

아스팔트 에멀전을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타의 특성에 관한 연구

A Study on the Properties of Polymer-Modified Mortar Using Asphalt Emulsion

전우성* 송훈* 조영국** 소양섭***
Jean, Woo-Sung Song, Hun Jo, Young-Kug Soh, Yang-Seob

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the properties of polymer-modified mortars using asphalt emulsion. The polymer-modified mortars using asphalt emulsion with various asphalt-cement ratios are prepared, and tested for flexural and compressive strengths, water absorption and permeability, carbonation, Cl ion penetration and chemical resistance. From the test results, the flexural and compressive strengths, water absorption and permeability, carbonation and Cl ion penetration depths of polymer-modified mortars using asphalt emulsion tend to be decreased with increasing asphalt-cement ratio, and chemical resistance is improved. It is evident that polymer-modified mortars using asphalt emulsion having an excellent properties as a waterproof and finish materials can be produced.

1. 서론

기존 시멘트 콘크리트의 열화에 의한 내구성 저하는 밀실한 콘크리트로 시공하거나, 적절한 연행공 기량의 도입, 최소피복두께의 확보, 콘크리트 표면의 라이닝등으로 감소시킬수 있다. 아스팔트 에멀전을 이용한 내구성 확보는 후자의 경우에 속하는 표면의 라이닝 방법으로 구조재 보다는 마감재로 이용될 수 있으며, 현재 아스팔트 에멀전은 건설분야에서 시멘트 모르타에 혼입하여 모르타 방수층으로 사용하거나 도포하여 콘크리트 구체의 자체 방수에 이용되고 있다. 이러한 아스팔트 에멀전은 방수재로서 시멘트 모르타와 콘크리트의 흡수성과 투수성을 줄일 수 있도록 발수성 및 불투수성을 부여하는 재료이다¹⁾⁻²⁾. 본 연구에서는 아스팔트 에멀전을 혼입한 시멘트 모르타의 역학적 성질 및 내구성의 실험적 평가를 통하여 그 적용성을 규명하고자 하였다.

* 전북대 대학원 석사과정
** 정회원, 충남산업대 건축공학과 전임강사
*** 정회원, 전북대 건축공학과 교수

2. 사용재료

2.1 시멘트 및 골재

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201에 규정된 S사의 보통포틀랜드 시멘트이며, 골재는 KS L 5100의 규격품으로서 주문진산 표준사를 사용하였다.

2.2 아스팔트 에멀전

시멘트 모르타의 물성개선을 위한 시멘트 혼화용 폴리머로서 국내 D사의 아스팔트 에멀전을 사용하였으며, 이에 대한 성질은 표 1과 같다.

표 1 아스팔트 에멀전의 성질

색상	비중 (20℃)	고형분 (%)	pH (20℃)	점도 (20℃, mPa·s)
갈색	1.02	58.0	9.02	479

3. 시험방법

3.1 공시체의 제작 및 양생

각 공시체의 배합설계는 시멘트와 모래를 중량배합비로 1:3으로 하였으며, 아스팔트 에멀전의 혼입에 따른 특성을 구명하기 위해 시멘트에 대한 중량비로 아스팔트 에멀전을 10, 20, 30% 혼입하였다. 또한, 적절한 워커빌리티를 확보하기 위해 아스팔트 에멀전을 혼입한 시멘트 모르타는 플로우치를 170 ± 5 가 되도록 물시멘트비를 조정하였다. 공시체의 양생은 보통모르타는 1일 습윤양생(20℃, 80%R.H.), 27일 수중양생(20℃)하였으며, 아스팔트 에멀전을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타는 2일 습윤양생(20℃, 80%R.H.), 5일 수중양생(20℃) 및 21일 기중양생(20℃, 50%R.H.)을 실시하였다.

표 2 아스팔트 에멀전 혼입 폴리머 시멘트 모르타의 배합표

모르타 종류	시멘트 : 잔골재 (중량비)	아스팔트- 시멘트비 (%)	물시멘트비 (%)	공기량 (%)	플로우
보통	1 : 3	0	63.3	6.3	168
아스팔트 에멀전혼입		10	61.5	9.2	171
		20	61.5	10.6	169
		30	61.0	11.4	170

3.2 시험방법

3.2.1 압축강도 및 휨강도

경화한 시멘트 모르타의 강도시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)와 KS F 2407(콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 측정하였다. 휨강도 시험은 40×40×160mm 공시체를 사용하여 있으며 휨강도 시험후 절편을 이용하여 압축강도 시험을 실시하였다.

3.2.2. 흡수율 및 투수성 시험

JIS A 6203(시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션)과 KS F 2451(건축용 시멘트 방수재 시험방법)의 방법에 준하여 흡수율 및 투수시험을 실시하였다.

3.2.3 축진 중성화 시험 및 염화물이온 침투시험

축진중성화시험 및 염화물이온 침투시험은 일본 콘크리트 공학협회의 폴리머 시멘트 모르타 시험방법 기준(안)에서 「폴리머 시멘트 모르타의 축진중성화 시험방법(안)」과 「폴리머 시멘트 모르타의 염화물이온 침투깊이 시험방법(안)」에 준하여 실시하였다. 여기에서 중성화 시험은 20℃, 60%R.H., 10%의 이산화탄소의 조건의 챔버를 사용하여 실시하였으며, 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하여 백색을 발하는 부분을 중성화깊이로 측정하였다. 또한 20℃의 2.5% 염화나트륨 용액중에 14일 침적시킨 후, 0.1% 플루오로세인나트륨 용액 과 0.1N 질산은 용액을 분무하여 형광을 발하는 부분까지를 염화물이온 침투깊이로 측정하였다.

3.2.4 내약품성 시험

내약품성 시험은 3% 염산 및 황산, 10% 아세톤 용액에 28일간 침적시킨 후 중량 변화 및 침식의 정도를 침식깊이로 측정하였다. 또한 내약품성 시험후 각 공시체에 대해 압축강도 및 휨강도 시험을 실시하여 시험전과 비교검토하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 압축강도 및 휨강도

아스팔트 에멀전을 혼입한 시멘트 모르타는 내부에서 높은 점착성과 공기를 연행하며, 아스팔트 필름을 형성하여 모르타 및 콘크리트의 성질을 개질하게 된다. 일반적으로 아스팔트 에멀전의 혼입율이 커짐에 따라 압축강도 및 휨강도는 저하된다. 그림 1은 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 압축강도와 휨강도를 나타낸 것이다. 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 압축강도는 감소하게 되며 아스팔트 에멀전을 30% 혼입한 경우, 12.3 MPa를 나타내 혼입하지 않은 모르타의 50% 정도의 강도를 보였다.

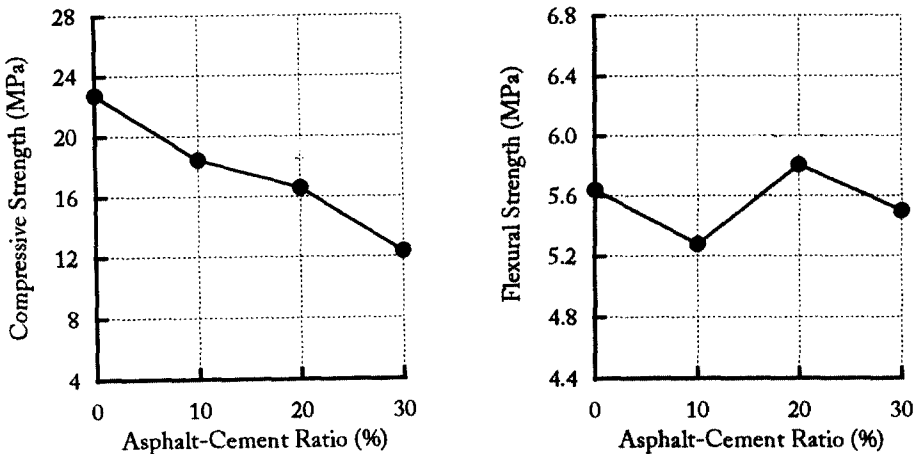


그림 1 아스팔트 혼입율에 따른 압축강도 및 휨강도

이는 아스팔트 에멀전이 시멘트 사이의 공극을 충전하고 시멘트 입자를 코팅하게 되는데, 결과적으로 시멘트 매트릭스내에서의 수화물 및 골재계면의 접착력이 약화된 결과로 사료된다. 그러나 휨강도는 5.28MPa~5.81MPa의 범위로서 아스팔트 에멀전의 혼입율의 증가에 의한 강도변화가 거의 없었다. 이는 아스팔트 에멀전을 시멘트 모르타에 혼입시 첨가량의 증가에 따른 휨용력에 대한 매트릭스의 결합요인을 아스팔트 필름으로 어느정도 극복할 수 있음을 시사하고 있다.

4.2 흡수율 및 투수량

그림 2는 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 폴리머 시멘트 모르타의 흡수율과 투수량을 나타내고 있다. 아스팔트 에멀전을 혼입한 시멘트 모르타는 혼입하지 않은 것에 비해 약 6배 이상의 흡수저감효과를 나타냈으며 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 흡수율은 작게 나타났다. 이러한 결과는 아스팔트 에멀전의 발수 및 방수성능에 기인한 것으로서, 시멘트 내부가 아스팔트 필름으로 충전되어 흡수에 대한 저항성이 커진 것으로 사료된다. 또한 아스팔트 에멀전의 혼입율의 증가에 따라 투수량도 감소하였는데, 이 경향은 전술한 흡수율의 경향과 같이 시멘트 모르타 내부에 형성된 아스팔트 필름의 방수효과라고 사료된다.

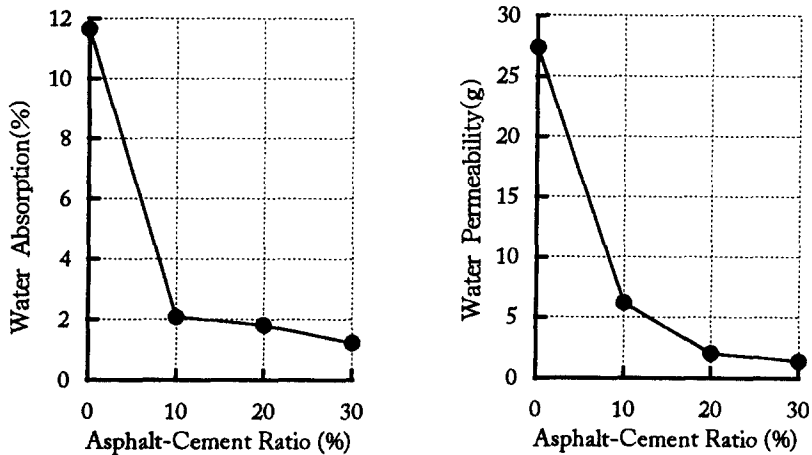


그림 2 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 흡수율과 투수량

4.3 중성화 및 염화물 이온 침투

그림 3은 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 중성화 깊이 및 염화물이온 침투 깊이를 나타낸 것으로서 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 중성화 깊이 및 염화물이온 침투 깊이는 작아지고 있다. 이와 같은 결과는, 시멘트 내에서 이산화탄소가 연속적인 모세관 공극의 입구로부터 침입하여 중성화가 진행되는데 아스팔트 에멀전의 첨가로 인한 시멘트 경화체의 조직이 치밀하게 되어 내부로 이동하는 수분과 이산화탄소의 이동을 억제했기 때문이라고 사료된다. 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따라 보통 시멘트 모르타에 비해 중성화깊이는 약 1.1, 2.8 및 5.4배, 염화물이온침투깊이는 약 2.2, 4.5 및 8.3배의 저항성능이 있는 것으로 나타났다.

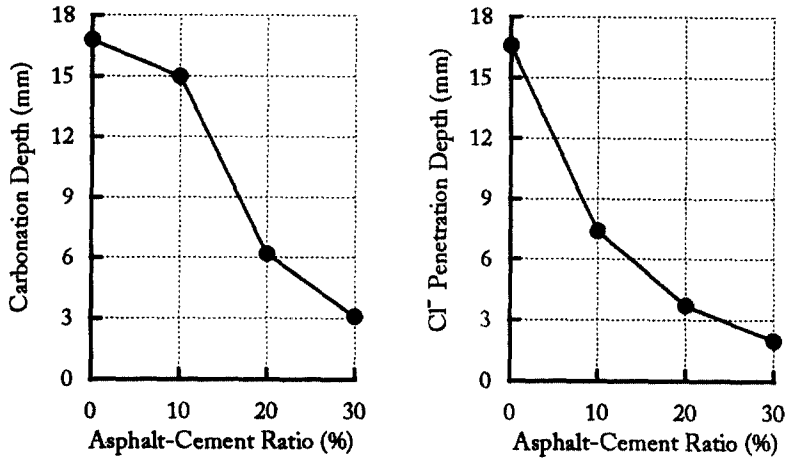


그림 3 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 중성화 깊이 및 염화물 이온 침투 깊이

4.4 내약품성

그림 4는 아스팔트 에멀전을 혼입한 시멘트 모르타의 혼입율과 침적용액에 따른 중량변화와 침식깊이를 나타내고 있다. 중량변화는 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 작아지고 있어 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 내약품성에 우수한 것으로 나타났다. 유기용제인 아세톤에 침적한 경우의 중량감소는 없었으며, 오히려 공시체의 공극사이로 아세톤이 침투하여 중량이 증가하였다. 또한, 3%의 염산 및 황산에 침적한 경우 혼입율이 증가함에 따라 중량감소의 정도는 작았으며 황산보다는 염산의 경우가 침식의 정도가 작았다. 황산에 침적시킨 공시체는 아스팔트 에멀전의 혼입율과는 상관없이 일정한 정도의 침식깊이를 나타내 아스팔트 에멀전의 혼입에 따르는 개질효과는 미비한 것으로 나타났다.

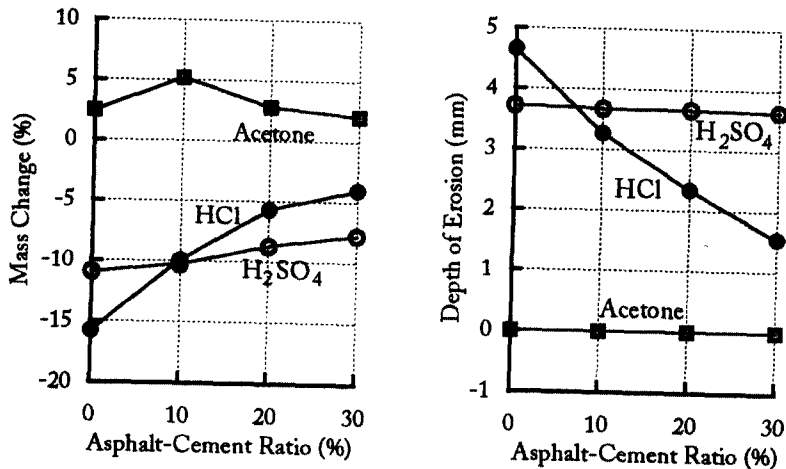


그림 4 아스팔트 에멀전의 혼입율에 따른 중량감소 및 침식 깊이

그림 5는 내약품성 시험 후의 압축강도 및 휨강도를 시험전과 비교하여 나타낸 것이다. 침적용액의 종류에 관계없이 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가함에 따라 압축강도는 감소하고 있으며, 아세톤에 침적한 경우 보통 시멘트 모르타의 경우 거의 강도감소가 없었으나 아스팔트 에멀전의 혼입함에 따라 강도 감소가 크게 나타났다. 이는 아세톤에 침적한 경우 중량 및 표면침식이 발견되지 않았으나 시멘트 모르타 내부에 형성된 아스팔트 에멀전에 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과에 의해 아스팔트 제품의 시공에 있어서 적절한 목적과 이용개소를 선택해야 한다고 사료된다. 휨강도는 전술한 압축강도와 동일한 결과를 나타내고 있으며, 휨강도의 저하가 압축강도의 저하보다 큰 것으로 나타났다.

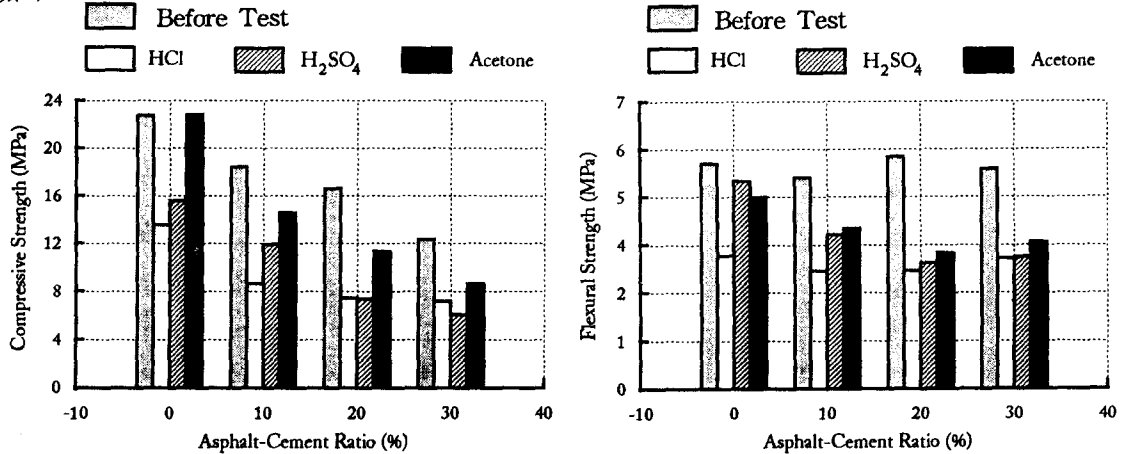


그림 5 내약품성 시험 후의 압축강도 및 휨강도

5. 결 론

본 연구의 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가함에 따라 압축강도 및 휨강도는 저하되지만 압축강도에 대한 휨강도비는 증가하는 경향을 나타냈다.
- 2) 아스팔트 에멀전을 시멘트 모르타에 혼입한 경우, 흡수율 및 투수량, 중성화 깊이 및 염화물이온 침투 깊이는 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가함에 따라 작아진다. 이는 시멘트 모르타 내부에 형성된 아스팔트 에멀전 필름의 방수효과에 기인한 것으로 볼 수 있다.
- 3) 내약품성 실험에서 공시체의 중량변화 및 침식깊이는 에멀전의 혼입량과 침적용액의 종류에 따라 다른 특성을 보이며, 아스팔트 에멀전의 혼입율이 증가할수록 내약품성이 우수하였다.
- 4) 본 연구결과 역학적성질 및 내구성을 고려한 시멘트 모르타의 성질개선으로 아스팔트-시멘트비는 10~20% 이하로 하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 소 양섭, "아스팔트 에멀존 시멘트 모르타르의 역학적 성질에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 4권 3호, 1988. 6, pp.177~183.
2. 蘇 陽燮, 笠井芳夫, 松井勇, 長田活治, "アスファルトエマルジョン添加セメントモルタルの性質に関する實驗", 日本建築學會大會學術講演概要集, 1988, pp.669~670.