

# 부분PC 보-기둥 접합부의 전단 마찰 거동에 관한 실험 연구

## An Experimental Research on the Shear Friction Behavior of Beam-Column Joints of Partial Precast Concrete Structures

김상연<sup>1</sup>

Sang-Yeon Kim<sup>1</sup>

(Received April 4, 2014 / Revised April 23, 2014 / Accepted April 28, 2014)

### 요 약

일반적으로 부분 PC 구조에서는 기둥, 보, 그리고 하프 PC 슬래브 등을 공장에서 제작하여 현장에서 조립한 후에 덧칠 콘크리트의 타설에 의하여 일체화한다. 따라서 PC 부재가 연결되는 위치에서의 불연속면과 함께 PC 부재의 조립을 위한 걸침길이 확보와 같은 접합부 형상 등으로 인하여 접합부 보강을 위한 구조설계가 필요하다. 보-기둥 접합부에서 발생하는 PC 부재와 덧칠 콘크리트 사이의 접합면에서 전단력 전달 성능은 접합부의 구조 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 서로 다른 두 개의 부재가 만나는 면에서는 부재간의 미끄러짐(slip) 현상과 전단력이 발생되는데, 본 연구에서의 접합면 전단에 대해서는 실험을 수행하고 실험결과에 대해 ACI 기준 및 PCI 설계식을 활용하여 검토하였다. 보-기둥 접합부에 대한 접합면 전단 설계를 ACI 기준 또는 PCI 설계법에 따라 검토한다면, 구조성능을 확보할 수 있는 것으로 확인되었다. 또한 실험결과를 고찰하면 보-기둥 접합부에서 PC 보의 걸침길이를 30mm로 하여도 구조적인 문제는 없는 것으로 판단된다.

**주제어 :** 프리캐스트 콘크리트, 보-기둥 접합부, 전단마찰, 접합부 구조성능

### ABSTRACT

An experimental program was initiated to investigate the structural capacity of PC (Precast Concrete) beam-column joints used for the underground parking structure. Static testing of 4 typical PC beam-column joints specimens was conducted. Specimens were designed to span a range of parameters typically encountered for such members, based on findings from the survey of existing PC joint details used in the construction fields in Korea. The specimens were four by their joint types and testing parameters. The specific structural behavior germane to each specimen, and general observations on overall member behavior as a function of the considered parameters, are reported. From the results of tests on four PC joints specimens, the beam-column joints of PC structure used for the underground parking building was found to have similar structural capacities when comparing to the cast-in-place concrete system.

**Key words:** Precast Concrete, Beam-Column Joint, Shear Friction, Joint Structural Capacity

## 1. 서 론

프리캐스트 콘크리트 공법(PC)은 인력절감과 공기단축이라는 장점에도 불구하고 우리나라에서는 많이 사용되고 있지 못한 실정이다. 이것은 주택 200만호의 기치아래 단기간 대량 주택을 공급하던 1980년대 후반에 국내에 PC공법의 기술적 기반이 제대로 갖추어지지 못한 상태에서 무분별하게 유럽의 여러가지 PC 공법을 도입하여 적용하였고, 그 결과 시공 후에 많은 문제점들이 도출되어 PC공법에 대한 부정적인

선입견을 남긴 채 소비자와 건설사로부터 PC공법이 외면받게 된 것에 그 배경이 있다고 보인다.

그 이후에 국내의 일부 건설업체를 중심으로 공동주택단지 지하주차장 공사에서 현장 여건개선과 공기단축 및 조기시공후 작업공간과 자재 야적공간 확보를 위하여 PC공법의 사용이 적극적으로 검토되었고, 그간에 나타난 문제점들을 개선하기 위하여 우리나라의 여건에 보다 적합한 하프 PC 슬래브와 보를 사용한 부분 PC 공법을 개발하여 지하주차장과 물류센터 등을 중심으로 적용해 오고 있다. 이 공법에서는

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: sy-kim@lh.or.kr)

유럽에서 일반적으로 사용하는 전면 PC 공법이 아닌 부분 PC 공법을 적용하고 있으며, 접합부의 일체성 확보를 위하여 부분PC 부재를 공장에서 제작하여 현장에 설치하고 그 위에 덧침콘크리트(topping concrete)를 현장에서 타설하여 일체화 하는 공법으로 사용하고 있다.

이러한 부분PC 구조 접합부는 공장에서 제작된 부분 PC 부재와 현장에서 타설하는 덧침 콘크리트의 사이에서 이음면이 생기게 되고 이로 인하여 RC 구조와 동일한 정도의 일체화를 기대하기는 어렵다. 또한 PC 기둥 부재와 PC 보 및 슬래브 부재는 서로 다른 콘크리트 강도로 설계하고 있는 경우가 많음에도 불구하고, 이들 부재간 접합부의 역학적 특성을 현행의 기준에서 명확하게 제시하지 못하고 있으며, 적용기준도 현장타설 콘크리트 구조설계기준을 적용하고 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 사용되고 있는 부분PC 부재를 사용한 공업화 공법에서 사용되는 부분PC 보 부재와 PC 기둥의 접합부에서 기둥에 대한 PC 보의 걸침길이 장단에 따른 거동과 보의 휨거동에 따라 발생하는 PC 부분과 덧침콘크리트 사이의 전단마찰 거동에 대하여 실험적으로 고찰하고, 설계기준에서 정하고 있는 설계강도를 실험결과와 비교하여 평가하고자 한다. 이를 위하여 부분PC 보-기둥 접합부에 대한 실험을 수행하였고, 실험 결과를 PC 부재의 설계기준으로 사용하고 ACI 및 PCI 기준들과 비교분석하였다.

## 2. 접합면 전단강도 평가 기준

부분PC 부재를 사용한 보-기둥 접합부의 보부재에서는 PC 부재와 현장타설 콘크리트 부분의 서로 다른 시점에 타설된 두 콘크리트가 만나는 면에 부재간의 미끄러짐(slip) 현상과 수평방향의 전단력이 발생되는데, 이와 관련한 전단 전달 메카니즘에 관한 이론은 전단마찰(shear friction) 이론 등이 있으며, 미국의 ACI 기준(ACI-ASCE Committee 550, 1996; ACI Committee 318, 2009) 및 PCI 기준(PCI Industry Handbook Committee, 2005)에서는 접합면의 전단강도에 관한 설계개념을 다음과 같이 제시하고 있다.

$$\text{ACI 기준 : } v_u = \frac{V_u}{b_v d} \text{ 또는 PCI 방법} \quad (1)$$

여기서,  $V_u$ 는 해당 위치에서의 수직전단력,  $b_v$ 는 수평전단에 대하여 검토되는 접촉면적의 단면 폭,  $d$ 는 콘크리트 단면의 유효깊이

$$\text{PCI기준 : } v_u = f_h = \frac{F_h}{b_v l_{vh}} \quad (2)$$

여기서,  $F_h = [0.85f_{ck}A_{top}, A_s f_y + A_{ps} f_{ps}]_{\min}$  이고,  $l_{vh}$ 는 수

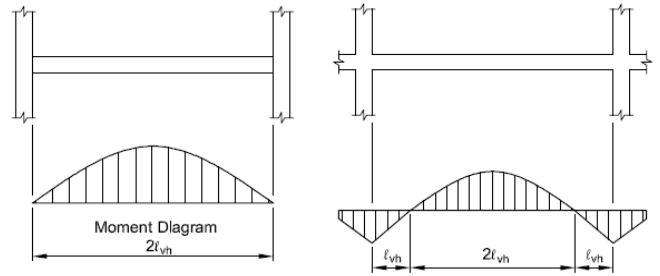


그림 1. 수평방향 전단이 발생하는 구간

평방향 전단이 발생하는 전단마찰 구간으로 지지 조건에 따라 그림 1에서 나타낸 바와 같다.

또한, ACI 기준 및 PCI 기준에서의 접합면 전단강도 설계식은 접합면의 처리 방법에 따라 다음의 세 가지의 경우로 구분하고 있으며, 본 연구에서는 이들 세 가지의 경우를 각각 Case I, Case II, Case III로 구분하여 사용하고, 접합면 전단에 대해서 이들 식을 이용하여 분석하였다.

### 2.1 Case I

Case I은 다음의 두 가지 조건 중 하나를 만족하는 경우로서 식(3) 및 식(4)를 적용한다.

- 1) 전단연결재가 없고 접촉면이 청결하고 부유물이 없으며, 표면이 고의로 거칠게 만들어진 경우
- 2) 최소 전단연결재가 있고 접촉면이 청결하고 부유물이 없으나, 표면이 고의로 거칠게 만들어지지 않은 경우

$$v_u \leq \phi 0.55 \text{ MPa} \quad (3)$$

$$A_{v, \min} = \frac{0.062 \sqrt{f_{ck}} b_v s}{f_y} \geq \frac{0.35 b_v s}{f_y} \quad (4)$$

여기서,  $A_v$ 는 전단철근의 단면적,  $b_v$ 는 수평전단에 대하여 검토되는 접촉면적의 단면 폭,  $s$ 는 전단철근의 배근 간격

### 2.2 Case II

Case II는 다음 조건을 만족하는 경우로서 식(5) 및 식(6)을 적용한다.

최소 전단연결재가 있고 접촉면이 청결하고 부유물이 없으며, 표면이 약 6.35mm 깊이로 고의로 거칠게 만들어진 경우

$$v_u \leq \phi 3.5 \text{ MPa} \quad (5)$$

$$v_{nh} = (1.8 + 0.6 \rho_v f_y) \lambda \leq 3.5 \quad (6)$$

여기서,  $\rho_v = \frac{A_v}{b_v s}$  이다.

표 1. PCI 기준의 권장 전단마찰계수 (Case III)

접촉면 조건	전단마찰계수	최대 유효마찰계수 $\mu_e$
1. 일체로 친 콘크리트	1.4 $\lambda$	3.4
2. 일부러 표면을 거칠게 만든 굳은 콘크리트에 새로 친 콘크리트	1.0 $\lambda$	2.9
3. 일부러 거칠게 하지 않은 굳은 콘크리트에 새로 친 콘크리트	0.6 $\lambda$	2.2
4. 스티드에 의하거나 철근에 의해 구조강에 정착된 콘크리트	0.7 $\lambda$	2.4

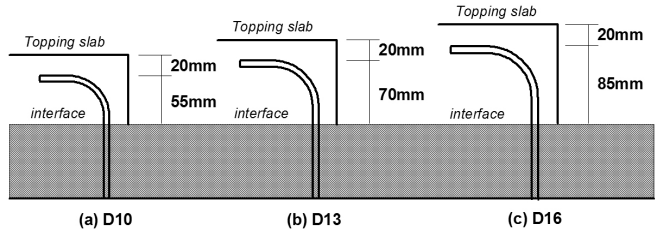


그림 2. 전단연결재의 상세 및 최소 정착길이

### 2.3 Case III

Case III은 전단마찰(shear friction)의 경우에 대한 것으로서 식(7) 및 식(8)을 적용한다.

$$v_u > \phi 3.5 \text{ MPa} \quad (7)$$

$$v_{nh} = \mu \rho_v f_y \leq [0.2 f_{ck}, 6.9]_{\min} \quad (8)$$

표 2. 실험체 종류 및 상세

실험 종류	실험체명	실험변수	실험변수 설명	실험체 설명
보-기둥 접합부 실험	BC-RC-00	RC 실험체	동일한 강도의 RC 실험체	RC 기준 실험체
	BC-PS-20	걸침길이 20mm	보의 걸침길이 20mm(그림 3의 걸침길이 부분)	PC 기둥에 보 걸침길이 20mm
	BC-PS-50	걸침길이 50mm	보의 걸침길이 50mm(그림 3의 걸침길이 부분)	PC 기둥에 보 걸침길이 50mm
	BC-PF-20	전단마찰보강	전단마찰에 대한 전단 보강근 HD13@100	전단마찰에 대한 보강근 강화

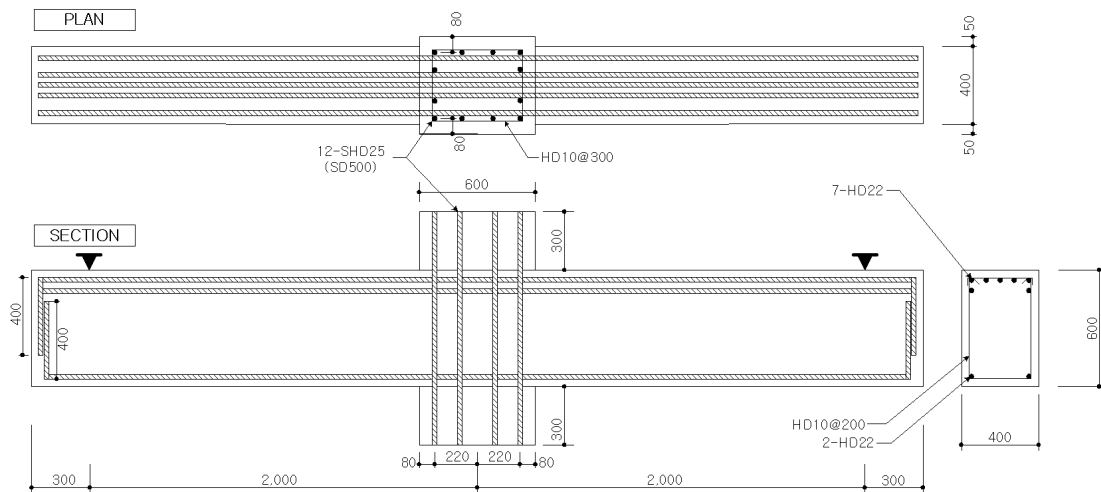


그림 3. BC-RC-00 실험체 상세

여기서,  $\mu$ 는 마찰계수로 ACI 기준에서는 정지마찰계수  $\mu$ 를 그대로 사용하며, PCI에서는 유효마찰계수  $\mu_e = \frac{6.9\lambda\mu}{v_u} \leq \mu_{e,max}$ 를 사용한다.

PCI 기준에서의  $\mu_{e,max}$ 는 다음의 표 1에 나타난 값을 사용하고 있다. 또한, Case I 및 Case II에서 전단연결재의 배근 상세는 그림 2와 같이 적용하도록 PCI에서 규정하고 있다.

### 3. 실험

#### 3.1 실험체 계획

실험체 계획은 실제 계획된 00아파트 지하주차장(지하1층) 건물을 대상으로 부재를 선정하여 설계하였다. 보-기둥 접합부는 지하주차장 건물전체를 구성하는 모듈 중에서 대표성을 나타낼 수 있는 부분(7.5m×8.0m)으로 하여 선정하였다. 실험체 크기는 실물 크기로 계획하였다.

#### 3.2 실험체 설계

본 연구에서의 실험체는 표 2에 나타난 바와 같이 부분 PC 공법의 보-기둥 접합부에 대한 4개 실험체를 제작하여 실험을 수행하였다. 4개 실험체 중에는 비교를 위한 기준 실험체인 철근콘크리트(RC) 실험체가 그림 3과 같고, PC로 제작되는 실험체 상세들은 그림 4에 나타난 바와 같다. 그림 4에서 표시한 걸침길이 부분은 PC 보의 기둥에 대한 단부 걸침 길이의 장단에 따른 구조 성능을 검토하기 위하여 걸침길이를

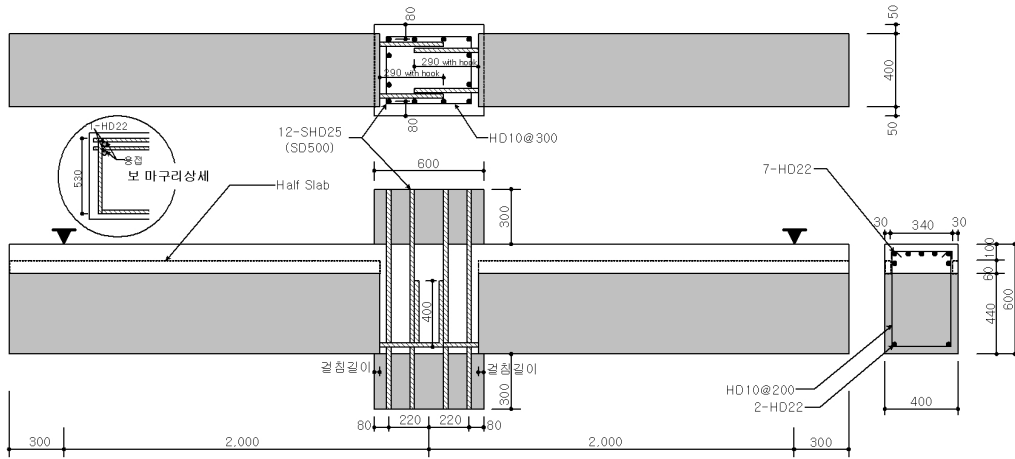


그림 4. BC-PS-20, BC-PS-50 및 BC-PF-20 실험체 상세  
 (\* BC-PF-20 실험체는 다른 상세는 동일하고 전단보강근이 HD13@100임)

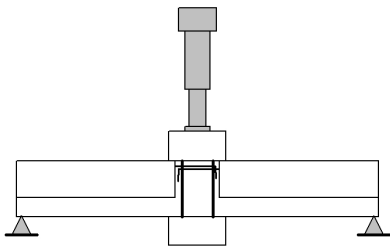


그림 5. 실험 장치 개요도

각기 20mm와 50mm로 달리하여 제작한 것이고, BC-PF-20 실험체는 기존 PC 부재와 현장 타설한 Topping concrete의 신구 콘크리트 면 접합부의 수평방향 전단 마찰 거동을 고려하여 전단 보강근을 HD13@100으로 증가 배근한 것이다.

실험에서 사용하고 있는 실험변수는 신·구콘크리트의 접합과 관련한 접합면의 요철 상태, PC 보의 걸침길이, 전단마찰 거동과 관련한 전단보강근량 등이다. 모든 실험체는 PC 콘크리트와 현장타설 콘크리트가 일체로 완전 합성이 이루어질 수 있도록 강도설계기준에 의하여 설계되었다.

### 3.3 측정 및 가력

실험을 진행하면서 실험체의 구조적 거동, 즉 변위를 파악하기 위하여 LVDT를 설치하였다. 보-기둥 접합부 실험은 단순 휨실험이므로 경간의 중앙에 LVDT를 설치하여 휨재의 중앙부 수직변위를 측정하였다. 실험체에 사용된 철근 및 콘크리트의 변형률을 측정할 수 있도록 WSG (Wire Strain Gage)를 부착하였다. 하중 가력은 보-기둥 접합부의 부 모멘트 상황을 모사하기 위하여 그림 5와 같이 실험체를 역으로 설치하여 가력하였다.

### 3.4 재료시험 결과

실험체 제작에 사용된 콘크리트의 압축강도를 알아보기

표 3. 콘크리트 압축강도 시험결과(시험일 기준)

프리캐스트 콘크리트		현장타설 콘크리트		
설계기준강도 (MPa)	시험결과 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	시험결과 (MPa)	실험체명
27 (보)	26.7	24	21.2	BC-PS-20 BC-PS-50
35 (기둥)	33.5		22.0	BC-RC-00 BC-PF-20

표 4. 철근 인장강도 시험결과

종류	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	항복변형률 (micro strain, $\mu\epsilon$ )	탄성계수 (MPa)
HD10	425.8	630.6	1,875	$2.27 \times 10^5$
HD13	390.5	561.5	1,914	$2.04 \times 10^5$
HD19	502.6	645.6	2,905	$1.73 \times 10^5$
HD22	498.8	636.8	2,934	$1.70 \times 10^5$

위하여 공시체를 제작하였고, 양생과정부터 실험이 실시되는 시점까지 실험체와 동일한 조건으로 양생하였다. 실험이 실시되는 시점에서 콘크리트의 압축강도를 확인하였으며, 그 결과를 다음의 표 3에 나타내고 있다. 또한 실험체에 사용된 철근의 인장강도를 알아보기 위하여 인장시험편을 제작하여 만능시험기(UTM)를 사용한 인장시험을 수행하였으며, 그 결과를 표 4에 나타내고 있다.

### 3.5 실험 수행

#### 3.5.1 실험체 세팅 및 실험 방법

보-기둥 접합부 실험체는 실험체의 내력을 고려하여 그림 6에서와 같이 10,000kN 용량의 만능시험기(UTM)에서 1점 집중하중으로 변위제어방식에 의해 단조가력실험을 진행하였다. 변위제어는 실험체의 중앙부에서 LVDT에 의해 측정

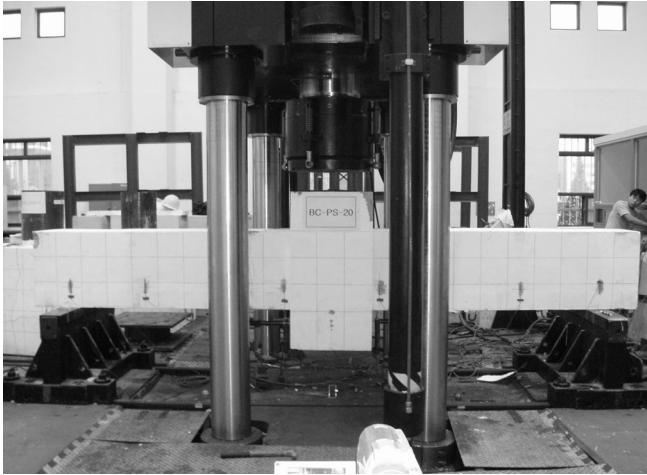


그림 6. 보-기둥 접합부 실험체 설치 상태

하는 변위를 기준으로 하였으며, 실험은 파괴에 의하여 계속적인 실험이 불가능하거나, 액츄에이터의 변위의 한계, 최대하중 이후 최대하중의 75%까지 하중이 감소한 경우에 종료하는 것으로 하였다.

#### 4. 실험결과의 분석

##### 4.1 실험체의 설계강도 산정

PC 보가 PC 기둥에 걸쳐지는 걸침길이에 의해 보의 휨거동으로 인한 기둥 콘크리트의 국부적 응력집중 현상의 발생이 우려된다. 이 때문에 보의 걸침길이에 의한 기둥 콘크리트의 국부적 응력집중 현상 발생 여부 및 구조성능을 실험으로 규명하고자 하였다. 그림 7에서는 PC 보가 PC 기둥에 걸쳐지는 걸침길이를 변수로 제작한 실험체들의 하중-변위 곡선을 나타내었다. 또한 실험체는 휨내력에 의해 지배되도록 설계되어 있기 때문에 설계 휨내력도 표시하였다.

그림 7에서 알 수 있듯이 모든 실험체가 설계 휨내력을 초과하여 항복이 시작되고 있으며, 걸침길이에 따른 구조성능의 차이는 발생하지 않고 있음을 알 수 있다. 그러나 BC-PS-20 및 BC-PS-50 실험체의 최종파괴가 접합면 전단마찰 거동에 의한 파괴로 최대하중 이후에 취성적인 거동을 나타내고 있음을 볼 수 있다. 이에 반해 전단보강근량을 증대시킨 BC-PF-20 실험체에서는 최대하중에 도달될 때까지 접합면 전단에 의한 파괴가 발생하지 않았다. 또한 인장철근의 하중-변형률 곡선에서도 BC-PS-20 및 BC-PS-50 실험체에서는 인장철근이 항복하지 않은 결과를 나타내었으나, BC-PF-20 실험체에서는 인장철근이 항복하고 있음을 나타내었다. 따라서 본 상세의 보-기둥 접합부는 실험결과에 따라 전단마찰을 고려하여 전단보강근량을 증가시키는 것이 좋을 것으로 나타났다.

여기서 구조설계 절차에 따라 실험체 단면의 설계강도를 산정하고자 하며, 인장철근의 항복강도가  $f_y = 400\text{MPa}$ 일 경

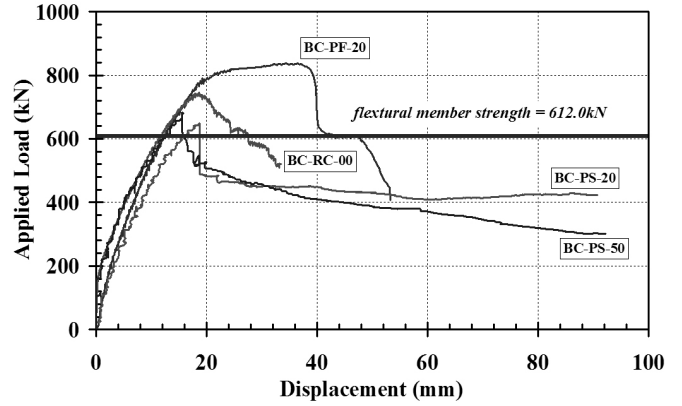


그림 7. 걸침길이에 따른 보-기둥 접합부 실험체의 하중-변위 곡선

우로 설계하여 산정한 결과는 다음과 같다.

(a) 공칭모멘트

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \approx 520 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

여기서,  $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b} \approx 118 \text{ mm}$

(b) 수직전단력

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_{ck}} b d \approx 188 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{A_v f_{vy} d}{s} \approx 153 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s = 188 + 153 = 341 \text{ kN}$$

(c) 인장철근의 인장력에 의한 접합면 전단력

$$F_h = A_s f_y \approx 1083.6 \text{ kN}$$

(d) 전단연결재(ties for horizontal shear)에 의한 접합면 전단력

$$F_{nf} = A_v f_y \mu_e \approx 1125 \text{ kN}$$

여기서,  $\mu_e = \frac{7\lambda b_v l_{vh} \mu}{F_h} \approx 2.63 > 2.2 \text{ use } 2.2$

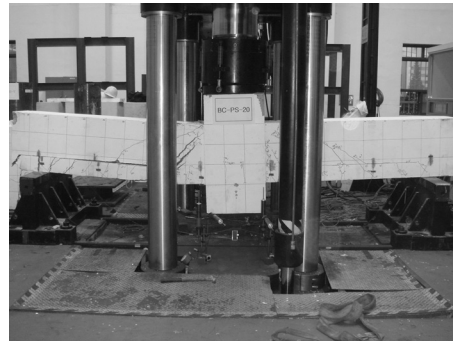
실험체의 설계강도와 실험결과에 대한 요약을 표 5에 나타내고 있다.

표 5. 실험체의 설계강도 및 실험결과 요약

실험체명	설계휨내력 ( $P_n$ , kN) (①)	설계전단내력 ( $P_{nv}$ , kN) (②)	설계전단 마찰내력 ( $P_{nf}$ , kN) (③)	실험최대내력 ( $P_u$ , kN) (④)	$\frac{④}{①}$	$\frac{④}{②}$	$\frac{④}{③}$	최종파괴모드
BC-RC-00	612.0	682.0	-	745.6	1.22	1.09	-	휨-전단파괴
BC-PS-20			635.0	647.6	1.06	0.95	1.02	전단마찰파괴
BC-PS-50				681.9	1.11	1.00	1.07	전단마찰파괴
BC-PF-20	741.0	1472.0	2100.0	836.7	1.13	0.57	0.40	휨파괴



(a) BC-RC-00



(b) BC-PS-20



(c) BC-PF-20

그림 8. 실험체의 균열 및 파괴 양상

표 6. 접합면 전단응력 비교(단위 : MPa)

철근 인장강도	$U_v$ , vertical	$U_h$ , horizontal	HD10@200 사용시 (BC-PS-20 실험체)				HD13@100 사용시 (BC-PF-20 실험체)			
			Case II		Case III ( $\mu=0.6$ 적용)		Case II		Case III ( $\mu=0.6$ 적용)	
			$U_{nh}$	$\phi U_{nh}$	$U_{nh}$	$\phi U_{nh}$	$U_{nh}$	$\phi U_{nh}$	$U_{nh}$	$\phi U_{nh}$
400	1.41	1.59	2.22	1.67	1.55	1.16	3.32	2.49	5.58	4.19
			O.K	O.K	N.G	N.G	O.K	O.K	O.K	O.K
500	1.71	1.99	2.22	1.67	1.49	1.12	3.32	2.49	5.35	4.01
			O.K	N.G	N.G	N.G	O.K	O.K	O.K	O.K

#### 4.2 접합면의 전단 파괴 요인

위의 설계 결과로부터 실험체의 설계내력은 공칭모멘트에 의한 설계내력(=612kN), 수직전단력에 의한 설계내력(=682kN), 접합면 전단에 의한 설계내력(=635kN) 중에서 612kN인 공칭모멘트에 의한 설계내력으로 지배된다. 그런데 그림 7에 나타난 바와 같이 실험결과에서 BC-PS-50 실험체는  $P_u=681.9$ kN 이고, BC-PS-20 실험체는  $P_u=647.6$ kN이다. 이는 재료시험의 결과에서와 같이 인장철근의 항복강도가  $f_y = 500$ MPa 이기 때문에 실험체의 설계 휨내력이 아래와 같이 상승을 하게 되므로 접합면 전단에 의한 파괴가 발생하게 된 것으로 사료된다.

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \approx 630 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{여기서, } a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b} \approx 147.5 \text{ mm}$$

공칭모멘트에 의한 설계내력=741kN

전단연결재의 전단마찰에 의한 설계내력=635kN

한편, 실험결과에서 보는 바와 같이 부분 PC 공법에 의한 전단마찰을 고려하여 전단보강근을 배근한 BC-PF-20 실험체는 접합면 전단에 의한 파괴가 아닌 전형적인 휨파괴 거동을 나타내고 있어 신구 콘크리트의 완전합성에 의한 구조 거동을 하고 있음을 확인할 수 있었다.

#### 4.3 PCI 기준에 의한 접합면의 전단거동 분석

표 6에는 접합면의 수평전단응력을 설계기준에 따라 산정한 결과를 실험결과와 비교하여 판정한 결과를 나타내고 있다. 여기서 ACI 기준은 정지마찰계수( $\mu$ )를 사용하였으며, PCI에서는 유효마찰계수( $\mu_e$ )를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 BC-PS-20 실험체는 PC 부재의 표면조건에서 인위적인 표면의 거칠기가 6.35mm이상으로 판단하기 곤란한 결과를 나타

내고 있으며, BC-PF-20 실험체는 PC 부재의 표면조건에서 인위적인 표면의 거칠기가 6.35mm 이상이 되지 않는 Case III 조건에 적합한 결과를 나타내고 있다고 사료된다.

또한 표 6에 나타난 PCI에 의한 결과와 실험결과를 비교할 때, Case II의 조건에 의한 설계결과는 실험결과와 상이한 결과를 나타내고 있다. 그러나 Case III의 조건에 의한 설계결과는 실험결과를 뒷받침해주고 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 실험결과로 판단할 때, 전단 마찰에 대해서는 PCI 기준에 따라 설계를 하여도 무방할 것으로 판단되며, Case II를 적용할 경우에는 PC 부재의 인위적인 표면 거칠기 6.35mm가 충분히 확보된 경우에 적용할 수 있으리라 사료된다. 만약, PC 부재의 인위적인 표면 거칠기 6.35mm가 충분히 확보되지 못한 경우에는 Case II보다는 Case III로 설계하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 접합면 전단이 발생하는 면에 대한 ACI 기준의 인위적인 표면 거칠기 6.35mm에 대해서는 정확한 해석과 보다 많은 실험을 통한 검증이 요구된다.

## 5. 결론

1. 부분PC 보-기둥 접합부에 대해 PC 부재와 비교 실험체인 RC 부재의 실험결과 성능을 비교하면 두 가지 부재 모두 설계강도를 초과하는 강도를 가진 것으로 나타났고, 전단마찰보강을 배근하지 않은 부분 PC 부재를 사용한 PC 접합부의 휨성능은 RC 공법에 비하여 최대강도 이후 전단마찰파괴로 인하여 강도가 급하게 감소되는 거동을 나타내었다.
2. 보-기둥 접합부의 기둥에 대한 PC보의 걸침길이를 20mm와 50mm의 변수로 하여 실험을 수행한 결과, 변수에 따른 구조성능의 차이는 나타나지 않았고, 접합부의 거동도 전단마찰파괴로 인한 미끄러짐 발생 이후 충분한 연성거동을 보이며 양호한 구조성능을 갖는 것으로 나타나, 보-기둥 접합부의 걸침길이를 기존의 상세들과 같이

- 30mm 정도로 하는 것은 별 문제가 없을 것으로 사료된다.
3. 부분PC 공법의 접합부에서 전단마찰을 고려하여 전단보강근을 배근한(BC-PF-20) 경우는 접합면 전단에 의한 파괴가 아닌 전형적인 휨파괴로 신구콘크리트의 완전합성에 의한 구조적인 거동을 하고 있음을 확인할 수 있었다.
4. 본 연구의 실험결과를 고찰하면, 접합면의 전단에 대해서는 PCI기준에 따라서 설계하는 것이 타당할 것으로 판단되며, PC 부재의 접합표면에 인위적인 표면 거칠기 6.35mm가 충분히 확보되지 못한 경우에는 전단마찰을 고려하여 설계하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
5. 보-기둥 접합부의 실험결과 부분 PC부재와 현장 타설 Topping 콘크리트로 이루어진 부분 PC 구조시스템의 성능은 양호한 것으로 나타났고, 설계시에 전단마찰에 대한 고려를 충분히 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 대한주택공사(2006), 「아파트 지하주차장의 프리캐스트공법 적용방안 연구」.
2. 대한주택공사(2008), 「지하주차장의 PC공법 적용을 위한 접합부 구조성능 실험 연구」.
3. ACI-ASCE Committee 550 (1996), *Design Recommendations for Precast Concrete Structures (ACI 550R-96)*, Farmington Hills, Michigan.
4. ACI Committee 318 (2009), *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318M-09)*, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
5. CSA A23.3-94 (1994), *Design of Concrete Structures*, Canadian Standards Association.
6. PCI Industry Handbook Committee (2005), *PCI Design Handbook-Precast Prestressed Concrete (6th Edition)*, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL.