

纖維補強 콘크리트의 特性과 最近의 技術(其 I)

朴 承 範

〈忠南大學校 土木工學科 教授〉

최근 각종 신소재섬유를 이용한 섬유보강 콘크리트(FRC, Fiber Reinforced Concrete)가 새로운 건설재료로서 유망시되고 관심도 높아지고 있다. 또한 경량·고강도이면서 내열성, 내수성, 내화학저항성, 내동해성 등이 우수한 PAN계 및 Pitch계 탄소섬유가 개발되어 그 응용은 다방면에 이르고 있으며, 건재분야에서도 탄소섬유 및 아라미드섬유 등을 보강재로 한 섬유보강 콘크리트가 “Hi-Tech건재”로서 각광을 받고 있다.

따라서, 앞으로 수회에 걸쳐 강섬유, 유리섬유, 탄소섬유 및 비닐론섬유 등을 중심으로 현재 실용화되어지고 있는 섬유보강 콘크리트의 (1)제조법과 특성, (2)보강용 섬유의 특성, (3) FRC의 물리적 성질과 용도개발 및 그 전망을 소개하기로 한다. 본고에서는 먼저 콘크리트 보강용 각종 신소재섬유의 기본적 특성을 서술하고, 또한 이것들을 이용한 단섬유보강 콘크리트 및 장섬유보강 콘크리트의 현황과 전망에 대하여 소개한다.

제 I 장 섬유보강 콘크리트(FRC)의 제조법과 특성

1. FRC의 배경

종래 건설분야에서는, 모르타 및 콘크리트의

형태로 한 시멘트계 재료로서 그 주요원료인 석회석과 점토가 풍부하게 생산되어 가격이 저렴하고 또한 압축강도, 내구성 및 강성에 대해서도 우수한 물성을 가지고 있기 때문에 널리 이용되어 왔으나, 그 고유의 결함인 인장·휨강도와 충격강도가 낮고 에너지 흡수능력도 작은 취성적성질을 가지고 있으므로, 이러한 약점을 개선하기 위하여 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 및 섬유재료를 보강하여 구조 및 비구조부재로 사용되어 왔다. 하지만 이들 또한 석면공해와 철근부식에 의한 콘크리트 구조물의 열화문제 등 이들의 해결에 대한 사회적 요청과 함께 최근의 각종 신소재를 적극적으로 활용하려는 노력의 일환으로써 각종 섬유를 이용한 새로운 건설재료인 “섬유보강 콘크리트(FRC)”의 동향에 대하여 주목할 필요가 있다.

최근 강섬유, 내알칼리 유리섬유, PAN계 및 Pitch계 탄소섬유, 비닐론섬유 및 아라미드섬유 등의 각종 신소재가 공급되어, 이들로 보강된 FRC의 연구가 활발하게 진행되고 있고 일부는 실용화되고 있다. 섬유보강형식으로 종래 각종 섬유를 Chop상으로 절단시킨 단섬유를 2차원 또는 3차원 랜덤보강에 의해 외장재, 비구조부재 및 구조2차부재의 개발이 주류를 이루었으나, 수년 전부터 경량고강도·고탄성이고 내수성, 내알칼리성, 내동해성, 내식성 등이 우수한 탄소섬유, 내알칼리 유리섬유, 아라미드섬유 등

을 사용하고, 장섬유를 수지 또는 무기결합재로 고착시켜 구조1차부재로서의 연구개발이 급속하게 이루어지고 있다.

섬유콘크리트가 철근콘크리트와 다른 점은 섬유가 시멘트매트릭스내에 골고루 분산되어 보강되고 섬유혼입이 쉽기 때문에 여러가지 형태의 콘크리트제품 생산에 적용하기 쉬운 잇점이 있고, 석면공해로 세계각국에서 규제되고 있는 석면대체섬유로써 주목되고 있기 때문에 FRC의 발전이 크게 기대된다.

2. FRC기술의 발전과 현황

섬유보강 콘크리트(FRC)는 콘크리트의 인장강도와 균열에 대한 저항성을 높이고 인성을 대폭 개선시킬 목적으로 모르터 또는 콘크리트 속에 각종 섬유를 보강시켜 만든 구조용 복합재로, 물체에 섬유를 혼입시킨 최초의 예는 지금부터 약 5,000년전에 건설된 고대 이집트의 피라미드로서 불에 구운 석고와 모래를 혼합시킨 모르터속에 길이 약 30mm정도의 사람머리카락을 혼입시켰다는 것이 최근 프랑스의 역사학자에 의해 발견되었고, 또 우리나라에서도 고대 주택의 토벽중에 절단된 짚을 혼입시켜 변형을 방지시켰다는 것은 잘 알려진 일이다.

그러나 시멘트 및 콘크리트 매트릭스를 섬유에 의하여 보강한 근대기술은 1899년에 L. Hatscheck에 의해서 발명된 석면·시멘트를 시작으로 급속하게 발달하였는데, Hatscheck법에 의해서 석면·시멘트는 원하는 두께와 형상으로 쉽게 제조할 수 있기 때문에 지붕재, 파이프 등 철골의 내화재료로 널리 이용되어 1960년대 중반까지 시멘트계 복합재료의 중심적인 존재로써 발전되었다.

1963년에는 미국의 Romuald와 Batson이 강섬유보강 콘크리트(SFRC)에 관한 연구결과를 발표하였는데, 이것이 FRC의 연구활동에 큰 영향을 미치게 되었으며 1970년대 초에는 포장 및 Overlay등 토목 구조물에 SFRC가 다수 적용되었으며, 최근에는 뉴질랜드 및 일본 등지에서 SFRC의 강도증가와 우수한 인성이 기대되기

때문에 RC구조물의 내진설계에 적용되어 쓰이고 있다.

또한, 1964년에는 덴마크의 Krenchel과 소련의 Biryukovich등에 의해서 유리섬유에 의한 시멘트 및 콘크리트의 보강에 관한 선구적인 연구결과가 발표되었다. E-유리섬유는 시멘트중의 알칼리에 의하여 열화현상이 일어나기 쉽기 때문에 1957년 영국의 건축연구소(BRE)에서 포틀랜드 시멘트중에서도 사용할 수 있는 내알칼리 유리섬유가 Majumdar에 의해서 개발되었다. 그 후 Pilkington Brother사의 협력을 얻어 내알칼리 Cem-Fil섬유로 개량되어 생산됨으로써 세계 각국에서 GFRC에 적용되고 있다. 그러나 내알칼리 유리섬유도 포틀랜드 시멘트중의 알칼리 성질에는 완전히 저항하지 못하여 내구성이 문제되고 있으나, 최근 미국, 일본 등에서 알칼리도가 낮은 GFRC용 시멘트가 개발되었고 또 내구성증진을 위해 고성능감수제를 혼용함으로써 강도증가를 기대할 수 있게 되었다.

한편, 1972년 Ali, Majumdar 및 Rayment 등이 탄소섬유를 보강시킨 탄소섬유보강 시멘트(CFRC)에 관한 연구결과를 발표한 이래, 탄소섬유의 우수한 물성에도 불구하고 PAN계 탄소섬유의 경우 시멘트매트릭스의 보강재로서는 단가가 높아 실용화가 늦어졌으나, 최근 우리나라에서도 개발된 Pitch계 탄소섬유는 가격이 저렴하고 물리적 성질도 PAN계 탄소섬유보다는 다소 뒤떨어지나 강섬유, 유리섬유에 비해서는 대단히 우수하여 경량고강도건재, 커텐월, 고강도흡관, 해양구조물 등 고성능 CFRC의 연구개발 및 실용화가 급속히 진행되고 있다.

또 1960년대 초기에는 나일론, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 등의 합성섬유가 파괴하중에 대한 콘크리트의 보강재로써 연구되어, 1966년 일본 Shell사가 단섬유에 의한 Film상으로 하여 내충격성이 우수한 폴리프로필렌섬유보강 콘크리트(PFRC)의 제조방법이 개발되어 콘크리트파일에 적용하고 있으며, 최근에는 또 고강도 및 내구성이 우수한 아라미드섬유가 미국의 뒤폰사에서 개발되어 FRC의 보강재 이외에도 우수한 내식성을 가진 PC용 긴장재로서 그 실용화가

기대되고 있다.

한편, 지난 80여년동안 FRC로써 건설재료에 이용된 석면섬유는 건강장해를 일으키는 것으로 판명되어 미국, 일본 및 유럽등지에서는 그 사용이 규제되고 있어, 관련기업에서는 1980년대 초부터 석면대체섬유와 FRC의 제조방법 개발에 주력하고 있다. 특히 Kral에 의해 개발된 폴리비닐·알콜계(비니론)섬유는 물리적 성질 및 친수성(親水性)이 우수하고 가격도 비교적 저렴하기 때문에 석면대체섬유로 주목을 받고 있다.

3. 섬유와 매트릭스의 특성

현재 시멘트계 복합재료용 섬유로써 생산 이용되고 있는 것은 무기계 섬유와 유기계 섬유로 대별된다. 무기계 섬유로는 강섬유(Steel Fiber), 유리섬유(Glass Fiber), 탄소섬유(Carbon Fiber) 등이 있고, 유기계 섬유에는 아라미드 섬유, 폴리프로 필렌섬유, 폴리에틸렌섬유, 폴리비닐·알콜계(비니론), 폴리아미드섬유(나일론), 폴리아크릴로 나트릴섬유, 폴리에스테르섬유(테트론), 및 셀룰로스계(레이온) 등이 있으며,

이들 섬유의 물리적 특성은 표1에 나타난 바와 같다.

또한, FRC용 섬유로써 갖추어야 할 조건으로는, ① 섬유와 시멘트매트릭스 사이의 부착성이 좋을 것, ② 섬유의 인장강도가 충분히 클 것, ③ 섬유의 Young계수는 시멘트매트릭스 Young계수의 1/5이상일 것, ④ 애스펙트(Aspect)비는 50이상일 것, ⑤ 내구성·내열성 및 내후성이 우수할 것, ⑥ 시공성에 문제가 없을 것, ⑦ 가격이 저렴할 것 등이 있다.

한편, 섬유의 형상으로는 단섬유와 연속섬유가 있다. 단섬유는 Mono-Filament와 Chopped Strand 형태가 있고 그 직경은 $4\mu \sim 1.0\text{mm}$, 길이는 $5 \sim 65\text{mm}$ 이다. 또 연속섬유는 Mesh 및 망(網)상 Film 형태가 있으며, 시공상 연구가 필요하지만 단섬유와 같이 인발에 의해 강도가 결정되는 것이 아니다. 또한 FRC의 강도는 섬유의 인장강도에 의해 결정되기 때문에 인장·휨강도는 현저히 향상된다.

합성섬유는 그 형상 및 물리적 성질에 대해 자유도가 있고 석면대체섬유로써 기술개발이 이루어지고 있으며, FRC로의 가능성이 추구하고 있다.

표 1. 각종 섬유의 물리적 특성

섬유의 종류	구 분	직 경 (10^{-3}mm)	길이 (mm)	밀 도 ($10^3\text{kg}/\text{m}^3$)	Young 계수 ($10^4\text{kg}/\text{m}^2$)	인장강도 (kg/cm^2)	파괴시의 변형율(%)
석 면	크리스탈	0.02~30	<40	2.55	167	2040~18,400	2~3
	창 석 면	0.1~20		3.37	200	35,700	2~3
탄소섬유	PAN 계	7~8		1.78	370	25,000	~0.5
	Pitch 계	9		2.00	280	25,000	~1.0
유리섬유	E-Glass	8~10	10~50	2.54	735	35,700	4.8
	Cem-Fil	125		2.54	81.6	25,500	3.6
강 섬유		200~600	10~60	7.85	200	4000~20,000	3.5
폴리비닐·알콜계(비니론)				1.30	11~37	3100~7700	3~13
폴리프로 필렌 섬유		100~600		0.90	3.6~18	2600~7100	5~21
아라미드 섬유(HM-50)				1.45	63~136	700~9200	2.1~2.7
폴리아미드계(나일론)		>4	5~50	1.14	4.1	7650~9180	13.5
폴리에스틸렌 섬유				0.95	0.14~2.2	20,00~29,600	10~15
폴리에스테르계(테트론)				1.40	8.1	7400~8800	11~13
폴리아크릴로니트릴 섬유				1.18	17~19	8500~9500	9~11
셀룰로즈계(레이온)				1.20	10.2	3100~5100	10~20

표 2 각종 시멘트매트릭스의 물리적 특성

매트릭스의 종류	구 분	밀 도 (10%kg/m ³)	Young계수 (10%kg/cm ²)	인장강도 (kg/cm ²)	파괴시의 신장도(×10 ⁻⁶)
OPC	페 스톨	2.0~2.2	10~26	3,000~6,000	100~500
OPC	〈 모 르 터 경량콘크리트	2.2~2.3	20~36	2,000~4,000	50~150
		0.97~1.29			
OPC	〈 콘 크 리 트 기포콘크리트	2.4~2.4	30~40	1,000~4,000	50~150
		0.5~1.2			
폴리머	〈 콘 트 리 트 모 프 터	2.1~2.3	20~35	3,000~14,000	150~450
			10~30	4,000~14,000	

그리고 FRC의 Base가 되는 시멘트가 이용되고, 골재로는 굵은골재, 잔골재를 혼합한 콘크리트 및 모르타가 이용되며, 최근에는 경량화를 목적으로 경량골재 및 기포제를 사용하는 경우도 있다. 그이외에 시멘트매트릭스의 역학적 성능을 개선하기 위하여 폴리머·모르타(Polymer·Mortar) 및 폴리머·콘크리트(Polymer·Concrete)가 이용되는 경우도 있고, Silica Fume을 골재로 한 콘크리트에 섬유를 보강하여 가장 밀실한 충전구조의 FRC를 제조하는 시험도 이루어지고 있으며, 대표적인 시멘트매트릭스의 물리적 성질은 표2와 같다.

4. FRC의 생산기술과 응용 및 내구성

4.1 FRC의 생산기술과 그 응용

FRC의 역학적 특성을 결정하는 중요한 요인 중의 하나가 생산기술이다. 시멘트매트릭스중에 섬유를 혼입시키는 방법으로서는 단섬유의 경우, ① Premix(선비빔식)법, ② 하이체크법, ③ 압출성형법, ④ 뿔어붙이기법 등이 있다.

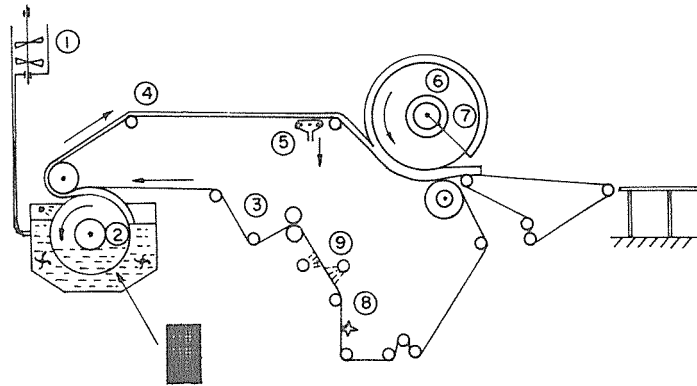
Premix법은 종래 일반적으로 행해지고 있는 유입성형법에 기인한 것으로서, 시멘트, 골재, 섬유에 물을 혼합하여 Mixer에서 비빔을 하는 방법이며 가장 널리 이용되고 있다. 고성능 직공식Omni-Mixer를 이용하고 유리섬유 또는 탄소섬유를 이용한 FRC 2차부재(커텐월 및 악세스후로아)의 생산에 효과적이거나, 이 방법은 Mixer에 의존하기 때문에 비빔중 Fiber ball이 형

성되지 않도록 주의해야 한다.

하이체크법은 박판 및 파이프 등의 제품을 석면·시멘트에 의해 제작함으로써 발전된 방법으로 종이를 얇게 써는 원리를 이용한 것이다. 따라서 석면대체섬유로 개발되고 있는 합성 섬유와 같이 가늘고 짧은 단섬유를 이용하여 박판 FRC제품을 제작하는데 적합하다. 이 방법에 의한 박판 제조과정을 그림 1에 나타내었다.

또한 압출성형법은 튜브로써 상자모양의 형태를 Fresh Concrete 중에 압출시켜 Shell두께의 얇은 중공판(中空板)을 성형하는 제조법으로서, 현재 석면섬유에 의한 외벽판 및 상판제조에 사용되고 있다. 이 방법은 중앙부를 중공으로 함으로써 구조적으로도 강성을 향상시키고 경량화를 꾀하며 아울러 공기층을 가지기 때문에 단열 및 차음성능도 우수하다.

뿔어붙이기법은 시멘트매트릭스중에 유리섬유를 도입하기 때문에 개발된 것으로, Glass Roving을 스프레이건으로 짧게 절단하여 시멘트 슬러리와 동시에 혼합해 몰드상에 뿔어붙이는 방법으로서 성형성이 우수한 특징을 가지고 있다. 또한 최근 스웨덴의 Basab사가 개발한 Fiber-shotcrete법이 주목되는데, 이는 직경 75mm의 호스를 통하여 섬유를 회전드럼으로부터 Nozzle에 공기압을 내보내어 표면에 뿔어붙이는 방법으로서, 홍콩의 上海銀行의 철골구조재 뿔어붙이기(강섬유를 혼입하여 14mm두께의 폴리·모르타)에 적용하여 크게 각광을 받았다. Basab사가 개발한 Fiber-shotcrete장치를 그림 2



- ① Mixer, Agitator
- ② Screen Silinder
- ③ Filter Band
- ④ 섬유 시멘트층
- ⑤ 탈수
- ⑥ Calender
- ⑦ 절단기
- ⑧ 타해기(打解機)
- ⑨ 뽑어 붙이는 기구

그림 1 하이체크법에 의한 섬유시멘트 박판 제조법

에 나타내었다.

한편, 연속섬유를 시멘트매트릭스에 혼입시키는 방법으로서, ① 레이-업(Lay-Up)방법, ② 와인딩(Winding)법이 있다.

레이-업방법은 Film상 또는 Mesh상의 연속

섬유를 혼입하여 시멘트매트릭스중에 혼입시키는 방법으로서, 영국의 Hannant박사가 폴리프로필렌섬유에 의한 RETIFLFX NET를 이용하였는데 이를 NETCEM재로 명명하여 지붕 및 외벽용 건재의 상업화에 착수시킨 것이 주목된

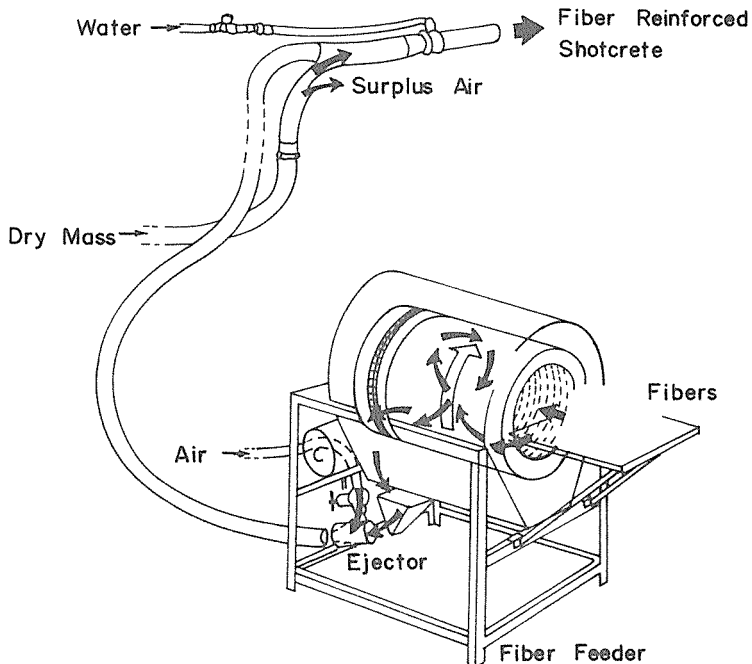


그림 2 Basab사에 의해 개발된 섬유 슛크리트 장치

다. 이 방법에 의하면 시멘트매트릭스중에 섬유를 많이 혼입시킬수 있기 때문에 강도가 크고 우수한 인성을 가진 FRC재를 제작할 수 있다.

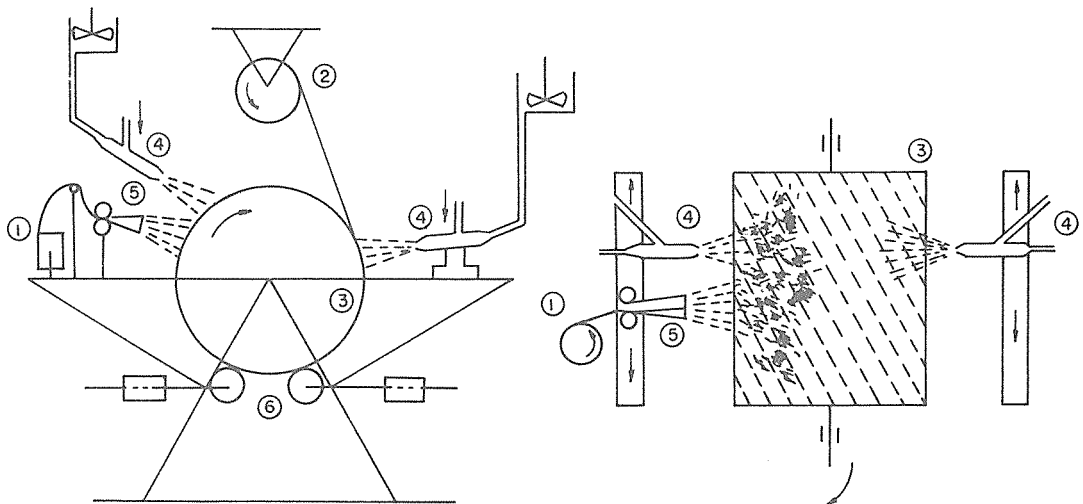
또한, 와인딩법은 그림 3에 나타난 것처럼 명확한 특성을 가진 시멘트계 복합재료를 제조할 수 있는 가장 엘레강스한 방법이다. 이 방법에서는 Fiber Roving을 먼저 인출시켜 시멘트 슬러리중으로 통과시키고, 슬러리 및 Chopped Fiber를 첨가하는 경우에는 그 위에 뿜어 붙이면 좋다. 또 엮어낼 때에는 Section과 결합시켜서 Roller에 의해 압력을 이용하여 제작하게 되는데, 이 방법에 의하면 0.15%이상의 섬유를 시멘트매트릭스중에 혼입시킬수 있고, 또 섬유를 1방향 배향으로 조정할 수 있기 때문에 우수한 특성을 가진 FRC재의 제조가 가능하다. 이상에서 FRC의 제조법 및 그 특징을 개괄적으로 서술하였는데, FRC의 제조기술은 FRC재의 특성에 큰 영향을 미치기 때문에 각 섬유의 특성에 가장 적합한 제조기술을 결정하는 것이 중요하다. 또 제조과정중에서 가장 중요한 것은 연속섬유의 경우 섬유와 매트릭스간의 부착성능을 증진시키는 것이고, 단섬유의 경

우는 배합중 섬유의 분산과 Fiber ball의 발생을 방지하는 것이다. 섬유의 분산은 섬유형상의 크기, 골재의 크기와 배합순서, 그리고 물·시멘트비 등의 요인에 의한 것으로 생각되며, 이 중 가장 중요한 것은 섬유의 애스펙트(Aspect)비이다. 섬유를 매트릭스중에 랜덤분산시키기 위해서는 단섬유의 경우 애스펙트비가 100을 넘어서는 안된다.

그리고 FRC를 제조할 때는 공기연행제, 감수제, 수축억제제 등의 혼화제가 사용되고, 또 내구성 및 수밀성을 향상시키기 위하여 Fly Ash 및 Pozzolan이 사용되며, 최대로 시멘트의 30% 정도까지 종국강도(終局強度)가 저감되고 시멘트에 의해 치환할 수 있다. ACI Report에 의한 대표적인 배합설계 예는 표 3, 4에 나타내었다.

4-2 내구성

시멘트를 Base로 한 여러 섬유복합재는 비내력재 또는 구조요소로서 이용되는 경우 충분한 내구성이 요구된다. 예를 들면, 건물의 구조재로서 이용되는 경우 100년이상, 또 비구조재의 경우 20년정도의 단기수명을 유지하는 것이 필



- ① Roving 또는 Strand용 Bobbin
- ② Roving 또는 Strand
- ③ Winding Silinder

- ④ 시멘트 페스트를 뿜어 붙이는 기구
- ⑤ 절단시킨 섬유를 뿜어 붙이는 기구
- ⑥ 압축 Roller

그림 3 Winding법에 의한 GFRP의 제조법

표 3 대표적인 FRC의 배합

재 료	배 합
시 멘 트	326.3~563.6kg/m³
물 · 시멘트비	0.4~0.6
잔 골재율	50~100
최대골재치수	9.51mm
공 기 량	6 ~ 9%
섬유혼입량	0.5~2.5% (체적율)
	강섬유 1% = 78.31kg/m³
	유리섬유 1% = 24.92kg/m³
	나일론 1% = 11.7kg/m³

표 4 대표적인 플라이 애쉬 FRC의 배합

재 료	배 합
시 멘 트	290.7kg/m³
플라이 애쉬	133.5kg/m³
물 · 시멘트비	0.54
잔 골 재 율	50
굵은 골재최대치수	4.51
강섬유 혼입율	1.5%(체적률)
(0.25×0.56×25.4mm)	
공기 연 행 제	제조시의 형태에 따라
감 수 제	
슬 럽 프	127~152mm

표 5 FRC에 이용되는 대표적인 섬유의 내구성 및 내화성

섬 유 의 종 류	내 구 성			고온에서의 거동	강도 소멸 온도(°C)
	내수성	내산성	내알칼리성		
유리섬유 E-Glass 내알칼리	양 호	양 호	불 량	유해하게 작용되며, 약800°C까지 견딤	800
	양 호	—	양 호		—
탄소섬유 고 탄 성 고 강 도	양 호	양 호	양 호	강도는 1500°C까지 유지함 400°C에서 산화가 시작됨	400~1500
	양 호	양 호	양 호		
강 (고 장 력 강) 섬유 고 탄 소 강 저 탄 소 강 스테인리스강	불 량 (알칼리 환경 이외에 대해)	불 량	양 호	300~750°C에서 인장강도는 현저히 저하함 강도손실이 현저히 이루어지고, 650 °C이상에서 더욱 가속됨	1400
		불 량	양 호		1500
		양 호	양 호		1450
		(약한산에대해)	양 호		
폴리머- 폴리프로필렌섬유					
필 라 멘 트 단 섬유 상	양 호	양 호	양 호	강도손실이 큼 (100°C에서 50%)	120
	아주양호	양 호	양 호		120~160
나일론(type 242)	양 호	아주양호 (약한 산에 영향됨)	양 호	강도손실이 큼(100°C에서 75%)	250이상
폴리에틸렌섬유		양 호	아주양호로 부터 불량	강도손실이 큼(100°C에서 68%)	260이상
아 라 미 드 섬유 (PRD 49)	양 호	양 호 (약한산에 대 해) H ₂ SO ₄ 중 서는 불량	양 호	200°C 이상의 온도에서 열을 받게되 면 강도의 손실이 크게 됨	350~400

요하다. 다행히 동일한 조건에서 철근콘크리트 및 석면·시멘트는 장기의 내구성이 우수하다는 것은 잘 알려진 일이다. 이것보다 섬유와 매트릭스의 상호작용이 건물의 요소로써 이용될

때에는 섬유콘크리트는 손상되지 않는 한 우수한 내구성을 유지하고 있다고 확신할 수 있다. 그렇지만 이들 재료의 내부에서 시간과 함께 다소간 열화하는 것을 방지하지 않으면 안된

다.

그리고 FRC의 내구성을 고려할 때에는, ① 복합재료에 포함된 소재의 특성, ② 생산성과 그 기술성, ③ 경화한 FRC제품의 물리적·화학적 성질, ④ 폭로상태 및 이용상태, ⑤ 부재에 작용하는 하중(정상시 및 반복하중 작용시), ⑥ 구조설계등의 요인에 관한 정보를 알아 둘 필요가 있다.

시멘트 복합재료에 관련된 대표적인 섬유유 내구성 및 내화성이 거동을 표5에 나타내었다.

섬유콘크리트의 성질은 또 제조법에 크게 영향되므로 재현성을 부여하기 위해서는 FRC로 제품을 제조할 때 엄격한 품질관리가 이루어지는 것이 중요하다. 또 이들 복합재료중에서 섬유혼입량이 작아지게 되면 부착강도가 저하되어 그 물성 및 내구성에 큰 영향을 미친다는데 유의할 필요가 있다.

한편, FRC는 역사가 짧기 때문에 내구성이 확실하게 밝혀지지 않은 점이 많다. 따라서 내구성을 조사하기 위해 긴 기간이 소요되나 초

기단계에서는 촉진실험과 병행해서 내구성을 추정하는 것도 필요하다고 판단된다.

6. FRC의 전망

이상에서 밝힌 바와 같이 신소재섬유를 이용한 FRC의 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 단섬유 FRC에 대해서는 5~6년 전에는 SFRC와 GFRC에 관한 연구가 주종을 이루어 이들 FRC의 특성, 제조법, 용도 등이 명확하게 구별되었으나, 최근 PAN계 및 Pitch계 CFRC, AFRC, VFRC 및 내알칼리 GFRC 등 각종·각양의 단섬유 FRC 개발이 진행되어 소비자층의 선택폭이 광범위해졌고, 금후 사용상에 있어서도 각종의 성능평가가 필요하게 되었다. 또한 장섬유 FRC는 현재 급속한 연구가 이루어지고 있으며, 구조1차부재로 이용할 때에는 내력성, 내구성, 방수·내수성 등 주요성능의 평가가 필수적인 것으로 판단된다.

投稿를 환영합니다

「레미콘」誌는 讀者 여러분을 筆者로 招待합니다. 많은 投稿로서 本誌를 빛내주시기 바랍니다.

內 容

1. 레미콘工業 및 관련分野의 品質·技術研究
2. 經濟, 經營 및 法律關係論文
3. 國內外業界消息, 動靜, 提言 등
4. 海外技術情報 및 論文翻譯

○原稿枚數

200字 원고지로 自由

○마 감 일

수시

○기 타

관련 사진, 도표 동봉 요망

掲載된 원고는 協會所定の 稿料支給.

○제 출 처

서울·江南區 驛三洞 832-2

한국레미콘工業協會 企劃課