
고강도철근콘크리트 보의 휨강성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Flexural Rigidity of Reinforced High Strength Concrete Beams



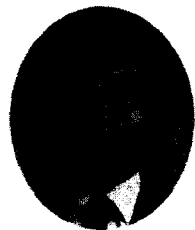
고만영*

Ko, Man-Young



김상우**

Kim, Sang-Woo



김용부***

Kim, Yong-Boo

ABSTRACT

This paper presents a study on the flexural rigidity of reinforced high strength concrete beams. Thirty six beams with different compressive strength of concrete, tensile reinforcement ratio, compressive reinforcement ratio, and pattern of loadings(1 point loading and 2 points loading) were tested to evaluate the effective moment of inertia. According to the experimental results, the equation(1) proposed by ACI code for the effective moment of inertia overestimated that of simply supported reinforced high strength concrete beams. Thus, in this paper, an empirical equation(3) is proposed as a lower bound of 90% confidence limit to estimate the effective moment of inertia of simply supported reinforced high strength concrete beams.

Keywords : reinforced high strength concrete, flexural rigidity, effective moment of inertia

* 정회원, 제주한라대학 건축디자인과 전임강사
** 정회원, 성균관대학교 건축공학과 박사과정
*** 정회원, 성균관대학교 건축공학과 명예교수

· 본 논문에 대한 토의를 2000년 8월 31일까지 학회로 보내 주시면 2000년 10월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

최근에 새로운 혼화재료의 도입으로 고강도, 고내구성 및 유동성이 좋은 콘크리트의 생산이 가능하게 되면서 고강도 콘크리트의 사용이 증가하고 있다. 이러한 고강도 콘크리트를 보 및 수평 부재에 사용하면, 보통 콘크리트를 사용한 보와 비교하였을 때 보의 휨강도와 휨강성이 증가하므로 보의 단면을 줄일 수 있어서 층고를 감소시킬 수 있으며, 처짐에 대한 제어능력이 향상되므로 장스팬 보가 가능하다.

이러한 고강도철근콘크리트 보의 휨거동에 대한 연구를 수행하는 중요한 목적은 휨강도, 휨강성 및 하중-처짐 거동을 예측하는 것이다. 그런데 사용하중 범위에서 고강도철근콘크리트 보의 휨강성에 대해서는 비교적 연구가 부족한 상태이다. 현재 장, 단기 하중에 대한 철근 콘크리트 휨 부재의 처짐 계산을 위해 몇몇 방법들이 제안되어 있다. 그러나, 이러한 방법들은 보통 강도의 철근 콘크리트를 주로 다룬 것이므로, 고강도철근콘크리트 보와는 어느 정도 차이가 있을 수 있다.^(1,2)

보의 처짐을 결정하기 위해서는 먼저 단면2차 모멘트(I)를 구하여야 한다. 단면2차모멘트는 부재 내에 발생하는 균열의 양에 의존한다. 즉 균열 발생 후 부재 길이를 따라 폭률의 변화가 일어나고 균열 사이에서 중립축이 변화하며, 단면의 휨강성은 감소한다. 단면2차모멘트는 전체 단면2차모멘트(I_g)에서 부터 균열 단면2차모멘트(I_{cr})까지 보 길이를 따라 변화하며, 이러한 현상에 의해 처짐의 계산이 복잡해지고 $M-\phi$ 관계로부터 변형을 정확하게 결정하기가 어려워진다. 따라서, 균열이 생긴 부재에서 균열 단면과 비균열 단면 사이의 값을 가지는 유효 단면2차모멘트(I_e)를 선택하는 것이 바람직하다.

1971년 이래 ACI Building Code에서 단순보의 전체 길이에 대하여 유효 단면2차모멘트(I_e)는 아래와 같은 Branson이 유도한 식을 사용하고 있다.^(3,4,5,6)

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \quad (1)$$

여기서, M_a 는 처짐이 계산된 곳에서 부재의 최대 모멘트이고, M_{cr} 은 보의 균열 모멘트이다. I_e 는 $M_{cr} < M_a < M_y$ 일 때 식 (1)을 이용하여 구한다.

본 연구의 목적은 고강도철근콘크리트 단순보의 휨강성($E_c I$)을 실험적으로 평가하고 철근콘크리트 단순 보에 대한 ACI 규준에 근거한 기존의 이론식과 비교, 분석함으로써 설계 기초자료를 제공하는 데 있다.

2. 고강도철근콘크리트 보의 휨 실험

2.1 콘크리트의 배합설계, 제작 및 양생

본 실험에서 사용한 시멘트의 종류는 1종 보통 포틀랜드 시멘트이다. 굵은 골재는 최대 직경이 13 mm, 비중 2.65, 조립율 6.46인 화강암 쇄석을 사용하였으며, 잔골재는 비중 2.64, 조립율 2.74인 삼교천 강모래를 사용하였다. 고강도 발현을 위하여 실리카흄을 사용하였으며, 고유동성을 확보하기 위하여 멜라민계 고유동화제를 사용하였다. 고강도 콘크리트의 배합은 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Mix proportion of concrete

Mix strength (kgf/cm ²)	W/(C+S,F) (%)	S/A (%)	Unit weight (kg/m ³)				Admixtures (kg/m ³)	
			W	C	S	G	S.F	S.P
600	30	38	167.0	530	629	1026	26.5	21.2
700	29	38	169.3	530	629	1026	53.0	21.2
800	27	39	169.3	570	629	1026	57.0	22.8

본 실험에서는 $\Phi 10 \times 20$ cm 실린더형 몰드를 사용하여 공시체를 제작하였다. 비빔은 시험용 공시체의 제작방법에 준하여 하였으며, 콘크리트 성형시 진동방법은 붕 바이브레이터를 주로 사용하였고 다짐방법은 고무망치를 사용하여 측면을 두드리는 방법과 막대기를 이용하여 다지는 방법을 선택하였다. 공시체 양생은 비빔 후 탈형까지 대기에서 습윤상태를 유지시켰고, 탈형 후에는 수중 양생시켰다.

2.2 콘크리트 및 철근의 재료 특성

고강도 콘크리트의 압축실험은 KS F 2405, 인장강도실험은 KS F 2423 규정에 의하여 실시하였으며, 철근의 인장실험은 KS B 0802 규정에 의하여 실시하였다. 고강도 콘크리트 및 철근의 재료적 특성에 관한 실험결과는 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

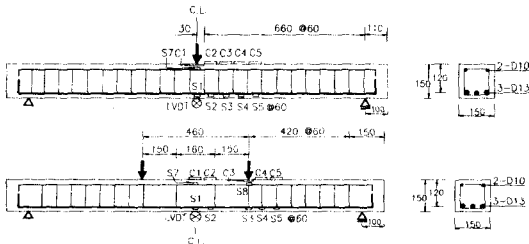
Table 2 Material properties of concrete

Items	Compressive strength (kgf/cm ²)	Split strength (kgf/cm ²)	Elastic modulus (kgf/cm ²)	ϵ_o
6 Series	679	52	318000	0.0024
8 Series	837	55	371000	0.0026
7 Series	722	52	353000	0.0025

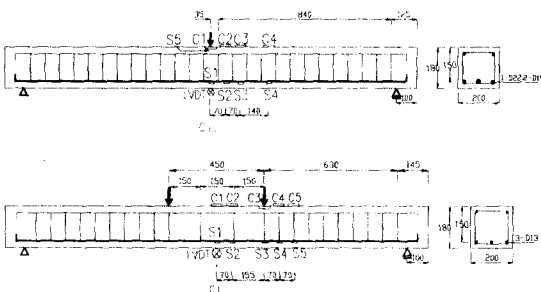
ϵ_o 는 최대하중일 때 변형률이다.

Table 3 Material properties of steel

Class	Area (cm ²)	Yield strength (kgf/cm ²)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Elongation (%)	Elastic modulus (kgf/cm ²)
D10	0.71	4,141	6,197	18.6	1630000
D13	1.27	4,016	5,906	21.0	2040000
D16	1.99	4,523	6,533	16.8	1750000
D19	2.87	4,277	6,272	17.8	1770000
D22	3.87	3,928	5,995	16.0	1750000



(a) 6 and 8 Series beams



(b) 7 Series beams

Fig. 1 Details of test beams

2.3 보 계획

본 연구에서 보 계획은 다음의 주요 실험변수들을 고려하여 두 단계로 나누어 총 36개를 계획, 제작하였다.⁽²⁾

첫 번째 단계는 콘크리트의 압축강도(600 및 800 kgf/cm²), 인장철근비($\rho = 0.30, 0.50, 0.65, 0.75 \rho_b$) 및 하중재하형태(1점 가력, 2점 가력)의 영향을 살펴보기 위하여 계획하였다. 두 번째 단계는 콘크리트의 압축강도는 700 kgf/cm²으로 하고 인장철근비($\rho = 0.30, 0.65, 0.95, 1.32 \rho_b$), 압축철근비($\rho'/\rho = 0.0, 0.15, 0.3, 0.5, 0.75$) 및 하중재하형태(1점 가력, 2점 가력)의 영향을 살펴보기 위하여 계획하였다.

전단철근은 휨과피전에 전단과피가 일어나지 않도록 $d/2$ 간격으로 충분히 배근하였고 보의 단면 및 길이는 휨거동이 지배적으로 나타날 수 있도록 Fig. 1과 같이 전단스팬비($a/d = 4.0, 5.8, 4.5, 6.0$)를 계획하였다.

보의 소성구간은 일반적으로 가력점에서 d 이내 범위에서 형성된다. 따라서 보의 소성힌지 길이 및 회전능력은 보의 변형의 대칭을 예상하여 중앙에서 한쪽 방향으로 인장철근과 압축측 콘크리트의 같은 위치에 게이지를 설치하여 변형률을 측정함으로써 평가할 수 있도록 하였다.

보의 종류와 상세는 Table 4에 표시하였다. Fig. 1에서는 보의 크기와 배근상태 및 변위와 변형률 측정위치 등을 나타내고 있다.

보 이름의 의미는 다음과 같다.

$$7-75^{15}-1$$

① ②③ ④

- ① : 콘크리트의 압축강도 (7 : 700 kgf/cm²)
- ② : 인장철근비 (75 : $\rho = 0.75 \rho_b$)
- ③ : 복근비 (15 : $\rho' = 0.15 \rho$)
- ④ : 하중재하형태 (1:1점 가력, 2:2점 가력)

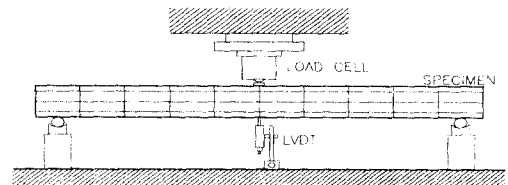


Fig. 2 Test set up of beams

Table 4 Properties of test beams

Beams	Compressive strength (kgf/cm ²)	Tensile rebar		$\frac{\rho'}{\rho}$	Pattern of loadings	Clear span length (cm)
		Arrangement	$\frac{\rho}{\rho_b}$			
6-30-1	679, 837	2-D13, 1-D10	0.33	0.44	1 point loading	140
8-30-1		3-D13	0.34	0.37		
6-50-1		2-D16, 1-D13	0.54	0.33		
8-50-1		3-D16	0.54	0.24		
6-65-1		2-D19, 1-D10	0.66	0.22		
8-65-1		2-D19, 1-D16	0.70	0.18		
6-75-1		2-D19, 1-D16	0.79	0.18		
8-75-1		2-D22, 1-D13	0.81	0.16		
6-30-2	679, 837	2-D13, 1-D10	0.33	0.44	2 points loading	140
8-30-2		3-D13	0.34	0.37		
6-50-2		2-D16, 1-D13	0.54	0.33		
8-50-2		3-D16	0.54	0.24		
6-65-2		2-D19, 1-D10	0.66	0.22		
8-65-2		2-D19, 1-D16	0.70	0.18		
6-75-2		2-D19, 1-D16	0.80	0.18		
8-75-2		2-D22, 1-D13	0.81	0.16		
7-32 ⁹⁰ -2	722	2-D16	0.29	0.00	2 points loading	180
7-32 ³⁰ -2		1-D10		0.30		
7-62 ⁹⁰ -2		1-D22 2-D19	0.59	0.00	2 points loading	180
7-62 ¹⁵ -2				0.15		
7-62 ³⁰ -2				0.30		
7-62 ⁵⁰ -2				0.50		
7-62 ⁷⁵ -2		0.75				
7-92 ⁹⁰ -2		3-D22 2-D13	0.87	0.00	2 points loading	180
7-92 ¹⁵ -2				0.15		
7-92 ³⁰ -2				0.30		
7-92 ⁵⁰ -2				0.50		
7-92 ⁷⁵ -2		0.75				
7-132 ⁹⁰ -2		5-D22	1.19	0.00	2 points loading	180
7-132 ¹⁵ -2				0.15		
7-132 ³⁰ -2				0.30		
7-132 ⁵⁰ -2				0.50		
7-132 ⁷⁵ -2	0.75					
7-62 ⁹⁰ -1	1-D22 2-D19	0.59	0.00	1 point loading	180	
7-62 ¹⁵ -1			0.15			
7-62 ³⁰ -1			0.30			

Stirrup : 6 and 8 series beams : D10@60
7 series beams : D10@70

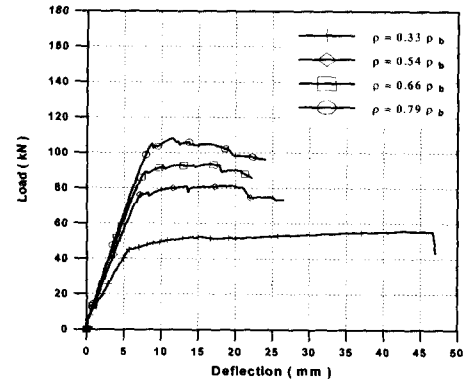
2.4 실험방법

보 설치 상황은 Fig. 2에 나타내었다. 보의 처짐을 측정하기 위하여 보의 중앙부에는 변위변환기를 1개 설치하고 이를 데이터로거와 연결하였다. 또한 변형률을 측정하기 위하여 계획한 위치에 부착된 철근과 콘크리트용 게이지도 데이터로거와 연결하였다.

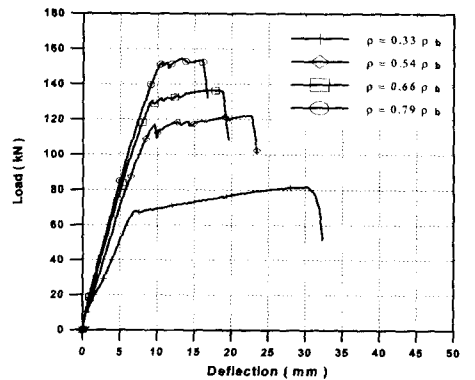
가력방법은 하중조절방식으로 단조증가하중을 가하였다. 하중재하 속도는 최초 균열이 발생할때까지는 0.2 t/min으로 천천히 하였고 그 이후는 0.4 t/min으로 속도를 증가시켰다. 하중은 최대 하중의 80%이하로 떨어질때까지 가력하였다.

2.5 실험결과

보의 휨 실험결과, 보의 휨강성은 콘크리트 압축강도, 인장철근비 및 압축철근비가 증가할수록 크게 나타나는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3).



(a) 1 point loading beams



(b) 2 points loading beams

Fig. 3 Load-Deflection curve of 6 series beams

3. 실험결과 분석 및 고찰

항복시 고강도철근콘크리트 보의 유효 단면2차 모멘트에 대한 실험결과와 해석결과는 Table 5에 나타내었으며, Fig. 6에서는 하중단계별 고강도철근콘크리트 보의 유효 단면2차모멘트에 대한 실험결과와 해석결과를 보여주고 있다.

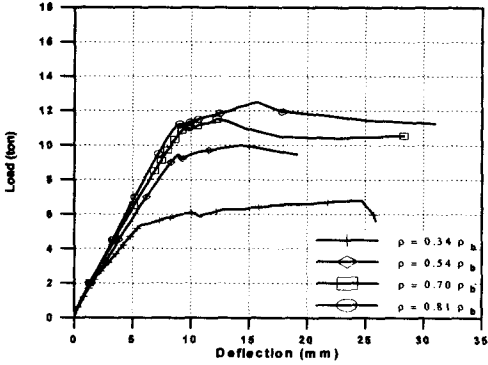
고강도철근콘크리트 단순보의 실험에 입각한 단면2차모멘트는 탄성처짐 방정식을 이용하여 다음과 같이 평가할 수 있다.⁽⁷⁾

$$I_{exp} = \frac{b \cdot a}{48 E_c \Delta_{exp}} (3L^2 - 4a^2) \quad (2)$$

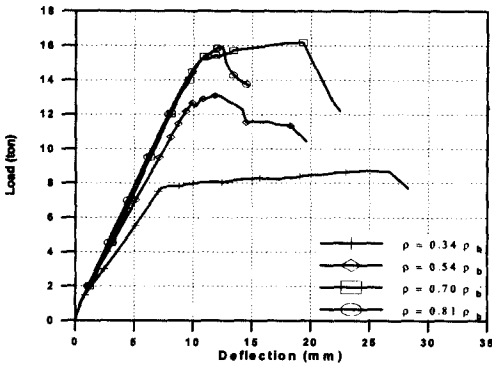
식(2)에 사용된 탄성계수(E_c)는 6, 8 시리즈 보 및 7 시리즈 보에 대하여 각각 3.18×10^5 , 3.71×10^5 , 3.53×10^5 kgf/cm²으로 공시체 압축 실험결과를 사용하였다.

항복시 고강도철근콘크리트 보의 유효 단면2차 모멘트(I_e)는 기존의 ACI 규준식[식(1)]을 사용하여 계산하였으며, 여기서 콘크리트 및 철근의 탄성계수는 재료실험결과에서 얻은 값을 사용하였고 균열모멘트는 보의 휨 실험결과 값을 사용하였다. 고강도 및 보통강도 철근콘크리트 보의 휨강성을 비교하기 위하여, 보통강도 철근콘크리트 보의 유효 단면2차모멘트(I_{en})도 기존의 ACI 규준식[식(1)]을 사용하여 계산하였는데, 이 때 콘크리트 압축강도 및 탄성계수는 각각 210 kgf/cm², 2.1×10^5 kgf/cm²으로 하였고 단면의 크기 및 평형철근비에 대한 인장철근비의 비(ρ/ρ_b)는 고강도철근콘크리트 보의 경우와 동일하게 하였다.

고강도철근콘크리트 보의 경우에 I_e 에 대한 I_{exp} 의 비는 Table 5에 나타낸 것처럼 보의 콘크리트 강도에 따라 평균 0.73 ~ 0.85, 표준편차 0.046 ~ 0.115로 나타났다. Table 5에서 콘크리트의 강도가 낮을수록, 복근비가 증가할수록, 전단스팬비가 짧을수록 I_{exp} 와 I_e 의 차이가 줄어드는 현상을 알 수 있었다. 또한 고강도철근콘크리트 보의 휨 실험결과 휨강성($E_{ch}I_{exp}$)은 보통강도 철근콘크리트 보의 휨 해석결과 휨강성($E_{ch}I_{en}$)의 평균 1.86 ~ 1.88, 표준편차 0.102 ~ 0.286으로 나타났다.



(a) 1 point loading beams



(b) 2 points loading beams

Fig. 4 Load-Deflection curve of 8 series beams

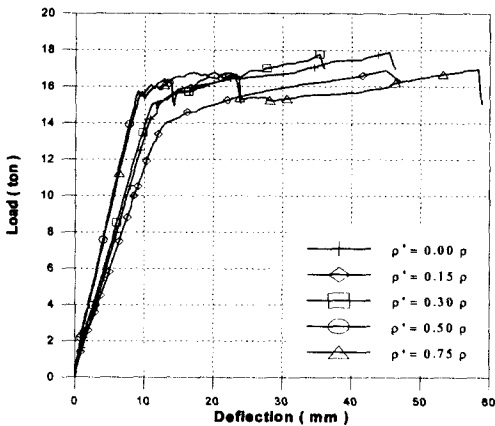


Fig. 5 Load-Deflection curve of 7-62-2 beams

Table 5 Comparison between measured and predicted flexural rigidity of tested beams

Beams	M_{cr} (t-cm)		d_f (mm)		I_{exp} (cm ⁴)	I_e (cm ⁴)	I_{ef} (cm ⁴)	I_{en} (cm ⁴)	$\frac{I_{exp}}{I_e}$	$\frac{I_{exp}}{I_{ef}}$	$\frac{I_{exp}}{I_{en}}$	$\frac{E_{ch} I_{exp}}{E_{cn} I_{en}}$
	Exp	Exp	Cal	Exp Cal								
6-30-1	35	5.9	7.46	0.79	1414	1670	1118	1172	0.85	1.26	1.21	1.83
6-50-1	22	7.2	9.15	0.79	1948	2386	1532	1603	0.82	1.27	1.22	1.84
6-65-1	31	8.1	9.87	0.82	2009	2601	1648	1763	0.77	1.22	1.14	1.73
6-75-1	29	8.5	10.95	0.78	2240	2770	1736	1899	0.81	1.29	1.18	1.79
6-30-2	28	6.8	7.93	0.86	1557	1750	1334	1225	0.89	1.17	1.27	1.92
6-50-2	37	9.0	11.19	0.80	1985	2179	1596	1464	0.91	1.24	1.36	2.05
6-65-2	32	9.2	11.49	0.80	2219	2457	1776	1671	0.90	1.25	1.33	2.01
6-75-2	28	10.6	12.50	0.85	2247	2663	1904	1827	0.84	1.18	1.23	1.86
평균	30			0.81					0.85	1.23		1.88
표준편차	4.4			0.028					0.046	0.040		0.102
90% 신뢰도	23~37			0.76~0.86						1.17~1.30		
8-30-1	46	8.08	8.67	0.93	1084	1686	1019	1145	0.64	1.06	0.95	1.68
8-50-1	35	8.92	11.59	0.77	1639	2140	1262	1466	0.77	1.30	1.12	1.98
8-65-1	42	8.18	11.06	0.74	1867	2376	1378	1650	0.79	1.35	1.13	2.00
8-75-1	28	9.57	11.61	0.82	1808	2584	1491	1807	0.70	1.21	1.00	1.77
8-30-2	34	8.47	9.13	0.93	1219	1626	1128	1168	0.75	1.08	1.04	1.84
8-50-2	34	9.36	11.16	0.84	1716	2141	1440	1466	0.80	1.19	1.17	2.07
8-65-2	32	12.49	12.86	0.97	1633	2395	1585	1657	0.68	1.03	0.99	1.74
8-75-2	31	10.37	11.64	0.89	1907	2584	1701	1807	0.74	1.12	1.06	1.86
평균	35			0.86					0.73	1.17		1.86
표준편차	5.5			0.077					0.053	0.104		0.133
90% 신뢰도	26~44			0.73~0.99						1.00~1.35		
7-32 ^{NU} -2	64	8.90	15.07	0.59	3196	3310	1895	2490	0.97	1.69	1.28	2.15
7-32 ^{SU} -2	70	8.30	13.78	0.60	3582	3468	2165	2545	1.03	1.66	1.41	2.37
7-62 ^{NU} -2	43	11.69	15.01	0.78	4042	5522	3157	3922	0.73	1.28	1.03	1.73
7-62 ^{LO} -2	42	12.27	12.81	0.96	3487	5598	3351	3945	0.62	1.04	0.88	1.48
7-62 ^{SU} -2	60	11.01	13.41	0.82	4295	5673	3537	3968	0.76	1.21	1.08	1.82
7-62 ^{NU} -2	98	9.10	13.82	0.66	5445	5515	3603	3709	0.99	1.51	1.47	2.50
7-62 ^{LO} -2	34	9.70	12.18	0.80	5089	5933	4079	4086	0.86	1.25	1.25	2.09
7-92 ^{NU} -2	40	15.21	17.32	0.88	4656	7171	4099	5217	0.65	1.14	0.89	1.50
7-92 ^{LO} -2	39	14.07	15.39	0.91	4810	7364	4407	5285	0.65	1.09	0.91	1.53
7-92 ^{SU} -2	63	13.68	15.63	0.88	5299	7511	4681	5338	0.71	1.13	0.99	1.67
7-92 ^{NU} -2	39	10.80	14.59	0.74	6630	7540	4927	5272	0.88	1.35	1.26	2.11
7-92 ^{LO} -2	64	10.70	13.10	0.82	6713	7994	5496	5527	0.84	1.22	1.21	2.04
7-132 ^{NU} -2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-132 ^{LO} -2	33	15.31	17.90	0.86	4833	6928	4120	5544	0.70	1.17	0.87	1.47
7-132 ^{SU} -2	39	14.29	17.03	0.84	5291	7140	4450	5170	0.74	1.19	1.02	1.72
7-132 ^{NU} -2	59	12.40	15.29	0.81	6049	7532	4921	5348	0.80	1.23	1.13	1.90
7-132 ^{LO} -2	47	11.10	13.49	0.82	6825	8202	5639	5675	0.83	1.21	1.20	2.02
7-62 ^{NU} -1	77	10.42	14.59	0.71	4013	5530	2869	3922	0.73	1.40	1.02	1.71
7-62 ^{LO} -1	49	10.24	13.37	0.77	3966	5598	3040	3945	0.71	1.30	1.01	1.69
7-62 ^{SU} -1	75	8.50	12.92	0.66	4875	5677	3210	3968	0.86	1.52	1.23	2.06
평균	54			0.80					0.79	1.29		1.88
표준편차	17			0.10					0.115	0.178		0.286
90% 신뢰도	26~83			0.64~0.96						1.00~1.59		

I_{exp} : 실험에서 구한 유효 단면2차모멘트. I_e : 기준식(1)로 구한 고강도철근콘크리트 보의 유효 단면2차모멘트
 I_{ef} : 제안식(3)으로 구한 고강도철근콘크리트 보의 유효 단면2차모멘트. I_{en} : 기준식(1)로 구한 보통강도 철근콘크리트 보의 유효 단면2차모멘트. $d_{f,cal}$: 제안한 유효 단면2차모멘트를 이용하여 식(4)로 구한 함복시 변위.
 E_{ch} : 고강도 콘크리트의 탄성계수. E_{cn} : 보통강도 콘크리트의 탄성계수

이상으로부터, 고강도철근콘크리트 보의 경우에 기존의 식(1)로 구한 I_e 가 I_{exp} 보다 과대평가됨으로써 처짐을 과소평가 하고 있다. 그러므로 ACI 규준의 식(1)은 I_e 의 과대 평가량에 대한 보정이 필요하다. 따라서 본 연구의 경우에 고강도철근콘크리트 단순보의 유효 단면2차모멘트 I_{ef} 는 위의 결과를 고려하고 90% 신뢰도의 하한계를 기준으로 하여 다음과 같이 제안한다.

$$I_{ef} = m \left\{ \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \right\} \quad (3)$$

$$m = 1360 (1 + \rho'/\rho)^{0.33} / (a^{0.33} \sqrt{E_{ch}})$$

여기서 E_{ch} 는 고강도 콘크리트의 탄성계수이며, ρ'/ρ 는 복근비이고 a 는 전단스팬이다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이, 제안한 I_{ef} 에 대한 I_{exp} 의 비는 대부분의 경우 $M_a/M_{cr} \leq 2.0$ 일 때 변화하고 있으나 $2.0 < M_a/M_{cr} < M_y/M_{cr}$ 일 때 거의 일정하고 항복하중에서 다시 약간의 변화가 나타나기 시작함을 관찰할 수 있었다.

사용하중 범위내에서 고강도철근콘크리트 단순보의 처짐은 식(2)와 식(3)를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

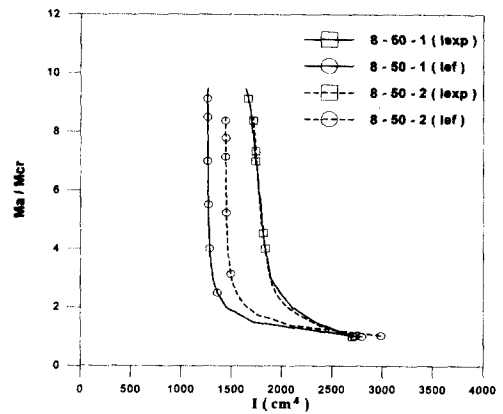
$$\Delta = \frac{p \cdot a}{48 E_c I_{ef}} (3L^2 - 4a^2) \quad (4)$$

콘크리트 강도, 복근비 및 전단스팬비(a/d)가 다른 경우, 항복시 고강도철근콘크리트 보의 처짐에 대한 실험결과와 식(4)로 구한 해석결과에 대한 실험결과와 항복변위는 Table 5에 나타낸 바와 같이 보의 콘크리트 강도에 따라 평균 0.80 ~ 0.86, 90% 신뢰도 상한계 0.86 ~ 0.99로 나타났다. 따라서 제안한 유효 단면2차모멘트는 안전하게 사용할 수 있는 값이다.

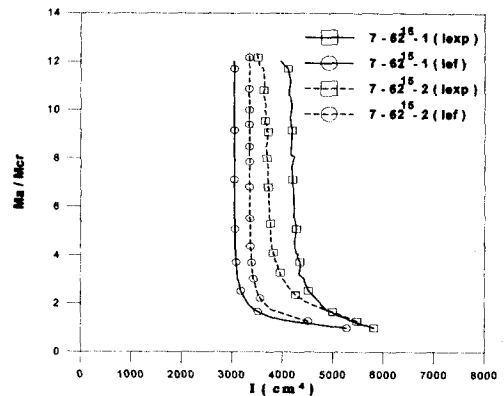
4. 결 론

고강도철근 콘크리트 보의 휨강성에 관한 본 연구결과는 국내의 고강도철근콘크리트 보의 설

계에 대한 기본적인 자료를 제공할 수 있을 것으로 생각한다. 고강도철근콘크리트 보의 휨강성에 관한 본 연구결과, 유효 단면2차모멘트를 구하는 ACI 규준의 기존식[식(1)]은 고강도철근콘크리트 단순보의 유효 단면2차모멘트를 과대 평가하고 있다. 따라서, 본 연구의 경우에 이러한 과대평가량을 보정하기 위하여 고강도철근콘크리트 단순보의 유효 단면2차모멘트는 항복시 90% 신뢰도의 하한계로 하여 식(3)과 같이 제안하였다.



(a) 8 Series beams



(b) 7 Series beams

Fig. 6 Variation of I_e , I_{exp} with loading level for tested beams

참고문헌

1. 고만영, 김상우, 김용부, "고성능 철근콘크리트 보의 휨강성 및 소성힌지의 회전능력에 관한 실험적 연구," *콘크리트학회지*, 제10권 4호, 1998 8, pp. 93-100.
2. 고만영, "고성능 철근콘크리트 보의 탄소성 거동에 관한 실험적 연구," 성균관대학교 대학원 박사학위청구논문, 1998.
3. Pulmano, Victor A., and Shin, Young Sik, "Simplified Finite-Element Analysis of Deflections of Reinforced Concrete Beams," *ACI Structural Journal*, Vol. 84, July-August 1987, pp. 342-348.
4. Ashour, Samir A. and Wafa, Faisal F., "Flexural Behavior of High-Strength Fiber Reinforced Concrete Beams," *ACI Structural Journal*, Vol. 90, May-June 1993, pp. 279-287.
5. Park, R. and Pauley, T., *Reinforced Concrete Structures*, John Wiley & Sons Inc., 1975.
6. ACI Committee 318, *ACI 318-95*, 1995.
7. Samir A. Ashour and Faisal F. Wafa, "Flexural Behavior of High-Strength Fiber Reinforced Concrete Beams," *ACI Structural Journal*, Vol. 90, May-June, 1993, pp. 279-287.

요 약

본 논문은 고강도철근콘크리트 보의 휨강성에 관한 실험적 연구이다. 실험은 콘크리트 강도, 인장철근비, 복근비 및 하중 재하형태(1점 가력과 2점 가력)를 변수로 하여 총 36개의 철근콘크리트 단순보에 대하여 행하여 졌다. 고강도철근콘크리트 단순보의 휨 실험결과, 유효 단면2차모멘트를 구하는 ACI 규준의 기존식[식(1)]은 고강도철근콘크리트 단순보의 유효 단면2차모멘트를 과대 평가하고 있다. 따라서, 본 연구의 경우에 이러한 과대 평가량을 보정하기 위하여 고강도철근콘크리트 단순보의 유효 단면2차모멘트는 항복시 90 % 신뢰도의 하한계로 하여 식(3)과 같이 제안하였다.

(접수일자 : 1999. 12. 13)