

## 옥상녹화하중이 LH 공동주택 및 부대복리시설의 옥상층 슬래브 설계에 미치는 영향

### The Effect of Green Roof Load on the Structural Design of Roof Slab of LH Housing and Service Facilities

이범식<sup>1</sup> · 권혁삼<sup>2</sup> · 김정곤<sup>3</sup> · 김지현<sup>4</sup>

Bum-Sik Lee<sup>1</sup>, Hyuck-Sam Kwon<sup>2</sup>, Jung-Gon Kim<sup>3</sup> and Ji-Hyeon Kim<sup>4</sup>

(Received March 30, 2016 / Revised April 21, 2016 / Accepted April 21, 2016)

#### 요 약

본 논문은 옥상녹화하중 세 가지 유형(경량형, 중량형, 혼합형)이 한국토지주택공사(이하 LH)에서 공급하는 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 슬래브에 미치는 영향을 구조해석과 설계를 통해 평가하고, 이를 토대로 옥상녹화하중이 작용하는 옥상층 슬래브의 구조설계시 활용가능한 배근 가이드 라인을 제시하였다. 구조해석 및 설계결과, 옥상녹화하중의 종류에 관계없이 LH 공동주택의 옥상층 슬래브는 슬래브 주근을 D10 철근 200~250mm 간격으로 배근할 경우 안전하며, 슬래브 두께도 150mm로 적용가능한 것으로 나타났다. 콘크리트 설계강도가 24, 27, 30MPa로 변화하여도 옥상층 슬래브의 슬래브 주근은 D10 철근을 200~250mm 배근하고 슬래브 두께도 150mm가 적용가능한 것으로 나타났다. 옥상녹화하중이 작용하는 부대복리시설의 2방향 슬래브는 토양 종류와 토심 두께에 관계없이 D10철근을 200mm 간격으로 배근하고 슬래브 두께도 150mm로 적용가능한 것으로 나타났다.

**주제어** : 옥상녹화, 옥상녹화하중, 공동주택, 부대복리시설, 옥상층 슬래브 설계

#### ABSTRACT

This paper contains structural analysis and design regarding how three types of green roof load affect roof slab design of LH housing and facilities. Based on the Structural analysis, an appropriate Roof slab rebar guideline and roof slab thickness have been set up for the green roof load which takes effect on structural design of roof slab. Result of structural analysis and design has been made as follows. Roof slabs can arrange the slab rebar(D10) within the 200~250mm disregarding the types of the green roof load and the pattern of green roof load; also, slab thickness can be designed within 150mm. Moreover, even if the concrete design strength of roof slab changes to 24, 27, and 30MPa, D10 rebar can still be arranged within 200~250mm, and 150mm for slab thickness. Two-way slab of commercial building was appeared to be arranged by slab rebar(D10) within 200mm and 150mm for slab thickness disregarding the soil type or the soil thickness of green roof.

**Key words** : Green Roof, Green Roof Load, Housing, Service Facilities, Structural Design of Roof Slab

## 1. 서 론

건축물의 옥상이나 지붕을 녹화하는 옥상녹화(Green Roof)는 온실가스 저감을 위한 대표적인 계획적 수단인 하나로서 도시열

섬현상 완화, 환경오염 저감 등 환경적 효과, 건축물의 가치상승, 지상의무 조경면적 대체, 냉난방 에너지 절약 등 경제적 효과 및 도시경과 향상과 휴식공간 제공 등 사회적 효과 등 다양한 효과가 기대된다. 최근 세계 주요 도시들은 환경·경제·사회적 효과를

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원(주저자: bslee417@lh.or.kr)  
2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: hskwon@lh.or.kr)  
3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원  
4) 한국과학기술원 녹색경영과 박사과정

표 1. 옥상녹화시스템의 유형

구분	특징	식재	하중
경량형 (생태형)	◦ 인간의 간섭없이 자연적인 천이를 거치며 지속가능한 극상 상태를 유지할 수 있도록 토양층을 형성하고 식재계획 수립	◦ 이끼류, 초본류, 화본류 등 지피식물	◦ 120kgf/m <sup>2</sup> 이상
혼합형	◦ 이용 및 조성 다양성은 중량형 녹화와 비교할 때 제한적이고, 토양층 조성뿐만 아니라 관수 및 영양공급 면에서 요구조건이 비교적 낮은 편임	◦ 초본류, 관목류	◦ 200kgf/m <sup>2</sup> 이상
중량형	◦ 식생의 높이나 종류를 다양하게 조성할 수 있음. 이용 및 공간적 다양성을 고려하여 적합한 시설을 갖출 경우 지상 녹지와 유사하게 조성 가능.	◦ 초본류, 관목류 중심 ◦ 교목류 일부포함	◦ 300kgf/m <sup>2</sup> 이상

※ 국토교통부(2012: 5~7), 건축물 녹화설계기준

고려하여 신축 건축물에 대해 일정면적 이상의 옥상녹화를 의무화하고, 보조금 지급 및 용적률 완화 등의 다양한 지원책을 마련하여 건축물의 옥상녹화를 장려하고 있다. 우리나라도 옥상녹화를 유도하기 위하여 생태면적율, 녹색건축인증기준 등을 도입하여 옥상녹화를 조정면적의 일부로 인정하고 있으며, 지자체는 옥상녹화 지원조례를 지정하여 건축물 옥상녹화 지원대상으로 선정된 건축물에 대해 소요비용의 일부를 지원하고 있다. 최근 LH는 법적인 조정면적과 생태면적율 등을 확보하기 위하여 일부 현장을 중심으로 옥상녹화를 적용하고 있다. 향후 LH가 공급하는 공동주택과 부대복리시설에 옥상녹화 적용을 확대하기 위해서는 옥상녹화 유형별로 설계단계부터 옥상녹화하중을 고려해야 하고, 이를 위해서는 옥상층 슬래브의 최소한의 구조적 안전성에 대한 가이드라인 마련이 요구된다.

따라서 본 논문에서는 LH에서 공급하는 공동주택과 부대복리시설을 대상으로 건축구조적인 측면에서 다양한 유형의 옥상녹화시스템이 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 슬래브에 미치는 영향을 평가하고, 구조계획시 필요한 옥상층 슬래브의 기본 가이드라인을 제시하고자 한다.

## 2. 옥상녹화시스템의 구성과 유형

### 2.1 옥상녹화시스템 구성

옥상녹화시스템은 슬래브 방수층, 단열층, 방수층과 보호층 등의 요소로 구성되는 구조부, 식물의 생장에 필수적인 구성요소들이 조합된 방근층, 배수층, 여과층, 토양층 등의 녹화부, 식생층 위에 구성되는 식생층 등 세 개로 구성된다. 그림 1은 신축 건축물의 옥상녹화시스템<sup>1)</sup> 사례를 나타내고 있다.

### 2.2 옥상녹화시스템 유형

옥상녹화시스템의 유형은 일반적으로 녹화목적과 유지관리 방식 등에 따라 경량형(extensive green roof), 중량형(intensive green roof), 그리고 혼합형(semi-extensive green roof)의 세 가지 유형으로 구분한다. 경량형은 자연상태와 유사하게 관리

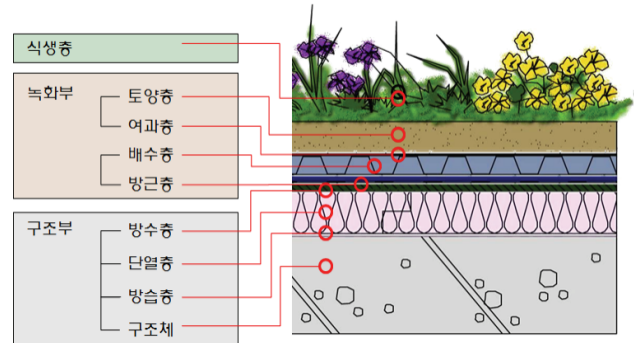


그림 1. 옥상녹화시스템의 구성요소 예

조성되는 녹화유형으로 대부분 자생적으로 유지되면서 생장한다. 중량형은 사람이 이용할 수 있는 녹화공간을 옥상에 조성하고자 할 때 적합한 유형이며 집중적인 관리가 필수적으로 요구된다. 혼합형은 유형분류 특성상 중량형 녹화를 단순화시킨 유형으로 볼 수 있다.

옥상녹화층을 구성하는 토양층은 토양의 경량화 및 경제성을 고려하여 인공토와 일반토양(사질양토)을 1:1비율로 조성하는 것을 권장하며, 옥상녹화의 식재 토심은 식물의 생육과 다짐 할 증률을 고려하여 최소 200mm 이상을 확보하여야 한다.<sup>2)</sup>

경량형 옥상녹화의 식생토양층은 식물의 생육과 다짐 할 증률을 고려하여 최소 200mm 이상으로 조성하며, 지피식물을 주로 식재한다. 경량형은 충분한 이격거리 및 진출로가 확보되지 않은 건축물의 상부공간에 적용하거나 상위계획 및 경관향상 등의 목적으로 옥상녹화를 반영할 경우에 적용한다.

혼합형 옥상녹화의 식생토양층은 식물의 생육과 다짐 할 증률을 고려하여 최소 200mm 이상으로 조성하고, 초화류 위주로 식재를 계획한다. 혼합형 옥상녹화에 관목 및 교목을 반영할 경우에는 마운딩 처리를 통해 플랜터 등의 토심을 확보해야 하고, 이 경우 적용하중을 고려하여 최대 400mm 미만으로 조성한다. 혼합형 단지 내에서 충분한 이격거리를 확보한 건축물의 상부공간에 적용하고, 입주민을 위한 휴식공간으로 조성한다. 특히 계단으로 시설 상부의 출입이 용이하고, 주동과의 이격거리가 충분한 경우 입주민의 커뮤니티 증진 및 경관향상을 위하여 적극적으로

1) 국토교통부(2012: 5), 건축물 녹화설계기준

2) 한국토지주택공사(2012: 6), LH 전문시방서

표 2. 구조해석 및 설계 대상 평형, 구조재료 및 구조설계기준

항 목	내 용	
검토대상 평형	<ul style="list-style-type: none"> <li>공동주택 옥상슬래브 : 29, 36, 46, 59, 74, 84m<sup>2</sup> 평형</li> <li>부대복리시설 옥상층 슬래브 : 5개 타입(2방향 슬래브)</li> </ul>	
구조재료	콘크리트	<ul style="list-style-type: none"> <li>24MPa(모든 평형 대상), 27MPa, 30MPa(29, 84m<sup>2</sup> 평형 대상 강도와 슬래브 두께, 사용성 등 평가)</li> </ul>
	철근	<ul style="list-style-type: none"> <li>500MPa(D13 이하), 600MPa(D16 이상)</li> </ul>
구조해석 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>MIDAS SDS</li> </ul>	
구조설계기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>건축구조설계기준(KBC 2009), 콘크리트구조설계기준(KCI 2009), 2010 건축구조설계지침(LH)</li> </ul>	

표 3. 옥상층 슬래브 구조해석에 적용된 옥상녹화하중 유형

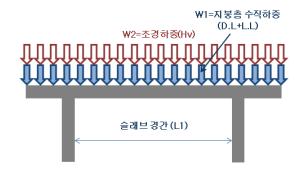

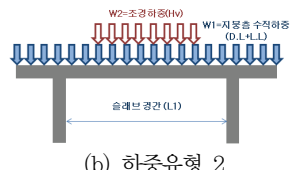

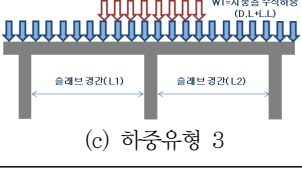

하중유형	하중재하 부위	해석 모델 개요
 <p>(a) 하중유형 1</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>공동주택, 부대복리시설 슬래브 전체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공동주택                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Con'c 강도 24MPa : 29m<sup>2</sup>, 36m<sup>2</sup>, 46m<sup>2</sup>, 59m<sup>2</sup>, 74m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup></li> <li>Con'c 강도 27, 30MPa : 29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>부대복리복리시설 : Con'c 강도 24MPa</li> </ul>
 <p>(b) 하중유형 2</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>슬래브 중앙부 일부</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대 상 : 공동주택 29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup> 거실 중앙부</li> <li>Con'c 강도 24MPa</li> <li>재하면적 : 2.0 x 2.0m</li> <li>29m<sup>2</sup> : 일방향슬래브,</li> <li>84m<sup>2</sup> : 이방향슬래브</li> </ul>
 <p>(c) 하중유형 3</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>하부 벽체 상부 슬래브 일부</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대 상 : 공동주택 29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup> 거실 벽체-슬래브</li> <li>Con'c 강도 24MPa</li> <li>재하면적 : 2.0 x 2.0m</li> <li>29m<sup>2</sup> : 일방향슬래브,</li> <li>84m<sup>2</sup> : 이방향슬래브</li> </ul>

표 4. 옥상층 구조해석과 설계에 활용한 토양유형별 옥상녹화하중

토 양 유 형	적정 토심 (조경학회 정의)	최소녹화하중(D,L) (국토부 정의)	옥상녹화하중		비 고
			인공토 (하중/모델명)	인공토+자연토 (하중/모델명)	
경량형	200mm	120kgf/m <sup>2</sup>	120kgf/m <sup>3</sup> (LP-200)	230kgf/m <sup>3</sup> (LM-200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공토 = 400×할증 20% = 480kgf/m<sup>3</sup></li> <li>인공토 50% +자연토 50% = (480+180) × 50% = 1,140kgf/m<sup>3</sup></li> </ul>
혼합형	400mm	200kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>3</sup> (MP-400)	460kgf/m <sup>3</sup> (MM-400)	
중량형	600mm	300kgf/m <sup>2</sup>	300kgf/m <sup>3</sup> (HP-600)	690kgf/m <sup>3</sup> (HM-600)	

주) 해석모델 부호규약 (① - ② ③ - ④)

- ① 1 : 하중유형 1, 2 : 하중유형 2, 3 : 하중유형 3
- ② L : 경량형, M : 혼합형, H : 중량형
- ③ P : 인공토 100%, M : 인공토 50% + 자연토 50%
- ④ 옥상녹화를 위한 토심(200 : 200mm, 400 : 400mm, 600 : 600mm)

인 옥상녹화를 계획한다.

일반적으로 옥상녹화유형 선정시 고층 주동 상부는 입주민의 출입이 제한적이고 경관향상 효과도 낮아 옥상녹화 적용을 지양 하되, 상위계획 및 필요에 의해 옥상녹화를 계획할 경우 저관리의 경량형 옥상녹화를 적용한다. 중층 주동 상부는 주변의 주동

과 이격거리가 충분히 확보되어 프라이버시, 소음 등에 문제가 없는 경우에는 입주민을 위한 휴게공간 조성 등을 목적으로 혼합형 옥상녹화를 적용한다.

부대복리시설의 경우 주동과 연계되거나 주동과의 이격거리, 부대복리시설의 진출로 등의 공간적 여건을 종합적으로 고려하

기준층과 단위세대 구조도	<p>[기준층 구조도 - 46+36+29m<sup>2</sup> 조합]</p>					
	29형		36형		46형	
	X	Y	X	Y	X	Y
슬래브 1(방 1)	3.90m	8.69m	6.04m	2.32m	2.97m	3.40m
슬래브 2(방 2)	-	-	2.97m	2.9m	2.97m	3.61m
슬래브 3(거실)	-	-	3.07m	4.55m	3.07m	3.40m
슬래브 4(부엌)	-	-	-	-	3.07m	5.25m

(a) 29 + 36 + 46m<sup>2</sup>

기준층과 단위세대 구조도	<p>[기준층 구조도 - 59+84+74m<sup>2</sup> 조합]</p>					
	59형		74형		84형	
	X	Y	X	Y	X	Y
슬래브 1(방 1)	3.5m	5.0m	3.8m	3.5m	3.8m	3.8m
슬래브 2(방 2)	3.40m	4.0m	4.5m	2.9m	2.9m	5.3m
슬래브 3(방 3)	3.50m	4.0m	-	-	3.2m	5.3m
슬래브 4(거실)	3.67m	4.0m	4.5m	8.0m	4.7m	5.3m
슬래브 5(부엌)	3.67m	4.7m	6.0m	3.2m	4.7m	4.9m

(b) 59 + 74 + 84m<sup>2</sup>

슬래브 구조도 (두께 150mm)										
	RS1		RS2		RS3		RS4		RS2A	
방 향	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
길 이 (m)	4.25	5.50	5.7	5.5	4.70	5.50	4.80	4.60	5.70	4.60
슬래브 유형	2방향슬래브		2방향슬래브		2방향슬래브		2방향슬래브		2방향슬래브	

(c) 부대복리시설

그림 2. 구조해석 대상 모델의 기준층 구조도

여 옥상녹화 유형을 선정한다. 경량형 옥상녹화는 부대복리시설이 충분한 이격거리 및 진출로가 확보되지 않거나 상위계획 및 경관향상 등의 목적에 적용한다. 혼합형 옥상녹화는 단지 내에

서 충분한 이격거리를 확보한 건축물의 옥상층에 적용하고, 입주민을 위한 휴식공간으로 조성한다. 특히 부대복리시설이 옥상층 출입이 용이하고 주동과의 이격거리가 충분한 경우 커뮤

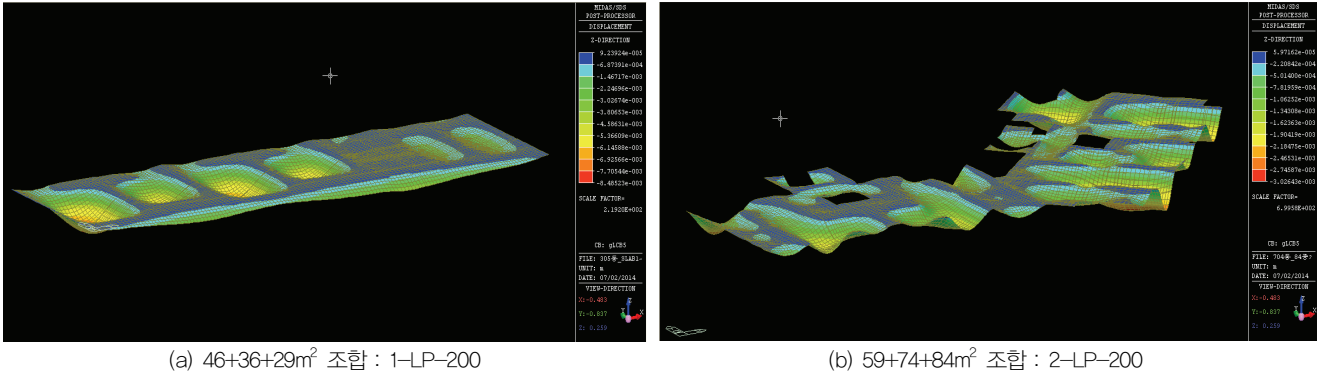


그림 3. 공동주택 옥상층 해석결과 예

표 5. 옥상녹화하중 작용 시 공동주택 옥상층 구조설계 결과(하중유형 1) (단위 : N/m²)

평형	검 토 내 용	인공토 100%			인공토 50% + 자연토 50%			
		경량형 (1-LP-200)	혼합형 (1-MP-400)	중량형 (1-HP-600)	경량형 (1-LM-200)	혼합형 (1-MM-400)	중량형 (1-HM-600)	
		(t=200) (1.2kN/m²)	(t=400) (2.0kN/m²)	(t=600) (3.0kN/m²)	(t=200) (2.3kN/m²)	(t=400) (4.6kN/m²)	(t=600) (6.9kN/m²)	
29m²	슬래브 두께(mm)	150	150	150	150	150	150	
	부재력 (kN/m²)	Mu-min (단부)	15	16	18	17	20	23
		Mu-max (중앙부)	9	10	11	10	12	14
	최대 처짐	$\delta$ max (mm)	1.4 (1/2786)	1.5 (1/2600)	1.7 (1/2294)	1.6 (1/2438)	1.9 (1/2053)	2.2 (1/1773)
	기본배근(주근)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@200 (T&B)	
	보강근(단부)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@200(T)	
36m²	슬래브 두께(mm)	150	150	150	150	150	150	
	부재력 (kN/m²)	Mu-min (단부)	27	29	32	30	36	42
		Mu-max (중앙부)	13	14	15	14	17	20
	최대 처짐	$\delta$ max (mm)	3.2 (1/1888)	3.4 (1/1776)	3.7 (1/1632)	3.5 (1/1726)	4.2 (1/1438)	5.0 (1/1208)
	기본배근(주근)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D13@200(T) D10+13@200(B)	D13@200(T) D10+13@200(B)	
	보강근(단부)	D10@200(T)	D10@200(T)	D13@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D13@200(T)	
46m²	슬래브 두께(mm)	150	150	150	150	150	180	
	부재력 (kN/m²)	Mu-min (단부)	30	32	35	33	39	48
		Mu-max (중앙부)	18	19	21	20	23	29
	최대 처짐	$\delta$ max (mm)	4.5 (1/1342)	4.9 (1/1233)	5.3 (1/1140)	5.0 (1/1208)	6.0 (1/1007)	4.5 (1/1342)
	기본배근(주근)	D13@200(T) D10+13@200(B)	D13@200(T) D10+13@200(B)	D13@200 (T&B)	D13@200(T) D10+13@200(B)	D13@200(T&B)	D13@200 (T&B)	
	보강근(단부)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	
59m²	슬래브 두께(mm)	150	150	150	150	150	150	
	부재력 (kN/m²)	Mu-min (단부)	17	19	21	20	23	26
		Mu-max (중앙부)	12	13	14	13	15	17
	최대 처짐	$\delta$ max (mm)	2.4 (1/1417)	2.5 (1/1360)	2.7 (1/1259)	2.6 (1/1308)	2.9 (1/1172)	3.2 (1/1063)
	기본배근(주근)	D10@250 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	
	보강근	D10@250(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T&B)	

표 5. 옥상녹화하중 작용 시 공동주택 옥상층 구조설계 결과(하중유형 1) (계속) (단위 : N/m<sup>2</sup>)

평형	검 토 내 용		인공토 100%			인공토 50% + 자연토 50%		
			경량형 (1-LP-200)	혼합형 (1-MP-400)	중량형 (1-HP-600)	경량형 (1-LM-200)	혼합형 (1-MM-400)	중량형 (1-HM-600)
			(t=200) (1.2kN/m <sup>2</sup> )	(t=400) (2.0kN/m <sup>2</sup> )	(t=600) (3.0kN/m <sup>2</sup> )	(t=200) (2.3kN/m <sup>2</sup> )	(t=400) (4.6kN/m <sup>2</sup> )	(t=600) (6.9kN/m <sup>2</sup> )
74m <sup>2</sup>	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	19	20	22	21	24	27
		Mu-max (중앙부)	14	15	16	15	17	20
	최대처짐	δ max (mm)	2.1 (1/2810)	2.3 (1/2565)	2.5 (1/2360)	2.4 (1/2458)	2.8 (1/2107)	3.3 (1/1788)
	기본배근(주근)		D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)
	보강근		D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200 (T&B)	D10@200(T)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)
84m <sup>2</sup>	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	22	23	24	23	27	31
		Mu-max (중앙부)	15	16	17	16	19	22
	최대처짐	δ max (mm)	2.2 (1/2136)	2.3 (1/2043)	2.5 (1/1880)	2.4 (1/1958)	2.9 (1/1621)	3.4 (1/1382)
	기본배근(주근)		D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)
	보강근		D10@200(T)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D13@200(T) D10@200(B)

표 6. 옥상녹화하중 작용 시 공동주택 옥상층 구조설계 결과(하중유형 1) (단위 : N/m<sup>2</sup>)

평형	검 토 내 용		모델 1-LP-200(인공토 100%, t=200, 1.2kN/m <sup>2</sup> )		
			fck = 24MPa	fck = 27MPa	fck = 30MPa
29m <sup>2</sup>	슬래브 두께(mm)		150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	15	15	15
		Mu-max (중앙부)	9	9	9
	최대 처짐	δ max (mm)	1.42 (1/2746)	1.38 (1/2826)	1.35 (1/2889)
	기본 배근		D10@250(T&B)	D10@250(T&B)	D10@200(T&B)
보강근(단부)		D10@250(T)	D10@250(T)	D10@200(T)	
84m <sup>2</sup>	슬래브 두께(mm)		150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	22	22	22
		Mu-max(중앙부)	15	15	15
	최대 처짐	δ max(mm)	2.18 (1/2156)	2.12 (1/2217)	2.07 (1/2271)
	기본 배근		D10@200(T&B)	D10@200(T&B)	D10@200(T&B)
보강근(단부)		D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	

니티 증진 및 경관향상을 위하여 적극적으로 옥상녹화를 계획한다.

### 3. 옥상녹화하중을 고려한 옥상층 슬래브 구조 제안

#### 3.1 개요

본 장에서는 옥상녹화시스템 유형이 LH 공동주택과 부대복

리시설의 옥상층 슬래브에 미치는 영향을 분석하기 위하여 LH에서 공급하는 공동주택과 부대복리시설을 대상으로 구조해석과 설계를 수행하였다.

옥상녹화하중이 작용하는 옥상층 슬래브의 구조해석은 국내에서 구조물의 슬래브와 기초판의 해석 시 널리 사용되고 있는 상용프로그램(MIDAS SDS)을 사용하고, 옥상층 슬래브의 구조

표 7. 옥상녹화하중이 적용하는 슬래브 콘크리트 강도가 슬래브 설계에 미치는 영향분석(하중유형 2, 3) (단위 : N/m<sup>2</sup>)

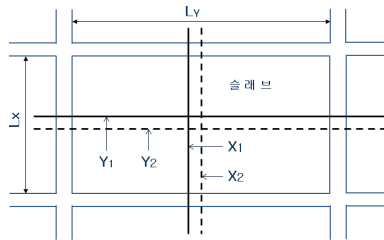
평형	검 토 내 용		인공토 100%			인공토 50% + 자연토 50%		
			경량형 (1-LP-200)	혼합형 (1-MP-400)	중량형 (1-HP-600)	경량형 (1-LM-200)	혼합형 (1-MM-400)	중량형 (1-HM-600)
			(t=200)	(t=400)	(t=600)	(t=200)	(t=400)	(t=600)
			(1.2kN/m <sup>2</sup> )	(2.0kN/m <sup>2</sup> )	(3.0kN/m <sup>2</sup> )	(2.3kN/m <sup>2</sup> )	(4.6kN/m <sup>2</sup> )	(6.9kN/m <sup>2</sup> )
29m <sup>2</sup> 슬래브 중앙부 조경 (유형2)	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	14	15	15	15	16	18
		Mu-max (중앙부)	9	9	10	9	10	11
	최대 처짐	δ max (mm)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)
	기본 배근		D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)
	보강근(단부)		D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)
29m <sup>2</sup> 벽체 상부 조경 (유형3)	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	14	14	14	14	15	15
		Mu-max (중앙부)	8	8	8	8	8	8
	최대 처짐	δ max (mm)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)	1.3 (1/3000)
	기본 배근		D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)	D10@250 (T&B)
	보강근(단부)		D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)	D10@250(T)
84m <sup>2</sup> 슬래브 중앙부 조경 (유형2)	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	20	20	20	20	21	22
		Mu-max (중앙부)	13	13	13	13	14	15
	최대 처짐	δ max (mm)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)	2.1 (1/2238)	2.1 (1/2238)	2.2 (1/2136)	2.4 (1/1958)
	기본 배근		D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)
	보강근(단부)		D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)
84m <sup>2</sup> 벽체 상부 조경 (유형3)	슬래브 두께(mm)		150	150	150	150	150	150
	부재력 (kN/m <sup>2</sup> )	Mu-min (단부)	20	20	20	20	20	20
		Mu-max (중앙부)	13	13	13	13	13	13
	최대 처짐	δ max (mm)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)	2.0 (1/2350)
	기본 배근		D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)	D10@200 (T&B)
	보강근(단부)		D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)	D10@200(T)

설계는 건축구조설계기준(KBC 2009)과 LH의 2010 건축구조 설계지침을 준용하여 수행하였다. 구조해석 및 슬래브 설계 시 현행 옥상층 슬래브(두께 150mm)를 토대로 공동주택 평형과 옥

상녹화하중의 종류와 하중작용 위치를 고려하여 슬래브 두께와 주근의 배근의 변화 및 바닥슬래브의 사용성(처짐)을 함께 검토 하였다. 옥상층 슬래브 구조해석과 설계에 사용된 구조재료는

표 8. 옥상녹화하중 작용 시 부대복리시설 옥상층 구조설계 결과 (하중유형 1), (단위 : N/m<sup>2</sup>)

슬래브 모델			인공토 100%			인공토 50% + 자연토 50%		
			경량형 (1-LP-200)	혼합형 (1-MP-400)	중량형 (1-HP-600)	경량형 (1-LM-200)	혼합형 (1-MM-400)	중량형 (1-HM-600)
			(t=200)	(t=400)	(t=600)	(t=200)	(t=400)	(t=600)
			(1.2kN/m <sup>2</sup> )	(2.0kN/m <sup>2</sup> )	(3.0kN/m <sup>2</sup> )	(2.3kN/m <sup>2</sup> )	(4.6kN/m <sup>2</sup> )	(6.9kN/m <sup>2</sup> )
RS1 (t=150mm)	X (4.25m)	X1	D10@200	D10@200	D10+13@200	D10+13@200	D10+13@200	D13@200
		X2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
	Y (5.50m)	Y1	D10@300	D10@300	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
		Y2	D10@300	D10@300	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
RS2 (t=150mm)	X (5.70m)	X1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10+13@200	D10+13@200
		X2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
	Y (5.50m)	Y1	D13@200	D13@200	D13@200	D13@200	D13@150	D13@150
		Y2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D13@150	D10@150
RS3 (t=150mm)	X (4.70m)	X1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10+13@200
		X2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
	Y (5.50m)	Y1	D10+13@200	D10+13@200	D10+13@200	D10+13@200	D13@200	D13@150
		Y2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@150
RS4 (t=150mm)	X (4.80m)	X1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10+13@200
		X2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
	Y (4.60m)	Y1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10+13@200
		Y2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
RS2A (t=150mm)	X (5.70m)	X1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@150	D10+13@200	D10+13@200
		X2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200
	Y (4.60m)	Y1	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10+13@200	D10+13@200
		Y2	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200	D10@200



LH의 건축구조설계지침을 준용하였다. 옥상녹화 하중이 작용하는 공동주택과 부대복리시설의 슬래브 해석과 설계에 사용된 대상평형과 구조재료 및 구조설계기준은 다음 표 2와 같다.

### 3.2 구조해석에 사용된 옥상녹화하중

#### 1) 옥상녹화하중 유형

구조해석에 사용된 하중은 옥상녹화 유형을 가정하여 3가지 유형의 옥상녹화하중을 고려하여 수행하였다. 첫 번째 하중유형(이하 하중유형 1)은 옥상층 슬래브 전체에 옥상녹화가 이루어지는 것을 가정한 하중유형이다. 전체 슬래브 중 일정 부분만 옥상녹화를 경우를 가정하여, 슬래브 경간이 가장 큰 거실이나 안

방 부분의 중앙부에 옥상녹화하중이 부분적으로 작용하는 경우(이하 하중유형 2), 허부층 벽체에 면한 슬래브의 일정면적에 옥상녹화하중이 작용하는 것을 고려하여(이하 하중유형 3) 옥상층 슬래브 구조해석과 설계를 수행하였다. 표 3은 LH 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 슬래브 구조해석에 사용된 옥상녹화하중의 유형과 적용평형 등을 나타내고 있다.

#### 2) 옥상녹화하중

구조해석 시 옥상녹화를 위한 옥상층 슬래브의 토심은 한국조경학회 조경설계기준에서 정의하고 있는 토심기준<sup>3)</sup>으로 유형별 최대토심을 적용하였다. 또한 조정토별 하중은 국토교통부 건축

3) 경량형(150~200mm), 혼합형(200~400mm), 중량형(400~600mm)



물녹화기준<sup>4)</sup>의 옥상녹화 유형(경량형, 혼합형, 중량형)과 하중의 종류(고정하중, 활하중)에 따라 정의한 하중을 반영하였다.

옥상녹화는 토심에 관계없이 고정하중으로 인공토 또는 인공토와 자연토<sup>5)</sup>를 동일한 비율로 혼합하여 사용하고 강우로 인한 토양의 함수율도 고려하였다. 활하중은 구조물의 구조설계 시 이미 반영하였으므로 옥상녹화하중에서 반영하지 않고 구조해석과 설계를 수행하였다. 표 4는 옥상녹화하중 구조해석과 설계 시 사용한 토양유형별 조정 토심과 하중 등을 나타내고 있다.

### 3) 구조해석 대상모델

본 논문에서는 LH에서 공급하는 주택단지를 선정하여 공동주택 6개 평형(29m<sup>2</sup>, 36m<sup>2</sup>, 46m<sup>2</sup>, 59m<sup>2</sup>, 74m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup>)과 부대복리시설을 대상으로 구조해석과 설계를 수행하였다. 그림 2는 옥상층 녹화하중의 영향을 평가하기 위한 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 구조도를 나타내고 있다.

### 3.3 옥상층 슬래브 구조해석 및 설계

LH의 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 슬래브를 대상으로 3종류(경량형, 혼합형, 중량형)의 옥상녹화하중이 토양의 종류와 토심두께 및 하중유형별로 작용하였을 때를 가정하여 구조해석과 설계를 수행하였다. 옥상층 슬래브에 대한 구조설계는 슬래브 배근공사의 시공성을 우선적으로 고려하고, 슬래브 두께의 증가를 최소화하는 방향으로 검토하였다. 그림 3은 두께 200mm의 인공토양이 하중유형 1, 하중유형 2(해석모델 1-LP-200, 2-LP-200)로 작용한 해석모델의 슬래브 해석 결과를 보여주고 있다.

#### 1) 공동주택

##### ① 옥상녹화하중 유형 1 - 콘크리트 설계강도 24MPa

전용면적 29m<sup>2</sup>평형 경우, 옥상녹화 시 인공토가 100% 적용된 해석모델(1-LP-200, 1-MP-400, 1-HP-600)에서 슬래브 주근은 X, Y방향의 상하부근 모두 D10 철근을 250mm간격으로 배근하고, 슬래브 단부의 보강근으로 길이 1,000mm의 D10 철근을 슬래브 상부에만 250mm간격으로 배근하였다. 슬래브의 최대처짐은 1.4~1.6mm(1/2,786~1/2,294mm)로 관련기준인 1/360, 1/480을 만족하며 슬래브 두께는 150mm로 설계가능한 것으로 나타났다. 인공토와 자연토를 동일비율로 사용한 해석모델(1-LM-200, 1-MM-400, 1-HM-600)은 토심두께가 600mm인 1-HM-600의 경우만 슬래브 주근으로 D10철근을 상하부 200mm, 슬래브 단부보강근을 D10으로 상부근만 200mm간격으로 배근하면 옥상녹화하중을 지지하는 것으로 나타났다. 토심

이 200, 400mm인 해석모델의 경우는 인공토가 100% 적용된 모델과 배근은 유사한 것으로 나타났으며, 슬래브 두께 150mm로 모든 토심에서 발생하는 응력에 지지가능한 것으로 나타났다.

전용면적 36m<sup>2</sup>평형에서 인공토가 100% 적용된 3종류의 해석모델과 인공토와 자연토가 동일비율로 적용한 모델의 토심 200mm인 경우 X, Y방향의 슬래브 주근은 D10 200mm로 배근하고 슬래브 단부 보강근 역시 길이 1,000mm의 D10 철근을 200mm간격으로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 토심두께가 600mm인 모델(1-HM-400, 600)의 슬래브 주근은 상부근으로 D13 철근을 200mm간격으로, 하부근으로 D10과 D13을 각 200mm 간격으로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 6개 해석모델 모두 슬래브 처짐은 3.4~5.0mm로 사용성은 만족하며 슬래브 두께 역시 150mm로 옥상녹화하중을 지지하는 것으로 나타났다.

전용면적 46m<sup>2</sup>평형 경우, 해석모델(1-LP-200, MP-400, 1-LM-200)은 슬래브 상부근으로 D13 철근을 200mm 간격으로 하부근은 D10, D13 철근을 200mm 간격으로 배근하여야 하고, 나머지 해석모델의 슬래브 주근은 상하부근 모두 D13 철근을 200mm 간격으로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 6개의 모든 해석모델의 슬래브 처짐은 4.5~6.0mm로 관련기준의 사용성 제한 조건을 충분히 만족하며, 슬래브 두께는 150mm로 토심 200~600mm의 녹화하중에서 발생하는 중 하중에 저항가능한 것으로 나타났다.

전용면적 59m<sup>2</sup>평형은 해석모델 1-LP-200모델만 슬래브 주근으로 D10 철근을 상하부에 250mm 간격으로 배근하고, 나머지 5개 모델은 D10 철근을 200mm 간격으로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 6개 해석모델의 처짐은 2.4~3.2mm로 관련 기준의 사용성 제한조건을 만족하며, 슬래브 두께는 150mm로 나타났다.

전용면적 74, 84m<sup>2</sup>평형의 경우, 6개 해석모델의 슬래브 주근으로 D10 철근을 상하부에 200mm 간격으로 배근하여야 하며, 슬래브 단부 보강근으로 1-HM-600모델의 D13 200mm(상부근), D10 200mm(하부근)으로 배근하여야 하는 것을 제외하고 나머지 5개 모델은 D10 철근을 200mm간격으로 상부근 또는 상·하부에 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 슬래브의 처짐은 2.1~3.4mm로 관련 기준의 사용성 제한조건을 충분히 만족하며 모든 모델이 슬래브 두께 150mm로 옥상녹화하중에 저항가능한 것으로 나타났다. 표 5는 하중유형 1인 경우 공동주택 옥상층의 구조해석 및 설계결과를 나타내고 있다.

② 옥상녹화하중 유형 1 - 콘크리트 설계강도 24, 27, 30MPa  
29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup>평형을 대상으로 슬래브 콘크리트의 강도가 공동주택 슬래브의 배근과 사용성에 미치는 영향을 평가하였다. 구조해석과 설계에 사용된 콘크리트의 설계강도는 24, 27, 30MPa이고, 29m<sup>2</sup> 평형의 경우, 콘크리트 설계강도 24, 27MPa는 슬래브 주근이 상하단근 모두 D10 250mm간격으로 배근하여야 하

4) 고정하중(Dead Load) : 경량형 120 kgf/m<sup>2</sup>, 혼합형 200kgf/m<sup>2</sup>, 중량형 300kgf/m<sup>2</sup>, 활하중(Live Load) : 경량형 100kgf/m<sup>2</sup>, 혼합형과 중량형 200kgf/m<sup>2</sup>  
5) 인공토 단위중량 : 480kgf/m<sup>3</sup> 혼합토(인공토 50% + 자연토 50%) 단위중량 : 1,140kgf/m<sup>3</sup>

고, 설계강도 30MPa는 D10철근을 200mm간격으로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 슬래브의 처짐은 설계강도 30MPa가 1.35mm로 설계강도 24MPa의 1.42mm의 95%로 나타났다.

84m<sup>2</sup> 평형의 경우, 콘크리트 압축강도 24, 27, 30MPa 모두 슬래브 주근이 상하단근 모두 D10 200mm간격으로 배근하여야 하므로 슬래브 주근의 배근변화는 없으나 슬래브의 처짐은 설계강도 30MPa가 2.07mm로 설계강도 24MPa의 2.18mm의 95%에 불과한 것으로 나타났다. 29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup> 평형 모두 콘크리트 설계강도가 24, 27, 30MPa로 변화하여도 슬래브 두께는 150mm를 만족하는 것으로 나타났다.

### ③ 옥상녹화하중 유형 2, 3

옥상녹화하중 유형 2는 공동주택 거실 중앙부의 일부(4.0m<sup>2</sup>, 2.0m×2.0m)에 옥상녹화하중이 작용하는 것으로, 유형 3은 동일하중을 벽체상부의 일부에 작용하는 것으로 가정하여 구조해석과 설계를 수행하였다. 구조해석과 설계에 사용된 콘크리트 설계강도는 24MPa이고, 대상 평형은 29m<sup>2</sup>, 84m<sup>2</sup>이다.

구조해석 및 설계결과, 29m<sup>2</sup> 평형의 경우 하중유형 2, 3 모두 슬래브 주근은 상하부근 모두 D10 철근을 250mm로 배근하여야 하며, 84m<sup>2</sup> 평형의 경우 하중유형 2, 3 모두 슬래브 주근을 상하부근 모두 D10 철근을 200mm로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 슬래브 두께는 하중유형이 변화함에도 150mm로 변화가 없었다.

## 2) 부대복리시설

옥상녹화하중이 라멘구조로 건설되는 부대복리시설의 옥상층 슬래브에 미치는 영향을 검토하였다. 검토대상은 LH 공동주택의 부대복리시설로 옥상층 슬래브는 X방향 4.25m~5.7m, Y방향 4.6m~5.5m의 경간을 가지는 5종류의 2방향 슬래브로 구성되어 있다. 부대복리시설의 옥상층 슬래브는 두께 150mm, D10 주근을 X, Y방향으로 200mm간격으로 배근하고 있으며, 콘크리트 설계강도는 24MPa이다.

부대복리시설 옥상층에 대한 구조설계 결과, 인공토를 적용한 해석모델의 경우 토심두께가 200~600mm인 경우 슬래브 주근은 X, Y방향 대부분 D10철근을 200mm 배근가능한 것으로 나타났다. 인공토와 자연토가 동일 비율로 혼합되고 토심이 600mm인 모델(1-HM-600)의 경우 X방향 상부근이 D13 200mm 간격 또는 D10과 D13철근을 200mm로 배근하여야 하는 것으로 나타났다. 모든 하중조건에서 부대복리시설 옥상층 슬래브의 철근배근을 적절히 변화하는 것만으로 슬래브 두께 150mm가 가능한 것으로 나타났다.

표 7은 하중유형 2, 3이 작용하는 부대복리시설 옥상층 슬래브의 구조설계결과를 보여주고 있으며, 표 8은 부대복리시설 옥상층 슬래브의 설계결과를 보여주고 있다.

## 4. 결론

본 논문에서는 LH에서 공급하는 공동주택 6개 평형(29~84m<sup>2</sup>)과 부대복리시설의 옥상층 슬래브를 대상으로 옥상녹화하중이 작용할 경우를 가정하여 구조해석과 구조설계를 수행하였다. 본 연구에서 검토한 옥상녹화하중의 유형과 하중은 한국조경학회의 조경설계기준과 국토교통부의 건축물녹화기준에서 정의하고 있는 3가지 유형(경량형, 혼합형, 중량형)에 인공토와 자연토를 혼합한 토양을 녹화하중으로 적용하고, 각 녹화하중이 옥상층 전체와 부분적으로 작용하는 것을 가정하여 구조해석과 설계를 수행하였다.

구조해석과 설계는 LH의 공동주택과 부대복리시설의 옥상층 기본모델과 철근과 콘크리트를 사용하여 수행하였다. 슬래브 배근공사의 시공성을 만족하는 범위에서 배근의 만족여부를 검토하고 슬래브 두께와 사용성(처짐)의 적정성을 검토하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

### 1. 옥상층 전체에 옥상녹화하중이 작용할 때(하중유형 1)

#### 1) 공동주택의 옥상층 슬래브에 인공토만 적용한 경우

- ① 3종류의 하중유형(경량형, 혼합형, 중량형)에 관계없이 전용면적 29m<sup>2</sup>, 59m<sup>2</sup> 모델은 슬래브 주근으로 D10 철근을 250mm간격으로 배근하여야 한다.
- ② 전용면적 36m<sup>2</sup> 모델은 슬래브 주근으로 D10 철근을 200mm간격, 46m<sup>2</sup> 모델은 D13 철근을 200mm간격, 59m<sup>2</sup> 모델은 D10 철근을 250mm간격으로 배근하여야 한다.
- ③ 모든 평형에서 슬래브 두께는 150mm를 만족하며, 슬래브의 최대처짐은 5.0mm로 관련 설계기준의 제한조건을 만족하는 것으로 나타났다.

#### 2) 공동주택의 옥상층 슬래브에 인공토와 자연토를 동일한 비율로 혼합하여 사용한 경우

- ① 전용면적 59m<sup>2</sup>모델, 74m<sup>2</sup>모델, 84m<sup>2</sup>모델에서 슬래브 주근으로 D10을 200mm간격으로 배근하여야 한다.
- ② 전용면적 29m<sup>2</sup>모델은 D10 250mm, 전용면적 36m<sup>2</sup>모델, 46m<sup>2</sup>모델은 D10 철근을 200mm로 배근하여야 한다.
- ③ 모든 평형에서 슬래브 두께는 150mm를 만족하며, 슬래브의 최대처짐은 6.0mm로 관련 설계기준의 제한조건을 만족하는 것으로 나타났다.

#### 3) 콘크리트설계강도(24, 27, 30MPa)가 공동주택 옥상층 슬래브 배근과 두께에 미치는 영향

- ① 전용면적 29m<sup>2</sup>모델의 경우, 콘크리트 설계강도 30MPa의 경우 D10 철근을 슬래브 주근으로 200mm간격으로 배근하여야 하고, 설계강도 24, 27MPa 콘크리트의 경우 D10 철근을 250mm간격으로 배근하여야 한다.
- ② 전용면적 84m<sup>2</sup>모델의 경우, 콘크리트 설계강도 24, 27,

30MPa 모두 D10 철근을 슬래브 주근으로 200mm 간격으로 배근가능한 것으로 나타났다.

- ③ 콘크리트 설계강도가 30MPa인 경우의 슬래브 처짐은 24, 27MPa 시 처짐의 약 95%에 불과하며, 슬래브 두께 역시 모든 콘크리트 설계강도 조건에서 150mm로 가능한 것으로 나타났다.

4) 옥상녹화하중이 부대복리시설 슬래브 두께, 배근에 미치는 영향

- ① 한변의 길이가 4.5m~6.0m미만인 이방향 RC 슬래브는 토양의 종류와 토심의 두께에 관계없이 슬래브 X, Y방향 주근으로 D10철근을 200mm 간격으로 상하단으로 배근가능한 것으로 판단된다. 단 일부 슬래브는 부분적으로 주근의 추가적인 보강이 필요한 경우도 발생할 수 있다.
- ② 옥상녹화하중으로 하중유형 2, 3이 작용하여도 옥상층 슬래브 두께는 토양종류와 토심두께와 관계없이 150mm로 가능한 것으로 판단된다.

2. 옥상층 슬래브의 일부분에 옥상녹화하중이 작용할 때(하중유형 2, 3)

- ① 전용면적 29m<sup>2</sup>모델의 경우, 하중유형 2, 3 모두 D10 철근을 250mm로 배근하는 것이 가능하며, 전용면적

84m<sup>2</sup>모델의 경우 하중유형 2, 3 모두 D10 철근을 200mm로 배근하는 것이 가능한 것으로 나타났다.

- ② 콘크리트 설계강도가 30MPa인 경우의 슬래브 처짐은 24, 27MPa 시 처짐의 약 95%에 불과하며, 슬래브 두께 역시 설계강도 24~30MPa인 콘크리트에서 150mm로 가능한 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 논문은 토지주택연구원에서 2014년 정과과제로 수행한 ‘옥상녹화 적용확대를 위한 건축설계 가이드라인 연구’의 일부분을 발췌하여 정리한 내용입니다.

## 참고문헌

1. 국토교통부(2012), 「건축물 녹화 설계기준」.
2. 대한건축학회(2009), 「건축구조설계기준」.
3. 한국조경학회(2013), 「조경설계기준」.
4. 한국콘크리트학회(2009), 「콘크리트구조설계기준」.
5. 한국토지주택공사(2012), 「전문시방서-조경」.
6. 한국토지주택공사(2010), 「건축구조설계지침」.