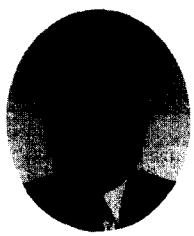
강섬유보강 고강도콘크리트의 응력-변형률 곡선 및 탄성계수 추정식 평가

Evaluation of Stress-Strain Relationship and Elastic Modulus Equation of Steel Fiber Reinforced High-Strength Concrete



장동일* Chang, Dong-Il　손영현** Son, Young-Hyun　조광현*** Cho, Kwang-Hyun　김광일*** Kim, Kwang-Il

ABSTRACT

In this study, the compression test of steel fiber reinforced high-strength concrete have been performed with varying strengths and volume fractions of steel fiber. Three types of matrices including low strength concrete(f_c'=30 MPa), medium strength concrete(f_c'=50 MPa), and high strength concrete(f_c'=70 MPa) were selected. Five types of fiber fractions were studied including 0.0%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, and 1.5% by volume.

From the results of the compressive strength test, the post-peak characteristics of the stress-strain relationship were investigated, and the existing equations to predict the elastic modulus were experimentally evaluated.

Keywords : steel fiber reinforced high-strength concrete, volume fraction and aspect ratio of steel fiber, stress-strain relationship, elastic modulus, design strength

* 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 현대건설(주) 기술연구소 책임연구원
*** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정

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

1. 서 론

강섬유보강콘크리트는 강섬유의 존재로 인하여 어느정도 압축강도의 증진을 기대할 수 있으나, 일반적으로 강도의 증가보다는 연성과 에너지흡수능력의 증대에 따른 보통콘크리트의 성능개선이 예상된다.

한편, 압축파괴 실험시 기본적으로 측정되는 압축응력과 압축변형도의 관계를 나타내는 응력-변형률 곡선은 역학적으로 많은 정보를 제공하며, 응력-변형률 곡선의 상승부 즉 탄성범위내에서 계산되는 탄성계수는 통상 압축강도의 함수로 표현되지만, 강섬유를 혼입한 경우는 무근콘크리트의 탄성계수, 강섬유자체의 탄성계수 및 강섬유혼입율 등이 강섬유보강콘크리트의 탄성계수에 관련되기 때문에 그 평가에 주의를 기울여야 한다.[3]

이에 본 연구에서는 강섬유가 혼입된 고강도콘크리트에 대해 압축파괴실험을 수행하고, 최대하중 이후의 응력이 영(zero)에 근접할 때까지의 응력-변형률 곡선을 얻었다.

이를 기초로 응력-변형률 곡선의 특성을 최대하중 이후의 거동을 중심으로 분석하였으며, 탄성계수에 미치는 압축강도와 강섬유 지수의 영향을 분석하고, 기존 탄성계수 추정식의 강섬유보강 고강도콘크리트에의 적용성을 평가하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료 및 배합설계

본 연구에서는 콘크리트의 설계강도를 30 MPa, 50 MPa, 70 MPa로, 강섬유혼입율을 0.0%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.5%로 하여 압축파괴실험을 수행할 목적으로 수차에 걸친 예비 실험배합을 통하여 충분한 유동성과 설계강도가 발현되는 배합비를 기초로 본 실험에 임하였다.

본 실험에서는 비중이 3.15인 국내 H사 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 굵은 골재로는 서울 세곡동에서 채취한 표건비중 2.71, 최대치수 25 mm인 쇄석을 사용하였다. 또한, 잔골재는 서울 사당동 소재 K사 레디믹스트콘크리트 공장에서 사용중인 표건비중 2.67의 인천산 바닷모래를 사용하였다.

한편, 최근 콘크리트의 고강도화 연구에서 빈번히 이용되고 있는 실리카 흄과 플라이애쉬를 시멘트 중량 대비 10% 혼입하였는데, 본 연구에서 사용된 실리카 흄과 플라이애쉬는 각각 캐나다산 분말형과 보령화력발전소에서 생산된 것으로 그들의 물리적 특성을 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

Table 1 Physical properties of silicafume

Specific gravity	Desity (kg/m^3)	Finess (cm^2/g)	Particle size (μm)
2.2	250~300	200,000	0.1~1.0

Table 2 Physical properties of flyash

Specific gravity	Finess (cm^2/g)	Ig. loss (%)	Unit water ratio (%)	Comp. str. ratio (%)
2.34	3,700	3.07	99	95

또한, 강섬유를 콘크리트에 혼입함으로써 예상되는 작업성의 급격한 저하를 고려하여 N사의 나프탈렌 술폰산계 고성능감수제를 시멘트 중량대비 0.5%~1.7% 범위에서 투입하였다. 즉, 강섬유혼입율이 0.0%인 경우 0.5%, 강섬유혼입율 0.5%~0.75%인 경우 0.8%, 강섬유혼입율 1.0%인 경우 1.0% 그리고 강섬유혼입율 1.5%인 경우 1.7%를 각각 투입하였는데, 이들 투입량은 강섬유혼입율별 그리고 설계강도별 작업성 저하를 고려하여 예비 실험배합에서 결정되었다.

본 연구에서 사용된 강섬유는 현재 국내에서 상용되고 있는 최소 인장강도가 약 1,100 MPa인 ASTM C 820 Type I 를 사용하였으며, 길

Table 3 Mix proportions of concrete

Design Strength (MPa)	Unit weights (kg/m^3)							
	W	C	S	G	Admixtures			Steel Fiber
					FA[1]	SF[1]	HR WR	
30	172	420	811	1006	-	-	주 2)	주 3)
50	174	522	688	964	58	-		
70	168	560	578	958	70	70		

주 1) FA : 플라이애쉬 , SF : 실리카 흄
주 2) 고성능감수제(High Range Water Reducer : HRWR)의 사용량은 본문에 상세히 언급함.
주 3) 강섬유(Steel Fiber)의 투입량을 본문에 상세히 언급하였으며, 1.0%는 78.5kg/m^3로 계산됨.

이(L_f)는 60mm, 직경(D)은 0.8mm 이다.

Table 3은 본 연구에서 사용된 배합비를 나타낸 것이다.

2.2 실험체 제작 및 실험방법

실험체 제작시, JCI-SF 2의 섬유보강콘크리트 강도 및 인성실험용 실험체 제작방법을 참고하여 Φ15 x 30cm 실린더 몰드를 강도별, 강섬유혼입율별로 각각 5개씩 총 75개를 제작하였다.

실험체는 제작이 완료된 24시간 후에 탈형하여 표준양생온도 20±3℃를 자동제어할 수 있는 양생수조에 침수시켜 재령 28일에 압축파괴실험을 수행하였으며, 압축파괴실험은 500 ton용량을 갖는 MTS사 만능시험기를 사용하였다. 한편, 실험변수별 압축강도와 탄성계수를 산정하기 위하여 측점길이 100 mm인 2개의 축방향 변위계를 이용하여 응력-변형률 곡선을 측정하였다. 이때, 기존 연구결과[7,8,9,12]를 참조하여 센서에서 오는 변형신호가 실험 제어장치로 피드백되어 일정한 속도인 0.04mm/min.이 유지되도록 변위제어하였다. 다음 Photo 1은 압축파괴실험 전경을 나타낸 것이다.

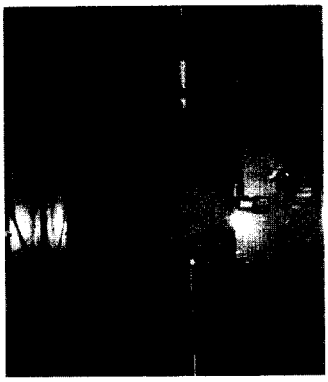
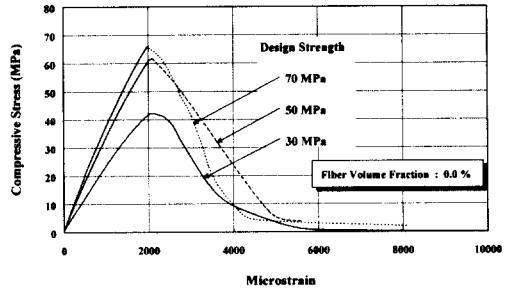


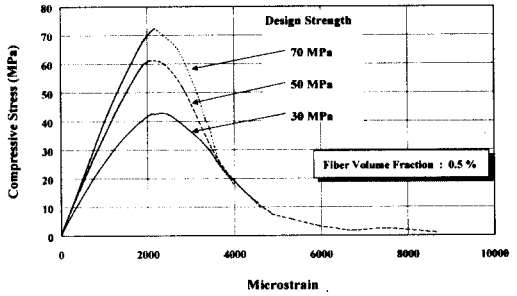
Photo 1. Test set-up of specimen

3. 응력-변형률 곡선 특성 분석

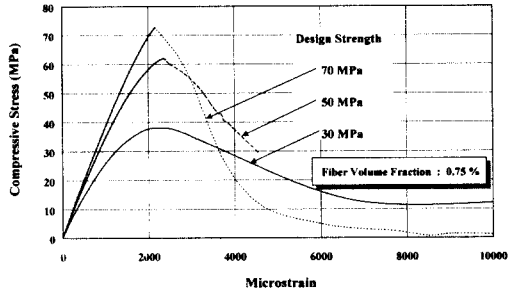
다음 Fig. 1 ~ Fig. 2에 본 실험에서 얻은 응력-변형률 곡선을 나타내었다.



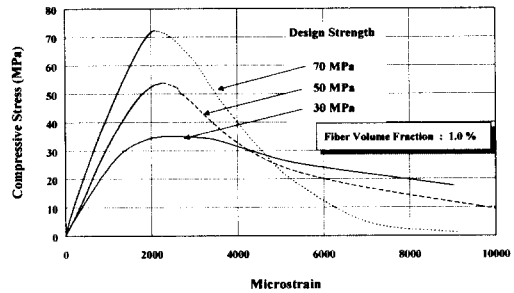
(a)



(b)

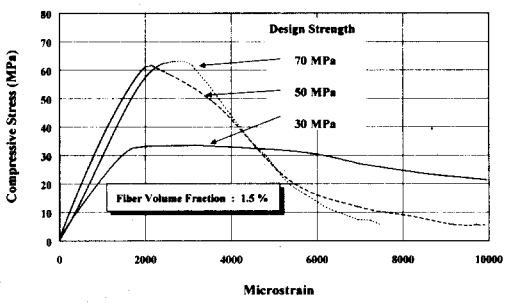


(c)



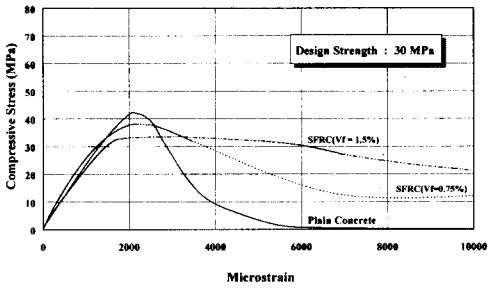
(d)

Fig. 1 Stress-strain relationship according to design strengths (Cont.)

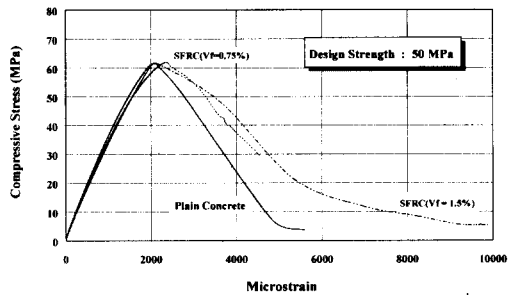


(e)

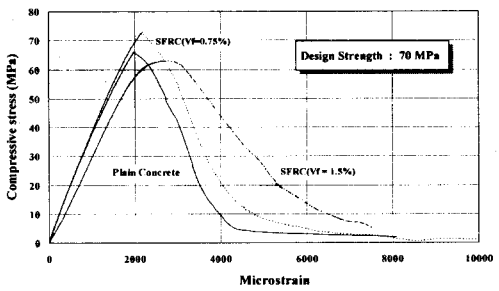
Fig. 1 Stress-strain relationship according to design strengths



(a)



(b)



(c)

Fig. 2 Stress-strain relationship according to fiber volume fractions

강섬유의 혼입은 하중재하방향과 수직되게 배향된 섬유가 일부 압축강도를 증대시키는 효과와 실험체의 횡방향 변형을 구속하는 효과를 부여함으로써 균열의 성장을 저하시키게 된다. 이러한 횡방향 변형의 구속효과는 최대하중이후 압축연성의 증대를 유도하게 되고, 연성적인 압축파괴 경향을 나타낸다[3]. 본 실험결과에서 이와 같은 압축연성의 증대는 Fig. 1 ~ Fig. 2에서와 같이 압축강도가 낮을수록, 그리고 강섬유 혼입율이 증가할수록 크게 나타나는 경향을 보였다.

이러한 결과는 저강도영역에서의 압축파괴가 미세균열의 발생과 성장과정에서 골재가 균열성장 저항체로서 역할을 하게 되기 때문에 골재와 시멘트 페이스트 계면의 1차적인 부착파괴에 의해 지배되고, 이때 강섬유의 혼입이 콘크리트 매트릭스의 압축파괴 진행영역에 대해 브릿징효과, 균열브랜칭 등과 같은 부가적인 효과를 부여하기 때문인 것으로 판단된다.

그러나, 고강도화 될수록 시멘트 매트릭스내부의 골재계면은 충분히 높은 부착강도를 확보하게 되어 균열진전의 특성도 계면파괴가 아닌 골재를 관통하여 균열이 성장하는 경향을 갖게된다. 또한, Glavind와 Stang의 연구[6]에서 지적된 바와 같이 균열성장도 저강도의 경우보다 빠른 속도로 이루어지게 되어 횡방향변형의 급격한 증가와 축방향에서의 일시적인 除荷현상이 발생하게 된다. 따라서, 강섬유의 혼입은 저강도의 영역에서와 같이 부가적인 균열성장 저항의 역할보다는 균열성장저항의 지배적인 역할을 할 뿐만 아니라, 실험체 제조시 작업성의 저하 등으로 인하여 상대적으로 시멘트 매트릭스내에 불균등한 분포를 갖게 됨으로써 연성거동이 저강도영역에서 보다는 다소 저하되는 것으로 사료된다.

4. 탄성계수 추정식 및 실험결과 평가

4.1 기존 탄성계수 추정식 분석

압축파괴실험에서 얻어지는 응력-변형률 곡선의 탄성구간내 임의의 점에서 산정되는 탄성계수는 일반적으로 압축강도의 제곱근의 함수로서 표현되며, 현재 국내에서는 KS F 2438에 규정된

방법에 의거하여 실험적으로 결정하도록 하고 있다.

한편, 실험적으로 결정하지 못할 경우, 1996년 개정된 콘크리트 표준시방서[1]에서는 압축강도 약 30 MPa를 기준으로 그 이하인 경우 식 (1)과 같은 ACI 318 규준식을, 그리고 그 이상인 경우 식 (2)와 같은 ACI 363의 식을 제시하고 있다. 그 외에 식 (3)과 같은 CEB- FIP Model Code의 보통 중량콘크리트에 대한 탄성계수 추정식이 빈번히 이용되고 있다. 또한, 1988년부터 실시된 철근콘크리트 건축물의 초경량 초고층화 기술의 개발(이하 NEW RC Project) 과제 완료 후 약 3000여개의 실험자료를 이용하여 식 (4)와 같이 일본에서 제안된 압축강도 약 35 MPa 이상의 고강도콘크리트에 대한 추정식도 그 사용성이 고려되고 있다.[4,5,11]

국내에서는 최근 장일영 등[4]이 1976 ~ 1996년 사이에 국내 각종 학술발표회 및 논문집에 발표된 총 440개의 실험자료를 대상으로 압축강도 약 36 MPa 이상의 콘크리트에 대해 회귀분석을 통해 식 (5)와 같은 탄성계수 추정식을 제안하였다. 기존 연구에 의한 탄성계수 추정식들은 다음과 같다.

$$E_c = \gamma^{1.5} \cdot 4270 \cdot \sqrt{f_c'} \quad (1)$$

$$E_c = \left(\frac{\gamma}{2.346}\right)^{1.5} \cdot (10500 \cdot \sqrt{f_c'} + 70000) \quad (2)$$

$$E_c = k_1 \cdot 47000 \cdot \sqrt[3]{f_c'} \quad (3)$$

$$E_c = k_1 k_2 \cdot 40250 \left(\frac{\gamma}{2.4}\right)^2 \cdot \sqrt[3]{f_c'} \quad (4)$$

$$E_c = \left(\frac{\gamma}{2.4}\right)^{1.5} \cdot (10000 \cdot \sqrt{f_c'} + 73000) \quad (5)$$

여기서, E_c, f_c' 및 γ 는 콘크리트의 탄성계수(kgf/cm^2), 압축강도(kgf/cm^2) 그리고 단위중량(t/m^3)을 각각 나타내며, k_1 은 골재 원석의 종류에 따른 계수로 석회암질 골재인 경우 CEB-FIP Model Code에서는 0.9를, 그리고 New RC Project 식에서는 1.2가 추천되고 있다. 한편, k_2 는 혼화재료의 사용에 따른 계수로서 0.95 ~ 1.1의 값을 갖는다.

이상과 같이 국내의 경우 고강도콘크리트의 적용사례가 급증하고 있는 상황에서 기존 국외의 탄성계수 추정식이 그대로 적용되어 왔고, 최근 개정된 시방서에서 고강도콘크리트의 탄성계수를 고려하기 위하여 그 기준을 30 MPa로 하여 제시하였으나, 이 또한 국외의 추정식을 그대로 받아들인 실정이다. 한편, 최근 비교적 광범위한 조사를 통해 발표된 장일영 등[4]의 국내실정에 맞는 탄성계수 추정식에 대한 연구결과에서와 같이 새로운 탄성계수 추정식 확립의 필요성이 빈번히 요구되고 있으나, 그에 대한 타 연구자의 추가적이고 지속적인 비교·검토는 전무한 것으로 나타났다.

또한, 압축인성 및 휨인성과 같은 최대하중이후의 연성거동을 향상시키기 위하여 사용되는 강섬유를 고강도콘크리트에 혼입한 경우, 응력-변형률 곡선 특성 및 탄성계수 추정식에 대한 연구는 대부분 약 40 MPa이하의 비교적 저강도콘크리트에 대한 연구결과가 주로 발표되었을 뿐, 고강도콘크리트에 혼입했을 때의 영향에 대한 연구는 그 예를 찾아보기 힘들며, 특히 보통콘크리트에 적용되는 탄성계수 추정식이 강섬유보강콘크리트의 강섬유혼입율 등과 무관하게 직접 적용되고 있다.

따라서, 콘크리트 표준시방서에서 제시하고 있는 고강도콘크리트에 대한 탄성계수 적용 기준강도인 약 30 MPa이상의 고강도콘크리트 뿐만 아니라 강섬유를 혼입한 고강도콘크리트에 적합한 탄성계수 추정식에 대한 연구가 요구됨을 알 수 있다.

4.2 실험결과의 분석

4.2.1 탄성계수에 미치는 실험변수의 영향

본 연구에서는 압축파괴 실험결과를 기초로 강섬유보강콘크리트의 탄성계수를 산정하고, 무근콘크리트를 대상으로 제안된 기존 추정식의 강섬유보강 고강도콘크리트에의 적용 적합성을 검토하기 위하여 우선 강섬유혼입율과 형상비 및 압축강도 등 실험변수가 탄성계수의 변화에 미치는 영향을 본 실험결과 및 기존 연구자들의 연구결과를 이용하여 도식적으로 검토하였다. 여기서 본 실험결과는 2.2절에서와 같이 제작된 5개 실험체

중 최대와 최소값을 제외한 3개 실험체의 평균값을 나타낸 것이며, 다음 Table 4에 요약하여 나타내었다.

Table 4 Test results

Speci-men	Design Strength (MPa)	Compressive Strength (MPa)	Elastic Modulus (MPa)	I_{sf}
NA	30	42.3	23293.6	0.0
NB		42.7	26341.6	37.5
NC		38.1	28235.1	56.25
ND		35.1	24641.7	75.0
NE		33.7	22471.1	112.5
MA	50	61.8	33602.2	0.0
MB		61.1	35416.0	37.5
MC		61.9	35242.7	56.25
MD		53.9	32106.7	75.0
ME		61.6	36975.4	112.5
HA	70	65.9	38511.9	0.0
HB		72.4	39156.3	37.5
HC		72.8	38583.8	56.25
HD		72.4	44140.4	75.0
HE		62.9	29101.6	112.5

압축강도가 탄성계수에 미치는 영향을 보인 Fig. 3은 모든 실험결과에서 압축강도의 증가와 더불어 탄성계수도 증가하는 일반적인 경향을 뚜렷이 나타내고 있다

한편, 강섬유혼입율과 강섬유형상비의 곱($V_f \cdot L_f/D$)으로 정의되는 강섬유 지수(index of steel fiber : I_{sf})가 탄성계수의 변화에 미치는 영향을 검토하기 위하여 본 실험결과, 김무한 등[2], 村上 등[13] 그리고, 信田 등[14] 의 연구결과를 Fig. 4에 도시하였다. 이 그림에서 강섬유 지수의 영향이 거의 없는 것으로 나타난 信田 등의 결과를 제외하고는 강섬유 지수가 약 50 정도일 때 까지는 탄성계수가 증가하나 그 이상인 경우 대체로 감소하는 등의 경향을 보이고 있어 어느 정도 탄성계수에 영향을 미치는 것으로 평가되었다.

그러나, 강섬유 지수가 증가할 수록 분산이 큰 경향을 보이고 있기 때문에 강섬유 지수가 비교적 높은 강섬유혼입 효과를 고려한 탄성계수 추정식 확립에는 엄밀한 분석이 요구된다.

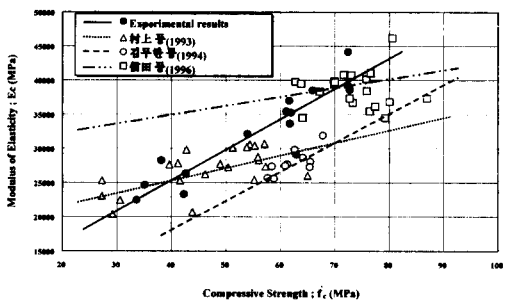


Fig. 3 Effect of compressive strength on elastic modulus

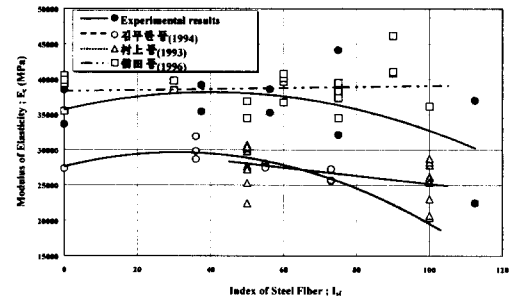


Fig. 4 Effect of index of steel fiber on elastic modulus

4.2.2 실험결과와 기존 추정식의 비교

다음 Fig. 5에는 본 연구의 실험값과 기존의 추정식을 비교하여 나타내었다.

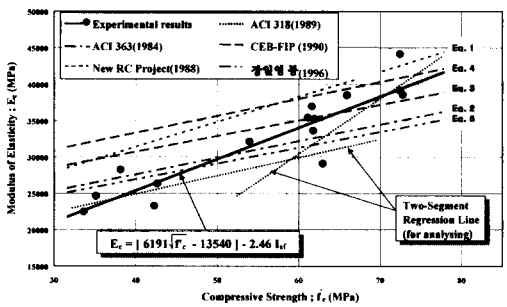


Fig. 5 Comparision between proposed and existing equations for elastic modulus

상기 그림에서 알 수 있듯이 ACI 318 규준식과 New RC Project 식은 실험값을 최대 30% 정도까지 과대평가하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 기존의 Shah와 Ahmad, Zia et. al. 그리고 Martinez et. al. 등에 의해서도 지적되었다.[4]

또한, CEB-FIP Model Code의 경우, Zhang et. al. 등이 평가한 압축강도 약 40 ~ 45 MPa 이상에서 실측값을 과대평가한다는 경향[4] 보다는 약 35 ~ 60 MPa 까지 확장된 범위에서 과대평가되는 경향이 뚜렷하며 그 이상에서는 비교적 근사한 결과를 나타내고 있다.

1996년도에 개정된 콘크리트표준시방서에서 약 30 MPa 이상의 콘크리트에 대해 추천하고 있는 ACI 363 규준식과 기존의 국내 실험결과를 바탕으로 제안된 장일영 등의 제안식에 의한 탄성계수의 추정값은 Fig. 5의 분석용 2분절 회귀선(two-segment regression line)에서 알 수 있듯이 약 60 MPa이하의 강도수준에서는 다소 높은 수준을 유지하면서 측정값에 근접하는 경향을 나타내고 있다.

또한, Fig. 5에서 60 MPa 이상의 콘크리트의 경우는 본 실험결과, 급격한 탄성계수의 증가경향을 보이고 있으며, 이 구간에서 ACI 363 및 장일영 등의 추정식과 실측값이 큰 차이가 발생되고 있다. 이것은 콘크리트 제조시 사용되는 실리카흄, 플라이애쉬 등의 혼화재료에 의해 고강도콘크리트의 응력-변형률 곡선의 특성이 골재와 시멘트 페이스트 사이의 높은 부착력에 의한 미세균열의 감소 및 Slate와 Hover의 실험결과[10]에서와 같이 최대하중의 85% 이상까지 선탄성구간의 상향 등으로 인하여 급격한 탄성계수의 증가가 예상될 수 있음을 보이는 실험결과로 판단된다.

이상에서 검토된 사항은 강섬유를 혼입하지 않은 콘크리트에 대한 탄성계수 추정식과 강섬유보강 고강도콘크리트의 탄성계수 실험값에 관한 것이었다.

한편, 무근콘크리트에 대한 탄성계수 추정식의 강섬유보강 고강도콘크리트에의 적용성은 탄성계수에 미치는 강섬유 혼입의 영향이 Fig. 4에서와 같이 압축강도의 영향에 비해 상대적으로 낮기 때문에 비교적 유효한 것으로 판단된다. 다만, 본 연구가 단일 형상비를 갖는 강섬유 만을 대상으로 한 것이고, 최근 섬유의 혼입율을 약 2.0%이상까지 혼입하여 높은 연성을 확보하려는 연구[12,14,15]가 꾸준히 시도되고 있음을 고려할 때, 형상비와 혼입율의 증가에 따른 탄성계수에 미치는 강섬유혼입효과에 대해서는 추가적인 연구검토가 필요한 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 강섬유가 혼입된 고강도콘크리트에 대한 압축파괴실험에서 얻은 응력-변형률 곡선을 기초로 최대하중 이후의 압축파괴 특성을 분석하고, 기존의 탄성계수 추정식을 일련의 실험결과와 비교검토하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

응력-변형률 곡선 특성 분석 결과, 고강도콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 최대하중 이후의 취성거동을 연성거동으로 유도할 수 있으며, 고강도 영역에서의 강섬유의 혼입은 저강도의 영역에서와 같이 부가적인 균열성장 저항의 역할보다는 균열성장저항의 지배적인 역할을 하는 것으로 사료된다.

현재 국내에서 사용되고 있는 각종 탄성계수 추정식은 압축강도 약 60 MPa 이하에서 대체로 측정값과 유사한 경향을 보였으나, 압축강도 약 60 MPa 이상에서는 급격한 증가경향을 보인 탄성계수의 측정값이 기존 추정식에 의한 추정값보다 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

또한, 기존의 탄성계수 추정식을 이용한 강섬유보강 고강도콘크리트 탄성계수 추정은 비교적 유효한 것으로 판단되나, 강섬유지수가 어느정도 탄성계수에 대한 영향인자로 작용하고 있음을 고려할 때, 향후 예상되는 강섬유 형상비와 혼입율의 증가가 강섬유보강 고강도콘크리트의 탄성계수에 미치는 효과에 대해서 추가적인 검토가 요구된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 콘크리트표준시방서, 대한토목학회, 1996, pp. 14 ~ 18.
2. 김무한, 김진만, 남상일, "강섬유보강콘크리트의 개발 및 응용에 관한 실험적 연구," 콘크리트학회지, 제 6권 1호, 1994, pp. 142 ~ 151.
3. 손영현, "강섬유보강 고강도콘크리트의 파괴특성에 관한 연구," 한양대학교 박사학위논문,1999.
4. 장일영, 박훈규, 윤영수, "국내의 실험자료를 이용한 고강도 및 초고강도 콘크리트의 탄성계수식 제안,"

콘크리트학회지, 제 8권 6호,1996, pp. 213~222.
5. Collins, M. P. and Mitchell, D., Prestressed Concrete Structures, Prentice Hall, 1991, pp.57~65.
6. Glavind, M. and Stang, H., "Evaluation of the Complete Compressive Stress-Strain Curve for High Strength Concrete," RILEM, Fracture Processes in Concrete, Rock and Ceramics, 1991, pp. 749~759.
7. Hsu, L. S. and Hsu, C. T., "Stress-Strain Behavior of Steel Fiber High Strength Concrete Under Compression," ACI, 1994, Structural Journal, pp. 448~457.
8. Hsu, L. S. and Hsu, C. T., "Complete Stress-Strain Behavior of High Strength Concrete under Compression," Magazine of Concrete Research, Vol. 46, No. 169,1994, pp. 301~312.
9. Mansur, M. A., Wee, T. H. and Chin, M. S.,"Derivation of the Complete Stress-Strain Curves for Concrete in Compression," Magazine of Concrete Research, Vol. 47, No.173,1995, pp. 285~290.
10. Neville, A. M., "Properties of Concrete," Addison Wesley Longman LTD, 4th Edition, 1996, pp.680~684.
11. Shah, S. P. and Ahmad, S. H., High Performance Concrete and Applications, 1994, pp.57, pp. 161~199.
12. Someh, A. K. and Saeki, N., "Prediction for the Stress-Strain Curve of Steel Fiber Reinforced Concrete," コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 18, No. 1, 1996, pp. 1149~1154.
13. 村上 聖, 浦野登志雄, 三井直之, 岸谷孝一, 平居孝之, "繊維長さ, 繊維體積率, マトリクス補强が破壞靭性に及ぼす相互作用,"日本建築學會構造系論文集, 第451号, 1993, pp. 33~39.
14. 信田佳廷, 高田和法, 高尾洋平, "高强度繊維補强コンクリートの破壞靭性に及ぼす配合要因の影響," 鹿島技術研究所年報, 第44号,1996, pp.13~20.
15. 荒川 健, 尾崎公則, 栗原哲彦, 六郷惠哲, "引張軟化曲線による鋼繊維補强コンクリートの性能評價,"コンクリート工學年次論文報告集,Vol.19, No.2, 1997, pp. 105~110.

요 약

본 연구에서는 강섬유를 혼입한 고강도콘크리트에 대하여 콘크리트의 설계강도와 강섬유혼입율을 변수로 압축파괴실험을 수행하였다. 즉, 콘크리트의 강도등급은 30 MPa, 50 MPa와 70 MPa 등 3 종류로, 강섬유혼입율은 0.0%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.5% 등 5종류의 각각 변수가 설정되었다.

압축파괴실험 결과를 이용하여 강섬유보강 고강도콘크리트의 응력-변형률 곡선의 특성을 최대하중 이후의 거동을 중심으로 분석하였으며, 탄성계수에 미치는 압축강도, 강섬유 혼입율 및 강섬유 형상비의 영향을 검토하였다. 또한, 기존 탄성계수 추정식의 강섬유보강 고강도콘크리트에의 적용성을 평가하였다.

(접수일자 :1999. 7. 22)