

## 경량골재를 사용한 콘크리트 복합체의 단열성능에 관한 연구

A Study on the Thermal Insulation Property of Concrete Composites  
using Light-weight Aggregate

소 승 영\*

So, Seung-Young

## Abstract

In recent years, it has widely been studied on the light-weight composites for the purpose of the large space and thermal insulation of building structures.

The purpose of this study is to evaluate the properties of light-weight composites made by binders as cement, resin and polymer cement slurry. The concrete composites are prepared with various conditions such as polymer-cement ratio, void-filling ratio, type of resin, filler content and light-weight aggregate content, tested for thermal conductivity.

From the test results, the thermal conductivity of concrete composites with the binder of cement tends to decrease with increasing polymer-cement ratio, and to increase with increasing void-filling ratio. The thermal conductivity of concrete composites with the binder of resin are markedly affected by the light-weight aggregate content, type of resin and filler content. The composites made by polymer-modified concrete and polymer cement slurry have a good thermal insulation property. From the this study, we can recommend the proper mix proportions for thermal insulation panel or concrete. Expecially, the thermal conductivity of concrete composites made by polyurethane resin is almost the same as that of the conventional expanded polystyrene resin.

키워드 : 열전도율, 단열성능, 레진, 폴리머 디스퍼션, 폴리머 시멘트 슬러리

keywords : Thermal conductivity, Thermal insulation property, Resin, Polymer dispersion, Polymer cement slurry

## 1. 서 론

최근 건설산업의 발달로 골재들의 사용이 급격히 증가되고 있으며, 각종 적용 장소 및 방법에 따라 그 기능성도 다양하게 요구되고 있다. 현재 건축현장에서 가장 많이 사용되고 있는 스티로폼 샌드위치 패널은 가격이 싸고 단열성능이 뛰어나 많은 건축구조물의 패널로 널리 사용되고 있으나 스티로폼 패널의 경우 화재시 잘 타고 유독가스 발생으로 인명 피해를 클 수 있다. 이러한 이유로 건축물의 내부마감재로 사용되고 있는 복합패널(일명 샌드위치 패널)의 경우 KS에서 규정하는 불연성능 기준에 적합한 재료를 사용하도록 권장하고 있다. 따라서 스티로폼 및 우레탄폼 등의 유기단열재를 사용한 샌드위치 패널은 점차 사용량이 줄 것으로 예상되며, 유독가스를 내뿜지 않는 무기단열재인 유리면, 미네랄 울, 하이울, 세라믹 화이버 등이 점점 유기단열재를 대체하고 있다. 그러나 현재에는 이러한 스티로폼의 대체 재료가 개발되고 있기는 하지만 설치비용의 발생과 무기물질의 인체에 대한 유해성 등이 검증되지 못한 실정에서 주택용 단열재료로서 75% 이상을 스티로폼이 차지하고 있다.

본 연구는 정수 및 하폐수 처리장에서 발생되고 있는 슬

러지를 고온에서 만든 경량골재와 수입산 경량골재를 사용하여, 경량성과 단열성능을 만족시킬 수 있는 콘크리트 복합체를 개발하기 위한 일련의 연구로서, 결합재료 무기체와 유기체를 사용하여 각종 배합조건에 따른 단열성능을 평가하였으며, 현장에서 경량패널 및 경량 콘크리트를 제작하는데 도움이 될 수 있는 기초적 자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

## 2.1 사용재료

## 1) 시멘트

시멘트는 국내산으로 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

## 2) 경량골재

본 연구에 사용한 골재는 국내 N사 제품과 수입산(스페인) 소성 경량골재를 사용하였으며, 경량골재의 치수는 3~6mm이다. 물리적 성질은 표 1과 같으며 그림 1은 골재의 내부와 겉 표면의 상태를 전자현미경으로 촬영한 것이다.

\* 전북대학교 건축도시공학부 전임강사, 공학박사

표 1. 경량골재의 물리적 성질

종류	비중 (20℃)	흡수율 (%)	단위용적 중량 (kg/m <sup>3</sup> )	실적 율 (%)	마모 율 (%)	파쇄 율 (%)	충격 율 (%)
N사	0.67	16.8	668	68	18.2	32.5	31.3
수입산	0.60	26.2	598	66	19.6	35.1	33

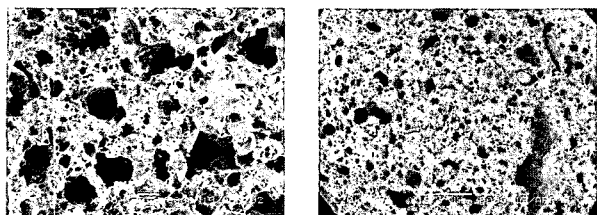


그림 1. 경량골재의 조직

### 3) 고성능 감수제

시멘트만을 결합재로 사용하는 경우 적정한 강도발현과 소요의 유동성을 유지하기 위하여 고성능 감수제를 사용하였으며, 본 실험에서 사용한 고성능감수제의 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2. 고성능 감수제의 물리적 성질

비 중	주 성 분	성 상	색 상
1.15±0.02	폴리카본산 에테르	액상	암갈색

### 4) 레진

결합재로서 일반적으로 널리 사용되는 불포화 폴리에스테르 수지와 우레탄수지를 사용하였다. 그 성질은 표 3에서 부터 표 6에 나타났다.

표 3. 불포화 폴리에스테르의 일반적 성질

비중 (20℃)	산도	점도(mPas)	겔시간(min.)
1.13	23±4	250	12.4

표 4. 폴리올의 성질

mg KOH/g	점도(mPas), 20℃	작용기	함수율
360	3500	4	≤0.1

표 5. MDI의 성질

당량	점도(mPas), 20℃	작용기	NCO(%)
138	150-220	2.7	31

표 6. DMCHA의 성질

비중 (20℃)	점도(mPas), 20℃	빙점	끓는점, ℃(756 mmHg)
0.85	3500	<-7.8	160

### 5) 폴리머 디스퍼션

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션으로서는 시중에서 널리 사용되고 있는 5종류를 사용하였으며, 그 일반적 성질은 표 7에 나타났다.

표 7. 폴리머 디스퍼션의 일반적 성질

폴리머 종류	비중 (20℃)	PH (20℃)	점도 (20℃, mPas)	고형분 (%)
SBR	1.01	5.4	82	49
St/BA-1	1/04	6.4	2470	56
St/BA-2	1.03	6.5	250	50
PA-1	1.09	6.8	30	46.4
PA-2	1.04	8.3	493	57.5
St/Ac	1.07	6.0	3000	57.5

### 6) 유리섬유

시멘트계 복합체의 경량성을 확보하며, 인성을 증진시키기 위하여 유리섬유를 사용하였다. 유리섬유의 일반적 성질은 표 8에 나타났다.

표 8. 유리섬유의 일반적인 성질

섬유길이	밀도 (ρ; kN/m <sup>3</sup> )	인장강도 (S; GN/mm <sup>2</sup> )	비강도 (S/ρ; km)	탄성계수 (KN/mm <sup>2</sup> )
6mm, 12mm	24.4	4.8	197	72.4

### 7) 기포제 및 발포제

시멘트를 결합재로한 조직의 경량성을 확보하기 위하여 단백질계 기포제와 알루미늄 분말의 발포제를 사용하였다.

## 2.2 배합설계

### 1) 시멘트를 결합재로 한 경우

시멘트를 결합재로 한 경우, 표 9와 같이 경량골재의 공극률 33%에 대하여 공극충전율을 40, 50, 60%로 계획하였다. 물시멘트비에 따른 강도 및 열전도 특성을 파악하기 위하여 W/C비를 35, 40, 45%의 3수준으로 변화시켰으며, 시멘트 페이스트의 플로우를 350±10mm로 만족시키기 위하여 고성능 감수제를 시멘트 중량에 대하여 0.8, 1.5, 2%로 변화시켜 배합설계를 하였다.

표 9. 경량콘크리트 배합표

공극 충전율 (%)	물시멘 트비 (%)	단위용적중량(kg/m <sup>3</sup> )				
		시멘트	물	경량골재	고성능 감수제	유리섬 유
40	35	197	69	402	3.9	5.9
	40	184	73		2.8	5.5
	45	172	77		1.2	5.2
50	35	247	86		4.9	7.4
	40	230	92		3.4	6.9
	45	215	97		1.5	6.4
60	35	296	104	5.9	8.9	
	40	276	110	4.1	8.3	
	45	258	116	1.8	7.7	

2) 레진을 결합재로 한 경우

불포화 폴리에스테르를 결합재로 한 배합은 먼저 경량성, 단열성 그리고 경제성면에 초점을 두어 배합설계를 실시 하였다. 배합은 부피배합과 중량배합으로 하였으며, 표 10, 표 11 및 표 12에 나타났다. 또한 폴리우레탄 수지를 결합재로 한 배합표를 표 13에 나타났다.

표 10. 결합재 배합표

결합재 (중량비, %)	
UP	충전재
100	25, 50, 75 및 100

표 11. 불포화 폴리에스테르 수지를 결합재로 한 배합설계(1)-부피배합

배 합 비 ( 부 피 비 % )		
결합재 (%)	충전재(중량비),%	경량골재(%)
30	3.1(25)	66.9
	6.3(50)	63.7
	9.4(75)	60.6
	12.6(100)	57.4
35	3.7(25)	61.3
	7.3(50)	57.7
	11(75)	54
	14.6(100)	50.4
40	4.2(25)	55.8
	8.4(50)	51.6
	12.6(75)	47.4
	16.8(100)	43.3
45	5.0(25)	50
	9.4(50)	45.6
	14.1(75)	40.9
	18.8(100)	36.2
50	5.2(25)	44.8
	10.5(50)	39.5
	15.7(75)	34.3
	21.0(100)	29

표 12. 불포화 폴리에스테르 수지를 결합재로 한 배합설계(2)-중량배합

배합 (중량비)	
불포화 폴리에스테르 : 골재	충전재 (수지량에 대하여)
1 : 2	0, 50, 100%
1 : 3	
1 : 4	
1 : 5	
1 : 6	
1 : 7	

표 13. 폴리우레탄 수지를 결합재로한 배합비

배합비 (부피비)			
배합 NO	폴리우레탄	골재	발포배수
1	100	0	18.94
2	90	10	17.06
3	80	20	16.74
4	70	30	14.5
5	60	40	11.52
6	50	50	8.22
7	40	60	7.2
8	30	70	4.74
9	20	80	2.58
10	15	85	1.97

3) 폴리머 디스퍼션을 사용한 배합설계

폴리머 디스퍼션을 사용한 경우는 두가지 유형으로 나눌수 있다. 폴리머 시멘트비를 100%로 한 슬러리 배합과 시멘트의 성질을 개선시키기 위하여 시멘트에 적은 양(폴리머 시멘트 비 15%이하)을 혼입한 경우로 나눈다. 그 배합조건을 표 14 와 표 15에 나타났다.

표 14. 폴리머 시멘트 슬러리 배합비

폴리머 종류	P/C (%)	W/C (%)	폴리머 시멘트슬러리
			경량골재(중량비)
PA-1	100	100	2:1
			1:1
			1:2
			1:4
PA-2	100	100	2:1
			1:1
			1:2
			1:4
St/Ac	100	100	2:1
			1:1
			1:2
			1:4

2.3 양생 및 시험방법

1) 양생조건

시멘트를 결합재로 한 경우는 기중양생(20℃, 50%R.H.)을 28일간 실시하였으며, 레진을 결합재로 한 경우에는 기중양생 을 3일간 실시하였다. 또한 폴리머 디스퍼션을 혼입한 경우에는 기중양생(20℃, 50%R.H.)을 28일간 실시하였으며, 폴리머 시멘트 슬러리를 사용한 경우에는 2일 고온양생(70℃), 1일 기중양생을 실시한 후, 시험을 실시하였다.

2) 열전도율시험

시험체를 4x15x16cm로 제작하여, 열전도율시험기를 사용하여 실시하였으며, 공시체는 3개를 측정하여 평균으로 하였다.

표 15. 폴리머 디스퍼션을 혼입한 배합비

폴리머 종류	공극충전율 (%)	P/C (%)	W/C (%)	단위중량(kg/m <sup>3</sup> )		
				시멘트	물	경량 골재
SBR	50	5	35	247	86	402
		10	30	267	80	
		15	25	290	73	
	60	5	35	296	104	
		10	30	320	96	
		15	25	348	87	
St/BA-1	50	5	40	230	92	
		10	40	230	92	
		15	40	230	92	
	60	5	40	276	110	
		10	40	276	110	
		15	40	276	110	
St/BA-2	50	5	30	267	80	
		10	25	290	73	
		15	25	290	73	
	60	5	30	320	96	
		10	25	348	87	
		15	25	348	87	

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 시멘트를 결합재로 한 복합체의 단열성능

그림 2에서 그림 5는 시멘트를 결합재로 한 복합체의 물시멘트비, 공극충전율, 휨강도 및 단위용적중량에 따른 열전도율을 나타낸 것이다. 일반적으로 경량복합체의 열전도율은 0.15~0.25kcal/mh<sup>2</sup>를 나타내고 있으며, 물시멘트비가 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있는 반면, 공극충전율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 물시멘트비가 증가할수록 골재 내에 흡수된 수분이 증가하는데 이러한 골재 내 수분의 증가는 열전도율을 증가시키는 주된 요인으로 볼 수 있다. 또한 공극충전율이 증가할수록 열전도율이 증가하는 이유로는 열전도율에 유효한 영향을 미치는 공극의 감소와 관련이 있다고 판단된다. 공극충전율이 40%와 50%일 때 물시멘트비에 따른 열전도율의 변화는 적게 나타나고 있으나 60%에서는 그 변화가 크게 나타났다. 공극충전율이 60%인 경우 공극충전율이 40%와 50%일 때 보다 상대적으로 열전도율이 크게 나타나고 있다. 재령 7일에서의 공극충전율에 따른 휨강도와 열전도율 관계에서는 공극충전율 50%에서 휨강도와 열전도율이 모두 우수한 것으로 나타났다.

그림 6은 유리섬유(12mm)를 혼입한 복합체의 물시멘트비와 공극충전율에 따른 단위용적중량과 열전도율을 나타낸 것이다. 열전도율은 공극충전율과 단위용적중량이 증가할수록 증가하는 경향을 보이고 있다. 그러나 같은 공극충전율인 경우에 단위용적중량과 열전도율과의 관계는 일반적으로 알려진 비례적인 관계가 성립되지 않는데, 이는 공극충전율이 같은 경우에 단위 시멘트량은 거의 비슷하더라도 단위수량의

차이로 인하여 물시멘트비가 클수록 열전도율은 크게 나타난 결과라 사료된다.

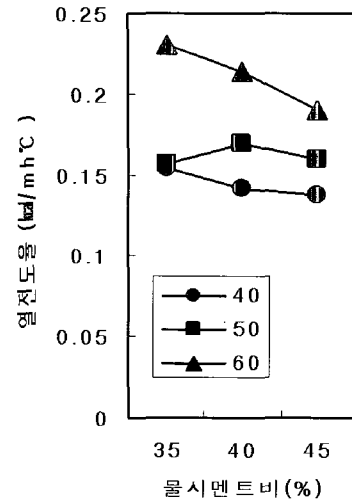


그림 2. 물시멘트비에 따른 열전도율

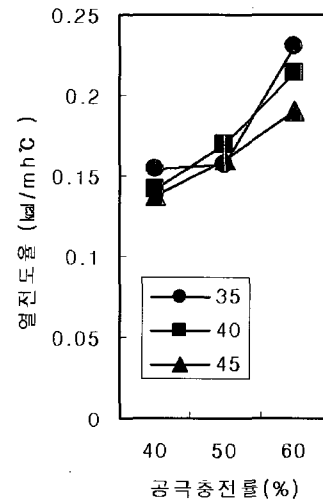


그림 3. 공극충전율에 따른 열전도율

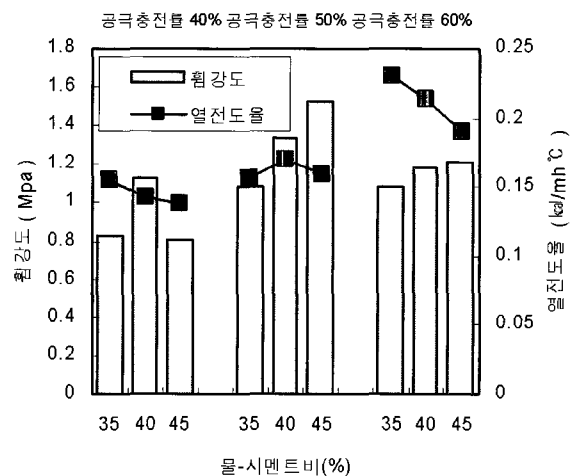


그림 4. 휨강도와 열전도율의 관계

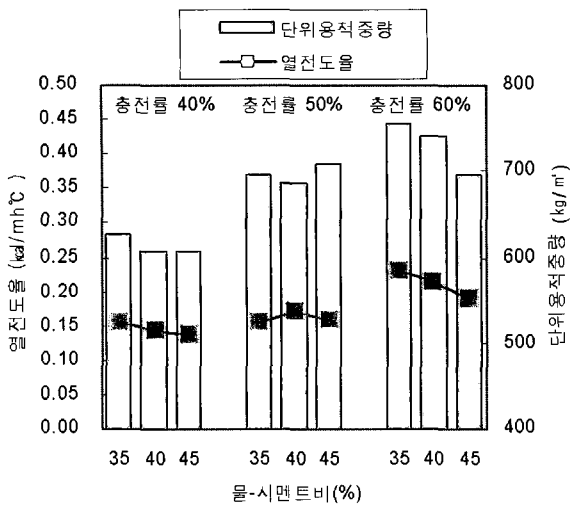


그림 5. 단위용적중량과 열전도율과의 관계

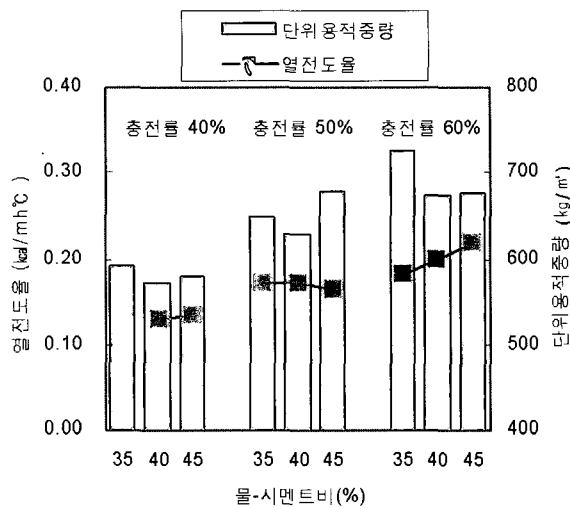


그림 6. 단위용적중량과 열전도율과의 관계(12mm)

그림 7은 유리섬유(12mm)를 혼입한 복합체의 물시멘트비와 열전도율과의 관계를 나타낸 것이다. 물시멘트비가 증가할수록 열전도율은 증가하는 경향을 보이고 있는데, 이는 재령 28에 있어서 열전도율에 영향을 미치는 모세관수와 겔수의 존재가 물시멘트비의 증가에 따라 증가한 결과로 볼 수 있다.

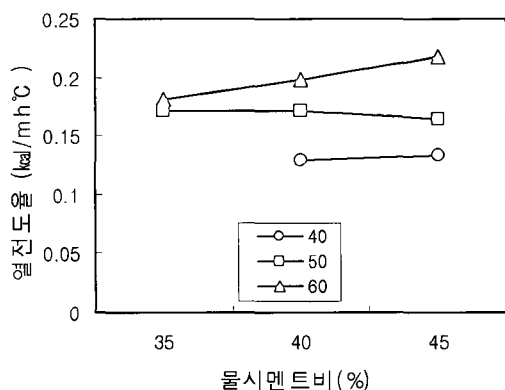


그림 7. 물시멘트비에 따른 열전도율(12mm)

그림 8은 공극충진율과 열전도율과의 관계를 나타내는 것으로 공극충진율이 증가할수록 열전도율은 급격하게 증가하고 있음을 알 수 있다.

그림 9와 같이 단위용적중량과 열전도율과의 관계에서 알 수 있는 바와 같이, 시험체의 단위용적중량은 큰 차이를 보이지 않으나 열전도율은 공극충진율이 60%인 경우, 50%의 경우에 비해 급격하게 증가하고 있는데, 이는 섬유 분산효과로서 설명할 수 있다. 즉 공극충진율 60%의 경우가 50%의 경우보다 유리섬유가 복합체 내부에서 고루 분산되어 상대적으로 공극 양이 적어졌기 때문인 것으로 사료된다.

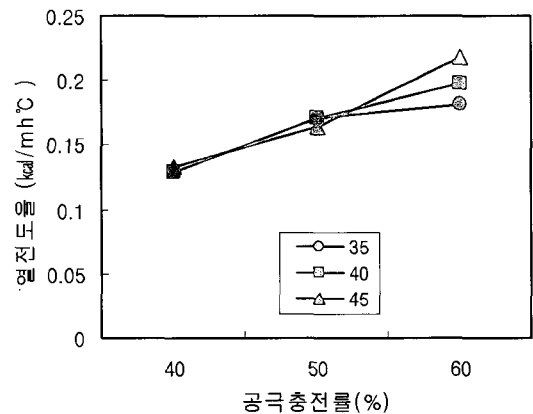


그림 8. 공극충진율에 따른 열전도율(12mm)

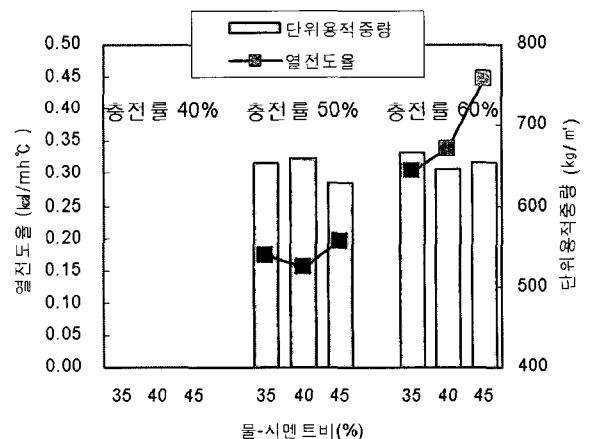


그림 9. 단위용적중량과 열전도율과의 관계(6mm)

그림 10은 6mm 유리섬유를 혼입하여 제조한 복합체의 물시멘트비와 공극충진율에 따른 열전도율의 변화를 나타내는 것으로, 시멘트만을 이용하여 제조한 복합체와는 반대로 물시멘트비가 증가할수록 열전도율이 증가하는 경향을 보이고 있는데 이는 본 시험체의 열전도율은 재령 7일에서 측정된 것이며 시멘트를 이용하여 제조한 복합체는 28일 재령에서의 열전도율을 측정했기 때문이다. 즉 재령 7일의 경우에는 시험체 내부의 수분이 완전히 탈수되지 않았고 물시멘트비가 증가할수록 내부에 존재하는 수분이 더 많기 때문으로 판단된다. 또한 공극충진율이 증가할수록 열전도율은 증가하는 경향을 보이고 있는데, 이는 단열성을 향상시킬 수 있는 공극의 양이 적어졌기 때문이다.

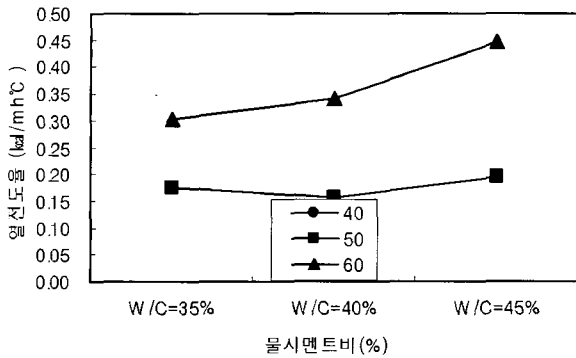


그림 10. 물시멘트비에 따른 열전도율(6mm)

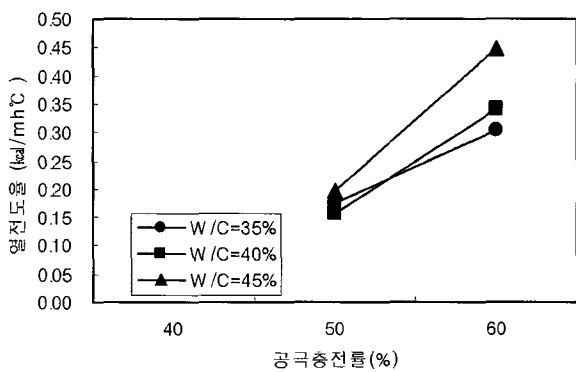


그림 11. 공극충전율에 따른 열전도율(6mm)

그림 12에서 그림 15에는 결합재로서 불포화 폴리에스테르 수지를 사용한 복합체의 충전재의 충전율에 따른 열전도율을 나타내고 있다. 열전도율은 결합재량이 증가할수록 크게 나타났으며, 충전재의 충전율의 증가에 따라서도 높게 나타났다. 이러한 이유는 단열성능을 높이기 위해서는 많은 공극을 함유해야 하는데 충전재와 레진이 공극을 채웠기 때문이다. 이와 같은 결과에 대하여, 그림 15와 같은 배합에 있어서는 크게 열전도율을 감소시킬 수 있었다. 즉 강도의 저하를 물론하고 공극을 최대한 확보하기 위한 배합의 결과이다. 충전재를 혼입하지 않은 상태에서 레진과 골재의 비를 1:7로 하면 열전도율이 0.0906kcal/mh°C의 아주 낮은 열전도율을 보였다. 그러나 압축강도와 휨강도는 시중에서 사용되는 스티로폼 보다는 크게 나타났다. 또한 각 배합에 있어 경량골재는 국내산과 수입산의 열전도율은 거의 비슷하게 나타났다.

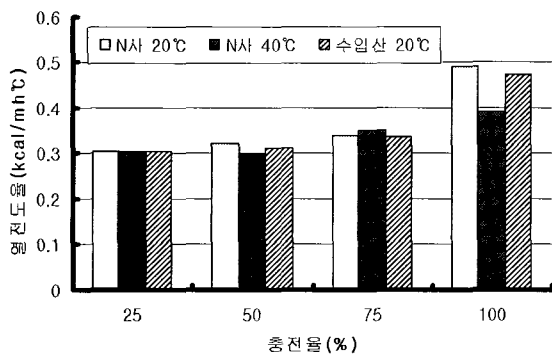


그림 12. 불포화 폴리에스테르 복합체의 열전도율(30%)

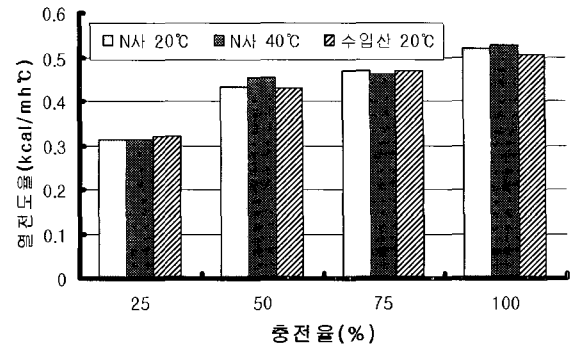


그림 13. 불포화 폴리에스테르 복합체의 열전도율(40%)

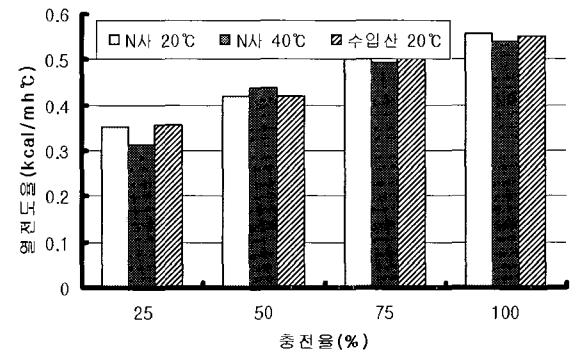


그림 14. 불포화 폴리에스테르 복합체의 열전도율(50%)

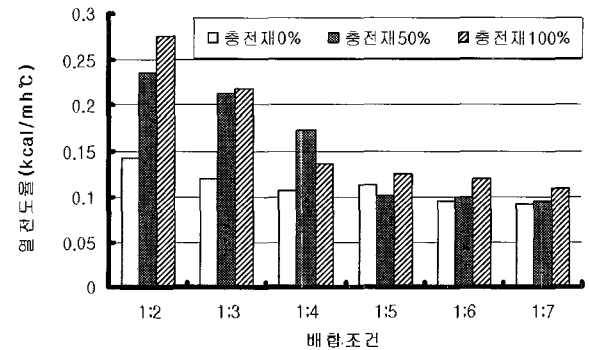


그림 15. 불포화 폴리에스테르 복합체의 열전도율(중량배합)

그림 16은 폴리우레탄 수지를 결합재로 한 복합체의 밀도와 발포배수를 나타냈으며, 그림 17은 열전도율을 나타낸 것이다. 폴리우레탄 수지를 사용한 복합체는 경량성 및 단열성이 우수하면서 경제성을 갖출 수 있어야 한다. 폴리우레탄 수지를 사용한 레진콘크리트의 발포배수는 폴리우레탄 수지가 차지하는 부피가 증가할수록 크게 나타났다. 골재를 사용하지 않은 경우 발포배수가 약 19배로 나타났으며, 골재의 부피가 85%를 차지할 경우 약 2배의 발포배수를 나타냈다. 발포배수와 같이 밀도 또한 폴리우레탄 수지의 양이 증가할수록 밀도도 낮게 나타나 경량성을 나타냈다. 또한 골재가 차지하는 부피가 클수록 레진 복합체의 열전도율은 증가하였는데, 이는 경량골재에 비해 폴리우레탄 수지가 단열성능이 뛰어났기 때문이다. 보통 스티로폼의 열전도율이 약 0.0300 kcal/mh°C 라 할 때, 폴리우레탄 수지의 양이 100%일 때, 0.0431 kcal/mh°C 정도로 약간 크게 나타났다. 폴리우레탄 수지를 사용할 때는

스티로폼의 대용이라 생각하면 강도면에서는 문제가 없을 것으로 생각된다.

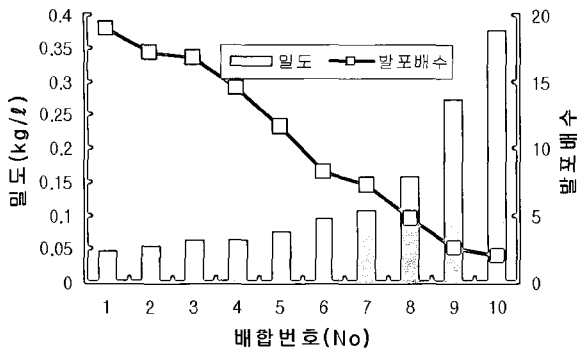


그림 16. 폴리우레탄 복합체의 밀도와 발포배수

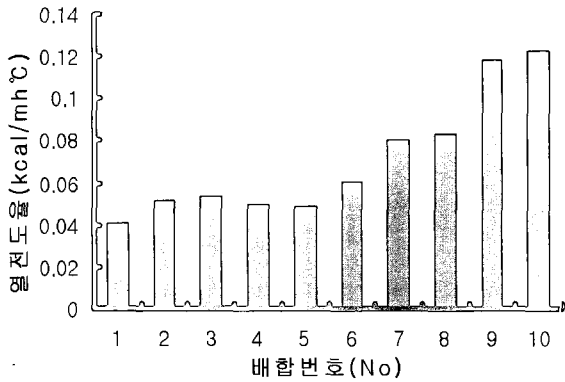


그림 17. 폴리우레탄 복합체의 열전도율

그림 18은 시멘트에 폴리머 디스퍼션을 혼입한 복합체의 공극충진율과 W/C에 따른 열전도율을 나타낸 것이다. 시멘트만을 사용한 복합체의 경우 대략 0.2kcal/mh℃의 값을 나타냈는데, 이는 일반적인 콘크리트의 열전도율이 1.2~1.4kcal/mh℃를 감안할 때 약 6~7배의 열차단 능력이 있다는 것을 알 수 있으며 ALC판이나 목재의 열

전도율과 비슷한 결과를 얻었다. 또한 폴리머 혼입율이 증가할수록 열전도율이 증가하는 현상을 보이고 있는데, 폴리머 디스퍼션을 혼입한 경우 0.2~0.4kcal/mh℃의 값을 나타내고 있다. 이는 폴리머 혼입량이 증가할수록 생성되는 필름이 열전도의 매체 역할을 함으로써 열전도율이 높아지는 것으로 판단된다.

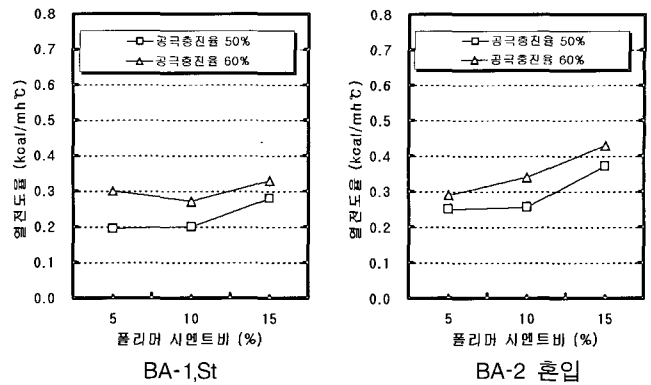
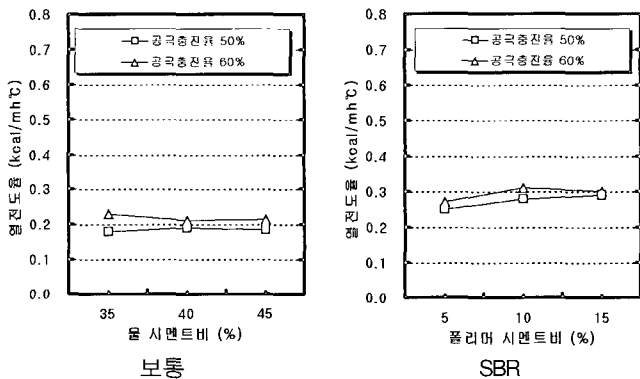


그림 18. P/C 및 공극충진율의 변화에 따른 열전도율

그림 19는 폴리머 시멘트 슬러리를 결합재로 한 경량 시멘트 복합체의 단위용적중량을 나타내고 있다. 단위용적중량은 경량골재의 혼입비율이 증가할수록 작아져, 결합재 : 경량골재비 2:1에 비해 1:4의 경우가 2.5배정도 작게 나타났다. 복합체는 경량성을 확보하면서 결합재가 적게 사용되는 배합설계가 중요하기 때문에 여러 가지 비율의 혼합조건을 사용하였다. 또한 모든 배합조건에서 수중에서 뜨는 경량성을 확보하였으며, 폴리머 종류에 따라서는 단위용적중량이 약간의 차이를 보였다.

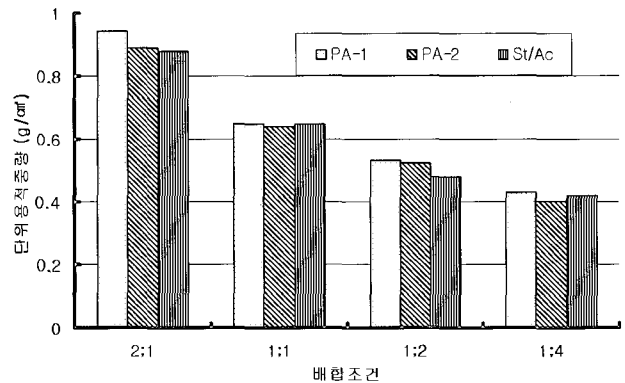


그림 19. 폴리머 시멘트슬러리 복합체의 단위용적중량

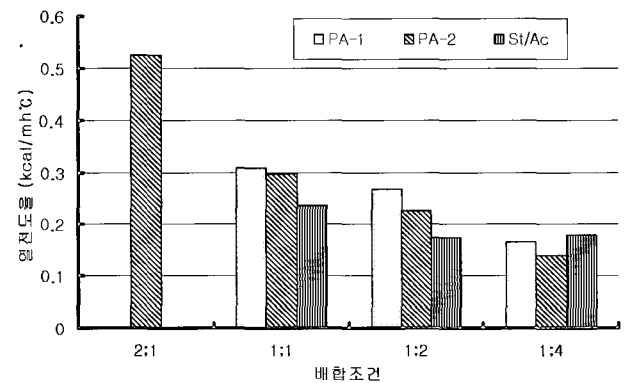


그림 20. 폴리머 시멘트슬러리 복합체의 열전도율

그림 20은 폴리머 시멘트 슬러리를 결합재로 한 경량 시멘트 복합체의 열전도율을 나타내고 있다. 경량 시멘트 복합체

의 열전도율은 골재의 혼입율이 증가할수록 현격하게 감소하였으며, 폴리머 종류에 따라서도 약간의 차이를 보였다. 배합에 따라 차이는 있으나, 본 연구에서의 열전도율이 0.13kcal/mh<sup>2</sup>C~0.15kcal/mh<sup>2</sup>C의 낮은 범위에서의 열전도율 결과를 얻을 수 있었다. 결과적으로 본 연구에서 사용된 경량골재의 단열성을 최대한 유지하면서 이를 적절한 결합재를 사용하여 그 효과를 최대화 할 수 있는 배합설계를 제시 하였다.

#### 4. 결 론

경량골재를 사용한 콘크리트 복합체의 단열성능에 관한 연구결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

- 1) 시멘트를 결합재로 한 복합체의 열전도율은 대략 0.15~0.25 kcal/mh<sup>2</sup>C 정도의 값을 나타내며, 물시멘트비가 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있는 반면, 공극충전율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다.
- 2) 결합재로서 불포화 폴리에스테르 수지를 사용한 복합체의 열전도율은 결합재량이 증가할수록 크게 나타났으며, 충전재의 충전율의 증가에 따라서도 높게 나타났다.
- 3) 폴리우레탄 수지를 결합재로 한 복합체의 발포배수는 폴리우레탄 수지가 차지하는 부피가 증가할수록 크게 나타났으며, 발포배수와 밀도는 폴리우레탄 수지의 열전도율에 직접적인 영향을 보였다.
- 4) 폴리우레탄 수지는 단열성능이 뛰어나 보통 스티로폼의 열전도율이 약 0.0300 kcal/mh<sup>2</sup>C에 비해 폴리우레탄 수지의 양이 100%일 때, 0.0431 kcal/mh<sup>2</sup>C 정도로 거의 비슷한 정도를 나타냈다.
- 5) 시멘트에 폴리머 디스퍼션을 혼입한 복합체의 열전도율은 폴리머 혼입율이 증가할수록 약간 증가하는 현상을 보이며 대략 0.2~0.4kcal/mh<sup>2</sup>C의 값을 나타냈다.
- 6) 폴리머 시멘트 슬러리를 결합재로 한 복합체의 열전도율은 골재의 혼입율이 증가할수록 현격하게 감소하였으며, 배합에 따라 차이는 있으나, 0.13kcal/mh<sup>2</sup>C~0.15 kcal/mh<sup>2</sup>C의 낮은 열전도율 얻을 수 있었다.
- 7) 본 연구에서 사용된 경량골재의 단열성을 최대한 유지하면서 이를 결합시키는 결합재를 사용 장소 및 용도에 따라 적절히 사용한다면, 경량패널 및 콘크리트 제조에 적절하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 일본건축학회, 콘크리트-폴리머 복합체의 시공지침(안)-동해설(일본어), 2001.
2. 폴리머 시멘트 콘크리트/폴리머 콘크리트(일본어), 시엠시 출판, 2002.
3. 건설부, 한국건설기술연구원, 조립주택의 성능평가 및 설계표준화에 관한 연구, 1992
4. 대한건축학회, 공업화주택 기술향상을 위한 심포지엄 발표집, 1993.
5. 홍성목, 공업화 건축을 위한 성능 평가 방향, 공업화 주택 국제 심포지엄, 1991.
6. 한국건설기술연구원, 삼정아코텍판넬의 성능 평가 및 적용증대를 위한 연구, 1993
7. 한국건설기술연구원, 세콤(인공경량골재)을 이용한 공업화 판넬 및 저층주택시스템 개발 연구, 1994.pp.161~170.