

# 투수성 폴리머 콘크리트의 물성과 투수성능에 관한 연구

A Study on the Physical Properties and Permeability  
of Permeable Polymer Concrete



박응모\*

Piao Ying-Mo



조영국\*\*

Jo Young-Kug



소양섭\*\*\*

Soh Yang-Seob

## ABSTRACT

Covering polymer mortar as a filter for permeable polymer concrete on the base polymer concrete is necessary for good permeability from infiltration continuously. Therefore, three covering polymer mortars on the optimum base polymer concrete were cast immediately following on the casting of the base polymer concrete. They are tested for compressive and flexural strengths, adhesion in tension, hardening shrinkage and permeability, and the effects of the mix proportioning factors on the properties of the permeable polymer concrete are discussed. From the test results, increase in the compressive strength and decrease in the coefficient of permeability of base polymer concrete are clearly observed with increasing filler-binder ratio. The base polymer concretes having a compressive strength of 9.4~28.3MPa and a coefficient of permeability of 0.12~1.93 cm/s can be produced in the consideration of the mix proportioning factors. Binder and filler contents in mix proportions had a great influence on the permeability of polymer concretes. The mechanical properties of permeable polymer concretes covered with polymer mortars using crushed stone are superior to other filters, and hardening shrinkage is the smallest in filters. It is apparent that adhesion between the base polymer concrete and polymer mortar is affected by the degree of hardening shrinkage. From this study, proper mix proportions can be recommended in the consideration of properties of the permeable polymer concrete.

Keywords : permeable polymer concrete, filler-binder ratio, coefficient of permeability

\* 중국연변대학교 이공학원 토목건축계 교수

\*\* 정회원, 청운대학교 건축공학과 교수

\*\*\* 정회원, 전북대학교 건축공학과 교수

· 본 논문에 대한 토의를 1999년 4월 30일까지 학회로

보내 주시면 1999년 6월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

## 1. 서 론

현재 도시화의 가속화로 거의 모든 구조물이 콘크리트화 되어가고 있고 인도나 차도는 비투수성 아스팔트나 콘크리트로 포장됨으로써 지표수의 침투를 차단하는 문제를 내포하고 있다. 이에 따라 결합재로 아스팔트를 사용한 투수성 콘크리트의 포장공법은 시가지의 가로수 보호, 강우시 노면의 배수에 의한 보행성 개선, 강우시 유출량 감소등을 목적으로 선진각국에서 널리 사용되고 있으나<sup>1)</sup> 노면의 온도상승에 따른 아스팔트의 변형으로 투수성이 저하되는 문제가 있다.

투수성 폴리머 콘크리트는 폴리머 콘크리트 매트릭스 내부에 많은 공극을 가진 콘크리트로서 비슷한 투수성능을 가진 시멘트 콘크리트에 비해 우수한 역학적 성질을 갖고 있다. 투수성 콘크리트는 80년대 초반 아스팔트를 이용한 기술이 국내에 처음 도입되어 일부 보도를 중심으로 포장되고 있으나 내구성 및 투수성능의 저하로 그 효과를 발휘하지 못했다. 그러나 시멘트계 투수성 콘크리트를 이용하여 주차장, 광장 및 도로에 타설하여 지하수에 대한 문제 및 자연생태계 보호뿐만 아니라 차량의 소음을 줄일 수 있는 효과가 있어 이에 대한 연구와 현장적용 실험이 독일 및 벨기에 등의 유럽을 중심으로 하여 시도되고 있다.<sup>2),3)</sup> 또한 일본에서는 콘크리트를 환경친화적인 분야에 이용하는 일명 에코 콘크리트 (Environment Conscious Concrete or Environmentally Friendly Concrete)중 콘크리트를 다공질화 한 투수 콘크리트를 하천제방, 댐 제방등의 녹화용 콘크리트로서 사용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>4),5)</sup>. 이에비해 투수성 폴리머 콘크리트는 시멘트계 및 아스팔트계보다 시공이 간편하고 강도발현 시간이 짧으며, 내구성이 뛰어나 유지관리 비용의 저감등을 고려할 때 이에 대한 연구의 가치는 충분하다 할 수 있다. 투수성 폴리머 콘크리트는 결합재가 수지이기 때문에 일반적으로 투수성 시멘트 콘크리트에 비해 고가이기는 하나 수지 사용량이 매우 적기 때문에 일반적인 폴리머 콘크리트에 비해 1/2정도의 경제성을 가지며 고내구성 제품이기 때문에 장기적인 유지관리 비용등을 고려하면 오히려 경

제적인 것으로 평가할 수 있다.

본 연구는 시멘트 콘크리트 보다 역학적 성질 및 내구성이 우수한 투수성 폴리머 콘크리트 및 2차 제품을 개발하기 위한 기초적 실험으로서 불포화 폴리에스테르 수지를 결합재로 한 투수성 폴리머 콘크리트와 베이스 폴리머 콘크리트의 공극에 오염물질의 침투로 내구성 및 투수성능이 저하될 수 있어 각종 필터용 폴리머 모르타르를 베이스 폴리머 콘크리트 위에 타설한 후, 그 역학적 성질 및 투수성능에 영향을 미치는 최적배합비를 도출하여 향후 연구의 기초적 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실험계획

투수성 폴리머 콘크리트(베이스 폴리머 콘크리트 위에 필터용 폴리머 모르타르를 타설한 콘크리트)를 제작하는데 있어서는 먼저 최적의 배합조건을 도출해야 된다. 본 연구에서 투수성 폴리머 콘크리트라는 것은 Fig.1에서 알 수 있는 바와 같이 기층용으로 사용한 투수성의 베이스 폴리머 콘크리트(이하 베이스 폴리머 콘크리트라 함)를 제작하고 그 위에 필터작용을 할 수 있도록 3종류의 폴리머 모르타르(필터용 폴리머 모르타르라 함)를 제작하여 만든 것을 말한다. 본 연구의 진행순서는 다음과 같다.

- (1) 베이스 폴리머 콘크리트의 최적배합을 유도하기 위해 결합재량과 골재의 입도 및 충전재의 양을 변화시켜 압축강도와 투수계수로서 평가하였다.
- (2) 최적배합으로 도출된 배합비를 선택하여 휨강도 및 경화수축성을 검토하여 바닥재로서의 사용성을 평가하였다.

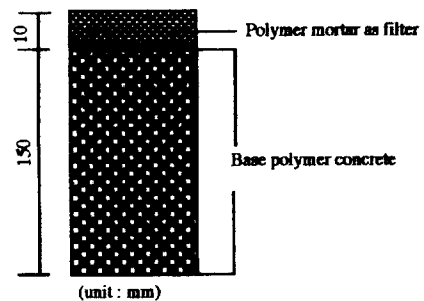


Fig.1 Specimen of permeable polymer concrete

- (3) (2)의 결과를 기초로 필터용 폴리머 모르터에 대한 실험을 베이스 폴리머 콘크리트와 같은 방법으로 평가하였다.
- (4) 베이스 폴리머 콘크리트 위에 필터용 폴리머 모르터를 타설한 후 압축강도 및 투수계수, 인장 접착강도를 최종적으로 검토하여 투수성 폴리머 콘크리트의 사용 가능성을 제시하고 아울러 최적배합비를 제안하였다.

## 2.1 사용재료

### 2.1.1 결합재

결합재로는 오르토프탈산염계(Orthophalate Type) 불포화 폴리에스테르 수지를 사용하였으며, 그 성질은 Table 1과 같다.

Table 1 Properties of unsaturated polyester resin

Specific gravity (20°C)	Acid value	Viscosity (mPa·s)	Gel time (min.)
1.105	22.6	250	12.4

### 2.1.2 촉매

촉매로서는 메칠 에질 케톤 퍼옥사이드(Methyl Ethyl Ketone Peroxide : MEKP)를 수지의 중량에 대하여 1.0% 첨가하였다.

### 2.1.3 충전재

충전재로서는 중질탄산칼슘(입자크기:  $2.5 \times 10^3$  mm 이하)을 함유율이 0.1% 이하가 되도록 건조시켜 사용하였다.

### 2.1.4 골재

베이스 폴리머 콘크리트용 골재는 결합재인 불포화 폴리에스테르 수지의 양이 6~8% 일때는 5~10mm의 채석, 2.5~5mm의 강모래와 표준사를 사용하였으며, 4~5%일때는 5~10mm의 채석, 3.5~5mm의 강모래와 표준사를 사용하였다. 필터용 폴리머 모르터의 골재로서는 2.5~5mm 크기의 채석과 강모래를, 0.5~2.5mm의 생활폐기물로 발생하는 프라스틱을 분쇄시킨 조각을 사용하였다.

## 3. 실험방법

### 3.1 공시체 제작

#### 3.1.1 베이스 폴리머 콘크리트

베이스 폴리머 콘크리트의 최적 배합비를 도출하기 위하여 Table 2의 배합표와 같이 결합재인 수지량을 8, 7, 6, 5, 4.5 및 4%로 하였으며, 충전재-결합재비를 0, 0.5 및 1.0%, 그리고 골재의 크기에 따른 혼입율을 중량비로서 조절하여 KS F 2419(폴리에스테르 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체의 제작방법)에 준하여 제작하였다. 여기에서 골재의 최소크기를 수지의 양이 6~8% 일때는 0.5mm, 4~5%일때는 2.5mm로 한 것은 수지의 양을 5%이하로 감소시킬 경우 결합재의 양이 부족하게 되기 때문에 골재의 표면적을 감소시키기 위한 것이다. 일반 폴리머 콘크리트의 경우 결합재량을 불포화 폴리에스테르 수지를 사용할 때 보통 12%~15% 범위에서 사용되는 점을 감안할 때 본 실험에서 사용되는 수지의 양은 아주 적은 양으로 생각할 수 있으며, 이로 인한 경제성은 크다고 할 수 있다. 폴리머 콘크리트를 투수 콘크리트로 제작시 골재를 결합시킬 수 있는 최소의 수지량에 따른 투수성능과 역학적 성질을 고려할 수 있는데, 예비실험 결과 수지량이 8% 이상이 되면 수지가 콘크리트 저면에 층을 이뤄 투수성능을 감소시켰기 때문에 수지의 양을 8% 이하로 변화시켜 실험을 실시하였다. 압축용 공시체는  $\phi 7.5 \times 15$ cm 로 제작하였으며, 투수계수측정용은  $\phi 7.5 \times 10$ cm로 제작하여 3일간 기중양생(20°C, 50%R.H.)을 실시하였다.

#### 3.1.2 투수성 폴리머 콘크리트

베이스 폴리머 콘크리트의 시험결과 성능과 경제성면에서 유리한 최적배합비를 선택한후 Table 3과 같은 배합표에 의해 제작한 필터용 폴리머 모르터를 베이스 폴리머 콘크리트 위에 1cm의 두께로 타설한 후 각종 실험을 실시하였다. 압축강도 시험용 공시체는  $\phi 7.5 \times 15$ cm 로서 베이스 폴리머 콘크리트 위에 동시에 1cm만을 필터용 폴리머 모르터로 타설하였다. 휨강도 시험용은 6x6x24cm의 공시체를 이용하여 압축강도 공시

Table 2 Mix proportions, compressive strength and coefficient of permeability of base polymer concretes

B i n d e r	By weight (%)			F i l t e r	B/F	Compre- ssive strength (MPa)	Coef. of perme- ability (x10 <sup>-1</sup> cm/sec)	B i n d e r	By weight (%)			F i l t e r	B/F	Compre- ssive strength (MPa)	Coef. of perme- ability (x10 <sup>-1</sup> cm/sec)
	Agg.(mm)								Agg.(mm)						
	5~10	3.5 ~ 5	2.5 ~ 3.5						5~10	2.5 ~ 5	0.5 ~ 2.5				
4	72	10	10	4	1.0	15.4	11.4	6	68	10	10	6	1.0	15.4	8.9
	74	10	10	2	0.5	13.1	12.0		71	10	10	3	0.5	14.2	8.7
	76	10	10	0	0	11.9	12.9		74	10	10	0	0	10.6	10.8
	62	20	10	4	1.0	17.7	6.3		58	20	10	6	1.0	16.4	5.7
	64	20	10	2	0.5	16.1	8.1		61	20	10	3	0.5	13.5	8.3
	66	20	10	0	0	13.5	12.4		64	20	10	0	0	10.7	7.8
	62	10	20	4	1.0	18.1	7.0		58	10	20	6	1.0	20.3	2.8
	64	10	20	2	0.5	16.3	9.9		61	10	20	3	0.5	16.7	4.7
	66	10	20	0	0	15.7	10.1		64	10	20	0	0	14.2	1.9
	52	20	20	4	1.0	21.1	5.1		48	20	20	6	1.0	18.6	1.7
	54	20	20	2	0.5	20.7	6.3		51	20	20	3	0.5	13.2	1.2
	56	20	20	0	0	19.3	7.5		54	20	20	0	0	10.2	3.0
4.5	71	10	10	4.5	1.0	19.3	10.9	7	66	10	10	7	1.0	22.0	12.5
	73.2	10	10	2.3	0.5	17.9	11.4		69.5	10	10	3.5	0.5	15.7	12.4
	75.5	10	10	0	0	15.8	12.7		73	10	10	0	0	13.0	19.3
	61	20	10	4.5	1.0	21.2	7.1		56	20	10	7	1.0	19.2	7.5
	63.2	20	10	2.3	0.5	19.5	9.5		59.5	20	10	3.5	0.5	17.8	12.9
	65.5	20	10	0	0	17.9	11.2		63	20	10	0	0	9.6	16.4
	61	10	20	4.5	1.0	20.3	6.9		56	10	20	7	1.0	25.2	9.7
	63.2	10	20	2.3	0.5	18.9	9.3		59.5	10	20	3.5	0.5	20.6	3.9
	65.5	10	20	0	0	16.7	10.9		63	10	20	0	0	13.9	9.6
	51	20	20	4.5	1.0	23.1	6.3		46	20	20	7	1.0	28.9	7.0
	53.2	20	20	2.3	0.5	20.8	7.9		49.5	20	20	3.5	0.5	27.6	5.0
	55.5	20	20	0	0	19.5	9.6		53	20	20	0	0	26.9	7.1
5	70	10	10	5	1.0	21.9	11.5	8	64	10	10	8	1.0	26.2	8.2
	72.5	10	10	2.5	0.5	19.1	14.2		68	10	10	4	0.5	15.1	8.1
	75	10	10	0	0	17.7	16.7		72	10	10	0	0	12.6	8.5
	60	20	10	5	1.0	24.5	9.7		54	20	10	8	1.0	23.7	6.4
	62.5	20	10	2.5	0.5	22.7	12.6		58	20	10	4	0.5	20.5	3.1
	65	20	10	0	0	19.6	13.3		62	20	10	0	0	15.0	6.5
	60	10	20	5	1.0	23.7	8.6		54	10	20	8	1.0	21.4	3.0
	62.5	10	20	2.5	0.5	21.1	9.6		58	10	20	4	0.5	16.8	3.2
	65	10	20	0	0	18.7	11.4		62	10	20	0	0	13.5	6.7
	50	20	20	5	1.0	25.6	7.5		44	20	20	8	1.0	28.6	2.1
	52.5	20	20	2.5	0.5	22.7	8.4		48	20	20	4	0.5	16.8	5.1
	55	20	20	0	0	20.9	9.9		52	20	20	0	0	13.6	6.9

체와 같은 방법으로 제작하였다. 또한 인장접착강도 시험용 공시체는 7x30x30cm의 베이스 폴리머 콘크리트 위에 결합재비를 5%로 한 필터용 폴리머 모르터를 동시 타설과 경화 후 타설의 두 조건으로 하여 제작하였다. 경화수축 시험용 공시

체는 베이스 폴리머 콘크리트와 필터용을 각각 분리하여 10x10x 40mm로 제작하였다.

### 3.2 압축강도 및 휨강도 시험

Table 3 Mix proportions of polymer mortar for filter

Agg.	Mix proportion by weight(%)			Filler	Compressive strength (MPa)	Flexural strength (MPa)	Coefficient of permeability (x10 <sup>-1</sup> cm/sec)	B/F
	Binder	Agg.(mm <sup>1</sup> )						
		5~2.5	2.5~0.5					
Crushed stone	5	90	-	5	25.0	8.7	4.4	1.0
	6	88	-	6	27.0	9.1	2.7	
	7	86	-	7	27.4	9.4	2.2	
Sand	5	90	-	5	21.4	6.7	1.8	
	6	88	-	6	21.9	7.5	1.1	
	7	86	-	7	26.3	8.0	0.9	
Plastics	5	-	90	5	13.3	4.8	4.2	
	6	-	88	6	16.7	5.1	2.8	
	7	-	86	7	17.9	5.4	2.7	

압축강도 시험은 KS F 2481 (폴리에스테르 레진 콘크리트의 압축강도 시험방법), 휨강도시험은 KS F 2482(폴리에스테르 레진 콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 실시하였다.

### 3.3 투수 시험

투수성 폴리머 콘크리트의 투수시험은 Fig.2와 같은 시험장치를 제작하여  $\phi 7.5 \times 10 \text{cm}$ 의 공시체를 이용하여 베이스 폴리머 콘크리트의 투수시험을 실시하였다. 또한 필터용 폴리머 모르터를 베이스 폴리머 콘크리트 위에 1cm 두께로 타설한 후 일본도로협회 「투수성 아스팔트 혼합물의 투수 시험방법」에 준하여 투수시험을 실시하였으며, 투수의 정도를 투수계수로서 나타냈다. 투수계수는 다음식에 의해 산출하였다.

$$Kr = \frac{L}{H} \times \frac{Q}{A (T2 - T1)}$$

- 여기서, Kr: 투수계수 (cm/sec)
- L: 공시체의 높이 (cm)
- A: 공시체의 단면적 (cm<sup>2</sup>)
- H: 수두 (cm)
- T1: 측정개시시간 (sec)
- T2: 측정종료시간 (sec)
- Q: T1에서 T2까지 흐른 수량(cm<sup>3</sup>)

### 3.4 경화수축 시험

10×10×40cm의 몰드 속에 투수성 폴리머 콘

크리트를 타설한 후, 공시체의 양측면 중앙부에 다이얼 게이지를 설치하여 기층용 투수성 폴리머 콘크리트와 필터용 폴리머 모르터의 경화에 의한 길이변화를 배합시의 촉매의 첨가시부터 경화시 까지 측정하였다. 길이변화는 최초 공시체의 길이에 대한 변화된 길이의 비로서 나타냈다.

### 3.5 인장접착강도 시험

피착체인 베이스 투수성 폴리머 콘크리트 위에 1cm 높이의 필터용 폴리머 모르터를 타설하여 3일이 경과한 후, 40×40×10mm로 잘라 강제

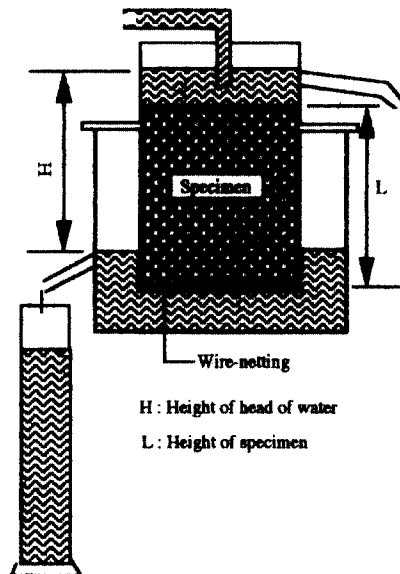


Fig. 2 Apparatus for permeability test

형틀을 접촉하여 JIS A 6915(두꺼운 나무리 도장재)에 준하여 인장접착 강도시험을 실시하였다.

### 3.6 단위체적중량

각 공시체의 밀실정도를 파악하기 위하여 소정의 양생을 마친 공시체에 대하여 체적에 대한 중량으로서 단위체적중량을 나타내었다.

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1 압축강도

#### 4.1.1 베이스 폴리머 콘크리트

Fig.3은 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도와 결합재량과의 관계를 나타내고 있다. 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도는 결합재량이 4~5% 범위에서는 결합재량양이 증가할수록 강도가 크게 개선되었으며, 결합재량의 범위가 6~8%에서는 배합비에 따라 차이는 있으나 결합재비가 7% 정도에서 전반적으로 높은 강도가 나타났다. 이 결과로서 결합재량을 8%까지 다량 혼입시킬 필요가 없었으며 결합재량이 8% 이상이면 결합재가 공시체의 밑으로 흘러내려 층을 이루 투수성 폴리머 콘크리트의 제작에 문제가 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 충전재의 양이 적을수록 크게 나타났다. 또한 본 연구에서 최적배합조건을 도출하기 위해서 잔골재의 입도를 조정한 결과 골재 크기가 클수록 압축강도가 크게 나타났다.

본 연구의 실험배합에서는 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도는 잔골재의 혼입비 10:10과 20:10에서는 결합재량이 증가할수록 강도가 증대하는 경향을 보이고 있으나 잔골재 혼입비 10:20과 20:20에서는 결합재량이 6~8%에서 충전재량에 관계없이 7%에서 높은 강도를 보이고 있다. 또한 결합재량이 6~8% 범위에서 잔골재(0.5~2.5mm)의 양의 증가에 따라 투수성 폴리머 콘크리트의 압축강도가 증가하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서 압축강도 실험결과 결합재량을 5%만 사용하여도 배합의 조정에 의해 결합재량을 7% 사용한 경우와 거의 같은 압축강도를 발휘하여 이 배합비를 베이스 폴리머 콘크리트의

배합에 사용하였다.

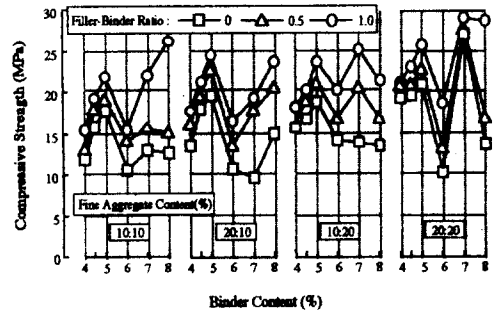


Fig.3 Compressive strength and binder content of base polymer concrete

Fig.4는 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도와 충전재-결합재비와의 상관관계를 나타낸 것으로 각 배합에서 상관관계수가 0.96 이상으로서 일정한 상관성을 나타냈다. 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도는 결합재량에 관계없이 충전재-결합재비가 증가할수록 크게 나타났으며 그 정도는 결합재의 양이 많을수록 크게 나타났다. 이는 보통 폴리머 콘크리트의 양상과 같은 경향을 보였으며<sup>(6)</sup>, 폴리머 콘크리트를 제작하는데 있어서 충전재의 혼입이 필수적임을 알 수 있었다. 여기에서 충전재는 폴리머 콘크리트의 조직을 치밀하게 하여 강도를 증진시킬 뿐만 아니라 적당한 점성을 콘크리트 매트릭스에 부여하여 비중에 의한 수지의 층을 형성하는 것을 방지하는 역할을 하였다.

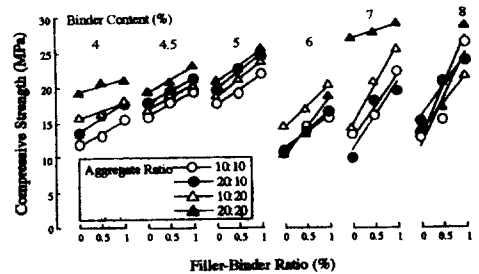


Fig.4 Compressive strength and filler-binder ratio of base polymer concrete

#### 4.1.2 투수성 폴리머 콘크리트

베이스 콘크리트의 압축강도 실험결과 성능과 경제성에서 유리한 배합인 결합재 5%, 충전재-결합재비 1% 및 잔골재의 혼입비 20:20으로 제

작한 후 여기에 필터용 폴리머 모르터를 베이스 폴리머 콘크리트 위에 1cm 두께로 타설하여 투수성 폴리머 콘크리트의 압축강도를 측정하였다. 그 결과는 Fig.5와 같다. 베이스 폴리머 콘크리트만의 압축강도가 26MPa를 나타냈지만 쇄석을 필터로 사용할 경우의 수지량 6%와 7%, 모래를 사용할 때의 수지량 7%에서는 강도의 증진효과를 보였다. 그러나 플라스틱의 경우는 플라스틱 매트릭스 자체의 강도가 낮아 필터 부분에서 파괴를 나타내 압축강도가 13~18 MPa로 낮게 나타났다. 여기에서 필터용으로 적절한 배합으로서 쇄석을 사용하면 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도를 유지시킬 수 있음을 알 수 있다.

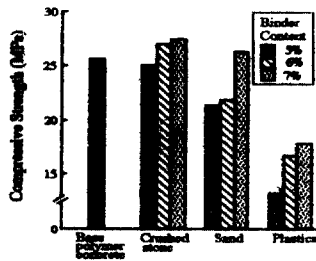


Fig.5 Compressive strength of permeable polymer concrete

## 4.2 휨강도

### 4.2.1 베이스 폴리머 콘크리트

Fig.6은 결합재량이 7%이고 충전재-결합재비가 1.0%인 베이스 폴리머 콘크리트의 잔골재 혼입비에 따른 휨강도를 나타내고 있다. 베이스 폴리머 콘크리트의 휨강도는 잔골재의 혼입에 따라 크게 영향을 받음을 알 수 있으며, 잔골재의 혼입비가 20:20인 경우 약 12.5MPa 로서 가장 크게 나타났다. 골재의 비표면적이 작을수록 골재의 접착면에 결합재량이 많아져 비교적 높은 휨강도를 발현시킬 수 있었다고 판단된다.

### 4.2.2 투수성 폴리머 콘크리트

Fig.7은 결합재량이 5%인 베이스 폴리머 콘크리트 위에 필터로서 폴리머 모르터를 타설한 투수성 폴리머 콘크리트의 휨강도 시험 결과를 나타낸 것이다. 휨강도의 경우는 쇄석과 모래를 필터로 사용한 경우 필터 부분의 보강효과로 강도

가 증진되었으며 압축강도와는 달리 플라스틱을 필터로 사용한 경우에도 휨강도의 감소는 크게 나타나지 않았다. 또한 필터용 폴리머 모르터에 사용한 결합재인 폴리메스테르 수지의 양이 증가할수록 휨강도는 약간 높게 나타났다. 여기에서도 쇄석을 필터용 폴리머 모르터의 골재로 사용할 경우 가장 우수한 휨강도를 나타냈다.

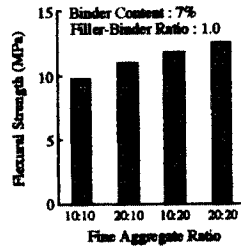


Fig.6 Flexural strength of base polymer concrete with binder content of 7%

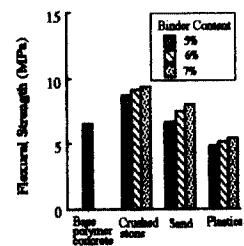


Fig.7 Flexural strength of permeable polymer concrete

## 4.3 투수계수

### 4.3.1 베이스 폴리머 콘크리트

Fig.8은 베이스 폴리머 콘크리트의 투수계수와 결합재량과의 관계를 나타낸 것이다. 베이스 폴리머 콘크리트의 투수계수는 전반적으로 잔골재의 혼입비에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 잔골재의 혼입비 20:20에서 가장 낮게 나타났다. 이것은 압축강도가 높은 배합은 일반적으로 투수계수가 작게 나타남을 보여주는 것으로 적합한 최적배합비가 도출되어야 할 것이다. 또한 결합재량이 7%에서 투수계수가 가장 크게 나타나 투수성능만을 고려한다면 최적의 베이스 폴리머 콘크리트의 결합재량을 7%로 볼 수 있다. 이 값은 일본도로협회(현)의 투수성 아스팔트 혼합물의 배합설계기준에 있어서의 투수계수의 기준치인  $1.0 \times 10^{-2}$  cm/s 보다 20~200배 정도 크게 나타나 충분한 투수성능이라고 할 수 있다. 따라서 경제성을 고려한 배합으로 진출한 압축강도 결과 결합재량이 5%로 하여도 충분한 투수계수를 확보할 수 있어 5%를 제안할 수 있다. 한편 일부 콘크리트를 제외하고는 충전재-결합재비가 크면 클수록 투수계수가 작게 나타나 충전재는 투수성 폴리머 콘크리트에서도 공극의 충전효과를 어느

정도 발휘함을 알 수 있었다. 또한 충전재를 사용함으로써 투수성 폴리머 콘크리트의 점성을 증진시켜 시공시 골재의 분리현상도 방지할 수 있었다.

본 연구결과, 투수성 폴리머 콘크리트를 제작함에 있어서 결합재량, 골재의 혼입율, 충전재등 여러 가지 조건이 영향을 미침을 알 수 있었으며, 성능과 경제성의 균형을 갖춘 최적배합비를 도출하기 위한 향후 연구의 기초자료로 사용 가능하다고 사료된다.

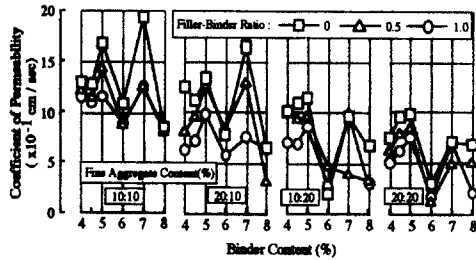


Fig.8 Coefficient of permeability and binder content of base polymer concrete

#### 4.3.2 투수성 폴리머 콘크리트

Fig.9는 베이스 폴리머 콘크리트 위에 필터용 폴리머 모르터를 타설한 투수성 폴리머 콘크리트의 투수계수를 나타낸 것이다. 베이스 폴리머 콘크리트 보다 투수계수가 작은 필터용 폴리머 모르터를 위에 타설할 경우 전체적인 투수계수는 감소하였다. 투수계수의 감소 정도는 결합재인 수지의 양이 증가할수록 크게 나타났으며 골재의 종류별로는 쇄석과 플라스틱의 경우 크게 감소하였다. 전반적으로 투수성 폴리머 콘크리트의 투수계수는 0.11~0.42 cm/s로 베이스 폴리머 콘크

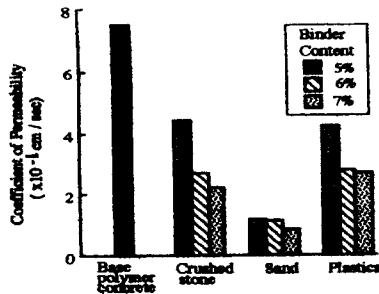


Fig.9 Coefficient of permeability of permeable polymer concrete

리트의 투수계수에 비해 약 1/2~1/6로 낮으나 체적인 투수성능에는 크게 문제가 없어 사용재료에 대한 영향은 크게 고려하지 않아도 될 것이다.

#### 4.4 단위용적중량

Fig.10은 베이스 폴리머 콘크리트의 단위용적중량과 결합재량과의 관계를 나타낸 것이다. 각 공시체의 단위용적중량은 결합재량 및 충전재-결합재비의 증가에 따라 커졌으며 잔골재에서 입경이 작을 수록 커짐을 알 수 있었다. 단위용적중량의 증가가 강도의 증가로 나타나지는 않았지만 전반적으로 보면 투수계수가 감소하는 경향을 보였다.

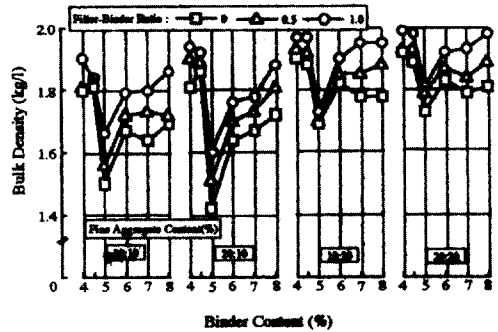


Fig.10 Bulk density of base polymer concrete

#### 4.5 인장접착강도

Fig.11은 베이스 폴리머 콘크리트 위에 타설된 각종 필터용 폴리머 모르터의 인장접착강도를 나타낸 것이다. 본 실험에서 특기할 만한 것은 같은 수지를 사용한 경우이지만 필터용 폴리머 모르터를 베이스 폴리머 콘크리트 제작시 동시에 타설하는 경우가 경화한 후 타설한 경우에 비해 평균 58%정도의 인장접착강도의 증진효과를 나타냈다. 또한 쇄석과 모래를 필터로 사용한 경우, 베이스 폴리머 콘크리트가 경화한 후 타설하였을 때는 베이스 폴리머 콘크리트와 필터용 폴리머 모르터의 경계면의 파괴를 보였으나 동시 타설의 경우에는 접착 경계면의 접착력이 커 필터용 폴리머 모르터 부분에서 파괴를 나타냈다. 그러나 플라스틱을 사용한 경우에는 양자 모두 접착 경



계면이 파괴를 보였다. 실험결과로 부터 투수성 폴리머 콘크리트를 보차도 및 광장등의 포장용으로 사용할 때는 베이스 폴리머 콘크리트와 필터용 폴리머 모르터를 동시에 타설이 가능함을 알 수 있다.

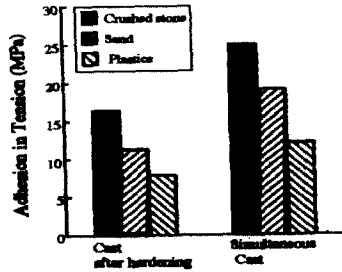


Fig.11 Adhesion in tension of permeable polymer concrete

## 4.6 경화수축

### 4.6.1 베이스 폴리머 콘크리트

Fig.12는 베이스 폴리머 콘크리트의 경화수축에 영향을 미칠 수 있는 잔골재 혼입비의 영향을 검토하기 위하여 대표적으로 결합재량이 7%이고 충전재-결합재비가 1.0%인 투수성 폴리머 콘크리트의 경화에 의한 길이변화율을 나타낸 것이다. 투수성 폴리머 콘크리트의 경화에 따른 길이변화율은 잔골재의 혼입비에 따라 다르게 나타났으나 그 범위가  $480 \times 10^{-6} \sim 618 \times 10^{-6}$ 으로 큰 차이는 보이지 않았다. 이 값은 보통 폴리머 콘크리트의 길이변화율의 약 1/5값으로 수지의 사용량을 1/2로 줄였으며 폴리머 콘크리트의 수축 및 팽창은 수지에 의해 영향을 많이 받기 때문이다. 동일한 수지량으로 만든 투수성 폴리머 콘크리트의 길이변화율은 잔골재 혼입율이 20:20 일 때, 0.5~2.5mm의 잔골재 양이 많을수록 작게 나타났다.

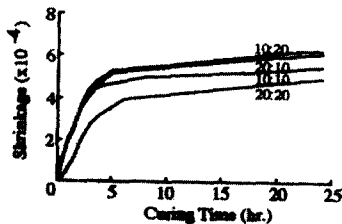


Fig.12 Hardening shrinkage of base polymer concrete

### 4.6.2 투수성 폴리머 콘크리트

Fig.13은 결합재 양이 5%인 베이스 폴리머 콘크리트와 각종 필터용 폴리머 모르터의 경화수축율을 나타낸 것이다. 두 가지 성분의 재료가 결합된 상태에서 두 재료의 수축 및 팽창성은 접착력에 커다란 영향을 미친다. 결과에서 알 수 있는 바와 같이 베이스 폴리머 콘크리트가 가장 낮은 수축율을 보였으며, 쇄석, 모래, 플라스틱 순으로 작게 나타났다. 또한 경화 수축은 양생시간이 경과할수록 증가하나 베이스 폴리머 콘크리트의 경우는 약 2시간 30분, 쇄석의 경우는 4시간, 모래의 경우는 5시간, 플라스틱의 경우는 10시간에서 수축율의 증가가 거의 없었다. 이 결과로부터 베이스 폴리머 콘크리트와 가장 수축율의 차가 작은 쇄석을 필터로 사용한 경우 전술한 인장접착강도가 크게 나타난 이유로 볼 수 있다.

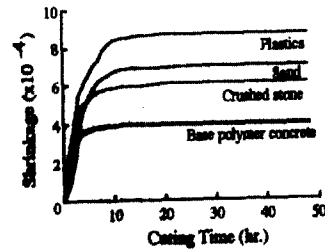


Fig.13 Hardening shrinkage of base polymer concrete and polymer mortar for filter

## 5. 결론

본 연구는 투수성 폴리머 콘크리트의 물성과 투수성능에 관한 실험적 연구로서 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 베이스 폴리머 콘크리트의 압축강도는 수지의 양, 골재의 입도, 충전재의 첨가량등에 의해 영향을 받으며 결합재량이 5%인 경우 6%와 7%에 비해 역학적 성질, 투수성능 및 경제성면을 고려할 때 유리한 조건으로 판단되었다. 또한 쇄석을 필터로 사용하여 제작한 투수성 폴리머 콘크리트의 경우 압축강도는 증가 하였다.
- 2) 베이스 폴리머 콘크리트의 휨강도는 혼입되는 잔골재의 혼입율에 따라 차이가 있었으며 압축강도와 마찬가지로 골재혼입비 20:20인

경우가 높은 휨강도를 나타냈다.

- 3) 필터용 폴리머 모르타르는 기층용 투수성 폴리머 콘크리트에 비해 투수계수는 낮으나 전체적인 투수성능은 우수하였다.
- 4) 단위용적중량의 증가가 강도의 증가로 직접적으로 나타나지는 않았지만 전반적으로 보면 투수계수가 감소하는 경향을 보였다.
- 5) 필터용 폴리머 모르타를 기층용 투수성 폴리머 콘크리트와 동시에 제작할 경우, 경화된 후 타설한 것에 비해 약 58%정도의 인장접착강도의 증진효과를 나타냈다.
- 6) 동일한 수지양으로 만든 베이스 폴리머 콘크리트의 길이변화는 잔골재 혼입율이 20:20으로 잔골재에서도 0.5~2.5mm의 양이 많을수록 작게 나타났다. 또한 베이스 폴리머 콘크리트에 비해 필터용 폴리머 모르타의 경화수축은 쇄석, 모래, 플라스틱을 사용한 순으로 적게 나타났는데 이 수축률과 인장접착강도의 상관성을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

1. 出村克宜 外4人, ポリマ-混入透水コンクリートの開發, セメント・コンクリート論文集, No.47, 1993, pp.226-231.
2. 中西弘光, 低騒音コンクリート鋪裝, 콘크리트工學, 日本コンクリート工學協會, vol.36, No.1, 1998, pp.16-18.
3. Caestecker, C. Test Sections of Noiseless Cement Concrete Pavements, The Ministry of Flemish Community, Environment and Infrastructure Department Roads and Traffic Administration, Cement Concrete Pavements Commission, Belgium, 1997. 4. 28p.
4. 山田敏昭外 3人, 緑化コンクリートに生育した植物の冠水抵抗性に關する研究, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.1033-1038, 1997
5. 小椋伸司外 3人, ポーラスコンクリートの強度改善, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.499-504, 1997
6. 出村克宜, 建築用レジンコンクリートの開發に關する研究, 日本大學工學部, 博士學位論文, 1982, pp.51-54. pp.19-29.

## 요 약

투수성 폴리머 콘크리트의 공극에 오염물질의 침투로 내구성 및 투수성능이 저하될 수 있어 각종 필터용 폴리머 모르타를 그 위에 타설한 후, 압축강도, 휨강도 및 인장접착강도의 역학적 성질과 경화수축 및 투수성능을 실험을 실시하였다. 실험결과, 투수성 콘크리트의 압축강도의 증가와 함께 투수계수는 낮아졌으며, 충전재-결합재비의 증가에 따라 강도의 증가는 현저하였다. 투수성 폴리머 콘크리트의 압축강도와 투수계수는 9.4 MPa~28.3 MPa와 0.12~1.93 cm/s 범위로서 배합에 따른 영향이 크게 나타났다. 필터용 폴리머 모르타를 타설한 투수성 폴리머 콘크리트의 역학적 성질은 쇄석을 필터로 사용하였을 때 가장 우수하였으며, 투수성 폴리머 콘크리트의 경화수축은 필터와 베이스 콘크리트 사이의 접착력에 영향을 크게 받음을 알 수 있었다.

본 연구 결과, 투수성 폴리머 콘크리트의 각 배합조건에 따른 경제성과 성능면에서 균형을 이룰 수 있는 최적배합비를 제안할 수 있었으며 투수성 폴리머 콘크리트의 제작과 응용에 필요한 기초적 자료를 얻을 수

(접수일자 : 1998. 7.11)