

RC 유공 콘크리트 기둥의 내력에 관한 실험적 연구

손기상

서울산업대학교 안전공학과
(2005. 3. 7. 접수 / 2005. 6. 9. 채택)

Capacity of RC Concrete Column with Holes

Ki Sang SON

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology
(Received March 7, 2005 / Accepted May 9, 2005)

Abstract : This study is to find out how column with hole is behaved, compared to the normal one without hole. There might be existing buildings to make holes in the reinforced concrete column.

Columns are made with commercially used compressive strength 240kg/cm^2 , air amount 5.0%, using re-bar of diameter D13 and D10 having yielding stress $4,000\text{kg/cm}^2$. The specimen were cured with temperature of $21\pm 3^\circ\text{C}$.

All specimens of five variables and all holes are geometrically considered and configured. D3, D5 mean diameter 3cm and 5cm respectively. H1, H2 are the number of holes. Compressive pressure was forced in accordance with KS, following $0.6\pm 0.4\text{N/mm}^2$ speed.

Main re-bar's were strained with almost same shape through all the specimens. Hole diameter 5cm-having specimen showed cracking around hole. strains of back and front gauges of the specimen were showed similarly. Specimen having two holes in left and right from longitudinally axis resisted 7% less than the one having hole centrally from longitudinal axis. One hole having specimen with diameter 5cm resisted only 3% less than in case of 3cm diameter hole.

Hole having in left and right from longitudinal axis will be less resistant than the case longitudinally arranged. Diameter 3cm hole showed less 10% capacity than normal one without hole. Capacity loss difference between diameter 3cm and 5cm showed almost none in case that they are arranged longitudinally.

Key Words : column hole, tensile strength, strain, geometrical configuration

1. 서론

유공보에 대해서는 그간 국내외적으로 상당한 진원이 이루어졌고 설계기준제도가 이루어졌으나 기둥에 대해서는 구멍손실보다는 오히려 철근배근의 보강을 기준으로 제시하고 있다¹⁻⁶⁾. 그러나 본 연구에서는 천정에 배관되는 냉난방 및 상하수 배관 등 설비들이 공간내에서의 기둥 때문에 구부러져 배치되어 통과되어 효율이 떨어지고 공간높이 즉, 유효높이가 낮아지는 경우가 많다. 따라서 구멍을 기둥에 관통시켜 설비운영의 효율성을 높이고 공간유효성을 높일 수 있는 방법이 될수 있다. 이것은 새로운 구조물 보다는 기존 건물들에 대해 새

로운 리모델링이 있을때 더욱 유효성을 높이는 기술이고 연구되어야 할 사항이다. 이 사례가 스위스의 한 저층호텔건물 쥬노호텔(Jeunotel)기둥에 적용되어 있다.

본 연구는 건물의 구조물에 대해 용도변경 및 배관작업을 위해 필요한 구멍을 내 손상되는 기둥의 내력을 측정하여 어느 정도 보강이 이루어져야 하는가를 측정하기 위하여 실험결과를 기준으로 구멍손실 단면에 따라 압축강도손실을 제시하고자 한다. 순수 압축력만 받는 기둥에서 인장강도나 휨보강을 위해 존재하는 철근 유무와는 큰 관계가 없는 것으로 보였다.

그리고, 내력손실 정도에 따라 지속 년 수가 오래될 필요가 없는 기둥에 대해서는 비록 단면 손실

이 있더라도 보강치 않거나 가볍게 비용 최소화로 가능토록 하는 방법을 제시하고자 하는 것이다.

이때 강도 감소의 정도에 따라 보강의 정도여부를 판단하기 위해서는 압축강도 손실의 상관관계가 필수적으로 제시되어야 한다.

2. 본 론

2.1. 실험계획

콘크리트 배합시 오차를 줄이기 위하여 D레미콘 회사에서 직접 몰드를 제작하고 통상 사용되는 공기량 5.0%, 240kg/cm² 압축강도를 기준으로 하였다. 사용된 철근은 주근 D13 및 띠근 D10을 사용하였으며 강도는 4,000kg/cm²이다. 양생은 실내의 대기 중에서 하였으며 온도는 21±3℃ 조건으로 양생시켰다.

실험의 정확성을 나타내기 위하여 실제 크기의 철근콘크리트가 되어야 하나 적은 비용으로 진행 가능하고 구멍 손실에 따른 압축강도의 조사가 본 연구의 주목적이기에 비슷한 조건을 마련하기 위해서 단면에서 잘라낸 형태로 축소하여 가로 20cm, 세로 30cm, 높이 160cm인 RC 기둥을 제작하여 압축실험을 하였다.

구멍의 직경은 원래 기둥의 규모에 맞추어 축소해서 3cm와 5cm로 하였고, 구멍의 길이는 20cm를 관통한 원형구멍으로 하였다.(Fig 1)

이들 실험체의 변수는 ED3H1UB, ED3H2L, ED5H1로 정하였다. 여기서 E는 변수의 이름이고, D3와

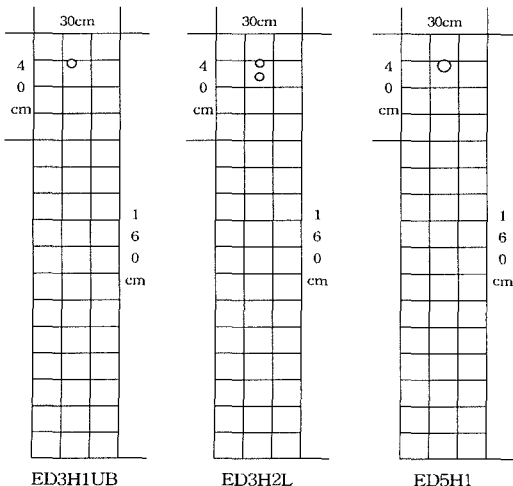


Fig. 1. Geometrical configuration of specimen.

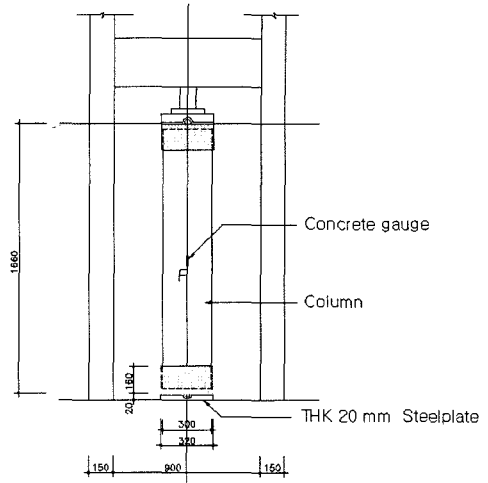


Fig. 2. Test column and gauges set up on UTM.

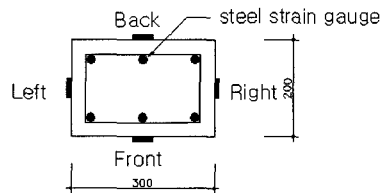


Fig. 3. Arrangement of strain gauge.

D5는 구멍의 직경이고, H1, H2는 구멍의 개수이다.

2.2. 실험방법

RC 몰드를 변수별로 각각 2개씩 제작을 하였고, 몰드의 표면에 콘크리트 게이지를 부착하였고, 타설 전 주근에 철근 게이지를 붙여 실험을 실시하였다. 실험은 한양대학교 토목공학과에서 200ton UTM을 이용하여 실시하였으며, 파괴시까지 압축을 하였었고 데이터 로거(data logger)를 통하여 하중과 변형률값을 수집하였다.(Fig 2),(Fig 3)

압축력을 가하는 속도는 KS규격에 따라 매초 0.6±0.4N/mm²의 속도로 파괴 하였으며, 슬럼프는 12cm인 콘크리트 상태를 이용하였다. 압축강도 실험을 하기 위한 기계의 가압판과 몰드 상면과의 오차를 줄이기 위해 윗면과 아랫면을 그라인더로 면을 고르게 하여 편심유발 요인을 제거하였다.

3. 실험결과

구멍직경 3cm인 부재보다, 5cm인 부재의 강도값이 적게 측정되었다.

Table 1. Compressive test result of each variable

실험체명	번호	하중 (kgf)	KN	구멍 수	양상
ED3H1UB	1	107.47	1.07	1	상부와 구멍 주변에서 동시에 크랙이 발생하였다.
	2	102.57	1.02	1	부재 뒷면에서 상부에 이어 하부에서 크랙이 발생하였으며 구멍주변과 앞면에는 크랙이 생기지 않았다.
ED3H2L	1	111.22	1.11	2	앞면 상부에서 크랙이 발생하기 시작하여 구멍주변으로 크랙이 집중되었다.
	2	114.65	1.14	2	앞뒷면 하부에서 크랙이 발생하였다.
ED3H2	1	100.76	1.00	2	앞뒷면 및 구멍주변 크랙 없음. 우측상단에 크랙발생
ED5H1	1	94.51	0.94	1	구멍을 중심으로 크랙이 진행하였다.
	2	110.06	1.10	1	상부에서 구멍으로 크랙이 진행되었으며 구멍주변에서는 급격히 크랙이 진행되었다.
Normal	1	140.02	1.40	0	상부와 하부에서 크랙이 발생하였다.
	2	106.86	1.06	0	상부와 하부에서 크랙이 발생하였다.

구멍직경이 3cm인 ED3H1UB-1과 직경이 5cm인 ED5H1-1의 스트레인은 유사한 경향을 보이고 있

으며 ED3H2L-1 또한 유사한 변형경향을 보이고 있다.(Table 1)

구멍이 없는 Normal의 backside 콘크리트면의 스트레인이 구멍이 있는 콘크리트 기둥에 비해 완만한 곡선모습으로 진행되어 있음을 나타내고 있다. 주근 변형율은 거의 비슷한 양상으로 변화하였다. Normal을 제외한 부재의 변형을 곡선은 비슷한 양상을 나타내었다. 앞뒷면에 부착된 게이지값의 평균은 모든 부재가 거의 비슷하게 나타났다.(Fig 4), (Table 2),(Picture1)

Table 2. Strain value at compressive load

		하중(Kgf)	KN	Steel bar	front	back	hole
ED3H1UB	1	107.47	1.07	-1123	-2131	-105	-1121
	2	102.57	1.02	-1208	-1227	-457	-1186
ED3H2L	1	111.22	1.11	1452	1507	372	1164
	2	114.65	1.14	-1051	1016	508	1115
ED3H2	1	100.76	1.00	315	-1510	-15	1603
ED5H1	1	94.51	0.94	-300	-1726	-177	-227
	2	110.06	1.10	-1564	-1583	-361	-494
Normal	1	140.02	1.40	-1076	-1361	-677	-
	2	106.86	1.06	-1743	-1230	-917	-

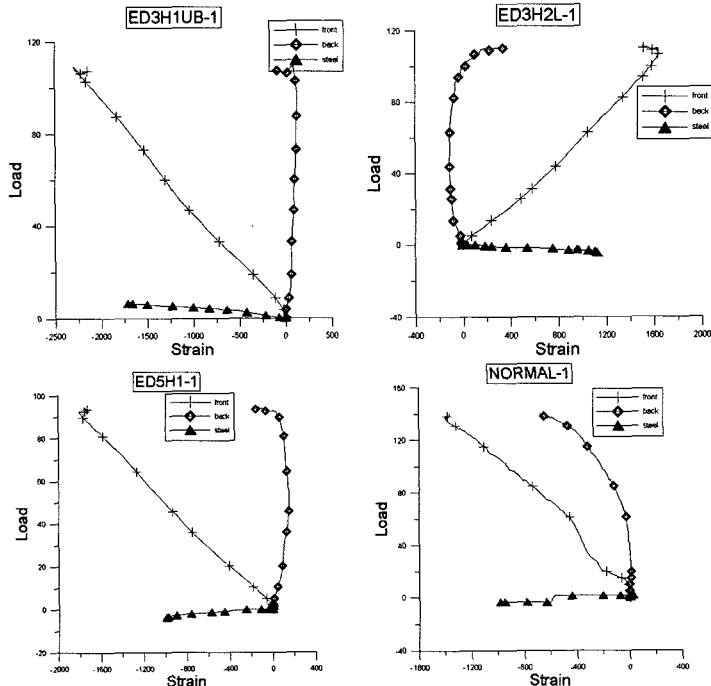
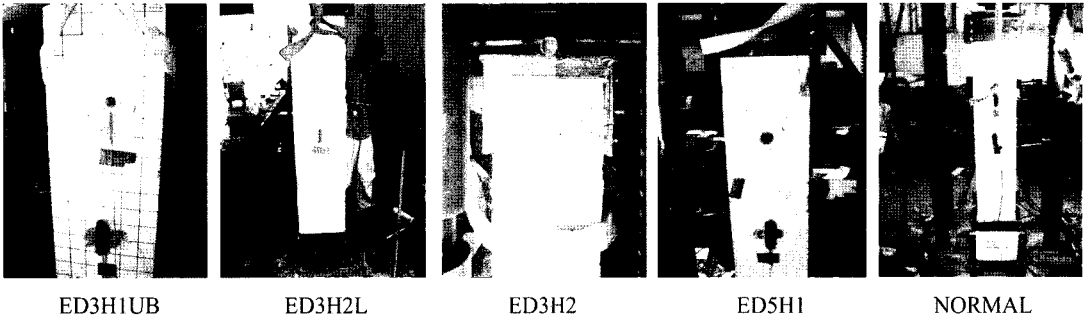


Fig. 4. Strain of concrete and steel gauge.



Picture 1. Cracking of each variable.

4. 분석

1) 초기에는 상·하부의 면에서 균열이 발생하기 시작하여 구멍 중심으로 집중적으로 균열이 발생하였으며 ED5H1(구멍 직경 5cm)이 가장 집중되어 나타났다. 이것은 구멍 크기 5cm인 경우 응력이 구멍에 집중되어 내력 감소의 원인으로 볼 수 있다.

2) 구멍이 5cm인 부재의 하중이 가장 적은 값을 나타내었으며, Normal의 평균 하중값 대비 약18% 적게 측정되었다.

3) 3cm 구멍이 수직으로 두 개 있는 ED3H2L보다, 구멍이 한쪽으로 빗나가 있는 ED3H1UB의 하중값이 약 7% 적게 측정되었다.

4) 5cm 구멍이 한 개 있을때 내력값은 구멍이 없는 Normal의 90% 정도로 나타났다.

5) 3cm 구멍이 1개 있을때 하중값은 구멍이 없는 normal의 90% 정도로 나타났다.

6) 3cm 구멍이 2개 있을때 하중값을 Normal의 93% 정도로 나타났다.

7) 5cm 구멍이 1개의 경우 하중값은 3cm 구멍 1개의 경우보다 불과 3kg차이가 있다. 즉 5cm보다 불과 3kg 더 큰 내력을 보일뿐이었다.

8) ED3H1UB의 표면 게이지 변형율이 가장 높은 것은 구멍은 하나지만 중심축에서 벗어난 경우가 편심을 크게 받음을 증명하고 있다.

9) 기둥에 구멍을 내어 배관 작업을 하는 경우 중심에서 치우쳐 있는 것보다 중심에서 수직방향으로 배관 작업을 하는 것이 구조적으로 더 안전한 것으로 사료된다.

5. 결론

이상과 같은 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 같은 구멍직경 일지라도 좌우로 평행 하게 2 개 위치하는 것보다 재축상에 위치하는 것이 10% 더 큰 내력을 갖는다.

2) 구멍크기가 3cm일때는 능력감소차이는 10% 이내이므로 구멍 직경 3cm설치는 내력삼소에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 볼 수 있다.

3) 3cm와 5cm의 구멍감소 차이는 같은 재축상에 위치할 때는 거의 내력감소 차이가 없으므로 재축상에 구멍직경 5cm까지 배치하는 것은 실무적 적용 가능성을 보여주고 있다.

참고문헌

- 1) 장승필, 심창수, 윤석구, “피로하중을 받는 합성보의 휨강성 감소에 관한 실험적 연구”, 대한토목학회논문집, 제16권, 제1-4호, pp. 445~454, 1996.7.
- 2) 권오현, 신장호, “건축구조학”, pp. 260~275, 1998.2.
- 3) 함성권, “기본 건축구조공학”, pp. 302~315, 1995.1.
- 4) 이상호, 허원석, “적층성을 띤 CFS로 보강된 원형 콘크리트 기둥의 보강효과 해석”, 한국콘크리트 학회지, 제11권, 제3호, pp. 89~99, 1999.6.
- 5) Join E Bower, “ultimate strength of beams with Retangular Holes”, ASce, Vol. 94, pp. 1315~1337, 1968.6.
- 6) Mansur, MoA, “cornbined Bending and openings”, concrete internatimal, pp. 51~58, Nov, 1983.