

어진 사람에게 재물이 많이 생기면 곧은 뜻을 손상하기 쉽고,
어리석은 사람이 재물을 얻으면 허물을 더하게 된다. _ 명심보감

토질조사 및 측량

제 I 장

- | | |
|--|-----|
| 1. 단지설계 내실화를 위한 토질조사 방안 | 180 |
| 2. 자연자원인 비옥토의 환경친화적 활용방안 | 187 |
| 3. 흙자(필자) 경계점 지적말뚝 설치방법 | 194 |
| 4. 설계오차의 최소화를 위한 현황측량 업무처리 요령 | 198 |
| 5. 시공오차방지를 위한 지구경계복원측량 및
예정지적작표도 작성기법 | 203 |

I -1

단지설계 내실화를 위한 토질조사 방안

개요

- 토질조사용역은 「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 제6조 및 제7조」에 의거 2013년이후 별도발주로 진행중임
 - 타공종 설계용역대비 상대적으로 용역금액이 낮은 점, 업무분장 등에 대한 사항이 명확하지 않은 점 등으로 인하여 용역관리 등에 소홀할 우려가 있으나,
 - 모든 설계용역의 근간이 되는 중요한 기초자료를 제공하는 용역으로서 그 중요도는 매우 높음
- 알기 쉽고, 적용하기 쉬운 토질조사체계를 확립하는 등 토질조사 내실화를 도모하여 최적설계 추구
 - 업무영역이 전문분야(토질·지질분야)에 해당함으로써 해당 분야에 대한 높은 이해도 요구되는 상황에서 '13년 하반기 토질구조분야를 전담하는 전문부서 신설되었고,
 - 토질·구조분야의 업무수행 기반이 마련됨에 따라, 토질조사분야 전반에 대해 지속적으로 관리하고자 함
 - 지층선 추정의 한계로 인한 설계변경요인 발생 방지 및 단지조성공사의 평면적 개념을 반영할 수 있는 토질조사수량 및 항목 등에 대한 검토·보완하여 최적설계 도모하고자 함

주요내용

1. 설계변경 최소화 유도

시추조사 최소빈도 조정, 특이사항 구체화 등으로 현장여건 충분히 반영한 토질조사결과를 유도하여 설계변경 최소화

1-1 시추조사 최소조사빈도 조정 (고정값 및 면적기준 제시)

1) 현황

- 최소 조사빈도를 범위(예)100 ~ 300m로 제시하여 관례적으로 평균값을 사용함
- 거리기준만 제시하여 평면적 개념인 단지설계에서 조사수량 미비우려

2) 개선방향

- 범위값을 고정값으로 제시 → 실질조사간격을 줄이는 효과
- 평면개념을 적용할 수 있는 항목은 면적기준 제시
예) 90m × 90m 절토부 : (거리기준) 1공 → (면적기준) 3공

1-2 암선추정 특이사항 구체화

1) 현황

- 암선 추정의 불확실성으로 인한 설계변경 발생

2) 개선방향

- 불확실성 최소화를 위한 조사횟수 추가 반영

제10조(보완조사)

- 6) 계획고 변경 또는 정확한 암반선 추정을 위하여 시추조사를 추가로 시행할 수 있다.

1-3 매립폐기물 조사로 위한 추가시추 시행

1) 현황

- 조사단계에 매립폐기물의 확인하지 못하여 공사중 설계변경발생 및 공사원가 증가발생

2) 개선방향

- 매립쓰래기 등 폐기물 조사로 위해 성토부 시험굴조사 추가시행
 - 절토부의 경우에 실시(200m간격 1회)하는 시험굴조사와는 별도로, 사업지구 지정사전조사시 비위생매립지 활용이력이 확인될 경우 해당구역의 매립쓰래기 등 폐기물 조사를 위하여 성토부에 대해서 보링개소당 시험터파기 1회 반영(성토부 시험굴은 실내시험제외)
 - 시추조사시 배토에 쓰래기 등이 육안이 확인된 경우 추가보링 및 시험터파기 계획을 수립 반영하여 매립폐기물의 분포 및 성상을 확인한다.
 - 매립폐기물 예상구역은 수질검사 등을 통하여 침출수 성분을 확인할 수 있도록 제시

제10조(보완조사)

- 4) 사업지구지정 사전조사시 비위생매립지 활용이력이 확인되거나 시추시 일부 쓰레기 등이 추출되는 경우 매립폐기물 분포범위를 확인하기 위하여 별도조사계획을 수립하여 시추조사를 추가로 시행할 수 있다.
- 5) 매립폐기물이 예상되는 지역인근의 수질조사를 통하여 폐기물여부의 광범위한 조사를 실시할 수 있다.

2. 토질조사 신뢰도 향상

토질조사 기준강화(시험항목 추가)를 통한 신뢰성 확보 ⇒ 합리적인 토목설계 유도

2-1 사면설계 관련 토질조사 시험추가

1) 지반침투율시험

- 현황

- 토질조사시 침투해석에 필요한 물성측정 필요

- 개선방향

- 사면설계시 침투해석을 통한 경제적이고 합리적인 설계유도를 위해서는 지반침투율 시험을 실시하여야 하므로, 대절토사면(20m이상)에는 필수항목으로 추가

2) 흙-함수특성(Soil Water Characteristic Curve, SWCC)시험

- 현황

- 사면설계 침투해석에서 필수적인 항목인 SWCC는 시험을 통해 토질특성에 적합한 특성곡선을 적용하여야 하나, 비용 및 기간 등을 이유로 턴키설계 등에만 주로 적용하고 그 외의 경우에는 해석프로그램(Seep, Midas 등)에서 제안한 함수값을 이용함이 일반적임

- 개선방향 : 필요시 SWCC시험 실시

2-2 지하수위 측정에 관한 사항

1) 현황

- 지반내 지하수위는 지중구조물 및 토압 등에 미치는 영향이 크므로 지하수위 추정의 정확성은 매우 중요함

2) 현지하수위 측정기준

- 「표준과업내용서」에 지하수위 측정은 시추작업후 72시간 경과시 실시

- 지하수위는 토질별(조립질, 세립질 등) 수렴기간 차이 발생

구분	1일후	2일후	3일후	4일후	5일후	6일후	7일후	비고
00지구	13.16	16.56	17.16	17.46	17.56	17.66	17.76	세립질
00지구	10.8	11.5	12.2	12.3	12.5	12.7	12.7	세립질
00지구	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.25	3.26	조립질

- 동상방지층의 합리적인 설계를 위해서 연속적인 지하수위계측이 필요하나, 지하수위의 연속적인 계측을 실시하는 근거 미약

3) 개선방향 : 표준과업내용서 수정

- ◎ 지하수위 측정은 시추후 7일 이후 실시
- ◎ 연속적인 지하수위 계측을 실시하는 경우에는 동상방지층 설계를 위해 동절기(11월~2월)에 한함(2주에 1회 이상)

4) (추가사항)

전체 시추공의 5% 내외에서 지하수위측정방법(수위회복법 또는 수위하강법)을 반영하여 시간경과에 따른 지하수위 변화를 분석하여 지하수위 측정주기를 확인 필요

4.2.7 지하수위 측정

- 1) 케이싱은 감독자의 지시가 있을 때까지 빼어서는 안 되며, 지하수위 측정은 시추작업 후(작업수 제거 후 수위측정) 72시간 경과 시 실시한다. 적어도 7일 이상 경과한 후에 실시하여야 한다. 우천시도 비가 개인 후 7일 이상 경과 후에 실시한다.
- 2) 특히 해안과 연접하여 영농지 등이 지하수위 상승으로 염해가 우려될 때 감독자와 협의하여 조기 폐공할 수 있으며, 이 경우 작업 후 24시간 경과 시 지하수위를 측정한 후 폐공 조치한다.
- 3) 전체 시추공의 5% 내외에서 공내 지하수 및 작업수를 완전 제거한 후 시간 경과에 따른 지하수위 변화를 분석하여 기록하되, 위치 및 수량 등은 감독원과 협의하여 확정한다. 공내 지하수 및 작업수 제거시 양수된 공내 지하수 및 작업수는 조사부지 외부로 배출 조치하여야 한다.
- 4) 전체 시추공에 대해 시추작업 종료 24시간 경과 후, 시추작업 종료 7일 이상 경과 후, 폐공 처리시 각각 지하수위를 측정하여 시추공별 지하수위 변화를 분석 보고서에 수록한다.

2-3 동적시험 항목 추가

1) SPT에너지 효율 측정 의무화

◎ 현황

- SPT의 N값에 가장 큰 영향을 주는 요인은 해머의 낙하에너지이며, 에너지 수준이 상이한 상태에서 측정한 N값을 그대로 적용할 경우 구조물의 안정상 문제를 초래하거나, 과다설계 유발할 수 있음
- 에너지효율 테스트를 연약지반 시추에 한정하고 있음

◎ 개선방향 : 표준과업내용서 수정

4.4.1 표준관입시험

- 5) 연약지반 시추조사사의 조사장비마다 햄머의 에너지 효율테스트를 실시하여야 한다.
- 5) 표준관입시험 장비는 에너지효율을 측정하여야 하며, 그 확인을 위하여 1년 주기로 품질검사 전문기관의 시험성적서를 제출하여야 한다.

2) 내진설계 관련 시험항목 추가

◎ 현황

- 내진설계시 토질정수를 산정하기 위한 동적시험을 제시하고 있지 않으며, 예를 들어 액상화검토시 상세검토를 위해서는 반복삼축압축시험 결과가 필요함에도 불구하고 해당시험을 위한 근거마련이 미흡함

시험법의 변형률 크기범위		시험법별 측정 가능한 동적 지반 물성치				
		전단탄성계수	탄성계수	감쇠비	반복충격작용시 지반거동	Attenuation
공진주시험 (Solid Samples)						○ (보조장치설치시)
공진주시험 (Hollow Samples)						○
비틀전단시험 (Hollow Samples)						
Pulse Method						
(LDT)	반복삼축시험					
	반복단순전단시험					
	진동대시험					
	MR시험					
적절히 설계된 기체기초	대표적인 거동 특성 지진에 의한 강한지반운동					
10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1 (%)		

◎ 개선방향

- 내진설계 증진을 위해 동적시험 항목 추가(공진주시험, 반복삼축압축시험, 반복단순전단시험, 반복비틀림전단시험 등)
- 내진설계시 탄성파속도 측정 등으로 지층구분을 할 수 있는 시추공탐사(Suspension PS, Downhole, Crosshole 등)항목추가
→ “구조물분야 물리탐사항목”와 연계

3) 구조물분야 물리탐사 추가

◎ 현황

- 구조물분야에 물리탐사항목을 제시하고 있지 않아, 시추가 곤란한 지역이거나 물리탐사가 반드시 필요한 지역에 물리탐사항목 적용이 곤란한 실정임

◎ 개선방향

- 시추 곤란한 지역 등에 물리탐사를 통한 지층파악이 가능토록 물리탐사(탄성파탐사, 전기비저항탐사 등) 추가
- 교대 및 교각 등 중요구조물의 내진설계 증진을 위한 시추공탐사시험(Suspension PS, Downhole, Crosshole 등) 추가
- 제주도, 강원도 등 석회암 공동 등이 예상되는 지역은 공동화인 토모그래피 시험 반드시 실시할 수 있도록 시험항목 추가

4) 터널설계를 위한 토질조사기준 강화

① 현황

- 기본적인 토질조사 수량부족 및 설계에 필수적인 조사가 이루어지지 않아 과다설계 및 설계기간 지연
- 개선방향 : 터널설계 프로세스에 맞는 토질조사 기준 정립

② 개선안 : 병렬터널은 양방향 시행

[시추조사] 쟁구부 최소기준 ☞ 터널계획 및 지형특성에 맞는 기준 수립

- 현행 : 최소 쟁구부 각 2개소
- 개선 : 입출구부 각각 2개소

터널본선부 500m 미만 1개소, 500m 이상 2개소

[물리탐사] 물리탐사 기준 없음 ☞ 기준 수립 (터널설계 필수시험)

- 탄성파탐사는 지층분포 및 지질연약대 파악, 암선추정 및 깨기부 안정해석
- 전기비저항, 전자탐사 : 연약대, 파쇄대, 지하수 및 공동분포파악/시추결과비교후 암반 등급도 작성 / 암반등급에 따른 지보패턴 결정

[현장시험] 표준관입시험 ☞ 시추공전단시험, 공내재하시험 등 추가

[실내시험] 실내암석시험 부족 ☞ 시험수량 정량화

3. 알기쉬운 토질조사체계 구축

알기 쉬운 토질조사체계 구축하여 누구나 쉽게 발주 및 감독할 수 있도록 업무지침 및 과업내용서 정비

3-1 토질조사 체크리스트 작성

1) 현황

- ① 토질조사의 결과는 설계 및 공사에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 용역진행절차와 관련부서 등이 복잡하여 상대적으로 관리에 소홀할 우려가 있음

2) 개선방향

- ① 용역의 발주에서 정산, 준공까지 필수항목을 초보자도 쉽게 할 수 있도록 체크리스트를 제공하여 토질조사용역의 효과적인 관리유도

3-2 토질조사 표준과업내용서 정비

- 1) 성토부 시추시 BX를 NX로 개선사항(연구지원처-1891, 11.02.10) 지침 반영
- 2) 토질조사시행지침 표준과업내용서 별도발주에 관한 사항 정리

3-3 보링 Hole 표준토층설계 기준 제시

- 1) 토질조사 용역발주시 표준화된 시추조사금액 산정을 위해 표준토층설계 기준 제시
- 2) 토층설계 : 인근지역 시추정보를 최대한 활용하여 결정
- 3) 지층추정 곤란시 제시된 표준토층 적용 : 성토부(연약지반부) 10m, 절토부(구조물부) 15m로 설계

제11조2(표준토층 설계) 신 설 <2014.0.0>

용역발주시 표준토층설계는 인근지역 시추정보를 바탕으로 추정하여 적용하되, 지층추정이 곤란한 경우에는 다음과 같이 적용하고 조사완료후 반드시 정산한다.

(단위 : m)

구 분	점토층	모래층	자갈층	풍화암	연암	보통암	경암	계
성토부, 연약지반부	5	2	1	1	1	-	-	10
절토부, 구조물부	5	3	2	2	1	1	1	15

【참고문헌】 『토질조사 내실화 방안』 단지기술처-406(2016.2.5)

I -2

자연자원인 비옥토의 환경친화적 활용방안

개요

- 개발 사업으로 인한 환경훼손 저감을 위하여 표토를 보전 또는 재활용하고 있으나, 현 조경 및 토목 설계 관련 지침의 비옥토 관련 설계기준 불명확
 - 채취 비옥토량, 비옥토 적치장 위치 및 설치방법 등에 국한.
 - 공원·녹지 식재기반에 적합한 토양의 질에 대한 기준미비.
- 토양자원의 체계적 활용을 위한 식재기반용 토양의 품질평가 기준수립 필요
 - 체계적인 토양조사와 평가방안 수립.
 - 양호한 식재기반을 확보하고 토양자원을 효율적으로 재활용.

주요내용

1. 용어의 정의

1-1 표토 및 비옥토의 개념

1) 표토(表土, topsoil, surface soil)

- (정의) 토양학의 분류에 따른 O층과 A층을 포함한 표층토양(환경부, 2001).
 - 일반적으로 어두운 색을 띠고 유기물과 양분 함유량이 더 아래의 심토와 비교할 때 상대적으로 높은 자연 토양의 윗부분.(KS I ISO 11074)
- (특성) 두께는 변화가 심하나 보통 7~25cm 범위임(세계적 평균심도는 20cm 정도¹⁾).
 - 자연계에서 2.5cm의 표토가 생성되는데 100~300년 소요.
 - 유기물 함량이 높아 암색을 띤다. 식물이 흡수, 이용하는 대부분의 양분과 수분을 저장.

2) 비옥토(肥沃土)

- 사전적 의미 : 식물의 자라기에 적합하고 양분이 풍부한 토양.

1) 환경부. 2001. 표토보전 및 침식(유실)방지대책에 관한 연구

- 시설재배 또는 작물생산에서 일부 사용되는 용어임.
- 식물 생육에 양호한 유기물이 많이 집적되어 비옥도가 높은 토양을 의미하나 비옥도의 기준이 불명확.

1-2 “표토” 용어정립

- 1) “표토”는 일반적으로 입단구조가 잘 발달된 토양단면 상 O층과 A층으로 한정되며 보전 및 활용의 대상이 되나, “비옥토”는 일반적으로 작물의 생산성과 관련된 모호한 용어로서 조경용 식재기반 조성을 위한 토양기준에 적용하기는 부적절함.
- 2) 향후 관련 기준 및 지침 수립에는 “표토”로 용어를 통일하여 사용하는 것이 합리적으로 판단됨.

2. 관련기준 및 문제점

2-1 식재기반용 토양 관련 기준 내용 요약

구 분	기준명	내 용
LH 지침	설계지침(조경)	<ul style="list-style-type: none"> • 표토의 채집 요청 및 활용
	설계지침(토목)	<ul style="list-style-type: none"> • 표토제거 및 유용방법 • 비옥토 확보 및 적치방법 등
	단지건설공사 전문시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 표토의 제거, 모으기 및 보관 • 표토의 정의 • 표토의 구비조건 등
국토교통부 기준	조경설계기준	<ul style="list-style-type: none"> • 표토보전을 규정 • 토양조사분석 • 식재기반조성 및 토양평가
	조경공사 표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 표토모으기 및 활용방법 • 식재기반조성 토양의 재료특성 등
	건설환경관리 표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 표토모으기 및 활용을 규정 • 표토 적합성 판단기준 • 채취, 보관, 운반 방법 등
기 타	ASTM	<ul style="list-style-type: none"> • 표토의 정의 • 표토의 구비조건 등
	CEGS	<ul style="list-style-type: none"> • 표토활용 절차 • 표토의 구비조건 등

2-2 문제점

- 1) 현행 LH 지침에서는 용어에 대한 정확한 정의 없이 '비옥토' 및 '표토'가 혼용되어 사용되고 있음.
- 2) 표토의 품질조건에 대하여는 규정하고 있으나 정성적 설명이 주를 이루며, 정량적 품질 조건 또한 구성항목이 지침 간 서로 상이하고, 토양의 일반적인 특성을 포괄하지 못함.
- 3) 표토의 적합성을 판단하는 품질평가를 의무화하고 있지 않으며, 품질조건만 규정할 뿐, 식재부적합 토양의 판단기준은 제공하지 못함.
- 4) 표토의 깊이와 토양 품질에 대한 고려 없이 공원·녹지면적을 기준으로 일괄적으로 표토량을 산정함으로서 표토 과다 확보 등의 비효율을 초래함.

3. 표토 활용 효율화를 위한 개선방안 수립

3-1 표토 채취 기준 변경(설계지침(토목))

1) 표토 채취 두께 기준 변경

당 초	변 경	개 선 점
지구내 공원(보존형공원 및 호수공원의 저류지 등 제외) 및 녹지(비탈면녹지 제외)면적의 50%에 식물생존 최소평균 심도인 30cm를 곱한 표토량을 확보	지구내 조성형 균린공원 및 완충 녹지(비탈면녹지 제외)면적의 50%에 20cm를 곱한 표토량을 확보	부적합 토양의 과다채취 방지. 임야의 암발생률을 감안한 표토의 평균심도 20cm ²)를 적용하여 토양품질 확보.
밭의 경우 지표면으로부터 30cm, 임야의 경우 부식되지 않은 유기물층 바로 하부의 표토층을 평균 50cm 채취한다.	밭의 경우 지표면으로부터 20cm, 임야의 경우 부식되지 않은 유기물층 바로 하부의 표토층을 20cm 채취한다.	

2) 표토 채취 전 표토의 토양평가 의무화

당 초	변 경	개 선 점
관련 규정 없음	표토 채취 전 구역별로 토양 평가를 반드시 실시하여 표토 활용 적합성 여부를 판단하여야 함.	토양평가를 통하여 부적합 토양의 과다채취 방지 및 토양품질 확보.

2) 환경부. 2001. 표토보전 및 침식(유실)방지대책에 관한 연구

3-2 표토활용 적합성 판단기준(안) 수립

1) 개요

- 지구 내 표토를 조경 식재기반용 토양으로 사용하려면 “표토활용 적합성 판단기준(안)”에 의해 채취 전 사전평가를 통하여 활용 가능 여부를 확인하여야 함.
- “표토활용 적합성 판단기준(안)”의 평가항목과 기준은 국토교통부 「조경설계기준」 및 「건설환경관리 표준시방서」의 토양평가항목 및 기준을 준용하되, 식물의 양호한 생육에 영향을 미치는 기본적이고 주요한 토양조건을 고려하여 선정함.

2) 표토활용 적합성 판단기준(안)

항 목	단 위	표토활용 평가등급				비고
		상급	중급	하급	불량	
토성	-	양토(L), 사질양토(SL)	식양토(CL), 실트질양토(SIL)	양질사토(LS), 경식토(LI)	사토(S), 중식토(HC)	필수
토양산도 (pH)	-	6.0~6.5	5.5~6.0 6.5~7.0	4.5~5.5 7.0~8.0	4.5미만 8.0이상	필수
전기전도도 (E.C.)	dS/m	0.2미만	0.2~1.0미만	1.0~1.5미만	1.5이상	필수
염기치환용량 (C.E.C.)	cmol/kg	20이상	6~20미만	6미만	-	권장
유기물 함량 (O.M.)	%	5.0이상	3.0~5.0	3.0미만	-	권장
염분농도	%	0.05미만	0.05~0.2미만	0.2~0.5미만	0.5미만	필수※
석력함유	%	2mm 이상이 38% 미만	2mm 이상이 38% 미만	2mm 이상이 38% 미만	-	필수※
식물 유해물질※	-	없음	없음	없음	-	필수※

※ 염분농도는 임해매립지 등 염해피해가 예상되는 지구에서만 필수적으로 시행함.

※ 석력함유와 식물유해물질은 기준에 미치지 못할 것으로 우려되는 경우에 필수적으로 시행함.

※ 식물유해물질 : 중금속, 화학약품, 기름, 산업·생활 폐기물 등

3-3 표토활용 적합성 판단기준(안)의 활용

- 1) 지구 내 표토의 채집을 위해서는 표토활용 적합성 판단기준(안)(이하 판단기준(안))에 의한 토양평가 시행 후 채집예정물량, 채집방법 등을 결정하여야 함.
- 2) 판단기준(안)은 지구 내 표토의 품질기준 또는 부적합 표토의 개량기준으로 활용 가능함.
- 3) 토성, 토양산도(pH), 전기전도도(E.C)는 필수 평가항목이며 육안 및 현장간이평가가 가능함.
- 4) 염분농도, 석력함유, 식물유해물질은 기준에 미치지 못할 것으로 우려되는 경우에만 필수 평가항목으로 활용하며 전문기관에 분석을 의뢰함을 원칙으로 함.
- 5) 육안 및 현장간이평가 결과, 추가 검사가 필요하다고 판단되는 경우에는 공인된 전문기관에 토양 정밀평가를 의뢰할 수 있음.
- 6) 염기치환용량(C.E.C)과 유기물함량(O.M)은 권장 평가항목이며, 공인된 전문기관에 의뢰하여 분석함을 원칙으로 함.
- 7) 토양평가결과가 판단기준(안)의 토양등급 중 모든 필수항목이 중급이상에 해당할 경우에만 해당 토양을 식재용 토양으로 활용함. 필수항목이 불량에 해당하는 경우는 채집대상에서 제외. 단, 하급토양 또는 필요하다고 판단되는 경우 토양 개량계획을 수립하여 활용할 수 있음(소요비용은 정산처리)
- 8) 지구 내 표토의 적합성 판단을 위해서는 판단기준(안)의 평가항목에 대하여 육안 및 현장 간이평가 또는 정밀평가를 거쳐야 하며, 그 결과가 평가기준에 부합할 경우 해당 표토를 조경 식재기반용 토양으로 활용함.(소요비용은 정산처리)

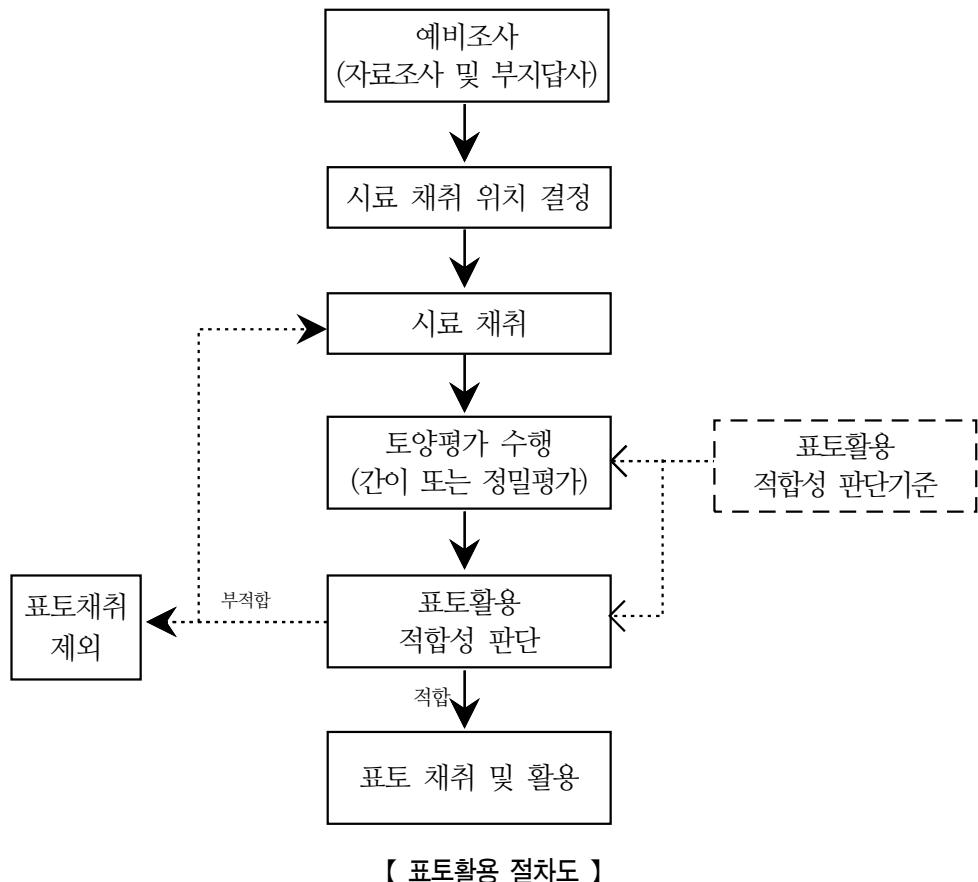
3-4 토양평가방법

1) 시료 채취 및 조제 방법

- 토양은 대상지에 관한 자료(지형도, 지질도, 토양도, 식생도, 항공사진, 토지이용현황도 등)를 통해 표토 두께 및 표토 특징의 차이가 예상되는 구역별로 조사. 동일한 토양형일 경우에는 0.5ha당 1개소의 토양단면을 조사함(토양시료는 시료채취 장소에서 1kg 이상을 채취).
- 토양의 밀도, 투수성 측정용 시료는 채토관을 이용하여 교란되지 않은 상태의 토양시료를 채취. 한 장소에서 3개 이상의 시료를 채취.
- 토양의 입도 및 화학적 특성을 분석하기 위한 시료는 한 장소에서 3군데 이상의 토양을 채집하여 고루 섞어 사용. 토양의 화학적 특성을 분석하기 위한 토양시료는 2mm 체를 통과한 것이어야 함.

2) 토양 분석 방법(예시)

[붙임 #1] 참고



[붙임 #1] : 토양 분석 방법(예시)

1. 토양의 물리적 특성에 대한 분석

① 입도분석

- 토양의 입도분석은 「KS F 2302-92」(흙의 입도시험방법)에 의한다.

2. 토양의 화학적 특성에 대한 분석

1) 토양산도

- ① 토양시료 5g에 중류수 25ml를 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 측정한다. 측정에 사용하는 pH 미터는 유리전극식 pH 미터로 최소눈금이 0.1 이하인 것으로서 온도보정이 가능한 것이어야 하며 pH 표준액에 의한 검정을 거친 후 사용하여야 한다.

2) 전기전도도

- ① 토양시료 5g에 중류수 25ml를 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 EC meter로 측정하고, 측정치에 5배하여 EC값으로 한다.

3) 염기치환용량

- 토양 10g을 1N-CH₃COONH₄(pH 7.0)용액 250ml로 24시간 침출한 후 토양교질에 흡착된 NH₄를 케탈법으로 측정한다.

4) 유기물 함량

- 2mm체를 통과시킨 시료를 0.5mm체눈을 통과하도록 마쇄한 토양시료 0.5~1g에 0.4N-K₂Cr₂O₇용액 10ml를 가하여 5분간 끓인 후 잔여의 K₂Cr₂O₇을 0.2N-FeSO₄(NH₄)₂SO₄6H₂O의 용액으로 적정한다(Tyurin법).
- 토질역학적인 특성이 중요시되는 토양의 유기물함량은 「KS F 2104-88」(강열감량법에 의한 흙의 유기물 함유량 시험방법)에 의하여 측정한다.

5) 염분농도

- 질산은 용액을 표준용액으로 할로겐족 원소인 염소, 불소, 요오드의 각 이온을 적정에 의해 정량하는 방법의 중 하나이며, 중성용액하에서 크롬산염을 종점지시약(적갈색으로 발색)으로 적정하는 Mohr법에 의해 측정한다.

【참고문헌】『표토 활용을 위한 토양평가 기준』 녹색경관처-4798(2011.12.7)

I -3

획지(필지) 경계점 지적말뚝 설치방법**개 요**

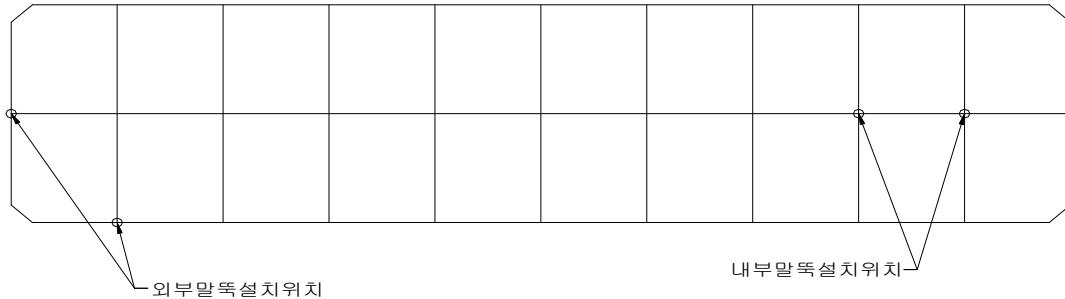
획지 경계점 지적말뚝은 확정측량의 경계확정과 분양고객의 현장방문 시 위치확인 및 건축 시점에는 경계선 확인 등 중요한 역할을 하고 있으며, 개발사업지구의 획지경계점에 대한 지적말뚝은 부지조성공사 완료시점에 경계석 설치가 완료되면 우리공사에서 별도 인부를 고용하여 직접 필지 경계점에 말뚝을 설치하거나, 지적확정 측량용역에 말박기 측량을 포함하여 시행하고 있으나, 고객 불만사항으로 지적경계 말뚝 유실 등 문제점이 제기됨에 따라 현황을 조사하여 지적말뚝 설치방법에 대한 현행 문제점을 살펴보고 개선대책을 수립.

주요내용**1. 문제점 및 개선 필요성**

- 1) 지적확정측량과 더불어 시행하고 있는 현행 획지 경계점 지적말뚝의 설치 방법은 지적 말뚝을 별도 기초없이 지표면에 단순 타격에 의하여 설치함으로써 쉽게 뽑히고 위치이동 및 망실됨에 따라 고객들로부터 불만 사항이 제기됨.
- 2) 또한 경계석 부근에는 지적 말뚝타입이 곤란하여 생략하는 경우가 있었으며, 말뚝이 뽑힐 경우에 대한 대처방안이 미흡하여 개선방안이 필요.
- 3) 우리공사에서 별도 인부를 고용하여 시행하는 경우 공사감독원이 직접 말뚝을 설치함으로서 준공시점의 업무량이 가중되어 현업 인력부족을 감안할 때 업무량 해소방안 필요.
- 4) 지적공사의 지적확정 측량용역에 포함할 경우에는 지적측량수수료율에 의거하여 말박기 측량비가 확정측량비의 50%를 적용토록 되어있어 과도한 비용지출을 수반.
- 5) 또한 필지별 상·오수 인입관의 매설 위치를 고려하지 않고 경계점을 설정함으로써 인입관이 한필지에 두 곳이 되거나, 한 필지에 한 곳도 안 생기는 경우가 발생할 수 있음.

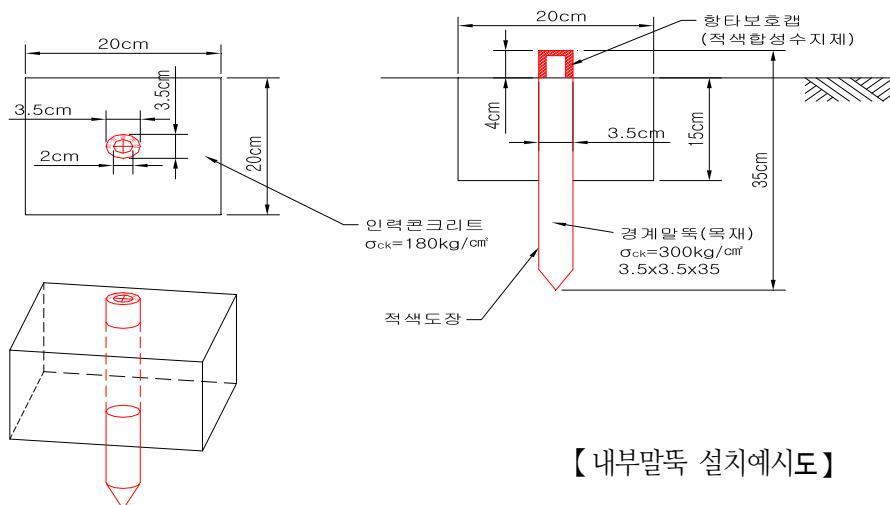
2. 지적 경계점 설치방법 개선

- 1) 설계시에 경계말뚝을 다음과 같이 필지 배합선 쪽에 설치되는 내부말뚝과 도로경계석 쪽에 설치되는 외부말뚝으로 구분하여 좀 더 견고하게 설치함으로써 훼손 방지 유도.



● 내부말뚝

- 말뚝의 설치 방법은 지적말뚝이 쉽게 뽑히지 않고 위치이동 및 망실되지 않도록 보호 콘크리트(20cm *20cm *15cm)를 타설.

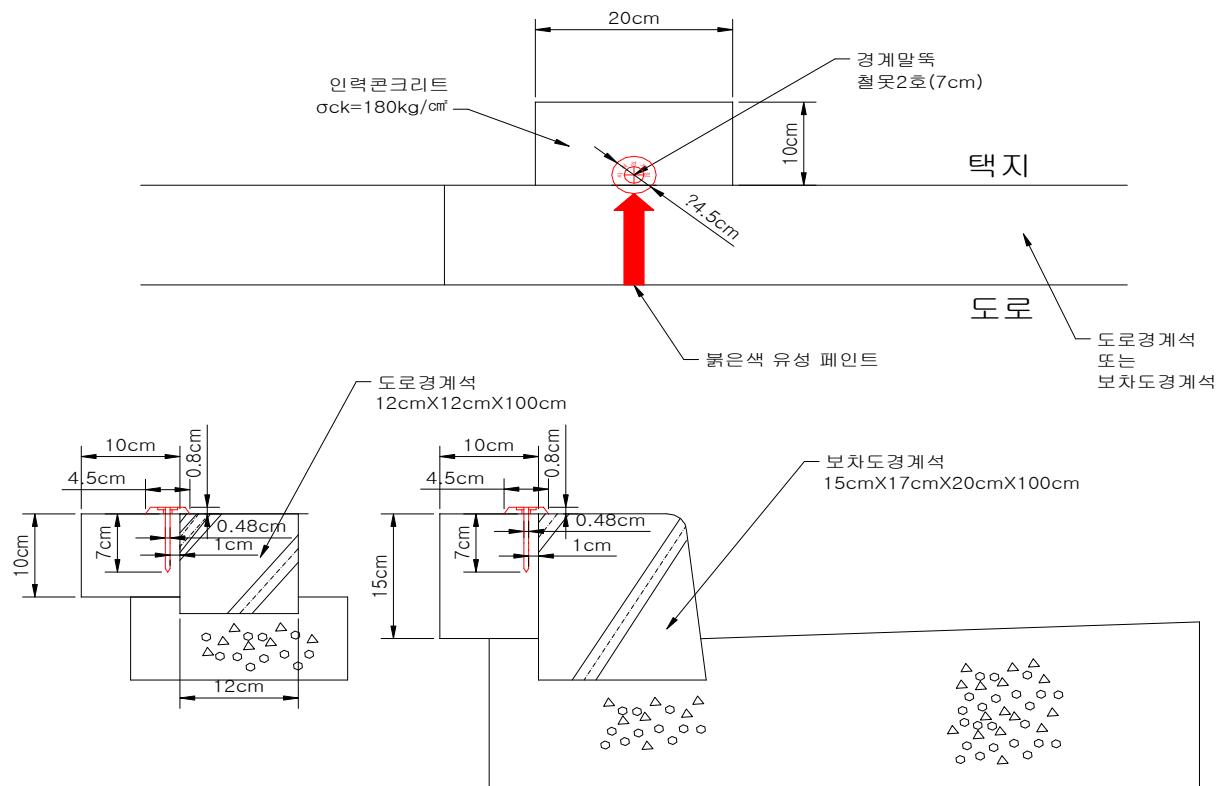


【내부말뚝 설치예시도】

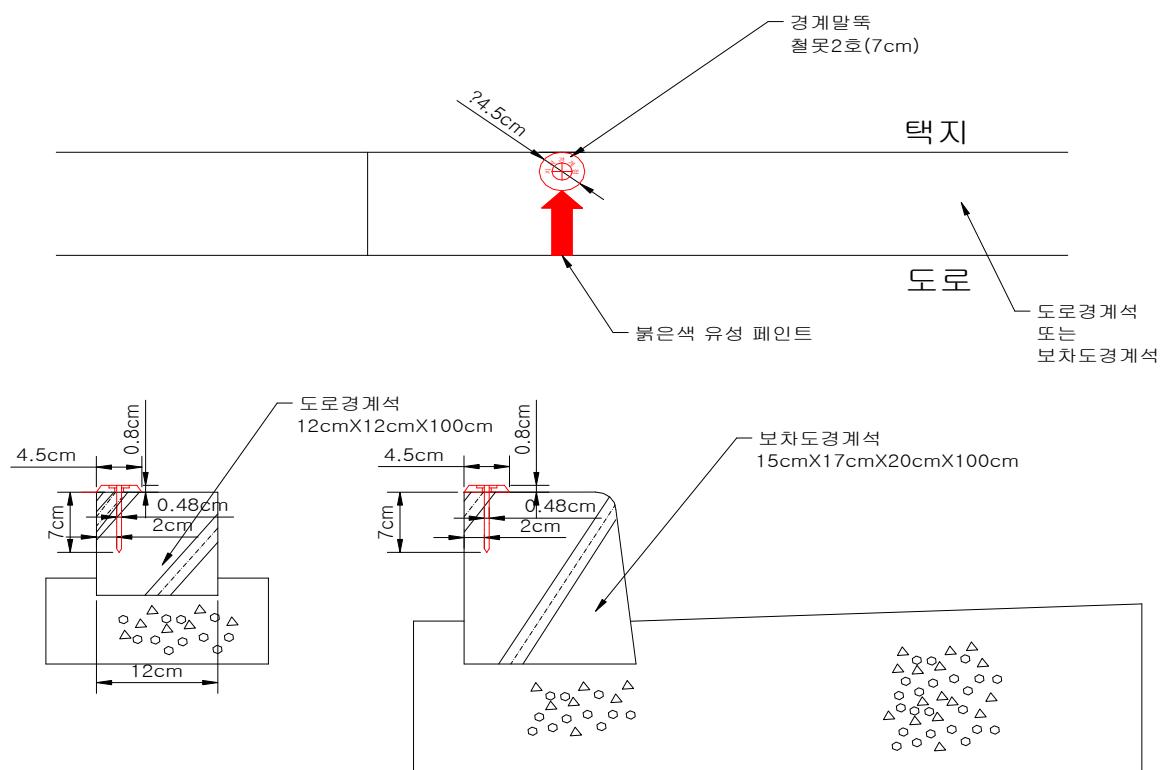
● 외부말뚝

- 경계석 부근에도 말뚝(철못)을 설치하고 말뚝이 뽑힐 경우를 대비하여 지적 경계표시 화살표를 장기적으로 휘발되지 않고 보존 될 수 있는 침투 및 피막 페인트 표시. 다음 방법1과 방법2중 설계자가 선택하여 설치하되 최대한 경계석의 택지쪽 모서리에 가깝게 설치.

【 방법 1 】



【 방법 2 】



- 2) 공사감독원이 직접 말뚝을 설치할 경우 준공시점의 업무량이 가중되고, 지적확정측량시 측량업자가 설치할 경우 상·오수 인입관과 연계한 말뚝설치에 문제점이 발생하므로 단지 조성공사를 시공하는 시공사가 수행토록 비용을 산정하여 시행하되 공사현장 감독원이 감독확인실시.

3. 공사 설계시방서 표기사항

- 1) 경계석 설치가 완료되면 가능하면 당초 좌표대로 펼지 경계선으로 설치하여야 하나, 시공오차가 발생한 경우 블록단위 측량을 실시한 후 펼지별 상하수도의 분기의 표시가 바뀌지 않는 범위 내에서 공급면적과 비교하여, 시공오차를 펼지별 면적 비율로 좌표 및 펼지별 거리를 조정.
- 2) 좌표의 설치는 광파기로 직접 찾는 방안과 거리로 먼저 측량한 후 광파기로 확인하는 방안을 검토하는 등 공급면적의 오차가 최소화 되도록 노력.
- 3) 공사감독원은 시방서를 기준으로 감독 확인하여 오차가 최소화 되도록 노력.
- 4) 콘크리트를 타설하는 경계석쪽 말뚝의 경우 콘크리트와 경계석의 부착이 잘되도록 콘크리트 설치부위를 깨끗이 청소한 후 콘크리트를 타설.

4. 기대효과

- 1) 지적경계말뚝의 손실을 최소화하여 장기 보존함으로서 고객이 건축시 경계점을 쉽게 파악할 수 있도록 하여 고객 불만사항 해소
- 2) 경계말뚝 설치를 시공시 하도록 하여 공사감독원 업무 부담 경감
- 3) 지적확정측량 용역비 절감(본 지침에 의한 시공시 30만평 기준 약 2천 4백만원 소요, 지적 확정측량 용역시 약 2억5천만원 소요, 공사자체시행 약8백만원 소요)
- 4) 현장별 업무 통일성에 기여

【참고문헌】『획지(필지) 경계점 지적말뚝 설치방법 개선』 품관(설)7818-1549(2004.11.30)

I -4

설계오차의 최소화를 위한 현황측량 업무처리 요령

개요

조사설계 시행과정에서 시행되는 현황측량의 지형현황측량 및 항공사진측량을 시행함에 있어 효율적인 시행으로 원가절감을 도모하고 정밀측량에 의한 오차를 최소화함으로써 합리적인 설계 및 시공을 시행하는데 있음.

주요내용

1. 용어의 정의

1) 지형현황측량

- 기본삼각점, 공공삼각점, 또는 공공다각점, 기본수준점 또는 공공수준점등의 골격측량의 결과로 부터 구하여진 기준점을 기초로 측량구역내 지형, 지물의위치를 측정하여 지형현황도를 제작하는 측량

2) 항공사진측량

- 항공기 및 기구 등에 탑재된 측량용 사진기로 연속촬영된 중복사진을 정성적분석(판독에 의한 환경 및 자원조사) 및 정량적으로 해석(지상위치 및 형상해석)하는 측량방법

3) NGIS 수치지도

- NGIS(National Geographic Information System: 국가지리정보체계)의 일환으로 국립 지리원에서 시행한 수치화된 지형정보

2. 적용대상지구

택지개발촉진법, 주택건설촉진법, 산업입지 및 개발에 관한 법률, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 도시개발법과 기타 관련 법률의 규정 등에 의하여 우리공사가 시행하는 각종 토지개발사업 및 부대사업

3. 현황측량 발주방법

3-1 시행방법

1) 국립지리원 NGIS 수치지도 시행지역

- 현황측량 발주 전 국립지리원에 NGIS시행유무를 확인(측량법 제30조1항)하고 국립지리원에서 NGIS수치지도제작을 시행하였을 경우 그 성과를 활용하되 설계를 위한 보완용역 시행

2) 국립지리원 NGIS 수치지도 미시행지역

- 용역시행 면적이 5만평 미만일 경우 : 지상측량 시행
- 용역시행 면적이 5만평 이상일 경우 : 항공사진측량 시행
- 5만평 내외규모의 사업지구는 사업지구 위치, 지형특성, 환율, 노임 등에 따라 변동이 있으므로 시행시 재검토 추진

3-2 시행축척 및 성과

1) 항공사진측량 : 1/1,000 축척 수치지도로 시행 납품

2) 지상측량 : 1/500축척으로 수치지도 편집시행 납품

3) 성과품의 작성 및 납품

- 지형도 제작 : 1/1,000수치지도 및 지형도만 성과품으로 납품
(1/500, 1/3,000, 1/5,000지형도는 자체 전산처리 생산)
- 지적도 및 지형지적종합도 : 1/1,000도면만 제작
(1/3,000지적도 및 지형 지적 종합도는 자체전산처리 생산)
- 지적도 제작을 위한 PN필름 복사 : 지적공사 발행 지적도 활용을 원칙.

4. 국립지리원 NGIS수치지도 성과품 활용

4-1 현황

국립지리원 시행 NGIS 성과품의 수치지도는 등고선에만 표고값이 부여되어 전산설계시 전, 담, 하천, 제방, 도로 등에 대한 지반고 산정이 지난하고 도화파일은 모든 지상물에 표고값이 부여되어 각종 건축물 및 지상구조물 위치에 대한 지반고 산정이 불가하여 토목 설계를 위하여는 도화파일에서 건축, 담장, 전주 등의 지장물에 대한 표고값을 제거하여 지반고 산정이 가능한 수치지도로 변환작업이 요구됨.

4-2 시행방안

- 1) 토목설계를 위한 변환된 수치지도 제작은 단순 편집작업이나, 작업시간이장시간 요구되고 업무량이 많은 점을 고려 업무의 효율성을 위해 용역시행
- 2) 용역시행기준
 - 과업구역 일부가 NGIS 수치지도 시행지구
 - 본용역에 포함 설계변경 시행
 - 과업구역 전체가 NIGS 수치지도 시행지구
 - 용역비가 3,000만원(약184만평)미만 : 수의계약
(국가를당사자로하는계약에관한법률시행령 제26조)
 - 용역비가 3,000만원 이상 : 일반경쟁입찰
 - ※ 추정용역비 산정기준 : 품셈 구조화 편집비 계상

5. 항공사진측량 시 임야부 표고 오차축소방안 시행

5-1 현황

항공사진측량 시 수립이 울창한 임야 및 계곡부는 도화작업에 의한 등고선 작업시 지반 표고점을 정확히 읽기 어려워 기능공 숙련도에 따라 등고선 작도에 커다란 오차를 동반할 수 밖에 없으므로 도화작업에 의한 등고선에 대하여 보완작업에 의한 오차 최소화 방안이 요구됨.

5-2 시행방안

- 1) 항공사진 촬영시기 준수
 - 도화작업 시 지반시준이 양호하도록 항공사진 촬영을 수립이 울창한 시기를 피하고 시계가 양호한 늦 가을~봄 사이에 시행함을 원칙.
- 2) 도화작업에 의한 등고선의 보완작업실시
 - 시행위치
 - 공사진상 울창한 수목으로 인하여 도화기로 지반 시준이 지난한 임야 및 계곡부 (측량감독원 확인)
 - 시행방법
 - 업추진상 촬영시기 조절이 어렵거나 촬영시기를 조절하여 시행할 경우에도 수목밀집 지역이나 계곡부에서는 근본적으로 지반 시준이 지난하므로 지반시준 지난지역 및

그주변지역중 도화기에 의하여 지상표고시준이 가능한 지점의 표고점(이하 보조표고점이라 함)을 다수확보하거나 현지확인 측량에 의거 확보된 보조표고점을 도화작업에 의하여 작도한 등고선과 비교한 후 보조표고점에 맞추어 등고선 보완작업을 시행함으로써 등고선의 표고오차발생을 최소화.

◎ 검사방법

- 용역감독이 항공사진상 시준이 지난한 위치를 확인하고 도화작업시 최초 등고선 작업성과와 보조 표고점을 이용한 등고선 수정 작업의 실시여부를 확인(최초 도화에 의한 등고선 도면과 보조 표고점을 이용한 수정 등고선도면을 확인)

5-3 추진절차

- 1) 현황측량발주시 과업지시서상에 동 사항을 반영 조치
- 2) 측량시행시 동 사항을 검토 확인

6. 측량감독 시 유의사항

1) 편차 보정을 위한 관련기준

- ◎ LH 『측량업무지침』, 「단지개발사업 조사설계용역(토목) 표준과업내용서」에 설계단계에서 좌표체계 간 편차 보정 절차에 대하여 규정

측량업무지침, 과업내용서(조사설계용역, 토목)

- 기본계획수립, 설계, 공사시행 시 활용할 수 있도록 사업지구 경계지적좌표를 국가좌표로 변환하여 지형도에 사업지구 경계를 표시하고 측량성과, 좌표변환 분석, 검토자료 및 변환좌표를 제출하여야 한다.
- 좌표변환은 사업지구에서 대표성을 갖는 5개 이상(다각형)의 지적좌표점을 감독자와 협의 선정하여 국가좌표로 확인측량을 실시하고 확인된 국가좌표와 지적좌표 편차 등을 분석, 검토 한 결과를 토대로 실시한다. 단, 좌표변환이 어려운 경우에는 그 사유를 명시하고 현장여건에 맞게 조치한다.

2) 지형 · 지적 간 좌표체계 상이에 따른 편차 확인

- ◎ 단지, 도로 등 계획 · 설계 · 시공을 위해 경계의 정확도가 담보되어야 하고 지적의 근원적 오차, 좌표체계 이원화에 따라 동일 지점에 대한 지적측량 성과와 현황측량 성과 간 편차 발생
- 지구계 경계를 따라 현실경계를 정확히 구분 할 수 있는 공통점 확보와 공통점의 정확도 분석을 통한 편차 확인 및 보정이 필요

3) 지형 · 지적측량 보정 방법 [(구)Koland 설계기법]

구 분	내 용
측 량	<ul style="list-style-type: none"> 지구계 경계복원측량 시행 시 지형측량 표석 매설점에 대한 지적좌표측량 실시 및 편차 확인
편차 보정 방안	<ul style="list-style-type: none"> 편차가 허용범위일 경우 <ul style="list-style-type: none"> 예정지적좌표 성과를 지형도상 지구계점으로 결정 편차가 허용범위를 초과하나 편차의 길이와 방향이 일정한 경우 <ul style="list-style-type: none"> 지적좌표성과를 편차의 평균치 만큼 이동하여 지형도상 지구계 점을 결정 편차가 허용범위를 초과하고 분산된 경우 <ul style="list-style-type: none"> 측량오차로 인한 문제이므로 측량에 대한 검증이 요구되며, 필요 시 재측량
지구계 관리방안	<ul style="list-style-type: none"> 표석 매설점의 지적좌표성과는 지적기준점으로 활용하고 지구계 예정지적 좌표점을 지구계로 관리함으로서, 사업준공 시까지 지구계 불부합 문제가 발생치 않도록 관리

【참고문헌】 『설계오차의 최소화를 위한 현황측량 업무처리기준』 단지(설2)6272-500(1999.9.30)

I -5

시공오차방지를 위한 지구경계복원측량 및 예정지적좌표도 작성기법

개 요

단지개발사업을 시행하면서 사업지구의 용지경계 설정에 있어 실시설계시 경계좌표와 한국 국토정보공사(舊 지적공사)에 의뢰하여 작성된 용지도에 의한 지적경계점이 이원화되어 있어 용지경계의 편차가 발생하고,

한국국토정보공사에서는 용지경계에 대하여 지적말목을 설치하는 것으로 성과납품됨에 따라 지적말목의 멸실 또는 이동 등으로 신뢰성을 확보하기 어렵고 훼손된 지적말목의 경계복원시 한국국토정보공사에 재의뢰하는 등 문제점을 보완하는 신뢰성확보를 위한 지적경계점 설치 및 복원 방안을 수립.

주요내용

1. 시행방법

1) 적용대상지구

- 공공주택 특별법, 민간임대주택에 관한 특별법, 산업입지및개발에관한법률, 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률과 기타 다른 법률의 규정에 의하여 우리공사가 시행하는 토지 개발사업(이하 “단지조성 사업지구”)에 대해 적용
- 국토의계획및이용에관한법률에 의한 도시계획도로 등 지구외 간선시설의 경우 지적법에 의한 경계점좌표등록부 비치지역이 아니어서 예정지적좌표도는 작성할 수 없으나, 도시 계획선 명시측량 및 도로경사면에 의한 공구계측량은 가능하므로 예정지적좌표도 작성 관련 부분을 제외하고는 이 지침을 적용

2) 예정지적좌표도 적용업무

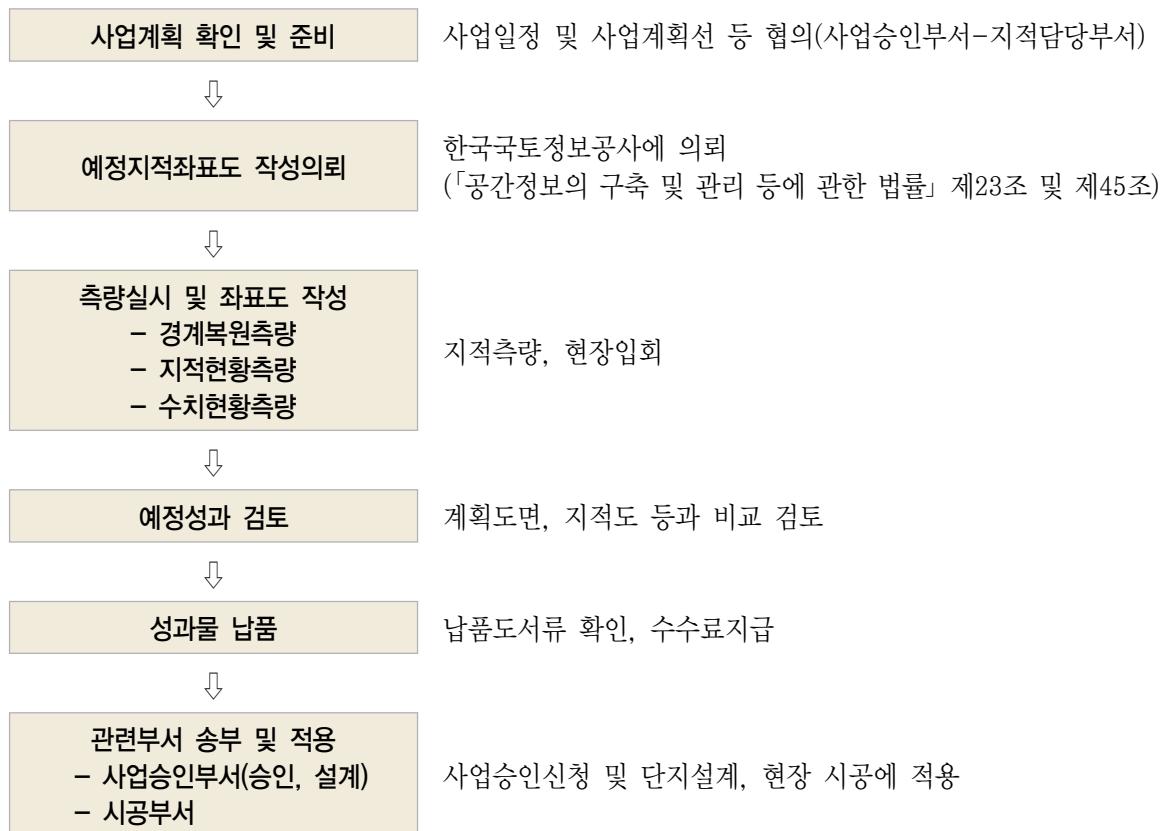
- 사업승인신청 업무 : 사업승인신청 전 예정지적좌표도 작성 요청하여 그 결과를 사업 승인 신청 내용에 적용할 수 있도록 하고, 지구계 변경 등 사업계획 변경 시 용지취득 부서에 변경사항 통보. 지형현황측량 시행의 경우 동 사항에 대하여 용지취득부서에 통지.

- ◎ 단지설계 업무 : 최초 단지설계에 예정지적좌표를 반영하여 동일한 좌표에 의한 일률적인 단지설계가 될 수 있도록 함.
- ◎ 현장 시공 업무 : 현장시공을 위한 설계좌표와 예정지적좌표의 일치여부를 반드시 확인하여야 하며, 예정지적좌표도를 활용하여 지구외 토지를 침범하여 시공하지 않도록 함.
- ◎ 지형현황측량 업무 : 지형현황측량 담당부서에서는 사업승인 담당부서에서 승인관련 자료 요청이 있을 경우, 예정지적좌표도 작성부서와 협의하여 각각의 측량일정 및 기준점 등을 공유함으로써 지형도와 지적도의 불일치로 인한 문제를 최소화하여야 함.

3) 시행 및 관리부서

- ◎ 지역본부 및 사업본부의 용지취득부서에서 작성 · 관리

4) 작성 절차



2. 계약업무요령

1) 계약내용

- ◎ 단지조성 사업지구 : 지구경계복원측량 및 예정지적좌표도 작성
- ◎ 지구외 간선도로 : 지구경계복원측량 및 도시계획선 명시측량

2) 수수료 산정기준

- 의뢰당시의 지적측량수수료 단가(「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제106조에 따라 국토교통부장관이 고시하는 금액)에 의한 실제 업무이행에 소요된 금액으로 함.
- 용지비(건설원가 직접비로 투입) 예산 항목으로 처리

3) 계약 시 유의사항

- 계약체결후 착수전에 한국국토정보공사에서 추진일정계획이 포함된 착수계를 제출.
- 예정지적좌표는 필요시 지구계점 뿐만 아니고 지구외 연결도로 등 사업지구와 연결해야 할 외부간선시설의 지구계상 위치도 포함.
- 한국국토정보공사는 예정지적좌표도의 지구계점 좌표가 지구계 변경이 없는 한, 지적법에 의한 지적확정측량시의 좌표와 일치되도록 계속 유지.
- 측량수수료 지불은 우리공사 담당직원의 성과검수 후(지불시는 검수조서 첨부) 지출.
- 납품받을 도서류는 다음과 같으며, 계약내용에 따라 한국국토정보공사와 협의 결정
 - 지적측량기준점 성과 및 망도(소관청 검사필 사본 및 표석대장 등 조서파일 사본)
 - 지적현황측량성과도
 - 경계복원측량성과도(경계복원측량을 시행한 경우에 한함)
 - 예정지적좌표도(*.dwg 또는 *.dxf 파일포함)
 - 종전도 및 종전토지조서(*.xls, *.dwg 또는 *.dxf 파일포함)
 - 경계점별 좌표계산부
 - 좌표면적 및 경계점간 거리계산부(계산부 표지에는 해당지사 명칭 기재 후 직인 날인)

3. 측량시 유의사항

- 1) 지구경계 복원측량 및 예정지적좌표도 작성에 필요한 지적측량은 지형측량시 기설치한 표석매설점을 필히 기준점으로 사용하여 복원측량 및 예정지적좌표 측량을 실시토록하여 동일 기준점들에 대하여 지형측량의 좌표와 복원측량에서 구하여진 좌표를 비교 지적 및 지형좌표간 편차확인에 활용토록 하며, 지형측량 표석매설점 사용이 어려워 신규 기준점을 설치할 경우에는 사업 지구 경계 밖 지반이 견고한 곳에 지구계점 복원이 가능하도록 설치하고 지적법에 따른 표석 또는 표지를 설치하여 항구적 보존 관리.
- 2) 지구계점은 지적도 또는 임야도의 경계와 실지경계와의 부합여부를 확인하는 경계복원 및 기지확인측량 후 예정지적좌표를 산출함.
- 3) 지적측량감독원은 경계점표지(말뚝) 설치 시 입회하여 확인할 수 있도록 미리 측량일시를 한국국토정보공사로부터 통보받도록 하고, 측량 시 동행하여 추후 위치확인이 용이하도록 사진촬영 등 기록관리.
- 4) 지구외 간선도로의 경우 지적측량시 설치한 경계점표지를 지형측량시 좌표로 측량하여 좌표도를 작성

4. 관련부서 등 통보 및 활용

- 1) 지적측량이 완료되면 지적측량 감독부서는
 - ◎ 용지업무 담당부서
 - ◎ 본사주관 용역인 경우 본사 용역감독업무 담당부서
 - ◎ 자체설계지구인 경우는 자체설계 담당부서
 - ◎ 지형현황측량용역이 시행중인 경우는 동 측량용역사 등
 - 지적측량성과 사본을 관련부서 등에 통보하여 지형현황측량, 계획 및 설계 등 관련 업무에 활용.
- 2) 용역감독업무 담당부서는 예정지적좌표성과를 용역사에 통보하고, 용역사는 동 좌표에 의해 계획·설계내용을 조정하는 등 용역과업수행에 활용.
- 3) 개발계획 등 인·허가 승인을 득한 지구중 지구계점에 대한 예정지적좌표의 활용으로 인·허가 변경이 필요한 경우는 인·허가 변경 조치.

【참고문헌】 『설계오차의 최소화를 위한 현황측량 업무처리기준』 단지(설2)6272-500(1999.9.30)

욕심이 적으면 적을수록 인생은 행복하다. _ 공자

제Ⅱ장 토공

1. 비다짐구간 단지성토고 허용오차 관리방안 208
2. 연약지반 공용하중 적용방안 211
3. 단지 연약지반 허용잔류 침하량 기준설정 213
4. 연약지반 수평배수층 설계방안 216
5. 골재생산 크러셔장비 적정조합 적용방안 222
6. 공동주택지 미성토고 산정요령 226
7. 경제적인 토공 이동 및 운반로 설계 230
8. 제척지 주변의 합리적인 단지계획고 설계 235
9. 암발생 단독주택지 부지계획고 설정 238

II -1

비다짐구간 단지성토고 허용오차 관리방안

개요

- 비다짐구간의 경우 안전성, 사용성, 미관, 후속공정 등에 대한 영향이 적고 정밀도가 크게 요구되지 않는 부분으로 허용오차를 필요 이상으로 엄격하게 제한하는 것은 불필요.
- 설계 및 현장에 실제 반영되는 시공장비(불도저) 및 시공방법 등을 고려하여 현 허용 오차규정 완화 필요
- 토공량의 정확성을 위하여 개별측점에서의 허용오차는 완화하되 블록 평균 허용오차를 도입

주요내용

1. 관련규정

1) LH 전문시방서

(흙쌓기구간) 비다짐 구간, 노체 : $\pm 5\text{cm}$

(땅깎기구간) 비다짐 구간, 공원 등 : $\pm 5\text{cm}$

2) 일반측량 작업규정(국토부, 국토지리정보원)

원지반 지형측량의 허용오차는 $\pm 10\text{cm}$ 이내로 한다.

노체의 허용오차는 $\pm 5\text{cm}$ 이내로 한다

3) 도로공사표준시방서(국토부)

노상면은 명시된 표고에서 $\pm 3\text{cm}$ 이내로 한다.

4) 비다짐구간 준공검사시 측량 확인(LH 준공사후평가업무지침)

예비준공검사시 대규모 토공 및 대단위 블록에 대한 토공사의 성과확인이 필요한 경우 외부 전문기관에 측량의뢰 검사를 실시할 수 있음.

* 2014년 예비 준공검사시 측량검사를 할 수 있도록 보완

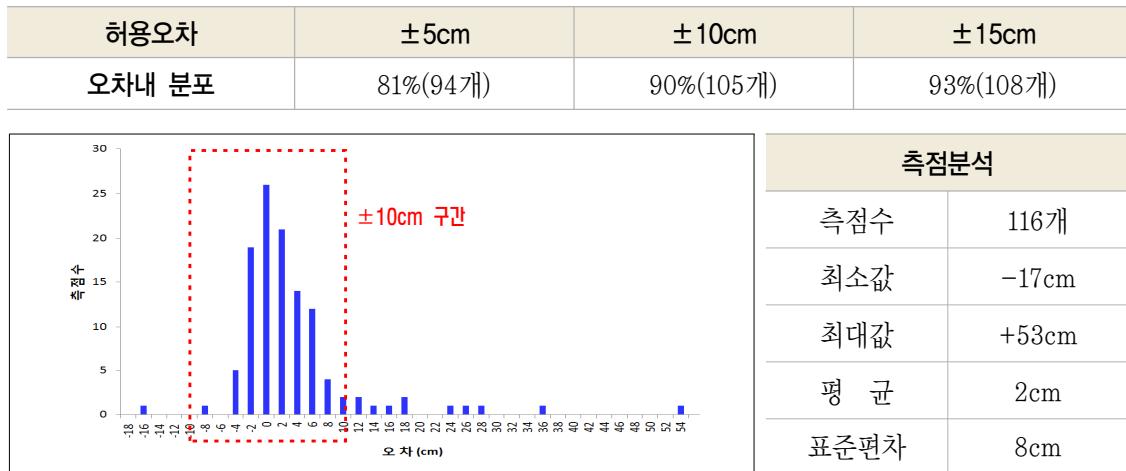
2. 현황 및 문제점

- 1) (비현실성) 비다짐구간의 경우 장비(불도저) 특성상 마무리면을 $\pm 5\text{cm}$ 내로 정밀하게 관리하기 어려움.
 - ◉ 다짐을 하는 노체와 비다짐구간의 허용오차를 같은 수준으로 관리 하는 것은 과도한 규제
- 2) (환경영향) 강우 및 바람에 의한 토사 유실, 지반침하 등으로 시공 후 부분적으로 토공 요철이 발생
- 3) (비용발생) $\pm 5\text{cm}$ 허용오차를 충족하기 위해서는 롤러 다짐 또는 그레이더 등 정밀한 마무리면을 조성할 수 있는 장비 투입 필요
 - ◉ 비다짐구간의 경우 사용성, 미관 등 감안시 높은 정밀도 불필요
- 4) (외부점검) 외부기관 점검시 허용오차 미충족 의견제시

3. 개선방안

3-1 허용오차의 적정성(현장조사 결과)

- 1) 116개 측점분석 결과 오차의 최대, 최소값은 57cm , -17cm 이며 허용오차 범위가 $\pm 10\text{cm}$ 이상인 경우 전 측점의 90%가 허용오차 범위내 분포



- 2) 허용오차의 한계는 표준편차의 $\pm 1.5\sim 2.5$ 배* 수준

$$\Rightarrow (\pm 1.5\sim 2.5) \times \text{표준편차}(8\text{cm}) = \pm 12\text{cm} \sim \pm 20\text{cm}$$

* 「시공오차 한계설정을 위한 현장조사 및 분석(舊 대한주택공사)」에서 허용오차는 표준편차의 1.5~2.5배 수준

3-2 기준개선

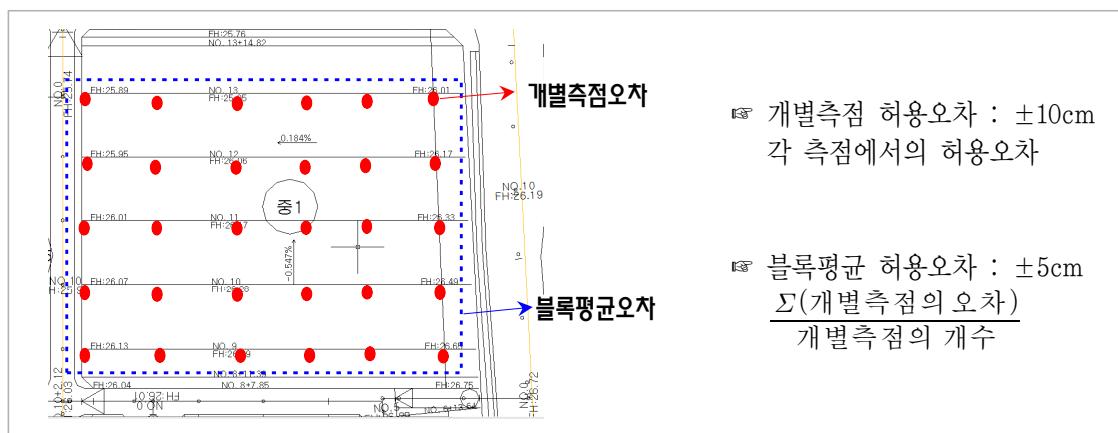
개별측점에서의 허용오차는 완화하고 블록 평균 허용오차를 추가하여 토공량 관리

1) 개별측점 허용오차 ($\pm 10\text{cm}$)

- 장비특성 및 환경요인, 사용성, 요구되는 정밀도 등을 감안하여 현실적으로 관리될 수 있는 허용오차로 개정 $\Rightarrow \pm 10\text{cm}$
 - (현실성) 측점오차의 90%가 $\pm 10\text{cm}$ 내 분포(표준편차의 1.5배 수준)
 - (상위규정) 비다짐구간과 유사한 조건인 '원지반 지형측량'의 허용오차 $\pm 10\text{cm}$ 와 동일 수준 [일반측량작업규정]

2) 블록평균 허용오차 ($\pm 5\text{cm}$)

- 토공량의 적정 관리를 위하여 블록의 평균허용오차를 $\pm 5\text{cm}$ 로 하여 개별측점오차와 병행관리



* 측점간격은 20m 간격을 원칙으로 하되 블록의 크기나 현장여건 등을 감안하여 감독과 협의하여 검측 계획에 따라 조정

3) 현장관리

- 토공 마무리면의 허용오차가 준공시까지 유지될 수 있도록 현장관리
 - 「LH 준공사후평가업무지침」에 예비준공시 토공 마무리면 측량검사

4. 기대효과

- (시공관리 용이) 개별측점에서의 허용오차를 현실적인 수준으로 조정하여 시공관리의 실효성 확보 및 건설크레임 방지
- (점검시 대응) 각종 대외 점검시 불필요한 지적 및 민원을 사전에 예방하여 공사 이미지 제고

【참고문헌】 『토공사 허용오차기준 개정』 단지기술기준처- 74(2014.1.9)

II-2

연약지반 공용하중 적용방안

개요

- 공용하중이란 연약지반개량 완료 후 추가로 발생하는 하중(도로하중 및 건물하중 등)을 말하며, 연약지반 개량공법 설계시 공용하중을 고려하여 추가적인 압밀침하가 발생하지 않도록 해야함.
- 현행 설계지침(토목)상 공용하중과 관련한 기준의 부재로 설계시 지구별로 상이한 공용하중을 적용하고 있어 일관된 기준 수립 필요

주요내용

1. 기준검토

1-1 관련기준

- 도로교설계기준 : DB-24- 13kN/m²

1-2 설계사례

(단위 : kN/m²)

사업명	도로	단지						녹지 (공원)
		단독 주택	근린 생활	공동 주택	학교	상업	기타	
김해진영2	6~33	30	-	-	-	-	종교 50, 준주거 50	-
사이언스파크	16~23.6	-	-	-	-	-	-	-
석문산업단지	16~28.4	-	-	-	-	-	-	-
행정복합도시	16~	-	-	-	-	-	-	-
양산물금	14.7~	30	50					
영종하늘도시	13~	30	30	-	-	-	-	-
시흥은계	13~	50	50	-	-	-	-	-

2. 검토결과

2-1 도로

- 교통하중과 포장하중을 감안 적용

2-2 단독주택용지, 균린생활시설용지

- 직접기초로 시공하는 단독주택의 경우 토지 매수자가 별도의 지반처리를 하지 않으므로 추가침하에 따른 민원예방 차원에서 건물하중 고려하여 층당 $10\text{kN}/\text{m}^2$ 적용(지구단위 계획 고려하여 반영)

2-3 기타용지

- 도로, 단독주택용지 및 균린생활시설용지를 제외한 용지는 공용하중 미고려.
 - 개별 용지매수자가 별도로 건물하중 검토 반영.

▣ 개정안

구 분	설계지침(토목)										
현 행	(없음)										
개정안	3.13.3 연약지반처리 기준 마. 공용하중을 고려하여 연약지반 처리공법을 설계하여야 하고, 기준은 다음과 같다										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구 역</th> <th>공용하중(kN/m^2)</th> <th>비 고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>도로부</td> <td>교통하중+ 포장하중</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> · 교통하중은 “4.5.3 토피별 암거 활하중”의 “가”항 및 “다”항 적용 · 포장하중은 포장재 단위중량, 포장두께 고려 </td> </tr> <tr> <td>단독주택용지, 균린생활시설용지</td> <td>건물하중</td> <td>층당 $10\text{kN}/\text{m}^2$(지구단위계획 고려)</td> </tr> </tbody> </table>	구 역	공용하중(kN/m^2)	비 고	도로부	교통하중+ 포장하중	<ul style="list-style-type: none"> · 교통하중은 “4.5.3 토피별 암거 활하중”의 “가”항 및 “다”항 적용 · 포장하중은 포장재 단위중량, 포장두께 고려 	단독주택용지, 균린생활시설용지	건물하중	층당 $10\text{kN}/\text{m}^2$ (지구단위계획 고려)	
구 역	공용하중(kN/m^2)	비 고									
도로부	교통하중+ 포장하중	<ul style="list-style-type: none"> · 교통하중은 “4.5.3 토피별 암거 활하중”의 “가”항 및 “다”항 적용 · 포장하중은 포장재 단위중량, 포장두께 고려 									
단독주택용지, 균린생활시설용지	건물하중	층당 $10\text{kN}/\text{m}^2$ (지구단위계획 고려)									

【참고문헌】『연약지반 공용하중 기준』 단지기술기준처- 74(2014.1.9)

II-3

단지 연약지반 허용잔류 침하량 기준설정

개요

- 허용잔류침하량이란 잔류침하량의 허용치로서, 연약지반처리공사가 완료된 이후에 발생하는 잔류침하량*이 허용잔류침하량 이내로 설계

* 잔류침하량 = 최종압밀침하량-개량공법완료시 압밀침하량
- 현행 설계지침(토목)상 도로 및 녹지를 제외한 용지에 대한 허용잔류침하량기준의 부재로 설계시 지구별로 상이한 허용잔류침하량을 적용하고 있으므로 일관된 기준 수립 필요

주요내용

1. 기준검토

1-1 관련기준(유사기준 검토)

- 1) 구조물기초 설계기준 해설(국토교통부 2009)

▣ 구조물의 손상한계(표2.5.5)

구 분		독립기초	확대기초	비 고
최대침하량 (cm)	점성토	6.4	6.4	
	사질토	5.1	3.8~6.4	

- 2) 설계실무지침서(한국도로공사)

조 건	허용잔류침하량(cm)	비 고
포장공사 완료후의 노면 요철	10	
BOX CULVERT 시공시 더올림 시	30	
배수시설	15~30	

3) 국도건설 설계실무 요령(국토교통부)

조 건	허용잔류침하량(cm)	비 고
도로공용 시	10	
배수박스	30	

1-2 설계사례

(단위 : cm)

사업명	도로	단 지						녹지 (공원)
		단독 주택	근린 생활	공동 주택	학교	상업	기타	
김해진영2	10	5	–	10	10	–	종교 5, 준주거5	30(30)
부산명지	10	5	–	–	–	–	10	30
사이언스파크	10	20	20	20	20	20	–	20
석문산업단지	10	10	10	10	10	10		30
행정복합도시	10	10	10	10	10	10		30
양산물금	10	5	5	10	10	10	종교5, 사회복지5, 변전소 10	30(30)
영종하늘도시	10	5	5	10	10	10	10	30
시흥은계	10	5	5	10	–	10	주차장 10	30(30)

2. 검토결과

2-1 도로 및 녹지

◎ 현행기준 유지

- 도로 : 10cm, 녹지 : 30cm(단, 지중관로 및 구조물설치부위 녹지는 10cm)

2-2 단지

1) 단독주택용지와 기타용지로 구분

2) 단독주택용지 : 직접기초로 시공하고 매수자가 별도의 지반처리를 하지 않는 점 및 추가침하로 인한 민원방지 등을 고려하여 5cm 적용

◎ 직접기초의 구조물손상한계(구조물기초 설계기준 해설, 국토교통부 2009) 및 기존 설계현황 반영

3) 기타용지 : 연약지반개량 공사의 편의성 및 도로와의 부등침하 방지 등을 고려하여
도로와 동일한 10cm 적용

구 분	설계지침(토목)								
현 행	<p>3.10.3 연약지반처리 기준 라. 지반의 허용 잔류침하량 기준은 다음과 같다. 1) 도로 : 10 cm(지중관로 및 구조물설치부위 녹지 포함) 2) 녹지 : 30 cm</p>								
적 용	<p>3.13.3 연약지반처리 기준 라. 지반의 허용잔류침하량 기준은 다음과 같다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th><th>허용잔류침하량(cm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>단독주택용지, 균린생활시설용지</td><td>5</td></tr> <tr> <td>도로, 지중관로 및 구조물설치부위 녹지(공원), 기타용지(단독 및 균생용지 제외)</td><td>10</td></tr> <tr> <td>녹지</td><td>30</td></tr> </tbody> </table> <p>(구조물 파손 또는 기능을 손상시키지 않는 범위 내에 있도록 토지이용계획, 토지 사용시기, 구조물 기초형식, 연약지반 심도, 두께 균일성, 토질특성 등을 종합적으로 고려하여 변경할 수 있다)</p>	구 분	허용잔류침하량(cm)	단독주택용지, 균린생활시설용지	5	도로, 지중관로 및 구조물설치부위 녹지(공원), 기타용지(단독 및 균생용지 제외)	10	녹지	30
구 분	허용잔류침하량(cm)								
단독주택용지, 균린생활시설용지	5								
도로, 지중관로 및 구조물설치부위 녹지(공원), 기타용지(단독 및 균생용지 제외)	10								
녹지	30								

【참고문헌】『연약지반 허용잔류 침하량 기준』 단지기술기준처- 74(2014.1.9)

II -4

연약지반 수평배수층 설계방안

개요

상기 수평배수층의 역할에 따른 수평배수층 설계 주안점을 어디에 두고 어떻게 보완 계획을 검토 하느냐에 따라 통상 포설하는 두께(50cm 이상)에 대한 설계기준을 재검토하여 합리적이고 경제적이 수평배수층의 설계를 통한 원가절감은 물론 원활한 공사시행을 도모하고자 함

주요내용

1. 현황

- 연약지반의 처리에는 필연적으로 수평배수층을 설치하게 되는데 이 수평배수층의 역할은
 - 암밀진행에 따라 배수되는 간극수의 횡방향 배수, (2)성토내의 지하수위를 저하시키는 배수층 역할, (3)연약지반에서의 건설공사를 원활하게 수행할 수 있도록 하는 주행성 확보이다
- 연약지반의 처리는 궁극적으로 연약지반내 간극수를 배제하여 암밀을 촉진시켜 강도를 증진하고자 하는 것인 바, 간극수배제를 위해 설치하는 수평배수재는 통상 지반개량 대상 면적의 전역에 걸쳐 50~100cm 정도의 두께로 포설하기 때문에 그 사용량이 방대*하다.

* 연약지반 처리에 사용된 수평배수재 사용현황

사업지구	연약지반 처리 면적(천m ²)	수평배수재 사용량(천m ³)	처리공사비 (백만원)	비고
계		9,071	128,370	
양산물금	2,275	1,943	16,622	생산
인천서창2	1,481	740	6,181	구매
인천영종	3,976	1,988	33,219	구매/생산
인천청라	6,786	3,323	52,059	구매
김포한강	2,124	1,077	20,289	생산

또한, 건설현장에서 모래 및 골재의 수급이 용이하지 않으며 원거리의 채취원으로부터 운반 시공에 따른 공사비 증대 및 공기지연으로 공사에 막대한 영향을 미치고 있는 실정임

2. 수평배수층 설계에 대한 공학적 고찰

2-1 경험적 방법- 표층의 콘지지력에 의한 방법

- 연약지반 표층의 평균 콘지지력(q_u)을 고려하여 제시된 샌드매트 표준두께

표층의 콘지지력 계수 $qc(\text{kgf/cm}^2)$	샌드매트 두께 (cm)	비 고
2.0 이상	50	$q_c = 5 q_u = 10 C_u$
2.0 ~ 1.0	50 ~ 80	
1.0 ~ 0.75	80 ~ 100	
0.75 ~ 0.5	100 ~ 120	
0.5 이하	120 이상	

☞ 통상 샌드매트 두께의 하한치로 적용

2-2 장비주행성 기준

작용응력 산정 개념도	원지반 작용 시공장비 응력 산정
	<p>LH 적용기준</p> $q = \frac{W \times \alpha}{[(b + 2h \times \tan\theta) \times a]}$ <p>q : 원지반상 작용응력(kpa) α : 충격계수 W : 복토층 두께(m) a, b : 접지길이, 폭(m)</p>

- 시공장비의 접지압(q)이 허용지지력(q_a)보다 큰 경우에는 수평배수층(샌드매트)에 의해 시공장비의 접지압을 감소시켜 $q < q_a$ 가 될 수 있는 수평배수층(샌드매트)의 두께를 선정
- 장비하중 대비 지지가능여부 판단으로 공학적 근거 명화

2-3 소요 통수능 기준

- 시간의존적 거동인 연약지반 암밀에서 수평배수재가 제 기능을 발휘하지 못할 경우 암밀에 의해 배출된 간극수가 외부로 원활하게 배출되지 못하여, 결과적으로 암밀지연을 발생시키게 되므로 수평배수재의 성능유지는 연약지반 개량에 있어 중요한 영향인자로 작용한다.
- Giroud 제안식

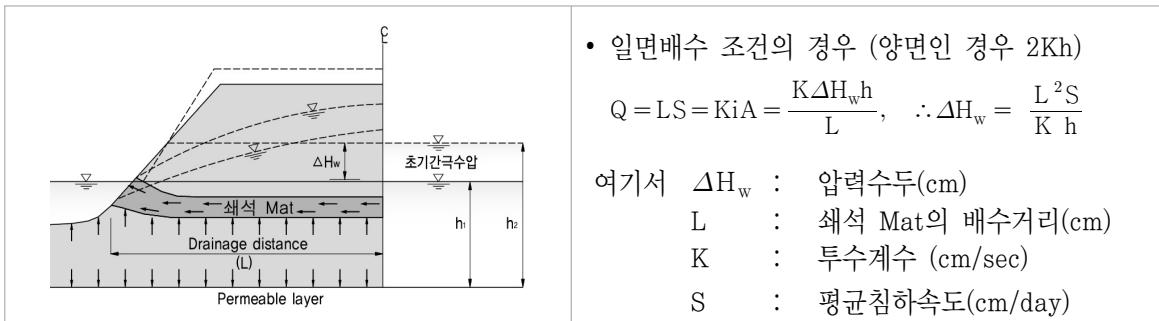
$$q_m = \frac{B^2 K}{(c_v T)^{1/2}}$$

$$q_m = \text{통수능}(\text{m}^3/\text{min}/\text{m}) \quad c_v = \text{흙의 암밀계수}(\text{m}^2/\text{min})$$

$$B = \text{필터매트 폭}(\text{m}) \quad k = \text{흙의 투수계수}(\text{m}/\text{min})$$

$$T = \text{성토공사기간}(\text{min})$$

3) 한국도로공사(KHC) 도로설계실무편람(1998)



수평배수층내에 선토기간동안의 평균압력수두(ΔH_w)가 수평배수층의 두께(h)보다 적으면 암밀지연이 없다는 가정하에서 수평배수층 두께는 $\Delta H_w \leq h$ 인 h 를 결정하면 됨.

상기 식으로부터

$$q_m = K \times h = \frac{L^2 \times S}{2 \times \Delta H_w} \leq \frac{L^2 \times S}{2 \times h} = \frac{L^2 \times \frac{\text{침하량}_{fill}}{\text{침하시간}_{fill}}}{2 \times h}$$

4) 김(2001)의 제안

- 무처리 연약지반위에 성토시 수평배수층의 소요통수능은 지반토의 암밀계수($cv \text{ cm}^3/\text{s}$), 압축지수(C_c)와 수평배수층의 배수거리(L_d, m)의 제곱에 비례하며, 암밀지연 5% 이내인 소요통수능은 안전율 1.5을 고려하여 상관식을 제시 $q_m = 18 \times [cv \times (L_d)^2 \times C_c]$

5) 각 제안식들의 비교

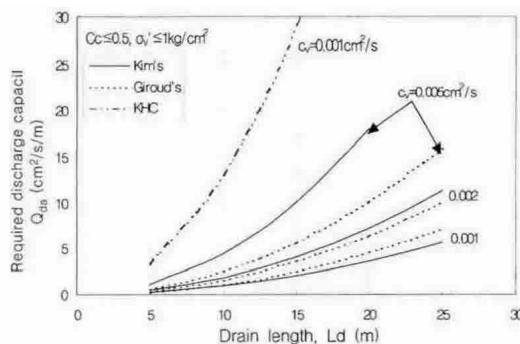


Fig. 6 Required discharge capacity of horizontal drain

- 수평배수층 통수능에 대한 위의 3가지 제안 값을 함께 비교한 도표로서 김(2001)과 Giroud(1981)의 제안값은 유사한 값을 보이지만 KHC(1998)의 기준은 다른 제안값보다 10배이상 큰 값을 보이고 있는 바, KHC(1998) 기준이 수평배수재 내에 압력수두가 전혀 발생되지 않는 통수능을 기준으로 한 것이므로 극히 보수적인 값으로 판단됨

3. LH 설계지침(토목) 검토

3-1 설계지침 개정(안) 검토

1) 표층 콘지지력에 의한 표준두께 설정

- 문제점 : 연약지반 표층의 콘 지지력(q_u)에 따른 샌드매트의 표준 두께를 제시(50cm가 최소)하고, Trafficability 및 통수기능을 만족하는 두께를 산정하여 이중 최대값을 적용하도록 함으로써, 샌드매트의 두께는 최소 50cm 이상으로 규정되어 짐
- 개선방향
 - 경험적인 수치를 바탕으로 제시한 콘지지력에 의한 방법은 공학적 타당성이 미약하고 표준두께를 설계시 최소두께로 적용하는 등 과다설계를 유도할 우려가 있으므로,
 - 연약지반 수평배수층 두께설계는 배수기능과 장비주행성을 만족하도록 공학적 계산에 의해 정량적으로 결정하도록 하고, 초연약 및 대심도지반은 불확실성이 큰 점을 감안하여 CPT시험 콘지지력계수에 의한 샌드매트 표준두께를 참고할 수 있도록 조정

샌드매트의 두께는 배수기능과 장비주행성을 만족하도록 아래방법(가,나 항)에 의해 산정하되 유공관 등의 시공성을 감안하여 30cm이상으로 적용한다.
(단, 초연약 및 대심도 연약지반은 다 항의 CPT시험 콘지지력계수에 의한 샌드매트 표준두께를 참고할 수 있다.)

2) 장비의 주행성에 의한 방법 : 토목섬유 보강재효과 고려

- 시공장비의 접지압(q)이 허용지지력(q_a)보다 큰 경우에는 샌드매트에 의해 시공 장비의 접지압을 감소시켜 $q < q_a$ 가 될 수 있는 샌드매트 두께를 산정한다.

$$q = \frac{p}{2[(B+2H\tan 30) \times L]}$$

- 수평배수층재와 원지반 점성토의 재료혼입을 방지하기 위하여 토목섬유를 포설할 경우 장비주행성 보강재 기능 ($q_2 = 2 \times Tr \times \sin \theta / B$)을 수행하므로 허용지지력(q_a) 계산에 포함
여기서 B : 재하판 폭, H : 수평배수층 두께,
 θ : 보강재가 수평면과 이루는 각도(30°) Tr : 보강재의 인장력

3) 배수기능에 의한 방법 : 침하속도 적용기준 구체화

- ☞ 압밀도 U50(%)까지의 누적구간에 침하속도 적용
- 침하속도(S)
 - (현 황) 수평배수층 두께설계는 시공장비 주행성에 주안을 두고 설계가 이루어져왔기

때문에 $\Delta h_w = \frac{L^2 \cdot S}{2k \cdot h}$, $\Delta h_w < h$ 를 만족시키는 수평배수재 두께(h)를 산정하기

위한 침하속도 산정에 대한 명확한 기준이 없이 사업지구별로 산정방법을 상이하게 적용하고 있는 현실이었음

- (주안점) 향후 수평배수층두께 설계에 있어 통수능에 주안점을 둔 설계시 침하속도를 어떻게 결정하는가에 따라 수평배수층재의 사용량 절감에 따른 원가절감효과가 매우 클 것이므로 침하속도 결정기준이 검토가 필요함

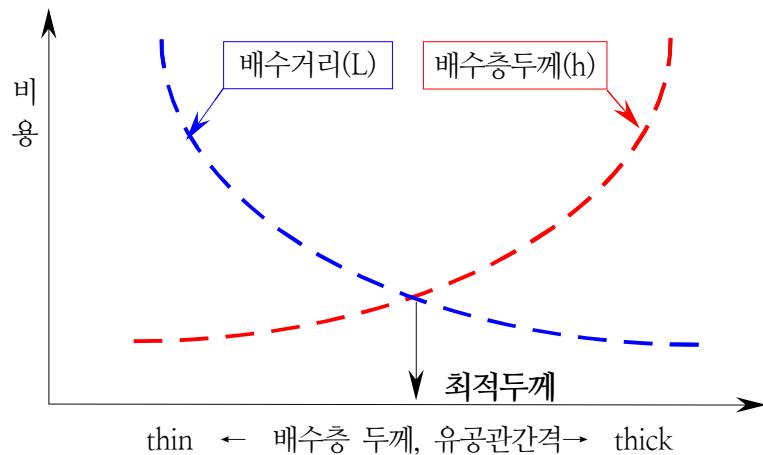
- (개선방향) $\Delta h_w = \frac{L^2 \cdot S}{2k \cdot h}$, $\Delta h_w < h$ 를 만족시키는 수평배수층 두께(h)는 수평

배수재 내에 압력수두가 전혀 발생되지 않는 통수능을 기준으로 한 것으로 매우 보수적인 값으로 계산되어지므로, 위 계산식에 적용하는 침하속도 산정은 압밀도 구간별 최대치를 적용하기 보다는 시간-침하곡선을 이용하여 압밀계수(C_v)를 구하고자 할 때 logt법에 경우 50% 압밀점이 사용되고 있음을 감안, 침하속도(S)의 산정은 압밀도 U50(%)까지의 누적구간에 대한 침하량/침하시간으로 결정함이 적절함

◎ $h=30\text{cm}$, $k=5*10^{-2}\text{cm/sec}$, 일때 Δh_w 값

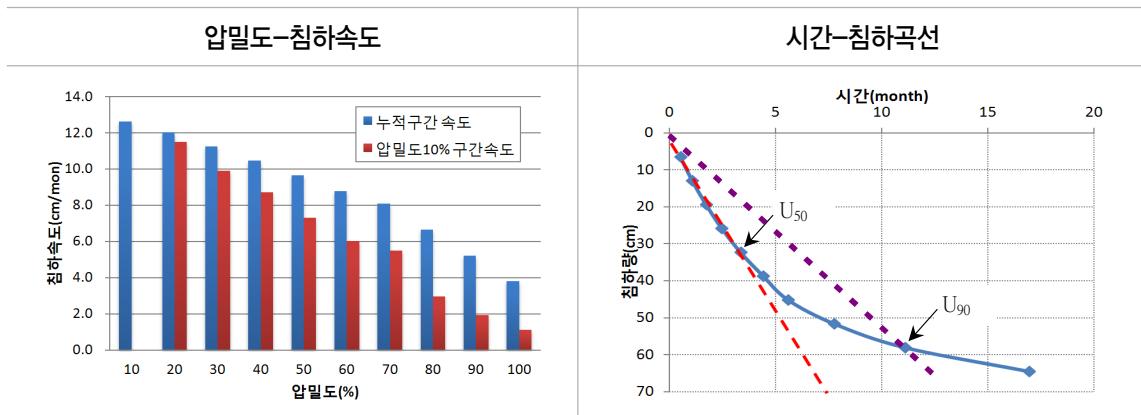
배수거리 \ 침하속도	U10 (12.6cm/mon)	U50 (8.9cm/mon)	U90 (5.2cm/mon)
60m	56.4	39.9	24.0
50m	39.2	27.7	16.7
40m	25.1	17.7	10.7

◎ 배수거리(L) : 수평배수층두께 설계에 있어 배수층내의 유공관간격(배수거리, L)과 수평 배수층의 두께(h)를 조정하여 최적의 배수거리를 산정 적용한다.



※ 00지구 0-OZONE에 대한 침하량 및 침하대기기간 산정 결과

암밀도 U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
시간(mon)	0.51	1.07	1.72	2.46	3.92	4.41	5.58	7.75	11.09	16.92
침하량(cm)	6.45	12.89	19.34	25.79	34.76	37.93	45.13	51.58	58.02	64.47
누적구간 속도(cm/month)	12.6	12.1	11.2	10.5	8.9	8.6	8.1	6.7	5.2	3.8
암밀도10% 구간속도 (cm/month)	—	11.5	9.9	8.7	7.3	6.0	5.5	3.0	1.9	1.1



【참고문헌】 『연약지반 수평배수층 설계방법』 단지기술기준처-1615(2014.6.24)

II -5

골재생산 크러셔장비 적정조합 적용방안

개요

택지 및 산업단지 등 개발사업을 시행하면서 발생하는 대규모 발생암을 유용하여 포장골재인 보조기층재, 입도조정기층재, 쇄석기층재로 생산하는 경우 사업지구별로 골재 생산장비인 크러셔 규격이 다르게 적용되고 있고, 크러셔 출구간격의 적용오류로 골재의 표준입도에 부적합한 사례가 발생함에 따라 경제적인 골재생산을 위한 크러셔장비의 적정 조합에 대한 검토가 필요

주요내용

1. 크러셔 설치

골재생산량이 대규모($25,000\text{m}^3$ 이상)일 경우 정치식 크러셔를 원칙으로 하고, 그 미만일 경우에는 골재생산량 및 생산입도에 따라 정치식 또는 이동식 크러셔를 비교하여 장비조합을 결정함(2002년 설계 및 적산기준 3-5)

2. 골재생산 공정 및 장비현황

2-1 원석공급

- 원석을 크러셔가 파쇄하기에 가능한 크기로 소할하여 1차파쇄기에 공급

2-2 1차 파쇄

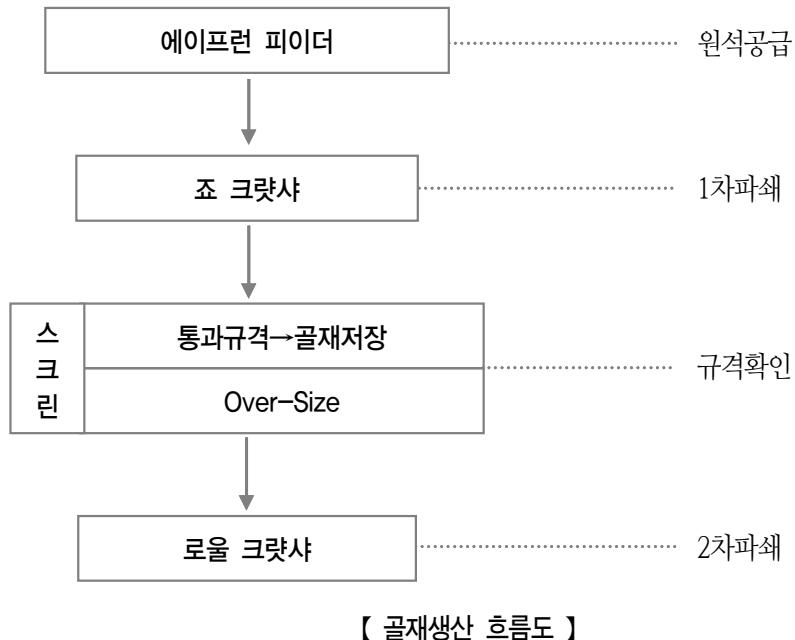
- 조크러셔의 기계작동으로 출구간격에 따라 1차파쇄하여 소요규격을 통과하는 골재는 저장소에 보내며 규격이상은 2차 파쇄기에 투입

2-3 2차 파쇄

- 1차파쇄된 규격이상의 골재를 롤크러셔의 기계작동으로 출구간격에 따라 2차 파쇄하여 소요규격을 통과하는 골재를 최종 생산

2-4 스크린, 벨트컨베이어

- 조합장비들 간의 골재 이동은 벨트컨베이어에 의하여 스크린을 설치하여 규격별 통과 소요골재 입도를 확보



3. 골재별 표준입도 기준(공사시방서)

3-1 보조기총재(80mm이하)

- 차도구간에 사용하는 골재로 입도번호 SB-1으로 설계적용하고 있음

체크기 입도번호	통과중량백분율(%)								비고
	80m/m	50m/m	40m/m	19m/m	NO.4	NO.8	NO.40	NO.200	
SB-1	100	-	70~100	50~90	30~65	20~55	5~25	2~10	
SB-2	-	100	80~100	55~100	30~70	20~55	5~30	2~10	

2) 입도조정기총재(40mm이하)

- 차도구간에 사용하는 골재로 입도번호 B-2로 설계적용하고 있음

체크기 입도번호	통과중량백분율(%)								비고
	50m/m	40m/m	25m/m	19m/m	NO.4	NO.8	NO.40	NO.200	
B-1	100	95~100	-	60~90	30~65	20~50	10~30	2~10	
B-2	-	100	80~95	60~90	30~65	20~50	10~30	2~10	

3) 쇄석기층재(50mm이하)

- 자전거도로 및 보도구간에 사용하는 골재로 입도번호 SB-2로 설계적용하고 있음

체크기 입도번호	통과중량백분율(%)								비고
	80m/m	50m/m	40m/m	19m/m	NO.4	NO.8	NO.40	NO.200	
SB-1	100	-	70~100	50~90	30~65	20~55	5~25	2~10	
SB-2	-	100	80~100	55~100	30~70	20~55	5~30	2~10	

4. 크러셔 적정 장비조합 검토

4-1 출구간격별 골재입도 분석

- 1) 죠크러셔의 출구간격을 조정하여 1차 파쇄 후 통과중량백분율에 대한 골재별 표준입도 기준의 적합성을 비교한 결과 품질기준을 만족하지 못하였으며, 롤크러셔 2차 파쇄 후 합성입도에 의한 검토가 요구됨
- 2) 1차 파쇄 및 2차 파쇄 후 합성입도에 의거한 통과중량백분율에 대한 골재별 표준입도 기준에 적합한 1차 파쇄(죠크러셔) 및 2차 파쇄(롤크러셔)의 출구간격 조합을 선정

4-2 크러셔 규격별 생산능력 검토

- 생산능력은 투입되는 암석의 크기, 단위용적중량, 공급량, 운전조건, 암질 등 작업조건에 따라 변동되므로 공통된 작업효율을 적용한 크러셔의 규격별 시간당 생산능력을 비교 검토.

4-3 표준입도를 만족하는 1,2차 출구간격별 장비조합 대수 검토

- 표준입도를 만족하는 1,2차 크러셔 출구간격 조합을 대상으로 1차 파쇄후의 골재입도 중 골재별 최대규격이상 통과 골재량에 대하여 2차 롤크러셔 생산능력을 감안한 장비 조합 대수를 비교하여 경제적인 장비조합을 결정.

4-4 장비조합별 경제성 비교

- 출구간격별 1차 죠크러셔 장비규격에 대하여 2차 롤크러셔(출구간격 6mm) 소요대수를 감안한 경제적인 장비규격과 ton당 파쇄비를 산출 후, 크러셔의 시간당 생산능력을 고려하여 가장 경제성 있는 장비조합을 최종 선정.

5. 최종 크러셔 장비조합 결정

- 1) 사업지구 발생암을 포장골재로 생산함에 있어 장비 소요대수가 최소화되는 장비조합이 경제적으로 유리하며, 크러셔설치 부지면적이 적게 소요됨.

- 2) 사업지구 발생암량 및 암질여건에 따라 보조기충재, 입도조정기충재, 쇄석기충재를 전부 생산하는 경우와, 입도조정기충재, 쇄석기충재만 각각 단독 생산하는 경우를 고려하여 적정 장비조합을 사용토록 함.
- ◉ 각 골재를 전부 생산하는 경우 공통 장비규격(조크러셔 1836, 롤크러셔 3025)을 사용하면 장비규격 교체에 따른 크러셔 해체및 재설치 비용이 절감되어 경제적이며 생산기간이 단축됨.(2002년도 기준 크러셔 설치 해체비 : 18백만원)

▣ 크러셔의 적정 장비조합

구 분	1차 조크러셔			2차 롤크러셔			비 고
	출구간격	장비규격	소요대수	출구간격	장비규격	소요대수	
보조기충재 (80mm 이하)	125mm	1836	1대	6mm	3025	2대	보조기충재 단독 또는 타골재 포함 생산시
입도조정 기충재 (40mm 이하)	65mm	1016	1대	6mm	1616	1대	입도조정기충재만 단독 생산시
		1836	1대	6mm	3025	1대	보조기충재를 포함 생산시
쇄석기충재 (50mm 이하)	80mm	1016	1대	6mm	1616	1대	쇄석기충재만 단독 생산시
		1836	1대	6mm	3025	1대	보조기충재를 포함 생산시



【 조크러셔 골재생산 전경 】

【참고문헌】『골재생산 크러셔장비 적정조합 적용방안』 단지기술기준처-74(2014.1.9)

II -6

공동주택지 미성토고 산정요령

개요

지하주차장 비율이 증가하는 아파트 건설 추세를 반영하여 건설업체의 사토처리에 대한 이중부담을 최소화하는 고객지향적 설계를 추구하면서 조성원가의 절감을 도모하기 위하여, 「단지조성에 관한 연구」('91.3) 용역결과를 기초로 공동주택 미성토고 산정기준을 수립하였으며, 「주택건설기준등에 관한 규정」('99.2)의 지하주차장 설치 의무비율 등을 반영 보완 개정하였으나, 최근 지상의 녹지율을 확대하고 주차장을 없애는 아파트 단지 건설트랜드를 반영하고 아파트 건설시 지구외 반출 사토를 최소화하여 지역주민 및 지자체와 마찰을 예방하기 위하여 지하 주차장 체적을 적정 수준으로 현실화하기 위한 개선방안을 검토

주요내용

1. 공동주택건설 현황분석

1-1 아파트 건축유형 분석

1) 용적률

- 과거 수도권내 택지개발지구에는 월활한 주택공급을 위하여 고밀도 주택건설을 추진해 왔으나
- 주택 보급률 및 생활수준의 향상으로 최근 지구단위계획 수립시 수도권은 200%이하, 기타지역은 200~220%로 중·저밀도 주택건설 유도

권역	평균 용적률(%)	비고
수도권	197	
강원권	219	
충북권	220	
대전충남권	214	
전북권	202	
대구경북권	230	
부산경남권	213	
제주권	150	
		90년 이후 우리공사 택지개발 사업지구 실시계획 자료

[건설교통부, 환경친화적 신도시개발 업무편람(안), 2004.2, 49p]

2) 건폐율

- 아파트의 건축밀도는 세대수, 공급평형 및 용적률로 제한되어 건폐율은 큰 의미가 없으며, 지구단위계획 수립시 건폐율은 상한치로 20~30% 또는 규제하지 않음.
- 최근 쾌적한 생활환경을 위하여 아파트 단지내 오픈스페이스 및 녹지공간이 증가하여 택지개발지구의 아파트 설계시 건폐율은 약 15%로 적용됨.

1-2 아파트 주차장 설치유형 분석

1) 아파트 총 주차대수 산정

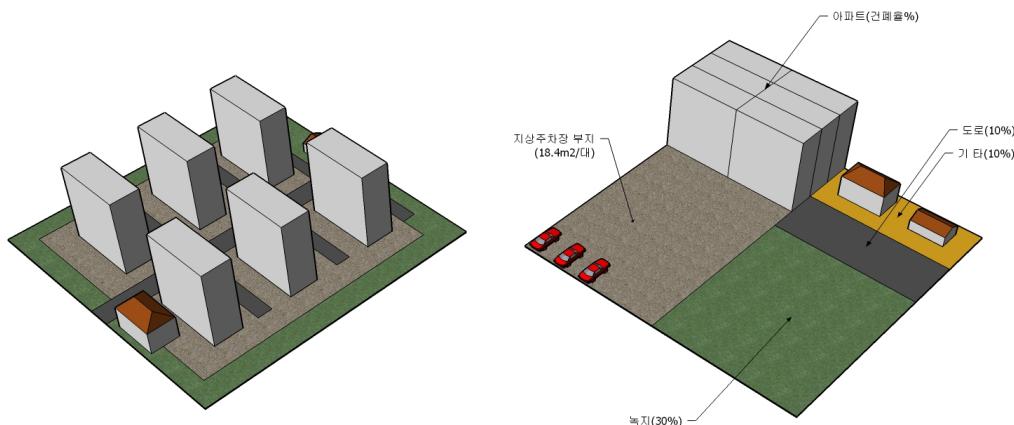
- 아파트 건축설계시 「주택건설기준등에관한규정」의 법정주차대수, 교통영향평가상 주차대수 및 해당지역 관련조례를 검토하여 통상 세대당 1대 이상을 설치하고 있음.

2) 아파트 지하주차 비율 산정

- 지하주차장 설치기준은 특별시·광역시 및 수도권내의 시지역 (300세대 이상 주택단지)의 경우 아래와 같이 규정하고 있으나,
 - 전용면적 $60m^2$ 이하 : 주차장기준의 3/10이상
 - 전용면적 $60m^2$ 초과 $85m^2$ 이하 : 주차장기준의 4/10이상
 - 전용면적 $85m^2$ 초과 : 주차장기준의 6/10이상
- 최근 아파트 건설사는 소비자들이 선호하는 지상에 녹지율을 높인 지상 주차장이 없는 아파트 단지(지하주차 비율 90%)를 건설하고 있으며, 경기도는 「경기도 공동주택 설계기준」(2004.5)을 수립하여 아파트 지하주차 비율을 80%까지 의무화 하였고, 타 지자체에서도 아파트 건축심의시 지하주차 비율을 높이도록 유도하고 있는 실정임.

2. 현행 기준의 적정성 검토

2-1 지하 주차장율(D) 추정식 검토



- 1) 현재 지하시설물 체적 산정시 지하 주차장의 체적을 산출하기 위한 지하주차장율(D)은 총주차대수에 대한 최대 지상주차 가능 대수를 추정하여 유도된 산식으로서 다음과 같음.

$$\text{지하주차장율}(D) = [\text{총주차대수} - \text{지상주차대수}] \div \text{총주차대수}$$

$$= [\text{총주차대수} - \frac{\text{지상주차면적}}{\text{주차대당면적}}] \div \text{총주차대수}$$

$$= [\text{총주차대수} - \frac{\text{부지면적} - (\text{건축면적} + \text{도로} + \text{녹지} + \text{기타})}{\text{주차대당면적}(18.4\text{m}^2)}] \div \text{총주차대수}$$

- 2) 중·저밀도 주택건설 계획으로 추진중인 택지개발지구내 아파트에 동 추정식 적용시 교통영향평가에서 제시한 단지내 총주차 대수의 대부분을 지상에 주차 가능하여 지하 주차장의 설치가 불필요하게 됨에 따라,
- 3) 대부분의 아파트의 지하주차장율(D)이 미미하거나 또는 음수(−)로 산출되며, 따라서 미성토고 산정시 중요한 요소인 지하주차장의 체적이 과소하게 산출됨.

2-2 미성토고 산정시 입력변수 적정성 검토

입력 변수	미성토고 산정시	아파트 건축계획	비고
건축부지면적(A)	개발계획상 공동주택 블록면적	좌동	적정
건폐율(e)	20~30% 상한치 임의 적용	약 15% 내외	
세대수(C)	개발계획상 공동주택 세대수	좌동	적정
총주차대수(P)	교통영향평가 보고서상 주차대수	좌동 (세대당 1대 이상)	적정
지하주차장율(D)	$D = 1 - [A(0.5 - e) / 18.4P]$ 으로 추정	50~80%	

3. 개선방안

3-1 지하주차장 체적(V2) 산정공식 유도

◎ 지하주차장 체적(V2)

$$\begin{aligned}
 &= \text{총주차대수}(P) \times \text{지하주차장율}(D) \times \text{주차대당면적}(26\text{m}^2) \times \text{지하주차장 높이}(4\text{m}) \\
 &= 29.45 \times 4.72 \times \text{PD} = 139\text{PD}
 \end{aligned}$$

3-2 공동주택지 미성토고 산정기준 개선(안)

◎ 공동주택 미성토고는 성토부에 적용한다. 다만, 토량부족 사업지구의 공동주택지 절토부는 경제성과 현장 여건 등을 감안하여 미성토를 적용할 수 있다.

지하시설물	체적 산정식	비고
총 체적 (ΣV_n)	$V = 3.90Ae + 0.425A + 7.2C + 139PD$	
아파트 지하층(V1)	$V1 = 4.50Ae$	
지하 주차장(V2)	$V2 = 139PD$	
저수조, 기계실(V3)	$V3 = 3C$	
포장도로(V4)	$V4 = 0.6A(0.6 - e)$	
지하상가층(V5)	$V5 = 4.2C$	
우·오수관(V6)	$V6 = 0.025A$	
공동구(V7)	$V7 = 0.04A$	

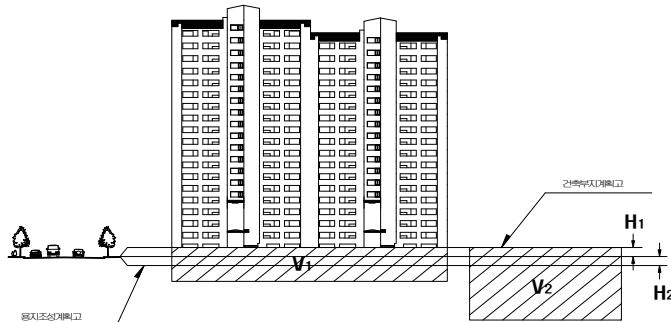
$$H_2 = \frac{V}{A} - H_1$$

V : 지하시설물의 체적(ΣV_n)

A : 건축부지면적

H_1 : 건축부지 계획고
(1.0m 내외 적용)

H_2 : 미성토고



【지하시설물체적산정】

3-3 설계 착안 사항

1) 일반 사항

- 미성토고(H_2)는 우수배제 및 안전사고 등을 감안하여 결정하되 가능한 한 1.5m 이상이 되지 않도록 한다. 계산된 H_2 가 1.5m 초과시에는 부지계획고(H_1)을 상향조정하여 반영한다.

2) 아파트 선수공급 매각용지의 계획 미성토고 적용

- 토공설계시 기매각된 아파트 용지에 대하여는 공급계약시 토지사용시기 및 건설업체 착공 시기를 종합검토하여 우수배제와 관계없이 계획 미성토고를 적용

3) 절토구역 아파트용지 발생예상 잔토 토공설계에 반영

- 토량 부족 사업지구의 경우 외부 반입토와 아파트용지 잔토량에 대한 추가 절취 및 운반에 대한 경제성을 비교하여 경제성이 확보될 경우 계산된 미성토고 만큼 추가 절취한다.

【참고문헌】『공동주택지 미성토고 산정기준』(04.11.30)

『공동주택지 미성토고 산정을 위한 지하시설물 체적산정 개선』(17.9.29)

II -7

경제적인 토공 이동 및 운반로 설계

개요

단지설계에 있어서 토량이 남으면 그 처리가 어렵고 공사비도 증가하며, 부족 할 경우 토취장을 선정하여 단지내로 운반하여야 하기 때문에 절·성토 균형을 취한다는 것은 대단히 중요하며, 토량을 운반할 경우에는 운반거리와 토량에 따라 경제성과 작업성을 검토한 후 도자, 스크레이퍼, 덤프 등으로 구분하여 운반하며 이동거리가 최소화 되도록 설계기법이 필요. 또한 토공량 및 현장여건 고려없이 토석 등의 운반차량의 주행속도를 토량중심간 직선거리 기준으로 만차시 7km/hr, 공차시 10km/hr의 속도로 설계하고 있으나, 실제 공사시 과속으로 인한 분진발생으로 민원을 야기하는 사례가 많은 실정으로 단지내외 토석 및 골재 등의 운반비용 산출방법을 개선하여 공사원가 절감 및 민원예방에 기여.

주요내용

1. 토공계획

1) 일반사항

- 단지주변여건 및 상·하수도계획 등을 고려하여 가능한 한 지구내에서 절·성토 균형을 맞추며, 부득이한 경우 반입토·반출토를 계상할 수 있다.

2) 지하지반의 추정

- 토질조사시험에 따라 설계하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 소규모인 경우 지형 또는 표면 상태에 의하여 추정 설계하고 시공중 확인상태에 따라 설계 변경한다.

3) 토공계획고

- 토공량이 최소가 되도록 하여 절·성토가 균형이 되도록 한다.
- 공동주택지를 건축시 구조물 잔토발생량을 고려하여야 한다.
- 지구계, 제척지 및 현황보존지가 있을 경우 접속부에서 단차가 최소화되도록 계획고를 결정한다.

- 단독주택지의 풍화암 이상 암반발생구간에는 터파기 및 식재 등을 감안하여 계획고 1m 아래까지 암반을 절취하고 토사로 치환한다.
- 절성토 토량균형이 가능한 사업지구 등 지구 내에서 토사확보가 가능한 경우 단독주택지 성토지역은 계획고 아래 최소 1.0m 이상은 토사 성토를 원칙으로 하고 가급적 암석 (30cm이하)으로 성토하지 아니한다.

4) 블록내 경사

- 블록내 횡단경사는 최대 4% 이내로 하며, 가능한 도로경사와 일치시킨다.
- 공동주택지, 학교 등 대단위 블록내의 경사는 2% 이하로 하며 불가피하게 토사단을 설치할 경우 단의 경사는 1 : 2로 한다.
- 산업 및 유통단지 등의 대형필지에서 암반이 발생되는 구간의 부지계획고는 현지여건을 감안하여 결정하며, 가능한 필지내의 단차를 2m 이하, 부지경사는 1% 이하로 한다.

2. 토량의 산정

1) 양단면을 평균한 값에 그 단면간의 거리를 곱하여 산출하는 것을 원칙으로 한다(양단면 평균법).

2) 토량유용계획서(용토계획서)는 토적계산서에 포함한다.

3) 토량운반거리 산출내역서는 토적계산서에 포함한다.

4) 도로 토적계산

- 벌개제근은 수량산출서에서 별도 산출하며 수량산출은 설계도상에서 벌개제근 구간에 대한 면적으로 산출.
- 표토제거는 토적표에서 산출.
- 토적표에는 장비운반이 필요한 토량만을 산출.
- 노상·노체량은 토질시험 결과치에 의한 보정량으로 계산.

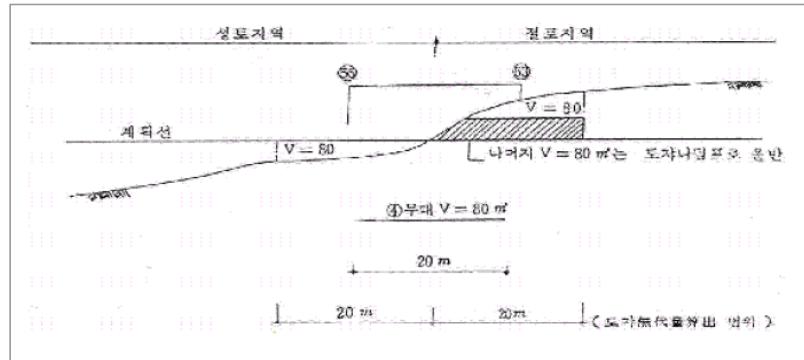
5) 블록토적계산

토적표상에는 40m 간격으로 소계를 산출하고, 횡단무대량 및 부족토, 부족토량을 기입하여 이동량을 산출한다.

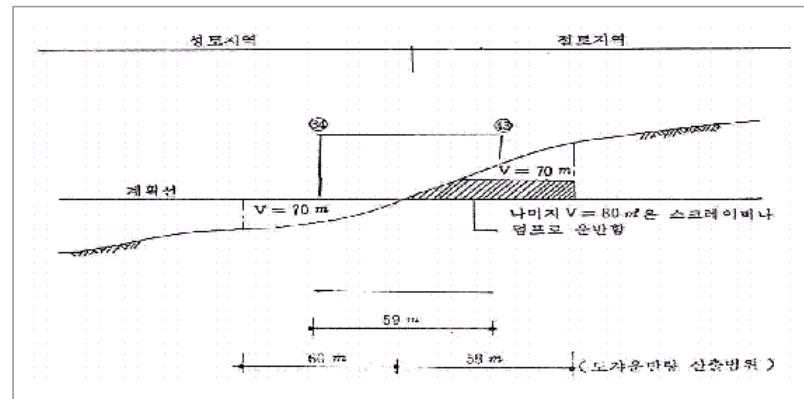
6) 토량배분

- 토공계획 평면도상에 40m 간격으로 격자망을 구성하고 무대량, 잔토량, 부족토량을 기입하여 이동량을 산출.
- 절토, 성토지역 경계선 20m 내의 토공량을 번호를 붙여 2차무대량을 산출.
- 무대량이란 도자가 흙을 절취하면서 성토지역으로 자연 성토되는 토량.

- 성토, 절토지역의 구분에서 60m 이내의 토공량을 번호를 붙여 도자운반량으로 산출.
- 무대량 산출범위



- 도자운반량 산출범위



3. 기준토량

1) 흙깎기(절토) : 자연상태의 토량 기준

2) 흙쌓기(성토)

- 부지
 - 토사의 경우 : 1을 절토하여 1을 성토
 - 암류의 경우 : 선정된 "C"치에 따라 성토량 결정

- 도로
 - 토량변화율 시험에 따른 "C"치로써 성토량 결정

4. 토량환산계수

- 선정시험결과에 의함을 원칙으로 한다. 다만, 대단위 사업지구에 있어서의 각 단위 공종별, 토취장별로 선정시험을 실시하고 그 결과에 의한 계수를 적용하여야 하며, 소량이거나 부득이한 경우에는 다음 표를 기준으로 하고 공사현장여건 변동에 따라 설계 변경할 수 있다.

구 분	L	C
점 토	1.3	0.90
토 사	1.25	0.875
모 래	1.15	0.9
자 갈	1.15	1.075
풍 화 암	1.30 ~ 1.35	1.00 ~ 1.15
연 암	1.30 ~ 1.50	1.00 ~ 1.30
보 통 암	1.55 ~ 1.70	1.20 ~ 1.40
경 암	1.70 ~ 2.00	1.30 ~ 1.50

5. 토공 운반거리

1) 부지정지, 도로축조공사

- 용도계획에 따른 평면상 직선거리로 하되, 지형, 지물 등으로 직선운반이 불가능할 때에는 실제 운반 가능한 최단거리로 한다.

2) 포장공사(보조기층, 기층, 표층)

- 도로선형에 따른 최단거리

3) 운반로 설치

- 가설포장도로 설치후 운반로로 활용한다.
 - 단지내 토량이동 중심간 직선가도로 설치
(→ 동일사업지구 공구분할시 지구단위 연계 검토)
 - 단지내 계획도로 구간을 선축조후 운반로로 활용
(→ 지하매설물 설치계획과 연계조정)
 - 하천제방 · 기존농로 또는 비포장도로 등을 포장후 운반로로 활용
- ※ 포장방법은 단구간일 경우 개략포장설계 장구간일 경우 정식 포장설계로 검토

- 집단거주지역 및 국도 등 공용도로와의 연결구간은 차량통과 구간에 가설도로를 설치.

설계방법

- 토공량 및 현장여건(외부반입토, 집단절토지에서 성토지로 이동)등을 고려하여 토석 등의 이동노선을 따라 가포장 운반로를 선축조 후 지선으로 연계 운반함으로서 단지내 운반 속도 조절과 분진발생을 방지.
- 가설도로 축조여부에 대한 공사비를 비교 · 검토를 하여 결정하며 운반거리가 800m 이상, 운반토량이 8만m³이상일 때에는 가설도로 축조 후 운반속도를 상향 조정하여 설계.
- 단지조성공사 시행시 공용도로 진출입구간, 집단거주지역 통과시 분진에 의한 민원 발생이 빈번하므로 민원예방차원에서 가설도로 축조가 필요.

현 행	개 선
<ul style="list-style-type: none"> • 단지내 설계운반속도 <ul style="list-style-type: none"> - 만차시 7km/hr - 공차시 10km/hr 	<ul style="list-style-type: none"> • 토석 등 운반계획노선을 따라가포장 후 25km/hr~40km/hr로 설계 <ul style="list-style-type: none"> → 설계속도는 현지시공여건에 따라 적용 • 지선 <ul style="list-style-type: none"> - 만차시 7km/hr - 공차시 10km/hr



【참고문헌】 『경제적인 토공 이동 및 운반로 설계기법』경개(팀)1291-33(1998.3.27)

II -8

제척지 주변의 합리적인 단지계획고 설계

개요

제척지 주변의 단지계획고를 결정할 경우 공사비 측면의 단지토공 균형을 고려한 설계를 함으로써 기존 주택지 주변이 절·성토가 되는 경우가 발생되어 침수 우려 및 상대적 위압감, 이질감 등으로 인한 집단민원 발생의 주원인이 되고 있어 제척지 주변에서의 합리적인 단지계획고를 결정하기 위한 기본방향의 제시 필요.

주요내용

1. 현황 문제점

제척지보다 단지계획고가 높을 경우 기존제척지의 우·오수처리가 불가능하여 강우시 침수가 우려되며, 주변지역이 높음으로서 상대적인 위압감 및 생활권이 차단되는데 대한 불만 우려가 있고, 제척지보다 단지계획고가 낮을 경우 자연유하에 의한 우·오수처리는 문제없으나, 주변 지역과의 이질감, 고립감에 대한 불만 우려가 있음.

2. 단지계획고 결정 기본방향

1) 기본방향

- ◎ 제척지와 단지내의 기반시설이 상호 연결될 수 있도록 가로망계획 수립
- ◎ 원활한 우·오수처리 및 단지와의 동질감이 부여되도록 제척지에 접하는 단지는 제척지와 동일 또는 단지구배인 4% 범위내에서 결정

2) 단지계획고 결정시 고려사항

- ◎ 기반시설 연결을 위한 기존 도로와 단지내 연결도로 계획
- ◎ 자연적으로 우·오수처리가 될 수 있도록 제척지와 동일 또는 단지구배(4%)내에서 단지 계획고 결정

- 제척지와 단지내 도로연결은 지하구조물(우·오수, 상수 등) 연결이 가능하도록 도로 및 단지계획고 결정
- 일조권 및 생활에 따른 위압감이 느끼지 않도록 가능한 한 일방향 시계 확보
- 지구계의 처리는 개발지와 단절의 의미를 갖는 구조물 가급적 지양

3. 단지계획고 결정 세부방안

1) 기반시설 연결이 필요한 경우

- 기반시설(도로, 상수도, 우·오수, 농수로 등)의 연결을 위하여 제척지내의 기존도로를 단지내 도로와 상호 연결되도록 가로망계획을 수립하고, 부득이 연결이 곤란할 시는 우회 도로 등을 개설하여 인근지 개발로 인한 기존생활권과 불편이 없도록 조치.
- 제척지와의 연결도로는 제척지내에서 우·오수 집수가 자연적으로 이루어져 단지내 기반 시설과 연결될 수 있도록 제척지의 저지대에서의 연결 등을 감안하여 계획수립.

【 도로 】

- 지구계 접속구간에서 제척지와 개발지와의 도로연결이 필요할 경우에는 기존도로의 효율성을 검토하여 그 효율성이 상실되는 도로(예: 농로로서 몽리면적이 도시화됨으로서의 효율성 상실 등) 이외에는 개발되는 단지와 상호 연결되도록 하되, 도로구배 등 제규정 (도로구조령 등)에 적합하도록 도로계획고를 결정하고, 단지계획고는 도로계획고를 기준(도로계획고 + 0~1m정도)으로 주변지형과 유사하도록 결정.

【 우·오수관로 】

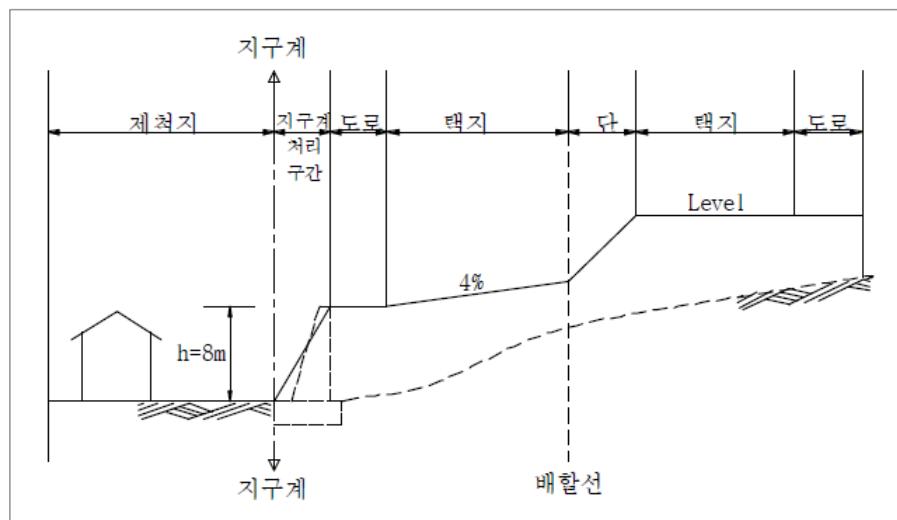
- 제척지가 단지상류에 위치할 경우에는 지형상 지구계 부분에서의 집수가 되므로 지구 계지점 하상고를 기준으로 단지내 우수처리계획을 수립
- 우수처리를 위한 구조물의 설치방법(관거매설, 개수로 등)에 따라 관거 매설시는 피토고, 개수로 설치시는 구배 등을 감안하여 도로계획고와 단지계획고를 결정
- 제척지가 단지하류부에 위치할 경우에는 가능한한 단지의 우·오수가 제척지를 통과하지 않도록 하되, 부득이한 경우에는 기존관로의 용량을 검토하여 하류부분이 침수되지 않도록 하고 단지계획은 성토시의 단지 계획고 결정 방안 적용

【 하천 】

- 하천이 통과할 경우에는 현 하상구배를 유지하고 연결될 수 있도록 하되, 단지계획고는 침수에 대비 하천홍수위보다 여유고를 감안하여 결정하고, 제척지가 단지개발로 인하여 유출계수 증가로 홍수피해가 우려될 경우에는 하도정비를 하여 하상수위를 낮추어 기존 제척지가 계획 홍수위보다 높도록 조치.

2) 단지토공 계획상 제척지 주변의 성토가 불가피할 경우

- 부지는 둘러쌓인 정도에 따라 심리적 압박감과 공포감을 느끼게 되므로 단지계획고는 제척지와 동일 또는 단지구배 내에서 결정함을 원칙으로 하되, 단지토공 계획상 제척지 주변의 성토가 불가피할 시는 제척지의 우·오수가 자연적으로 처리될 수 있고, 도로연결이 원활하도록 주변구역 중 가능한 1개 방향의 구간을 제척지와 동일 또는 단지구배 내에서 계획고를 수립하되, 그 방향은 마을의 주생활에서 시야확보, 일조권등을 고려하여 가급적 남쪽방향이 되도록 선정.
- 기타구역에서의 성토높이는 폐쇄성이 급격히 증가하는 한계점이 되는 +1.8m를 기준으로 하며 부득이 추가 성토가 필요한 경우에는 배할선에 단차를 주어서 제척지가 위압감이나 고립감이 들지 않도록 함.



【제척지 지구계 처리 예】

- 지구계 법면은 개발지와 단절의 의미를 주는 딱딱한 구조물을 지양하고 가급적 자연 구배로 처리하되 조경, 식재 등으로 동질성이 부여되도록 함.

3) 단지토공 계획상 제척지 주변의 절토가 불가피할 경우

- 제척지 주변의 절토가 불가피할 시는 단지계획고가 제척지 보다 작아 배수처리는 원활히 해결되나, 접속구간의 단차를 가급적 계단식으로 처리하여 개발지와 제척지의 연계성이 부여되도록 하고,
- 단차에 의한 법면처리는 이질감을 주는 구조물을 가급적 지양하고, 조경으로 처리.

【참고문헌】『제척지 주변의 합리적인 단지계획고 설계방안』【근거】 설계(심3)1911-146(1992.6.9)

II -9

암발생 단독주택지 부지계획고 설정

개요

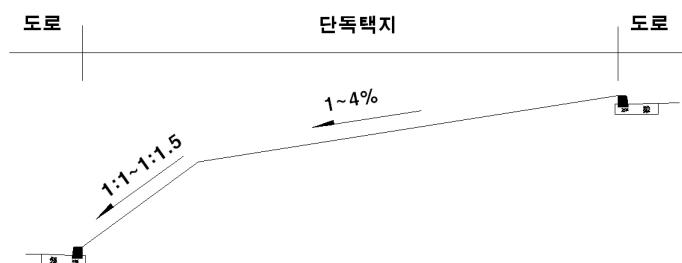
우리 공사에서 시행한 사업지구의 단독주택용지 내 암반 발생 시 필지별 장애사항 도면을 작성, 판매담당부서에 통보하여 토지 매수자에게 고지토록 되어 있으나, 장애사항은 설계단계에서 토질조사 결과를 근거로 작성되어 현장의 정확한 필지별 장애사항 표기가 어렵고 일부 사업지구에서는 장애사항 고지가 이행되지 않아 매각 후 민원이 발생되고 있음. 민원의 주요 내용은, 건축시 암반 굴착에 따른 공사소음 등으로 선 입주자의 불만사항과 추가 공사비 증가에 따라 금적적 보상 또는 추가 절취를 요청하거나, 토사구간에서의 잔토량 반출에 대한 민원 등이 제기되어 단독주택지에서 암반발파 및 토사 잔토처리 최소화를 위한 부지계획고 설정기법의 개선이 필요 함

주요내용

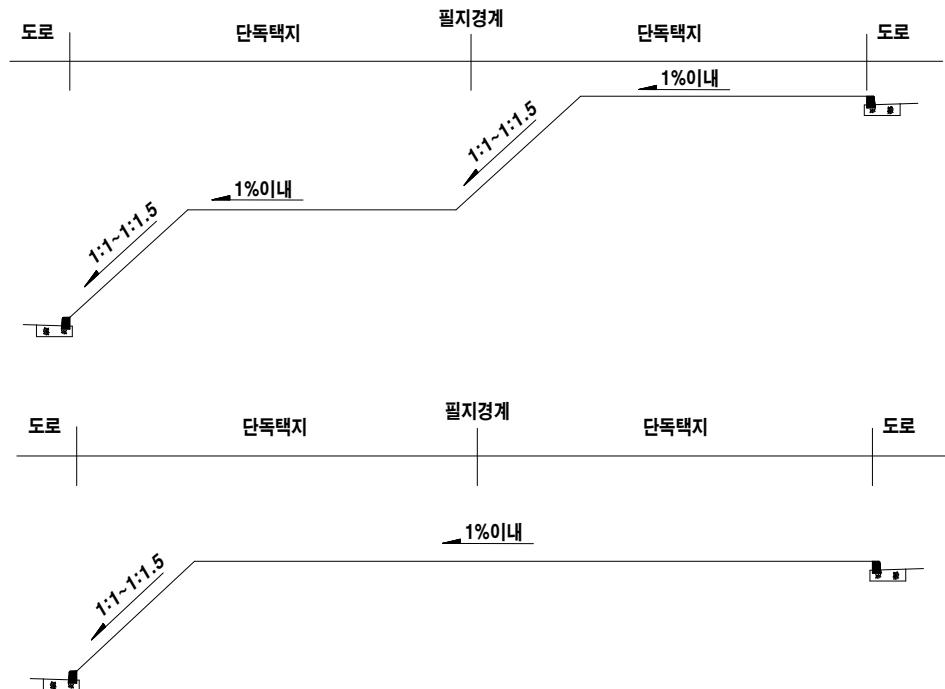
1. 현황

1) 단독주택지 토공설계 현황

- ◎ 인접도로와 계획고가 다른 경우 도로와 부지간 단차 발생
- ◎ 단독주택지 인접 도로 계획고에 맞춰 직선화 또는 블록내 토사단의 설치
 - 측면 인접도로 4% 이내 경사 시



- 측면 인접도로 4% 이상 경사 시



2) 지하층 설치

◎ 단독주택지 지하층 설치 규정

- 건축법 시행령 제62조(지하층의 설치)의 삭제(1999.4.30)로 지하층 설치의무규정 없음

◎ 사례조사

- 최근 단독주택이 건축되고 있는 사업지구(용인신봉·동천, 남양주 평내, 남양주 마석)에서는 지하층 설치하는 예는 거의 없음

3) 장애사항 표시

◎ 관련규정

- 암반 발생 시 민원을 대비하여 필지별 장애사항 도면을 작성하여 판매담당 부서에 통보, 토지매수자에게 고지

◎ 작성도면

- 공사계획평면도(축척1/1200) 사용을 원칙으로 하고, 필지별 장애 사항을 도면상에 분명하게 나타내기 어려운 사항은 필지별 장애 사항 설명서를 별도 작성하여 구체적으로 기록한다.

2. 암반절취 사례

1) 절취 관련 설계(설계변경) 사례

지구명	추가절취 심도	설계반영 사항
김천교동	1.5m	당초설계 반영
삼척교동	1.5m	당초설계 반영
대전둔산	2.0m	설계변경 시행
원주구곡	2.0m	설계변경 시행
성남분당	1.5m	도로계획고 상향조정
통일동산	0.6~1.5m	토지소유주에 공사비 지급
광주신창	1.5m	골재수급 고려 설계변경
의정부송산	3m	설계변경(근생시설)
용인죽전	1.5m	설계변경

- 단독주택지 내 암반 발생에 따른 민원은 기초 터파기 시행시 추가 비용 소요와 기 입주자의 역민원 또는 도로에서의 진입성 확보를 위한 암반 절취 요구 등으로서,
- 현재 대부분의 건축은 기초 슬라브가 도로계획고와 비슷하게 시공되고 있어 부지계획고가 도로계획고보다 높은 경우 토사구간에 대하여는 도로계획고에 맞게 추가 절취 시행하고 있음

2) 지구별 단독택지 기초부 설치 사례조사

- 단독주택지 기초 형식
 - 단독주택의 경우 대부분 전면기초의 형태로 시공 됨
- 기초 설치사례
 - 택지개발지구 내 단독주택의 경우 시공의 편의성 때문에 전면기초 형식으로 설치되며, 지하층 설치하는 경우는 거의 없음

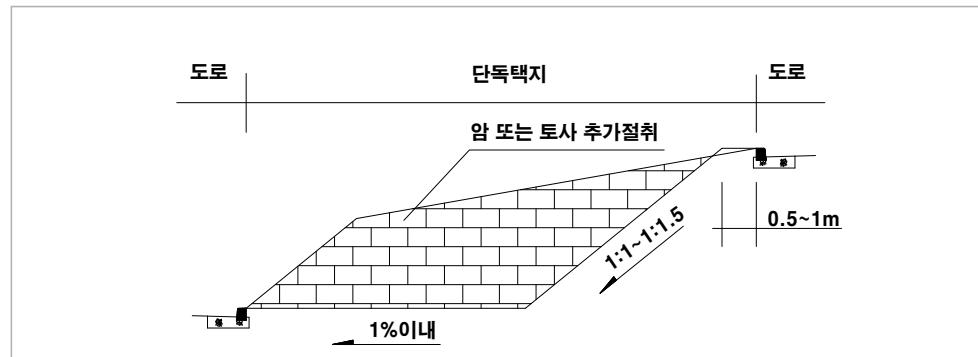
3. 부지계획고 설정기법 개선방안

1) 설계 및 시공토

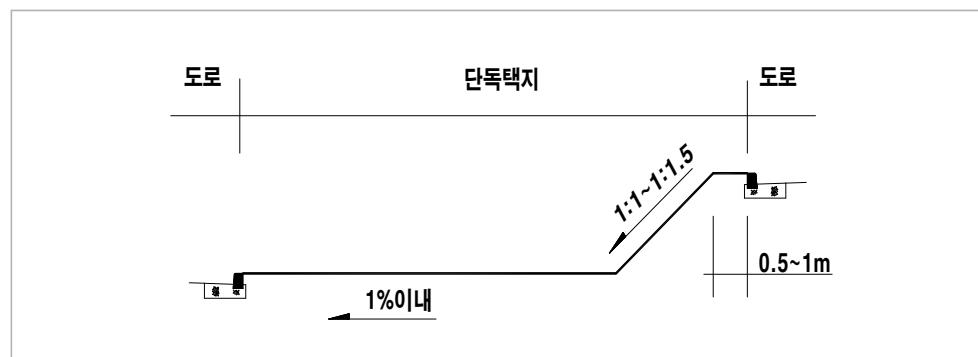
- 부지계획고 설정시 단독주택지 구간에 대하여는 토사 잔토 및 암반발파가 발생되지 않도록 다양한 방법의 부지계획고를 설정
- 필지의 계획고는 주 출입구(필지 전면부) 인접도로의 경계석 높이와 동일하게 유지하며, 후면은 도로시설물의 보호를 위하여 0.5~1.0m를 이격하여 1:1 또는 1:1.5 경사를 유지하여 건축물 건축시 잔토 및 발파암 발생량이 최소화 되도록 유도함

2) 개선방안 예시

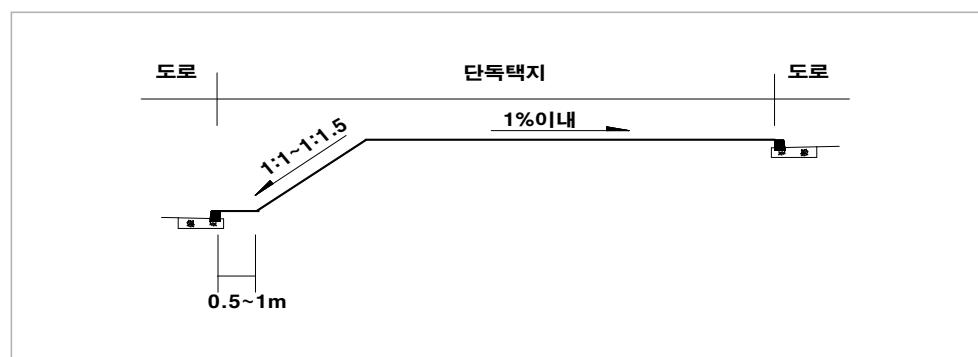
- ◎ 1필지 경우 : 낮은 쪽 인접도로와 동일하게 계획고를 설정
 - 기준 사례



- 개선안 1 : 배면도로가 높지 않거나 없을 경우



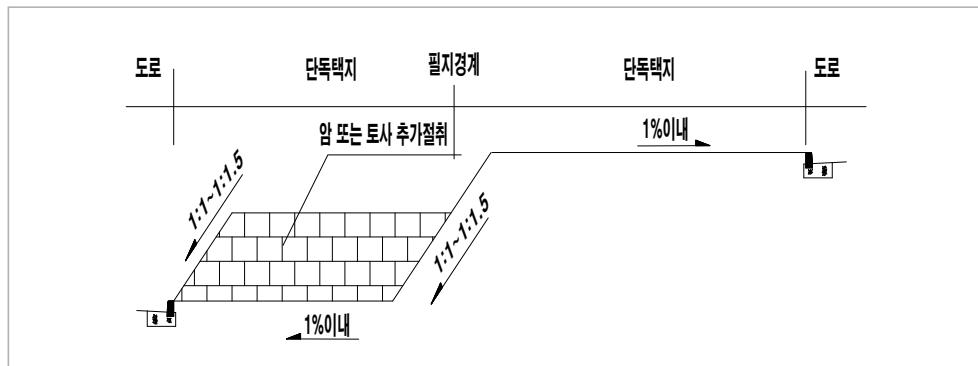
- 개선안 2 : 배면도로가 상당히 높은 경우(배면도로로 진출입 유도)



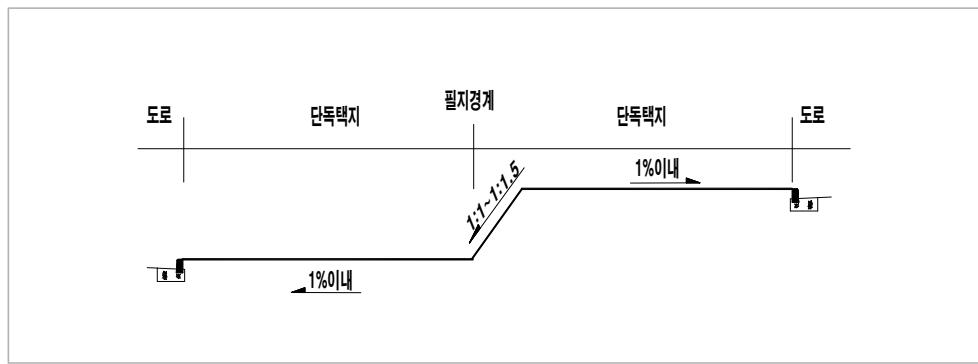
- ◎ 2필지 인접 경우 :

- 상단 필지는 높은 쪽 배면도로 계획고와 동일하게 하고 낮은 쪽 필지는 필지 경계부에서 경사면(1:1~1:1.5)을 두어 낮은 쪽 도로계획고와 동일하게 설정

- 기존 사례



- 개선안



5. 설계시 고려사항

- 1) 단독주택지에 암반이 발생되면 설계단계에서 반드시 필지별 장애사항 도면을 작성하고, 시공단계에서는 암발생 변경사항을 반영한 도면을 작성하여 판매담당부서에 통보하여 토지 매수자에게 사전 고지가 될 수 있도록 조치하며, 특히, 암반구간에서의 추가 절취를 예방하여 고객 및 인근 주민의 민원을 사전에 예방함으로서 고객 불만사항을 최소화하여 공사의 이미지 제고가 필요
- 2) 본 개선방안은 단독주택 건축 시 토사 및 발파암의 잔토 발생량을 최소화하기 위한 부지계획고 설정기법으로, 특히 토량이 부족한 사업지구에서는 본 기법 적용이 효과적 임.

【참고문헌】『암발생 단독주택지 부지계획고 설정 기법』 품관(설)6111-1543(2004.11.30)

우리의 마음속에 있는 청렴보다 더 신성한 것은 없다. _ 에메슨

상하수도

제Ⅲ장

1. 맑은 물 공급을 위한 상수도 탁수방지 방안	244
2. 배수관종의 합리적 선정방안	248
3. 교차로 배수향상을 위한 선배수시설 적용	253
4. 적정 우수량 산출을 위한 유출계수 산정	255
5. 이상기후에 대비한 배수시설 설계기준 상향조정	259
6. 우수암거 수위조절공 및 장비투입구 설치방법	269
7. 안정성 확보를 위한 하수관 기초설치방법	274
8. 연막분무기를 활용한 하수관거 오점확인방안 개발	278
9. 필지경계 상수·오수분기관 파손방지 대책	282
10. 라이프 시설관로 종합망도 작성요령	286
11. 퇴적물 방지를 위한 오수관 최소관경 설계방안	289
12. 상수도 적정 용수량 설계방법	293

III-1

맑은 물 공급을 위한 상수도 탁수방지 방안

개요

상수도 설계·시공·통수 단계별 관리 소홀로 토사 유입 등에 의하여 탁수가 공급되는 사례가 다수 발생되고 있는 실정이며 기 보고한 「맑은 물 공급을 위한 설계기준 개선방안*」에 따라 시행 단계별 설계기준 개정 검토

* 맑은 물 공급을 위한 설계기준 개선방안 보고[단지기술처-1466('15.06.01)]

주요내용

1. 탁수발생 사례 및 관련기준

1-1 탁수발생 사례

사업지구	사업시행자	발생시기	발생원인 추정
나주혁신도시	LH 외 2	'15. 3	원인불명(단계별 통수문제로 추정)
제주서귀포	제주시	'14. 5	배수지내 토사 관로 유입
평택소사별지구	LH	'14. 2	관로 보수공사 후 퇴수 소홀
원주혁신도시	LH, 원주시	'13. 9	배수구역 변경 작업 시 관리 소홀
울산 남구	울산시	'11. 9	관로 보수공사 후 퇴수 소홀
광교신도시	경기도시공사	'10. 10	관로 이설공사 후 퇴수 소홀

1-2 LH 및 환경부 관련기준

구 분	LH 설계지침 · 시방서	환경부 설계기준 · 시방서
설계단계	<ul style="list-style-type: none"> • 이토변실 설치 • 퇴수시험^{주1)} 비 반영(필요시) 	<ul style="list-style-type: none"> • 이토변실 설치 • 수질계측기^{주2)} 설치 (필요시)
시공단계	<ul style="list-style-type: none"> • 운반 · 보관 시 관마개 사용 • 자재보관시 바닥 지지판 설치 • 관 접합 전 관 안팎 오물 제거 	<ul style="list-style-type: none"> • 시공 중 관로의 마감처리 • 시공 중 관로의 침수 방지대책 • 통수 전 관 내부 세정 · 소독
통수단계	<ul style="list-style-type: none"> • 먹는 물 수질기준 만족 시 통수 	<ul style="list-style-type: none"> • 먹는 물 수질기준 만족 시 통수 • 통수계획서^{주3)}를 감독원에게 제출

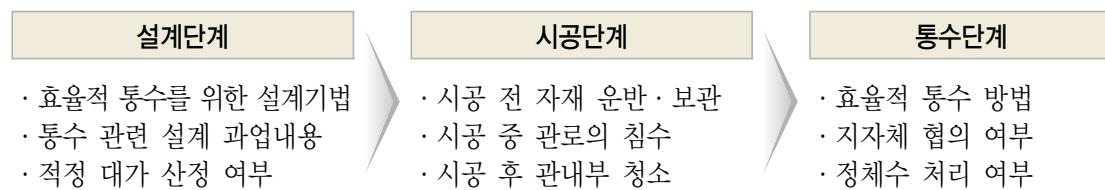
주1) 상수를 이용한 관 세척으로 토사나 이물질을 배출하는 시험

주2) 송·배수관망에서의 수질감시에 사용 (탁도계, PH계, 잔류염소계 등)

주3) 시설물 현황, 구간별 통수순서, 투입인원, 세척수 처리 등

2. 탁수발생 원인분석

2-1 중점 분석사항



2-2 단계별 세부원인 북석

1) 설계단계

- 효율적 통수(퇴수)를 위한 설계기법 도입 필요
 - 통수시험 시 투입되는 인력, 장비 대가 부재
 - 통수시험 관련 설계 과업내용의 부재로 통수시험 소홀에 의한 퇴적물(토사, 침전물) 잔류

2) 시공단계

- (시공 전) 자재 보관 · 운반 시 관 마개 미사용에 의한 우수 및 토사 유입, 관 접합전 관 안팎 오물제거 미흡
 - (시공 중) 관로의 마감처리 부실 및 관로 침수에 따른 토사 유입
 - (시공 후) 관 내부 세정 · 소독 소홀

3) 통수단계

- 통수시험 시행방법 부재로 비효율적인 통수시험 실시
 - 단계별 통수과정에서 발생하는 정체수에 의한 탁수 유입
 - 지구 외 급수 간선시설(배수지, 송수관로 등)의 토사유입 및 노후화, 급수구역 변경 등에 대한 지자체 협의 미흡
- ➡ 통수시험에 대한 일관된 기준 부재 및 인식 부족

3. 설계기준 개정

3-1 설계단계

1) 설계기법 개선 (조사설계용역 표준과업내용서 개정)

- 일방향 퇴수*가 시행되도록 제수밸브 및 퇴수 위치를 선정하고 통수시험계획서(붙임3_별지 8호)를 작성토록 설계과업 추가
 - 서울지역본부 설계기법 개선사항 반영 [서울단지설계부-1111(' 15.10.12)]
 - * 분기점 및 회합점을 최소화하여 수압 저하 및 외류가 적은 퇴수방법

2) 통수시험비 반영 (설계·공사원가 산정지침 개정)

- (물 사용량) 통수시험에 필요한 수돗물 사용량 현실화
 - [현행] 관 체적의 1배 → [변경] 관 체적의 10배
 - * 현장실사 및 관 세척 매뉴얼(2015년, 한국상하수도협회) 참고
- (시험비용) 통수시험 시 밸브조작, 퇴수작업에 필요한 인원(배관공, 보통인부) 및 장비(탁도계, 염소측정계) 반영*
 - * 부산명지지구, 양산물금지구 현장실사 결과를 토대로 반영
- (내부검사) 통수시험 실시 후 관로 내시경 CCTV 조사를 실시하여 잔류 퇴적물 등 미흡한 부분 확인 및 조치
 - 50만평 조성공사 기준 7개소 내외 (약 1천만원 소요)

3) 기타사항

- (용어통일) 설계지침, 시방서에 퇴수시험, 통수시험* 혼용으로 혼란이 가중됨에 따라 “통수 시험”으로 용어통일
 - * 통수를 위해 제수밸브 등 시설물을 점검하고 상수 흐름이 원활한지 확인하는 절차로서, 통상 퇴수시험을 포함하여 동시시행

3-2 시공단계

- 1) (관마개) 상수관로의 관마개가 부착되어 납품되도록 관마개를 포함한 주요자재 상세도를 작성하여 설계성과품 제출 (조사설계용역 과업내용서 개정)
- 2) (자재보관) 관종별 지지대 설치계획을 포함한 주요자재의 운반·보관·취급에 대한 관리 계획을 수립하여 감독원에게 제출 (전문시방서 개정)
- 3) (시공마감) 일일 부설작업 완료 시 관내 토사 및 오탈수 유입방지를 위한 관마개 및 PE비닐 마감처리 (공사원가산정지침, 전문시방서 개정)
- 4) (체크리스트) 상수관로 시공 시 유의사항 등 체크리스트 배포
- 5) (교육·점검) 상수관로 보관·적치 상태, 시공 중인 관로 마감, 침수 방지 등에 대한 교육 및 점검을 강화 (건설안전처 협조)

3-3 통수단계

통수 절차 명문화 및 시험철저 (전문시방서 개정)

- ◎ (절차 명문화) 통수시험 절차를 명문화하여 실효성 제고
- ◎ (지자체 입회) 통수 시 지자체 직원이 입회하여 동시 점검이 될 수 있도록 지속적 협의
 - 각 현장별 상이하게 운용하는 지자체 협의용 통수시험계획서 표준화
- ◎ (이설·보수공사) 통수 후 관로 보수·이설·추가공사 시 인접 구간까지 포함하여 퇴수계획 수립
- ◎ (정체수 처리) 단계별 통수 시 관로 말구부 등 정체수 현황 파악 및 추가 퇴수계획 수립
- ◎ (내부검사) 통수시험 실시 후 관 내시경 조사를 통해 퇴적물 확인 후 재통수 검토

3-4 통수시험 매뉴얼 작성·배포

- ◎ 효율적 통수시험이 가능토록 통수시험에 대한 업무처리 매뉴얼을 작성하여 현장에 배포

4. 기대효과

- 1) (고객만족) 입주시 발생할 수 있는 상수도 탁수를 사전에 방지하여 입주민 만족도 향상 및 공사 이미지 제고
- 2) (실효성 제고) 도급사에서는 통수시험에 대한 제반비용 반영이 미흡하여 통수시험에 소극적이었으나, 비용반영을 통한 실행력 담보
- 3) (책임완화) 체계적 통수시험 시행 및 지자체 직원입회에 따른 탁수문제발생 시 공사 책임완화

【참고문헌】『맑은물 공급을 위한 상수도 탁수방지 방안』 단지기술처-406(2016.2.5)

III-2

배수관종의 합리적 선정방안

개요

- 배수관종 결정 시 설계지침상의 “최대사용 정수도”와 “덕타일 주철관 관종선정 표준일람표”의 기준이 서로 맞지 않아 설계 시 혼선을 초래하고 있어 배수관종* 결정이 합리적으로 이루어지도록 합리적 기준설정 필요

* 관종 : 고압관, 보통압관, 저압관 등 압력에 따른 관의 분류

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 관련기준

1) LH 설계지침(토목)

4.6 배수관종 결정

- 가. 관단면과 축방향의 강도, 가공성, 이음의 형식, 유지관리의 능력 등을 고려하여 결정한다.
 나. 실제로 작용하는 내압 또는 외압을 고려하여 관종별 규격에 맞는 압력관을 사용한다.

1) 최대사용 정수두

(단위 : m)

관종	압력관종별	규격	고압관	보통압관	저압관
수도용 원심력 덕타일주철관	KSD 4311	100	75	45	
수도용 덕타일 주철이형관	KSD 4308	100	75	—	
수도용 도복장 강관	KSD 3565	100	75	—	
수도용 도복장 강관이형관	KSD 3578	100	75	—	
수도용 에폭시 수지분체내외면 코팅 강관	KSD 3608	100	—	—	
수도용 경질 염화비닐관	KSM 3401	—	75	—	

2) 덕타일주철관 관종 선정 표준일람표

- 가) 연신율 10% 이상
- 나) 인장강도 : 420MPa(43kgf/mm²)
- 다) 윤하중 20t 트럭 2대 병행 동시 통과, 충격에 대하여 50% 증가
- 라) 충격수압 : 540kPa(5.5kgf/cm²)
- 마) 관종 1, 2, 3은 고압관, 보통압관, 저압관을 말함

(단위 : m)

토파(m)	2.4	2.1		1.8		1.5		1.2
정수두(m) 관경(mm)	75	100	75	100	75	100	75	75
80	1	1	1	1	1	1	3	3
100	1	1	1	1	1	1	3	3
150	1	1	1	1	1	1	3	3
200	1	1	1	1	1	1	3	3
250	1	1	1	1	1	1	3	3
300	1	1	1	1	1	1	3	3
350	1	1	1	1	1	1	3	3
400	1	1	2	1	2	2	3	3
450	1	1	2	1	2	2	3	3
500	1	1	2	1	2	2	3	3
600	1	1	2	1	2	2	3	3
700	1	1	2	1	2	2	3	3
800	1	1	2	1	2	2	3	3
900	1	1	2	1	2	2	3	3
1000	1	1	2	1	2	2	3	3

* 『설계지침 4.6 배수관종 결정』의 「1)최대사용 정수두」 및 「2)덕타일주철관 관종 선정 표준일람표」는 「상수도 시설기준(1985) 제4장 도수시설 및 송수시설 제3절 도수 및 송수관 3.2 관종 【해설】』에서 인용

2) 상수도시설기준(2010, 환경부)

4.2.2 관종

상수도관의 관종은 다음 각 항을 기본으로 하여 선정한다.

1. 관 재질에 의하여 물이 오염될 우려가 없어야 한다.
2. 내압과 외압에 대하여 안전해야 한다.
3. 매설조건에 적합해야 한다.
4. 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.

1-2 설계현황

◎ 상수관로 설계현황

공사명	관경	수량(m)	심도(m)	설계관종	결정기준	비고
위례신도시 조성공사 4공구	80~600mm	6,882	1.2	2종	최대사용 정수두	
하남감일 조성공사	80~500mm	14,228	1.2	2종		
양주회천 1단계 조성공사	300~500mm	1,182	1.2	2종		
청주동남 조성공사 1공구	80~500mm	10,100	1.2	2종		
아산탕정 조성공사 3공구	200~900mm	5,400	1.2	2종		
장항국가생태산업단지 1-1공구	200~300mm	6,558	1.2	2종		
장항국가생태산업단지 1-2공구	200~400mm	2,112	1.2	2종		
국가식품클러스터 조상공사 2공구	200~300mm	6,830	1.2	2종		
국가식품클러스터 조상공사 3공구	200~300mm	6,925	1.2	2종		
빛그린산업단지 조성공사 1-1공구	200~600mm	9,454	1.2	2종		
빛그린산업단지 조성공사 1-2공구	200~300mm	2,074	1.2	2종		
포항블루밸리 조성공사 1공구	100~600mm	23,083	1.2	2종		
포항블루밸리 조성공사 1공구	100~450mm	9,927	1.2	2종		

2. 문제점

- 1) (기준간 불일치) 설계지침(토목) 「4.6 배수관종 결정」의 “최대사용 정수두”와 “덕타일 주철관 관종선정 표준일람표”의 설계기준이 상이하여 설계 시 혼란 초래

관경	정수두 100m, 토피고 1.5m		정수두 75m, 토피고 1.5m		비고	
	설계기준(관두께)		설계기준(관두께)			
	최대사용 정수두	표준일람표	최대사용 정수두	표준일람표		
D350mm	1종관(9.4mm)	1종관(9.4mm)	2종관(8.5mm)	3종관(7.7mm)		
D400mm	1종관(9.9mm)	2종관(9.0mm)	2종관(9.0mm)	3종관(8.1mm)		

* 관종 1, 2, 3은 고압관, 보통압관, 저압관을 말함.

- 2) (수압 과적용) 정수두 100m인 경우 상수도관 내부에 작용하는 내압(정수압+수격압)은 15.5kgf/cm²로 3종관 파열수압의 약 10% 수준에 불과하며, 택지 및 산단 등에 매설되는 상수도관의 토피 등을 고려할 때 3종관으로도 만족할 것으로 판단됨

▣ 덕타일 주철관 파열수압 및 작용수압 (단위 : kgf/cm²)

관경	파열수압			최대 정수두별 작용수압(수격압 포함)			비고
	1종관	2종관	3종관	100m	75m	45m	
350mm	203	182	164	15.5	13	10	수격압 5.5kgf/cm ²
400mm	187	169	152				

3. 개선방안

3-1 관종선정 기준 보완

1) 「상수도 시설기준(2010, 환경부) 4.2.2 관종」에 의거 상수도관 결정기준 구체화 및 보완

◎ 「설계지침(토목) 6.4 배수관종 결정」에서 서로 상이한 기준인 “1) 최대사용 정수두, 2) 덕타일 주철관 관종선정 표준일람표” 삭제

* 수도용 자재 및 제품의 기준은 관련법(수도법) 및 관련 규격(KS, KWWA 등)에서 구체적으로 제시하고 있으므로 삭제처리

* 관종 선정기준 관련 “상수도시설기준(환경부)” 개정현황

구 분	관종 선정기준
1985년	내압 또는 외압을 고려하여 관종별 규격에 맞는 압력관 사용 【해설】 “최대사용 정수두” 및 “덕타일주철관 관종선정 표준일람표”
1997년	내압 또는 외압을 고려하여 관종별 규격에 맞는 압력관 사용 【해설】 - 관두께 계산식(강관, 덕타일주철관) - “최대사용 정수두” 및 “덕타일주철관 관종선정 표준일람표” 삭제
2004년	내압과 외압에 대하여 안전 【해설】 - 관두께 계산식(강관, 덕타일주철관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관) - 관종선정표(덕타일주철관, 강관)
2010년 (현행)	내압 및 외압에 대하여 안전 【해설】 강관이나 덕타일주철관 등의 관두께는 실제로 작용하는 내압, 외압, 부등침하, 지진하중 등을 고려하여 규격에 맞는 압력관을 사용(“관두께 계산식” 및 “관종선정표” 삭제)

※ 상수도시설기준(2004, 환경부)의 관두께 계산식 및 관종선정표는 관종 또는 규격, 매설조건 및 시공 조건, 안전율 등에 따라 다르고, 새로운 관종 또는 새로운 제품 등에 따라 다르므로 현장 여건 및 설계조건에 따라 설계하도록 하기 위하여 상수도시설기준 개정(2010) 시 삭제

3-2 설계지침 개정(안)

6.4 배수관종 결정

상수도관으로는 덕타일주철관, 강관, 스테인리스강관, 수도용경질폴리염화비닐관 및 수도용 폴리에틸렌관 등의 관종을 사용한다. 이 관들은 재료, 제조방법, 규격치수, 강도 및 내외면 도장 등이 다르기 때문에 다음 각 항에 의하여 위생성, 호환성, 내구성, 유지관리의 용이성 등을 고려하여 최적의 관종을 선정한다. 한국산업표준(KS) 또는 한국상하수도협회규격(KWWA) 등의 규격이 있으므로 규격에 맞는 관종 및 관두께의 제품을 사용한다.

- 가. 관 단면과 축 방향의 강도, 가공성, 이름의 형식, 유지관리의 능력 등을 고려하여 결정한다.
- 나. 실제로 작용하는 내압(정수압, 수격압) 또는 외압(토압, 노면하중 및 지진력 등)을 고려하여 관종별 규격에 맞는 압력 관을 사용한다.
- 다. 관 재질에 의해 물이 오염될 우려가 없어야 한다.
- 라. 매설조건에 적합해야 한다.
- 마. 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.

3-3 관종선정 적정성 재검토 조치

- 1) 상수관로 미시공 현장은 관에 실제로 작용하는 내압 및 외압 등을 고려하여 적정한 관종이 선정될 수 있도록 재검토하고,
- 2) 관종 변경에 따른 경제성 등을 종합적으로 고려하여 필요한 경우 설계변경 조치

4. 기대효과

- 1) (기준정립) 상위기준인 「상수도시설기준(2010, 환경부)」을 반영하여 관종결정 기준을 구체화하고 상호 불일치하는 두 기준(최대사용 정수두, 덕타일주철관 관종선정 표준일람표)을 삭제함으로써 현장의 혼란 방지
- 2) (원가절감) 현장에서 다수 사용되는 덕타일주철관의 경우 현장여건 및 관에 작용하는 하중을 고려하여 관종선정 시 3종관으로도 대부분 만족할 것으로 예상되며, 2종관에서 3종관으로 변경 시 약 7%의 원가절감* 효과발생

* 관종별 자재단가(流通物價, 4월)

구분 관경	KP메커니컬 조인트 직관			타이튼 조인트 직관			비고
	2종관	3종관	대비	2종관	3종관	대비	
350mm	632,150	588,580	93.1%	647,990	604,730	93.3%	
400mm	753,660	696,810	92.5%	769,370	712,800	92.6%	

【참고문헌】『배수관종 결정기준 개선』 단지기술처-3681(2016.10.17)

III-3

교차로 배수향상을 위한 선배수시설 적용

개요

- 교차로 구간에 2호 빗물받이(400x1,000)를 설치할 수 있도록 설계지침에 명기되어 있으나 최근 기후변화로 인한 집중호우는 도시의 도로침수 문제를 자주 발생시킴. 특히 도로의 평면 및 종단 선형이 합쳐지는 교차로 구간은 배수취약 구간으로 물고임 등의 배수문제 방지를 위해 선배수시설 설치 필요

주요내용

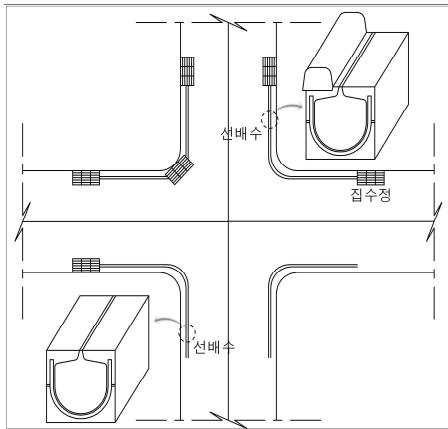
1. 검토내용

- 교차로 구간은 통행량이 많은 구간으로 신속한 도로 노면수 배제를 위해 배수효율이 높은 선배수시설을 설치할 수 있도록 지침 개정



【교차로 선배수시설 설치 사례】

2. 개선내용

구 분	현 행	개정안
설계 지침		<p>5.10.4 선배수시설</p> <p>선배수시설은 도로 노면수를 연속적으로 배제시키기 위해 연속하여 설치하는 시설로 배수취약구간인 교차로구간 등에 적용할 수 있다. 또한 신속한 배수가 필요한 구간, 물고임이 우려되는 구간에 적용할 수 있다.</p> <p>〈교차로 선배수 설계예시〉</p> 
	<p>5.11 빗물받이</p> <p>5.11.1 설치위치</p> <p>나. 특히, 교차로 구간은 각 도로의 종단 곡선의 조합을 고려하여 설치위치를 검토해야 하며, 2호 빗물받이를 설치할 수 있다.</p>	<p>5.11 빗물받이</p> <p>5.11.1 설치위치</p> <p>나. 교차로 구간은 각 도로의 종단곡선의 조합을 고려하여 설치위치를 검토해야 하며, 2호 빗물받이($400 \times 1,000$) 또는 선배수시설을 설치할 수 있다.</p>

【참고문헌】『교차로 배수향상을 위한 선배수시설 적용』 단지기술처-74(2014.1.9)

III-4

적정 우수량 산출을 위한 유출계수 산정

개요

우리공사에서 개발하여 공급하는 주택단지 내 적정한 우수관경의 설계를 통하여 배수유역의 효율적인 차수관리를 도모하고 쾌적한 주거환경을 조성하기 위해서는 기본적으로 적정한 우수유출량의 산출이 필요하며, 이를 위하여 우수유출량 산출시 기본요소인 유출계수의 정확성이 요구되나 동일한 공종에서도 사업지구별로 상이하게 적용되고 있을 뿐만 아니라, 적용하는 유출계수도 건설부 제정 「하수도 시설기준」과 일치하지 않고 있어 집중호우나 홍수시 피해가 우려되는 바, 공종별 유출계수 및 공종구성에 대한 산정방법을 개선하여 적정한 총괄유출계수가 산출될 수 있도록 검토

주요내용

1. 각 종 시설기준 및 현황 검토

1-1 하수도 시설기준(건설부 제정)

1) 공종별 기초유출계수의 표준치

공종	유출계수	공종	유출계수
지붕	0.85 ~ 0.95	공지	0.10 ~ 0.30
도로	0.80 ~ 0.90	잔디, 수목이 많은 공원	0.05 ~ 0.25
기타 불특수면	0.75 ~ 0.85	경사가 완만한 산지	0.20 ~ 0.40
수면	1	경사가 급한 산지	0.40 ~ 0.60

2) 공종별 총괄유출계수의 표준치

공종	총괄유출계수
단지내에 공지가 아주 적은 상업지역 또는 유사한 택지지역	0.80
침투면의 야외작업장, 공지를 약간 가지고 있는 공장 지역 또는 정원이 약간 있는 주택지역	0.65
주택 및 공업단지 등의 중급주택지 또는 독립주택이 많은 지역	0.5
정원이 많은 고급주택지나 밭 등이 일부 남아 있는 교외지역	0.35

1-2 하천시설기준(건설부 제정)

◎ 합리식에 사용되는 유출계수

공 종	총괄유출계수
시가지, 주택지역(도시계획구역에서 시가지구역 포함)	0.80
밭, 평야	0.65
논	0.5
산지	0.35

1-3 일본(수도협회 : 하수도시설기준)

◎ 지구별 유출계수

공 종	총괄유출계수
상업지구	0.80
공업지구	0.65
주택지구	0.5
공원지구	0.35

2. 유출계수 적용 현황검토

2-1 유출계수 적용현황

- ◎ 우리공사는 유출계수에 대한 특별한 설계기준이 없어 건설부 제정 하수도시설기준상의 공종별 기초유출계수 및 총괄유출계수의 표준치를 참고하여 설계자의 판단에 의거 사업지구별 서로 다른 유출계수가 적용되고 있음.

▣ 23개 사업지구에 대한 용도별 유출계수 적용 평균치

단독	공동	근린생활	상업	공원	학교	도로	공용의 청사
0.54	0.62	0.77	0.79	0.30	0.45	0.85	0.61

2-2 기적용 유출계수에 대한 분석

- 1) 용도별 총괄 유출계수가 사업지구별로 상이하며 우수관거의 과대 또는 과소로 인한 공사비 낭비요인 발생이나, 통수단면적 부족으로 인한 침수 우려
- 2) 단독주택지의 경우 0.50~0.65를 적용하고 있으나, 보편적으로 건축물을 제외한 공지를 콘크리트 등으로 포장하여 우수가 거의 대부분 관거로 유입되는 것을 감안할 때 유출계수를 과소하게 적용하는 것으로 판단됨

- 3) 공동주택지의 경우에는 0.50~0.70을 적용하고 있으나, 개발계획승인시 용적률이 명시되어 있으며 지자체의 조례에 따른 녹지율에 의거, 공종구성의 파악이 용이하여 기초유출 계수에 의한 총괄유출계수의 산정이 가능
- 4) 균린생활시설용지 및 상업용지는 2개지구를 제외하고는 0.80을 적용하고 있어 유출계수에 대한 문제는 없는 것으로 판단
- 5) 공원은 종류에 구분 없이 0.15~0.40을 적용하고 있으나, 현황보존지가 비교적 많은 균린공원과 시설물이 많이 설치되는 어린이공원을 동일하게 적용하는 것은 불합리
- 6) 학교는 0.25~0.60까지 가장 폭넓게 적용되고 있어 교사건물 및 운동장 비율을 감안하여 결정하여야 할 것으로 판단됨
- 7) 공용의 청사 및 종교용지는 0.50~0.80을 적용하고 있으나, 대규모 청사를 제외하고는 녹지가 거의 없는 상태이므로 유출계수가 증가 할 것으로 판단됨

3. 유출계수 산정방안 개선을 위한 조사

3-1 기본방향

- 1) 적정한 유출계수 산정을 위하여 각 지사별로 2개 지구를 선정하여 '91년 이후 건축허가 된 건축물을 대상으로 단독 10개, 공동 2개, 어린이공원, 학교, 공용의 청사 및 종교 용지를 실측하여 기초유출계수에 의한 총괄유출계수를 구하여 이를 평균한 유출계수를 산정
- 2) 사업지구별 유출계수 중 실제 유출계수와의 차이가 없다고 판단되거나 공종별 기초 유출 계수의 직접 적용이 가능한 균린생활시설용지, 상업용지 및 도로와 균린공원에 대하여는 아래의 값으로 결정하고 조사대상에서 제외

공 종	총괄유출계수	공 종	총괄유출계수
근린생활시설용지	0.8	도로	0.85
상업용지	0.8	근린공원	0.30

3-2 유출계수 작성방법

1) 단독주택

- ◎ 건폐율*지붕유출계수+녹지율*공원유출계수+기타*불투수면 유출계수

2) 공동주택

- ◎ 건폐율*지붕유출계수+녹지율*공원유출계수+포장율*도로유출계수 +기타*불투수면유출 계수

3) 어린이공원

- 건폐율(화장실 등)*지붕유출계수+조경율*공원유출계수+포장율*도로유출계수+기타(모래사장 등)*공지유출계수

4) 학교

- 건폐율*지붕유출계수+조경율*공원유출계수+포장율*도로유출계수+운동장*공지유출계수

5) 공동주택

- 건폐율*지붕유출계수+녹지율*공원유출계수+포장율*도로유출계수+기타*불투수면유출계수

3-3 공종별 기초유출계수에 의한 총괄유출계수(실측치)

단독	공동	어린이공원	학교	공용의 청사	종교용지	비고
0.80	0.65	0.41	0.36	0.75	0.75	

※ 23개 사업지구에 대한 용도별 총괄유출계수 실측 평균치

4. 유출계수 적용기준 개선

4-1 기적용 유출계수와의 비교 분석

- 1) 단독주택지의 경우 유출계수가 0.50~0.65로써 평균 0.54를 적용한 것으로 조사되었으나, 실측결과 앞에서 추정했던 결과와 같이 0.80으로 나타나 사업지구 중 단독주택지가 차지하는 비율이 높은 사업지구는 단지전체 평균유출계수가 크게 증가할 것으로 판단됨
- 2) 공동주택지에 대한 유출계수를 산정함에 있어서의 건축면적은 개발계획 승인시 확정되는 용적률을 근거로 산출하고 녹지면적은 해당 지자체의 조경율에 대한 조례를 기준으로 산출함으로써 실측치에 가장 근접한 값을 산출
- 3) 학교의 경우는 가장 폭넓게 유출계수(0.25~0.60)를 적용하였으나, 운동장이 차지하는 비율이 크기 때문에 기적용 유출계수보다 작은 값으로 나타남

4-2 유출계수 적용기준

공 종	기적용	개선기준	공 종	기적용	개선기준
단독주택	0.50~0.65	0.80	어린이공원	0.15~0.40	0.45
공동주택	0.50~0.70	0.65	근린공원	0.15~0.40	0.30
근린생활	0.50~0.80	0.80	학 교	0.25~0.60	0.40
상업용지	0.70~0.80	0.80	공용의청사	0.50~0.80	0.75
도로	0.80~0.85	0.85	종교용지	0.50~0.80	0.75

【참고문헌】『적정 우수량 산출을 위한 유출계수 산정방법』 설계(2)1911-263-1(1994.10.19)

III-5

이상기후에 대비한 배수시설 설계기준 상향조정

개요

2006. 7. 기록적인 집중호우로 고양 일산지구의 일부 도로가 침수되어 시설물 관리기관의 배수 시설 정비 및 유지관리 미흡이 주된 침수 발생원인으로 지적되었으나, 계획도시의 배수 설계에도 일부 문제가 있는 것으로 언론보도 되었고, 최근의 이상 기후에 따른 집중호우 피해가 잇따라 발생되고 있는 바, 우리공사의 배수시설 설계기준을 재검토, 적정기준을 수립하여 집중호우시 수해에 보다 안전한 도시건설을 도모

주요내용

1. 현황 및 검토방향

1-1 강우 기록 분석

1) 지구 온난화 등에 따른 기상이변으로 집중호우의 발생 빈도 급증 추세

- 집중호우 발생건수는 1939년 이전 연평균 2.2회에서 1940~1979년 5.3회, 1980년 이후 8.8회로 급증

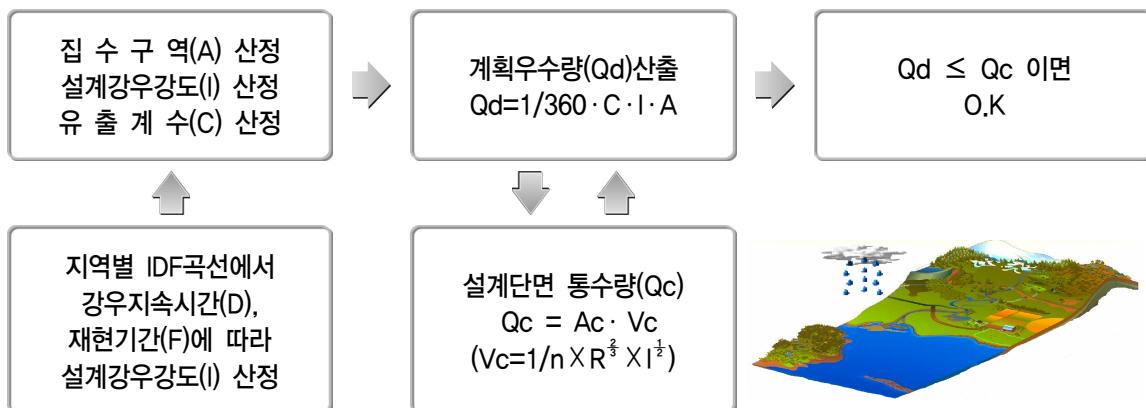
◆ 집중호우 : 시간적 집중성과 공간적 집중성이 매우 강한 큰 비

- 일반적으로 1시간 강우량 30mm이상, 일강우량 80mm이상
- 단시간에 비교적 좁은 지역(보통 10~20km정도)에서 집중
- 태풍, 장마전선, 대규모 저기압에 동반
- 2~3일간 계속될 경우에 많은 비로 인해 홍수 및 산사태 유발

2) 배수시설 설계에 중요한 자료인 1시간당 강우량은 1998년 순천관측소 145mm가 최다 기록

1-2 현행 설계방법

- 배수시설 설계흐름



1-3 검토 방향

1) 배수시설 확률년수 적정성 검토

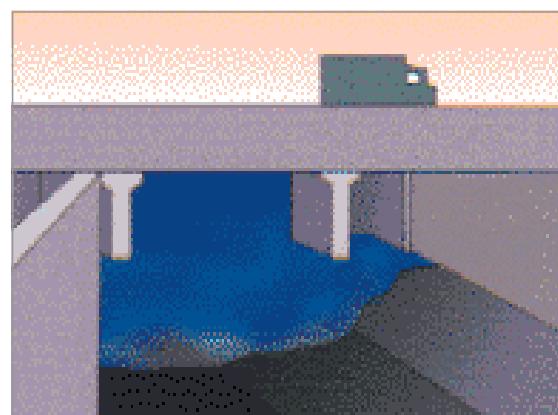
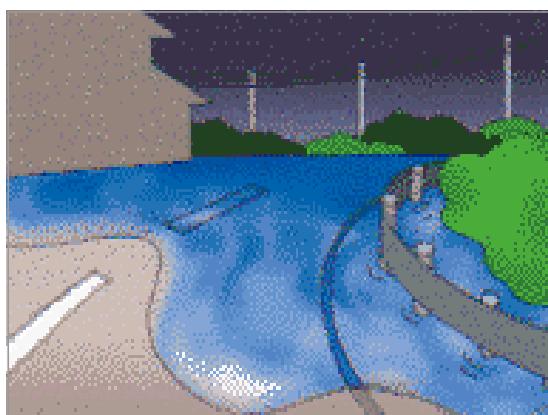
- 기상이변에 따른 집중호우 증가 추세를 반영하여 확률년수 상향조정 검토

2) 우수 관거의 여유 검토

- 2006. 6월 화성OO지구의 건설교통부 건설공사 감찰결과에 따른 조치요구 사항으로 유송 잡물 및 토사퇴적을 고려한 배수 설계기준 검토

3) 빗물받이 설계기준 재검토

- 빗물받이의 협잡물 제거 등 유지관리가 가장 중요하나,
- 노면수의 신속한 배수를 위하여 빗물받이의 규격 및 설치 간격 등에 대한 설계기준 재검토 필요



※ 집중호우로 인해 단시간에 급격히 늘어난 노면수가 도로 측구 빗물받이로 원활이 배수되지 못해 체류하여 도로변 저지대 침수 피해 발생

2. 개선방안 검토

2-1 배수시설 확률년수 검토

1) 검토목적

- 2002. 8월 태풍 "루사"로 인한 「시설물 설계기준 강화대책」의 일환으로 설계 흥수량 및 빙도 강화 등 건교부 「도로설계기준」이 개정(2003. 8) 되었으나,
- 배수시설물 설계시 설계 강우강도 확률년수에 대한 국내의 제반 기준이 상이하고, 우리공사의 기준은 환경부 「하수도시설기준」을 따르고 있어, 확률년수에 대한 기준을 재검토, 적정 기준을 수립하여 수해에 보다 안전한 도시 건설을 도모

2) 현행 설계기준

- 우리공사 설계기준

구 분	확률년수	비 고
단 지 내	—	
지 선 (D600mm 미만)	5 년	하수도설계기준 (환경부, 2005)
간 선 (D600mm 이상)	10 년	준용
주간선 (D1,300mm 이상)	20 년	
유수지 및 배수 펌프장	30 년	
하 천	하천정비 기본계획 적용 단, 건교부 및 지방자치단체와 협의 조정할 수 있음	

3) 문제점

- 집중호우에 따른 건교부 「도로설계기준」 개정(2003.8)
 - 설계발생빙도 기준 강화 (5년→10년)
- 환경부 「하수도시설기준」 확률년수의 불합리
 - 현재 전국 각 지자체의 우수관로는 지선 5년, 간선 10년 확률년수로 설계 · 시공
 - 환경부 「하수도시설기준」의 확률년수 상향조정시 전반적인 우수관거의 확장이 불가피
 - 현실적으로 하수도시설 정비에 따른 예산확보 등의 문제로 개정하지 못하고 있는 실정

4) 검토내용

- 확률년수의 적정성 검토
 - 우리공사의 「돌발홍수 안전진단시스템 개발에 관한 연구」(2005.9) 연구 용역의 결과
 - 시범지역에 도시홍수예측모형(SWMM-DPSI)에 의한 100년 설계빙도 돌발호우의 가상 시나리오 적용 시

- 유역의 상류지역 5년 빈도로 설계된 일부 우수관로에서 통수능 초과 예측
 - 합리식에 의한 계획우수량은 일반적으로 생각하는 확률년수 동안 한번 내리는 1시간 강우강도에 대응하는 것이 아닌, 유달시간 동안 지속 강우강도에 대응도록 설계
 - 확률년수를 크게 취하는 것은 방재상 필요하나 가능한 경제적인 측면과 방재적인 측면을 고려하여 설정하는 것이 바람직
 - 현행 확률년수 5~10년에 대해 과소하다 판단되지는 않으나, 최근의 국지성 집중 호우 증가 추세를 감안한 건교부 설계기준 개정에 따라 확률년수의 상향조정 필요
- ◎ 적용사례 조사
- 건교부 3개 공사(도공, 주공, 수공)의 설계기준을 조사한 결과 건교부 설계기준과 부합하는 지선 10년 적용
 - 일본의 경우 지선, 간선 구분없이 확률년수 5년으로 일률 적용하였으나, 집중호우의 침수피해가 증가함에 따라 일부 지역은 10년 빈도로 상향조정

5) 개선방안

- ◎ 확률년수 설계 기준 변경
- 지선 확률년수 5년 → 10년 상향조정, 지역 상황에 따른 확률년수 조정 가능 단서조항 추가
 - 건교부 「도로설계기준」(2005) 및 제반 지침에 부합되는 기준 적용

◆ 강우강도 확률년수

계획우수량 산정시 강우강도 확률년수는 다음을 기준으로 한다.

구 분	확률년수	
	기 존	변 경
단 지 내	-	-
지 선 (D600mm 미만)	5 년	10 년
간 선 (D600mm 이상)	10 년	10 년
주간선 (D1,300mm 이상)	20 년	20 년
유수지 및 배수 펌프장	30 년	30 년 이상
하 천	하천정비 기본계획 적용 단, 건교부 및 지방자치단체와 협의 조정할 수 있음	

※ 확률년수의 최소 기준으로써, 집중호우 등에 대처가 필요할 시에는 기술적 판단에 따라 조정 가능. 특히, 단지내 또는 인접 배수펌프장의 확률년수는 중요도에 따라 방류하천의 확률년수까지 상향 조정할 수 있다.

2-2 우수관거의 여유 검토

1) 검토목적

- 집중호우, 유송잡물 및 토사 퇴적을 고려하여 우수관거의 여유를 확보하여 단지의 원활한 우수배제를 도모코자 함.

◆ 건교부 지적사항 [감찰팀-1596(2006.08.04)]

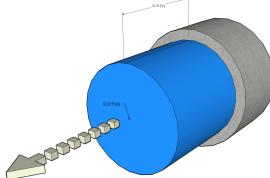
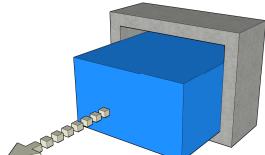
집중호우시 산지에서 유입되는 토사 및 부유물질 등으로 인한 배수시설물의 통수단면적 부족으로 수해가 예상되는바 이에 대한 배수처리 대책을 강구(기준마련)하기 바람.

2) 현행 설계기준

$$\text{계획우수량}(Q_d) \quad Q_d = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A \quad < \quad \text{설계단면 통수량}(Q_c) \quad Q_c = A_c \cdot V_c$$

● 관거의 통수 설계단면

- 추정 계획 우수량을 충분히 유하시킬 수 있도록 관거의 형태에 따른 유효수심의 통수량으로 설계 단면을 결정

형태	원형 관	직사각형거	비고
유효 수심			마제형거 : 높이의 80%

3) 문제점

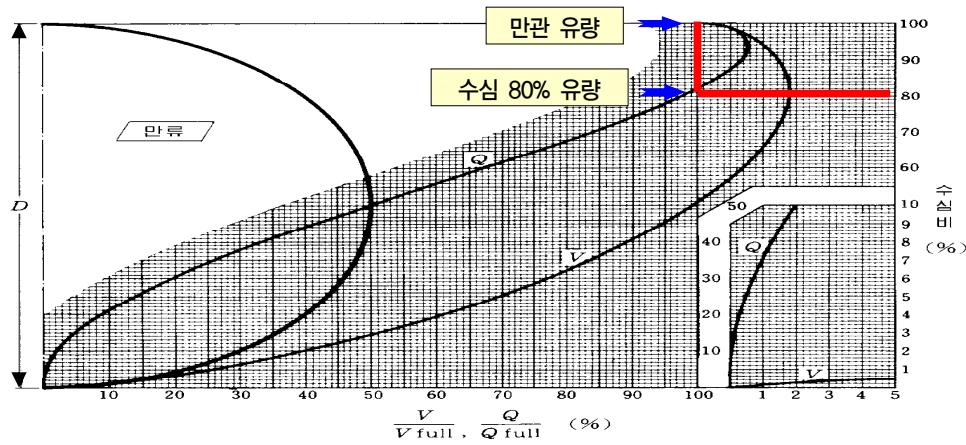
● 원형관 만관 유량 설계에 대한 오해

- 일반적으로 원형관의 만관 유량은 여유가 없다고 생각하나, 원형관의 수리특성곡선상 최대 통수량은 수심이 93% 일때이며, 만관 통수량은 수심의 약 80% 통수량과 동일
- 따라서 만관 유량은 관거의 퇴적 등을 감안한 안전측 설계

● 관거의 여유 필요성

- 추정한 계획우수량과 실제 발생유량의 큰 차이 발생
- 시공의 정밀도, 관거내 유송잡물 및 토사의 퇴적에 의한 유하저해 등과 실제의 흐름은 이상적인 관거상태와 상이
- 이상적인 조건 하에서 구한 관거의 유하 능력 저하

- 따라서 계획우수량의 여유를 예상한 설계방안 필요



4) 검토내용

① 관련 상위 기준 및 지침

- 하수도시설기준 (2005, 환경부)

- 계획하수량은 계획하수량과 실제 발생하수량 간에는 큰 차이가 있을 수 있기 때문에 각 지역의 실정에 따라 계획하수량에 여유율을 두는 것이 좋다

- 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침 (2003, 건교부)

② 암거의 수리계산시 유송잡물 및 토사퇴적을 고려하여 수리계산할 수 있다

③ 관련 사례 조사

- 토목설계지침 (2006, 대한주택공사)

- 계획유량과 실제 발생유량 간에는 큰 차이가 있을 수 있기 때문에 각 지역의 실정에 따라 여유율을 두는 것이 좋다(설계사례 : 여유율 25% 적용)

- 도로설계요령 (2001, 한국도로공사)

- 통수단면은 유지관리의 효율성, 퇴적의 정도 등을 감안하여 설치 위치 및 종류에 따라 설계통수량으로 산정한다(배수관, 수로암거 일반적인 경우 : 최대통수량의 80%)

- 경사 0.2% 이하 또는 유속이 0.6% 이하인 경우 : 최대통수량의 70%

- 경지정리된 논경작지, 집단가옥, 도심지 등 경우 : 최대통수량의 70%

- 하수도 시설 계획 · 설계 지침과 해설 (2001, 일본 하수도협회)

- 하수를 지장없이 배제하기 위해 필요에 따라 계획하수량에 대하여 시설에 여유를 두어야 한다.

- 우수관거 및 합류관거에 있어서도 지하수위가 높다는 등의 지역 특성을 고려하여 시설의 다소 여유를 두는 것이 바람직하다

※ 사가미하리시 하수도시설지침 : 여유율 20%

이치하라시 개발행위설계기준 : 여유율 10~20%

5) 개선방안

- 우수관거의 여유 적용 (신규)

◆ 우수관거의 여유

유송잡물의 유수저해, 토사 퇴적, 지하수의 유입 등 계획유량과 실제 발생 유량과의 차이를 고려하여 각 지역의 실정에 따라 계획우수량의 10 ~ 20%의 여유율을 적용한다.

2-3 빗물받이 설계기준 검토

1) 검토목적

- 최근의 집중호우에 대비하기 위하여 빗물받이 설계기준을 재검토하여 단지의 원활한 우수배제를 도모코자 함

2) 현행 설계기준

- 빗물받이 설치 기준

- 현행 우리공사 설계기준은 도로의 종단경사를 고려하지 않고, 도로 규모에 따라 20~30m 간격으로 일률적으로 적용

3) 문제점

- 「하수도시설기준」의 빗물받이 기준 개정 (2005.10)

- 노면배수용 빗물받이 간격은 대략 20~30 m 정도로 하나
 - 최근의 집중호우를 반영하고, 도로폭 및 경사를 고려하여 구체적인 설치간격을 우리 공사 기준보다 강화하여 제시

【빗물받이 크기별, 도로 차선별 적정 빗물받이 설치간격】

자료 : [서울특별시, 상습침수 해소를 위한 하수도시설기준 재검토],

[도시홍수재해관리기술연구사업단, 도시배수계통의 설계기준개발(FCC 03-02)],

[건설교통부/한국건설평기술원, 건설핵심기술연구개발사업 2005]

▣ : 가장 보편적인 1호 빗물받이(횡경사4%) 적용시 설치간격

도로 차선 (편도)	유입부 규모 (cm)	간격(m)														
		측구 횡경사 4%					측구 횡경사 7%					측구 횡경사 10%				
		평 지	종 경 사 2%	종 경 사 5%	종 경 사 7%	종 경 사 10 %	평 지	종 경 사 2%	종 경 사 5%	종 경 사 7%	종 경 사 10 %	평 지	종 경 사 2%	종 경 사 5%	종 경 사 7%	종 경 사 10 %
2	30	*	*	*	*	*	20	20	20	20	20	30	30	30	30	30
3	×	*	*	*	*	*	15	15	15	15	15	25	25	25	20	20
4	40	*	*	*	*	*	10	10	10	10	*	20	20	20	15	15
2	40	20	20	20	15	15	30	30	30	30	25	30	30	30	30	30
3	×	15	10	10	10	10	30	30	30	30	20	20	30	30	20	20
4	50	10	10	10	*	*	25	25	20	15	15	30	30	25	15	15
2	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	×	30	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	100	30	20	20	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

〈주〉 *는 부적정 / 노면의 횡경사가 2%일 때의 값임.

구 분	개요																												
	종 류	1호 빗물받이							2호 빗물받이																				
형상		 (내부치수 30×40 cm)							 (내부치수 30×80 cm)																				
유입부 크기 (스틸그레이팅)	40×50 cm																												
L형측구	<ul style="list-style-type: none"> 폭원 : 50cm 횡경사 : 4% (표준) 																												
설치 위치	<ul style="list-style-type: none"> 일반 구간 (대부분 1호 설치) 							<ul style="list-style-type: none"> 교차로, 종단경사가 큰(약 5%) 도로, 집수량이 많은 간선도로에 설치 가능 																					
설치 간격	<ul style="list-style-type: none"> 대로이상 : 20 m에 1개소 중로 : 25 m에 1개소 소로 : 30 m에 1개소 또는 단독 2필지의 경계선에 1개소 설치 																												

● 빗물받이 유지보수 문제

- 낙엽, 쓰레기, 토사퇴적 등 협잡물에 의한 배수구 막힘으로 노면 배수의 일차적 배수시설인 빗물받이의 배수능력 상실
- 정체된 노면수가 인근 주거지로 유입되어 침수피해 가중



4) 검토내용

● 개정 「하수도시설기준」 적용 검토

- 일반적으로 적용하고 있는 1호 빗물받이(L형측구 표준경사 4%) 적용시 10~20m 간격으로 우수본관 천공 및 빗물받이 연결관이 증가됨에 따라 하자발생 증가 예상

※ 빗물받이 편측 10m 간격 설치시 : 본관 5m 간격 천공
- 현행기준 20~30m 간격(측구경사 4%) 설치시에는 중로 이상 도로에는 2호 빗물받이 설치로 불합리

● L형 측구 횡경사 상향조정 검토

- 개정 기준의 근거인 서울시 연구 보고서의 빗물받이 차집능력 평가를 위한 수리모형 실험 및 이론적 연구검토를 통하여 도출된 결과에 따라

◆ '상습침수 해소를 위한 하수도시설기준 재검토' (2001, 서울특별시)

빗물받이의 차집능력은 측구의 횡경사에 큰 영향을 받으므로 측구 시공시 엄격한 감리가 요망되며 기존의 측구 및 빗물받이에 대해서는 지속적인 유지관리가 필요하다.

- 국내·외 관련기준을 비교 검토하고, 교통량이 많은 도심지 측구의 특수성, 현장의 시공성 등을 감안하여
- 빗물받이의 차집능력을 향상시키기 위해 L형 측구 표준 횡경사를 4% → 6%로 상향 조정하고
- 이에 따라 동 연구 보고서에서 제시된 설계방법에 의거 측구 횡경사 6%의 빗물받이의 적정 설치간격을 산정

5) 빗물받이 설계기준 변경(안)

● 설치위치

- 도로옆의 물이 모이기 쉬운 장소나 L형 측구의 유하방향 하단부에 반드시 설치한다.
- 특히, 교차로 구간은 각 도로의 종단곡선의 조합을 고려하여 설치위치를 검토해야 하며, 2호 빗물받이 설치를 고려 할 수 있다.
- 도로 편경사 구간은 중분대의 유무, 인접 필지의 배수 등을 고려하여 설치 위치 및 간격을 종합 검토한다.
- 약5% 경사 이상 소로의 하단부 및 연장 약20m 이상 보행자 전용도로에는 적정 간격의 횡단 그레이팅 배수로 설치를 검토한다.
- 보행 동선상에 설치되는 경우 유모차, 휠체어 등 보행 약자의 통행에 지장이 없는 그레이팅을 설치할 수 있다.
- (설치간격)노면배수용 빗물받이 간격은 대략 20~30m 정도로 하나 되도록 도로폭 및 경사별 설치기준을 고려하여 다음 표에 따른다.

▣ 빗물받이 크기별, 도로 차선별 적정 빗물받이 설치간격

도로 차선 (편도)	유입부 규모 (cm)	간격(m)									
		측구 횡경사 4%					측구 횡경사 7%				
		평지	종경 사 2%	종경 사 5%	종경 사 7%	종경 사 10%	평지	종경 사 2%	종경 사 5%	종경 사 7%	종경 사 10%
1	30 × 40	30	25	20	20	20	30	30	30	30	30
2		20	20	20	15	15	25	25	25	20	20
3		15	10	10	10	10	20	20	20	15	15
4		10	10	10	*	*	20	15	15	10	10
2	40 × 50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3		30	25	25	25	25	30	30	30	30	30
4		30	20	20	20	20	30	30	30	30	30
5		20	20	20	20	20	30	30	30	30	30

〈주〉 * 는 부적정 / 노면의 횡경사가 2%일 때의 값임.

L형 측구 횡경사 6% 의 설치 간격을 표준으로 한다.

단, 현장여건 및 기술적 판단에 따라 조정가능

【참고문헌】『이상기후에 대비한 배수시설 설계기준 상향조정』 단지(설2)7212-492(1999.9.29)

건지(설)7818-1747(2006.11.15)

III-6

우수암거 수위조절공 및 장비투입구 설치방법

개요

지선관로에서 유입되는 우수량을 우수 암거의 전단면으로 균등하게 배분하여 우수흐름을 원활하게 조절하기 위해 2면 이상의 암거에 설치하는 수위조절공 및 하수암거에 퇴적된 토사의 제거 등 암거관리를 위해 설치하는 장비투입구에 대한 설치기준이 미흡함에 따라, 조사설계용역 수행담당자에 판단에 따라 사업지구별로 임의적으로 서로 다르게 설계·시공 되고 있어 하수도시설의 원활한 기능발휘를 위한 수위조절공 및 장비투입구의 설치기준을 수립

주요내용

1. 수위조절공

1-1 설치현황

수위조절공은 2면 이상의 암거설치 시에 지선 관로에서 유입되는 우수량을 가능하면 우수 BOX 전 단면으로 균등하게 분배하여 우수 흐름을 원활히 하도록 하기위해 우수BOX 중간 격벽에 설치하는 개구부를 말하며, 우리공사에서 시행 하였거나 시행중인 공사의 우수암거 수위조절공 설계현황을 조사한 결과에 의하면 설치간격은 특별한 사유없이 15m~200m 간격으로 설치하고 있어, 사업지구마다 큰 차이가 있고 그 규격도 1.0×1.0 , 2.0×1.6 , 1.5×2.9 등으로 각지구마다 다르며 설치하지 않은 지구도 있음.

1-2 수위조절공 설치검토

1) 설치필요성 검토

수위조절공은 2면이상의 우수암거 설치시에 지선관로에서 유입되는 우수를 암거 전체단면으로 균등배분하고자 하는 목적으로 설치하는 것으로서, 홍수시등 우수유입량이 많은 시기에 지선 관로에서 유입되는 우수량이 불균등하여 다련 암거의 일부단면이 설계수심 이상이 되어 역류현상이 발생될 수 있으므로 설치가 필요함.

2) 설치간격 및 규격 검토

수위조절공은 지선관로에서 유입되는 우수를 암거 전체단면으로 균등하게 배분함이 목적이므로 당연히 설치간격이 작고 개구부 크기가 클수록 암거 전단면에 걸쳐 비슷한 수심이 유지될 것이며, 설치 간격이 넓고 개구부 크기가 작을 수록 한 단면에서 서로 다른 수심으로 우수가 흐르게 될 것이므로 최적의 설치간격으로 설치함이 바람직하나, 최적의 설치간격은 우수암거의 좌우측에 연결되는 각 지선에서 유입되는 우수량의 불균형정도, 유속, 수위조절공 개구부의 크기 및 위치 등에 따라 달라지고 수위조절공의 적정규격 또한 설치간격, 우수량의 불균형정도, 유속 등에 따라 달라지므로 각각의 경우마다 최적의 설치간격 및 규격은 다를 수 밖에 없음.

따라서 표준적인 설치간격 및 규격 결정은 수리 · 수문학적인 해석을 통하여 결정될 사안이 아니고 우수흐름의 경향을 감안하고 시공성 등을 감안하여 결정하는 것이 합리적이라고 판단됨.

1-3 수위조절공 설치기준

1) 설치대상

- 2면이상의 하수암거로서 좌 · 우측의 지선관로에서 유입되는 하수량이 달라 유량배분이 필요한 경우에 설치한다.

2) 설치간격

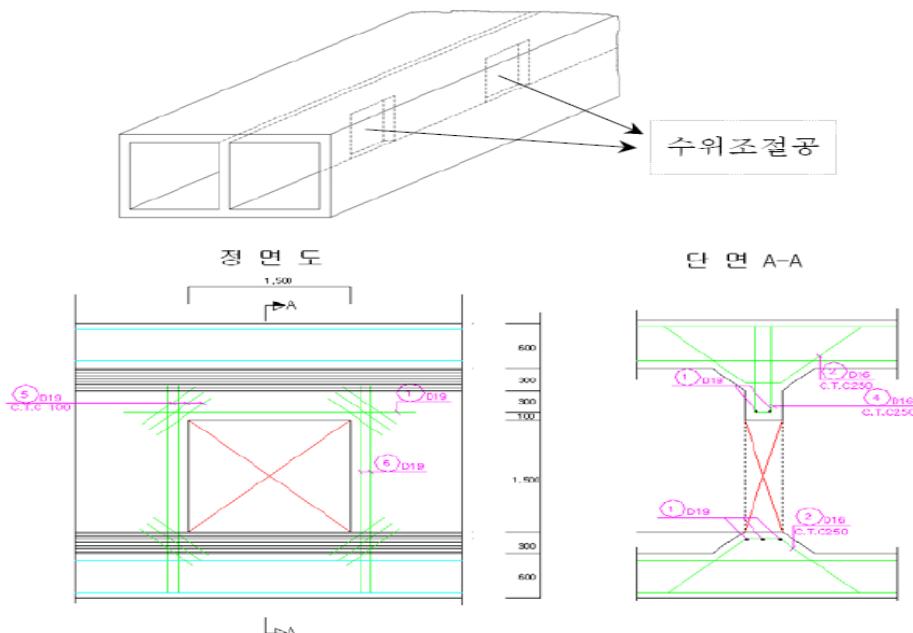
- 지선관로 연결부는 연결지점으로부터 5M 하류지점에 설치하고 하수유입이 없는 중간 구간에서는 45M(3SPAN)마다 설치하되 3면 이상의 암거일 경우 동일한 단면에 설치되지 않도록 연속하여 5M 하류 지점에 설치.
단, 암거의 높이가 3.5M 이상인 경우 구조적으로 취약하지 않도록 수위조절공의 순간간격이 암거 높이에 여유치 1.0M를 더한 값 이상이 되도록 (암거높이 + 수위조절공폭 +1.0)M 하류지점에 설치.

3) 설치규격

- 수위조절공 설치폭은 1.5m를 기준으로 하고 설치높이는 구조계산결과에 따라 개구부 보강을 위해 추가하는 거더 철근 등의 설치에 지장이 없는 범위내에서 최대한 높은 폭으로 설계자가 결정한다. (단, 최소한 현지부는 유지되어야함)

4) 개구부보강 구조계산

- 수위조절공 설치부위는 단면제거로 인한 구조적인 취약성이 보완되도록 합리적인 방법으로 구조계산을 실시하여 해당 부위를 보강하여야 한다.
 - ※ 지선관로가 우수암거인 경우 연결부(암거와 암거의 교차부)의 처리는 주암거와 연결암거의 규격등을 감안 본 기준과는 별도로 설계하여야 한다.



【수위조절공 설치 예시】

4) 개구부보강 구조계산

- 수위조절공 설치부위는 단면제거로 인한 구조적인 취약성이 보완되도록 합리적인 방법으로 구조계산을 실시하여 해당부위를 보강하여야 한다.
 - ※ 지선관로가 우수암거인 경우 연결부(암거와 암거의 교차부)의 처리는 주암거와 연결암거의 규격등을 감안하여 본 기준과는 별도로 설계하여야 한다.

2. 장비투입구

2-1 설치현황

장비투입구는 하수암거에 토사 등이 퇴적되어 인력 또는 제트크리닝 등의 방법으로 제거하기가 불가능하거나 효율적이지 못하여 장비를 사용해야 하는 경우 준설장비 등을 우수암거 내로 투입할 수 있도록 하고자 설치하는 것으로써,

우리공사에서 시행하였거나 시행 중인 18개 지구의 공사시행현황을 조사한 결과에 따르면 6개 지구 공사에서만 설계 또는 계획되어 있으며, 6개 지구 중 1개 지구는 지자체의 요구가 있어 설계변경 하였고, 나머지 5개 지구는 조사설계용역 수행담당자의 판단에 따라 설계되었음. 또한 설치간격도 약100m에서 수 백m로 각각 다르게 되어 있고 설치규격도 1.4×1.9 , 2.0×2.5 , 2.0×3.0 , 3.0×3.0 으로 다르게 설치됨.

2-2 장비투입구 설치검토

1) 설치필요성 검토

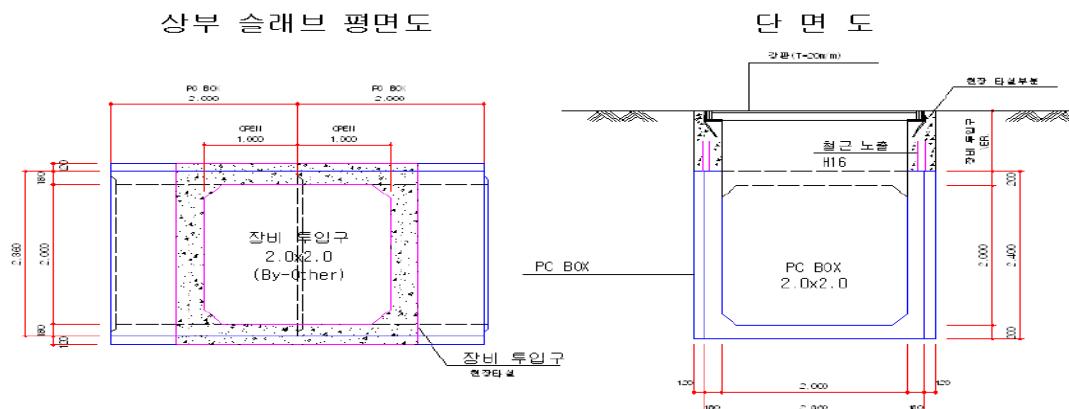
- 우수암거 내에 퇴적된 토사제거를 위해서는 인력제거, 흡입준설, 장비 집토제거 등의 방법이 있으나, 우수암거 규격이 큰 경우는 장비집토 제거 방법이 가장효율적이고 경제적이므로 유지관리차원에서 장비투입구 설치는 필요하다고 판단됨.

2) 설치간격 검토

- 효율적인 토사제거작업만을 생각하면 가능한 좁은 간격으로 설치하여 장비 집토 거리를 작게함은 물론 집토된 토사를 장비를 사용하여 쉽게 반출하도록 함이 좋을 것이나, 장비 투입구가 차량통행이 많은 대로 상에 넓은 면적으로 설치되므로 차량통행에 지장이 되고 하자발생의 소지가 많으며 또한 OVERLAY 포장시 인상작업을 해야 하는 등 도로관리상의 문제점이 예상됨.
또한 하수도준설은 퇴적정도에 따라 수년에서 10년이상 마다 시행이 예상되므로 장비 투입구 활용빈도가 매우 작다는 것 등을 감안 할 때 가능한 적은 수의 설치가 바람직함.

3) 설치규격

- 설치규격은 일반적으로 암거 내에 투입되는 장비의 제원을 고려하고 또한 동 투입구에서 집토된 토사를 장비를 사용하여 반출 할 수 있도록 설치함이 바람직함.



【장비투입구 설치 예시】

2-3 장비투입구 설치기준

1) 설치대상

- 장비투입구는 소형로우더의 장비제원을 고려하고 장비를 사용한 적정 작업량 등을 감안하여 2.0×2.0규격이상의 암거연장이 200M이상 일때에 설치함을 원칙으로 한다.
이때 한 개의 사업지구가 여러 개의 공구로 분할된 경우 장비투입구는 사업지구 전체를

1건의 대상으로 보아 설치한다. 다만, 다음의 경우에는 설치하지 아니한다.

- 지형적인 여건 등으로 보아 하천방류 지점에서 장비투입에 큰 지장이 없는 경우.
- 유속저감을 위해 계속적으로 낙차공을 설치한 경우 등과 같이 암거 내에서 장비이동이 사실상 불가한 경우.
- 기타 장비투입구 설치의 실효성을 기대하기가 어려운 경우.

2) 설치간격(위치)

- ◉ 설치위치는 $2.0M \times 2.0M$ 규격 이상의 설치대상 암거연장의 개략 중간지점에 1개소를 설치하되, 2면 이상의 암거일 경우 각 단면마다 각각 설치함을 원칙으로 한다.
- ◉ 다만, 설치대상 암거 연장이 $1000m$ 이상이 되거나 중간에 낙차공이 설치되어 있어 장비 통행이 단절되는 경우 등 추가설치가 필요하다고 판단되는 경우 설치개소를 추가하고 위치를 적절히 조정할 수 있다.

3) 설치규격

- ◉ 소형로우더의 제원을 감안하고 집토된 흙을 장비를 사용하여 반출 할 수 있도록 $2.0M \times 2.0M$ 규격으로 한다.

4) 뚜껑설치

- ◉ 장비투입구 뚜껑은 중차량 통행에도 안전하도록 구조계산을 거쳐 재질 및 규격을 결정하여야 하고 또한 이탈 등의 문제가 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

【참고문헌】『우수암거 수위조절공 설치 및 장비투입구 설치기준』 기술(심)7811-317(2001.4.20)

III-7

안정성 확보를 위한 하수관 기초설치방법

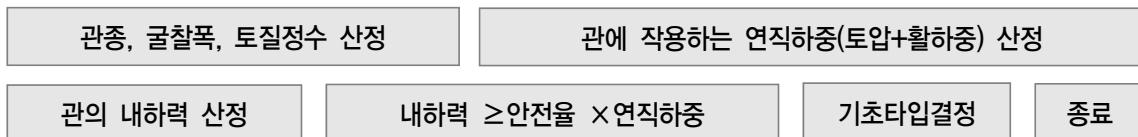
개요

하수관의 안정성 검토는 상재하중에 의한 관의 파손 및 부등침하에 대한 사전검토가 되며 관 파손시 하수관의 정체 및 유출, 지하수 등의 유입, 관의 침하 등을 초래하여 하수처리 및 유지 관리에 큰 문제점을 유발할 수 있으므로 관기초에 대한 안정성 검토가 요구됨에 따라 하중조건, 매설심도, 토질조건, 사용할 관의 외압강도 등을 고려하여 구조계산을 실시한 후 기초설치 여부 및 기초형식을 판단토록 기준을 수립

주요내용

1. 하수관기초 설치 구조계산

1-1 관기초 검토 흐름도



1-2 설계기준 및 조건 적용

- 1) 적용하수관종의 관제원에 따라 균열하중 및 파괴하중이 다름.
- 2) 연직하중 산정방법
 - ◎ 연직토압 산정방법 : 직토압공식과 Marston 공식 중 큰 값
 - ◎ 적용 활하중 : DB-24, DB-18, DB-13.5, 보행하중
- 3) 토질정수(단위중량)을 결정

1-3 작용하중

- 1) 관에 작용하는 힘모멘트는 외압에 의한 관정부 및 관저부에 발생하는 힘모멘트와 측압에

의한 힘모멘트, 관내수 및 자중에 의한 모멘트가 있으나, 관내수 및 자중에 의한 힘모멘트는 측압에 의한 힘모멘트와 상쇄하는 것으로 보고 연직하중에 의한 힘모멘트만 고려한다.

2) 따라서 작용하중은 관 상부의 연직토압과 활하중에 의한 연직토압만 고려한다.

- 되메우기 토사에 의한 고정하중 영향(연직토압)
- 직토압 공식에 의한 토압산정은 되메움 토사와 원지반의 점착력을 고려하지 않고 단순히 관상부의 매설토 중량이 관에 직접 작용하는 것으로 가정하여 구하는 것으로 측면의 마찰력을 무시한다.
 - 직토압에 의한 공식과 마스톤 공식에 의한 토압 중 큰 값을 적용한다.
- 활하중에 의한 수직토압
 - 매설관거의 상부로 차량 등이 통과하는 경우, 그 하중에 의한 압력이 토압하중에 가산되는데 차량하중은 후륜하중을 사용하며 전륜하중의 영향은 무시하는 것으로 한다.
 - 하수관 기초설계시 도로등급에 따라 적정 활하중을 선택하여 설계하되, 주도로(광로, 대로, 중로)와 부도로(중로, 소로)가 교차하는 교차로 구간에서는 주도로의 활하중을 적용해야 한다.

1-4 안정성 검토

1) 관에 발생하는 최대모멘트

$$M_{max} = P \times k \times r^2$$

2) 관의 저항모멘트

$$M_r = (0.318 \times Q \times r + 0.239 \times W \times r)$$

3) 관의 내하력

$$q = (0.318 \times Q \times r + 0.239 \times W \times r) / (k \times r^2)$$

1-5 기초 TYPE 선정

1) 적용 안전율(F_s) : 1.0

2) 관기초 선정방법

- 저항모멘트(M_r) \geq 안전율 \times 기초타입별 최대힘모멘트(M_{max})
- 기초타입별 관의 내하력 \geq 안전율 \times (연직토압+활하중)
 - ※ 만약 만족하는 조건이 없으면 360° 콘크리트 기초 검토

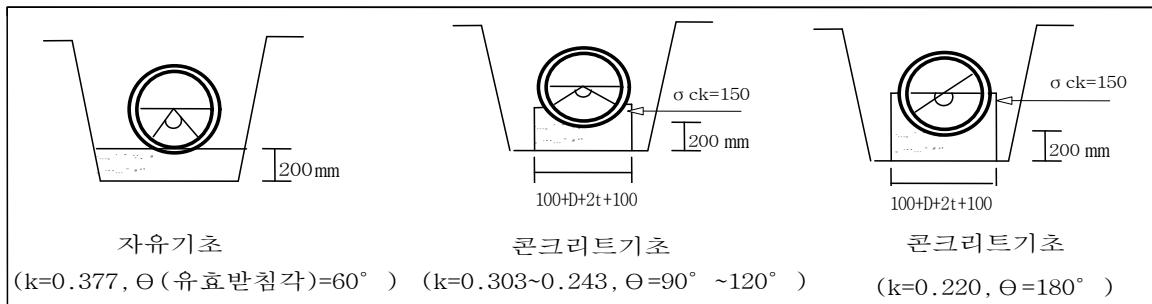
2. 하수관기초 설치 기준

2-1 강성관의 경우

- 1) 하수관 기초형태 및 규격을 선정하기 위하여 반드시 구조계산을 실시하여야 하며, 시공성 등을 감안 다음 규격 이상으로 설치한다.

받침각	k 값	
	받침각	받침각
60°	—	0.377
90°	0.303	0.314
120°	0.243	0.275
180°	0.220	—

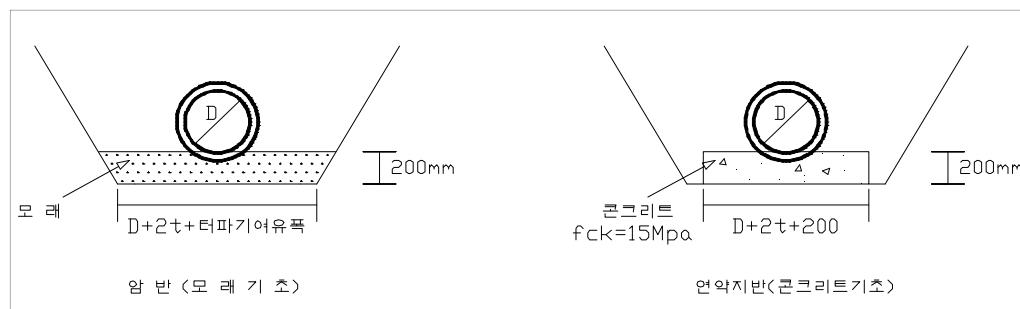
단, 안전율은 1.0~1.1을 적용한다.



※ 자유기초 : 모래, 마사토(화강암질 풍화토), 석분 등

※ 콘크리트 기초폭(mm) : $100 + D + 2t + 100$

- 2) 암반지역 및 연약지반은 구조계산 결과에 관계없이 시공성 및 관보호를 위해 다음과 같이 기초를 설치해야 한다. 다만, 구조계산결과 표준치보다 상회할 경우에는 구조계산 결과에 따른다.



2-2 연성관의 경우

- 연성관은 기초를 설치해야 하며 구조계산 결과 및 지반조건에 따라 다음 표에서 정하는 기준 이상으로 설치해야 한다.

절토지역	원지반 불량 성토지역	연약지반
180° 모래기초	무근콘크리트 기초	무근 or 철근콘크리트 기초 (철근 13mm, 간격 20cm)

주) 모래기초는 20m/m이하 쇄석, 재생골재, 재생모래를 대체 사용할 수 있다

주) 연약지반은 3.22 연약지반 판정기준에 따른다.

2-3 하수관 기초 사용 모래의 대체

- ◎ 하수관 자유기초에 사용하는 재료는 석분, 화강암질 풍화토(마사토), 모래를 사용할 수 있으며, 경제성 수급상황 및 현장여건을 감안하여 선정한다.

【참고문헌】『안정성 확보를 위한 하수관 기초설치 기준 수립』 설계(2)1911-158(1995.3.31)

품관(설)6211-1814(2005.11.11)

III-8

연막분무기를 활용한 하수관거 오접확인방안 개발

개요

80년도 이후 도시의 개발사업, 산업입지 및 공단조성사업 등의 개발사업을 수행 할 경우에는 분류식 하수관거를 설치하고 있으나,

분류식 하수관거를 설치하는 과정에서 오수관을 우수관에 연결하거나, 배수설비 연결시 우수관에 잘못 연결하는 등으로 인하여 공공수역의 수질오염은 물론 발생하수의 하수처리장 유입량 부족 등 많은 문제점이 발생함에 따라,

환경부에서 오접방지지침을 시달하고 각 기관은 별도의 오접방지대책을 수립 시행하고 있으나, 우리공사는 육안조사 및 CCTV 촬영 등 조사방법의 한계성을 극복하며 보다 효율적인 ‘하수관 오접 확인을 위한 방법 및 기구’를 자체적으로 개발하여 실용실안 등록을 실시하고, 전 사업장에 전파 활용하여 공사 현장에서의 하수관 오접을 원천적으로 봉쇄하였을 뿐만 아니라 택지 및 공단 소재 지자체에 준공 후 무상 제공하여 유대를 강화하는 일석이조의 효과를 거양

주요내용

1. 하수관거 유지관리 문제점

1-1 침투수와 유입수의 개요

- 1) 침투수 및 침입수(Infiltration)란 관파손, 관이음부 접합불량, 연결관 접속불량 등 관거의 불량부위를 통하여 관내로 흘러 들어오는 지하수 등의 유입수를 말하며,
- 2) 유입수(Inflow)란 맨홀부의 시공불량, 우·오수관의 오접 등으로 관거내로 흘러 들어오는 우수 유입수를 의미

1-2 문제점

1) 유입량 증가

- ◎ 이음부 불량 및 관 파손에 의해 지하수가 유입되거나 오수가 유출되는 경우, 또는 상수도

관이 통과하면서 누수가 발생하여 오수와 희석되어 하수유량은 증가하고 농도는 저하하는 현상이 나타남.

- ◎ 이로 인해서 하수종말처리시설은 계획용량보다 많은 양의 하수 때문에 초과된 경비를 소요하게 되거나, 혹은 처리를 포기하고 방류를 하게 되어 정화처리 시설의 기능이 저하됨.

2) 수질저하

- ◎ 유입량 증가로 인하여 초과분의 방류를 하게 되어 정화처리시설의 기능 자체를 하지 못하게 되므로 공공수역의 수질오염을 초래

3) 하수 처리의 효율저하

- ◎ Infiltration/Inflow로 인한 지하수나 상수도에 의한 희석 때문에 하수 속의 유기물질을 먹이로 해서 하수를 처리하는 미생물의 먹이부족 현상이 발생되어 하수처리 효율저하 우려

4) 토사유입

- ◎ 침투수 및 침입수(Infiltaraton)와 함께 발생되는 토사유입에 의한 관의 막힘현상 및 후처리 효율저하

2. 하수관 오접확인 및 결과조치

2-1 오접확인방법

1) CCTV 촬영

- ◎ 하수관 내부에 대하여 CCTV로 촬영하여 오접여부 확인

2) VTR 촬영

- ◎ 하수관의 연결상태를 외부에서 VTR로 촬영하여 오접 여부 확인

3) 연막활용 하수관 오접확인

- ◎ 하수관(우·오수관)내부를 통하여 연막활용 하수관 오접확인방법에 의하여 오접여부 확인

2-2 실시범위 및 시기

1) CCTV 촬영

- ◎ 1,200mm이하의 하수관 전체에 대하여 매설작업 중 포장공사 시행전까지 실시(필요시에는 준공사업지구에 대하여도 확대실시)

2) VTR 촬영

- ◎ 주요 구조물 및 하수관에 대하여 VTR을 촬영하며 촬영은 되메우기 전에 실시

3) 연막활용 하수관 오접확인

- 단독주택지 및 상업용지 등 하수관 오접시공이 발생되기 쉬운 구간에 하수관 내부를 연막 활용 하수관 오접확인 방법으로 포장공사 실시 전에 오접여부 확인

2-3 결과조치

- CCTV 및 VTR 촬영, 연막활용 하수관 오접확인 방법 등에 의하여 오접이 확인된 하수관 구간에 대하여는 원인자 부담하에 즉시 재시공 조치하고, CCTV 및 VTR 촬영, 연막 활용 하수관 오접확인 결과자료를 지자체와의 시설물 인계인수시 활용

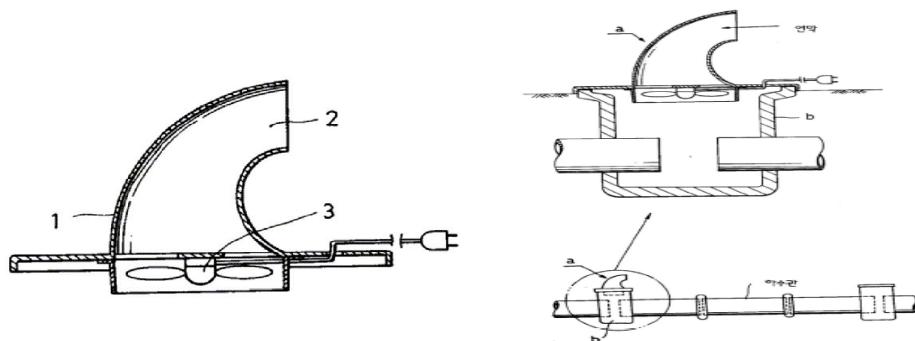
3. 연막분무기 활용 하수관 오접확인 장치

3-1 장치개요

시공된 하수관의 맨홀을 통하여 오접점검대상인 하수관로에 연막소독기를 활용하여 연막을 뿜어 토관의 이음새로 연막이 새어나오는지 여부를 알아보는데 편리하게 이용하는 연막을 이용한 하수관의 오접확인기구

3-2 특허출원

- 발명의 명칭 : 하수관의 오접확인기구
- 출원번호 : 2019950009880 (1995.05.10)
- 공개번호 : 201996038280 (1996.12.18)
- 출원인 : 한국토지주택공사
- 예시도



- 연막소독 분무기를 활용하여 하수관로내에 연막을 불어넣어 오접여부를 점검하는 연막유도구(1)를 흰 나팔관 모양으로 형성하되 단경부(2)는 연막소독기 등의 토출관을 접속토록 하고 장경부는 맨홀의 입구에 씌워 가릴 수 있게 하며, 연막유도관(1)의 하단 내부에는 전동팬(3)을 장착한 하수관 오접확인기구.

3-3 사용법

- 1) 연막소독기에 연료와 연막제를 충진한다. 연막제는 소독약이 혼합된 것이라도 좋다.
 - 2) 상기 오접확인기구(a)를 점검할 하수관로의 한쪽 맨홀(b)의 입구에 씌운다. 맨홀(b)위에 연막유도관(1)의 하단을 얹을 때 이음새가 뜨지 않게 한다.
 - 3) 전동팬(3)은 맨홀(b)안에 위치하게 되고 연막투입구(2)는 거의 전부가 지상에 노출된다. 굳이 작업인부가 맨홀 안으로 들어갈 필요가 없는 것이다.
 - 4) 연막소독기의 토출관을 연막투입구(2)안에 들이 밀고 전동팬(3)과 연막소독기를 가동한다. 연막은 대략1분 정도 투입하면 충분하다.
 - 5) 연막투입이 적당한 수준이라고 판단된 때에 연막소독기와 전동팬(3)의 가동을 중지 하고, 그로부터 약 5분이 지난 후에 오수받이나 노면의 빗물받이, 분기관으로 연막이 새어나오는지를 눈으로 살펴서 하수관의 오접여부를 점검하고, 필요한 후속조치를 취한다.
- ※ 본 장치는 하수관로로 연막을 유도하기 위한 연막유도구를 맨홀내, 하수관로 속이 아니라 맨홀의 입구에 씌우는 것으로 간단히 마무리되고 점검 후에는 맨홀 입구에서 그대로 들어내면 되므로 하수관로상에 유해가스가 있을지라도, 하수가 흐르거나 고였더라도 이에 구애받지 않고 연막을 이용한 하수관의 오접여부를 점검할 수 있어 작업상 안전하고 또한 간편

4. 기대효과

- 1) 지자체에 시설물이관을 위한 합동점검시 관계공무원 입회하에 연막을 투입시켜 누출 되는 곳을 직접 확인함으로써 시설물을 인수하는 지자체에서의 호응도가 클 것으로 기대되며,
- 2) CCTV 및 VTR촬영을 하여 하수관 연결상태를 확인하였어도 우·오수관의 오접여부는 쉽게 확인 되지않는 점을 보완할 수 있으며,
- 3) 하수관내 서식하는 파리, 모기 등의 박멸로 부수적인 소독효과가 있어 지역주민에 대한 공사이미지를 제고 시킬수 있는 효과가 있음.

【참고문헌】『연막분무기를 활용한 하수관거 오접확인방안 개발』 품질(기)2442-232(1995.4.25)

III-9

필지경계 상수·오수분기관 파손방지 대책

개요

아파트, 상가, 공공시설, 공장용지, 단독주택 등의 필지경계선에 매설된 상수·오수 지하매설물을 토지소유자가 건축시공 시 개별필지에 설치된 상수 및 오수분기관의 매설위치를 정확히 판단할 수 없어 발생하는 관로의 파손, 오접 및 민원 등의 문제점을 해결하기 위하여, 기준에 「필지별 상수·오수 인입 및 연결관 표준화」 기준을 수립하여 분기관 표식 및 상세도 작성 등을 통한 정확한 위치 파악이 가능하도록 시행하고 있으나, 시공표식의 망실이나 매설위치의 부정확한 시공으로 분기관 위치확인이 어렵고 건축공사 중 파손되는 사례 및 민원이 재발생 됨에 따라 고객만족도 제고를 위하여 개선방안을 수립

주요내용

1. 검토목적

상수·오수 분기관의 정확한 위치 확정을 위하여 필요한 설계·시공·관리 단계를 표준화 함으로써 건축주가 필지경계선 부근에 매설된 상수관과 오수관의 연결관 위치 확인을 위한 임의 터파기를 방지하고 단지내의 건축물에 계획된 상수관로와 오수관로를 필지 경계선에 매설된 상수인입관과 오수연결관의 정확한 접합설계와 시공을 위한 자료를 제공

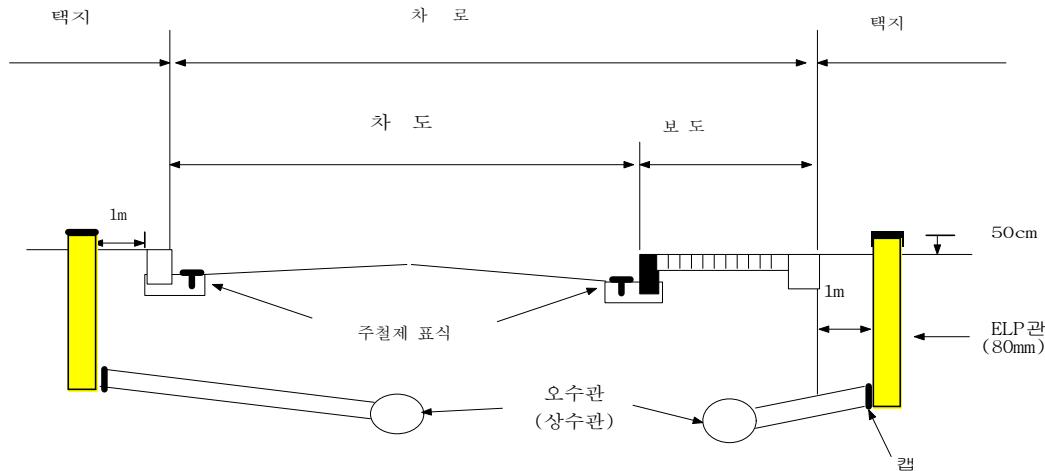
2. 현황 및 문제점

2-1 현황(현 설계기준)

- 1) 택지개발사업 단독주택지에 설치되는 상수 및 오수분기관 필지별 매설위치 표식에 관한 설계기준
 - ① 1필지 당 1개소
 - ② L형측구에 철제품 표식못 설치($\varnothing 45\text{mm}$, $D=9.5\text{cm}$)

- 분기관 말구에 ELP관 매설위치 표시($\varnothing 80\text{mm}$, $D=1.0\text{m}$)
- 축척 1:500 관로종합망도에 분기관 설치 위치 작성

2) 상수 및 오수 분기관 설치 표준도



2-2 문제점 (민원사항)

1) 분기관 표식 망설에 따른 위치확인 민원이 다수

2) 매설위치 부정확 및 분기관 미 시공

* 표식 설치시점과 되메우기 시점이 상이하여
⇒ 분기관 표식지점과 실제 매설지점 차이 발생

3) 건축설계와 불일치에 따른 분기관 재시공

4) 건축기초공사 중 부주의로 인한 분기관 파손 빈번 및 상수도 누수

* 분기관 매설깊이 미 표시 (위치에 따라 매설깊이 상이)
⇒ 기계터파기 시 분기관 파손 발생

5) 민원처리 지연으로 고객불만 증대 및 공사 이미지 저하

3. 개선제안 검토

3-1 혁신아이디어 제안 내용 (16건)

1) 분기관 정보를 담은 정보저장형 전자식 표식 설치

- 혁신과제로 채택 됨

- 2) KT의 통신 표식주와 같은 미려한 관으로 대체 (고객 정보 표기)
 - ◎ 혁신과제로 채택 됨
- 3) 상수분기관을 대지경계석까지 시공하고 지수전을 설치
 - ◎ 개선방안으로 아이디어 반영
- 4) ELP관에 매설깊이 눈금표기 및 분기관 주변 되메움재 모래 사용
 - ◎ 개선방안에 아이디어 일부 반영
- 5) 분기관 매설깊이 확인이 가능토록 눈금 표식관으로 설치
 - ◎ 개선방안에 아이디어 일부 반영
- 6) 상수 본관만 시공하고 나중에 건축주 필요에 따라 설치토록 지자체협의
- 7) 분기관 시공한계를 보도경계석까지 하고 주철제 표식을 경계석에 추가
- 8) 각 필지별 오수를 차집하여 처리토록 오수분기 차집관 설치

3-2 혁신과제 검토

구 분	혁신과제 1	혁신과제 2
제안내용	분기관 말구부에 관종류, 매설심도 등 정보를 담은 정보저장형 전자표식 설치	KT의 통신 표식주와 같은 색상이 있는 관으로 대체(고객정보 표기)
장 점	범용적 사용을 전제할 때 판매설정보 확인등 효율적	ELP관 대비 시작적 효과
단 점	일회성 고가재로 비경제적 유지관리비 (탐색장비) 추가	기존관 보다 망설가능 높음 통신 표식주와 혼동 우려
경제성	37,000원/개소당	7,000원/개소당

4. 개선방안

단독택지 상·오수 분기관 주요 민원이 분기관 위치 부정확, 공사 중 파손, 분기관 미설치 등이며, 이는 시공관리 및 사후확인의 문제에 기인하므로 혁신아이디어 중 이의 해소에 강점이 있는 개선안을 채택 반영

4-1 상수 분기관

- 1) 지상에서 분기관 매설위치 파악 및 설치여부 확인이 가능하도록 대지 경계석에 인접하여 각 필지별로 지수전을 설치
 - ◎ 지수전 : 제수변기보호통과 유사 각 필지 경계부에 설치하여 말구처리
(재료비 : 30,000원/개소당-일부 자치단체 사용)

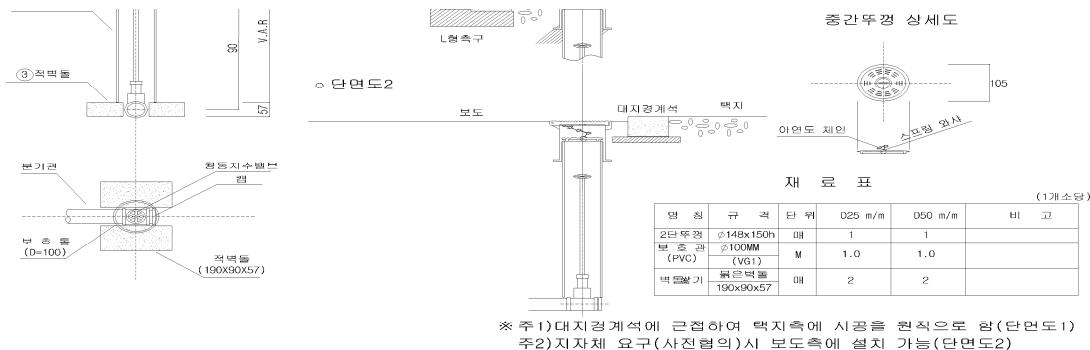
- 2) 보도가 있는 구간 : 보도 내에 지수전 설치
- 3) 보도가 없는 구간 : 대지경계석 인접 택지측에 지수전 설치

4-2 오수 분기관

- 1) 오수분기관에 매설깊이 표시

* 현재의 ELP관(기계터파기 시 분기관 파손 발생)
 ⇒ ELP관에 매설깊이를 눈금으로 표시

- 2) 건축공사 터파기 작업 시 매설위치 및 깊이에 대한 사전정보 제공 분기관 파손방지 및 관식별 용이



【 상수분기관 설치 표준도 개정(안) 】

【참고문헌】『상수·오수분기관 및 표식 설계기준』 설계(설)1911-458(1992.6.19)
 건설지원처-1458(2007.5.2)

III-10

라이프 시설관로 종합망도 작성요령

개요

단지조성 공사시 주요 매설물인 우수, 오수, 상수도 등의 관로는 각각 별도의 도면으로 작성하여 지하매설물에 대한 종합적인 관리가 지난함에 따라 이를 보완하기 위하여, 실시설계 단계에서 관로종합망도 작성을 의무화하여 단지조성공사 시행시 우수·오수관 및 상수관 등 지하매설 관로의 정확한 시공을 유도하고, 이중굴착 및 오인굴착의 방지를 위하여 판매상담시와 건축시에도 유용한 자료로 활용하여 최대한의 고객서비스를 제공하고자 하며, 공사완료 후에는 계약자가 실제 시공현황에 의거 관로종합망도를 상세히 작성토록하여 사업준공 후 시설물 관리 및 하자보수 등에 활용할 수 있도록 「관로 종합망도 작성기준」을 수립

주요내용

1. 현황 및 문제점

주요 지하매설물인 우수, 오수, 상수도 등의 관로에 대한 관로에 대한 종합적 관리미흡으로 인하여, 공사 완료후 하자 보수시 또는 신설관 매설시 타 관로를 파손하는 등의 문제가 빈번하게 발생되고 있음.

매설관로에 대한 민원을 최소화하기 위해 '92. 6. 「필지별 상수도 인입관 및 오수 연결관 시공위치 표준화 방침」을 수립하여 시행중이나, 현재는 단독택지 및 소규모 필지의 상·오수 연결관의 시설도면만을 작성토록 되어있어 효율적인 관리를 위하여는 우수관로를 포함한 관로 종합망도를 작성하여 각종 유지관리 및 판매 상담시에도 유용한 자료로 활용할 수 있도록 사업단계별로 개선 시행할 필요성이 있음

2. 관로 종합망도 작성기준

단계별	세부추진 내용
실시설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작성기준 <ul style="list-style-type: none"> - 토지 용도별 필지분할 계획에 의거 관로종합망도를 작성하되 개발업무지침서 7-6 「시설물관리 전산화지침」을 참고하여 작성하고 상수는 청색(BLUE 5), 우수는 녹색(GREEN 3), 오수는 선홍색(210)으로 작성하여야 한다 ○ 관로 종합망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 도면명 : ○○지구 관로 종합망도 - 도면작성 축척 : 1:500(필요시 별도의 축척가능) - 도면크기 : A1 size(817×570m/m) - 작성내용 : ① 지하매설 관로현황(관의직경, 위치)표시 <ul style="list-style-type: none"> ② 우수받이, 맨홀, 제수변, 연결관등 표시 ③ 상·우수 인입부의 위치 표시 ④ 상·우수 인입부 기준점으로 부터의 거리, 방향표시 - 작성방법 <ul style="list-style-type: none"> ① 상수인입관과 오수연결관은 획지분할도에 따라 1필지에 1개소씩 설계 ② 분기관의 위치는 필지내 계획고가 낮은 쪽, 필지경계 선으로 부터 3m이내에 연결관 사이의 거리를 1.0m로 설치 ③ 연결관 중앙 직상부에 오수연결관과 상수인입관 각각에 대하여 상·우수 분기표식을 L형측구에 설치 ④ 공사완료후에도 위치 확인이 용이한 가각정점(택지연장 선상)을 기준하여 연결관 위치를 도면상에 표시 ○ 성과품 제출 <ul style="list-style-type: none"> 실시설계도와는 별도로 관로 종합망도를 작성하여 도면집 5부와 CAD파일을 디스켓이나 CD-ROM으로 납품하여야 한다
공사시공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작성기준 <ul style="list-style-type: none"> - 관로 종합망도 및 각각의 계획평면도에 의하여 시공하되 현장 여건 변경등에 따라 변경된 내용을 포함작성하여야 한다 ○ 관로 종합망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 도면작성 및 작성내용 : 실시설계 단계와 동일하며 확정측량 결과에 따른 확정 지번을 준공시 표기 - 작성방법 <ul style="list-style-type: none"> 현장여건 변경 등에 따라 변경된 내용을 포함하여 실시설계단계를 기준하여 도면을 작성 - 도로 교차로구간 시공시에는 관로 종합망도와 종단면도 등을 참고하여 타 관로에 손상이 없도록 시공하여야 한다. ○ 성과품 제출 <ul style="list-style-type: none"> 공사시공 완료 후에 계약상대자는 실제 시공현황에 맞게 지하매설물 전체에 대한 관로 종합망도를 작성하여 도면집 5부와 CAD 파일을 디스켓이나 CD-ROM으로 저장하여 제출

단계별	세부 추진 내용
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 작성기준 <ul style="list-style-type: none"> - 조성공사중이나 공사완료후 신설되는 유관기관의 관로에 대하여는 동 관로의 시행 주체와 협의하여 관로 종합망도에 신설관로를 추가하거나 여건에 따라 유관기관의 관로현황을 입수하여 비치·관리하여야 한다. ◦ 관로 종합망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 실시설계 단계와 공사시공 단계를 기준하여 작성 ◦ 성과품 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 사업완료후 지자체에 준공도면 이관시 관로종합망도를 포함하여 제출하고 - 분양후 토지소유자 또는 관계기관의 지하매설물 위치확인 요청이 있을시 관로종합망도에 의거 각종 서비스 관리

3. 단계별 업무담당 부서

단계	업무내용	담당부서	비고
설계	<ul style="list-style-type: none"> - 용도별 필지 분할계획도 작성 - 관로 종합망도 작성 (축척 1:500) 	계획담당부서 지사, 사업단 설계담당부서	계획담당 판매담당 설계담당
공사	<ul style="list-style-type: none"> - 시공후 관로 종합망도 작성 - 판매상담시 지하매설물에 대한 정보제공 	지사, 사업단 지사, 사업단	공사감독 판매담당
유지 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체 이관 - 관로 종합망도 보관 및 관리 	지사, 사업단 지사, 사업단	개발담당 개발담당 판매담당

4. 행정사항

단지내 지하매설 관로에 대한 효율적인 공사시행 및 대민서비스 제공을 위하여 단계별로 「관로 종합망도」를 작성·유지관리코자 함

용역발주시에는 설계도서와는 별도로 축척 1:500의 관로 종합망도 작성은 의무화하도록 「실시설계 과업지시서」에 추가 반영토록하고, 실시설계 단계에서는 우리공사가 시행하는 우수, 오수, 상수도관 등에 대해서 관로 종합망도를 작성하고, 공사시행 단계 및 공사완료후 추가 매설되는 도시가스, 전력, 통신, 지역난방 등에 대해서는 시행주체와 협의하여 「관로 종합망도」에 신설관로를 추가하거나, 여건에 따라 유관기관의 관로 현황을 입수하여 비치·관리토록하여 각종 유용자료로 활용토록 함

【참고문헌】 「라이프 시설관로 종합망도 작성기준」 단지(설1)6111-335(1999.6.30)

III-11

퇴적물 방지를 위한 오수관 최소환경 설계방안

개요

하수관거 설계 시 관거내 퇴적토 발생을 최소화하고 원활한 유지관리를 위하여 한국건설기술연구원과 공동으로 하수관 최적설계를 위한 조사 연구용역을 수행하고, 연구결과에 따른 후속대책으로 오수관거 최소경사 및 최소환경 기준을 수립하여 향후 우리공사 사업지구 내 오수관 설계·시공·유지관리에 활용

주요내용

1. 연구 개요

- 1) 용역명 : 하수관 최적설계를 위한 조사연구
- 2) 연구내용
 - ① 하수관 설계에 대한 국내외 기준 검토
 - ② 국내 지구별, 지점별 하수관 유속측정 및 퇴적물 입도분포 특성 조사분석
 - ③ 하수관거의 퇴적상황과 유속(소류력)의 상관성 분석
 - ④ 관거 퇴적모델링(MOUSE ST) 구축 및 퇴적식 검토
 - ⑤ 국내의 실정에 맞는 하수관 설계를 위한 유속기준 제시
- 3) 연구기관 : 한국건설기술연구원
- 4) 용역기간 : '07.07.13 ~ '08.07.12

2. 현황 및 문제점

- 1) 현황
 - ① 오수관거 실태조사
 - 우리공사 준공 사업지구 중 4개 지구 22개소를 선정하여 실유속 및 퇴적물 조사 실시

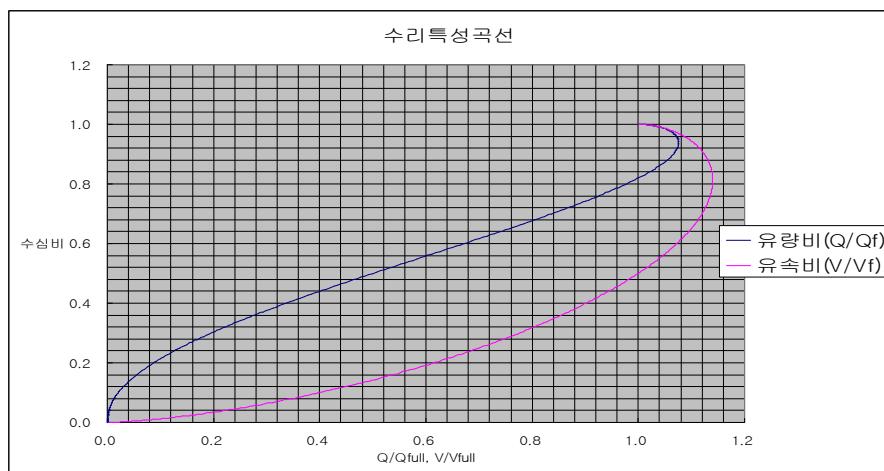
- 퇴적발생 지점별 퇴적 특성

지점	관경	측정유속범위 (m/sec)	입경(mm)	비중	유기물 함량(%)
전주 1	400	0.00~0.39	1.69	2.34	5.0
부천 2	400	0.00~0.28	1.05	2.34	10.5
부천 4	400	0.02~0.3	0.97	1.22	48.7
대전 4	600	0.16~0.83	1.77	2.31	7.5
일산 4	600	0.04~0.38	1.09	2.56	3.7
일산 6	1.5×1.5	0.15~0.55			퇴적토 존재(육안 확인)

- 설계당시의 최소유속은 0.6m/s임에도 실제 유속은 대부분 기준에 미달되고, 설계 유속을 초과하는 지점에서도 관내 퇴적된 하수슬러지가 존재.

2) 문제점

- 오수관의 수리계산 방법은 만관유속을 적용하는 방법과 실유속을 적용하여 계산하는 방법이 있으며, 우리공사는 만관유속 기준으로 오수관 설계.
 - 관거의 통수능력 대비 발생유량이 적은 오수 초기관의 경우, 만관유속기준 설계시 최소 유속기준 0.6m/s를 만족하도록 설계하게 되면 수심이 낮게 형성됨에 따른 유속 저하로 관내 퇴적 발생 가능성이 높아지게 됨.
- 수심비에 따른 수리특성곡선



3. 관련기준 검토

1) 국내 기준

- 국내 기준 및 설치사례 검토 결과, 우리공사는 상위기준인 하수도시설기준보다 과다한 최소관경 설치기준을 적용하고 있음.

◎ 오수관 최소관경 설치기준 비교

구분	하수도시설기준	LH	수자원공사
최소유속 (m/sec)	0.6	0.6	0.6
최소관경 (mm)	D200	D400	D200~D400

2) 국외 기준

- ◎ 국내·외 설치기준을 비교한 결과, 오수관 최소유속 및 최소관경 설치기준에 있어서는 대부분 유사함.

구 분	구 분	오 수	압송관거
최소유속 (m/sec)	국 내	0.6 이상 (시간최대하수량에 대하여)	0.8 이상
	미 국	0.6 이상 (만관유량에 대하여)	0.4 이상
	일 본	0.6 이상 (시간최대하수량에 대하여)	0.8 이상

구 분	국 내	일 본	미 국
최소관경 (mm)	오 수 관 거	200	200
	소규모 오수관거	150	150
	우 수 관 거	300	250

4. 개선방안

1) 오수관 최소경사 설치기준

- ◎ 최상류 지역 단독주택지 등의 초기관은 설계유량 대비 발생유량이 적어 실유속이 매우 낮게 됨으로, 관내 하수슬러지 퇴적 발생 억제를 위하여 최소경사를 적용.
- 관경별, 관종별 초기관 최소경사

구 分	연성관(mm)				흉관(mm)	
	200	250	300	400	300	400
최소경사(%)	3	3.3	3.5	4	6	6.5

- ◉ 조도계수가 연성관과 같은 강성관은 연성관 기준 적용
 - 초기관의 범위
오수발생량이 적은 단독주택지역 등의 저밀도 최상류단으로 최초의 시점맨홀로부터의 관로가 다른 초기관 및 지선관과 연결되어 합류되기 전까지의 영역

2) 오수관 최소관경 설계기준

- ◉ 우리공사는 관거의 유지관리를 위해 '95.04 최소관경기준을 확대(D300mm \Rightarrow D400mm) 하였으나 하수관 CCTV 조사기술 및 보수기술의 향상으로 관경을 축소하더라도 유지관리 가능.
- ◉ 하수도 시설기준(2005)의 최소관경 설계기준과 부합하며 경제성 및 하수처리용량의 여유를 고려하여 오수관 최소관경은 D300mm로 축소.

5. 기대효과

1) 오수관 최소경사 적용

- ◉ 초기관의 최소유속 확보에 의한 관내 퇴적 방지.
- ◉ 오수관 퇴적물 감소에 따라 준설 등의 유지관리비용 절감.
- ◉ 초기관 최소경사 설정으로 오수관 심도가 증가될 것으로 예상되나 하류관으로 갈수록 유량이 많아 증가되는 심도는 미미할 것으로 판단.

2) 오수관 최소관경 축소

- ◉ 오수관 자재 및 토공비용 등 감소 등에 따른 공사비 절감
- ◉ 관로 단면상 적정 규모의 수심이 유지되도록 하여 관내 퇴적물 발생 억제.
- ◉ 연성관의 경우 소구경 파이프 강성 증가에 의한 변형률 감소

【참고문헌】 『오수관 최소관경 설계기준 변경시행』 건설지원처-4771(2008.11.13)

III-12

상수도 적정 용수량 설계방법

개요

수도시설의 규모를 결정하는 데 있어서 가장 중요한 지표라 할 수 있는 계획급수량은 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기후조건, 생활정도, 생활양식 등의 요인에 따라 그 양이 결정되어지며, 설계방법으로는 크게 총량적인 방법과 용도별 사용수량에 의한 방법으로 대별할 수 있으나, 국내 상수도 계획급수량 설계는 지구별로 원칙없이 총량적인 방법과 용도별 사용수량에 의한 방법을 관행적으로 혼용해 사용함으로써 적정 급수량 이상의 규모로 상수도 시설을 설계하는 경향이 있어, 계획급수량 추정방법에 대하여 고찰해 보고 사업지구별 적용사례를 비교 검토함으로써 설계시 적정 규모의 수도시설이 계획될 수 있도록 기준수립.

주요내용

1. 계획급수량 추정방법

1) 총량적 방법

상수도 시설 신설의 경우는 도시의 성격과 발전상황 등이 비슷한 타도시의 실적을 참고로 하고, 확장의 경우에는 과거의 실적을 통계적으로 경향을 분석하여 1인1일 평균 급수량을 총괄적으로 구하여 추정하는 방법을 말한다.

- 계획1인1일 평균급수량 = 계획1인1일 평균사용수량 × 급수량 산출계수
- 계획1인1일 최대급수량 = 계획1인1일 평균급수량 ÷ 부하율
- 계획1일 평균급수량 = 계획1인1일 평균급수량 × 계획급수인구
- 계획1일 최대급수량 = 계획1인1일 최대급수량 × 계획급수인구

2) 용도별 사용수량에 의한 방법

급수구역에 존재하는 여러가지 용도에 따른 물 사용량이 각각 다르게 되는데, 신설의 경우 성격이나 발전상황 등이 비슷한 타도시를 기준하고, 단지의 확장의 경우에는 그 지역내의 각 용도별 사용수량을 분석하며, 해당지역의 발전추세와 물 사용자의 생활수준 향상의 동향을

고려하여 각 용도별 장래 사용량을 추정하고 용도별 추정량을 합하여 이를 기초로 계획급수량을 추정하는 방법

- ◎ 계획1일 평균급수량 = 계획 용도별 사용수량의 총화 × 급수량 산출계수
- ◎ 계획1일 최대급수량 = 계획1일 평균급수량 ÷ 부하율
- ◎ 계획1인1일 평균급수량 = 계획1일 평균급수량 ÷ 계획급수인구
- ◎ 계획1인1일 최대급수량 = 계획1일 최대급수량 ÷ 계획급수인구

2. 우리공사 상수도 설계 사례 조사 및 분석

1) 상수도 급수량 원단위 추정

사업지구별 상수도 급수량 원단위는 분당, 일산 등 자족적 기능을 갖는 신도시의 경우를 제외하고 사업지구를 포함한 당해지역의 상위계획인 도시기본계획, 상수도 기본계획, 광역 상수도계획 등에서 제시한 목표년도의 급수량 원단위를 지표로서 사용.

2) 상수도 계획1일 최대급수량 산정

수도시설의 규모를 결정하는 계획1일 최대급수량의 산정은 사업지구별로 다양한 방법을 사용하였으나, 크게 총량적 방법, 용도별 사용수량에 의한 방법 또는 두 방법을 혼용한 방법으로 구분할 수 있으며, 혼용 방법에 의한 경우가 60% 정도를 차지하고 있음.

【사례 1】 총량적 방법 : 인천연수지구

- ◎ 계획지표

목표년도	계획인구	급수보급률	비 고
2001	100,000	100%	

- ◎ 급수원단위 산정

1인1일 계획급수량은 인천시 도시기본계획상 2001년 지표인 500ℓ /인 · 일 수용

- ◎ 계획1일 급수량 산정

인천시 도시개발계획에서 제시된 총량지표인 1인1일 최대급수량 500ℓ 에 급수인구를 곱하여 급수총량을 산정하고 각종 배수 및 급수시설을 결정

【사례 2】 용도별 사용수량에 의한 방법(1) : 성남분당지구

- ◎ 계획지표

목표년도	계획인구	급수보급률	비 고
2001	390,000	100%	

● 급수원단위 산정

(단위 : ℓ pcd)

연도별		1991	1996	2001
구분				
사용량 원단위	가정용수	190	220	250
	영업용수	38	55	75
	공공용수	10	12	12
	계	228	287	337
공급가능율(%)		90	88	85
1인1일 평균급수량		253	326	396
일최대부하율		1.25	1.25	1.25
1인1일 최대급수량		316	408	495

- 본 지역은 택지를 신규로 조성하는 사업으로 급수량 원단위 추정은 기 조성된 유사도시나 대규모 주택단지 등의 상수사용 실태를 참고로 하여 가정용수 250ℓ /인 · 일을 기준으로 영업용수(30%), 공공용수(5%)로 용도별로구분 산정

● 계획1일 급수량 산정

토지이용계획에 의한 각각의 용도별 급수총량을 산출하고 1인1일 최대급수량 495ℓ 를 산정하여 이를 바탕으로 각종 배수 및 급수시설을 결정

【사례 3】 용도별 사용수량에 의한 방법(2) : 용인수지지구

● 계획지표

목표년도	계획인구	급수보급률	비 고
2001	36,136	100%	

● 급수원단위 산정

구분	수비수량	일평균	일최대	비 고
주거인구	200ℓ pcd	250ℓ pcd	340ℓ pcd	광역상수도 4단계
상업·근린생활	100ℓ pcd	125ℓ pcd	170ℓ pcd	상수도시설기준
학교	50ℓ pcd	63ℓ pcd	85ℓ pcd	"
공용의 청사	100ℓ pcd	125ℓ pcd	170ℓ pcd	"
열원시설	60m ² /일	75ℓ pcd	100ℓ pcd	한국지역난방공사
기타	200ℓ /m ²	1.30ℓ /m ²	1.76ℓ /m ²	

● 계획1일 급수량 산정

수도권 광역상수도 4단계에서 제시된 1인1일 최대급수량 420ℓ 를 근거로 하여 이 총량 지표 범위 안에서 영업 · 공공용수 등 토지용도별로 상수도 관련자료에서 제시한 사용수량의 원단위를 적용하고 나머지를 주거인구에 의한 주거용수로 환산한 340ℓ /인 · 일을 기준하여 각종 배수 및 급수 시설을 결정

【사례 4】 총량적방법 및 용도별 사용수량에 의한 방법의 혼용 : 대전둔산지구

◎ 계획지표

목표년도	계획인구	급수보급률	비 고
2001	202,800	100%	

– 급수인구 : 872,800인

(상주인구 : 202,800인, 상근인구(학생포함) : 170,000인, 이용인구 : 500,000인)

◎ 급수원단위 산정

상주인구에 대한 1인1일 계획급수량은 대전시 도시계획 및 상수도 기본계획 지표인 $600\ell/\text{인} \cdot \text{일}$ 적용하고, 상근인구(100ℓ), 이용인구(30ℓ), 학생(90ℓ) 등은 건축설계 자료집성을 참고하여 적용

◎ 계획1일 급수량 산정

본 지구는 급수인구에 총량적인 원단위 급수량을 적용한 후 토지이용 계획에 의한 상근 인구 및 이용인구에 상수도 관련 자료에서 제시한 용도별 사용수량의 원단위를 추가적용 함으로써 영업용수 및 공공용수를 중복계상하여 각종 배수 및 급수시설을 결정 설계한 경우

3. 사례분석 및 문제점 검토

- 1) 상수도 계획시 급수량 원단위 지표로 사용하는 당해지역의 상위계획인 상수도 기본계획 등의 급수량 원단위는 통계분석에 의하여 장래의 수요추세를 예측하는 총량적인 개념의 급수량 원단위로서 생활용수에는 가정용수, 상업용수, 공공 및 소방용수가 포함되어 있음.
- 2) 우리공사에서 상당수 지구가 적용하고 있는 사례 4의 경우는 영업용수와 공공용수가 중복 산정됨으로서 지구내 배수관로 등의 관경 및 각 종 정수, 송수 및 배수지의 시설규모 결정 뿐 만 아니라 오수시설 및 하수종말처리장 등에 까지 영향을 미치고 있으며,
- 3) 수도법 제53조 및 하수도법 제32조에 의한 원인자 부담원칙에 따라 간선시설(배수지, 하수종말처리장 등)사업비를 분담하는 경우 사업비 추가요인이 발생하는 등 각종 사업비의 증가요인으로 분석됨.

4. 상수도 적정 급수량 설계방법

- 1) 장래의 정확한 물 사용량을 추정하기 위하여는 그 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기후조건, 생활정도, 생활양식 등이 반영된 과거의 물 사용 추세분석을 통하여 가장 중요한 지표인 계획급수량이 적정하게 산정되어야 하며, 이를 근거로 하여 각종 수도시설의 규모가 결정되어야 함.
- 2) 각종 상위계획에서 설정한 급수량의 원단위 지표는 가정용수량에 영업·공공용수 등이

포함된 총급수량을 상주인구 당으로 할당한 지표수량 이므로 설계적용시 명확한 이해가 필요.

3) 배수관망 해석시 분담 유량산정을 위하여 용도별 사용수량으로 배분하여야 하나, 현재는 사례분석에서 본 바와 같이 과거 유사지역의 용도별 사용량 및 각 자료에서 제시된 용도별 기준량을 혼용사용하고 있으며, 이는 지역의 위치조건, 토지이용계획상의 용도 등에서 상근·이용인구의 추정에 불분명한 부분이 상존하고 있어 불합리한 부분은 다음과 같이 용도별 급수량 산출을 개선하고자 한다.

- ◉ 계획1일 최대급수량 = 총량적 급수량 원단위 지표 × 상주인구(계획인구+세입자)
- ◉ 용도별 계획1일 최대급수량 = 계획1일 최대급수량 × 과거 용도별 사용량 분석에 의한 각 용도별 사용비율- 용도별 급수량 원단위
 - 가정용수 급수량 원단위 = 가정용수 계획1일 최대급수량 ÷ 상주인구
 - 영업용수 급수량 원단위 = 영업용수 계획1일 최대급수량 ÷ 상업·업무용지 바닥면적의 총화
 - 공공용수 등 급수량 원단위 = 공공용수 등 계획1일 최대급수량 ÷ 공공용수 등 바닥면적의 총화

【참고문헌】『상수도 적정 용수량 설계방법』 연구보고서

자신의 원칙을 굽힌 자는 리더가 되어도 바르게 이끌지 못한다. _ 맹자

도로 및 포장 제IV장

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. 고원식교차로 및 교통안전표지 설계요령 | 300 |
| 2. 하자저감형 자전거도로 포장 설계기법 | 305 |
| 3. 주행성을 고려한 평면교차로 종단선형 설계기법 | 309 |
| 4. 효율적 설계를 위한 포장 등 재료의 공제율 적용방안 | 314 |
| 5. 안전도시를 위한 교통약자 보행안전 대책 | 318 |
| 6. 도시미관을 고려한 시설물 통합설계 방안 | 325 |
| 7. 보도포장 품질확보 행복도시 시공사례 | 330 |
| 8. 이용자 중심의 주택단지내 도로폭원 계획요령 | 335 |
| 9. 아스팔트포장의 소성변형 최소화 설계방안 | 340 |
| 10. 포장의 다목적 증진을 위한 개질 및 특수아스팔트 적용방안 | 345 |

IV-1

고원식교차로 및 교통안전표지 설계요령

개요

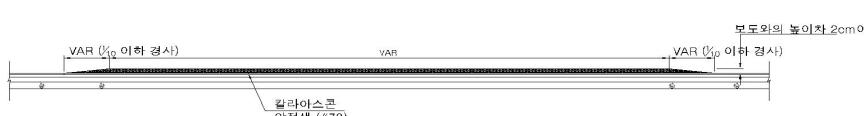
- (고원식교차로) 고원식교차로의 하부구조에 대한 특별한 설계기준이 없어 단면이 사업 지구별로 상이하게 적용되고 있으므로 시공성과 경제성을 고려한 설계기준을 검토하고자 함
- (교통안전표지) 시공 전 관할 경찰청과 협의를 이행해야 함에 따라 설계물량과 시공물량과의 차이가 불가피하게 발생되나, 설계단계에서 도로계획을 고려한 적정 수량을 반영하여 설계변경이 최소화될 수 있도록 기준 개선 필요

주요내용

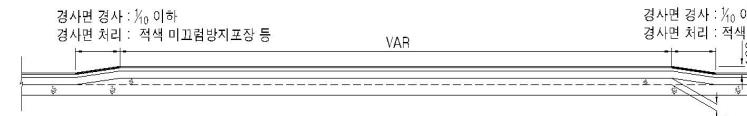
1. 고원식교차로 설계기준

1-1 검토단면

1) 1안(덧씌우기)

구 분	1안(덧씌우기)
설치방법	고원식교차로 설치구간 노선의 도로포장을 표층까지 시공 후 고원식부분 아스콘 덧씌우기
단 면	

2) 2안(보조기층 포설)

구 분	2안(보조기층 포설)
설치방법	아스콘포장 단면(두께)은 유지하고, 고원식 높이 (10cm)만큼 보조기층 추가포설
단 면	

1-2 현장 의견수렴

- 「2016년도 단지기술·기준 환류간담회」 시행(현장방문 : 7월~9월) 시 고원식교차로 설치 단면 개선방안에 대하여 현장 의견 수렴
 - (현장의견) 대부분 “1안”으로 설계 및 시공 되고 있으나, “2안”的 경우도 시공은 가능할 것으로 판단됨. 다만, 2안의 경우 1안에 비하여 시공 효율성이 떨어질 것으로 판단됨

1-3 시공성 검토

구 분	시공성	
1안 (덧씌우기)	<ul style="list-style-type: none"> 시공실적(경험) : 多 본도로 포장 : 표층까지 해당구간 일괄 시공가능 고원식교차로 : 표층 완료 이후 시공가능 	도로, 고원부 단계적 시공으로 효율 低
2안 (보조기층 포설)	<ul style="list-style-type: none"> 시공실적(경험) : 少 방식 1 : 고원식교차로 제외 잔여구간 일괄 시공 후 고원식교차로 추가 시공(단계적 시공) 방식 2 : 고원식교차로 포함 해당구간 일괄 시공 후 경사로부분은 암적색 미끄럼방지포장 처리 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 고원식교차로 포함 피니셔로 일괄 시공 	<ul style="list-style-type: none"> 단계적 시공으로 효율 低 일괄 시공으로 효율 高

1-4 경제성 검토

- “아스콘 덧씌우기 방식”(1안)과 “보조기층 추가포설 방식”(2안)에 대한 경제성 비교검토

구 분	아스콘 덧씌우기 (1안)	보조기층 추가포설 (2안)	비 고
단면	1.0m × 1.0m × 0.1m(t)	1.0m × 1.0m × 0.1m(t)	
재료비	단가 : 46,145원/ton → 106,133원/m ³ 검토단면 적용 : 10,613원	단가 : 8,000원/m ³ 검토단면 적용 : 800원	COTIS 단가
시공비	단가 : 1,089원/m ² 총다짐 2회 적용 : 2,178원	단가 : 3,688원/m ³ 검토단면 적용 : 369원	표준시장단가
단가	12,791원	1,168원	

* 아스콘 : 일반 아스콘(표층)

* 경사로의 미끄럼방지 처리(암적색)는 1, 2안 공통사항이므로 생략

- “1안” 대비 “2안”的 단위 공사비가 약 9.1% 수준으로 약 81.9%의 원가절감 효과

1-5 적정 단면기준 수립

- 본도로 포장 시 고원식교차로 구간도 본 도로 설계 포장두께로 일괄 시공하고, 고원식 교차로의 경사로는 미끄럼방지 포장(암적색)으로 처리할 경우 시공성 및 경제성 모두 만족가능할 것으로 판단되므로 고원식교차로 표준단면으로 “2안”을 채택

2) 설계지침 개정(안)

8.13.1 속도저감시설

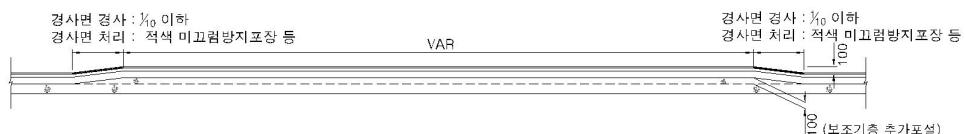
다. 고원식교차로

3) 형태 및 구조

- 가) 형태 : 교차로 전체를 높여주거나 또는 높이지 않고 색상 및 재질을 변화 적용
- 나) 자동차의 속도를 줄이기 위한 오르막경사부와 보행자를 위한 횡단보도부 및 교차로 내부의 윗면 평탄부로 구성
- 다) 아스팔트콘크리트포장의 경우 오르막경사면은 일반 아스팔트콘크리트포장 위에 적색 미끄럼방지포장을 시공한 후 오르막 노면표시(노면표시 544), 횡단보도부는 아스팔트 포장 및 횡단보도 노면표시, 교차로 내부의 윗면 평탄부는 아스팔트 포장

4) 설치방법

- 가) 아스팔트콘크리트포장 또는 블록포장(공동주택내 적용)으로 설치
- 나) 고원부 승고(10cm) 만큼 보조기층을 추가 포설하고 포장은 해당도로의 포장단면 두께를 동일하게 적용



- 다) 오르막경사부는 1/10이하 경사(경사구간 최소1m이상(3m이상 권장)), 윗면 횡단보도 부분은 보도부와의 높이차이 2cm 이하로 설치
- 라) 보도와 횡단보도의 경계부에 점자블록과 자동차진입억제용 말뚝 설치
- 마) 주변에 교통안전표지 및 조명시설을 설치
- 바) 차도부 양측에 배수처리 시설 설치(원활한 배수를 위해 필요 시 2호 빗물받이 설치)

* 고원식횡단보도는 고원식교차로 대비 면적, 연장 등이 소규모로 시공성이 떨어질 것으로 판단되므로 기존의 방법(아스콘 덧씌우기) 유지

1-6 기타사항 수정 : 설계지침과 전문시방서 내용 일치

1) 전문시방서 개정(안)

34025 과속방지턱 및 차량감속보도

3.4 속도저감시설

가. 고원식 교차로(횡단보도)

- 1) 자동차와 보행자가 충돌할 위험이 있는 신호기가 없는 교차로에는 고원식 교차로를 설치하여야 한다.
- 2) 고원식 교차로는 아스팔트콘크리트포장 또는 블록포장(공동주택내 적용)으로 설치함. 설계도에 명시된 규격으로 정해진 위치에 설치한다.
- 3) 보도와 고원식 교차로의 연결부에는 요철이 없어야 하고 배수에 지장이 없도록 하여야 한다.

1-7 기대효과

- 1) (현장지원) 고원식 교차로 하부구조에 대하여 시공성 및 경제성을 고려한 단면 기준 수립으로 현장지원 강화
- 2) (원가절감) 고원식교차로의 포장단면 변경(아스콘 덧씌우기→보조기층 추가포설)을 통하여 약 81.9%의 원가절감효과 기대

2. 교통안전표지 설계기준

2-1 적정 물량 반영을 위한 지침 정비

- 1) (검토사항 구체화) 현장마다 단지 및 도로계획 등 조건이 다르므로 공사면적, 도로연장 등 단위수량에 따라 일정물량
(ex. ○○개소/m² 또는 ○○개소/km)을 설계 반영토록 기준화하는 것은 어려우므로
 - 면적이 유사한 경우도 현장여건에 따라 설계금액 차이有

부산명지 1공구(880천m²) : 138백만원 – 성남여수(892천m²) : 70백만원

- 아래의 사항을 종합적으로 검토하여 적정한 표지설치 개수 산정

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1) 「도로교통법 시행규칙 별표6」 | 2) 교통안전표지 설치·관리 매뉴얼(경찰청) |
| 3) 주변 사업지구 경찰청 협의결과 | 4) 단지 및 도로계획 |

- 2) (사전협의·자문) 경찰청 사전 협의 또는 전문기관(도로교통공단) 자문을 받도록하여 교통안전표지 설계의 최적화
- 3) (내역서 작성 기준수립) 통합(표지+지주) 단가로 반영되고 있는 교통안전표지에 대하여 표지판 및 지주 단가를 각각 내역 반영토록 하여 형식의 일부 변경으로 인한 설계변경 최소화
- 4) 설계지침(토목) 개정(안)

8.32 도로안전 표지

다. 종류 및 설치기준

표지의 종류, 규격, 교통의 특성 등을 감안하여 교통여건 및 도로형태에 따라 적법적이고 합리적인 설치를 통하여 표지본래의 기능을 발휘하도록 설치하여야 한다. 도로교통법 시행규칙(제8조제2항 및 제11조제1항, 별표6 안전표지의 종류, 만드는 방식, 표시하는 뜻, 설치기준), 교통안전표지 설치·관리 매뉴얼(경찰청) 참조

라. 물량산출

「도로교통법 시행규칙 별표 6」, 「교통안전표지 설치·관리 매뉴얼」 등에 근거하여 표지 및 지주의 형식별로 적정한 설치수량을 산출한다.

(관련 기준, 주변 사업지구의 경찰청 협의결과, 단지 및 도로계획 등을 종합적으로 고려)

5) 공사원가산정지침(토목) 개정(안)

7.11 도로안전표지

도로안전표지는 표지판과 지주를 각각 구분하여 내역에 계상한다.

6) 표준과업내용서(단지개발사업 조사설계용역) 개정(안)

III. 세부 과업내용서- 제3장 설계- 제2절 기본설계- 제3관 설계

4. 도로 및 포장 설계

4.8 도로 및 포장의 부대시설은 보도 및 자전거도로 포장 자재선정, 단면결정, 노면표시, 교통안전시설, 도로표지판 등의 부대시설 업무를 포함한다.

4.9 교통안전표지 등 교통안전시설은 적정물량이 반영될 수 있도록 관련기준, 주변 사업지구 경찰청 협의결과, 단지 및 도로계획 등을 종합적으로 검토하여 설계하여야 한다.

4.10 교통안전표지 등 교통안전시설 설계는 관할 경찰청 협의 또는 관련 전문기관의 자문을 득하여야 한다.

III. 세부 과업내용서- 제3장 설계- 제3절 실시설계- 제3관 설계

4. 도로 및 포장 설계

4.21 보도 및 자전거도로 포장 자재선정, 단면결정, 노면표시, 교통안전시설, 도로표지판 등의 부대시설 업무를 포함한다.

4.22 교통안전표지 등 교통안전시설은 적정물량이 반영될 수 있도록 관련기준, 주변 사업지구 경찰청 협의결과, 단지 및 도로계획 등을 종합적으로 검토하여 설계하여야 한다.

4.23 교통안전표지 등 교통안전시설 설계는 관할 경찰청 협의 또는 관련 전문기관의 자문을 득하여야 한다.

2-2 설계업체 및 설계부서 협조공문 시행

- 설계단계에서부터 도로계획 등을 고려한 교통안전표지 적정물량을 반영하여, 추후 현장에서 설계변경이 최소화될 수 있도록 설계사(대외) 및 설계부서(대내) 협조공문 시행

2-3 기대효과

- (설계변경 최소화) 설계단계에서부터 교통안전표지가 적정하게 반영될 수 있도록 관련 지침(설계지침, 공사원가산정지침, 표준과업내용서)을 개정함으로써, 시공단계에서 경찰청과의 협의로 인하여 발생하는 설계변경을 최소화
- (현장 업무지원) 교통안전표지의 물량산출 근거를 명확화하고 적정하게 반영토록 하여 설계변경으로 인한 담당자의 부담 경감 및 업무 효율성 제고

【참고문헌】『고원식교차로 및 교통안전표지 설계기준』 단지기술처-4407(2016.12.1)

IV-2

하자저감형 자전거도로 포장 설계기법

개요

● 자전거도로 포장두께 상이

- 자전거도로 단면 설계시 세부기준이 명확하지 않아 포장두께 결정시 혼란 야기
- 포장두께 : OO지구 표층(5cm) + 보조기층(10cm), OO지구 표층(5cm) + 보조기층(20cm)

● 자전거도로 포장파손 사례

- (균열, 포트홀) 자전거도로의 포장은 포장체의 두께가 얕아 교통하중 및 환경조건, 동결 융해에 따른 팽창압에 의거 균열 및 포트홀 발생 ⇒ 투수성 포장에서 빈번히 발생
- (표면코팅 박리) 표면코팅용 재료의 경우 기존 포장층과 코팅용 재료와의 부착 특성이 적합하지 않아 표면 코팅용 재료 이탈
- (색상 탈색) 칼라포장재의 경우 시간경과에 따라 탈색현상 발생
- (유지관리) 칼라아스팔트, 칼라투수콘크리트의 경우 재료의 가격이 비싸고, 소량생산이 어려워 파손시 신속한 복구가 어렵고 다른 자재로 보수하는 등 유지관리에 어려움 발생



균열, 포트홀



온도변화에 따른 파손



표면박리



유색포장 탈색

【 자전거도로 파손 사례 】



주요내용

1. 자전거도로 포장설계 기준

1-1 포장재료

- 1) (포장재 종류) 자전거도로의 포장의 종류는 크게 아스팔트 콘크리트 포장, 시멘트 콘크리트 포장, 기타포장으로 구분

포장종류	표층재료에 의한 구분	사용재료
아스팔트 콘크리트 포장	가열 아스팔트 포장, 중온 아스팔트 포장, 개질 아스팔트 포장	아스팔트, 중온 아스팔트, 개질 아스팔트, 천연골재, 순환골재 등
시멘트 콘크리트 포장	시멘트 콘크리트 포장, 건식 배합콘크리트 포장	시멘트, 플라이애쉬, 혼화제, 천연골재, 순환골재 등
기타 포장	흙 포장, 표면처리 포장 등	흙, 쇄석, 경화형 혼합제, 규사, 무기질계 충진재, 유기질계 충진재, 탄성고무칩, 에폭시 수지, 아크릴 수지 등

- 2) (시공사례) 최근 자전거도로 포장재 설계변경(⇒일반아스콘) 사례

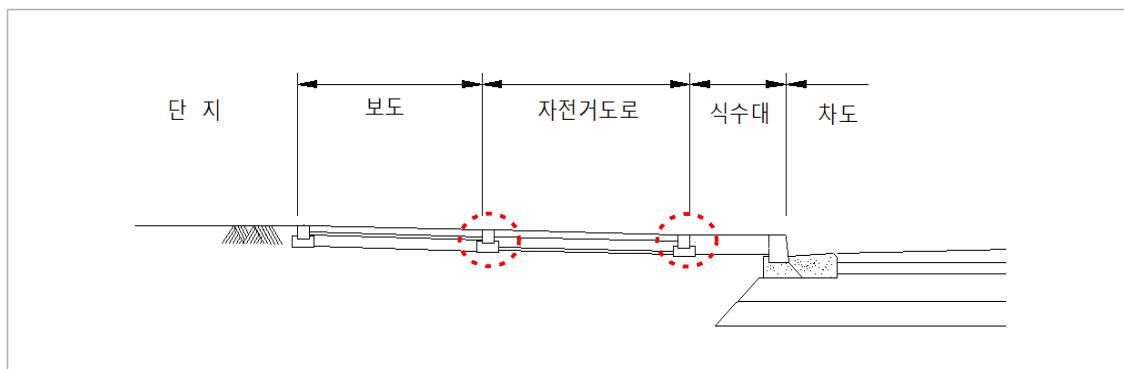
사업지구	당초	변경
청라영종지구	세립도토수콘	일반아스콘
시흥목감지구	투수콘	일반아스콘
시흥능곡 주변도로	세립도토수콘	일반아스콘
인천 도로확장공사	칼라투수아스콘(적색)	일반아스콘
인천서창지구	투수콘	일반아스콘

- 3) (개선방안) 자전거도로의 포장재는 상위계획, 내구성, 주행성, 주변경관과의 조화, 유지 관리, 경제성 등을 고려하여 선정하되 아스팔트콘크리트 포장 또는 시멘트콘크리트 포장을 우선 검토하며 투수성 포장 및 칼라포장, 기타포장을 적용할 경우 자재공법심의위원회 심의를 통해서 결정.

- ◎ 교량 구간의 자전거도로 포장은 교량 상판의 내구성 강화를 위해 불투수성 재료 사용 권장
- ◎ 저수호안 등 하천의 침수가 빈번한 구간은 포장재 파손을 방지하기 위하여 불투수성 재료 사용 권장
 - 공원, 녹지 등 조경부지에 설치되는 자전거도로는 경관 및 공원계획 등을 감안하여 설계담당자가 결정

1-2 횡단구성(자전거보행자겸용도로)

- 1) (시공사례) 식수대, 보도, 자전거도로의 최소폭에 대한 규정은 있으나 경계석 포함 여부에 대해서는 기준이 미비하여 설계·시공시 상이하게 적용
- 2) (개선방안) 분리형 자전거보행자겸용도로의 분리시설(연석 또는 노면표시 등)은 자전거 도로에 포함하되 도로구조상 부득이한 경우 변경 가능
 - ◎ LH 표준상세도의 도로 표준횡단구성에서 자전거도로에 좌우 경계석을 포함
 - ◎ 경계석 위치를 조정하여 식수공간을 최대한 확보하여 가로수 등 식재환경 개선



【 분리형 자전거보행자겸용도로의 표준 횡단구성 】

1-3 포장구조

1) 관련기준

- ① 보도설치 및 관리지침(국토부), 표준상세도(LH)
 - 보행자 및 자전거가 운행하는 보도(보도 I형)
 - 아스팔트포장 : 표층(3~4cm/5cm) + 보조기층(10cm)
 - 콘크리트포장 : 표층(7cm) + 보조기층(10cm)
- ② 자전거이용시설 설치 및 관리지침(국토부)
 - 아스팔트포장 : 표층(5~7cm), 보조기층(20cm)
 - 콘크리트포장 : 표층(10cm), 보조기층(20cm)
- ③ 도시부 도로 설계 잠정지침(국토부)
 - 자전거보행자겸용도로
 - 아스팔트포장 : 표층(3~4cm/5cm) + 보조기층(10cm)
 - 콘크리트포장 : 표층(7cm) + 보조기층(10cm)
 - 차도와 독립적으로 설치된 자전거전용도로
 - 아스팔트포장 : 표층(5~7cm), 보조기층(20cm)
 - 콘크리트포장 : 표층(10cm), 보조기층(20cm)
 - 차도에 설치되는 자전거전용도로 및 자전거전용차로
 - 차도 포장 두께 적용

2) 개선방안

- 자전거 통행량, 설계속도 등을 감안하여 자전거도로 종류에 따라 포장두께를 구분하여 적용
 - 자전거도로 종류

구 분	설 명	비 고
자전거보행자겸용도로	자전거 외에 보행자 통행가능	
자전거전용도로	자전거 통행에만 이용	
자전거전용차로	차도 상에 설치되어 자동차도 일시적 통행가능	

- 자전거도로 포장구조

구 분	포장구조	비고
자전거보행자겸용도로	아스팔트 콘크리트(5cm) 보조기층(10cm) 시멘트 콘크리트(7cm) 보조기층(10cm)	보도포장기준 적용
자전거전용도로 (차도와 독립적으로 설치)	아스팔트 콘크리트(5cm) 보조기층(20cm 이상) 시멘트 콘크리트(10cm) 보조기층(20cm 이상)	자전거도로 포장기준 적용
자전거전용도로 (차도에 설치) 자전거전용차로	차도의 포장단면 적용	차도포장기준 적용

※ 필요에 따라 동상방지층 설치

2. 기대효과

- 1) (품질향상) 기후 조건에 대한 내구성이 향상되고 소파보수 등 유지관리가 용이하여 안전하고 쾌적한 자전거도로 구축
- 2) (원가절감) 자전거도로 포장재료 변경에 따라 공사원가 절감 기대

구 분	14년 계획 면적(m^2)	칼라투수아스콘		일반아스콘		절감액
		단가	금액 (백만원)	단가	금액 (백만원)	
자전거도로	190,000	33,007원/ m^2	6,271	24,559원/ m^2	4,666	1,605

【참고문헌】『자전거도로 포장 설계기준』 단지기술기준처-194(2015.1.28)

IV-3

주행성을 고려한 평면교차로 종단선형 설계기법

개요

택지개발은 이제 자연환경을 보존하고 원지형을 살린 구릉지 개발 등으로 발전하여 더욱 복잡해진 도로망이나 규정의 상한치를 웃도는 종단선형을 가진 도로가 빈번히 발생하고 있다. 따라서 도심지 개발의 근간이 되는 교통계획 및 도로 설계시 교차로 구간의 종단선형 및 교차되는 두 도로의 접속방법 등 구체적인 규정의 미흡으로, 발생하는 문제점을 보완하기 위하여, 다양한 형태의 교차로 구간에 대하여 조사 분석하여 교차되는 도로의 종단선형 설계 및 시공시 차량의 원활한 흐름과 주행의 쾌적성, 도로의 중요도 및 도로규모와 상호관계, 접속도로의 상대적인 구배크기와 배수를 고려한 복합구배, 시기 및 주행의 안전성, 교차형태 및 교차로 간격, 교차로 진출입 구간의 완구배 구간 길이 등을 고려한 합리적 종단설계기법을 제시하고자 함.

주요내용

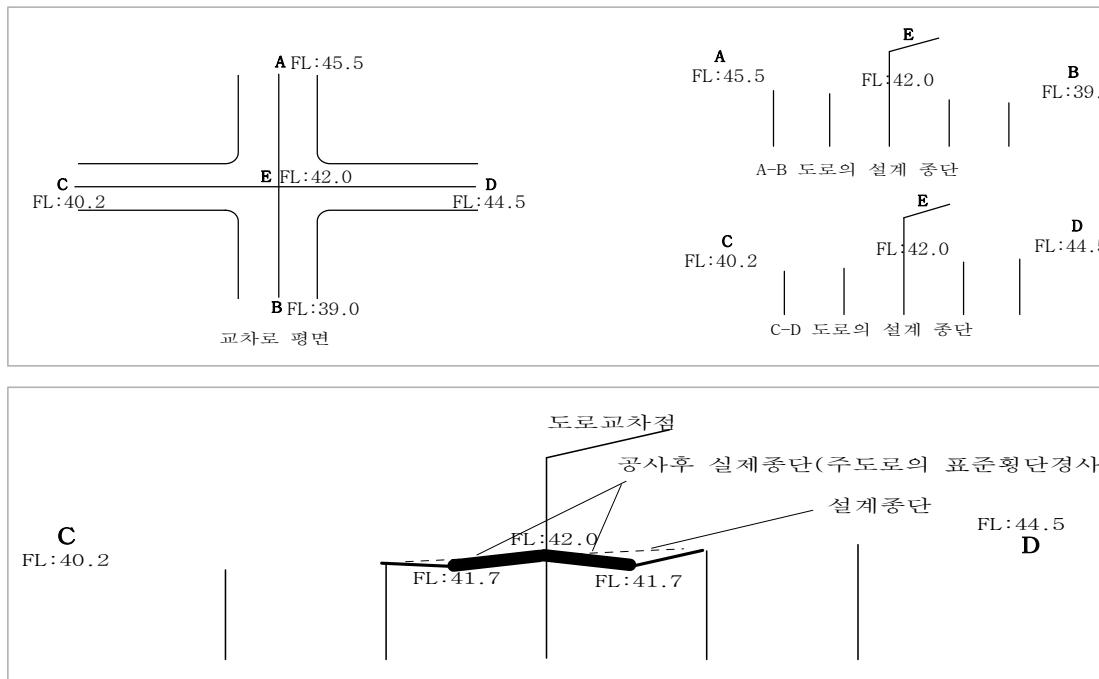
1. 교차로의 접속형태

평면형태	종단접속 형태			
	I	II	III	IV
3지교차로				
4지교차로				

2. 현행 교차로 종단설계의 문제점

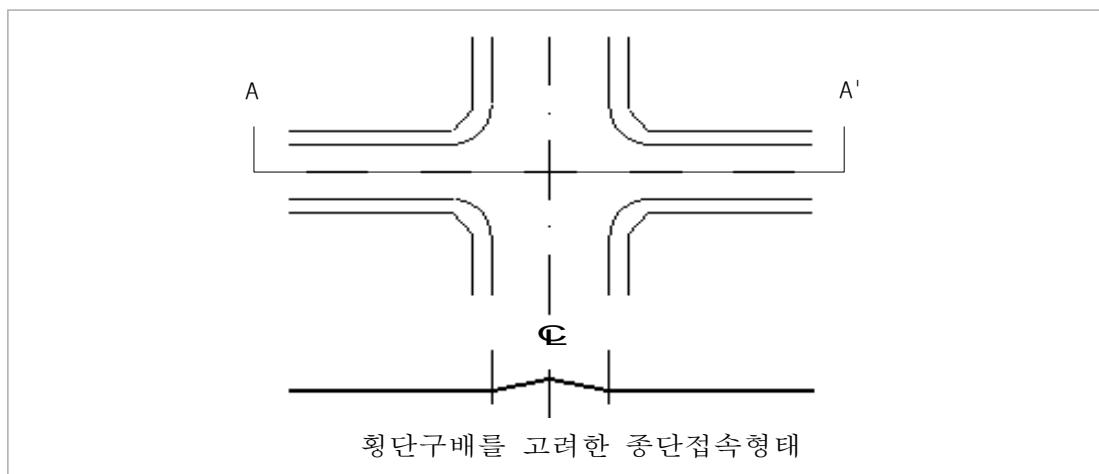
2-1 횡단구배를 고려하지 않고 도로중심선간을 직선으로 연결

- 실제 시공시 두 도로 중 어느 한도로는 교차도로의 횡단 때문에 설계대로 시공이 불가능함에 따라 시공시 아래 그림과 같이 임의 조정하여 주행성이 극히 불량해짐



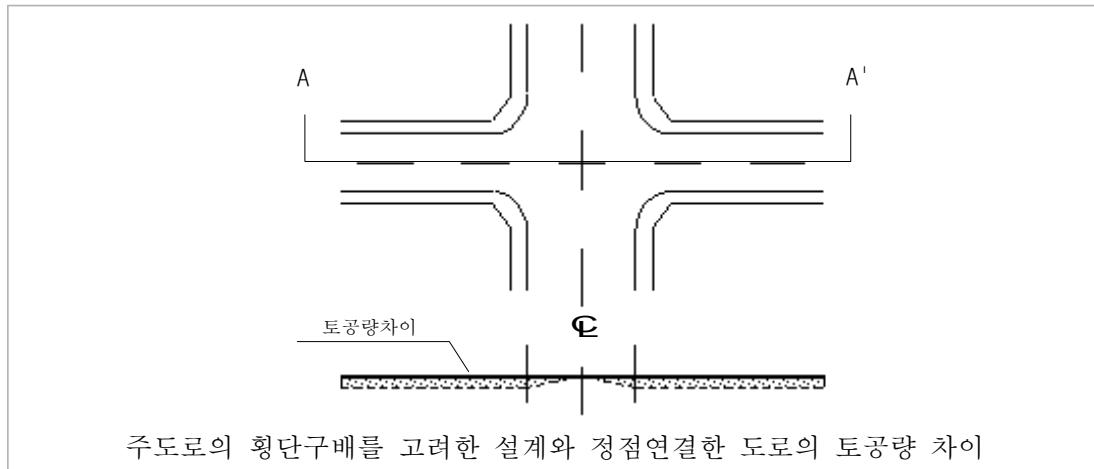
2-2 주·부도로 구분없는 교차로 횡단구배 적용

- 주·부도로의 중요도를 구분하지 않고 무조건 표준 횡단구배 끝단에 연결 → 주행성 불량



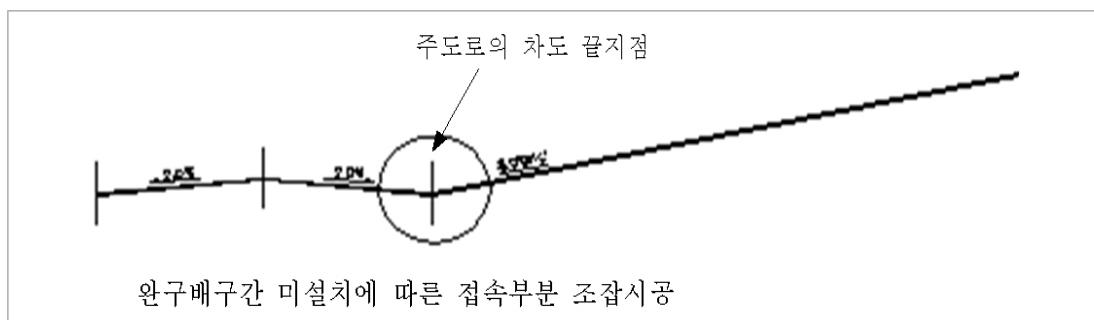
2-3 횡단구배에 따른 토공량 차이 미고려

- 교차로 종단선형을 명확히 규정하지 않으므로 시공상태에 따라 토공량 차이 크게 발생

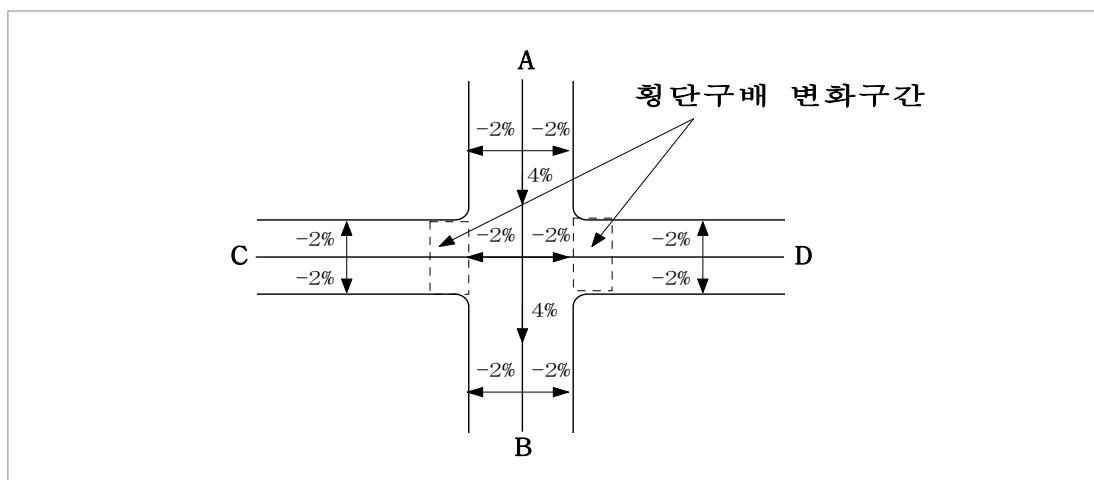


2-4 완구배구간 또는 종단곡선 미설치에 따른 교차로구간 조잡시공

- 부드럽지 못한 선형으로 주행시 차량에 충격력 작용과 불쾌감 유발



2-5 횡단구배 변화구간 부족으로 인한 주행성 문제



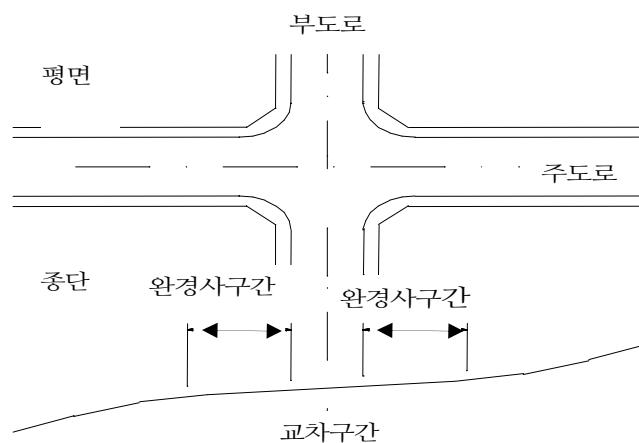
2-6 배수처리 문제

- 1) 횡단구배가 교차로에서 변함에 따라 빗물받이의 위치선정이 어려워 부적정한 위치에 시공되는 경우가 많고 포장 마무리면의 요철에 의해서도 배수불량이 발생
- 2) 또한 교차로를 평면으로 시공하는 경우에는 넓은 면적이 표고차가 적어짐에 따라 배수 처리의 어려움이 더욱 커짐
- 3) 따라서 종단구배와 횡단구배를 복합적으로 고려하여 배수불량 구역이 발생되지 않도록 하여야 함

3. 교차로 종단설계 기법 개선안

- 1) 교차로구간에서의 주도로의 종단경사는 다음 기준 이하로 설치한다.
단, 공사 현장여건상 부득이한 경우 기준 이상으로 설치할 수 있다.

구 분	교차형태	교차구간	환경사구간	비 고
일반적인 경우	부도로 직진 가능(4지)	2 %	2 %	
	부도로 직진 불가 (3지, 4지)	3 %	3 %	교통량 보통 이상
		부도로 직진 가능(4지)	4 %	교통량이 적을 때
급경사지의 소로	부도로 직진 가능(4지)	4 %	종단곡선 설치	
	부도로 직진 불가(3지)	5 %	종단곡선 설치	

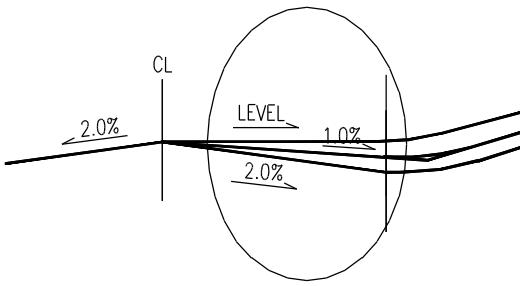


【환경사구간설치 예시도】

2) 도로종류에 따른 완경사구간의 최소길이

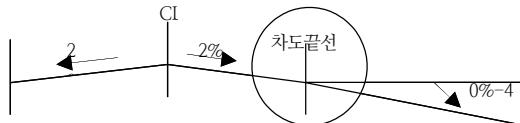
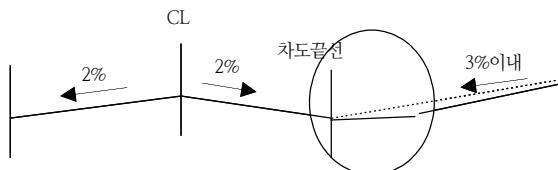
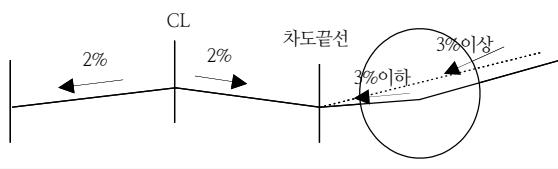
구 분	도로폭원(m)	완경사구간의 길이(m)
주 간선도로	30 ~ 40	40
보조 간선도로	20 ~ 30	35
집 산 도 로	12 ~ 20	15
국 지 도 로	6 ~ 10	10

3) 부도로의 접속등급에 따라 주도로의 횡단경사를 다음과 같이 설치한다

부도로의 접속등급	주도로의 횡단경사	단 면 도
동급도로	LEVEL	
대로 이상 또는 1등급차	-1.0 %	
2등급차	-1.5 %	
3등급차 이상 - 부도로의 직진성이 없다 - 주도로의 규모와 중요도가 크다 - 부도로의 구배가 완경사(3%이내)	-2.0 %	

※ 위 사항은 오르막도로와 접속되는 반폭부분의 횡단경사로 내리막 도로와 접속되는 도로반폭 부분은 표준 횡단경사(-2%)의 범위내에서 내리막 도로경사를 적용한다.

4) 주도로 횡단선형과 부도로 종단선형의 접속은 다음표를 기준으로 하고 주도로의 횡단경사를 부도로등급과 비교 조정한 후 부도로 구배에 따라 종단선형을 조정한다.

구분	접 속 방 법	단 면 도
주도로 부도로의 차이가 2%이내일 경우	종단곡선 또는 완경사구간을 생략하고 주도로 횡단끝지점에 그대로 접속	
주도로 부도로가 2~4% 차이나고 부도로 종단경사가 ±3% 이내일 경우	부도로 끝부분에 종단곡선 설치	
주도로 부도로가 2%이상 차이나고 부도로 종단경사가 ±3% 이상	부도로에 완경사구간 설치 완경사는 ±3%이내, 길이는 도로에 따라 10~40m 이상	

【참고문헌】『주행성을 고려한 평면교차로 종단선형 설계기법』 설계(설2)7218-491(1999.9.29)

IV-4

효율적 설계를 위한 포장 등 재료의 공제율 적용방안

개요

우리공사의 자체 및 용역 설계업무를 수행함에 있어서 도면작성, 수량산출 및 내역서 작성 등 여러 단계를 거치게 되는데 이러한 업무 중에서 소요되는 노력과 시간에 비해 결과적으로 중요도가 떨어지는 부분에 대한 개선방안을 찾아내어 설계업무의 효율성을 제고.

포장공 설계 시 수량산출 과정에서 재료의 공간적 중복을 피하기 위해 고려해주는 공제수량을 산정 시 공제되는 부분에 대하여 일일이 계산을 하지 않고 일정한 공제율을 적용시켜 설계수량으로 사용토록 업무개선 방안을 모색

주요내용

1. 현황 공제율 산정

1-1 공제수량 적용 현황

- 설계에 반영되는 수량은 기본적으로 만들고자 하는 각 시설물별로 체적을 정확히 계산하여 구해짐.
- 각각의 구조물이 독립적으로 존재하기도 하지만 보통 여러 구조물이 복합적으로 설계, 시공되기 때문에 각각의 구조물에 대한 수량을 정확히 구하기 위해서는 수량산출이 공간적으로 중복되지 않도록 공제수량을 정확히 적용하여야 함.
- 공제수량은 포장공내에서 하위단계 공종에서 산출되어 다른 시설물들과 같이 수량을 상위 공종으로 집계시키는 단계에서 적용되기도 하고, 타공종에서 구한 수량 및 설계사항이 포장공에서 공제수량으로 적용되기도 함.

1-2 공제수량의 분류

- 타공종에서 계산되어 포장공에서 적용되는 공제수량
 - 항목 : 맨홀, 우수받이, 제수변실 등
 - 해당공종의 설계가 완료되어 자료를 받아야 수량의 적용이 가능.

- 받은 자료의 설계단면 등을 이용하여 포장공의 타 설계공종과 중복되는 부분을 계산하므로 새로운 수량을 산출하여야 함.
- 중복되는 수량은 미소하여 집계되는 과정에서 세심한 주의를 기하지 않으면 누락되거나 중복될 수 있으므로 설계자의 철저한 검토가 수행되어야 함.
- 원 설계수량의 0.1 ~ 2.5%.

2) 포장공내에서 산출하여 적용하는 공제수량

- 항목 : 가로수분, 중앙분리대, L형측구 및 식수대 등
- 포장공 설계자가 직접 구한 수량으로서 공제수량으로 적용이 쉬움.
- 포장공 설계과정의 일부이므로 업무의 연속성이 확보가능.
- 원 설계수량의 2 ~ 7 %.

2. 공제율 산정 개선방안 검토

2-1 공제율 적용 범위

- 타공종에서 계산되는 포장공 공제수량은 설계업무에서 차지하는 비중에 비해 매우 작으나 그 적용에는 많은 시간, 주의 및 노력을 필요로 하므로 이러한 공제수량을 공제율로 적용하는 방안을 검토.

2-2 통계분석의 대상 및 분석방법

- 1) 통계분석 대상은 김해율하 1~2공구, 거창상동, 제주함덕, 용인동백 1~2공구, 횡성읍마, 죽전 1공구, 평택장당, 동해해안, 동탄 1~3공구 및 김포장기의 14개 택지지구 현장으로 한정.
- 2) 분석대상 재료는 사용빈도 및 중요도, 분석적용 가능여부 등을 고려하여 포장공 내에서 프라임코트, 택코트, 표층아스콘, 중간층아스콘, 기층아스콘, 입도조정기층, 보조기층, 동상방지층, 보도용 보조기층 및 쇄석기층, 소형고압블록, 모래, 무근 레미콘 및 투수 콘크리트의 13가지로 한정.
- 3) 공제항목은 타공종에서 설계되어 포장공에서 공제수량을 적용시키는 항목(맨홀, 우수받이, 제수변실 등)을 적용하였으며, L형 측구, 중앙분리대, 가로수분, 식수대 및 장애자용 점자블록 등 포장공 내에서 설계되는 수량은 공제항목 적용에서 제외.
- 4) 통계분석은 엑셀 프로그램을 사용하였으며, 회귀분석은 자료의 모형과 일치하며 적용이 편리한 선형회귀분석을 실시.

3. 공제율 적용 개선안

- 제안된 공제율은 다음과 같이 적용.

- 공제율 적용항목

내 용	항 목
공제율 적용항목 (공제수량 계산 불필요)	타 공종에서 산출되어 포장공에서 적용되는 공종 (맨홀, 우수받이, 제수변실 등)
공제율 적용 제외항목 (공제수량 계산 필요)	포장공내 수량산출 공종 (L형측구, 중앙분리대, 가로수분, 식수대, 장애자용 점자블록 등)

- 적용 공제율

재 료	적용 공제율	비 고
표층아스콘, 중간층아스콘, 투수콘크리트, 택코트	0.1 %	
기층아스콘, 모래	0.2 %	
프라임코트, 소형고압블록, 보도용 보조기층 및 쇄석기층	0.3 %	
입도조정기층	0.6 %	
보 조 기 층	0.7 %	
동 상 방 지 층	0.8 %	
무 근 레 미 콘	2.6 %	

※ 본 공제율은 전체물량에서 포장공 공제량을 적용한 후 곱해져야 함.

4. 기대효과

- 설계과정 중 포장공 수량산출에 있어서 다른 공종에서 산출된 수량(맨홀, 우수받이 등)에 대한 공제수량을 반영하지 않고 제시된 공제율을 적용하여 수량산출을 하면 다른 공종의 설계가 완료될 때까지 기다리는 시간을 절약 할 수 있음.
- 다른 공종에서 산출된 수량(맨홀, 우수받이 등)에 대한 공제수량을 반영하기 위하여 원단위 산정, 도로별 물량 집계 등에 소요되는 시간을 절약 할 수 있음.(약 1~2주 소요)
- 어떤 사유에 의해서 다른 공종의 수량이 변경될 때마다 포장공 수량도 재 산출해야 하나, 공제율 적용 시 재 산출이 필요 없어 이에 따른 시간을 절약 할 수 있음. (약 2~3일 소요)
- 이렇게 절약한 시간과 노력은 다른 중요한 부분의 검토에 사용되어 더 좋은 품질의 설계도서를 작성할 수 있을 것으로 기대됨.

▣ 각 재료별 회귀분석 결과 및 공제율 분석(%)

재료	회귀분석식	공제율 (%)	결정 공제율 (%)	기존수량 대비 공제율 적용시			공사비 증감 (원)	비고
				최대오차	최소오차	평균오차		
프라임코트	$Y = 0.9975X$	0.25	0.3	0.17%	0.03%	-0.06%	-176,364	X : 원수량 Y : 공제후 수량
택코트	$Y = 0.9986X$	0.14	0.1	0.12%	0.01%	0.04%	84,208	
표층아스콘	$Y = 0.9987X$	0.13	0.1	0.16%	0.01%	0.04%	3,271,170	
중간층아스콘	$Y = 0.9990X$	0.10	0.1	0.09%	0.00%	-0.01%	-183,656	
기층아스콘	$Y = 0.9977X$	0.23	0.2	0.27%	0.01%	0.03%	3,103,677	
입도조정기층	$Y = 0.9943X$	0.57	0.6	0.19%	0.01%	-0.04%	-1,458,160	
보조기층	$Y = 0.9930X$	0.70	0.7	0.29%	0.01%	0.00%	-284,869	
동상방지층	$Y = 0.9916X$	0.84	0.8	0.31%	0.01%	0.05%	4,036,256	
보도용 보조기층 및 쇄석기층	$Y = 0.9971X$	0.29	0.3	0.29%	0.02%	-0.03%	-383,049	
소형고압블록	$Y = 0.9974X$	0.26	0.3	0.29%	0.00%	-0.05%	-2,340,942	
모래	$Y = 0.9977X$	0.23	0.2	0.71%	0.00%	0.05%	326,537	
무근레미콘	$Y = 0.9744X$	2.56	2.6	3.27%	0.02%	-0.13%	-4,206,835	
투수콘크리트	$Y = 0.9997X$	0.03	0.1	0.58%	0.02%	-0.04%	-989,679	최소공제율 적용
평균				0.52%	0.01%	0.04%		절대치

- 5) 분석결과 제안된 공제율을 통한 설계수량의 계산결과와 기존 설계에서 구한 수량의 오차가 미미하며,
- 6) 재료별, 사업지구별로 공사비 증감을 비교하였을 때 차이가 거의 없음.
(전체 공사비를 기준으로 한다면 증감율은 더욱 작아짐.)
∴ 제안된 공제율의 적용은 적정하다고 할 수 있음.

【참고문헌】『효율적 설계를 위한 포장 등 재료의 공제율 산정기준』 품관(설)7818-1548(2004.11.30)

IV-5

안전도시를 위한 교통약자 보행안전 대책

개요

- 교통약자^{주1)}보행 안전 관련 LH설계기준(설계지침, 전문시방서, 표준상세도) 제·개정을 통한 설계 일관성 확보 및 시공품질 향상으로 안전도시 환경을 조성
 주1) “교통약자”란 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 사람, 어린이 등 일상생활에서 이동에 불편을 느끼는 사람
- 교통약자인 어린이, 노인, 장애인의 경우 다른 연령층이나 비장애인에 비해 신체적, 정신적 능력이 떨어져 교통사고에 대한 안전 환경 확보 필요

주요내용

1. 관련법령

- 1) 어린이·노인·장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙
- 2) 도로교통법 제12조 및 제12조의 2의 보호구역으로 지정 운영
- 3) 교통약자의 이동편의증진법 제4장 보행우선구역 및 보행안전 시설물의 제18조, 제19조, 제20조, 제21조, 제22조 등
- 4) 도시·군 계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 제2장 교통시설의 도로 제7조, 제14조의2, 제14조의3, 제15조, 제19조 등

2. 교통약자 보행안전 설계기준 개정 (안)

- 교통약자를 위한 속도저감시설, 횡단시설, 보행안전시설, 보호구역 등에 대한 시설 설치 기준 마련

2-1 속도저감시설

- 1) 보호구역내 과속방지턱
- 교통안전표지와 노면표시만으로 운전자에게 보호구역의 시점임을 인지시키고 주의 운전

토록 하는 것이 불충분한 경우에 과속방지턱 또는 가상과속방지턱을 설치

- 과속방지턱은 설계지침 '18.13.1 과속방지턱(일반도로)'에 따라 설치
- 가상과속방지턱 길이는 원호형의 110% 규격을 적용, 시속 30킬로미터 이하로 차량의 속도를 제한한 경우에만 설치

2) 고원식 교차로

- 교차로 전체를 높여주어 교차로 부근에서 자동차의 감속 효과를 유도하는 시설로 교차로의 시인성이나 상징성을 기대 할 수 있는 곳에 설치. 다만, 도로 기능적 위계가 낮은 도로 간의 교차로에서는 시인성 확보만을 목적으로 교차부의 포장 색상이나 포장재질만을 변화시켜 설치 가능

● 형태 및 구조

- 형태 : 교차로 전체를 높여주거나 또는 높이지 않고 색상 및 재질을 변화 적용
- 자동차의 속도를 줄이기 위한 오르막 경사부와 보행자를 위한 횡단보도부 및 교차로 내부의 윗면 평탄부로 구성
- 아스콘포장의 경우 오르막경사면과 교차로 내부의 윗면 평탄부는 암적색 포장, 횡단 보도부는 횡단보도 노면표시 설치, 오르막 경사면에 노면표시(노면표시 544)

2-2 차량진입 억제용 말뚝

- 자동차 진입억제용 말뚝은 보행자 및 교통약자의 통행시 일종의 장애물이 될 수 있으므로 반드시 필요한 장소에 선택적으로 설치
- 설계지침 '18.13.7 자동차 진입억제용 말뚝(볼라드)'에 따라 설치

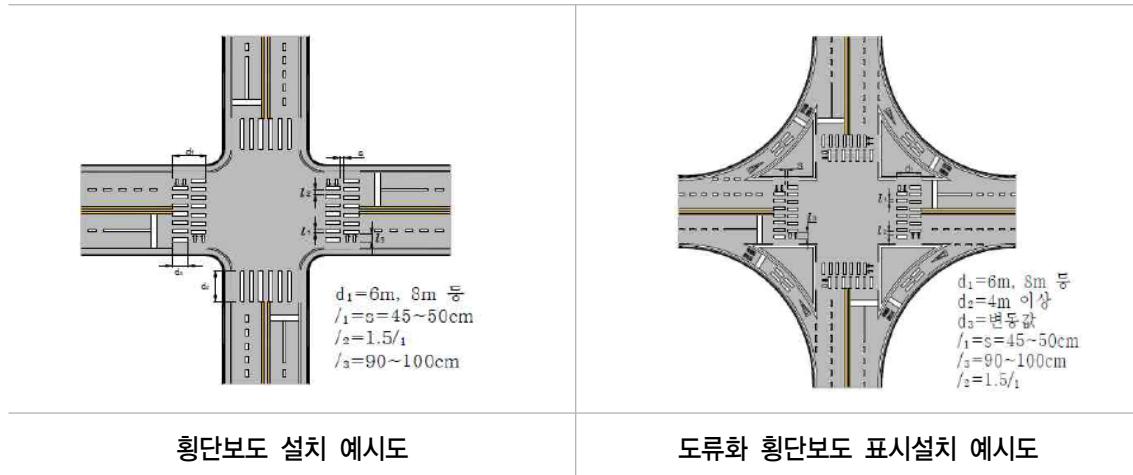
2-3 횡단시설

1) 횡단보도 설치 일반기준

- 횡단보도의 폭은 횡단 보행자 교통량, 보행자 신호시간 등을 감안하여 설정하되, 최소 4.0m 이상
- 도로의 진·출입으로 보도가 단절된 지점 및 제한속도를 30Km/h 이하로 제한할 필요가 있는 지점에는 가급적 고원식 횡단보도를 설치
- 횡단보도를 통하여 차량이 보도로 진입할 가능성이 있을 경우에는 '차량진입 억제용 말뚝'을 함께 설치하여 차량 진입을 억제

2) 노면표시를 이용한 횡단보도

● 횡단보도



- 단일로에 횡단보도를 설치하는 경우는 차로에 직각으로 설치 원칙
- 주택, 상가, 이면도로 등의 진·출입로 보도 연결구간을 노면표시를 이용하여 설치하는 경우는 보도의 폭과 일치
- 횡단보도의 폭원이 4m를 초과하는 경우, 2m단위로 확폭하며, 횡단보도의 폭원이 6m 이상인 경우, 횡단보도 폭원을 2등분하여 설치

● 대각선 횡단보도

- 일반 횡단보도에 비하여 동시에 많은 보행자가 횡단하는 장소에 설치
- 횡단보도의 설치위치는 보행자의 동선, 보행자 및 자동차의 통행량, 신호주기, 교차로간 거리 등을 고려
- 백색으로 폭원은 4m 이상이고 노면을 대각선 방향으로 가로질러 표시하는 지브라식 설치

● 고원식 횡단보도

차량의 제한속도를 30Km/h 이하로 제한할 필요가 있는 도로에 관련 교통안전시설과 함께 설치

2-4 보행안전시설

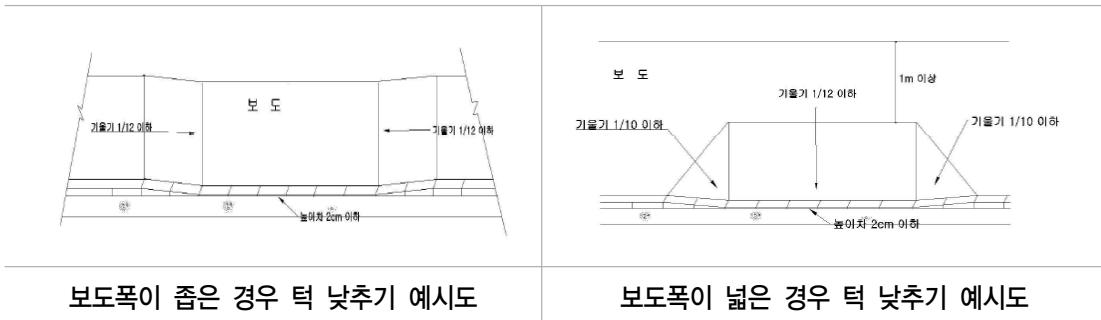
1) 연석경사로

● 일반적인 설치방법

- 연석경사로의 유효폭은 횡단보도와 같은 폭으로 한다. 기울기는 12분의 1 이하로 하며, 경사로 옆면의 기울기는 10분의 1이하로 한다.
- 장애물 등으로 보도 전체를 턱 낮추기를 할 수 없는 경우 또는 유효폭이 2미터 이하인 보도와 연결된 횡단보도에서는 유효폭이 0.9미터 이상인 연석경사로를 설치할 수 있다.

◎ 턱 낚추기

- 턱 낚추기를 하는 경우, 보도와 차도의 단차는 2cm 이하로 설치. 단, 주택가, 학교 주변의 편도 2차로 이하인 도로의 경우에는 횡단보도에 접속하는 보도와 차도의 높이를 같게 할 수 있다.



2) 점자블록

- ◎ 점자블록의 색상은 황색을 사용하는 것을 원칙. 단, 주변 환경 여건상 황색을 사용하는 것이 부적절한 경우에는 주변 바닥재의 색상과 뚜렷하게 대비가 되는 색상을 설치
- ◎ 점형블록

- 위치 감지용으로 횡단지점, 대기지점, 목적지점, 보행동선의 분기점 등의 위치를 표시거나, 장애물 주위에 설치하여 위험 지점을 알리는 경고용, 선형블록의 시작, 교차, 굴절되는 지점에 설치하여 방향 전환 지시용으로 사용

◎ 선형블록

- 방향 유도용으로 보행동선의 분기점, 대기 지점, 횡단 지점에 설치된 점형블록에 연계하여 목적방향으로 일정한 거리까지 설치하여 보행방향을 지시하거나, 보도에 연속 혹은 단속적으로 설치하여 보행동선을 확보·유지

3) 기타 안전시설의 설치

- ◎ 하천, 공원, 보호시설 등 주요 진출입로의 시작과 끝지점에는 점자블록을 설치하여 위치 및 방향을 유도하고 경사로, 계단 등의 경우에는 안전난간, 손잡이등의 설치를 검토 적용

2-5 보호구역 내 도로시설

1) 교통약자 보호구역

- ◎ 어린이·노인·장애인 보호구역으로 지정되거나 지정이 예상되는 구역에는 해당시설의 주출입문을 중심으로 최대 반경 300m 이내로 관련법에 따라 도로 부속물 등을 설계 반영
 - 어린이보호구역 : 보육시설, 유치원, 초등학교 등 주변
 - 노인보호구역 : 노인복지시설, 공원, 생활체육시설 등 주변

- 장애인보호구역 : 장애인 생활시설 등 주변

2) 교통안전표지

- 보호구역의 시점 또는 구역 내에 노면표시와 병행 설치, 시인성 확보가 곤란한 경우 적절한 지주형식을 선택하고 노면표시만으로도 보호구역과 관련한 규제 · 지시 내용을 안내
 - 통합 표지 (바탕색 황색)
 - 가로형 표지 : 시점에만 설치(측주식 지주사용)



- 세로형 : 교통안전표지의 2개 도안이 불필요한 경우 시점 또는 구역내에 설치(정주식 지주사용)



● 개별표지

- 표지 과다설치 억제 및 시인성 확보를 위하여 통합표지 설치 원칙
- 통합표지 외에 보호구역내에 개별 교통안전표지를 설치할 필요가 있는 경우 개별기준에 적합하게 적용
- 국지도로, 집산도로에 70% 축소형(700mm * 1,190mm) 표지 설치 가능

◎ 해제 표지(보호구역의 종점부에 설치)

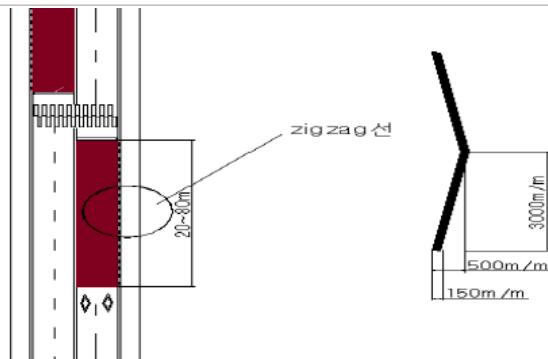
(어린이)보호구역만 해제 하는 경우	(어린이)보호구역만 해제 하는 경우	(어린이)보호구역 해제와 도로 원래의 속도를 안내하는 경우

3) 노면표시

- ◎ 시점부와 주 출입구 주변, 어린이(노인, 장애인)보호구역의 주 횡단보도 전방에 설치 (노면표시 방법은 도로교통법시행규칙 별표6에 따른다), 이면도로(주로 보·차 혼용도로)는 속도제한 노면표시(어린이보호구역안)와 보호구역 노면표시만으로 보호구역의 시점을 안내
 - ◎ 속도제한 표시 : 보호구역 시점부에 차로별로 설치
 - ◎ 보호구역 표시
 - 시점부와 주출입문 주변 횡단보도 전방에 차로별로 반드시 설치
 - 운전자의 시인성을 고려하여 보호구역내에 속도제한 표시와 함께 적절하게 중복 표시 가능
 - 설치지점 : 횡단보도와의 이격거리는 20~80m, 중복 설치 시 표시간 이격거리는 가능한 100미터 이내
 - ◎ 서행(천천히) 표시
 - 특별히 교통안전을 위한 서행이 필요한 장소에 설치(반드시 제한속도가 30Km/h이하로 설정된 구간 내에 한하여 설치)
 - ◎ 서행(지그재그)표시
 - 보호구역내 차가 서행 하여야 할 장소(횡단보도 전방 또는 주 출입문 주변 등)에 길 가장자리 구역선을 지그재그 선으로 설치
 - ◎ 일시정지 표시
 - 보도 간 연결 횡단보도 전방 및 중앙선이 없는 보·차 혼용도로의 도로의 교차지점 전방에 반드시 설치
- ※ 신호기가 설치되어 운영되는 지점에는 설치하지 않는다.

4) 도로포장(적색포장)

- 어린이 보호구역 내에는 주요 횡단보도 전방에 노면상태, 종단구배 등의 현장여건을 고려하여 미끄럼 저항이 필요한 경우 진행방향에 일정구간(20~80m)을 전면(全面)포장 방식으로 암적색의 미끄럼방지포장을 하고 주·정차 금지선을 지그재그 형태로 설치하여 횡단보도 예고로 표시.



암적색 미끄럼방지포장과 지그재그선

주) 보호구역이 30Km/h이하로 속도제한이 되어 있는 이면도로의 경우에는 설치하지 않는다

3. 기대효과

- 교통약자 보행환경 개선을 통한 안전도시 건설
- 살기좋은 단지의 개발로 토지 품격 향상
- 설계의 일관성 확보로 업무의 질 향상

【참고문헌】『교통약자 보행안전 설계기준』 단지기술처-2751(2015.9.15)

IV-6

도시미관을 고려한 시설물 통합설계 방안

개요

- 공공디자인 환경구현을 위해 「공공공간 기본설계 가이드라인」 및 「통합지주에 대한 가이드라인」을 수립하여 시행 중
- 도로 등의 공공 공간 내 토목·전기·조경 등 시설물 시행 주체별, 관리주체별 통합조정 절차없이 별도 시행되어 도시미관 저해 및 예산낭비 초래
 - 공공간 기본설계에 대한 각 시설의 시행 및 관리주체의 이해부족, 개발계획 등 인·허가 변경, 시설별 시행 시차에 따른 통합조정 미흡 등
- 현 설계 프로세스를 개선, 시행단계별 도시시설물 통합조정 방안 수립

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 시설물의 종류 및 시행주체

구 분	시설물	설계 등 시행주체
토 목	보도, 자전거도로, 횡단보도	토목설계
	차선도색, 도로표지판, 교통안전표지	경찰청(교통공단)
조 경	가로수, 장애물존	조경설계
	보행자도로, 완충녹지	"
전 기	가로등, CCTV	전기설계
	신호기 및 분전함, 교통정보안내시설	경찰청(교통공단)
기 타	한전 배전함	한전
	지역난방 표지판	지역난방

1-2 현 설계 프로세스 및 문제점

- LH의 토목·전기·조경 시설, 한전의 배전함, 경찰청의 교통안전시설 등 유관기관 시설물의 설계·시공 주체와 시행시기 상이로 인해 시설물 통합조정 없이 빈공간을 찾아 개별 설치

개발계획·교통영향평가(변경) 승인



단지조성공사 조사설계 착수(보도, 차선도색, 가로수분 등)



단지조성공사 착공



전기·조경·U-City분야 설계 착수
(가로수, 식수대, 가로등 등)

조성공사 공정 60% 전후



교통안전시설, 유관기관 시설 협의
(신호등, 교통안전표지, 도로표지, 배전함 등)

조성공사 공정 80% 전후



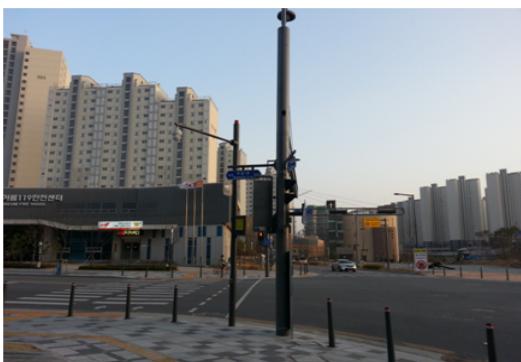
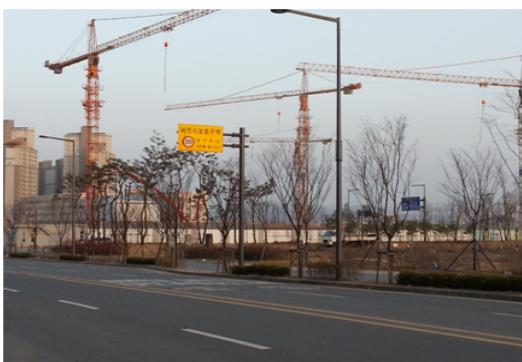
공공공간 도시시설물 시공

1-3 시설물 시공 현황

1) 1생활권내 교차로 등 시설물 조사결과 총 170건 부적절('15.6월)

구 분	합계	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
부분경사로~횡단도 불일치	47	-	-	-	-	47
시설물 간섭(볼라드 등)	104	20	22	5	14	43
기타(장애인 유도블록 등)	19	2	8	1	1	7

- 사례 ① : 시설물 통합 미설치

가로등+CCTV 통합설치 필요	가로등+안내표지판 통합설치 필요
	

◎ 사례 ② : 시설물 위치 부적정

표지판 및 소화전 위치 부적정	볼라드 간격 및 위치 부적정

◎ 사례 ③ : 기타 부적정

교차로 보도폭 부족	한전 배전함 위치(공공공지→장애물존)

2. 개선내용

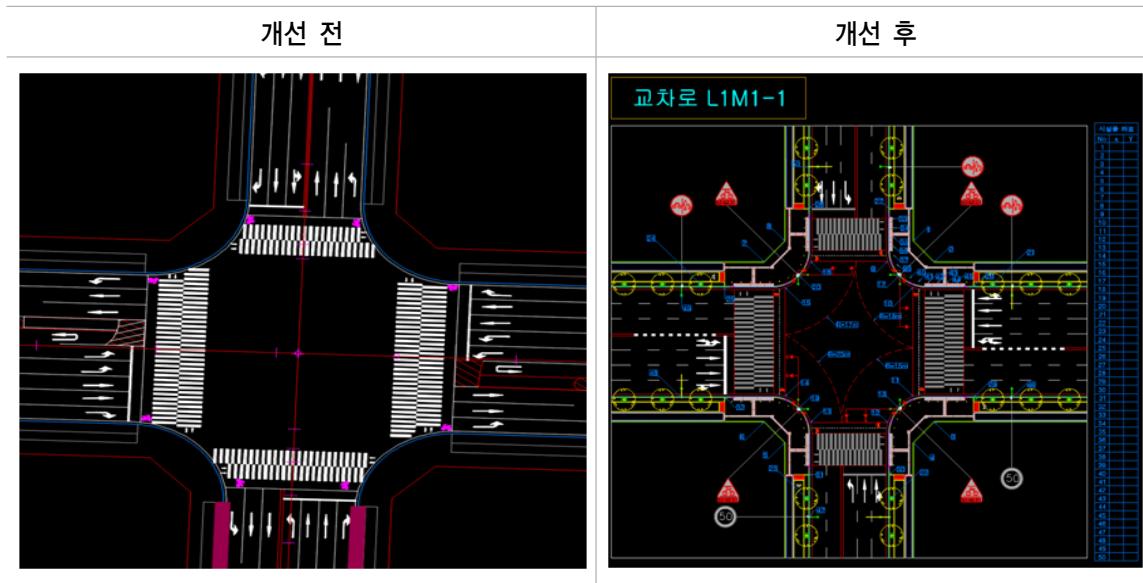
1) 시설물 통합설계

◎ 1차 통합조정

- 교통안전시설 및 한전 배전함 등 유관기관 시설물 설계 결과를 조사설계 단계에 반영하여 시설물 통합상세도 작성 및 조정 후 공사 발주

2) 2차 통합조정

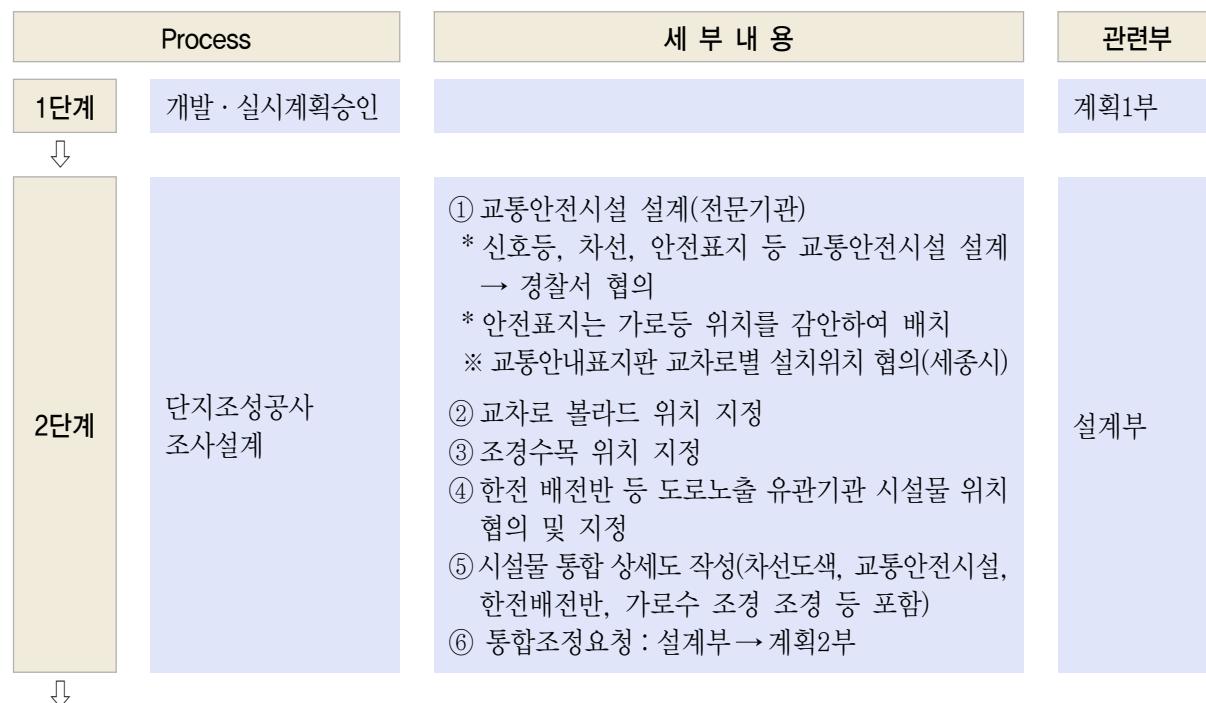
- ◎ 조성공사 착공 후 전기 · 조경 · U-city 세부설계, 유관기관 시설물, 개발계획 변경 등을 시설물 통합상세도에 반영하여 조정
- 최종 작성된 시설물 도면에 따라 시공시 현장여건에 따라 일부변경 가능



3. 기대효과

- 1) 도로 교차로부의 도시미관 향상, 자전거 및 통행인 안전사고 방지, 보완공사에 따른 예산 낭비 방지 등 효과 기대
- 2) 공공시설물 사전 통합조정에 따른 현장 감독업무 부담 경감

4. 단계별 통합설계 프로세스



Process	세부 내용	관련부
3단계 ↓ 4단계	① 공공공간 기본설계 * 시설물 상세도를 토대로 통합 조정 ② 통합조정 결과송부 : 계획2부 → 설계부 단지조성공사 발주	계획2부 설계부
6단계 ↓ 7단계	① 1차 통합 시설물 상세도에 전기, 조경, U-city 시설 반영 (조성공사 공정 60% 전후) ② 통합조정요청 : 단지사업부→계획2부 공공공간 기본설계 보완	단지사업부 계획2부
8단계 ↓	① 공공시설물 통합 조정(2차) * 전기 · 조경 · U-city 세부설계, 유관기관 시설물, 개발계획변경 사항 등을 반영하여 최종 조정 ② 통합조정 결과송부: 계획2부→단지사업부 공공시설물 시공 (단지조성공사)	단지사업부

【참고문헌】『시설물 통합설계 방안』세종특별본부 세종품질관리부-429(2017.3.3)

IV-7

보도포장 품질확보 행복도시 시공사례

개요

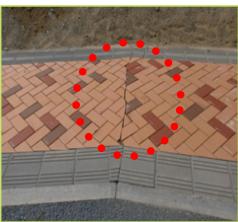
행복도시 도로시설물중 보도포장 마감품질 미흡 문제가 지속적으로 발생되어 하자원인을 분석하고 이에 대한 품질확보 방안사례를 공유하고자 함

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 보도포장 마감품질 미흡사례

- 보도포장에 대한 지적사항을 분석한 결과 보도침하로 인한 평탄성 불량, 시설물주변 단차 발생, 포장 마감불량 등 주요 지적사항이 되풀이 되는 문제 발생
 - 보도포장 품질미흡사례

보도블록 침하	마감불량	시설물주변 단차	줄눈채움 불량
			

1-2 품질불량 원인분석

1) (설계단계) 자재 및 공법 선정시 설계-시공-관리 환류 미흡

- 시공 및 유지관리 단계에서의 침하 등 발생 하자에 대한 환류절차 이행 등 설계개선을 위한 노력 미흡
 - 기 설계반영된 보도포장 공법 및 포장재 Unit별 규격 답습, 각종 시설물에 대한 재료 선정시 경제성 우선 등

- 공공디자인 가이드라인의 보도부 블록 Unit 및 포장재료가 다양하여 시공성이 저하되고 Unit별 기초가 상이하여 단차 발생
 - 행복도시 보도포장 자재현황 : 점토블록, 화강판석, 황토블록, 투수블록, ILP

2) (시공단계) 되풀이 되는 문제에 대한 품질관리 미흡

- 다짐관리 시방기준이 보도/차도 구분 없이 도로부 노체, 보조기층 기준으로 관리되고 있어 상대적으로 보도부 관리 취약
 - 다짐도 품질시험기준 : 도로부 노체(층별 450m마다), 보조기층(200m마다)
- 보도부 다짐시공 이후 각종 관로, 도로시설물 설치를 위한 터파기 및 되메우기시 작업공간이 협소하여 다짐관리 불리
- 보도블록 줄눈 시공간격 불균일 및 채움모래 불량으로 보도블록 모서리 파손 및 평탄성 저하
 - 시방기준 : 블록 줄눈 간격 2mm, 차도용 점토블록 5mm이상 유지

3) (관리단계) 유관기관 및 민간 건축공사시 보도부 파손 발생

- 개별 건축공사 시행시 보도지반 지지력 약화, 보도구간내 자재적치 및 중장비 작업으로 보도포장 침하, 파손 사례 다수 발생

2. 개선내용

2-1 자재관리

- 1) 블록 Unit별 규격 변경 및 하자발생률이 적고 내구성이 확보되는 자재를 설계 반영하여 품질개선 및 미관성 향상
 - 행복도시 공공디자인 설계용역(2단계)에서 포장자재, 블록 규격변경 검토중
- 2) 줄눈 시공간격(2~3mm)을 유지하여 블록의 맞물림 효과 증진 및 시공품질 향상을 위하여 보도블록 측면 돌기(2mm) 적용

2-2 다짐도관리

1) 보도 침하에 직접 영향을 미치는 다짐도 관리 철저

- 다짐 확보에 큰 영향을 미치는 보도부 노체, 보조기층 시공시 최소 다짐도 확인기준을 보도포장 도면 및 시방서에 반영
 - 설계시 보도부 현장밀도 또는 평판재하시험 횟수를 별도 반영
- 보도의 지지층 역할을 하는 노상부 층다짐 두께를 도로부와 동일(20cm)하게 관리하여 보도/차도 일체시공을 통한 다짐도 확보

- 現) 보도부 노상 시방기준 : 도로부 노체 기준으로 관리(다짐도90%, 충다짐 30cm)



보도블록 시방기준에 충다짐 두께 변경(20cm) 적용, 다짐도 90% 유지

- 보도 기층부 다짐도 확보를 위하여 기층용 골재 입도기준을 40mm이하로 관리하고, 지표수 및 침투수 유입으로 도로지반이 약화되지 않도록 절토구역 배수시설(토사축구) 설계 반영

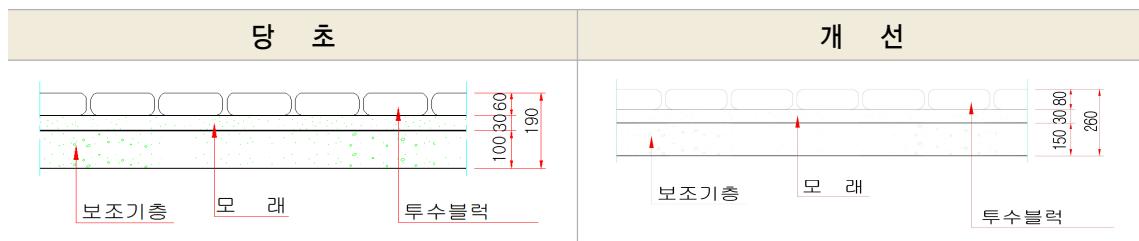
2) (평탄성관리) 보도 평탄성에 직접 영향을 미치는 블록하부 안정층 모래와 줄눈채움재 모래의 구분관리 철저

- 안정층모래 입도관리(5mm이하) 및 모래층 습윤 장비다짐(소형롤러, 콤팩터)을 설계 반영하고 평탄성 확인기준 수립
 - 안정층 평탄성 확인기준 : 3m 직선자로 측정시 요철면 10mm이하
 - 줄눈채움재모래 입도관리(2.5mm이하) 및 건조된 모래를 사용토록 설계 반영하고 채움재충진 확인기준 수립
 - 줄눈채움시 콤팩터(고무패드 장착)로 진동을 가해 충진효율을 높이고, 채움완료후 송곳 등으로 충진여부 확인

2-3 취약부관리

1) 보도 낮춤석 구간, 구조물주변 등 하자발생이 되풀이 되는 취약부 중점관리

- 차량통행 예상구간(낮춤석구간)의 보조기층(쇄석기층) 두께를 증가($T=10 \rightarrow 15cm$)하여 지반지지력 보강 및 차량용 보도블록($T=8cm$) 사용



- 화강판석포장과 유도 띠블록 하부 포장단면 상이로 인한 부등침하 발생 방지를 위해 포장단면 일체화 방안 수립

당 초	개 선
<p>화강판석 T=30 물랄 T=10 레이콘 T=60 보조기층 T=100 총 두께 T=200</p>	<p>화강판석 T=30 물랄 T=30 (1:2 및 1:3) 레이콘 T=50 보조기층 T=100 유도미블럭 T=60 물랄 T=10 (1:3) 레이콘 T=40 보조기층 T=100 총 두께 T=210</p>

- 맨홀 및 도로시설물 주변 다짐 불충분 및 재료의 이질성으로 인한 침하방지를 위해 지반불량 등 취약구간 잡석 되메우기 설계 반영
 - 점토지반 등 지반이 극히 불량한 경우 유동화처리토(Soil Cement)공법 적용
- 보도 횡단경사부 모래안정층 과다포설에 따른 보도부 침하방지를 위하여 경사부 보조기층재(쇄석기층) 적용

당 초	개 선
<p>경계석 모래안정층 에서 경사를 줌</p>	<p>경계석 기층에서 경사를 줌</p>

2-4 관리시스템 구축

- 1) 보도부 하자 예방을 위한 선제적 대응 및 하자 발생시 신속한 조치가 가능토록 관리시스템 구축
 - 보도포장 마감품질 미흡에 대한 유형별 체크 리스트를 작성하여 기성검사 및 각종 검사시 확인 절차 이행
 - 검사자 및 점검자로부터 체크리스트 점검확인표(별첨 참조) 작성 · 징구 조치
 - 유관기관 시설물공사 되메우기 다짐도 확보를 위하여 품질시험(다짐도) 성과 징구 등 LH 와 행복청간 협업을 통한 대책 수립
 - 민간 건축물 공사시 발생하는 보도침하 문제는 행복청 점검 및 건축물 준공검사시 보완될 수 있도록 조치
 - 준공검사요청서에 포함되는 시설물 원상복구확인시 보도부 사공중 다짐사진을 추가하고, 차량진출입구간 차량용 보도블록(두께 8cm) 사용여부 확인
 - 시공상 하자 및 관리상 하자 등에 대하여 신속한 보완이 가능토록 일일 순찰제 운영 (해당 건설현장 및 도로 유지관리팀)
 - 현장관리 내실화를 위한 '현장모니터링 스피드콜센터'와 연계 실적관리

2-5 설계환류

- ◎ 각종 점검 지적사항 및 설계개선사항에 대해 DB를 구축하고 원인 분석후 각 단계에서의 개선 아이템을 지속 발굴
 - ‘행복도시 건설기술 집적화를 통한 빅데이터 구축용역’의 품질개선사례 DB자료를 활용 개선 아이템을 발굴

【참고문헌】『단지 보도포장 품질확보 방안』세종특별본부 단지설계부-1466(2016.10.12)

IV-8

이용자 중심의 주택단지내 도로폭원 계획요령

개요

- 최근 우리공사가 시행한 사업지구에 대한 도로폭원 계획사례 분석 및 교통영향평가 심의경향 분석을 통해 도로를 기능별, 규모별, 토지이용 특성별로 분류하고 필요한 획단 구성을 조합하여 계획수립시 적용을 위한 최소 계획기준과 소요폭원 제시
 - 도로의 이용효율 극대화 및 이용자 중심의 도로폭원 설정
 - 개발계획수립시 도로폭원 결정을 위한 가이드라인 제시
 - 관련기준상의 최소 규정 만족
 - 기시행 택지의 계획상 문제점 해소
 - 최근 교통영향평가 심의경향을 고려하여 계획의 변동성 최소화

주요내용

1. 도로 폭원 구성요소

1) 구성요소 개괄

구성요소	구성요소도
차선	
차로	
중앙분리대 (중앙선)	
보도	
자전거도로	
길어깨	
측대	
측구	

2) 구성요소별 정의 및 기능

구성요소	용어정의 및 기능
차 선	• 차로와 차로를 구분하기 위하여 그 경계지점에 표시하는 선
차로	• 도로의 정해진 부분을 한 줄로 통행할 수 있도록 차선에 의하여 구분되는 차도의 부분
중앙분리대 (중앙선)	• 차도를 통행의 방향에 따라 분리하고 옆부분의 여유를 확보하기 위하여 도로의 중앙에 설치하는 분리대와 측대 • 평면교차가 많은 가로에서는 노면표시(중앙선)로 구분
보도	• 보행자의 통행에 공용하기 위하여 연석 또는 울타리, 기타 이와 유사한 공작물로 구획하여 설치되는 도로의 부분
자전거 도로	• 자전거의 통행에 공용하기 위하여 연석, 노면표시 및 이와 유사한 공작물로 차도와 구별하여 설치되는 도로의 부분
길어깨	• 도로를 보호하고 비상시에 이용하기 위하여 도로에 접속하여 설치하는 부분 (지방부 도로에 설치)
측대	• 운전자의 시선을 유도하고 옆부분의 여유를 확보하기 위하여 중앙분리대 또는 길어깨에 차도와 동일한 횡단경사와 구조로 차도에 접속하여 설치하는 부분
측구	• 노면배수, 시선유도, 도로용지의 한계, 미관, 유지관리 및 청소 등의 편리를 위해 도시부도로에 사용되며 보도와 차도부의 외측차로 사이에 위치

2. 도로폭원 계획 및 심의사례

2-1 사업지구별 계획사례

1) 회일적 도로폭원 계획

- 대부분 사업지구의 개발계획 단계에서는 도로의 각종 구성요소에 대한 충분한 고려없이 회일적으로 “도시계획시설기준에관한규칙”상의 도로 규모별 최소기준에 의거 도로폭원을 결정하고 있는 실정
- 사업지구별 사례분석을 통한 도로폭원의 종류

도로구분	기 능 별			
	주간선	보조간선	집산	국지
규 모 별	40m, 35m, 30m	25m, 20m	15m, 12m	10m, 8m, 6m

2) 교차부 차로운영계획(좌회전차로) 미반영

- 기본구간 위주의 횡단구성만을 고려한 결과 교차로 접근부 좌회전차로 추가 반영 지난

- ▶ 기본구간 위주의 도로횡단구성(폭원 30m 사례)
 $3.5+0.5+3.25\times 3+2.5+3.25\times 3+0.5+3.5=30$ (단지조성공사 설계 및 적산기준 참조)
 보도+측구+차로×3+중앙분리대+차로×3+측구+보도=30



- ▶ 기본구간 위주의 폭원계획에 좌회전차로 반영시 문제점
 $3.5+0.5+3.25\times 3+3.0+0.5+3.25\times 3+0.5+3.5=31$
 보도+측구+차로×3+좌회전차로+중앙선+차로×3+측구+보도=31
 - 교차로 좌회전차로 설치를 위해 보도폭원 축소하거나 교차로 접근부
 도로폭원 1.0m 확폭 불가피
 - 좌회전차로 소요폭원(중앙선포함 3.5m)
 - 기본구간의 중분대공간(2.5m) = 1.0m 폭원 부족분 발생, 자전거도로 미반영

3) 토지이용특성 미반영

- ① 주택단지내 연도변 토지이용에 대한 고려없이 『도시계획시설기준에관한규칙』에 의거한
 도로 규모별 분류방법에 의거 획일적 도로폭원계획 수립

▶ 사례분석을 통한 토지이용특성별 도로폭원 현황

도로구분	토지이용 특성별			
	단독주택	상업용지	근생시설	학교용지
규모별	8m	12m, 15m	8m~15m	12m~25m

- ① 토지이용특성 미반영에 따른 문제점

- ① 단독주택 주변도로
 - 보행안전 확보를 위해 도로 양측에 보차분리 요구시 수용 불가
 - ② 상업 및 근생용지 주변도로
 - 상업용지의 특성상 빈번한 진출입교통류와 직진교통류의 분리를 위한 능률차로 운영 불가 및 충분한 보행공간 확보 지난
 - ③ 학교용지 주변도로
 - 이면도로의 경우 충분한 보행공간 확보 불가
 - 통과교통이 많은 대로급 도로 연접시 교통안전 확보 지난
 - ④ 도로 폭원계획 변경으로 인한 사업성 변동
 - 개발계획 이후 교통영향평가 심의과정에서 도로 폭원계획 수정이 빈번하게 발생되어 사업성 변동이 큼
- ※ 선진국의 경우 토지이용을 고려한 도시부 도로 설계지침 운용
 (미국 : 국지도로에 대해 주거지구와 상업지구를 분류하여 보도의 폭원제시 등)

2-2 교통영향평가 심의사례

1) 교통영향평가 주요의견

◎ 주요의견

- 토지이용계획 수립시 도로의 기능별 분류에 의한 도로위계 정립 필요
- 국도 등 연속류시설 위주의 도로폭원계획을 지양하고 택지지구내 빈번히 생성되는 교차지점의 원활한 통행을 고려 회전교통류와 직진교통류의 분리를 위한 횡단구성 및 도로폭원계획 필요
- 연도변 토지이용 특성을 감안한 횡단구성 및 도로폭원계획 수립요망

2) 경기도 교통영향평가 심의경향 분석

◎ 보행자 수요충족이 가능한 보도폭원 확보

- 상업지역(근생 및 준주거 포함) 보도 : 최소 3.0m 이상
- 단독주택 10m 이하 소로 보도 설치 : 최소 양측 2.0m 이상
- 초등학교 통학로 보도 최소 3.0m 이상(전면보도 5.0m 이상, 통학로 보행체계 연결 구축)

◎ 자전거도로

- 자전거 동선체계 보호(연속성 유지)
- 사업부지와 접한 도로에는 자전거도로 설치
- 기존 자전거도로와 연결되도록 계획
- 주거지역은 녹지축 및 보행축을 연결하여 자전거도로 병행 설치

◎ 교통안전시설

- 보행축 연결을 위한 육교설치시 기존 보도폭원이 축소되지 않도록 계획
- 설치시 기존 보도폭원이 축소되지 않도록 계획

3. 도로폭원 최소 계획기준

1) 최소 계획기준 적용시 전제조건

◎ 도시지역 주택단지 도로폭원 계획수립시 적용 : 세부 횡단구성을 감안한 폭원계획 수립시 적용되는 기준임

2) 최소 계획기준을 기본으로 한 탄력적 적용 : 지역여건, 도로의 성격, 연도변 토지이용, 인허가 조건, 횡단구성, 상위계획 등 감안

※ 상기 조건에 의해 폭원계획 조정이 가능함(예 : 좌회전차로 미반영시, 폭원 축소 가능)

2) 도로폭원 최소계획기준

기능 분류	해당규모	구성요소별 적용기준 및 횡단구성 개선(안)							최 소 소 요 폭 원
		차로수	축구	차로폭	좌회전 차 로	중앙선	보 도	자전거 도 로	
주간선 도로	광3류 (40~45)	8	0.5	3.5, 3.25	3.0	0.5	양측 3.0	1.5	40
		1.5+3.0+0.5+3.5+3.25×3+3.0+0.5+3.25×3+3.5+0.5+3+1.5=40							
보조 간선 도로	대1류, 대2류 (30~40)	6	0.5	3.5, 3.25	3.0	0.5	양측 3.0	1.5	34
		1.5+3.0+0.5+3.5+3.25×2+3.0+0.5+3.25×2+3.5+0.5+3+1.5=34							
집산 도로	대3류 (25~30)	4	0.5	3.5, 3.25	3.0	0.5	양측 3.0	1.5	27
		1.5+3+0.5+3.5+3.25+3.0+0.5+3.25+3.5+0.5+3+1.5=27							
	중1류 (20~25)	4	0.5	3.25, 3.0	3.0	0.5	양측 3.0	보도공 용	23
		3+0.5+3.25+3.0+3.0+0.5+3.0+3.25+0.5+3=23							
	중2류 (15~20)	상업 근생	3	0.5	3.0	3.0	0	양측 3.0	16
			3+0.5+3.0+3.0+3.0+0.5+3=16(능률차로제 운영) ※ 상업, 근생 이외 구간의 경우 보도 축소 가능(최소 2.5m이상)						
	중3류 (12~15)	근생	2	0.5	3.0	×	0	양측 3.0	13
			3+0.5+3.0+3.0+0.5+3=13 ※ 근생 이외 구간의 경우 보도 축소 가능(최소 2.5m이상)						
국 지 도 로	소1류 (10~12)	단독	차로미 구분	0.5	5.0	×	×	양측 2.0	10
			보차분리시 : 2+0.5+5.0+0.5+2=10 ※ 연도변 토지이용이 없을 경우 보도 삭제 가능 ※ 보도 : 수도권(양측 2m), 지방권(선택적 고려) - 2.0+0.5+5.0+0.5+노상주차(2.0) 등						
	소2류 (8~10)	단독	차로 미구분	0.5	7.0	×	×	×	8
			보차공존시 : 0.5+7.0+0.5=8						

※ 계획수립시 상기 표의 최소 소요폭원을 기준으로 하며, 계획수립자의 계획목적에 따라 전체 도로폭원 증대 가능
※ 좌회전차로와 중앙선으로 소요되는 폭원은 기본구간에서 중앙분리대로 활용되며 주간선 도로(6차로 이상)
기본구간의 중앙분리대는 녹지형 중앙분리대 설치 권장

※ 수도권의 주택단지의 경우 학교용지 주변도로는 교통영향평가 심의경향 고려필요 정문쪽의 전면부 도로 :
보도폭 5.0m 유지 요망(자전거도로 포함) 이면부도로 : 보도폭 3.0m 유지 요망(자전거도로 포함)

【참고문헌】『주택단지내 도로폭원 최소 계획기준 수립』 환교(교)6227-1231(2004.11.2)

IV-9

아스팔트포장의 소성변형 최소화 설계방안

개요

우리공사에서 시행하는 개발사업의 대부분 포장공사에서 사용되고 있는 아스콘포장에 있어 포장의 공용성 유지와 수명연장은 유지관리의 기본이 되는 것으로 아스콘 혼합물 자체의 특성은 물론 통과윤하중 및 자연환경과도 관계가 있으며, 여름철 고온시 중차량이 많이 다니고 정차량이 심한 간선도로에서 발생하기 쉬운 아스콘 포장의 소성변형은 차량주행시의 안전성과 쾌적성을 저하시킨다. 따라서 도로 공용개시 후 전단변형에 의한 소성변형이 발생을 최소화하기 위한 내유동성 개선 방안 등 도로포장의 설계 및 시공 시 소성변형 방지대책을 검토하여 단지내 도로의 서비스수준을 증진을 도모

주요내용

1. 소성변형의 특성 및 발생원인

1-1 소성변형의 특성

- 1) 소성이란 탄성에 반대되는 개념으로서, 물체의 탄성한도를 초과시켜 변형시키면 외력을 없애도 원상복구가 되지않고 변형이 영구히 남는 성질.
- 2) 소성변형은 도로의 횡단방향 밀림에 의하여 발생한 요철로서, 차량의 통과가 많은 위치에 생김.
- 3) 아스콘 포장은 중차량에 의하여 수평 및 수직으로 변형을 일으켜 파손을 일으키게 되는데 파손유형을 살펴보면 다음과 같음
 - ◎ 균 열 : 저온에 의한 균열, 피로균열
 - ◎ 소성변형 : 주로 표층과 기층에서 횡방향 유동
 - ◎ 박 리 : 아스팔트의 접착력이 저하되어 골재와 아스팔트가 격리됨
 - ◎ 마 모 : 타이어 체인, 스파크 타이어 등에 의한 표층의 마모

1-2 소성변형의 발생원인

- 소성변형은 아스팔트 혼합물 자체내의 성질에 기인하는 내적요인과 기온, 교통량 등 외적 요인 서로 복합적으로 작용하여 발생한다.

[내적요인]

- 아스팔트 포장물성의 계절별 변화
- 골재의 최대입경 : 적은 경우
- 배합설계 : 아스팔트량이 많거나 입도가 불량한 경우
- 시공 : 다짐이 불량하거나 고온 시 시공한 경우

[외적요인]

- 온도 : 고온시 포장체 자체의 온도상승
- 교통하중 : 대형차의 통행이 많은 경우
- 교통상태 : 교통정체가 심한 경우
- 지형 : 커브길, 오르막길, 교차로앞 등

2. 개선방안

1) 표층5cm 및 중간층 6cm도입

- 포장표면으로부터 7cm깊이에서 최대전단력이 발생되므로 이를 내유동성이 높은 중간층에서 대응하도록 설계

2) 아스팔트 종류는 점도가 높은 Asp 사용

- 고온에서 내구성이 우수한 아스팔트 적용

3) 배합설계시 공극률 5% 확보

- 공극확보로 온도상승에 의한 팽창부피를 흡수토록 유도

4) 아스팔트 함량을 가능한 한 6% 이하로 유지

- 아스팔트 함량이 필요이상되지 않도록 제한

5) 골재입도는 NO.4체 이하 통과 백분율을 시방서 범위 내에서 가능한 최소치 사용

- 차량하중에 의한 전단저항은 주로 5mm이상의 골재가 담당

3. 건교부 포장설계 개선방안 검토

- 1) 건교부의 경우 Ascon 표층 10cm, 기층 20cm로서 소성변형 최소화를 위해 표층과 기층사이에 중간층을 두는 방안을 제시하고 있으나,

- 2) 우리공사 단지설계시 Ascon층의 두께가 얇은(기층 10cm) 경우 중간층 6cm 적용이 곤란한 사례발생
- 3) 단지설계시 중간층 6cm를 둘 경우 상대적으로 기층이 4~5cm로 산정되어 기능 역할이 곤란하고, 또한 이로 인해 표층과 기층이 Sandwitch층이 되어 파손원인
- 4) 또한 표층을 5cm로 설계시는 Ascon기층을 2번 포설해야 하는 불합리한 요소 발생(기층의 포설회수 증가)

4. 단지내 도로포장 설계시 소성변형 최소화 설계 방안

우리공사 단지내 도로포장설계시 내구성 및 내유동성 등 제반여건을 고려하여 KS F 2349에 의한 역청포장용 혼합물을 사용하되 일반도로와 중교통도로로 구분하여 소성변형이 최소화 되도록 설계방안을 검토함.

4-1 단지내 도로의 구분(교통량기준 : KS F 2349 해설)

- 1) 일반도로-대형차 교통량이 적은 도로
 - ◉ 피로균열 등 열화에 대한 내구성이 필요한 도로
- 2) 중교통 도로-대형차 교통량이 1일 1방향 1000대 이상인 도로
 - ◉ 중차량 등의 전단변형에 대한 내유동성이 필요한 도로
 - ◉ 소성변형의 대책이 요구되는 도로

4-2 소성변형 최소화 설계방안

- 1) 일반도로는 소성변형보다 피로균열 등 열화에 대한 내구성이 요구되는 도로로써 현행 대로 KS F 2349에 의거 설계시행 하고 현장여건 등에 의해 소성대책 필요시는 이를 감안하여 설계토록 한다.
- 2) 중교통도로는 소성변형에 대한 대책이 요구되는 도로로 개질재를 사용하는 방안과 기존 혼합물을 조정 사용하는 방안으로 구분
 - ◉ 개질재를 사용하는 방안은 공사비가 고가로 특히 중차량이 많은 도로에 적용하되 각 특별 시방서에 준하여 설계토록 하고
 - ◉ 기존 혼합물을 조정 사용하는 방안은 개질재 사용에 비해 공사비가 저렴하고 대부분의 중교통도로에 적용 가능하므로 본 설계방안에서는 혼합물을 조정하여 소성변형을 최소화 할 수 있는 혼합물의 조정방안에 대하여 제시하고자 한다.

가) 표층(Surface)

① 골재입도조정 사용

- KSF 2349상 표준배합 입도를 기준
 - NO.4체 통과 골재량을 시방 범위내에서 가능한 최소치를 적용
 - Super pave 기준입도의 위험 범위안에 들어가지 않도록 조정
 - 내유동성 증대를 위한 입도사용 검토
- ② 아스팔트종류 : 아스팔트 함량을 가능한 한 6%이하로 유지
- 년평균 13°C 이상지역 : 침입도 60~70(Ap-5)
 - 년평균 13°C 미만지역 : 침입도 85~100(Ap-3)

구 분	WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
	밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	밀입도
공침최대치수 공침입경	13	13F (적설지역)	19	19F (적설지역)	19R (내유동성)	13R (내유동성)
통 과 증 량 백 분 율 (%)	26.5 mm	-	-	100	100	100
	19.0 mm	100	100	95~100	95~100	95~100
	13.2 mm	95~100	95~100	75~90	75~95	69~84
	4.75 mm(No.4)	55~70	52~72	45~65	52~72	35~55
	2.36 mm(No.8)	35~50	40~60	35~50	40~60	23~38
	600 μm (No.30)	18~30	25~45	18~30	25~45	10~23
	300 μm (No.50)	10~21	16~33	10~21	16~33	5~16
	150 μm (No.100)	6~16	8~21	6~16	8~21	3~12
	75 μm (No.200)	4~8	6~11	4~8	6~11	2~10
						3~9

※KS F 2349(한국표준협회) 및 고속도로공사 전문시방서(한국도로공사) 기준 참조

③ 역청혼합물의 시험기준값 적용

구분	마샬다짐횟수	안정도	비고
일반도로	60회	500kg	내구성
중교통도로	76회	750kg	내유동성

④ 배합설계시 공극율 5%확보

- 최종공극율(공용1~2년후)이 3%이상 되도록 설계

나) 중간층(Intermediate Course)

① 중간층을 두는 경우

- ① 교통량이 많은 중교통도로

- ② 표층두께(5cm이상)에 내유동성이 큰 중간층 도입이 필요한 경우(표층과 중간층의

입도가 다름)

- 설계두께 : 6cm를 표준
- 혼합물 선정 : 조립도 아스팔트 콘크리트 적용
- 기타사항 : 진교부 개선방안 참조

② 중간층을 두지 않는 경우

㉠ 교통량이 적은 일반도로

㉡ 중간층 입도에 상응하는 골재를 표층입도로 조정 사용하는 경우

㉢ 기층(Black Base)

- 기층용 역청혼합물은 KS F 2349에 나타낸 표준배합을 갖는 혼합물을 기준하여 사용

【참고문헌】 『아스팔트포장의 소성변형 최소화 설계방안』 단지(설1)7851-486(2000.8.28)

IV-10

포장의 다목적 증진을 위한 개질 및 특수 아스팔트 적용방안

개요

현재 우리공사에서 시행하고 있는 단지내 도로 및 주변도로의 대부분이 일반 아스팔트 콘크리트로 설계 시공되고 있으나,

교통량과 중차량의 급속한 증가, 차량의 지·정체가 반복되는 교통흐름 패턴 및 여름철 높은 온도 등 여려가지 요인으로 인하여 기존 및 신설 일반 아스팔트 콘크리트 포장면에서 소성변형 등의 포장면 파손이 발생되어 교통사고 유발 및 유지보수 비용의 증가를 포함한 사회적 비용의 증가를 발생시키고 있음.

이러한 문제를 해결하기 위하여 중간층 적용 등의 기존 포장공법과 더불어 개질 및 특수 아스팔트 콘크리트를 도입함으로써 소성변형을 억제시키고, 미끄럼 저항성 증진 및 소음저감 등의 효과를 통하여 고객만족에 기여하고자 함

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 우리공사 도로포장 현황

- 1) 일반적인 도로에서는 일반 아스팔트 콘크리트 적용
- 2) 대형차의 일방향 일일교통량이 1,000대 이상일 경우에 중간층 도입
- 3) 인허가 조건사항 및 민원방지를 위하여 개질 및 특수 아스팔트 적용
- 4) 설계자의 판단에 따라 소성변형 방지 등을 목적으로 교차로 부근 등에 개질 및 특수 아스팔트 적용

1-2 문제점

- 1) 단지 및 주변도로에 시공되는 일반 아스팔트 콘크리트의 경우 공사준공 직후에는 문제가 거의 발생되지 않음.
- 2) 도로 개설 후 몇 년이 지나면 교통량의 증가 및 대형차 통행량 증가 등에 의해서 교차로

구간, 지·정체 발생 저속구간 등에서 소성변형 등이 발생하기 시작.

- 3) 영구변형인 소성변형의 특성상 변형이 증가되어 주행성이 저하되고, 사고를 유발하며 이에 따른 유지보수 비용 등 사회적 비용이 증가함.

2. 개질 및 특수 아스팔트콘크리트 적용방안 검토

2-1 소성변형

러팅 (rutting)	<ul style="list-style-type: none"> 차륜통과위치에 균일한 침하로 종방향 평탄성에는 심각하게 영향을 주지는 않으나 안전상의 문제로 표면수의 횡단배수 문제 발생
밀림 (shoving)과 코루게이션 (corrugation)	<ul style="list-style-type: none"> 시가지지역이나 평면교차로 및 지방 지역의 트럭차선에서와 같이 차량이 서행하는 곳이나 정지하는 곳의 포장면에서 발생, 높은 가속력이 작용하는 경우에도 발생할 수 있음 전단유동은 불안정한 혼합물의 결과로서 안전거동상 너무 낮은 공극율 혹은 골재입자에 너무 과중한 하중력이 작용하여 입자끼리 움직여서 발생하며 다시 말해 작용력이 아스팔트 포장 혹은 하부층의 전단강도를 초과할 때 발생

※ 보수방법 : 평삭을 실시하거나 절삭 후 덧씌우기 등 시행

2-2 설계적용 검토

1) 적용대상 구간(단지내 도로)

- 중1류급 이상 도로
 - 중차량 통행이 많은 도로의 저속구간
 - 지·정체 예상구간
 - 급커브, 교차로 진입구간 등 소성변형이 우려되는 구간
- 제영향평가 및 지자체 의견 등으로 검토가 필요한 구간
- 설계자가 개질 및 특수 아스팔트 종류, 적용여부 및 적용구간에 대하여 철저한 검토를 시행한 후 반영하여야 함
- 단지외 주변도로 등에서의 적용은 별도 검토 및 시행

2) 적용구간 길이 산정

- 도로 경사 및 설계속도에 따른 정지거리
 - 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 (식 5-39)

$$d = \frac{V^2}{254(f \pm s/100)}$$

※ V = 설계속도(Km/hr), d = 정지거리(m), f = 미끄럼마찰계수, s = 종단경사(%)

- f 는 노면 건조상태의 값 기준, s 는 교차로 최대경사인 6% 까지 계산
- 설계속도별 정지거리

(단위 : m)

종단경사(%) 설계속도(Km/hr)	f	0	2	4	6
60	0.60	23.6	24.4	25.3	26.2
80	0.58	43.4	45.0	46.7	48.5

◎ 설계반영 현황(교차로 및 일부구간 적용사례)

- 2007년 1월~9월 실시설계 검토의뢰 사업지구(단지)
 - 개질 및 특수 아스팔트 적용 13개공구, 미적용 6개 사업지구
- 개질 및 특수 아스팔트 적용 현황
 - 종류 : 배수성, 반강성, PSMA, 저소음·배수성
 - 적용비율은 5.2~64%로 공구별로 편차가 심함
 - 교차로 구간의 적용 연장은 횡단보도 구간, 교차로로 부터 20m 등 구체적인 검토 및 특정한 기준 없이 설계자가 임의산정

◎ 소성변형 발생 사례조사

- 분당내 대부분 도로의 교차로부 등에서 발생되었으며 불정로를 선정하여 조사한 결과는 다음과 같음
- 발생사례(불정로, 연장 3.9km, 왕복 6차선)
 - 전체 교차로 중 14 / 16개소 발생(발생면적 / 포장면적 = 4.27%)
 - 재포장 등 유지보수한 부분도 변형이 발생 된 것으로 포함
 - 발생연장

구 분	최소	최대	평균	비고
연장(m)	10	56	22	육안 개략판단 및 경미한구간 포함

◎ 개질 및 특수 아스팔트 적용 기준연장 산정

- 발생사례 등을 검토하여 다음과 같이 기준 연장 산정
 - 설계속도 60km/hr 이하(일반적인 단지내 설계속도)와 60km/hr 초과로 구분
 - 종단경사는 6%를 기준으로 설계속도별 정지거리 기준
 - 제시된 연장은 설계자가 적용여부 결정 및 연장의 가감이 가능
 - 제시된 연장은 횡단보도를 포함 차량진입방향으로 적용

- 적용 기준 연장

구 분	적용연장		비 고
교차로 구간	설계속도 60Km/hr 이하	30m	교차로 구간의 적용 연장은 횡단보도 정지선 기준으로 설계자가 가감할 수 있음.
	설계속도 60Km/hr 초과	50m	
교차로 구간 외	인허가 조건 및 제영향평가에서 제시된 구간		적용이 요구되거나 필요한 구간에 대하여 설계자가 검토 후 적용.

※ 적용여부 및 가감연장 산정시 도로의 경사, 교차로 간격, 도로의 중요도, 교통량 특성(중차량 등), 교통흐름 특성, 좌회전 및 우회전 차로, 기후 등 여러 환경적인 요인을 포함하여 종합적으로 검토할 것

3. 경제성검토

장수명 아스팔트의 LCC 분석(예)

- 1) 일반포장의 경우 5년마다 덧씌우기 실시, 20년째 재시공 가정
- 2) 장수명 포장은 재시공을 실시하지 않는 것으로 가정하고 보수주기 가정
- 3) 장수명 포장 두께 총 22cm의 LCC 계산 및 비교

(단위 : 백만원)

구 분	원설계안 (일반포장)	보 수 주 기 (22cm, 표층 5cm + 기층17cm)			
		10년	8년	6년	5년
비용부담 주 체 별	발주처비용	39,558	30,814	33,014	35,724
	사용자비용	6,541	4,994	5,720	6,531
Life-Cycle 단 계 별	초기비용	18,730	19,820	19,820	19,820
	유지보수비용	23,022	14,989	17,915	21,436
	처리비용	4,347	999	999	999
	잔존가치비용	0	0	333	0
생애주기비용		46,099	35,808	38,401	42,255
원설계안 대비 비용절감액		-	10,291	7,698	3,844
원설계안 대비 상대절감율(%)		-	22.3	16.7	8.3
『장수명 아스팔트포장 공법 개발-표3.6.22』 (건설교통부, 건기원, 2006)					

- 초기공사비용은 다소 고가의 비용이 소요
- 유지보수 비용과 처리비용까지 고려하여 볼 때 낮은 비용 산출
- 장수명 포장이 보수주기가 5년 이상일 경우 생애주기비용 측면에서 경제성을 가짐



【참고문헌】『포장의 다목적 증진을 위한 개질 및 특수아스팔트』 건설지원처-4017(2007.10.31)

받아도 되고 받지 않아도 될 때 받는 것은 청렴을 해친다. _ 맹자

제2편 도시건설설계 및 시공

구조물 제V장

- | | |
|-----------------------------|-----|
| 1. 경제적인 교량 접속슬라브 설계기법 | 352 |
| 2. 시설물 안정성 확보를 위한 내진설계 도입 | 354 |
| 3. 용벽 뒷채움 배수필터 기능강화 설계 | 359 |
| 4. 운전자 안전중심 지하차도 마감벽 설계 | 362 |
| 5. 지하차도 침수방지를 위한 배수시설 설계기법 | 368 |
| 6. 최적 암거 설계를 위한 활하중 적용방안 | 372 |
| 7. 토피별 우수암거 구조계산 해석방법 | 376 |
| 8. 지하차도의 적정규모 설계방안 | 383 |
| 9. 구조물의 안정성 확보를 위한 종방향 설계기법 | 388 |

V-1

경제적인 교량 접속슬라브 설계기법

개요

현재 교량구조물 접속슬래브 설계시 적용하는 설계방법은 과다설계의 여지가 있으므로 설계 방법을 개선하여 원가절감 및 설계최적화를 유도

주요내용

1. 설계적용 근거 및 문제점

1-1 설계적용 근거

- 도로설계편람 제5편 교량 (국토해양부, 2012)

접속슬래브 길이(교축방향)의 70% 지간으로 한 단순보로 계산해도 좋다.
접속슬래브의 하중은 고정하중과 윤하중으로 한다. 충격계수는 0.3으로 한다

1-2 문제점

- 접속슬래브의 하부지반은 주로 SB-1(보조기층용 재료)으로 최대 20cm마다 95% 다짐을 실시하여 시공하고 있으나,
- 현 설계는 지반이 지지되지 않는 단순보로 가정하여 설계하므로 단면 및 철근량이 과다하게 산정

2. 설계개선(안)

2-1 해석방법

- 교량 접속슬래브 설계시 실제 지반조건을 반영하여 해석방법을 단순보에서 탄성지반 위 구조물(Winkler Model)로 적용

구분	단순지지	스프링지지(Winkler model)
해석모델		

2-2 지반반력계수

- 1) 탄성지반 위 구조물로 설계하는 경우 주요 설계인자인 지반반력계수(Kvo)는 LH전문 시방서 22030 구조물 뒷채움 3.6.2에 의거 294.2 MN/m^3 적용
- 2) Kvo : 지름 0.3m의 강체원판에 의한 평판재시험의 값에 상당하는 지반반력계수
- 3) 지구별 교대 접속슬래브 구간의 평판재하시험 자료

구 분	시방기준	평판재하시험에 따른 Kvo	뒷채움재	비 고
대구 00교	침하량 2.5mm인 경우 294 MN/m^3 이상	332.0 MN/m^3	SB-1 (보조기층재)	
동탄 00교	325.2 MN/m^3	SB-1 (보조기층재)		
위례 00교	322.0 MN/m^3	SB-1 (보조기층재)		
전북 00교	330.0 MN/m^3	SB-1 (보조기층재)		

2-3 스프링지지 모델 적용시 슬래브두께(t) 및 인장철근량

구분	제원 (m)	단순지지				스프링지지				감액 (천원)
		Mu	As	t(cm)	공사비 (천원)	Mu	As	t(cm)	공사비 (천원)	
00교	L=8.4 B=17.9	360.8	D29-8 (6.063ton)	50 (75.2m ³)	11,640	67.9	D16-8 (4.759ton)	40 (1.876m ³)	6,184	5,465
00교	L=9.5 B=22.9	422.4	D32-8 (10.843ton)	45 (97.9m ³)	18,259	151.4	D19-8 (3.916ton)	40 (87m ³)	10,211	8,048
00교	L=7.5 B=7.0	303.1	D29-8 (2.117ton)	40 (21m ³)	3,697	124.1	D19-8 (0.945ton)	40 (21m ³)	2,464	1,232

※ concrete : 70천원/m³, 철근 : 1,052천원/톤

3. 종합의견

- ◎ 교량 접속슬래브 구조해석시 단순지지 조건보다는 스프링지지 모델을 적용하는 것이 실제 지지지반을 고려한 합리적이고 경제적인 방법으로 판단됨.

【참고문헌】『교량 접속슬래브 설계방법』단지기술기준처-1451(2014.8.10)

V-2

시설물 안전성 확보를 위한 내진설계 도입

개요

최근 세계적인 기상관측상으로 진도 8 이상의 강진이 환태평양 지진대 주변으로 발생이 빈번하고 우리나라로 진도 6 이상의 강진이 발생하여 지진 등 자연재해에 안전하지 않은 실정임. 이에 우리공사에서는 '00. 6 단지조성에 따른 시설물의 내진연구용역을 수행 [지진공학회 : 2000. 6.23~2001. 4.23]하여 단지조성 내진설계기준을 수립 시행하고 있으나, 재해에 보다 안전한 도시건설을 위하여 우리공사의 기준을 재검토하여 단지내 시설물의 안전성을 확보하기 위한 적정기준 수립 및 강화

주요내용

1. 지진 개념

- 지진은 판과 판사이의 경계면, 단층과 단층사이에서 내부에너지의 발산에 의한 갑작스런 미끄러짐 때문에 그 충격으로 땅이 흔들리는 것을 말하며, 지구를 구성하고 있는 판(Plate)은 전 세계적으로 13개정도로 구성되어 있으며, 우리나라는 유라시아판 위에 속해 단층에 의한 지진발생이 대다수임.
- 지진규모 및 피해정도

진도	1~3	4~5	6	7	8	9	10	11	12
규모	2 3	4	5	5.5	6	6	7		8
가속도(g)	0.8~2.5	2.5~25	25~80		80~250		250~400		400이상
피해 상태	창문요동, 물그릇 움직임	건물크게 요동, 그릇물 넘침	벽균 열	건물30%이하 파괴, 산사태, 지반균열	건물30%이하 파괴, 산사태, 지면균열	건물완전 파괴, 철도 휩, 단층발생			

2. 내진설계 관련 상위개념

2-1 내진성능수준

- 1) 내진 시설물은 기능수행수준과 붕괴방지수준의 두 가지 내진성능 수준을 만족하도록 설계
- 2) 기능수행수준
 - ◉ 지진발생 후 부분적인 경미한 피해는 허용하나 전체적인 붕괴는 허용하지 않는 수준
 - ◉ 붕괴방지수준
 - 지진발생 후 제한적인 구조적 피해는 허용되나 붕괴가 발생하지 않도록 긴급보수를 통해 기능을 회복할 수 있는 수준

▶ 내진성능목표

설 계 지 진	재현주기	성능수준	
		기능수행수준	붕괴방지수준
	50년	내진 2등급	
	100년	내진 2등급	
	200년	내진 특등급	
	500년		내진 2등급
	1000년		내진 1등급
	2400년		내진 특등급

2-2 내진등급

- 1) 각종 시설물들은 구조물의 중요도, 인명피해 여부 및 피해규모의 정도를 기준으로 등급을 설정
 - ◉ 내진특등급
 - 긴급구조, 치안유지에 필요한 구조물로서 평균재현주기 2400년의 높은 지진에 대하여 구조물이 붕괴방지수준을 유지하고, 200년의 재현주기에 기능수행수준을 유지할 수 있는 시설물
 - ◉ 내진 1등급
 - 사회적 혼란과 인명·재산상의 손실을 줄 수 있는 구조물로서 평균 재현주기 1000년의 높은 지진에 대하여 붕괴방지수준을 유지하고 100년의 재현주기에 기능수행수준을 유지할 수 있는 시설물
 - ◉ 내진 2등급
 - 특등급과 1등급에 포함되지 않는 구조물로 평균 재현주기 500년의 높은 지진에 대하여 붕괴방지수준을 유지하고 50년의 재현주기에 기능수행수준을 유지할 수 있는 시설물

▣ 내진설계성능수준

등급	등급설정기준	해당구조물
내진 특등급	구조물 중에서 특별히 안전이 요구되는 시설로서 특별히 지정되는 구조물 긴급 구조와 구호, 국방 및 치안유지에 필요한 구조물	방송국, 유독성, 폭발성 물질을 보관하는 건축물 (가스나 유류탱크등) 관제탑등
내진 1등급	구조물이 피해를 입으면 사회적 혼란이 야기되고 많은 인명과 재산상의 손실을 줄 수 있는 구조물	도서관, 지하철, 철도도로터널, 상하수, 식수정수처리장, 소방서, 경찰서, 종합병원 등
내진 2등급	그 외의 일반적인 구조물	지하보도, 하수도, 폐하수처리장, 지하주차장등

2-3 내진설계 해석방법

1) 등가정적해석법

- 구조물에 작용하는 지진력을 자중에 비례하는 수평력으로 가하여 정적해석을 수행하는 방법(사면, 옹벽)

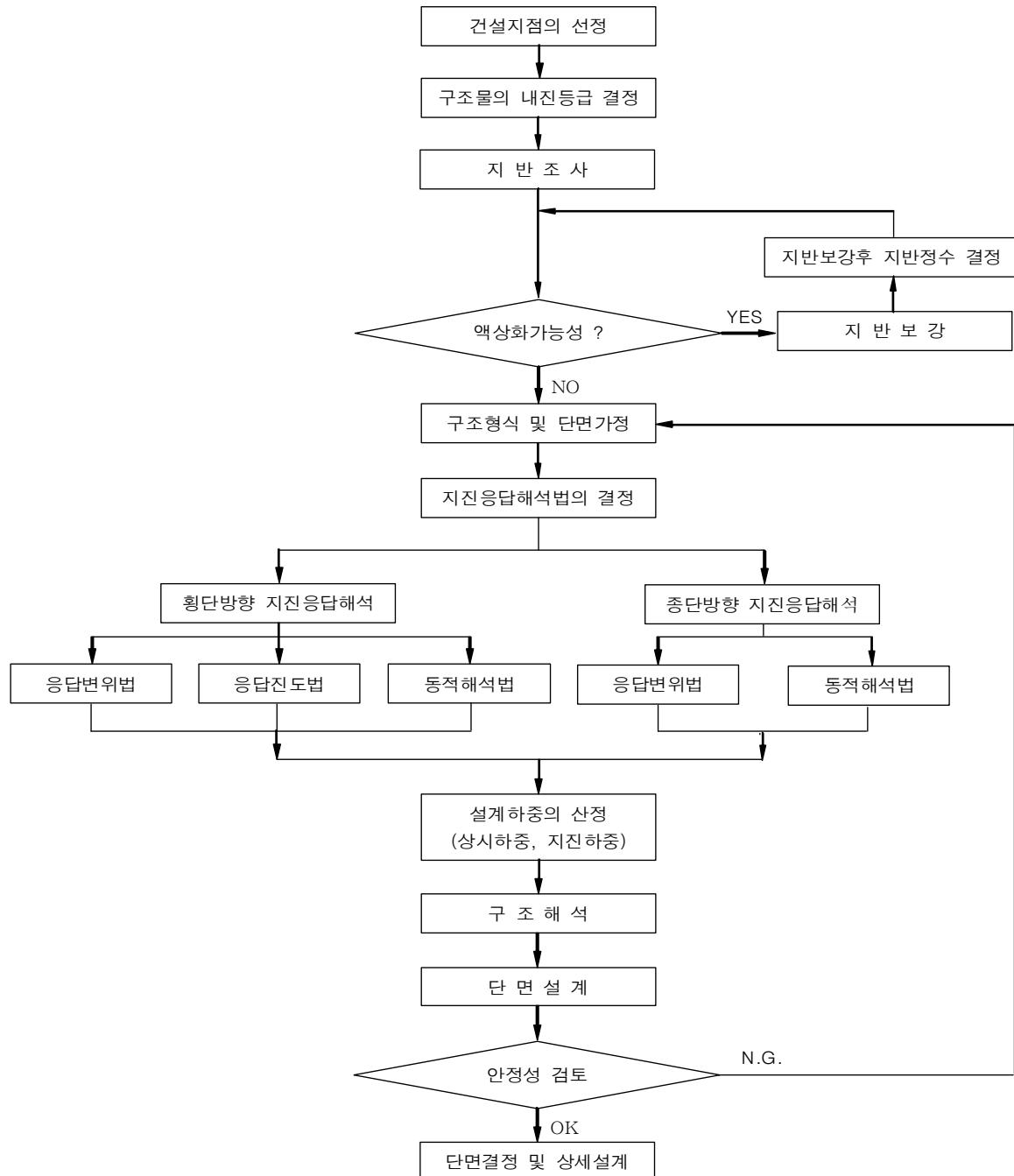
2) 응답변위법

- 기반면으로부터 발생된 지반운동으로 인하여 지중구조물에 발생된 가상의 변위와 주면전 단력을 이용하여 내진해석을 수행하는 방법(암거, 상수도)

3) 동적해석법

- 시간이력응답 해석법과 응답스펙트럼이 있고 이 방법은 구조물 및 주변 지반을 동역학 수치해석모델로 바꿔놓고 이것에 지진동을 입력하여 구조물의 응력 등을 수치해석적으로 구하는 방법(교량)

2-4 내진수행 흐름도



3. 우리공사 내진연구 및 설계여건

3-1 내진연구

- ◎ '98. 3 단지내 시설물의 내진설계를 위한 기초연구 촉수(자체)
- ◎ '99. 2 단지내 시설물의 내진설계를 위한 기초연구 완료(자체)

- ① '00. 6 단지조성에 따른 시설물의 내진연구 수행중(공동)
[지진공학회 : 2000. 6.23 ~ 2001. 4.23]
- ② '07. 6 내진설계기준 강화

3-2 내진설계여건

- ① 단지설계시스템상 옹벽, 사면, 암거, 교량 등의 해석프로그램은 내진설계가 가능함

3-3 내진설계기준

시설물	재현주기	등급	해석방법	비고
교량	1000년	내진1등급	동적해석법	
지하차도	1000년	내진1등급	응답변위법	
사면	500년	내진2등급	등가정적해석법	
옹벽	500년	내진2등급	등가정적해석법	
지하보도	500년	내진1등급	응답변위법	
상수도 (배수지등)	1000년	내진1등급	응답변위법 (등가정적해석법)	옹벽과 사면의 등가수평 가속도는 지표면 최대 수평가속도의 50%를 사용
공동구	1000년	내진1등급	응답변위법	
하수암거	500년	내진2등급	응답변위법	
연약지반 (액상화)	-	구조물의 중요도에 따라 등급구분	경험적방법 동적해석법	

- ① 지역 및 시설물의 특수성에 따라서는 별도 적용 가능함
- ② 지진구역계수(재현주기500년에 해당)

지진구역	I	II
구역계수, Z(g ^{1/2})	0.11	0.07

【참고문헌】『시설물 안정성 확보를 위한 내진설계기준』단지(설1)7851-390(2000.7.10)

건설지원처-1738(2007.5.22)

V-3

옹벽 뒷채움 배수필터 기능강화 설계

개요

옹벽 뒷채움 배수필터에 대한 우리공사의 설계기준은 옹벽배면 전면에 걸쳐 지표면 이상에서 30cm 두께로 자갈을 부설토록 되어 있으며,

필터재료에 대한 최대입경이 $\phi 150\text{mm}$ 이하로만 규정되어 있고 입도분포에 대한 명확한 기준이 없어 필터가 제기능을 발휘하지 못할 경우 호우시 옹벽이 붕괴할 우려가 있어 배수기능이 확보되고 시공성, 경제성 있는 필터시공방법을 발굴 개선하여 공사관리업무의 효율성을 증대할 수 있도록 옹벽뒷채움 배수필터의 설계기준을 수립

주요내용

1. 설계기준

1-1 배수필터

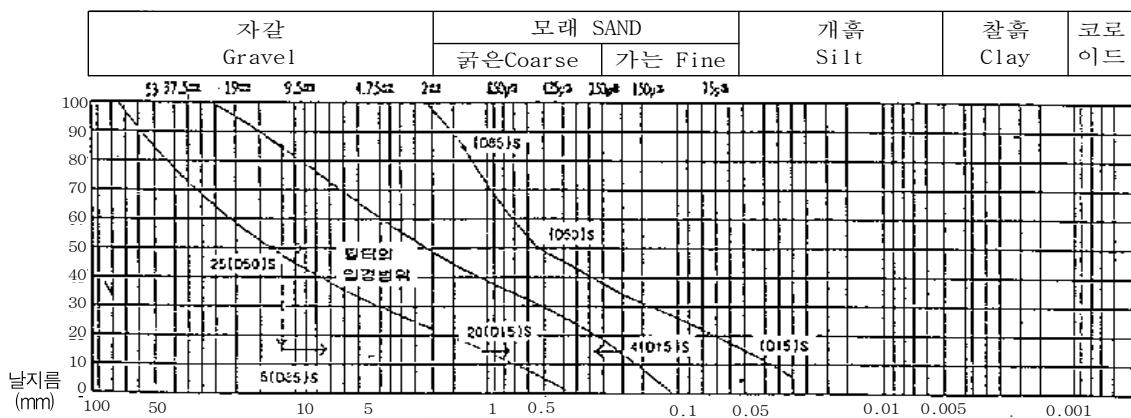
1) 필터재료의 입도분포 및 입경

- ◎ $\frac{(D15)_f}{(D85)_s} < 5$, $4 < \frac{(D15)_f}{(D15)_s} < 20$, $\frac{(D50)_f}{(D50)_s} < 25$, $\frac{(D85)_f}{\text{배수공의 직경}} > 1.0 \sim 1.2$
- ◎ 입자분리를 피하기 위해서 필터재료는 75mm 이상의 치수는 제외.
- ◎ 가는 입자가 내부에서 이동하는 것을 방지하기 위해 필터재료를 No.200 체(0.074mm) 통과율이 5% 이하 유지.

▣ 필터재료의 입도분포

필터의 입경(mm)	통과중량백분율(%)	비고
75	100	
50	85 ~ 100	
30	68 ~ 100	
10	41 ~ 82	
5	33 ~ 67	
1	15 ~ 38	
0.5	5 ~ 29	

입 경 가 적 곡 선
Grain Size Accumulation Curve



【 필터재료 입경가적 곡선 】

- 비율(예)- 세립분(모래) : 조립분(골재#3, 25 ~ 50mm) = 4:6

2) 옹벽배수공의 직경

- 건교부 구조물표준도에 의거 100mm로 함.

3) 필터층 하단부

- 필터 하단부 아래로 물이 유입되는 것을 방지하기 위해 차단층 설치

4) 필터설치 적산기준(PP마대 쌓기 및 헬기 준용)

(보통인부 1인당 P.P마대수)

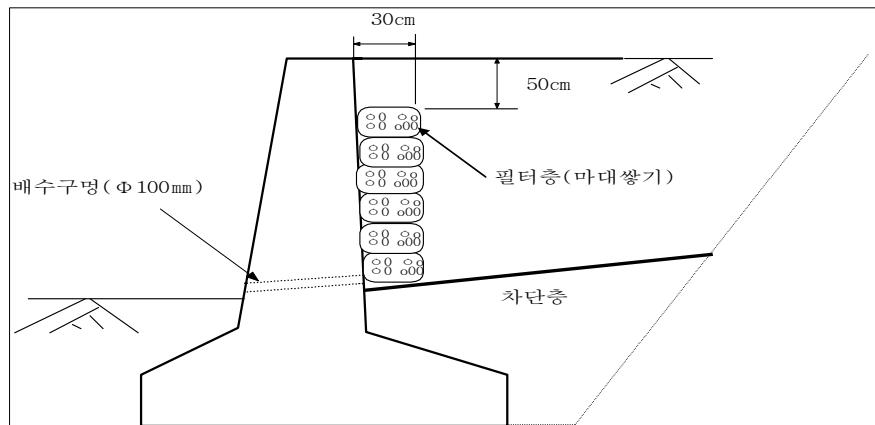
규격	만들기	쌓기	비고
45 × 70cm	61개	139개	0.024m ³ /개

5) 필터시공방법

- 필터재료를 화학섬유로 제조된 부식되지 않는 마대 또는 부직포에 담아 필터주머니를 만들어 옹벽 배면에 쌓음.
- 부직포에 대한 투수계수 :

$$\frac{k_g(\text{여과재료})}{k_s(\text{노상토})} > (10 \sim 100)$$

- 배수구멍(F100mm)은 4.5m³당 1개이상 설치하고, 최하단 배수구멍의 설치위치는 최대한 하단부로 하여 침투수가 정체되지 않도록 함.



【표준도】

6) 적용기준

- 본기준은 배수불량지역 및 팽창성 점토질의 경우 수압 및 토압증가로 옹벽이 불안전한 경우에 적용
- Over bridge의 램프구간과 암반구역 토압의 적은 경우 등의 세부적인 배수대책은 [구조물기초설계기준(건교부발행) 5.4.2 옹벽의 배수대책]을 참조하여 적정공법을 적용

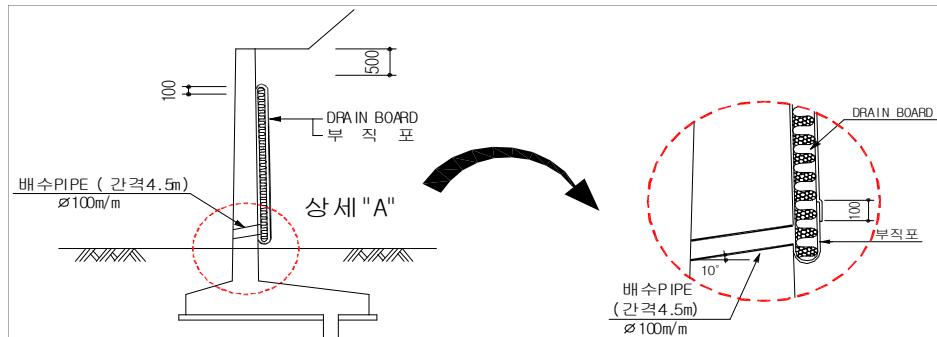
1-2 드레인보드(Drain Board)

- 1) 옹벽 배면에 드레인보드(폴리스틸렌 일면 배수재)를 부착시키고 부직포로 드레인보드를 덮은 후 양질의 토사로 뒤채움하는 방법으로 배면 토압의 증가를 억제하고 두채움부 토사의 동상과 동결에 따른 수축 팽창을 방지.

● 부직포에 대한 투수계수 : $\frac{k_g(\text{여과재료})}{k_s(\text{노상토})} > (10 \sim 100)$

- 2) 배수파이프(PVC pipe 100mm) : 옹벽높이에 관계없이 4.5m당 1개소 설치

● 상세도에 표기된 간격(100mm)은 부직포의 겹침 길이



【표준도】

【참고문헌】『옹벽 뒷채움 배수필터에 대한 설계기준』설계(기)7811-286(97.9.12)

V-4

운전자 안전중심 지하차도 마감벽 설계

개요

지하차도 설치 시 마감벽(Parapet wall, 지하박스와 U형옹벽 연결부)의 설치 규격 및 안전시설 미비와 지하차도 지상교차로 구간에서 운전자의 부주의로 인해 지상에 노출된 마감벽과 충돌, 전복 및 추락하는 교통사고 발생으로 막대한 인적·물적 피해와 교통혼잡이 유발되고 있으나, 기존 지하차도 계획·설계시 마감벽 구간에서의 차량사고에 대비한 안전성 검토가 경시되어 왔고 마감벽에 대한 시설기준의 불명확성으로 대형교통사고 발생 소지가 존재. 이에 교통사고로 인해 발생할 수 있는 국민의 인명 및 재산피해를 최소화 하고자 지하차도 교차로 구간 차량충돌·전복사고 방지를 위한 마감벽 높이의 상향조정 등 안전성 확보를 위한 개선안을 검토·수립

주요내용

1. 지하차도 설치 기준

1-1 기능 및 구성

1) 기능

- 간선도로 교통류의 원활한 흐름 확보
- 도심지에서는 소음방지 등을 위해 지하차도 설치

2) 구성

- 진·출입부의 옹벽구간과 교차로 하부의 자하박스로 구성되며 지하차도 횡단구성은 차도, 분리대, 길어깨로 분류할 수 있음

1-2 계획 및 설계 기준

1) 계획 및 설치기준

- 『도시계획시설의 결정 · 구조 및 설치기준에 관한 규칙』 제16, 17조
- 인허가 및 교통영향평가 결과

2) 지하차도 설계

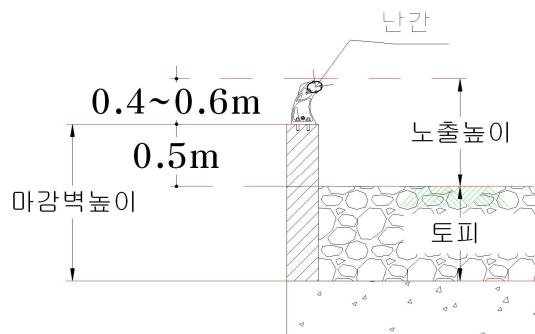
- 지하차도의 평면 · 종단선형 및 도로설계는 『도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙』(1999. 건교부)에 따라 설계
- 단면형상 및 규격, 구조계산은 『콘크리트 설계기준』, 『도로교 설계 기준』 등 건설교통부 및 우리공사 설계기준에 따라 설계
- 안전 및 부대시설은 『도로안전시설 설치 및 관리지침』(건교부), 『교통안전시설 실무편람』(경찰청)등에 따라 설치됨

2. 지하차도 마감벽 현황 및 문제점

2-1 현황

1) 지하차도 노출 마감벽 설치 일반

- 마감벽은 일반적으로 이용되고 있는 난간방호울타리(총높이 $H=1.1m$) 콘크리트분리대 ($H=0.8 \sim 1.4$)에 준하여 노출높이 0.5m와 차도용난간(2단형 0.6m, 1단형 0.4m)를 포함하여 마감벽 총 노출높이는 0.8~1.1m 내외로 설치되고 있음
- 지하차도 마감벽 구간 안전시설은 교통영향평가, 경찰서 등 인허가협의에 따라 개별적으로 차선도선, 차선규제봉등의 안전 · 부대시설 설치하고 있음



【 일반적인 마감벽 단면도 】

2) 지하차도 마감벽 교통사고 유형

- 지하차도 및 교차로 구간이 제반 규정에 따라 차량의 운행 및 안전에 문제없이 설치되더라도

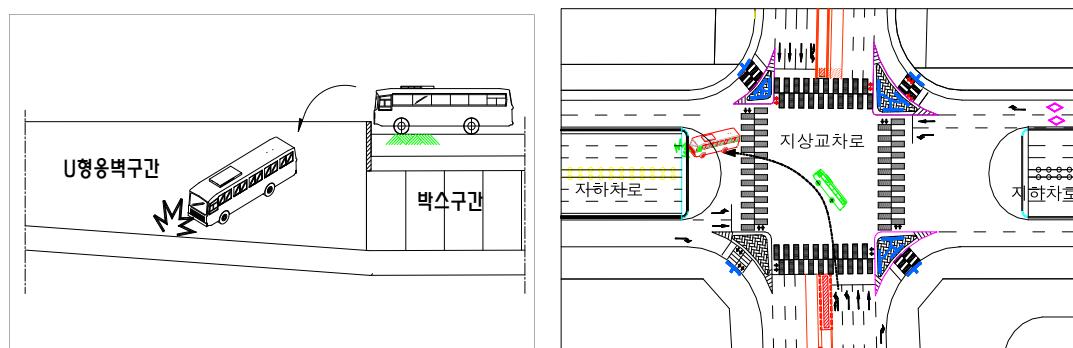
운전자의 부주의(전방주시 부주의, 음주, 야간시 혼란등)로 크고 작은 차량교통사고가 발생하고 있음.

◎ 지하차도 상부 지상교차로 마감벽에서의 사고유형은 다음과 같이 분류됨

- 교차로 좌회전차량 마감벽 충돌, 전복, 추락사고
- 교차로 직진차량 마감벽 충돌, 전복, 추락사고

◎ 교통사고 사례

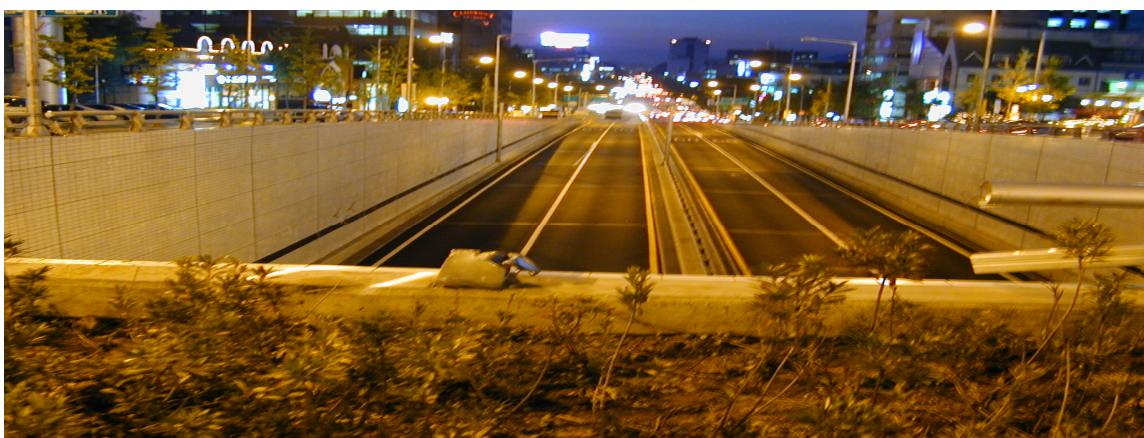
- '03. 4 : 고양능곡지하차도 버스 마감벽 충돌후 지하차로내로 추락(사상 30여명)
- '04. 7 : 예술의 전당앞 화물차 추락사고(1명사상)
- 교차로 통행차량 전면벽 충돌 · 접촉사고 다수 발생



【 지하차도 마감벽 구간 충돌, 추락사고 예시도 】

2-2 마감벽 문제점

- 1) 높이가 낮아 대형차량(버스, 트럭) 충돌시 지하차도 추락사고로 인명, 사회적 손실이 큼.
- 2) 차량충돌 시 운전자의 부상이 커질 우려가 큼
- 3) 마감벽 전면부에 화단이 설치된 경우 회전차량이 정지선을 넘어 화단턱으로 점프되어 대형사고 유발



【 지하차도 마감벽 충돌교통사고후 사진 】

3. 지하차도 마감벽 설치 검토

3-1 마감벽 높이 검토

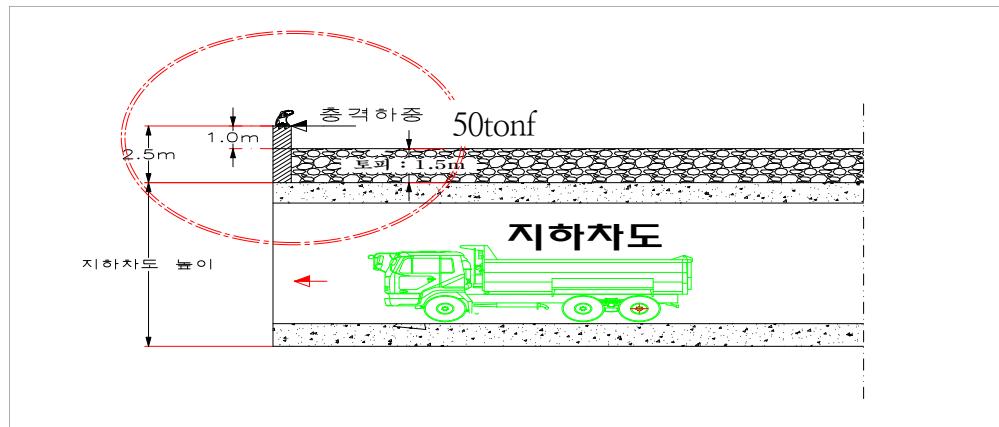
- 1) 마감벽 노출높이를 1.0m 이상으로 설치
- 2) 벽체노출 높이가 클 경우 차량운전자의 시거를 방해할 수 있으므로 적정높이로 제한이 필요
- 3) 화단을 설치할 경우에는 추가높이 확보가 필요

3-2 지하차도 마감벽 구조 검토

- 1) 마감벽은 차량 충돌할 염려가 있는 콘크리트 벽체이므로 충돌하중을 고려한 구조검토가 필요
- 2) 실물충돌시험은 제반 여건이 어려우므로 여기서는 구조계산을 통하여 충격력을 고려한 마감 벽체 발생 단면력을 계산

3) 구조계산 가정

- ◎ 마감벽은 지하박스 상부슬래브에 고정된 캔틸레버 구조이므로 아래 그림과 같이 단면을 가정하여 충돌하중 고려시와 미 고려시로 구분하여 시행함
 - 마감벽체 구조계산시 충돌하중은 도로교 설계기준에 제시된 차도직각방향 차량 충돌 하중 50tonf 가정하여 시행함



【 단면가정 】

4) 구조해석 결과

- ◎ 동 캔틸레버 구조는 고정지점인 마감벽체 하단에서 모멘트(M_u) 및 전단력(S_u)이 가장 크게 발생

구분	충돌하중 미고려시	충돌하중 고려시	비고
$M_u(\text{tf}\cdot\text{m})$	1.032	108.532	105배
$S_u(\text{tonf})$	2.1356	45.1356	21배

- 모멘트는 충돌하중 고려 시가 미고려 시 대비 100배 이상 크고 전단력은 20배가 높아 충돌하중 영향이 매우 큼.
- 계산결과에 따른 철근량 산정은 충돌하중 미 고려시는 일반적인 이용되고 있는 벽체 두께(0.3~0.5m)에서 D16@200로 충분한 것으로 나타났으나,
- 충돌하중 고려시 발생 휨모멘트 108tf · m의 경우 소요철근량이 매우 커 철근배치가 불가능하며 단면확대 및 철근량 증대 필요.

3-3 지하차도 마감벽구간 안전시설 검토

- 1) 차량의 교통흐름 원활 및 안전을 위하여 현장여건에 맞추어 안전부대시설, 차선도색, 마감벽 전면 안내표지판, 차량충격 방지시설, 차량용 난간, 차선규제봉, 표지병 등이 개별적으로 설치되고 있으나,
- 2) 실제 개별적으로 설치되는 안전시설은 교차로 좌회전 또는 직진차량의 혼동, 부주의로 인한 사고방지시설이 부족한 지하차도가 다수 존재하며 충돌사고 후 사후대책으로 충격 흡수시설, 난간 등을 설치하고 있는 실정임

4. 마감벽 설치 방안

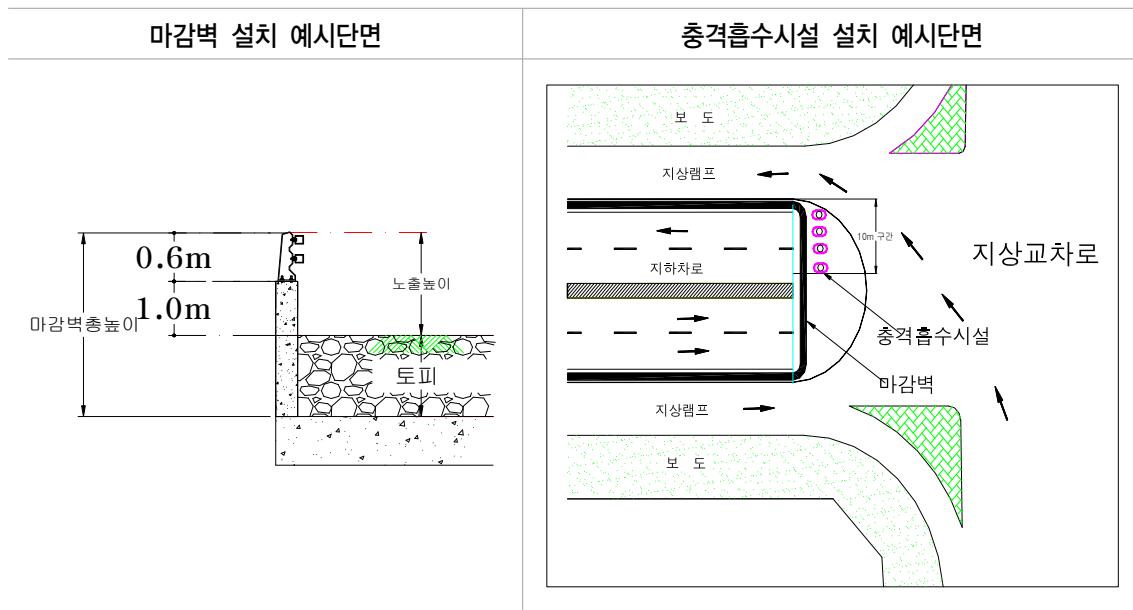
마감벽 구간 안전성 부족으로 불필요한 인명 및 재산피해가 발생할 수 있으므로 지하차도 마감벽의 규격 및 안전부대시설 설계기준을 아래와 같이 수립하여 교통사고 방지 및 탑승자 안전 확보

4-1 지하차도 마감벽 규격은 아래 기준이상 설치.

- ◎ 마감벽 노출구체 높이 1.0m 이상 설치 및 상단 차량방호용 난간설치하여 총 노출높이가 1.4m 이상 확보(마감벽 전면부에 화단등 턱을 설치하는 경우 동 턱높이 추가 확보)

4-2 마감벽 전면에 안전부대시설 설치

- ◎ 좌회전차선변 벽체 10m 구간 앞에 차량충격흡수시설(4EA) 설치
- ◎ 마감벽 전면노출 벽체에 경고용 차선도색(zebra형)설치하여 주야간에 벽체 인식을 명확화



【참고문헌】 『지하차도 안정성 확보를 위한 마감벽 처리기준』 품관(설)7811-1552(2004.11.30)

V-5

지하차도 침수방지를 위한 배수시설 설계기법

개요

강우시 지하차도내 우수배제를 위한 배수시설 설계시 종래 『Koland형 단지 설계기법』(2001.1)에서 제시된 기준에 의거 설계를 수행하였고, 2003년 강우량 분포개념에 의한 개선안이 제시되었으나 최근 증가하는 국지성 호우피해 증가하고 있어 안전성이 우려되어 합리적인 지하차도 배수시설 용량 산정방안 수립 필요성이 대두됨

주요내용

1. 문제점 및 개선 필요성

1-1 문제점

- 1) 기상강도가 강해지고 국지적 강우가 증가하는 추세
- 2) 배수지 등 다른 시설은 침수발생시 기계펌프로, 일시 대처가 가능하나 지하차도의 경우 펌프고장 시 대체 방법이 없음
- 3) 침수사례조사 결과 집수정 유입구나 횡단관거가 폐색되어 침수가 유발되는 것으로 분석
- 4) 계측장비 및 기술의 발달로 과거 산정된 확률강우강도를 상회하는 강우강도 계측 빈도 증가

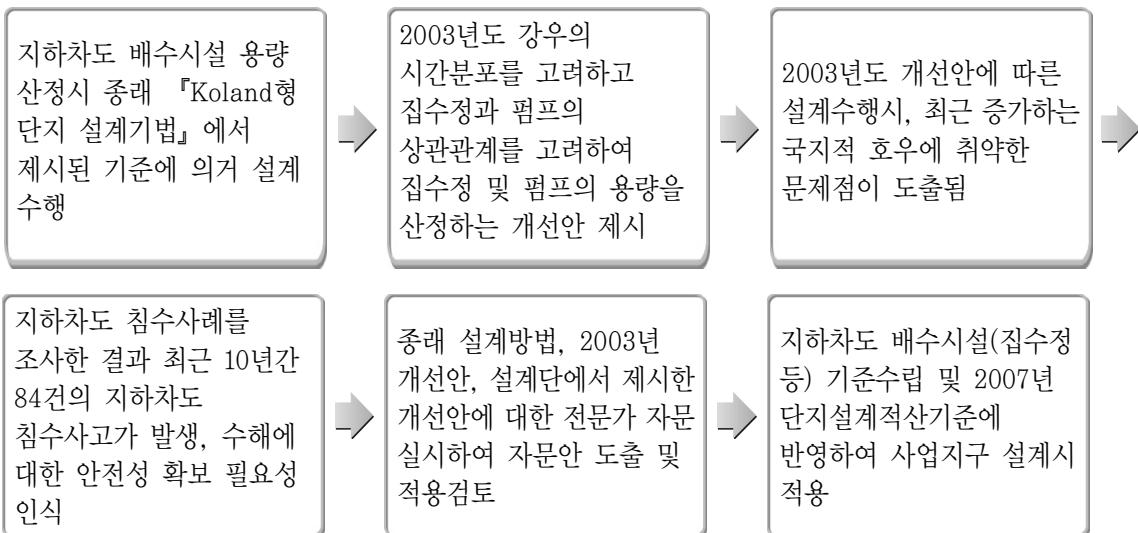
1-2 침수사례

- 1) 최근 10년간 84건의 지하차도 침수사고 발생.
(강변지역 39건, 강변외 지역 46건)
- 2) 강변지역의 경우 하천범람 및 외부유입수에 의한 침수

3) 사례

- '98. 8 : 성남판교지하차도	- '03. 7 : 서울상암지하차도
	
- '04. 7 : 서울광화문지하차도	- '01. 7 : 군포당동지하차도
	

1-3 개선 필요성 및 개선 방향

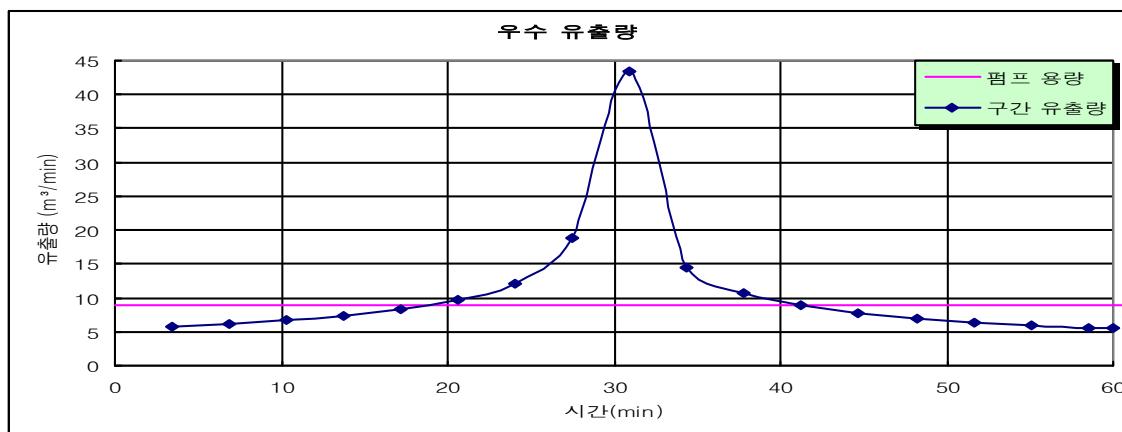


2. 지하차도 배수시설 산정기준 수립

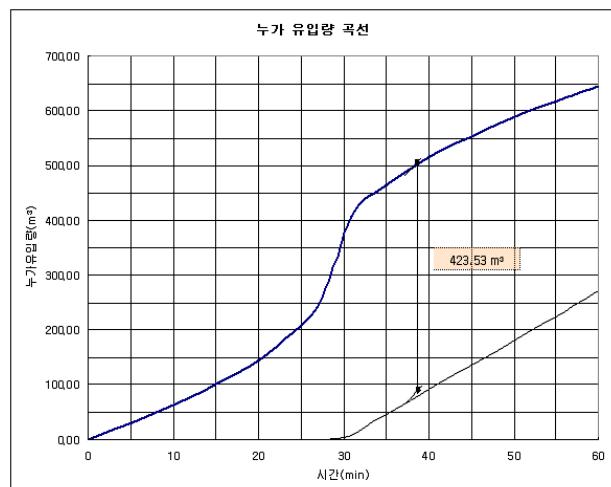
2-1 안전성 확보를 위한 설계기준 변경

구 분	코랜드형 설계기법 (2000년)	2003년 설계기법 (개선)	2006년 (개선)
유입시간	단지내 관로유입 평균시간인 7분 적용	단지내 관로유입 평균시간인 7분 적용	실제 유입시간 적용
강우의 시간분포	시간분포를 고려치 않음	중앙집중형 강우분포	중앙집중형 강우분포
지속시간	1시간	2시간	1시간
확률년수	20년	20년	50년
집수조 용량	960 m ³	264m ³	552m ³
비율(%)	100	27.5	57.5

1) 우수유출량곡선(50년 빈도)



2) 누가 유입량 곡선(50년 빈도)



3) U형측구 및 횡단배수시설 설계

① U형측구

- U형측구는 집수유역별 첨두유출량과 지하차도 경사를 고려하여 통수단면 결정
- U형측구 상부 구조물(GRATING 등)은 차량 주행에 안전한 충분한 강성을 지닌 시설물로 설계

② 횡단배수시설

- 횡단배수시설은 한쪽방향 U형측구의 집수량 및 횡단배수시설의 경사를 감안하여 단면을 설계
- 측구를 따라 내려온 우수가 횡단배수시설과 직각으로 직접 연결되면 흐름이 원만하지 못하여 포장면으로 월류되고 침수되는 사례가 발생하므로 측구와 횡단배수시설 교차부는 우수받이 설치
- 횡단배수시설은 침전물의 퇴적 등을 고려하여 최소구격 ϕ 450이상, 여유치 감안 2개소 이상

③ 집수정

- 집수정 유입구는 침전물 퇴적 등을 고려하여 2개소 이상 설치(침사조를 가능한 2개소 설치)
- 집수조의 용량 결정은 유입되는 수량을 구한 뒤 집수조-배수펌프와의 관계곡선(TRADE-OFF)을 이용한 시산결과로부터 집수조용량 및 펌프용량을 결정하되, 펌프의 용량, 가동효율, 시동간격 및 유지관리 등을 감안한 집수규모로 결정.
- 집수정내 침사조는 사람이 자유롭게 청소할 수 있는 크기로 하고 집수조 전 용량의 20~30% 크기로 함.
- 집수조는 향후 예측이 어려운 강우상황에 대한 안전·방재차원을 감안하여 집수조 결과치에 1.2~1.5배 할증규모로 결정

④ 배수펌프

- 펌프형식은 배수용 수중 모터펌프를 사용하여 수위변동에 따른 자동작동을 원칙으로 함.
- 배수펌프는 고장 및 수리 등을 감안하여 예비펌프 1대 추가 설치

3. 기대효과

- 1) 최근의 국지성 집중호우에 대비한 합리적인 기준 수립
- 2) 지하차도 침수로 인한 국민의 인명 및 재산피해를 미연에 방지
- 3) 수해대비 안전도시 건설을 통한 대외 신뢰도 제고

【참고문헌】『지하차도 배수시설 용량 산정기준』건설지원처-3354(2007.9.13)

V-6

최적 암거 설계를 위한 활하중 적용방안

개요

암거 설계시 적용되는 활하중 기준은 건교부에서 제정한 암거표준도와 도로설계기준으로 이원화되어 있어 사업지구별로 다르게 적용하고 있음에 따라 국내외 적용기준 및 타기관 적용사례를 분석하여 관련 기준에 부합되는 적정 설계기준 수립

주요내용

1. 설계적용 현황

1-1 사업지구별 활하중 적용현황

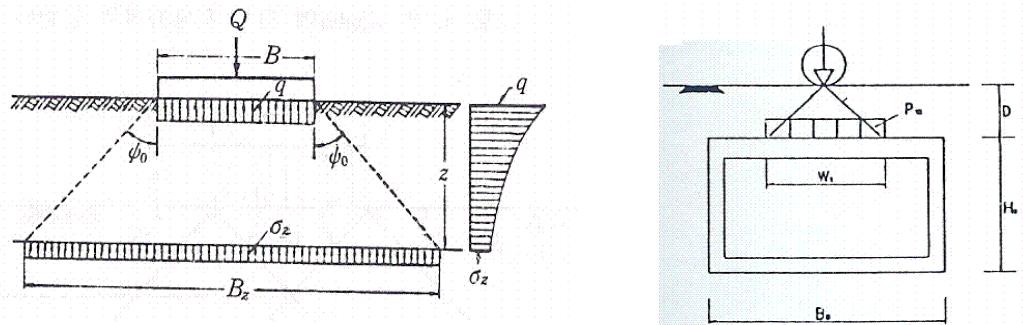
1) 사업지구별 암거설계활하중 적용 현황

사업지구	설계년도	하중계산방법	kogler식 적용시 하중분포각	비고
광주풍암	1995	kogler공식	55°	공식값 사용
수원정자	1995	kogler공식	45°	공식값 사용
원주단관	1995	kogler공식	55°	공식값 사용
청주하복대	1995	kogler공식	55°	공식값 사용
수원정자2	1996	kogler공식	45°	공식값 사용
동두천생연	1998	kogler공식	55°	공식값 사용
김해장유	2000	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
동해해안	2000	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
부산정관	2001	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
평택장당	2001	kogler공식	45°	공식값 사용
김해진영	2002	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
화성동탄	설계중	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
용인동백	2002	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
평택-안성IC	2002	kogler공식	55°	건교부표준도 사용
의정부도로공사	2002	kogler공식	55°	건교부표준도 사용

2) Kogler 공식

- Kogler는 실험을 통하여 기존 이론식의 광범위한 응력전달 범위가 어느 범위내에 한정된다는 사실을 밝혀내고 등분포대상 하중에 의한 연직지중응력에 대한 근사해로써 응력이 하중 단에서 일정한 분포각을 갖고 지중수평면상에 등분포하는 것으로 가정한 식 제안.

$$-\sigma_z = (q \cdot B) / (B + 2z \cdot \tan\phi_0)$$



$$-\text{분포각 } \phi_0 = 30^\circ \text{ 또는 } 45^\circ$$

1-2 암거설계 관련 기준 검토

1) 국내기준

- 건교부 표준도 (1998. 10)

- 도로암거는 도로건설시 설계빈도가 많고 공법 및 설계기준이 동일한 경우가 많아 설계조건별, 규격별로 구조를 표준화하여 설계기간과 품질관리의 적정성을 도모할 수 있도록 표준도 제정.

※ Kogler방정식을 사용하였으며, 하중분포각 $\phi_0 = 55^\circ$ 적용

- 건교부 도로설계기준 (2001. 9)

- 당초 제정된 도로시설기준(1979)이] 교통량조사편, 조경편, 유지 관리편으로만 제정되었으나 암거설계에 사용되는 하중값이 제시된 도로구조부분을 포함한 도로설계기준으로 제정함.

※ Kogler방정식을 사용하였으며, 하중분포각 $\phi_0 = 45^\circ$ 적용

2) 국외기준

- 일본도로공단

- Kogler공식을 사용하고 하중분포각 $\phi_0 = 45^\circ$ 적용

- 일본도로협회

- Kogler공식을 사용하고 하중분포각 $\phi_0 = 45^\circ$ 적용(단, 자동차바퀴의 간섭을 고려하여 토피를 1.9m이상, 이하로 구분 적용)

◎ AASHTO(미국 도로교통안전협회)

- 활하중에 의한 연직하중- $\sigma_z = P / (1.75H)^2$ (토피두께 0.6m(2ft) 이상인 경우 활하중 고려)

3) 기관별 암거활하중 비교

(단위:t/m³)

토피 (m)	건교부 암거표준도	건교부 도로설계기 준	서울지하철 공사	한국도로 공사	일본도로 공단	일본도로 협회	AASHTO
1.0	5.1	3.9	5.1	3.9	3.8	3.8	3.1
2.0	2.1	1.8	2.1	1.8	1.8	2.5	0.8
3.0	1.5	1.1	1.5	1.1	1.1	1.7	-
4.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	-
5.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	-
6.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	-
7.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	-
8.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	-
9.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	-
10.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	-

- ◎ 비교결과 건교부 암거표준도, 서울지하철공사의 하중값이 가장 크고 하중값이 유사한 건교부 도로설계기준, 한국도로공사, 일본도로공단, 일본도로협회의 하중값이 조금 작게 나타나며, AASHTO의 경우는 타기준에 비해 아주 작게 나타남.

2. 적용 기준

- 1) 암거설계에 적용하는 활하중값은 사업지구별로 Kogler 공식 (하중분포각 $\phi_o = 45^\circ$ 적용)에 의한 계산값을 적용 또는 '98. 10월 제정된 건교부 암거표준도(하중분포각 $\phi_o = 55^\circ$)를 사용하여 왔으나,
- 2) 암거활하중(하중분포각 $\phi_o = 45^\circ$)에 대하여 설계기준을 정함에 따라 향후 우리공사 사업지구 암거설계시 적용하여 경제적 암거설계 유도.

3) 설계적용기준

- ④ $D/Bo \geq 0.5DB$ 24Ton 기준

토피(m)	도로면의 활하중(t/m ²)	비 고
1.0	3.9	
1.5	2.5	
2.0	1.8	
2.5	1.4	
3.0	1.1	
3.50이상	1.0	

토피의 중간값은 노면활하중
상위의 값을 적용

- ⑤ $D/Bo < 0.5DB$ 24Ton 기준

토피(m)	$P_v1 \times D(t/m^2)$	비 고
1.0	1.7	
0.2	2.7	
0.3	3.3	
1.4 이상	3.6	

Kogler 공식
하중분포각
 $\phi_o = 45^\circ$

【참고문헌】『암거 설계시 활하중 적용기준』 건환(설2)7812-1329(2002.11.15)

V-7

토피별 우수암거 구조계산 해석방법

개요

우수암거 설계시 고정하중 및 활하중 산정에 있어 암거규격별로 토피고를 산정 적용하고 있으나 토피 적용범위에 대한 기준이 없어 각 사업지구별 암거설계시 적용사례가 상이한 바, 상재토피 변화에 따른 암거구조물에 미치는 모멘트 변화를 분석하여 토피 적용범위에 대한 기준 및 적정성을 검토 시행기준을 수립하고 시공시 설계 소요토피 이내에서 공사중 차량통과로 인한 구조물손상의 우려가 있어 공사시행시 우수암거 부분의 차량통과에 대한 현장 관리기준을 수립

주요내용

1. 설계적용 현황

1-1 기관별 비교

1) 적용기준

① 국토부

- 설계 및 설계변경시 표준도를 적용
- 표준도에 없는 규격은 별도 구조계산을 실시하여 설계 반영

② 한국도로공사

- 건교부와 동일

③ 우리공사 적용경향

- 암거 규격별로 토피현황 및 구간별 연장, 안정성을 고려 설계자가 임의대로 선정 적용

2) 설계기준

구 분	건 교 부	한국도로공사	우리공사
하중계수	콘크리트 구조설계기준	도로교표준시방서	콘크리트구조설계 기준 및 도로교시방서
노면하중	DB-24	DB-24	DB-24
활하중의 등분포 환	Kögler공식 적용	Kögler공식 적용	Kögler공식 적용
적용토匪 범 위	0.6m ~ 10m · $1.5 \times 2.0 : 0.6 \sim 3m$ 3~6m, 6~8m, 8~10m · $2.0 \times 2.0 : 0.6 \sim 3m$ 3~5m, 5~7m, 7~10m	1 ~ 10m · $2.0 \times 2.0 : 1 \sim 3m$ 3~5m, 5~7m, 7~10m · $2.0 \times 2.5 : 1 \sim 2m$ 2~4m, 4~6m, 6~8m, 8~10m	범위 미설정 (임의적용)
지진영향	미반영	미반영	반영
비 고	주) - 건교부표준도에서 토피 0.6m이하 부분에 대하여는 별도의 구조계산을 실시 적용 - 지진시는 재현주기 500년, 내진2등급, 봉괴방지수준, 응답변위법에 의한 해석		

1-2 현황 및 문제점

- 우리공사에서는 암거의 고정하중 및 활하중 산정시 암거토피가 위치별로 변화될 때 토피 적용범위에 대한 기준이 없어 사업지구별로 적용토피 범위를 임의대로 선정 적용하고 있으며, 동일 도로에 동일 규격 암거에서는 일반적으로 가장 큰 토피를 적용하는 등암거설계에 일관성이 없고 부적합한 설계사례가 발생되고 있음.
- 현장에서 암거의 토피변경 또는 규격변경으로 인한 설계변경시 전문성 부족으로 인하여 부적절한 토피적용 사례발생 및 재설계에 따른 업무량이 과중되고 있으며, 시공시 설계 적용 토피와는 별도로 임의적인 토피확보 후 공사차량 통과로 인하여 구조물 손상 우려.

2. 적용토피 검토

2-1 기본방향

- 업무의 효율성과 경제성을 감안 토피별 암거규격별 모멘트 계산결과에 따라 모멘트 분포도를 분석하고 토피별로 모멘트 분포도의 영향변화가 적은 구간을 분석하여 설계 적용 토피 범위 도출

2-2 모멘트 분포 검토

- 활하중은 DB-24로 적용, 고정하중은 토피두께에 따라 적용하여 상시와 지진시로 구분 모멘트를 산정 비교한 결과, 지진 시 모멘트 분포는 암거가 지중구조물이고 암거의 단위 중량이 지하 토체의 단위중량보다 가벼워 일반적으로 지진 시가 상시 모멘트보다 적은 값으로 나타나 상시의 모멘트 값만으로 비교검토.

2-3 모멘트 분포현황

1) 1련 암거 (2.0×1.5, 상시)

구 분	하부슬래브			상부슬래브		
	좌단모멘트 (t · m)	중앙모멘트 (t · m)	우단모멘트 (t · m)	좌단모멘트 (t · m)	중앙모멘트 (t · m)	우단모멘트 (t · m)
0.25m(집중)	6.646	5.268	5.489	6.270	10.441	7.335
0.6m(등분포)	11.839	8.695	14.719	11.208	7.838	14.647
1.0m	11.601	8.071	13.549	10.672	6.114	13.527
1.5m	11.879	7.866	13.164	10.770	6.005	13.164
2.0m	11.662	7.129	11.781	10.208	5.438	11.839
2.5m	12.595	7.633	12.726	11.180	5.939	12.759
3.0m	13.693	8.315	14.004	12.371	6.591	13.999
4.0m	16.215	10.011	17.182	15.191	9.220	16.120
5.0m	18.738	11.754	20.447	18.011	11.048	20.245

2) 2련 암거 (2@3.0×3.0, 상시)

구 분	하부슬래브			상부슬래브		
	좌단모멘트 (t · m)	중앙모멘트 (t · m)	우단모멘트 (t · m)	좌단모멘트 (t · m)	중앙모멘트 (t · m)	우단모멘트 (t · m)
0.25m(집중)	6.646	5.268	5.489	6.270	10.441	7.335
0.6m(등분포)	11.839	8.695	14.719	11.208	7.838	14.647
1.0m	11.601	8.071	13.549	10.672	6.114	13.527
1.5m	11.879	7.866	13.164	10.770	6.005	13.164
2.0m	11.662	7.129	11.781	10.208	5.438	11.839
2.5m	12.595	7.633	12.726	11.180	5.939	12.759
3.0m	13.693	8.315	14.004	12.371	6.591	13.999
4.0m	16.215	10.011	17.182	15.191	9.220	16.120
5.0m	18.738	11.754	20.447	18.011	11.048	20.245

2-4 모멘트 분포 분석

1) 상재토피 1.0m미만

- ◎ 모멘트값이 암거 부위별로 불규칙하고 변화가 심하게 나타나고 있으며 토피 0.6m에서 최대값이 발생하고 토피가 작을 수록 모멘트가 크게 감소하고 있으나,
- ◎ 상부슬라브 중앙지점의 모멘트는 토피가 작을수록 활하중 이등분포에서 집중하중으로 작용하여 모멘트 값이 크게 증가.
- ◎ 토피 1.0~3.0m 사이
 - 모멘트값이 유사하게 나타나고 있으며 변화폭이 작음.
 - 토피 2.0m에서 최소 토피 3.0m에서 최대.

(토피 2.0m모멘트 < 토피 1.0m모멘트 < 토피 3.0m 모멘트)
- ◎ 토피 3.0m이상
 - 모멘트값이 토피증가로 인하여 급격히 증가되고 있으나 암거 부위별로 모멘트 변화 추이는 일정치 않음

2-5 소요철근량 검토

- 1) 모멘트 변화형태가 토피 1.0m미만과 토피 3.0m이상에서는 토피변화에 따라 모멘트 변화 폭이 커 적용토피를 일정하게 범위를 정하여 적용하기에는 무리가 있다고 판단되나,
- 2) 토피 1.0m~3.0m 사이에서는 모멘트 변화폭이 작아 일정한 범위를 정하여 적용토피를 일괄적으로 동일하게 적용할 수 있을 것으로 예상.
- 3) 토피 1.0m~3.0m 사이에서 토피별 소요철근량을 산출 비교하여 동일 토피 적용성 검토.

2-6 소요철근량 현황

1) 1련 암거 (2.0×1.5)

구 분	상 부 슬 래 브				소 계	
	단 부		중 앙 부			
	철근량 (kg)	비율 (%)	철근량 (kg)	비율 (%)	철근량 (kg)	비율 (%)
1.0m	10.66	100.0	8.12	100.0	18.78	100.0
1.5m	10.36	97.2	7.95	97.9	18.31	97.50
2.0m	9.34	87.6	7.93	97.7	17.27	91.96
2.5m	10.35	97.1	7.93	97.7	18.28	97.34
3.0m	11.66	109.4	8.74	107.6	20.40	108.6

구 분	하 부 슬 래 브					소 계			
	단 부		중 앙 부						
	철 근 양 (cm ³)	비 율 (%)	철 근 양 (cm ³)	비 율 (%)	철 근 양 (cm ³)				
1. 0m	8.35	100.0	9.62	100.0	17.97	100.0			
1. 5m	8.33	99.8	9.40	97.7	17.73	98.7			
2. 0m	7.91	94.7	9.33	97.0	17.24	95.9			
2. 5m	8.80	105.3	9.35	97.2	18.15	101.0			
3. 0m	9.89	118.4	10.35	107.6	20.24	112.6			

2) 2면 암거 (2@3.0×3.0)

구 분	상부슬래브						소 계	
	좌측단부		중앙부		우측단부			
	철근량(cm ³)	비율(%)						
1. 0m	21.56	100.0	12.14	100.0	21.74	100.0	55.44	100.0
1. 5m	21.77	101.0	11.92	98.2	21.12	97.1	54.81	98.9
2. 0m	20.54	95.3	10.77	88.7	18.86	86.8	50.17	90.5
2. 5m	22.68	105.2	11.79	97.1	20.42	93.9	54.89	99.0
3. 0m	25.35	117.6	12.60	103.8	22.55	103.7	60.50	109.1
구 분	하부슬래브						소 계	
	좌측단부		중앙부		우측단부			
	철근량 (cm ³)	비율 (%)						
1. 0m	23.62	100.0	13.17	100.0	21.78	100.0	58.57	100.0
1. 5m	24.24	102.6	12.82	97.3	21.12	97.0	58.18	99.3
2. 0m	23.75	100.5	11.67	88.6	18.77	86.2	54.19	92.5
2. 5m	25.86	109.5	12.43	94.4	20.37	93.5	58.66	100.2
3. 0m	28.39	120.2	13.59	103.2	22.56	103.6	64.54	110.2

2-7 소요철근량 산정결과 분석

1) 토피가 1.0m~2.0m까지 변화되는 경우 소요철근량 변화

- ◎ 토피 1.0m 적용시 철근량이 최대가 되며
- ◎ 토피가 증가할 수록 철근량은 감소하는 추세

2) 토피가 1.0m~2.5m까지 변화되는 경우 소요철근량 변화

- ◎ 암거의 양측단부에서는 토피 2.5m적용시 최대이나
(토피 2.0m적용시 < 토피1.0m 적용시 < 토피 2.5m 적용시)
- ◎ 암거의 중앙부에서는 토피 1.0m 적용시 최대
(토피 2.0m적용시 < 토피2.5m 적용시 < 토피 1.0m 적용시)

3) 토피가 1.0m ~ 3.0m까지 변화되는 경우 소요철근량 변화

- ◎ 토피 3.0m적용시 철근량이 최대
- ◎ 토피 2.0m적용시 철근량이 최소
(토피 2.0m적용시 < 토피 1.0m 적용시 < 토피 3.0m 적용시)

3. 종합 검토 의견

암거의 토피는 동일도로에 동일규격의 암거일지라도 위치에 따라 변화되어 설계시 적용토피를 세분하여 적용할 경우 경제성에서는 유리하겠으나 업무의 효율성이 떨어질 수 있으므로 상재토피에 대한 설계기준 및 시공시 유의사항을 수립함

3-1 암거설계 상재토피 기준

1) 상재토피 1.0m 미만

- ◎ 토피0.6m에서 산정한 고정하중 및 활하중(0.6m미만은 직접하중)을 적용한 모멘트로 설계

2) 상재토피 1.0m~2.0m 까지 변화 시

- ◎ 토피고를 1.0m에서 발생하는 모멘트로 설계

3) 상재토피 1.0m~3.0m 까지 변화 시

- ◎ 토피 3.0m에서 발생하는 모멘트로 설계 적용
(단, 상재토피가 1.0m ~ 2.0m인 연속구간이 200m이상일 경우에는 토피 1.0m과 3.0m로 구분 적용)

4) 상재토피 3.0m 초과 시

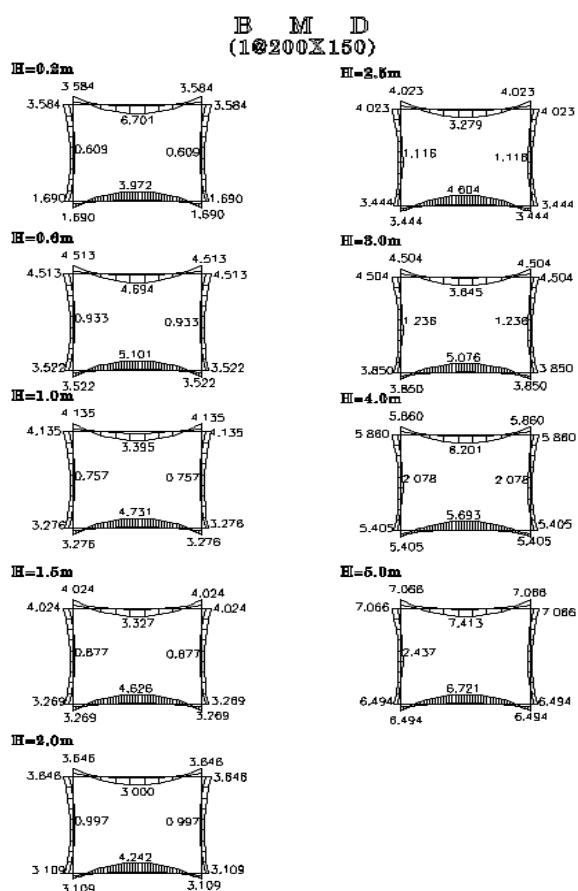
- ◎ 토피두께를 2.0m단위로 구간을 세분하여 동일하게 최대토피를 적용하되
- ◎ 암거의 연장이 50m이내에서 토피의 변화가 큰 경우에는 설계 및 시공의효율성을 감안 적용구간을 세분하지 않고 최대 토피고를 적용

3-2 시공시 현장관리 방안

- 암거 시공시 설계토피고 성토이전에 공사 중 차량의 통행으로 활하중에 대한 영향이 집중 하중으로 작용하여 암거 상부슬래브 중앙모멘트가 과다발생하고 이로 인한 구조물에 균열 및 파손의 우려가 있음에 따라 공사중차량 통행으로 인한 구조적 결함의 조기방지를 고려하여 현장 관리토록 추진

4. 기대효과

- 1) 단지내 우수암거의 상재토피는 대부분 1.0m ~ 3.0m이고 토피고 미확정 상태에서도 암거설계 확정가능
- 2) 설계변경등에 따른 상재토피고 변경시 안정성여부 판단 및 재설계 요인 절감에 따른 업무의 효율성 증대
- 3) 우수암거 시공후 공사차량 하중에 의해 발생되는 균열 등 구조적 결함발생 사전예방



【 2.0* 1.5 암거 암거 모멘트 발생현황도 】

【참고문헌】『토피별 우수암거 구조계산 설계기준』 단지(설2)7818-733(2000.11.18)

V-8

지하차도의 적정규모 설계방안

개요

각 종 규정에 따른 지하차도 설치·운영시 지하차도 상부의 차량 대기공간 부족, 지하차도 내에서의 평면시거 부족 등 공용개시 후 문제점이 발생되는 사례가 있으며, 과대한 규모의 지하차도 건설로 인하여 공사비가 증가되는 경우도 발생되고 있어 지하차도의 적정 규모 결정방안을 제시하여 안전하고 경제적인 지하차도의 설계 및 시공이 될 수 있도록 하고자 함

주요내용

1. 지하차도 규모 결정

지하차도의 규모를 결정하는 요소는 크게 횡단구성 요소와 종단구성 요소로 구분.

1-1 설계속도 결정

- 1) 지하차도가 설치되는 도로본선의 설계속도를 따름.
- 2) 지형상황 및 경제성 등을 고려하여 필요한 경우, 도로 본선의 설계속도에서 20km/hr 또는 10km/hr 감한 값(20km/hr 보다 작아서는 안됨)까지 축소하되, 간선도로 본선의 설계 속도가 최소 60km/hr 이상임을 감안할 때 지하차도의 설계속도가 60km/hr 이하가 나올 경우 지하차도 설치에 따른 교통소통 문제의 해결 원칙에 어긋나므로 설치여부 재검토

1-2 종단선형 결정

1) 종단경사

- 도로의 구조, 시설기준에 관한 규칙의 평지부 종단경사의 값 이하로 하며 부득이한 경우는 평지부의 값에 1%를 더한 값으로 함.

지하차도의 최대 종단경사(퍼센트)				
설계속도 (킬로미터/시간)	고속도로		일반도로	
	일반적인 경우	부득이한 경우	일반적인 경우	부득이한 경우
100	3	4	3	4
90	4	5	4	5
80	4	5	4	5
70			5	6
60			5	6

2) 종단곡선

- 도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙 제20조에 따라야 하며 지하차도의 설계속도를 도로 본선의 설계속도에서 감하여 적용할 경우 적용 속도 구간 종단곡선 길이에 다음과 같이 5m~10m를 더한 값을 사용.

설계속도(킬로미터/시간)	종단곡선의 형태	종단곡선 최소 변화비율(미터/퍼센트)	
		일반적인 경우	설계속도를 줄인 경우
100	볼록곡선	100	–
	오목곡선	50	–
90	볼록곡선	75	85
	오목곡선	40	45
80	볼록곡선	50	60
	오목곡선	35	40
70	볼록곡선	30	35
	오목곡선	25	30
60	볼록곡선	20	25
	오목곡선	20	25

1-3 인접교차로 적정 이격거리

지하차도 유출입부에 인접하여 교차로가 있는 경우, 지하차도에서 나온 교통의 흐름이 교차로에서 단절되지 않도록 지하차도의 유출입부에서 교차로까지의 적정거리를 유지하여야 하며 아래와 같은 요소를 비교하여 큰 값 이상 확보.

- 유출부에서 좌회전하기 위하여 대기하는 길이
- 지하차도측 차로에서 측도측 차로로 위빙하는 거리
- 측도에서 지하차도측 차로로 위빙하는 거리

1-4 평면선형 결정

1) 평면곡선반경

- ◎ 도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙 제18조, 제19조에 따라 설계속도에 따른 최소평면곡선 반경 및 길이 이상을 설치

2) 평면곡선부의 편경사

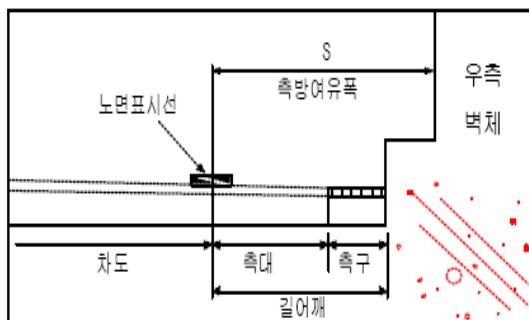
- ◎ 지하차도내 평면곡선부는 도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙 제20조에 따라 도시부의 최대 편경사인 6%를 적용하는 것이 바람직하며, 도시고속화도로 등 상황에 따라 지방지역을 기준으로 최대 편경사 8%까지 적용 가능.

3) 평면곡선부에서의 시거확보

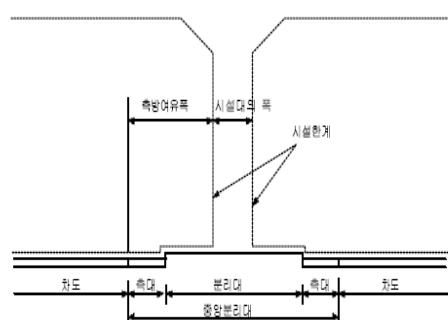
- ◎ 도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙의 해설 5-2-3 시거의 확보에 따라 충분한 시거를 확보

1-5 지하차도의 횡단구성

- 1) 지하차도 내에 편경사가 설치되는 경우 중앙분리대에 측구가 설치 되므로 측구의 폭을 고려하여 중앙분리대 폭 결정.



【 지하차도의 우측 길어깨 】



【 지하차도의 중앙분리대 】

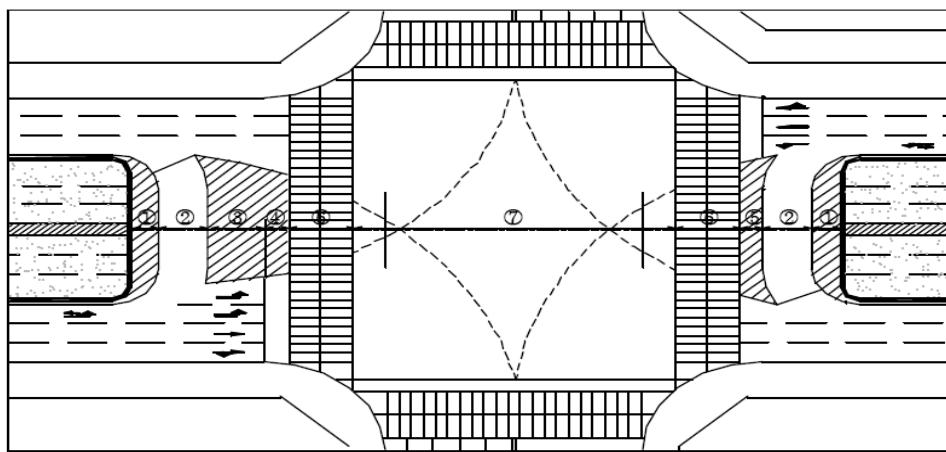
- 2) 우측 길어깨는 측대와 측구를 합한 값으로 측구의 폭은 별도의 계산을 통하여 결정하고 측대를 포함한 길어깨의 폭을 결정
- 3) 지하차도의 유지관리를 위하여 보도를 설치할 경우 보도의 최소폭 1m.

1-6 BOX 구간의 연장결정

지하차도의 BOX 구간의 연장을 결정하기 위해서는 다음의 요소들의 크기를 각각 결정하여야 하며, 각 요소들의 크기를 합한 길이는 BOX구간의 최소 길이를 의미.

- 1) U-TURN 차선과 구조물 사이의 안전지대 폭
- 2) U-TURN 차선폭

- 3) 좌회전 교통량을 고려한 대기공간
- 4) 정지선과 횡단보도 간격
- 5) U-TURN 차선과 횡단보도의 적정 이격거리
- 6) 횡단보도폭
- 7) 횡단보도간 간격(교차로의 폭)



【 지하차도의 BOX 구간 연장 결정요소 】

1-7 BOX 구간의 토피

다음 2가지를 모두 만족시킬 수 있는 토피를 BOX 구간의 최소토피로 결정.

1) 암거구간 양쪽 단부의 토피

- ◎ 일반적인 경우 : 동상방지층을 제외한 포장두께 이상
- ◎ 부득이한 경우 : 표층과 기층을 합한 두께에 횡단경사를 고려한 두께 이상

2) 지하매설물이 횡단하는 부분의 토피

- ◎ 여유공간은 관보호공 및 안전공간으로 0.3m이상 확보.
- ◎ 관로토피 + 관로매설공간(경사고려) + 0.3m(여유공간)이상 확보.

1-8 지하차도의 통과높이

- 1) 지하차도의 통과높이는 설계차량의 높이 4.0m에 장래 포장덧씌우기 등을 고려하여 4.7m 이상 확보.
- 2) 인근에 지하차도가 위치한 경우 유지관리 및 동일성을 확보하기 위해 통과높이를 기존의 지하차도 이상 확보.
- 3) 지하차도는 한 번 설치되면 통과높이를 변경하는 것이 불가능 하므로 다소 여유 있게 설계하는 것이 유리.

▣ 지하차도 통과높이 적용사례

적 용	지하차도 명	통과높이
서울시	송파 지하차도	4.70
	일원 지하차도	5.10
	개포 지하차도	5.25
	천호사거리 지하차도	4.55
	신답사거리 지하차도	5.00
LH	양산물금 지하차도 1,2	4.85
	양산물금 지하차도 3	5.15
	광주첨단산단 지하차도	5.06
	대전둔산 지하차도 D	4.96
	대전노은 광2-3 지하차도	4.90
	대전노은 광2-7 지하차도	4.90

【참고문헌】『지하차도의 적정규모 설계방안』 단지(설1)7811-540(2000.9.15)

V-9

구조물의 안정성 확보를 위한 종방향 설계기법

개요

구조물 설계시 대부분의 경우 각종시방서 및 구조설계기준 등에 근거하여 설계를 수행하고 있으나, 암거 및 옹벽구조물 설계수행중 일부 명확하게 제시되지 않은 설계 내용에 대하여 설계기준을 수립함으로서 설계업무의 효율성과 정확성을 기함

주요내용

1. 기본개념

- 1) 연약지반상에 설치되는 암거의 설계시공에서는 침하에 대한 영향을 신중히 고려하여야 함.
- 2) 특히 부등침하의 발생량이 지반특성에 따라 설정된 허용잔류 침하량을 초과하여 나타난다면 암거의 응력과 모멘트량 등이 증가됨으로써 궁극적으로는 구조물 파괴에 이르러 목적한 기능이 상실되고, 경우에 따라서는 보수나 신설등 공사비가 추가로 소요되는 등 비효율적인 결과를 초래.
- 3) 따라서 연약지반상 설치하는 구조물의 안전성을 확보하기 위하여 종방향 검토 실시

2. 연약지반 매설암거의 침하

2-1 침하의 종류

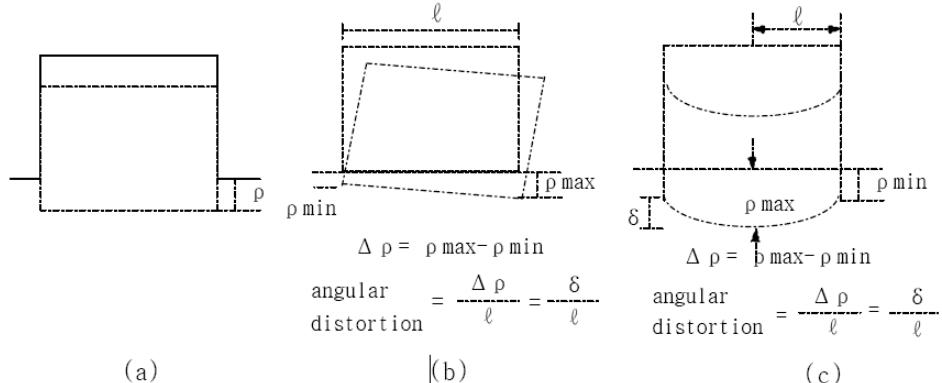
- 1) 균등침하(uniform settlement)
- 2) 기울어짐(tilting)
- 3) 부등침하(nonuniform or differential settlement)

2-2 부등침하 원인

토질의 비 균질성과 구조물기초 연약부위에서의 지지력 차에서 발생하는 영향이 부등침하의 가장 큰 원인

2-3 침하 검토

- 1) 균등침하와 부등침하를 고려하여 허용침하를 계산하고 부등침하 고려



【 침하형태 】

- 2) 일반적으로 암거설계시 주로 횡방향 구조해석 후 흔모멘트를 구해서 주철근을 배근하고 종방향에 대해서는 시방서에 의거 배력철근으로 적용하고 있으나 부등침하시기를 고려할 경우 일반적인 경우보다 큰 흔모멘트가 발생함으로 종방향 해석을 통하여 구조물의 사용성을 검토하여야 함.

3. 검토 대상

- 1) 지반 지지력계수의 차이로 부등침하가 예상되는 곳
- 2) 연약지반에 설치되는 경우
- 3) 횡단방향 구간의 절·성토경계에 설치되는 경우
- 4) 종단방향으로 토질변화가 예상되는 경우 등

4. 하중계산방법

4-1 지반반력계수 산정

지반반력계수 K치를 산정할 때는 2개 토층을 동시에 고려

- 1) 단층지반

$$K_{vo} = 1/30 \times \alpha \times E_o, \quad E_o = 28 \times N$$

$$K_{v1} = K_{(B \times B)}, \quad K_{(B \times B)} = K_{vo} (Bv/30)^{-3/4}$$

$$K_v = K_{v1} \times B \times L \quad (B = \text{횡방향폭}, \quad L = 1 \text{ m})$$

2) 복층지반

$$K_V = K_{V1} \times B \times L \quad (B = \text{횡 방향 폭}, \quad L = 1 \text{ m})$$

$$K_{V1} = \frac{h}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2}} = \frac{k_1 k_2 (h_1 + h_2)}{k_1 h_2 + k_2 h_1}$$

4-2 활하중 재하

암거 종방향 단위길이당 하중은 도로공사 『도로설계요령』 2권 제7편 철근콘크리트 암거의 활하중 규정에 따라 횡방향폭을 고려 표준트럭 하중을 종방향 길이당 적용

$$P = \frac{2 T}{3.0} = \frac{2 \times 9.6}{3} = 6.4(\text{t/m})$$

4-3 허용 침하량

1) 구조물 손상한계에 따라 각 변위 δ / L 를 기준할때 Skempton의 제안한 $\delta / L = 1/300$ 에 의해 구하면 (암거 1span의 길이는 15m)

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{1500}{300} = 5\text{cm}$$

2) 구조물의 허용침하량 $\delta = 0.003S = 0.003 \times 1500 = 4.5\text{cm}$ 따라서 암거종방향 해석시의 허용잔류 침하량은 5cm를 적용

4-4 부재설계

T형보나 직사각형보로 해석

4-5 부등침하량의 범위

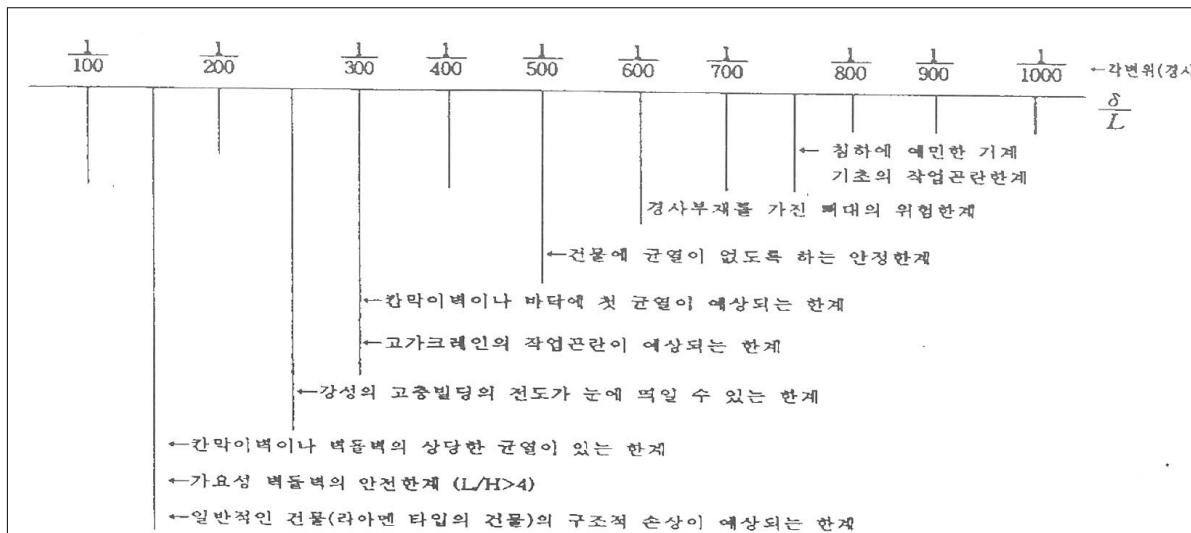


그림 6.4.2 Bjerrum(1981)이 제안한 각 변위 한계(L : span, δ : 부등침하량)

표 6.4.5 구조물의 손상한계 (Skepmton, 1955)

기준	독립기초	화대기초
각변위 (δ/L)	1 / 300 [L : Span δ : 부등침하량	
최대 부등침하량	점토 44mm (38mm) 사질토 32mm (25mm)	
최대침하량	점토 76mm(64mm) 사질토 51mm	76~127mm(64mm) 51~76mm(38~64mm)

주) ()내의 값은 추천되는 최대값임

표 6.4.6 구조물의 허용침하량(Sowers, 1962)

침하형태	구조물의 종류	최대 침하량
전체침하	배수시설	15.0~30.0cm
	출입구	30.0~60.2cm
	부등침하의 가능성	
	석적 및 조적구조	2.5~5.0cm
	빼대구조	5.0~10.0cm
부등침하	굴뚝, 사이로, 매트	7.5~30.0cm
	철근콘크리트 빼대구조	0.003S
	강 빼대구조(연속)	0.002S
	강 빼대구조(단순)	0.005S

주) S : 기둥사이의 간격 또는 임의 두점 사이의 거리

【 실무자를 위한 토류구조물 설계실무편람(전성기) 】

【참고문헌】『구조물의 안정성 확보를 위한 종방향 설계기법』 단지(설1)7811-540(2000.9.15)

조 경

제VI장

1. 친환경 조경공사를 위한 비산먼지 방지대책	394
2. 도시공원 내 도시농업시설 계획 · 설계 가이드라인	397
3. 공원내 건축물 적정 설치규모 산정방안	404
4. 인접토지이용을 고려한 공공공지 유형별 조성방안	407
5. 조경공사 하자분쟁(규격 · 뿌리분 결속재) 방지대책	413
6. 재시공 방지를 위한 공원내 관로인입 계획	418
7. 가로시설물에 따른 가로수 보호틀 설치요령	421
8. 환경보전을 위한 지구내 우량 야생수목 활용방안	424
9. 생태개념을 도입한 호수 및 연못 조성 기법	430
10. 수목생장을 고려한 공원 및 녹지내 식재 토심확보	437
11. 균린공원내 저류지 조경계획 및 설계방안	439
12. 임해매립지 등 염해지역의 수목생장을 고려한 식재방안	447
13. 친수환경 조성을 위한 실개울 유지용수 활용사례	450
14. 가로수 생육환경 개선을 위한 식수대 최소폭 설정	456
15. 통행장애 방지를 위한 중로급 도로의 가로수 식재	461

VI-1

친환경 조경공사를 위한 비산먼지 방지대책

개요

- 조경공사중 비산먼지 발생으로 인근 지역주민으로부터 민원이 다수 발생하고 있으며 관련 지자체에서도 이에 대한 대책을 요구하고 있는 실정임.
- 비산먼지 방지를 위한 살수차 운영에서도 관련기준이 미비하여 수급사의 비용부담 가중되고 있어 조경공사 특성에 맞는 비산먼지 억제시설 설치기준을 수립하고자 함

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 관련 법령 (대기환경보전법 제43,44,92,94조 및 시행규칙 제58조)

- 1) 대기환경보전법에 따라 비산먼지 발생 사업자*는 비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하고 이에 따른 필요조치를 해야함
 - 건설공사의 경우 도급사를 말함, 조경공사는 면적 합계 5,000m² 이상 해당
- 2) 미조치시 지자체장은 이행개선을 명할 수 있으며, 명령을 이행하지 아니하는 자에게는 사업중지, 과태료 부과할 수 있음

1-2 운영 현황

- 1) (설계) 조경설계·원가산정지침에 관련내용 부재로 공구별 설계내용 상이
 - 세륜시설을 반영하거나 어떤 시설도 반영하지 않은 공구가 다수이며, 일부공구는 세륜 시설과 살수차를 함께 반영함
- 2) (시공) 조성공사 설치시설을 사용하는 경우가 대다수이며, 일부지구는 지자체 요구로 세륜시설을 설치하나 공사부지가 산재하여 이용도 낮음

- 단지기준 환류간담회 시 조경공사 여건에 맞는 세륜시설·가설휀스 설치기준 수립을 요청한 시공사 의견 있음

1-3 문제점

- 1) 비산먼지 발생으로 인한 지자체·입주민 민원 및 법령 위반 우려
- 2) 살수차 운영 등 환경관리비용 도급사 부담 가중

2. 조경공사 비산먼지 억제시설 설치기준

2-1 기본방향

- 1) 조경공사로 인해 발생되는 비산먼지는 조경공사에서 관리함을 원칙으로 이에 따른 비용을 설계반영하고 사용실적에 따라 정산

2-2 반영사항

- 1) (기본사항) 세륜시설 설치·유지관리(주출입구 및 대규모 공원 관리용) 및 살수차 운영(지구내 도로 관리용) 비용 반영
- 2) (선택사항) 현장여건 및 지자체 협의내용에 따라 필요시 가설울타리, 방진망 등 기타시설 반영

3) 세륜시설

● 적용기준

- (설치수량) 공구당 1개소를 원칙으로 하되, 조성공사 설치시설의 이용가능 여부와 공원면적, 토공이동계획, 입주시기 및 도로개통시기 등 공사여건을 감안하여 가감 가능
- (설치위치) 간선도로와 연결되는 사업지구 주출입구, 토사야적장·대규모 공원의 주 출입구 등 현장여건과 공사내용을 감안하여 선정

● 설치규격

- 자동식 또는 수조식과 자동식을 조합하여 설치
 - 표준상세도(토목) : 세륜시설(자동식, 수조식+자동식) 참조(DC_07_081~084_00)
 - 일위대가 : 자동세륜기 설치 및 해체(UGA40010 자동식, UGA40020 수조식+자동식)
- 단, 현장여건상 세륜기 위치의 이동이 예상되는 경우에는 이동식 세륜기 반영 가능

● 유지관리

- 유지관리비용은(인건비, 전기료, 물사용료) 설치·해체품과 분리하여 반영
- 유지관리기간은 순공사기간으로 실가동일에 따라 정산시행
 - 일위대가 : 자동세륜기 운영(UGA40106~24 자동식, UGA40206~24 수조식+자동식)

4) 살수비용

◎ 적용기준

- 세륜시설로 처리할 수 없는 도로오염과 비산먼지에 대한 원인자 관리*를 위해 살수비용 반영

* 토목부문 살수비 산정기준 개선시 오염 발생 원인자가 도로 관리하는 것으로 전제함

■ 살수비용 = 살수차 직접비 × 품셈수량 × 살수일수 × 1일 살수면적

1) 살수장비 및 품〈표준품셈 2-17 비산먼지 발생 억제를 위한 살수〉

(100m²당)

구 분	규 격	단 위	수 량
물탱크(살수차)	16,000ℓ	시간	0.008

2) 살수일수 : 공사기간(개월) × 50% × 18일

3) 1일 살수면적 : 1회 살수거리 × 운반로 폭 × 1일 살수횟수

* 1회 살수거리: 계획도로 연장×10%, 운반로 폭: 6m, 1일 살수횟수: 5회

4) 살수용 물 운반비

- 현장 내에서 물을 구득할 수 없을 경우에 계상하되, 운반시간에 대한 비용만을 계상

* 운반거리 : 1km (취수원 미선정시, 현장여건에 따라 조정 가능)

* 운반속도 : 적재 15km/hr, 공차 20km/hr

5) 적용코드

코 드	명 칭	규 격	단위
UCZ01000	살수(살수차)	16000L	a

※ 살수일수 및 1일 살수면적 산출근거

구 분	토 목	조 경(안)
살수일수	공사기간(개월) × 18일	공사기간(개월) × 50%* × 18일
1일 살수면적 (1회살수거리× 운반로폭 × 1일살수횟수)	(산출근거) =(M × 25일) - [동절기(80일) × M/12] =(M × 25일) - (M × 6.66일) ≈ M × 18일 (계획도로연장×25%*) × 5회 × 6m	*비산먼지 주요발생공종(토공,식재공)의 시행기간 감안하여 전체공사기간의 50% 적용 (계획도로연장×10%*) × 5회 × 6m
비 고	*중1류이상 도로율(50%) 및 가설· 계획도로 개설시점(약 50%) 고려	*중1류 이상 도로(계획도로의 50%)의 20%를 살수하는 것으로 가정

5) 기타사항

- ◎ 현장여건 및 지자체 협의내용에 따라 가설울타리, 방진망 등의 설치가 필요할 경우는 토목공사 공사원가산정지침의 기준을 준용

【참고문헌】 『조경공사 비산먼지 방지 기준』 단지기술기준처-1447(2014.6.10)

VI-2

도시공원 내 도시농업시설 계획설계 가이드라인

개요

- 도시민의 녹색생활 욕구 및 정부의 도시농업 활성화 정책으로 도시공원의 새로운 역할과 기능이 요구됨에 따라
 - 2013. 5. 22 관련법*을 개정하여 도시공원 내 도시농업시설 설치근거 등을 법제화한 바, 공적 기능의 선도적 역할수행 및 제도의 성공적 정착을 위하여 「도시공원 내 도시농업 시설의 계획·설계기준」을 수립하고자 함
- * 도시공원 및 녹지등에 관한 법률

주요내용

1. 도시농업시설 법적기준

1-1 도시농업시설

- 1) 도시농업시설을 설치할 수 있는 공원의 유형
[시행규칙 제9조(공원시설의 설치·관리기준) ①4, 5, 8]
- 2) 근린공원
수변공원(단, 수변공간의 오염을 가져오지 아니하는 범위 안에서 설치할 것)
- 3) 도시공원시설 유형에 도시농업시설 신설[시행규칙 별표 1]

도시공원의 설치와 규모의 기준(제6조관련)

공원시설	종 류
7. 도시농업시설	도시텃밭, 도시농업용 온실, 온상, 퇴비장, 관수와 급수시설, 세면장, 농기구 세척장 그 밖의 이와 유사한 시설로서 도시농업을 위한 시설

1-2 도시농업공원

1) 주제공원 유형에 도시농업공원 신설

- ◎ 도시농업공원의 설치 및 면적기준[시행규칙 별표 3]

도시공원의 설치와 규모의 기준(제6조관련)			
공원구분	설치기준	유치거리	규 모
2. 주제공원 바. 도시농업공원	제한없음	제한없음	1만 제곱미터 이상

2) 도시농업공원에 설치할 수 있는 공원시설[시행규칙 제9조(공원시설의 설치 · 관리기준) ①⑪]

3) 조경시설 · 휴양시설(경로당과 노인복지회관을 제외한다) · 운동시설 · 교양시설 · 편익시설과 도시농업시설로 할 것

4) 도시농업공원내 공원시설의 설치면적 기준[시행규칙 별표 4]

도시공원 안 공원시설 부지면적(제11조 관련)		
공원구분	공원면적	공원시설 부지면적
2. 주제공원 바. 도시농업공원	전부해당	100분의 40이하

※ 비고 1. 도시텃밭은 공원시설 부지면적 산정시 제외한다

1-3 도시농업 관련 금지행위 신설

- 1) 도시농업을 위한 시설을 농산물의 가공 · 유통 · 판매 등 도시농업 외의 목적으로 이용하는 행위[법제49조①⑤]
- 2) 당해 금지행위 위반시 과태료 7만원 부과[법제56조②]

2. 도시공원내 도시농업시설 계획·설계기준

2-1 도시농업시설

1) 도시농업시설 확보기준 및 도입방향

- ◎ 공원별 주변 토지이용, 위치, 형상, 지형 및 토양 등 종합적 여건을 고려하여 반영여부를 검토하되, 공원 내 다른 기능들과 조화를 이룰 수 있도록 계획한다.
- ◎ 지자체 담당부서와 농업기술센터, 시민단체 등이 네트워크를 구축하여 체계적으로 운영할 수 있도록 도시농업시설 계획 및 운영체계를 협의 후 반영한다.

- 공원 내 ‘도시농업’ 활동을 통하여 커뮤니티 회복, 시민참여, 여가활동, 생태·환경교육 등 기회요소가 될 수 있도록 공간 및 시설을 계획하되 공공재의 성격에 부합하도록 가급적 개인텃밭 공간을 최소화하고 공공의 이익을 위한 공동체 텃밭 형태로 계획한다.
- ※ 공동체텃밭 : 개인단위의 경작공간이 아닌 다수 가족 단위, 시민단체 및 동호회 등 공동체 단위의 참여 텃밭

2) 도시농업시설 시설 규모

- 개발사업에서 도시농업용지를 계획할 때에는 인구의 2%정도를 도시농업 참여수요로 보고 50인(세대당 2.5인 가정시 20호)당 1구획 정도의 텃밭용지를 기본적인 계획지표로 삼는 것이 바람직하다. 15m² 정도의 면적을 1구획으로 구획할 때 통로나 부대시설 설치를 위한 추가공간을 포함할 경우 1구획당 20m²가 소요된다고 보면 도시농업용지의 계획원단위는 1인당 0.4m² 정도로 볼 수 있다.
- (개발사업에서의 도시농업 도입방안, 2011. 토지주택연구원 p157)
- 단, 공원형 도시농업시설 이외에도 다양한 유형이 있으므로 각부문에서의 시설공급을 감안하여 과다하게 반영되지 않도록 유의한다.
- 도시농업시설의 단위시설 규모는 운영관리의 효율성 및 유치거리와 밀접한 관련이 있는 바, 이용의 편리성을 도모하고 통행거리를 도보권(1~1.5km) 이내로 분산 계획할 수 있도록 개소당 500m²~4,000m²의 범위를 초과하지 않도록 계획한다.
 - 유치거리를 도보권(1~1.5km) 이내로 하여 분산계획할 수 있도록 하려면 도시텃밭의 규모는 약200구획(약4,000m²)를 초과하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 200개의 텃밭구획을 하나의 텃밭단위로 구성하고 앞의 계획원단위(50인당 1구획)를 적용할 때 배후인구는 약 10,000인 (4,000세대)로 초등학교 1개소와 유사한 유치원 규모를 갖는다. (개발사업에서의 도시농업 도입방안, 2011. 토지주택연구원 p157))

3) 입지 및 배치기준

- 가급적 텃밭으로 조성하기 쉬운 곳으로서 개발 전에 농지로 이용되던 자연적인 상태의 토지를 활용한다. 어쩔수 없이 개발 전에 가옥이나 공장 등이 위치하고 있던 토지를 활용할 경우에는 토양오염여부에 대한 점검을 하고 토지의 비옥도가 낮을 경우 농사에 적합한 토지로 개량하여야 한다.
- 도시농업시설의 입지는 학교나 유치원과 같은 교육시설에 인접할 경우 환경·생태교육과 도시농업을 접목하기 용이하므로 이와 연계하여 반영한다.
- 접근이 용이하고 일조량을 충분히 확보할 수 있는 곳에 배치한다.

4) 도시농업시설 도입기준

- 이용자들이 작물을 편리하게 재배 및 경작할 수 있도록 경작활동에 필요한 관수시설, 재배시설, 창고시설, 낙엽퇴비화시설 등은 필수시설로서 반영한다.

- 활발한 주민교류 및 교육장소로 활용할 수 있도록 경작공간 외 바비큐장(피크닉장) 및 파고라 등 커뮤니티 공간을 반영하여 지식 및 기술을 나누고 이웃과 접촉을 활성화할 수 있도록 한다.
- 어린이놀이터 및 체육시설 등을 연계 반영하여 농작물 감시, 어린이보육, 작물관찰 및 환경교육 등 다양한 접촉 활동이 이루어질 수 있도록 한다.
- 단순한 경작공간 위주로 도입시 생태적 기능의 약화가 우려되므로 자생식물원, 유실수원, 특작원, 나비정원, 내건조성 식물을 키울 수 있는 공간 및 양봉시설 등을 혼합 도입하여 생태적 기능을 강화 하도록 한다.
- 경작방식은 화학비료 사용을 금지하고 유기농법, 생태농업, 친환경농업방식으로 운영 하여 도시생태계를 보호할 수 있도록 의무화하고 빗물이용시스템, 자원재활용, 지속가능한 신소재를 활용할 수 있도록 권장한다.
- 경작지역의 토양은 이용개시전에 중금속 함량기준 검사를 득하도록 하고, 생산농산물에 대하여는 정기적으로 잔류농약 및 납과 카드뮴 함량기준을 준수하도록 권장한다.
※ 토양오염 허용기준 : 납 200mg/kg, 카드뮴 4mg/kg,
농산물 중금속 허용기준 : 납 0.1~0.3mg/kg, 카드뮴 0.05~0.2mg/kg(하)
- 퇴비이동이나 경작물 채취시 공원바닥을 더럽히거나 일반 공원이용자에게 혐오감을 주지 않도록 도시텃밭 출입로를 공원 주출입구와 분리한다.

5) 도시농업시설별 설치기준



【 퇴비보관시설 및 퇴비통 예시 】

유형	설계기준
공동체텃밭	<ul style="list-style-type: none"> • 일조량을 충분히 확보할 수 있어야 하고 인근 주거지역에 피해를 주지 않는 위치여야 한다. • 토양은 양질의 사질양토로 하고 토양오염 허용기준을 준수한다. • 토심은 60cm이상 확보한다. • 구획의 규모는 1단위당 3m², 10m², 30m² 등으로 조성한다. • 관수시설을 설치한다. • 휴게시설(정자, 파고라, 등의자 등)을 함께 계획한다. • 이동로는 조립블록, 디딤석, 디딤목 등으로 포장한다. • 피크닉장, 바비큐장과 유실수원을 설치할 경우 연계하여 계획한다.

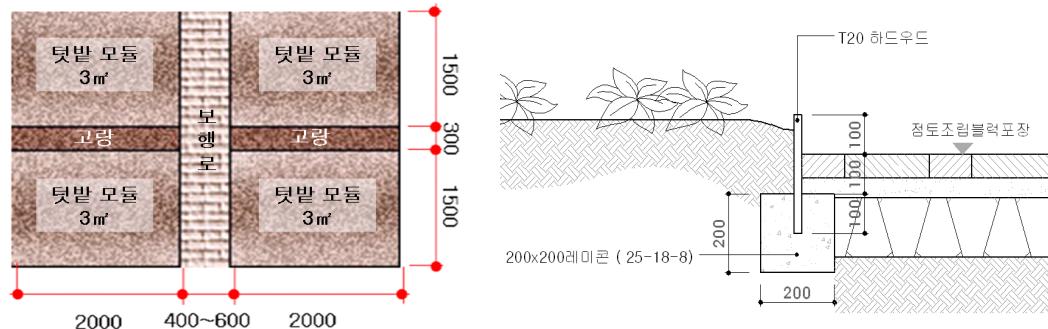
유형	설계기준
경작원 (논밭체험원)	<ul style="list-style-type: none"> 수원확보가 가능한 입지에 계획하되 기존 논경작지를 보존, 활용하는 방안을 강구한다. 밭경작 체험원은 기존 공원의 나대지 또는 훠손지를 활용하여 반영한다. 학습과 체험, 관리가 가능토록 학교주변에 도입하여 학교에 위탁관리 하는 방안 강구한다.
특작원 (유채밭, 녹차밭 등)	<ul style="list-style-type: none"> 일조량을 충분히 확보할 수 있어야 한다. 초화류나 보리, 유채 등 다양한 식물을 이용한다. 설계시는 1년생 꽃씨를 적용한다. 이용관리에 적당한 100~200m² 내외의 면적을 조성 한다. 경관 및 지역 정체성 향상을 도모하기 위한 생산·체험시설로 다양한 프로그램의 도입을 검토한다.
유실수원	<ul style="list-style-type: none"> 병충해가 적은 수목으로 선정하고 단지 규모를 감안하여 설치한다. 감, 모과, 매실, 대추, 앵도 등 비교적 관리가 용이한 수종을 식재하되 관리정도에 따라 배, 사과 등을 식재할 수도 있다. 포도와 같은 넝쿨성 수종을 식재할 경우에는 등반보조시설을 함께 검토한다.
약초원 (허브원)	<ul style="list-style-type: none"> 약용식물을 모아 가꾸고 있는 표본원 및 허브원은 효과와 특성 등을 안내판에 게시하고 이용자들의 흥미를 유발할 수 있는 종을 도입한다.
온실	<ul style="list-style-type: none"> 필요시 특화시설로 적용한다. 일조량이 충분한 곳에 설치하되 특작원 주위 등 관리가 용이한 위치에 설치한다.
바비큐장 (피크닉장)	<ul style="list-style-type: none"> 바비큐장을 설치할 경우 민원(소음, 연기, 냄새)이 발생하지 않아야 하며 주변지역에 피해가 없는 위치에 설치하고, 가급적 텃밭과 연계한다. 파고라(원두막) 등 휴게시설도 함께 설치한다. 바비큐장 설치가 어려울 경우 야외테이블을 이용한 피크닉 테이블을 설치한다.
안내판 해설판	<ul style="list-style-type: none"> 공동체텃밭을 비롯한 도시농업시설 등에 안내표찰을 설치하고 다양한 커뮤니티 활동 및 교육활동에 도움이 될 수 있도록 안내 및 게시판을 설치한다.
급배수시설	<ul style="list-style-type: none"> 관수와 급수시설, 세면장, 농기구 세척장 등을 설치하며, 저류조를 계획하였을 경우에는 저류조의 용수를 이용한다.
퇴비보관시설 퇴비통	<ul style="list-style-type: none"> 퇴비보관시설은 비가림시설을 설치하고 왕겨 및 텁밥보관함을 설치한다. 발효되는 과정이 필요하기 때문에 최소 3칸 이상의 퇴비적재함이 필요하며 이용 편의성을 감안하여 소규모 분산배치가 바람직하다. 퇴비통은 바닥에 구멍을 뚫어서 통풍이 잘 되도록 하고 습기 및 물기가 빠져나갈 수 있도록 한다.
관리창고	<ul style="list-style-type: none"> 농기구 보관 등을 위한 관리창고를 반영하며, 여건에 따라 지원센터, 교육장 및 체험장, 농기구대여소 등으로 활용한다.

6) 도시농업시설 운영방법

- 일정규모 이상의 공동체텃밭 운영 시 지자체에 설치된 지원센터와 연계하여 농업기술교육, 종자재료와 농기구 보급, 재배 및 경작지 관리, 식품의 안전성 검사, 세미나 및 교류행사 등 다양한 프로그램을 운영·지원한다.

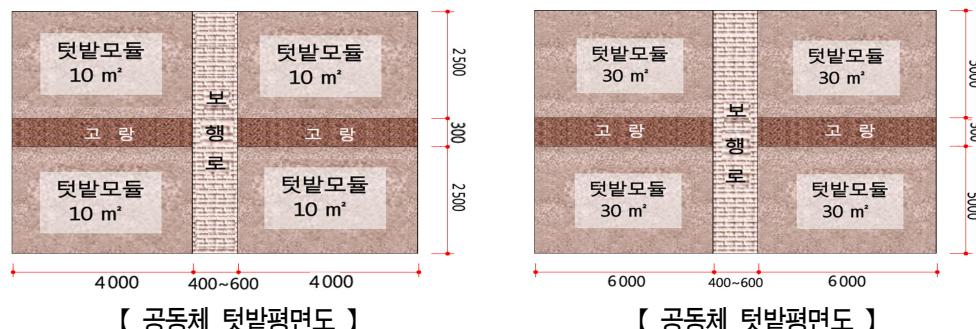
7) 공동체 텃밭 구획

- 구획계획 : 1개당 $3m^2$ ($2m \times 1.5m$), $10m^2$ ($4m \times 2.5m$), $30m^2$ ($6m \times 5m$) 등 공원내 구획의 규모와 형상을 고려하여 다양하게 계획한다. 고랑 0.3m 기준(보행로는 400~600cm를 기준으로 개별설계에 따름)



【 평면도 예시 】

【 단면도 예시 】



【 공동체 텃밭평면도 】

【 공동체 텃밭평면도 】

1-2 도시농업공원

1) 도시농업공원 확보기준 및 도입방향

- 지자체 담당부서와 협의하여 지역내 전략적으로 도시농업의 거점을 구축할 필요가 있거나 도시농업의 수요기반이 확인된 경우, 지구내 공원 중 주변 토지이용, 위치, 형상, 지형 및 토양 등 종합적 여건을 고려하여 반영여부를 검토한다.
 - 지자체 담당부서와 농업기술센터, 시민단체 등이 네트워크를 구축하여 체계적으로 운영할 수 있도록 도시농업공원 계획 및 운영체계를 협의 후 반영한다.
 - 지자체와 협의하여 도시농업단체에 저렴하게 토지와 온실을 제공하는 등 농업활동지원 및 공원 외부에 이와 연계한 Farmer's Market 운영을 통한 지역 활성화를 도모하는 등 농산물 생산, 재배, 다양한 체험 및 커뮤니티, 교육 등 종합적인 농업관련 커뮤니티 공간으로 활용할 수 있도록 한다.

2) 도시농업공원내 도입시설

- 도시농업공원에 설치할 수 있는 조경시설·휴양시설(경로당과 노인복지회관을 제외한다)·

운동시설·교양시설·편익시설과 도시농업시설을 적정 반영하여 이용자의 편익을 증진한다.

- 도시농업단체에 저렴하게 토지와 온실을 제공하는 등 농업 활동 지원을 위한 부지를 반영하고자 할 경우에는 지자체와 면적, 용도, 지원방안 등을 협의 후 반영한다.

3) 도시농업공원 입지 및 배치기준

- 지구내 공원 중 주변 토지이용, 위치, 형상, 지형 및 토양 등 종합적 여건을 고려하여 도심형, 기존 농업공간 활용형, 교육문화시설 연계형 등으로 구분하여 효과가 극대화 될 수 있는 입지를 선정한다.
 - ⑤ 도심형 : 도시민에게 생산적 공간과 아름다운 도시민의 삶이 공존할 수 있는 공간을 도시농업공원으로 특화하여 효과가 극대화 될 수 있는 입지를 선정한다.
 - ⑥ 기존 농업공간 활용형 : 개발 전에 농지 및 과수원으로 이용되던 토지를 활용하여 도시농업공원으로 특화할 수 있는 입지를 선정한다.
 - ⑦ 교육·문화시설 연계형 : 지구내 교육·문화시설이 밀집된 토지이용과 연계하여 교육문화기능의 시너지를 높일 수 있는 입지를 선정한다.
- 가급적 텃밭으로 조성하기 쉬운 곳으로서 개발 전에 농지로 이용되던 자연적인 상태의 토지를 활용한다. 어쩔 수 없이 개발 전에 가옥이나 공장 등이 위치하고 있던 토지를 활용할 경우에는 토양오염여부에 대한 점검을 하고 토지의 비옥도가 낮을 경우 농사에 적합한 토지로 개량하여야 한다.
- 접근이 용이하고 일조량을 충분히 확보할 수 있는 곳에 배치한다.

※ 도시농업공원내 반영하는 도시농업시설에 대한 도입기준, 도시농업시설 규모, 도시농업시설별 설치 기준, 도시농업시설 운영방법, 공동체텃밭 구획 등에 대하여는 도시농업시설 계획·설계기준의 해당 내용을 반영한다.

【참고문헌】『도시공원내 도시농업시설 계획·설계기준』 단지기술기준처-1447(2014.6.10)

VI-3

공원내 건축물 적정 설치규모 산정방안

개요

- 우리공사에서 개발하는 사업지구중 도시공원에 설치하는 건축물은 도서관 등 일부 특수한 경우를 제외하면, 대부분 관리시설(관리사무소)과 편의시설(화장실)로 구분되어 설치되고 있으나,
- 공원내 건축물 설치규모(수량, 면적 등)에 대한 공사내 설계기준 부재로 사업지구별 설치규모에 대하여 현실적으로 지자체의 요구사항을 수용할 수 밖에 없는 실정임
- 따라서, 사업지구별로 상이한 도시공원내 건축물 설치규모의 적정성 검토를 통해 공사에서 추진하는 사업지구의 공통된 설치기준 수립으로 사업효율성을 개선코자 함
- 관리사무소
 - 도시공원의 필수시설로서 사업지구별로 지자체와 협의를 통해 설치개소 및 면적을 설계에 반영
 - 통상적으로 통합형(관리사무소+화장실)으로 반영
 - 상주직원 부재시 건축물 관리소홀에 따른 우범화 시설 우려됨
- 화장실
 - 공원시설중 편의시설로서 반드시 설치해야할 시설은 아니지만, 이용객이 많은 일정규모의 근린공원 또는 주제공원에는 설치 필요성이 있음.
 - 이용자 추정이 어려워 설치규모 산정이 어려움

주요내용

1. 설치기준 개선방안

1-1 관리사무소

1) 설치기준 산정 방법

- 관리사무소 설치현황 분석 : 8개지구
- 적정설치규모 도출
 - 지구내 공원면적대비 관리사무소 연면적 비율의 평균값을 산정하여 관리사무소 연면적

1m²당 평균 관리공원면적 도출

● 표준도면의 적용

– 관리사무소 표준도면의 연면적을 고려하여, TYPE별 공원관리 면적 산출

● 설치기준

– 지구내 공원면적 기준으로 관리사무소 설치 기준 설정

2) 설치기준

● 관리사무소는 공중화장실과 통합형으로 설치

● 지자체와 협의를 통해 사업지구내 다수의 공원을 효율적으로 관리할 수 있도록 관리 영역을 구분하여 설치개소 및 위치를 결정

● 조경 PQ설계 및 자체설계지구의 경우 표준형 관리사무소 설치를 원칙으로 하되, 표준형 적용이 어려운 경우는 관리사무소 면적은 현상설계 지구 관리사무소 면적기준 준용

● 표준형 관리사무소 설치시 적용 기준 (공원면적기준)

지구내 공원면적	설치기준
30만m ² 이하	TYPE.2 1개소 설치
30만 ~ 50만m ²	TYPE.1 1개소 설치
50만 ~ 70만m ²	TYPE.1, TYPE.2 각 1개소 설치
70만 ~ 80만m ²	TYPE.1 2개소 설치
80만m ² 이상	30만m ² 마다 1개소 추가설치

● 조경 현상설계 지구는 해당공원의 개념에 적합한 건축물을 통합설계 하므로 신규디자인을 적용하며, 면적기준은 공원면적 6,000m²당 관리사무소 연면적 1m²로 산정.

– 관리사무소 연면적 = 지구내 공원면적 ÷ 6,000m²

* 생태학습공간 등 지구별 추가 시설면적은 별도 산정.

– 최소면적은 50.17m²(표준형 Type.2)로 하며, 관리사무소, 화장실, 탕비실, 창고를 기본 프로그램으로 반영한다.

1-2 공중화장실

1) 설치기준 산정 방법

● 원단위 분석을 통한 공중화장실 적정설치규모 도출

● 표준도면의 적용

– 독립형화장실 표준도면의 연면적을 고려하여, TYPE별 공원면적 산출

● 설치기준

– 지구내 공원면적 기준으로 화장실 설치 기준 설정

2) 설치기준

- 화장실 설치시 최소 33m² 이상 규모 설치(법적기준)
- 조경 현상설계 지구는 공원, 건축물 통합설계로 신규디자인 적용하며, 공원면적을 기준으로 원단위 분석을 통해 도출한 계산식에 의해 적정 화장실 규모 산정
 - 화장실 적정 규모 = 공원면적 $\div 6 \times 1/100 \times 1/1.8 \times 1/20 \times 3.8$
- 지구내 관리사무소(통합형)를 설치할 경우 중복설치를 피하기위해 산출된 면적에서 관리사무소내 공중화장실 면적을 제외
 - 독립형 공중화장실 면적 = 산출면적 - 통합형 관리사무소내 공중화장실 면적
- 조경 PQ설계 및 자체설계지구의 경우 표준형 공중화장실 설치를 원칙으로 하되, 표준형 적용이 어려운 경우의 화장실 면적은 현상설계 지구 화장실 적정 규모 계산식을 준용
- 표준형 공중화장실 설치시 적용 기준

지구내 공원면적	설 치 기 준
35만m ² 이하	TYPE.2 1개소 설치
35만m ² ~ 45만m ²	TYPE.1 1개소 설치
45만m ² ~ 70만m ²	TYPE.2 2개소 설치
70만m ² ~ 80만m ²	TYPE.1, TYPE.2 각각 1개소 설치
80만m ² ~ 90만m ²	TYPE.1 2개소 설치
100만m ² 이상	35만m ² 마다 1개소 추가설치

2. 기대효과

- 1) 공원내 건축물 설치규모 기준 수립에 따라 사업지구별 무분별하고 과다한 공원건축물 설계 지양
- 2) 지자체의 과다한 공원내 건축물 설치 요청에 대한 적절한 대응논리 수립
- 3) 국민임대, 보금자리지구 등의 원가절감 효과 극대화

【참고문헌】『공원내 건축물 설치기준』단지기술기준처-1447(2014.6.10)

VI-4

인접토지이용을 고려한 공공공지 유형별 조성방안

개요

- 공공공지는 인접토지의 용도에 따라 이해관계가 상충하는 경우가 많고,
 - 인접토지의 이용유형 : 공동주택용지/단독주택용지(주거용, 점포용)/근린생활시설/상업 용지/업무시설용지/하천변/기타(녹지, 지구경계 등)
- 인접토지이용을 고려한 공공공지 조성으로 민원을 최소화하고, LH사업지구에 일관성 있게 적용함으로써 지자체 및 민원에 대한 대응방안을 제시하고자 함

주요내용

1. 관련법규 및 지침

1-1 관련법규

관련 법규	내용
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	공간시설로 공공공지 포함
도시 · 군계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙	공공공지의 정의, 구조, 설치기준 제시
지방자치단체 자치법규 - 성남시 공공공지의 관리에 관한 조례 및 조례 시행규칙(8개 특별광역시 및 144 시군 중 성남시만 관련조례 제정)	공공공지의 정의, 종류 등 제시

1-2 설계기준

설계기준	내용
국토해양부 조경설계기준	관련내용 없음
LH 조경설계기준	관련법규 및 개발적 기준 제시

2. 공공공지 유형별 조성방안

2-1 유형추출

- 1) 공공공지는 인접토지이용상황에 맞게 공간성격이 특정지어지고,
- 2) 폭원에 따라 공공공지의 구성요소가 달라짐

▣ 인접토지이용에 따른 공공공지의 조성방향 및 구성요소 분석

인접 토지 이용	공공공지 공간성격 및 조성방향	구성요소		
		폭원 5m미만	폭원 5m이상 ~15m미만	폭원 15m이상
주거 용지	<ul style="list-style-type: none"> • 공간성격 : 주거공간과 외부와의 완충 • 주요활동 : 통행/휴식/산책 등 • 포함시설 : 주거공간으로의 진출입공간 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입/입구광장 • 식재면 • 산책로 • 휴게시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입/입구광장 • 식재면 • 산책로 • 휴게시설/휴게공간
상용 용지	<ul style="list-style-type: none"> • 공간성격 : 상업시설 이용의 확장 • 주요활동 : 통행/휴식/만남 등 • 포함시설 : 상업시설과의 연계동선 	<ul style="list-style-type: none"> • 전면포장/포장면 • 가로수/띠녹지 	<ul style="list-style-type: none"> • 포장면/광장 • 가로수/식수대 • 휴게시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 포장면/광장 • 가로수/숙수대 • 휴게시설/휴게공간
공공 용지	<ul style="list-style-type: none"> • 공간성격 : <ul style="list-style-type: none"> - 공공청사, 문화시설 등 : 공공성의 외부공간 확대(개방성) - 교육시설 : 외부와의 완충 • 주요활동 : 통행/휴식/만남 등 • 포함시설 : 공공용지로의 진출입공간/공공건축, 공원의 연계동선 시설 	<p>공공청사/문화시설 등</p> <ul style="list-style-type: none"> • 전면포장/포장면 • 가로수/띠녹지 <p>교육시설</p> <ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재 		
업무 용지	<ul style="list-style-type: none"> • 공간성격 : 업무시설과 외부와의 완충 • 주요활동 : 통행/휴식 등 • 포함시설 : 업무시설로이 진출입공간 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 식재면 • 산책로 • 휴게시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 식재면 • 산책로 • 휴게시설
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 공간성격 : 외부와의 완충/차례 • 주요활동 : - • 포함시설 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재/식재면 • 보도 	<ul style="list-style-type: none"> • 진출입구간 • 전면식재/식재면 • 보도

2-2 공공공지 유형

- 1) 대분류 : 인접토지이용 및 부지위치에 따라 완충형, 이용형, 코너형의 3개 유형

- 완충형 : 주거용지, 공공용지(교육시설), 업무용지, 기타용지(종교시설 등) 등의 기능을 보호하기 위한 완충공간, 인접부지로의 진입동선연결, 휴게·휴식 공간제공
- 이용형 : 상업용지, 공공용지(공공청사, 문화시설 등) 등 사람들의 이동이 번번하거나 모이는 장소 등의 기능 보완, 이동·모임·만남·이벤트·행사 등의 공간 제공
- 코너형 : 도로 결절부, 단독주택지 입구 등으로 진입공간으로서의 식별성 제공

2) 세분류 : 대분류 각 항목에 대하여 공공공지의 폭원 및 도입시설 등에 따라 완충형(완충식재형, 복합기능형), 이용형(보도확장형, 가로공원형), 코너형(상징식재형, 광장형)으로 세분하여 총 6개 유형으로 구분



2-3 조성방안

1) 완충형 : 완충식재형

- 완충식재형은 주거시설, 교육시설, 업무시설 등과 외부공간의 완충기능을 하거나 자연(하천·녹지 등)과 인공(도로 등)의 이질성을 완화하기 위한 유형
- 공동주택, 주거용지, 교육시설 공공용지, 오피스텔등의 업무용지, 종교용지, 녹지·하천 등의 기타용지와 인접하며, 폭원이 10m이하인 공공공지에 적용

- 주거용지와 도로와의 완충을 위한 식재면 계획
- 식재면 사이에 산책로 및 간이휴게시설 설치

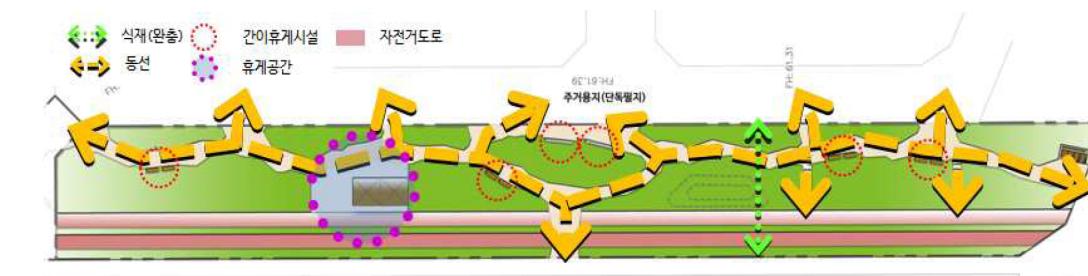


【 조성예시 】

2) 완충형 : 복합기능형

- 복합기능형은 주거시설, 교육시설, 업무시설 등과 외부공간의 완충기능 뿐만 아니라 만남 · 모임 · 산책 · 운동 · 휴식 등 다양한 활동을 담아내는 공공공지 유형
- 완충식재형과 같이 공동주택, 주거용지, 공공용지, 업무용지, 종교용지 등의 기타용지와 인접한 공공공지에 적용하나, 10m초과의 폭을 지닌 광폭의 공공공지에 조성함

- 주거용지와 도로와의 완충을 위한 식재면 계획
- 산책로 및 간이휴게시설 설치
- 피골라 등 대형휴게시설을 사용한 슈케공간 조성
- 자전거도로 및 자전거보관서 등 시설물 설치



【 조성예시 】

3) 이용형 : 보도확장형

- 보도확장형은 보도와 연계하여 포장구간을 확장함으로써 상업시설, 문화시설, 공공 청사 등에 대한 시각적 개방감을 확보하고 접근성 및 보행편의성을 향상시키기 위한 공공공지 유형
- 상업시설, 준주거시설, 균린생활시설, 단독주택(점포용) 등과 같은 상업용지, 문화시설이나 공공청사와 같은 공공용지, 유통센터 등의 업무용지와 인접하며, 폭이 10m이하인 공공 공지에 적용

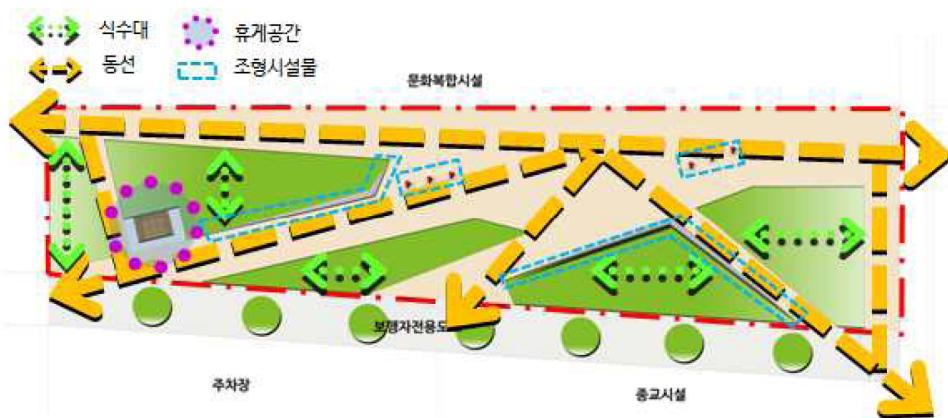
- 상업용도의 건축물 사이의 보도 역할
- 점적식재를 통한 시야확보 및 보행편의 도모
- 도로와 면한 구간은 가로수 반영
- 폭이 협소할 경우 시설물 설치를 최소화하여 보행폭 확보



【 조성예시 】

4) 이용형 : 가로공원형

- ◎ 가로공원형은 도시 내 Open space로 단순한 포장구간의 확대가 아닌 일종의 공원으로서 도시민의 모임, 축제, 이벤트 등 다양한 활동공간 및 휴게·휴식 등을 위한 공간을 제공
- 문화복합시설 등 공공건축물 주변 오픈스페이스 확보
- 건축물 진입부와 인접하여 넓은 보행공간 확보로 접근성 향상
- 면적식재 도입으로 녹색공간 제공
- 대형휴게시설을 활용한 휴게공간 조성 및 조형열주 등 조형시설물 설치

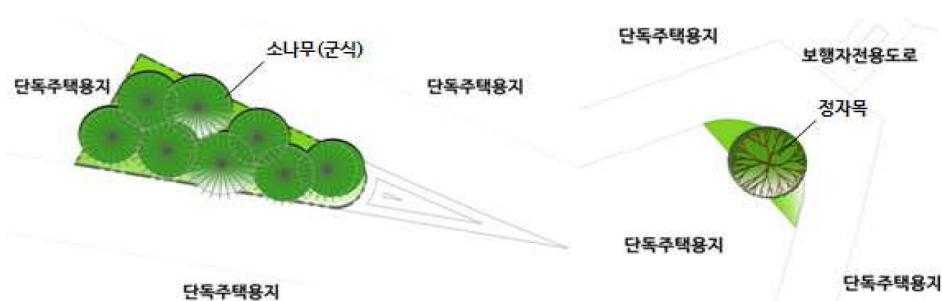


【 조성예시 】

- ◎ 보도확장형과 같이 상업시설, 준주거시설, 균린생활시설, 단독주택(점포용) 등과 같은 상업용지, 문화시설이나 공공청사와 같은 공공용지, 유통센터 등의 업무용지와 인접한 폭이 10m초과인 광폭의 공공공지에 적용

5) 코너형 : 상징식재형

- 상징식재형은 소나무 등의 대형목이나 정자목 식재를 통하여 단지나 지구의 진입부를 상징·강조하거나 랜드마크 역할을 하는 공공공지 유형
- 지구나 단독주택용지 등의 진입부나 도로 결절부 등에 위치한 공공공지에 공간특성을 고려하여 계획
 - 단독주택단지 진입구간 소나무, 정자목 등을 활용한 상징식재
 - 부정형 부지의 활용
 - 단지의 입구감 형성 및 랜드마크 역할

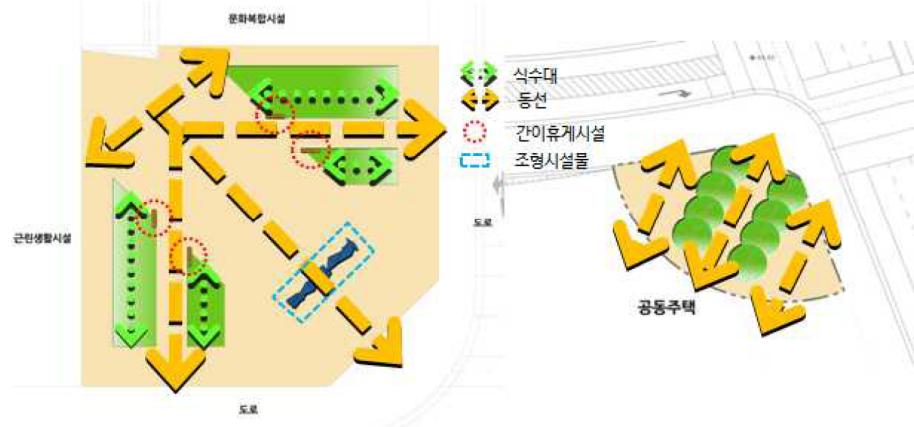


【 조성예시 】

6) 코너형 : 광장형

- 광장형은 단지나 지구의 진입부를 강조하거나 보행동선들이 교차하는 결절부에 동선의 원활한 흐름과 보행편의 등을 위해 광장으로 조성하는 공공공지 유형

- 도로의 교차 및 횡단보도의 연결로 통행량이 많은 결절부에 광장 조성
- 식수대를 활용한 선적식재 및 넓은 보행공간 확보로 동선의 원활한 흐름 유도
- 입구게이트 등 상징조형물 도입으로 상징성 부각



【 조성예시 】

【참고문헌】『공공공지 유형별 조성방안』 도시기반처-11646(2016.11.)

VI-5

조경공사 하자분쟁(규격·뿌리분 결속재) 방지대책

개요

- 조경공사 수목하자관련 기준이 상이(국교부*, LH)하여, 현장에서 발생할 수 있는 하자관련 분쟁에 선제적으로 대응토록 관련기준 개선필요
 - 공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자판정기준(이하 하자판정기준)

주요내용

1. 관련기준

- 국토교통부 하자판정기준
 - 주택법·건축법에 따른 공동주택 및 건축물의 하자에 관한 분쟁을 신속하고 공정하게 심사 및 조정하기 위하여 기준수립
 - * 2014.01.03 국토교통부고시 제2013-930호 제정, 2015.12.17 개정
 - 조경공사와 관련한 4개항목* 10개조항의 하자판정기준 제시
 - * 수목 고사 및 입상불량, 수목 뿌리분 결속재료, 식재 불일치, 수목 규격미달

2. 현황

2-1 기준상이

1) LH전문시방서(조경)과 하자판정기준의 일부항목 상이

구 분	LH 시방서	하자판정기준
조경수 규격미달	설계규격의 +8%이내	설계규격의 -10%까지
뿌리분 결속재료*	<ul style="list-style-type: none"> 분결속 재료 중 부식되지 않는 재료는 흙을 채우기전에 제거. 단 수목의 생육을 위해 필요한 경우 최소한으로 존치가능 	<ul style="list-style-type: none"> 고사되지 않은 조경 수목의 뿌리분 결속 재료를 제거하지 않은 것은 하자가 아님 지표면에 노출된 조경수의 뿌리분 결속 재료를 제거, 분해되는 결속재료를 사용한 경우에는 하자가 아님

2) 뿌리분 결속재료

구 분	내 용				
역활	수목굴취 후 이동시 뿌리분의 파손을 방지하고, 식재 후 뿌리분의 흙을 결속시켜 세근 탈락 방지 및 이식된 수목의 활착을 도와줌				
시공 사진	 				
	수목굴취	뿌리분 결속재료 체결】			
재료별 특징	구 분	고무밴드	천연밴드	새끼	녹화끈
	경제성	· 재생고무 활용으로 비용이 저렴 · 장기간 보관 용이	· 천연소재로 비용이 높음	· 생산비 비쌈 · 보관 및 운반 불편	· 천연섬유로 제작하여 비용 높음
	물리 · 화학성	· 탄성과 인장 강도 우수	· 탄성과 인장강도 좋음	· 습도에 약하고 장시간 보관이 어려움	· 새끼보다 인장강도 강함
	시공성	· 결속효과가 좋고 작업용이	· 결속효과가 좋고 작업용이	· 쉽게 부식되어 결속효과 떨어져 작업불편	· 새끼보다는 결속효과 좋음
	사용 빈도	· 대부분의 현장에서 사용	· 최근들어 사용량 증가 추세	· 현재는 거의 사용되지 않음	· 소교목위주로 일부사용

3) (고무밴드 미제거) 시방서에 따라 부식되지 않는 고무밴드는 흙을 채우기 전에 제거해야 하나 현장에서 미제거되는 경우가 많음

- ◎ 흙을 채우기 전 고무밴드 제거시 흙채움, 물주기 과정에서 뿌리분이 파손되어 수목 생육 저하 및 고사의 위험이 있음
- ◎ 식재 후 고무밴드를 제거할 경우, 인건비가 많이 들어 별다른 문제가 없는 경우 미제거하는 사례가 많음
- ◎ 고무밴드를 제거 하였어도, 공사감독이 전체 수목에 대한 제거여부를 파악하기가 어려움

4) (분쟁발생) 제거되지 않은 고무밴드에 대한 지속적인 보도 및 민원이 발생하고 이에 따른 분쟁 발생

- ◎ 부식되지 않는 재료인 고무밴드 미제거에 따른 토양오염 논란
- ◎ 수목의 고사원인은 기후, 토양, 배수 등으로 다양하나, 고무밴드 미제거시 고사 원인을 고무밴드의 뿌리분 생장방해로 규정
- ◎ 노출된 고무밴드로 인한 미관저해 민원

5) (하자소송) 공동주택의 경우, 입주민과의 하자소송 중 고무밴드 미제거에 따른 하자소송이 지속되고 있음

- ◎ 2014년 조경관련 하자소송 21개지구 중 6개지구
- ◎ 2015년 조경관련 하자소송 13개지구 중 5개지구

구 분	하자내용	판결문 내용(요약)
경기본부	뿌리분 결속재 미제거	• 뿌리분의 고무밴드는 분해되거나 부식되지 않는 결속재로 수목고사 및 성장장애의 원인이 된다고 봄이 상당함
경기본부	고무밴드 미제거	• 전문시방서에 수목이식 후 밴드를 제거하도록 하고 있고, 밴드를 남겨 두어도 생육에 지장이 없다고 단정할 수 없다
충북본부	고무밴드 미제거	• 시방서의 의거 고무밴드는 완전 제거를 원칙으로 하되, 뿌리분 등에 영향을 주는 경우 최소량만 존치하여야 하나 단지내 수목 샘플 조사결과 상당수가 미제거 되었고 미관상 지장을 초래하여 하자에 해당
전북본부	뿌리분싸개 미제거	• 수목식재시 고무밴드는 제거가 원칙이고 제거하지 않은 경우 수목의 생육에 지장이 없다고 볼수 없다

3. 개선방안

3-1 조경수 규격미달

- ◎ (기준 유지) 하자판정기준보다 상향되어 적용된 LH시방서의 기준을 유지하여 보다 강화된 수목규격 관리

3-2 뿌리분 결속재료

- 1) (결속재료 비교) 뿌리분 결속재료로 사용하는 고무밴드 및 천연밴드의 장단점을 분석하여 합리적인 기준 마련
- 2) (고무밴드) 환경부 문서 및 관련논문 등을 통해 고무밴드가 토양 및 수목에 미치는 영향이 적다는 내용이 있으나, 실제 현장에서는 고무밴드 제거여부에 따른 문제 제기가 계속되는 실정

구 분	고 무 밴 드
토양오염	<ul style="list-style-type: none"> 환경부에서는 2009년 지자체의 질의회신을 통해 수목생육을 위해 제거되지 않은 고무밴드는 매립폐기물로 볼 수 없다는 의견을 제시 수목생육을 위한 고무밴드 미제거 사유를 명확히 하기 어려워 지속적으로 의의 제기
수목고사	<ul style="list-style-type: none"> 2012년 연구논문을 통해 고무밴드가 수목의 생장에 영향을 미치지 않는다는 결과 발표

3) (천연밴드) 천연면, 천연황마실 등을 사용하여 제작된 천연밴드는 일정기간이 지난 후 토양속에 부식되어 토양 및 수목에 미치는 영향이 없음

◎ 단가가 고무밴드에 비해 높아 사용이 제한적이었으나, 식재 후 고무밴드 제거비용 등을 고려하면 큰 차이가 없음

– 고무밴드 : 385원/m, 천연밴드 : 600원/m

◎ 부식되는 재료로 뿌리분 결속재료의 제거여부에 대한 논란의 여지가 없고, 현장에서도 보다 원활한 수목관리가 가능

4) (철선) 수목 이동 및 식재시 뿌리분의 하중을 지탱하기 위해 일정크기 이상의 뿌리분에 사용되는 철선은 제거시 뿌리분의 파손위험이 높아 식재 후 지표면에 노출된 부위에 대해 제거

◎ 철선을 사용하는 수목 : 명확히 규정되어 있지는 않으나, 주로 소나무 및 대형목의 뿌리분 하중을 견디기 위해 사용되고, 토양결속력이 약한 수목의 이동시에도 사용



결속재료 제거전



뿌리분 파손

5) (기준상향) LH시방서 및 하자판정기준에서는 부식되지 않는 재료도 제거만 하면 사용토록 하고 있으나, 기준을 부식되는 천연밴드로 상향하여 하자분쟁을 선제적 예방하되, 뿌리분 파손방지를 위해 사용되는 철선은 지표면에 노출된 부위에 대해 제거



수목굴취



천연밴드를 이용한 뿌리분 결속

【참고문헌】『조경수목 뿌리분 결속재료 개선』 단지기술처-2909(2016.8.19)

VI-6

재시공 방지를 위한 공원내 관로인입 계획

개요

단지조성공사 시행시 공원내 인입할 우수·오수 및 상수관로의 설치위치, 설치방법, 설치주체 등에 대한 기준을 수립하여 도로굴착 및 재포장에 따른 원가상승·도로미관저해 방지 및 관련업무 연계수행 도모

주요내용

1. 현황

1-1 공원별 관로 설치 현황

- 1) 우수관은 우수배제를 위하여 대부분의 공원에 설치하고,
- 2) 오수관은 관리사무실 또는 화장실의 오수배제를 위하여 설치하며,
- 3) 상수관은 관리사무실, 화장실, 음수전 또는 수경시설이 설치되는 조경대상부지에 설치.

1-2 공원까지의 연결관로 설치 현황

- 1) 조성공사의 포장공종이 완료된 후 조경공사에서 재굴착하여 연결 관로를 설치하거나,
- 2) 조경공사 실시설계 담당부서에서 조성공사현장에 관로인입 협조요청을 하여 연결관로 전체 또는 일부를 조성공사에서 매설하고 있으나,
- 3) 조성공사설계에 반영하여 시행한 사업지구는 전무.

2. 문제점

- 1) 대부분의 사업지구가 조성공사의 포장공종이 완료된 후 포장절단, 관로 매설 및 재포장을 함으로써 미관의 저해, 하자발생요인 생성, 이중공사로 인해 조성원가 상승 요인 발생.
- 2) 굴착주변의 지하매설물에 하자발생시 하자책임에 대한 분쟁의 여지가 있어 분쟁으로 인한 조속한 하자시공이 어려워지므로 고객 불만족.

3. 관로인입 시행 기준(안)

위와 같은 문제점을 해소하기 위해서는 조성공사 시행시 조경공사 대상 부지까지의 연결관로 매설은 조성공사에서 수행함이 타당할 것이므로 조성공사 실시설계 시행시 공원내 인입관로를 설계에 반영할 수 있도록 다음과 같이 기준을 마련.

3-1 조성공사 실시설계에 반영

- ◎ 조경설계 담당부서에서 조성공사 실시설계 담당부서에 통보하는 조경공사 기본설계의 관로인입사항을 기준으로 하여 조경공사 대상부지내 1M까지의 연결관을 조성공사 실시설계에 반영
 - 조경설계 담당부서에서 조성공사 실시설계 담당부서에 통보하는 조경공사 기본설계의 관로인입사항을 기준으로 하여 조경공사 대상부지내 1M까지의 연결관을 조성공사 실시설계에 반영.
 - 조경공사 기본설계를 시행하지 않았거나 설계시행 중인 사업지구인 경우에는 조경 설계 담당부서에 확인 후 반영.
 - 규격, 매설위치 및 깊이는 조경공사 기본설계도 및 조경설계 담당부서 요청 사항에 따라 반영.

3-2 관로인입계획 변경사항 통보 및 확인

- ◎ 조경설계 담당부서는 실시설계 중에 관로인입계획이 확정되면 이를 조성공사현장에 통보하고, 조성공사현장에서는 공사 시행중에 조경공사 실시설계 담당부서에 현황 또는 계획변경 등으로 인한 위치변경, 불필요한 연결관로 및 추가되는 연결관로 등 관로인입 계획 변경 여부를 확인한 후 연결관로를 매설.

4. 관로인입기준(안) 시행을 위한 조치계획

- 1) 조경대상 부지까지의 연결관로 설치를 위하여 조경공사 기본설계 시행시 관로인입 계획에 대하여 조성공사 실시설계부서에 협의·통보하고, 조경공사 실시설계 시행시 조성공사현장에 확정된 관로인입계획이 전달되도록 조경설계기준에 다음과 같이 명시.
 - ◎ 우수, 오수 및 상수관로 인입계획에 대하여 조성공사 실시설계부서에 협의·통보하여 조성공사 실시설계에 조경대상부지까지 연결관로 설치 반영.
 - ◎ 기본설계상의 우수·오수 및 상수인입계획에 대하여 재검토·확정 후 변경여부 및 내용을 조성공사 현장에 통보.
- 2) 조성공사 실시설계 시행시 조경대상 부지까지의 연결관로를 반영하도록 조성공사 설계 기준에 다음과 같이 명시

- ◉ 조경설계 담당부서에서 통보한 우수·오수 및 상수관로 인입계획에 따라 조경대상 부지내 1M까지 연결관로를 설계에 반영
- ◉ 관경, 인입위치 및 깊이는 통보된 조경기본설계도 및 요청사항을 반영. 단 조경기본 설계를 시행하지 않았거나 시행중인 경우에는 조경설계 담당부서에 확인 후 반영.

3) 조성공사 시행중 연결관매설계획 변경사항을 확인하도록 조성공사 시방서에 다음과 같이 명시.

- ◉ 조경공사 대상부지까지의 연결관로 매설시에는 반드시 조경설계 담당부서에 계획변경 여부 및 내용을 확인한 후 시행.

5. 기대효과

- 1) 관련업무의 연계수행으로 이중공사 방지를 통한 조성원가 절감
- 2) 포장절단 및 하자발생요인 제거로 미려한 단지 유지
- 3) 하자에 대한 분쟁요소제거로 신속한 대민 서비스수행 용이

【참고문헌】『공원내 우수·오수 및 상수도관 인입기준』 시설(조)7612-859(1999.12.2)

VI-7

가로시설물에 따른 가로수 보호틀 설치요령

개요

사업지구내 가로수 식재와 관련하여 보도폭에 따른 식재위치, 보도에 설치되는 가로시설물에 따른 식재방법 등에 대한 기준을 정립함으로써 가로시설물의 효율적 이용, 보행자의 편의증진 및 수목 생육여건의 향상을 도모.

주요내용

1. 설치기준

1) 가로수보호틀 설치간격

- 가로수 보호틀은 다음 표를 기준으로 등간격으로 설치하되 가로수 보호틀과 가로수 보호틀 중앙에 가로등주가 위치할 수 있도록 하고 도로교차로구간, 횡단보도로 부터 4m 이내, 가로등 · 신호기 · 한전주 · 교통표지판 등 가로수와 간접되는 가로시설물로 부터 3m 이내 및 교통시야 확보에 지장을 초래하는 버스정차대 구간에는 설치하지 않으며 다른 시설과의 간접으로 조정시에는 가로수 보호틀의 최소설치간격은 6m로 조정.

도로별	등고 및 ARM길이(m)	등주간격(m)	배열방법	가로수간격(m)
광로	H=11, L=2.5	25~31	마주보기	8
대로1류, 대로2류	H=10, L=2.0	19~23	마주보기	8
대로3류, 중로1류	H=10, L=2.0	16~18 32~36	지그재그 편측	8
중로2류, 중로3류	H=8.5, L=1.5	21	편측	8

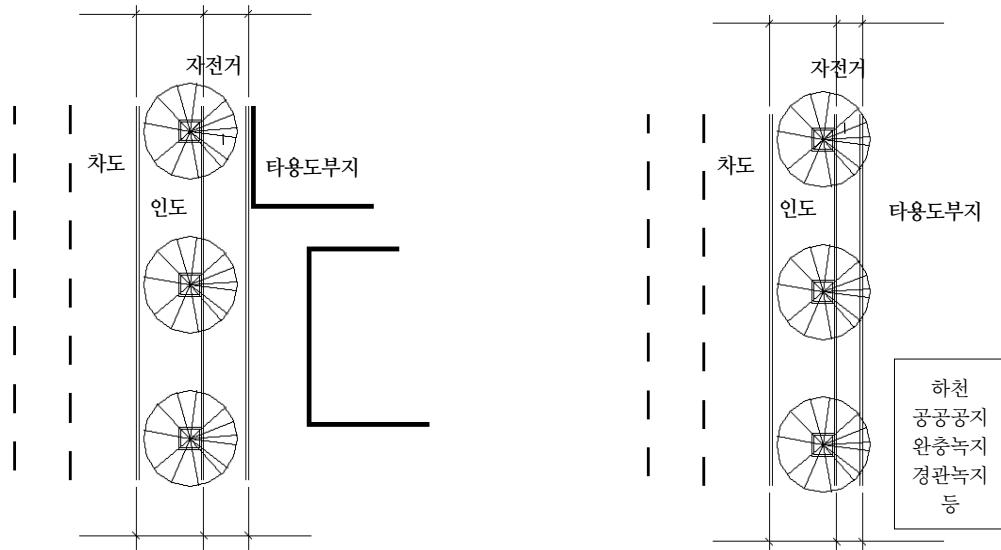
2) 식수대 및 가로수보호틀 설치위치

- 보차도 경계석으로 부터의 이격거리는 다음 표를 기준으로 하되 경계석과 식수대 및 가로수 보호틀사이에 조각난 자재가 시공되지 않도록 포장재료의 종류에 따라 조정. 단, 자전거 전용도로가 보행인을 위한 인도부분과 연접하여 설치되는 경우에는 별도 기준 적용.

도로별	보도폭(m)		이격거리(cm)	순보도폭(m)	비고
	주택단지	산업단지			
광로(50m)	-	6	- 삭제 -	- 삭제 -	폭1.0m이상 식수대 확보
광로(40m)	4.5	4.5	- 삭제 -	- 삭제 -	
대로 1류(35m)	4	4	- 삭제 -	- 삭제 -	
대로 2류(30m)	3.5	3.5	25	2.2	
대로 3류(25m)	3.5	3.5	25	2.2	
중로 1류(20m)	3	3	-	1.7	
중로 2류(15m)	3	3	-	1.7	
중로 3류(12m)	2.5	2.5	-	1.2	

※ 보도폭 4.0m 미만 보도의 경우 도로기능에 지장이 없고 주변 토지이용상황을 고려하여 식수대 적용이 가능함.

3) 자전거 전용도로 설치에 따른 가로수 보호틀 설치위치



- ◎ 보행인을 위한 인도부분의 폭이 3.5m 이상으로 자전거 전용도로와 연접한 경우로서 자전거 전용도로 폭이 2.5m 이상이거나, 자전거 전용도로 폭이 1.5m 이상 2.5m 미만인 경우로 자전거 전용도로 바깥측 토지이용에 지장을 초래하지 않는 경우에는 자전거 전용도로측 인도에 설치.

4) 교차로 가로시설물 배치기준

- ◎ 교차로의 첫번째 가로수는 교차로 횡단보도의 도색부분 끝에서 4m, 두 번째는 5m를 이격하여 식재하고 나머지는 등간격 8m로 배치하되, 가로등과 가로수 이격거리가 3m 이내로 근접되는 가로수는 3m이상 이격 되도록 재배치 한다. 각 교차로를 기준(시작점)으로 배치함을 원칙.

5) 가로수 보호틀 설치기준 시행방안

- 가로수 보호틀 설치 위치 지정
 - 조성공사 실시설계시 일반적인 가로수 식재기준에 따라 8m간격으로 가로수 보호틀 설치 수량을 산출.
 - 가로수 보호틀 설치는 8m간격을 표준으로 하되, 가로수 식재평면도에 의거 설치.
- 가로등 설치 위치를 감안한 간격조정
 - 가로등 설계시 「가로등배치기준」과 「교차로 가로시설물 배치기준」에 따라 가로등을 배치하고, 배치평면도를 가로수 식재 설계 착수전 조경 설계부서에 제공.
 - 조경 실시설계시 「교차로 가로시설물 배치기준」 및 가로등 배치평면도에 따라 가로수 식재평면도를 작성하고, 조성공사현장에 가로수 식재평면도를 가로수 보호틀 설치 전 통보.
- 가로시설물과의 설치간격 조정: 조성공사 시행시 조치

2. 기대효과

- 1) 조성공사 시행시 가로수 배치 적정성을 도모
- 2) 다른 가로시설물과의 간섭을 최소화
- 3) 수목의 생육환경 개선

【참고문헌】『가로수 보호틀 설치기준』 시설사업처-2249(2008.5.30)

VI-8

환경보전을 위한 지구내 우량 야생수목 활용방안

개요

- 사업시행으로 지구내 우량한 야생수목의 훼손이 불가피하게 발생.
- 사업지구내 자생하고 있는 향토수목 중에서 이식이 용이하고 생육이 양호하여 관상적 가치가 있는 야생수목을 이식함으로써 지역고유 향토수종을 사업지구에 식재
- 이식수목을 조경공사 반영함으로써 원가절감을 도모

주요내용

1. 이식대상수목

- 사업지구내 자생하고 있는 향토수목중에서 이식이 용이하고 생육이 양호하여 관상적 가치가 있는 야생 중 · 대형목 및 관목을 대상.

2. 조사등급

구 분	A 등급	B 등급	C 등급	등급외
수 형	• 고유수형이 유지된 정자수, 관상가치가 있는 특별 수형목, 독립의 대형목, 보호수 등	• 고유수형이 비교적 양호하게 유지 된 수목	• 사후관리로 수형 교정이 가능한 수목	각 항목별 판단 기준에 따라 이식 활용에 적합하지 않다고 판단되는 수목은 이식대상 수목의 등급 판정에서 제외한다.
병충해 감염여부	• 병충해 감염이 없는 수목		• 사후관리 및 약제 살포로 상회복이	
수 세	• 충분한 공간과 양호한 토양조건에서 상적으로 생육중인 수목		• 불리한 조건에서 생육중인 수목	
굴 취	• 분뜨기에 양호한 토질과 여건을 지닌 수목		• 분뜨기에 불리한 여건을 지닌 수목	

3. 설계기준

구 분	내 용	비 고
고사허용율	<ul style="list-style-type: none"> • 20% 적용(뿌리돌림 X) • 10% 적용(1년 이상 뿌리돌림) 	
수목선정원칙	<ul style="list-style-type: none"> • 교목 : A, B 등급 • 관목 : A, B, C 등급 • 이식이 곤란한 대형목 제외 	<ul style="list-style-type: none"> - 이식공사 설계서는 수종별, 규격별 수량이 표시되도록 작성
관리공사	<ul style="list-style-type: none"> • 이식공사에 포함 발주 • 제초, 약제살포, 시비, 관수 등은 관리공사 시행후 정산 	<ul style="list-style-type: none"> - 고사허용율이란 설계서의 수종별 · 규격별 수량에 대한 고사수목량을 말함
뿌리분 크기	<ul style="list-style-type: none"> • 근원직경의 5배 	

4. 가식장 조성방법

- 1) 가식장내 운반로에 대하여는 별도의 다짐 등의 도로조성비는 반영하지 않으며, 배수로 조성에 대하여는 터파기(장비, B.H 0.7m³)를 반영.
- 2) 운반로와 배수로의 교차지점의 흡관부설(φ 250~ φ 500)은 보통관-소켓식을 반영.
- 3) 포지에 살포하는 토성개량제는 설계도서에 따르며, 경운정지는 11.3.2 경운정지의 양토, 깊이 15cm 조건을 적용.
- 4) 배수로의 규격은 설계도서에 따른다.
- 5) 배수로 정비는 배수로조성 터파기 토량의 10%를 정비(터파기)하는 것으로 반영하며, 년간 6회를 반영한다.

5. 약제

1) 증산억제제

- ◎ 시 기 : 월동에서 깨어나 증산작용을 시작한 때부터 잎이 굳기 전까지 이거나 기온이 높아지고 비가 온 직후에 실시
- ◎ 회 수 : 3~5회/년

2) 살균제 및 살충제

- ◎ 시 기 : 봄, 여름, 가을에 실시
- ◎ 회 수 : 3회/년
- ◎ 종 류 : 다이젠 M 45, 톰신수화제, 씨빈, 스포라사이드, 메타시스톡스 등

6. 이식품의 적용(5배 기준)

1) 뿌리돌림

- 뿌리돌림에 소요되는 품은 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-4-1 굴취 1. 뿌리돌림”을 적용하며, 초과 규격은 추계에 의해 산정한다.

2) 수간보호

- 품은 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-5-2 수간보호”를 기준으로 근원직경으로 환산 적용

3) 굴취

- 교목 굴취는 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-4-1 굴취 3. 근원(흉고)직경에 의한 굴취”를 기준으로 한다.
- 관목 굴취는 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-3-1 굴취”를 기준으로 한다.
- 규격을 초과하는 수목에 대하여는 추계에 의해 품을 산정하여 적용할 수 있다.
- 수목의 굴취장소, 시공조건에 따라 품 및 장비작업 시간을 할증하여 반영한다.
 - 야생수목 인 경우 20% 할증
 - 도시내 기존 가로수로 하부에 통신관로 등이 있어 작업이 어려운 경우 20% 할증

4) 전정

- 수목 지상부와 지하부의 균형을 맞추는 작업으로, 품은 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-5-1 전정”에 의하며, “제16장 유지관리공사” 16.2.1 전정을 준용한다.
- 기존 임상 내부의 야생수목은 흉고직경 20cm 이상의 수목에 대하여만 적용한다.
- 도시내 기존 가로수의 경우 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-5-1 전정 2. 가로수 전정”의 강전정을 반영한다.
- 수목의 굴취장소, 시공조건에 따라 품을 20%까지 할증하여 반영할 수 있다.
- 전정횟수는 이식시 1회 적용한다.

5) 식재

- 수목식재의 품은 “건설공사 표준품셈 [토목부문] 4-4-2 식재”에 따르며, 규격을 초과 하는 수목에 대하여는 추계에 의해 산정된 품을 적용할 수 있다.
- 가식품은 조경공에 대하여 정식 품의 80%를 적용한다.

7. 상하차시 적재장비 및 적재소요시간

1) 교목

2) 관목

- 3) 상 · 하차시 목도공수
- 4) 규격에 따른 운반장비별 적재량(교목, 관목)

8. 시비

- 1) 기비 (유기질 비료)
 - ◎ 시 기 : 이식시
 - ◎ 시비량 : R 1cm당 2Kg
- 2) 추비 (복합비료 18-18-18)
 - ◎ 시 기 : 4회/년(3,4,5,6월)
 - ◎ 시비량 : 1포(25kg)/100평

9. 관수(물탱크 5,500L)

- 1) 수질 : 수목에 유해한 이물질이 섞이지 아니한 하천수, 수돗물, 지하수 사용
- 2) 시기 : 기온, 일조, 습도 등에 따라 달라지며 관수시간은 오전 10시 이전이나 일몰 즈음에 실시
- 3) 회수 : 토양 건조상태에 따라 달라지거나 5회/년 이상을 기준으로 함
- 4) 물받이조성 : 물받이는 해당수목 수관폭의 1/3크기로 하여 높이 10~15cm로 흙으로 물받이를 만들어서 관수시 물이 다른 곳으로 흐르지 않도록 해야하며 물받이 조성품은 [1회/년]로 하고, 보통인부는 [0.01256인/교목1주]을 적용.

10. 제초(보통인부 0.0075인/m²)

- 1) 인력제거를 원칙으로 하고, 약제(제초제)의 사용은 수목의 피해를 감안 절대사용금지
- 2) 시 기 : 6~8월에 집중적으로 실시하되 기간별 발생잡초의 종류를 감안 제초계획수립 시행
- 3) 회 수 : 2회/년

11. 수간주사

- 1) 시 기 : 수세가 약해졌을 때나 수액의 이동이 활발한 춘계
- 2) 실시량 : R12에 1개 실시하며 15cm 증가할 때마다 1개 추가 실시

12. 관리인

- ◎ 현장관리인은 우기철, 태풍, 이상기후 또는 비상사태 등 발생시를 감안 4개월/년(20일/월)을 기준으로 조경공 1인이 상주하는 것을 원칙으로 하며, 현장규모에 따라 보통인부 추가.

13. 수목지주대

- 1) 흙넣기 및 다짐을 완료하고 2~3일 침하가 완료되면 지주대을 견고하게 설치
- 2) 설치 : 「설계기준」 수목지주대편을 참조하여 이식수목의 크기에 따라 적용하되, 지주대 설치에 필요한 인력은 식재품에 포함된 것으로 적용.

14. 이식수목 본조경공사 활용시 공사비 적용방안

- 1) 고사허용율 : 10%
 - ◎ 이식후 일정기간의 관리를 통하여 활착된 상태를 감안하여 결정
 - ◎ 품셈의 수목 할증률(10%)
- 2) 약제처리
 - ◎ 약제는 불포함하되 수목상태, 식재시기, 식재지반을 감안하여 감독원이 필요하다고 인정되는 경우 약제처리하고 설계변경.
- 3) 고사허용율 이내의 하자목 보식처리
 - ◎ 조경공사 본공사 또는 수목 잔디관리공사시 보식 후 설계변경
- 4) 수량변경
 - ◎ 발주설계 당시 가식장내 이식된 수량을 기준
 - ◎ 가식수목중 하자로 인하여 이식불가시에는 구입수목으로 대체

15. 자재 소요량(5배분) 및 포지 단위면적 기준

- 1) 굴취시 뿌리분은 녹화마대, 녹화끈, 고무줄(또는 고무밴드), 철선 등을 이용하여 감아주고 보호 조치하며, 상하차 및 운반 단계에서 수피가 박리되지 않도록 녹화마대, 녹화끈 등을 사용 수간보호 조치.
- 2) 수간보호를 위한 줄기감기는 수피얇은 수목, 노거목, 병충해 우려수목 등 필요한 일부 수종(소나무, 목련, 배롱나무, 모과나무, 느티나무 등)에 반영.

16. 기대효과

- 1) 기후에 적응한 지역고유 향토수종을 식재함으로써 공원 및 녹지에 지역적 특성을 살릴 수 있으며,
- 2) 이식이 용이하고 생육이 양호하여 관상적 가치가 있는 야생수목을 조경공사에 이식활용 함으로써 원가절감의 효과가 기대됨.



【참고문헌】『환경보전을 위한 우량 야생수목 이식기준』 시설사업처-4880(2007.12.5)

VI-9

생태개념을 도입한 호수 및 연못 조성 기법

개요

국토의 합리적이고 체계적인 개발을 위해 주택 및 산업단지는 산업·경제 활성화와 인간생활의 질적인 향상에는 기여하지만, 생태적 측면에서의 환경의 질이 저하되는 상반된 결과를 초래하고 있어 단지내 쾌적성과 생물서식처 보호 및 생물다양성 확보를 위해 수생태계(인공습지 및 호수) 조성기법 구축 목적

주요내용

1. 입지 및 형태 선정

- 1) 수공간(호수, 연못 등)의 수위유지에 필요한 용수를 얻을 수 있는 곳이어야 하며, 인간의 이용, 생물의 서식에 적합한 수질이 확보되는 곳 선정.
- 2) 급, 배수 등 평수위 유지에 필요한 관리가 용이하여야 하며 공원 및 주거지의 우수저류지, 처리장의 방류수 등을 복합적으로 이용할 수 있는 곳을 선정.
- 3) 인근의 생물서식처로부터 생물종의 유입이 용이한 곳.
- 4) 오염물질이 직접 수공간에 유입되지 않는 곳이어야 하며 수생식물은 적당한 태양광선의 공급이 필요하므로 지나치게 그늘지지 않는 곳.
- 5) 공사과정에서 야생동물에 미치는 영향이 적거나 최소화할 수 있는 곳.
- 6) 집중호우 시 급류에 의하여 토사나 생물상의 유실 위험이 없는 곳이어야 하며 수공간의 조성으로 지반의 연약화 등 구조적인 문제가 발생하지 않는 곳.
- 7) 호수 및 연못의 형태는 가급적 부정형이면서 다양한 굴곡이 나타나도록 하는 것이 다양한 생물의 서식에 도움이 된다. 물의 유입구와 유출구와 계획수심과 수변부의 경사 및 형상을 고려하며 수심은 토심과 함께 수생식물의 식재에 매우 중요한 환경조건으로 수생식물의 도입기회성을 높여줌과 함께 수서곤충과 어류의 서식에도 중요한 영향을 미침.
- 8) 주거단지에 조성될 경우, 안전성을 고려하여 주변부에서 가운데로 경사진 형태로 조성하되 격울철의 동결이나, 여름철의 지나친 수온 상승이 수생생물의 서식에 위협을 주지 않도록

1m 이상의 수심을 가진 곳을 일부 조성.

- 9) 수생생물의 생태적 특성에 따라 적당한 수심을 제공해 주어야 하는데 예를 들어, 곤충의 유충이 생활하기에 적합한 깊이는 50cm이상, 작은 물고기가 서식할 수 있는 정도의 깊이는 45cm정도이다. 수변부의 경사 및 형상은 물 속에서 서식하는 생물(특히, 양서류 및 육상에서 우화하는 곤충)들이 육상으로 이동하기 용이하도록 완경사로 설계.

2. 수원확보방안

수원확보를 위해서는 당해 지구의 지형, 지세 등 지리적 특성, 강우량등 기상조건과 당해지역 및 주변지역의 하천, 저수지, 취수장 등 수원으로의 활용가능성 등을 검토하고 경제적, 기술적 가능성을 종합분석하여 결정

1) 상수

- ◎ 수질이 양호하고 시설비가 저렴하나 정수처리된 물을 경관용수를 주목적으로 활용하려면, 경제성 등을 검토하여야 하며, 가급적 24시간 이상 저류시켜 수돗물에 포함된 염소성분을 제거시킨 후에 공급.

2) 우수

- ◎ 건물의 옥상에 떨어진 빗물을 모아서 공급하는 경우와 산림, 초지, 도로 등을 거쳐서 모인 물을 공급하는 경우가 있으며, 지표수는 토사, 먼지와 각종 오염물질이 적게 포함되는 장소의 물을 모아서 공급하도록 하며, 침전조에서 고형물을 침전시킨 후 여과장치를 통해 연못에 공급.

3) 지하수

- ◎ 약수터에서와 같이 지표면으로 용출되는 경우와 우물, 지하정 등에서 물을 퍼 올려 사용하는 경우가 있으며, 지하수에는 각종 무기물이 많이 포함되어 있으므로 여과장치를 거쳐 호수에 공급하는 것이 바람직하며, 공급하는 수온이 호수의 수온과 비슷해지도록 조치.
- ◎ 최근 지하철 건설 등에서 발생하는 지하용출수 등을 활용한 자연형하천, 생태연못 조성 등이 활발히 논의되고 있음.

4) 하천수

- ◎ 오염되어 있는 경우가 많으므로 수질검사 후 사용여부를 결정하되, 하천변에 복류수 취수 시설(집수암거 등)을 설치하는 등 충분한 완충여과시설을 도입.
- ◎ 하수종말처리장 등에서 나오는 물은 일단 정화처리되어 있으나 시설의 노후화로 수질이 악화될 우려가 있으므로 수시로 수질검사를 실시.

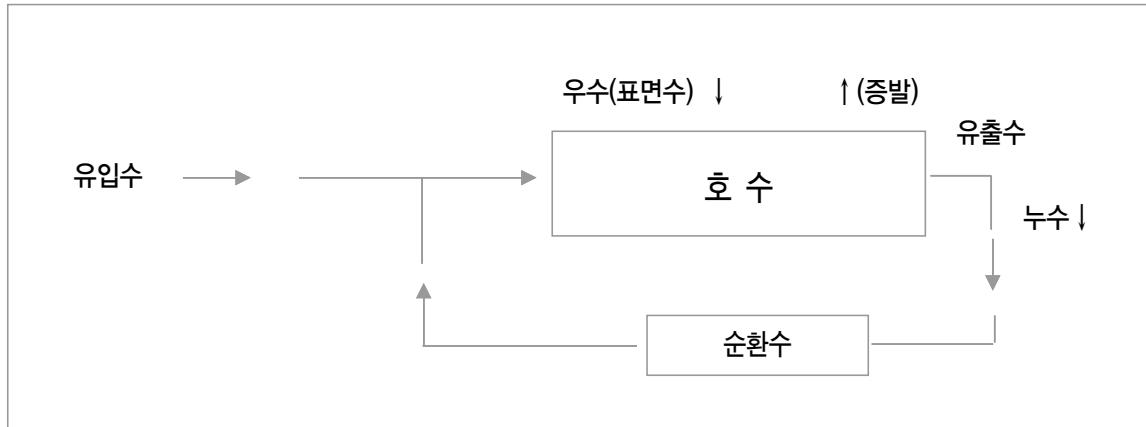
5) 중수

- 하수처리수 재이용은 수량의 안정성 확보가 가능한 하수처리수를 재처리하는 시스템을 갖추어야 하며, 수자원 부족에 대한 대응책, 자원 재활용 측면에서 바람직하다. 단, 수질 확보를 위하여 고도처리를 요하는 등 초기 투자비용이 많이 소요되나, 경관용수일 경우 목표수질을 조정함으로써 경제성을 확보하여야 하며, 호수 유입부에 완충식생대 도입을 검토.

3. 물관리계획

1) 물수지분석

- 호수의 저류량은 상시소요량, 호수면 증발량, 호수면 강우량, 호수저면의 침투에 의한 유출, 상업하수나 생활하수의 유입에 의하여 변화.



【물수지모식도】

2) 유입·유출로

- 유입로는 사용되는 물의 종류에 따라 조성방법을 달리해야 하며, 호수의 물이 썩지 않고 일정 수량을 유지하는 정도의 수량을 공급하고 배수될 수 있도록 수로의 규모를 결정 하는 것이 중요하며, 저류조, 침전조, 여과조 등을 두어 수질정화 효과를 기대.
- 여과조는 유입되는 물이 솟이나 입상(粒狀)제올라이트 등의 다공성 물질을 통과하게 하여 각종 무기물과 유기물을 흡착시키고 공기 중에 노출시켜 유기물의 분해가 일어나도록 조성.
- 유입로는 길이를 되도록 길게 하는 것이 수온의 조정에 유리하고 수질향상을 위한 식생대를 도입할 수 있는 장점.
- 유입로는 유입되는 유량을 고려하여 유입로의 단면과 재질 및 경사를 결정하되, 유입로의 조성에 사용되는 재료는 표면이 거칠고 다공성인 재료를 사용하고, 단차를 많이 두면 물이 공기에 많이 접할 수 있으므로 유입수의 수질 정화에 도움이 된다. 겨울철에 토양의 표면이 동결되는 곳은 동파되지 않는 재료를 사용하여 유입로를 조성.

- 유출로는 집중호우 시 생태연못 일대에서 유출되는 유량을 고려하여 출수로의 단면과 재질 및 경사를 결정하되, 유출로는 유입로의 조성요령과 동일하게 조성하는 것이 유출되는 물의 수질정화에 효과.
- 생태연못의 수질은 pH 6.0 ~ 8.5 사이로 중성을 유지할 수 있도록 조성해 주는 것이 바람직.

4. 저면처리기법

● 차수시설

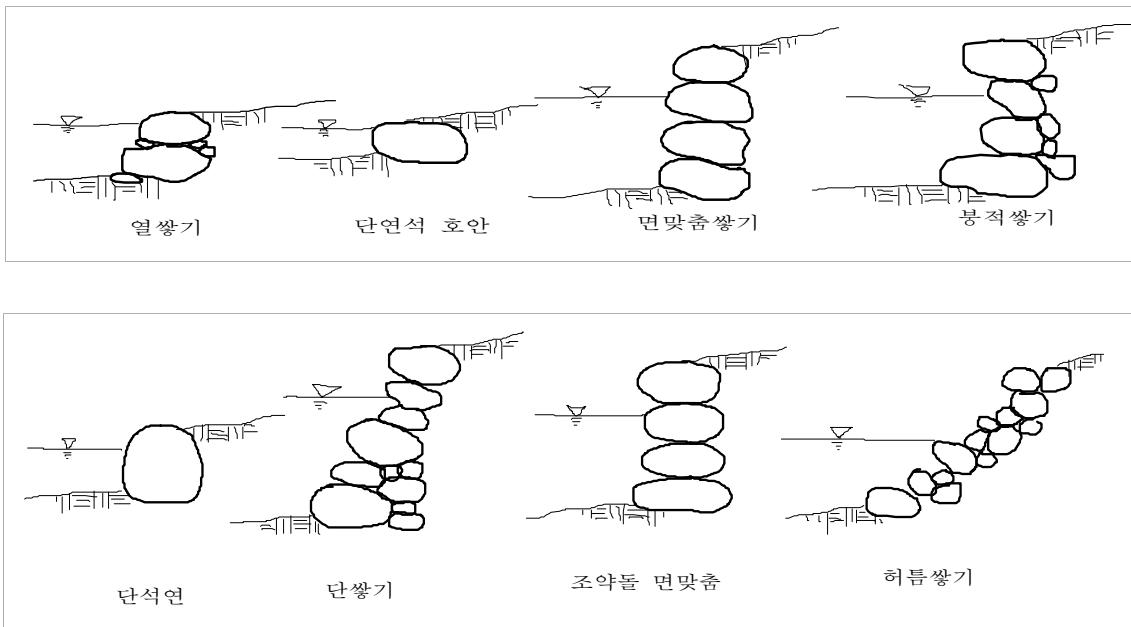
- 차수시설은 공공수역의 수질보전을 위하여 매립장에서의 유해침출수의 차단을 위하여 매립장의 바닥을 차단하는 방법으로 사용되면서 발전.
- 차수재료로서 과거에는 주로 점토 등 천연재료를 이용하거나 PVC 등 저급의 인공 합성재를 사용하였으나 최근에는 HDPE 등의 고급 인공합성재나 벤토나이트 등의 천연재료와 인공합성재를 결합시킨 신재료 및 기초지반을 합성재로 사용할 경우 물리·화학적으로 지반의 고유성질을 변화시켜 차수와 강도기능을 증진시키는 안정제 등이 개발되어 적용되고 있음.
- 차수재는 크게 점토차수재, 지오멤브레인 차수재, 혼합차수재, 스프레이차수재 및 기타 등으로 분류된다. 차수재는 다양한 종류가 있는데, 이들 차수재는 다음과 같은 구비조건이 필요.
 - 파손위험이 적고 신뢰성이 높을 것
 - 시공이 간단하고 품질관리, 보수 및 유지관리가 간단할 것
 - 장기간에 걸쳐 투수성이 적을 것 등

5. 호안처리기법

- 호수의 호안은 생물다양성 증진 즉, 호안의 처리에 따라 수생식물 및 수생생물의 서식처를 다양하게 제공할 수 있으며, 최고수심을 이루는 표고부터 지상까지의 경사를 조성하는데 중요한 역할
- 생물다양성 증진을 위한 호수나 연못에서의 호안은 수직적인 콘크리트 구조가 아닌 다른 여러 가지 유형을 필요로 하는데, 기본적으로 호안조성기법은 다음과 같음.
 - 수변부는 경계부, 경사, 바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하여 동·식물 군집을 풍부하게 유치.
 - 식물군락에 의한 오염물질의 흡수, 분해 기능을 감안하여 일정 폭의 식생여과대(VFS)를 조성, 보존.

- 오수 및 초기우수가 호수 내 직접적으로 유입되지 않도록 한다. 여과역할을 위해 호수 주변에 모래언덕을 조성.
- 1:20 이하의 완경사제방에서는 주변식생이 넓게 확장하지만, 1:3이상의 급경사 제방에서는 식생발달이 자연된다. 또한 호안의 급경사면은 토양유실의 원인이 되므로 주의.

1) 석호안공



2) 콘크리트공

- 콘크리트 호안은 토압 등으로 인해 불가피한 경우를 제외하고는 사용을 지양하며 사용 하더라도 노출되지 않도록 자연재료로 마감.

3) 점토굳힘 호안공

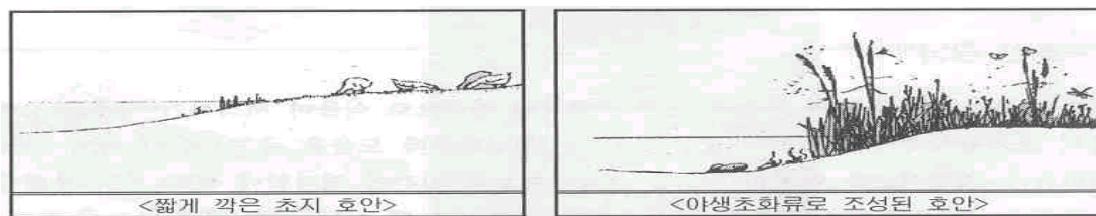
- 얇은 수심의 연못호안, 렌즈형 호수에 적용한다. 모래 1: 점토 1: 잔자갈 2의 비로 잘 혼합하여 50cm두께가 되게 다짐. 규모가 큰수로, 뚝 등을 쌓을 때 찰흙(earth lining), bentonite, soil cement lining 등으로 보강하여 누수를 방지.

4) 말목호안공과 편책호안공

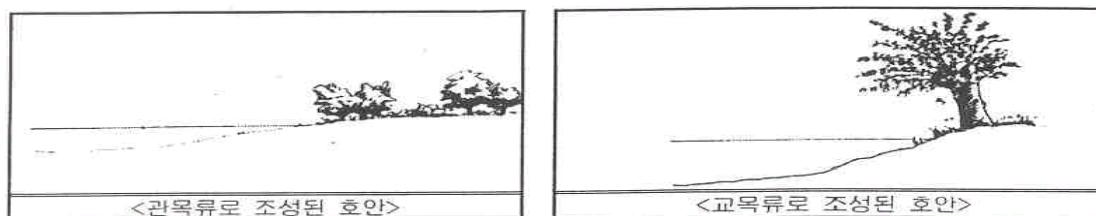
- 수밀성이 좋은 조건을 갖춘 지역에 실시하는 공법.
 - 말목박기공 : 중소규모의 연못에 적용되는 공법으로 나무말목, 콘크리트목, 기타 말목을 박아 호안을 조성.
 - 편책호안공 : 길이 1.2m 이상의 생나무 등치 굵은 가지를 1m 간격으로 박고 뒷면에 소나무지엽, 갯버들가지, 땅버들가지 등을 여러 겹으로 붙여 진흙으로 뒷채움 하며, 말목의 높이는 수면에서 20~30cm 높이로 일정하게 설치.

5) 식생호안공

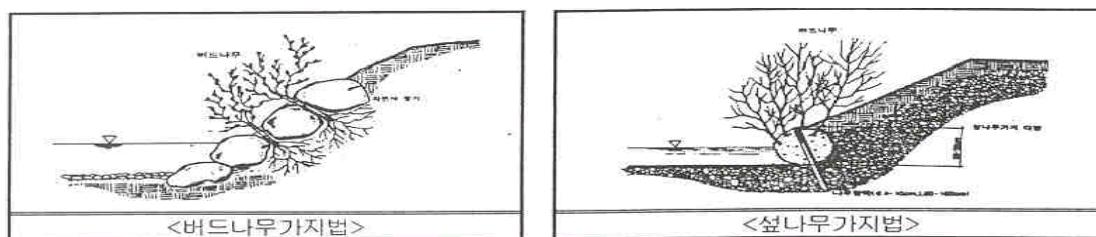
- 흙을 이용하여 자연적인 처리를 한 호안으로 식재방법으로 벼드나무 가지법이나 셀나무가지법은 벼드나무를 이용함으로써 어느 정도 그늘을 조성해 주어 수온상승을 막을 수 있고, 물고기의 서식처로서의 기능도 할 수 있다. 일반적으로 식생이용법은 유속이 약한 곳에 사용하며, 견고한 재료 이용법은 유속이 빠른 곳에서 사용한다. 특히, 식생이용법을 적용하면 갈대 등이 어류의 서식처 및 피난처를 제공하며, 추이대에 다양한 식물을 유도하는 장점이 있음.



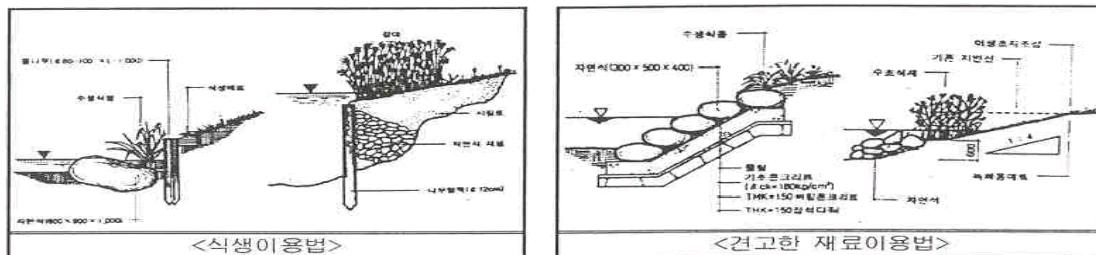
【 인공습지의 호안 조성기법(초본식재 중심) 】



【 인공습지의 호안 조성기법(목본식재 중심) 】



【 인공습지의 호안 조성기법(나무가지법) 】



【 인공습지의 호안 조성기법(식생 및 견고한 재료 활용) 】

6. 식생도입기법

- 1) 호안은 변화가 큰 자유곡선이 보기에도 좋고, 야생동물의 서식환경의 제공에도 유리하며, 수변부가 급격한 경사를 이루고 있을 때에는 수중에 토양기반을 조성하고 수생식물을 식재.
- 2) 토양의 깊이는 적어도 50~60cm, 가능하다면 1m의 두께로 조성해 주어야 한다. 수변토양 중에서 수변식물이 생육하기 좋은 곳은 입자가 가는 토양으로 적당한 깊이가 확보된 곳.
- 3) 토질은 군집의 형성과 성장을 좌우하게 되는데, 일반적으로 굵은 모래(직경 0.25~0.5mm) 이상의 거친 입지에서는 수생식물의 성장을 빈약하거나, 또는 군집이 형성되지 않을 가능성이 높다. 수심에 따라 생육가능한 식물의 종류가 달라지므로 식물종을 도입할 경우에는 수심을 고려.
- 4) 물고기를 키우거나 수생식물을 식재할 때 지나치게 그늘진 공간을 조성하면 생물의 서식에 악영향을 미치며, 수생식물의 지나친 확장으로 인해서 수면이 좁아지게 되면, 곤충의 서식 및 어류의 서식에 좋지 않은 영향을 줄 수 있으므로, 습지 조성 시 수생식물 확장을 방지하기 위해 포트 식재나 통나무 처리 등을 통하여 수생식물이 수면적의 1/3 이상을 차지하지 않도록 조치.
- 5) 갈대, 애기부들, 줄 등은 번식력이 강할 뿐만 아니라 키가 높이 자라므로 수면적이 작은 연못(약 50m²이하)일 경우에는 지나치게 번성하거나 경관적으로 어울리지 않을 우려가 있음.
- 6) 식물섬(floating island)은 수질정화에 도움을 줄 수 있으며, 야생조류의 서식처 등으로 활용.

분류	적정 수심	비고
관목 및 교목	0cm 이하	수고 2m내외
정수식물	0cm ~ 약 30cm	
부엽식물	약 30cm ~ 60cm	
침수식물	약 45cm ~ 190cm	
수생식물이 없는 경우	약 200cm이상	식물생육에 부적합한 깊이

7. 기대효과

- 1) 훼손된 서식처의 복원 및 생물 다양성 증진
- 2) 우수저류 기능 및 환경교육의 장 제공
- 3) 지하수함양을 통한 생물적 환경 및 도시경관 개선

【참고문헌】『생태개념을 도입한 호수 및 연못 조성 기법』 친수공간 설계편람(2003.12)

VI-10

수목생장을 고려한 공원 및 녹지내 식재 토심확보

개요

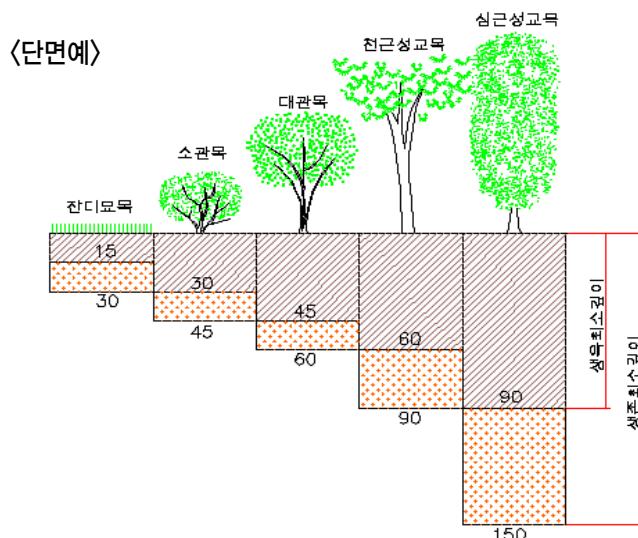
공원 및 녹지 등에 식재를 위한 토양의 깊이 기준을 수립함으로써 보다 안정적인 수목의 생존·생육 조건을 확보 목적

주요내용

1. 현황 및 문제점

- 1) 설계 및 시공에 있어 조경수의 적정 토심기준이 모호하여 충분한 식재지반 조성없어 식재가 곤란한 상황 발생
- 2) 부지조성 등 선행공사에서 식재지반에 책임시공 결여 등

2. 일반적 식물생육지반 기준



【수목식재상 필요로 하는 최소토양층 깊이】

- 식재를 위해 필요한 토양의 깊이는 다음의 생육최소토심 이상 유지

종 류	생존최소심도(cm)	생육최소심도(cm)
잔 디, 초 본	15	30
소 관 목	30	45
대 관 목	45	60
천 근 성 교 목	60	90
심 근 성 교 목	90	150

【식물생육에 필요한 토양의 최소심도】

3. 토지공사 식재지반 조성 기준

- 1) 식재지반 토양 : 자갈, 파쇄암의 혼입이 없는 사질토양(포토보존사용원칙)
- 2) 공원내 식재구역(시설물구역 제외) : 최소 깊이 1.0m
- 3) 녹지 :
 - 교목 다량식재구역 : 최소 깊이 1.0m
 - 기타 : 최소 깊이 0.3m

4. 기대효과

- 1) 식재설계 · 시공 과정에서 최소 식재토심 반영을 통한 식재공사의 원활한 진행 및 수목하자 발생 최소화
- 2) 식재토심의 확보를 위한 기준마련으로 부지조성시부터 식재지반 조성가능

【참고문헌】『생수목생장을 고려한 공원 및 녹지내 식재 토심확보』 지원(조)1911-729(1991.1.29)

VI-11

근린공원내 저류지 조경계획 및 설계방안

개요

- 재해저감 측면과 효율적 토지이용 측면이 서로 상충관계에 있는 저류지를 다목적으로 이용할 수 있는 방안을 강구할 필요성
- 저류지의 공원화 사업은 유·휴공간에 평상시 주민을 위한 공원녹지공간의 휴게 및 운동 기능을 담는 공원형태로 조성
- 그러나 저류지는 집중호우에 대비하는 특성상 침수되는 공간으로 보통의 공원계획과 다른 접근을 필요로 함
- 침수라는 저류지의 특성에 비추어 공원화시 예상되는 문제점인 수목의 고사, 토사퇴적 등에 대한 해결 방안을 제시

주요내용

1. 개요

- 1) 저류지는 단지개발로 인해 증가하는 우수를 일시적으로 저류하여 홍수를 조절
- 2) 자연유역으로 형성되어 있던 지역에 대규모로 주택단지나 산업단지가 조성되었을 경우에는 수문학적 유출기구의 변화 즉, 불투수 면적의 증가, 배수체계의 변화 등으로 개발 이전에 비해 유출양상이 상당히 변화하게 됨.
- 3) 자연유역이 도시화 유역으로 변화하면 첨두홍수량의 증가, 홍수도달시간의 단축, 총유출량의 증가를 초래하여 하류부에 홍수를 가중시키는 결과를 저감시키기 위해 설치

2. 저류지 형식

2-1 On-line형

- 1) On-line형은 유역으로 부터의 유출수를 전량 저류지에 유입시킨 후 오리피스 등에 의해 허용방류량 이하로 유하 가능토록 조절하는 형태로 저류지 위치, 지형, 규모, 방류구 형식 등에 따라 홍수조절효과가 결정되는 방식

2-2 Off-line형

- Off-line형은 유역으로부터의 흥수파형의 첨두부분을 월류제에 의해 분류, 저류지로 유입시켜 흥수량의 크기를 감소시키는 방식이다. 다시 말하면 저평지의 중소규모 하천에 접하여 개발이 이루어지는 경우에 사용되는 월류제 형식의 저류지를 말하며, 사업지구의 개발로 증가된 흥수량이 하류하천의 통수능 이하의 경우에는 그대로 유하하고 하류하천의 통수능을 초과한 부분은 횡월류제를 통하여 저류지로 분류되었다가 하류하천의 흥수위가 저하되면 저류지에 저류된 우수가 다시 유하하여 하류하천의 범람을 방지하는 방식

2-3 도시공원내 저류시설의 설치, 운영지침(건설교통부 관리 58421-2141, 2000. 10. 31) 중요사항

- 저류시설을 도시계획법 제 24조 및 도시계획시설 기준에 관한 규칙 제 3조 규정에 의하여 저류시설로 중복결정하고, 도시공원법 제 4조에 의한 공원조성계획에 반영
- 도시공원내에 설치하는 저류시설의 면적비율은 해당 도시공원 면적의 50%이하로 계획
- 저류시설부지안에 설치하여야 하는 녹지(공원시설중 조경시설과 상시저류면적 포함)의 면적은 당해 저류시설부지에 대하여 상시저류시설은 60%, 일시저류시설은 40%이상 계획
- 저류시설부지안에 설치하여야 하는 녹지(공원시설중 조경시설과 상시저류면적 포함)의 면적은 당해 저류시설부지에 대하여 상시저류시설은 60%, 일시저류시설은 40%이상 계획
- 식재지 및 운동공간은 빗물을 배수한 후 침전물을 세척 등을 고려하여 배치하고 침전물 등을 제거할 수 있는 구조로 함
- (수변공간) 상시저류시설에 대하여 자연생태계복원에 의한 자연학습장 및 주변 환경과 조화되는 수변공간으로 창출하고자 할 경우 다음 각호의 사항을 고려하여 설계.
 - 수변 고유의 생태적 기반을 조성하여 생태적으로 건강하며, 자연성과 쾌적성을 살린 다양한 환경을 조성.
 - 수변부의 경사·바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하여 저류기능 유지와 함께 동식물 군집을 풍부하게 유지.
- (호안설계) 호안은 이용자의 안전을 고려하고 생물의 이동·서식이 원활하도록 완경사로 하고, 자연석·목재·토사를 이용한 자연형 호안으로 조성. 식생복원·침식방지 등을 고려하여 식생호안·돌망태·자연석·식생마대 등 자연적 재료를 활용하여 식생도입을 위한 기반을 제공.
- 수질 및 수량관리
 - 수질관리는 수생식물에 의한 수질정화를 원칙으로 하고, 지역특성에 따라 적합한 수질 정화방법을 도입하여야 하며, 유입부에는 계단식 폭포 및 보의 설치, 중앙부에는 부도의 설치 등을 통하여 수질오염을 방지.
 - 평상시 유지수량의 확보를 위하여 인근 하천수의 이용·지하수 개발 등을 검토.
 - 수심결정시에는 동절기의 결빙과 하절기의 고온으로 인한 서식생물의 영향을 고려.

9) (식생) 침수와 건조시 견딜 수 있는 식생으로써 수생식물·습지식물·건생식물군으로 조성하고 초본류·관목류·교목류를 적절히 혼합하여 야생동물의 서식환경을 다양하게 제공.

3. 문제점

1) 침수로 인한 수목고사, 전도 등 우려

- 저류지의 대부분을 흥수빈도 50년 이상으로 설계하나 지구 온난화로 인해 기상이변이 속출하고 이에 따른 저류지내 수목에 영향이 클 것으로 예상되므로 수목의 고사, 전도 등에 대한 전반적 검토가 요구됨
- 도시공원내 저류시설의 설치 및 운영지침에서 제시하는 일반적인 사항을 구체화하여 우리공사 사업지구내 저류지 공원화시 도입수종을 구체화.

2) 침수후 이용을 위한 청소시설 설치 기준 미비

- 저류지내 인입관경, 설치방법 등 제시

4. 검토 및 제시(안)

4-1 월류에 의한 수목의 전도

1) 수목의 전도

- 나무가 쓰러지는 것은 외력(전도모멘트)과 수목의 내력(전도한계 모멘트)을 비교하여 판단.

2) 나무의 전도한계 모멘트

- 나무의 전도한계 모멘트는 다음 식을 이용하여 계산.

$$MC = \alpha D^2.0 \text{여기서 } MC : \text{전도한계 모멘트} (\text{kg}\cdot\text{m})$$

D : 지반에서 1.2m(흉고직경cm)

α : 상수

- 수목에 대한 전도한계 모멘트 검토는 식재 후 활착되기 전까지가 중요하므로 본 저류지 설계에서는 식재 당시의 규격(흉고직경 12cm, 수고 3.5m)를 기준으로 검토.

$$MC = \alpha D^2 D : \text{흉고직경 } 12\text{cm} \alpha : 2.5 MC : 122 \times 2.5 = 360 (\text{kg}\cdot\text{m})$$

3) 나무에 작용하는 외력 모멘트

- 나무에 작용하는 외력 모멘트는 크게 ① 물의 흐름에 의한 외력 모멘트와 ② 바람에 의한 외력 모멘트가 발생하며 바람에 의한 외력 모멘트는 본 설계 대상지인 저류지 뿐 만이 아니라 공원·가로수 등 모든 수목식재에 대하여 해당되므로 본 검토에서는 제외.

- 물의 흐름에 의한 외력 모멘트는 ① 수관부분에 의한 외력 모멘트와 ② 줄기부분에 의한 외력 모멘트가 발생한다. 수관부분에 의한 외력 모멘트는 본 설계 대상지인 저류지의 경우 유속과 소류력을 발생하는 물의 흐름이 지속적으로 발생하는 것이 아니라 저류지의 수위가 올라 갈수록 유속은 반비례하며 유입관로($\phi 1,200$)의 말구 최대유속 2.5m/sec를 100%로 가정하였을 때 저류지 바닥에서 H0.6m 높이까지 물이 담수되었을 경우 단순비례 하더라도 최대유속의 50%인 1.25m/sec, 저류지 바닥에서 H1.2m 높이까지 담수되었을 경우 0.6m/sec로 가정할 수 있다. 따라서 물의 흐름에 대한 외력 모멘트에서 수관부분에 대한 외력 모멘트는 본 검토에서 제외하며 ② 줄기부분에 대한 외력 모멘트를 검토 분석 한다. 나무에 작용하는 외력 모멘트 ① 물의 흐름에 의한 외력 모멘트 수관부분에 의한 외력 모멘트(본 검토에서 제외) 줄기부분에 의한 외력 모멘트 ② 바람에 의한 외력 모멘트(본 검토에서 제외)
- 줄기 부분에 대한 외력 모멘트는 $M_u : 1/4 \times P_1 \times cd \times D \times h_1^2 \times U_1^2$
 $M_u : \text{줄기부분에 의한 외력 모멘트 } P_1 : \text{물의 밀도 } (102 \text{ kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4)$
 $cd : \text{나무의 항력계수}(1.2) \quad D : \text{나무의 흉고직경}(12\text{cm 기준})$
 $h_1 : \text{지하고}(2.0\text{m 기준}) \quad U_1 : \text{평균유속}(\text{m/sec})$
 $M_u : 1/4 \times 102 \times 1.2 \times 0.12 \times 22 \times 2.5^2 = 91.8(\text{kg} \cdot \text{m})$

4) 전도판정

- 저류지의 식재에 대한 안정성을 검토하기 위하여 식재초기 최대 만수시를 가정하고 식재초기 흉고직경 12cm, 수고 3.5m인 수목을 기준으로 전도검토를 해본 결과 저류지로의 외력 모멘트 보다 수목의 전도한계 모멘트가 훨씬 커 전도에 대한 안정성이 확보된 것으로 판단.
- 위에서 검토한 H3.5m 이상의 교목 외에 H3.5m 이하인 수목과 관목들 또한 식재 초기에 침수에 대한 영향을 받을 수 있으므로, 설계기준에 의거하여 H3.5m 이하의 수목에도 지주목 설치를 시행하여 외력 모멘트에 의한 수목의 전도 외 부력에 의한 수목의 전도 또한 예방하는 것이 안전할 것으로 판단됨.

검토수종기준조건		흐름에 의한 외력 모멘트(kg·m)		바람에 의한 외력 모멘트 (kg·m)	전도한계 모멘트 (kg·m)	전도 판정
수고(m)	흉고직경(m)	줄기부분에 대한 외력모멘트	수관부분에 대한 외력모멘트			
3.5	0.12	91.8	미적용	미적용	360	ok

4-2 침수시간별 수목의 생육상태 검토

1) 저류지 식물생육 환경의 특성

- 저류지는 유역으로부터 유출수를 저류지로 유입시켜 하천의 홍수를 조절하는 방식으로 빗물을 일시적으로 모아두었다가 방류하는 시설.
- 저류지는 시설의 특성상 평상시에는 건조하고 일정량 이상의 강우시 침수되는 특성을 지님.
- 저류지의 생태계는 침수와 건조가 교대로 나타는 환경적 특성이 예상됨.
- 저류지의 환경과 하천의 홍수터의 차이점은 하천의 경우보다 유속에 의한 식물의 스트레스가 적을 것으로 예상됨.

2) 저류지와 유사한 환경조건지역인 홍수터의 생육환경

- 일반적으로 자연상태에서 침수와 건조기가 나타나는 지역은 하천의 홍수터로 저류지의 환경과 유사.
- 홍수터는 시시때때로 홍수에 범람되는 변동성이 매우 큰 지역임.
- 홍수터는 빈번한 수위변동 및 유로변경에 의해 수생영역과 육상영역이 공존하는 지역임.
- 하상계수가 큰 우리나라 하천의 홍수터는 육상영역이 수생영역보다 넓음.
- 생태계는 지하수위 및 침수빈도의 영향에 따라 습초지에서 건성초지에 이르는 초지대를 형성.

3) 침수가 일어나는 지역의 식물상

● 여의도 샛강 생태공원 식물상

- 고수호안 제방 식물상 교목 ; 가죽나무, 네군도단풍, 양버즘나무, 벚나무류
- 고수부지 식물상-
 - 교목 : 버드나무, 능수버들
 - 관목 : 꼬리조팝, 조팝나무, 갯버들
 - 초화류 : 텔부처꽃, 금불초, 범부채, 벌개미취, 패랭이, 섬기린초, 옥잠화, 비비추, 쑥부쟁이, 꽃향유, 충꽃, 감국, 구절초, 꽃창포, 붓꽃, 원추리 등

● 전주천 자연형하천 식물상

- 고수부지 식물상 \Rightarrow 자생수종으로 내습성, 내공해성, 수고 등 특성을 고려하여 선정
 - 교목 ; 왕버들, 팽나무, 느릅나무, 자귀나무
 - 관목 : 조팝나무, 개나리, 갯버들, 백철쭉, 영산홍, 진달래, 자산홍
 - 초화류 : 영춘화, 수화초 복수초, 히어리, 바위취, 붓꽃

● 구의 유수지 수변공원 식물상

- 저습지 식물상 \Rightarrow 하천 하류역의 식생구조를 분석 · 종합하여 식생유형조성 하천변 저습지에 나타나는 주요 식생분포역별로 식재
 - 관목 : 꼬리조팝, 키버들, 갯버들

초화류 : 갈대, 봇꽃, 텔부처꽃, 금불초, 줄풀, 삿갓사초, 매자기, 부들

◎ 한강고수부지 식물상(양화지구)

교목 : 느티나무, 회화나무, 능수버들

관목 : 갯버들, 철쭉류, 명자나무 등

초화류 : 옥잠화, 봇꽃류, 코스모스, 해바라기 등

4) 우리나라 하천구역 서식 식물종의 특성

자생 수종	성상	내습성	호습성	식재권장수종		하천내 적정위치
				우선수종	보조수종	
자생 수종	교목	강함	강함	버드나무, 왕버들, 능수버들, 개수양버들		고수부지, 측단
		보통	보통	느릅나무, 팽나무	신나무, 귀룽나무, 모감주나무, 피나무	고수부지, 측단
		약함	약함	느티나무, 벚나무	자귀나무, 밤나무 상수리나무, 참오동나무	측단
	관목	강함	매우 강함	갯버들, 눈갯버들		저수로 비탈, 고수부지
		보통	보통		조팝나무, 붉나무, 송악개나리, 찔레	뒷턱, 측단
		약함	약함		싸리, 칡	뒷턱, 측단
도입 수종	교목	강함	강함		메타세콰이어, 낙우송	고수부지, 측단
		보통	보통	이태리포플러, 용버들 은사시나무, 양버들, 편백		고수부지, 측단
	관목	약함	약함	은행나무, 양버즘나무, 아까시나무, 가죽나무	개잎갈나무	측단
		보통	보통		족재비싸리, 앵도, 복사, 무궁화, 뽕나무	뒷턱, 측단

5) 도입 수종 선정(안)

성상	내습성	호습성		식재권장수종	
				우선수종	보조수종
교목	강함	강함	심근성	왕버들, 물푸레나무	메타세쿼이아, 회화나무, 때죽나무
			중근성		전나무, 귀룽나무, 청단풍
			천근성	버드나무, 능수버들	낙우송
	보통	보통	심근성	느릅나무, 양버즘	느티나무, 신나무, 피나무, 모감주나무, 이팝나무, 감나무
			중근성	팽나무	뽕나무
			천근성	이태리포플러, 은사시나무	오리나무, 붉나무
관목	강함	강함	-	갯버들, 눈갯버들, 키버들	수수꽃다리, 영산홍, 진달래, 자산홍
	보통	보통	-	꼬리조팝	조팝나무, 개나리, 꿀레, 앵도, 줄사철, 명자나무,
초화류	강함	강함	-	털부처꽃, 금불초, 왕원추리, 물억새	벌개미취, 범부채, 옥잠화, 총꽃
	보통	보통	-	쑥부쟁이, 패랭이, 꽃창포, 부채꽃, 노랑꽃창포, 노루오줌, 붓꽃	구절초, 꽃향유, 비비추, 섬기린초, 영춘화, 수호초

4-3 청소용 시설설치 검토

1) 상수관의 인입

- 저류지 주변의 가로망에 단지 기반시설로 각 블록으로의 상수관 인입을 위한 상수관로가 설치되어 있으며 저류지내의 음수전과 침수후 청소를 위한 청소용수 또한 상수관로에서 저류지내로 인입하여 사용.
- 단지 기반시설 분야에서 저류지까지 상수관로 ϕ 50m/m 관로를 매설.

2) 청소용수의 압력

- 단지 기반시설 계획시 상수관로의 관경은 블록에 따라 다소 차이가 있으나 대부분 ϕ 25m/m ~ ϕ 200m/m까지 구성되어 있으며 본 저류지로는 ϕ 50m/m 분기관을 연결. 상수도의 압력은 단지내 상수도 공급을 위하여 부지내 단지 전역에 최소 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ~ $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지 설계되어 있음 (참조 : 상수관압력 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ = 수직분출높이 10m) 따라서 저류지내의 청소를 위한 압력에는 지장이 없음

3) 청소용 수전의 관경 결정

- 침수 후 청소시 소방용 호스 등을 사용하게 되므로 소방호스의 규격 $\phi 40\text{m}/\text{m}$ 와 $\phi 65\text{m}/\text{m}$ 중 인력 사용 등을 고려하여 사용 및 유지 관리가 용이한 $\phi 40\text{m}/\text{m}$ 로 결정.

4) 청소용 수전의 수량결정

- 청소용수의 사용은 저류지 침수후 유지관리를 위한 청소시 사용되며 사용 방법은 청소용 호스를 수전에 체결하여 인력으로 사용하는 수동방식으로 관리자가 원활히 호수를 이동해 가며 사용할 수 있는 길이로 반경을 결정하고 반경거리에 따라 수전의 수량을 결정.(호스 길이 $L=30\text{m}$ 기준)

5. 기대효과

- 재해저감 측면과 효율적 토지이용 측면이 서로 상충관계에 있는 저류지를 다목적으로 이용할 수 있는 방안을 강구함으로써 방치될 수 있는 넓은 공간을 주민을 위한 공원 녹지 공간으로 사용하여 신규 공원조성에 발생하는 비용절감 효과
- 유휴공간에 주민을 위한 휴게 및 운동공간을 제공
- 청소용 시설 설치로 공원내 저류지의 유지관리방안을 개선함.

【참고문헌】『근린공원내 저류지 조경계획 및 설계방안』 시설(조)7612-1565(2004.11.30)

VI-12

임해매립지 등 염해지역의 수목생장을 고려한 식재방안

개요

임해매립지의 열악한 수목생육 환경조건에 따른 피해방지를 위한 수목식재방안개선을 수립.

주요내용

1. 임해매립지 식재기반 조성

1-1 전면객토에 의한 식재기반 조성

1) 전면객토의 적용지역

- 준설토를 식재지반용도로 사용하기 어려운 곳에 적용하며, 식재밀도가 높은 곳에서는 준설토 위의 전면적을 객토한다.

2) 식재지반 하부의 준설매립토에 대한 조치

- 준설매립토의 염분이 식재지반층으로 확산되어 식물의 생육에 지장을 주지 않도록 충분히 제염하거나 준설매립토와 객토층 사이에 차단층(석고 사용)을 설치한다.
- 준설매립토와 객토층 사이에 정체수가 발생하지 않도록 심토층 배수설계를 실시한다.
- 염수가 모세관 현상에 의하여 준설매립토를 지나 객토층에 도달하지 않도록 모세관 최대 상승고보다 위쪽의 토양을 식재지반으로 조성한다.

3) 객토

- 0.6~1.0m 깊이의 전면객토를 하고 식재지역을 마운딩하여 생육최소토심을 확보한다.

1-2 부분객토에 의한 식재기반 조성

1) 식재구덩이의 염분차단층 조성

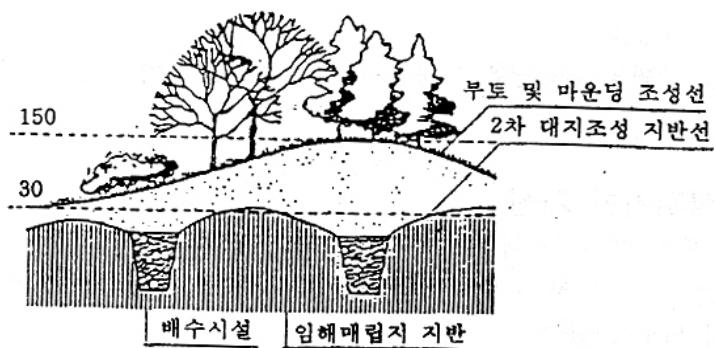
- 염분 차단층 재료는 다공성 유기질 재료로서 지하로부터의 상승 염분을 물리적으로 차단할

뿐만 아니라, 화학적으로 염분을 치환하여 용탈 또는 침전시킬 수 있는 성분을 함유한 토양개량제를 사용하고, 차단층 면적은 식재구덩이의 바닥면적으로 보통의 경우보다 1.2배 크기로 산정하고 그 두께는 20~30cm로 한다.

- 염분차단 자갈층 조성시 지하로부터 상승하는 모세관수를 차단하나 토양수분의 급속한 유출과 심토층의 상승수분을 과도하게 차단시킴으로써 수목의 생육에 필요한 토양수분 및 영양물질이 결핍되어 수목이 건조피해를 입게 되어 생장이 불량하게 되므로 전면포설 형태를 피하도록 한다.

2) 심토층 배수시설

- 식재지로서 지하수위가 뿌리분의 바닥면에서 70cm 이내로 높을 경우 또는 심토층이 점질 토로서 배수가 불량한 경우에는 심토층 배수를 위한 맹암거를 설계에 반영하여야 한다. 다만, 매립층의 토양이 배수가 양호한 준설토나 사질양토일 경우에는 심토층 배수 시설을 설계하지 않는다.
- 심토층 배수시설은 식재구덩이의 바닥면에서 0.7~1.0m 아래 10m 간격으로 하며, 자갈 또는 잡석을 폭60cm×두께30cm로 포설한 맹암거 위에 토양분리포를 두고 집수정이나 빗물받이에 연결한다.
- 심토층의 배수 및 하층부로부터의 염분상승을 막기 위하여 식재지 전면에 자갈배수층을 설치하면 수목생육에 필요한 모관수 상승이 차단되어 토양의 반영구적 건조를 발생시킨다.



【 임해매립지의 식재기반 개선 】

3) 객토

- 수목의 최소생육토심과 염수의 모세관 상승고 등을 감안하여 반영하여야 한다.
- 일반적인 경우 객토 깊이는 갯벌 흙 또는 갯벌과 교반된 흙에서부터 2.5m 깊이까지 반영하며, 염수의 모세관 상승고 위쪽 식재토양이 수목의 성상별 최소생육토심 이상이 되도록 하여야 한다. 필요시 부분적인 복토 또는 마운딩으로 조정할 수 있다.
- 염수의 모세관 상승고는 토양의 최대다짐밀도 95% 이상에서 시험에 의하여 측정하며, 수분상승이 정지된 후 48시간 이상 경과된 지점의 높이로 한다.

4) 토양개량

- ◎ 매립토나 복토의 재료가 산토인 경우에는 대부분 유기물질이 거의 없는 강산성 토양으로 경도가 높으므로 수목의 생육에 적정한 환경을 확보하기 위해서는 토양의 물리적·화학적 개량이 필요하다.
- ◎ 식재지의 표토층 및 근권층에 대한 토양개량 : 군식의 경우 외연부 식재수목의 수간에서 2.0m, 단식의 경우 수간중심에서 2.0m 범위로 하며, 토양개량 깊이는 수목의 근권층인 토심 60cm로 하고, 식재 초기의 발근 및 활착을 촉진하기 위해 흙 1m³당 인산질 비료 10kg을 토양과 혼합하여 시비한다.
- ◎ 식재구덩이 내부 토양개량 : 일반적인 식재구덩이 크기의 1.2배로 하여, 염분을 흡착내지 불용화하여 침전 또는 용탈시키며, 유기물 및 생장촉진물질을 함유한 토양개량제를 사용한다.

【참고문헌】『임해매립지 등 염해지역의 수목생장을 위한 단기적 개선』 기술(조2)1911-1428(1995.12.29)
 『LH 조경 설계지침』 (2017년)

VI-13

친수환경 조성을 위한 실개울 유지용수 활용사례

개요

사회, 경제 등 제반여건의 변화에 따라 쾌적한 주거환경을 요구하는 주택수요에 부응하고 타기관이 조성한 단지와 차별화하기 위하여 지구별 테마를 부여하고 자연에 순응하는 단지계획기법의 일환으로 실개울을 도입한 친환경적 친수공간을 조성하면서, 용인동백지구의 함양지(방죽)를 이용한 실개울 조성, 부천상동지구의 '시민의 강' 조성 등에 연구 성과를 활용하여 원가절감과 효율적인 단지조성에 기여

주요내용

1. 용인동백지구 함양지를 이용한 실개울 조성

1-1 함양지 조성

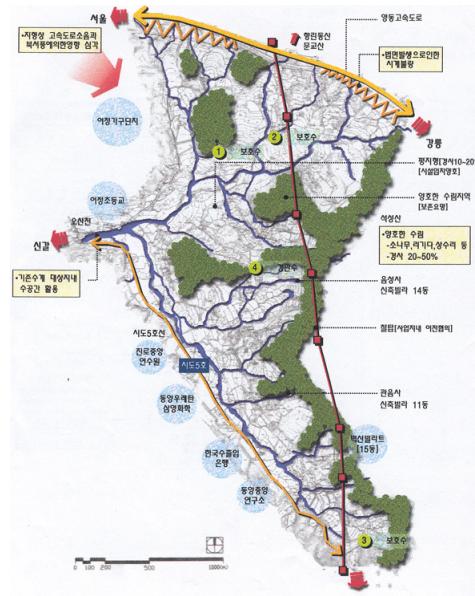
- 함양지는 산지계곡과 단지조성 경계부에 위치하며, 단지외 유입수를 저류하여 실개울에 필요한 용수 공급
- 함양지는 당초에는 제1호 함양지부터 제11호 함양지까지 총 11개소가 계획되었으나 수질 및 부지여건 등을 고려 최종 8개소의 함양지를 설치하는 것으로 계획



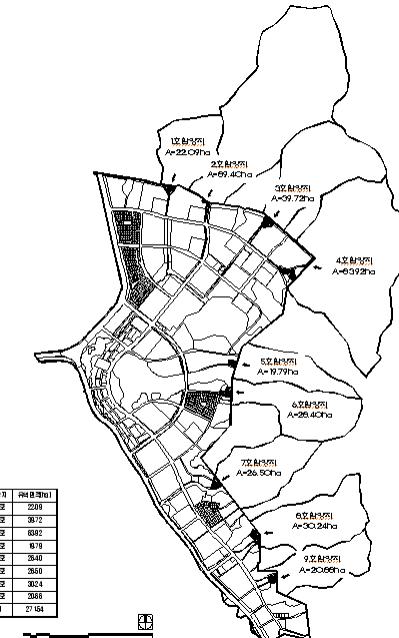
【 함양지 조성 】

1-2 함양지 규모 및 유역

- 함양지의 규모는 계획된 부지내에서 최대한 큰 규모로 계획하였으며, 실개울의 용수공급 목적외에 경관 및 친수성을 고려
- 함양지로 유입되는 집수유역은 가능한 많은 양을 유입시킬 수 있도록 유역면적을 계획



【수계현황】



【함양지 개발 위치】

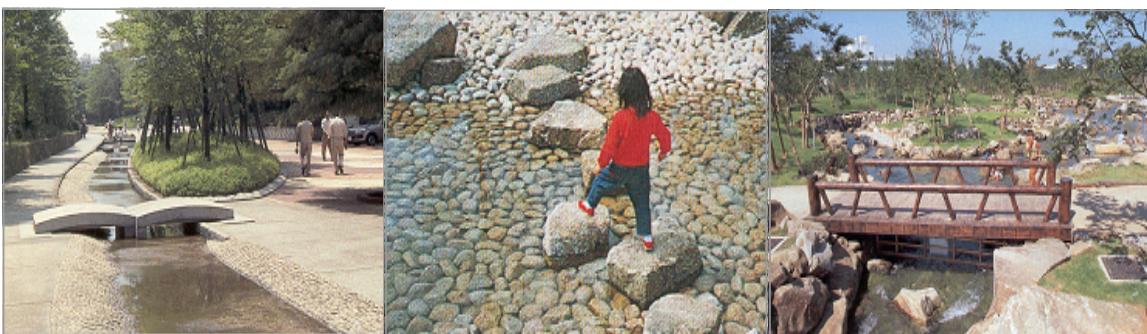
1-3 실개울 조성

- 실개울 주변 시설지 현황(공원, 상업시설, 주택지 등) 및 공급가능유량을 고려 친수공간으로서의 테마 부여
- 북편 및 남편 주수계 내 대표실개울 조성을 통한 상시 0.02CMS 이상의 유량 확보가 가능토록 함
 - 북편 : 호수공원 ↔ 3호 함양지 / 남편 : 호수공원 ↔ 8호 함양지
 - 확보방안 : 호수공원 가압시설 설치, 3호, 8호 함양지로으로 실개울 유지수량 도수
- 자연형 수처리시스템 도입을 통한 지표수질(3급수) 유지
 - 정수식물, 낙차공, 정화연못 도입 및 산화접촉유도
- 기준유속 0.45~0.6m/sec(범위 0.005~0.6m/sec) 및 기준수심 0.05~0.1m 내외 (생태 습지 0.6~1.5m- 안전대책 수립확보)를 통해 이용상의 안정성 부여
- 실개울내 수량 보전을 위해 차수 실시



1-4 공원내 산책로 횡단

- 실개울이 조성되는 공원내 보행로에 대해서는 경관성과 이용성 등을 고려 소규모 보행 교량(목교, 석교 등) 및 징검다리 등의 설치를 통해 실개울 상부를 통과하여 보행토록 조치.
- 단 관리용 차량의 통행이 예상되는 지역은 지하암거를 통한 실개울횡단수로의 설치를 계획



1-5 호수공원 조성

- 함양지, 실개울을 거친 물은 호수에 집수되어 주민이 즐겨찾을 수 있는 휴양공간으로 조성

2. 부천상동지구 ‘시민의 강’ 조성

2-1 기본 계획

- 1) 부천상동지구의 도심지내에 물의 도입으로 환경친화적인 친수공간 조성
- 2) 문화사업의 메카를 꿈꾸는 복사골 부천의 이미지 구현
- 3) 나무, 꽃, 물, 빛의 아름다운 환경도시 건설

2-2 추진일정

- 1) 1999. 6. 15 : 부천상동지구내 “시민의 강” 조성 제안
- 2) 1999. 10-12월 : 시민의 강 추진팀 건설기본구상안 작성
- 3) 2001. 9. 10 : “시민의 강” 기본 및 실시설계용역 착수
- 4) 2002. 3. ~ 2003. : 공사완료

2-3 토지이용 및 시설현황

- 1) 균린공원 대상지 우측편으로 서울외곽순환고속도로 진입램프가 위치하고 있어 시각적으로 불량경관 요소로 작용
- 2) 사업대상지 중심으로 남동쪽방향으로 원미산과 춘덕산이, 북동쪽 방향으로 성주산이 위치

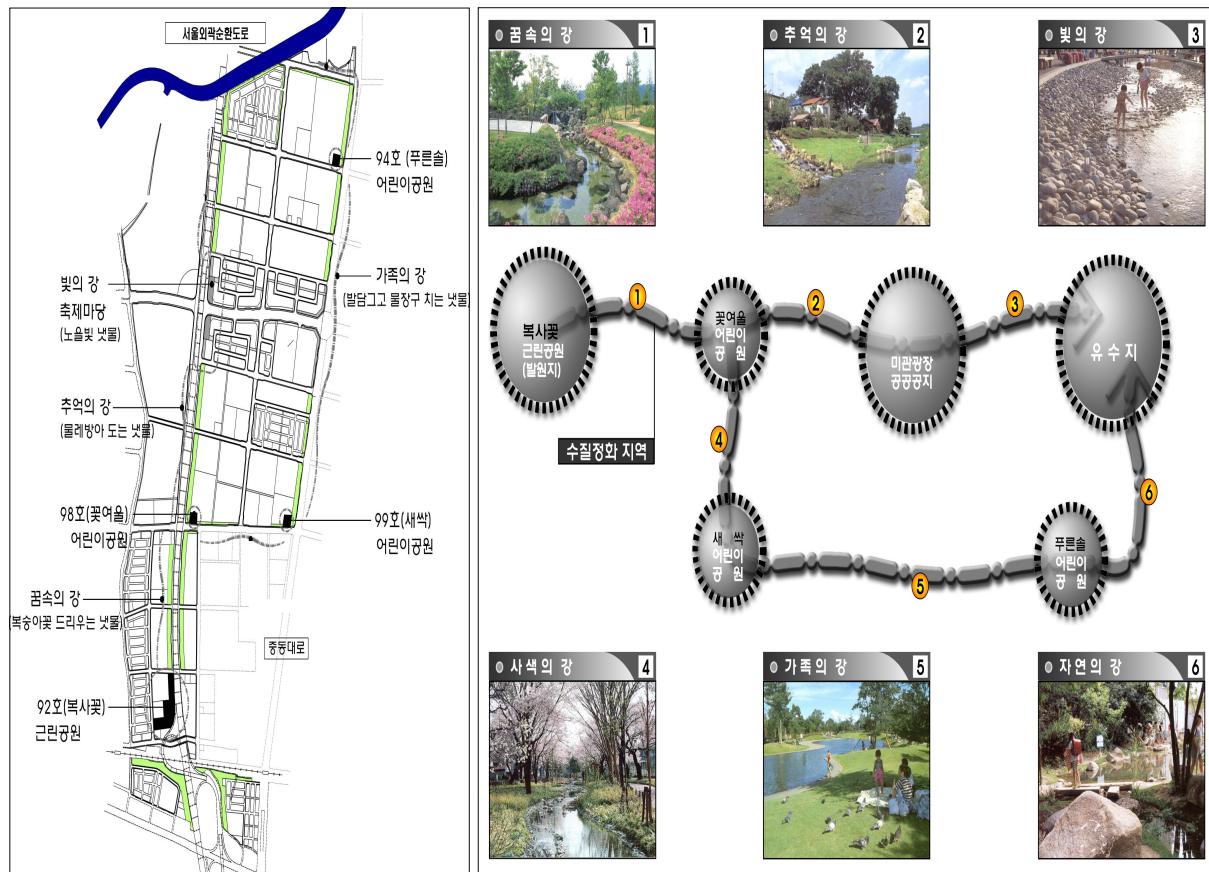


2-4 시민의 강 조성을 위한 하천유지 용수 공급

- 1) 부천시 시행 굴포천 하수종말처리장 용수 이용, 부천 상동지구 5.5km 구간에 인공하천 조성
- 2) 1일 공급예상 수량 : 20,000 TON/일
- 3) 굴포천 하수종말처리장 → 92호 균린공원 → 중동대로변 완충녹지, 외곽 순환도로 완충녹지
따라 합류 후 굴포천에 방류

2-5 조경기본계획 및 테마 수립

◎ 시민의강 조성계획



2-6 누수방지대책

- 부천 상동지구내에 개설되는 인공수로의 수원은 굴포하수종말 처리장의 방류수를 재활용하므로
누수방지 대책 수립

구 분	장 점	단 점
(S/B공법)	<ul style="list-style-type: none"> 차수효과 높다 지반침하등 지층변화에 적응력 뛰어남 자연친화적인 재료 사용 수명이 영구적이며 공기가 짧아 경제적 유지관리가 용이함 물고기 생존가능 주변토양이나 수질오염을 지속적으로 차단 공사비가 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 벤토나이트용해로 인한 약간의 혼탁이 올 수 있다. 함수비 관리가 어렵다.
누수 방지 표준 단면	<p>3~5M</p> <p>H.W.L.</p> <p>0.3M</p> <p>0.2M</p> <p>피복토층 (현장 유용점토) T=300mm이상, 원지반다짐 90%이상</p> <p>혼합토층 (현장토+벤토나이트) T=150~300mm포설(8:2비율), 원지반다짐 90%이상</p>	
누수율 검토	<p>일일공급량을 $20,000\text{m}^3/\text{일}$로 볼 때 $20,000\text{m}^3 \times 0.05\% = 10\text{m}^3/\text{일}$</p>	

【참고문헌】『친수환경 조성을 위한 실개울 유지용수 활용방안』 기술(조2)1911-1428(1995.12.29)

VI-14

가로수 생육환경 개선을 위한 식수대 최소폭 설정

개요

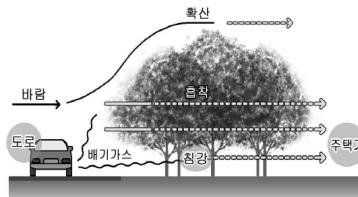
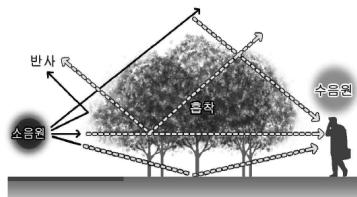
- (내·외부기준 상이) 식수대 최소폭과 관련한 LH기준과 외부기준이 상이하고, LH기준도 토목과 조경의 설계기준이 상이하여 혼란 발생
- (수목하자 발생) 식수대폭 부족에 따른 수목 뿌리분 절단 등으로 수목하자가 지속 발생
- (설계변경 발생) 관련기준 준수 및 수목하자 예방을 위해 식수대폭을 넓히는 설계변경 발생

주요내용

1. 현황

1) 식수대 (가로수를 심기위해 확보한 도로변 띠녹지)

기능	효과
양호한 도로환경의 정비	<ul style="list-style-type: none"> 교통의 안전성, 쾌적성 향상 보행자나 자전거의 횡단 억제 시선유도를 통한 운전자의 과오 및 이탈방지
도로 주변에 대한 양호한 생활환경 보전	<ul style="list-style-type: none"> 배기ガ스, 매연등을 흡착하여 대기정화 복사열 완화 및 가로수의 수분증발로 온도상승억제 차량의 소음을 흡착, 반사하여 소음 절감

※ 기존의 보호덮개에 의한 식재보다 식수대가 경관 및 환경 개선등의 효과가 커 최근에는 모든 사업 지구에 반영중

2) 관련기준

◎ LH기준

- 설계지침상의 식수대 표준폭원이 조경과 토목부문이 상이하고, 식수대 구간내 경계석 포함 여부 불명확

- 표준폭원 : 조경 1.5m이상, 토목 1.0m이상

◎ 외부기준

구 분	내 용
도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙(국토교통부령)	식수대 폭은 1.5m를 표준으로 하나 최소 1.0m까지 가능 (경계석 제외)
보도설치 및 관리지침 (국토교통부)	식수대를 이용해 보도를 차도와 분리하는 경우의 횡단구성상 식수대 최소 폭원 1.5m
가로수 조성 및 관리규정 (산림청고시)	식수대의 크기는 좁은 폭을 1.5m이상으로 하되 도로여건과 가로수 수종에 따라 조정(경계석제외)

3) 설계현황

- ◎ (토목부문) 토목설계지침에 의거 폭원 1m이상으로 계획되었으나 경계석 포함여부가 상이하여
내폭(경계석제외)에서 차이 발생

▣ 지구별 식수대 설계현황

사업지구명	식수대 폭원	경계석 포함여부		내폭 (경계석 제외)	보도 유효폭	자전거 도로
		보차도경계 (20cm)	재료경계 (12cm)			
고양삼송	1.5m	포함	절반포함	1.24m	2.25~3.5m	1.25~1.5m
인천청라 2공구	1.0m	미포함	미포함	1.00m	2.6m	1.2m
평택소사별 3공구	1.0m	포함	포함	0.68m	2.5~3.0m	1.5m
창원자은3	1.0m	미포함	포함	1.00m	2.0~3.0m	2.0m
위례 1공구	1.0m/1.5m	포함	절반포함	0.74m/1.24m	2.5~3.5m	1.5m
의정부민락	1.0m	포함	미포함	0.80m	2.3~3.4m	1.1~1.5m

* 자료 : 최근 3년 이내 발주된 조경공사 설계도면 중 식수대 상세단면도 참조

- ◎ (조경부문) 지자체 조례 및 조경설계지침에 의거 식수대내 교목규격 결정 (근원직경
12~15cm)

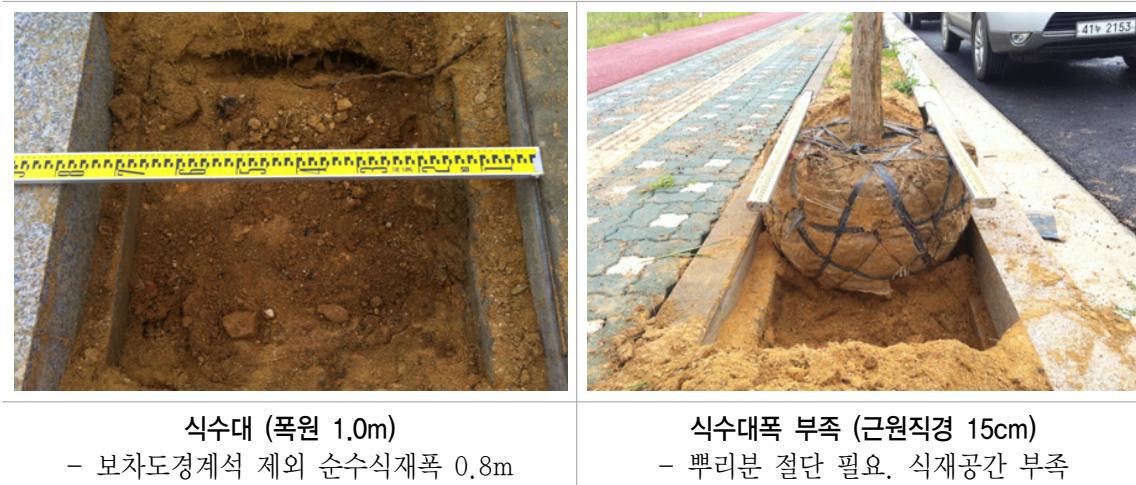
구 분	내 용
지자체 조례 (11개 지자체 조사)	지자체별로 다소 상이하나, 중로 또는 보도폭 4m이상일 경우 근원직경 12cm이상, 광로,대로 또는 보도폭 7m이상일 경우 근원직경 15cm이상
조경 설계지침	대로 : 근원직경 15cm, 중로 : 근원직경 12cm

4) 공사현황

- ◎ (공사현황) 설계된 교목을 심기 위한 식수대폭이 협소하여 폭원확보를 위한 설계변경 실시

사업지구명	설계변경 사항			보도	자전거 도로	수목규격
	주요내용	당초	변경			
화성남양 뉴타운	폭원 추가확보	폭원 1.0m (내폭 0.7m)	폭원 1.5m (내폭 1.2m)	3.5m→3.0m 3.0m→2.5m 6.0m→5.5m	1.5m	근원12,15cm
화성동탄2	경계석 위치 조정	폭원 1.0m (내폭 0.68m)	폭원 1.0m (내폭 0.80m)	(중로)2.0m	3.0m	근원12,15cm
청주율량2	폭원 추가확보	폭원 1.0m (내폭 0.65m)	폭원 1.2m (내폭 0.85m)	2.5m→2.3m 3.0m→2.8m 3.5m→3.3m 5.0m→4.8m	1.5m	근원12,15cm
광주전남혁신	폭원 추가확보 경계석 위치 조정	폭원 1.0m (내폭 0.68m)	폭원 1.2m (내폭 1.0m)	3.0m→2.8m	1.5m	근원12,15cm
영종하늘도시 2공구	폭원 추가확보	폭원 0.7m (내폭 0.5m)	폭원 0.9m (내폭 0.7m)	2.0m	1.5m→ 1.3m	근원12,15cm

〈식수대 관련 설계변경사항〉



【식수대 설치 미흡사례】

2. 문제점

- 1) (내·외부기준 상이) 식수대 최소폭과 관련한 LH기준과 외부기준이 상이하고, LH기준도 토목과 조경의 설계기준이 상이하여 혼란 발생
- 2) (수목하자 발생) 식수대폭 부족에 따른 수목 뿌리분 절단 등으로 수목하자가 지속 발생
- 3) (설계변경 발생) 관련기준 준수 및 수목하자 예방을 위해 식수대폭을 넓히는 설계변경 발생

3. 실행방안

1) 외부기준 적용여부

구 분	최소폭	설계지침 반영여부
도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙	1.0m	도로의 구조에 식수대가 포함되므로 반영
보도설치 및 관리지침	1.5m	보도시설에 식수대가 미포함되므로 미반영
가로수 조성 및 관리규정	1.5m이나 조정가능	2014년에 신규제정된 규정으로 반영

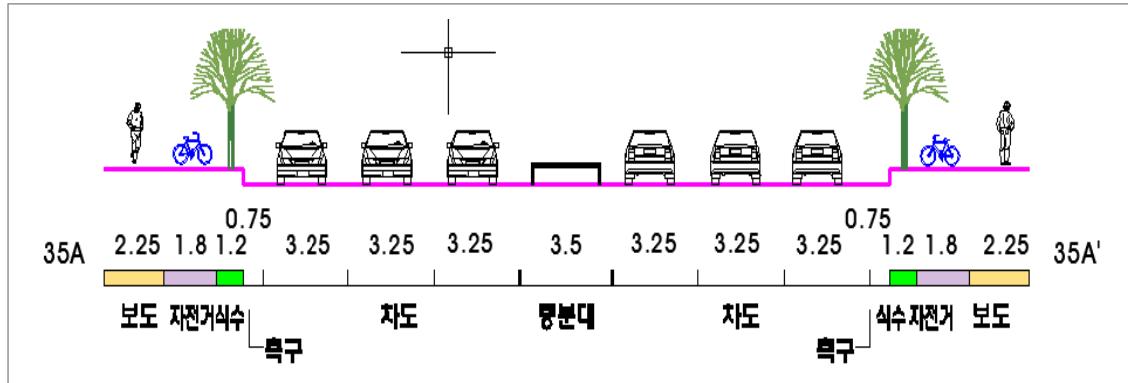
2) 식수대 최소폭

- 관련기준 및 수목생육을 위해 식수대 폭원은 1m이상 확보하되, 도로여건상 불가피한 경우 가로수관리청(지자체)과 협의하여 0.8m이상 확보(경계석 제외)

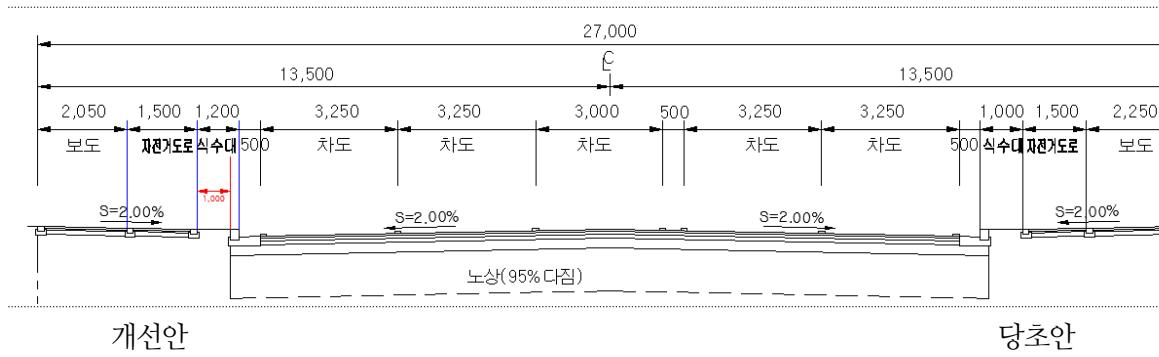
구 분	근원직경	뿌리분 직경 (뿌리목 지름4배이상)	식재구덩이 (뿌리분1.5배)	경계석기초 (좌,우10cm)감안 최소폭
교목	12cm	48cm	72cm	82cm
	15cm	60cm	90cm	100cm

3) 세부적용방안

- (영향평가) 교통영향평가보고서 작성시 차도경계석(20cm)을 감안하여 식수대폭 1.2m 확보



- (토목설계) 분리형 자전거보행자겸용도로 계획시 경계석은 자전거도로에 포함도록 개선된 기준 적용 『자전거도로 포장설계 기준 개선(안)』 단지기술처-211(2015.01.29)



- ◉ (조경설계) 토목설계의 식수대 현황 검토 후 식재계획 수립

4. 기대효과

- 1) (원가절감) 식수대 내폭을 1m확보할 경우 녹지 증가에 따른 보도 및 자전거도로의 포장 면적 감소로 공사비 절감

사업명 : 과천지식정보타운	사업면적 : 1,353,900m ² (약41만평)
도로연장 : 8,316m(식수대구간)	절감액 : 약 61백만원

- 2) (품질향상) 가로수 생육환경 개선을 통한 품질향상으로 지자체·입주민 만족도 및 공사 이미지 제고

【참고문헌】『식수대 설치기준 개선방안』 단지기술처-3791(2015.12.3)

VI-15

통행장애 방지를 위한 중로급 도로의 가로수 식재

개요

조성사업구간내 가로수 식재와 관련하여 일부 중로급 도로중 보도폭이 3.0M 미만인 도로에 가로수가 식배되어 통행에 장애를 초래하는 등의 사례가 있어 개선방안을 수립.

주요내용

1. 문제점 및 개선 필요성

- 보도에 가로수를 식재할 경우 보도 최소폭에 추가로 1.5M(편측)를 더한 값으로 보도폭원을 결정하여야 하나, 보도폭 추가 확보없이 중로3류 도로의 편측보도(폭1.5M)에 가로수가 식재될 경우 보행인 및 유모차 통행장애, 건축물과의 상충 등 장애요인 발생
- 가로수 식재를 위한 가로수 보호틀(가로수분)은 단지조성공사에서 시행



【 사례사진 1 】



【 사례사진 2 】

2. 설계기준

1) 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(건설교통부, '99. 8. 9)

- ◎ 보도의 폭은 보행자의 통행량을 고려하여 결정하되, 다음표의 폭 이상을 확보.

지방지역의 도로		보도의 최소폭(M)
		1.50
도시지역의 도로	간선도로	3.00
	집산도로	2.25
	국지도로	1.50

- ◎ 보도에 노상시설을 설치하는 경우 보도의 폭은 위표의 규정에 의하여 결정한 보도의 폭에 다음 각호의 폭을 더한 값을 적용. 다만, 도시계획이나 주변지장물 등으로 인하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니함.

- ① 노상시설이 가로수인 경우 : 1M
- ② 노상시설이 가로수외의 시설인 경우 : 0.5M
- ◎ 우리공사 설계기준(제8장 도로 및 포장공사 8.1 도로의 일반기준)

3. 중로급 도로의 가로수 식재방안 및 도로설계시 고려사항

1) 중로급 도로의 가로수 식재방안

- ◎ 수목성장 후의 여건 등을 고려하여 보도폭 최소 2.5M(권장 3.0M) 이상의 도로에만 식재하는 것을 원칙.

2) 도로설계시 고려사항

- ◎ 건설교통부 및 우리공사 기준의 명확한 적용
 - 보도에 가로수를 식재하는 경우 최소 보도폭에 1.0M(우리공사 기준 1.5M)를 더하여 최소 2.5M(권장 3.0M)로 보도폭원 결정

4. 기대효과

- 1) 보행편의 증진 및 건축물등 인접시설물과의 상충 방지
- 2) 수목 생육공간 확보를 통한 원활한 수목성장 도모
- 3) 보행자와 운전자에게 쾌적하고 안전한 이동공간 제공
- 4) 녹색네트워크의 연결축으로서 기능 발휘.

【참고문헌】『중로급 도로의 가로수 식재기준』 시설(조)77612-787(1999.11.16)

만족할 줄 아는 사람은 진정한 부자이고, 탐욕스러운 사람은 진실로 가난한 사람이다. _ 솔론

전 기

제VII장

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| 1. 에너지절약형 LED 도로조명 적용방안 | 464 |
| 2. 에너지절약과 도로안전을 고려한 조광제어 설계 | 469 |
| 3. 안전사고예방을 위한 횡단보도 집중조명 설계기준 | 475 |
| 4. 터널 · 지하차도 규모별 라디오자방송설비 적용방안 | 478 |
| 5. 건축물 진출입로 교통사고 예방대책 | 482 |
| 6. 인공조명에 의한 빛공해 방지대책 | 486 |
| 7. 도시브랜드 향상을 위한 야간경관조명 계획 | 491 |
| 8. 단독택지내 신개념 조명계획 | 496 |
| 9. 가로시설물의 기능 및 이용편익을 고려한 배치 | 499 |
| 10. 유지관리 안정성 확보를 위한 지하공동구 소방설비 설치 | 503 |
| 11. 보행환경 장애 예방을 위한 배전시설(개폐기 등) 설치 | 507 |

VII-1

에너지절약형 LED 도로조명 적용방안

개요

- '13년부터 가로등, 보안등, 터널등의 조명시설을 신규로 설치 하는 경우 LED조명을 적용토록 의무화

* 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정(지식경제부 고시 제2012-18)

년도	'13년부터	'15년부터	'17년부터	비고
LED 적용비율	30%이상	60%이상	100%이상	계약건별 수량 기준

- 공공부문 LED 조명 확대 정책에 따라 광원 및 배광특성*을 고려한 우수한 가로등기구가 설계에 반영될 수 있도록 제도화하여 원가절감 및 에너지절감 도모 필요

* 배광특성 : 빛의 분포(방사)곡선으로 배광특성이 좋을수록 가로등 설치경간이 넓어져 원가 및 에너지 절감에 유리

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 현황

- 1) (디자인 선정 및 설계) 실시설계 협의시 별도 지자체 요구가 없을 경우 특정 등기구 배제와
다수의 제조사가 참여 가능토록 일반적 형태의 등기구로 설계
- 2) (구매) 설계품질 이상 제품을 대상으로 조달청 위탁구매
 - 가로등기구 자재 관련업체에 해당제품의 성능 시뮬레이션 결과물을 제출 받고, 자재선정 위원회 개최

1-2 문제점

- 1) 가로등기구는 각각 다른 배광과 조명특성을 가지고 있어 설계시점의 조명율(배광효율)보다 우수하거나(이 경우 과밀 설치 오해) 낮은(이 경우 KS기준 미달) 제품이 설치될 수 있음
- 2) 조달청의 '나라장터 종합쇼핑몰'에 등록되어 있는 LED 조명업체는 252개사(1,747 품목)이나

- 가격 및 납품조건 등의 정보만 제공되어 가로등기구의 품질 수준 확인이 불가한 실정임
- ◎ 가로등기구 제품 고유의 “배광측광파일”은 도로조명 품질을 결정하는 중요한 요소
 - ◎ 조달청에 제품별 품질특성(측광파일 등) 등재 협의 결과 어렵다는 입장
- 3) '14년도 조달청 등재된 LED 등기구에 대하여 품질성능결과 동일 조건에서 가로등 설치 간격이 최소 10m에서 최대 50m까지 분석되어 일정 수준 이상의 성능을 가진 등기구가 납품·설치될 수 있도록 제도개선이 시급
- ◎ 품질성능분석을 위해 배광측광파일(IES) 요청[1차, 2차 120개 조달등록업체]
 - ◎ 국내 67개업체 184종 및 해외 66종 가로등기구 배광파일 분석
- ※ 가로등기구 품질성능분석 결과 현황 : 붙임1 참조

2. 관련 법·제도 검토

2-1 공공부문 LED 조명 확대 정책

- 1) 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정
 - ◎ '17년부터 LED 조명 전면 확대 적용 의무화
 - ◎ 고효율에너지기자재 사용 의무화
- 2) “LED 조명 2060계획” 정부 로드맵 발표
 - ◎ 2020년까지 LED 조명 비중을 60%까지 확대

2-2 조명 설계, 운영·관리 및 품질 기준

- 1) KSA 3011
 - ◎ 공간별, 용도별 조도(조명밝기) 기준 규정
- 2) “KSA 3701” 및 국토부 “도로안전시설 및 관리지침”
 - ◎ 도로조명등급 및 도로조명 설계기준 등 규정
- 3) 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정
 - ◎ 조명 광효율 및 초기광속, 광속유지율 등 광학적 특성 규정

2-3 타 기관 도로조명 지침 운영 현황

- 1) (서울시) LED 조명 품질 및 기술향상을 위해 '14년 “LED 조명 보급기준”를 제정하였고, 금년 7월 “서울시 옥외 LED 조명 표준안”을 마련
 - ◎ 균제도 등 권장기준 마련 및 LED 조명 부품 표준화

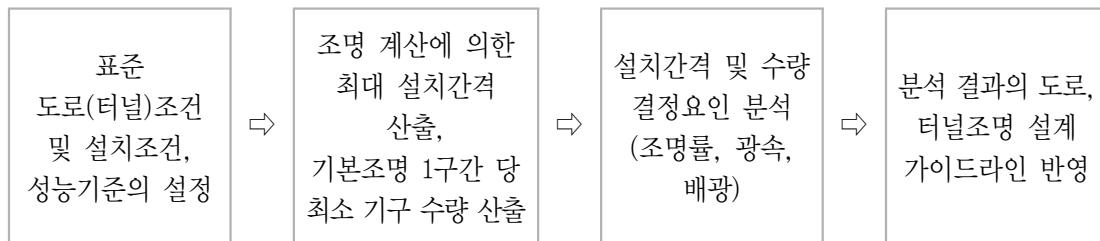
- 2) (광주광역시) LED 가로등 표준 규격 마련
 - 가로등기구 디자인 및 LED 조명 부품 표준화
- 3) (도로공사) '13년 LED조명 표준화 지침 제정 및 LED 적용 확대를 위한 시범사업 추진 중
 - LED 성능기준 및 LED 조명 부품 표준화

3. 도로 및 터널 조명 품질향상방안 연구용역 결과 분석

3-1 도로 및 터널(지하차도)조명 설계 가이드라인 제시

- 1) 국내·외 LED 가로등기구 및 LED 터널등기구 품질성능평가 및 표준 LED 모듈 성능 등을 종합적으로 고려하여 LED 등기구 선정 기준을 제시
 - 국내·외 LED 가로등기구 250종 및 LED 터널등기구 32종에 대하여 품질성능 평가 실시

▣ LED 가로등기구 및 LED 터널등기구 선정기준 절차도



- 2) 등기구의 성능기준과 조명 설계 인자(보수율, 조명율 등), 설계과정(빛공해 방지법을 고려한 계산법, 휘도계산법 등)을 정리하여 제시

3-2 기타

- 1) (디밍시스템 도입 가이드라인) LED 도로·터널조명의 디밍시스템 적용시 디밍시스템의 구성 및 제어방법, 디밍 인터페이스의 종류, 통신 방식에 대하여 제시
- 2) (경제성평가) 국내 실정에 적합한 도로조명 에너지 사용량 평가지표를 선정하고, 조명설비 경제성평가 TOOL 개발

4. LED 조명 적용기준

4-1 LED 조명 설계 기준

- 1) (설계방향) LED 조명 기술의 발전 속도 및 정부정책 방향, 관련규정을 고려하여 LED 조명 설계 가이드라인 수립·적용

- 조명품질 확보와 관련기준 반영, 기술개발 유도, 동등한 입찰기회 부여 등 합리적인 설계 기준 수립
- 경제성과 에너지 효율성을 고려한 최적 경간 설계

2) 적용기준

항 목		LED 성능기준
초기광속		정격광속의 95% 이상
광속유지율		초기광속 측정값의 90% 이상
연색성		75 이상
색온도(K)	색온도 범위(K)	광효율 (lm/W)
4,500	4,503 ± 243	90
5,000	5,028 ± 283	95
5,700	5,665 ± 355	95

3) LED 가로등기구 성능기준

구 분	중로3류	중로2류	중로1류	대로3류	대로2류	대로1류	광로3류
기준휘도	평균노면휘도 1.0cd/m ² 이상, 1.5cd/m ² 이하						
종합균제도	0.4 이상						
차선축균제도	0.6 이상						
TI	15% 이하						
배열방식	편측배열	마주보기배열(지그재그)		마주보기배열			
설치높이	8.5m		10m		12m		
설치간격	34m 이상	40m 이상	35m 이상	36m 이상			
소비전력	125W급 이하	125W급 이하	150W급 이하	200W급 이하			

* 주 : 공공디자인 적용 등 지자체 요구가 있을 경우 본 지침 적용 제외

4) 설계제원 설계도면 표기

도로	광원	등주재원(m)	설계내용	기타
- 종류	- 종류	- 높이	- 조명등급	- 도로노면상태
- 폭, 길이	- 용량(w)	- 암대길이	- 기준경간(m)	- 평균휘도계수
- 차선수	- 효율	- 암각도	- 등기구 배열	- 보수율

5) LED 터널등기구 성능기준

성능 요건	기본부 조명	경계부 조명
기준휘도	6.5 cd/m ²	150 cd/m ²
기본 설치간격	7m 이상	-
기본조명 1구간당 설치수량		15개 이하
조명률	0.55 이상	0.55 이상
소비전력	100W 이하	-
설치각도	10°~40°	10°~40°
배광	비대칭형 배광	비대칭형 배광

* 주 : 지하차도, 터널 설계시 비대칭형 조명 설계시 적용

6) 보수율 적용기준

구 분	도로조명	터널조명
보 수 율	0.75	0.72

4-2 제품구매

- 1) 가로등 구매시 설계도면 및 시뮬레이션(RELUX프로그램 활용) 자료를 참고하여 동등 품질이상 제품을 구매
- 2) 가로등기구 생산업체에 해당제품의 성능 시뮬레이션 결과물을 제출(공인시험기관 IES파일 포함)받고, 확인후 자재선정위원회 개최

5. 기대효과

- 1) 기존 광원을 LED로 대체하기 위한 기술적 토대 마련
 - 2) 중소기업의 기술개발 유도로 선도적 기업이미지 제고
 - 3) 에너지이용 합리화를 위한 국가정책에 적극 동참
 - 4) 설계품질 향상으로 원가절감 및 에너지절감에 기여
- ◎ 사업지구 330만m²(100만평) 기준 : 570백만원 절감

【참고문헌】『LED 도로조명 설계기준』 도시시설처-9399(2015.11.25)

VII-2

에너지절약과 도로안전을 고려한 조광제어 설계

개요

- 최근 전력피크부하 상승, 누진제 가정용 전력요금에 대한 반감 확산으로 산업용, 가로등 등의 전력요금 상승 가능성 증가
- 국토부 지침* 개정('15.12)으로 도로(터널, 지하차도 포함)의 조광조명이 가능해짐에 따라 설계 기준을 마련하여 에너지절감 및 탄소배출량 저감을 통한 친환경 스마트도시 건설 기여

주요내용

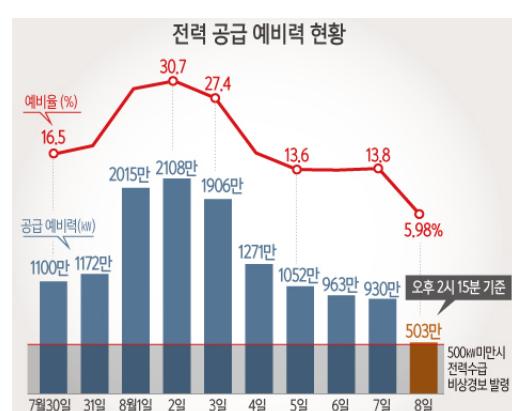
1. 환경변화

1-1 최대전력수요 상승

- 기후변화에 따른 여름철 기온상승으로 최대전력수요 경신('16.8.8일 8,421만kW)

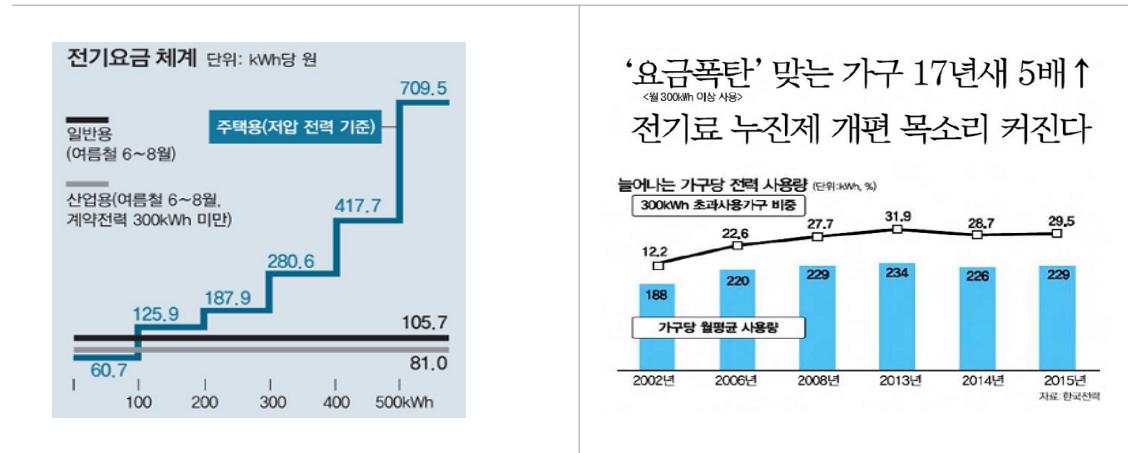
- 전력예비율* 5.98%(예비력 503만kW)까지 하락 (예비력 500만kW 미만시 전력수급비상 경보)으로 최대전력수요 저감대책 필요
- * 전력예비율 : 전력의 추가 공급여력을 나타내는 지표

$$= (\text{총 공급 전력량} - \text{최대 전력수요}) / \text{최대 전력수요} \times 100$$



1-2 가정용 전력요금 누진제 반감 확산

- 1) 최근 지속적으로 증가된 전기사용량에 '07년 도입된 전기요금 누진제 적용으로 일반가정에 요금폭탄 발생



- 전기사용량 500kWh 이상의 경우 주택용(저압) 전기요금은 일반용의 6.7배, 산업용의 8.7배 이상
- 2) 가로등(갑)의 경우 W당 37.5원으로 상대적으로 매우 저렴하여 주택용 누진제가 완화 개정될 경우 상승 가능성 있음

2. 검토내용

2-1 도로조명 조광제어 적용

1) 관련규정 : 「도로안전시설 설치 및 관리지침(조명시설 편)」

- 도로교통안전에 큰 영향을 주지 않는 범위에서 조광제어 가능
 - ☞ 조광제어 세부내용

▣ 자동차 교통을 위한 도로 조명의 휘도 기준

조절대상	조절방법	밝기의 정도	조절시간대
연속조명, 대규모 국부 조명 등이 연속적으로 설치된 장소	시간, 교통량 등에 따른 조광(디밍)제어 방식을 조명기구의 종류에 따라 이용 가능	보수율을 고려하여 표4.1의 조명 등급보다 밝게 운영되고 있으나 조광(디밍)제어를 통해 최소 기준까지 낮추어 운영 가능	시간교통량 변동 특성에 따라 결정
* 교통사고 위험도가 높은 장소(교차로, 횡단보도, 건널목 등) 제외	* (기존 조명시설 격간 소등방법) KS A 3701 (도로조명기준)에 따라 도로조명휘도의 종합균제도 이상	* 기간교통량 등에 비례하여 표4.1에서 정한 조명등급보다 2단계까지 낮추어 감광 가능하나 최소 M5등급 이상 확보	* 시간교통량의 변화가 발생한 경우 조광 제어 조절 시간대 변경 가능

도로 조명 등급	평균노면휘도 (최소허용치) Lavg (cd/m ²)	노면상태 (최소허용치)			TI (%) (최대허용치)
		건조한 노면		젖은 노면	
		종합균제도(Uo) Lmin/Lavg	차선축균제도(UI) Lmin/Lmax	종합균제도(Uo) Lmin/Lavg	
M1	2.0	0.4	0.7	0.15	10
M2	1.5	0.4	0.7		10
M3	1.0	0.4	0.6		15
M4	0.75	0.4	0.6		15
M5	0.5	0.35	0.4		15

☞ 운영 예시 (차량 교통량에 따른 조명시설 운영)

에너지 절약을 위해 M3등급의 도로의 경우, 시간교통량이 교통용량의 60%이상이면 M3등급으로 운영하며, 30-60%이면 M4등급, 30%미만이면 M5등급으로 운영 가능

▣ 시간교통량에 따른 디밍제어 운영기준 예시(경부선 : 대전나들목)

구분	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시	1시	2시	3시	4시	5시	6시
교통량	6,229	4,370	3,452	2,852	2,245	1,553	1,055	730	613	701	365	1,473	2,681
시간교통량/ 교통용량	60% 이상	30-60%			30%미만						30- 60%		
디밍제어	M3	M4			M5						M4		

☞ 관련규정 : KS A 3701 : 2014 (도로조명기준) 6.1.1 a) 도로조명등급

도로의 종류, 교통의 종류와 자동차 교통량에 따라 도로 조명 등급은 부표1과 같이 구분한다. 다만, 도로 조명 등급은 도로의 차량 교통량(차량대수/시간/차선)의 변화에 따라 조정 가능하며, 어느 경우라도 조명 등급은 M5 등급보다 어두우면 안된다.

2-2 조광방식 검토

1) 조광방식별 특성 비교

구 분		원격(센터) 제어	로컬(분전반) 제어
제어기		양방향 제어기	단방향 제어기
통신방식		(원격) CDMA* (로컬) PLC, RF, Zigbee	(로컬) PLC, RF, Zigbee
기능	디밍설정	센터	분전반
	고장확인	가능	불가
호환성		한계 (기존수신기와 호환)	양호 (분전반-등기구만의 문제)
경제성		고가	저가

* U-City 적용지구 등 자가망 사용이 가능한 경우는 유선 적용 가능

2) 램프 종류별 조광방식

구 분	방전램프	LED램프
조광단계	2~5단계	다수단계
램프수명 영향	있음*	없음

* 과소 전력에서 연속적으로 작동시키면 수명단축 및 현저한 광속저하 초래

- 규정치 50% 이하의 전원으로 작동시키면 수명이 수은방전램프는 50%, 고압나트륨 및 메탈할라이드 램프는 90% 저하

2-3 조광제어 적용

1) 시범적용

- 적용시설 : 동탄2신도시 타운루프존 LED 가로등
- 조광방식 : 로컬(분전반)제어
- 통신방식 : 전력선제어(PLC)

2) 지자체 요청 : 청주동남, 파주운정3, 군산신역세권, 시흥은계 등

2-4 타기관 적용사례

1) 한국도로공사 : 고속도로 LED 디밍제어시스템* 적용('15.6월)

- 적용배경 : 광변환효율 향상, 기술의 안전화, 고효율화, 그린에너지정책 확대로 LED 도로조명 적극 도입
- 적용시설 : 평택-제천 고속도로 동충주-제천 구간(23.9km) LED 가로등 및 터널등
- 원격제어 : CDMA, TCP/IP, 광통신 등
- 로컬제어 : PLC(전력선제어)
- 적용기능 : 외부 밝기에 따라 자동으로 밝기 조절
- 적용효과 : 전력에너지 절감 46억원/년(약 56%) (252개 터널 적용시)

* LED 디밍제어시스템 : 전압, 전류 등 전기적 특성을 이용하여 광원으로 밝기를 자동조절하는 시스템.

2) 서울시 강서구 : 스마트 디밍정밀제어시스템 구축('15.8월)

- 적용구간 : 화곡로, 양천로 등 5개 노선 21개소 LED 가로등
- 적용효과 : 전력에너지 절감(115MWh/년, 14백만원)
 - 법적기준보다 10~20% 밝게 설계되나 조도조절을 통해 법적기준에 맞게 조명 (통행량에 따라 100~80%까지 절감 운용)

3) 부천시 : 가로등 디밍원격제어시스템 도입('15.3월)

- 적용구간 : 소사구, 오정구 1만여(전체의 55%) 가로등(CDM · 나트륨 · 메탈등)
- 설치재원 : 지역에너지절약 융복합사업(산업통산자원부) 국비 지원금(494백만원)
- 향후계획 : 전력에너지 절감 성과 분석 후 확대 적용

4) 남양주시 : 다양한 LED 조광시스템 시범적용

구 분	L사	U사	P사	G사
적용구간	산책로	자전거도로	초교앞	공동주택단지앞
조광설정	점등-22시 50% 22-24시 30% 24-04시 20% 04-점멸 30%	점등-22시 50% 22-24시 30% 24-04시 20% 04-점멸 30%	점등-22시 100% 22-24시 70% 24시-점멸 50%	점등-22시 60% 22-01시 40% 01-04:30분 40% (2등용 상시 40%)
(절감률)	(방전등을 LED로 교체에 따른 계약용량 저감분 포함)			
전력량 전기료 [조광절감]	49.52% 52.64%	49.95% 48.42% [20-25%]	40.88% 27.69% [15-20%]	- - -

2-5 LED조명 적용기준 개정

- 1) 관련규정의 개정으로 도시조명에 '18.1.1일부터 메탈할라이드 램프의 사용이 금지되어 LED조명기구를 설치하여야 함
- 2) '17.12.31일 이전에도 메탈할라이드 램프의 고효율에너지인증대상기자재에서 제외되어 공급이 제한적일 것으로 판단됨

☞ 「공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정」

시행 2014.06.26	시행 2016.05.27
<p>제11조(고효율에너지기자재 사용)</p> <p>③ 공공기관은 2013년부터는 가로등, 보안등, 터널등(지하차도등 포함)의 도로조명시설을 신규로 설치할 때 30% 이상을 LED제품으로 설치하여야 하며, 2015년부터는 60% 이상, 2017년부터는 전체 도로조명시설을 LED 제품으로 설치하여야 한다.</p>	<p>③ 공공기관은 가로등, 보안등, 터널등(지하차도등 포함)을 신규로 설치하거나 등기구교체시에는 「고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정」에 따라 인증을 취득한 제품을 사용하여야 한다.</p>

☞ 「고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정」

부칙 <제2014-263호, 2014.12.30.>

제3조(인증제외 기자재 예고) …, 메탈할라이드램프, … 는 2018년 1월 1일부터 고효율에너지인증대상기자재에서 제외하며, 신규인증 및 연장가능 유효기간은 2017년 12월 31일까지로 한다.

2-6 조광제어 설계기준

1) 설계기준

- 적용램프 : LED
 - LED가 CMH와 혼합 설치되는 지구는 조광제어 적용 제외
- 조광방식 : 원격(센터) 제어
- 적용대상 : 연속조명, 대규모 국부조명 등이 연속적으로 설치된 장소
 - 교통사고 위험도가 높은 장소(교차로, 횡단보도, 건널목 등) 제외
- 조광시스템 : 해당 지자체 조명제어시스템에 호환되는 방식
- 광량 조절방식 : 교통량에 따라 조절시간대별 조광

※ 조광제어 설계기준은 지자체의 요청에 따라 협의 변경 가능함

2) 조광제어 적용 : 운영주체(지자체 등) 요청시

【참고문헌】『조광제어 설계기준 수립』 도시시설처-11245(2016.11.1)

VII-3

안전사고 예방을 위한 횡단보도 집중조명 설계

개요

- 횡단보도 집중조명등은 교통사고 예방 및 원활한 도로교통 소통을 위해 설치되는 교통 안전 시설물로서 각 지자체(경찰청)에서는 “국가교통안전기본계획” 권고에 따라 점차 확대 요구
 - * 국가교통안전기본계획(안) : 교통안전법에 따라 5년마다 수립 시행
- 지자체별 시설물 요구내용이 상이하고 과도한 시설물 설치를 요구하고 있어 이에 대한 합리적 대응과 일률적 설계를 위해서는 관련 내부 설계지침 수립이 필요

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 설계 및 공사현황

- 1) (설계) 교통신호등은 사업지구 교통영향분석 · 개선대책 수립보고서에 반영된 교차로를 기준으로 해당 지자체와 경찰청과 협의 후 설계 및 발주
 - 횡단보도 집중조명등은 신호등 설치협의시 반영
- 2) (공사) 설계도서를 기준으로 해당 경찰청과 교통안전심의 등 세부협의를 거쳐 공사 완료 후 시설물 인계

1-2 문제점

- 1) 횡단보도 집중조명등 설치 및 설계에 대한 별도의 규정이 없고, 안전시설물임을 이유로 관할 사업지구 지자체 및 경찰서와 실시설계 협의시 과도한 시설물을 요구
 - 보행자 이용이 적은 주변도로나 도로규모에 비해 과도한 시설물 요구
- 2) 지자체별 요구내용이 상이
 - '12년이후 설계 및 공사시행 지구에 대해 검토한 결과 설치 상이

2. 법제도 검토

2-1 교통영향분석·개선대책 및 교통안전심의

- 1) (목적) 도로교통의 원활한 소통과 안전을 확보하고 교통안전시설의 설치·관리를 효율적으로 수행함을 목적으로 제정
- 2) 교통영향분석·개선대책 수립 심의기관은 인허가 승인관청이며 교통안전시설 심의는 관할 지방경찰청으로 규정

교통영향분석·개선대책 수립	교통안전심의
<ul style="list-style-type: none"> ■ 도시교통정비촉진법 <ul style="list-style-type: none"> -(제15조) 수립권자 : 사업시행자 -(제17조) 심의 : 승인관청 심의위원회 -(시행령 제13조) 실시계획승인 전 심의 ■ 교통영향분석·개선대책수립 지침 <ul style="list-style-type: none"> -구체적인 내용 등 세부기준 규정 -횡단보도, 신호등설치는 관할관청과 협의 결과에 따라 변경 가능토록 규정 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도로교통법 <ul style="list-style-type: none"> -(제3조) 설치·관리자 : 관할 지자체장 -(제147조) 위임 및 위탁 : 지방경찰청장 ■ 교통안전시설등 설치·관리에 관한 규칙 <ul style="list-style-type: none"> -교통안전시설 등의 설치·관리 절차 규정 -교통안전시설 심의 등 세부기준 규정

2-2 횡단보도 집중조명등 관련 지침

- 1) 국가교통안전기본계획(제7차, 2012~2016, 국토교통부)

- LED 등을 이용한 횡단보도 조명시설 설치 권고
 - 횡단보도 조명시설 설치 사례



- 2) 도로안전시설 설치 및 관리 지침(국토교통부)

- 횡단보도의 조명 설치 기준 제시(평균조도 기준)
- 연속 조명기구만으로 횡단보도 조명기준을 만족할 경우 추가적인 조명기구를 설치할 필요가 없으나 이 기준을 만족시키지 못할 경우 횡단보도를 위한 추가적인 조명시설을 설치 토록 규정

– 횡단보도 조명기준

용도지역	수평면 평균조도 (lx)		수평면 최소조도 (lx)	
	아스팔트 포장	콘크리트 포장	아스팔트 포장	콘크리트 포장
상업지역	60	40	24	16
주거지역, 공업지역	30	20	12	8
기타지역	15	10	6	4

3. 횡단보도 집중조명등 설치방안

- (필요성) 사업지구내 교차로에 별도의 가로등(조명등급 : M3, 조도기준 : 약14lx이상)이 설치되고 있으나 국토부 지침에서 정한 횡단보도 조명기준에는 미흡
 - 별도의 횡단보도 집중조명등 설치가 요구됨
- (광원선정 및 조명설계 방향) 횡단보도라는 국한된 장소에 집중조명을 투사시켜 운전자로 하여금 시인성을 높이기 위해 빛의 직진성과 연색성이 뛰어난 고효율인 증 LED 광원을 적용
- 조도 계산시 교차로에 설치되는 가로등 조명을 고려하여 집중 조명등 설치가 최소화 될 수 있도록 설계
 - 횡단보도 수평면 평균조도 30lx = 횡단보도 집중조명등 + 가로등

** 상업지역 수평면 평균조도(60lx)를 만족시킬 경우 과도한 눈부심 등 소지가 있어 주거지역에 준하여 설계

4) 도로 규모별 횡단보도 집중조명등 설치방안

구 분	중 로			대 로			광 로
	3류	2류	1류	3류	2류	1류	
투광등 용량	90W	90W	90W	90W	120W	120W	120W
설치개수	1대	1대	2대	2대	2대	2대	4대
설치위치	지주	부착대	부착대	부착대	부착대	부착대	부착대
횡단보도 평균조도 (가로등포함)	38.7	37.6	41.8	38.4	32.6	31.3	36.6

【참고문헌】『안전사고예방을 위한 횡단보도 집중조명 설계기준』 도시시설처-10271(2013.12.06)

VII-4

터널 · 지하차도 규모별 라디오재방송설비 적용방안

개요

- 터널 · 지하차도의 안전 · 방재설비인 라디오재방송설비에 대한 지자체별 설계요구 조건이 달라 사업지구별 서로 다른 기준으로 적용되고 있어(AM+FM 모두 설치, FM만 설치, 방송설비 미설치 등)
- 터널 · 지하차도의 규모별 적용기준을 마련하여 라디오수신에 일관성을 향상시켜 고객불편 최소화와 방재능력 강화, 원가절감 등에 기여

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 현황

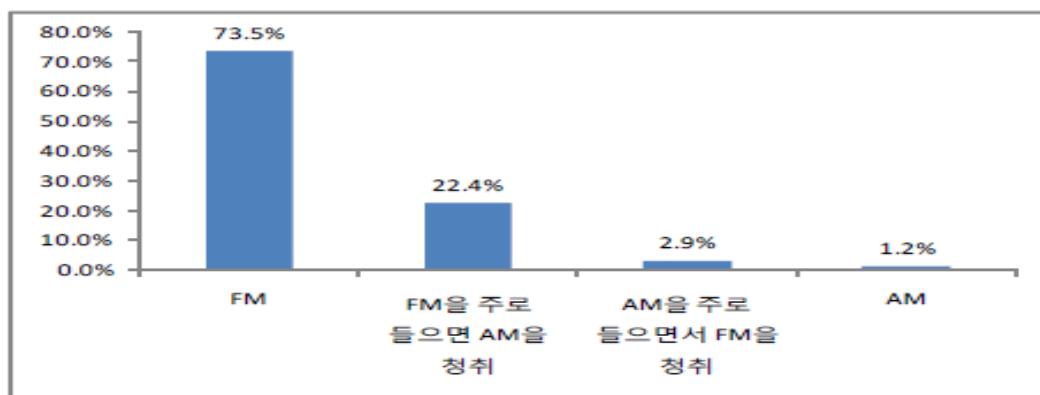
- (라디오재방송설비 개념) 터널 · 지하차도 등 전파음영구간에 AM/FM 라디오 방송용으로 서비스를 제공하고 긴급 재난 시 비상방송 및 소화활동 무선통신보조설비로 사용
 - 라디오재방송설비 기능

시스템 기능	시스템 개요	
라디오재방송	터널(지하차도)등에 중계증폭장치를 설치하여 지상에서 수신한 AM/FM 라디오 방송신호를 중계, 증폭하여 지하음영구간에 누설케이블로 방사함으로써 방송서비스를 제공	
소방용 무선통신	화재 및 안전사고 발생시 소방용 무선통신설비를 무선기 접속 단자에 연결하여 누설케이블을 통하여 터널내부와 교신	
비상방송	안내 방송	무선스피커를 설치하여 화재 및 사고발생시 확성방송을 통하여 시설물 이용객(도보, 차량 등)에게 긴급 안내방송을 수행
	라디오방송	화재 및 사고발생시 AM/FM 라디오재방송을 가로채기하여 비상방송을 송출하여 긴급상황을 전파

- (설계) 라디오재방송설비(지하재방송설비)는 관련 규정 및 지자체 협의 결과를 반영하여 설계
- (공사) 설계도서를 바탕으로 관할 지자체와 세부협의를 거쳐 공사완료후 시설물 인계

1-2 문제점

- 1) 공사에서 설치하는 터널·지하차도의 경우 대부분 4등급으로 분류되는 소규모 시설로서 라디오재방송설비는 설치권장 시설물이나 지자체에선 이용주민 편익 등을 위해 설치 요구
 - ◉ 지자체의 과도한 시설물 설치에 대한 대응을 고려한 적정 규모의 시설물 설치 기준 필요
- 2) AM 방송은 넓은 전파도달 범위(산간도서지역 등)의 장점으로 인하여 재난·재해 및 민방위 등 공공방송에 주로 활용하고 있으나, FM방송에 비해 청취자가 극소수에 불가한 실정임(AM만 듣는 청취자는 1.2%에 불가)



【 AM/FM 청취자 이용현황 】

- * AM 라디오 및 표준 FM 라디오방송주파수 이용 개선방안(방송통신위원회, 2010.08) 이용
- ◉ 라디오 청취현황 및 터널·지하차도 규모 등을 고려한 세부 적용기준 마련 필요

▣ AM/FM 방송 비교

구 분	AM	FM
방식	진폭 변조방식 (전파의 높낮이)	주파수 변조방식 (파의수 변화)
주파수대역	522kHz~1600kHz	87MHz~108MHz
장단점	<ul style="list-style-type: none"> - 음질상태가 깨끗하지 못함 - 회절성이 강해 통신상태가 장애물에 영향을 덜 받아 지하차도나 터널등에서도 통신 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 음질이 깨끗 - 단파장으로 장거리 통신에 불리하며, 회절성이 약해 장애물에 영향을 많이 받음

- 3) 터널 또는 지하공간 등 방송수신 장애지역에 이동멀티미디어방송(DMB방송)의 수신에 필요한 중계설비(헤드엔드 장비)를 설치토록 관련법 개정(방송통신발전기본법 제40조의3, '14.06.03)
 - ◉ 방송수신 장애지역인 터널·지하차도에 이동멀티미디어방송 시설 적용 기준을 마련 필요

2. 검토내용

2-1 법·제도 검토

- 1) 터널 또는 지하공간 등 방송수신 장애지역에 재난 및 민방위경보방송의 원활한 수신을 위하여 라디오방송, DMB방송 설비를 설치토록 규정하고 있으나, AM/FM 설치관련 규정은 없음
 - ◉ 방송통신발전기본법 제40의3(재난방송 수신시설의 설치)
 - ◉ 방송 공동수신설비의 설치기준에 관한 고시(미래창조과학부 고시)
 - 2) 터널(지하차도 포함)에 라디오재방송설비를 설치토록 규정
 - ◉ 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부 예규 제100호)
 - ◉ 도시지역 지하도로 설계지침(국토교통부 고시)
- ▣ 터널(지하차도 포함) 등급별 라디오재방송설비 설치기준

구 분	1등급	2등급	3등급	4등급	비 고
라디오재방송설비(경보설비)	기본	기본	기본	권장	

※ 관련 법·제도 현황 : 붙임2 참조

2-2 사업지구별 설치·운영 현황 검토

- 1) (라디오재방송설비) 사업지구내 터널·지하차도는 도시지역 지하도로로서 이용객의 편의과 재해예방 등을 위해 라디오재방송 설비를 설치하고 AM/FM 설비는 달리 운영
 - ◉ 도심지에서 떨어진 터널은 AM/FM을 설치, 100M이하는 설치 제외

▣ 사업지구 AM/FM 설치·운영 현황

구 분	미반영	FM반영	AM+FM	비고
라디오재방송설비 (35개소)	4개소 (11.4%)	9개소 (25.7%)	22개소 (62.9%)	

- 2) (이동멀티미디어방송설비) 경부직선화도로 터널(방재 1등급)에 한하여 적용하고 그 외 시설물에는 적용 제외

3. 설계기준 수립

3-1 라디오재방송설비

- 1) 재난 및 민방위 경보방송의 원활한 수신을 위하여 연장 100m 이상의 방재 4등급 터널·지하차도에도 적용하되
- 2) 도심 지하공간내 재해예방 및 도로 이용객 편익, 원가절감 등을 고려하여 방재 1~2

등급인 장거리(약 1000M이상) 시설에 AM/FM 방송설비을 적용하고 그외 시설은 FM설비만 적용

구 분	방재 1~2등급	방재 3~4등급	비 고
라디오재방송설비 (경보설비)	AM+FM	<ul style="list-style-type: none"> - FM : 반영 - AM : 지자체 요구시 또는 FM수신 불가지역 	

3-2 이동멀티미디어방송설비

- 1) 재난 등으로 인한 대피공간내 시설되는 설비로서 장대터널 또는 장거리 지하차도에 설치

구 분	방재 1~2등급	방재 3~4등급	비 고
이동멀티미디어 방송설비	적용	<ul style="list-style-type: none"> - 미적용 원칙 - 지자체 요구시 반영 	

4. 기대효과

- 1) 합리적인 설계기준 수립으로 설계 효율화 및 일관성 확보
 - 2) 라디오 수신에 일관성을 향상시켜 도로 이용고객 서비스 강화
 - 3) 재난상황 발생시 라디오 긴급방송을 통한 방재능력 강화
 - 4) 최적화된 설계로 경제적 설계 구현(원가절감:50백만원/개소당)
- ◎ AM중계설비 : 30백만원, 수신설비 : 20백만원,

【참고문헌】『터널·지하차도 라디오재방송설비』 도시시설처-7679(2016.7.25)

VII-5

건축물 진출입로 교통사고 예방대책

개요

- 공동주택, 학교 등의 진출입로에 시설되는 교통신호기에 대한 설치요구 민원과 주민입주 후 시설물 설치로 인한 도로 이중굴착 등이 빈번하게 발생되고 있어,
- 「공동주택단지 및 공공건축물의 진출입로 교통신호기 설치기준」을 마련하여 민원예방과 품질 확보, 원가절감을 도모.

주요내용

1. 적용현황 및 문제점

1-1 사업지구내 교차로

- (교통영향평가 수립 · 시행) 도시교통정비촉진법에 의거 사업자가 교통영향평가를 실시하고 심의결과(교통영향평가보고서)에 따라 교통신호기 및 교통안전시설을 설치
- 설계 · 발주이후 관할 지방경찰청 교통안전심의가 진행되어 심의결과에 따라 과도한 설계 변경 요인 발생

1-2 주택단지 진출입로

- 1) (LH 주택단지) 도시교통정비촉진법 특례사항에 의거 별도로 교통영향평가를 실시하지 않으며, 주택건설사업 승인조건에 명시된 경우나 민원 발생시 관할 경찰서와 협의하여 설치
- 입주민의 교통안전과 통행불편 해소를 위해서는 아파트 전기공사에서 설치하여야 하나, 효율적 업무추진 등의 이유로 일부 사업지구의 경우 도시기반 전기공사에서 설치
- LH 주택단지 설치사례를 근거로 민간주택단지 진출입로에도 LH에서 교통신호기를 설치해 달라는 민원이 발생
- 2) (민간 주택단지) 주택건설사업 승인조건 등에 포함되었거나 도로 교통상황 및 안전 등을 고려하여 관할 경찰서 또는 입주민 요구로 설치

- 주민 입주이후 설치요구 민원이 발생할 경우 설치주체 부재로 지자체에서는 시설물 인수 인계 조건으로 LH에서 설치해 줄 것을 요구하고 있는 실정임
 - 아파트 진출입로 교통신호기 설치전경

아파트 VS 아파트 (사거리 신호등)	아파트 단독 출입구 (삼거리 신호등)	아파트 단독 출입구 (단일로 신호등)

1-3 공공건축물 진출입로

- 학교 등 공공건축물 설계시 진출입로 교통안전시설에 대한 별도 설치기준이 없어 교통 영향 평가에 따라 설계·발주 하고 있어 대부분의 공공건축물 진출입로에 교통신호기가 미반영
 - 공공건축물 사업주체가 설치하여야 하나, 대부분 도시기반 전기공사에서 설치하여 사업비 부담 가중
 - 학교 진출입로 교통신호기 설치전경

학교 VS · 아파 · 트 (사거리 신호등)	학교 단독 출입구 (삼거리 신호등)	학교 단독 출입구 (단일로 신호등)

2. 법·제도 현황

- 1) 공동주택, 학교 등의 진출입로 교통안전시설 설치주체에 대한 명확한 규정은 없으나, 건축물 설계 등에 따라 진출입로가 가변적이고 단지내 도로의 부속물로서 건설사업승인을 받은 사업주체가 원인자로서 설치비용을 부담하는 것이 타당
 - 현재 민간주택단지는 민간건설사업자가 설치

지구명	진출입구 신호기 설치주체			비고
	LH자체사업	민간매각용지	학교	
하남미사	교평반영	민간건설사업자	택지개발 전기공사 설변	
위례신도시	공동주택 전기공사 설변	민간건설사업자	택지개발 전기공사 설변	
시흥목감	공동주택 전기공사 설변	민간건설사업자	택지개발 전기공사 설변	
동탄2 신도시	택지개발 전기공사 설변	민간건설사업자	택지개발 전기공사 설변	시범단지
	-	민간건설사업자	학교공사 설변	경기도시 공사

- 2) 교통영향평가 수립과 교통안전시설 심의에 관한 법체계 및 관리주체 이원화로 법개정을 통한 제도개선은 현실성이 없고 장기화 우려

교통영향분석·개선대책 수립	교통안전심의
<ul style="list-style-type: none"> ■ 도시교통정비촉진법 <ul style="list-style-type: none"> -(제15조) 수립권자 : 사업시행자 -(제17조) 심의 : 승인관청 심의위원회 -(시행령 제13조) 실시계획승인 전 심의 ■ 교통영향분석·개선대책수립 지침 <ul style="list-style-type: none"> -구체적인 내용 등 세부기준 규정 -횡단보도, 신호등설치는 관할관청과 협의 결과에 따라 변경 가능토록 규정 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도로교통법 <ul style="list-style-type: none"> -(제3조) 설치·관리자 : 관할 지자체장 -(제147조) 위임 및 위탁 : 지방경찰청장 ■ 교통안전시설등 설치·관리에 관한 규칙 <ul style="list-style-type: none"> -교통안전시설 등의 설치·관리 절차 규정 -교통안전시설 심의 등 세부기준 규정

3. 교통신호기 설치기준 개선

- 1) (사업지구 교차로) 관할 지자체, 경찰청과 교통안전시설 실시설계 협의시 교통영향평가 설치이행 제외 교차로에 대해서도 사전 협의를 통해 설계변경 요인 최소화
- 교통영향평가 명시 : 도시기반 전기공사에 설계·발주
 - 교통영향평가 미명시 : 관할 지자체와 사전 협의후 설계·발주
- 2) (공동주택단지 진출입로) 주택단지 사업주체 설치
- LH 공동주택단지 : 아파트 전기공사에 설계 또는 현장설계변경 추진
 - 민간 공동주택단지 : 민간건설사업자
- 3) (학교 등 공공건축물) 건축주 설치
- 이중굴착 방지 등을 고려 횡단배관을 도시기반 전기공사에 설계 반영

- 4) (사전안내) 지역본부(사업본부)는 공동주택용지 등 토지공급공고 시에 “출입구 교통안전 시설은 건축주가 시행해야 함”을 명시하거나, 토지사용승낙 및 건축심의 협의시 관련 내용 사전안내

예시) 공동주택 출입구의 입주민들의 교통안전을 위하여 관계기관과 협의하여 신호기 등 교통 안전시설을 설치하여야 하며, 도로포장에 따른 이중굴착 등 문제가 발생하지 않도록 지중배관 및 맨홀 등을 미리 설치하여야 한다.

4. 기대효과

- 1) 설치주체 명확화로 분쟁요인 제거 및 입주민 민원 예방
- 2) 도로의 이중굴착 방지를 통해 품질확보 및 원가절감 도모
 - ◎ 이중굴착 비용 : 삼거리 기준 약 8백만원 원가절감 예상
- 3) 교통안전과 원활한 교통소통으로 고객만족도 제고

【참고문헌】『공동주택단지 진출입로 교통신호기 설치기준』 도시시설처-4640(2016.5.12)

VII-6

인공조명에 의한 빛공해 방지대책

개요

- 인공조명*에 의한 도시통행 안전성 확보 필요성과 함께 조명영역 외부로 유출되는 빛에 의한 에너지 비효율 및 시각적 불편(빛공해) 발생

* LH 설치 도시기반 인공조명(가로등, 보안(행)등, 공원등, 경관조명)에 한하여 검토(광고조명 제외)

- 「인공조명으로 인한 빛공해 수인한도 및 배상액 산정기준*」 신설에 따라 관련 법령, 설치현황 등의 분석을 통한 인공조명에 의한 빛공해** 방지 설계기준 마련

* 환경부 중앙환경분쟁조정위원회 제정, 2014. 2. 3일 시행

** 인공조명에 의한 빛공해 : 인공조명의 부적절한 사용으로 인한 과도한 빛 또는 조명영역 밖으로 누출되는 빛이 건강하고 쾌적한 생활을 방해하거나 환경에 피해를 주는 상태 [인공조명에 의한 빛공해 방지법]

주요내용

1. 관련법령

- 1) 인공조명에 의한 빛공해 방지법 ·령
- 2) 빛공해 방지관련 지자체 조례
- 3) 조명기구 설치 · 관리 기준
 - 빛공해 방지를 위한 가로등 설치 관리 권고기준
 - 빛공해 방지를 위한 보안등 및 공원등 설치 관리 권고기준
 - 빛공해 공정시험기준
 - 충간소음 · 빛공해 배상액 산정기준

2. 도로 및 터널 조명 품질향상방안 연구용역 결과

2-1 연구내용

1) 도로 및 터널 조명 품질향상방안 연구용역 추진

- 용역기간 : '14.08~'15.10
- 주요과업 : 도로 및 터널 조명 설계 가이드라인 수립
조명시스템(Dimming 등) 도입 가이드라인 수립 등

2) 결과보고서

◎ 도로 및 터널 조명 품질향상방안 연구용역(결과보고서, '15.10)

- 제4장 도로조명 설계 가이드라인 개발
 - 4.3 빛공해 방지법 시행에 따른 도로조명 설계방안

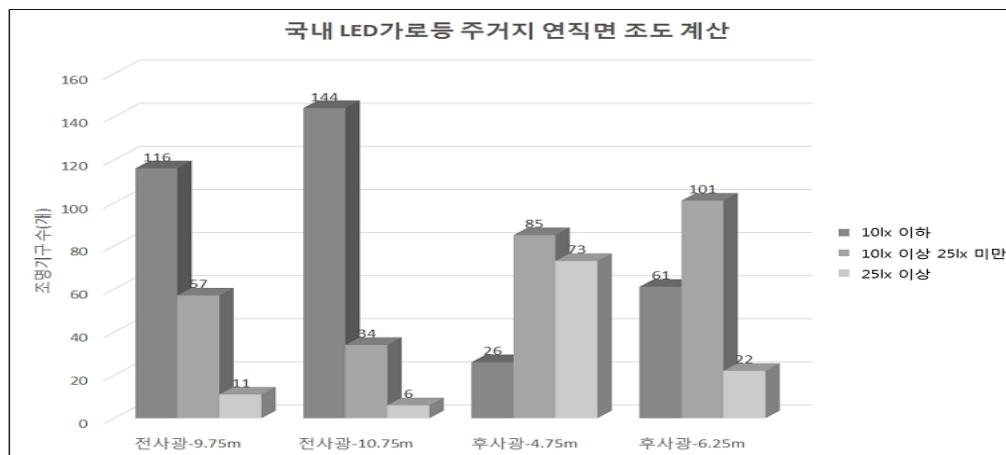
3) 국내 가로등기구의 표준 도로조건별 주거지연직면조도 평가 결과

◎ 전사광 영역에 대한 주거지연직면조도

- 중3로에서 37%의 LED 가로등이 10 lx를 초과
- 이 중 6%는 제4종 조명환경관리구역(상업지역)의 주거지 연직면조도 기준인 25 lx 초과

◎ 후사광 영역에 대한 주거지연직면조도

- 중3로에서 86%의 조명기구가 제1·2·3종 조명환경관리구역의 기준인 10 lx 초과
- 이 중 40%는 25 lx 이상으로 후사광 영역에 대한 빛공해 발생이 높음



【 국내 LED 가로등 주거지 연직면조도 계산 결과 】

2-2 연구결과

- 폭이 좁은 조명영역(도로 등)의 성능요건을 만족하고 빛공해 발생을 방지할 수 있는 조명 기구 배광의 개발 필요

3. 빛공해 방지 조명기구 설치관리 기준

3-1 설치관리 기본원칙

- 1) 산란광* 저감 : 수직각 90°이상 상향광 발생 방지
- 2) 침입광 저감 : 주거지 등에 과도한 침입광 발생 방지
- 3) 글레어** 저감 : 도로이용자의 시각능력 저하 방지

* 산란광 : 기체분자, 연무질, 입자상 물질 등 대기구성물질을 통과한 가시광선 및 비가시광선의 산란으로 인해 관측 방향의 밝아지는 현상

** 글레어 : 시야 내에 높은 휘도나 큰 휘도대비가 주어지는 경우에 발생하는 시지각적 장애 현상으로 사물의 시각적 인지능력 저하를 일으키는 불능글레어와 심리적인 불편함 및 불쾌감을 주는 불쾌글레어로 구분

3-2 조명기구 선정

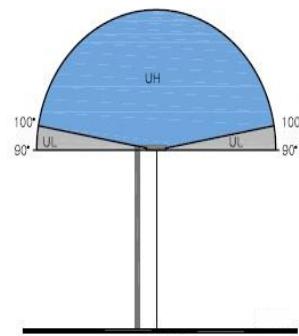
1) 산란광 방지

- 조명환경관리구역별 상향광 등급(U등급)의 조명기구 선정

구 분	조명환경관리구역			
	제1종	제2종	제3종	제4종
최대허용 상향광등급(U등급)	U0	U1	U2	U3

■ 상향광 등급(U등급)별 최대 광속

수직각별 광속 구분	상향광 등급별 최대 광속 [lm]					
	U0	U1	U2	U3	U4	U5
수직각 100° 이상의 상향광(UH)	0	10	50	500	1,000	>1,000
수직각 90° ~100° 의 상향광(UL)	0	10	50	500	1,000	>1,000



2) 빛공해 방지기준 부합 및 상향광 발생 정도 확인

- 공인시험기관 배광 측정데이터를 적용하여 조도계산 및 상향광 등급, 컷오프 분류

3) 침입광 방지

- 주거지연직면조도(보수율 1.0) 최대값이 빛방사허용기준을 만족(lm/m^2)

구 분	적용시간	평균값/ 최대값	주거지 조명환경관리구역			
			제1종	제2종	제3종	제4종
주거지 연직면조도	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	최대값		10이하		25이하

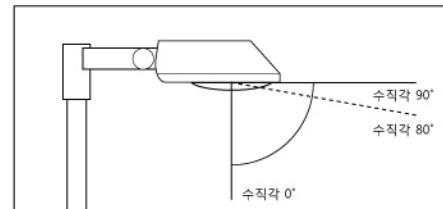
- 도로 폭은 알려져 있으나 창문의 위치 등을 일일이 지정하기 어려운 경우 주거지연직면조도 : 「빛공해 방지를 위한 가로등/보안등 및 공원등 설치 · 관리 권고기준」
※ 부록2의 절차를 따라 계산한 결과가 빛방사허용기준을 만족

4) 글래어 방지

- KS A 3701의 임계치증분(TI) 제한기준을 따르거나 컷오프형 분류 이상의 조명기구 사용

〈조명기구 컷오프 분류〉

단위:cd/1,000			
구 분	풀 컷오프	컷오프	세미 컷오프
수직각 80°	100	100	200
수직각 90°	0	25	50



4. 도시기반 빛공해 방지 설계기준

- 상향광등급, 조도, 컷오프분류는 공인시험기관 배광측정데이터 적용

구 분	현 행	개선(안)
조명기구 최대허용 상향광 등급	없음	제3종 : U2 제4종 : U3
주거지연직면조도 최대값(ℓx)	없음	제3종 : 10이하 제4종 : 25이하
조명기구 컷오프 분류	컷오프 이상 (공원 : 난컷오프 병행)	컷오프 이상

- * U2 : 수직각 100° 이상의 상향광(UH) 50 lm
수직각 90° ~100° 의 상향광(UL) 50 lm
- * U3 : 수직각 100° 이상의 상향광(UH) 500 lm
수직각 90° ~100° 의 상향광(UL) 500 lm
- * 제3종 : 주거생활에 부정적인 영향 우려 지역
- * 제4종 : 상업지역

- 설계시점의 주거지연직면조도 : 「빛공해 방지를 위한 가로등/보안등 및 공원등 설치 · 관리 권고기준」 부록2에 따라 계산

3) 적용기준 : 조명환경관리구역에 한하여 적용

④ 빛공해 심의 적용 지구 포함

5. 기대효과

- 1) 조명영역 외부 유출광을 차단하여 에너지효율 증대 및 빛공해 방지
- 2) 명확한 설계기준 마련으로 설계품질 향상
- 3) 관련규정 신설에 따른 선제적 대응으로 효율적 업무추진
- 4) 빛공해 방지를 위한 조명기구 배광의 개발 유도

【참고문헌】『도시기반 빛공해 방지 설계기준』 도시시설처-9072(2015.11.16)

VII-7

도시브랜드 향상을 위한 야간경관조명 계획

개요

도시민의 라이프 스타일이 다양화, 고급화 되고, 도시경관의 중요성에 대한 인식이 점차적으로 확산됨에 따라 쾌적하고 아름다운 야간경관 도시 건설을 위한 경관조명에 대한 설계기준 및 업무 프로세스 수립 필요

주요내용

1. 경관조명시설 설계기준

1-1 설계일반(설계원칙)

1) 조명개념

- 매력적이고 환상적인 밤의 분위기를 연출하여 시각적으로 쾌적한 환경을 창출하도록 계획
- 광장 등의 어귀는 밝고 따뜻하면서 눈부심이 적은 빛으로 계획
- 광장 · 운동장 및 휴게시설 · 산책로 · 정원 · 폭포 · 개울 · 못 · 분수 · 기념물, 그리고 상가 · 건축물 · 도로 등 설치공간의 성격과 기능에 어울리는 분위기를 연출하도록 계획

2) 배치

- 경관조명시설은 안전 · 장식 · 연출 등 제 기능의 구현에 적합한 위치에 배치
- 경관조명시설은 계획대상공간의 기능과 성격, 규모, 보행자 동선, 인접건축물 · 구조물 · 시설물의 설치위치나 높이 및 색상계획, 색상계획, 조형물등 주요 점경물의 배치, 주변의 경관, 이용시간, 이용자의 편의성, 자연조건(지형 · 지질 · 토양 등), 시설의 안전성, 설비 조건, 유지관리성, 수목의 성장속도 등을 고려하여 배치
- 경관조명시설은 야간이용시 안전과 방법을 확보하도록 효과적으로 배치
- 등주의 높이 등 광원의 위치 · 높이 · 배광 등은 이용자에게 눈부심이 없도록 배치
- 기능적으로 이용자의 보행에 지장을 주지 않도록 배치

- 식물에 대한 조명시설은 대상 식물의 생태를 고려하여 광원에 의해 식물의 생장에 악영향을 주지 않도록 식물에 적합한 광원과 설치위치를 고려

3) 형태

- 조명시설은 주변환경과 설계대상공간의 성격에 어울리는 형태로 설계
- 조명기구는 옥외구조물의 형태, 대상지역의 면적 등을 고려하여 디자인
- 등기구는 낮에는 점경물이나 환경조형물로 기능할 수 있도록 선정

4) 구조 및 규격

- 조명시설은 주변 환경에 어울리는 재료로 설계
- 대상공간이나 대상물의 기능발휘에 적합하도록 조명시설의 높이 설계
- 등주는 설치장소에 적합한 것을 선정하여 사용하며 안정기는 내장하고 개폐가능 구조로 함

5) 조명방식

- 경관조명시설의 조명방식은 설계대상공간 또는 대상물의 기능·성격·규모 그리고 조명 개념에 어울리도록 선정
- 위비추기, 아래비추기, 그림자비추기, 모아비추기, 윤곽비추기, 부딪쳐비추기 등 필요로 하는 조명효과를 최대로 발휘할 수 있도록 결정
- 계단이나 기복이 있는 곳에는 안전한 보행을 위하여 직접조명 방식 적용

6) 조도 및 광색

- 조명기구와 광색, 조도 등은 조명의 개념에 부합하고 주변환경과 어울리도록 설계
- 설계대상공간이나 대상물의 안전성을 고려하여 기능발휘에 필요한 최소한의 조도기준 및 균제도을 충족시키도록 설계
- 설계대상공간이나 대상물의 기능발휘에 필요하도록 빛의 색상·밝기·방향 등을 고려

1-2 경관조명의 연출방향

1) 가로의 조명

- 보행자가 안전 및 방범을 위하여 적절한 밝기를 확보하고, 가로 전체의 통일된 이미지 연출

2) 건축물의 투광조명(Light-Up)

- 도시경관의 공간적 넓이의 연출과 더불어 조각적 입체감 표현

3) 광장의 조명

- 사람이나 차량의 흐름이 많은 공간으로 보행자 조명을 기본으로 하며, 랜드마크적 요소 연출

4) 공원의 조명

- 전체조명
 - 시민들이 안전하고 안심하게 산책 할 수 있도록 밝은 조도를 확보하고, 공원등주를 리드미컬하게 배치하여 안정성 및 화려한 분위기를 연출
- 주요장소의 조명
 - 공원 입구부나 메인광장은 각각의 빛의 연출에 의해 여러가지 이미지를 연출.
- 수목연출
 - 공원내 수목을 조명하여 개방적인 분위기를 연출
- 휴식공간의 조명
 - 공원내 벤치 및 파고라를 간접 조명방식으로 연출하여 눈부심을 없애고 쾌적한 휴식 공간 분위기를 연출
- 산책로
 - 산책로에는 정원등을 리드미컬하게 배치하여 산책하기에 경쾌한 분위기를 연출
- 물, 분수의 연출
 - 컬러풀한 등기구를 사용하여 드라마틱하고 환상적인 분위기연출
- 기념물, 벽면 연출
 - 공원의 심볼이 되는 기념물을 조명하여 특이성과 지역성을 연출

1-3 조명기구별 배치기준

1) 보행등

- 설계대상공간의 진입로 · 광장 · 산책로 또는 도로나 보행공간 · 놀이공간 · 휴게공간 · 운동 공간 등의 옥외공간에 배치
- 배치간격은 등주의 높이와 연출할 공간의 분위기를 고려하여 배치. 다만, 포장면 내부에 설치할 경우에는 보행의 연속성이 끊어지지 않도록 배치
- 이용자에게 불쾌한 눈부심이 발생하지 않도록 배광 고려

2) 정원등

- 정원의 어귀 · 구석 등 조명취약 부위 · 주요 점경물 주변 등에 배치
- 광원은 이용자의 눈에 띄지 않는 곳에 배치

3) 수목등·잔디등

- 주택단지 · 공원 등 설계대상공간의 녹지나 포장부위에 심은 수목 가운데 야경에 좋은 분위기를 연출할 필요가 있는 어귀 또는 중심공간에 위치한 수목에 배치
- 투광기는 나무 가지에 직접 배치하거나 수목을 비주도록 나무 주변의 포장 · 녹지에 배치
- 잔디등은 잔디밭의 경계를 따라 배치

4) 수증등

- 폭포·연못·개울·분수 등 대상공간의 수조나 폭포의 벽면등 조명의 기능 구현에 적합한 곳에 설치

5) 투광등

- 환경조형물 등 비추고자 하는 대상물의 특징 표현에 적합한 곳에 배치
- 광원은 낮에 이용자의 눈에 띠지 않도록 녹지에 배치

6) 벽부등·부착등·문주등

- 보행공간의 장식벽·열주·계단날개벽, 휴게공간의 원두막·그늘 시렁, 스페이스 프레임, 단지분주, 플랜터, 볼라드 등에 배치
- 이용자에게 불쾌한 눈부심이 발생하지 않도록 배광을 고려
- 문주·장식벽·열주 등 설치대상과 어울려 낮에는 장식물을 겸하도록 등기구를 조형적으로 디자인하고, 밤에는 설치대상의 독특한 야경을 연출하도록 광원의 색·배광 등을 결정

7) 네온등

- 환경조형물과 같은 구조물·시설물의 윤곽이 밤에도 확인될 수 있도록 대상물의 외부에 배치

8) 튜브조명

- 계단·데크·환경조형물 등의 구조물·시설물의 윤곽을 따라 배치

9) 광섬유조명

- 옆면조명(Side Lighting)의 경우 설계대상공간의 경계표시와 같이 대상물의 윤곽을 보여 주기에 적합하므로 수조·계단·데크 등과 같은 시설물이나 구조물의 윤곽선에 배치
- 끝조명(End Lighting)의 경우 조형물·벽천·분수의 몸체나 보행로 바닥포장의 문양·글씨·방향표지에 적용



【권선교차로 원형보도육교 경관 조명】

2. 경관조명 설계 프로세스



【참고문헌】『도시경관 증진을 위한 야간경관조명 설계기준』 도시브랜드향상을 위한 야간경관조명 사례연구(2006.11.9)

VII-8

단독택지내 신개념 조명계획

개요

단독택지 도로조명은 안전한 교통여건 조성과 범죄예방 목적으로 설치되고 있으나 근래에는 국민의 생활 및 의식수준 향상으로 입주민의 욕구가 증대하고 있어 단독택지 소로에 획일적으로 설치되는 보안등주를 주변환경과 조화 될 수 있는 신개념의 도로조명계획을 수립

주요내용

1. 현황 및 문제점

1) 소로내 도로조명 설치기준

- 도로의 가로등주는 보도설치에 설치하고 있으나 보도가 없는 소로에는 차량운전과 입주자의 원활한 통행을 위하여 차도와 대지사이의 경계석에 보안등주를 설치.

2) 공사 조도기준

도로의 종류	폭 원	평균노면휘도 (cd/m ²)	환산조도 (lx)
주간선 도로	30 M 이상	2	30
보조간선 도로	12M ~ 29M	1.5	22.5
소로	12 M 미만	0.5	7.5

3) 문제점

- 소로의 대지경계석에 설치되는 보안등주가 주택단지의 출입구에 위치하는 경우 입주 고객의 불편 초래
- 보안등주를 30 ~ 50m 간격으로 배치할 경우 불균일한 조도로 인한 운전자의 시야 방해
- 광원이 4.5m 이상에 위치하고 있어 건축물내로 불빛이 유입되므로 입주민의 불편 발생

2. 신개념의 도로조명계획

1) 설치방안

- 기존의 주택단지 소로에 획일적으로 설치하는 보안등주를 탈피하여 주변의 주택과 조화를 이루도록 등주높이가 낮은 볼라드등을 사용하고
- 노면조도가 균일하도록 등간격으로 배치하며 건축물내로의 불빛침입을 방지를 위해 하향 조명하므로서 입주고객 및 운전자의 불쾌글레어를 최소화도록 설치.

2) 배치간격

- 볼라드등에 대한 조도를 분석한 결과 우리공사 기준조도[7.5(lx)]를 확보할 수 있도록 약 10m 간격으로 적정 배치.

구 분	평균조도	
	10m 간격	20m 간격
볼라드등 등간격배치	11(lx)	5.8(lx)

3. 개선효과

- 1) 주택단지와 조화될 수 있는 낮은조명을 채택하여 아늑하고 품위있는 주택단지 도모
- 2) 노면의 균일조도 확보 및 글레어 제어로 안전한 도로소통
- 3) 다양한 조명을 사용하여 편안한 분위기의 도로조명 연출
- 4) 볼라드등의 위치 이동이 용이하여 입주민의 민원감소

▣ 보안등과 불라드등 비교

설치방법	보 안 등	불 라 드 등
설치환경		
장점	<ul style="list-style-type: none"> 설치수량 감소 파손의 우려가 적다 조명효율이 높다 	<ul style="list-style-type: none"> 시공이 간단하다 위치 이동이 용이하다 주변시설과 잘 조화되어 분위기 조명을 연출할 수 있다 다양한 등주설치가 가능하다 균일한 조도가 가능하다 도로미관이 향상된다 눈부심을 예방한다
단점	<ul style="list-style-type: none"> 시공이 어렵다 입주민과 운전자의 불쾌글레어가 높다 	<ul style="list-style-type: none"> 설치수량 증가 우려가 있다
설치방법	대지경계석에 설치	대지경계석에 설치
설치간격	30~50m 간격	약 10m 간격
등주높이	4~6m	1~1.5m

【참고문헌】『단독택지내 신개념 조명계획 수립』 시설(전)7672-1793(2005.10.28)

VII-9

가로시설물의 기능 및 이용편익을 고려한 배치

개요

보도에 설치되는 시설물의 종류가 다양하고 각 시설물별 설계·시공업무의 분리 및 설치기준 등이 상이하여 시설물의 적정 배치간격 미확보로 인하여 가로등 조도, 가로수 생육, 도로 미관, 도로 이용자의 안전성 등에 영향을 미치게 되어 효율적인 가로시설물 배치기준 개선대책 수립.
(※가로시설물 : 가로등, 가로수, 교통신호기)

주요내용

1. 현황 및 문제점

1) 가로시설물 설치기준

시설물 구분	가로등	가로수보호틀	가로수	교통신호기
설계주체	전 기	토 목	조 경	전 기
관련규정	도로법 제3조	가로수보호틀 설치기준	가로수보호틀 설치기준	도로교통법 제3조
설계기준	가로등 배치기준	8M 등간격	8M 등간격 (가로시설물고려)	교차로정지선 전방 10~40M
설계시기 및 순서	조성공사 40% 지점 (2)	조성공사 설계 (1)	가로등 설계 후 (3)	가로등 설계 후 (4)
시공순서	1	2	3	4

2) 문제점

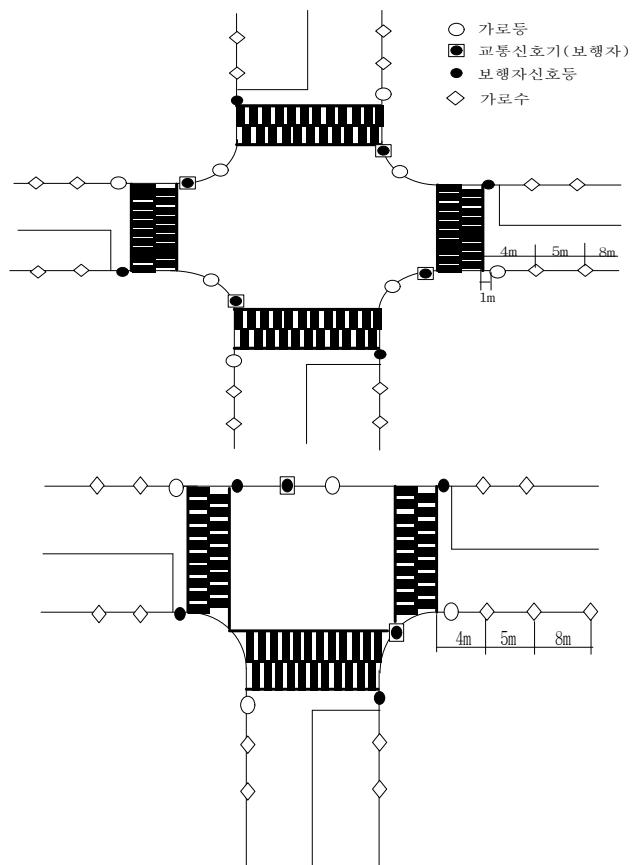
- ① 가로수 보호틀 설치기준이 수립되어 있으나 각 시설물별 설계주체, 설계 및 시공시기가 상이하여 가로시설물의 적정배치·시공이 곤란하므로 공종간 업무분장 명확화 필요
 - 교차로에 설치되는 가로시설물의 배치기준 수립 필요

2. 개선사항

1) 공종별 보완사항

구분 공종	과업지시서 및 전문시방서 보완	설계도면 보완
토 목	<ul style="list-style-type: none"> - 건설공사 전문시방서 41310 콘크리트블록 포장 및 가로수 보호틀 설치 3.2.4 가로수 보호틀 설치(신설) 수급인이 가로수 보호틀을 설치하고자 할 경우에는 감리원으로부터 가로수 식재 평면도를 받아 지정된 위치에 설치하여야 한다. 	
조 경	<ul style="list-style-type: none"> - 조경설계 과업지시서 3. 일반지침 3.12 다.(신설) 가로수 보호틀 위치 지정을 위한 가로수 식재 계획(가로등 배치계획 반영) 	<ul style="list-style-type: none"> - 가로수 식재평면도에 교차로 가로시설물 배치기준을 보완(※)
전 기	<ul style="list-style-type: none"> - 가로등설계 과업지시서(신설) 『가로등 배치기준』과 『교차로 가로시설물 배치기준』에 따라 가로등을 배치하고, 배치평면도를 가로수식재 설계 착수전 조경설계부서에 제공한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 가로등 설치 상세도에 교차로 가로시설물 배치기준을 보완(※)

※ 교차로 가로시설물 배치기준



- 교차로의 첫 번째 가로수는 교차로 횡단보도의 도색부분 끝에서 4m 이격하여 식재하고 두 번째는 5m를 이격하고 나머지는 8m 등간격으로 배치하되, 가로등과 가로수 이격 거리가 3m 이내로 근접되는 가로수는 3m 이상 이격되도록 재배치.
- 각 교차로를 기준(시작점)으로 배치함을 원칙.

2) 개발업무 지침서(가로수 보호틀 설치기준) 개정

구 분	개 정 전	개 정 후
5.0 시행방안 5.1 가로수보호틀 설치위치 지정	- 조성공사 실시 설계시 반영	<p>5.0 시행방안</p> <p>5.1 가로수보호틀 설치위치 지정</p> <p>5.1.1 조성공사 실시설계시 일반적인 가로수 식재기준에 따라 8M 간격으로 가로수 보호틀 설치 수량을 산출한다.</p> <p>5.1.2 가로수 보호틀 설치는 8M 간격을 표준으로 하되, 가로수 식재평면도에 의거 설치한다.</p>
5.2 가로등 설치 위치를 감안한 간격조정	- 조경공사 실시 설계시 조정하여 조성공사 현장에 통보	<p>5.2 가로등 설치 위치를 감안한 간격 조정</p> <p>5.2.1 가로등 설계시 「가로등 배치기준」과 「교차로 가로 시설물 배치기준」에 따라 가로등을 배치하고, 배치평면도를 가로수 식재설계 착수전 조경설계 부서에 제공한다.</p> <p>5.2.2 조경설계시 「교차로 가로시설물 배치 기준」 및 가로등 배치평면도에 따라 가로수 식재평면도를 작성하고, 조성공사 현장에 가로수 식재평면도를 가로수 보호틀 설치전에 통보한다.</p>

3) 교차로 가로시설물 배치기준

도로구분	도로폭원 (m)	기준조도 (‰)	적용등주		배열방법	배치간격 (m)	비 고
			H (m)	L (m)			
중로3류	12	23	8.5	1.5	편측	21	
중로2류	15	23	8.5	1.5	편측	21	
중로1류	20	23	10	2	지그재그	18(36)	() 편측
대로3류	25	23	10	2	지그재그	16(32)	() 편측
대로2류	30	30	10	2	마주보기	23	
대로1류	35	30	10	2	마주보기	19	
광로3류	40	30	11	2.5	마주보기	31	
광로2류	45	30	11	2.5	마주보기	27	
광로1류	50	30	11	2.5	마주보기	25	

3. 기대효과

- 1) 가로시설물의 적정배치로 가로조도 확보, 가로수 생육환경 개선 및 도로미관 개선, 도로 이용자 안정성 제고
- 2) 공종간의 설계기준 및 업무분장을 명확히 하여, 시공편의개선 및 설계변경 최소화

【참고문헌】『가로시설물의 기능 및 이용편익을 고려한 배치기준』 시설(전)7672-866(2003.9.15)

VII-10

유지관리 안정성 확보를 위한 지하공동구 소방설비 설치

개요

보도에 설치되는 시설물의 종류가 다양하고 각 시설물별 설계·시공업무의 분리 및 설치기준 등이 상이하여 시설물의 적정 배치간격 미확보로 인하여 가로등 조도, 가로수 생육, 도로 미관, 도로 이용자의 안전성 등에 영향을 미치게 되어 효율적인 가로시설물 배치기준 개선대책 수립.
(※가로시설물 : 가로등, 가로수, 교통신호기)

주요내용

1. 현황 및 문제점

1) 소방설비 설치기준 적용의 어려움

- 공동구 소방설비의 설치기준은 『소방법(소방기술기준에 관한 규칙)』, 『도시계획법(도시 계획시설기준에 관한 규칙)』, 『건설교통부(공동구 설치 및 관리업무 요령)』에서 공동구 소방설비 설치기준을 다루고 있으나 기준이 서로 상이하여 설계시 기준 적용의 어려움이 발생

2) 유지관리 체계 미흡

- 공동구 소방설비 유지관리와 관련하여 건교부 『공동구 설치 및 관리 업무 요령』이 있으나 일반적이고 행정적인 사항으로 복잡한 시설의 효과적인 유지관리에 어려움이 있음

2. 공동구 방재설비 개선방안

2-1 공동구 소방시설부문

1) 소화설비

- 소화기
 - 현황 : 소방기술기준에 관한 규칙 제2조 제1항 제4호에 의하면 공동구내에 설치하는

소형 수동식 소화기는 20m 이내가 되도록 규정하고 있음

- 개선방안 : 소형 수동식 소화기는 출입구, 분전반, 분기구등 반드시 비치를 필요하는 장소를 명기하여 설치토록 하고 육안으로 쉽게 찾을 수 있도록 형광물질로 도색

2) 경보설비

◎ 자동화재탐지설비

- 현황 : 공동구의 소방설비중 자동화재탐지설비의 감지기는 화재발생시 발화 위치를 수신반에 정확하게 표시하여야 하고 공동구 특성상 내·외부 온도차에 의하여 습도가 높아 습기에 강한 감지기를 설치하여야 하나 차동식, 연기감지기는 화재발생시 위치 표시가 불가능하고 습도 및 먼지에 취약.
- 감지기의 성능비교

구 분	감지구획	비 고
차동식 감지기	구획전체	습도 및 먼지에 약함 (오작동의 원인)
연기 감지기	구획전체	습도 및 먼지에 약함 (오작동의 원인)
정온식 감지선행 감지기	발화 위치를 정확히 미터로 표시	습도 및 먼지에 약함 (오작동의 거의 없음)

- 개선방안

- 공동구내 감지기는 정온식 감지선행 감지기로 설계·시행
 - 설치방법은 『소방시설용 특수감지기에 관한 기준』에 따라 설치하되 케이블 트레이가 좌우측에 있는 곳은 양측에 설치
 - 특히, 전력구 내에는 송·배전을 구분하여 설치하되 트레이 위에 S형으로 포설하여 발화지점을 감지하는 면적을 넓힘으로써 감지 능력을 향상
- 수신방식은 공동구 중앙통제실 및 관할 소방서로 신호를 보낼 수 있어야 하며 각 제품을 세밀히 검토하여 상황에 맞는 제품을 선택

◎ 침입자 감시설비 및 이상침수경보설비

- 현황 : 소방법에는 설치 규정이 없으나 도시계획법 및 건교부의 『공동구 설치 및 관리업무 요령』에서 규정.

- 개선방안

- 공동구내 침입자를 감시할 수 있는 설비를 출입구에 설치하고 도어스위치에 의하여 전달되는 방식, CCTV 등 카메라를 이용하여 감시하는 방식 또는 적외선 등 광선을 이용하여 감지하는 방식 등 주변여건을 고려하여 적정한 시설을 선택.
- 공동구내 배수펌프의 이상 유무를 중앙통제실에서 감시 할 수 있는 이상침수경보설비를 설치.

◎ 온도감지설비, 산소검출기 및 가스감지기

- 현황 : 소방법에는 설치 규정이 없으나 도시계획법 및 건교부의 『공동구 설치 및 관리업무 요령』에서 규정
- 개선방안
 - 공동구내 난방배관 및 도시가스배관을 수용할 경우에는 현장 여건에 따라 설치

3) 피난설비

◎ 유도등 및 유도표지

- 현황 : 소방법에서는 지하구의 경우, 유도등 설치 규정이 없으며 유도표지에 대하여만 설치규정이 있음
- 개선방안
 - 공동구 화재시 피난설비로서 출입구 등 취약부분에 통로유도등 및 피난구 유도등을 설치.
 - 유도등은 방습, 방수형 및 내부식성을 사용하고 축전지를 내장하여 정전시 조명이 가능토록 설계
 - 설치기준에 대하여는 소방기술 기준에 관한규칙을 준수

4) 소화활동설비

◎ 연소방지설비

- 현황 : 소방기술기준에 관한 규칙 제142조의5 제3호에 의하면 지하구의 길이 방향으로 350m 마다 1개 이상 설치되어 하나의 살수구역 길이는 3m 이상으로 하도록 규정되어 있음. 그러나 화재발생시 소화활동에 지장이 없고 신속한 화재진압을 위해서는 살수구역의 적정한 길이와 살수구역별로 상수도 소화 용수 설치여부 등에 관한 적정한 기준설정이 요구됨
- 개선방안
 - 연소방지설비는 지하구의 길이방향으로 200M 이하 또는 환기구 전·후에 설치
 - 방수헤드는 3M 이내로 양방향으로 설치하고 필요시 상수도 연결 사용이 가능토록 계획

◎ 방화구획 및 방화벽(방화문)

- 현황 : 방화구획을 설정하고 방화벽을 설치하는 주된 이유는 화재시 공동구에 소방 대원의 투입이 어렵고 화재를 진압할 방법이 없는 경우 그 구간을 잊더라도 인접구획으로 화재의 확산을 방지하고자 설치하는 것
- 개선방안 : 공동구의 교차부 또는 분기구에 연소확대 방지가 필요하다고 판단되는 경우 배분 상황 등을 고려하여 설치

• 방화벽

- 구조는 건축법령에서 규정하는 구조 또는 동등 이상의 내화 성능이 있는 구조로 설치
- 방화벽을 관통하는 케이블 등에는 내화충진시험을 합격한 내화 충진재로 마감.

이경우 내화충전의 내화도에 따라 사용물질을 선정해야 되는데 여러 종류의 케이블 굵기에 따라 수직·수평 내화충진 장치가 상품화 되고 있으며, 내화는 물론 방수도 겸한다

• 방화문

- 방화벽에 출입문을 설치시 갑종방화문으로 설치
- 방화문을 상시폐쇄형으로 할 것인지 또는 화재감지기와 연동 하여 설치 할 것인지는 출입빈도, 환기등을 고려하여 설계시 판단하여 결정
- 갑종방화문 구조기준 및 설치방법

구조기준	설치방법
<ul style="list-style-type: none"> - 건축법 시행령 제64조 - 철제문 <ul style="list-style-type: none"> · 0.5mm 이상의 철판을 양면으로 붙인것 · 철재로서 철판의 두께가 1.5mm 이상인 것 	<ul style="list-style-type: none"> - 방화문의 문틀은 불연재로 한다 - 문을 닫는 경우에 방화에 지장이 있는 틈이 생기지 않도록 함 - 문의 부착철물은 문을 닫은 후에 화재에 노출되지 않아야 함

5) 환기시설

◎ 환기구

- 현황 : 공인기관에서 규정한 환기구 설치 간격은 없으나 건설교통부의 『공동구 설치 및 관리업무 요령』에는 강제환기구는 자연환기구와 교대로 설치하고 환기구 설치 간격은 방화구역마다 설치하되 공동구 단면을 고려하여 설치토록 명시함
또한 일본의 적용기준은 자연환기구와 강제환기구를 100m 간격으로 설치토록 되어 있음
(현재 일본에 설치된 공동구 내 환기구 간격은 통상적으로 주변여건등을 감안하여 100~200M내에 설치되어 있음)
- 개선방안 자연환기구는 서로 200M 간격으로 설치하는 것을 원칙으로 하고 강제환기구는 자연 환기구 사이에 설치
 - 주변여건, 공동구 단면 및 수용시설물의 종류등에 따라 설치 간격은 유동적

【참고문헌】『유지관리 안정성 확보를 위한 지하공동구 소방설비 설치기준』 시설(전)7671-1054(2001.11.20)

『연소방지설비의 화재안전기준』 국민안전처고시 제2015-126호

『공동구 설계기준』 국토해양부공고 제2010-76호

VII-11

보행환경 장애 예방을 위한 배전시설(개폐기 등) 설치

개요

사업지구내 한전주, 개폐기 등 배전시설 설치에 대한 기준이 마련되어 있지 않아 시설후 일부 보도 및 주거지역을 침해하여 보행환경·주거환경을 저해하고 있으며, 지장시설물에 대한 사전 설치고지가 없어 토지이용장애 발생하는 등 입주민의 민원이 발생하고 있는바 이에 대한 개선 필요.

주요내용

1. 현황 및 문제점

1-1 보도기준

1) 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙』 개정안 ('08.06)

- 보도의 최소유효폭은 2미터 이상으로 하여야 한다. 다만, 지방지역의 도로와 도시지역의 국지도로는 지형상 불가능하거나 기존 도로 중·개설시 불가피하다고 인정되는 경우에는 1.5미터 이상으로 완화 할 수 있다.
- 2008년 『단지조성공사 설계 및 적산기준』
 - 도로폭원 최소계획기준 (편측기준)

구 분	보도폭원(m)			비고
	계	보도	자전거도로	
광3,대1,2,3류	4.5	3.0	1.5	
중1류	3.0	3.0	—	
중2,3류	3.0	3.0	—	상업, 근생 이외 2.5m축소가능
소1류	2.0	2.0	—	
소2류	—	—	—	

1-2 한전 배전시설의 설계기준 및 착수시점

1) 배전설계기준 DS-5400 (지중배전용기기, '03.12.26)

구 분	한 전 기 준																			
설 치 장 소	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 원 칙 : 지상설치 (녹지대 활용) <ul style="list-style-type: none"> - 도로 설치시 : 보도 원칙 - 고객 구내공간 확보시 : 구내설치 																			
설 치 규 격	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>구 분</th><th>가로(cm)</th><th>세로(cm)</th><th>높이(cm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>다회로차단기(개폐기)</td><td>1600</td><td>800</td><td>1300</td></tr> <tr> <td>지중변압기</td><td>1500</td><td>1500</td><td>1400</td></tr> <tr> <td>저압분전함</td><td>1100</td><td>500</td><td>1000</td></tr> </tbody> </table>				구 분	가로(cm)	세로(cm)	높이(cm)	다회로차단기(개폐기)	1600	800	1300	지중변압기	1500	1500	1400	저압분전함	1100	500	1000
구 분	가로(cm)	세로(cm)	높이(cm)																	
다회로차단기(개폐기)	1600	800	1300																	
지중변압기	1500	1500	1400																	
저압분전함	1100	500	1000																	

2) 설계 및 착수 시점

- ◉ 설계시점 : 조성공사 착공후 한전 배전시설(개폐기 등) 설계 착수
(설계기간 : 약 3~6개월)
- ◉ 공사착공 : 도로 조성공사 착공시점 (도로선형 완료 후)

3) 문제점

- ◉ 한전 조기 설계 불가
 - 사업지구내 배전시설(개폐기 등)의 위치는 실시계획 완료후 한전에 요청 설계됨에 따라 개발계획단계에서 녹지 또는 Set-back 반영 등 배전시설(개폐기 등)의 조기 설계 불가
- ◉ 수전요청시기 및 건물배치에 따른 위치변동 발생
 - 토지분양자의 건축시점에 따른 수전요청시기 및 건물배치 등에 따라 배전시설(개폐기 등)의 위치변동 발생
- ◉ 배전공사비의 증가
 - 녹지 또는 Set-back 등으로 위치 변경시 기존 보도 설치시 보다 물량 증가에 따른 배전공사비 증가

2. 개선대책

구 분	주 요 내 용	이행주체
조기설계 요청	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지사용계획 수립시 전력공급 협의 외 배전시설(개폐기 등)의 설치 위치를 포함 협의추진 ⇒ 한전 조기설계 및 계획 반영토록 유도 • 에너지사용계획용역에 동 과업내용 포함 시행 	시설사업처
에너지 사용계획 지침개정	<ul style="list-style-type: none"> • 환경관리지침서(에너지사용계획)상 에너지 공급 계획에 배전시설(개폐기 등)의 공급계획 추가 	시설사업처
한전협의 기준	<ul style="list-style-type: none"> • 배전시설(개폐기 등) 설치는 공원 및 녹지에 설치를 원칙으로 한다. • 공원 및 녹지에 설치가 불가할 경우 보도설치 가능하나 이 경우 아래의 기준에 의한다. <ul style="list-style-type: none"> - 2M이상(배전시설 설치제외 폭) : 설치가능 - 2M미만(배전시설 설치제외 폭) : <ul style="list-style-type: none"> 필지 Set-back (배전시설 설치위치만 해당)으로 보도폭 확대. 단, 인접필지가 상업, 근생인 경우 지구단위계획에 건축한계선 등을 지정하여 보행자 유효폭 확보 가능 • 수전요청시기 상이 및 건물배치 등에 따른 위치 변동 시 녹지에 설치토록 협의 	해당 지역본부
협의근거 명기	<ul style="list-style-type: none"> • 배전시설(개폐기 등) 협의 이행 준수을 위해 단지조성공사설계 및 적산기준에 관련근거 명기 	계약심사단
장애사항 표기	<ul style="list-style-type: none"> • 배전시설(개폐기, 지상전주 등)을 보도에 설치시 토지이용 장애사항 표시도면에 표기하여 토지 매수자로 하여금 해당사실을 인지토록 조치 	해당 지역본부
공사비 증가반영	<ul style="list-style-type: none"> • 배전시설(개폐기 등)의 공원 및 녹지 설치, 위치 변동 등에 따른 공사비 증가 반영 조치 	해당 지역본부

3. 개선효과

- 배전시설(개폐기 등)에 대한 설치기준 수립 및 이행주체를 명확히 함으로써 보도내 배전 시설 설치로 인한 보행자의 불편 해소, 토지 매수고객의 토지이용 장애해소 등 고객 만족의 극대화 도모 및 한전 등 관계기관과의 사전협의를 통하여 민원을 예방함으로써 원활한 사업수행 도모

【참고문헌】『보행환경 장애 예방을 위한 배전시설(개폐기 등) 설치』 시설사업처-3743(2008.9.4)

지나치지 않고 알맞게 행동해서 후회하는 일은 없다. _T.제퍼슨

기 계

제VIII장

- | | |
|---------------------------------|-----|
| 1. 지진 등 재난대비 건축물 소방시설 내진설계 | 512 |
| 2. 음식물자원화 바이오 시스템 주거단지 적용사례 | 525 |
| 3. 공사현장 화재예방을 위한 임시소방시설 설치방안 | 527 |
| 4. 개발사업지구 환경시설 설치계획시 원단위 적용방안 | 534 |
| 5. 무공해 수송관로를 활용한 쓰레기 자동집하시설 | 537 |
| 6. 폐기물 처리시설의 적정규모 계획을 위한 원단위 산정 | 541 |
| 7. 수질복원센터 최적 부지면적 산정요령 | 548 |

VIII-1

지진 등 재난대비 건축물 소방시설 내진설계

개요

- 지진으로 인한 건물 화재발생시 공공소방력의 도움으로 화재를 진압하는데 한계가 있으므로 건축물에 설치된 소방시설로 화재진압 필요성 대두
- 옥내소화전 등 소방시설 내진설계에 대한 기준이 국민안전처 고시로 시행되었으나 구체적인 시행방안이 없어 이에 대한 단지분야 건축물(수질복원센터 등)에 대한 LH만의 세부적용 기준을 마련하고자 함

주요내용

1. 소방시설 내진설계

1-1 대상시설 및 적용범위

1) 단지분야 내진설계 주요 대상시설

- 지진 · 화산재해대책법에 따라 공공하수처리시설, 학교, 공동구, 터널, 수도시설, 변전 · 배전설비, 폐기물처리시설 등

2) 소방대상물별 내진설계 적용범위

- 건축물 공통사항

항 목	내진설계 범위
수원(저수조)	수조파괴 방지를 위해 저수조 구조보강
가압송수장치(펌프)	내진스토퍼, 펌프고정, 배관고정, 신축이음
소방배관	배관 종·횡방향 베팀대, 신축 및 분리이음, 슬리브이격
함류(제어반)	전도방지를 위해 바닥 또는 벽체 앵커볼트 고정

◎ 터널 및 공동구 특정소방대상물

- 터널

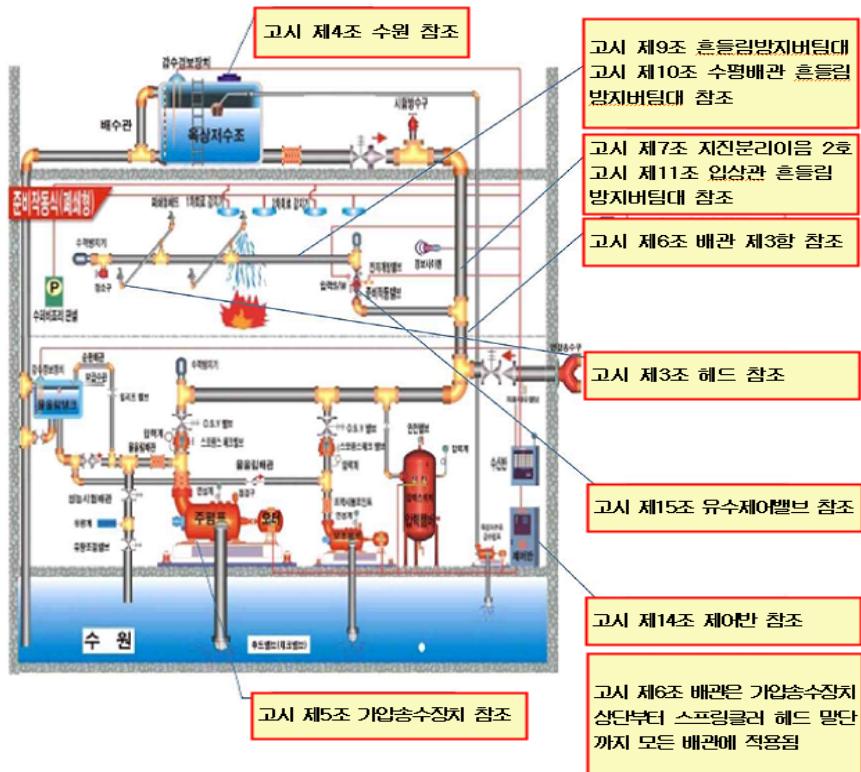
항 목	내진설계 범위
옥내소화전	수원, 가압송수장치, 동력제어반, 합류,
물분무소화설비	배관(지반 매립 시 내진제외)
경보설비	자동화재탐지설비 수신반, 예비전원 등 합류
비상발전설비	비상발전장치, 연료탱크, 연료공급배관, 제어반
무정전전원설비	전원설비함 바닥 또는 벽면 고정

* 터널 옥내소화전 바닥고정 주배관도 지진수평력(F_{pw})을 고려하여 버팀대(바닥고정형 앵커방식) 설치 검토

- 공동구

항 목	내진설계 범위
통합경보감시시스템	자동화재탐지설비 수신반, 예비전원 등 합류
배전·분전반	비상(예비)전원계통 합류 바닥 또는 벽면 고정
연소방지설비	소화활동설비로 내진설계 미적용

3) 소방시설 내진설계 계통도



2. 소방시설 내진설계 세부기준

2-1 수원(고시 제4조)

- 1) (소화수조 및 저수조) 소화용수의 슬로싱(Sloshing) 현상으로 인한 수조파손을 방지를 위해 수조보강(1안 또는 2안 선택 적용)

구 분	1안	2안
설계방안	콘크리트 수조	STS, SMC, PDF 등 콘크리트외 재료
시공현황	<p>급수용 수조(SMC, PDF, STS)</p> <p>소화수조 (콘크리트)</p> <p>또는</p> <p>급수소화 겸용 콘크리스 수조</p>	
시공방법	소화용 수조를 별도로 분리 또는 저수조 전체를 콘크리트로 시공 (단, 소화용수조를 별도로 분리할 경우 스프링클러 화재안전 기준 제8조10항3호 확인)	방파판, 수조고정, 철콘패드 등 내진조치
확인사항	건축구조해석 콘크리트수조는 내진조치 대상에서 제외	수조설계에 대한 안전성 확인 必 (구조기술사 또는 소방설계업자)

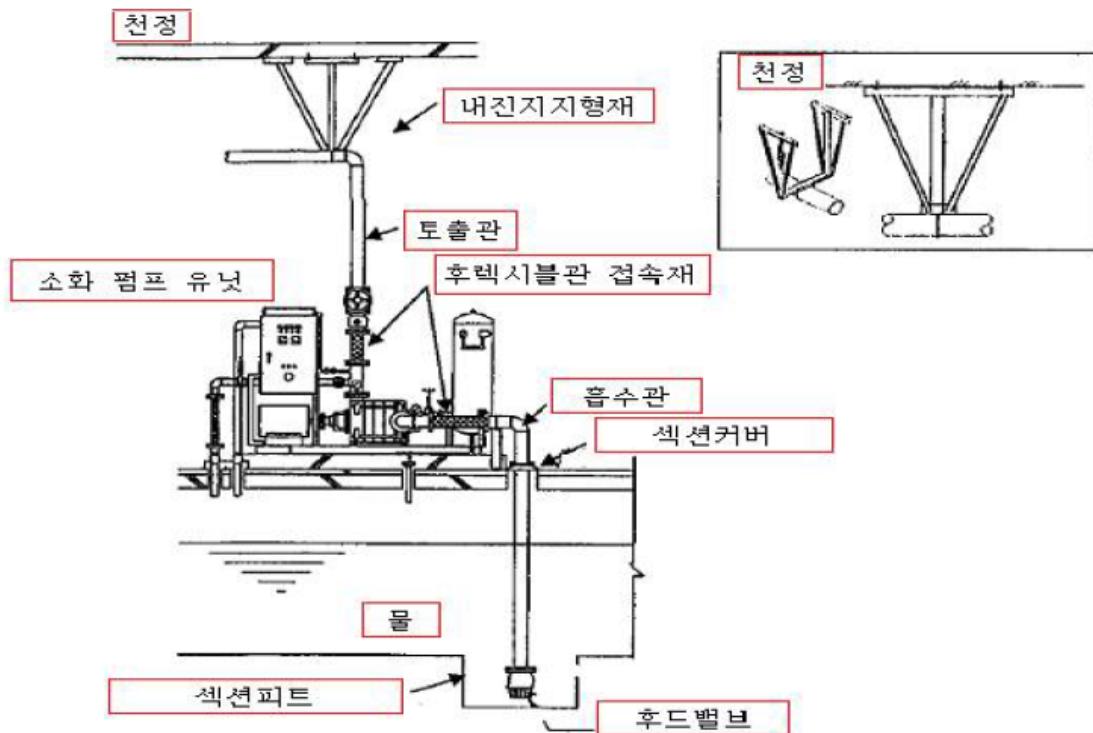
※ 소방시설의 내진설계 화재안전기준 해설서 P.23 참조

- 2) (플렉시블 조인트) 소화수조 급수인입배관에 플렉시블 조인트를 설치하여 소화용수의 안정적 공급

- ◎ 소방시설의 내진설계 화재안전기준 해설서 P.26 [수조 및 연결배관 내진조치 예시] 참조

2-2 가압송수장치(고시 제5조)

1) 가압송수장치 내진조치



【 펌프를 사용하는 가압송수장치 내진조치 사례 】

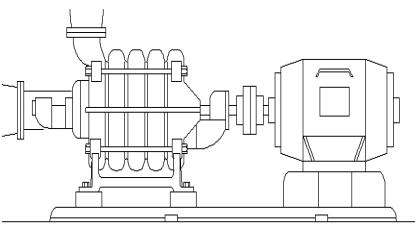
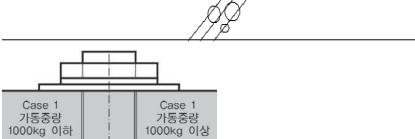
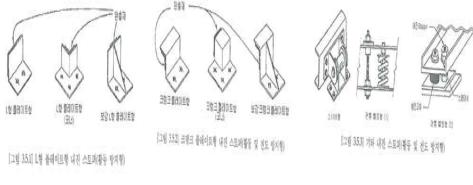
2) 펌프 토출배관 버팀대 설치

- ◎ 가압송수장치의 펌프와 연결되는 토출측 입상배관에는 4방향버팀대(횡+종) 적용하고 이후 수평배관은 횡방향 및 종방향 흔들림 방지 버팀대 설치



- 3) (펌프 흡입측 배관 고정) 흡입측 배관은 대구경으로 지진수평력(Fpw)을 고려하여 버팀대(바닥 고정형 앵커방식) 설치

4) (펌프고정) 앵커볼트로 바닥에 고정하거나 방진지지장치 설치시 펌프 가동중량을 계산하여 허용하중 내의 내진스토퍼 적용

구 분	1안	2안
설계방안	앵커볼트 고정	방진지지장치 + 내진스토퍼
시공현황	   앵커볼트 <고시 제5조1항 참조>	  1) 이동 방지형 2) 이동 및 고정 방지형 3) 기타
시공방법	철콘패드에 가동중량에 따른 앵커볼트를 선정하여 시공	지지부가 받는 인발력을 산정하여 스토퍼 선정 (이동형, 이동전도방지형)
확인사항	가동중량, 앵커볼트 설계사항 도면확인	인발력 산정 후 내진스토퍼 형식 및 강도 확인

※ 소방시설의 내진설계 화재안전기준 해설서 P.28 참조

5) (펌프 주위배관 신축이음) 펌프 흡입측 및 토출측 연결배관에 배관파손 방지를 위한 플렉시블 조인트 적용

2-3 배관 (고시 제6조)

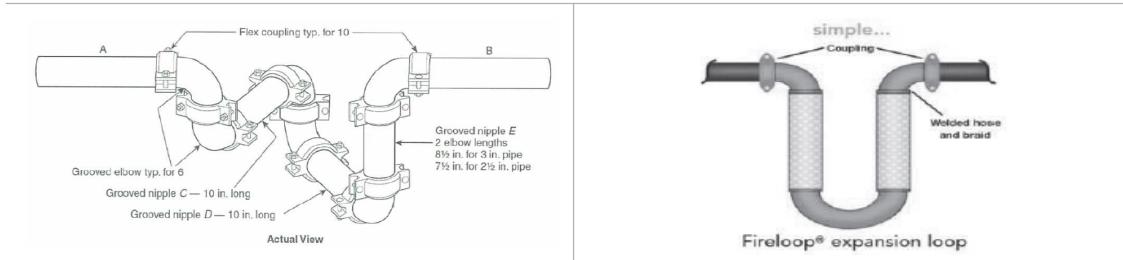
1) 수평지지하중 산정 방법

구 분	내 용
수평력(F_{pw})	$0.5 \times W_p$ 로 배관 길이 및 직각방향 각각 산정
가동중량(W_p)	$1.15 \times \text{총수배관무게}$ * 15%가산은 기타 부속장치 포함한 총수배관 무게임

- 2) (배관의 정착) 배관지지 시 정착부분이 얇을 경우 수평력(F_{pw})을 1.5배 증가시켜 하중 계산
- 3) (버팀대) 기존의 행가 및 가대를 설치하고 배관의 종·횡방향 수평력 산정 후 일정한 간격으로 버팀대 추가 시공

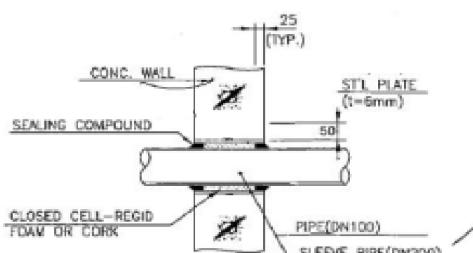
구 분	내 용
종방향버팀대	배관 길이방향의 수평하중 지지
횡방향버팀대	배관 직각방향의 수평하중 지지
4방향버팀대	종횡 4방향 고정으로 입상에 사용
기타사항	<ul style="list-style-type: none"> - 방향전환 3.7m미만 배관은 인접 버팀대로 지지허용 - 0.6m 이내의 횡(종)방향 버팀대는 종(횡)방향버팀대 역할 가능 - 옥내소화전 입상분기 50mm배관은 버팀대 제외 - 배관 도중 중량이 큰 밸브를 설치시 지지대 설치

- 4) (지진분리장치) 건물의 지진분리이음 부위에 시공하고 지진분리장치 1.8m 이내에 4방향 버팀대 설치(고시 제8조 참조)



지진분리장치

- 5) (지반매설 건축물 도입부 배관) 지반상태가 불안정할 경우 배관 손방방지를 위해 관통부위 관의 인성을 이용한 신축이음 설계 적용
- 6) (슬리브와 배관공간) 벽체 등 배관 관통부위의 파손방지를 위해 고시내용에 따라 배관과 슬리브 공간 확보

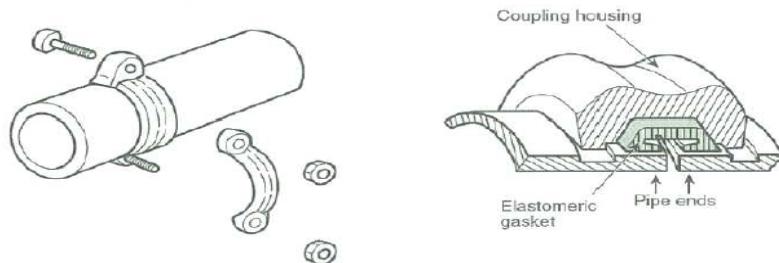


슬리브 상세

- ◎ 예외사항 : 관통면 상하 30cm 이내 신축이음쇠(유동식커플링) 설치 또는 비내화성능 석고보드 등 부서지기 쉬운 부재 관통부위

2-4 지진분리이음 (고시 제7조)

- 1) (신축이음쇠) 기존 고정식(Rigid)커플링보다 지진 시 충격흡수성능이 우수한 유동식(Flexible) 커플링 적용



유동식(Flexible)커플링

※ 강관이외 배관의 신축이음쇠는 성능이 인증될 경우 적용가능

2) (신축이음쇠 설치위치) 배관 D65mm 이상 입상배관에 적용하고 입상길이에 따라 설치 개수 및 위치 결정

◉ 배관길이(L)별 신축이음쇠 개수

구 분	이음쇠 개수
$L < 0.9m$	생략
$0.9m \leq L < 2.1m$	1
$2.1m \leq L$	2(양끝단 각 1개)

※ 입상관 상하단부 0.6m 이내 설치

◉ 2층 이상의 건물일 경우 신축이음쇠는 바닥 및 천장으로부터 각각 0.3m이내(슬리브 면제 조항 적용하여 기준 0.6m→ 0.3m조정) 설치하고 입상수평 분기할 경우 수평관0.6m 이내 추가 설치

0.9m 미만 시 미설치 사례	2층 이상 시 설치사례

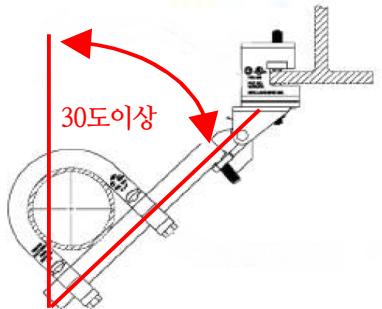
◉ 현장여건별 신축이음 세부 설치부위는 소방시설의 내진설계 화재안전기준 해설서 P.34~36 참조하여 설계에 반영할 것

2-5 혼들림 방지 버팀대 (고시 제9조)

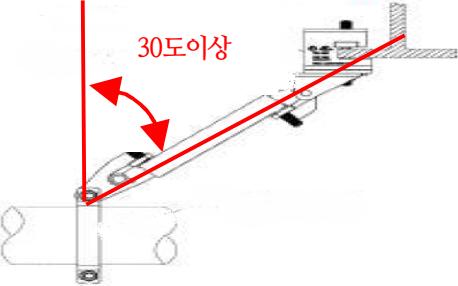
1) 공통사항

구 분	내 용
버팀대 기능	배관의 횡·종방향 및 수직방향 움직임방지
4방향버팀대	횡방향 및 종방향 버팀대 역할 동시 수행
세장비(L/r)	300이하(L : 버팀대길이, r : 최소회전반경)

2) (횡방향 혼들림 방지 버팀대) 배관방향과 수직방향의 움직임 방지 버팀대 설치

구 분	내 용
횡방향버팀대	
설치배관	주배관, 교차배관은 구경에 관계없이 설치하고 가지배관 및 기타배관은 65mm 이상 시 적용 (단, 배관상단과 천장사이가 0.15m 이내로 개별 지지한 경우 횡방향 버팀대 미적용)
설계하중	고정위치의 좌우 6m 횡방향 수평지지하중으로 주배관, 교차배관, 가지배관을 포함하여 계산
설치간격	최대간격 12m 이하로 배관단부는 1.8m 이하
설치각도	수직으로부터 최소 30도 이상

3) (종방향 혼들림 방지 버팀대) 배관방향의 움직임 방지 버팀대

구 분	내 용
종방향버팀대	
설치배관	구경에 관계없이 주배관, 교차배관에 설치
설계하중	고정위치의 좌우 12m 종방향 수평지지하중으로 주배관, 교차배관을 포함하여 계산
설치간격	최대간격 24m 이하로 배관단부는 12m 이하
설치각도	수직으로부터 최소 30도 이상

4) (입상관 4방향 버팀대) 고시 제11조 관련

구 분	내 용		
4방향버팀대	Case A	Case B	Case C
설치배관			길이 1m 초과 주배관의 최상부에 설치하고 수평배관에 설치할 경우 입상중심에서 0.6m 이내 시공
설치생략			주배관과 입상관상의 관 연결부위
설치간격	일체형고정클립방식	또는 클램프방식	기준층(최하층)은 고정틀(또는 클램프) 형식으로 매층 바닥고정하고 최상층 말단에는 4방향 버팀대 적용

2-6 버팀대 고정장치 (고시 제12조)

◎ 한국소방산업기술원의 KFI 인정제품 확인 必

구 분	내 용
버팀대 고정장치	
허용하중	배관에 작용하는 수평지진하중은 허용하중 이하 만족
기 타	3.7m 미만배관은 인접한 배관의 0.6m이내 흔들림 방지버팀대로 지지가능

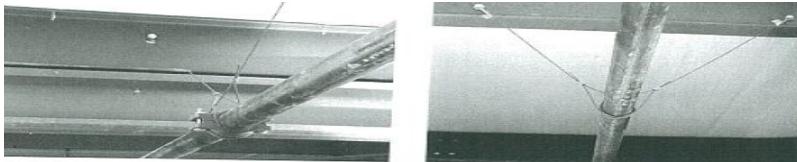
2-7 제어반 (고시 제14조)

- 제어반 구조형태 및 고정형식에 따라 벽 또는 바닥에 고정

구 분	내 용
제어반	
벽면고정형	내력벽에 앵커볼트 M8이상 4개 이상
바닥고정형	바닥 긴 변의 양쪽 모서리에 앵커볼트 M12이상 2개소, 근입깊이 10cm 이상 시공
기 타	기타 수직형구조물은 가동중량을 고려하여 고정수단 내력 검토 필요 (해설서 P.53 참고)

2-8 가지배관 SP용 헤드 고정 (고시 제13조)

- 가지배관 말단에 헤드고정을 위한 와이어를 설치하고 가지배관 길이가 길어질 경우 기준에 따른 간격으로 가지배관 고정

구 분	내 용																							
말단 헤드 고정 와이어																								
말단행거	와이어에 가까운 행거는 상방향 지지유형																							
설치위치	와이어는 행거로부터 0.6m 이내 설치																							
설치간격	철제가지관의 고정장치 사이의 최대간격(m) <table border="1" data-bbox="573 1566 1320 1821"> <thead> <tr> <th rowspan="2">관경(mm)</th> <th colspan="3">지진계수(Cp)</th> </tr> <tr> <th>Cp≤0.50</th> <th>0.5< Cp≤0.71</th> <th>Cp>0.71</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>13.1</td> <td>11.0</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>14.0</td> <td>11.9</td> <td>8.2</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>14.9</td> <td>12.5</td> <td>8.8</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>16.2</td> <td>13.7</td> <td>9.4</td> </tr> </tbody> </table>	관경(mm)	지진계수(Cp)			Cp≤0.50	0.5< Cp≤0.71	Cp>0.71	25	13.1	11.0	7.9	32	14.0	11.9	8.2	40	14.9	12.5	8.8	50	16.2	13.7	9.4
관경(mm)	지진계수(Cp)																							
	Cp≤0.50	0.5< Cp≤0.71	Cp>0.71																					
25	13.1	11.0	7.9																					
32	14.0	11.9	8.2																					
40	14.9	12.5	8.8																					
50	16.2	13.7	9.4																					
헤드위치	천장, 보등과 10cm 이상 이격 설치																							
헤드고정면제	가지배관상부와 천장사이 행거길이 0.16m이하이고 수직방향에서 45도 미만 설치시 말단헤드 고정 면제																							
가지배관 행거	SP 화재안전기준 제8조13항에 따라 설치																							
기 타	고정와이어외 베티대 설치가능																							

2-9 소화전함 (고시 제16조)

- 소화전함 가동중량 100kg 이하로 적용하여 앵커볼트 선정

구 분	내 용
문 짹	개폐에 장애가 발생하지 않게 설치
벽면고정식	내력벽면 노출형함은 앵커볼트 M4이상 4개소 벽면고정
바닥고정식	지지대를 이용 바닥에 앵커볼트 M6이상 2개소 바닥고정
기 타	비내력벽에는 함 미설치가 원칙(단, 설치시 바닥고정식 적용)

2-10 유수검지장치 (고시 제15조)

- 유수검지장치 전·후단 수직배관상에 신축이음 적용

구 분	내 용
유수검지장치	
기 타	<p>유수검지장치 형식적용은 플랜지형 또는 그루브형 적용 가능</p>

2-11 비상전원 (고시 제17조)

- 1) 비상전원 안정적 공급을 위해 비상발전기, 연료탱크, 예비전원함의 전도방지를 위한 고정보강

구 분	내 용
비상발전장치	<p>고시 제5조 제1항의 기준으로 바닥 고정하거나 방진지지장치 설치시 전도방지 내진스토퍼 설치</p>
예비전원함	<p>전도되지 않도록 벽면 또는 바닥 앵커볼트 고정</p>
연료탱크	<p>연료탱크 이탈 및 전도방지 조치를 하고 연료공급배관은 플렉시블조인트 시공</p>

2) (앵커볼트 선정) 기 계산된 표에 따른 간편선정 방법 또는 구조해석을 통한 개별 앵커볼트 허용응력 계산방법 적용

◎ (간편선정 방법)

설비중량 앵커볼트 호칭경	100kg	250kg	500kg	1000kg	2000kg	3000kg
M3	4.31	10.78	21.56	43.13	86.25	129.38
M3.5	3.20	8.00	16.00	31.99	63.99	95.98
M4	2.47	6.18	12.35	24.71	49.41	74.12
M5	1.53	3.82	7.64	15.28	30.55	45.83
M6	1.08	2.70	5.40	10.79	21.58	32.38
M7	0.75	1.88	3.75	7.51	15.01	22.52
M8	0.59	1.48	2.96	5.93	11.85	17.78
M10	0.37	0.93	1.87	3.74	7.48	11.22
M12	0.26	0.64	1.29	2.57	5.15	7.72
M14	0.19	0.47	0.94	1.89	3.77	5.66
M16	0.14	0.35	0.69	1.38	2.76	4.14
M18	0.11	0.28	0.56	1.13	2.26	3.39
M20	0.09	0.22	0.44	0.89	1.77	2.66

- 고시 제5조에서 가압송수장치 1,000kg 이하인 경우 앵커볼트 M10 4개로 가능하나 안전율을 고려하여 앵커볼트 M12 4개 선정
- 가동중량 100kg이하 벽체고정 소화전함은 앵커볼트 M3.5 3.2개가 필요하나 안전율을 고려하여 앵커볼트 M4 4개 선정
- 가동중량 100kg이하 바닥고정 소화전함은 앵커볼트 M5 1.53개가 필요하나 안전율을 고려하여 앵커볼트 M6 2개 선정

◎ (개별 앵커볼트 허용응력 계산방법) 해설서 P.60 참고

2-12 가스계 및 분말소화설비 (고시 제18조)

- 1) (대상설비) 이산화탄소, 할로겐화합물, 청정소화약제, 분말소화설비의 저장용기, 제어반, 기동장치, 비상전원 고정

구 분	내 용
용기 고정틀	
저장용기	파손, 전도방지 위해 고정하고 고정틀 사용시 고시 제5조 제1항으로 고정
제어함	고시 제14조 기준으로 합고정
벽체 관통배관	

3. 조치사항

- (적용시기) '16.1.25 이후 건축허가등의 접수시점부터
- (내진설계 기술지원) 내진설계 도입초기 실무부서(설계, 시공 등) 혼란방지를 위해 단지기술처 내 내진설계 기술지원반 운영
- (건축허가 동의 요청시 제출서류) 내진시방서, 관련도면, 내진설계계산서
 - ◎ '17.1.24까지는 내진설계도서 등을 소방시설착공신고까지 제출가능
- (버팀대 성능확인) 혼들임 방지 버팀대 각 부분에 대한 허용하중 성능확인을 위해 공인 기관의 시험성적서, UL, FL인증서, 기타 국민안전처 고시에 따른 성능확인서 확인
- (추정공사비) 증 6,000원/m²(건축연면적 기준)
 - ◎ (예시) ○○수질복원센터(건축연면적 4,825m²) 28,000천원 공사비 증가

【참고문헌】『단지분야 건축물 소방시설 내진설계』 단지기술처-690(2017.3.9)

VIII-2

음식물자원화 바이오 시스템 주거단지 적용사례

개요

2013년 음식물쓰레기 해양투기금지로 도시개발에 따른 음식물쓰레기의 처리기술 개발이 필요하며
쾌적하고 안전한 주거단지에 대한 고객의 Needs, 폐기물의 자원화에 대한 정부정책에 부응하기
위하여 발효·소멸기술을 이용한 『음식물자원화 바이오 시스템』을 주거단지에 적용

주요내용

1. 『음식물자원화 바이오시스템』 개요

- 1) 개발주체 : LHI 연구과제로 개발(LHI 특허 보유)
- 2) 처리방식 : 음식물폐기물에 목질바이오칩을 이용하여 24시간 이내 발효·소멸 처리하여
90% 감량화하고 부산물은 퇴비화
- 3) 규모 : 100kg/일·대
- 4) 실증 설치사례 : 용인동천 스마트타운등 4개 단지 운영중



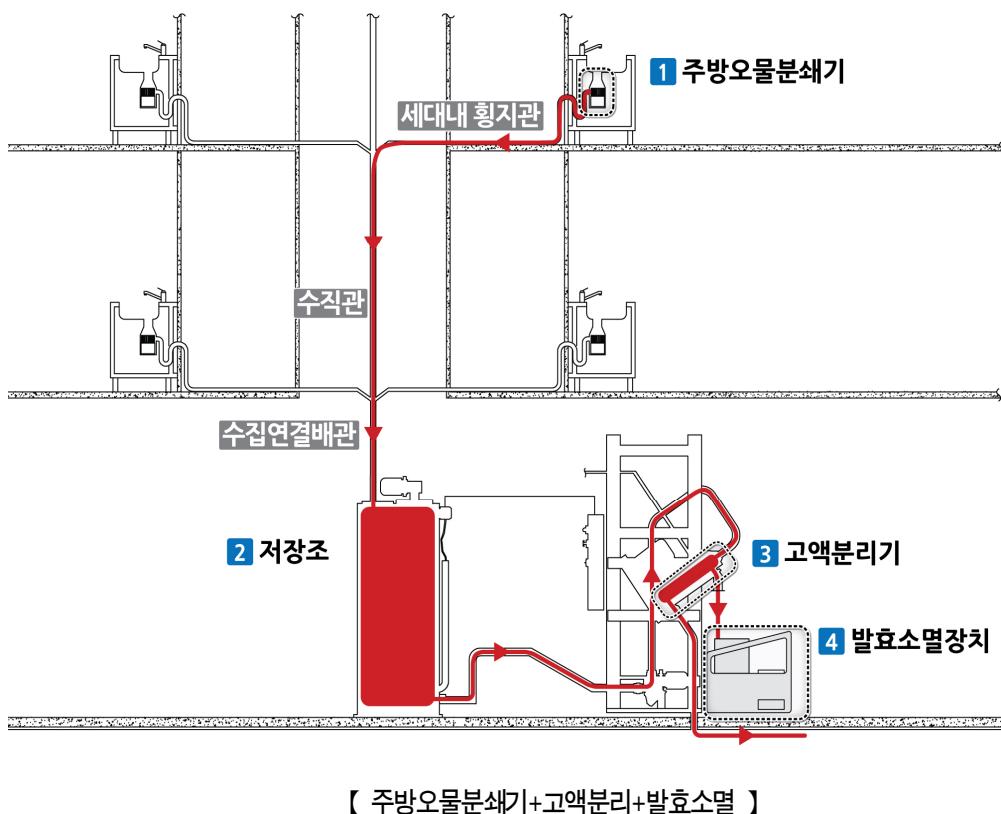
【 음식물자원화 바이오시스템 】

5) 음식폐기물 발효소멸기 효과

- 대규모 음식물처리시설 불필요하며 처리비용 절감
- 음식물폐기물을 90%이상 감량화
- 음식물폐기물 수거차량 운행 불필요
- 부산물을 퇴비로 활용하여 자원화

2. 음식물분쇄기를 이용한 『음식물자원화 바이오시스템』

- 1) 음식물분쇄기를 이용 세대내에서 직접 투입
- 2) 주방 입상배관에서 저장조에 일시저장
- 3) 고액분리(80% 이상 고형물 회수)하여 고형물은 『음식물자원화 바이오시스템』으로 발효 · 소멸 처리하여 퇴비화



【참고문헌】『음식물쓰레기 자원화로 자족형 자원순환 주거단지』 도시기반처-2286(2016.3.14)

VIII-3

공사현장 화재예방을 위한 임시소방시설 설치방안

개요

- (공사장 화재) 공사현장 시공 중 화재로 인한 인적·물적 피해 심각
 - 국립현대미술관, 고양시외버스터미널 등 대형 공사장 화재로 대규모 인명·재산피해 발생
 - * 주요 공사장 화재 : 코리아 2000 냉동창고 화재(사망 40, 재산피해 71억)
- (정부대책) 공사장 화재예방을 위해 임시소방시설 설치의무화('15.1.8)
 - 화재초기 대응을 위해 소방법상 특정소방대상물 공사장에 대한 최소한의 소방시설 설치
 - * 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률(이하 "소방시설법") 제10조의2 제1항
- 공사장 화재에 대한 피해규모가 크고 정부에서도 임시소방시설 설치를 의무화함에 따라 단지 조성 건축물 공사현장에 대한 임시소방시설 세부설치운영기준 수립 필요

주요내용

1. 임시소방시설 설치대상 등

1-1 설치대상

- 1) 단지분야 건축허가 소방 동의대상 특정소방대상물 중 화재위험작업을 할 경우 임시 소방 시설 설치
- 2) 건축허가를 할 때 소방 동의대상 건축물의 범위
 - 소방시설법 시행령 제12조
 - 소방법상 특정소방대상물은 전체 30개(1. 공동주택~30. 복합건축물)
 - 소방시설법 시행령 제5조 [별표2]
 - 단지분야 특정소방대상물 : 학교, 도서관, 박물관, 운동시설, 터널, 양수장 등

1-2 임시소방시설을 설치하여야 하는 공사 종류와 규모

- 소방시설법 시행령 제15조의4 제2항 [별표5의2]

구 분	공사의 종류 및 규모
소화기	건축허가등을 할 때 소방본부장등의 동의대상 공사중 제15조의4제1항에 따른 작업현장
간이소화장치	1) 연면적 3천m ² 이상 2) 해당 층의 바닥면적이 600m ² 이상인 지하층, 무창층 및 4층 이상의 층
비상경보장치	1) 연면적 400m ² 이상 2) 해당 층의 바닥면적이 150m ² 이상인 지하층 또는 무창층
간이피난유도선	바닥면적이 150m ² 이상인 지하층 또는 무창층의 작업현장
대통령령으로 정하는 위험작업 소방시설법 영 제15조의4 제1항 (이하 “화재위험작업”)	1. 인화성 · 가연성 · 폭발성 물질을 취급하거나 가연성 가스를 발생시키는 작업 2. 용접 · 용단 등 불꽃을 발생시키거나 화기를 취급하는 작업 3. 전열기구, 가열전선 등 열 발생기구 취급 작업 4. 국민안전처장관 고시 폭발성 부유 분진 발생작업 5. 그 밖에 제1호부터 제4호까지와 비슷한 작업으로 국민안전처장관이 정하여 고시하는 작업

1-3 성능 및 설치기준

- 화재안전기준(NFSC 606) 상 임시소방시설 종류별 성능 및 설치기준에 적합하게 설치

구 분	설 치 기 준
소화기	소형소화기 2개 이상 : 각 층마다 능력단위 3단위이상 위험작업시 : 소형소화기 2개이상(능력단위 3단위 이상) 및 대형소화기 1개를 추가 배치(5m이내)
간이소화장치	수원 20분이상, 방수압력 최소 0.1MPa 이상, 방수량은 65L/min이상, 위험작업시 5m이내 배치, 간이소화장치 표시
비상경보장치	위험작업시 5m이내 배치, 작업장 내 유효한 음량확보
간이피난유도선	광원점등방식 상시점등 공사장 출입구까지 바닥으로부터 1m이하

1-4 임시소방시설 종류

- 관련법령에 따른 임시소방시설을 설치하고 현장여건에 맞게 대체설비 설치가능

구 분	설 치 기 준		면 제 기 준	
소화기 “화재 시 인근 작업자가 사용”	소형 (3.3kg)			
	대형 (20kg)			無
간이소화장치 “소화기 초기소화 실패 시 사용”			無	
			대형소화기(6개)	옥내소화전
비상경보장치 “화재사실 전파용”				
			비상방송설비	자동화재탐지설비
간이 피난유도선 “화재시 피난로 방향 지시”				
			비상조명등	피난구유도등
				피난유도선

1-5 설치위치 및 설치기간

- 1) 화재위험작업 시 작업장 인근(5m이내)에 작업시작 전부터 작업완료까지 설치
 - ◎ (설치위치) 관련규정에 따라 화재위험작업장 5m 이내 비치
 - ◎ 소화기는 각 층 기본설치 소형소화기(2EA)는 평소 직통계단 인근에 비치하고 위험작업시 작업장으로 이동
 - ◎ (설치기간) 화재위험작업 시작 전에 설치하고 작업완료 후 철거
- 2) 비용산정은 소방시설 권장 내구연한을 적용하여 손료로 산정
 - ◎ 소방시설에 내구연한 법적기준이 없는 실정이며 소방방재청이 마련한 민간자율화 제도로 권장 내구연한 운영
 - ◎ 권장 내구연한 품목 : 소화기(8년), 소방호스(8년), 단독경보형감지기(10년)
- 3) 임시소방시설 설치비 비중이 큰 소화기를 기준으로 설정(8년)

1-6 타법령과의 관계

- 1) 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 따라 임시소방시설은 다른 법령에서 규정 사항으로 안전관리비로 정산 불가
- 2) 건설업 산업안전보건관리비 사용기준 : 고용노동부고시 제2014-37호 제7조제2항제2호

2. 임시소방시설 세부설치기준

2-1 공통적용

- 1) 시설기준은 현장여건 등을 고려하여 시설별 대체설비 적용 가능
 - ◎ (소화기) 세부설치기준에 따라 소형 또는 대형소화기 설치
 - ◎ (간이소화장치) 대체설비 기준에 따라 대형소화기 6개 적용
 - ◎ (비상경보장치) 편의성 고려 휴대용확성기(출력 15W) 적용
 - ◎ (간이피난유도선) 광원점등방식 50m 피난유도선
 - ◎ (기타) 임시소방시설 유지관리를 고려하여 보관함 반영
- 2) 실시설계 도면 및 발주내역(공통가설경비)에 반영
 - ◎ 건축허가 시 임시소방시설 설치계획서와 동일하게 실시설계도면에 세부수량 명기
 - ◎ 발주시 주된 공종의 공통가설공사비(공통경비) 반영
 - ◎ 현장여건 및 화재위험작업 빈도 등을 고려하여 설계변경 가능
 - 전기 · 통신 장비류 보호를 위해 가스계 소화기(CO2등) 추가반영 가능

3) 주요 임시소방시설인 소화기를 기준으로 내구연한 8년을 설정하고 공사기간에 따른 손료 산정

- 임시소방시설 손료 = 임시소방시설 전체 금액 × 공사기간(개월) ÷ 96개월

4) 건축허가등의 동의 시 임시소방시설 설치계획서 제출

- 설치시기 · 위치 · 종류 · 방법 등 세부사항 포함하여 동의요구서에 첨부
 - 소방시설법 시행규칙 제4조2항4호

5) 임시소방시설의 설치 및 유지관리비용은 관련법에 따라 안전관리비로 사용 불가

6) (추정공사비) 총 65원/m²(13백만원/년), 건축연면적 기준

7) '15년 1월 8일 이후 건축허가등의 신청분부터 적용

2-2 특정소방대상물(터널 및 지하구 제외) 세부설치기준

1) 특정소방대상물(터널 및 지하구 제외)

구 분	설치대상	특정소방대상물						
		지상층	지하층 (무창층)	지하 주차장	화재위험작업 포함공사			
소화기 (소형*, 대형**)	건축허가 및 동의대상		소형 2개/층		소형 2개/동 + 대형 1개/동			
간이소화장치	연면적	3천m ²	-	-	대형 6개/동 (지하주차장 제외)			
	지하층	600m ²						
	무창층							
	4층이상							
비상경보장치 (휴대용확성기)	연면적	400m ²	-	-	1개/동 (지하주차장 제외)			
	지하층	150m ²						
	무창층							
간이 피난유도선	지하층	150m ²	1개/동		-			
	무창층			1개/층				

※ 소형* : 3.3Kg 소화기, 대형** : 20kg 소화기

2) 설치기간 및 설치위치

구 분	설치기간		설치위치	
소화기	소형2	각층 천장골조완료 ~ 준공까지 상시설치	기본	각 층(직통계단 5m이내)
	소형2 대형1	화재위험작업 시작전 ~ 종료시까지	위험작업	작업지점으로 이동
간이소화장치	화재위험작업 시작전 ~ 종료시까지		화재위험 작업지점 5m 이내 소화기 추가 설치	
비상경보장치	상동		화재위험 작업지점 5m 이내	
간이 피난유도선	상동		작업장 ~ 출입구(직통계단)	

2-3 터널 및 지하구 특정소방대상물 세부설치기준

1) 터널 및 지하구 특정소방대상물

구 분	설치대상	특정소방대상물		
		터널	지하구	화재위험작업 포함공사
소화기 (소형*, 대형**)	건축허가 및 동의대상	소형 2개/출입구		(소형 2개+대형 1개) × 2set /공구
간이소화장치	연면적 3천m ²	-	-	대형 6개 × 2set /공구
	지하층			
	무창층			
	4층이상			
비상경보장치 (휴대용확성기)	연면적 400m ²			2개/공구
	지하층			
	무창층			
간이 피난유도선	지하층	150m ²		2개/공구
	무창층			

※ 소형* : 3.3Kg 소화기, 대형** : 20kg 소화기

2) (설치기간 및 설치위치)

구 분	설치기간		설치위치	
소화기	소형2	천장골조완료 ~ 준공까지 상시설치	기본	각 출입구
	소형2 대형1	화재위험작업 시작전 ~ 종료시까지	위험작업	작업지점으로 이동
간이소화장치	화재위험작업 시작전 ~ 종료시까지		화재위험 작업지점 5m 이내 소화기 추가 설치	
비상경보장치	상동		화재위험 작업지점 5m 이내	
간이 피난유도선	상동		작업장 ~ 출입구 또는 피난대피시설*	

※ 피난대피시설* : 피난연결통로, 피난대피터널

3. 단계별 조치사항

- (기본설계) 건축허가 신청일('15.1.8)을 기준으로 건축허가동의대상인 경우 임시소방시설 설치계획서 작성여부 확인
- (실시설계) 발주도면 및 내역(공통가설경비)에 임시소방시설 반영
- (공사현장) 임시소방시설 설치계획서에 따른 설치 및 유지관리
 - 수급업체는 임시소방시설의 관련법상 필요한 기능과 성능을 갖도록 유지·관리하며
 - 공통가설공사비 항목 중 임시소방시설은 하도급시 제외(수급업체에서 직접관리)

【참고문헌】『단지분야 공사장 임시소방시설 설치』 단지기술처-1884(2016.6.8)

VIII-4

개발사업지구 환경시설 설치계획시 원단위 적용방안

개요

우리공사 개발사업지구에 계획하는 수질복원센터 등 각종 환경시설물에 대하여 기 결정된 계획 기준과 최근 발주된 공사 적용기준 등을 종합 검토하여, 향후 각종 환경시설물 설치계획시 적용할 합리적이고 통일된 기준 수립

주요내용

1. 수립기준

- 모든 단위공사비는 제작비 및 부가세 포함 금액임
- 각 시설물별 면적 혹은 용량이 기준과 사이일 경우 직선보간법으로 단가 추정
- 본 추정자료는 기 발주된 공사비 자료를 분석하여 2006년 기준으로 단가화한 것으로, 사업 기간 등을 감안하여 별도 조정할 수 있음
- 기타 현장여건 및 시설물 처리방식이 특이한 경우 이를 감안하여 산출요함
- 시설별 부지면적은 지자체와의 협의 등으로 주민편의시설 확충시 크게 달라질 수 있음.

2. 시설별 설치 계획 기준

2-1 하수처리시설

1) 시설규모 산정

$$Q = (\text{오수량원단위(L/인·일)} * \text{계획인구(인)} * \text{오수전환율 80\%}) * 1.1(\text{지하수유입량})$$

* 오수량원단위(L/인·일) = 수도정비보고서상의 급수량원단위

2) 단위공사비(천원/톤)

용량(톤/일)	5,000	10,000	25,000	50,000	100,000	비고
단위공사비	4,000	3,800	2,700	1,700	1,200	- 시설 지하화 - 지상 공원화

3) 부지면적

- 지상식 : $A = 3.146 * (Q/1,000)^{0.674}$, [A:면적(천m²), Q:용량(톤/일)]
- 지하식 : 지상식 * 80%
- 적정부지형태 : 정방형(7:3 ~ 6:4)

4) 명칭변경 : 하(폐)수 처리시설 → 수질복원센터

2-2 쓰레기 소각장

1) 시설규모 산정

$$Q = \text{시설원단위(kg/인 · 일)} * \text{계획인구(인)} * 1/\text{가동율} * \text{변동계수}$$

2) 단위공사비(백만원/톤)

용량(톤/일)	50	100	200	300	비고
단위공사비	700	600	450	400	열분해용융 방식
단위공사비	380	340	260	250	스토커 방식

3) 부지면적

$$A = A1 + A2 + A3(m^2)$$

$$A1 = 432.6 * Q^{0.634}$$

$$A2 = 1,063 * Q^{0.444}$$

$$A3 = 0.15 * (A1 + A2)$$

A: 전체소요부지 면적(m²), A1: 소각장 면적(m²), A2: 녹지면적(m²),

A3:주민편익시설 면적(m²), Q: 시설용량(톤/일)

※ 녹지면적은 폐촉법 시행령 제28조 설치기준에 의해 50톤/일 이상에 적용하며, 주민편익시설은 소각장과 녹지면적 합계의 15%를 적용

4) 명칭변경 : 쓰레기 소각장 → 크린(타워)센터

2-3 쓰레기 자동집하시설

1) 시설규모 산정

쓰레기 자동집하시설은 집하장과 이에 연결된 관로망으로 구성되고, 통상 단지면적 약 2,000,000m²당 집하시설 1개소가 필요하며, 토지이용계획시 집하장 부지위치는 폐기물 처리시설 기준으로 선정 요망.

2) 단위공사비 (천원/m²)

용 량	-	비 고
단위공사비	10	공동주택지 별도

3) 집하장 부지면적

$$A = 1,700\text{m}^2 \text{ (정방형)}$$

위 치 : 가급적 단지내 중앙부에 효과를 고려하여 녹지공간내에 위치토록 계획

4) 명칭변경 : 쓰레기 자동집하시설 → 자동크린넷시설

2-4 음식물쓰레기 자원화시설

1) 시설규모 산정

$$Q = (\text{음식물류 폐기물 발생원단위}(\text{kg}/\text{인} \cdot \text{일}) * \text{계획인구}(\text{인}) * \text{폐기물 자원화율}(100\%)/\text{자원화 시설 년간 가동율}) * \text{월 최대 변동계수}$$

※ 제2차폐기물처리기본계획(주정), 2005, 경기개발연구원에 따르면 폐기물 발생원단위 0.223, 년간 가동율 80%, 월 최대변동 계수 1.3 적용

2) 단위공사비(백만원/톤)

용 량	45	비 고
단위공사비	400	- 시설지하화 - 지상 공원화

3) 부지면적

$$A = 8,000\text{m}^2 \text{ (정방형, 시설용량 } 30 \sim 50\text{톤/일})$$

$$A = 10,000\text{m}^2 \text{ (정방형, 시설용량 } 51 \sim 80\text{톤/일})$$

4) 명칭변경 : 음식물 쓰레기 자원화시설 → 크린에너지센터

【참고문헌】『환경시설물 설치계획 기준』 시설사업처-627(2007.2.26)

VIII-5

무공해 수송관로를 활용한 쓰레기 자동집하시설

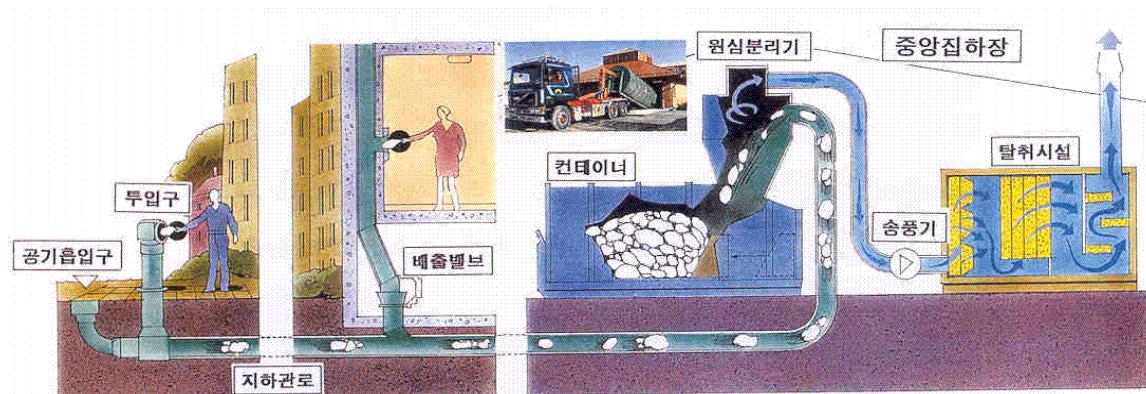
개요

최근 신도시 등 택지개발사업 시행시 환경친화적이며 차별화된 택지조성을 위해 쓰레기수송관로 등 환경시설이 도입되는 추세임에 따라 체계적이며 효율적인 업무수행에 활용

주요내용

1. 시스템

쓰레기 수송관로는 종래의 인력과 차량에 의한 쓰레기수거방식과 달리 쓰레기 투입구를 통해 투입된 쓰레기가 중앙집하장의 시스템 통제에 의하여 지하매설 관로에 흐르는 고속 공기와 함께 쓰레기를 수거하는 방식.



【 시스템 계통도(예시) 】

2. 적용사례 및 이용후 평가

공사에서는 도시환경 개선 및 미관을 증진시켜 쓰레기 없는 클린타운(Clean Town) 건설에 기여코자 택지지구에 쓰레기 수송관로를 국내 최초로 용인수지2지구에 시범 도입.

2-1 적용사례

지구명	지구면적(m^2)	도입시기
용인수지2	965,000	'95
행복도시	26,166,000	'08~'14
인천영종	14,896,000	'09
화성향남2	3,190,000	'10

2-2 이용 후 평가

- 입주민 반응 : 2000년 2월 및 4월에 실시한 2차례의 입주민 설문조사 결과 주거환경개선에 대하여 92%가 만족
- 지자체 평가 : 2001년 4월 지자체(용인)의 건설환경 등에 대한 용인시 의회 행정사무감사 및 선정
- 언론보도 등 : 매일경제신문(2001. 8.10) 등 국내 언론에서 환경친화적 시설로 보도

3. 적용시 고려사항

3-1 추정예산

- 사례

용인수지2지구 : 16,580원/ m^2 (54,795원/평)
- 적용 원단위 : 기자재의 국산화율 증가 등으로 용인수지2지구 대비 약 60% 예상
 ※ 소요예산 (조성공사비 포함) : 33,000원/평

3-2 기본계획시 반영 및 참조사항

상기 원단위는 용인수지2지구 사례를 기준한 것으로 사업지구 여건과 토지이용계획에 따라 다르게 적용될 수 있음.

구 분	내 용	비 고
집하장	<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 관로말단과의 거리 2.0Km이내 • 면적 : 약 300평/개소당 • 개소 : 1개소/(30만평~60만평) 	개발계획 반영요 (토지이용계획)
관로	<ul style="list-style-type: none"> • 길이원단위 : 0.0114m/m^2(사업지구면적) [0.037m/평(사업지구면적)] • 관경 : 기준관경 500mm 	
투입구	<ul style="list-style-type: none"> • 원단위 : 1개소/23세대 	

3-3 주요 시설내용

- 쓰레기투입구
 - 실내, 실외에 다양한 형태로 설치
- 이송관
 - 쓰레기 투입구내의 배출밸브를 통과한 쓰레기가 지하매설 또는 공동구를 통하여 집하장 원심분리기까지 운반하는 관로
- 집하장
 - 쓰레기를 옥외에 설치된 투입구에 투입, 이송관로를 통하여 최종 집하장으로 자동이송
 - 집하된 쓰레기는 일반쓰레기 차량에 의해 소각장 또는 매립장으로 운반되어 최종 처리
 - 관로말단과의 2.0Km이내 및 녹지 등 주변 주거단지와 가능한 이격설치

3-4 설치기준

1) 관로매설

- 보도측 매설을 원칙으로 하되, 지하매설물 중복을 최소화 하고 시설녹지를 최대한 사용
 - 관로의 관경은 주관로 및 분기관로를 500mm로 하고 마찰정도 등에 따라 두께(5T, 8T, 10T, 15T)를 달리 적용
 - 강관의 재질은 ASTM A53 GRADE A, KSD3583, BS3601 ERV360 동등품 이상

2) 일반주택

- 위치 : 설치간격은 20~40M를 기준으로 하고, 최대 60M이하로 투입구를 설치
- 수량 : 9가구이하당 투입구 1개조 설치
- 배치 : 원형투입구 설치를 원칙으로 하며, 대형쓰레기(100ℓ 이하) 발생에 대응하기 위하여 적절한 장소에 사각투입구를 배치
- 기타 : 1일 1회 수송을 기준하며, 단독주택의 경우 투입구 1개조가 서비스하는 가구수에도 불구하고 이용자의 편리성을 우선적으로 고려.

3) 공동주택

- 위치 : 아파트 각 동별 감시가 용이하고 1층 거주자의 시각적 프라이버시를 침해하지 않는 아파트출입구로 부터 60M 범위내 설치.
- 수량 : 90세대 이하는 1SET(가연성, 비가연성) 설치하고 180세대 이하는 가연성2개, 비가연성 1개 설치.
- 배치 : 원형투입구 배치를 원칙으로 하며, 대형쓰레기(100ℓ 이하) 발생에 대응하기 위하여 적절한 장소에 사각투입구를 설치.
- 기타 : 수송횟수는 1일 2회

4) 상가

- ◎ 위치 : 건축계획에 따라 옥내 및 옥외형 사각형투입구 설치한다
- ◎ 수량 : 연면적 2000m²이하 1SET(가연성, 비가연성) 설치하고, 연면적 2000m² 이상은 가연성2개 비가연성1개 설치.
※ 건축용도 및 연면적에 의한 쓰레기 발생량에 따라 결정
- ◎ 기타 : 수송횟수는 1일 2회

3-5 적용방식

사업지구 여건 등에 따라 다음과 같이 시스템 구성.

- ◎ 택지 적용 : 수평적 구성
- ◎ 택지 및 개별(고층) 건물 적용 : 수평 · 수직적 구성
※ 수평·수직적 구성의 경우 건물내 투입구는 가연성, 비가연성 또는 가연성, 음식물 등의 관로로 구성이 가능.

【참고문헌】『무공해 수송관로를 활용한 쓰레기 자동집하시설』 시설(시)7651-1004(2003.10.27)

VIII-6

폐기물 처리시설의 적정규모 계획을 위한 원단위 산정

개요

정부의 제2차 폐기물관리종합계획 및 관련법상 주변 녹지대 설치기준 등을 반영하고 쓰레기종량제 실시 이후 전국의 쓰레기발생량 변화추이 등을 종합분석·수렴한 합리적인 처리시설 원단위 기준 수립이 필요함에 따라 사업지구내 발생 폐기물처리를 위한 쓰레기처리시설 계획시 목표 년도의 발생량과 재활용 등 성상의 예측에 따른 최적의 시설규모를 계획

주요내용

1. 기본방향 및 전제조건

- 발생량 원단위는 택지개발 비율이 높은 5개 도시를 표본 선정하여 발생량 추이분석 및 성상분석에 따른 자료를 추출.
- 택지지구의 생활쓰레기를 대상으로 지자체 통계연감 및 환경부의 전국 폐기물 발생 및 처리현황 자료를 근거.
- 목표년도는 2011년.
- 면적원단위는 전국 쓰레기소각시설의 설치현황을 조사하여 데이터베이스화.
- 소요면적은 통계기법인 회귀분석법을 이용하여 시설용량과 소요면적의 상관관계에서 함수식을 도출함.(SPSS 8.0)
- 폐기물처리시설중 중간처리시설(소각시설, 음식물처리시설)을 대상

2. 생활쓰레기 현황 분석

2-1 쓰레기 발생 현황

'90년이후 전국쓰레기발생량을 살펴보면 표1과 같이 '95년까지 크게 감소한 것으로 나타난 바, 이는 부피톤에서 중량톤으로의 변환과 종량제 실시에 기인한 것으로 판단되며, '97년도를 전후한 국내 경제상황으로 인한 부분적인 변동을 제외하면 '98년 이후 점차 증가세를 나타내고 있음.

향후 생활 폐기물발생량은 자연적 증가가 예상되나 국가의 폐기물 감량정책의 시행으로 일정 수준의 정상흐름(Steady flow)을 보일 것으로 전망.

(표1, 전국쓰레기의 연도별 발생량 현황)

구 분	인구(천명)	1일발생량 (톤/일)	연간발생량 (천톤/년)	1인당 1일 발생량	
				kg/인/일	전년대상증가율(%)
1990	36,134	83,962	30,646	2.3	-
1991	38,445	92,246	33,670	2.3	0.0
1992	41,834	75,096	27,410	1.8	-21.8
1993	42,527	62,940	22,973	1.5	-16.7
1994	43,603	58,118	21,213	1.3	-13.3
1995	44,590	47,774	17,438	1.1	-15.4
1996	45,115	49,925	18,223	1.1	0.0
1997	45,561	47,895	17,482	1.05	-4.5
1998	46,274	44,583	16,273	0.96	-8.6
1999	46,881	45,614	16,649	0.97	10.4
2000	47,954	46,438	16,950	0.98	1.03
2001	48,262	48,499	17,702	1.01	1.03

(자료근거 : 환경부, 제2차 폐기물종합계획)

2-1 생활쓰레기 처리 현황

생활쓰레기의 처리현황을 보면 표2와 같으며 2001년도의 경우 매립 43.3%, 소각 13.6%, 재활용 43.1%로 나타났으며, 매립처리율이 점차 낮아지고 재활용과 소각비율이 점차 증가하는 추세

(표2, 생활쓰레기 처리 현황)

구 분	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'05 (추정)	'08 (추정)	'11 (추정)
합 계	49,925	47,895	44,583	45,614	46,438	48,491	47,705	47,164	46,414
매립(%)	68.3	63.9	56.2	51.6	47.0	43.3	31	22	17
소각(%)	5.5	7.1	8.8	10.3	11.7	13.6	23	28	30
재활용(%)	26.2	29.0	34.9	38.1	41.3	43.1	46	50	53

(자료근거 : 환경부, 제2차 폐기물종합계획)

3. 발생량 및 시설규모 원단위

3-1 발생량 원단위

1) 상위지표(전국, 환경부)

(단위: kg/인·일)

구 분	실 적		예 측		
	2000	2001	2005	2008	2011
추정 원단위	0.98	1.01	1.03	1.04	1.04
목표 원단위	–	–	0.97	0.94	0.91

2) 택지개발 비율이 높은 표본 도시

(단위: kg/인·일)

구 분	실 적		예 측		
	2000	2001	2005	2008	2011
평균	0.899	0.894	0.88	0.87	0.85
안양시	1.045	1.01	–	–	–
성남시	0.852	0.847	–	–	–
수원시	0.875	0.895	–	–	–
부천시	0.936	0.887	–	–	–
고양시	0.790	0.834	–	–	–

※ 예측은 상위지표의 추정 및 목표원단위 변화율의 산술평균치 적용

3) 발생량 원단위 적용

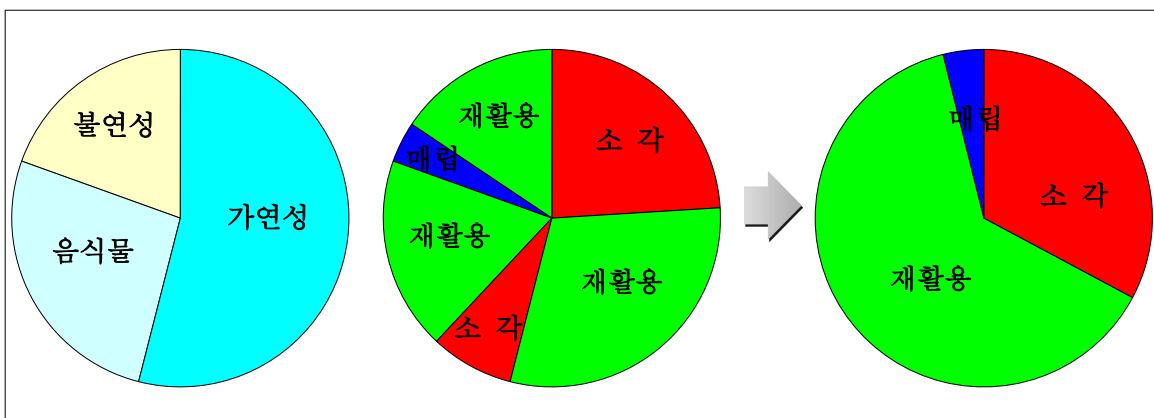
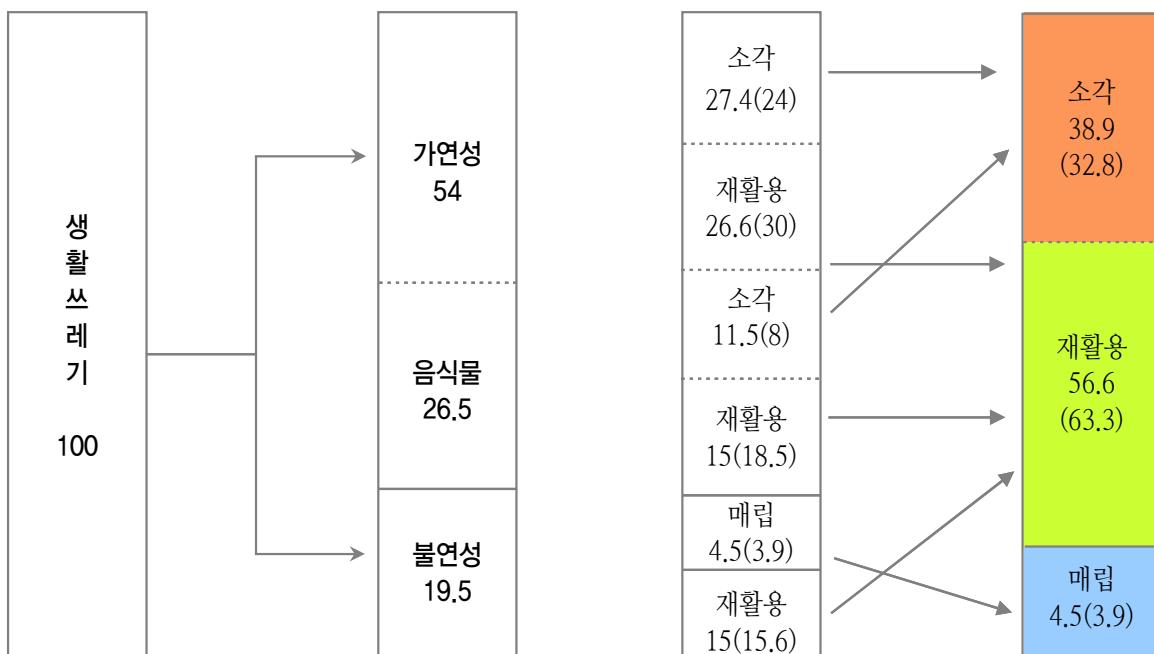
구 분	2005	2008	2011	비 고
원단위 (kg/인·일)	0.88	0.87	0.85	

※ 택지개발지구의 특성을 잘 반영하는 4.1.2 항을 적용함. 목표연도에 의한 보간법 사용이 가능함.

3-2 생활쓰레기 성상별 분석

- ◎ 성상비율은 택지지구 비율이 높은 5개 도시의 성상분석 평균치 적용
 - 불연성 : 19.5%
 - 음식물 : 26.5%
 - 불연성중 재활용 : 77.4% (2011년 80%)
 - 음식물중 재활용 : 56.8% (2008년 65%, 2011년 70%)

- 가연성(음식물제외)중 재활용 : 26.6% (2011년 30%)



- ◎ 소각재의 매립 제외
- ◎ ()는 2011년도 목표기준임

3-3 시설규모 원단위

1) 산정방법

상기 3.2의 성상별 분석에서 최우측의 최종산출된 재활용과 매립을 제외한 비율을 발생 원단위에 곱하여 시설 원단위를 산정.

$$\text{시설원단위} = \text{발생원단위} \times (1 - \text{재활용율} - \text{매립율})$$

2) 산정결과

- 쓰레기소각시설 원단위 (kg/인·일)

구 분	2005	2008	2011	비 고
쓰레기소각시설	0.34	0.31	0.27	

- 음식물 및 재활용 시설 (kg/인·일)

구 분	2005	2008	2011	비 고
음식물처리시설	0.132	0.149	0.157	
재활용시설	0.36	0.37	0.38	

3) 가동율 및 변동계수

- 목표가동일수인 315일을 가동율로 적용(88%)
- 월별 변동계수 : 최대 1.05이내

4) 시설규모 산정식

$$\text{시설규모(kg/일)} = \text{시설원단위(kg/인·일)} \times \text{계획인구(인)} \times 1/\text{가동율} \times \text{변동계수}$$

※ 산정 예)

- 계획인구 : 618,831인, 설치목표년도 : 2011년, 변동계수 1.05일 경우
- 시설규모

$$\begin{aligned}
 &= 0.27 \times 618,831 \times 1/0.88 \times 1.05 \\
 &= 199,362 \text{ kg/일} \\
 &\approx 200 \text{ 톤/일}
 \end{aligned}$$

4. 소각시설 면적 원단위

4-1 산정방법

- 1) 전국의 대형쓰레기 소각시설 20개를 조사한 데이터 이용
 - 2) 소각장과 녹지 및 주민편의 시설부지로 구분하여 산정
 - 3) 조사자료를 바탕으로 통계기법인 회귀분석을 실시
- 사용 프로그램 : SPSS 8.0

4-2 부지면적 합수식

$$A(\text{부지면적}) = A_1 + A_2 + A_3 (\text{m}^2)$$

$$\cdot A_1 = 432.6 \times Q^{0.634}$$

$$\cdot A_2 = 1,063 \times Q^{0.444}$$

$$\cdot A_3 = 0.15 \times (A_1 + A_2)$$

여기서, A : 전체 소요부지 면적 (m^2)

A_1 : 소각장 면적 (m^2)

A_2 : 녹지면적 (m^2)

A_3 : 주민 편익시설 면적 (m^2)

Q : 시설용량 (톤/일)

※ 녹지면적은 폐촉법 시행령 제28조 설치기준에 의해 50톤/일이상에 적용하며 주민편익시설은 조사결과치인 소각장과 녹지면적 합계의 15%를 적용.

4-3 소요 부지면적

1) 소각시설 면적 원단위($\text{m}^2/\text{톤}/\text{일}$)

원단위		시설용량	100	200	300	600
시설구성	소각장	80	62	53	41	
	녹지	82	55	44	30	
	소각장+녹지	162	117	97	71	
	소각장+녹지+주민편익시설	186	135	111	81	

2) 음식물 및 재활용시설 면적(m^2)

구 분			5톤/일	10톤/일	30톤/일	50톤/일	70톤/일	100톤/일
음식물 처리 시설	퇴비화	협기성	914	1,855	2,302	2,827	3,060	4,187
		호기성	-	3,286	4,882	6,378	7,853	10,016
	사료화	681	1,118	2,622	3,912	5,142	6,922	
재활용센터			80톤/일 기준 1,650m ²					
			※ 기본공정 : 전처리→선별→이송→압축결속→이송 및 저장					

5. 기대효과

5-1 원가 절감

- 환경부의 목표 원단위 (2011년 기준 0.91kg/인·일)는 국가 폐기물정책을 반영하고 전국을 대상으로 한 예측치이나 본 방침에 의한 원단위(0.85kg/인·일)는 택지개발지구의 특성을 반영한 수치로서 이를 적용시 약 10%의 시설용량 감소 효과가 발생.
- 최근 10년간 공사의 시행 사업지구에 대한 쓰레기처리 분석결과 매년 약 200톤/일의 쓰레기 발생량에 대한 처리시설 계획이 필요한 것으로 나타난 바, 본 방침의 계획년도인 2011년까지 약 2,000톤/일의 처리량을 고려하면 시설규모 감소에 따른 순수 원가절감 예상액은 아래와 같음

원가절감액

$$\begin{aligned}
 &= 200\text{톤}/\text{일} \times 10\text{년}(목표년도) \times 0.1 \times 200\text{백만원}/\text{톤} \\
 &= 40,000\text{백만원}/\text{목표연수}
 \end{aligned}$$

5-2 토지이용의 효율성 제고 등

토지이용계획 수립 등 기본계획시 처리시설의 소요부지를 정확하게 예측하고 최적의 시설규모 산정으로 토지가처분 면적 증대 및 토지이용계획의 효율성 제고.

5-3 처리시설의 가동율 향상

쓰레기처리 소요량에 대한 최적의 시설규모를 계획, 건설함으로써 가동율이 약 10% 향상되어 저 가동율에 따른 문제해결 및 시설운영의 효율성 제고

【참고문헌】『폐기물 처리시설의 적정규모 계획을 위한 원단위 산정』 시설(시)7652-563(2003.7.1)

VIII-7

수질복원센터 최적 부지면적 산정요령

개요

하수처리 기술발전과 효율적인 시설물 배치등 부지면적의 최소화 추세로 있으며 처리장 면적이 크게 산출되는 기준함수식의 문제점을 검토하고 사례 조사하여 적절한 개선방안을 제시

주요내용

1. 현황

- 1) 택지개발 또는 산업단지의 토지이용계획 수립 시 처리장 부지면적은 환경부와 우리공사에서 공동연구용역 시행한 하수종말처리장 면적산출 함수식을 이용하여 산정하고 있으며
- 2) 하수종말처리장 설계는 면적계획 수립 후에 처리시설 설계를 하고 있어 기술발전등에 의한 적정면적으로 조정은 지난한 실정임

2. 관련규정 및 기준

2-1 주택단지내 상수오수발생량 원단위산정 및 하수처리시설 소요비용 연구

(환경부, 한국토지주택공사 2001. 7)

- ◎ 2000년까지 가동 중인 국내의 172개소 하수종말처리장 면적을 기초로 함수식 산출
 - 기준함수식 $A = 6.084 \times (Q/1,000)0.57$

2-2 산업단지 공공녹지 확보기준 (기업활동규제문화에 관한 특별조치법, 2003. 7)

- 1) 산업단지 면적 300백m²이상 : 산업단지 면적의 10~13%
- 2) 산업단지 면적 300백m²미만 : 산업단지 면적의 7.5~10%
- 3) 산업단지 면적 100백m²미만 : 산업단지 면적의 5~7.5%

2-3 대지안의 조경기준 (건축법 및 건축조례)

- 1) 연면적의 합계가 2,000m²이상인 건축물 : 대지면적의 15% 이상
- 2) 연면적의 합계가 2,000m²미만인 건축물 : 대지면적의 10% 이상
- 3) 연면적의 합계가 1,000m²미만인 건축물 : 대지면적의 5% 이상

2-4 부지면적 및 시설물규모 기준 (하수종말처리시설사업촉진에 관한 지침, 환경부훈령, 1998. 4)

- 하수처리시설의 적정부지면적은 하수처리구조물, 건축물, 주차장 및 구내도로 등의 총 바닥면적 2배 이내로 규정

3. 기존 처리장의 적정성 여부 검토

3-1 기준함수식에 의한 LH 시행 처리장면적 검토

- 1) 기준함수식을 우리공사에서 시행한 10개소의 하·폐수종말처리장에 적용한 결과 다음 표와 같이 기준함수식 산출면적이 크게 되어 예산낭비요인 발생
 - 기준함수식 부지면적: 100 %
 - LH 처리장 부지면적 : 96 %

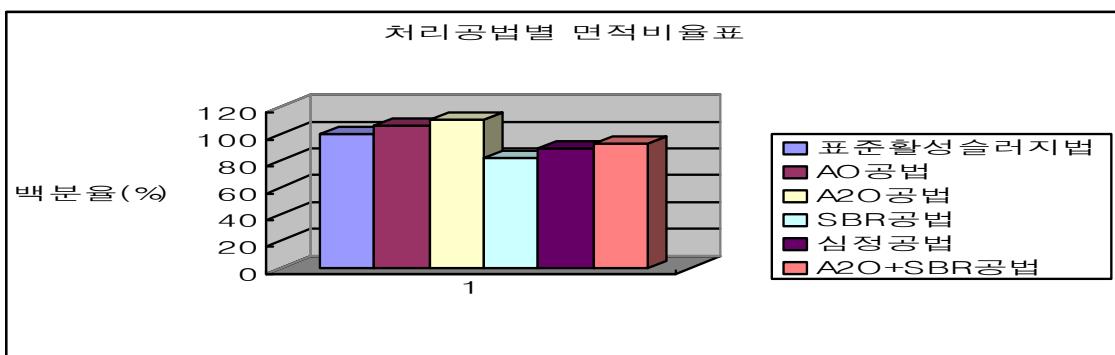
시설명	시설용량(톤/일)		부지면적(m ²)				비 고
	1단계	증설	기준함수식 면적	비율(%)	토공처리장 면적	비율(%)	
파주탄현	140	-	1,953	100	924	47	
화성발안	3,000	5,000	15,424	100	14,726	95	
여천돌산	12,000	-	25,583	100	15,352	60	
오송생명	23,000	-	37,262	100	28,000	75	
왜관공단	20,000	46,000	55,624	100	66,710	120	
아산고대	32,000	34,000	46,707	100	42,438	91	
아산포승	40,000	58,000	63,599	100	77,000	121	
용인수지	12,500	37,500	49,429	100	20,000	40	
군장공단	30,000	80,000	76,591	100	83,167	109	
고양일산	135,000	270,000	154,710	100	157,800	102	
계			526,881	100	501,691	96	

- 2) 우리공사에서 시행한 처리장 규모는 1단계인 40,000톤/일미만이 대부분

3-2 처리공법별 면적비율 검토

1) 처리공법별 면적은 침사지, 유량조정조, 1차침전지, 폭기조, 2차침전지, 약품응집침전지, 관리동, 기계설비동을 기본으로 산출 하였으며 면적비율은 공법특성에 따라 폭기조 부분 변경으로 도출

공 법	표준활성 슬러지법	SBR공법	A2O+SBR	심정공법	(AO공법)	(A2O공법)
면적비율(%)	100	82	93	89	106	111



- 2) 국내에 과거 가장 많이 설치된 표준활성슬러지공법 면적과 비교시
- ◎ SBR공법은 유기물을 제거하는 공정으로 폭기조와 2차침전지를 통합 생물반응조로 만들어 면적 18%감소
 - ◎ A2O+SBR공법은 발전된 수처리 기술로 유기물 제거공정에 질소, 인제거 공정을 접목된 공법으로 면적 7%감소
 - ◎ 심정공법은 유기물을 제거하는 공정으로 폭기조가 원통되어 있어 원통높이에 따라 면적을 최소화할 수 있으며 11%감소
 - ◎ AO공법은 폭기조 전단에 혼기조를 추가하여 질소를 제거하는 공정으로 면적 6% 증가
 - ◎ A2O공법은 폭기조 전단에 혼기조, 무산소조를 추가하여 질소, 인을 제거하는 공정으로 면적 11% 증가
- 3) 방류수질기준 강화로 인하여 수처리공법을 접목하여 유기물, 질소, 인을 동시에 제거시키는 공법이 새롭게 개발되고 있으며, 신공법은 처리효율향상, 부지면적의 최소화로 발전 추세
- 4) 처리장 면적이용현황 사례조사
- ◎ 시행사례
 - 우리공사에서 시행 및 계획중인 처리장 10개소를 조사하였으나, 입찰1, 입찰준비1, 타절 준공한 여천돌산1 및 파주탄현 1개소를 제외한 처리장 6개소만 세부시행사례 대상으로 분석

처리장명	처리장 면적	시설물 면적	도로 면적	조경 면적	고도처리 시설면적	기타 면적	비고
고대부곡	100	23.7	18.8	41.9	15.7	-	
아산포승	100	24.5	17.6	41.6	16.3	-	
용인수지	100	29.8	8.1	63.6	-	-1.5	
왜관공단	100	20.5	2.6	76.5	-	-	
고양일산	100	33.5	11.0	55.5	-	-	
군장군산	100	14.6	11.5	75.4	-	-1.5	
계	100	25.9	11.7	58.2	4.5	-0.3	

- 처리장 면적분포는 시설물면적 25.9%, 도로면적 11.7%, 조경면적 58.2%, 고도처리 부지 면적 4.5%로 구성되었으며

- 처리장설치는 법적인 조경면적 15% 포함하여 부지면적의 52.7%로 가능

◎ 타기관 시행사례

- 타기관에서 시행한 처리장 5개소를 조사하였으나 여수시, 대불산단 하수종말처리장 2개소는 자료가 부족하여 3개소만 세부시행사례 대상으로 분석하였음

처리장명	처리장 면적	시설물 면적	도로 면적	조경 면적	고도처리 시설면적	기타 면적	비고
오창과학	100	27.3	24.2	46.5	-	2.0	충청북도
송탄산단	100	37.7	17.9	44.2	-	0.1	환경부
온양시	100	23.7	12.6	62.3	-	1.4	온양시
계	100	26.9	18.6	53.0	-	1.5	

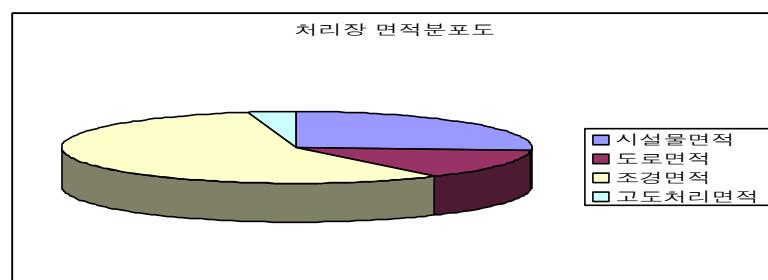
- 처리장면적 분포는 시설물면적 26.9%, 도로면적 18.6%, 조경면적 53%이며

- 처리장설치는 법적인 조경면적 15% 포함하여 부지면적의 60.5%로 가능

◎ 처리장 평균면적비율

- LH 및 타기관의 처리장 9개소 평균부지면적은 다음과 같음

구분	처리장 면적	시설물 면적	도로 면적	조경 면적	고도처리 시설면적	기타 면적
비율(%)	100	26.2	13.7	56.7	3.2	0.2



- 시설물면적 26.2%, 도로면적 13.7%, 조경면적 56.7%, 고도처리부지 면적 3.2%로 구성되었으며 처리장은 법적인 조경면적 15% 포함하여 부지면적의 55%로 시설물, 도로, 조경 배치가 가능

3-3 조경면적 변동에 따른 처리장면적

구 분	시설물, 도로면적	조경면적 15%적용	조경면적 30%적용	조경면적 45%적용	비 고
처리장면적 비율(%)	40	55	70	85	

- 처리장면적은 기존처리장의 부지면적 55%로 배치가 가능하나 장방형부지 형태를 감안할 경우 기존처리장의 면적 70~85% 정도에서 처리시설 설치 가능

4. 문제점 및 개선대책

4-1 문제점

1) 기준함수식 문제점

- 기준의 통계자료는 하수종말처리장의 단계별 증설용량을 고려하지 않고 현재 가동중인 시설용량과 전체 부지면적으로 구성
- 기존 처리장의 면적은 고도처리시설 부지면적, 사면 등 불용면적이 포함되어 기준함수식으로 처리장 면적산출시 면적이 커짐
- 신기술, 신공법 도입에 따른 처리장 면적이 감소되고 있으나 함수식에 감안이 안됨

2) 설계시 문제점

- 기존 처리장은 면적계획이 선수립된 부지면적에 하수종말처리장 설계, 시공을 하여 시설 용량에 대한 적정한 면적산출 지난

3) 환경정책 및 사회여건변화

- 신규 택지개발, 산업단지는 환경부의 분산처리정책에 따라 하수종말처리장 소규모화 추세 및 사업준공후 시설용량 변동이 없으므로 부지면적 변동이 없음
- 인구계획, 하수발생량이 감소하고 있어 계획된 처리장 시설용량 확장은 불필요

4-2 개선사항(개선함수식 도출)

1) 우리공사에서 시행한 처리장 9개소 면적을 이용 조경면적변화에 따른 함수식 도출

구 분	함수식	유효성 (0.80이상)	면적비율 (%)	비고
현행 기준	$A = 6.084 \times (Q/1,000)0.578$	-	100	
조경면적15%	$A = 2.036 \times (Q/1,000)0.674$	0.832	50	
조경면적30%	$A = 2.596 \times (Q/1,000)0.674$	0.832	64	
조경면적45%	$A = 3.146 \times (Q/1,000)0.674$	0.832	78	◎
LH 면적	$A = 3.702 \times (Q/1,000)0.674$	0.832	92	

2) 프로그램 : SPSS 8.0(Statistical Package for the Social Science)

3) 산출근거

- ◎ 설계사례조사한 시설면적 40%, 법적인 조경면적 15%, 여유조경면적 0%, 15%, 30%(조경면적 합계 15%, 30%, 45%)를 기준으로 하여
- ◎ 토공에서 설계한 처리장 9개소의 면적에 55%, 70%, 85%를 각각 적용하여 보정면적 산출
- ◎ 산출된 면적을 이용 회귀분석(SPSS)을 하였으며 그결과 기준함수식의 50%, 64%, 78%수준의 개선함수식 도출

4) 하수종말처리장 면적은

- ◎ 위치 결정시 부정형으로 토지이용의 효율이 떨어지고
- ◎ 자연구배 수처리를 위하여 생물반응조인 1차침전지, 폭기조, 2차침전지의 직선화가 필요하므로 가로세로비 3:7에서 4:6의 장방형 부지 필요
- ◎ 고도처리를 해야 함으로 면적이 추가로 필요하고 관리인 및 인근주민들을 위한 부대시설 설치 등을 감안할 때 과도한 면적축소시 처리시설물 배치가 지난하므로 조경면적 45%가 적정

5. 종합의견

- 1) 현행 기준함수식은 기 시행한 우리공사의 동종시설에 적용한 결과 면적이 증가되었으며, 기존처리장의 부지이용사례를 조사한 결과 처리장면적 45%의 여유가 있었음
- 2) 환경부기준에 의한 처리장면적은 시설물, 구내도로 등의 총 바닥면적 2배이내이어야 하며, 또한 법적인 조경면적기준 15%의 3배인 45%를 감안할 때 기준함수식의 78% 정도에도 설치 가능하므로 함수식을 아래와 같이 변경.

◎ 아래

- 함수식 : $A = 3.146 \times (Q/1,000)0.674$
 - 부지형태 : 장방형 (가로:세로 = 7:3~6:4)
 - 적용범위 : 시설용량 200,000톤/일 이하
 - 이용시기 : 개발계획 수립시
- 3) 처리장 잔여면적 22%는 택지, 산업단지의 녹지로 활용함으로서 가용 면적 극대화 및 예산 절감효과 기대
- 4) 하·폐수종말처리장의 현황자료를 지속적으로 수집하여 부지면적 변경이 불가피할 경우 재조정

【참고문헌】『수질복원센터 부지면적 산정기준』 시설(시)7651-756(2003.8.14)