

# 공동주택 인공지반의 배수불량 조정설계 개선방안

- 대규모 지하통합주차장을 갖는 단지를 사례로 -

강명수\* · 이정민\* · 이은엽\* · 김옥근\*\* · 김미나\*

\*한국토지주택공사 토지주택연구원 · \*\*한국토지주택공사 공공주택사업처

## I. 서론

1990년대 지하주차장이 처음 도입된 후, 25년이 지난 오늘날 공동주택은 단지 전면하부의 지하주차장인 통합되어 조성되고 있다. 지하공간의 적극적 활용으로 공동주택 지상부의 조정공간은 녹지율이 증가하였고 보차분리의 실현으로 이용자들의 안전 및 경관적 심미성도 향상된 질 높은 주거환경이 실현되고 있다. 반면, 지하에 매설되는 구조물의 상부에 조성되는 인공식재공간은 가시성이 낮아 인지도가 낮다. 때문에 지하구조물을 고려한 식재계획 반영이 다소 미비한 것이 현실이다. 또한 지하구조물이 산재하여 분포되는 경향을 가지고 있어 부분적인 고려만으로도 단지 전체문제로 부각되지 않는 특성도 있다. 그러나 지하공간 활용이 확대되면서 단지 전체의 지하면이 일체화된 인공 구조물로 조성되면서, 지상 조정공간의 식재지반은 인공지반화가 되었고 이는 식재지반의 토심 한계라는 문제점 이외에, 조정 식재 지반 하부가 불투수면이 되는 문제를 야기하게 된다.

그동안 공동주택의 배수문제는 개발 전 토지 이용 상 투수가 불가했던 용도, 논 매립지, 쓰레기 매립지, 임해 매립지, 파쇄암 매립지 등을 대표적인 불량식재지반에서 논의되고 이에 대한 수많은 선행연구와 기술개발이 발전되어왔다. 최용순과 심경우의 연구(1995)에 의하면, 논 매립지 수목하자율은 평균 20% 이상으로 최고 50%임을 지적하고, 수목하자율은 완전고사를 의미하기 때문에 수목의 미와 기능을 고려한다면 더 높을 수 있음을 지적하고 있다. 그리고 이와 같은 식재지반의 불량으로 인한 문제점은 수목의 기능적 측면뿐만 아니라 경제적 손실 또한 매우 큼을 지적하고 있다. 그럼에도 수목피해연구는 매우 부진하다. 이대성(1982)과 강호철(1984)는 조정공사 하자의 제도적 문제점을 지적하고 있는 반면, 이경재외(1990)와 김기성(1990)은 식재지반의 문제점을 지적하였다. 이처럼 공동주택 단지의 배수불량 문제는 매우 중요한 문제이다. 그러나 선행연구

구는 매립지 등 특수식재지역을 대상으로 수행되고 있으나, 대규모 지하구조물에 의한 배수불량 현상에 대해서는 선행 연구가 부재하다. 한편, 2013년 한국토지주택공사에서 대규모 지하통합주차장 배수체계 설계기준 변경으로, 배수체계의 효과 검증(김미나외, 2014) 및 조정 식재특성과 개선방안(강명수외, 2014), 그리고 토양특성 및 관리방안(강명수외, 2015) 관련 연구가 진행되고 있다. 그러나 이들 연구 모두, 인공지반으로 인한 배수불량 영향 진단을 명쾌히 한 연구는 부재한 현실이다. 이에 본 연구는 대규모 지하통합주차장을 갖는 공동주택 단지를 대상으로, 인공식재지반의 배수불량 현황 및 수목피해발생 현황과 문제점을 도출하고, 배수불량 개선을 위한 조정설계 개선방안 제시를 목적으로 한다.

## II. 연구방법

### 1. 조사대상지

본 연구의 대상지는 경기도 성남에 위치하며 2012년 10월에 준공된 공동주택 단지이다. 단지의 규모는 대지 면적이 36,605㎡로 10개동이 입지한다. 단지 외곽부를 제외한 지하전면이 통합형 주차장으로 조성되어, 단지 인공지반율은 85%에 달한다.

조사대상지는 단지 전역을 현장유용도를 활용하여 기본토심 900mm로 조성하였고, 주된 배수체계는 수직드레인 체계로 총 35개를 설치하였다. 식재 교목은 총 2,722주이다.

### 2. 조사방법

본 연구는 문헌조사와 현장조사를 병행하였다. 우선, 대상지의 준공도면으로 식재현황을 조사하고, 유지 관리 기간 동안의 수목하자 현황을 조사하였다. 다음으로 식재지반층 토양 투수능을 검토하기 위하여 총 12지점의 투수계수를 분석하였다. 그리고 지하주차장 상부 인공식재지반의 배수현황을 분석하기

위하여 대상지 10곳에 지하수위공을 설치하여 지하수위를 현장 모니터링 하였다. 이들 조사결과를 종합하여 배수불량에 따른 특성을 분석하여 개선방안을 제시하였다. 조사는 2014년 7월부터 10월에 현장 모니터링을 수행하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 수목 하자 현황 및 피해 수목 특성

본 대상지의 하자처리 수목은 총 334주로, 전체 식재량의 약 40%에 해당하는 것으로 나타났다. 그 중 2%에 해당하는 18주의 식재는 하자조치 시, 제거되어 다른 수종으로 대체된 것으로 조사되었다. 하자 처리 현황은 제거된 수목을 포함하면 상록교목이 17%로, 낙엽교목의 피해가 대부분이었다. 이는 배수 불량 관련 선행연구결과와 동일한 경향을 보인다. 하자 수목은 낙엽교목 중 자작나무, 대왕참나무, 왕벚나무 순으로 많았고, 상록교목은 구상나무가 가장 많았다. 하자 수목 규격은 성장과 관계없이 R8에서 R12로 조사되었다.

#### 2. 식재지반 토양 환경 특성

대상지의 지반별 토양의 이화학적 특성을 조사하였다. 지하통합주차장 상부의 토양특성을 분석하기 위하여, 인공지반과 자연지반 3개소의 표토(15cm)와 심토(45cm), 한 지점당 2개 지점, 총 12지점을 분석하였다. 샘플 채취는 토심별 5cm 코어를 사용하였고, 투수계수를 조사하였다. 조사결과, 사업지구 토양 투수계수는 조경설계기준  $10^{-3}$ - $10^{-4}$ cm/sec 범위로 양호한 것으로 분석되었다. 그리고 자연지반과 인공지반의 이화학적 특성의 유의성은 없었으며, 표토와 심토의 특성도 통계적 유의성이 없었다. 따라서 대상지의 배수불량 원인은 토양의 이화학적 특성요인과는 다소 거리가 먼 것으로 밝혀졌다.

#### 3. 식재지반 지하수위 및 배수 특성

배수특성을 살펴보기 위하여, 대상지 10곳에 지하수위공을 설치하고 강우 발생 후 인공지반 내 지하수위를 측정하였다. 그 결과, 발생강우(69mm/30hr)에 대하여 대상지 변동수위는 평균 56.2cm (지점별 최고 112.5cm, 최저 0cm)이었다. 지하수위 변동패턴은 강우종료시점에서 최고 수위에 도달하고, 평상수위 대비 평균 35cm 상승하여 시간당 1.3cm/hr( $R^2=0.91$ ) 증가한 반면, 평상수위로의 회복시간은 평균 90시간 소요되어 한 시간당 0.3cm( $R^2=0.98$ )가 감소하는 것으로 분석되었다.

### IV. 결론 및 제언

공동주택의 지하 공간 활용증대에 따라 대규모 지하통합주차장 조성 단지가 보편화되는 현실을 고려하여, 본 연구에서는 공동주택의 대규모 지하구조물 배수불량에 의한 인공지반 식재하자 실태를 조사하고, 토양 및 배수환경을 진단하였다.

그 결과, 첫째 배수불량에 의한 수목하자는 낙엽교목에 피해가 집중되었고, 수목 규격은 R12이하로 중교목에 집중하는 것으로 나타났다. 둘째, 인공지반 상부 토양층 투수계수는 설계기준을 만족하고 있으나 식재층 배수불량 피해가 발생하고 있었다. 셋째, 식재지반의 지하수위 평균은 56.2cm이며, 강우에 의해 상승된 수위는 평균 0.3cm/hr의 속도로 감소하고 있는 것으로 분석되었다.

이와 같은 분석결과를 바탕으로, 다음과 같은 개선방안을 제안하고자 한다. 첫째, 증가된 식재면적분에 상응하는 침투우수량에 대한 추가적 배수능 제고방안이 필요하다. 일반적으로 별도의 배수층을 갖지 않는 수직드레인의 배수체계는 수직드레인 집수 및 배출 용량에 따라 배출시간이 좌우된다. 연구결과에서 시사하듯이, 토양층 투수능이 양호하여도 외부 우수배출시간이 지연되고, 이로 인한 인공지반 내 지하수위 유지가 식생에 과습피해 원인이 될 수도 있다. 따라서 대규모 지하인공구조물에 따른 배수불량지반이 존재하는 경우, 인공식재지반 토양층에 역 침수되지 않도록 토양층 하부 배수층을 확보하는 등의 계획이 수립되어야 한다. 그리고 배수불량 지역의 수목피해 저감하기 위하여, 첫째 지하상시수위를 고려하여 식재지반의 마운딩을 시행하고, 둘째 인공식재지반 우수침투량을 감소하고 표면유출을 증대하도록 마운딩 경사를 최대한으로 적용하는 등 식재기법에 대한 고려도 필요하다.

#### 참고문헌

1. 강명수, 문석기, 김남정(2014) 공동주택단지 인공지반 식재환경 개선방안, 한국환경복원기술학회지 17(5) pp.51-64
2. 강명수, 이은엽, 이정민, 김미나(2015) 대규모 지하통합주차장을 갖는 공동주택 인공식재지반 토양 품질관리 개선방안, LHI Journal 5(4), pp.1-9
3. 강호철(1984) 아파트단지 조경식재공사의 하자에 관한 연구, 한양대 석사학위논문, pp.6-64
4. 김기성(1990) 인공매립토양이 조경수목식재에 미치는 영향, 한양대 환경대학원 석사학위논문, pp.1-16
5. 김미나, 강명수, 이정민(2015) 인공지반 배수효율 증진을 위한 배수시스템 비교연구, 한국복원기술학회 춘계학술발표
6. 이경재, 오충현, 류창희, 오구균(1990) 개포시민의 숲의 배식에 관한 연구, 한국조경학회, 18:(3), pp.71-84
7. 이대성(1982) 조경공사의 하자에 관한 연구, 서울대 환경대학원 석사학위논문
8. 최용순, 심경구(1995) 주택단지조성시 배수불량으로 인한 수목피해에 관한 연구, 한국조경학회 23(2), pp.195-204