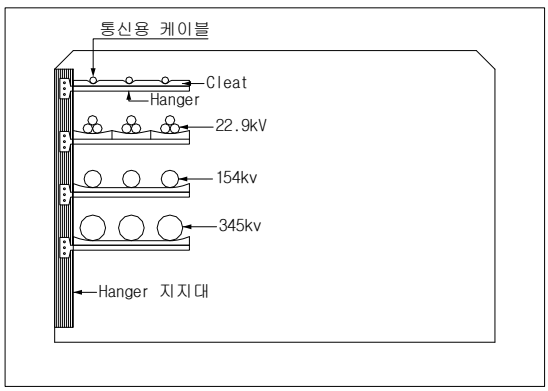


그림 3.1.8 공동구 내 전력케이블 배치도

라) 전력케이블용 전력구의 최소폭은 1,500㎜(송전선로 수용시 1,700㎜)로 하며 154kV 케이블은 회선수 별로 전력공급자의 설계기준을 준수하여 최대 2,100㎜까지로 하고 345kV 케이블을 수용시에는 2,400㎜로 한다.

마) 전력구의 최소 높이는 최소 2,100㎜ 이상으로 하되, 소방설비 송수관의 설치를 위하여 추가 높이가 필요한 경우 이를 별도로 검토하여 추가할 수 있다. 전력구의 최대 유효 높이는 3,000㎜ 이하로 하되, 3,000㎜를 초과할 경우에는 전력구를 2련 또는 이층구조로 한다.

2) 전력케이블의 종류별 지지물 설치기준

전력케이블 종류별 지지물의 수평, 수직간격은 설치작업 및 유지보수 작업시 지장이 없도록 여유 있게 확보하도록 하며, 전력공급자의 설계기준을 적용하여 설치한다.

3) 지지대 설치기준

가) 수직지지대의 앵글폭은 100㎜ 이상을 사용하고, 설치간격은 1,500㎜를 표준으

로 최대 2,000㎜까지 시설할 수 있으며, 전력케이블 회선수 및 용량에 따라 결정한다.

나) 공동구 천정으로부터 최상단 케이블걸이 사이는 조명등 설치를 고려하여 250㎜ 이상 공간을 확보하여야 한다.

다) 공동구 바닥으로부터 최하단 수평지지대 사이는 공동구 헌치 등을 고려하여 345kV 케이블은 400㎜로 하고, 154kV급 이하는 300㎜ 이상을 확보하여야 한다.

라) 수평지지대 중심과 중심사이의 설치간격은 전압별, 케이블 수직이격거리와 같도록 한다.

마) 수평지지대는 꽂이형, I형과 ㄱ형, 가변형을 사용하며, 케이블의 스네이크 포설에 지장이 없도록 한다.

바) 수평지지대당 케이블 최대 배열 회선수는 154kV이상은 1회선(수평포설), 22.9kV는 3회선으로 한다.

사) 수평지지대의 규격은 송전 케이블용 550㎜, 배전케이블용 460㎜를 적용한다. 수평지지대의 상하간 간격은 345kV급 케이블은 550㎜, 154kV급은 400㎜, 66kV급은 300㎜, 22.9kV급 이하는 250㎜로 한다.

아) 배전 케이블 받침대의 종류는 전력공급자의 설계기준을 따르며 고정형(ㄱ형)은 경사 및 곡선개소 마다 설치하고 직선개소에는 케이블 지지대 매 4~5 경간마다 1개소씩 설치한다. 받침형(I형)은 고정형을 사용하지 않는 개소에 설치한다.

4) 공동구의 접지

가) 공동구 내에서 전력케이블의 접지설비는 통신케이블의 접지설비 위치와 가능한 한 멀리 이격시켜야 한다.

나) 접지설비를 설치할 때는 공동구 지반 굴착작업 후 바로 접지봉을 매설하고 접지봉 설치에 따른 공동구 구조물 방수를 철저히 하여야 한다.

다) 전력케이블의 접속지점에 접지설비를 설치하여야 한다.

라) 공동구 본체의 전력구에는 배전용 접지설비를 설치하여야 하며, 설치간격은 100m마다 설치하도록 하고, 송전 접지선과는 반드시 분리하여 설치하여야 한다.

마) 공동구 내에서 전력케이블의 접지설비는 나경동선 35㎟(송전선로 공용시 나연동선 150㎟)의 접지모선을 시설하고 공동구 내의 모든 접지연결 동봉이나 접지선은 접지모선과 연결한다.

바) 배전케이블이 시설되는 내측벽 하부에 나경동선 35㎟의 접지모선을 설치하고

지지대의 최하단 볼트구멍에 접지선 지지글램프를 이용하여 고정한다. 단, 케이블 접속개소가 없는 지지대는 생략할 램프있다. 송배전 공용 공동구에서는 접지 모선 또는 매설지선과 접지연결 리드선(또는 구조물 매설용 접지연결동봉)과의 접속은 압축접속을 하여야 한다.

사) 배전케이블 접속개소의 접지선은 나연동선 35㎟를 사용하며, 접지모선과의 접속은 동슬리브를 사용하여 압축 접속한다. 송배전 공용 공동구에서는 전력구 내로 접지 연결 리드선을 인출시 방수포를 관통하는 경우에는 구조물매설용 접지연결봉을 통하여 방수를 시행한 후 절연전선 150㎟으로 인출한다.

아) 배전케이블 단독 수용 공동구에서 구조물 매설용 접지연결 동봉의 단자에는 나연동선 35㎟을 삽입하고 여유공간을 나연동선으로 채운 후 견고하게 압축 접속 한다. 송배전 공용 공동구에서는 구조물 매설용 접지연결 동봉은 바닥 또는 벽체(바닥에서 200㎜ 지점)로부터 150㎜ 길이로 인출하여 길이 1m의 연결 리드선에 압축 접속한다.

자) 공동구 내의 접지간격은 100m로 하며, 개소당 접지저항은 25Ω(송배전 공용시 10Ω) 이하가 되도록 한다.

5) 전력구 통로규격

가) 공동구 내 전력구의 통로는 유지관리의 편의를 위하여 폭은 1,000㎜ 이상, 높이는 2,100㎜ 이상 확보하여야 한다.

나) 공동구 내 전력구의 통로는 작업원이 지지철물에 부딪치지 않도록 하고, 소형 기자재를 들고 다니는데 불편함이 없어야 하며, 공동구 천정에 설치된 조명 등(일반적으로 높이 250㎜), 분전반 등으로부터도 적당한 여유 공간을 가져야 한다.

6) 전력구내 케이블 접속 공간

가) 전력구 내에는 케이블 접속을 위한 접속공간을 별도로 시설한다.

나) 전력구 접속개소의 간격은 345kV용 전력구는 500m, 154kV용 전력구는 600m를 표준으로 하며 시공여건, 케이블시스에 유기되는 대지전압, 케이블 제조능력, 운반 및 포설 여건, 장래의 계획 및 경제성 등을 감안하여 조정할 수 있다.

다. 통신

1) 통신케이블 설치방법

가) 공동구 내에서 통신케이블은 케이블 받침대, 케이블 걸이를 사용하여 견고하게 설치하도록 한다.

나) 공동구 내에서 통신케이블은 아래 그림과 같이 설치한다.

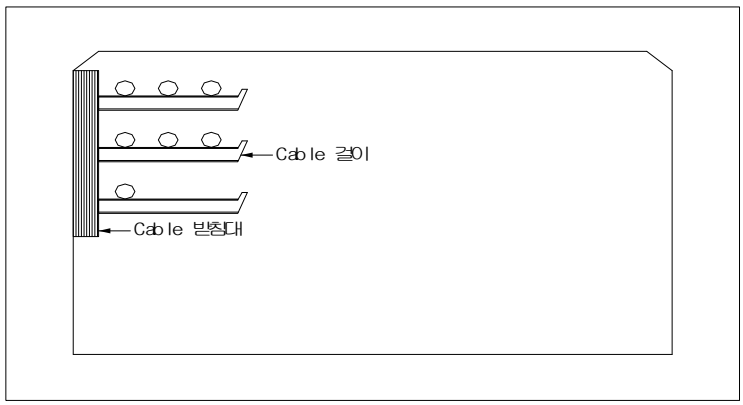


그림 3.1.9 공동구 내 통신케이블 배치도

다) 통신케이블의 케이블받침대 및 케이블걸이는 전력케이블과 마찬가지로 설치 및 유지보수 작업시 작업원이 지지철물에 부딪치지 않도록 하고 소형 기자재를 들고 다니는데 불편함이 없어야 하며, 공동구 천정에 설치된 조명등(일반적으로 높이 250㎜), 분전반 등으로부터도 적당한 여유공간을 가져야 한다.

2) 통신케이블 지지물의 설치기준

공동구에서 통신케이블 지지물은 다음 기준에 맞게 설치한다.

가) 케이블 받침대 설치간격은 공동구 길이 방향에 보통 1,000㎜를 표준으로 하되 부득이한 경우, 케이블 접속에 지장이 없는 범위로 최소 800㎜, 최대 1,200㎜로 설치하도록 한다.

나) 케이블 걸이 설치간격은 케이블의 최대직경 80㎜, 수평지지대의 최대높이 35㎜, 케이블접속관 설치에 따른 여유공간 85㎜를 감안하여 200㎜로 한다.

다) 공동구 천정으로부터 최상단 케이블걸이 사이는 조명등 설치를 고려하여 250㎜ 이상 공간을 확보하여야 한다.

라) 공동구 바닥으로부터 최하단 수평지지대 사이는 공동구 헌치 등을 고려하여 250㎜ 이상 공간을 확보하여야 한다.

3) 맨홀의 접지

가) 공동구 내에서 접지시설은 500m마다 접지판 또는 접지봉을 매설하되, 그 저항

이 10Ω 이하가 되도록 한다.

나) 맨홀 접지는 제3종 접지공사를 시행하되 접지저항치은 100Ω 이하로 하고 접지선은 나연동선 25㎟ 이상으로 한다.

다) 맨홀 접지공사는 맨홀 공사시 2개소에 접지동봉을 타설하고 리드선은 구조물 매설용 접지연결 동봉과 연결한다.

라) 양 접지개소의 리드선은 나연동선 35㎟ 이상으로 맨홀 벽체 외부에서 상호 연결한다.

4) 맨홀 뚜껑

가) 맨홀 출입구의 구체 목 길이는 맨홀의 매설깊이에 따라 적절하게 조정하되 최소 길이는 300㎜로 한다.

나) 맨홀 뚜껑의 설치높이는 GL+0 ~ 10㎜ 이내이어야 한다.

다) 맨홀 뚜껑은 잠금형으로 지름 766㎜를 표준으로 한다.

라) 맨홀 뚜껑은 현장 타설식 맨홀인 경우 맨홀목 상부 콘크리트에 90° 간격으로 4개소에 3/4인치 세트 앵커 볼트를 타정하여 고정시키며, 조립식 맨홀인 경우에는 상부 몸체의 볼트 구멍과 조정용 부재의 볼트 구멍을 일치시킨 후, 고정용 볼트 4개로 견고히 고정시킨다.

5) 통신구의 통로

가) 공동구 내 통신구의 통로는 유지관리의 편의를 위하여 높이 2,100㎜ 이상, 폭 1,000㎜ 이내를 기준으로 한다.

나) 공동구 내 통신구의 통로 역시 전력구의 통로와 유사한 역할을 한다.

라. 가스

1) 가스관 설치방법

간선공동구 내 가스관을 수용할 때는 상수도관처럼 일정한 간격마다 관받침대를 설치하고 그 위에 가스관을 안전하게 설치하도록 한다.

2) 가스관 안전설비

공동구 내 가스관을 수용할 때는 일정한 구간마다 압력 안전장치, 가스누설경보기, 긴급차단장치 등의 안전설비를 설치한다.

3) 방폭설비

가스구 내를 제외한 조명기구 등 전기설비는 방진, 방수 구조로 한다. 폭발 위험성이 있는 구내에는 방폭구조의 전기설비를 적용한다.

4) 가스구의 환기

공동구의 가스구에는 별도의 환기설비를 갖추되 자연환기와 강제환기 설비를 병행하도록 하며, 강제 환기설비는 가스누설 검지시 자동으로 작동되는 설비로 한다.

5) 가스관 받침대의 규격

공동구 내에서 설치되는 가스관 받침대의 규격은 다음을 기준으로 한다.

표 3.1.1 공동구 내 가스관 받침대

가스관경(D, ㎜)	받침대 높이 (㎜)	받침대 폭 (㎜)
500 이하	400	D+200
500 이상	500	D+200

6) 가스구의 통로

공동구 내 가스구의 통로는 높이 2,100㎜ 이상, 폭 1,000㎜ 이상을 기준으로 한다.

7) 기타사항

본 기준에 제시된 설계기준은 일반사항만 수록하였으며 공동구 내 가스관 수용시 가스관리 규정을 준수하여 설계를 수행하여야 한다.

마. 냉·난방

1) 냉·난방 구분

각국의 설계 규정에 따라 차이가 있으나 일반적으로 아래와 같이 구분하고 있다.

가) 난 방 : 공급수 온도 ; 75 ~ 120℃, 회수 온도 ; 40 ~ 80℃

나) 냉 방 : 공급수 온도 ; 3℃, 회수 온도 ; 13℃

2) 배관설계기준

가) 열공급 배관은 운전이 정지될 경우, 온도 강하에 따른 응력 발생에 견딜 수 있도록 설계에 적용하여야 한다.

나) 배관상에 높은 곳에는 관내의 공기를 추출시킬 수 있는 시설과 낮은 곳에서는 물을 빼낼 수 있는 시설을 갖추도록 하고 가능한 에어포켓(Air pocket)이 발생할 수 있는 여건이 형성되지 않도록 하여야 한다.

다) 용접 개소를 최소한으로 줄이고 최대한으로 운전상의 안전과 배관 수명을 유지할 수 있고 내부 또는 외부의 어떠한 누수도 없도록 설계하여야 한다.

라) 배관의 안전 및 보호 장치를 설치하여야 한다.

마) 받침대 규격

한국지역난방공사의 열배관 설계기준에 적합하도록 설치한다.

바) 여유공간

여유공간은 상수도 여유공간을 따른다.

사) 통로

통로는 유지관리에 편의를 위하여 1,000㎜ 이상, 높이 2,100㎜ 이상 확보하여야 한다.

바. 쓰레기수송관

1) 수송관의 배관설계시 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

가) 상승각도 20°, 하향각도 30° 이하를 유지한다.

나) 곡관의 곡률반경은 5D ~ 7D (최소 1800R) 이상을 유지한다.

다) 곡관의 각도 100° 이하 (90° 정도)로 한다.

라) 분기관과의 각도는 내각 30° (3D 이상 직선 후 곡관) 이상으로 한다.

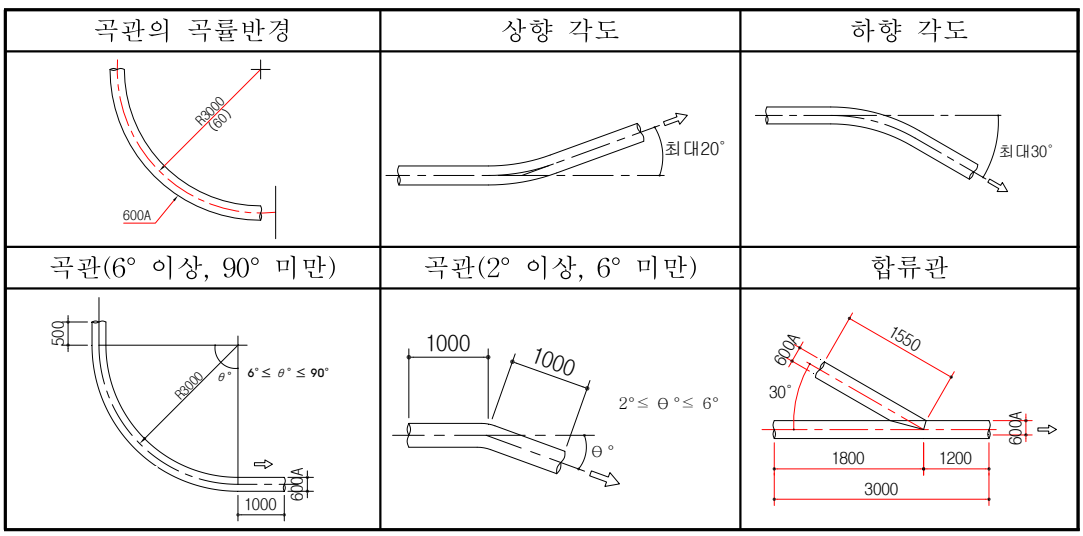


그림 3.1.10 쓰레기수송관 곡관 설치

2) 수송관의 접합부 설계시 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

가) 관로가 상승(통상 20°)하는 경우 접합을 금지한다.

나) 주 배관에서 분기되는 관의 접합은 분기점에서 3D만큼 직선구간 형성 후, 반경 1,800㎜ 곡관으로 연결한다.

다) 분기관이 인접하는 경우 분기점에서 6D만큼의 거리를 유지한다.

라) 분기관의 상승 분기각도는 20° 이내로 한다.

마) 주 배관의 곡관부 곡률반경은 1,800㎜, 배출밸브 및 공기흡입밸브의 연결을 위한 곡률반경은 각각 750㎜와 600㎜로 한다.

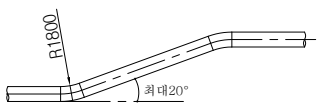
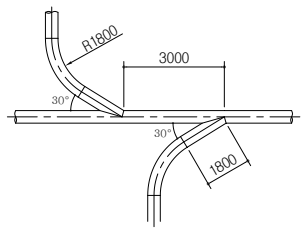
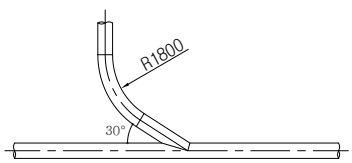
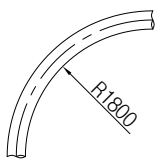
Type A : 배관 상승시 연결 방법	Type B : 2개 지관 연결 방법
	
Type C : 1개 지관 연결 방법	Type D : 90° 곡관
	

그림 3.1.11 쓰레기수송관 연결부 상세

3) 쓰레기 수송관의 공동구 수용시 벽체 및 상부, 바닥슬래브로부터 300㎜ 이상 이격시켜야 하며, 관 부설 및 유지관리 효율성을 고려하여 관 직경에 따라 변경할 수 있다.

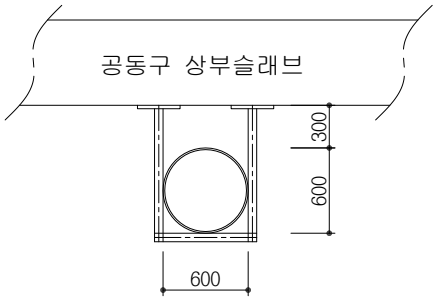


그림 3.1.12 쓰레기수송관 설치예

3.1.4 안전수용기준

(1) 전력케이블과 가스관

가. 공동구 내에 전력케이블과 가스관을 조합 수용할 때는 별실 수용을 원칙으로 하며, 전력케이블과 난방관을 조합하여 수용할 경우에는 케이블과 난방배관의 열간섭에 의한 허용용량 감소를 해결하기 위하여 점용예정 기관과 협의하여 결정하여야 한다.

나. 간선공동구에서 통상 고압 송전케이블과 고압가스관이 조합 수용될 때 만약 동일 공간 내에 수용을 하면 스파크 현상에 의해 가스가 폭발할 염려가 있으므로 별실 수용하여야 한다.

다. 공급 공동구에서 저압 배선케이블과 저압가스관이 조합 수용될 때는 허용 가능한 한 최대로 이격시키되 이격거리가 1,000㎜ 미만일 경우에는 내화성 격벽을 설치하거나, 방폭시설을 설치하여 충분한 안전성이 확보되도록 하여야 한다.

(2) 전력 케이블과 통신 케이블

가. 간선공동구에서 특고압 송·배전케이블과 대규모 용량의 통신케이블이 동실 수용될 경우 장애에 의한 통신능력저하가 우려가 있으므로 별실 수용하여야 한다.

나. 지선공동구에서 배전케이블과 소규모 용량의 통신케이블을 조합수용할 때는 허용 가능한 한 최대로 이격시키되 그 이격거리가 300㎜ 이하일 때는 내화성 격벽을 설치한다.

(3) 전력케이블과 상수관

가. 공동구 내에 전력케이블과 상수도관의 조합 수용시 전력케이블이 송전용이거나 상수도 관경이 800㎜ 이상일 때는 별실 수용을 원칙으로 한다.

나. 공급공동구에서 저압 전력케이블과 소구경 상수도관의 조합수용시는 상수도관에

전식방지 처리를 하고 300㎜ 이상 상호 이격시키도록 한다.

(4) 통신케이블과 상수도관

가. 공동구 내에 통신케이블과 상수도관의 조합 수용시 상수도 관경이 800㎜ 이상이고 통신케이블의 용량이 대용량일 경우 별실 수용을 원칙으로 한다.

나. 공급 공동구에서 소구경 상수도관과 소용량의 통신케이블이 조합 수용될 경우는 300㎜ 이상 이격하여 유지보수 공간을 유지하면 동실 수용하여도 지장이 없다.

다. 광통신 케이블을 사용하는 경우 상수관, 전력케이블 등과 조합은 관련 기관과 협의하여 설치할 수 있다.

3.1.5 특수부 설계기준

(1) 공동구 교차부분

교차부분은 수용시설의 설치를 위한 공간과 유지관리를 위한 작업공간 및 점검통로를 충분히 확보할 수 있는 규모로 하여야 하며, 공동구 본체구조물을 완전 입체화하여 시설물 상호간 수평 교차되지 않고 통로가 차단되지 않도록 하여야 한다.

(2) 분기구

가. 분기구는 택지방향 및 도로 방향으로 구분하여 설치한다.

나. 분기구 계획시 분기되는 시설에 의해 통로가 차단되지 않도록 하여야 한다.

다. 분기구 설치 및 공용 중 시설물 설치를 위한 도로굴착을 방지하기 위하여 공동구가 설치되는 도로 가장자리까지 분기구를 계획하여야 한다.

(3) 환기구

가. 환기구는 자연환기구(급기구)와 강제환기구(배기구)로 구분하며, 용도에 맞게 설치하여야 한다.

나. 환기구 계획시 온도, 습도, 결빙, 화재, 방재 등에 대한 환기 시뮬레이션을 수행하여 설치 간격 및 환풍기 용량을 결정하여야 한다.

(4) 재료반입구

가. 재료반입구는 배관 반입구와 케이블 반입구로 구분하여 용도에 맞게 시설한다.

나. 설치간격은 300m마다 설치한다.

다. 전력접속맨홀 설치시 케이블 반입구는 설치하지 않아도 된다.

(5) 출입구

가. 출입구는 평상출입구와 비상출입구로 구분하며, 평상출입구는 상시 이용이 편리

하도록 설치하고, 비상출입구는 공동구 연장을 고려하여 적정한 위치에 설치하거나 환기구 또는 재료반입구를 이용할 수 있도록 한다.

나. 공동구 내부에 사용하는 전기시설을 위한 전기실은 유지관리 효율성을 향상하기 위하여 출입구와 병행하여 설치 계획한다.

다. 출입구 설치 간격은 분기구 위치 및 현장여건 등을 고려하여 결정한다.

라. 출입구는 유지관리 효율성 증대를 위하여 가급적 짧게 설치하는 것이 좋다.

(6) 전력접속맨홀

가. 송전 케이블의 접속을 위한 별도의 접속맨홀을 설치한다.

나. 설치간격은 송전케이블 생산여건을 충분히 검토 후 전력공급자의 지중 송·배전 설계기준에 준하여 적합하게 설치한다.

다. 맨홀 겉뚜껑 및 속뚜껑은 외부인이 무단으로 출입할 수 없도록 잠금장치가 설치되어야 한다.

(7) 통신접속맨홀

가. 통신 케이블의 접속을 위한 별도의 분기·접속 맨홀을 분기구와 연결하여 설치한다.

나. 맨홀 설치는 가입자 케이블 수용여건을 충분히 검토 후 통신사업자 의견을 들어 설치한다.

(8) 집수정

가. 공동구 내부의 결로 및 침투수, 내부청소용수의 배출을 위해 집수정을 설치한다.

나. 집수정은 공동구 종단계획상 최저점에 설치하도록 계획하고, 설치간격 및 위치는 공동구 내부여건을 감안하여 설치한다.

다. 집수정구간 배출용 배수관이 내부통로에 지장이 되지 않는 공간과 배수펌프 유지관리를 위한 공간이 충분히 확보되어야 하며, 필요시 공동구 외측 벽체를 확대하여 공간을 확보할 수 있다.

(9) 통로계단

가. 공동구 종단선형이 15%를 초과하는 경사로 할 경우 보수 및 유지관리에 편리하도록 계단을 설치한다.

나. 계단설치시 계단에는 손잡이를 설치하고 각 계단층은 높이 200㎜, 폭 300㎜ 정도로 한다.

다. 계단 손잡이 설치높이는 계단 바닥으로부터 900㎜ 이상으로 한다.

라. 비상출입구로 사용되는 환기구 벽면에는 출입이 가능하도록 매입형 사다리를 설

치한다.

마. 매입형 사다리의 발판은 미끄럼방지 기능이 있어야 한다.

3.1.6 유지관리 편익시설

(1) 내부유지관리용 전동차 도입

가. 공동구 연장이 긴 경우 유지관리의 효율성을 증대하기 위하여 내부 통로에 운행 가능한 전동차를 도입할 수 있다.

나. 전동차 도입시 회차시설을 설치하고 내부통로 조건 및 유지관리 효율성을 고려하여 전동차 규모를 결정하여야 한다.

(2) 진출입용 승강기 설치

가. 출입구 진출입 깊이가 깊을 경우 유지관리용 자재 및 장비운반의 효율성을 향상하기 위하여 출입구에 승강기를 설치할 수 있다.

나. 승강기 설치시 별도의 진출입계단을 설치하여야 하며, 승강기 규모는 유지관리를 고려하여 결정하여야 한다.

(3) 자재운반용 호이스트 및 레일설치

가. 공동구 내 대형 수용시설물 설치 및 교체시 작업 효율성을 향상시키기 위하여 호이스트 레일을 설치할 수 있다.

나. 호이스트레일 설치시 필요 제반규정을 준수하여 시설기준에 적합하도록 하여야 한다.

3.2 설계세목

3.2.1 고려 사항

철근콘크리트 구조물의 설계방법은 강도설계법을 적용함을 원칙으로 하고 강재 구조물, 프리스트레스트 콘크리트, 가설 구조물, 기타 허용응력설계법이 보다 타당한 경우는 허용응력설계법에 따른다.

(1) 허용응력설계법(WSD) : 철근 콘크리트를 탄성체로 보고 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 법

(2) 강도설계법(USD) : 실제 하중이 작용하여 부재가 파괴될 때 콘크리트의 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중계수(Load Factor)에 따라 설계하는 법

3.2.2 설계하중

(1) 하중의 종류

가. 주하중

1) 고정하중(D)

2) 활하중(L)

3) 충격(I)

4) 프리스트레스(PS)

5) 콘크리트 크리프의 영향(CR)

6) 콘크리트 건조수축의 영향(SH)

7) 토압(H)

8) 수압(F)

9) 부력 및 양압력(B)

나. 주하중에 상당하는 특수하중

1) 지반변동의 영향(GD)

2) 지점이동의 영향(SD)

다. 부하중

1) 온도변화의 영향(T)

2) 지진의 영향(E)

라. 부하중에 상당하는 특수하중

1) 가설시 하중(T)

2) 기타

(2) 고정하중

표 3.2.1 재료의 단위질량 (단위 : kg/㎥)

재 료	단위질량	재 료	단위질량
강재, 주강, 단강	7,850	자 갈 , 쇄 석	1,900
주 철	7,250	목 재	800
알 미 늄	2,800	역청재(방수용)	1,100
철근콘크리트	2,500	역 청 포 장	2,300
무근콘크리트	2,350	석 괴 포 장	2,600
프리스트레스트 콘크리트	2,500	벽 돌 포 장	2,400
시멘트 모르타르	2,150	벽 돌 쌓 음	2,000
석 재	2,600		

가. 고정하중을 산출할 때 재료의 질량은 위 표의 단위질량을 기준으로 하며 실 질량이 명확한 것은 그 값을 적용한다.

나. 기계실하중

구조물 내 상판하중 가운데 펌프실, 신호실, 전기실, 환기기계실 등의 기계하중은 아래 값을 표준으로 하되 특수기계는 실질량에 의하고 진동하중 및 교번하중이 생기는 기계에 대하여는 이를 고려하여야 한다.

표 3.2.2 각 실의 상판하중 (단위 : kN/㎡)

실 명	상판하중	실 명	상판하중
변 전 소	75	방 송 실	10
전 기 실	25	통 신 기 기 실	10
개 폐 실	10	교 환 기 실	15
전 력 지 령 실	15	축 전 지 실	25
신 호 취 급 소	20	환 기 기 계 실	25
콤 프 레 샤 실	20	소 화 펌 프 실	20 ~ 25
운 전 지 령 실	20	오 수 펌 프 실	20 ~ 25
신 호 기 지 실	20	배 수 펌 프 실	20 ~ 25

주) 각실의 기능 재배치를 고려하여 변전소 이외의 기계실 하중은 모두 25kN/㎡을 적용 할 수 있다.

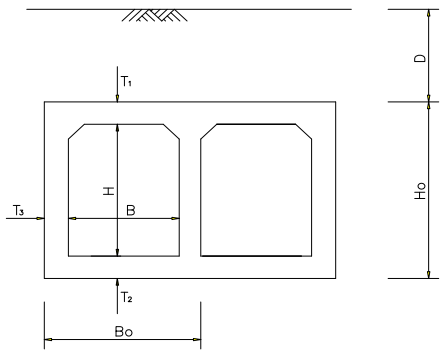
(3) 노면 활하중

가. 구조물내공이 6.0m 이하인 경우

1) D : 암거 상면의 토피 및 포장층 두께(m)

B_o : 암거폭(다련 BOX인 경우 외측 1BOX의 폭)(m)

2) 노면활하중이 10.0 kN/㎡ 이하일 때에는 10.0 kN/㎡으로 한다.



가) $\frac{D}{B_o} \geq 0.5$인 경우

토피두께(D, m)	노면활하중 (P_{v1}, $kN/㎡$)	비 고
1.0	39.0	토피 중간값은 노면활하중 상위값 적용
1.5	25.0	
2.0	18.0	
2.5	14.0	
3.0	11.0	
3.5 이상	10.0	

나) $\frac{D}{B_o} < 0.5$인 경우

$\frac{D}{B_o}$	노면활하중 ($P_{v1} \times D$, $kN/㎡$)	비 고
0.1	17.0	$\frac{D}{B_o}$의 중간값은 $P_{v1} \times D$의 상위값을 적용, 노면활하중 P_{v1}은 표의 값을 D로 나누어 구함
0.2	27.0	
0.3	33.0	

다) 토피고 1.0m 이내의 경우 이동하중을 직접 재하하고 상부 슬래브는 바닥판 기준을 따라 설계한다.

※ 상기 노면 활하중 값의 기준은 DB-24이므로 DB-18 적용시는 별도로 검토하여 적용되어야 한다.

나. 구조물내공이 6.0m 이상인 경우

표 3.2.3 토피고에 따른 노면 활하중

토피고 (m)	노면활하중 (kN/㎡)	토피고 (m)	노면활하중 (kN/㎡)
1.0	51.0	5.0	15.0
1.5	39.0	6.0	15.0
2.0	21.0	7.0	15.0
2.5	17.0	8.0	12.0
3.0	15.0	9.0	11.0
4.0	15.0	10.0 이상	10.0

주) 토피의 중간값은 노면 활하중 상위의 값을 적용한다.

(4) 토압

가. 정지토압

1) 정지토압은 지하박스 구조물등과 같이 정지토압을 적용하는 것이 타당한 경우에 적용한다.

2) 토압이 작용하는 박스구조물은 시공 중 또는 시공 후 횡토압이 실제보다 작게 작용하여 구조물에 불리하게 작용하는 경우 실제 감소된 토압을 계산하여 사용하여야 한다.

3) 정지토압의 계산은 다음 식에 의한다.

$$P_0 = K_0(q + \gamma_t h_1 + \gamma_{sub} h_2) \qquad \text{(식 3.2.1)}$$

여기서, P_0 : 토압 (kN/㎡)

: 정지토압계수

느슨한 사질토의 경우 $K_0 = 1 - \sin\phi$

풍화토이상 연암까지 공내재하시험 측정한 초기응력 값(가중평균값) 적용

q : 상재하중 (kN/㎡)

γ_t : 지표에서 지하수면까지의 흙의 단위중량 (kN/㎥)

γ_{sub} : 지하수면 이하의 흙의 단위중량 (kN/㎥)

h_1 : 지표면에서 지하수면까지의 깊이 (m)

h_2 : 지하수면에서 측압을 구하려는 위치까지의 깊이 (m)

ϕ : 흙의 내부마찰각 (°)

4) 연암층 이상의 암반층에 굴착 시공된 박스구조물에 작용하는 측압에 대해서는 지반조사 및 지질구조 조사 결과에 나타난 절리 및 단층 등의 불연속면의 방향성 및 경사각 등을 고려한 암반사면 안전성 분석을 시행하여 암반의 자립여부를 판단, 토압의 증·감 여부를 고려할 수 있다.

나. 주동토압

1) 주동토압은 옹벽 구조물등 주동토압 적용이 타당한 경우에 적용한다.

2) 주동토압 계산은 다음 식에 의한다.

$$P_a = K_a(q + \gamma_t h_1 + \gamma_{sub} h_2) \quad \text{(식 3.2.2)}$$

여기서, 주동토압계수(K_a)의 산정식은 안정검토시에는 Rankine 토압공식, 부재력 산정시에는 Coulomb 토압공식을 사용한다.

다. 흙의 단위중량과 내부마찰각

흙의 단위중량과 내부마찰각은 보링자료, 토질시험 값 등과 같이 지반조사 자료의 분석과 경험을 종합적으로 고려하며 실내 및 현장시험에 의하지 않았을 경우에는 책임기술자의 판단아래 지반공학적 근거에 입각한 관계식이나 구조물 기초 설계기준 등 관련 자료의 값을 참고로 사용할 수 있다.

라. 흙막이구조물에 작용하는 토압

흙막이구조물에 작용하는 토압은 흙막이구조물과 지반의 상호거동에 적합한 토압계수를 적용하여 결정한다. 여기서 지반과 구조물의 상호거동에 적합한 토압을 적용한다는 것은 흙막이구조물이 변위를 일으키는 양상과 변위량에 따라 흙막이

구조물에 작용하는 토압이 달라지기 때문에 이 현상을 감안하여 토압을 산정하여야 한다는 것을 의미한다. 흙막이구조물에 작용하는 토압산정의 상세내용은 구조물기초설계기준해설 제7장 가설 흙막이구조물에 따라 수행한다.

(5) 수압

가. 지하수에 의한 수압계산은 정수압을 기준으로 하며 다음 식에 의한다.

$$F = \gamma_w h \qquad \text{(식 3.2.3)}$$

여기서, F : 정수압 (kN/㎡), γ_w: 물의 단위중량 (kN/㎥), h : 지하수 깊이 (m)

나. 정수압 산정에 적용하는 지하수위 위치는 지표면 이하 1.0m를 기준으로 하고 지반조사나 현장시험 등을 통하여 지하수위를 명백히 알 수 있을 때나 별도의 지하수위 저하대책을 강구할 경우에는 이에 따르도록 한다.

(6) 부력 또는 양압력

가. 지하박스 구조물 설계시 지하수위 이하에서는 간극수압이 작용하므로 정수압이 작용하는 것으로 가정하여 부력에 대한 안정성 여부를 검토하여야 한다.

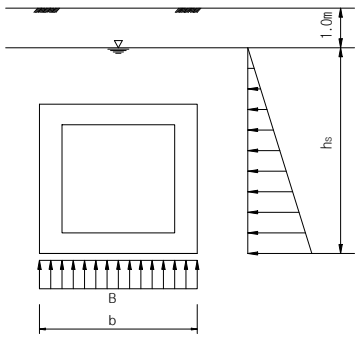
나. 부력에 대한 안전여부는 공사 중과 완공 후로 구분하여 검토하고, 공사 중에 공사 단계별 조건 중에서 가장 위험한 조건에서 검토하고, 완공 후의 안전검토는 아래 다의 기준에 의한다.

다. 부력 계산의 세부기준

1) 부력

부력(B)은 구조물 바닥폭(b) 전면에 수압(u)을 균등하게 작용시킨다.

$$B = \gamma_w h_s b \qquad (u = \gamma_w h_s) \qquad \text{(식 3.2.4)}$$



여기서, B : 부력 (kN/㎡)

γ_w : 물의 단위중량 (kN/㎥)

h_s : 지하수 심도 (m)

b : 부력이 작용하는 구조물의 폭 (m)

그림 3.2.1 일반적 부력의 작용

2) 저항력

부력에 대한 저항력(R)은 고정하중인 구체자중 (W_1) 및 상재고정하중 (W_2)과 측면 마찰력 (P_s)의 총합으로 한다.

가) 구체자중은 구조물 자중만을 고려하는 것으로 한다.

나) 상재고정하중은 포장하중과 지하수의 영향을 고려하여 구한다.

다) 지하수위 이하의 토피자중은 지하수위 이하 흙의 단위중량(γ_{sub})을 기준으로 하고 연직수압은 추가로 고려하여야 한다.

저항력 $R = W_1 + W_2 + P_s$ (식 3.2.5)

$$P_s = 2\ c\ D + K_u\ \gamma\ D^2\ \tan\delta$$

여기서, c : 점착력 (kN/㎡)

D : 적용 심도 (m)

K_u : 토압계수로서 흙의 변형상태로부터 발생하는 정지토압 계수 K_0에서 수동토압계수K_p 사이의 값으로 안전을 고려하여 정지토압계수($K_0 = 1 - \sin\phi$) 적용

γ : 양압력을 고려한 습윤상태의 단위중량 (kN/㎥)

: 파괴면이 비교적 구조물 벽면에 인접하여 있으므로 구조물과 지반의 상대마찰각으로 생각하며 로 적용

주) 구조물 벽체와 주변 뒷채움 흙과의 측면마찰력을 재질간의 접촉불확실성을 고려하여 무시한다. 단, 부력방지 키를 설치한 경우와 구체상면은 측면 마찰력을 고려한다.

3) 안정검토

가) 부력에 대한 안전율(F_s)은 다음조건을 만족하여야 한다.

$$\text{안전율 } F_s = R/B \qquad \text{(식 3.2.6)}$$

표 3.2.4 안전율 기준

공사 중	완공 후
$F_s \geqq 1.1$	$F_s \geqq 1.2$

나) 양압력에 대한 안전율이 부족할 때에는 부력저항 키 설치 또는 부력 방지용 앵커 설치 등 별도의 필요한 조치를 하여야 한다.

4) 영구 구조물에서 부력방지용 앵커를 설치할 때에는 앵커인장력이 충분히 발휘할 수 있도록 하여야 하며 필요한 경우 앵커설치시 인발시험을 실시하여야 한다.

(7) 온도하중

온도변화의 표준은 공사 중과 완공 후로 분리하여 검토한다.

토피가 1,000㎜ 이상일 경우에는 온도변화를 고려하지 않으며, 토피가 1,000㎜ 이하일 경우는 다음 식에 따른다.

$$t = a \times t_0 \qquad \text{(식 3.2.7)}$$

여기서, t : 박스 구조물의 상부 슬래브에 작용하는 온도변화

a : 토피 심도(m)에 따른 저감률 $a = 1 - h_0$ (h_0 : 토피심도)

t_0 : 지표면에서의 기본온도 변화

상부슬래브 두께가 700㎜ 이상인 경우

상부슬래브 두께가 700㎜ 미만인 경우 $t_0 = \pm 15℃$

(8) 콘크리트의 건조수축

가. 구조물의 설계에는 콘크리트의 건조수축의 영향을 고려하여야 한다.

나. 부정정구조물의 설계에 사용하는 건조수축변형률은 콘크리트 구조설계기준 해설을 따른다.

다. 특히, 구조의 횡단면, 종단, 특수부접합부분, 환기구 주위 등에서는 온도변화 및 건조수축에 의한 영향을 고려하여야 한다.

(9) 가설하중

공사 중에 완성시 보다 불리한 하중이 작용한다면 가설하중을 고려하여야 한다. 특히 환기구, 집수정 등의 중간슬래브 설계시 중간슬래브가 상부슬래브 콘크리트 타설 하중을 지지할 수 있도록 고려하여야 한다.

(10) 기타하중

상기하중 이외의 하중을 고려할 필요가 있는 경우에는 그 상황에 따라 정한다.

(11) 지진하중

지진하중 상세 내용은 6장 내진설계편에 수록하였으므로 참조한다.

3.2.3 하중계수 및 하중조합

구조물 설계시 하중계수 및 하중조합은 콘크리트 구조설계기준 해설, 제3장 3.3.2 규정 및 구조물기초설계기준 해설 2.7.5 규정에 의한다.

(1) 철근콘크리트구조물을 설계할 때는 아래에 제시된 하중계수와 하중조합을 모두 고려하여 해당 구조물에 작용하는 최대 소요강도에 대하여 만족하도록 설계하여야 한다.

가. $U = 1.4\,(D + F + H_v)$

나. $U = 1.2\,(D + F + T) + 1.6\,(L + \alpha_H H_v + H_h) + 0.5\,(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$

다. $U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) + (1.0\,L \text{ 또는 } 0.65\,W)$

라. $U = 1.2\,D + 1.3\,W + 1.0\,L + 0.5\,(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$

마. $U = 1.2\,D + 1.0\,E + 1.0\,L + 0.2\,S$

바. $U = 1.2\,(D + F + T) + 1.6\,(L + \alpha_H H_v) + 0.8\,H_h + 0.5\,(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$

사.

아. $U = 0.9\,D + 1.0\,E + 1.6\,(\alpha_H H_v + H_h)$

여기서, D=고정하중, E=지진하중, F=유체압력에 의한 하중, α_H=토피(h)에 따른 분산보정계수(h≤2m인 경우 1.0, 2m 〈h≤7m인 경우 1.05-0.025h, h〉 7m인 경우 0.875), H_h=흙, 지하수 등에 의한 수평방향 하중, H_v=흙, 지하수 등에 의한 연직방향 하중, L=활하중, L_r=지붕활하중, R=강우하중, S=적설하중, T=온도하중, W=풍하중

(2) 차고, 공공집회 장소 및 L이 5.0kN/㎡ 이상인 모든 장소 이외에는 식 (다), (라) 및 (마)에서 활하중 L에 대한 하중계수를 0.5로 감소시킬 수 있다.

(3) 식 (마)와 (아)에서 지진하중 E에 대하여 사용수준 지진력을 사용하는 경우에는 0 1.0E 대신 1.4E를 사용한다.

(4) 식 (사) 및 (아)에서 흙, 지하수 또는 기타재료의 횡압력에 의한 하중 H_h와 H_v로 인한 하중효과가 W 또는 E로 인한 하중효과를 상쇄시키는 경우에는 H_h및 H_v에 대한 하중계수를 0으로 한다. 만일 측면 토압이 다른 하중에 의한 구조물의 거동을 감소시키는 저항효과를 준다면 이를 H_h에 포함시키지 않아야 하지만 설계강도를 계산할 때에는 H_h의 효과를 고려하여야 한다.

(5) 구조물에 충격의 영향이 있을 경우, 활하중(L)을 충격효과(I)가 포함된 ($L+I$)로 대체하여 상기 식들을 적용하여야 한다.

(6) 부등침하, 크리프, 건조수축, 팽창콘크리트 팽창량 및 온도변화는 사용구조물의 실제적 상황을 고려하여 계산하여야 한다.

3.2.4 재료 및 강도

(1) 탄성계수

가. 강재

1) 설계계산에 사용하는 강재의 물리상수 값은 다음 표의 값을 사용한다.

표 3.2.5 설계계산에 사용되는 강재의 물리상수

종 류	물리상수의 값
강과 주강의 탄성계수	2.1×10^5 MPa
철근의 탄성계수	2.0×10^5 MPa
PS 강선, PS 강연선, PS 강봉의 탄성계수	2.0×10^5 MPa
주철의 탄성계수	1.0×10^5 MPa
강의 전단탄성계수	8.1×10^4 MPa
강과 주강의 포아송비	0.30
주철의 포아송비	0.25

나. 콘크리트

1) 콘크리트의 탄성계수는 다음과 같이 계산하여야 한다.

가) 단위질량 m_c의 값이 (1,450 ~ 2,500)kg/㎥인 콘크리트의 경우

$$E_c = 0.077 m_c^{1.5} \times \sqrt[3]{f_{cu}} \,(MPa) \qquad (식\ 3.2.8)$$

보통골재를 사용한 콘크리트 (m_c = 2,300kg/㎥)의 경우

$$E_c = 8{,}500 \times \sqrt[3]{f_{cu}} \,(MPa)$$

여기서, $f_{cu} = f_{ck} + 8$ (MPa)

2) 콘크리트의 전단탄성계수는 다음 식에 따라 계산(단, 포아송비는 0.18로 가정)

$$G_c = \frac{E_c}{2(1+\mu)} \qquad (식\ 3.2.9)$$

여기서, : 콘크리트의 전단탄성계수 (MPa)

E_c : 콘크리트의 탄성계수 (MPa)

μ : 포아송비

(2) 강 도

가. 콘크리트

콘크리트의 설계기준 강도는 구조물의 목적에 적합한 강도를 선정하여 통일을 기하며 구조물 종류별로는 다음과 같다.

표 3.2.6 구조물 종류별 콘크리트 설계 기준강도

설계기준강도 f_{ck}(MPa)	적 용 구 조 물
40 이상	PSC 구조물
27 이상	RC 구조물
24 이상	터널 구조물
16 이상	버림 콘크리트 :생산가능 한 설계기준강도 적용

나. 철 근

표 3.2.7 철근의 항복점 강도

철근의 종류	항복점 강도 f_y (MPa)	비 고
SD 400	400	
SD 350	350	
SD 300	300	

(3) 강구조물의 허용응력

도로교 설계기준해설을 따르며 기타 구조용 압연 강재의 허용응력은 별도로 고려한다.

(4) 설계강도

콘크리트 구조물의 설계강도는 콘크리트 구조설계기준 해설, 제3장 3.3.3 규정에 의한다.

가. 설계강도

구조물의 부재, 부재간의 연결부 및 각 부재 단면의 휨, 축하중, 전단, 비틀림에 대한 설계강도는 이 기준의 규정과 가정에 따라 정해지는 공칭강도에 다음의 강도감소계수 ϕ를 곱한 값으로 하여야 한다.

나. 강도감소계수 ϕ

강도감소계수는 다음 규정에 따라야 한다.

1) 압축 콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t가 0.005의 인장지배 변형률 한계 이상인 인장지배 단면의 경우 : 0.85

2) 압축 콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t가 압축지배 변형률 한계 이하인 압축지배 단면의 경우

가) 나선철근 규정에 따라 나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재 : 0.70

나) 그 외의 철근콘크리트 부재 : 0.65

다) 공칭강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t가 압축지배와 인장지배 단면 사이일 경우에는 ϵ_t가 압축지배 변형률 한계에서 0.005로 증가함에 따라 ϕ값을 압축지배 단면에 대한 값에서 0.85까지 증가시킨다.

3) 전단력과 비틀림모멘트 : 0.75

4) 스트럿-타이 모델과 그 모델에서 스트럿, 타이, 절점부 및 지압부 : 0.75

5) 무근 콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력 : 0.55

다. 휨과 압축

부재의 휨과 압축에 대한 설계는 콘크리트 구조설계기준 해설, 제6장 규정에 의한다.

라. 전단 및 비틀림

부재의 전단과 비틀림에 대한 설계는 콘크리트 구조설계기준 해설, 제7장 규정에 의한다.

3.2.5 구조해석 및 단면설계

(1) 일반사항

가. 구조해석시 지점조건은 실제 지반조건에 적합한 방법을 적용하여야 하나, 연직, 수평방향 스프링을 설치하거나 힌지, 롤러를 설치하는 방법이 적용될 수도 있다.

나. 구조형상 및 단면은 구조물의 내공 치수를 확보하고, 관련 규정에 부합된 안전도와 사용성을 고려하여 하며, 기초지반이나 단면의 변화가 있는 구간에 대하여는

단면별 계산단면을 선정하여 구조검토를 수행하여야 한다.

다. 구조물 특성에 따른 균열, 처짐 등에 대한 사용성 검토를 수행하여야 한다.

라. 이형철근 정착길이 및 겹이음 길이의 위치 결정시 각 철근의 이음이 한 곳에 집중되는 것을 방지하도록 계획하여야 한다.

마. 구조물이 이질적 지반을 통과할 경우 시공 이음부 위치 및 종방향 해석을 수행하여 구조계획을 수행하여야 한다.

(2) 라멘구조

가. 구조해석

1) 보와 기둥, 슬래브와 벽 등의 구조가 일체로 만들어진 경우에는 라멘으로 해석하여야 한다.

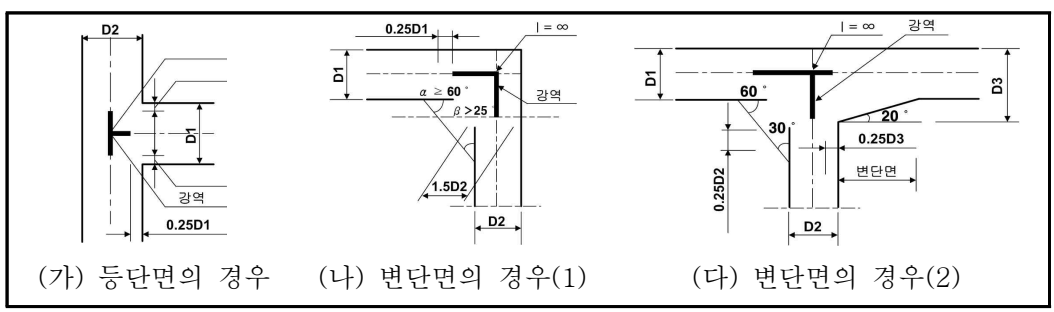
2) 보 또는 기둥의 단면크기가 경간과 비교하여 상대적으로 매우 큰 경우에는 부재의 휨변형과 전단변형을 모두 고려하여 라멘해석을 하여야 한다.

3) 라멘의 축선은 부재단면의 도심 축선으로 하여야 한다.

4) 단면력을 계산할 때는 부재단면의 변화를 고려하여야 한다.

5) 라멘의 계산에서 헌치의 영향을 고려하는 경우 헌치가 있는 부재를 변단면 부재로 해석하거나, 부재 접합부의 헌치부분 강성을 고려하여 해석하여야 한다. 헌치부분 강성을 고려하는 경우에는 아래의 방법으로 구한 강성역을 고려하여 설계하여야 한다.

6) 토피가 높은 경우 구조해석시 축력을 고려하여 경제적인 설계를 하여야 한다.



(가) 등단면의 경우 (나) 변단면의 경우(1) (다) 변단면의 경우(2)

그림 3.2.2 헌치부분 고려시

나. 받침부 면에서의 단면력 산정

1) 헌치의 영향을 고려할 경우 받침부 면에서 부재의 단면을 산정하기 위한 휨모멘트의 값은 보에 있어서 기둥 전면의 휨모멘트, 기둥의 경우 보의 상·하면 위치의 휨모멘트를 사용한다.
2) 헌치의 영향을 무시하고 구조해석을 할 경우는 절점 휨모멘트를 기둥 내측 또는 보의 단부까지 이동시켜 구한 값을 사용한다.

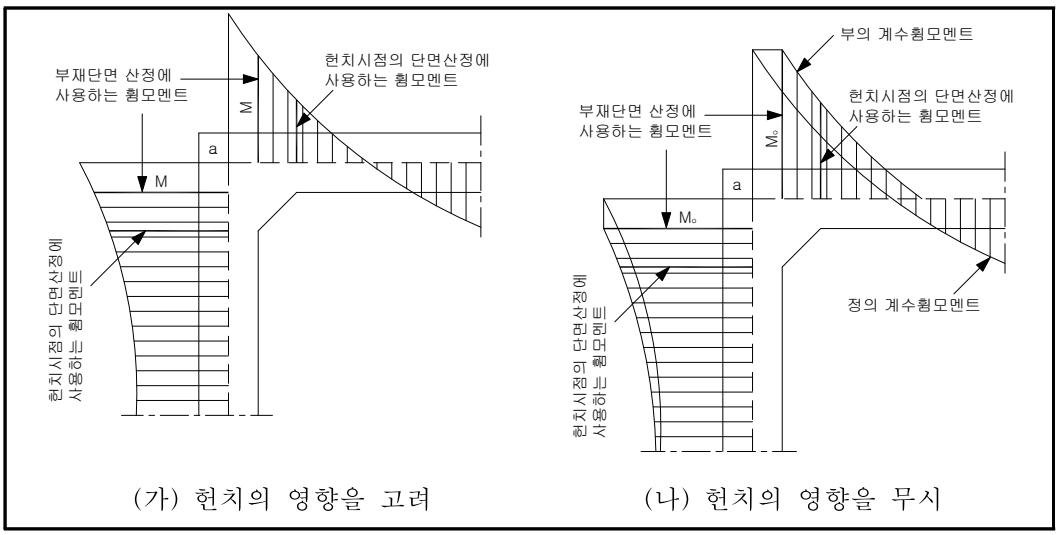


그림 3.2.3 부재단부의 단면산정에 사용하는 휨모멘트

3) 라멘 접합부의 설계
   가) 라멘 부재의 접합부는 단면력에 의한 응력의 방향이 급변하여 응력의 전달 기구가 복잡하기 때문에 접합되는 부재가 서로 단면력을 확실하게 전달시킬 수 있도록 설계한다.
   나) 응력을 검토할 때 헌치의 유효부분은 접합되는 부재에 설치된 헌치높이의 1/3을 해당부재의 유효부분으로 간주한다.

다. 설계 전단력

1) 계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 1/2을 초과하는 모든 철근콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

가) 슬래브와 기초판

나) 콘크리트 장선구조

다) 전체 깊이가 250㎜ 이하이거나 I형보, T형보에서 그 깊이가 플랜지 두께의 2.5배 또는 복부폭의 1/2중 큰 값 이하인 보

라) 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거 등과 같이 휨이 주거동인 판 부재

라. 지하구조물의 해석 모델

1) 지반반력계수(스프링)

가) 토사지반

연직방향 지반반력계수는 각종 조사 및 시험결과에 의해 얻어진 변형계수 및 기초의 재하 폭 등의 영향을 고려하여야 한다.

$$K_V = K_{V0} \left(\frac{B_V}{30}\right)^{-3/4} \qquad \text{(식 3.2.10)}$$

여기서, K_V : 연직방향 지반반력계수 (kN/㎤)

K_{V0} : 지름 30cm의 강체원판에 의한 평판재하시험의 값에 상당하는 연직방향 지반반력계수(kN/㎤)로서 각종 토질시험·조사에 의해 구한 변형계수로부터 추정하는 경우는 다음 식에 의한다.

$$K_{V0} = \frac{1}{30}\ \alpha\ E_0$$

B_V : 기초의 환산재하폭(㎝)으로 다음 식에 의하여 구한다. 단, 바닥면의 형상이 원형인 경우는 지름으로 한다. $B_V = \sqrt{A_V}$

A_V : 연직방향의 재하면적 (㎠)

E_0 : 다음 표에 표시한 방법으로 측정 또는 추정한 설계의 대상이 되는 위치에서의 지반의 변형계수 (kN/㎠)

α : 지반반력계수의 추정에 쓰이는 계수로서 다음 표의 값을 사용한다.

표 3.2.8 E_0와 α값

시험방법에 의한 변형계수 E_0(kN/㎠)	α	
	평상시	지진 시
지름 0.3m의 강체원판에 의해 평판재하시험을 반복시킨 곡선에서 구한 변형계수의 1/2	1	2
시추공 내에서 측정한 변형계수	4	8
공시체의 1축 또는 3축압축시험에서 구한 변형계수	4	8
표준관입시험의 N값으로 추정한 변형계수	1	2

※ 스프링에 인장이 발생하면 인장을 받는 스프링은 차례로 제외시켜서 최종적으로 압축을 받는 스프링만을 취한다.

- 연직지반스프링의 간격은 1.0m 이내로 설치한다.
- 구조물 좌측 또는 우측하단부에 무한강성의 수평지반스프링을 설치하는 방법 등으로 수평방향으로 평형을 유지한다.

(3) 처짐 및 균열제한

구조물은 외력에 대하여 안전하여야 할 뿐만 아니라 사용성도 확보되어야 하므로 처짐과 균열은 사용하중 상태에서 다음과 같이 검토한다.

가. 처짐의 제한

1) 철근콘크리트 부재의 처짐은 부재의 최소 두께를 정하여 규정할 수 있다.

가) 1방향 구조물

표 3.2.9 처짐 계산이 불필요한 휨 부재의 최소두께

부 재	최소 두께 또는 높이 h (㎝)			켄틸레버
	단순지지	일단연속	양단연속	
1방향 슬래브	ℓ/20	ℓ/24	ℓ/28	ℓ/10
보	ℓ/16	ℓ/18.5	ℓ/21	ℓ/ 8

= 400MPa가 아닌 경우 표의 값에 (0.43+ /700)를 곱한다.

나) 2방향 구조물

콘크리트 구조설계기준 해설, 4.3.2에 따라 해석하여야 한다.

나. 균 열

1) 공동구에 발생하는 균열은 구조물의 사용성, 내구성 및 미관 등 사용목적에 손상을 주지 않도록 제한하여야 한다.

2) 균열제어를 위한 해석방법은 콘크리트구조설계기준 해설 4.2 균열편에 따라 수행하여야 한다.

(4) 철근의 정착 및 겹이음

철근의 정착길이와 겹이음길이는 콘크리트 구조설계기준 해설에 따라 적용한다.

가. 기본정착길이(l_{db})

1) 인장이형철근 $l_b = \dfrac{0.6\ d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \geqq 300\,\text{㎜}$ (식 3.2.15)

2) 압축이형철근 $l_{db} = \dfrac{0.25\ d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \geqq 0.04\ d_b\ f_y$또는 $200\,\text{㎜}$

여기서, d_b : 철근의 공칭지름(Bar Diameter, ㎜)

f_y : 철근의 인장강도(MPa)

f_{ck} : 콘크리트의 압축강도(MPa)

나. 정착길이(l_d)

기본정착길이 l_{db}에 철근정착조건을 고려하는 다음의 보정계수를 곱하여 정착길이(l_d)를 산정한다.

표 3.2.10 정착길이

보 정 계 수	적 용
α(철근배근 위치계수)	상부철근 1.3 기타철근 1.0
β(에폭시 도막계수)	도막되지 않은 철근 1.0
λ(경량콘크리트 계수)	일반콘크리트 1.0

➡

철근직경	정착길이(l_d)
D19 이하	$0.8\alpha\beta\lambda l_{db}$
D22 이상	$\alpha\beta\lambda l_{db}$

다. 겹이음길이

표 3.2.11 겹이음 길이

겹 이 음 구 분	겹이음길이
A급 이음 (배근된 철근량이 이음부 전체구간에서 해석결과 요구되는 철근량의 2배 이상이고 소요 겹침이음길이 내 겹침이음된 철근량이 철근량의 1/2 이하인 경우)	$1.0l_d$
B급 이음(위에 해당되지 않는 경우)	$1.3l_d$

라. 이형철근의 정착길이 및 겹이음길이

1) 이형철근의 정착길이

가) 철근 콘크리트 부재 각 단면의 철근에 작용하는 인장력 또는 압축력이 단면의 양측에서 발휘될 수 있도록 묻힘길이, 갈고리, 기계적 정착, 또는 이들의 조합에 의해 철근을 정착하여야 한다.

나) 철근의 정착 길이를 산출하기위해 사용하는 $\sqrt{f_{ck}}$ 값은 8.4MPa를 초과하지 않아야 한다.

2) 이형철근의 정착길이

$$l_d = \frac{0.9\ d_b\ f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \frac{\alpha\ \beta\ \gamma\ \lambda}{\left(\frac{c\ +\ K_{tr}}{d_b}\right)} \qquad \text{(식 3.2.16)}$$

여기서, : 인장이형철근의 정착길이(㎜) : 철근의 공칭직경(㎜)

f_y : 철근의 설계기준항복강도(MPa) f_{ck} : 콘크리트의 설계기준강도(MPa)

가) α = 철근 배근 위치계수 : 1.3(상부 철근), 1.0(기타 철근)

나) β = 에폭시 도막계수 : 1.5 (피복두께 $3d_b$ 미만 또는 순간격이 $6d_b$ 미만 도막 철근) 1.2 (기타도막), 1.0(도막되지 않은 철근)

다) λ =경량콘크리트계수 : 1.3(f_{sp}가 주어지지 않은 경량콘크리트)

1.0이상(f_{sp}가 주어진 콘크리트 : $\frac{\sqrt{f_{ck}}}{1.76\ f_{sp}} \geq 1.0$)

1.0(일반콘크리트)

에폭시 도막철근이 상부 철근인 경우에 상부 철근의 보정계수 α와 에폭시 도막계수 β의 곱 $\alpha\beta$가 1.7보다 클 필요는 없다.

라) γ = 철근 또는 철선의 크기계수 : 0.8(D19 이하), 1.0(D22 이상)

마) c = 철근간격 또는 피복두께에 관련되는 치수

철근의 중심으로부터 콘크리트 표면까지의 최단거리 또는 철근의 중심간 거리의 1/2중 작은 값

바) K_{tr} = 횡방향 철근지수

횡방향 철근이 배근되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 $K_{tr} = 0$으로 사용

3) 압축 이형철근의 정착길이

압축이형철근의 정착길이는 아래의 식에 의해 구하여야 하며 최소 200㎜ 이상 확보하여야 한다.

$$l_d = \frac{0.25\ d_b\ f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \geqq 0.043\ d_b\ f_y$$

4) 인장 이형철근의 이음

인장이형철근의 겹이음길이 산출은 인장이형철근의 정착길이에 의해 배근된 철근에 따라 이음의 종류를 다음과 같이 정한다.

가) 인장을 받는 이형철근의 이음은 A급, B급으로 분류하며, 최소 300㎜ 이상이어야 한다.

나) A급 이음 : B급 이음 :

여기서, l_d : 인장 이형철근의 정착길이

A급 이음 : 배근된 철근량이 이음부 전체구간에서 해석 결과 요구되는 소요철근량의 2배 이상이고 소요겹이음길이 내 겹이음된 철근량이 전체 철근량의 1/2 이하인 경우

B급 이음 : A급 이음에 해당되지 않는 경우

5) 압축 이형철근의 이음

가) 압축 이형철근의 겹침 이음길이는 다음 식에 따라 구하여 적용한다.

$f_y =$ 400 MPa이하 ; 0.072 $f_y\, d_b$이상, 300㎜ 이상

$f_y =$ 400 MPa초과 ; $(0.13 f_y - 24)\, d_b$ 이상, 300㎜ 이상

나) 콘크리트의 설계기준강도가 21MPa 미만인 경우는 겹이음길이를 1/3 증가시켜야 한다.

(5) 온도철근

가. 1방향슬래브

1) 바닥슬래브와 지붕슬래브에서 휨철근이 1방향으로만 배치되는 경우에는 이 휨철근에 직각방향으로 건조수축 및 온도철근을 배치하여야 한다.

2) 건조수축 및 온도철근의 콘크리트 총단면적에 대한 철근비 ρ는 다음 값 이상 적용한다.

가) 항복강도가 400MPa 이하인 이형철근을 사용할 때 : $\rho_{\min} = 0.0020$

나) 0.0035의 항복변형률에서 측정한 철근의 항복강도가 400MPa를 초과할 때

$$\rho_{\min} = \frac{0.002 \times 400}{f_y} \qquad \text{(단, 0.0014 이상)} \qquad \text{(식 3.2.17)}$$

다) 건조수축 및 온도철근의 간격은 슬래브 두께의 5배 이하 또는 400㎜ 이하

(6) 철근피복

철근의 적용피복은 주철근 도심에서 인장측 콘크리트 표면까지의 거리를 나타내며 콘크리트구조설계기준 해설의 소요피복을 검토하여 설계기준에 부합되도록 설계 적용한다.

주철근을 콘크리트 외측 표면측에 배근하여 사용피복기준을 적용하는 것을 원칙으로 하나, 부득이 배력철근을 콘크리트 외측 표면측에 배근할 경우에는 배력철근 직

경만큼 조정할 수 있다.

표 3.2.12 철근피복

구조물 종류	대상부재	적용피복	
공동구 구조물	노출면(내측)	70㎜(90㎜)	( )는 무늬거푸집 사용시
	지중면(외측)	90㎜(100㎜)	( )는주철근 D22 이상 사용시

(7) 철근에 대한 일반 구조 세목

가. 개구부 주변의 보강

1) 출입구, 환기구 등의 큰 개구부에 대해서는 별도의 단면해석을 하여 배근하고 특히, 끝부분은 별도 보강한다.

2) 슬래브, 벽 등에 설치하는 Duct용, 배관용과 같이 소규모인 개구부에는 응력집중 등에 의한 균열에 대하여 보강철근을 배치한다.

3) 소규모 개구부에서 보강을 위하여 배치하는 철근을 개구부를 두었기 때문에 배치할 수 없었던 주철근과 배력철근 이상을 개구부 주변에 배치함과 동시에 개구부의 모서리에 철근을 배치하여 확실히 정착 배치되는 철근은 개구부 때문에 절단되는 주철근 및 배력철근 이상의 개수와 절단철근의 절단전 길이만큼을 추가 배치하여 개구부 주변에서 설계상의 내하력을 확보할 수 있도록 하고, 동시에 개구부 모서리에 경사 철근을 배치하여 개구부 응력집중에 의한 균열을 억제하여야 한다.

나. 구조변화 경계부의 종방향 보강

다음의 경우에는 횡방향 보강보를 설치, 접속부를 종방향으로 확실하게 보강하여야 한다.

1) 종방향으로 단면이 변경되어 접속되는 구조물

2) 종방향으로 토질조건의 급격한 변화부

3) 기존구조물의 영향으로 종방향 힘의 증대가 예상되는 부분

(8) 라멘 구조세목

가. 구조세목

1) 라멘의 접합부 모서리에는 가능한 헌치를 두는 것으로 한다.

2) 라멘 접합부의 주철근은 서로의 배치관계를 고려하여 단면력이 확실하게 전달되도록 배치한다.

3) 구조물의 최외측 접합부는 접합부에서 결합하는 부재 주철근량의 1/2 이상을 외측에 연해서 배치한다.

4) 헌치는 계산상 필요로 하지 않는 경우에도 경사면에 연하여 보강철근을 추가로 배치한다.

5) 라멘의 접합부 모서리부분은 시공이음을 고려하여 배근한다.

나. 라멘 단절점부의 철근의 배치

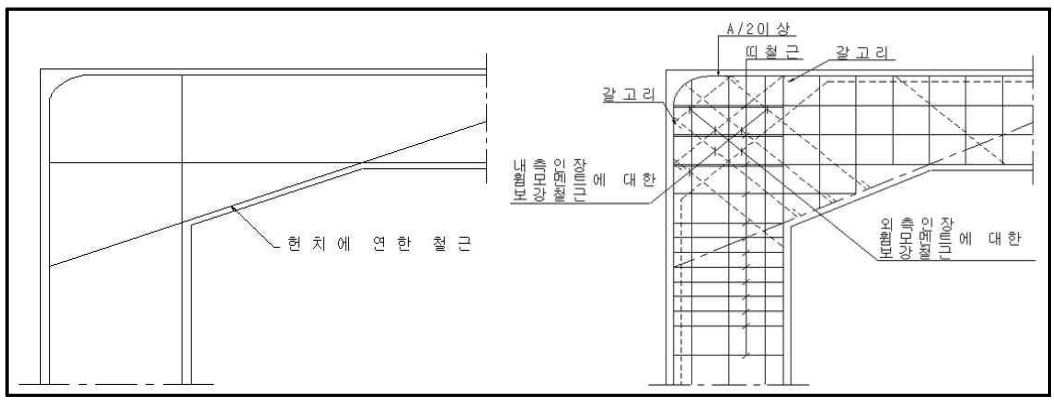


그림 3.2.4 라멘 단절점부 철근 배치

1) 아래 그림에서 보여주는 인장응력최대 값 (f_{max})을 다음 식으로 구한다.

$$f_{max} = \frac{5M_o}{R^2\ W}\ (\mathrm{MPa}) \qquad \text{(식 3.2.18)}$$

여기서, M_o : 절점휨모멘트(N·㎜) R : 절점부 대각선길이(㎜)

a : 연직방향 부재의 높이(㎜) b : 수평방향 부재의 높이(㎜)

R^2 : a^2+b^2 W : 절점부의 깊이(㎜)

2) 우각부 보강철근 산정은 콘크리트구조설계기준 해설 15.2.3 라멘 접합부의 설계편

에 따라 산정하여야 한다.

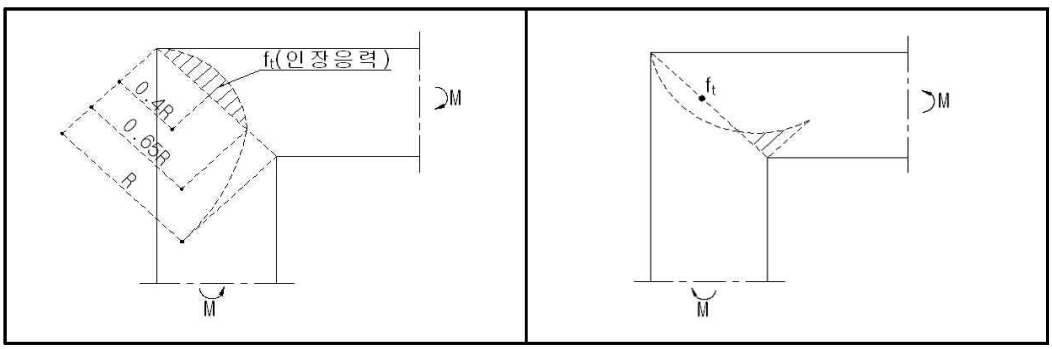
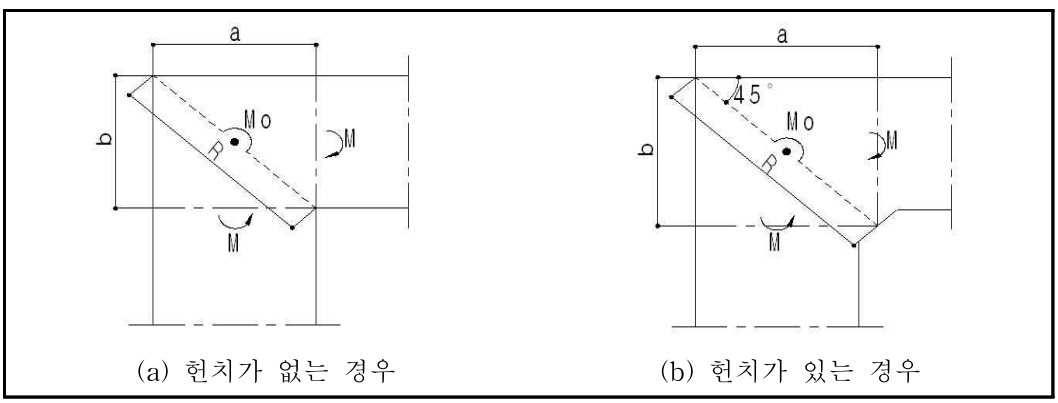


그림 3.2.5 라멘 단절점부에 생기는 인장응력



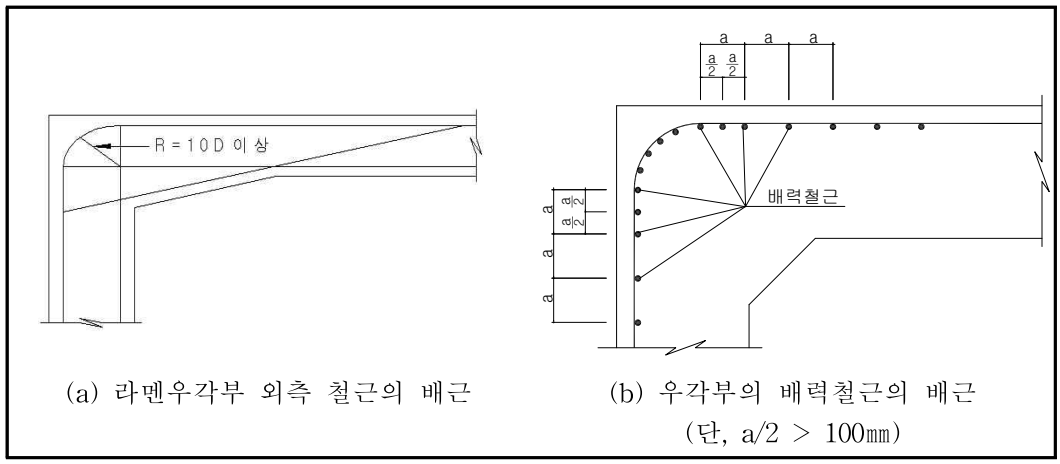
(a) 헌치가 없는 경우 (b) 헌치가 있는 경우

그림 3.2.6 단절점부의 응력 검사를 위한 단면

다. 우각부 외측철근 배근방법

1) 라멘구조의 우각부 외측철근은 반드시 원곡선으로 배근하여 응력 전달이 원활하게 하고 그 때 철근 내측의 원곡선은 반경 10D 이상으로 한다.

2) 우각부에서 주철근이 구부러지는 부분 전후에는 배력철근을 그림과 같이 배근한다.



(a) 라멘우각부 외측 철근의 배근　　(b) 우각부의 배력철근의 배근 (단, a/2 > 100㎜)

그림 3.2.7 토목구조물의 배근상세

(9) 기초 형식의 선정

원지반 굴착면을 지지 지반으로 하는 경우에는 직접기초를 원칙으로 한다. 단, 공동구가 기초말뚝 위에 축조된 구조물과 접하는 곳과 같이 지반침하에 따른 상대변위가 생길 것이라고 예상되는 곳은 구조상 검토를 실시한다.

(10) 침하량 산정

본체구조물을 시공할 때나 완성 후, 기초지반의 압밀침하에 따른 지반거동이 예상되는 곳에서는 압밀침하의 영향과 지지력을 고려하도록 한다.

기초 하부가 연약하여 공동구에 침하가 생길 우려가 있는 경우에는 침하에 대한 검토가 충분히 실시되어야 하며, 압밀침하량은 지반의 과압밀 상태, 정규압밀 상태 등을 고려하여 계산한다.

(11) 부등 침하량 범위

공동구 구조물의 부등침하에 대하여는 구조물기초 설계기준을 참고한다.

가. Bjerrum(1981)이 제안한 각변위 한계 (L : span, δ: : 부등침하량)

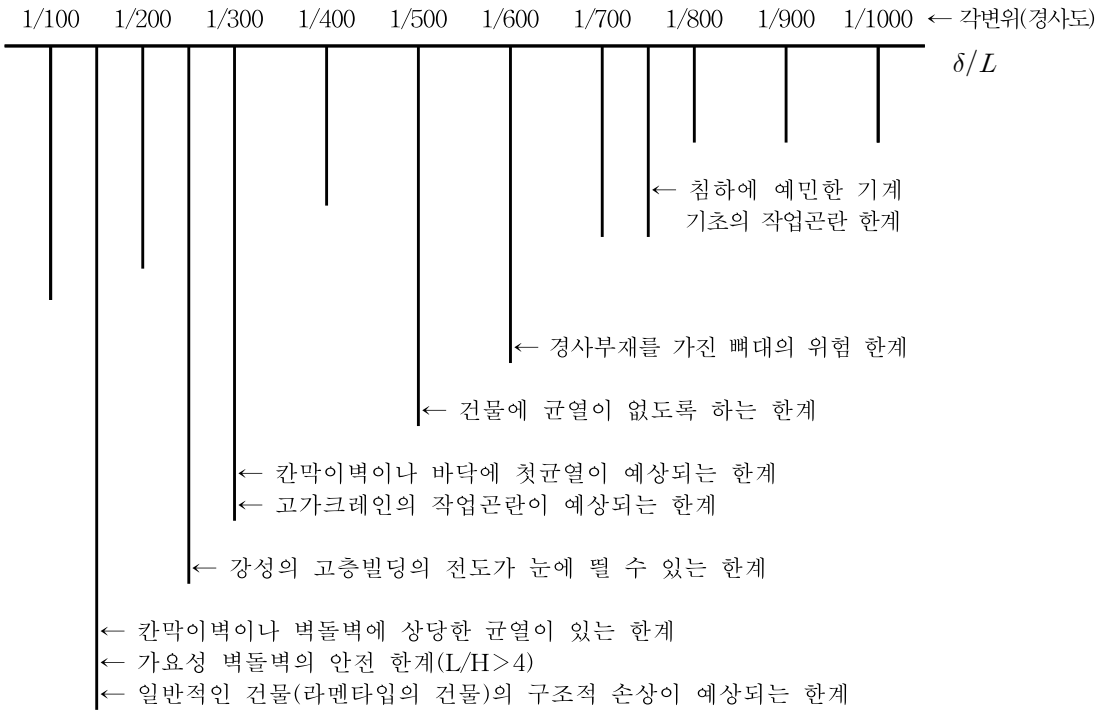


그림 3.2.8 각변위 한계

나. 구조물의 손상한계 (Skepmton, 1956)

표 3.2.13 기초별 기준

기 준		독 립 기 초	확 대 기 초
각 변 위 (δ / L)		1 / 300 (L : Span, δ : 부등침하량)	
최 대 부등침하량	점 토	44㎜ (38㎜)	
	사질토	32㎜ (25㎜)	
최대침하량	점 토	79㎜ (64㎜)	76~127㎜ (64㎜)
	사질토	51㎜	51~76㎜ (38~64㎜)

주) ( )내의 값은 추천되는 최대값임

다. 구조물의 허용침하량 (Sowers, 1962)

표 3.2.14 구조물별 침하형태

침하형태	구조물의 종류	최대침하량
전체침하	배수시설	150 ~ 300㎜
	출입구	300 ~ 602㎜
	석적 및 조적구조	25 ~ 50㎜
	뼈대구조	50 ~ 100㎜
	굴뚝, 사이로, 매트	75 ~ 300㎜
부등침하	철근콘크리트 뼈대구조	0.003S
	강 뼈대구조 (연속)	0.002S
	강 뼈대구조 (단순)	0.005S

주) S : 기둥사이의 간격 또는 임의 두 점 사이의 거리

(12) 설계 지반정수

본체 구조물의 설계에 이용되는 지반 정수는 지반조사 및 토질시험의 결과를 종합적으로 판단하여 결정한다.

(13) 기초 형식의 선정

원지반 굴착면을 지지 지반으로 하는 경우에는 직접기초를 원칙으로 한다. 단, 공동구가 기초말뚝을 가진 다른 구조물과 일반적으로 설계된 구간, 단독으로 설계된 구간과 접하는 곳, 특히 지반침하에 따른 상대변위가 생길 것이라고 예상되는 곳은 지지력 등 구조 검토를 실시한다. 또한 착수시점에서 평판 재하시험 등을 통한 지반지지력 시험이 선행되도록 한다.

3.3 방수 및 방재

3.3.1 방수 및 방습

(1) 일반사항

가. 공동구의 방수는 구조물의 외부로부터 내부로 누수가 발생되지 않도록 용도, 구조, 형상, 환경조건 및 시공방법 등에 적합하고, 비배수방수가 될 수 있도록 구조물 외면 방수로 설계한다.

나. 공동구의 방수는 방수 공사의 안전 및 품질 확보, 시공 이후의 유지관리 효율성 확보, 경제성 확보를 위하여 용도, 구조, 형상, 환경조건 등에 적합하도록 공동구 설치 장소의 환경, 과거 사용한 방수 재료 및 공법의 장단점 사례(과거의 누수사례 및 문제점 등), 최근의 신기술(소재 및 공법) 등에 관한 사항을 조사하여 설계한다.

다. 공동구의 방수 설계는 구조물이 설치되는 지역에서 지반의 침하량, 지하수의 수질(해수, 오염수 등의 화학적 성분) 등을 조사하여 그에 적합한 설계를 한다.

라. 공동구의 방수 설계는 시공 부위(구조물 상부슬래브, 외벽, 바닥, 이어치기부, 신축줄눈부, 특수부와의 연결부위 등), 시공방법, 시공순서 등에 대한 구체적인 기술사항을 관련 시방서에 상세히 기술한다.

마. 공동구의 방수 설계는 준수하여야 할 규격(한국산업표준(KS), 방수관련 전문 시방서, 기타 외국의 관련 규격 등) 및 법규, 그 내용 및 절차, 대책 등에 관련한 자료를 사전에 충분히 조사하여, 이를 참고한다.

(2) 조사

가. 조사는 공동구의 방수설계를 위한 필요 자료를 합리적으로 수집하기 위한 목적으로 실시하며, 크게 예비 조사, 지반 조사, 지하수 조사 등을 수행한다.

나. 예비조사는 기존 자료 조사(방수재료 및 공법의 장단점, 유사 구조물에의 적용 사례, 기존 적용 구조물에서의 누수하자 유형 및 문제점, 유지관리 실태 등), 주변 상황 조사(지반조사, 지하수 조사 등)를 수행한다.

다. 지반조사는 제2장 계획 및 조사를 참고하여, 지반의 침하량 등을 확인하고, 해당 침하량에 대해 안전한 방수성능을 확보할 수 있도록 이를 설계에 반영한다.

라. 지하수 조사는 제2장 계획 및 조사를 참고하여, 지하수위 변동 상황, 수량, 수질(염분, 산류 등 방수재에 영향을 주는 화학성분) 등을 확인하고, 해당 지하수의 화학적 성분에 안전한 방수성능을 확보할 수 있도록 이를 방수설계에 반영한다.

마. 조사 결과는 충분한 검토 및 분석을 통하여 방수공사의 계획, 설계, 시공에 필요한 참고 자료가 되도록 정확히 정리하고, 차후 다른 공사에 참고가 되도록 보관한다.

(3) 방수설계

가. 구조물 외면방수 설계

공동구는 구조물 외부에서 방수층에 직접 수압이 작용하므로 구조물 외벽, 상부슬래브, 바닥 등의 바깥쪽 면과, 조인트부, 특수부 및 이종구조물의 접합부 등에서 누수가 되지 않도록 이에 적합한 외면 방수설계를 한다.

외면방수는 공동구의 규모, 지반의 조건, 지하수의 상태, 주변의 공사 여건 등을 고려하여 선행방수(토류벽 등에 먼저 방수공사를 한 후, 구조물 콘크리트를 타설하는 방법) 혹은 후행방수(구조물 콘크리트를 먼저 타설하고, 경화 후 콘크리트 표면에 방수를 하는 방법)를 설계단계에서 먼저 검토하여야 한다. 또한 방수층에는 시공 조건 등에 의해 작용하는 외부 하중에 의해 손상되지 않도록 반드시 보호층을 두거나, 이에 적합한 보호 방법을 설계도서에 제시한다.

나. 공동구의 구조 상세를 고려한 설계

공동구의 형상(정방형, 원통형 등) 및 구조 형태에 따라 구조물 연결 조인트, 관통부, 특수부 및 이종구조물간의 연결부 등이 존재하는 경우에는 계획 단계에서부터 이에 적절한 방수설계를 한다.

다. 구조물 침하 등 거동을 고려한 방수설계

공동구가 설치될 지역의 지형, 지반 상태에 따라 구조물이 침하하여 방수층이 손상되는 것을 방지하기 위하여 지반의 침하량(부등 침하량) 등을 충분히 검토하여 구조물 침하에 따른 거동에 대하여 안전하게 대응할 수 있는 성능을 확보한 방수설계를 한다.

라. 지하수의 영향을 고려한 설계

지하수의 수질, 수량, 수압 등이 영향에 대하여 장기적으로 안전하게 대응할 수 있는 성능을 확보한 방수설계를 한다. 특히 해안가에 설치되는 공동구의 경우는 해수에 포함된 화학성분(염분 등)에 의해 방수층이 손상되거나, 방수성능이 저하되어서는 안 된다.

마. 현장 주변의 기후 변화를 고려한 설계

공동구 건설 현장 주변의 기후, 온도, 습도 등의 변화에 대하여 장기적으로 안전하게 대응할 수 있는 성능을 확보한 방수설계를 한다.

바. 현장 주변의 다른 구조물의 영향을 고려한 설계

공동구 주변 구조물의 영향(지하철, 지하차도 등의 진동 및 거동 영향, 건축물의 침하 등)에 대하여 장기적으로 안전하게 대응할 수 있는 성능을 확보한 방수설계를 한다. 공동구 주변의 구조물의 거동의 영향에 대해 방수층이 손상되거나, 방수성능이 저하되어서는 안 된다.

사. 특수개소 등의 연결부 방수설계

공동구의 특수부, 가변이음부, 이종 구조물간의 연결부, 구조물간 신축줄눈부, 벽

체 관통부 같은 개소에서는 각각의 구조 특성 및 형상을 충분히 고려하여 방수재가 각 특수개소의 거동에 대한 변위량에 추종할 수 있도록 방수설계를 한다. 공동구의 각 특수개소의 거동 변위에 대해 방수층이 손상되거나, 방수성능이 저하되어서는 안 된다.

아. H형강 등 말뚝머리부에서의 방수설계

공동구가 설치될 지역의 지반 개량 등을 위해 사용되는 H형강, 강관 혹은 콘크리트 말뚝 등의 말뚝머리부는 공동구 바닥부의 누수에 영향을 주므로 지하수의 침투를 방지할 수 있도록 방수조치를 하여야 한다.

(4) 방수재료

가. 방수재료의 성능 조건

공동구에 적용되는 외면 방수재는 아래의 요구 성능을 확보하여야 한다

1) 공동구 주변의 해수, 지하수 등에 함유된 화학성분(염분, 산 및 알칼리 등) 및 기타 방수재에 영향을 주는 수질 환경(온천수, 오염토양 성분, 공업지역 등에서의 지하 유출 유류 성분 등) 등에 무해한 것을 사용한다.
2) 구조물의 침하(지반침하), 진동 등의 거동 현상에 대응 성능이 확보된 것을 사용한다.
3) 대기의 온도 및 습도, 태양열, 바람, 강우 및 강설 등에 대한 장기적인 내구성능을 확보한 것을 사용한다.
4) 지하수의 수압 변화에 대한 장기적인 내구성능을 확보한 것을 사용한다.
5) 방수공법은 효과의 확실성, 시공 난이도, 공사비용, 유지관리 용이성 및 도로변에 미치는 영향을 고려하여 결정한다.
6) 기타 공동구의 시공, 사용, 외부환경에 의해 방수층이 손상을 입어 누수가 발생할 경우 보수성, 지속성, 편이성 등이 확보되어 방수층을 보수 할 수 있는 공법을 사용한다.

나. 방수 재료의 선정 방법(선정 평가 및 시험 등)

공동구의 외면 방수 설계에 있어서 상기 가.항의 조건을 만족하는 재료를 선정하기 위한 별도의 선정방법이 정해져 있지 않은 경우에는, 필요시 설계자가 선정위원회를 구성하여 선정을 위한 협의를 할 수 있도록 한다.

(5) 시공을 고려한 방수설계

공동구의 비배수방수를 위한 방수설계를 위해서는 공사현장의 환경조건을 사전에 고려할 필요가 있다. 공사현장의 다양한 환경조건에 방수성능, 공기절감, 경제성을

확보할 수 있도록 다음의 시공성을 참고하여 재료 및 공법을 선정한다.

가. 5℃ 이내에서의 시공성, 우천 후 콘크리트 바탕이 습윤상태에서의 시공성 등 계절 및 기후 요인에 영향을 받지 않고 시공할 수 있는 방수재료 및 공법

나. 구조체 바탕의 청소, 면고르기 등 전처리에 큰 영향을 주지 않고 시공할 수 있는 방수재료 및 공법

다. 공동구 및 특수부 구조물의 형상, 연결 상태 등에 큰 영향을 받지 않고 시공할 수 있는 방수재료 및 공법

라. 토류벽, 기초 말뚝, 신축이음부, 이종구조물간의 연결부 등의 특수 개소의 조건에 큰 영향을 받지 않게 시공할 수 있는 방수재료 및 공법

마. 공동구의 공사현장 여건상 콘크리트 구조물 바탕이 상시 젖어 있는 경우가 많으므로 이에 바탕의 습윤 조건 등에서도 방수층의 밀착 시공 안전성을 확보할 수 있는 방수재료 및 공법

바. 공동구 콘크리트 구조물 바탕과 방수층의 틈새로 침입수가 확산되지 않는 성능을 확보한 방수재료 및 공법

(6) 유지관리를 고려한 방수설계

공동구의 방수는 공동구의 장기적 안전성과 내구수명을 확보하기 위한 목적으로 방수재료의 성능 및 품질을 보증하는 체계를 수립하고, 누수 발생시 이를 즉각적으로 보수할 수 있는 계획과 대책을 설계단계에서 수립한다.

(7) 방습

가. 목적

공동구의 사용 및 내부 수용 설비의 안전성 확보를 위하여 공동구 내부에 결로가 발생하지 않도록 설계한다.

나. 지하수의 내부 유입방지

공동구 내부의 습도 상승에 따른 결로의 원인이 되는 지하수의 유입이 없도록, 공동구 본체의 균열, 신축줄눈, 이종구조물간의 연결부, 환기구, 재료반입구, 분기구, 출입구 등 물의 유입 가능성이 있거나, 누수 등에 대한 취약부에 대해서는 완전한 방수 조치를 취하고, 만일 누수가 발생시에는 즉각 보수할 수 있도록 계획과 대책을 수립한다.

다. 공동구 구조물의 표면 온도차 관리

공동구 구조물의 내외부 표면의 온도차가 크게 발생할 우려가 있는 부위에서는

구조물 내외부에 적절한 단열, 방수 및 방습 조치를 취하여 표면 온도차가 크게 발생하지 않도록 설계한다. 필요시 구조물 내부와 외부의 온도차를 조절하기 위한 목적으로 단열을 위한 방습재료를 사용할 수 있으며, 방습 재료 선정 및 공사 시방서 작성은 관련 표준시방서(국토해양부, 건축공사 표준시방서 방수 및 방습공사 등)를 참고한다.

라. 공동구 내부의 환기관리 설계

공동구 내부에는 항상 건조한 공기가 순환되도록 환기를 관리할 수 있도록 설계한다.

마. 공동구 내부의 온도 및 습도 관리 설계

공동구 내부의 결로 방지 및 쾌적성을 유지하기 위하여 항상 온도와 습도가 관리될 수 있도록 설계한다.

바. 공동구 결로는 내·외부 온도차이 때문에 발생하므로 환기분석 결과에 따라 환기설비를 설치하는 것이 합리적이며, 필요시 결로방지용 도료(페인트 등)의 적용을 검토하여야 한다.

3.3.2 방재

(1) 일반사항

가. 공동구 유지관리에 필요한 전원 관련 시설과 환기 등 기계시설과 같이 출화의 위험이 있는 시설 및 설비실과 공동구 공간과의 사이는 방화를 위한 구획을 실시하고, 출화시에 방화를 위한 독립성이 유지되는 구조로 한다.

나. 공동구 공간에 설치되는 시설, 설비에 관해서는 출화시 공동구 공간으로의 화재확대가 발생하지 않는 방재설비를 통한 방화 대책을 수립한다.

다. 일반적으로 관리자의 눈에 뜨이지 않는 상시 관리자가 없는 무인인 장소에서 출화의 위험이 있는 시설, 설비에 관해서는 화재의 감지, 출화의 감시 및 화재발생시의 소화가 행해질 수 있도록 대책을 강구한다.

(2) 공동구 내의 내장재료 및 배선 등의 제한

가. 공동구의 내장재에는 배열 및 실화 등에 의하여 용이하게 출화 및 착화되는 재질을 사용하여서는 안 된다. 또한 전기 및 가스설비에 의한 화재에 있어서도 화염전파를 발생시켜 인접한 부위로 화재확대를 발생시키지 않는 재료를 사용하여야 한다.

나. 공동구 내의 신호, 전력 등의 케이블 부설재료는 내장마감과 마찬가지로 출화 및

연소확대 방지의 성능이 있는 난연성 케이블을 사용하여야 한다. 다만 화재발생 시 연소가 국한화됨으로써 피난, 소화상 현저한 곤란을 발생시키지 않는 장소에서는 제외한다.

(3) 소화억제 대책과 적재에너지의 제한

가. 공동구에는 공동구 내부의 각종 설비 등에 의하여 발생하는 화재를 탐지하는 유효한 설비가 설치되어야 한다.

나. 초기 화재에 대하여 화세를 억제하는 것을 목적으로 한 유효한 소화·억제 설비 및 시설이 설치되어야 한다.

다. 공동구 내부에는 화재발생시 화재 확대의 에너지가 되는 불에 탈수 있는 물질(건설재료 등 가연성 물품 등)을 방치하여서는 안 된다.

(4) 공동구의 구조, 설비의 설치 운용제한

공동구의 단면은 예상되는 화원에 대하여 충분한 안전성을 확보하여야 한다.

(5) 안전성 확인

가. 부대시설 설비화재의 공동구 공간과의 방화상 독립성 확보 검토

시설 설비에서 발생할 수 있는 최대 규모의 화재를 상정하고, 공동구 공간과의 사이에 방화 상의 독립성을 검토한다.

나. 공동구 내의 내장재, 각종재료의 착화성, 연소 확대성

일반적으로 예상되는 착화성 내장 재료 외에 공동구 내부의 환경 상황 하에서 연소확대의 원인이 될 수 있는 재료를 검토하여 이에 대한 대책을 수립한다.

다. 연소확대 방지를 위한 소화 등 방호조치

공동구 내의 어떠한 장소에 있어서도 균등하게 화재가 발생할 수 있다는 가정 하에서 연소확대 방지를 위한 대책을 강구한다.

(6) 안전 평가 기준 및 확인

가. 공동구 및 인접시설과의 상호의 출화 연소 확대 위험성의 검토

화재 발생 후 소방 활동 체제가 충족될 때까지 공동구에 인접하는 시설설비에 화재가 지속되어도 시설의 붕괴가 없고, 또한 공동구와의 방화구획이 형성되도록 한다. 또한 방화구획의 이면온도가 소방 활동에 현저한 지장을 미치지 않는 100℃까지 상승하지 않도록 계획한다.

나. 공동구 내부의 부설재료 등의 출화 연소 확대 위험성

복사강도가 2kW/㎡ 이하에서는 급격한 화염전파를 발생시키지 않도록 설계한다.

(7) 침수 안전 설계

공동구는 태풍, 폭우, 폭설 등의 집중 강우 등에 대비하여 침수되지 않도록 출입구, 환기구, 점검구, 비상구 등 외부와 연결되는 시설물에서 내부로 물이 유입되지 않도록 설계한다. 기설 전력구에 연결 설치하는 공동구는 접속지점에 방화 및 차수를 위하여 철근콘크리트 구조의 차수벽을 우선 설치 후 공사를 시행하여야 한다.

제4장 부대설비

4.1 기계설비

4.1.1 환기설비

(1) 공동구 내 설치되는 배관 배선 시설물의 기능을 극대화하고, 유지관리가 용이하도록 온도, 습도의 적정유지, 유해가스의 희석 및 악취제거 등의 목적으로 환기설비를 설치하여야 한다.

(2) 전력이송용 공동구, 통신용 공동구인 경우도 각 케이블에서 발생되는 열을 냉각하기 위해 환기되어야 하며, 여름철에도 공동구 내의 온도는 외부온도 이상 상승되지 못하도록 하여야 한다.

(3) 환기를 위한 공동구 내 공기유속은 최소 2.5m/sec 이상을 공동구 전구역에서 유지시켜야 하며, 외부 신선공기는 공동구의 입구부, 출구부 및 지상환기구에서 유입되게 하여야 하고, 비상시를 위하여 공동구 내 환기는 정, 역방향으로 공기흐름을 조정 할 수 있어야 한다. 환기용으로 설치되는 환기팬은 화재시를 대비하여 250℃에서 60분 이상 가동될 수 있도록 하여야 한다.

(4) 환기팬을 정방향에서 역방향으로 회전방향을 전환하는 경우는 역회전시 발생되는 팬의 효율저하를 충분히 고려하여 환기팬 용량을 선정하여야 하며, 정역전환시의 최단시간 내 정격용량에 도달되도록 하여야 한다.

(5) 지상 환기구는 250m 이내의 간격으로 설치하고, 환기시뮬레이션을 수행하여 설치간격을 결정할 수 있으며, 지상 환기소로 유입되는 공기의 소음은 생활소음규제기준 이하가 되도록 하고 주변의 오염물질이 유입되지 않도록 공기의 유속은 5m/sec 이하가 되도록 한다. 지상환기구를 이용하여 공동구 내로 장비반입 및 관리자가 입출 가능하도록 한다.

(6) 공동구와 공동구가 분리되거나 합류되는 경우는 공동구 내의 정확한 공기유동 현상을 파악하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션 혹은 모형실험을 할 수 있으며 이 결과에 적합한 적정용량의 환기설비를 설치하여야 한다.

4.1.2 급・배수설비

(1) 급수설비

급수설비는 공동구 내의 시설물에 대해 점검, 청소 등의 유지보수를 위하여 공동구 외부에서 내부로 물을 공급하는 설비를 뜻한다.

가. 공동구 내 급수되는 지점은 운영관리 측면에서 유리한 지점을 선정한다.

나. 급수시스템은 공동구 관리자가 감시제어 할 수 있어야 한다.

다. 급수지점은 되도록 공동구 내 구배가 높은 곳에 설치하며, 급수지점에서 급수필요지점까지는 중력을 이용한 자연급수를 이용하도록 한다.

라. 공동구에 필요한 적정 용량의 급수량과 급수압에 적합한 펌프를 선정하고 급수량 이송은 급수압에 적합하고 영구적인 금속강관으로 급수한다.

(2) 배수설비

배수설비는 공동구 내부에서 발생되는 지하수 혹은 우천시 예상치 못한 유입수 등을 공동구 외부로 강제 배출하는 설비를 뜻한다.

가. 저수조, 기계실 등의 배수설비 설치장소는 공동구 내 최저점에 설치하며 배수설비를 위한 저수조, 기계실 등을 설치하며 배수설비용 전기설비는 공동구 내 설치를 원칙으로 하나 유지관리의 편리성, 경제성 등을 고려하여 지상에 설치할 수 있다.

나. 일반적인 터널 내 결로 및 침투수, 내부청소용수의 용량에 대해서는 공동구 구조물의 규모 등을 고려하여 적절히 평가되어야 한다.

다. 저수조의 실제 저수용량은 배수펌프 고장시를 대비하여 저수조에 유입되는 유입수가 1시간 이상 저수할 수 있는 규모로 설치한다. 단, 배수펌프 고장시 1시간이내에 충분히 펌프를 정상가동 할 수 있다면 저수규모를 조정할 수 있다.

라. 저수조에는 배수펌프가 저수물을 항상 배수 가동할 수 있도록 침사조, 오물 거름막 등의 부속장치를 설치하며 저수조 자체 청소가 용이하도록 되어야 한다.

마. 배수펌프는 수중펌프 설치를 원칙으로 하고 유입수량의 200%를 배수할 수 있도록 펌프를 설치하여야 하며, 펌프 1개의 용량은 유입수량의 50%를 넘지 않도록 한다.

바. 저수조의 저수량을 항상 감시제어 되어야 하며 수조 수위계측기는 배수펌프와 연동되어야 한다.

사. 수중펌프 유지보수를 위한 기계실 공간을 충분히 확보하여야 하며 수중펌프 보수

를 위한 펌프 이양장치를 기계실 천정 등에 설치한다.

아. 펌프로부터 이송되는 물은 지상배수로의 강관을 이용하여 이송되어야 하며 이송된 물은 재유입 되지 못하도록 한다. 단, 배수관을 강관 아닌 다른 재질의 관으로 변경하고자 할 경우는 경제성, 유지관리성, 안전성 등을 충분히 검토하여야 한다.

자. 펌프 전기 동력은 수전방식의 안전성과 경제성을 고려하여 결정한다.

차. 공동구 구조물의 파손, 홍수시의 우수유입 등의 돌발적인 이상침수 현상을 대비하여 정상적인 배수설비 이외에 추가적인 이상침수 방지설비를 권장한다. 상수도관의 배출수(drain) 양이 많을 경우에 대비하여 배수설비의 규모를 검토하여야 한다. 이상침수 방지설비는 정상배수시스템과 연동되어야 하며 공동구 관리자가 감시제어 할 수 있어야 한다.

카. 우수 유입구는 오물 거름막을 설치하여야 한다.

4.2 전기설비

4.2.1 전원설비

(1) 공동구 내의 부대시설(조명, 배수, 환기 및 기타 시설)에 전원을 공급하기 위한 설비로서 공동구 시설의 제반 기능 발휘와 안전 및 유지관리 등을 고려하여 가능한 지상에 설치함을 원칙으로 하되 필요시 공동구 내부에 설치할 수 있다.

(2) 상용전원 정지 및 공동구 내 돌발 사고(화재, 폭발, 선로의 단선, 기타)에 따른 정전시를 대비하여 비상전원설비를 갖추어 신속한 유지, 보수가 가능하도록 하고 사고의 파급 효과가 최소화되도록 한다.

(3) 사용전압은 동력설비는 3상 380V(소용량은 단상 220V)로 하고 조명설비는 단상 220V로 한다.

(4) 분전반의 외함은 1.5㎜ 두께 이상의 스테인레스 강판으로 하고 IEC 60529의 IP 32에 해당하는 방진 방수 구조로 한다.

(5) 케이블간 지지간격은 1.2m 이하로 한다.

4.2.2 조명설비

조명설비는 공동구 내의 작업 및 대피에 필요한 조명을 확보하는데 목적이 있으며, 다음에 준하여 시설한다. 작업원이 공동구 내에서 점검 또는 작업중 갑자기 정전을 당하면 공동구 내부가 어두워져 작업 및 대피가 곤란해지므로 이를 방지하기

위하여 조명설비에는 예비용으로 비상 전원을 연결할 수 있다.

(1) 공동구 안에서의 원활한 작업 및 대피를 위해 내부의 바닥면 조도는 아래 기준 이상을 확보하여야 한다.

가. 전기실, 발전기실(공동구 내부설치시) : 100~200 룩스

나. 환기구, 교차구 및 분기구 등 주요부분 : 100 룩스

다. 공동구 일반부분 : 15 룩스

라. 출입구 계단 : 40 룩스

(2) 조명기구

가. 광원은 형광램프를 사용함을 원칙으로 하되, 발열이 적고, 효율이 높으며, 조도기준에 충분한 밝기의 형식으로 사용할 수 있다.

나. 조명기구 및 전원설비는 방수형, 방진형 및 내부식성의 기구를 작업 및 보행 등에 지장이 없는 위치에 설치하고 작업보도가 2열인 경우에는 조명기구를 서로 엇갈리게 설치한다. 가스밸브 등 가스가 누출 및 누적되어 폭발할 가능성이 있는 장소에는 방폭형을 적용한다.

(3) 긴급전화

공동구 내부와 관리사무소 사이의 교신이 가능하도록 무선통신 보조설비를 구축하여 휴대가 가능한 무선통신 설비를 설치 운용하여야 한다.

4.2.3 피난 및 대피시설

(1) 상황표지판

공동구 내에는 위치를 알 수 있는 야광 상황표지판을 설치하여야 하며, 안내표지, 점검표지, 주의표지 등을 통로 안에 설치하도록 한다.

4.2.4 비상전원 설비

(1) 무정전 전원(UPS)설비

가. 무정전 전원설비는 공동구 내 화재 등 비상사태로 인하여 공동구 내 정전상황이 발생하는 경우에 비상발전기의 전원공급 개시 전 및 비상발전기 가동 정지 후 일정시간 동안 방재설비에 대하여 비상전원을 공급하기 위한 시설이다.

나. 모든 공동구에 본 기준에서 정하는 방재시설이 설치되는 경우, 비상전원 공급용으로 설치한다.

다. 무정전 전원설비는 방재설비에 대하여 전원을 공급할 수 있는 적정한 용량으로 선정하여야 한다. 무정전 전원설비는 옥내설치를 원칙으로 하며, 옥외설치시에는 단열 및 냉난방 시설을 갖춘 배전실 내부에 설치하여야 한다.

라. 무정전 전원설비는 공동구는 즉시 대처가 곤란한 점을 고려하여 60분 이상 비상전원을 공급할 수 있도록 시설한다.

(2) 비상발전설비

가. 비상발전설비는 공동구 내 화재 등 비상사태로 인해서 공동구 내 정전상황이 발생하는 경우 조명설비, 제연설비 등의 방재설비에 비상전원을 공급하기 위한 발전시설이다.

나. 본 설계기준에 언급되지 않은 사항은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102)의 규정에 따라 설치한다.

다. 비상발전설비라 함은 상시전원이 차단 또는 정전된 경우에 원동기와 발전기에 의해서 전력을 생산하기 위한 장비로 원동기, 발전기, 제어장치 및 부속장치 등으로 구성된다.

라. 비상발전기는 디젤 발전기의 사용을 표준으로 하며 비상발전기의 운전은 정전시 자동으로 가동하여야 한다. 옥외에 설치하는 비상발전기는 소음을 최대로 줄일 수 있는 형식을 사용한다.

마. 비상발전설비는 연장이 1,000m 이상인 공동구에 설치함을 원칙으로 하되 조명설비, 제연설비, 소방설비 등에 비상용 전원이 필요할 경우에는 설치여부를 검토하여 반영하여야 한다. 다만 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되면 자동으로 다른 변전소로부터 전원을 공급받을 수 있도록 상용전원을 구성한 경우에는 비상발전기 설치를 생략할 수 있다.

바. 비상발전설비는 공동구 내 설치되는 방재시설을 충분히 가동할 수 있는 용량으로 국가화재안전기준에서 요구하는 비상전원 공급시간을 고려한 비상출력 용량으로 시설하여야 한다.

사. 비상발전기는 옥내설치를 원칙으로 하며, 옥외설치시에는 발전기 및 원동기 내부에 수분, 먼지 등 유해한 물질이 들어가지 않도록 방호시설을 설치하여야 한다. 발전기 운전은 정전검출 계전기에 의하여 한전측과 발전측으로 자동절체가 가능하도록 제어회로를 구성한다. 한전측 전원과 발전기 전원과의 절체는 자동절체(ATS) 방식으로 인터록을 구성한다.

4.2.5 중앙감시 및 제어설비

공동구 내의 설비시스템의 감시, 각종 설비의 자동 운전과 공동구에 관한 자료의 기록, 보관 및 분석을 행하는 중앙통제시스템을 구축한다.

(1) CCTV(감시용 텔레비전 설비)

가. CCTV는 공동구에 설치되는 카메라, 관리실에 설치되는 모니터 및 녹화장치로 구성하며 비상상황시 최소 1시간 이상 기능을 유지할 수 있도록 무정전전원설비에 의하여 비상전원을 공급한다.

나. 공동구 내부에 설치하는 카메라는 저조도 환경에서도 영상의 끊김이나 번짐현상을 최소화하고 선명한 영상을 촬영할 수 있는 기종을 적용한다.

다. 관리실에 설치되는 모니터는 20인치 이상을 표준으로 하며 영상을 저장하는 방식은 디지털 DVR, NVR 또는 동등 이상의 방식을 적용한다.

라. CCTV 설비는 모든 공동구에 설치하는 것을 원칙으로 하며 제연설비가 설치되는 공동구에는 화재상황 감시를 위해 반드시 설치하여야 한다.

마. 공동구 내 설치간격은 100~200m를 표준으로 하되 공동구의 높이와 CCTV의 성능을 감안하여 설치간격을 선정한다. 영상추적시스템과 중복 계획하는 경우에는 영상추적시스템의 필요성을 검토하여 설치 여부를 결정할 수 있다.

바. 감시용 CCTV 설비는 공동구 내에서 발생된 모든 비상신호(자동화재 탐지설비, 소화기 등)와 연동하여 비상신호 발신구역의 카메라 및 모니터가 자동으로 활성화되어 집중감시가 이루어지도록 한다.

사. 공동구 내 카메라의 설치높이는 공동구를 적절하게 효과적으로 감시할 수 있는 높이 이상으로 하며 영상은 각종 정보를 제공할 수 있도록 30일 이상의 영상 저장을 원칙으로 하며 최근상황을 연속적으로 갱신할 수 있도록 한다. 단, 화재상황에서는 화재원인 및 대처상황 등의 기록을 위해서 자동갱신 기능이 자동으로 해제될 수 있도록 한다.

4.2.6. 무선통신 설비

공동구 내부와 관리사무소 사이에 무선으로 교신이 가능하도록 휴대가 가능한 무선통신 설비를 설치 운용하도록 한다.

4.2.7. 공동구 출입감시 시스템

공동구 내부와 관리사무소의 출입을 감시하기 위한 출입감시 시스템을 설치하여 운용한다. 침입자 감시를 위하여 관리사무소 입구, 전기실, 제어실 등에는 CCTV를 설치하며 관리사무소 창문에는 유리파손감지기, 주출입구과 제어실 입구에는 적외선 열감지기를 설치한다. 출입자 통제을 위하여 관리사무소 입구, 제어실 입구, 공동구 입구 등에는 출입통제 시스템을 설치하며 공동구 출입감시 시스템은 중앙제어실에서 종합적으로 감시 및 제어가 되도록 계획한다.

4.3 소방시설

4.3.1 일반사항

본 설계기준은 공동구의 화재를 초기에 감지, 소화하며 소방대의 원활한 소화활동을 위해 설치되는 소방시설에 관한 계획, 설치, 유지관리에 관한 사항이다.

공동구 관련 소방시설은 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법령 및 관련 국가화재안전기준을 적용하여 설치하며, 시설물의 중요도에 따라 설치주체가 적용기준을 강화할 수 있다.

4.3.2 소방시설 기계

(1) 소화기

국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구에는 소화기를 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 공동구 내부의 소화기는 분전반, 분기구 등이 설치된 곳으로서 화재발생 우려가 있거나 사람의 접근이 쉬운 장소 및 출입구에 설치한다.

나. 상기 외에 통로 부분은 측벽길이 50m 이내마다 소화기를 설치한다. 다만 화재 우려가 없는 상수도, 에너지구는 설치하지 아니할 수 있다.

다. 소화기는 능력단위 3단위 이상의 분말 소화기를 설치한다.

라. 소화기는 바닥으로부터 높이 1.5m 이하의 곳에 비치하고, “소화기”라고 표시한 표지를 보기 쉬운 곳에 게시한다.

마. 공동구 내 변전실, 변압기실, 배전반실, 통신기기실, 전산기기실, 기타 이와 유사한 시설이 있는 장소에는 당해 용도의 바닥면적 50㎡마다 적응성이 있는 수동식 소화기 1개 이상을 설치한다.

바. 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 101 소화기구의 화재안전기준에 따른다.

(2) 연소방지설비

공동구에는 연소방지설비를 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 송수구로부터 연소방지설비 방수구에 급수하는 배관은 전용으로 하여야 한다.

나. 급수배관에 설치되어 급수를 차단할 수 있는 개폐밸브는 개폐표시형으로 하여야 한다.

다. 연소방지설비의 수평주행배관의 구경은 100㎜ 이상의 것으로 설치하여야 한다.

라. 연소방지설비는 습식 외의 방식으로 하여야 한다.

마. 방수헤드는 다음 기준에 따라 설치하여야 한다.

1) 천장 또는 벽면에 설치할 것

2) 방수헤드간의 수평거리는 연소방지설비 전용헤드의 경우에는 2.0m 이하, 스프링클러헤드의 경우에는 1.5m 이하로 할 것

3) 살수구역은 환기구 등을 기준으로 지하구의 길이방향으로 350m 이내마다 1개 이상 설치하되, 하나의 살수구역의 길이는 3.0m 이상으로 할 것

바. 송수구는 다음 기준에 따라 설치하여야 한다.

1) 소방차가 쉽게 접근할 수 있는 노출된 장소에 설치하되, 눈에 띄기 쉬운 보도 또는 차도에 설치할 것

2) 송수구는 구경 65㎜의 쌍구형으로 할 것

3) 송수구로부터 1.0m 이내에 살수구역 안내표지를 설치할 것

4) 지면으로부터 높이가 0.5m 이상, 1.0m 이하의 위치에 설치할 것

5) 송수구의 가까운 부분에 자동배수밸브(또는 직경 5㎜의 배수공)를 설치할 것. 이 경우 자동배수밸브는 배관안의 물이 잘 빠질 수 있는 위치에 설치하되, 배수로 인하여 다른 물건 또는 장소에 피해를 주지 아니하도록 할 것

6) 송수구로부터 주배관에 이르는 연결배관에는 개폐밸브를 설치하지 아니할 것

7) 송수구에는 이물질을 막기 위한 마개를 씌울 것

사. 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 506 연소방지설비의 화재안전 기준에 따른다.

(3) 이산화탄소 소화설비

가. 공동구 내에 설치된 전기실, 변압기실, 발전기실 등에는 이산화탄소 소화설비 또는 동등이상의 성능이 있는 가스소화설비를 설치한다.

나. 이산화탄소 소화설비의 설치에 대해서는 NFSC 106 이산화탄소 소화설비의 화재

안전기준에 따른다.

(4) 청정소화약제 소화설비

가. 사람이 상주하는 통제실 등에는 청정소화약제 소화설비를 설치할 것

나. 청정소화약제 소화설비의 설치에 대해서는 NFSC 107A 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준에 따른다.

(5) 장비부착형(소공간) 자동소화장치

분전반, 배전반 및 기타 전기관련 판넬 등은 그 내부에서 화재 발생시 외부의 소화약제 방사로 소화할 수 없으므로 판넬 내부에 화재감지기를 설치하고 감지기가 화재를 감지시에는 자동으로 소화약제를 방출할 수 있는 소화기를 설치한다.

4.3.3 소방시설 전기

(1) 공동구의 통합감시시설

공동구에는 통합감시시설을 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 소방관서와 공동구의 통제실 간에 화재 등 소화 활동과 관련된 정보를 상시 교환할 수 있는 정보통신망을 구축할 것

나. 위의 규정에 따른 정보통신망은 광케이블 또는 이와 유사한 성능을 가진 선로로서 원격제어가 가능할 것

다. 주수신기는 공동구의 통제실에, 보조수신기는 관할 소방관서에 설치하여야 하고, 수신기에는 원격제어 기능이 있을 것

라. 비상시를 대비하여 예비선로를 구축할 것

마. 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 506 연소방지설비의 화재안전기준에 따른다.

(2) 자동화재 탐지설비

공동구에는 자동화재 탐지설비를 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 하나의 경계구역의 길이는 700m 이하로 할 것

나. 감지기는 정온식 감지선형 감지기, 차동식분포형 감지기 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 감지기를 설치할 것

다. 케이블 트레이에 감지선형 감지기를 설치하는 경우 케이블의 최상단에 설치할 것

라. 케이블 트레이가 3단을 초과하는 경우에는 추가로 감지선을 설치할 것

마. 수신기는 상시 사람이 상주하는 장소에 설치할 것

바. 수신기에 입력된 신호는 통합감시시설을 통하여 관할 소방서에 전달되도록 할 것

사. 발신기 및 음향장치는 공동구 내 출구 및 비상구 인근에 설치할 것

아. 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 203 자동화재탐지설비의 화재안전기준에 따른다.

(3) 무선통신 보조설비

공동구에는 무선통신 보조설비를 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 무선통신 보조설비의 누설동축케이블 등은 다음 기준에 따라 설치하여야 한다.

1) 소방전용 주파수대에서 전파의 전송 또는 복사에 적합한 것으로서 소방전용의 것으로 할 것. 다만 소방대 상호간의 무선연락에 지장이 없는 경우에는 다른 용도와 겸용할 수 있다.

2) 누설동축케이블과 이에 접속하는 공중선 또는 동축케이블과 이에 접속하는 공중선에 따른 것으로 할 것

3) 누설동축케이블은 불연 또는 난연성의 것으로서 습기에 따라 전기의 특성이 변질되지 아니하는 것으로 하고, 노출하여 설치한 경우에는 피난 및 통행에 장애가 없도록 할 것

4) 누설동축케이블 및 공중선은 금속판 등에 따라 전파의 복사 또는 특성이 현저하게 저하되지 아니하는 위치에 설치할 것

5) 누설동축케이블 및 공중선은 고압의 전로로부터 1.5m 이상 떨어진 위치에 설치할 것. 다만, 당해 전로에 정전기 차폐장치를 유효하게 설치한 경우에는 그러하지 아니한다.

6) 누설동축케이블의 끝부분에는 무반사 종단저항을 견고하게 설치할 것

나. 무선기기 접속단자는 다음 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 전파법 제46조의 규정에 따른 형식검정을 받은 무선이동중계기를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.

1) 지상에서 유효하게 소방활동을 할 수 있는 통제실 등 상시 사람이 근무하고 있는 장소에 설치할 것

2) 단자는 한국산업표준에 적합한 것으로 하고, 바닥으로부터 높이 0.8m 이상 1.5m 이하의 위치에 설치할 것

다. 분배기 등의 설치

1) 분배기 등은 먼지, 습기 및 부식 등에 의하여 기능 이상을 가져오지 아니하도록 하여야 한다.

2) 점검에 편리하고 화재의 재해로 인한 피해의 우려가 없는 장소에 설치하여야 한다.

라. 증폭기

1) 전원은 축전지 또는 교류전압 옥내간선으로 하고 전원까지의 배선은 전용으로 하여야 한다.

2) 증폭기의 전면에는 비상전원이 부착된 것으로 하고 당해 비상전원 용량은 무선통신 보조설비로 유효하게 30분 이상 작동시켜야 한다.

3) 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 505 무선통신보조설비의 화재안전 기준에 따른다.

(4) 유도등

공동구에는 유도등을 다음 기준에 따라 설치한다.

가. 피난구 유도등은 공동구 내 출구 및 비상구로 유도하기 위한 용도로 설치하여야 하며, 설치위치는 각 기능실의 출구 및 공동구의 입·출구, 비상출입구에 설치하여야 한다.

나. 피난구 유도등은 피난구의 바닥으로부터 높이 1.5m 이상의 곳에 설치하여야 한다.

다. 유도등의 전원은 다음 기준에 적합하여야 한다.

1) 유도등의 전원은 축전지 또는 교류전압의 옥내간선으로 하고, 전원까지의 배선은 전용으로 하여야 한다.

2) 비상전원은 축전지로 하여야 하며, 60분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량으로 한다.

3) 유도등은 방습형 및 내부식성이 있는 제품을 사용하여야 한다.

4) 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 303 유도등 및 유도표지의 화재안전 기준에 따른다.

(5) 연소방지도료의 도포 및 방화벽

가. 연소방지도료의 도포

공동구의 전력용 및 통신용 케이블에는 연소방지용 도료를 도포하여야 한다. 다만, 케이블·전선 등을 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제10조 제2항의 규정에 적합한 내화배선 방법으로 설치한 경우와 난연성능이 입증된 케이블의 경우에는 그러하지 아니하다.

1) 연소방지도료는 다음 각 호의 방법에 따라 도포할 것

가) 도료를 도포하고자 하는 부분의 오물을 제거하고 충분히 건조시킨 후 도포할 것

나) 도료의 도포 두께는 평균 1㎜ 이상으로 할 것

2) 연소방지도료는 다음 각호 부분의 중심으로부터 양쪽방향으로 전력용케이블의 경우에는 20m(단, 통신케이블의 경우에는 10m) 이상 도포할 것

가) 지하구와 교차된 수직구 또는 분기구

나) 집수정 또는 환풍기가 설치된 부분

다) 지하구로 인입 및 인출되는 부분

라) 분전반, 절연유 순환펌프 등이 설치된 부분

마) 케이블이 상호 연결된 부분

바) 기타 화재발생 위험이 우려되는 부분

사) 연소방지도료 및 난연테이프의 성능기준 및 시험방법은 한국산업표준(KS)을 따른다.

아) 상기 이외의 사항에 대하여는 NFSC 506 연소방지설비의 화재안전 기준에 따른다.

나. 방화벽의 설치기준

공동구에는 방화벽을 다음 기준에 따라 설치한다.

1) 내화구조로서 홀로 설 수 있는 구조일 것

2) 방화벽에 출입문을 설치하는 경우에는 방화문으로 할 것

3) 방화벽을 관통하는 케이블·전선 등에는 산업표준화법에 따른 한국산업표준에서 내화충전성능을 인정한 구조의 화재차단재(fire stop)로 틈새 주위를 마감할 것

4) 방화벽의 위치는 분기구 및 환기구 등의 구조를 고려하여 설치할 것

(6) 공동구의 관리사무소에는 관리요원의 안전과 화재 대비 훈련을 위하여 방열복과 공기호흡기를 비치하여야 한다.

4.4 자동제어 설비

4.4.1 일반사항

(1) 공동구 내 각종 설비의 감시 및 원격제어가 용이하여야 한다.

(2) 자동제어 시스템 선정시 효율성, 경제성 및 에너지절약을 종합적으로 고려한다.

(3) 원격제어장치는 고신뢰도와 유지보수가 용이하고 장기간 사용이 가능한 방식을 채택한다.

(4) 정전시 자동제어 장비의 전원공급을 위하여 중앙감시시스템 전용의 UPS를 설치한다.

(5) 향후 설비의 증설이나 유지보수시 추후 관제점 확장에 제한이 없는 시스템을 채택한다.
(6) 배수탱크의 상·하한 경보, 장비의 이상 상태에 대한 경보가 가능하며, 팬 및 펌프와 같은 기기의 기동·정지 상태의 감시가 이루어지도록 한다.

4.4.2 기능
(1) 개방형 통신 Protocol을 사용하여 향후 증설 및 통합을 위한 시스템 개방성
(2) 그래픽 환경에서 감시 및 제어
(3) 모든 운영의 Scheduling
(4) 이력자료(Historical Data)의 취합 및 분석
(5) 편집 프로그램, 데이터 저장 및 직접 디지탈제어기 데이터베이스의 다운로딩
(6) 중요 장비에 대한 가동시간 적산
(7) 전원 단절시 내부 프로그램 손실방지 기능

4.4.3 소프트웨어의 기능
(1) 경보 발생의 저장 및 알림 기능
(2) 각각의 아날로그 및 디지털 포인트 관제점의 추이 기록 및 저장
(3) 보고서의 검색 및 출력이 가능한 Reporting 기능
(4) 운영자의 확인 및 중요도별 즉각 구분·조치 가능한 Alarm Level 설정
(5) Digital Input·Output 값의 자동 적산 및 저장과 운용자에 의한 적산 경보점 설정 기능

4.4.4 중앙제어실(감시 및 제어센터)
(1) 건축물 내에 중앙제어실을 설치하는 경우에는 설치된 기계설비, 전력설비, 조명설비, 소방설비, 방범설비 등 감시 및 제어는 중앙제어실에서 이루어지게 하여 에너지절약과 관리비용절감이 되도록 한다.
(2) 건물의 규모와 시설관리의 효율성을 감안하여 설치하고 근무자의 휴식공간을 설치한다.
(3) 침수, 누수의 우려가 없어야 한다.
(4) 천장높이, 환기, 공조, 조명의 설계기준은 일반적으로 사무실에 준한다.

4.5 공동구 관리시스템 계획

4.5.1 일반사항

(1) 관리소, 관리사무소, 통합관리센터는 공동구 규모 및 관리자의 효율적인 관리를 고려하여 설치·운영한다. 관리소 및 관리사무소에 설치되는 시설은 표 4.5.2를 참조하여 결정한다.

(2) 관리시스템은 주변의 노선현황과 개별공동구의 통합범위를 고려하여 선정하며, 단기적, 중기적, 장기적 계획을 고려하여 관리소, 관리사무소, 통합관리센터를 계획한다.

(3) 관리시스템의 구성은 통합감시·제어시스템·방범시스템·관리시스템 등으로 기능적인 측면을 고려한다.

(4) 관리시스템은 통합관리시스템, 개별관리시스템 등 계층구조를 가지고 있어서 각 계층간 제어의 충돌문제가 발생할 수 있으므로 제어계층을 고려하여 유고발생시 각 시스템별 운영자 측면에서 처리하여야 하는 부분으로 업무를 분장하고 이에 대한 대응방안을 정의하여야 한다.

(5) 관리시스템의 인터페이스 방안은 원격단말장치(RTU, Remote Terminal Unit)에 의한 방법을 원칙으로 하며 개방형 프로토콜을 채택한다.

4.5.2 설치지침

(1) 관리소

가. 관리소는 공동구 연장 500~3,000m 미만인 공동구 또는 제연설비가 설치되는 공동구에 설치하여 무인으로 운영함을 원칙으로 하며, 공동구의 사고 상황시 통제에 필요한 설비와 공동구통합관리를 위한 통신 관련 시설 등 최소한의 설비를 갖출 수 있다.

나. 관리소는 공동구 입구나 출구 또는 공동구 내부에 공간을 확보하여 설치할 수 있으며, 관리소 자체의 화재에 대비하여 소방차의 접근이 용이하도록 하며, 공동구 내부에 설치할 경우에는 자체 화재로 인해 발생하는 연기가 공동구 내로 유입하지 않도록 별도의 자동소화시설을 한다.

(2) 관리사무소

가. 관리사무소는 공동구 연장 3,000m 이상의 공동구에 관리인이 상주할 수 있는 시설로 계획함을 원칙으로 한다. 향후 공동구 통합관리시스템의 도입에 따른 무인화를 고려하여 설계하며, 주변의 관리소를 통합하여 운영할 수 있도록 계획한다.

나. 관리사무소를 계획하는 경우에는 60분 이내에 출동 가능한 지역 및 반경 50㎞ 정도에 있는 관리소를 통합 운영할 수 있도록 계획한다. 단, 유관기관(소방서, 경찰서 등)에서 60분 내에 출동 가능한 지역은 거리와 시간을 제한하지 않는다.

다. 관리소를 통합하여 운영하는 경우에는 통합된 관리소 전용의 CCTV 모니터, 화재경보설비는 공동구별로 원격 운영할 수 있도록 한다.

라. 관리사무소는 주변지역의 통합관리센터로 운영될 수 있다. 통합 운영되는 관리소는 제연설비를 원격으로 운영할 수 있도록 한다.

(3) 통합관리센터

가. 통합관리센터는 관리소 및 관리사무소를 군관리하기 위한 시설로 60분 이내에 출동할 수 있는 지역 및 반경 50㎞ 정도의 지역의 공동구 현황 등을 고려하여 계획한다. 단, 유관기관(소방서, 경찰서 등)에서 60분 내에 출동 가능한 지역은 거리와 시간에 제한을 두지 않는다.

나. 통합관리센터 운영시 CCTV 모니터 및 경보설비는 공동구별로 전용으로 원격 운영 할 수 있도록 한다.

다. 공동구 내 경보신호 및 방재시설로부터 경보신호를 수신하는 경우, 해당 공동구를 정확하게 파악할 수 있도록 감시판넬을 구성하여 운영한다.

라. 제연설비 설치시에는 원격제어가 가능하도록 시스템을 구성한다.

표 4.5.1 관리사무소 기능실별 기능 및 설치 예

실구분	실면적 예(㎡)	시설물		기능	개별 관리 사무소	통합 관리 센터
전기실	233	수변전 설비		• 한전전기인입(고압→저압)	○	
		UPS 설비		• 방재시설별 축전기에 의한 무정전 전원설비	○	
		분전반		• 각종설비 동력 분배	○	
제어실	82	화재수신반		• 공동구 내 화재감시	○	△
		원격감시 및 제어설비	RTU	• 공동구 내 각종설비 감시제어	○	
			그래픽판넬		△	○
			Op. Station		○	○
		CCTV	제어판넬	• 공동구 내·외부상황 감시녹화 • 개별공동구 각종설비 감시제어	○	△
			모니터		○	○
		통합관련설비		• 개별공동구 각종설비의 감시제어 요소를 통합센터에 중계	○	○
		통합방범설비		• 무인운영 관리동감시 (CCTV, ACU)	○	○
발전기실	77	비상발전기설비		• 정전시 비상전원 공급	○	○(자체)
		유류탱크실		• 비상발전기 연료공급	○	
기계실	67	소화전 펌프		• 소화용수 가압공급(펌프 등)설비	○	
		히팅케이블 제어반		• 소화배관 동파방지 설비	○	
		분전반		• 각종설비의 동력공급용	○	
		급수설비		• 화장실, 항온 항습기, 급수용 시설 및 물탱크	△	
CO_2실	41	CO_2 저장용기		• 전기실, 발전기실 등의 화재진압	○	○(자체)
저수조	21	소화용수 저장탱크		• 공동구 내 소화전설비 용수 저장	○	
창고	10	-		• 각종설비 예비부품, 공구류 보관	△	○
기타	54	계단실 외 각종		-	△	
		화장실, 복도, 홀 등		-	△	

개별 관리사무소 : 관리소와 관리사무소를 의미함
△ : 관리소 설치 제외
* 실면적은 공동구의 중요도와 수용하는 시설들의 종류와 설치 면적을 감안하여 조정하여 설치한다.

표 4.5.2 관리소, 관리사무소, 통합관리센터 계획 예

구분	관리소	관리사무소	통합관리센터
공동구 연장	500~3,000m	3,000m 이상	-
개요	무인관리를 목적으로 연장 500~3,000m 미만 공동구의 방재시설 및 환기시설의 유지·관리 및 운전제어를 위한 최소한의 시설을 갖추도록 하며, 전기실, 변전실, 비상발전기실, 중앙제어실 등의 공간을 갖춘다.	상주관리자에 의해서 상시 공동구 내 상황을 감시할 수 있도록 하기 위한 시설을 갖추고 있으며, 주변 관리소의 상황파악을 하기 위한 통합관리센터로 운영될 수 있다.	주변 관리소나 관리사무소의 통합운영을 목적으로 공동구 내 방재시설 및 환기시설에 대한 운영관리를 위한 인원이 상주하는 사무소이며, 별도의 통합관리소 설치와 관리사무소에 통합기능을 추가하는 경우로 구분된다.
건물 규모	자연환기 : 옥외형 기계환기 : 지상1층	지하1층, 지상1층	별도 : 지하1층, 지상1층 통합 : 지하1층, 지상1층
건축 면적	자연환기 : 100㎡ 내외 기계환기 : 132㎡ 내외	600㎡ 내외	별도 : 600㎡ 내외 통합 : 660㎡ 내외

표 4.5.3 단기, 중기, 장기 운영계획 예

구분	단기적	중기적	장기적
개요	관리소만 설치되는 500~3,000m 미만 공동구를 운영인원이 상주하는 인접한 관리사무소에서 원격관리시스템을 이용한 운영	관리사무소가 설치되는 3,000m 이상 공동구를 운영인원이 상주하는 인접한 관리사무소에서 원격관리시스템을 이용한 운영	관리소와 관리사무소가 설치되는 3,000m 이상 공동구를 지역단위별로 관리하는 통합계획을 수립하고 원격관리시스템을 이용한 운영
관리개수	관리소 10개소 내외	관리사무소 2~3개소	관리사무소 4개~6개
관리주체	위탁운영	위탁운영	위탁운영
인접거리	50㎞ 이내	50㎞ 이내	50㎞ 이내
긴급출동시간	60분 이내	60분 이내	60분 이내
대상공동구	운영 중 및 공사 중인 공동구, 설계중인 공동구	운영 중 및 공사 중인 공동구, 설계중인 공동구	운영 중 및 공사 중인 공동구, 향후 설계중인 공동구
(주) 유관기관(소방서,경찰서등)에서 60분 내에 출동 가능한 지역은 거리와 시간에 제한을 두지 않는다.			

제5장 가설 구조물

5.1 일반사항

(1) 지하공동구 설치시 지반굴착으로 인한 굴착지반 및 주변지반의 안정성 확보와 피해를 방지하기 위하여 지반굴착과 공동구 시공 중에 설치되는 가설시설물에 적용한다. 본 기준에 명시되지 않은 사항은 관련 기준(가설공사 표준시방서 등)을 참고하여 적용한다.

(2) 가설흙막이의 설계는 현장의 지형 및 지반조건, 지반의 수리특성, 현장의 주변상황, 시공조건 등을 고려하여 공법을 선정하여야 하며, 공사 중 발생하는 진동, 소음, 비산먼지 등에 따른 환경영향도 고려하여야 한다. 지반굴착으로 인한 가설흙막이의 안정성은 물론 주변지반 거동으로 인한 인접 구조물에 끼치는 영향을 함께 검토하여 문제점 발생을 최소화하여야 한다.

(3) 가설흙막이의 형식으로 흙막이벽(엄지말뚝+흙막이판), 강널말뚝벽, 현장타설 콘크리트벽, 지하연속벽 등이 있으며 터파기의 규모, 지반조건, 지하수 상태, 지하 매설물 조건, 그리고 장비의 진출입 등의 시공성, 공기 등 요소 외에 민원발생 가능성 등을 종합적으로 고려하여 가장 유리한 형식으로 선정하여야 한다.

(4) 가설흙막이 벽체의 지지구조의 형식으로 자립식, 레이커, 타이백, 버팀보, 어스앵커 방식 등이 있으며 가설흙막이의 형식, 지반조건, 지하수 상태, 지하 매설물 조건, 인접 건물과의 이격거리, 지하층의 깊이와 기초 형태 등을 고려하여 역학적으로 안전한 지지구조형식과 시공용이성, 경제성, 민원발생 가능성 등을 종합적으로 검토하여 가장 유리한 형식을 선정하여야 한다. 특히, 지반앵커 지지형식에서 앵커체의 인접지반 침범과 인접 지하구조물 앵커체와의 충돌에 따른 피해 예상 여부와 민원발생 가능성이 검토되어야 한다.

(5) 설계시 계측 및 분석계획을 수립하여 시공 중 안전성을 확보할 수 있는 방안으로 가설시설의 시공관리기준, 안전관리기준, 계측관리 기준치 산정, 계측을 위해 본 공동구 설계기준편 제7장을 참조한다. 시공자가 계측수행 중 응력, 변형, 지하수위 등 계측결과가 설계시 예측 값과 다르면 설계내용을 재검토하여 시공 중 안전성을 확보할 수 있도록 한다.

(6) 차수나 지반보강 등의 목적으로 그라우팅 공법을 보조공법으로 적용할 수 있다.

(7) 흙막이 벽과 지지구조의 형식에 대한 설계시 굴착면의 붕괴를 유발시키는 인자인 지형, 지반조건, 지하수 처리, 교통하중, 인접 건물하중, 작업 장비하중 등에 대한 것과 지반변형에 의해 야기될 수 있는 주변 구조물, 지하 매설물의 피해 가능성 및 공사비, 공기 등의 경제성, 시공 가능성, 환경이나 민원발생 가능성 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 즉, 흙막이벽의 안정성, 지보공의 안정성, 굴착저면의 안정성에 대한 검토는 필수항목이고, 주변 구조물에 대한 안정성 검토와 지하수 처리에 관한 문제도 반드시 고려하여야 한다.

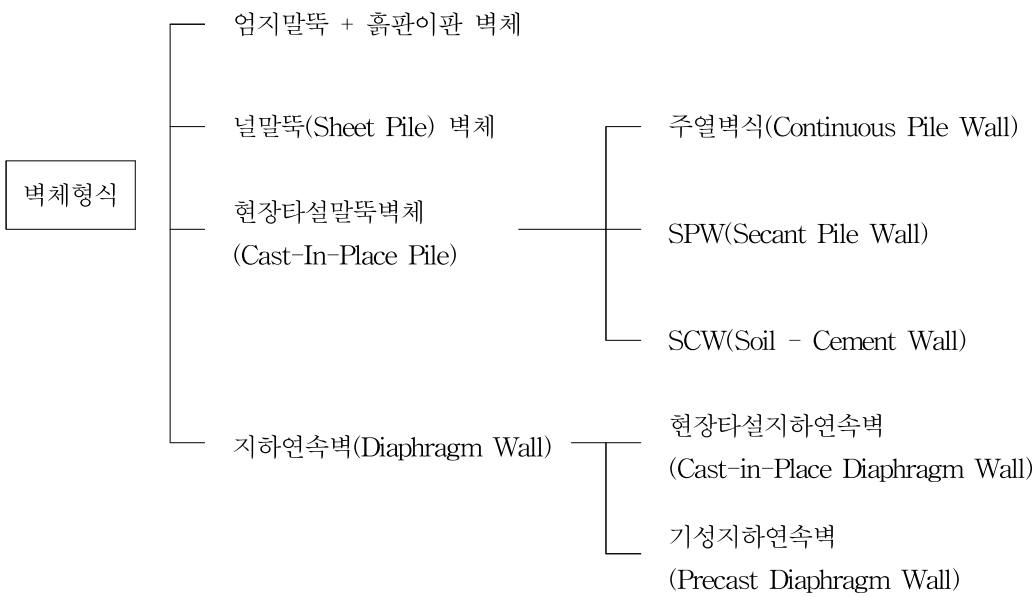


그림 5.2.1 벽체 형식

5.2 설계조건

5.2.1 설계외력

(1) 일반사항

지반굴착시 가설흙막이에 작용하는 설계외력은 배면토 자중에 의한 토압, 지하수위에 의한 수압, 장비하중 등의 상재하중과 굴착영향 범위 내에 있는 인접건물하중과 인접도로를 통행하는 교통하중 등이며, 이외에 벽체에 작용할 수 있는 하중을 포함

하여야 한다.

(2) 토압

가. 일반사항

1) 가설흙막이에 작용하는 토압분포는 시공방법 및 지지 상태에 따라 변화하므로 벽체 및 지지형식은 물론 토질조건, 지하수 및 주변상황을 고려하여야 한다.

2) 지지구조물의 설치위치와 간격, 시기에 따라 벽체에 작용하는 토압분포가 다르므로 시공단계별 토압분포를 검토하여야 한다.

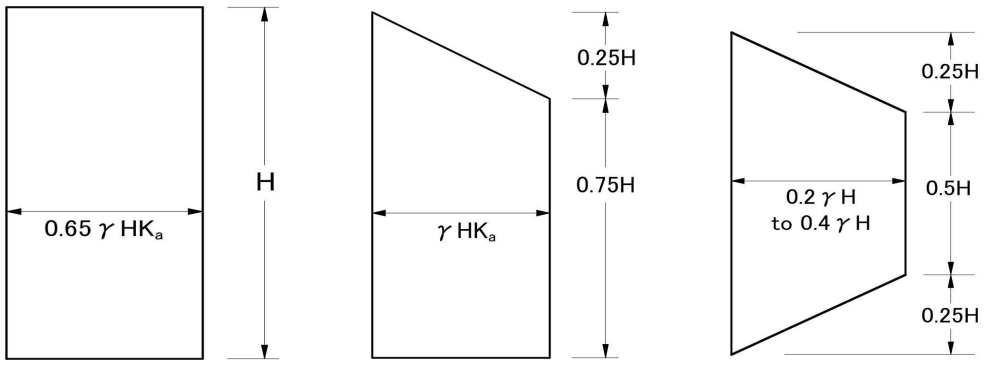
나. 굴착 단계별 토압

가설흙막이 설계시 굴착 단계별 검토에는 삼각형 토압분포를 적용하고 버팀구조가 완료된 굴착 후의 장기적 안정성 검토는 경험토압을 적용하여 가설 시설의 안정성 및 부재단면 검토시 굴착중, 굴착 완료시의 검토결과를 종합하여 설계하여야 한다.

다. 경험토압

1) 경험토압 분포는 굴착과 지지구조 설치가 완료된 후에 발생하는 벽체의 변위에 따른 토압분포로 벽체 배면 지반의 종류 및 토압분포 연구자에 따라 여러 토압분포가 있으며 시공방법과 주변여건을 고려하여 적용하여야 한다.

2) 경험토압 분포는 벽체 배면의 수압은 고려하지 않으므로 차수를 겸한 가설 벽체의 경우는 수압을 별도로 고려하여야 한다. 이 토압분포는 계측을 통하여 얻어진 것으로 굴착깊이가 6m 이상이며, 폭이 좁은 굴착공사의 가시설 흙막이벽을 버팀대로 지지한 경우로서 계측 현장은 지하수위가 최종굴착면 아래에 있으며, 모래질은 간극수가 없고, 점토질은 간극수압을 무시한 조건으로 그림 5.2.2는 Peck(1969)의 수정토압 분포도이고, 그림 5.2.3은 Tschebotarioff의 토압분포도를 나타낸 것이다. 경험토압분포는 지지구조의 설치가 완료된 후, 파괴시에 발생하는 벽체의 변위를 측정한 결과와 벽체에 분포하는 토압분포이며, 설계자가 경험토압 분포이론을 적용시 조건(아래 그림의 지하수위를 무시한 조건 등)과 현장조사 자료를 비교하여 지하수위가 굴착면 상부에 있을 경우 토압 외에 수압을 고려하여 설계하여야 한다.

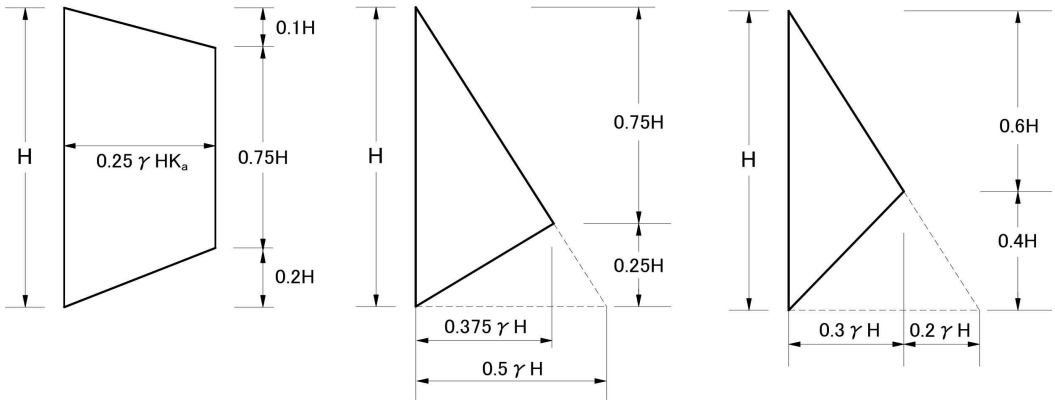


$K_a = \tan^2(45-\theta/2)$ (a) 모래지반

$K_a = 1-(4s_u)/(\gamma H)$ (b) 연약지반에서 중간정도 점성지반

(S_u : 비배수전단강도) (c) 단단한 점성지반

그림 5.2.2 Peck(1969)의 수정토압분포도



(a) 모래지반 (b) 연약지반에서 중간정도 점성지반 (c) 단단한 점성지반

그림 5.2.3 Tschebotarioff(1973)의 토압분포도

3) 사질토나 자갈층(투수계수가 큰 지층)에서 흙막이벽이 차수를 겸할 경우에는 이들 토압분포에 수압을 별도로 고려하여야 한다. Peck의 경험토압분포는 차수벽이 설치된 사질토지반에서 주동토압 산정시 수압에 0.65 등의 계수를 곱하여 산정하는 것은 사각형에 0.65를 곱하여 삼각형으로 간주하는 불합리한 형식으로 수압 은 삼각형 분포로 적용함이 타당하며 상재하중의 경우도 마찬가지

($q K_a$)이다. 또, 굴착 단계별 토압계산에서의 H는 전 굴착 깊이이다. Peck의 경험토압분포는 엄지말뚝 기초지반의 지지가 충분하고 엄지말뚝이 어느 정도의 강도를 가지고 있는 경우에 적용된 것이다.

4) 암반층 등 대심도 굴착시 경험토압을 적용하면 실제보다 과다한 토압이 산정될 수 있으므로, 토압산정시 신중하게 한다.

라. 수압 및 상재하중에 의한 토압

1) 수압

가) 가설시설 배면 지반의 지하수위는 굴착심도, 지반의 특성, 가설벽체의 종류에 따라 변하므로 시공여건을 고려하여 가설시설 벽체에 작용하는 수압을 설계에 반영하여야 한다.

나) 가설시설 배면의 지층에 피압대수층, 불투수층, 암반 등이 존재할 경우 지하수위에 의한 정수압과는 다른 수압이 작용할 수 있으므로 벽체 배면 지반의 수리학적 특성을 고려하여 별도의 수압을 적용할 수 있다.

2) 상재하중에 의한 토압

가) 현장주변 지표에 등분포 하중이 작용할 경우 하중에 토압계수를 곱하여 수평토압으로 환산하여 적용한다.

5.2.2 해석방법

(1) 일반사항

지반굴착시 굴착진행에 따라 변화하는 토압에 대하여 굴착단계별로 해석하고, 굴착 및 지지구조물 설치가 완료되어 토압이 재분포된 경우에 대하여 모두 안정해석을 수행하여야 한다.

(2) 가설시설 해석

가. 검토사항

설계시에는 아래 항목에 대하여 검토하는 것이 일반적이다. 이 중 흙막이벽의 안정성, 지보공의 안정성, 굴착저면의 안정성은 필수 검토항목이고, 주변 구조물에 대한 안정성 검토와 지하수 처리에 관한 문제를 반드시 고려하여야 한다.

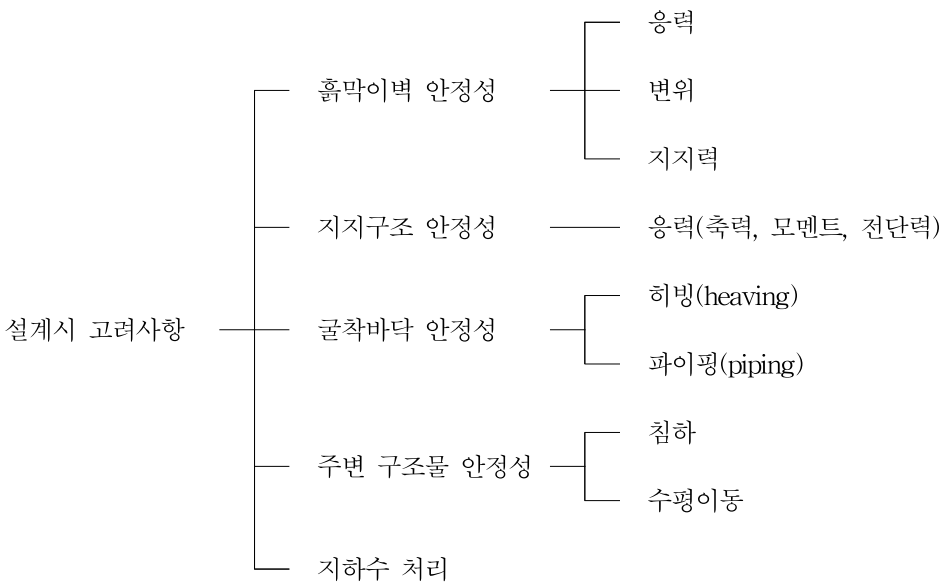


그림 5.2.4 굴착공사시 가설흙막이의 설계 검토항목

나. 굴착단계별 해석

1) 굴착과 버팀구조물 설치를 순차적으로 수행하는 단계별 굴착 해석시 굴착단계별로 변화하는 토압을 단계별 한계상태를 고려하여 설계에 반영하여야 한다.

2) 굴착단계별 해석방법은 탄·소성 지반상 연속보법과 유한요소법 및 유한 차분법 등을 이용한다.

다. 굴착완료 후의 벽체해석

버팀구조가 설치된 굴착이 끝난 후의 벽체해석은 경험토압을 적용할 수 있으며, 경험토압분포는 단일토층인 배면 지반에 수압이 고려되지 않는 전제하의 토압분포임을 유의하여야 한다.

5.2.3 안정성 검토

(1) 일반사항

가. 가설시설의 안정검토시 부재단면의 안정과 굴착저면의 안정검토가 종합적으로 수행되어야 한다.

나. 흙막이 벽체, 지지구조 및 부재단면에 대한 안정성 검토를 수행하여야 한다.

다. 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 검토를 수행하여 굴착저면의 안정성을 확인하여야 한다. 단, 굴착저면의 지층이 풍화암 이상의 단단한 지반으로 구성되어 있는 경우에는 히빙과 파이핑에 대한 안정성 검토를 생략할 수 있다. 히빙 검토는 하중-지반 지지력식에 의한 방법과 모멘트 평형에 의한 방법으로 구분된다. 하중-지반 지지력식에 의한 방법은 Terzaghi-Peck(1967)식, Tschebotarioff(1973)방법과 Bjerrum and Eide(1956)방법 등이 있으며, 모멘트 평형에 의한 방법으로 일본 건축기초 구조설계 규준(1974)과 일본 도로협회(1967)의 계산법 등이 있다. 한편, 흙막이벽체의 종류, 지반조건, 어떤 설계규정에 근거하느냐에 따라 검토 결과는 상당한 차이를 보이므로 여러 가지 방법으로 검토한 후 이들을 비교하여야 한다. 파이핑 검토는 유선망 해석을 실시하고, Terzaghi 간편식과 한계동수구배를 고려한 방법도 비교 검토하여 두 조건을 만족하도록 한다.

라. 벽체의 근입깊이는 안정검토시 안전율은 1.2 이상이 되어야 하며 파이핑에 대하여도 안정한 깊이로 설치하여야 한다.

마. 해석에 사용된 지반정수는 지반조사 자료, 문헌자료 등으로 선정하고, 두 자료가 다른 경우 지반조사 자료를 우선적으로 적용한다.

바. 각 조건의 설계시 적용 안전율은 발주처의 기준을 우선하며, 별도의 기준이 없을 경우 아래 표를 참조할 수 있다.

표 5.2.1 가설 구조물 설계시 안전율

조 건		기 준 치	비 고
지반의 지지력		2.0	
사면 안정		1.2	필요시 적용
근입깊이 안정		1.2	연약지반에서는 별도검토
굴착저부 안정	파이핑	2.0	사질토
	히 빙	1.5	점성토
지반 앵커	단기(2년미만)	2.0	

사. 흙막이 공사 시공 중 응력, 변형 등의 계측결과가 설계시 예측된 값과 다를 경우 설계 내용을 재검토하여 시공 중 안전성을 확보할 수 있어야 하며 특히 지하수위 저하가 예측되는 경우 지반침하를 검토하도록 한다.

(2) 부재단면 설계

가. 일반사항

1) 가설시설 구조물의 단면설계는 허용응력법을 적용한다. 단, 지하연속벽과 같은 강성벽체는 강도설계법을 적용할 수 있다.

2) 굴착단계별 해석방법은 벽체를 보로 취급하는 관용적 방법과 탄·소성 지반상 연속보법과 유한요소법 및 유한차분법 등을 이용한다.

나. 부재의 허용응력

1) 가설시설물 강재의 허용응력은 영구구조물의 1.5배를 적용하며, 구강재 사용시 부재의 재사용에 따른 허용응력 저하를 고려하여야 한다.

2) 공사기간이 2년 미만인 경우 가설구조물로 설계하지만, 2년 이상인 경우에는 영구구조물로 설계하여야 한다.

다. 부재단면 검토

1) 엄지말뚝

가) 지지구조물 위치를 탄성지점으로 하는 연속보로 계산한다.

나) 말뚝에 작용하는 토압은 지반상태에 따라 변화하므로 이를 고려하여 적용하여야 한다.

다) 엄지말뚝의 단면검토는 상부하중에 의한 축력과 토압에 의한 모멘트에 대한 단면검토를 수행하여야 한다.

2) 강널말뚝

가) 강널말뚝에 작용하는 토압폭은 강널말뚝 전폭으로 한다.

나) 지지구조물 위치를 탄성지점으로 한다.

3) 띠장

가) 띠장은 버팀보 또는 앵커 위치를 지점으로 하는 단순보로 계산한다. 단, 양호한 이음구조로서 휨모멘트 및 전단력이 충분히 전달되는 경우는 연속보로 계산할 수도 있다.

나) 띠장의 길이 및 연직간격에 대해서는 시공여건을 감안하여 결정한다.

4) 흙막이판

가) 토압은 벽체에 작용하는 토압을 적용한다.

나) 목재의 종류에 따라 허용응력이 상이하므로 현장여건에 맞추어 단면을 결정하여야 한다.

5) 버팀보

가) 지지구조물이 버팀보인 경우 축력, 모멘트, 전단력에 대한 안전성 검토를 수행한다.

나) 경사버팀보 적용시 직각 버팀보에 비해 취약하므로, 이를 충분히 고려하여 적용하고 경사각은 45°를 원칙으로 한다.

6) 지반앵커

가) 지반앵커는 대상으로 하는 구조물의 규모 형상, 지반조건 및 환경조건에 적합한 것으로 선정하고 설계하중에 대해서 충분히 안전한 인발저항력을 갖도록 설계하여야한다

나) 지반앵커는 양호한 지반에 정착하여야 하고 그 배치는 토질조건, 현장조건, 가설시설물의 안전을 고려하여 결정하여야 한다.

다) 정착부는 벽체로부터 가상 활동면 밖에 위치하여야 하며 자유장은 가상 활동면으로부터 1.5m 또는 굴착깊이의 0.15H(H=굴착깊이)를 더한 값 중 큰 값을 적용하되 최소 4.5m 이상으로 한다.

라) 정착장은 마찰저항 길이와 부착저항 길이 중 큰 값으로 하고, 최소 정착장은 토사층인 경우 4.5m 이상으로 한다.

5.2.4 노면복공

(1) 일반사항

기존 도로의 개착시 교통의 흐름을 원활히 하거나 현장 작업공간의 확보를 위하여 기존 도로의 임시 복공계획을 수립할 수 있다.

(2) 노면 복공시 고려사항

가. 노면복공은 복공판, 주형, 주형의 지지보로 구성된다.

나. 복공면은 차량의 원활한 주행이 되도록 기존 노면과 평탄하게 하여야 한다.

다. 복공 설치시 교통통제 시간을 짧게 하여야 하므로 시공이 용이한 구조로 설계하여야 한다.

라. 공사기간 중 상부 통행차량의 하중을 충분히 지지하여 교통안전에 지장이 없게 하여야 한다.

마. 복공판의 표면은 통행차량의 미끄럼을 방지하도록 계획하여야한다.

5.2.5 지하 연속벽

(1) 일반사항

지하연속벽 공법은 대심도 굴착에서 주변지반의 이동이나 침하를 억제하고 인접구조물에 대한 영향을 최소화 할 수 있도록 계획되어야 한다.

(2) 해석방법 및 구조물 계획

가. 지하연속벽 벽체에 작용하는 하중은 주로 토압과 수압이며 본체의 구조물로 사용될 경우 상부 구조물의 하중에 대한 검토가 필요하다.

나. 특히 연약지반이나 지하 매설물이 많은 지역, 건물이 밀집된 도심지 등에 실시할 경우 지층조건, 지하수 조건, 인접 구조물 조건 등을 신중히 고려하여 설계하여야 한다.

5.2.6 근접시공

(1) 일반사항

근접시공에서는 가설 시설물 자체의 안정뿐만 아니라 지반 굴착이 인접구조물에 끼치는 영향을 검토하여 설계에 반영하여야 한다.

(2) 근접시공시 고려사항

도심지 등에서 다른 인접구조물과 근접하여 지반 굴착시 문제시 되는 점은 벽체에 작용하는 횡토압 적용, 지하수위 변화에 의한 지반손실 등이 있으며 인접 구조물의 특성과 시공조건을 고려하여 설계에 반영하여야 한다.

(3) 굴착배면 침하와 인접구조물에 대한 영향 예측

가. 지반굴착시 흙막이 벽체의 변위에 따른 주변 지반 침하의 예측은 이론식, 경험식에 의하여 계산하는 방법과 유한요소법 또는 유한차분법으로 해석하는 방법이 있다.

나. 지반굴착으로 인한 주변침하 예측시 현장여건, 지층조건, 굴착방법, 가설시설 벽체 및 지지형식 등을 종합적으로 고려하여 설계하여야 한다.

다. 인접구조물에 대한 침하 또는 경사 등에 대한 허용값은 대상구조물의 형식과 중

요도에 따라 관련 기준을 참고로 결정한다.

5.2.7 매설물 보호공

(1) 일반사항

매설물 보호는 가시설물 자체의 안정, 지반 굴착 과정에 의한 영향을 검토하여 설계에 반영하여야 한다.

(2) 매설물 보호시 고려사항

지하수위 변동, 굴착 단계, 지반특성 등의 인자, 벽체가 변형에 따라 인접건물이나 지하 매설물의 피해가 일어나지 않도록 설계 및 시공단계에서 계획을 철저히 수립하여야 한다. 또한, 매설물 피해에 따른 민원이 발생하지 않도록 고려하여 계획한다.

가. 매설물 보호는 굴착 후 즉시 시행하고 공사 중에는 매설물이 정상상태를 지니도록 유지·점검을 한다.

나. 각종 매설물 관리기관과 협의하여 설계시 적절한 보호계획과 시공시 노면복구 후 상수도, 하수도, 전선, 전화, 전력 등의 시설 등의 이상유무를 확인할 수 있는 원위치시험을 실시하도록 계획을 세운다.

다. 지하 매설물의 복구가 완료되면 지하 매설물도를 작성하도록 계획을 수립하고 관리주체에게 제출한다.

5.3 특수구간 통과

(1) 하천통과구간은 개착공법과 비개착공법으로 크게 구분하며, 개착공법은 가물막이공법이 대표적이며, 비개착공법은 NATM공법, Shield공법, TBM공법 등으로 분류되므로 부지 이용측면과 구조안정성 검토를 통해 별도로 공법을 선정한다.

(2) 계획구간에 기존교량이 위치할 경우 회선수가 작으면 덕트 및 매달기로 통과하고, 회선수가 많을 경우 신설교량을 재설치하는 등의 부지 이용측면과 안정성 검토를 통해 별도 검토로 반영한다.

(3) 신설교량은 회선수를 반영한 공동구가 분리 또는 비분리로 설정하여 반영하되 반드시 장래계획 및 기존자료 분석을 통해 반영한다.

(4) 하천통과공법은 부지 이용 및 장래 계획이 동시에 수반되므로 발주자에 보고하고, 승인을 받아서 계획한다.

(5) 하천구간에 설치되는 공동구는 하천의 세굴로부터 보호를 위해 상단 방수공법 적용시 방수 보호재는 일정두께(약 50㎜ 이상)의 콘크리트를 적용하는 방안을 계획하여야 한다.

제6장 내진 설계

6.1 일반사항

6.1.1 기본 개념

지진시나 지진이 발생된 후에도 구조물이 안전성을 유지하고 그 기능을 발휘할 수 있도록 설계시에 지진하중을 추가로 고려하여 설계를 수행한다.

공동구구조물 내진설계는 성능에 기초한 내진설계개념을 도입하였으며, 성능수준은 기능수행수준과 붕괴방지수준으로 구분되나, 붕괴방지수준에 대하여만 설계한다.

붕괴방지수준 : 비교적 큰 규모의 지진에 의한 지반진동에 의해서도 구조물의 전부 또는 일부가 붕괴되어서는 안되며, 가능하면 지진에 의한 피해의 예측이 가능하고 피해조사와 보수를 위해 현장접근이 가능하도록 설계하여야 한다.

6.1.2 내진등급 및 내진성능 목표

지하공동구 구조물은 내진 1등급의 내진 성능을 갖도록 하며, 등급별 내진성능 목표에서 고려하는 설계지진강도는 붕괴방지수준에서 평균재현주기 1000년에 해당되는 지진지반운동으로 한다.

6.2 설계지반운동 결정시 고려사항

지반운동의 특징을 반영하기 위하여 설계지반운동은 다음과 같은 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 설계지반운동은 부지 정지작업이 완료된 지표면에서의 자유장 운동으로 정의한다.

(2) 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향이 고려되어야 한다.

(3) 설계지반운동은 흔들림의 세기, 주파수 내용 및 지속시간의 세 가지 측면에서 그 특성이 잘 정의되어야 한다.

(4) 설계지반운동은 수평 2축 방향과, 수직방향 성분으로 정의된다.

(5) 설계지반운동 수평 2축 방향 성분은 세기와 특성이 동일하다고 가정한다.

(6) 설계지반운동 수직 방향 성분은 지중 공동구구조물의 경우 고려하지 않아도 좋다.

6.2.1 행정구역을 이용한 설계지반운동 수준 결정

우리나라 지역에 따라 설계지반운동 수준을 결정한다. 설계지반운동 수준 결정을 위한 지진구역의 구분은 아래 표와 같다.

표 6.2.1 지진구역의 구분 (건설교통부, 1998)

지진구역	행정구역	
Ⅰ	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 북동부
Ⅱ	도	강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도

※ 강원도 북부(군, 시): 홍천, 철원, 화천, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천시, 속초시
강원도 남부(군, 시): 영월, 정선, 삼척시, 강릉시, 동해시, 원주시, 태백시
전라남도 북부(군, 시): 장성, 담양, 곡성, 구례, 장흥, 보성, 여천, 화순, 광양시, 나주시, 여천시, 여수시, 순천시
전라남도 남부(군, 시): 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포시

6.3 지반의 분류

(1) 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 아래 표와 같이 S_A, S_B, S_C, S_D, S_E, S_F의 6종으로 분류한다.

(2) 지반종류 S_F는 부지고유의 특성 조사가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반을 일컫는다.

가. 액상화가 일어날 수 있는 흙, 퀵클레이(quick clay)와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 흙과 같이 지진하중 작용시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반

나. 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반

다. 매우 높은 소성을 갖는 점토지반

라. 층이 매우 두꺼우며, 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토

표 6.3.1 지반의 분류

지반 종류	지반상태	상부 30.0m에 대한 평균 지반 특성[1]		
		평균전단파속도 $\overline{v}_s$ (m/sec)	평균표준관입시험[2] $\overline{N}$ (타격수)	평균비배수전단강도 $\overline{s}_u$ (kPa)
S_A	경암지반	1500 초과	-	-
S_B	보통암 지반	760 초과 1500 이하		
S_C	매우 조밀한 토사지반 또는 연암지반	360 초과 760 이하	50 초과	100 초과
S_D	단단한 토사지반	180 이상 360 이하	15 이상 50 이하	50 이상 100 이하
S_E	연약한 토사지반	180 미만	15 미만	50 미만
S_F	부지고유의 특성평가가 요구되는 지반			

주 : 1) 상부 30.0m 이내에 기반암층이 있는 경우는 지표층(기반암 상부 토층)의 평균지반특성을 고려한다. 상부 30m의 평균 전단파속도는 아래 식을 이용한다.

2) 전단파속도 또는 표준관입시험치는 현장시험 결과치를 이용하는 것을 원칙으로 한다. 또한, 전단파속도와 표준관입시험치를 모두 측정한 경우는 전단파속도에 의해 분류한다.

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

여기서, V_{S30} : 상부 30m 평균 전단파 속도

V_{si} : 각 층의 전단파속도

상부 30m의 평균 SPT-N값은 아래 식을 이용한다.

$$\overline{N} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / N}$$

여기서, $\overline{N}$: 상부 30m 평균 SPT-N값

N : 각 층의 SPT-N값

상부 30m의 평균 비배수강도(S_u)는 아래 식을 이용한다.

$$\overline{S_u} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / S_u}$$

여기서, $\overline{S_u}$: 상부 30m 평균 비배수강도

S_u : 각 층의 비배수강도

d_i : 각 층의 두께

(3) 기반면의 선정

가. 지반분류 S_B에 해당되는 전단파속도 760m/sec 이상인 지반

나. 물성변화가 적고 해석대상 구조물의 아래면에 걸쳐 넓게 존재하는 지반으로 충분히 강성이 큰 암반과의 경계면을 갖는 지반

다. 30m 심도 이상의 주상도에 보통암이 나타나지 않을 경우, 구조물 저면의 20~25m 이하인 30m 정도의 풍화암층을 기반면으로 간주한다.

라. 기반암이 구조물 저면보다 높은 경우는 구조물 저면을 기반면으로 정의한다.

6.4 설계지진 응답스펙트럼의 작성

6.4.1 표준설계 응답스펙트럼

(1) 표준 설계응답스펙트럼은 그림 6.4.1과 같이 표현한다.

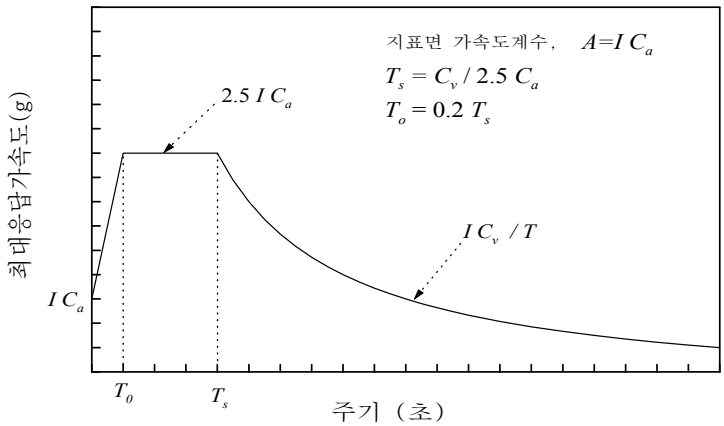


그림 6.4.1 표준설계응답스펙트럼 (감쇠비 5%)

(2) 표준 설계응답스펙트럼은 5% 감쇠비 및 지표면에서의 자유장 운동으로 정의된다.

(3) 그림 6.4.1의 표준설계응답스펙트럼의 결정을 위해 요구되는 지진구역의 구분, 지진계수 C_a, C_v는 표 6.4.1, 표 6.4.2 및 표 6.4.3을 적용한다.

표 6.4.1 지진구역계수(재현주기 500년에 해당)

지진구역	I	II
구역계수, Z(g)	0.11	0.07

표 6.4.2 지진계수 C_a

지반종류	지진구역	
	I	II
S_A	0.09	0.05
S_B	0.11	0.07
S_C	0.13	0.08
S_D	0.16	0.11

표 6.4.3 지진계수 C_v

지반종류	지진구역	
	I	II
S_A	0.09	0.05
S_B	0.11	0.07
S_C	0.18	0.11
S_D	0.23	0.16

6.4.2 설계지진 응답스펙트럼

(1) 설계지진 응답스펙트럼은 표준설계 응답 스펙트럼에 성능수준에 대한 보정, 지반적용 위치에 대한 보정, 감쇠율에 대한 보정 등을 고려하여 결정한다.

가. 성능수준에 대한 보정

붕괴방지수준에 대한 위험도계수 I는 다음과 같이 적용한다.

○ 붕괴방지수준 : 재현주기 1000년 (I = 1.4)

나. 지반적용위치에 대한 보정

1) 지중구조물의 경우 기반암에서의 설계응답스펙트럼을 이용한다.

2) 기반암의 설계응답스펙트럼

기반암의 응답스펙트럼은 S_A 지반의 응답스펙트럼에 성능수준별 감쇠율에 대한 보정을 적용하여 정의한다.

다. 감쇠율에 대한 보정

성능수준별 감쇠율을 적용하며 표준 설계응답스펙트럼에 감쇠율에 대한 보정계수를 곱한 값으로 정의된다.

○ 붕괴방지수준의 감쇠율(h)

- 붕괴방지수준 : h=0.2

○ 감쇠율에 대한 보정계수, C_D

$$C_D = \frac{1.5}{(40h+1)} + 0.5$$

단, 별도의 합리적인 해석에 의하여 구한 값을 적용할 수도 있다.

(2) 설계가속도 스펙트럼

기반면에서의 설계가속도 스펙트럼은 감쇠율에 대한 보정 계수를 곱하여 적용한다.

(3) 속도 응답스펙트럼

가. 해석대상 부지의 공진주기가 0.4초 이하일 경우, 기반면에서 속도 응답스펙트럼은 S_A 지반의 지표면 가속도 응답스펙트럼을 직접 적분하여 구할 수 있다. 이때, 환산식은 식 6.4.1을 이용한다. 그러나 해석대상 부지가 연약층이 깊게 발달되어 있어 공진주기가 0.4초 이상일 경우, 지진응답해석을 이용하여 기반면의 속도응답스펙트럼을 구할 수 있다.

$$S_v = \frac{T}{2\pi} S_a \quad \text{(식 6.4.1)}$$

여기서, S_v : 기반면 속도 응답스펙트럼

S_a : S_A 지반의 지표면 가속도 응답스펙트럼

T(sec) : 지반의 고유주기

(4) 기반면에서의 설계속도 스펙트럼

기반면에서의 설계속도 스펙트럼은 감쇠율에 대한 보정 계수를 곱하여 적용한다.

6.5 지반조사

6.5.1 적용 범위 및 조사방법

이 기준은 공동구 구조물의 내진설계를 위한 지반조사에 적용된다. 단, 기존 구조물에 대한 내진성능 평가를 위한 지반조사는 이 기술기준의 개념 및 원칙을 준수하는 범위 내에서 적절한 보완을 거쳐 별도의 기준을 작성하여 사용할 수 있다. 이 기준은 공동구 구조물의 내진성 확보에 필요한 최소 설계요구조건을 규정한 것으로서, 지진시 공동구의 기능을 유지하여 대중교통에 중대한 지장을 초래하지 않도록 하는 것을 목적으로 한다.

내진설계를 위한 지반조사는 깊이에 따른 지반의 전단파 속도 및 감쇠비 등 지반의 동적특성을 파악하는 것이 목적이다. 내진설계를 위한 지반조사의 일반사항은 아래와 같다.

(1) 지반조사 계획

설계지반운동 결정에 필요한 지반 자료는 시추를 통한 지반의 층상구조 및 지하수위 확인, 탄성파시험을 이용한 전단파속도 주상도 결정, 실내시험을 수행하여 결정된 변형률 크기에 따른 전단탄성계수 및 감쇠비의 변화 등이다.

(2) 시추위치 및 깊이

가. 시추공 배치

공동구 시설물의 내진설계를 위한 시추공 간격은 지층 구조의 복잡성, 일반 또는 상세 조사 등을 고려하여 사업 주체가 범위를 결정한다.

나. 시추깊이

1) 내진설계를 위한 지반조사는 설계지반운동 수준결정을 위한 기반면의 위치를 확인할 수 있는 깊이까지 수행한다. 본 기준에서는 전단파속도를 기준으로 760m/sec 이상의 지반을 기반면으로 정의하되, 토피 30m 이상의 전단파속도 360m/sec 이상에 대하여도 기반면으로 간주할 수 있다.

2) 공동구 시설물의 설계를 위해서 풍화암 지역을 통과하여 보통암 지반까지 시추 및 지반조사가 수행되어야 하나, 보통암의 심도가 과도하게 깊을 경우에는 책임기술자의 판단에 의하여 기반면으로 적용할 수 있는 적정심도까지 시추깊이를 정할 수 있다.

3) 액상화 평가를 위한 시추조사는 지표면 아래 20m 까지로 제한한다. 액상화시 설계지반운동 산정을 위하여는 보통암 깊이까지의 자료가 필요하다.

(3) 조사항목 및 빈도

가. 공동구 시설물의 내진설계에서 조사항목은 구조물 기초 설계기준을 따른다.

나. 설계지반운동 결정을 위하여 지반의 층상구조, 기반암까지의 깊이, 각 층의 밀도, 전단파속도, 전단탄성계수와 감쇠비의 비선형 특성, 지하수위, 지반응력상태 등에 대한 정보를 획득하여야 한다.

다. 액상화 평가를 위한 시료 채취는 1.5~2m 간격을 사용한다.

(4) 지반조사기법

가. 지반조사기법은 지반의 층상구조와 관입저항치를 획득하는 관입시험법, 전단파속도 주상도를 획득하는 탄성파시험법, 변형특성 평가를 위한 실내시험법, 액상화 평가를 위한 실내시험법 등이 있다.

나. 관입시험으로는 표준관입시험과 콘관입시험을 사용할 수 있다.

다. 지진시 지반거동평가를 위하여 각 층의 전단탄성계수, 감쇠비, 단위중량의 결정이 중요하다.

라. 저변형률 영역의 지반의 전단파속도 주상도를 구하기 위하여 시추공 내에서 수행되는 탄성파시험(크로스홀, 다운홀시험, 업홀, SPS 검층, 표면파시험 등)을 사용한다.

마. 변형률 크기에 따른 전단탄성계수와 감쇠비의 변화를 얻기 위하여 공진주시험, 진동삼축압축시험, 비틂전단시험을 사용한다.

바. 현장 사정에 의하여 탄성파 시험을 수행하지 못하였을 경우 지반의 비선형 거동의 측정이 불가능할 경우에는, 전문가의 자문을 얻어 경험적 상관관계를 포함한

관계식을 적용할 수 있다.

(5) 액상화 평가를 위한 지반조사

가. 액상화 평가 방법은 SPT-N값, 콘관입시험의 q_c값, 전단파 속도와 입도분포에 의한 간편예측법과 진동삼축압축시험에 의한 상세예측법이 있다. 액상화 평가시 우선 지반 주상도와 지하수위를 결정하여야 하며, 간편예측법에서는 SPT-N값, CPT-q_c값, 전단파 속도, 지층의 물리적 특성(입도분포, 소성지수, 밀도, 함수비 등)의 결정이 중요하다.

나. 액상화 평가를 위한 실내시험으로 진동삼축압축시험, 순수전단시험, 비틂전단시험, 진동대시험 등을 사용할 수 있다.

6.5.2 설계지반운동 결정을 위한 부지특성 평가방법

건설되는 구조물의 중요도, 시험장비의 가용성, 지반조사 비용 등을 고려하여 지반조사기법의 조합이 결정되므로, 현장여건에 따라 각 시험에서 결정된 지반물성치를 효과적으로 결합하여 대상지반의 부지특성을 평가하여야 한다.

(1) 현장 및 실내시험 결과 이용

가. 현장시험을 통하여 대상지반의 깊이별 전단파속도(V_s) 주상도를 결정한다. 이때, 탄성파시험(크로스홀, 다운홀시험, 업홀, SPS 검층, 표면파시험 등) 등이 사용될 수 있으며, 2개 이상의 시험결과를 분석하여 대표 주상도를 결정한다. 현장 사정에 의하여 탄성파 시험을 수행하지 못하였을 경우 전문가의 자문을 얻어 경험적 상관관계를 포함한 관계식을 적용할 수 있다.

나. 대상지반을 층으로 나누고 각층의 질량밀도를 추정하여 현장시험에서 결정된 전단파속도로부터 저변형률 최대탄성계수(G_{max})를 결정한다.

다. 실내 변형특성 평가시험을 수행하여 변형률 크기에 따른 전단탄성계수와 감쇠비를 얻는다. 현장에서의 최대전단탄성계수(G_{max})와 실내시험에서의 비선형관계($G/G_{max} - \log\gamma$)를 결합하여 각 층에서의 현장 비선형 전단탄성계수를 다음 식과 같이 결정한다.

$$G_{field} = (G/G_{max})_{\gamma,lab} \times (G_{max})_{field} \quad (식 6.5.1)$$

(2) 경험에 의한 방법

시험장비의 가용성 및 지반조사 비용의 제한 등으로 인하여 현장 탄성파시험 및 실내 변형특성시험을 수행할 수 없는 경우에는 경험적 방법에 의해 지반의 비선형 거동을 평가할 수 있으나 적용시 주의가 요구된다.

(3) 지반의 전단파 속도 획득 방법

가. 지반에 전파하는 전단파 속도를 직접 측정하는 방법

나. 표준 관입시험에서 얻은 N값을 이용하여 전단파 속도를 구하는 방법

다. 현지 지반에 설치된 실물 기초 또는 모델 기초의 진동 실험에서, 기초를 지지하는 지반 스프링 특성 및 감쇠 특성을 직접 구하는 방법

6.5.3 지반의 액상화 평가

(1) 액상화 평가기준

가. 다음의 경우에는 액상화 평가를 생략한다.

1) 지하수위 상부 지반

2) 주상도상의 표준관입저항치(N)가 20 이상인 지반

3) 대상지반심도가 20m 이상인 지반

4) 소성지수(PI)가 10 이상이고 점토성분이 20% 이상인 지반

5) 세립토 함유량이 35% 이상인 경우

6) 상대밀도가 80% 이상인 지반

나. 설계지진 규모는 지진구역 Ⅰ, Ⅱ 모두 리히터 규모 6.5를 적용한다.

다. 대상지반의 주상도와 입도분포자료로부터 액상화 평가가 필요한 지역으로 판단되면 대상지반에 대해 지진응답해석을 수행한다. 지진응답해석은 변형률 수준별 전단탄성계수(G/G_{max}) 및 감쇠비(D)를 이용하는 것을 원칙으로 하며 장주기 및 단주기를 포함한 실지진 및 인공지진 가속도 시간이력에 대하여 수행하여야 한다.

(2) 액상화 평가

액상화 평가는 대상지반의 주상도와 입도분포를 이용하여 액상화 가능성을 판단한 후 아래 그림의 흐름도를 따라 실시한다. 액상화 평가방법은 구조물 기초설계기준에 준한다.

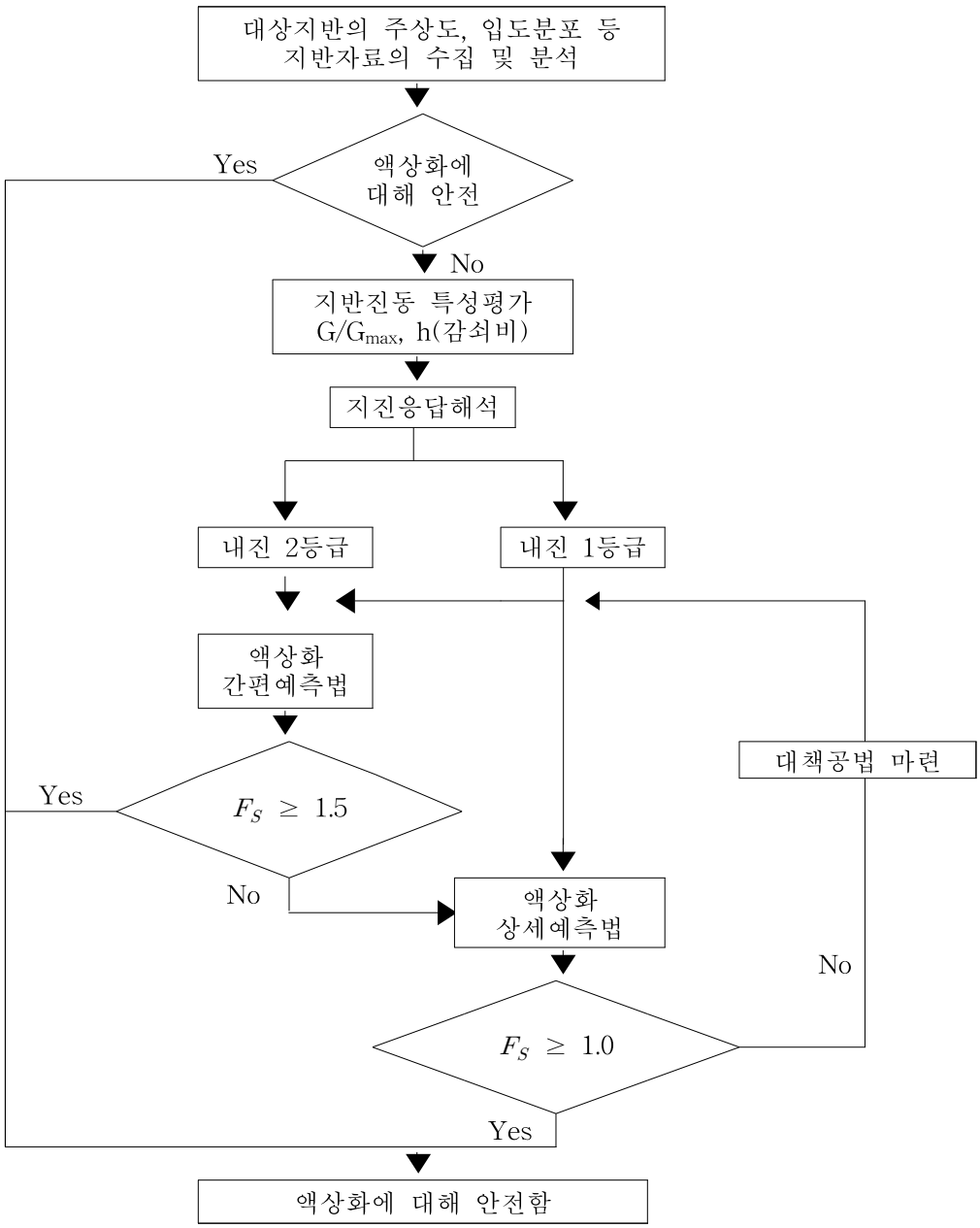


그림 6.5.1 액상화 평가 흐름도

6.6 내진해석 및 설계

6.6.1 일반사항

(1) 지하공동구 구조물의 내진설계는 지진 발생시 지반 변위의 영향을 고려하여 구조물이 소요의 내진 성능을 만족할 수 있도록 하는 것이다.

(2) 지하공동구 구조물은 관성력의 영향을 크게 받는 지상의 일반 구조물과 달라서 관성력의 영향은 작고, 주변 지반의 변형에 따라 그 거동이 지배되기 때문에 내진 설계에 있어서는 지진시 지반 변위의 영향을 적절히 고려하여야 한다.

6.6.2 내진해석 방법

(1) 지하공동구 구조물의 내진 해석은 지반 조건, 구조 조건 등을 고려하여 “응답변위법” 혹은 “시간이력해석법”을 사용하여 수행할 수 있다.

(2) “응답변위법”은 지하공동구 구조물의 내진해석을 위한 표준해석법으로 사용하고, “시간이력해석법”은 상세한 검토를 필요로 하는 경우나 구조 조건, 지반 조건이 복잡한 경우, 지반과 구조물의 상호작용을 고려하는 경우에 사용한다.

(3) 지하공동구 구조물의 내진해석은 2차원 횡단면해석을 원칙으로 하되 지반상태가 급격히 변화하는 구간 통과 등의 경우에는 종방향에 대한 내진구조해석을 추가로 수행하여야 한다.

6.6.3 응답수정계수

지진에 의한 대상구조물에 발생하는 변형이 탄성한도를 초과하여 소성상태 거동을 하는 붕괴방지수준의 지진에서는 구조물이 비탄성 거동을 하게 되며 탄성거동을 하는 경우보다 부재력이 작아진다. 일반 구조물의 경우 이를 고려하기 위하여 부재 설계시 탄성해석으로 구한 탄성부재력을 표 6.6.1의 응답수정계수(R, 연성 계수)를 사용하여 보정하게 된다. 즉, 지진에 의한 탄성부재력을 응답수정계수로 나눈 값이 지진에 대한 설계부재력이 되며 이 설계부재력을 다른 하중에 의한 부재력과 조합하여 부재의 안전성을 검토하여야 한다. 설계부재력 중 전단력과 압축력에 대하여는 적용하지 않는다.

표 6.6.1 붕괴방지 수준에서의 응답수정계수(R)

구 분	기둥	보	비 고
철근콘크리트 부재	3	3	
강 부재 또는 합성부재	5	5	

(1) 붕괴방지 수준의 내진 성능을 갖도록 설계하는 경우에는 탄성해석과 탄소성해석을 필요에 따라 선택할 수 있다.

가. 탄성해석을 수행하는 경우에는 계산 결과를 응답수정계수로 나눠줌으로써 탄성해석만으로 소성변형까지도 고려할 수 있다.

나. 탄소성해석을 수행하는 경우에는 계산 결과를 그대로 사용하고 응답수정계수는 고려하지 않아야 한다.

6.6.4 응답변위법

지진 발생시에 생기는 지반 변위에 의한 지진 토압과 지하 구조물과 주변지반 관계에서의 경계조건을 적절히 모델링하여 정적으로 계산하는 방법을 응답변위법이라 한다.

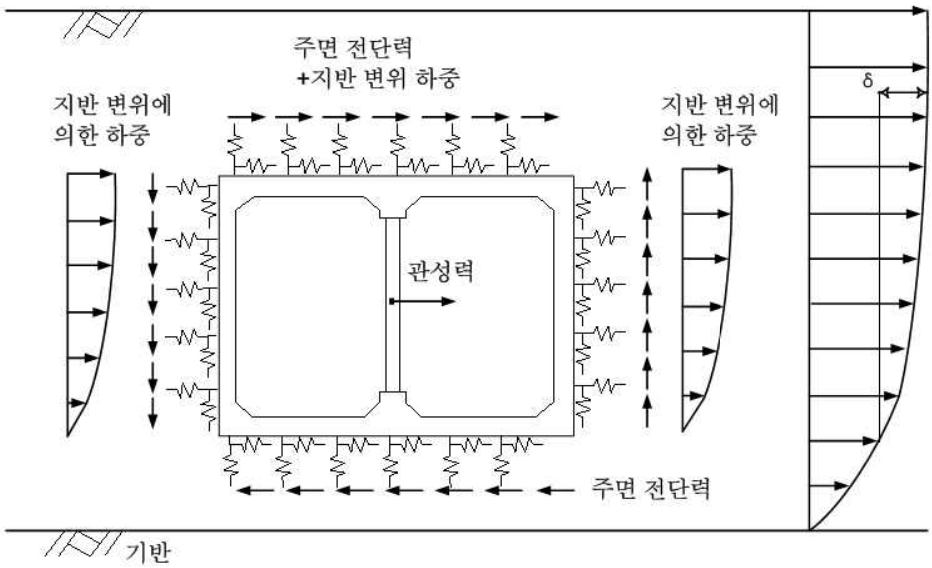


그림 6.6.1 응답 변위법의 개념도

(1) 지반반력계수 산정

지진시의 지반반력계수 혹은 전단 지반반력계수는 지진의 세기와 관련하여 붕괴방지수준에 적합한 특성치를 적용한다.

가. 전단파속도를 이용한 방법

지반탄성계수는 동적 지반조사 자료나 토질시험 결과의 전단파 속도로부터 구한다.

$$G_D = (\gamma_t / g) \cdot V_S^2 \qquad \text{(식 6.6.1)}$$

여기서, G_D : 지반의 동적전단계수(kN/m^2)

γ_t : 지반의 단위중량

g : 중력가속도 ($m/\sec^2$)

V_S : 해당구조물을 포함하는 지층의 전단탄성파 속도($m/\sec$)

(해당구조물이 여러 층에 걸칠 경우 그 평균치를 사용한다.)

(식 6.6.2)

여기서, V_{Si} : 지반의 동적전단탄성계수 산출에 이용되는 i 번째 지층의 설계전단탄성파속도

V_{0i} : 해당구조물을 포함하는 i 번째 지층의 전단탄성파속도

C : 성능수준별 지반변형에 대한 보정계수 C = 0.5 (붕괴방지수준)

나. 유한요소법에 의한 방법

지진시 지반반력계수를 구하기 위하여 공동구와 지반의 2차원 유한요소 모델을 작성하고, 지반탄성의 방향에 단위하중 "1"을 구조물에 작용시켜 그 방향의 하중과 변위의 관계에서 지반반력계수 값을 산출한다. 이때 지하 구조물은 상판 및 저판의 강성을 고려하거나, 혹은 강체로 간주한다.

(2) 구조물에 적용하는 지진하중

지진 하중으로서는 지진시 측벽토압 p(z), 상판에 작용하는 지진시 주면전단력 τ_u, 저판에 작용하는 지진시 주면전단력 τ_B, 측벽에 작용하는 주면전단력 τ_s, 관성력 f_i를 그림과 같이 작용시킨다. 각 하중은 다음과 같이 구한다.

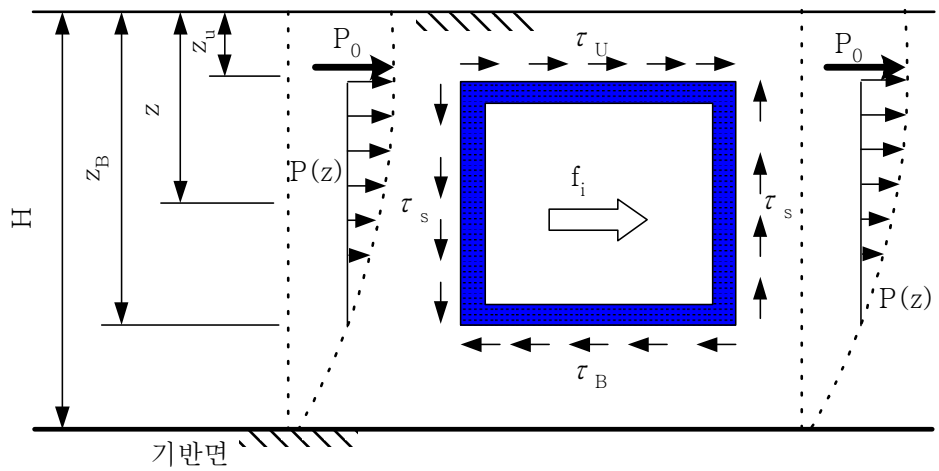


그림 6.6.2 지진하중 산정

P_0 : 상판 지진토압 = $K_{SB} \cdot u(z_u)$

: 지진시 측벽토압 =

$\tau(z)$: 주면 전단력 = $G_D/(\pi H) \cdot S_v \cdot T_S \cdot \sin(\pi z/2H)$

f_i : 관성력 =$m_i \cdot a_i = w_i \cdot K_{hi}$

여기서, $u(z)$: 지진시 깊이 z 에서의 지반변위 (m)

z : 지표면으로부터의 깊이 (m)

z_U : 지표면으로부터 구조물 상판 상부까지의 깊이 (m)

z_B : 지표면으로부터 구조물 저판 아랫면까지의 깊이 (m)

K_{SB} : 상판에 대한 지반의 전단지반반력계수 (KN/m^3)

K_H : 측벽에 대한 지반의 수평지반반력계수 (KN/m^3)

K_n : 지진의 성능 수준별 수평진도 ($m/\sec^2$)

K_{hi} : 해당깊이에 대해 보정한 수평진도($m/\sec^2$)$= K_h \cdot C_U(z)$

$C_u(z)$: 깊이에 대한 보정계수 = $1 - 0.015z$

S_v : 기반면에서의 속도응답 스펙트럼 (m/s)

(설계기준에는 가속도응답 스펙트럼 S_a 만이 주어져 있어 변환하여 사용한다. = $T_S/(2\pi) \cdot S_a$

T_S : 표층지반의 고유주기(s)$= 1.25 \cdot T_G$

T_G : 표층지반의 특성값(s) = $\sum (4H_i/V_{si})$

T_S' : 기반암의 설계응답스펙트럼에서의 통제주기(s)$= C_v/(2.5C_a)$

C_v, C_a : 지진구역 및 지반종류에 따른 지진계수

H_i : 제 i 번째 토층의 두께

V_{si} : 제 i 번째 토층의 전단파속도 ($2m/s$)

H : 기반면의 깊이

6.6.5 시간이력해석법

지하공동구 구조물을 시간이력 해석법을 사용하여 해석하고 설계하기 위해서는 설계지진하중을 산정하는 것이 무엇보다 중요하다. 설계지진하중(가속도)의 시간이력은 내진 1등급에 해당하는 붕괴방지 수준을 만족할 수 있는 평균재현주기를 가진 지반운동이 되어야 한다.

6.7 구조 설계 및 구조상세

6.7.1 일반사항

(1) 구조설계 방법은 강도설계법을 표준으로 한다.

(2) 내진설계는 붕괴방지수준에 대하여 안전하도록 설계하여야 한다.

6.7.2 하중조합

(1) 상시 상태의 설계

상시상태에 대한 설계는 콘크리트 구조설계기준에 준한다.

(2) 붕괴방지수준

지진시 붕괴방지수준에 대한 하중조합은 다음 식에 준한다.

$$U = 1.00 (D + L + H + E) \quad \text{(식 6.7.1)}$$

여기서, D : 고정하중

L : 활하중

H : 토압 및 수압

E : 지진하중

탄성해석에 의한 붕괴방지수준의 부재력은 응답수정계수(표 6.6.1 응답수정계수, R)로 나눈 값을 사용한다. 소성해석을 수행한 경우는 계산결과를 그대로 사용한다.

6.7.3 관련 설계기준

지하공동구 구조물의 내진설계에 있어서 구조상세는 콘크리트 구조설계기준을 적용한다.

6.7.4 부재 접합부

구조적 성능이 현저하게 다른 두 구조물의 접합부는 특별한 경우를 제외하고 분리구조를 원칙으로 한다. 접합부는 충분히 보강하여 안정성을 확보하여야 한다.

6.7.5 기타 상세 설계

구조적 성능이 현저하게 다른 두 구조물의 접합부는 특별한 경우를 제외하고 분리

구조를 원칙으로 한다. 접합부는 충분히 보강하여 안정성을 확보하여야 한다.

(1) 내부시설 설계

내부시설물로서 상수도, 전력케이블, 통신케이블, 가스관, 열수송관 등의 설치는 지하공동구 구조물에 고정되어 지진시에도 충분히 지지되도록 한다. 지진시에는 고정하중에 추가하여 관성력에 의한 지진하중에 대하여도 안전하도록 설계한다.

(2) 부대시설 설계

부대시설로서 조명, 환기, 배수시설 등은 지하공동구에 고정되어 설치되는 위치에서 지진시에도 충분히 지지되도록 한다. 지진시에는 고정하중에 추가하여 관성력에 의한 지진하중에 대하여도 안전하도록 설계한다.

제7장 계측 안전관리

7.1 일반사항

(1) 계측은 굴착시 지반의 거동 분석과 각 지보재의 지보 효과를 측정, 분석하여 주변 구조물 및 지반에 미치는 영향과 공동구 구조물의 안전성을 확인하고 장래 계획시의 자료로 활용하고자 시행한다. 제한된 사전 지반조사에서 구한 정보와 지반의 굴착방법 및 시공순서, 시공의 정확성 등에 따른 응력의 발생량, 지반강도 등의 불확실한 요소들을 계측을 통하여 정확하게 파악하여 대처방안을 강구한다.

(2) 공동구 계측은 일반적으로 개착구간과 비개착구간으로 분류하며, 시공시 안전성과 시공 후 유지관리에 효율성을 제공함으로써 안전사고를 미연에 방지한다.

7.2 개착 구간

(1) 계측 목적

공동구 지반의 굴착이 주변지반 및 인접 구조물의 거동에 미치는 영향 규모를 파악하여 설계 및 시공, 유지관리에 활용함으로써 굴착구조물의 안정성과 경제성을 확보하도록 한다.

(2) 계측 계획

계측은 굴착공사에 합리적인 시공, 안전관리 및 품질관리와 지반거동의 분석을 위해 공동구 구조물, 배면지반, 지하수 처리, 주변 매설물, 버팀보 등에 대한 계획을 수립하여야 한다.

가. 굴착시 발생 가능성이 있는 문제를 사전 예측하여 계측항목, 계측지점 선정 계획에 반영함으로써 지반공학적 거동을 파악한다.

나. 가설구조물의 기술 판단과 역학 문제의 해석이 가능한 기술자가 이상 계측치 발생시 즉각 대처하여 공사의 안정을 도모한다.

다. 가설 구조물에 설치되는 각종의 계측기는 각각의 계측기가 독립된 정보를 제공하지만 정보제공 원인이 동일한 경우가 있으므로 각각의 계측정보를 종합하여 검토하여야 한다.

라. 각종의 기기에 대한 성능과 운용방법을 정확히 숙지하고 계측의 목적을 달성할 수 있는 위치에 설치하여 주기적인 검토를 통하여 향후 공사 반영의 유기적인 운

영체계가 되도록 계획한다.

(3) 계측 항목

계측항목은 공동구 및 주변 매설물에 대해 용도, 규모, 지반조건, 주변매 설물, 시공방법 등을 고려하여 개착에 따른 공동구 구조물의 거동을 파악하고 각종 버팀보의 지보효과 및 품질을 확인하는데 적합하도록 한다.

굴착현장에 사용되고 있는 계측기의 종류와 사용목적은 아래 표와 같으며 현장조건에 따라 설계에 반영하거나 추가할 수 있다.

표 7.2.1 계측기 종류

계 측 기	목적 및 예상되는 현상
지중경사계	배면 지반의 수평거동
변형률계	공동구 슬래브, 벽체 및 엄지말뚝, 버팀보 등의 변형률 및 응력
토압계	벽체에 작용하는 토압
간극수압계, 수압계	간극수압 및 지하수위
하중계	버팀보 혹은 지반 앵커의 축력
구조물경사계, 균열측정계	인접 구조물의 기울기, 균열 피해 파악
소음측정기, 진동측정기	소음, 진동
온도계	화재에 의한 변형감지
지중침하계	지반의 연직 변위
지하수위계	지하수위 측정
가스검지기, 우물의 수질시험	탄산가스, 메탄가스, 수질오염

(4) 계측위치선정 및 빈도

가. 계측위치 선정은 경제성, 시공성을 고려하여 가설 구조물 및 배면지반의 거동을 충분히 파악하여 대표단면을 선정한다.

나. 계측기기의 설치시기, 측정빈도, 및 측정기간은 개착부 굴착에 따른 지반 및 버팀보의 거동을 충분히 파악할 수 있도록 개착 구조물 굴착 및 콘크리트 타설 시기

를 감안하여 계획하여야 한다.

다. 현장의 계측 관리자는 정밀하게 측정을 하며 측정 데이터를 발주자에게 제출하고 검토를 거쳐 향후 예측, 대비하여야 한다. 필요시 보강 공법을 채택하여 설계에 반영하고 시공하여야 한다.

라. 계측치 측정시 주의사항

계측치는 계측 계획에 따라 진행하고 목적에 맞는 정밀도를 측정한다. 이전 데이터를 참조하여 이상치가 아닌가를 현장에서 파악한다. 굴착 후 공사상황에 따라 계측간격을 조절하여 정확하고 정밀하게 계측한다. 관리기준에 측정치가 근접하면 측정 빈도를 증가하고 조치를 취한다.

마. 계측 보고

계측은 시방서에 따라 계측 빈도로 계측을 하고, 계측 결과를 보고

1) 주간 보고 : 매주 측정 데이터 분석
2) 월간 보고 : 매월 측정한 데이터 분석 후 안정성을 파악하여 보고
3) 수시 보고 : 현장 조건상 긴급한 조치가 필요할 경우 수시 보고

바. 측정 기간

측정 기간은 공사 중 4단계로 구분하여 실시함을 원칙으로 하고 필요할 경우 조정한다.

1) 1단계 : 설치 후 1개월간
2) 2단계 : 설치 후 1개월 후부터 완료시까지
3) 3단계 : 측정치가 이상 거동을 보이고 있는 경우 안전이 확인될 때까지
4) 4단계 : 홍수 또는 지진 발생 후 1주일간

7.3 비개착 구간

(1) 계측 계획

계측은 일상적인 시공관리를 위한 일상계측과 지반거동의 정밀분석을 위한 정밀계측으로 구분하여 계획을 수립하여야 한다.

가. 계측위치 선정은 지반조건이 충분히 파악되어 있고, 구조물의 전체를 대표할 수 있는 곳, 중요구조물 등 지반에 특수한 조건이 있어서 공사에 따른 영향이 예상되는 곳으로 한다.

나. 기본 계측순서에 따라 측정하고 설치목적에 맞는 정밀도로 하여야 한다. 이전 계

측결과를 참고하여 현재 측정값의 이상 유무를 현장에서 검사하며 계측하여야 한다.

다. 각종 계측결과는 시공관리에 이용되고 후속 공사계획에 반영될 수 있도록 기록을 정리하여 보존하여야 한다.

라. 구조물의 변화를 주의 깊게 관찰하고 공사 내용 및 주변상황, 굴착상태, 버팀구조 상황, 기상조건 등을 기록하여 결과분석시에 이들을 고려할 수 있도록 하여야 한다.

마. 시공 전에 반드시 초기값을 얻어야 하고, 측정이 완료되면 결과분석을 통하여 측정값의 경향을 파악하고, 이상이 발견되면 재측정하여야 한다.

바. 측정값과 예측값의 차이가 많으면 그 원인을 규명하고, 공법 및 공정의 안전성과 적합성을 재검토한다.

(2) 계측 항목

계측항목은 비개착 구조물의 용도, 규모, 지반조건, 지상 또는 하저 및 해저 등의 주변환경, 시공방법 등을 고려하여 굴착에 따른 지반 및 주변 구조물의 거동을 파악하고 각종 지보재의 지보효과 및 품질을 확인하는데 적합하도록 하여야 한다.

(3) 계측위치 선정 및 빈도

가. 계측위치 및 배치간격은 비개착 구조물의 규모, 지반조건, 시공방법 등을 고려하여 계측 목적에 부합되어야 하며, 각 계측항목 사이의 상호 관련성을 파악할 수 있도록 선정하여야 한다.

나. 계측기기의 설치시기, 측정빈도, 및 측정기간은 비개착 구조물 굴착에 따른 지반 및 지보재의 거동을 충분히 파악할 수 있도록 인버트 굴착 및 라이닝 타설 시기를 감안하여 계획하여야 한다.

다. 데이터 정리

측정치의 경향을 파악하고 이상치가 있으면 즉시 재측정하고 데이터 정리는 초기치, 계측기간, 막장과의 거리 및 지보 설치 시점 등을 중심으로 정리한다. 계측결과와 지반상태의 상호 관계를 나타낼 수 있도록 계측 관련 내용을 정리한다.

7.4 계측관리

(1) 계측시스템은 공동구의 누수, 화재 및 영상(적외선 포함) 등을 감지할 수 있는 공동구시설에 적합한 계측기기 및 CCTV를 설치하며, 운영상황실에서 계측시스템에 대한 전반적인 운영, 관리가 이루어져야 한다.

(2) 개착구간 계측관리 기준은 경험적, 해석적 방법을 통해 관리 등급을 설정하고, 등급에 따른 관리기준을 설정하며, 시공 및 운영 중 계측관리 운영시스템을 설정하여 합리적이고 효율적인 계측시스템을 구축하여야 한다.

(3) 비개착부 일상계측은 일상적인 시공관리상 반드시 실시하여야 하는 항목으로 공동구 내 관찰조사, 내공변위 측정, 천단침하 측정 등을 포함하며, 토피가 얕은 도심지에서는 지표침하 측정을 일상계측에 추가할 수 있다.

(4) 비개착부 정밀계측은 지반조건 또는 주변여건에 따라 지반 및 구조물의 거동을 보다 상세히 관찰할 목적으로 일상계측에 추가하여 선정하는 항목으로 현장조건을 고려하여 지중변위 측정, 록볼트 축력 측정, 숏크리트 응력 측정, 강지보 응력 측정, 지중침하 측정, 등을 포함할 수 있으며 갱구부나 특정 구조물 주변, 도심지 공공주택, 또는 다중이용시설의 직하부에는 설계시 현장과 주변여건을 고려하여야 한다.

(5) 비개착부 시공이 인접 구조물에 영향을 미칠 가능성이 높은 경우, 특수한 구조의 터널, 산사태나 지반거동의 가능성이 있을 경우, 지하수위와 지질학적인 문제예상 지역 등 터널완공 후 주변여건 및 지반조건상 터널 및 주변에 악영향이 예상되는 경우에는 준공 후 유지관리시의 안정성 확보를 위한 유지관리계측계획 및 관리기준을 수립하여야 한다.

(6) 계측기기는 장기간 계측이 이루어져야 하므로 내구성이 우수한 제품을 선정하고, 필요시에는 추가적인 계측기기를 설치하여야 한다.

(7) 공동구의 특성상 습도에 의해 계측센서의 부식이 자주 발생하므로 내부식성의 제품을 선정하고, 광섬유 센서와 같이 화재나 구조물 변형을 동시에 측정하여 계측 효율성을 높일 수 있는 제품에 대하여는 검토를 통하여 선정하여야 한다.

(8) 공동구 내 통신 및 전력선으로 인해 계측 데이터에 노이즈가 발생할 수 있으므로 전자기장에 의한 악영향을 최소화 할 수 있는 센서를 선정하여야 한다.

(9) 계측관리 방법 및 계측 시스템

가. 계측관리 방법

현장 관리와 안전 관리를 위한 계측 관리 방법으로, 현재 이용되고 있는 방법을 대별하면 절대치관리 방법, 예측관리 방법, 통계관리 방법으로 구분할 수 있다.

1) 절대치 관리

시공을 진행하면서 설정한 관리 기준치와 실측치를 비교, 검토하여 그 시점에서의 공사의 안전성을 확인하는 방법이다.

2) 예측 관리

현재에서 다음단계 이후 예측치와 시공 중 결정한 관리 기준치를 비교 검토하여 관리하는 방법이다. 이 방법은 구조물에 발생하는 변형을 예측하여 대응책을 검토할 시간적 여유가 있다.

3) 통계적 관리

시공 사례분석을 통해 설정한 관리 기준치와 실측치를 비교 분석하여 구조물에 발생하는 변형을 예측하여 공사의 안전성을 확인하는 방법이다.

나. 계측 시스템

표 7.4.1 계측 시스템 종류

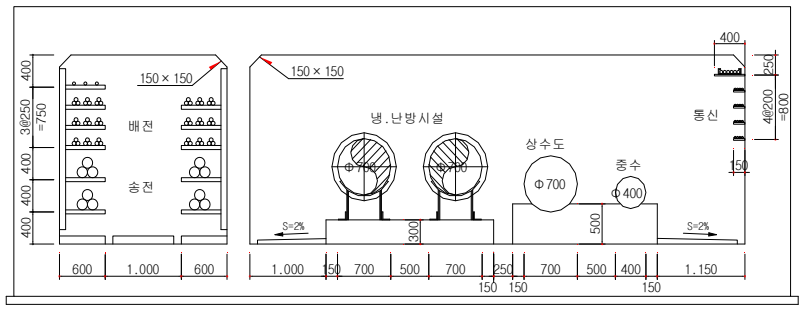
종 류	데이터	측점수	비 고
수동 계측	센서	적음	계측에 여유가 있을 때
반자동 계측	데이터 장치와 컴퓨터에 연결하여 전달	중간	공사 진행에 따라 계측 장소가 바뀌는 경우
자동 계측	전체를 컴퓨터로 관리	많음	

부 록

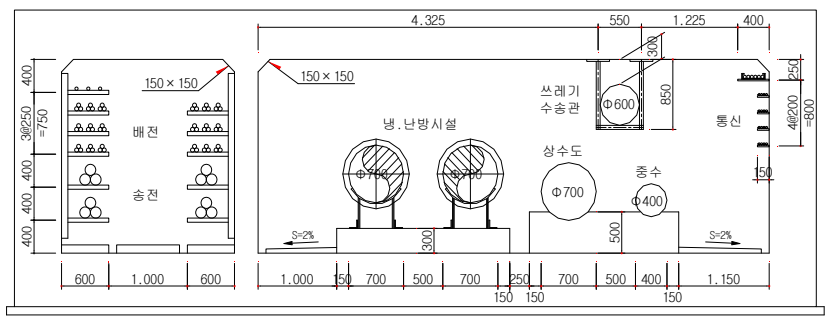
본 부록에 수록된 표준도면은 공동구 설계자의 이해를 돕기 위한 참고도면으로 수용시설 종류 및 규격에 따라 변경은 가능하다.

1. 표준 도면 예

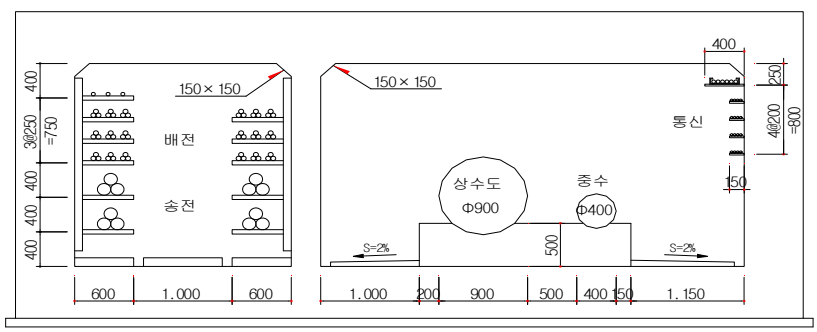
(1) TYPE-Ⅰ



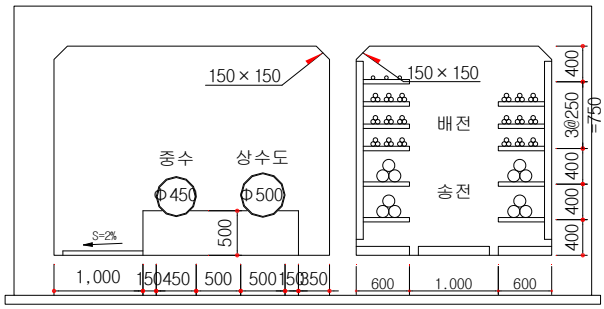
(2) TYPE-Ⅱ



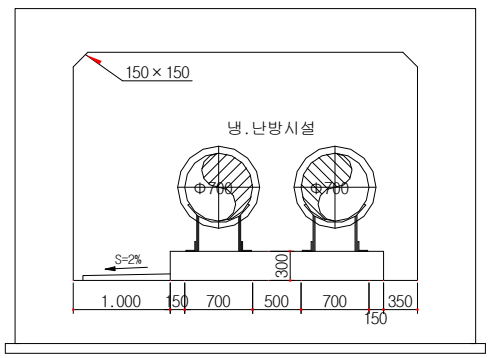
(3) TYPE-Ⅲ



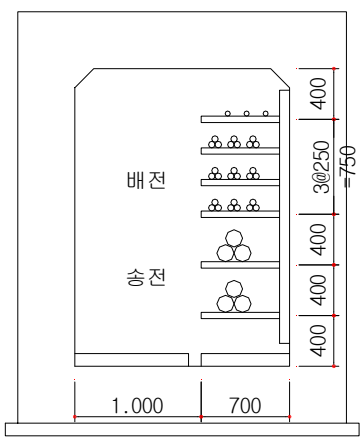
(4) TYPE-Ⅳ



(5) TYPE-Ⅴ



(6) TYPE-Ⅵ



2. 상세 배치도 도면 예

(1) 상・중수도

D	C	B	A	H
ϕ300	650	150	600	500
ϕ400	700	150	700	500
ϕ500	750	150	800	500
ϕ600	800	150	900	500
ϕ700	850	150	1,000	500
ϕ800	900	200	1,200	500
ϕ900	950	200	1,300	600
ϕ1,000	1,000	200	1,400	600

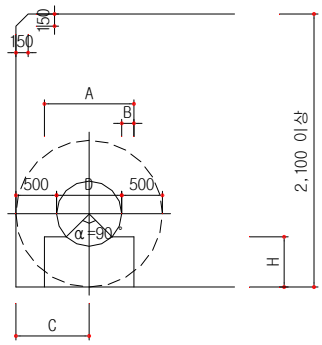


그림 2.1 상・중수 배치도

(2) 난방시설

D	C	B	A	H
ϕ450	1,350	125	1,650	300
ϕ550	1,400	125	1,850	300
ϕ650	1,450	125	2,050	300
ϕ750	1,500	125	2,250	300
ϕ850	1,550	125	2,450	300

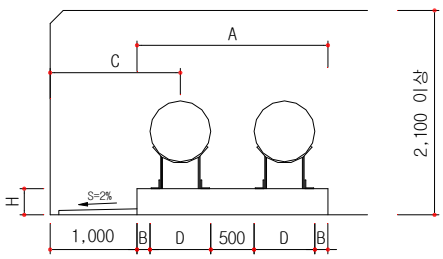


그림 2.2 냉・난방배치도

(3) 전력시설

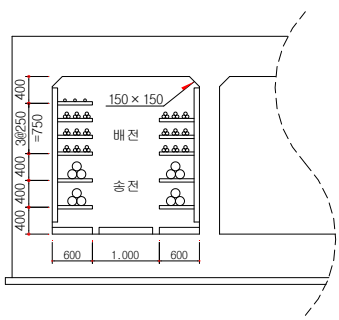


그림 2.3 전력(송・배전)시설 배치도

(4) 통신

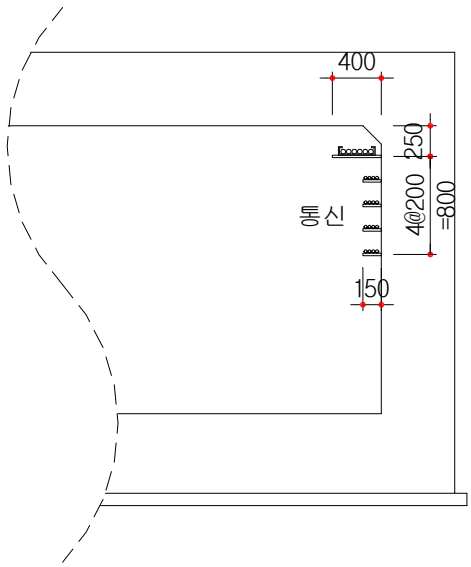


그림 2.4 통신시설 배치도

(5) 쓰레기 수송관로 (ϕ600)

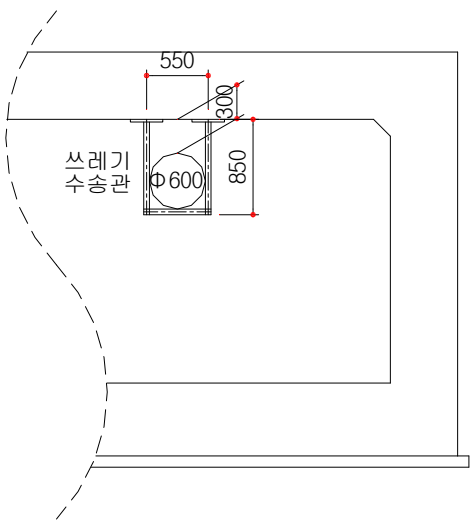
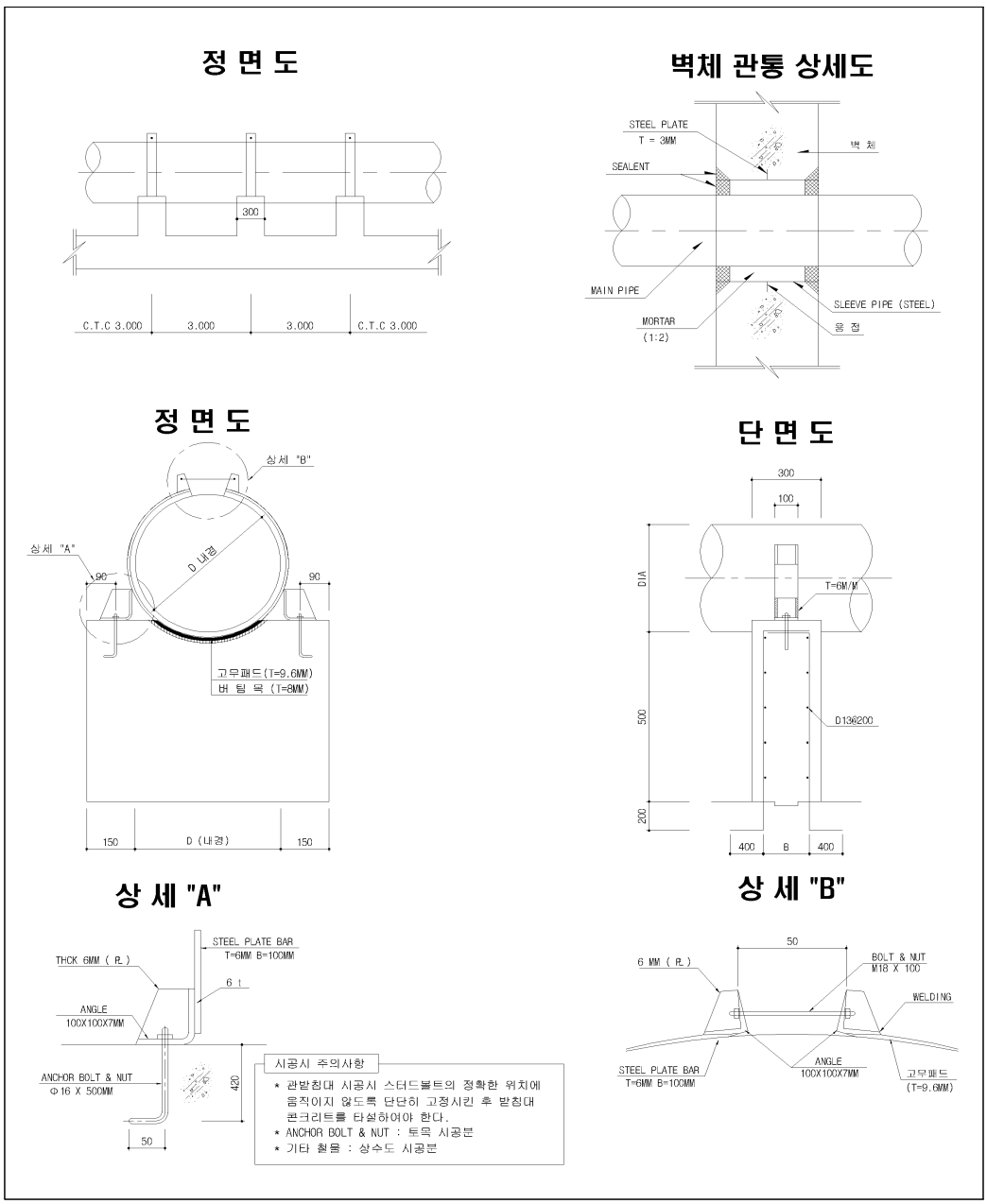


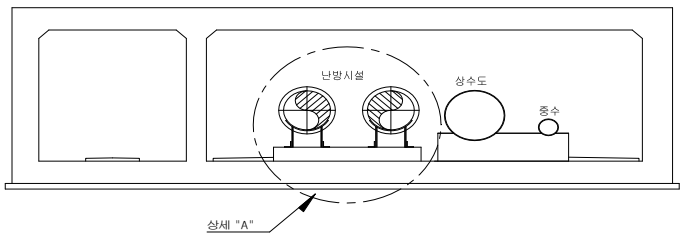
그림 2.5 쓰레기수송관 배치도

3. 부대 도면 예

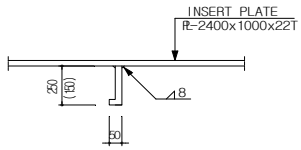
(1) 상·중수 받침대



(2) 난방관 받침대

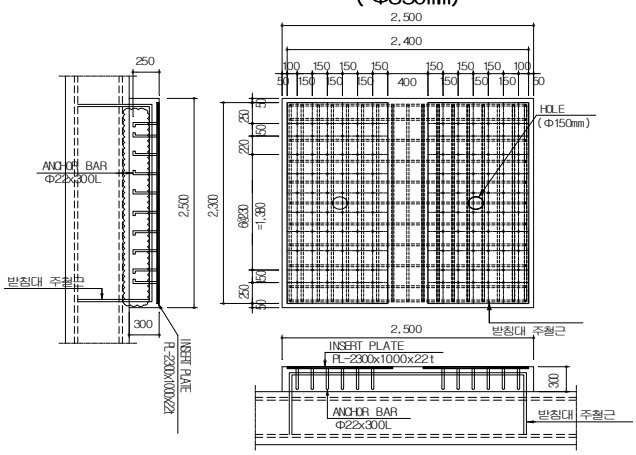


ANCHOR BAR 상세도



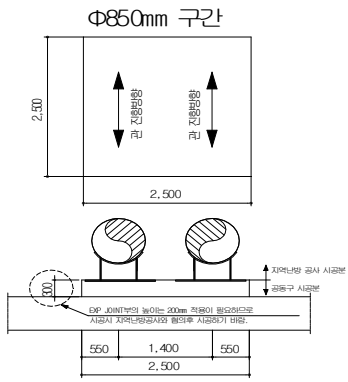
INSERT PLATE 상세도

(Φ850mm)

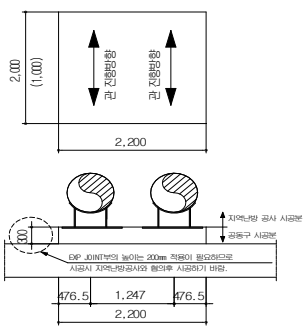


난방 받침대 개요도

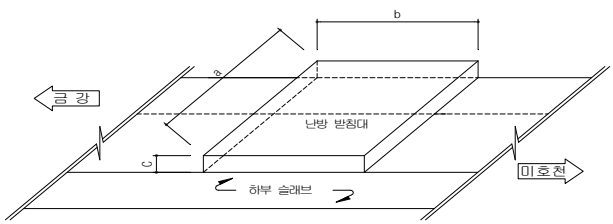
Φ850mm 구간



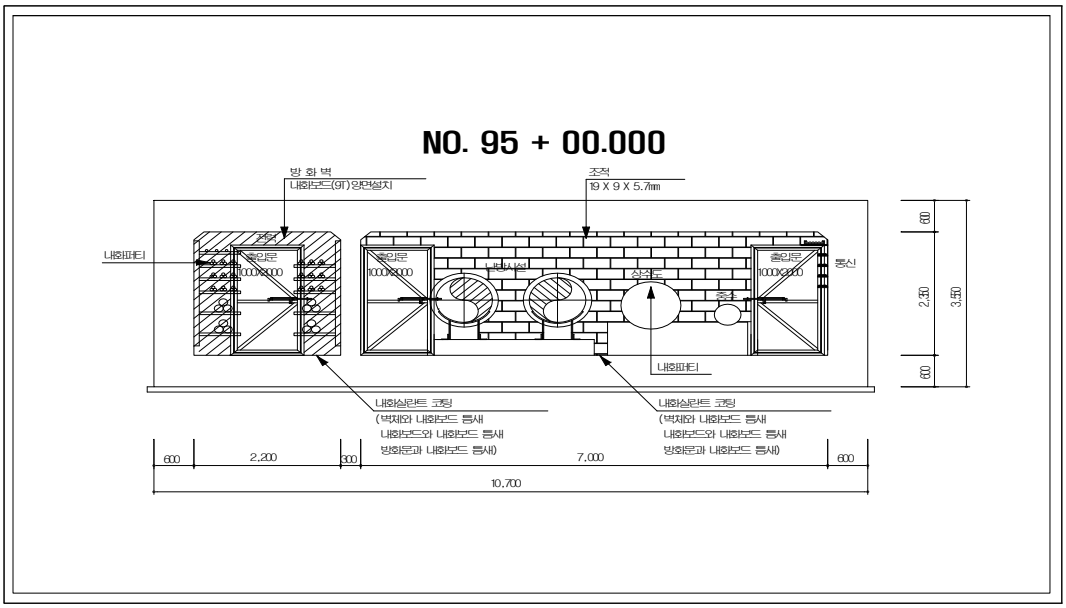
Φ700mm 구간



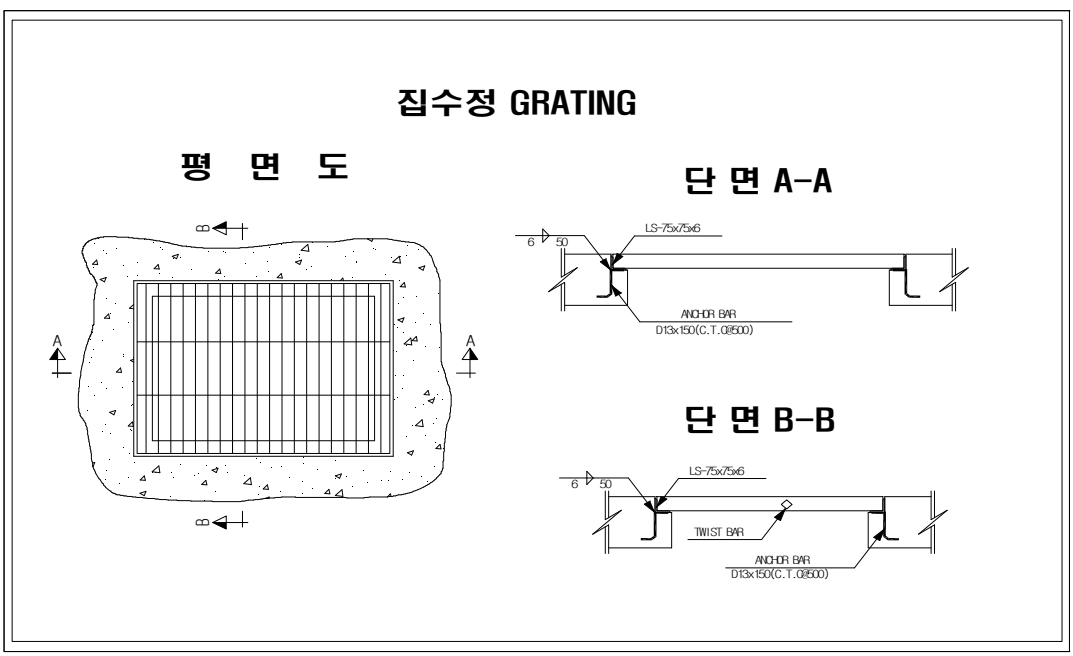
상세 "A"



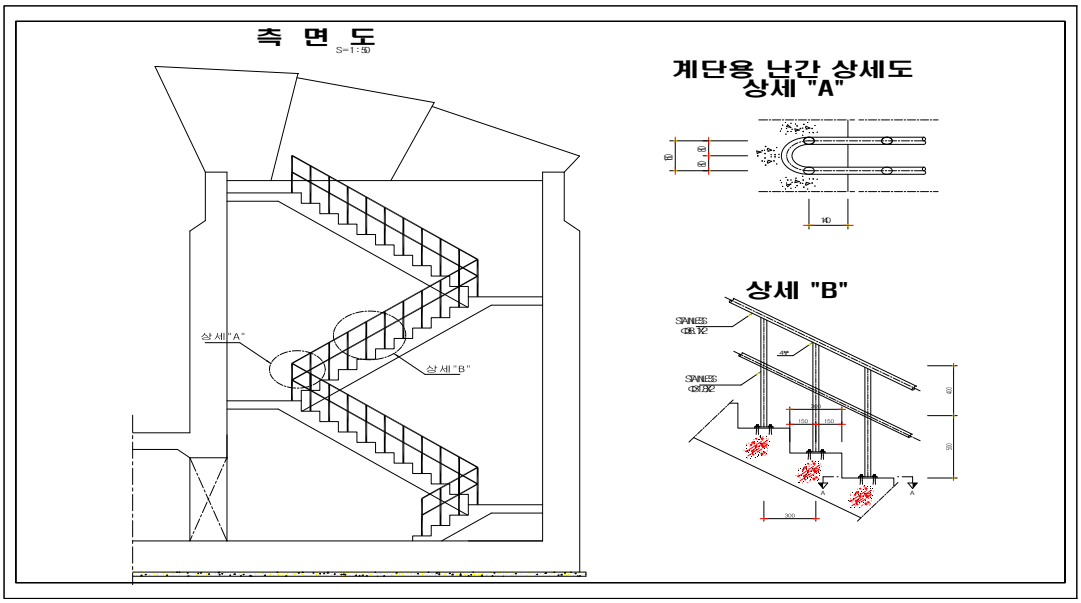
(3) 방화벽 설치 상세도



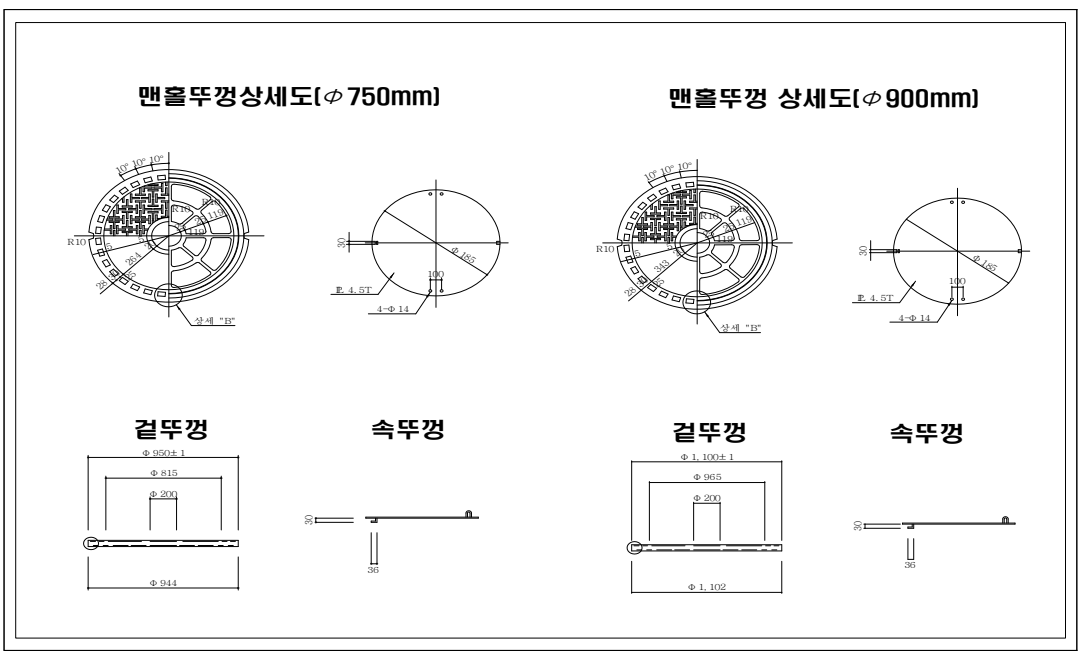
(4) 내부 GRATING 상세도



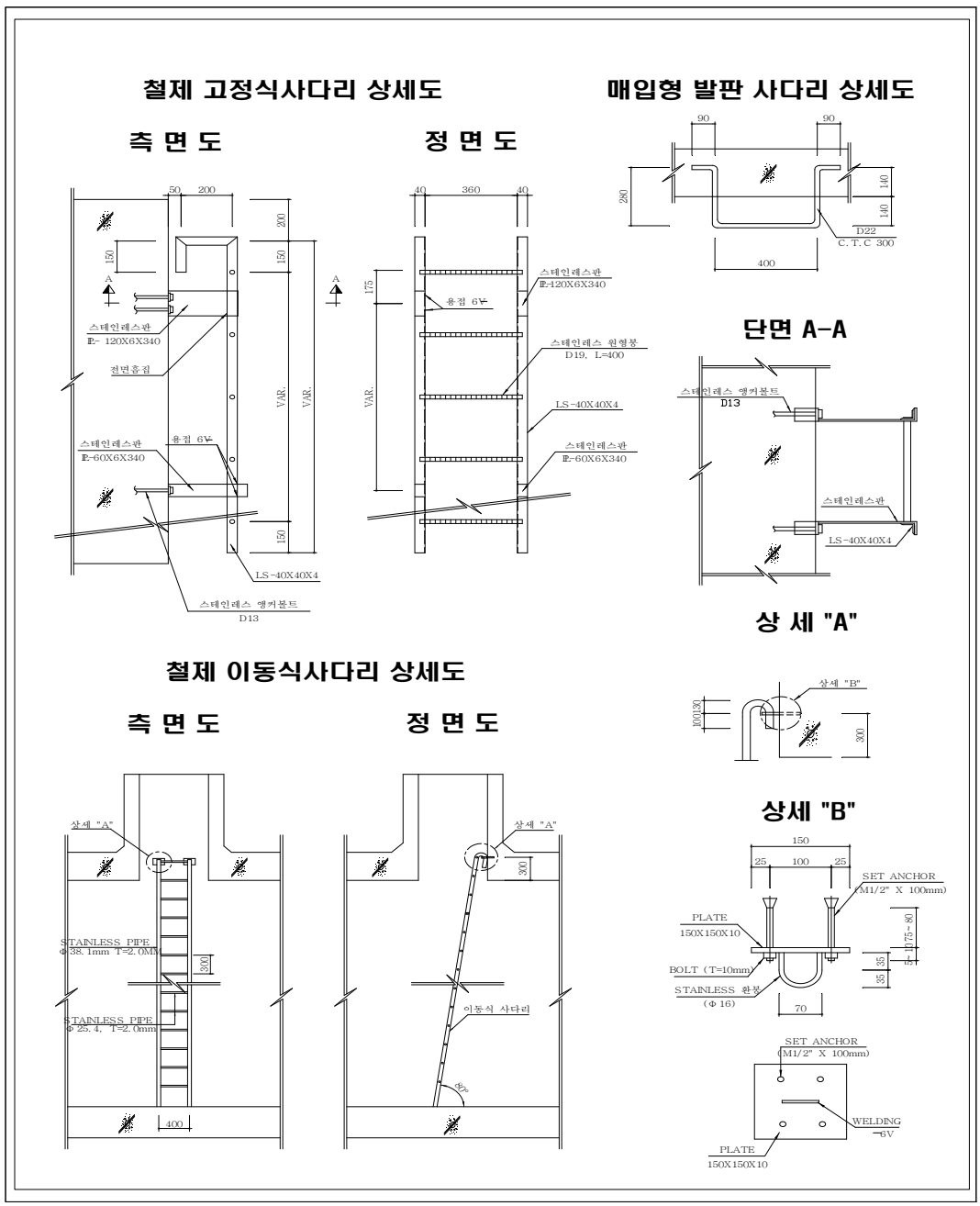
(5) 난간 상세도



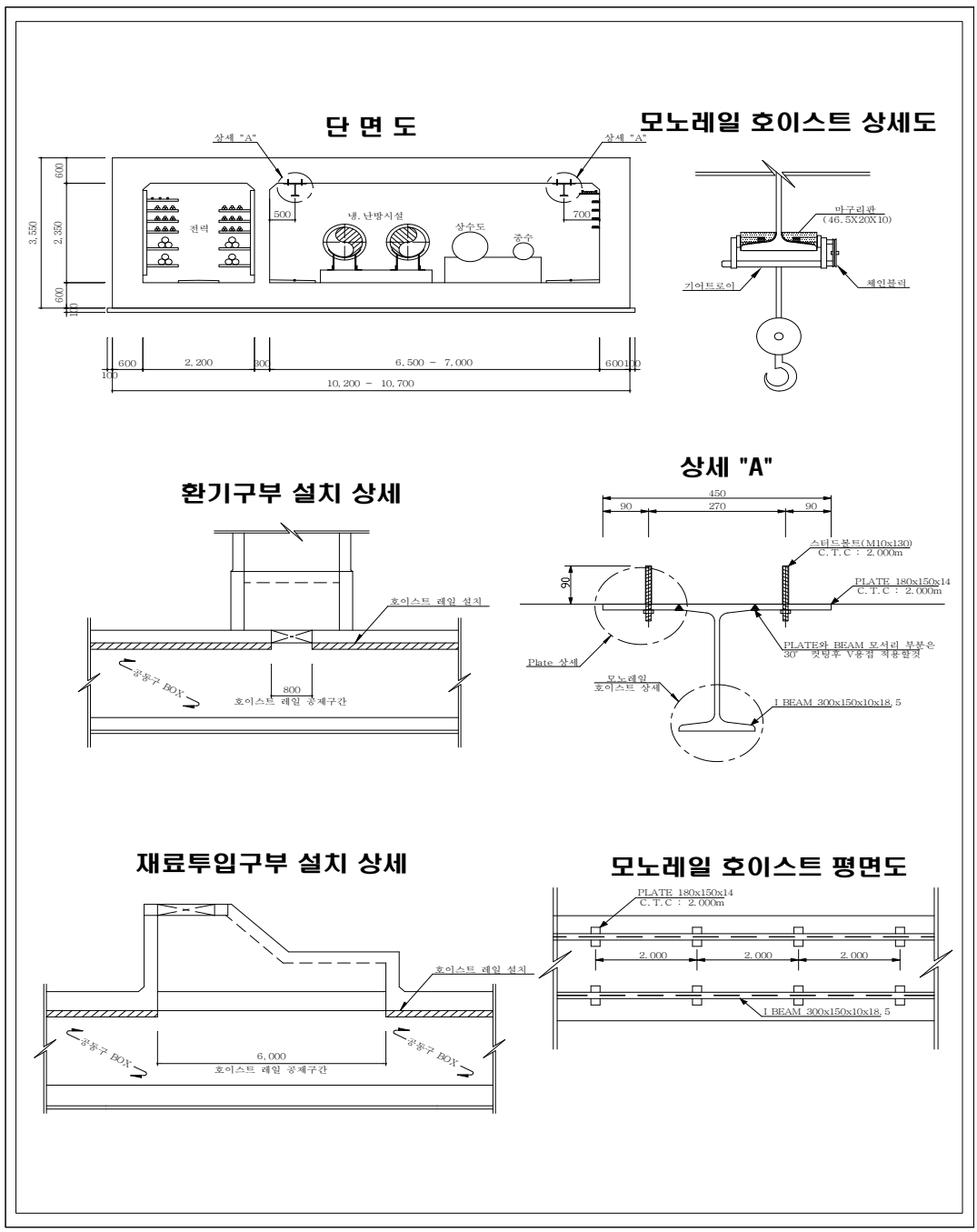
(6) 전력접속맨홀 뚜껑 상세도



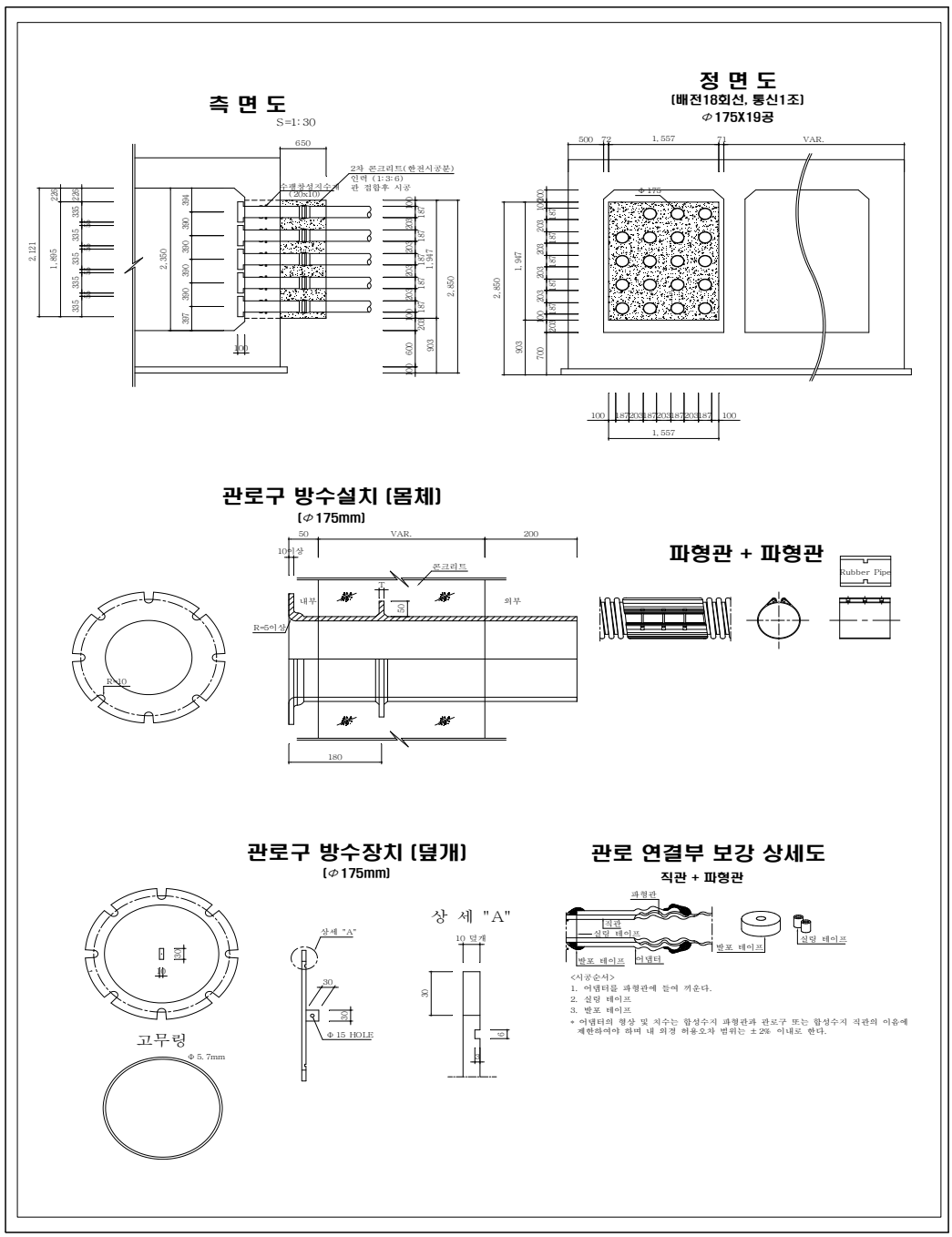
(7) 사다리 상세도


철제 고정식사다리 상세도
측 면 도
정 면 도
50
200
200
150
150
150
A
A
VAR.
VAR.
스테인레스판
t- 120X6X340
전면홈짐
스테인레스판
t-60X6X340
용접 6V
LS-40X40X4
스테인레스 앵커볼트
D13
40
360
40
175
VAR.
스테인레스판
t-120X6X340
용접 6V
스테인레스 원형봉
D19, L=400
LS-40X40X4
스테인레스판
t-60X6X340
매입형 발판 사다리 상세도
90
90
280
140
140
D22
C.T.C 300
400
단면 A-A
스테인레스 앵커볼트
D13
스테인레스판
LS-40X40X4
상 세 "A"
상세 "B"
100
130
300
철제 이동식사다리 상세도
측 면 도
정 면 도
상세 "A"
STAINLESS PIPE
Φ 38.1mm T=2.0MM
300
STAINLESS PIPE
Φ 25.4, T=2.0mm
400
상세 "A"
300
이동식 사다리
상세 "B"
150
25
100
25
SET ANCHOR
(M1/2" X 100mm)
PLATE
150X150X10
BOLT (T=10mm)
STAINLESS 환봉
(Φ 16)
80
175~
35
35
70
SET ANCHOR
(M1/2" X 100mm)
WELDING
6V
PLATE
150X150X10

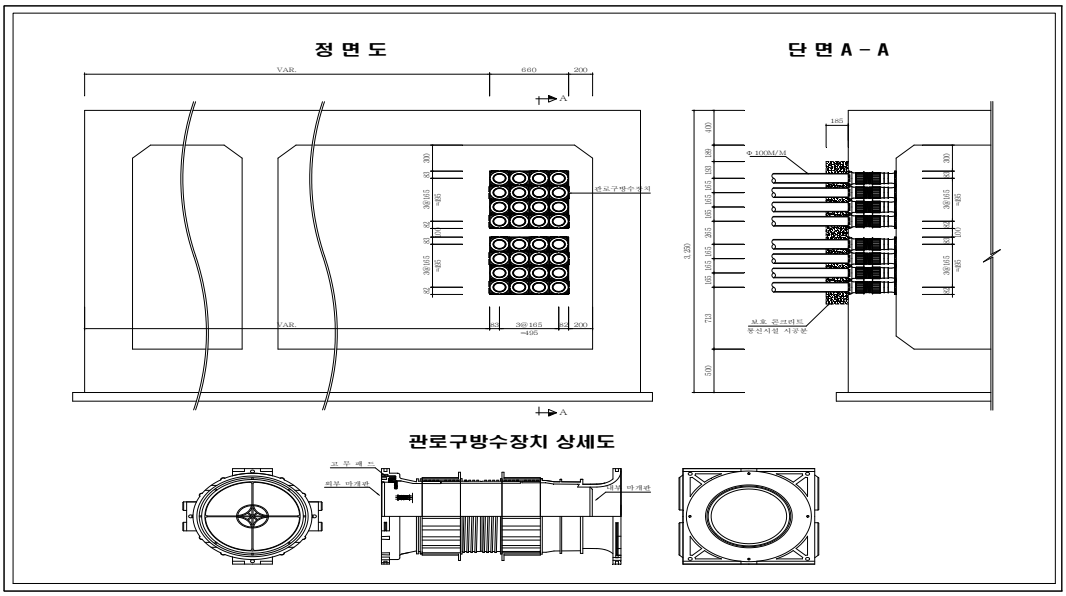
(8) 호이스트 레일 상세도


단 면 도
상세 "A"
상세 "A"
600
2,350
3,550
600
100
500
700
전력
냉.난방시설
상수도
중수
600
2,200
300
6,500 ~ 7,000
600
100
10,200 ~ 10,700
모노레일 호이스트 상세도
마구리판
(46.5X20X10)
기어트로이
체인블럭
환기구부 설치 상세
호이스트 레일 설치
공동구 BOX
800
호이스트 레일 공제구간
상세 "A"
450
90
270
90
스터드볼트(M10x130)
C.T.C : 2,000m
90
PLATE 180x150x14
C.T.C : 2,000m
Plate 상세
PLATE와 BEAM 모서리 부분은
30° 컷팅후 V용접 적용할것
모노레일
호이스트 상세
I BEAM 300x150x10x18.5
재료투입구부 설치 상세
호이스트 레일 설치
공동구 BOX
6,000
호이스트 레일 공제구간
공동구 BOX
모노레일 호이스트 평면도
PLATE 180x150x14
C.T.C : 2,000m
2,000
2,000
2,000
I BEAM 300x150x10x18.5

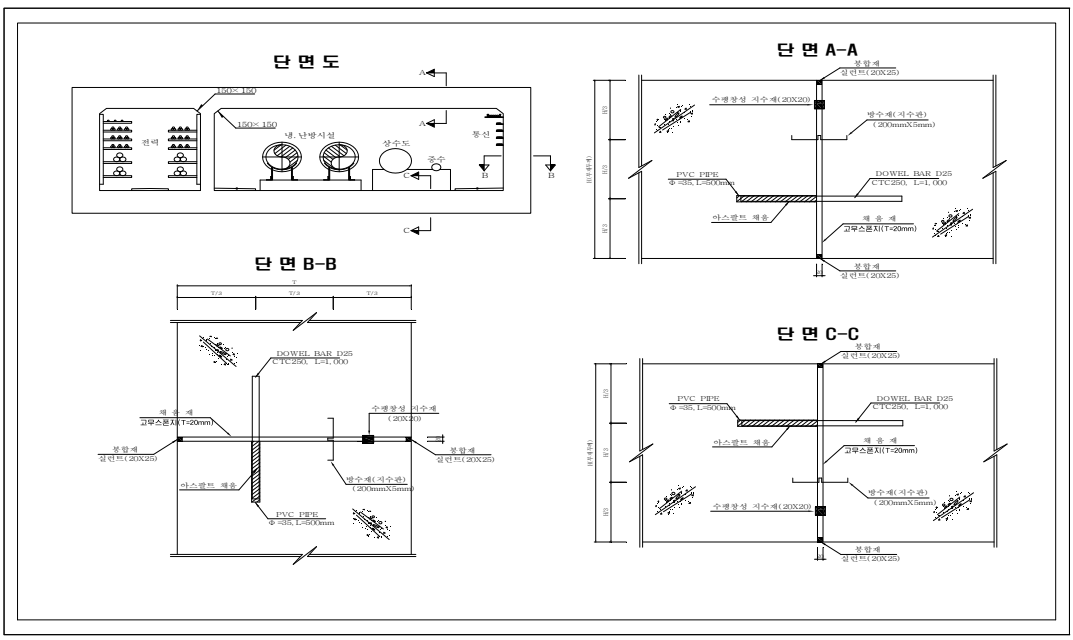
(9) 관로 방수장치 상세도 (한전용)



(10) 관로 방수장치 상세도 (통신용)



(11) 신축이음 상세도



집 필 위 원

구 분		성 명	소속 · 직위
총괄	위원장	안상로	한국시설안전공단 연구단장
	간사	김 훈	한국시설안전공단 연구기획팀장
제1장 총 칙		이 송	서울시립대학교 토목공학과 교수
		양태선	김포대학 건설정보과 교수
제2장 계획 및 조사		이상인	(주)한국종합기술 상무
		김제경	(주)경동기술공사 상무
		강영구	한국시설안전공단 차장
제3장 구조물 설계		안상로	한국시설안전공단 연구단장
		이상인	(주)한국종합기술 상무
		오상근	서울산업대학교 건축학부 교수
제4장 부대설비		신태균	(주)유원컨설턴트 대표
		서상진	(주)상진기술엔지니어링 대표
		황현수	(주)한방유비스 전무
		양인호	동국대학교 건축공학과 교수
		오상근	서울산업대학교 건축학부 교수
제5장 가설 구조물		김제경	(주)경동기술공사 상무
		이재현	(주)평원엔지니어링 대표
		유재성	(주)고려컨설턴트 대표
		정규정	한국시설안전공단 차장
제6장 내진 설계		유제남	(주)삼안 전무
		양태선	김포대학 건설정보과 교수
		정규정	한국시설안전공단 차장
제7장 계측 안전관리		김 훈	한국시설안전공단 연구기획팀장
		김용수	한국시설안전공단 차장
		남순성	(주)이제이텍 대표

자 문 위 원

성명	소속・직위
정형식	한양대학교 명예교수
김유식	한밭대학교 교수
권오성	국토해양부 도로운영과 과장
이철영	(주)동호 부회장
유오식	신성엔지니어링 부사장
남순성	이제이텍(주) 대표
허만성	우송공업대학 소방안전관리과 교수
김석조	경기도시공사 광교사업본부 시설처 팀장
장영수	한국토지주택공사 인천지역본부 사업단장
백동현	경원대학교 교수
이윤주	서울시설관리공단 공동구관리팀 팀장
김병진	한국전력공사 과장
강호경	(주)KT 부장
구재동	한국건설기술연구원 책임연구원
신광철	(주)삼안 상무
김상일	한방유비스 이사
김남영	삼보기술단 상무

(이상 무순)

중앙건설기술심의위원

분야	성명	소속 · 직위
토질 및 터널	남열우	(주)신성엔지니어링 부사장
	유충식	성균관대학교 교수
토목구조	김명철	(주)수성엔지니어링 부사장
	박광현	도화종합기술공사 부사장
토목시공	김상귀	삼부토건 상무
	전성곤	여주대학교 교수
	고갑수	SK건설(주) 부사장
지질, 품질 및 안전	김동식	KCC건설 이사
	김영숙	한국건설안전기술사회 실장
	유성진	동남이엔씨(주) 회장
도로	곽동근	(주)서영엔지니어링 부사장
	안성순	(주)평화엔지니어링 부회장
	황인태	벽산엔지니어링(주) 부사장
기술정책	이해경	(주)다산컨설턴트 회장
상하수도	이지현	(주)동호 부사장
관로설비	김우식	한국가스공사 수석연구원
전기전력	최대섭	서일대학교 교수
통신전자 제어	박정훈	인천전문대 교수

국토해양부담당

소 속	직 위	성 명
기술기준과	과장	윤 왕 로
	사무관	강 철 윤
도시정책과	과장	전 병 국
	팀장	김 영 우
	사무관	정 하 윤

국토해양부 제정

공동구 설계기준

2009년 12월 제정
2010년 2월 발행

관리주체 : 한국시설안전공단
경기도 고양시 일산서구 시민대로 1160
TEL : 031) 910-4160
FAX : 031) 910-4260