

Polystyrene Beads를 사용한 경량 폴리머 시멘트 모르타르의 기초적 성질

Fundamental Properties of Lightweight Polymer-Cement Mortars Using Polystyrene Beads

이 기 원^{*} 신 영 수^{**} 이 윤 수^{***} 황 진 하^{*}
Lee, Ki Won Shin, Young Soo Lee, Youn Su Hwang, Jin Ha

ABSTRACT

The objective of this study was to improve the defects of lightweight cement concrete by treating with redispersible polymer powders. The statistical relationships of water-cement ratios, contents of lightweight aggregates and polymer powders can be used for predicting the concrete strength. It was found that the varieties and techniques adopted in this experiment were capable of identifying the influence of various tested for air contents, flow test, water absorption, specific gravity, flexural and compressive strengths. This study showed that fundamental properties were very affected by cement-lightweight aggregate ratio, polymer-cement ratio and water-cement ratio.

1. 서 론

최근 건설기술의 발달로 건설재료 분야에서도 재료의 경량화를 필요로 하고 있으며, 현장시공은 물론 공장제품의 제조에도 경량콘크리트나 모르타르가 많이 이용되고 있다. 이는 시멘트 콘크리트나 모르타르가 강도나 내구성에 비해서 자중이 큰 결점을 가지고 있기 때문이다.

그러나 경량 콘크리트는 공극율이 높고, 압축 및 휨강도가 낮으며, 보통 콘크리트에 비해 탄성이 적고, 흡수성이 높은 단점을 가지고 있다. 이러한 경량콘크리트나 모르타르의 단점을 개선키 위하여 EVA(Ethylene-vinyl acetate), SBR(Styrene-butadiene rubber)등과 같은 폴리머 혼화제를 사용하고 있다

본 연구에서는 혼화제로 EVA를 사용하고, 골재로 polystyrene beads를 사용한 경량 폴리머 시멘트 모르타르를 제조하고, 이에 대한 물리·역학적 성질을 실험적으로 구명하여 보았던 바, 그 결과를 여기에 보고한다

2. 재료 및 방법

성희원, 강원대학교 농공학과 석사과정

성희원, 이화여자대학교 건축학과 교수

*** 김희원, 주성대학 건설재료학과 신입강사

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

사용된 시멘트는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)에 규정된 1종 보통 포틀랜드 시멘트로서 국내 H사 제품이며, 그 화학적 성분은 Table 1과 같다.

Table 1 Chemical components of ordinary portland cement

Chemical components (%)								Specific gravity (20°C)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	
21.09	4.84	63.85	3.32	3.09	1.13	0.29	2.39	3.15

2.1.2 폴리머

시멘트 혼화용 폴리머로서는 EVA 파우더를 사용하였으며, 그 성질은 Table 2와 같다.

Table 2 Properties of EVA polymer powder

Appearance	Average particle size (μm)	pH	Specific gravity (20°C)	Glass transition point (°C)
White	0.5~10	8	1.06	17

2.1.3 알재

알재는 인공경량골재로서 국내 B사에서 생산되고 있는 Polystyrene beads를 사용하였으며, 그 성질은 Table 3과 같다

Table 3 Properties of polystyrene beads

Appearance	Specific gravity (20°C)	Particle size (mm)
Brown	0.019	≤ 3

2.2 시험체 제작

시멘트와 인공경량골재의 배합비는 1:2, 1:3, 1:4(체적비)로 하였다. 각각의 배합에 대한 물-시멘트비는 25, 30, 35, 40 wt %로 하였으며, 폴리머-시멘트비는 0, 5, 10, 15, 20 wt %로 하였다. 소포제는 폴리머량의 1 wt %를 첨가하였으며, KS L 5109 (수경성 시멘트 반죽 및 모르타르의 기계적 혼합 방법)에 제시된 방법에 의해 혼합하였다. 공시체는 2일간 습윤양생 (20±2°C, 80%), 5일간 수중양생 (20±2°C), 21일 기건양생 (20±2°C, 50%)하였다.

3 시험방법

3.1 공기량 및 플로우 값

공기량은 KS F 2421 (굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법)에 의해 측정하였고, 플로우 시험은 KS L 5105 (시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법)에 준하여 실시하였다

3.2 흡수율 및 비중

흡수율 및 비중은 KS F 2459 (기포 콘크리트의 겉보기 비중, 함수율, 흡수율 및 압축강도 시험 방법)에 준하여 시험하였다

3.3 강도

압축강도 및 휨강도는 KS F 2477 (폴리머 시멘트 모르타르의 강도시험방법)에 준하여 시험하였다.

4 결과 및 고찰

4.1 공기량

Fig. 1은 폴리머 첨가량에 따른 공기량 변화를 나타낸 것으로 물-시멘트비가 낮을수록, 폴리머-시멘트비 및 시멘트-골재비가 증가할 수록 공기량이 증가하였다. 이 결과에서 공기량은 5~14%로 다소 높은 값을 나타냈는데, 이것은 골재로 사용된 Polystyrene beads가 많은 공극을 갖기 때문이다. 특히 시멘트-골재의 비율이 1:4인 경우 물-시멘트비 25 wt.%에서 약 18%의 매우 높은 공기량을 보인 바, 이것은 뒤패함으로 인하여 공극이 많이 발생되었기 때문인 것으로 사료된다.

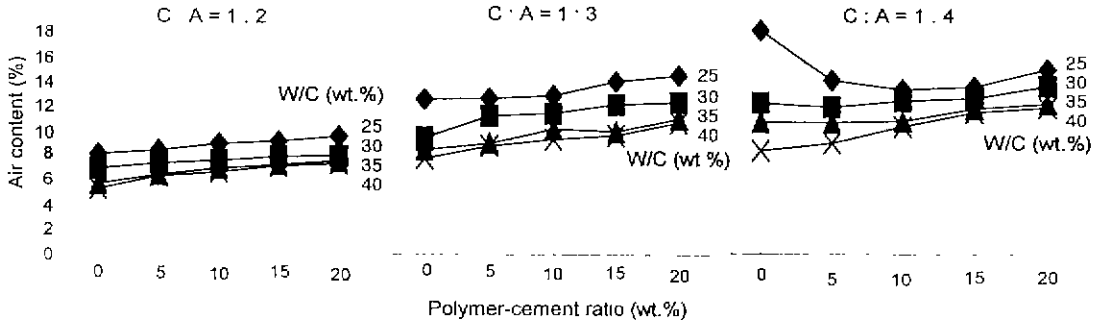


Fig 1. Effect of polymer-cement ratio on air content

4.2 플로우값

Fig. 2는 폴리머-시멘트비에 따른 플로우 값을 나타낸 것이다. 폴리머-시멘트비가 10 wt.%까지는 플로우 값이 증가하였으나 10 wt.% 이상에서는 약간 감소하는 경향을 보였다. 이것은 폴리머량이 증가함에 따라 폴리머 시멘트 페이스트의 점성이 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 시험결과 배합비가 1:2, 1:3인 경우 물-시멘트비 30 wt.%에서 170 ± 5 mm의 범위로 작업성은 양호하였다. 그러나 시멘트와 경량골재량의 비가 1:4인 경우는 경량골재량이 증가되기 때문에 플로우 값이 작아져 작업성이 떨어졌다

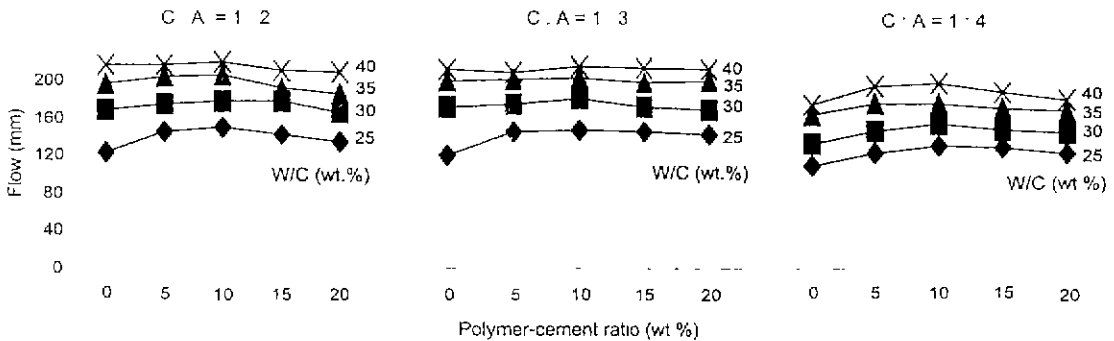


Fig 2 Effect of polymer-cement ratio on flow value

4.3 흡수율 및 비중

Fig. 3은 폴리머-시멘트비에 따른 흡수율과 비중과의 관계를 나타낸 것이다. 흡수율과 비중 모두 폴리머-시멘트비가 커질수록, 경량골재의 첨가량이 많을수록 낮았다. 그러나 흡수율은 물-시멘트비가 높을수록 증가하였고, 비중은 감소하였다. 비중은 배합비 1:2일 때 1.28~1.41, 1:3일 때 1.08~1.19, 1:3일 때 0.95~1.05의 범위에 있으며, 흡수율은 배합비 1:2일 때 2.04~17.4%, 1:3일 때 1.23~17.6%, 1:3일 때 19~13.7%의 범위의 값을 나타냈다.

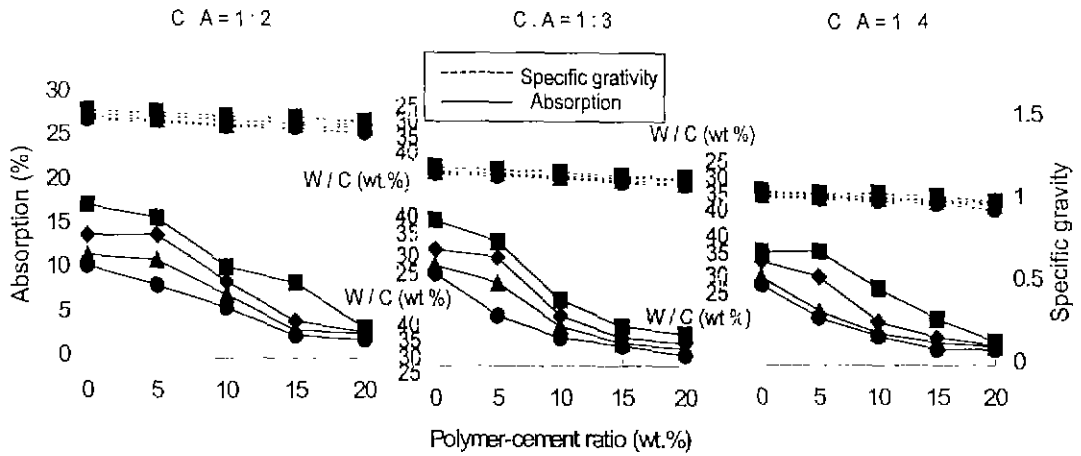


Fig 3. Effect of polymer-cement ratio on absorption and specific gravity

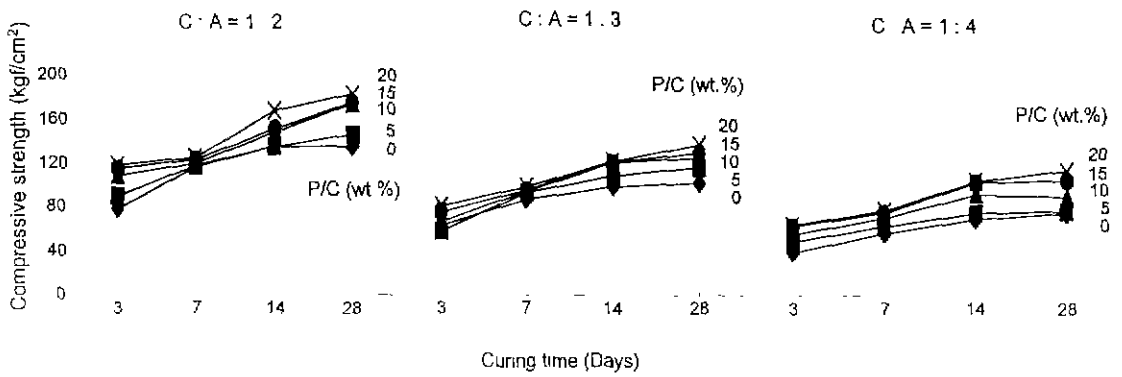


Fig 4. Influence of curing time on compressive strength development

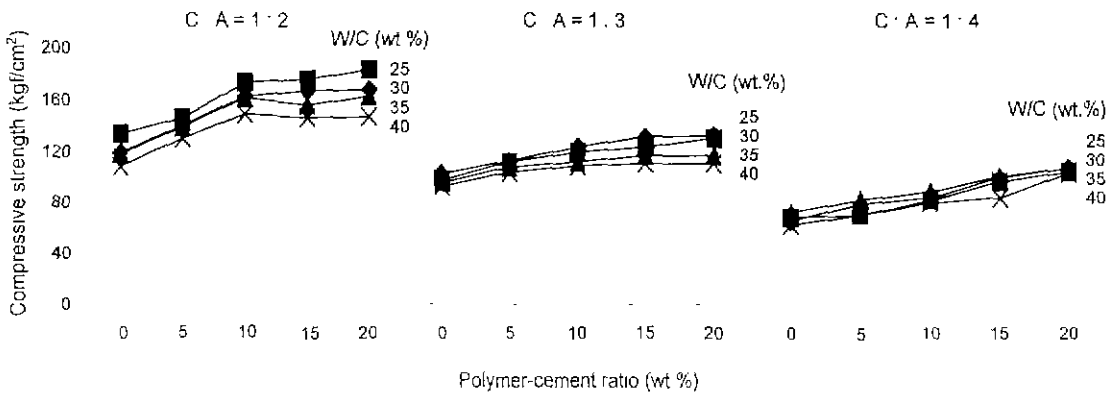


Fig 5. Influence of polymer-cement ratio on compressive strength development

4.4 압축강도

Fig 4는 물-시멘트비 30 wt.%일 때 재령별 압축강도를 나타낸 것이고, Fig 5는 폴리머-시멘트비에 따른 28일 압축강도를 나타낸 것이다. 압축강도는 재령이 길어질수록, 폴리머-시멘트비가 증가할수록 증가하였으며, 경량골재의 비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 폴리머-시멘트비에 따른 28일 압축강도 실험결과에서 폴리머-시멘트 비가 증가할수록, 물-시멘트 비가 감소할수록 압축강도는 증가하는 것으로 나타났다. 28일 압축강도는 배합비가 1:2일 때 108.7~182.9 kgf/cm², 1:3일 때 90.6~128.8 kgf/cm², 1:4일 때 60.4~103.7 kgf/cm²의 값을 나타냈다.

4.5 휨강도

Fig 6은 물-시멘트비 30wt.%일 때 재령별 휨강도를 나타낸 것이고, Fig. 7은 폴리머-시멘트비에 따른 28일 휨강도를 나타낸 것이다. 휨강도 역시 재령이 증가할수록, 폴리머-시멘트비가 증가할수록 증가하여 압축강도와 같은 경향을 보였다. 또한 폴리머-시멘트 비에 따른 28일 휨강도 시험결과를 볼 때 경량골재의 비율이 증가하여도 휨강도는 큰 변화를 보이지 않았다. 28일 휨강도는 배합비가 1:2일 때 16.35~46.1 kgf/cm², 1:3일 때 13.6~39.3 kgf/cm², 1:4일 때 12.6~44.4 kgf/cm²의 값을 나타내었다.

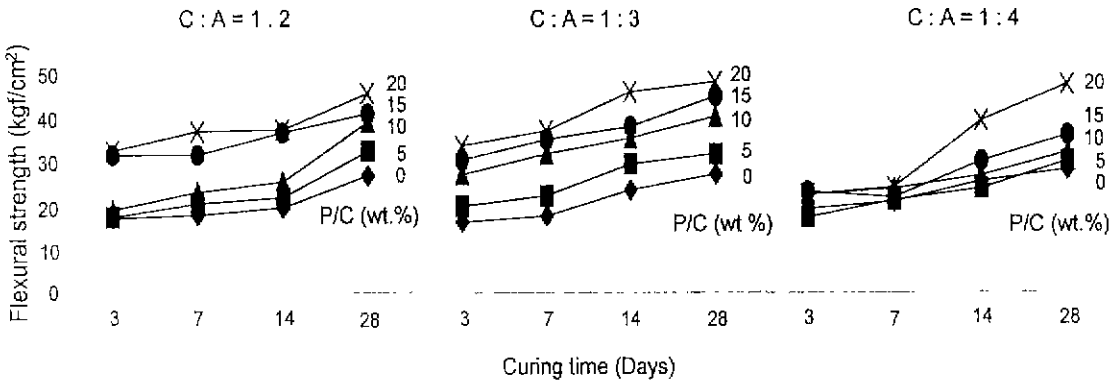


Fig 6. Influence of curing time on flexural strength development

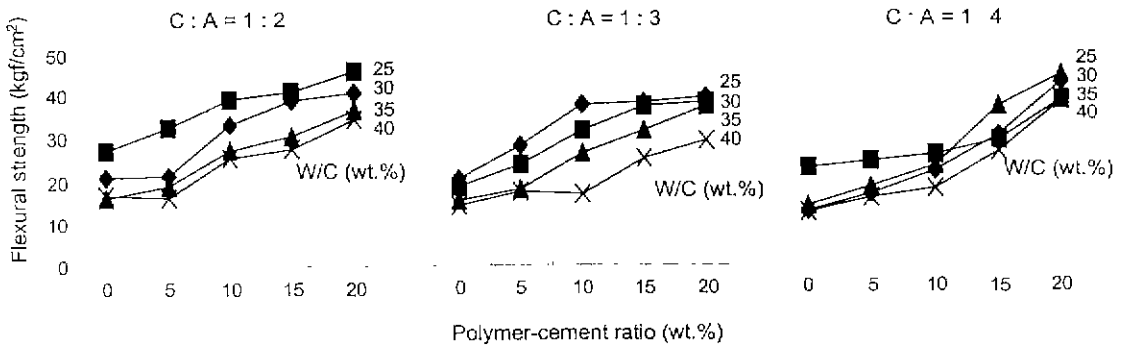


Fig 7 Influence of polymer-cement ratio on flexural strength development

5. 결론

본 연구는 Polystyrene beads를 이용한 경량 폴리머 시멘트 모르타르의 기초적 성질을 실험적으로 구명한 것으로서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 공기량은 물-시멘트비가 낮을수록, 폴리머-시멘트 비가 높을수록 많았으며, 5.3~14.1%의 범위에 있었다.
- 2) 플로우 값은 폴리머-시멘트비 10wt.%에서 가장 높게 나타났으며, 그 값은 플로우 값은 122.9~217.1mm의 범위에 있었다.
- 3) 흡수율과 비중은 폴리머-시멘트비가 커질수록, 경량골재의 첨가량이 많을수록 낮은 값을 나타내었으나, 물-시멘트비가 높을수록 흡수율은 증가하였고, 비중은 감소하였다. 비중은 배합비 1:2일 때 1.28~1.41, 1:3일 때 1.08~1.19, 1:4일 때 0.95~1.05의 범위에 있으며, 흡수율은 1:2일 때 2.04~17.4%, 1:3일 때 1.23~17.6%, 1:4일 때 1.9~13.7%의 범위에 있었다.
- 4) 압축강도는 시멘트-경량골재비가 작을수록, 폴리머-시멘트비가 증가할수록 커졌으며, 그 값은 60.4~182.9 kgf/cm²의 범위에 있었다.
- 5) 휨강도 역시 시멘트-경량골재비가 작을수록, 폴리머-시멘트비가 증가할수록 증가하였으며, 12.6~46.1 kgf/cm²의 범위에 있었다.

감사의 글

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

참고문헌

- 1) 진철수와 3인, "폐석 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 콘크리트의 내약품성에 관한 연구", 콘크리트학회논문집, Vol. 11, No. 1, 5. 1999., pp.355~360.
- 2) 지경용외 3인, "콘크리트 보수용 폴리머 복합재료의 기초적 성질", 콘크리트학회논문집, Vol. 11, No. 2, 11 1999, pp 319~322
- 3) 이윤수, "경량폴리머 모르타르의 성질과 배합설계", 일본대학 박사학위 논문, 1998.
- 4) 서치호, "경량콘크리트의 재료적 특성", 콘크리트학회 논문집, Vol.10, 8. 1998, pp. 27~37.
- 5) 原田進, "輕骨材ホリマーセメントモルタルの性能評價", 日本建築士工學會, 學術講演會論文集, 1990, pp 129-132