

# 반복-수평력을 받는 프리캐스트기둥-RC기초 Anchor 접합부의 내력 실험 연구

## Strength Experimental Study on Precast Column-R.C. Foundation Anchor Joint Subjected to Cyclic Horizontal Loading

이 호\*  
Lee, Ho

정 환 목\*\*  
Jung, Hwoan-Mok

차 병 기\*\*\*  
Cha, Byung-Gi

변 상 민\*\*\*\*  
Byun, Sang-Min

### 요 약

이 논문은 반복-수평력을 받는 프리캐스트 기둥-RC 기초 Anchor 접합부의 반복-수평력에 대한 내력 특성을 규명하기 위함이다. 본 연구는 하부 기초에 프리캐스트 콘크리트 기둥과 기초를 Anchor식으로 접합한 콘크리트 구조체가 정확한 응력전달 경로 및 파괴 메커니즘에 있어서 기존의 콘크리트-강재 연결부와 어떠한 차이가 있는지 제시한다. 반복-수평력 작용하의 철근의 인발력 실험결과는 프리캐스트 기둥-RC 기초 Anchor 시공에 필요한 철근의 최소 필요 삽입 깊이를 제시한다. 또한, 실험을 통해 제시된 응력 전달 경로 및 파괴 메커니즘을 제품별 매뉴얼에 제시되어 있는 메커니즘과 비교, 검토함으로써 접합부의 명확한 응력전달 경로 및 파괴 메커니즘을 시공자의 요구 성능에 맞게 제시한다. 그러므로 본 연구를 통해 프리캐스트 콘크리트 기둥의 정확한 주근의 개수, 공칭 직경, 정착 길이 등에 대한 최적의 설계 조건을 제시함으로써, 시공 시 이들에 대한 정확한 데이터를 제공한다.

### Abstract

This paper experimentally evaluates the strength characteristics of precast column-R.C. foundation anchor joint subjected to the cyclic horizontal load. The study presents differences in accurate stress transfer path and destruction mechanism between the concrete structural body applying the precast column-R.C. foundation anchor joint and the concrete structural body applying the steel joint. The result from width load experiment on reinforcing steel under the cyclic horizontal load provides the necessary minimum insertion length to construct the precast column-R.C. foundation anchor joint. This study also presents the accurate stress transfer path and destruction mechanism on the anchor joint to meet the customer's requirements, comparing stress transfer path and destruction mechanism provided by the experiment and those provided by the product manual. Eventually, this study presents all the necessary fundamental data to provide the construction design with accurate number of reinforcing steel, diameter of the steel, fixation length of the steel, etc. to build the optimum precast concrete column.

키워드 : 반복-수평력, 프리캐스트 기둥, 정착 길이

Keywords : Width load, Precast column, Fixation length

## 1. 서 론<sup>1)</sup>

현재 노후 된 건물에 대한 재건축시장의 증대로 인해 불필요한 비용감소 등 경제성 측면에서 리모델링

에 대한 요구가 증대되는 상황이고 기존건물에 일부 용도변경에 의한 구조체의 보강이 많아지고 있다.<sup>2)</sup>

앵커 제품은 콘크리트-강재 연결부의 핵심적인 역할을 하는 것으로써, 건축 및 토목 구조물에서 쉽게 찾아볼 수 있으며 앵커 볼트로 콘크리트 기초부와 강재 기둥을 연결한 합성 교각은 콘크리트-강재 연결부를 갖는 구조물의 대표적인 예라고 할 수 있다.<sup>3)</sup> 설계 기준은 각 나라의 사용 재료와 시공의 정밀도, 해석 및 설계의 정확성 등을 고려하여 작성되어야 한다.<sup>3)</sup> 1966년에 처음으로 건축공사표준시방서가 제정되고

\* 교신저자, 정회원, 경북대학교 이공대학 건축공학과 교수, 공학박사

Tel : 054-530-1372 E-mail : holee59@knu.ac.kr

\*\* 정회원 · 경동대학교 건축토목공학부 교수, 공학박사

\*\*\* 정회원 · 고려대학교 공학석사

\*\*\*\* 학생회원 · 경북대학교 과학기술대학원 석사과정

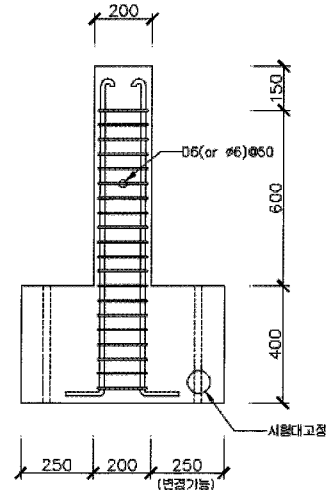
1972년 허용응력도 설계법이 적용되었고, 1988년에는 ACI 기준에 준한 극한강도 설계법이 제정, 통용되고, 1999년에 대한건축학회와 토목학회 그리고, 한국콘크리트학회가 공동으로 통합 기준인 “콘크리트 구조설계 기준”<sup>2)</sup>을 제정하여 현재의 접합부에서 정착 길이를 제시하고 있다. 최근까지 해외에서는 앵커(Anchor)를 이용한 설계에 대해 많은 연구를 하고 있다. 국외에서는 콘크리트-강재 연결부의 거동을 예측하기 위한 실험적 연구가 수행되었다. 실험을 통하여 용접방법에 따라 파괴 형태와 연성이 달라지며 강재 바닥판의 두께가 상대적으로 두껍고 강할수록 콘크리트 기초부 손상과 앵커볼트에서 인장 파괴가 발생하는 것을 알 수 있었다. 국내의 경우 콘크리트-강재 연결부의 대한 실험이 아직 활발하지 않을 상태이나 최근에 변위준동이 반복 주기하중을 받는 강재기둥 및 바닥판에 대한 실험을 수행하였다. 또한, 김재문<sup>3)</sup>이 콘크리트 앵커의 인장파괴거동에 대한 실험을 수행하였고, 김규석이 무근콘크리트의 단일앵커의 인장내력 평가에 대한 실험을 수행하였다.

본 연구는 기존의 콘크리트-강재 연결부와는 다르게 콘크리트 하부기초에 프리캐스트 콘크리트 기둥을 앵커식으로 접합한 콘크리트 구조체와 일반적으로 설계된 구조체의 정확한 응력전달 경로 및 파괴 메커니즘이 어떠한 차이가 있는지 제시하는 것이다. 또한, 최초 시공 시 일체형과 리모델링 시 프리캐스트 콘크리트 기둥을 직접 앵커 방식으로 접합되어지는 분리형 실험체에 하중 작용 시 접합부의 종국하중, 전체 파괴모드, 변형률에 대한 메커니즘, 파괴형상을 실험을 통해 비교하여 접합부 상세에 따른 접합부의 거동 특성을 파악하고 적합한 모델 및 시공 시 정확한 시공 자료를 제공하는 것이 본 연구의 목적이다.<sup>3)</sup>

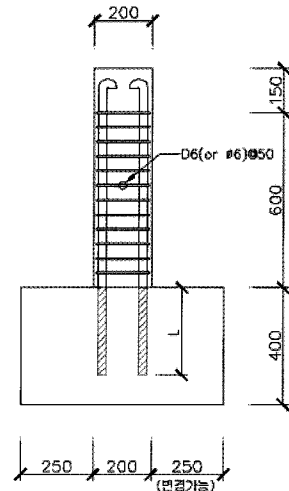
## 2. 본론

### 2.1 실험 모델의 설계

본 연구를 수행하기 위해 설계된 실험모델<그림 1>, <그림 2>는 일반적인 기초부와 기둥 구조체로서 일체형 모델과 분리형 모델을 비교할 것이다.



<그림 1> 일체형 실험체



<그림 2> 분리형 실험체

### 2.2 실험 모델의 변수

실험모델의 제작에 사용된 변수<표 1>은 크게 일체형과 분리형, 일체형에서의 주근의 개수와 주근의 단면적, 주근의 정착 길이를 변수로 놓고 횡보강근을 설계하였으며 분리형(앵커)에서의 주근의 개수와 주근의 단면적, 주근의 정착 길이, 이상의 3가지의 변수에 따라 10개의 실험체를 제작하였다.<sup>4, 5)</sup>

이상의 변수로 실험함으로써 일체형과 분리형 기둥의 주근에 스트레인 게이지를 부착하여 반복-수평력을 가할시 일체형과 분리형의 기초와 기둥의 접합부의 파괴 메커니즘을 알아보았다.

### 2.3 실험 모델의 제작

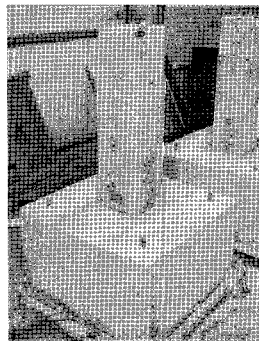
실험 모델은 하부기초와 기둥이 일체형과 분리형

〈표 1〉 실험체 개요 및 변수

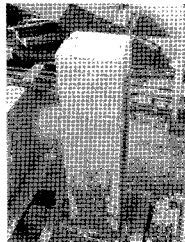
구 분	실험모델명	주근	정착길이
일체형	C-1	2-HD13	Ldh(260mm)
	C-2	2-HD16	Ldh(320mm)
	C-3	4-HD13	Ldh(260mm)
	C-4	4-HD16	Ldh(320mm)
분리형 (앵커)	D-1	2-HD13	L (110mm)
	D-2	2-HD16	L (125mm)
	D-3	2-HD13	2L(220mm)
	D-4	2-HD16	2L(250mm)
	D-5	4-HD16	L (125mm)
	D-6	4-HD16	2L(250mm)

으로 나뉘어져 있으며 기초와 기둥의 일체형 4개, 기초와 기둥의 분리형 6개로 구성하였다.

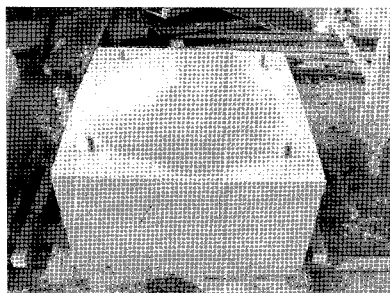
크레인 이동과 실험모델 고정을 위해 하부기초 모서리 4부분에 26mm볼트를 관통시켰다. 〈그림 2-3〉, 〈그림 2-4〉는 일체형 실험체와 분리형 실험체가 완성된 사진이다.



〈그림 3〉 일체형 실험체



〈그림 4〉 분리형 실험체 완성



## 2.4 재료의 특성

### 2.4.1 철근

일체형과 분리형 기둥의 반복-수평력 실험이기 때문에 기초는 철근이 배근되지 않았고, 기둥의 주근은 HD16(HD40), HD13(HD40) 띠철근은 D6의 철근이 사용되었다. 〈표 3〉는 철근의 특성을 나타낸 것이다.

〈표 3〉 철근의 특성

구 분	철근종류	항복강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	최대인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )
주근	HD16	4000	6013
	HD13	4000	6000
띠철근	D6	3000	5121

### 2.4.2 콘크리트

콘크리트는 고로슬래그미분말을 25%사용하였고, 설계기준강도는 210kg/cm<sup>2</sup>인 레디믹스콘크리트를 사용하였으며, KS F 2403에 따라 제작한 공시체는 대기양생과 수중양생 2가지로 실험하여 비교하였다.<sup>2)</sup> 〈표 2〉는 공시체 실험결과 평균압축강도를 나타낸 것이다.

〈표 2〉 콘크리트 공시체 강도시험

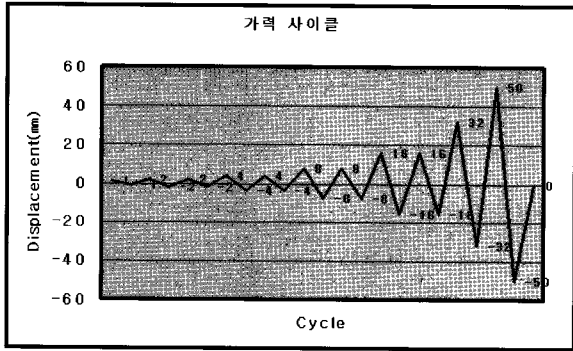
종 류	공시체	설계기준 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	입축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	평균압축 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	비 고
수중양생	2	210.00	280.9	305.4	압축강도 최고치와 최저치를 제외시킨 평균값
	3		290.4		
	5		325.1		
	6		325.2		
대기양생	1	214.5	243.8		
	3	252.5			
	4	264.5			

## 3 실험 및 시험체거동

### 3.1 실험

실험체 접합부에 대한 횡력 가력은 최상부의 최대 변위를 일정한 이력으로 제어하는 반복-수평력 실험을 실시하였다.<sup>10)</sup>

기둥에 가해지는 축력 없이 최상부 최대 횡변위를 변위제어 방식으로 〈그림 5〉과 같이 1mm, 2mm, 4mm, 8mm, 16mm, 32mm, 50mm로 7단계로 실시하였으며 처음 1mm, 32mm, 50mm는 2회 반복으로 실시하였고 2mm, 4mm, 8mm, 16mm은 4회로 수평력을 가하여 실시하였다.<sup>10)</sup>

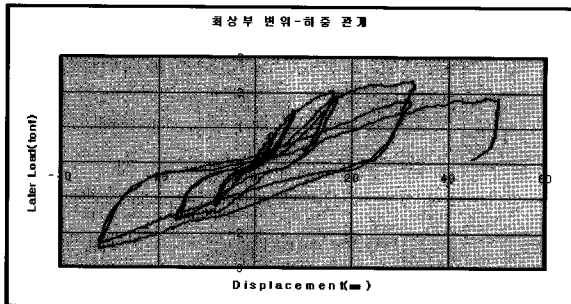


〈그림 5〉 가력 사이클

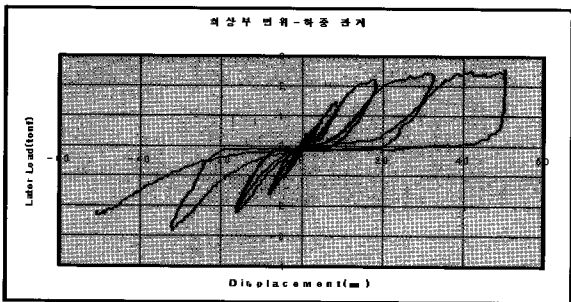
### 3.2 시험체 거동

〈그림 6〉~〈그림 15〉은 횡하중-최상부 변위의 관계를 보여주고 있다.

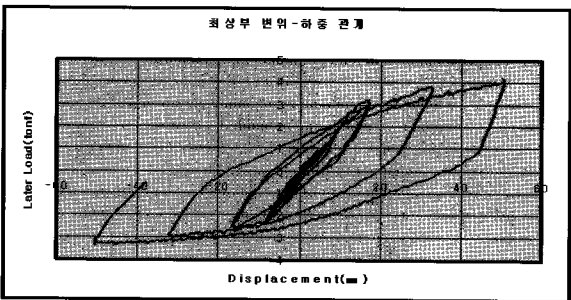
일체형 실험체의 최대강도(+)방향일 때와 (-)방향일 때, C-1은 2.33tf와 2.45tf, C-2는 2.43tf와 2.83tf, C-3은 4.18tf와 3.35tf, C-4는 3.91tf와



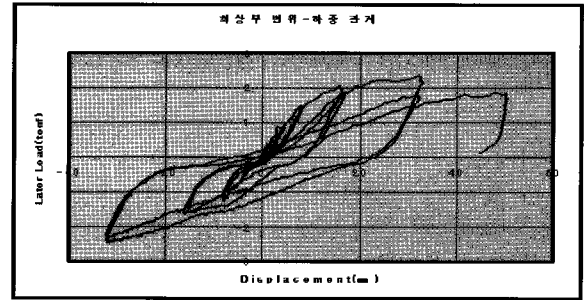
〈그림 6〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(C-1)



〈그림 7〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(C-2)



〈그림 8〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(C-3)

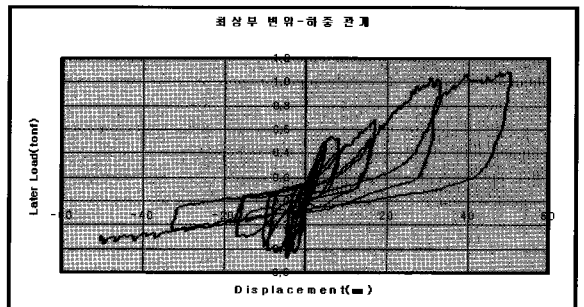


〈그림 9〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(C-4)

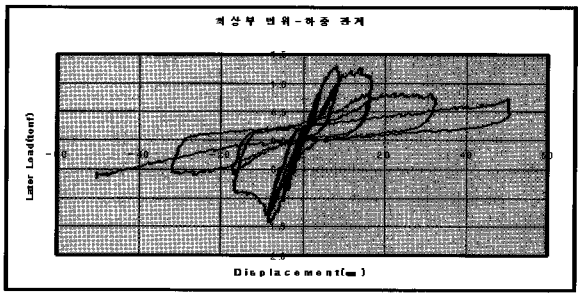
4.47tf로 나타났고, 최대강도 도달시점은 (+)방향과 (-)방향에 대해 각각 실험체 C-1은 32.21mm와 32.04 mm, C-2는 30.47mm와 32.29mm, C-3은 50.49mm와 50.42mm, C-4는 29.87mm와 31.69mm로 나타났다.

분리형 실험체의 최대강도(+)방향일 때와 (-)방향일 때, D-1은 1.08tf와 0.47tf, D-2는 1.3tf와 1.44tf, D-3은 3.44tf와 1.48tf, D-4는 2.23tf와 1.74tf, D-5는 0.56tf와 1.82tf, D-6은 4.53tf와 3.91tf로 나타났고, 최대 강도 도달시점은 (+)방향과 (-)방향에 대해 각각 실험체 D-1은 50.28mm와 4.61 mm, D-2는 8.28mm와 8.18mm, D-3은 50.22mm와 32.71mm, D-4는 16.52mm와 8.06mm, D-5는 15.91mm와 23.66mm, D-6은 49.88mm와 50.98mm로 나타났다.

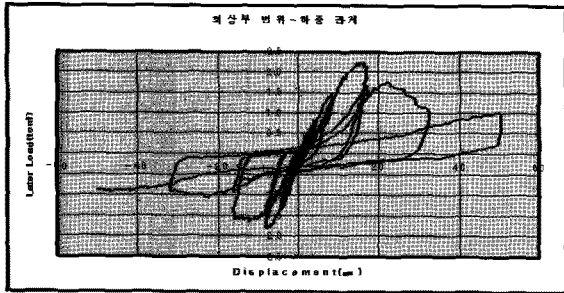
일체형의 경우 최대강도는 (+)방향에서 3.21tf, (-)방향에서 3.27tf이고 분리형의 경우 최대강도는 (+)방향에서 2.19tf, (-)방향에서 1.81tf로 나타났으



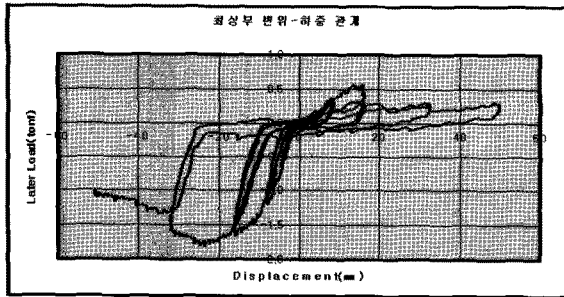
〈그림 10〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-1)



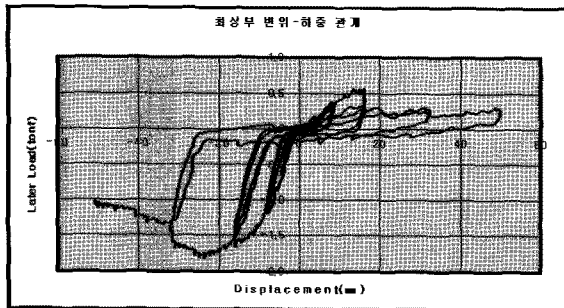
〈그림 11〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-2)



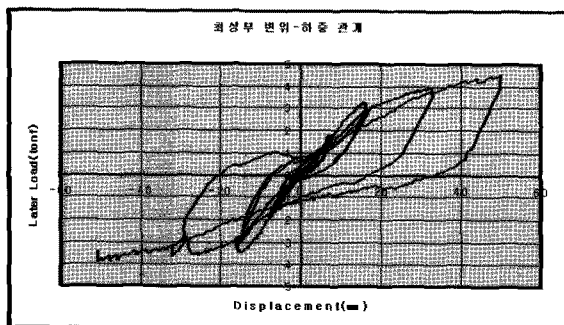
〈그림 12〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-3)



〈그림 13〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-4)



〈그림 14〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-5)

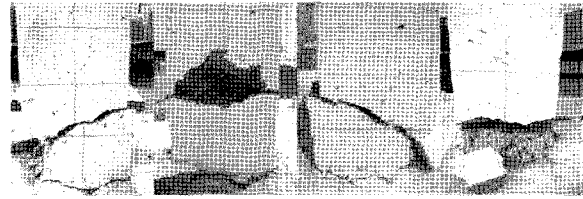


〈그림 15〉 횡하중과 최상부 변위 이력곡선(D-6)

며 일체형은 (+)방향에서 분리형보다 46.5%, (-)방향에서는 80.7% 강도가 더 크게 나타났다.

### 3.3 균열상세

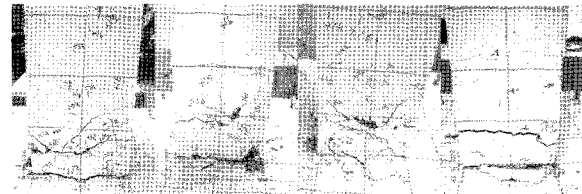
〈그림 16〉~〈그림 25〉은 실험체의 최종파괴형상으로 일체형 실험체는 모두 콘크리트 파괴가 나타났고 분리형 실험체 중 정착 길이가 220mm~250mm에서는



〈그림 16〉 균열상세(C-1)



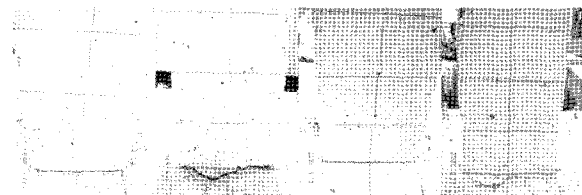
〈그림 17〉 균열상세(C-2)



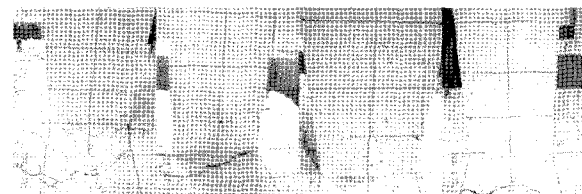
〈그림 18〉 균열상세(C-3)



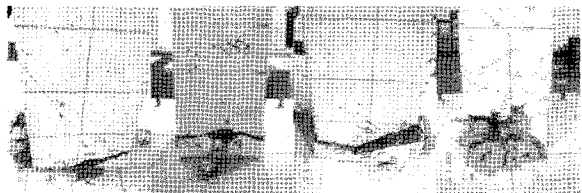
〈그림 19〉 균열상세(C-4)



〈그림 20〉 균열상세(D-1)

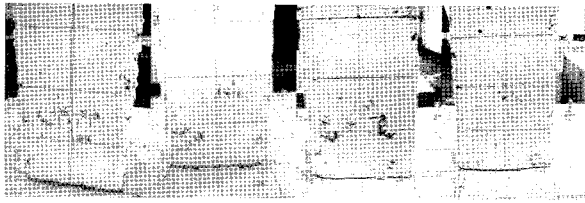


〈그림 21〉 균열상세(D-2)

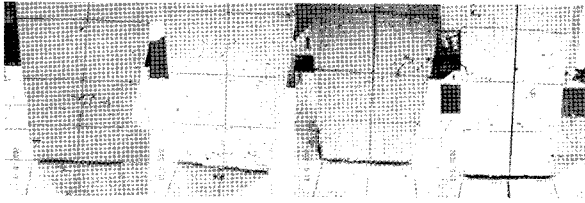


〈그림 22〉 균열상세(D-3)

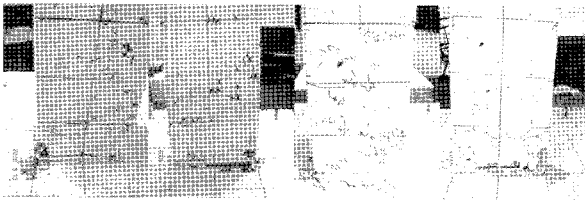
일체형 실험체와 유사한 콘크리트 파괴가 일어났다.



〈그림 23〉 균열상세(D-4)



〈그림 24〉 균열상세(D-5)



〈그림 25〉 균열상세(D-6)

## 4 시험체별 실험결과 비교분석

### 4.1 일체형 실험체의 비교분석

〈표 4〉은 일체형 실험체와 분리형 실험체 전체의 강도 비교표이고, 〈표 5〉, 〈표 6〉는 일체형 실험체의 정착 길이에 따른 강도 비교표이며, 〈표 7〉, 〈표 8〉은 일체형 실험체의 주근의 개수에 따른 강도 비교표이다.

〈표 4〉 실험결과 강도표

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-1	2-D13	260	2.33	2.44	32.21	32.04	4.77
	C-2	2-D16	320	2.43	2.83	30.47	32.29	5.26
	C-3	4-D13	260	4.18	3.35	50.49	50.42	7.53
	C-4	4-D16	320	3.91	4.47	29.87	31.69	8.38
분리형	D-1	2-D13	110	1.08	0.47	50.28	4.61	1.55
	D-2	2-D16	125	1.30	1.44	8.28	8.18	2.74
	D-3	2-D13	220	3.44	1.44	50.22	31.71	4.88
	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97
	D-5	4-D16	125	0.56	1.82	15.91	23.66	2.38
	D-6	4-D16	250	4.53	3.91	49.88	50.98	8.44

정착 길이를 비교 시 C-2는 C-1에 비교해 최대 강도가 110% 증가하였다.

〈표 5〉 일체형 실험체 정착 길이에 따른 강도 비교

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-1	2-D13	260	2.33	2.44	32.21	32.04	4.77
	C-2	2-D16	320	2.43	2.83	30.47	32.29	5.26

정착 길이를 비교 시 C-4는 C-3에 비교해 최대 강도가 111% 강도가 증가하였다.

〈표 6〉 일체형 실험체 정착 길이에 따른 강도 비교

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-3	4-D13	260	4.18	3.35	50.49	50.42	7.53
	C-4	4-D16	320	3.91	4.47	29.87	31.69	8.38

C-3은 C-1에 비교해 정착 길이는 같으나 주근의 개수가 2배로 증가한 것에 따라 최대강도가 158% 증가하였다.

〈표 7〉 주근 개수에 따른 강도 비교

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-1	2-D13	260	2.33	2.44	32.21	32.04	4.77
	C-3	4-D13	260	4.18	3.35	50.49	50.42	7.53

C-4는 C-2에 비교해 정착 길이는 같으나 주근의 개수가 2배로 증가한 것에 따라 최대강도가 159% 증가하였다.

〈표 8〉 주근 개수에 따른 강도 비교

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-2	2-D16	320	2.43	2.83	30.47	32.29	5.26
	C-4	4-D16	320	3.91	4.47	29.87	31.69	8.38

### 4.2 분리형 실험체의 비교분석

〈표 9〉, 〈표 10〉, 〈표 11〉는 정착 길이에 따른 분리형(앵커) 실험체의 강도 비교표이다. 〈표 12〉, 〈표 13〉은 주근의 개수에 따른 강도 비교표이고, 〈표 14〉는 주근 공칭직경에 따른 강도비교표이다.

실험체 D-3을 D-1과 비교하면 정착 길이는 2배이고 최대강도는 314% 증가하였다.

실험체 D-4를 D-2와 비교하면 정착 길이는 2배

〈표 9〉 정착 길이에 대한 강도 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-1	2-D13	110	1.08	0.47	50.28	4.61	1.55
	D-3	2-D13	220	3.44	1.44	50.22	31.71	4.88

이고 최대강도는 144% 증가하였다.

D-4는 철근 조립 시 조립불량으로 기초에 기둥 삽입 시 시간이 오래 걸려 삽입 전에 Epoxy가 미리 경화가 되어 철근의 부착파괴를 일으켜 강도가 낮게 나온 것으로 사료된다.

〈표 10〉 정착 길이에 대한 강도 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-2	2-D16	125	1.30	1.44	8.28	8.18	2.74
	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97

실험체 D-6을 D-5와 비교하면 최대강도가 355% 증가하였다. D-6 실험체는 D-5 실험체와 주근개수는 같지만 정착 길이가 D-5실험체에 비해 125mm(2L)정도 길어 부착면적이 넓어 수평력 대한 저항력이 높아 들뜸에 의한 부착파괴가 일어나지 않고 기둥이 밀리는 현상이 발생하여 기둥에 균열이 가는 것으로 사료된다.

또한, 주근의 개수가 D-1, D-2, D-3, D-4실험체보다 많아 수평력에 저항하는 강도가 가장 높게 나타났고, 일체형 실험체인 C-4와 유사한 강도를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

〈표 11〉 정착 길이에 대한 강도 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-5	4-D16	125	0.56	1.82	15.91	23.66	2.38
	D-6	4-D16	250	4.53	3.91	49.88	50.98	8.44

정착 길이가 250mm에서는 주근의 개수에 따라 큰 차이를 나타내었다.

D-6실험체의 최대강도는 D-4 실험체보다 213% 높게 나타났다. 부착파괴가 일어나기 전에 수평력에 의한 콘크리트 파괴가 앞서서 나타났기 때문이라고 사료된다.

아래의 〈표 14〉에서 나타난 주근의 직경은 철근

〈표 12〉 주근개수에 따른 강도 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97
	D-6	4-D16	250	4.53	3.91	49.88	50.98	8.44

〈표 13〉 주근개수에 따른 강도 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97
	D-6	4-D16	250	4.53	3.91	49.88	50.98	8.44

의 부착파괴가 일어난 D-1, D-2실험체에서의 최대 강도는 177%의 차이가 나타났고, D-3, D-4실험체에서는 D-4실험체가 오히려 작게 나타났는데, D-4 실험체가 콘크리트 파괴가 아닌 철근의 부착파괴가 나타났기 때문이다.

〈표 14〉 주근 공칭직경에 따른 강도 비교

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
분리형	D-1	2-D13	110	1.08	0.47	50.28	4.61	1.55
	D-2	2-D16	125	1.30	1.44	8.28	8.18	2.74
	D-3	2-D13	220	3.44	1.44	50.22	31.71	4.88
	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97

### 4.3 일체형 실험체와 분리형 실험체의 비교분석

개개의 실험체 별로 분석한 결과가 아래의 표에 있다. 〈표 15〉, 〈표 16〉은 일체형 실험체와 분리형(앵커) 실험체의 정착 길이에 따른 강도 비교표이다. 〈표 15〉에서 보는 것과 같이 C-1과 D-3은 거의 유사한 강도를 나타낸 것으로 보아 일체형 실험체와 분리형(앵커) 실험체의 정착 길이를 유사하게 유지한다면 강도의 차이는 적을 것으로 판단된다.

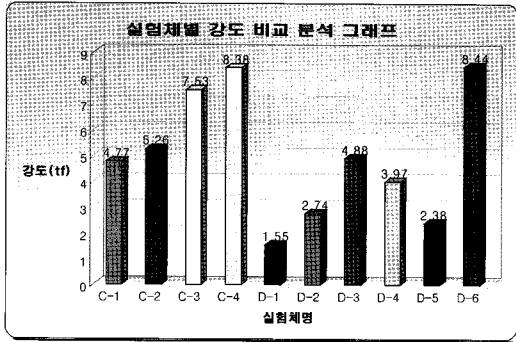
〈표 15〉 일체형 실험체와 분리형 실험체의 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형	C-1	2-D13	260	2.33	2.44	32.21	32.04	4.77
	C-2	2-D16	320	2.43	2.83	30.47	32.29	5.26
분리형	D-3	2-D13	220	3.44	1.44	50.22	31.71	4.88
	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97

〈그림 26〉은 실험체별 전체 강도 비교 분석 그래프로



C-4 실험체와 D-6 실험체가 비슷한 내력을 받고 있다.



〈그림 26〉 실험체별 강도 비교분석 그래프

〈표 16〉에 나타난 것과 같이 일체형 실험체와 분리형 실험체를 비교하였을 때 분리형 실험체 D-6은 일체형 실험체 C-3, C-4에 비해 강도가 높게 나타났다. 분리형(앵커) 실험체가 정착 길이만 충분히 확보가 된다면 유사한 강도를 나타낼 수 있는 것으로 사료된다.

〈표 16〉 일체형 실험체와 분리형 실험체의 비교분석

구분	실험 모델명	주근	정착 길이 (mm)	하중(tf)		변위(mm)		비고
				(+)	(-)	(+)	(-)	
일체형 실험체	C-3	4-D13	260	4.18	3.35	50.49	50.42	7.53
	C-4	4-D16	320	3.91	4.47	29.87	31.69	8.38
	D-4	2-D16	250	2.23	1.74	16.52	8.06	3.97
	D-6	4-D16	250	4.53	3.91	49.88	50.98	8.44

실험체 D-4는 D-3보다 정착 길이도 길고 주근의 공칭단면적도 크므로 높은 강도를 나타낼 것으로 예상하였으나 기초에 기둥을 삽입 시 앵커 자체에 편심이 일어난 것을 발견하여 기둥 제작 시 철근을 조립 하는 과정에서 편심지게 조립된 것을 알 수 있었다. 편심진 기둥에 손상을 최소로 하면서 기둥을 기초에 삽입하는 과정에서 Epoxy가 삽입 전에 미리 경화되어 실험 시 뿔힘에 대한 부착파괴를 일으켜 강도가 낮게 나타난 것으로 판단된다.

## 5. 결론

이상과 같이 반복-수평력을 받는 프리캐스트기둥-RC기초 앵커 접합부의 내력 실험에 대한 결론은 다음과 같다.

(1) 일체형 실험체에서 주근의 정착 길이에 따른 최대강도는 110~111%의 차이가 나타났다. 또한, 주근

의 개수가 4개인 실험체를 2개인 실험체와 비교 하였을 때 최대강도가 157~159%의 차이가 나타났다.

(2) 분리형 실험체 반복-수평력 실험 시 125mm의 실험체에서 부착파괴가 일어났고 정착 길이가 220mm 이상 확보되었을 경우 최대강도는 314~355% 높게 나타났다. 또한, 주근의 개수는 정착 길이가 확보되지 않은 경우 부착파괴가 발생하여 내력에는 큰 영향을 주지 않았고 정착 길이가 220mm 이상 확보되었을 경우 최대강도는 213% 높게 나타났다.

(3) 정착 길이가 220mm 이상 확보되었을 경우 반복-수평력 실험에서 비교 시 최대내력은 분리형 실험체와 일체형 실험체가 유사하게 나타났다.

(4) 기존자료에서 제시하는 철근 삽입깊이의 경우 D13에서 110mm, D16mm에서는 125mm의 부착 길이를 제시하는 것과는 상이하게 반복-수평력 실험에서는 220mm 이상 정착 길이에서 시공을 해야 일체형 실험체와 유사한 강도를 나타나는 것을 알 수 있다.

(5) 이상의 결과 프리캐스트 콘크리트 반복-수평력 실험 시 정착 길이가 가장 중요하고, 220mm 이상 정착 길이로 시공하면 일체형과 유사한 강도를 나타내 최초 시공 시 부재 적용이 가능할 것으로 판단되며, 시공성이 좋아 구조체 리모델링 시 적용하면 유용할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 대한건축학회(1999). 건축공사표준시방서
- 한국콘크리트학회(2000). 콘크리트구조설계기준·해설
- 건설교통부(2005). 건축구조설계기준철근
- 현대산업개발 구조설계팀(2000). 철근콘크리트배근상세도
- 대한주택공사(1991). 철근콘크리트조 배근실부편람
- 이한선, 건설교통부(1997). 우리나라 중·저층 철근콘크리트 건축물의 지진 피해 예측 및 보수 보강법 연구
- 변원준(2002). 반복 주기하중을 받는 강재기둥 및 바닥판에 대한 연구
- 金在文(2002). 콘크리트 앵커의 인장파괴거동
- 金圭石(2002). 무근콘크리트의 단일앵커의 인장내력 평가
- 車秉起(2002). 비내진 상세를 가진 RC 외부 보-기둥 접합부의 반복-횡하중 실험 및 해석연구

접수일자 : 2009년 4월 8일

심사완료일자 : 2009년 5월 2일

게재확정일자 : 2009년 6월 5일