

폴리머 복합재료를 이용한 유도 블록의 개발

Development of Polymer Mortar Guide Block for the Blind Handicapped People

이 기 원*, 연 규 석, 이 윤 수, 지 경 용 (강원대)

Lee, Ki Won · Yeon, Kyu Seok · Lee, Youn Su · Ji, Kyong Yong

Abstract

The objective of this study was to develop a polymer mortar guide block for the blind handicapped people. A high strength and a long durability polymer concrete using unsaturated polyester resin was used to developed the block and to improve the exiting cement mortar guide block. Physical and mechanical properties of the polymer mortar guide block were investigated with respect to absorptivity, impact strength, bending strength compared to those of the conventional cement guide block. The polymer mortar guide block was proven to have properties, indicating that the block have better industrial applications.

I. 서 론

근래 사회복지 시설에 대한 관심의 증대와 더불어 장애인 편의 시설에 대한 관심도 높아짐에 따라 장애인을 위한 유도 블록이 많이 설치되어지고 있다.

그러나 현재 사용되고 있는 유도 블록은 상판과 하판이 분리형으로서 상판은 천연고무나 합성고무로, 하판은 시멘트 모르타르나 석판으로 제조한 뒤 이를 접착하여 제조하고 있다. 그러나 천연고무 및 합성고무 층은 재료비가 고가이며, 상판과 하판의 재료가 상이하여 접착상의 문제가 발생됨은 물론 열팽창계수가 달라 접착력이 저하되고, 하판의 높은 흡수율로 인하여 동결 파손 및 접착력 감소현상이 생긴다.

따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 초기에 높은 강도를 발현하고, 접착성 및 수밀성, 내약품성, 내동결융해성이 우수한 폴리머 복합재료를 사용하여 상판과 하판을 동일한 재료로 일체화시킴으로써 시공성과 경제성이 우수한 시각 장애인 유도 블록을 개발하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 상판

상판은 충격의 흡수와 미끄러움 방지를 위해 폴리머 콘크리트에서 일반적으로 사용되는 수지보다 연성인 액상 불포화 폴리에스터 수지를 사용하였으며 성질은 Table 1과 같다. 또한 법적으로 규정된 상판의 색상을 발현시키기 위해 수지 혼합용 황색 조색제를 사용하였다.

Table 1. Properties of unsaturated polyester resin in the top side

Specific gravity (20°C)	Viscosity (20°C, mPa · s)	Elongation (%)	Tenacity (kgf/mm ²)
1.09 ~ 1.13	325	67	1.49

나. 하판

1) 결합재

하판은 일반 폴리머 모르타르나 콘크리트의 결합재로 사용되는 액상 불포화 폴리에스터 수지를 사용하였고, 그 성질은 Table 2와 같다.

Table 2. Properties of unsaturated polyester resin used

Specific gravity (20°C)	Viscosity (20°C, mPa · s)	Acid value	Styrene content (%)
1.13	325	16.9	38.0

2) 충전재 및 골재

충전재는 중질탄산칼슘(CaCO₃)을 사용하였으며, 세골재는 규사를 사용하였으며, 이들의 성질은 Table 3과 같다. 또한 충전재 및 골재의 함수율은 0.1% 이하로 건조시켜 사용하였다.

Table 3. Properties of filler and aggregate

Types	Size (mm)	Specific gravity (20°C)	Water content (%)	Organic impurities	
Filler	≤ 2.5 × 10 ⁻³	2.7	≤ 0.1	Nil	
Silica sand	No. 1	≤ 1.499	2.60	≤ 0.1	Nil
	No. 4	≤ 1.036	2.58	≤ 0.1	Nil
	No. 6	≤ 0.27	2.55	≤ 0.1	Nil

2. 시험체 제조방법

가. 모르타르의 배합

폴리머 모르타르의 최적 배합비 이론은 시멘트 모르타르나 콘크리트와 같이 정립되어 있지 않으므로 본 연구에서는 반복실험에 의해 얻어진 결과를 사용하였으며, 결정된 배합비는 Table 4와 같다.

Table 4. Mix proportion of polymer mortar

(Unit : wt %)

Binder			Filler	Silica sand
Unsaturated polyester resin	Shrinkage reducing agent	MEKPO (phus*)		
10.5	1.5	1.0	12	76

Note, *phus : Parts per hundred parts of UP and SR

나. 시험체의 제작

폴리머 모르타르의 비빔에는 강제식 믹서를 사용하였고, 다짐에는 테이블 바이브레이터(3,000 vpm)를 사용하였다. 양생은 실내온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 인 실험실내에서 24시간 상온 양생하여 탈형한 후 6일간 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 기건 양생하였다. 제작된 유도 블록의 모양은 Fig 1과 같다.

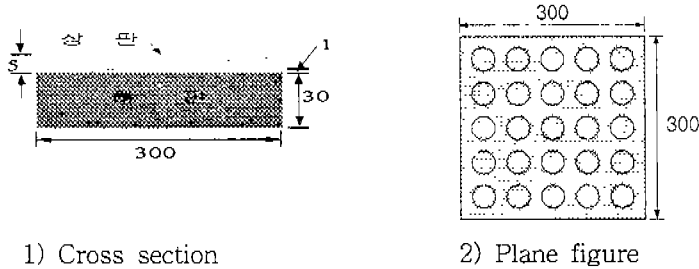


Fig. 1 Shape of polymer mortar guide block

다. 물리·역학적 특성 시험 방법

1) 비중 및 흡수율

비중 및 흡수율 시험은 KS F 2518 (석재의 비중 및 흡수율 시험방법)에 준하여 실시하였으며, 폴리머 모르타르 및 시멘트 모르타르 유도 블록의 일부분을 각각 $50 \times 50 \times 35$ mm로 절단하여 사용하였다.

2) 압축, 휨, 인장강도

압축강도는 KS F 2481(폴리에스테르 레진 콘크리트 압축강도 시험방법), 휨강도는 KS F 2482 (폴리에스테르 레진 콘크리트의 휨강도 시험방법), 및 인장강도는 KS F 2480(폴리에스테르 레진 콘크리트의 인장강도 시험방법)의 규정된 방법에 의해 실시하였다.

이때 압축 및 인장강도용 공시체는 $\phi 7.5 \times 15$ cm, 휨강도용 공시체는 $6 \times 6 \times 24$ cm를 사용하였다.

3) 동결융해 저항시험

동결융해 저항시험은 KS F 2456(급속동결융해에 대한 콘크리트 저항성 시험방법)에 의해 측정하였으며, 시험체의 크기는 $10 \times 10 \times 3$ cm 로 하였으며, 사이클 수는 300회로 하였다.

4) 충격강도

충격강도 시험은 KS F 2221(건축용 보드류의 충격저항시험 방법)에 따른 방법으로 측정하였으며, 사용된 추의 무게는 6.7kg, 낙하 높이는 5cm씩 증가시켜 측정하였다. 충격강도 ($\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$)는 강구의 무게(kg) \times 낙하높이(cm) \div 파괴 단면적(cm^2)으로 계산하여 구하였다.

5) 파괴하중실험

파괴하중 실험은 KS F 4001 (보도용 콘크리트판)에 규정된 방법에 준하여 실험을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 비중 및 흡수율

비중 및 흡수율 시험결과 비중의 경우 폴리머 모르타르 유도 블록이 2.29, 시멘트 모르타르 유도 블록의 경우가 2.40으로 폴리머 모르타르 유도 블록이 약간 낮게 나타났으며, 흡수율에 있어서는 폴리머 모르타르 유도 블록의 흡수율이 0.15%인데 비해 시멘트 모르타르 유도 블록은 5.3%로 폴

리머 모르터 유도 블록의 흡수율이 매우 낮음을 알 수 있다. 이것은 폴리머 모르터 유도 블록의 방수성이 우수함을 나타내 주는 것으로서 기존의 시멘트 모르터 유도 블록의 가장 큰 문제점인 동결융해로 인한 블록의 손상 및 접착력 감소를 방지할 수 있는 결과라 할 수 있다.

2. 압축, 휨 및 인장강도

유도 블록용 폴리머 모르터에 대한 압축, 휨 및 인장강도 시험 결과는 Table 5과 같다.

Table 5. Test results of strengths (kgf/cm²)

Types	P.M.G.B	C.M.G.B
Compressive strength	1150	260
Flexural strength	243	55
Splitting tensile	130	32

Note P.M.G.B : Polymer Motar Guide Block

C.M.G.B : Cement Motar Guide Block

이 결과에서 보면 시멘트 모르터의 압축강도가 약 260kgf/cm²인데 비해 본 연구에서 사용한 폴리머 모르터의 압축강도는 1150kgf/cm²로 약 4배정도 높은 값을 보였으며, 휨 및 인장강도의 경우에도 시멘트 모르터에 비해 상당히 높은 값을 나타냈다.

이 결과로부터 기존의 시멘트 모르터 유도 블록보다 매우 높은 강도를 나타냄을 알 수 있다.

3. 동결융해 저항성

각 시험체에 대해 동결융해 시험을 실시하여 상대 동탄성계수를 측정된 결과 Fig. 2 와 같이 나타났다.

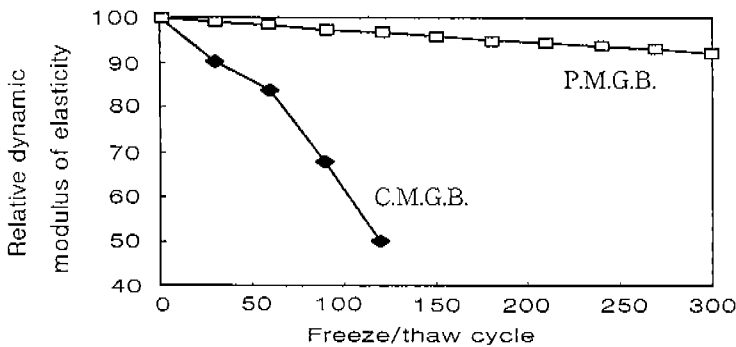


Fig. 2 Number of cycles of freezing and thawing vs. relative dynamic modulus of elasticity of polymer mortar

상대 동탄성계수는 폴리머 모르터 유도 블록의 경우가 300사이클에서 92.9%(내구성지수 93)였으며, 시멘트 모르터 유도 블록의 경우는 120사이클에서 50.2%(내구성지수 50)로 폴리머 모르터 유도 블록이 시멘트 모르터 유도 블록에 비해 동결융해 저항성이 우수함을 알 수 있다.

4. 유도 블록의 충격강도

Table 6은 폴리머 모르타르 및 시멘트 모르타르 유도 블록의 충격강도 실험결과이다.

이 결과에서 볼 때 폴리머 모르타르 유도 블록은 시멘트 모르타르 유도 블록에 비하여 충격강도가 약 2.5배 정도가 높게 나타났으며, 이는 폴리머 모르타르 유도 블록이 외부 충격하중에 대한 저항성이 뛰어난 것을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이 결과로 시공상의 문제점인 운반 및 시공 중의 블록의 파괴를 줄일 수 있어 시공시의 손상을 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 6. Comparison of impact strength of guide block

Types	Size a×b×h (cm)	Height of breaking (cm)		Impact strength (kg · cm/cm ²)
		Measured values	Mean	
P.M.G.B	30×30×3 A=900cm ²	55	53.3	0.40
		50		
		55		
C.M.G.B.	30×30×3 A=900cm ²	20	21.7	0.16
		20		
		25		

5. 유도 블록의 파괴강도

폴리머 모르타르 및 시멘트 모르타르 유도 블록에 대한 휨시험 결과 파괴하중은 Table 7와 같다. 폴리머 모르타르 유도 블록의 파괴하중이 2,205kg로 시멘트 모르타르 유도 블록에 약4배의 높은 값을 나타냈다. 한편, Photo 1과 Photo 2는 유도 블록의 모양과 시범적으로 실제 시공된 모습을 보인 것이다.

Table 7. Breaking load test results of guide block

Types	Size b×h×ℓ (cm)	Breaking load (kg)	
		Measured values	Mean
P.M.G.B.	30×3×24	2208	2205
		2203	
		2204	
C.M.G.B.	30×3×24	535	538
		539	
		540	

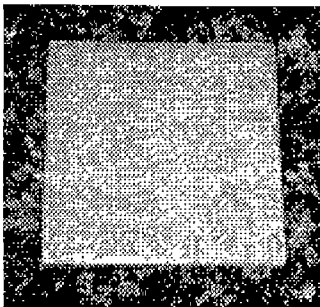


Photo 1. Appearance of a guide block



Photo 2. Constructed guide block in a side work

III. 결 론

본 연구에서 폴리머 모르터를 이용한 유도 블럭을 개발하고 소재에 대한 물리, 역학적 특성 및 제품의 성능을 실험적으로 구명하였던 바, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 폴리머 모르터의 비중은 시멘트 모르터와 큰 차이가 없었으나, 흡수율은 0.15%로서 시멘트 모르터 보다 훨씬 작은 값을 보여 제품의 방수성이 매우 뛰어난 것으로 나타났다.

2. 압축, 휨 및 인장강도는 $1,150\text{kg/cm}^2$, 243kg/cm^2 , 130kg/cm^2 으로 시멘트 모르터보다 약4배 이상 높은 강도값을 보였다.

3. 동결융해시험 결과 상대 동탄성계수는 폴리머 모르터의 경우가 300사이클에서 92.9%, 시멘트 모르터의 경우 120사이클에서 50.2%로 폴리머 모르터가 시멘트 모르터에 비해 동결융해 저항성에 있어서도 우수함을 알 수 있었다.

4. 폴리머 모르터 유도 블럭에 충격강도는 시멘트 모르터 유도 블럭보다 약2.5배 높게 나타나 충격하중에 대한 저항성이 크울 알 수 있었다.

5. 폴리머 모르터 유도 블럭의 파괴하중은 $2,205\text{kg}$ 로 시멘트 모르터 유도 블럭의 538kg 의 약 4배 이상 크게 나타남으로써 추후 단면적 축소가 가능함을 알 수 있다.

6. 이상의 결과로부터 폴리머 모르터 유도 블럭은 시멘트 모르터 유도 블럭에 비해 모든 면에서 매우 우수한 결과를 나타냈다. 그러나 폴리머 모르터 유도 블럭의 실용화를 위해서는 장기적 거동 특성, 경화수축 및 열팽창 특성 등에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터의 연구비 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Kaeding, A.O., and Dikeou J.T., "Design of Polymer Concrete Products", Proceedings of the 8th ICPIC, Oostende, Belgium, 1995
2. 유능환, 연구석, 김기성, 이윤수, "폴리머 모르터를 이용한 사면 보호재의 개발", 한국농공학회지 제40권, 10월호, 1998, pp. 52-58
3. 연구석, 김성순, 이윤수, 장태현, "폴리머 콘리트의 공장제품에의 응용", 한국농공학회 발표 논문집, 1994, pp. 146-150
4. Prusinski RC., "Current Status of Precasting Polymer Concrete Products in the Building and Transportation Industry" ICPIC Working Papers, San Francisco, California, 1991
5. 연구석, 김관호, 이필호, 김동수, 박윤재, "불포화 폴리에스터 수지를 이용한 고강도 폴리머 콘리트의 역학적 특성", 한국콘크리트학회지, 제6권, 3월호, 1994, pp 131-141.