

# 유공 페타이어 혼입 콘크리트보의 내력 실험

이원균 · 손기상\*

GS유통 · \*서울산업대학교 안전공학과

## 1. 서 론

일반적인 콘크리트 보는 축방향력, 휨모멘트, 전단력, 비틀림과 같은 4가지의 하중 조건을 받게 된다. 철근 콘크리트 보에서 부재 축에 수직방향으로 하중이 작용하면, 휨과 전단 변형이 주요한 변형이 된다. 이때 실제 구조물의 해석과 설계과정에서 구조물의 응력과 변형을 계산할 때에는 보 이론의 평면유지법칙이 어느 정도 만족하는지를 검토하여야 한다.

건축물의 철근 콘크리트 개방형 유공보에 있어서 관통으로 인한 보의 단면 손실은 보의 전단내력에 많은 영향을 미치므로 유공위치에 따른 유공보의 내력 검토를 주 고찰로 한다.

유공보는 구멍의 크기, 형태, 위치, 개수 등의 많은 변수가 있다. 따라서 타이어가 가고 있는 인장능력이 콘크리트 보에 첨가되어 구멍 주변의 크랙과 내력이 변화를 측정하였다.

재하방법은 하중속도를 일정하게 유지하면서 파괴시까지 일정한 속도로 재하하였다. 시험체의 변위는 보의 중앙과 구멍주변에 4개의 게이지를 부착하였고, 또한 주근에도 한 개의 철근 게이지를 부착하여 변형을 기록하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 실험계획

본 실험에서는 페타이어를 파쇄하여 기존의 논문에서 혼입대비 강도가 가장 높게 나타난 혼합비를 이용하여 일반 보와 페페타이어가 혼입된 콘크리트와 비교하여 페타이어 콘크리트 보의 실용화를 위해 요구되는 강도에 어떠한 영향이 있는지를 고찰하고자 한다.

### 2.2 배합설계

페타이어를 혼입한 콘크리트의 품질과 강도에 영향을 주는 각 인자를 기존 강도와 비교하기 위하여 Table 1과 같이 콘크리트 배합은 D레미콘사의 슬럼프가 15cm인 240kg/cm<sup>3</sup> 강도 배합설계에 10mm크기의 페타이어 파쇄 입자를 1.0%로 혼입하였고, 보다 높은 실험의 신뢰도를 위하여 골재 또한 D사에서 사용하는 것을 가져와 사용하였다.

Table 1 Mixed Design of Concrete

기호	W/C	C	W	G	S	ad.	rubber		total
240	52.3	343	175	954	846	1.68	1.0%	23.10	2310

[단위 : kg]

### 2.3 몰드제작 및 시험방법

RC 부재의 휨강도 측정을 위하여 철근 SD40 D13을 주근, SD40 D10으로 11개의 띠근을 만들어 20×30×160cm의 공시체를 제작하였다.

타설 2일후 탈형하여 그늘진 곳에서 28일간 양생하였다. 휨강도 측정을 위하여 KS F 2408에 따라 '3등분점 재하 실험 방법'에 의하여 하중은 지간의 중앙에 작용하게 하고 재하면과는 수직이 되게 하여 편심이 생기지 않게 하였으며 매초 0.06±0.04N/mm<sup>2</sup>의 일정한 속도로 가압하였다. 또한 변형율을 측정을 위하여 부재 중심에 스트레인 게이지(제조사 : Tokyo Sokki)를 중앙부와 구멍에 2축 방향으로 부착하고 Statics Data Logger(모델명 : DTS-602, 제조사 Tokyo Sokki)에 연결하여 X, Y축의 변형율을 측정하였다.

$$f_b(\text{휨강도}) = \frac{Pl}{bh^2}$$

$f_b$  : 휨강도(kg/cm<sup>2</sup>)

$b$  : 파괴단면지간(cm)

$h$  : 파괴단면 높이(cm)

$l$  : 지간

$P$  : 하중(kg)

## 3. 실험결과

### 3.1 슬럼프 시험

슬럼프 값은 굳지 않은 콘크리트의 자체 중량과 혼입골재, 단위수량, W/C, 혼화제 등의 배합조건에 따라 변화하게 된다. 슬럼프 측정은 각각의 비빔에서 6회를 랜덤 측정하였다.

본 실험에서는 타이어입자의 혼입율이 증가할수록 더 많은 수분이 Rubber 표면에 흡착되어 슬럼프에 반영되지 않기 때문이라고 생각되며 슬럼프 값은 아래와 같다.

	1	2	3	4	5	6	AVG.
NORMAL	15	16	15	15	16	14	15.1
페타이어 혼입	14	13	13	14	13	13	13.3

(cm)

### 3.2 압축강도

실험체를 제작시 Normal과 페타이어가 1.0% 혼입된 원형 10×20cm 몰드를 각각 6개씩 제작하여 강도측정을 시행하였다.

	1	2	3	4	5	6	AVG.
NORMAL	270	231	255	270	261	264	258.5
페타이어 혼입	231	255	253	261	243	251	249.0

(kg/cm<sup>2</sup>)

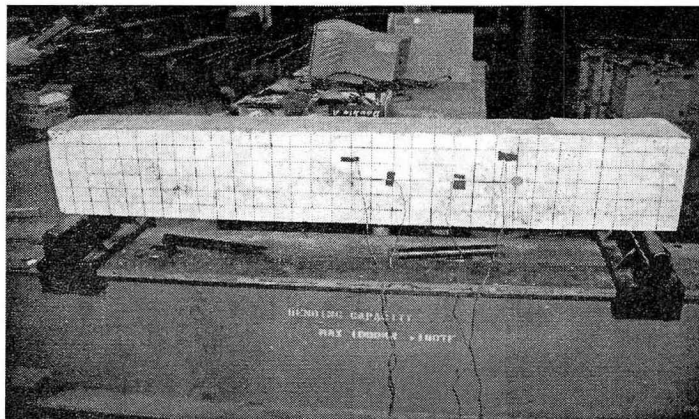


Fig 1 Flexural Strength of 240 Rubber RC

### 3.3 휨강도

Table 2. Flexural Strength of 240 Rubber RC

	LOAD (ton)	C-X( $\epsilon$ )	H-X( $\epsilon$ )	C-Y( $\epsilon$ )	H-Y( $\epsilon$ )	REBAR ( $\epsilon$ )
ED3H1-1	12.09	2219	-44	230	382	1596
ED3H1-2	14.43	50	-61	-60	-127	873
ED3H2-1	24.0	1321	-128	53	1035	976
ED3H2-2	22.06	1318	-286	508	974	2934
ED3H2L-1	15.27	324	1614	-20	464	1569
ED3H2L-2	15.06	2148	-170	228	-30	1799
ED3H1UB-1	15.36	2623	-128	144	344	1098
ED3H1UB-2	18.15	2027	-324	459	-183	6834
ED5H1-1	14.13	50	-61	-60	-127	873
ED3H1-2	15.18	999	2028	-98	250	1009
ED5H2-1	13.05	1001	-109	59	-127	999
ED5H2-2	14.10	1471	-188	180	558	1755
ED5H2L-1	13.05	1332	1799	14	635	791
ED5H2L-2	13.8	2081	-61	-35	-98	1072
ED5H1UB-1	16.23	2359	3538	-65	63	1866
ED5H1UB-2	13.24	1999	1681	-81	-101	1601
NOR-1	18.96	550	-399	136	-409	5557
NOR-2	20.49	1459	-301	406	-180	1356

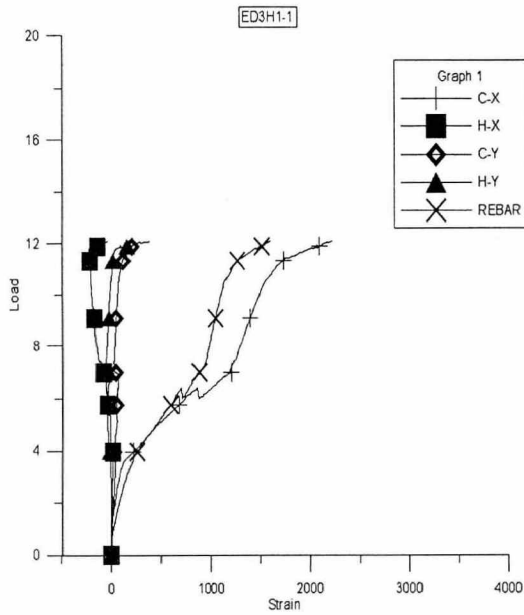


Fig 1  $\varnothing$ 3cm one Hole

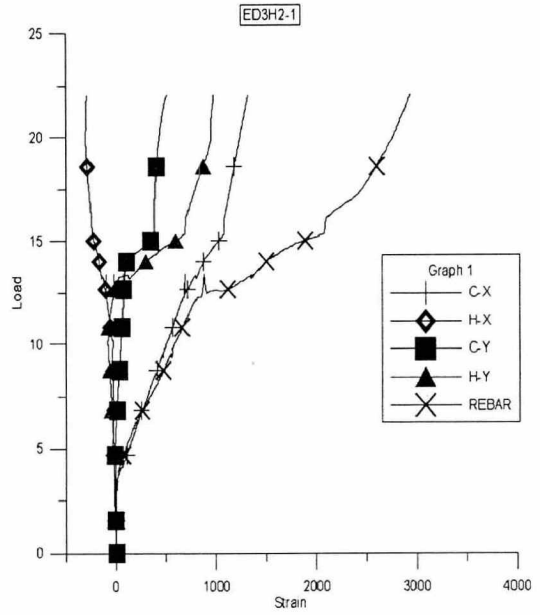


Fig 2  $\varnothing$ 3cm two hole

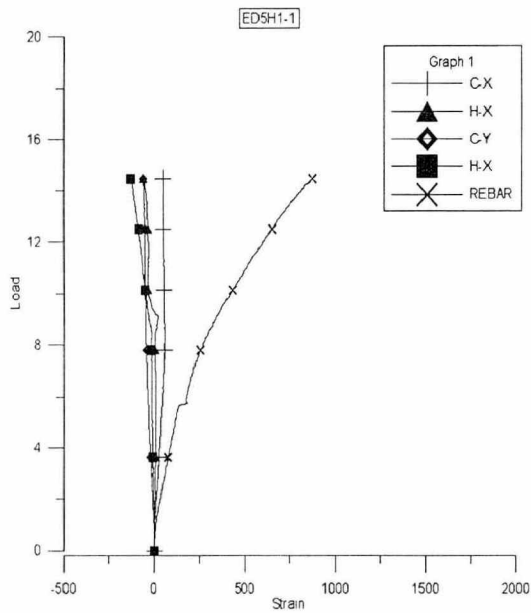


Fig 3  $\varnothing$ 5cm one Hole

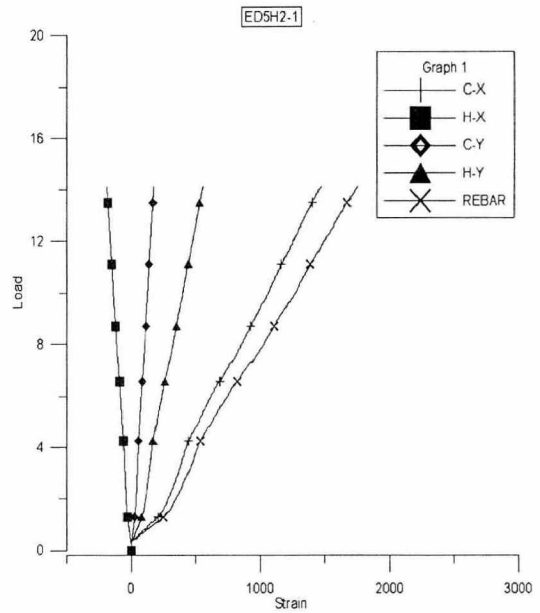


Fig 4  $\varnothing$ 5cm two hole

#### 4. 분석

- 1) 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프는 페타이어의 혼입량으로 약 1.7cm 감소하였다.
- 2) 원형몰드의 압축강도에는 페타이어가 혼입된 콘크리트가 Normal 대비 3.8% 감소하였다.
- 2) 실험체는 균질성에서 안정되지 않아 내력에 다소 차이가 측정되었다.
- 3) 기준 Normal RC보는 일반적인 철근 콘크리트 보의 거동과 유사하였으며, 구멍이 3cm인 보가 구멍 5cm인 보에 비해 강도가 높게 측정되었다.
- 4) ED3H1과 ED5H1의 주근의 변화는 유사한 값을 보이거나 강도에서는 약11%적게 나타났다.

#### 5. 결론

실험을 통해 얻은 보의 휨내력은 기존 철근 콘크리트의 값과 비교하여 유공보의 타당성과 적용성을 실험적으로 접근하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 직경 3cm구멍손실은 휨내력 손실 Normal에 비해 25%이다.
- 2) 직경 5cm구멍손실 1개와 2개의 휨내력 손실은 1.3%차이이다.
- 3) 5cm구멍의 내력과 3cm구멍 내력과 1.6%차이가 난다.
- 4) 구멍 2cm 차이의 크기는 휨내력에 큰 영향을 주지 않는다.

#### 참고문헌

1. 김오신, "시멘트 공업의 페타이어 활용방안", 대한타이어협회, pp31~41
2. Peter, J.Bosscher, Tuncer, B.Edil and Neil, N. Eldin, "Construction and Performance of a Shredded Wasted tire test embankment", Transportation Research Record NO.B45, 1992, pp45~51
3. Frankin, R.E. and King J.M.J., "Relations between Compressive and Indirect-tensile Strengths of Concrete", Road Res.Lab.Rep.LR 412, 1971, pp32
4. 철근 콘크리트 개방형 유공보에 관한 실험적 연구, 조선대학교 석사학위 논문, 1994 pp6
5. 순수휨을 받는 철근콘크리트 유공보에 관한 연구, 성균관대학교 석사학위 논문, 1985 pp28~32