

폐석 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 콘크리트의 내약품성에 관한 연구

A Study for Chemical Resistance of Polymer Cement Concrete Using Tailing

전철수* 연규석** 이윤수*** 이필호****
Chun, Chul Soo Yeon, Kyu Seok Lee, Youn Su Lee, Phil Ho

ABSTRACT

Polymer cement concrete is made by the modifying ordinary cement concrete with polymer additive. Until now polymer cement concrete is not used for the structural member, but it is growing to be considered as developing uses such as a waterproof of roof slab, the structural member for protecting corrosion, and a road pavement. The polymer cement concrete, being used for those uses, is superior to the cement concrete against the inorganic, organic acid, salt of acetic acid and organic solvents generally.

In this paper, the polymer cement concrete was made by the ratio of 1:1 of sands and tailing in fine aggregate in order to solve the environmental pollution which causes the social problem by the tailing. It was measured for the compressive strength, flexural strength, and chemicals resistance was tested by dealing with 10% HCl, 20% NaOH and 10% NaCl aqueous solution.

1. 서론

폴리머 시멘트 콘크리트는 보통 시멘트 콘크리트의 물리·역학적 성질을 개선할 목적으로 SBR, EVA와 같은 시멘트 혼화용 폴리머를 첨가시킨 것이다. 폴리머 시멘트 콘크리트는 구조재로 그렇게 널리 이용되고 있지 않지만 최근에 이르러 지붕, 슬래브, 방수, 방식구조부재, 도로포장 및 노화된 철근 콘크리트 구조물의 보수재 및 내구성 개선을 목적으로 재료 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 폴리머 시멘트 콘크리트는 보통 시멘트 콘크리트에 비해 인장 및 휨강도, 접착성, 방수성, 중성화에 대한 저항성, 내약품성 등에 우수한 성질을 갖기 때문에 현재 철근콘크리트 구조물의 보수재로 광범위하게 사용되고 있다.

본 연구에서는 이러한 폴리머 시멘트 콘크리트의 우수한 성질을 이용하여 현재 강원도 영월군 상동읍 소재의 상동광업소 폐재택에 존재하는 약 1200만톤 가량 적치되어 있는 폐재자원인 광미를 콘크리트의 잔골

* 강원대학교 농공학과 석사과정
** 강원대학교 농공학과 교수
*** 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 전임연구원
**** 강원대학교 화학과 교수

재의 일부로 치환하여 폴리머 시멘트 콘크리트를 제작한 후, 강도특성 및 콘크리트의 내약품성 실험을 통해 내구성에 미치는 영향을 검토 한 것이다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

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

Table 1. Chemical components of ordinary portland cement

| | | | | | | | (unit: %) |
|------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------------|
| 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 |

2.2 시멘트 혼화용 폴리머

본 실험에 사용된 시멘트 혼화용 폴리머는 유기 혼화제인 polymer latex계의 SBR(styrene-butadiene rubber)로 국내 H사에서 제조한 것이며, 물리적 성질은 Table 2와 같다.

Table 2. Properties of SBR latex

| Type | Appearance | Total solid (%) | pH | Viscosity (25°C, cp) | Specific gravity (20°C) |
|--------|------------|-----------------|----|----------------------|-------------------------|
| liquid | milk-white | 45 | 8 | 15 | 1.0 |

2.3 골재

본 실험에 사용된 굵은 골재는 쇄석을 사용하였으며, 잔골재는 홍천강에서 채취한 모래와 영월군 상동읍 소재의 상동광업소 폐재덤에서 채취한 광미를 사용하였다. 골재의 물리적 성질은 Table 3과 같다.

Table 3. Properties of aggregate

| Type of aggregates | Size | Specific gravity (20°C) | Unit weight | Fineness modulus | Abrasion (%) |
|--------------------|---------|-------------------------|-------------|------------------|--------------|
| Coarse aggregate | ≤25 | 2.54 | 1.42 | 7.90 | 32.04 |
| Fine aggregate | Sand | ≤5 | 2.62 | 2.51 | - |
| | Tailing | ≤0.149 | 2.91 | 1.63 | - |

3 실험방법

3.1 공시체 제작

폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 시험용 공시체는 KS F 2403 (시험실에서 콘크리트의 압축 및 휨강도 시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법)에 따라 압축강도 시험용 공시체(φ10×20cm), 휨강도 시험용 공시체(10×10×40cm) 및 내약품성 시험용 공시체(φ10×20cm)를 Table 4와 Table 5에 나타난 배합비에 의해 슬럼프 8.0±1.0cm 로 되도록 물-시멘트비를 조정하여 제작한 후, 2일 습윤양생(온도 20°C, 습도 80%), 5일

수중양생(온도 20℃), 21일 건조양생(온도 20℃, 습도 50%)으로 공시체를 제작하였다.

Table 4. Determination of proportion of polymer cement concrete not to use tailing

| No | Polymer cement ratio (%) | Water cement ratio (%) | Sand aggregate ratio (%) | Slump (cm) | Air Content |
|----|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| 1 | 0 | 65 | 41 | 8.7 | 2.7 |
| 2 | 5 | 50 | 40 | 7.1 | 5.2 |
| 3 | 10 | 45 | 40 | 7.4 | 5.2 |
| 4 | 15 | 40 | 40 | 7 | 9.8 |
| 5 | 20 | 40 | 40 | 9 | 11 |

Table 5. Determination of proportion of polymer cement concrete using tailing (Sand : tailing = 1:1)

| No | Polymer cement ratio (%) | Water cement ratio (%) | Sand aggregate ratio (%) | Slump (cm) | Air Content |
|----|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| 1 | 0 | 70 | 41 | 8 | 2.7 |
| 2 | 5 | 55 | 40 | 7 | 6.4 |
| 3 | 10 | 53 | 40 | 7 | 8.4 |
| 4 | 15 | 48 | 40 | 7.7 | 8.4 |
| 5 | 20 | 45.4 | 40 | 8.7 | 9.2 |

3.2 압축 및 휨강도 시험

폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 시험은 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법) 및 KS F 2408 (콘크리트의 휨강도 시험방법)에 규정된 방법에 의해 실시하였다.

3.3 내약품성 실험

내약품성 시험은 20℃의 산(10% HCl), 염기(20% NaOH), 염(10% NaCl)의 각 수용액에 28일간 침적시킨 후, 3, 7, 14, 21 및 28일에서 수돗물로 깨끗이 씻고, 손상부위를 부러쉬로 제거하고 중량변화를 측정하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 압축 및 휨강도

Fig 1 및 Fig 2에는 광미 혼입 유무에 따른 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축 및 휨 강도를 나타낸 것이다. 광미 혼입 유무에 관계없이 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축 및 휨 강도는 폴리머 시멘트비의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 또한 잔골재의 일부를 광미로 치환하여 제조한 폴리머 시멘트 콘크리트가 광미를 사용하지 않은 경우보다 강도는 약간 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 광미를 사용할 경우 미분말인 광미의 첨가로 콘크리트 내의 공극감소 영향으로 인해 역학적 성질이 증가된 것으로 판단된다.

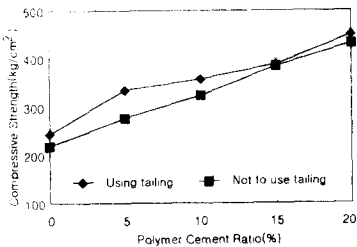


Fig 1. Compressive strength of polymer cement concrete

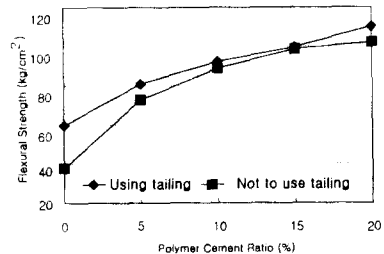


Fig 2. Flexural strength of polymer cement concrete

4.2 내약품성

Fig 3. Fig 4에는 10% HCl, 20% NaOH, 및 10% NaCl의 각 시험액에 3,7,14,21 및 28일간 침적시킨 후, 손상부위를 제거하고 측정된 폴리머 시멘트 콘크리트의 내약품성에 대하여 시간에 따른 질량변화율을 나타낸 것이다. 각 수용액에 침적한 폴리머 시멘트 콘크리트는 광미혼입 유무에 관계없이 10% HCl 수용액에 침적한 경우가 콘크리트의 손실량이 가장 높게 나타났으나, 폴리머 시멘트비의 증가에 따라 질량 변화율은 감소하는 것으로 나타났다. 그러나, 20% NaOH 수용액 및 10% NaCl 수용액에 침적한 폴리머 시멘트 콘크리트의 질량변화율은 침적 전에 비해 질량이 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 NaOH 수용액과 NaCl 수용액의 경우 콘크리트에 손상을 주기보다는 콘크리트의 흡수율에 기인한 것으로 판단된다. 또한 광미혼입의 유무에 따른 폴리머 시멘트 콘크리트의 경우는 10% HCl 수용액에 침적한 것에서 알 수 있듯이 내약품성에 있어 저항성이 약간 증가하는 것으로 나타났다. Photo1~Photo3에는 10% HCl, 20% NaOH, 10% NaCl에 28일간 침적한 후, 손상부위를 제거한 폴리머 시멘트 콘크리트의 외관을 나타낸 것이다. 사진에서 알 수 있듯이 10% HCl의 경우가 20% NaOH 및 10% NaCl에 비해 크게 손상된 것을 볼 수 있다.

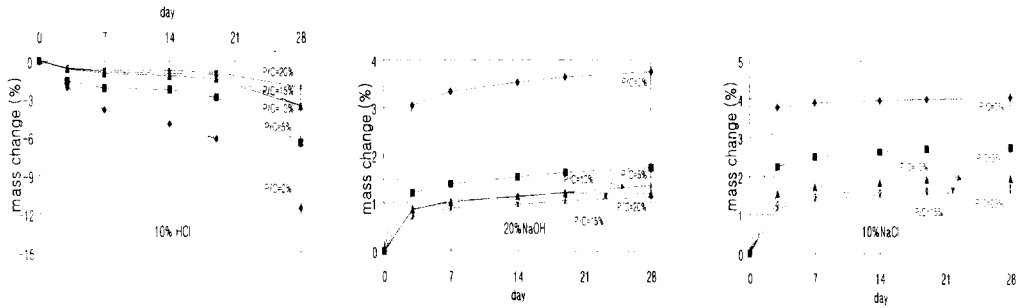


Fig 3. Chemical resistance in 10% HCl, 20% NaOH, 10% NaCl aqueous solution of polymer cement concrete not to use tailing

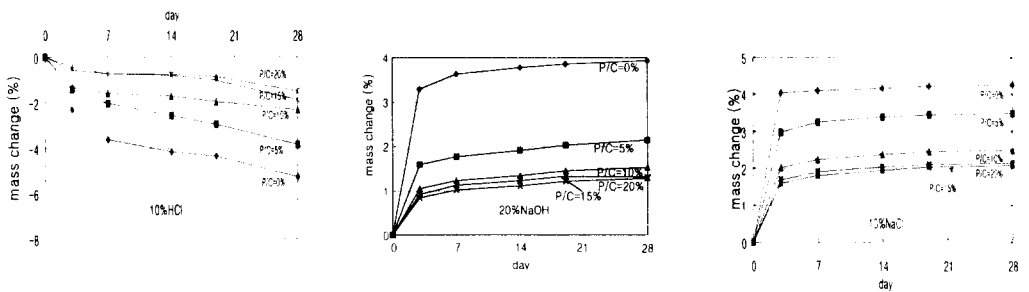


Fig 4. Chemical resistance in 10% HCl, 20% NaOH, 10% NaCl aqueous solution of polymer cement concrete using tailing

Photo 1. Appearance after cleaning of attacked portions of polymer cement concrete in 10% HCl for 28days

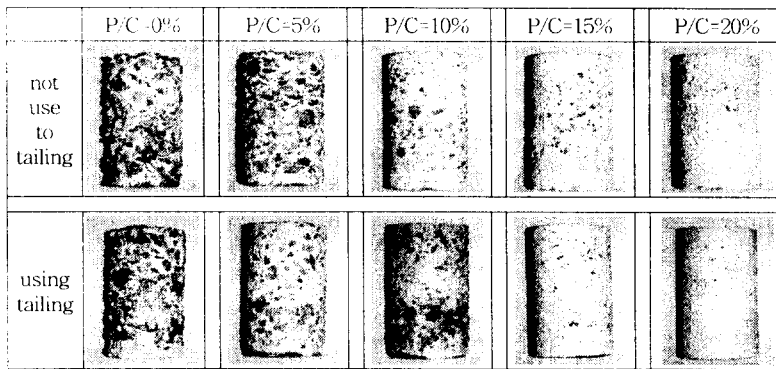


Photo 2. Appearance after cleaning of attacked portions of polymer cement concrete in 20% NaOH for 28days

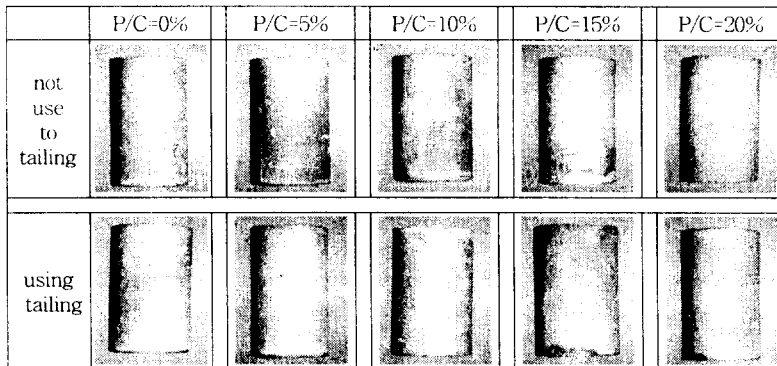
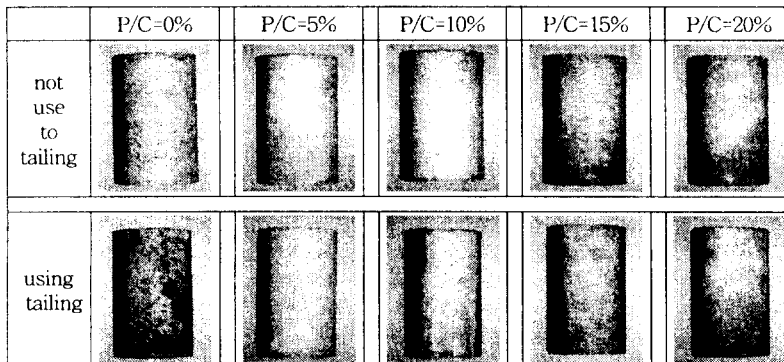


Photo 3. Appearance after cleaning of attacked portions of polymer cement concrete in 10% NaCl for 28days



5. 결 론

본 연구에서는 폴리머 시멘트 콘크리트의 우수한 성질을 이용하여 폐재자원인 광미를 콘크리트의 잔골재로 일부 치환하여 폴리머 시멘트 콘크리트를 제작하고 강도특성 및 콘크리트의 내구성에 미치는 영향을 실험적으로 검토 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잔골재의 일부를 광미로 치환하여 제조한 폴리머 시멘트 콘크리트가 광미를 사용하지 않은 경우보다 강도는 약간 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 광미를 사용할 경우 미분말인 광미의 첨가로 콘크리트 내의 공극 감소영향으로 인해 역학적 성질이 증가된 것으로 판단된다.

2. 10% HCl, 20% NaOH, 10% NaCl 수용액에 침적한 폴리머 시멘트 콘크리트는 광미혼입 유무에 관계없이 10% HCl 수용액에 침적한 경우가 콘크리트의 손실량이 가장 높게 나타났으며, 20% NaOH 수용액 및 10% NaCl 수용액에 침적한 폴리머 시멘트 콘크리트의 질량변화율은 침적 전에 비해 질량이 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 NaOH 수용액과 NaCl 수용액의 경우 콘크리트에 손상을 주기보다는 콘크리트의 흡수율에 기인한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 강원대학교 석재복합 신소재제품 연구센터의 연구비 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. H. harmuth, "Investigation of The Adherence and The Fracture Behaviour of Polymer Cement Concrete", Cement and Concrete Research, Vol. 25. No. 3, 1995, pp.497 -502.
2. 한국콘크리트학회, "최신콘크리트공학", 사단법인한국콘크리트학회, 1992, pp.365-417
3. 大濱嘉彦, "新・コンクリート用混和材料", シーエムシー, 1995, pp.199-216.
4. 金完基, "再乳化形粉末樹脂混入 ポリマーセメントモルタルの開発", 日本大學博士學位論文, 11月, 1997. pp.95-108.
5. K.Demura and Y.Ohama. "Properties of Polymer-Modified Mortars Prepared by Hand or Machine Mixing", Proceedings of the RILEM TC 113 International Symposium Oostende(Belgium), July 6, 1995.
6. M.S.J. Gani, "Cement and Concrete", CHAMPMAN & HALL, 1997, pp.185-202.
7. 大濱嘉彦, 出村克宣, "ポリマーコンクリート", シーエムシー, 2, 1984, pp.7-62.