

2012.04.26(개정)

2012.06.12(개정)

공동주택 구조설계지침

2012. 06. 12

서울특별시 SH공사

목 차

제1장 구조개요		1.1 적용범위 및 목적	3
		1.2 구조설계법	3
		1.3 설계기준의 적용	3
		1.4 약어 및 기호	4
		1.5 구조재료	6
		1.6 구조계획	12
		1.7. 구조해석용 프로그램	23
		1.8. 특수구조(공법) 선정	23
제2장 설계하중 적용기준		2.1 연직하중	27
		2.2 풍하중	28
		2.3 지진하중	29
		2.4 기타하중	30
제3장 구조해석		3.1 모델링기법	33
		3.2 해석결과 확인 및 결과물 정리	34
제4장 부재설계		4.1 슬래브	37
		4.2 벽체	39
		4.3. 보	41
		4.4. 기둥	42
		4.5. 기초	42
제5장 구조설계 검토 및 확인		5.1 개요	45
		5.2 해석결과 확인 및 결과물 정리	45
제6장 구조계산서 작성요령		5.1 개요	51
		5.2 구조계산서 편집	52

제1장 구조개요

1. 적용범위 및 목적
2. 구조설계법
3. 설계기준의 적용
4. 약어 및 기호
5. 구조재료
6. 구조계획
7. 구조해석용 프로그램
8. 특수구조(공법) 선정

1. 구조개요

1.1. 적용 범위 및 목적

본 지침은 우리공사에서 수행하는 공동주택 구조설계에 적용되는 제반 사항을 규정한다. 또한, 구조계산을 수행하거나 구조계산서를 작성함에 있어 통일된 방법을 제안함으로써 구조설계의 표준화를 유도하고자 하며, 본 지침에 규정되지 않은 사항은 관련 기준에 의하여 수행하되, 반드시 사전 협의토록 한다.

1.2. 구조 설계법

구조설계법은 철근콘크리트의 경우 극한강도설계법, 철골조의 경우 한계상태 설계법 적용을 원칙으로 하되, 필요시 협의 후 다른 설계 방법을 적용할 수 있다.

1.3. 설계 기준의 적용

설계기준은 아래와 같이 공식 제정 공포된 국내의 최근 기준을 사용함을 원칙으로 하되, 시종 일관성 있게 동일 규준을 적용한다.

- (1) 건축법 및 시행령 (최신 년도)
- (2) 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 (국토해양부, 최신 년도)
- (3) 건축구조설계기준(국토해양부, KBC CODE 최신 년도)
- (4) 구조물 기초설계기준 (국토해양부, 최신 년도)
- (5) 기타 관련기준

1.4. 약어 및 기호

1.4.1 약어

본 지침에서 제안하고 있는 기본적인 약어는 다음과 같다.

구분	내용	구분	내용
D	고정하중 (Dead Load)	L	활하중 (Live Load)
E	지진하중 (Earthquake Load)	W	풍하중 (Wind Load)
B.O.F.	기초 하부 (Bottom Of Foundation)	C.J.	시공줄눈 (Construction Joint)
T.O.F.	기초 상부 (Top Of Foundation)	D.J.	지연줄눈 (Delay Joint)
E.L.	표고, 입면높이 (Elevation Level)	E.J.	신축줄눈 (Expansion Joint)
A _s	인장철근의 단면적 (mm ²)	A _{s'}	압축철근의 단면적 (mm ²)
b	부재 폭부폭 bw와 유효플랜지 길이를 합한 유효폭 (mm)	b _w	플랜지가 있는 부재에서 폭부폭 (mm)
b _o	슬래브와 기초판에서 전단에 대한 위험단면둘레 (mm)	d	압축연단에서 인장철근 도심까지의 거리 (mm)
D _b	이형철근의 공칭지름 (mm)	d'	압축연단에서 압축철근 도심까지의 거리 (mm)
l _d	철근의 정착길이 (mm)	l _{db}	철근의 기본정착길이 (mm)
f _{ck}	콘크리트 설계기준강도 (MPa)	f _y	철근의 설계기준항복강도 (MPa)
f _{cu(t)}	재령t일의 콘크리트압축강도 (MPa)	f _e	지반의 허용지내력 (tonf/m ²)
∅	원형철근의 공칭지름 (mm), Pile의 직경 (mm)	f _p	Pile 본당 설계허용지지력 (tonf/EA)
TYP.	Typical	&	그리고
C	중심선 (Center Line)	@	간격
THK.	두께	In	부재의 순경간
CONC.	콘크리트 (Concrete)	N.T.S.	Not To Scale

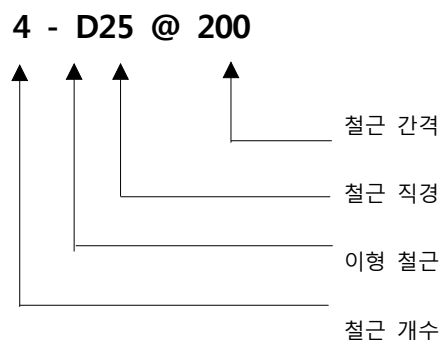
1.4.2 기호

본 지침에서 제안하고 있는 기본적인 기호는 다음과 같다.

(1) 부재 표시기호 및 표기기호

구분	기초	기둥 (Buttress)	벽체		보				슬래브		
			일반	흙에 접함	Girder	Beam	기초보	Cantilever	일반	계단 슬래브	Cantilever
표시 기호	F WF	C (BT)	W	BW	G	B	FG FB	CG CB	S	SS	CS
표기 기호	□	⬠	⬡		⬢				○		

(2) 철근 표시



1.5. 구조재료

1.5.1 콘크리트

콘크리트 설계기준강도(f_{ck})의 적용 기준은 다음과 같다.

콘크리트 설계기준강도의 적용

구 분	층 별 적 용	콘크리트 강도 f_{ck} (MPa)	비 고
10층이하 (아파트)	옥탑 ~ 최하층 벽	24	
15층이하 (아파트)	옥탑 ~ 최하층 벽	24	
16층 ~ 20층이하 (아파트)	6층벽 이상	24	
	6층바닥 ~ 최하층 벽	27	
21층 ~ 25층 (아파트)	11층벽 이상	24	
	11층 바닥 ~ 최하층 벽	27	
공 통	최하층 바닥 및 기초	24	
공 통	지하주차장 및 부대시설	24	

※ 상기 강도의 적용을 기본으로 하되 필요시 사전 협의 후 재조정 가능.

1.5.2 철근

- (1) 이형철근은 $f_y = 500\text{MPa}$ (SD500)을 기준으로 적용하며, 책임기술자의 판단으로 사전협의 후 조정가능하다.
- (2) 용접 철망은 W.W.F.로 표기한다.
- (3) 철근의 정착길이 및 이음길이는 다음과 같다.

철근의 이음 및 정착길이($f_{ck}=24\text{N/mm}^2$)

(D는 주근직경)

구분			SD400						SD500						SD600					
			인장철근		압축철근		견직시 이용길이	인장철근		압축철근		견직시 이용길이	인장철근		압축철근		견직시 이용길이			
																		정착	이음	정착
슬래브	일반철근	D10~D16	25D	32D	21D	30D	31D	31D	40D	26D	41D	41D	37D	48D	31D	54D	51D			
지상 벽체	수직철근	D10 ~ D16	25D	32D	21D	30D	32D	31D	40D	26D	41D	41D	37D	48D	31D	54D	54D			
		D19	28D	37D			37D	35D	46D			46D	42D	55D			55D			
		D22	39D	51D			51D	49D	63D			63D	59D	76D			76D			
		D25	44D	57D			57D	55D	71D			71D	65D	85D			85D			
	수평철근	D10 ~ D16	32D	42D			42D	40D	52D			52D	48D	63D			63D			
		D19	37D	48D			48D	46D	60D			60D	55D	71D			71D			
		D22	51D	66D			66D	63D	82D			82D	76D	99D			99D			
		D25	57D	74D			74D	71D	92D			92D	85D	110D			110D			
지하 외벽	수직철근	D10 ~ D16	25D	32D	21D	30D	31D	31D	40D	26D	41D	41D	37D	48D	31D	54D	51D			
		D19	28D	37D			34D	35D	46D			44D	42D	55D			55D			
		D22	39D	51D			41D	49D	63D			52D	59D	76D			65D			
		D25	44D	57D			44D	55D	71D			56D	65D	85D			70D			
	수평철근	D10 ~ D16	32D	42D			30D	40D	52D			41D	48D	63D			54D			
		D19	37D	48D				46D	60D				55D	71D						
		D22	51D	66D				63D	82D				76D	99D						
		D25	57D	74D				71D	92D				85D	110D						
기초	일반철근	D10~D19	24D	31D	21D	30D	30D	30D	39D	26D	41D	41D	36D	46D	31D	54D	46D			
		D22이상	30D	39D				37D	48D				45D	58D			54D			
	상부철근	D10~D19	31D	40D				39D	50D				46D	60D						
		D22이상	39D	50D				48D	63D				58D	75D						
보	일반철근	D10~D19	40D	40D	21D	30D	30D	49D	49D	26D	41D	41D	59D	59D	31D	54D	54D			
		D22이상	49D	49D				62D	62D				74D	74D						
	상부철근	D10~D19	51D	51D				64D	64D				77D	77D						
		D22이상	64D	64D				80D	80D				96D	96D						
기둥		D10~D19	40D	40D	21D	30D	40D	49D	49D	26D	41D	49D	59D	59D	31D	54D	59D			
		D22이상	49D	49D			49D	62D	62D			62D	74D	74D			74D			

※ 특기 사항

1. 슬래브는 전수이음가능. 이때, 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음.
2. 지상층 벽체는 전수이음 가능하며, 수직철근 및 수평철근 모두 인장이음 적용.
3. 지하외벽은 전수이음 가능하며, 수직철근은 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음함. 또한 모든 수평철근은 압축부에서 압축이음 적용.
4. 기초, 보 철근은 압축역에서 압축이음.
5. 기둥은 반수이음하며 인장이음.
6. 책임기술자의 판단으로, 콘크리트강도 35MPa이상 적용시에는 사전협의 후 이음 및 정착길이 결정할 것.

철근의 이음 및 정착길이($f_{ck}=27\text{N/mm}^2$)

(D는 주근직경)

구분			SD400					SD500					SD600				
			인장철근		압축철근		견적시 이용길이	인장철근		압축철근		견적시 이용길이	인장철근		압축철근		견적시 이용길이
			정착	이음	정착	이음		정착	이음	정착	이음		정착	이음	정착	이음	
슬래브	일반철근	D10~D16	24D	31D	20D	30D	31D	29D	38D	25D	41D	40D	35D	46D	29D	54D	50D
지상 벽체	수직철근	D10 ~ D16	24D	31D	20D	30D	31D	29D	38D	25D	41D	41D	35D	46D	29D	54D	54D
		D19	27D	35D			35D	33D	43D			43D	40D	52D			55D
		D22	37D	48D			48D	46D	60D			60D	55D	72D			72D
		D25	41D	54D			54D	51D	67D			67D	62D	80D			80D
	수평철근	D10 ~ D16	31D	40D			40D	38D	49D			49D	46D	59D			59D
		D19	35D	45D			45D	43D	56D			56D	52D	67D			67D
		D22	48D	62D			62D	60D	78D			78D	72D	93D			93D
		D25	54D	69D			69D	67D	87D			87D	80D	104D			104D
지하 외벽	수직철근	D10 ~ D16	24D	31D	20D	30D	31D	29D	38D	25D	41D	40D	35D	46D	29D	54D	50D
		D19	27D	35D			33D	33D	43D			42D	40D	52D			53D
		D22	37D	48D			39D	46D	60D			51D	55D	72D			63D
		D25	41D	54D			42D	51D	67D			54D	62D	80D			67D
	수평철근	D10 ~ D16	31D	40D			30D	38D	49D			41D	46D	59D			54D
		D19	35D	45D				43D	56D				52D	67D			
		D22	48D	62D				60D	78D				72D	93D			
		D25	54D	69D				67D	87D				80D	104D			
기초	일반철근	D10~D19	23D	29D	20D	30D	30D	28D	37D	25D	41D	41D	34D	44D	29D	54D	44D
		D22이상	28D	37D				35D	46D				42D	55D			54D
	상부철근	D10~D19	29D	38D				37D	47D				44D	57D			
		D22이상	37D	47D				46D	59D				55D	71D			
보	일반철근	D10~D19	37D	37D	20D	30D	30D	47D	47D	25D	41D	41D	56D	56D	29D	54D	54D
		D22이상	47D	47D				58D	58D				70D	70D			
	상부철근	D10~D19	49D	49D				61D	61D				73D	73D			
		D22이상	61D	61D				76D	76D				91D	91D			
기둥		D10~D19	37D	37D	20D	30D	37D	47D	47D	25D	41D	47D	56D	56D	29D	54D	56D
		D22이상	47D	47D			47D	58D	58D			58D	70D	70D			70D

※ 특기 사항

1. 슬래브는 전수이음가능. 이때, 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음.
2. 지상층 벽체는 전수이음 가능하며, 수직철근 및 수평철근 모두 인장이음 적용.
3. 지하외벽은 전수이음 가능하며, 수직철근은 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음함. 또한 모든 수평철근은 압축부에서 압축이음 적용.
4. 기초, 보 철근은 압축역에서 압축이음.
5. 기둥은 반수이음하며 인장이음.
6. 책임기술자의 판단으로, 콘크리트강도 35MPa이상 적용시에는 사전협의 후 이음 및 정착길이 결정할 것.

철근의 이음 및 정착길이($f_{ck}=30\text{N/mm}^2$)

(D는 주근직경)

구분			SD400					SD500					SD600				
			인장철근		압축철근		견적시 이용길이	인장철근		압축철근		견적시 이용길이	인장철근		압축철근		견적시 이용길이
			정착	이음	정착	이음		정착	이음	정착	이음		정착	이음	정착	이음	
슬래브	일반철근	D10~D16	22D	29D	19D	30D	30D	28D	36D	23D	41D	39D	33D	43D	28D	54D	49D
지상 벽체	수직철근	D10 ~ D16	22D	29D	19D	30D	29D	28D	36D	23D	41D	41D	33D	43D	28D	54D	54D
		D19	26D	33D			33D	32D	41D			38D	49D	52D			55D
		D22	35D	45D			45D	44D	57D			57D	52D	68D			68D
		D25	39D	51D			51D	49D	63D			63D	58D	76D			76D
	수평철근	D10 ~ D16	29D	38D			38D	36D	47D			47D	43D	56D			56D
		D19	33D	43D			43D	41D	53D			53D	49D	64D			64D
		D22	45D	59D			59D	57D	74D			74D	68D	88D			88D
		D25	51D	66D			66D	63D	82D			82D	76D	99D			99D
지하 외벽	수직철근	D10 ~ D16	22D	29D	19D	30D	30D	28D	36D	23D	41D	39D	33D	43D	28D	54D	49D
		D19	26D	33D			32D	32D	41D			41D	38D	49D			52D
		D22	35D	45D			38D	44D	57D			49D	52D	68D			61D
		D25	39D	51D			41D	49D	63D			52D	58D	76D			65D
	수평철근	D10 ~ D16	29D	38D			30D	36D	47D			41D	43D	56D			54D
		D19	33D	43D				41D	53D				49D	64D			
		D22	45D	59D				57D	74D				68D	88D			
		D25	51D	66D				63D	82D				76D	99D			
기초	일반철근	D10~D19	22D	28D	19D	30D	30D	27D	35D	23D	41D	41D	32D	42D	28D	54D	42D
		D22이상	27D	35D				33D	43D				40D	52D			52D
	상부철근	D10~D19	28D	36D				35D	45D				42D	54D			54D
		D22이상	35D	45D				43D	56D				54D	71D			
D22이 상	35D	D10~D19	36D	36D	19D	30D	30D	44D	44D	23D	41D	41D	53D	53D	28D	54D	53D
		D22이상	44D	44D				55D	55D				66D	66D			54D
	D22이상	D10~D19	46D	46D				58D	58D				69D	69D			
		D22이상	58D	58D				72D	72D				86D	86D			
D22이상		D10~D19	36D	36D	19D	30D	36D	44D	44D	23D	41D	44D	53D	53D	28D	54D	54D
		D22이상	44D	44D			44D	55D	55D			55D	66D	66D			66D

※ 특기 사항

1. 슬래브는 전수이음가능. 이때, 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음.
2. 지상층 벽체는 전수이음 가능하며, 수직철근 및 수평철근 모두 인장이음 적용.
3. 지하외벽은 전수이음 가능하며, 수직철근은 이음부에서 인장철근은 인장이음, 압축철근은 압축이음함. 또한 모든 수평철근은 압축부에서 압축이음 적용.
4. 기초, 보 철근은 압축역에서 압축이음.
5. 기둥은 반수이음하며 인장이음.
6. 책임기술자의 판단으로, 콘크리트강도 35MPa이상 적용시에는 사전협의 후 이음 및 정착길이 결정할 것.

(4) 배근 일반

- (가) 공통사항 : 철근의 정착 및 이음은 각 부재별, 철근 직경별로 구분하여 1.5.2 (3)항을 참조하여 배근한다. 다만, 원구조설계자가 구조도면에 별도의 정착 및 이음길이를 명기한 경우, 구조도면을 우선 적용하여 시공하도록 한다. 또한, 시공자는 공사전에 구조도면을 검토한 후, 주요구조부재에 대한 시공상세도(Shop Drawing)를 작성, 제출하여, 각 부재별 이음방법, 이음위치, 이음개소 등에 대한 사전승인을 득하도록 하여야 한다.
- (나) 내진상세적용 : 내진상세는 구조도면에 별도의 언급이 없는 경우, 아파트는 지상 1층 보 이상, 기둥은 전층 내진상세를 적용하며, 지하주차장의 경우는 일반상세를 적용한다. 다만, 편측토압을 받는 지하주차장의 경우 내진상세 적용범위는 원 구조설계자의 판단에 따른다.
- (다) 철근배근시 우선적용기준 : 철근배근시 구조도면 내의 배근상세를 우선 적용하고, 구조도면 내에 제시되지 않은 경우는 구조공통도를 참조하여 시공한다. 다만, 구조도면과 구조공통도의 내용이 상이한 경우는 원설계자의 자문을 득하도록 하되, 구조도면을 우선하여 적용한다.
- (라) 철근의 이음 : 철근이음은 가능한 한 반수이음, 압축이음을 기본으로하고, 각 부재별로 아래의 사항을 참조하여 배근한다. 다만, 철근이음과 관련 하여 명기되지 않은 특별한 사항이 발생한 경우, 사전에 원구조설계자의 자문을 구한 후 시공토록 한다.
- (마) 부재별 배근기준
- ① 슬래브 배근일반 : 슬래브의 반곡점에서 절단되는 철근은 반곡점($L_n/4$ 지점, L_n 은 스패น)을 지나, 슬래브유효춤(두께-30mm), 12D(주근직경의 12배)중 큰 값 이상 정착한다.
 - ② 지하외벽 : 일방향 슬래브식 벽체(Buttress나 별도의 지지벽체 없이 상, 하 슬래브로 지지되는 가장 일반적인 형태의 지하외벽), 또는 이방향 슬래브식 벽체의 수직근을 슬래브 바닥 위치에서 이음할 경우, 흙에 접하는 외측 수직철근은 인장이음, 내측 수직철근은 압축이음을 적용한다.
 - ③ 보 : 보는 반수이음 및 압축역에서의 이음을 원칙으로 한다. 또한, 보주근 배근시, 반곡점($L_n/4$ 지점, L_n 은 스패น)에서 절단되는 중앙하부철근은 반곡점을 지나, 보유효춤(보춤-70mm) 이상정착하고, 단부 상부철근 중 반곡점에서 절단되는 철근은 스패んの 0.3 L_n 지점까지 배근한다.
 - ④ 매트기초 : 매트기초는 압축역에서의 이음(전수이음가능)을 기본으로 한다. 또한, 매트기초 기둥주변 하부보강근 등 반곡점($L/4$ 지점)까지만 배근되는 철근은 반곡점을 지나, 매트기초 유효춤(기초두께-100mm) 이상 정착토록 한다.

1.6. 구조 계획

책임기술자는 건축도면 접수 후 15일 이내 구조개요 및 구조계획서(가정단면 포함)를 우리공사에 제출하여 사전 검토 받도록 한다.

1.6.1 지상부 구조 계획

지상부 골조 시스템은 향후 리모델링이 용이한 가변형, 장수명주택 구현을 위하여 라멘조, 무량판구조, 무량판 중공슬래브구조 등 기둥식 구조시스템을 선정토록하고 가능한 한 실 내부에는 기둥을 배치하지 않도록 계획한다.

이때 원설계자는 기본설계 초기 단계에 최적 구조시스템 선정을 위해 주요기둥의 스패น 및 배치형상, 층수, 평면타입 등을 고려한 대표동을 선정하여 각 구조시스템별 장단점 및 골조공사비 등 투입비용분석을 통한 경제성을 비교분석하고, 현장적용시의 시공성 등 제반사항의 종합적 검토 결과를 토대로 최적의 구조시스템을 제시하여 감독관의 승인을 득한 후 실시설계를 진행하도록 한다.

(1) 내진설계

지상부 골조의 내진설계는 제진설계 적용을 우선 설계검토하고, 제진설계 방법은 KBC CODE 최신년도 및 우리공사에서 작성한 “인방보형 지진제어장치 실용화기술, 2010”을 참조한다. 제진장치는 우리공사에서 공식 승인한 건설신기술전단항복형 SS댐퍼(Stable Shear Damper) 또는 휨항복형 SF댐퍼(Stable Friction Damper)를 우선 검토한다. 다만, 원구조설계자는 KS규격 또는 건설신기술을 득한 타 제진댐퍼의 적용 등을 제안할 수 있으며, 원구조설계자는 기존 구조계산서 외 별도의 제진계산서를 제출하여야 한다.

제진장치의 기본요구성능

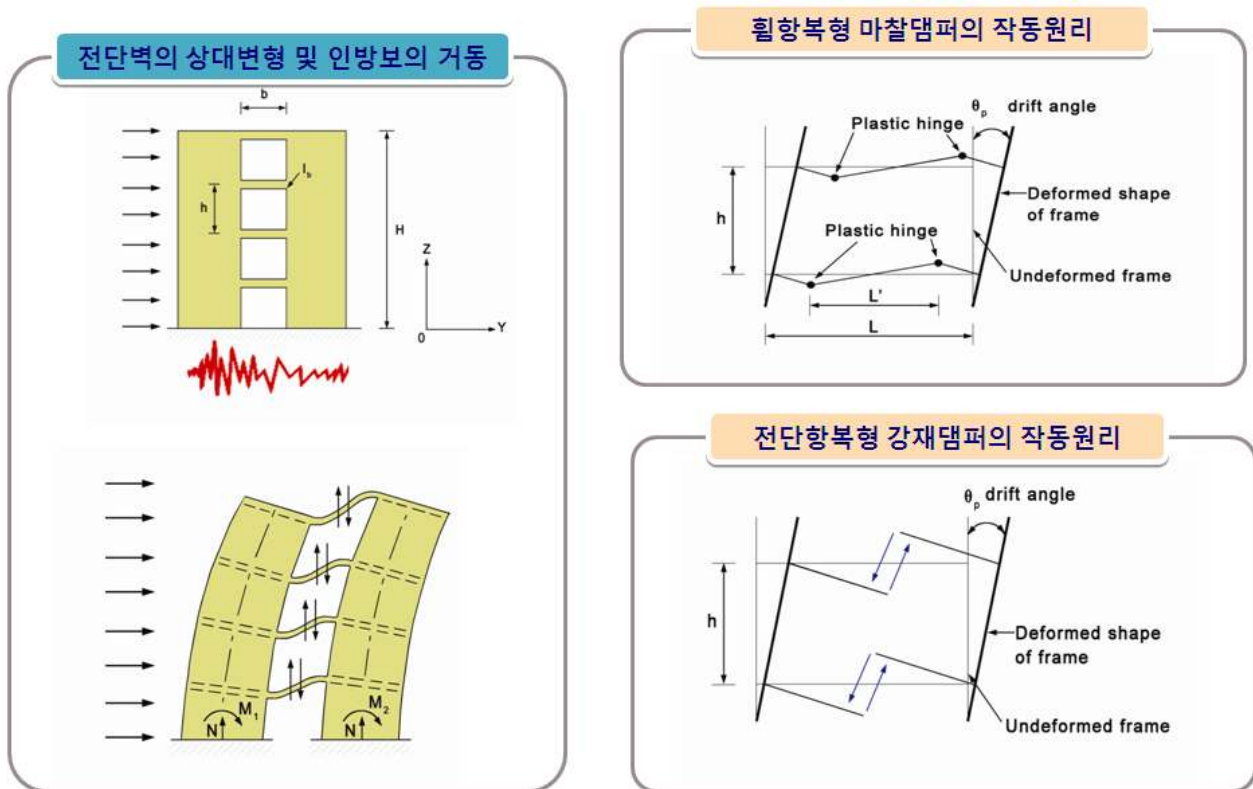
구 분	제진장치 요구성능	비 고
가변성	공간구획시 제약이 없는 형상(인방보타입 등)	
교체용이성	지진발생 후 제진장치 교체 용이	
재료 특성	온도, 시간 의존성 없는 제진장치	
국가 공인	KS규격 또는 건설신기술 지정	



전단항복형 SS댐퍼



휨항복형 SF댐퍼



제진댐퍼 작동원리

(2) 조인트 설치

비정형 구조물 중, 책임기술자의 판단으로 조인트 (Expansion Joint, Seismic Joint)를 설치할 경우, 사전 협의하도록 하고, 특별한 사유가 없는 한 조인트는 지상부에만 설치함을 원칙으로 한다.

(3) 개구부

개구부는 슬래브 및 벽체 결손의 영향을 최소화하도록 계획하고, 개구부 주변 보강 상세를 표기하되 보강철근 길이, 위치, 개수 등을 정확히 기재하도록 한다. 또한, 벽체에 매입되는 전기·통신 설비용 전기계량기함, 전화단자함, TV중폭기함, 전기분전반 주변의 보강 방안 상세도를 첨부한다.

(4) 지하주차장 지붕슬래브와 부속 건물 접합

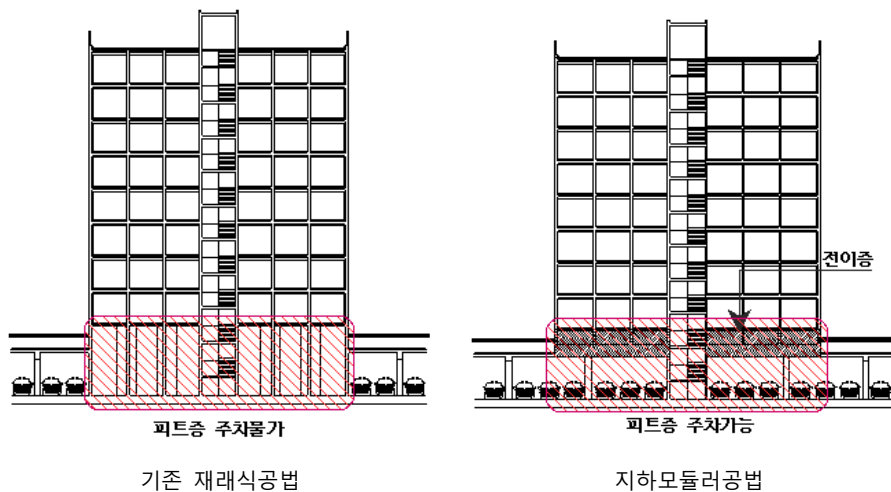
지하주차장 지붕슬래브 상부에 설치하는 보행자용 Ramp, 경비실 등은 별도 협의가 없는 한 지붕슬래브와 일체화하도록 하되, 필요에 따라서는 방수보호 무근콘크리트 위에 설치 가능하다.

1.6.2 지하주차장 구조 계획

(1) 골조 시스템

(가) 일반사항

지하부는 가능한 8m 모듈을 준수하도록 하고, 아파트 피트층 부분의 지상 1층부 필요부분에 별도의 전이층을 설치, 벽체, 기둥 등 지상부 수직부재 위치와 별도로 지하주차장 수직부재 위치를 계획할 수 있다. 이는, 공동주택 하부 피트층의 불필요한 공간을 최소화하기 위한 것으로 구조안전성에 문제가 없는 범위 내에서 원설계자가 합리적으로 구조계획한다.



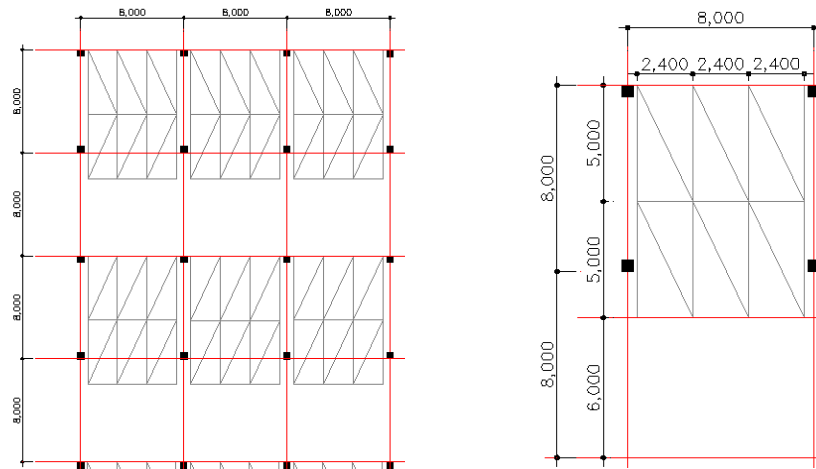
또한 일반 지하주차장 구간은 우리공사에서 공식 승인한 강연선PC 공법의 적용성을 우선 설계 검토토록 한다. 강연선PC 공법은 보·기둥 접합부에 비인장 강연선을 관통시켜 접합부 강성 및 일체성을 극대화한 PC공법으로, 시공사는 본 강연선PC 시공에 앞서 시공상세도(Shop Drawing)를 작성하고, 원구조설계자의 검토 및 감리·감독의 승인을 득하도록 한다.

지하주차장의 골조시스템

구 분	구조시스템	비 고
전이층	Flat Plate 시스템(전이층)	아파트 규모, 형상, 층수 등을 고려, Flat Plate 또는 라멘조 선정 기둥모듈 : 4×4m, 또는 4×8m 적용
	Beam & Girder 시스템(전이층)	
지하주차장 부분	강연선 PC공법	기둥모듈 : 8×8m 기본 모듈 적용

(나) 적용모듈

아파트 하부의 피트층 구간 지하부 모듈은 4×4m를 기본으로 하고, 때에 따라서 4×8m 또는 8×8m를 적용한다. 다만 그 외의 모듈은 적용하지 않는 것을 원칙으로 하여, 가능하면 비모듈, 비정형 공간이 생기지 않도록 유의한다. 또한, 지하주차장 부분은 전구간 8×8m를 기본 모듈로 적용한다.



지하주차장구간 8×8m 기본모듈



강연선PC 공법 시공순서

(2) 지내력 및 지하수위 산정

(가) 지내력 산정

지반조사보고서를 참조로 가정하되, 기초 저면의 지반이 일정하지 않은 경우는 2, 3개의 구역으로 지내력을 Zoning하여 경제적인 설계가 되도록 계획한다. 다만, 지하 공간이 협소하여 지내력 구분 적용의 효과가 없는 경우는 지내력을 일관되게 적용하도록 한다. 또한, 지내력 결정은 설계초기단계에 사전 협의하도록 한다.

(나) 지하수위 적용기준

제1장 붙임의 건축구조물 부상방지 대응설계 기준 “3. 다. 지하수위 적용기준을 준용한다.

(3) 주요 구조부재 설계

① 지하 외벽

지하 외벽은 지하 층고를 고려하여 일방향 슬래브 또는 이방향 슬래브로 설계한다. 다만, 구조 계획상 지하 외벽선상에 기둥이 있는 경우는, 원구조설계자의 판단으로 그 기둥을 Buttress로 설계할 수 있다. 이 때, 지하 외벽은 슬래브 및 Buttress의 스패간 변장비를 고려하여 적절히 설계한다.

② 기초 설계

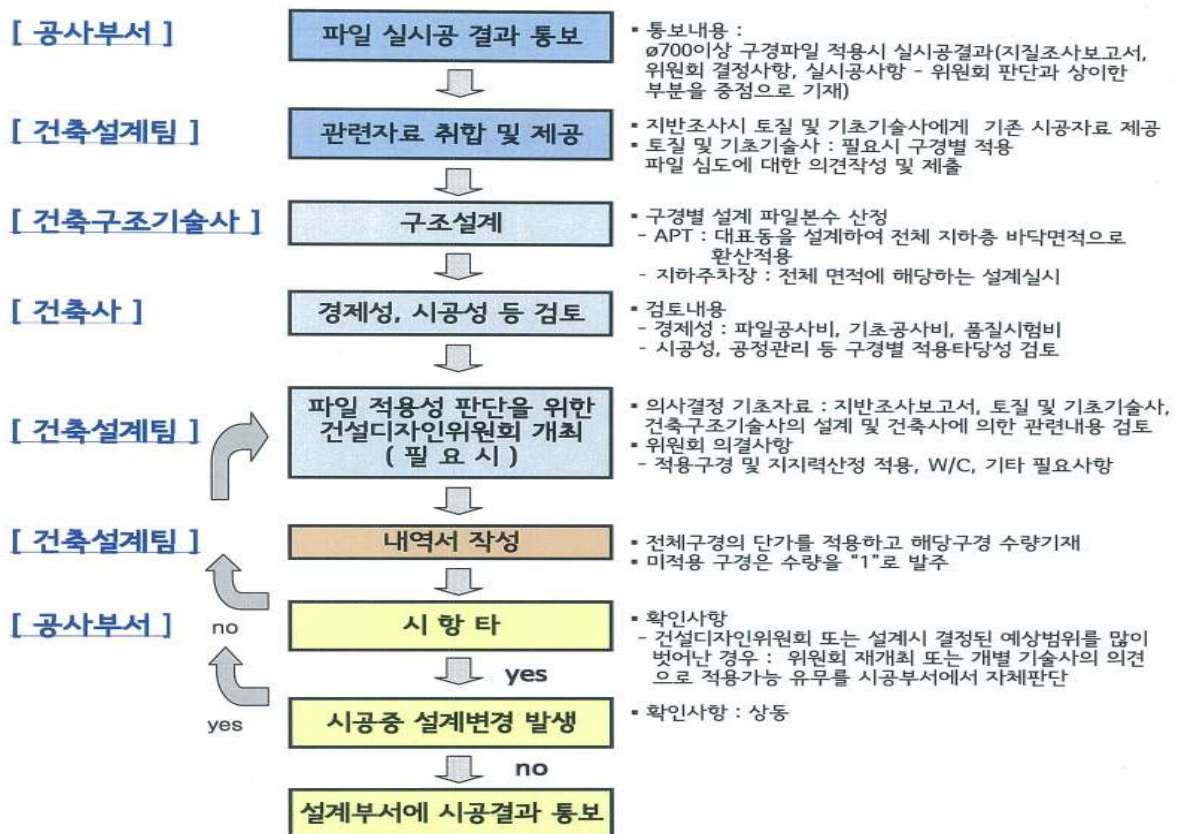
㉔ 아파트 기초는 지반 조건, 스패 등을 고려하여 줄기초 또는 매트기초 로 계획한다. 지하주차장은 부등침하가 우려되는 등 특별한 사유(기초 저면이 연약한 점토질층, 매립토층으로 지내력이 15t/m²이하)가 있어서 Mat로 계획한 경우를 제외하고는, 독립 기초+내수판슬래브로 설계함을 기본으로 한다.

㉕ 배토 중량 고려 : 지하부 굴토면의 지반은 이미 안정화된 지반의 경우, 터파기한 흙의 연직 하중 정도를 부담할 수 있음을 고려하여 기초 설계시 반영한다.

③ Pile 설계

㉔ Pile종류 및 직경선정 : Pile은 'PHC Pile'(KS규격 고강도 Pile, Pretensioned Spun High Strength Concrete Pile)을 적용한다.

㉕ 파일설계 시 파일의 직경은 원구조설계자가 지반조사 보고서 내용에 따른 토질 및 기초 기술사의 자문을 득한 후 경제성을 고려하여 선정토록 한다. 최초 파일설계 시부터 $\Phi 600$ 이하, $\Phi 700$ 이상 파일의 적용성을 동시에 검토한다. 검토 시 장비확보 등 제반여건을 다양하게 고려하여 파일구경을 결정하도록 한다. 구경선정 시 다음의 의사결정용 flow chart를 활용한다.



- ㉔ 허용지지력(기준) : Pile의 허용지지력은 지반조사보고서의 내용을 참조로 결정하되, 다음 표를 기준으로 한다. 다만, 매입형 Pile은 최종항타하여 충분한 지지력을 확보할 수 있도록 주의하여야 한다. 또한, 허용지지력은 정역학적 지지력 산정식중 경험식(구조물기초설계기준 해설<국토해양부>, 건축기초구조설계기준<대한건축학회>, 기타 인증된 경험식)을 적용하여 산정하도록 하고, 시공시 재하시험을 통해 최종 지지력을 확인하는 것으로 한다. Pile의 허용지지력이 아래의 허용지지력 이하인 경우는 설계초기단계에 우리공사와 사전 협의하도록 한다.

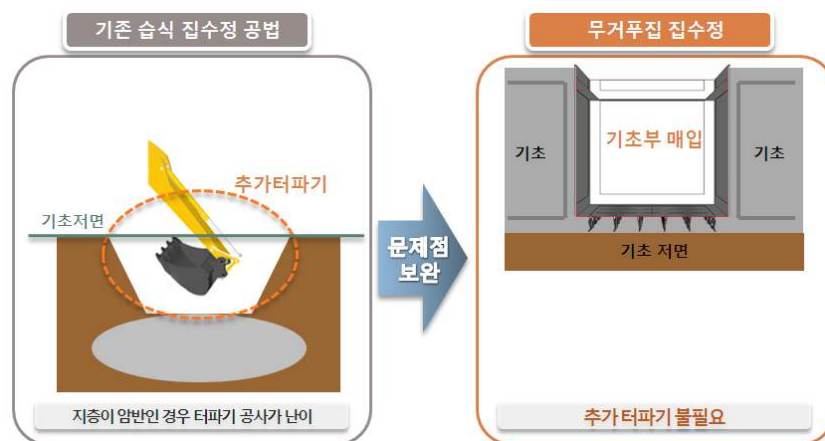
Pile의 설계허용지지력

PHC Pile 직경(mm)	Pile 두께(mm)	설계허용지지력 (kN/본) (말뚝 설계기준강도 800kgf/cm ²)
Φ450	70	900(최대1,000)
Φ500	80	1,200(최대1,400)
Φ600	90	1,600(최대1,800)
Φ700	100	2,400(최대2,600)
Φ800	110	3,100(최대3,300)
Φ900	120	3,750(최대4,000)
Φ1,000	130	4,700(최대5,000)

※ 시험시공과 재하시험 결과를 토대로 협의 하에 Pile 허용지지력을 상·하향 조정할 수 있으며, 용접이음시 말뚝의 내력 감소율은 개소당 2.5%(매입말뚝), 5%(항타말뚝)로

한다. 다만, Pile 길이가 15m 이내인 경우는 내력을 저감하지 않는다.

- ㉔ 시멘트밀크 배합비 : $\Phi 700$ 이상 파일의 경우 $W/C=59\%$ (시멘트 1,100kg+물 650kg=1 m^3)의 Cement milk를 기본으로 사용하되, 시험시공과 동재하시험 결과에 따라 $W/C=68\%$ (시멘트 1,000kg+물 680kg=1 m^3) 까지 변경할 수 있으며, 설계 적용 배합비는 토질 및 기초기술사가 판단한다. $\Phi 600$ 이하 파일의 경우 $W/C=68\%$ 시멘트적용을 기본으로 하되 토질전문가의 판단으로 변경가능하다. 또한 케이싱을 사용하여 천공하는 경우 케이싱 직경으로 $\Phi 700\sim\Phi 800$ 말뚝은 ‘말뚝직경+80mm’, $\Phi 900\sim\Phi 1000$ 말뚝은 ‘말뚝직경+100mm’를 사용하는 기준으로 산정한다.
- ㉕ 허용지지력의 확인 : 길이가 5m 이하로 짧은 Pile(Pile 길이가 짧으면, 지지력 확보가 다소 어려움)과 지반의 압밀침하에 의한 부마찰력이 생기는 Pile은 경험식으로 부마찰력을 산정하고 부마찰력에 대한 대책은 토질 및 기초기술사가 판단한다. 시공시 부주면마찰력을 고려한 설계지지력은 충분한 재하시험을 통하여 반드시 확인한다.
- ㉖ 인장응력을 받는 Pile : Pile에 인장응력이 발생할 경우 인발재하시험을 시행하여 결정된 지지력을 적용하고, 이때 상부는 별도의 철근배근 상세도를 명기하여야 한다.
- ④ 건축구조물 부상방지 대응설계기준 : 불임의 세부기준을 따른다.
- ⑤ 집수정 : 영구배수공법에 적용되는 집수정은 우리공사에서 공식 승인한 건식집수정을 우선 검토토록 하고 동등이상의 성능을 가진 제품으로 설계할 수 있다. 이때 원구조설계자는 기초 및 내수관 설계시 집수정 구간을 개구부로 고려하여 설계하도록 한다.



1.7. 구조해석용 프로그램

구조해석 및 단면설계용 컴퓨터 프로그램을 사용할 때에는 국내·외적으로 성과가 있는 Software의 사용을 원칙으로 한다.

검증된 프로그램인 MIDAS, SAP2000, ETABS, STAADⅢ, PERFORM-3D 등을 사용하고, 공인되지 않은 Program은 Source 또는 객관적 검증 자료를 제출하여, 검토 받도록 할 것이다.

1.8. 특수구조(공법) 선정

아래와 같이 특수구조 및 공법을 선정할 경우 담당원과 사전 협의해야 하며, 선정 이유가 분명해야 한다.

- (1) 케이블 구조
- (2) 특수지정 (지반보강 등)
- (3) 막구조
- (4) PS 구조
- (5) 기타 특수구조

붙임

건축구조물 부상방지 대응설계 기준

1. 목적

이 기준은 SH공사에서 시행하는 건축구조물의 부상방지 대응설계와 관련된 기준을 마련함으로써 현장별 특성에 맞는 공법결정 및 설계진행시 필요한 검토사항 및 절차규정을 목적으로 한다.

2. 용어의 정의

가. 부상방지 대응설계

물(지하수)의 부력 및 양압력에 의하여 구조물이 부상 및 최하층 기초바닥 슬라브가 파손되는 것을 방지하고 지하수위를 관리하여 현장관리시점 및 준공이후에도 안전하게 유지하기 위한 제반설계

나. 부력

수중에 있는 물체를 그 물체가 차지하고 있는 부피만큼의 물 무게와 같은 힘으로 위쪽으로 밀어 올리는 힘. 단위중량(tf/m^3)에 유체속에 잠겨있는 물체의 체적(m^3)을 곱한 것으로 중량(tf)으로 표기함.

다. 양압력

지하수위 하부에 구조물을 축조할 경우, 지하수면과 건축물의 최하층 바닥 슬라브 저면사이의 수두차(지하수면의 차)가 발생하여 구체체면에 연직 방향으로 작용하는 수압 중에서 구조체의 바닥면에 작용하는 상향(上向) 수압. 유체의 단위중량(tf/m^3)에 수두차 만큼의 높이를 곱한 것으로 단위 면적당 작용하는 중량인 tf/m^2 ($1\text{kPa} = 1.019 \times 10^{-2}\text{kgf/cm}^2$)으로 표기함.

라. 부상방지앵커공법

기초바닥 저면에서 아래 암반층까지 천공 후 PC강선을 삽입 후, 긴장하는 방법으로 인장재를 기반암층에 고정시켜 인장력을 발휘하여 부력에 대응하는 공법으로 영구앵커공법이라고 불리기도 함.

마. 영구배수공법

기초 슬라브 아래 에 인위적인 배수층을 만들고 배수관을 통하여 구조체 내외부 집수정으로 지하수를 모아 펌프로 배수처리하거나 자연배수시킴으로써 지하 구조물에 작용하는 양압력을 기준치이하로 관리하여 지하구

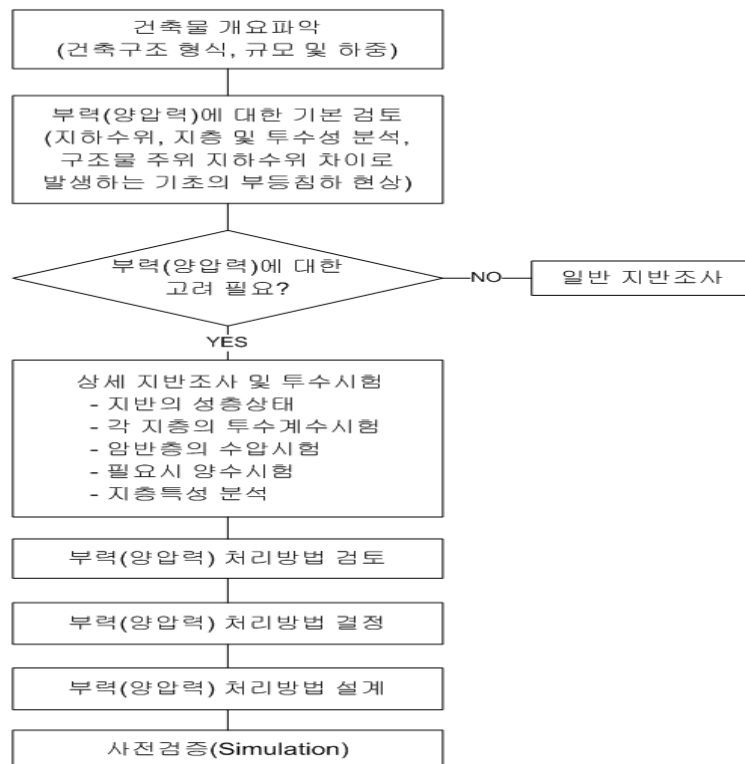
조체의 부상을 방지하는 공법.

3. 양압력 설계운영 flow chart

가. 개요

신축시 건물의 지하층에 작용하는 부력 및 양압력과 건축물의 고정하중, 기초바닥의 설계 내수압을 비교 검토하여 다음의 Flow chart와 적용기준에 의해 설계를 진행하며 지반조사시 토질 및 기초기술사가 부상방지 대응설계 공법을 “4. 부상방지 대응설계기준 및 5. 공법별 설계기준”을 참조하여 검토하고 구체적인 의견을 제시한다.

나. 양압력 처리방법 결정 Flow chart



다. 지하수위 적용기준

- (1) 공사 중 및 준공 후 모두 안전하도록 부상방지 설계를 진행하기 위한 지하수위 적용기준(설계적용 후 한계수위 또는 공사중 관리한계수위)은 다음과 같다.(지하2층 이하 구조물 기준)

(가) 설계수위

- 지하외벽설계 시 : G.L.-2.0m(준공 후 관리수위)를 기본으로 하며, 지반조사시 측정된 지하수위, 지형조건, 지하층 건축규모 등의

조건을 감안하여 최종 결정한다.

- 부력산정 시 : 주변하천 홍수위, 지반조사시 측정된 지하수위, 지형 조건, 지하층 건축규모 등의 조건을 감안하여 최종 결정한다.
- 내수판 설계 시 : 영구배수공법 적용시에는 영구배수 적용시 목표 수위(보통 내수판 바닥 + 2.0m 수준이나 현장별로 상이할 수 있음)를 설계수위로 고려하도록 하고, 영구앵커공법 적용시 또는 영구배수, 영구앵커 공법 등이 적용되지 않은 경우는 부력산정시 수위를 설계수위로 결정한다.

(나) 현장관리수위 : S.L-1.8m(시공중 관리수위)를 원칙으로 상기 설계수위 조건 및 현장별 특수성을 고려하여 결정한다.

(2) 부상우려지구 및 경사지 등 특별한 대지여건에 건설되는 지구는 별도 산정수위를 기준으로 설계한다.

4. 부상방지 대응공법 적용기준

가. 대지위치 등 현장여건 고려사항

대지위치	기초심도	지하수위	지반유형
<ul style="list-style-type: none"> • 평지/계곡(지형) • 인근 강/하천유무 • 인접 주변건물 배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착심도 • 지하구조물의 종류 	<ul style="list-style-type: none"> • 강우량(기상 관측이래 1일 최대 강우량 및 국지적 제털라성 집중호우 포함) • 우기철 홍수위 • 피압수/대수층 유무 • 구조물 주변강우에 의한 우수침투율 	<ul style="list-style-type: none"> • 대상지반의 투수계수 • 굴착 지반의 종류 및 지층구성 • 암반깊이

(1) 대지위치

(가) 평지/계곡(지형)

지하수는 지표면의 지형과 비슷한 흐름을 가지기 때문에, 계곡아래에 위치하는 현장계곡 측 지하주차장 벽체가 지하댐 역할을 하여 지하주차장은 우천 시 양압력이 상승하고 지하수가 급격히 증가하여 유입된다.

(나) 인근 강/하천유무

현장 인근에 하천이 흐르면 하천수가 지하수로 유입되기 때문에 호우 시 지하수위가 급격히 상승한다.

(다) 인접주변건물배치

인접주변에 건물(특히 노후건물)이 있거나 계획중인 경우 지하수

유출 및 수위저하에 따른 지반침하에 각별히 조심해야 한다.

(2) 기초심도

(가) 굴착심도

지하층수가 많아지면 굴착심도가 깊어지고 주변 지하수위와 수두차가 커져 유입지하수량과 양압력이 증가하게 된다.

(나) 지하구조물의 종류

공동주택 지하주차장 부분과 고층건물의 수직하부 지하주차장은 고정 하중의 크기가 달라져 공법선정에 영향을 미치게 된다.

(3) 지하수위

(가) 강우량

여름철 집중호우, 계절라성 호우에 견딜 수 있도록 설계한다.

(나) 피압수/대수층 유무

지하층에 피압수 또는 대수층이 존재하면 부력앵커공법 적용 시, 앵커체는 고압의 지하수 이동통로가 되어 계획에 없는 양압력을 발생 시키고 틈 사이 누수를 발생시킬 가능성이 높다.

(4) 지반유형

(가) 대상지반의 투수계수

투수층은 지하수 이동이 용이한 반면 불투수층은 지하수 이동이 자유롭지 못하다.

(나) 최종굴착지반 종류 및 지층구성

양압력이 실제 발생하는 기초하부의 최종굴착 지반의 투수계수가 양압력과 지하수유출 계산에 있어 가장 중요하다.

나. 기본적용 요령

구분	부상방지앵커 공법	영구배수공법
적용 기준	120m ³ /일 초과하는 경우 - 수두조절장치 미설치 시 (바닥면적 1,000m ² 당 유입량)	120m ³ /일 이하인 경우 - 수두조절장치 미설치 시 (바닥면적 1,000m ² 당 유입량)
적용 가능 토층	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양호한 앵커 정착장이 있고 수위가 높지 않을 때 ○ 건물하중과 상향수압의 차이가 크지 않은 경우 ○ 기초하부가 연, 경암층이면 양호 ○ 편토압으로 인한 슬라이딩 억제 필요시 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 투수계수 1.0x10⁻⁵cm/sec 이하의 불투수층이 유리 ○ 지하수위가 높고, 대규모 굴착에 따른 지하수압이 과다한 경우 ○ 경사지 또는 자연배수가 가능한 토층
적용 지양 토층	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정착장 형성이 곤란한 경우 : 기초바닥에서 암반층까지의 깊이가 15m를 초과 ○ 앵커체가 지나가는 지층에 대수층 또는 피압수가 존재하는 경우 ○ 파일기초를 고려할 경우 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인접지반변형 또는 유지관리비 큰 경우 (투수계수 큰 모래 또는 자갈층) ○ 과도한 눈막임이 우려되는 경우(교란된 곤죽 상태의 연약 실트질 점토층) 다만, 영구배수 공사전 지반치환을 실시한 경우 시공가능 ○ 계곡, 천변으로 유입수량 과다한 경우

나. 공법적용 시 지반조사결과 등을 토질 및 기초기술사에게 제출하여 적용가능 공법에 대한 사전검토 의견을 득한다.

다. 유입량이 작은 경우에도 지반조건 등에 따라 필요시 부상방지앵커 공법을 적용할 수 있다.

라. 필요시 공법별 경제성, 시공성, 공정관리 분석을 추가하여 비교검토하고 공법별 아래의 장·단점을 면밀히 고려하여 공법을 선정한다.

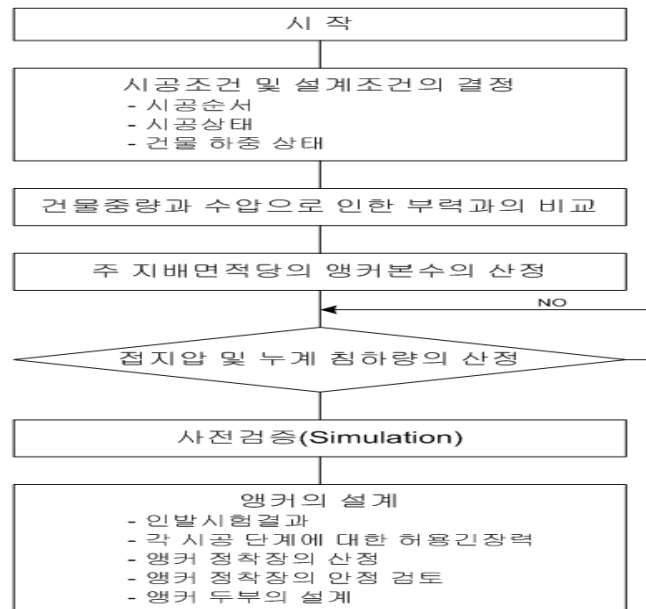
구 분		계 획	시 공	유지관리
장점	영구배수	공사비절감 (기초두께감소)	공기단축, 공사비 및 토공량감소	방수에 유리, 부상방지 신뢰성
	앵커	자유로운 설계 가능	-	부상방지 신뢰성, 유지관리비용 최소
단점 (적절한 공법 적용시)	영구배수	토질전문가에 의한 정확한 수리계산 필수	-	유지관리비용발생(소량)
	앵커	기초단면증가 (공사비상승)	공기지연, 공사비증가	앵커체 재인장(비용발생), 지속적 누수(쉬즈관, 크랙)
단점 (잘못 적용시)	영구배수	토질전문가에 의한 정확한 수리계산 필수	-	유지관리비용발생(大), 인접지반침하유발(보상비용발생) → 외부배수 적용시 주로 발생
	앵커	기초단면증가 (공사비상승)	공기지연, 공사비증가	앵커체 재인장, 지속적 누수 피압수 손상 시 기초붕괴 및 전면적 보수 필요

5. 공법별 설계방안

가. 부상방지앵커공법

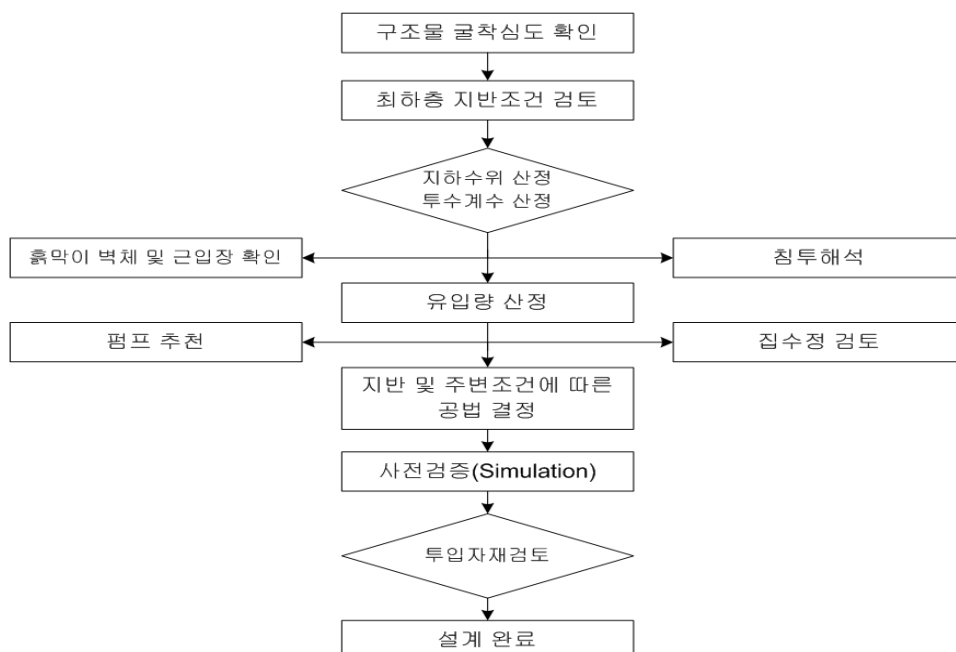
건물의 자중을 지중에 작용하는 양압력과 비교한 후 부족한 만큼의 하중을 계산한다. 그리고 전체면적을 대상으로 앵커본수를 산정한 후, 앵커

정착장의 깊이산정, 근접앵커를 고려한 최종 앵커내력을 고려 후 앵커배치를 결정하여 최종설계를 완료한 후 사전검증(simulation)을 실시하여 최종설계의 적정여부를 판단한다.



나. 영구배수공법

- (1) 영구배수공법은 지반조사자료 및 투수계수 자료를 이용하여 지반내로 침투 유입하는 지하수량을 다방면으로 침투해석한 후 효과적인 계산에 의거 배수설계를 해야 한다. 영구배수공법의 설계순서는 다음과 같다.



(2) 설계개념

(가) 유입량 검토

처리성능(ϕq_n) \geq 유입량(q_u), 처리성능 = $\min\{\text{집수성능}, \text{통수성능}\}$

(나) 양압력 검토

한계양압력(ϕu_n) \geq 양압력(u_u)

(3) 적절한 영구배수공법 적용을 위해 SEEP/W(유한요소해석프로그램)등을 이용하여 기초지반하부로 유입되는 지하수의 침투유입량 및 양압력을 산정하며 공법의 처리성능 및 한계양압력을 검토한 후 최종결정한다.

(가) 유입량(q_u) 계산

- 수리해석 : SEEP/w 등 전용 프로그램 사용(유한요소해석)
- 투수계수 : 지반조사 발주시 투수시험 또는 경험치 적용

(나) 양압력과 안전율

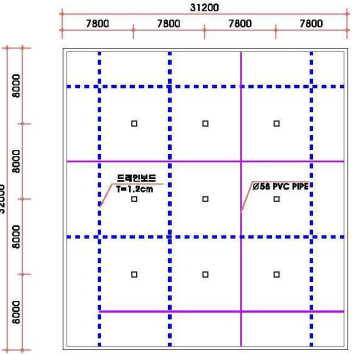
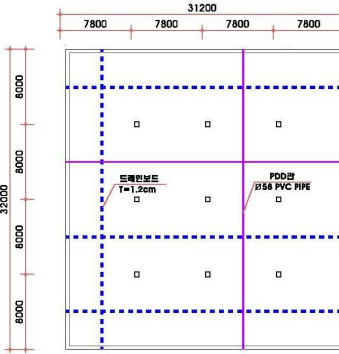
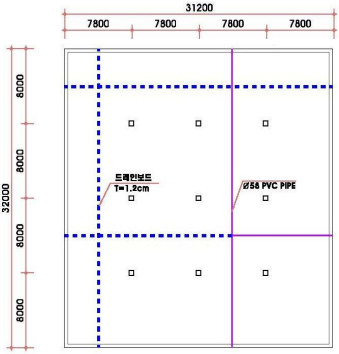
- 기초저면 최대 20kN/m^2 이하의 양압력 작용 배수시스템 설계

기초바닥판 허용양압력 (kN/m^2)	안전율(FS)			비 고
	구조물 부상	지하수 침투유량	토목섬유 눈막힘	
10~20	1.2	2.0(투수계수 시험 등 지반조사의 신뢰성에 의거 1.2부터 적용가능)	최대 108	현장조건 반영한 수리해석 후 최적의 양압력 적용

- 최소기준 : 유입수의 원활한 배수를 위한 최소양압력(10kN/m^2) 적용
- 부상억제 : 20kN/m^2 이하의 양압력 작용토록 배수시스템 설계
- 매트기초 및 슬래브 기초의 두께로 인해 결정되는 양압력 관리
기준치는 기초를 고려하여 보다 안전측으로 설계하기 위해 20kN/m^2 이하로 관리될 수 있도록 배수재의 최대 설치간격을 검토함으로써 공사중은 물론이고 영구적으로 작용되는 양압력을 해소한다.

(다) 적용타입의 결정

구 분	Type1(1×1 배치)	Type2(1×2 배치)	Type3(2×2 배치)	비고
처리성능, ϕq_n ($\text{m}^3/\text{day}/\text{m}^2$)	0.1213이하~ 0.0906초과	0.0906이하~ 0.0606초과	0.0606이하	외단부 2배 보강
한계양압력, ϕu_n (kN/m^2)	160이하~110초과	110이하~50초과	50이하	

구분	[Type-1] 유입량 : 120m ³ /일 이하 ~ 90m ³ /일 초과 양압력 : 160kN/m ² ⇒ 20kN/m ² 이하로 저감	[Type-2] 유입량 : 90m ³ /일 이하 ~ 60m ³ /일 초과 양압력 : 110kN/m ² ⇒ 20kN/m ² 이하로 저감	[Type-3] 유입량 : 60m ³ /일 이하 양압력 : 50kN/m ² ⇒ 20kN/m ² 이하로 저감
배치 사례			

- 1일 유입량(m³/일)과 기초저면의 양압력(kN/m²)을 기준으로 배수관 격자를 규격안에서 선정하여 병행자재 발주 적용
- 현장 여건에 맞는 공법을 선정하여 해당 현장별 자재승인
- 공법별 설계방법(적용자재)의 차이로 배치별 금액이 일정치 않아 견적발주팀에서 조사하여 우리공사 단가시스템에 최저단가 적용
- (라) 수리해석 및 부상방지 설계
 - 영구배수 적용 후 설계양압력($u=10\sim20\text{kN/m}^2$ 이하) 도출
 - 설계양압력(u)을 기준으로 구조물 부상방지 검토(U)
- (마) 그 외 설계부분
 - 자재 집수 · 통수성능 검토
 - 집수정 용량 및 설치위치(부지여건을 감안하여 내부 또는 구조체 외부설치) 검토

예) 지하수의 유입이 예상되는 구간(하천 및 산지주변)은 외부 집수정 등의 설치를 검토하여 현장에 유입되는 지하수량을 최소화하는 방안마련
 - 지하수위계(부식포 건전도 계측용), 기둥 또는 벽체형 및 집수정 내 수두조절장치의 필요여부 검토

※ 지하수위계 또는 수두조절장치의 검토가 필요한 지역은 “지하수 오염지역”, “영구배수 부상 억제수위와 외부수위차가 큰 지역” 및 “장기적인 점토성 세립자 유입가능지역” 등이며 유지관리비 등 경제성을 검토하여야 한다.

- 펌핑량 감소를 위한 수두조절장치 설치시는 연직관 설치간격에 따른 기초하부 양압력을 SEEP/W(유한요소해석프로그램)등을 이용 검토
- (바) 기타 설계시 참고사항
 - 토목섬유 눈막힘 안전율

적용대상		흙의클로킹과 블라인딩	장기적 공극감소	인접재료의 침입	화학적 클로킹	생물학적 클로킹	총 안전율
필터	옹벽	2~4	1.5~2	1~1.2	1~1.2	1~1.3	15.0
	지하배수공	5~10	1~1.5	1~1.2	1~1.5	2~4	108
	침식방지공	2~10	1~1.5	1~1.2	1~1.2	2~4	86.4
	매립지	5~10	1.5~2	1~1.2	1.2~1.5	2~5	1800

- 사질토 및 암반의 경우 총안전율을 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 로 설계적용 가능
- 투수계수
 - 토층별 투수계수(투수시험 곤란한 경우 경험값)

지층	투수계수(cm/sec)	지층	투수계수(cm/sec)
모래/매립	3.0×10^{-2}	풍화토	3.0×10^{-4}
실트	1.0×10^{-4}	풍화암	1.0×10^{-5}
점토	5.0×10^{-5}	연암	3.0×10^{-6}
자갈	3.0×10^{-1}	경암	3.0×10^{-7}

- ▷ 토질 및 기초기술사가 현장여건에 적합한 투수계수 제안
- 지반조사시방서에 투수시험 반영

구 분	지층	시험방법	비고
시험종류	토사지반(실트,점토,모래,자갈,풍화토)	투수시험	· SPS홀에 2개소씩 · 실시(토층별 시험)
	암반지반(풍화암,연암,보통암)	경험값으로 적용	
구 분	기준	시험횟수	· 영구배수적용 구조물
시험횟수	1,000호 이내(4개소), 초과 500호 당(2개소)		

(4) 적용자재

(가) 드레인보드

시험항목	재질	압축강도(kN/m ²)	비고
기준치	무관	500이상	지하2층 주차장최대 지내력 200kN/m ² ×2.5(안전율)
시험방법	-	KS K 0749	

- 생산업체 기준을 따르되, 작업 중 충격하중에 견딜 수 있어야 한다.
- (나) 토목섬유(지오텍스타일)

시험항목	중량(g/m ²)	인장강도(길이방향,kgf)	인장신도(길이방향 %)	투수계수(cm/sec)
기준치	250이상	75이상	60이상	$\alpha \times 10^{-1} (\alpha=1\sim9)$
시험방법	KS K ISO 9864	KS K 0743	KS K 0743	KS K ISO 11058

(다) 지하수위계(부직포 건전도 영구계측기)

- 지하수위계는 영구배수시스템 적용지역중 배수시스템(부직포) 미 설치지역에 설치하여 토목섬유 눈막힘 발생 시 유발되는 지하수위 상승(양압력 증가)을 영구계측하며 현장여건에 따라 필요시 설치한다. 설치 및 사후관리상세는 각 업체별 상세도에 따른다.

(라) 펌핑량 감소를 위한 수두조절장치

- 현장여건을 감안하여 필요시 설치

제2장 설계하중 적용기준

1. 연직하중
2. 풍하중
3. 지진하중
4. 기타하중

2. 설계하중 적용기준

2.1. 연직하중

(1) 고정 하중

고정 하중은 건축도면을 참조하여 산정한다.

(2) 활하중

- (가) 활하중의 적용 : 활하중은 건축구조설계기준(최신년도, 국토해양부)을 참조하고, 영향면적을 고려한 감소계수는 적용하되 층별저감계수는 적용 시키지 않는다.
- (나) 옥외주차장의 활하중 : 옥외주차장의 활하중은 18톤 이하의 차량에 대해서는 16kN/m^2 을 적용하고, 차량 집중하중 영향을 검토할 경우는 12kN/m^2 을 적용하도록 한다. 다만, 18톤 이상 차량의 설계하중은 실제 차량중량을 고려하여 하중크기를 정하여야 한다.
- (다) 시공 시에는 Jack Support를 설치하고 상부 활하중을 16kN/m^2 로 산정하는 방안과, 시공하중을 정확히 고려하여 Jack Support를 설치하지 않는 방안을 비교·분석하여 경제적인 설계를 하도록 한다.

2.2. 풍하중

(1) 기준 적용

풍하중은 건축구조설계기준(최신년도, 국토해양부)을 참조하며, 구조골조용, 지붕골조용, 외장재용 풍하중으로 각각 구분하여 적용한다.

(2) 천장구조 설계

옥외에 노출되는 천장면의 천장틀 골조 설계시 정압 및 부압을 동시에 고려해야 한다.

(3) 횡변위 제한

횡변위는 $H/500$ (H 는 G.L.부터의 건물 총 높이)로 제한한다.

(4) 전도 검토

풍하중에 의한 전도 모멘트는 건축물의 고정하중만으로 산정한 안정모멘트값의 $\frac{2}{3}$ 를 초과할 수 없다.

2.3. 지진하중

(1) 기준 적용

내진설계는 건축구조설계기준(최신년도, 국토해양부)을 참조하며, 제진설계는 FEMA440을 기반으로 한다. 또한 제진설계 방법은 “SH공사 제진설계 매뉴얼”을 참조하여 수행한다.

(2) 구조 해석 방법

(가) 내진설계시 모든 구조물은 동적 해석(Response Spectrum Analysis) 수행을 원칙으로 하고, 모델링 시는 슬래브 다이어프램 효과를 기대하기 어려운 개구부 등은 정확히 구분하도록 한다. 또한, 두 타입의 평면이 일부 겹치는 L형, T형 등의 비정형 아파트는 반드시 일체로 모델링하여 구조해석상 오류가 없도록 주의한다.

(나) 지진하중 산정시 지진하중계수는 각 동별로 구분하여 적용함을 원칙으로 한다.

(다) 제진설계시에는 시간이력해석을 실시하여야 하며, 각 단계별 성능레벨을 규명하여야 한다. 다만, 시간이력해석 대상, 범위, 방법 등은 상기 기준에 의거하는 수준에서 책임기술자의 판단으로 정하도록 한다.

2.4. 기타하중

(1) Surcharge Load

지하주차장 기초가 공동주택 기초보다 깊은 경우 공동주택의 연직 하중에 대한 Surcharge Load에 대하여 검토해야 한다.

(2) 중량물 하중 적용

지하주차장 지붕슬래브 상부에 보행자용 Ramp, 경비실, 중량 조형물(미술장식품)을 설치하는 경우, 해당 연직 하중을 반드시 사전에 고려하여 설계한다. 또한, 중량물은 가능하면 기둥 및 큰 보 상부에 위치하도록 협의하고, 슬래브면에 놓일 경우는 해당 부분 슬래브 설계시 이를 고려해야 한다.

제3장 구조해석

1. 모델링기법
2. 해석결과 확인 및 결과물 정리

3. 구조해석

3.1. 모델링기법

(1) 일반 사항

실제 조건과 동일하게 모델링(개구부, 전기설비 Box 등에 의한 단면 결손고려)하고, 최종시공 도면과 모델링 형상은 반드시 일치해야 한다. 또한 해석모델은 각 동별로 구분하여 모델링하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 설계하중 적용

하중 입력은 고정하중, 활하중, 지진하중, 바람하중을 적절히 조합해야하며, 조합방법은 건축구조설계기준(최신년도, 국토해양부)을 참조한다.

(3) 각 부재별 해석 방법

벽체 해석은 MIDAS GEN, ADS 등을 이용한 3차원 구조 해석을 수행하는 것을 기본으로 하며, 슬래브 및 매트기초 해석은 MIDAS SDS 또는 SAFE를 이용하고, 이 때 Mesh 간격은 300 mm 이하로 한다. 또한 Frame 해석은 MIDAS GEN, SAP2000 등을 이용하되, 사전 협의 후 기타 해석 프로그램을 사용할 수 있다.

3.2. 해석 결과 확인 및 결과물 정리

(1) 해석 결과의 확인

해석 결과치는 수계산 및 2차원 해석 결과와 비교·검토한다. 즉, 보의 기본응력, 지점 반력 등을 간략히 계산하여, 해석 결과와 비교·검토한다. 또한, 정밀해석부분은 유사 Program으로 재검토를 권장한다.

(2) 전산출력자료의 정리

전산출력자료는 각 동별로 구분하여 정리하고, 이 때 해석 자료별로 절점번호, 부재번호, 요소번호 등을 확인할 수 있는 그림을 함께 제출하여야 한다. 또한, Output Data 중 부재 설계시의 적용 값은 밀줄, 괄호 등으로 구분하여 표기한다.

제4장 부재설계

1. 슬래브
2. 벽체
3. 보
4. 기둥
5. 기초

4. 부재설계

각 부재 설계시, 정확한 설계하중에 의해 최적 설계하는 것을 원칙으로하며, 구조설계자의 정량화 되지 않은 불확실한 Safety Factor는 설계치에 반영하지 않는다. 다만, 구조계산상 가능하더라도 무리한 설계는 지양해야 하며, 책임 기술자의 판단으로 다소 무리한 설계라고 판단되는 경우는 반드시 사전에 협의해야 한다.

4.1. 슬래브

(1) 아파트 슬래브

아파트 거실 및 침실 슬래브두께 산정시에는 ‘공동주택바닥충격음차단구조인정및관리기준(건설교통부공고 제2005-109호)’을 준수하도록 해야 한다. 다만, ‘공동주택바닥충격음차단구조인정및관리기준’에 의거 ‘표준바닥구조’와 ‘성능인정바닥구조’를 적용할 수 있으므로 슬래브 두께 산정은 반드시 감독관과 사전협의토록 한다.

(2) 슬래브 최소 배근

슬래브 최소 배근 간격은 관련기준을 만족하는 범위 내에서, 책임기술자가 적절히 선정토록 한다.

(3) 배근도 작성 순서

배근도 작성 순서는 다음과 같다.

- (가) 기준층 배근도 작성
- (나) 기준층 보강근 배근도 작성
- (다) 지붕층 배근도 작성
- (라) 지붕층 보강근 배근도 작성
- (마) 1층 및 Pit층 배근도 작성
- (바) 1층 및 Pit층 보강근 배근도 작성

(4) 설계시 주요고려사항

- (가) 슬래브 스패인이 2m 이하이거나, 비정형인 경우는 시공성을 고려하여 Bent근을 사용하지 않고, 상·하 Straight 배근으로 설계한다.
- (나) Transfer층의 슬래브는 Bent근을 사용하지 않고, 상·하 Straight 배근으로 계획한다.
- (다) 흙에 접하는 슬래브는 Bent근을 제외하고, 기타 철근은 Straight 배근으로 계획한다.
- (라) 슬래브 두께 이상의 단차가 나는 경우는 단차부에 보를 설치한다.

(5) 슬래브 개구부 보강

슬래브 개구부는 절단된 철근개수 이상을 개구부 주변에 배근함을 기본으로 하고, 전 개구부 보강상세도면은 구조도면에 명기해야한다.

4.2. 벽 체

(1) 벽체 두께 산정

부득이 벽식조로 설계할 경우 벽체 두께는 아래 값을 참조하여 결정하되, 단지별 특성을 고려하여 책임기술자가 조정할 수 있다.

벽체 두께(슬래브두께 180인 경우)

단위 : mm

건물 규모	층구분	외측벽	세대간벽	코아벽	내 벽	비 고
15층이하	지상층	180	200	180	160	
16~20층	지상층	180	200	180	180	
21층 이상	지상층	200	200	200	180	
① 벽체두께 산정은 반드시 사전협의토록 할 것. ② 내부벽 중 거실과 안방 경계벽은 거실, 안방의 스패인 5.0m 이상인 경우 세대벽 두께와 같이함. ③ 지하층 벽체는 계산상 적절한 두께 적용할 것.						

벽체 두께(슬래브두께 210인 경우)

단위 : mm

건물 규모	층구분	외측벽	세대간벽	코아벽	내 벽	비 고
15층이하	지상층	200	200	200	160	
16~20층	지상층	200	200	200	180	
21층 이상	지상층	200	200	200	200	
① 벽체두께 산정은 반드시 사전협의토록 할 것. ② 내부벽 중 거실과 안방 경계벽은 거실, 안방의 스패인 5.0m 이상인 경우 세대벽 두께와 같이함. ③ 지하층 벽체는 계산상 적절한 두께 적용할 것.						

(2) 벽체 최소 배근

벽체 최소배근간격은 관련기준을 만족하는 범위 내에서, 책임기술자가 적절히 선정토록 한다.

(3) 설계시 주요고려사항

- (가) 내력벽체 설계시 면외 거동을 고려해야 한다.
- (나) 토압, 수압 등 횡력을 받는 지하외벽은 시공성 및 경제성을 고려하여 적절한 배근 방식을 선정하여야 한다. 즉, 단변과 장변의 변장비 및 지지부재의 조건을 충분히 고려하여 배근 시스템(일방향 또는 이방향)을 결정해야 한다.
- (다) 상·하 지지의 일방향슬래브식 벽체라하여도 Buttress역할을 하는 강성이 큰 벽체가 있을 경우는, 강성이 큰 벽체 주변에 적절한 보강근을 배근하도록 한다.
- (라) 복배근을 원칙으로 하고, 단배근할 경우는 사전 협의한다.
- (마) 압축력에 의한 수직철근비가 1%를 초과할 때 기둥 배근에 준한다. (띠철근 배근할 것.)
- (바) 벽체 단부에 보강근 배근시 보강 상세도를 반드시 표기하도록 한다.
- (사) 벽체에 개구부가 있는 경우는 상세도를 작성한다.
- (아) 벽체 배근시 배근 구획은 4~5개층 이하로 세분화한다.
- (자) 편측 토압, Surcharge Load 발생시 반드시 이를 구조설계에 반영하여야 한다.
- (차) 벽체 설계시 별도 협의가 없는 한 시공성을 고려하여 전단보강근을 설계하지 않도록 한다.
- (카) 특히, 지하 외벽 등에 전단보강근을 배근하면 물길이가 될 우려도 있으므로, 필요시 벽체 단면을 키우거나 수평보, Buttress 등을 설치한다.

(4) 벽체 개구부 보강

벽체 개구부는 절단된 철근개수 이상을 개구부 주변에 배근함을 기본으로 하고, 전 개구부 보강상세도면은 구조도면에 명기해야한다.

4.3. 보

(1) 사용 철근

사용철근은 주근 D19이상, Stirrup은 D10 이상으로 한다. 다만, 캔틸레버보의 주근은 시공시 철근 처짐 등을 고려하여 D19 이상으로 할 것을 권장한다.

(2) 설계시 주요고려사항

- (가) Transfer 층이 있는 경우, 벽체 하부에는 Transfer Girder를 설치하는 것을 기본으로 한다.
- (나) 보에 과도한 모멘트 및 전단력이 발생하는 경우 계산상 가능하더라도 무리한 설계는 지양해야 하며 그런 경우는 계획 단계에서 사전에 협의하도록 한다.

- (다) 보폭 600 이상인 보는 스테럽 배근시 시공성을 고려하여 3-Legs 이상으로 한다.
- (라) 보 춤 900 이상인 보는 Deep Beam에 해당되지 않더라도 스테럽 철근 직경 이상의 폭고정근을 설치한다.
- (마) 보의 스패인이 4m 이하인 경우는 단부, 중앙부 구분 없이 상·하부 주철근(휨보강근)을 Straight로 연속 배근한다.
- (바) 보 주근 배근시 2단(2단 배근시)에 배근된 철근이 3개 이상인 경우는 1, 2단 주근 사이에 간격 유지 철근을 설치하도록 하고, 이때 상·하부 주근은 동일 수직선상에 놓이도록 한다.
- (사) 보 주근 배근은 특별한 경우를 제외하고는 반수이음을 기준으로 한다.
- (아) 집중하중을 받지 않는 보의 스테럽은 단부와 중앙부를 구분하여 배근한다.
- (자) 단순보의 단부 배근시 하부근은 중앙부의 80% 이상을 배근 한다.
- (차) 벽체 상부에 슬래브가 있는 경우는 Wall Girder 설치를 기본으로 한다. 다만, 직교하는 보가 없는 경우에 한하여, 인접 스패 및 Wall 두께를 고려하여 Wall Girder를 생략할 수 있다.

4.4. 기둥

(1) 사용 철근

사용 철근은 주근 D19이상, Stirrup은 D10 이상으로 한다.

(2) 최소단면치수

최소단면치수는 200mm, 최소단면적은 60,000mm² 이상으로 한다.

4.5. 기초

(1) 최소유효두께

하단철근의 상부 최소 유효두께는 직접기초, Pile 기초 모두 300mm 이상으로 한다.

(2) 기초의 설계 및 직접기초 내력 확인

기초는 연직 하중 및 횡하중을 고려하여 설계하고, 직접기초에 대한 지내력은 책임 기술자가 육안으로 충분한 지내력 확보 여부를 판단할 수 없을 경우는 평판재하시험으로 확인하여야 한다.

(3) Pile 기초의 적용 및 내력 확인

Pile 기초는 Pile 관입깊이가 최소 3m 이상의 경우 적용한다. 또한, 허용지지력(f_p)은 현장 Pile Test 또는 재하실험에 의한 확인 절차를 거쳐야 한다.

제5장 구조설계 검토 및 확인

1. 개요
2. 구조설계 최종검토 및 확인

5. 구조설계 검토 및 확인

5.1. 개요

용역을 수행한 책임기술자는 구조설계 완료 후, 설계 하자 유무 및 경제성을 최종 단계에서 재 확인하도록 한다.

5.2. 구조설계 최종 검토 및 확인

구조설계의 최종 검토는 다음 표의 내용을 참조로 수행하고, 문제점 발견시 즉시 이를 보완하도록 한다.

또한 구조설계, 구조도면 작성 및 날인은 구조기술사가 수행토록 한다.

구조설계 검토 및 확인 사항(I)

검토 항목		세부 검토 내용	검 토 의 건
설계기준 및 기준		① 법규 및 규준적용의 타당성 ② " 일관성 ③ 외국기준의 혼용시 적용근거 제시여부	
설계 하중 적용	연직 하중	① 설계하중 평면도 작성 유무 ② 설계도면상 마감과 고정하중의 일치 여부(표토중량, 무근콘크리트 등을 적절하게 산정했는지 여부) ③ 활하중의 적합성	
	지진 하중	① 지진하중 산정을 위한 제계수를 건축물의 장소 및 형태에 따라 적정하게 선택하였는지의 여부 ② 동해석 수행 여부 ③ 제진설계시 시간이력해석 수행 여부 및 적정성	
	풍 하중	① 하중 산정의 적정성 여부 ② 외기에 면한 천장 설계시 정압 및 부압 고려 여부	
	적설하중	① 지역에 따른 적정한 하중 선택 ② 건물 지붕 형상에 따른 영향의 고려	
	기타하중	① 기계하중 선정 근거 확인 ② 물탱크 용량 및 지지 패드의 고려 여부 ③ 건물 부상 및 수압·토압 적용의 적정성 여부 ④ 편측 토압 발생시 구조 설계 반영 여부 ⑤ Surcharge Load 발생시 구조 설계 반영 여부	
구조재료		① 건축물의 규모 및 구조에 적합한 구조재료 ② 시공성을 고려한 구조재료 선택 ③ 접합재료 및 접합방법 선정의 적정성 ④ 구조계산시 적용한 재료 강도와 설계기준강도의 일치 여부	
구조해석 프로그램		① 해석 Modeling 및 해석 방법의 합당성 ② 경계조건 및 하중 입력이 적절한지 여부 ③ 검증된 프로그램 사용 여부 ④ 해석 결과의 타당성 검토	

구조설계 검토 및 확인 사항(II)

검토 항목	세부 검토 내용	검 토 의 견
구조도면 검토	① 구조기술사의 구조도면 작성, 날인 여부 ② 구조평면 및 단면과의 상이점 유무 ③ 구조계산서와 구조도면의 일치 여부 ④ 휨 보강 주근이 외측으로 배근되었는지 여부 ⑤ 부재 List 누락 여부	
부재설계	① 벽체 수직근, 수평근 배근시 단계별로 급격한 배근 변화가 있는지의 유무 ② 부재 설계시 하중 부담 면적에 오류가 있는지의 유무 ③ 기둥 및 기초의 조합이 적절한지 여부 ④ 계산 근거가 누락되었거나, 실제 설계된 값과 계산 근거가 일치하는지 여부 ⑤ 배력근 과다 배근 여부 ⑥ 내력이 부족한 부재의 유무 여부 ⑦ 과다설계가 없었는지의 여부 ⑧ 적용 수치 오기 여부 ⑨ 가정한 경계조건대로 상세를 표현했는지 여부	
지반조건 및 지하 구조방식 선 정	① 지반 조사 수행의 확인 ② 지내력 판단의 적정성 ③ 기초 형식 및 지정 상태의 적정성 ④ 지하부 구조방식의 적정성 ⑤ 내수부재 설계의 적정성 ⑥ 설계지하수위 적정성 및 유지 방안 언급 ⑦ 말뚝 허용지지력 산정의 적정성	
특수구조 선 정	① 특수지정, 록 앵커, 영구배수, 합성구조, PC구조, PS구조, 케이블구조 등 특수구조 선정시 타당성 검토 ② 특수구조 선정시 관련 상세 첨부	
증축 고려	① 추후 증축 예정시 해당부위 필요상세 첨부여부	

제6장 구조계산서 작성요령

1. 개요
2. 구조계산서 편집

6. 구조계산서 작성요령

6.1. 개요

아래에 기술한 구조계산서 작성순서는 아파트, 지하주차장, 상가 등 모든 건축물에 적용되며 기타내용이 추가되어야 할 경우에는 이 순서를 근간으로 하여 작성순서를 담당원과 협의·조정하여 결정한다.

6.2. 구조계산서 편집

(1) 문서 작성 방법

구조계산서 편집은 가능하면 한글워드프로세서로 작성함을 원칙으로 한다. 다만, 구조계산서 내 수식이나 기호 등이 많은 세부 계산 부분은 수기로 작성할 수 있다.

(2) 표지

표지에는 작성자·검토자·승인자의 서명, 건축구조기술사의 날인 및 구조계산서 작성 일자가 포함되어야 한다.

(3) 목차

목차는 계산서 작성 순서에 의하여 세부항목까지 표현하도록 하고, 목차 다음 페이지부터 일련 번호를 붙인다.

(4) 용지의 규격 및 철하는 방법

용지는 A4 규격을 사용하는 것을 원칙으로 하되, 구조평면도, 슬래브 배근도 등 A4 Size보다 큰 규격이 필요한 경우는 A3 규격을 사용한다. 또한, 구조계산서는 A4 세로를 기본 형태로 하고, 좌측 끝단을 철한다.

(5) 구조평면도 작성시 유의 사항

(가) 기둥 : 해당층 기둥 표현은 다음과 같은 방법으로 명기한다.

- ① ■ : 해당층에도 기둥이 있고, 하부층에도 동일 위치에 기둥이 있는 경우 (벽체도 동일방식으로 표기 ■)
- ② □ : 해당층에는 기둥이 없으나, 하부층에는 기둥이 있는 경우 (벽체도 동일방식으로 표기 □)

(나) 보 : 필요시 해당 보의 범위(시작단과 끝단)를 명확히 기재하여 보의 유·무에 혼동이 없도록 주의한다.

(다) 단차부분 : 평면내에 단차가 있는 경우는 상세도에 별도 기재하더라도 해당층 구조평면도에 간략한 단면을 표기한다.