

저품질의 순환골재를 혼입한 초속경 시멘트 모르타르의 기초물성 및 부피안정성

Basic Properties and Dimension Stability of Ultra Rapid Setting Cement Mortar Containing Low-Quality Recycled Aggregate

전상민¹ · 김형기^{2*}Sang-Min Jeon¹ · Hyeong-Ki Kim^{2*}

(Received June 30, 2021 / Revised August 25, 2021 / Accepted August 26, 2021)

The basic properties and volume stability of the ultra-rapid setting cement mortar containing low-quality recycled aggregate with a higher water absorption and lower specific gravity than relevant Korea Standard were experimentally confirmed. The mix proportion without recycled aggregate followed that of the general repair mortar used in the fields. 15% and 30% of the fine aggregate was substituted by the recycled aggregate in the mixtures with and without latex emulsion, and properties and characteristics of the mortar including mortar flow, setting time, compressive and flexural strength, and linear deformation under sealed and unsealed conditions were evaluated. It was confirmed that when low-quality recycled aggregate was used by 30%, there were risks of decrease in the early-age strength by up to 50% within 24h and increases in drying shrinkage by up to 2 times for 2 weeks compared to the mixtures without the recycled aggregate.

키워드 : 순환골재, 보수, 초속경, 기초물성, 부피안정성, 라텍스**Keywords** : Recycled aggregate, Repair, Ultra rapid setting, Basic properties, Dimension stability, Latex

1. 서론

초속경 시멘트는 일반 포틀랜드 시멘트(Ordinary Portland Cement, OPC)에 비해 응결속도 및 강도 발현 속도가 월등히 빠르기 때문에, 주로 철근 콘크리트 구조물의 단면 복구를 위해 사용된다(Zhang et al. 2018). 제조사에 따라 일부 차이가 있으나, 일반적인 상용 초속경 시멘트는 배합 후 1시간 이내로 응결이 발생하며 배합비 조절에 따라 3시간 내에 사용이 가능한 강도를 발현할 수도 있다(Yun et al. 2002). 특히 포장 분야에서는 급한 강도 발현 직후 OPC 콘크리트 보다 빠른 기간 내에 사용되어 초기 건조수축 및 내구성 확보 등의 문제가 우려되기 때문에 경우에 따라 라텍스(latex) 에멀전 등의 수용성 폴리머를 사용해 내부 미세 조직의 특성을 개질 하기도 한다(Park et al. 2019). 이러한 초속경 시멘트는 현재 이미 사용중인 구조물을 리모델링하거나 보강 하기 위해 사용할 수 있다. 사용 중인 건축 구조물의 경우 현실적 이유 때문에

보수보강 시 단계적인 공실이 필요한데, 공실기간이 길어지면 그만큼 경제적, 사회적 손실이 발생할 수 있기 때문이다.

초속경 시멘트 모르타르나 콘크리트에 순환골재나 석탄 바닥재 등을 포함한 다양한 부산물 골재를 사용한 연구가 보고 되었다. 이는 환경부고시 제2017-175호에 따른 공공공사 순환골재 의무사용을 고려한 것 뿐 아니라, 실제 현장에서 사용되는 골재 중 일부가 순환골재인 경우가 있기 때문이다. 대부분의 보고서들은 구조적 성능과 내구성에 각각 가장 크게 영향을 미치는 강도 발현과 수밀성에 대한 실험 결과를 포함하고 있으며, 이는 배합이 KS F 4042 ‘콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르’의 규정에 제시된 성능 기준 중 하나이다. 대부분 잔골재 혹은 굵은 골재 치환률 50% 이내에서 대부분 성능기준을 만족하는 것으로 확인 된다(Asaad and Daou 2017; Lee et al. 2009; Ali et al. 2021). 한편 이 기준에서 길이변화 실험은 KS F 2424를 따라 탈형 후 5일간 수중 양생 후 즉시 공시체 바탕길이를 측정하는 것으로 되어 있는

* Corresponding author E-mail: hyeongki@chosun.ac.kr

¹조선대학교 건축공학과 박사과정 (Department of Architectural Engineering, Chosun University, Gwangju, 61452, Korea)²조선대학교 건축공학과 교수 (Department of Architectural Engineering, Chosun University, Gwangju, 61452, Korea)

데, 이는 실제 보수 모르타르가 매우 단시간 내에 노출되어 양생 되는 조건과 다르기 때문에 실제 수축균열의 위험성을 확인하기는 어렵다. 따라서 현실적인 조건인 24시간 이내의 조건에서 건조를 시작했을 때 극초반 수축량도 함께 확인이 필요하다.

본 연구에서는 초속경 시멘트 모르타르와 라텍스를 사용하지 않은 모르타르에 대해 KS F 2527 ‘콘크리트용 골재’ 기준 내 순환골재 품질기준을 만족하지 못하는 저품질 순환골재를 혼입 했을 때의 성능 변화를 통해 확인해 보았다. 순환골재를 사용하지 않는 배합은 관련 업체에서 사용하고 있는 일반 보수 모르타르의 것을 따랐다. 일부 콘크리트 포장 보수 현장에서 콘크리트의 내구성 증진의 목적으로 사용되는 라텍스 에멀전의 효과를 확인 하기 위해 라텍스 에멀전 혼입 및 비혼입 배합에 대해 잔골재에 대해 부피비로 15%, 30% 치환하였으며, 모르타르의 슬럼프, 응결시간, 압축/휨강도, 그리고 밀봉/노출 양생에 따른 길이변화량을 확인해 보았다.

2. 사용재료 및 배합비

본 연구에서 사용된 초속경 시멘트와 에멀전은 실제 J시 인근 고속도로 포장 보수공사에 공급된 제품을 그대로 현장에서 분배 받은 것이다. 시멘트는 국내 U사에서 생산된 초속경 시멘트 (UNIJET CEMENT™)였다. 생산업체에서 제공자료에 따르면 분말도 5,700cm²/g, 황산염 함량 10~14%, 강열감량 3% 이내, 비중 2.88~2.90이다. 에멀전은 고형분 45%의 합성 스티렌-부타디엔 (styrene-butadiene) 라텍스였다. 유동화제는 고형분량 30%의 폴리카르복실 에스테르계 제품을 사용하였다. 초속경 시멘트에 주로 사용되는 지연제나 소포제는 별도로 사용하지 않았다.

일반 잔골재로 흡수율 1.78, 표건 비중 2.59, 조립률 2.59의 강 모래를 사용했다. 참고로 본 잔골재는 현장에서 사용되는 잔골재와는 달리 연구실에서 별도로 미분 제거 및 세척하고 사용하였다. 순환골재는 G시 근교의 건설폐기물 처리시설에서 섭외한 것으로, 세척, 건조 후 체가름을 통해 2.5mm 이상, 5.0mm 이하의 것을 사용하였다. 골재의 형태는 Fig. 1에 나타나 있다. 골재의 흡수율은 7.5%, 표건비중은 2.36으로서 KS 2527 ‘콘크리트용 골재’ 기준 중 순환잔골재 (기호: RS)의 기준인 흡수율 4.0% 이하, 비중 2.30 이상을 만족시키지 못하였다. 참고로 본 저품질 순환골재는 본 연구진의 기존 연구에서 사용한 것과 동일하며, 이에 대한 화학적 구성, 미세공극, 내부 pH, 열중량분석 결과 등은 이미 Abate et al.(2018)에 제시되었다.

배합비는 Table 10에 나타난 것과 같다. 두 종류의 기본 배합,

즉 라텍스 에멀전을 사용한 배합(mixtures containing latex, ‘CL’) 과 그렇지 않은 배합(mixtures with no latex, ‘NL’)을 설정하였으며, 이 배합에 대해 잔골재 부피비로 15%, 30%를 각각 순환골재로 치환하였으며 이 치환량은 배합명에 뒤의 수치로 표시되었다. CL과 NL 배합의 w/c 값은 각각 0.41, 0.38이다. CL 배합 중 물은 배합수 형태로 0.21, 라텍스 에멀전과 혼합된 형태로 0.20이 사용된다. CL0, NL0의 배합비는 현재 도로포장 현장에서 사용하는 배합을 그대로 사용한 것이다. 유동화제 혼입량은 모든 배합에서 시멘트 무게 대비 0.2%로 고정하였다.



Fig. 1. Recycled aggregates used

Table 1. Mix proportion(wt.% per cement)

Name	Water	Cement	Sand	Latex emulsion	Recycled aggregate
CL0	0.21	1	2.0	0.32 (water: 0.2)	-
CL15			1.7		0.28
CL30			1.4		0.56
NL0	0.38		2.0	-	-
NL15			1.7		0.28
NL30			1.4		0.56

3. 실험방법

모르타르의 배합은 10L 강제식 모르타르 믹서를 사용해 진행되었다. 모든 분체를 1분간 배합 한 후 물과 에멀전을 넣은 후 추가로 1.5분간 배합 하였다. 배합 직후 유동성 평가를 위해 KS L 5111을 만족하는 플로우 테이블을 이용해 25회 타격 후의 흐름 값을 측정 하였으며, 이 흐름값이 모든 배합에 대해 200~250mm 이내임을

확인 하였다. 골재 일부 치환에 따른 유동성의 변화는 무시할 만한 수준이었다. 특히 초속경 시멘트인 점을 감안해 배합 종료부터 유동성 측정 종료까지 1분 안에 이루어지도록 실험하였다. 유동성을 측정한 이유는 배합의 작업성을 평가하고자 함이 아니고, 반복적인 배합 시 배합의 균일성을 간접적으로 확인 하기 위함이었다. 동일한 배합비로 배합을 진행했을 때 흐름값의 차이는 10mm 이하였다. 이 배합의 응결시간은 배합 후 5분 후를 기준으로 KS 2763 기준에 따른 관입저항 시험을 통해 측정 하였다. 이와 같은 일련의 균지 않은 모르타르의 배합, 유동성 및 응결시간 측정은 모두 20±3°C 의 실내에서 이루어졌으며 당시 공조장치를 통해 실내온도 자체는 20°C로 제어되었다.

압축강도와 휨강도는 모두 KS L ISO 679 기준에 따라 4 × 4 × 16cm³ 시편을 이용해 측정하였다. 배합종료 후부터 1시간, 3시간, 6시간, 24시간, 그리고 28일 후에 각각 압축강도와 휨강도를 측정하였다. 이 때 배합 후 1시간이 될 때 탈형하였으며, 시편은 측정 직전 까지 비닐로 밀봉해 온도 20°C, 상대습도 50%의 항온항습 챔버에 보관하였다. 측정 시 휨강도용 3개, 압축강도용 6개의 시편을 사용하였다.

부피안정성은 길이변화량을 활용해 평가하였다. ASTM C 1698 기준을 변용하여, 기준상의 주름관 시편이 아닌 2.5 × 2.5 × 25cm³의 막대형 시편을 사용하였다. 탈부착형 기계식 다이얼 게이지(demountable mechanical strain gauge, 측정오차: 6.4 μm/m)를 사용했으며 게이지 위치 설정을 위해 몰드에 시편을 성형 할 때 위치고정용 핀을 미리 설치해 두었다. 실험 방법에 대한 사진은 기존 논문(Kim 2015)와 동일하다. 배합으로 부터 1시간 이후 탈형한 직후의 길이를 초기값으로 선정 하였다. 배합 당 총 6개의 시편을 준비했으며 이 중 3개는 14일 동안 비닐로 밀봉 한 반면, 나머지 3개는 배합 후 24시간 직후에 비닐을 벗겨 노출 하였다. 이 모든 길이변화 시편들은 위에서 설명한 항온항습 챔버에서 보관하였다.

4. 실험결과

4.1 응결시간

Fig. 2는 배합 후 시간에 따른 모르타르의 관입저항을 확인한 것이다. 이렇게 결정된 초결 및 종결 시간은 Fig. 3에 정리 하였다. 일부 확인되는 큰 폭의 변화값(CL15 배합 등)을 결과의 일관성을 고려해 생각하면 기본적으로 응결 시간은 순환골재 사용에 따라 크게 변화 하지 않는 것으로 확인된다. 라텍스 에멀전을 사용한

CL 배합들의 초결과 응결시간은 각각 23-28분, 56-61분 수준이며, NL 배합들의 초결과 응결 시간은 각각 4-7분, 16-25분 수준으로, 순환골재 사용량 30% 까지의 변화량은 대개 최대 5분 내외였다.

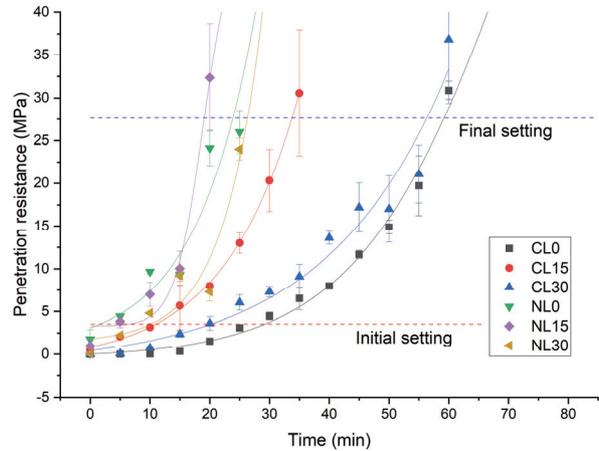


Fig. 2. Penetration resistance of fresh mixtures

응결 시간 변화에 대해 순환골재 사용 시 우려했던 것은, 상대적으로 흡수율이 높은 저품질의 순환골재에 의해 배합 내 배합수에 대한 라텍스의 농도가 변화하여 응결시간이 변화하는 현상이었다. 혹은 급격한 수화로 인해 시멘트 내부에서 자기 건조(self desiccation)가 진행될 때 순환골재의 수분이 이를 보충하는 내부 양생(internal curing) 효과 등에 의해 응결 시간이 변화하는 현상도 일어날 가능성이 있다고 예상하였으나, 실험 결과 이러한 효과 등은 무시 할 수 있는 것으로 판단된다.

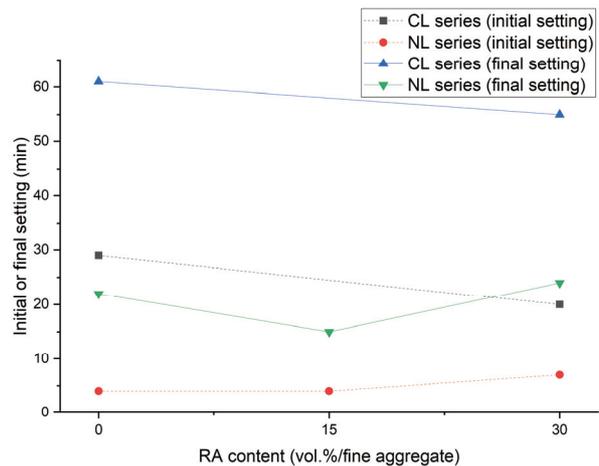


Fig. 3. Initial and final setting of mixtures

4.2 압축 및 휨강도

Fig. 4와 Fig. 5는 각각 굳은 모르타르의 압축강도 및 휨강도를 나타낸다. 먼저 가장 명확하게 알 수 있는 것은, 라텍스 에멀전을 혼입한 CL 배합에서 순환 골재 사용량을 늘릴 경우 배합 후 24시간 이내의 압축강도가 30~50% 까지 감소할 수 있다는 것이다. 이러한 현상은 배합 후 1시간의 휨강도에서도 확인 된다. 그러나 28일 강도의 경우 순환골재 사용에 영향을 받지 않는다. 한편 에멀전을 사용하지 않은 NL 배합들의 경우 모든 시간에 대해 재생골재 혼입에 따라 압축강도와 휨강도 모두 크게 변화하지 않는 것을 확인 할 수 있다. 참고로, Fig. 4와 Fig. 5에 나타난 라텍스 에멀전 사용에 따른 압축/휨강도의 감소는 Eren et al.(2017) 등에서도 보고되는 현상이다. 이 연구에 따르면, 이러한 물리적 성능 감소에도 불구하고 모세관 내 에멀전의 충전이 콘크리트의 모세관 흡수율을 줄여 탄산화 저항성을 크게 높였다.

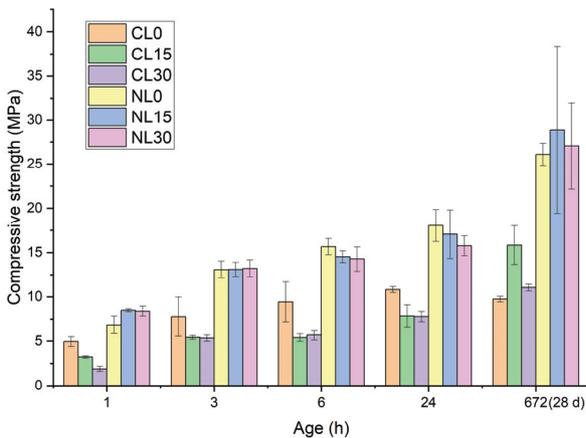


Fig. 4. Compressive strength of hardened mixtures

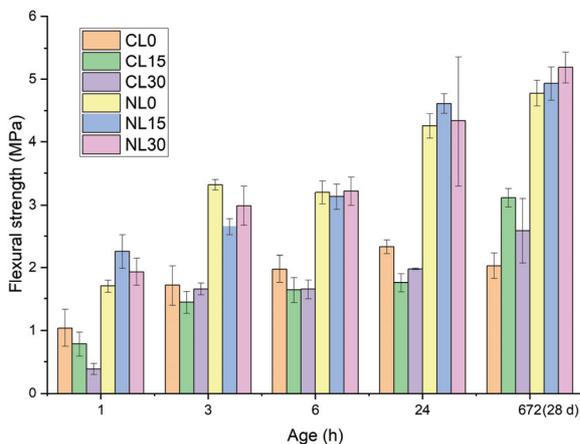


Fig. 5. Flexural strength of hardened mixtures

극초기의 강도, 즉 배합으로부터 3시간까지의 강도는 일반적으로 응결시간에 의해 영향을 받을 수 있는데, 위 Fig. 2와 Fig. 3에 나타난 것과 같이 순환 골재 사용에 의해 응결시간이 크게 변화하지는 않으므로, CL 배합의 극초기 압축강도 차이는 배합의 응결시간과는 상관이 없다고 보는 것이 합당하다. 참고로 본 실험에 사용된 순환골재는 기준 보다 품질이 낮지만, 과거 본 연구진의 연구에서 28일 압축강도 50MPa 이상의 OPC 모르타르에 잔골재 부피비 50% 까지 치환해 사용했을 때 모르타르의 압축강도를 최대 10%까지 감소시켰다(Abate et al. 2018). 이러한 현상이 CL 배합의 24시간 이전까지의 압축강도 및 휨강도에서 동일하게 확인된 것이다.

여기서 고려해야 할 영향은 위에서 설명한 순환골재 자체의 낮은 강도, 초기 수분 그리고 내부양생 효과이다. 먼저 순환골재의 모체가 되는 구조용 콘크리트의 경우 일반적으로 15MPa 이상의 압축강도를 가지고 있으며, 순환골재를 새로운 콘크리트 내 적당량 사용하면 비록 순환골재가 생산 중 일부 손상이 가해졌다고 해도 새로운 콘크리트의 시멘트 페이스트와의 강도 차이가 크지는 않기 때문에, 결과적으로 압축강도에 별다른 영향을 미치지 않는다는 보고가 많다(Choi et al. 2007; Padmini et al. 2009). 그러나 본 연구에서 사용된 저품질 순환골재는 강도에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 높다. KCS 14 20 21: 2021 ‘순환골재 콘크리트’ 기준에 따르면 설계기준압축강도 27MPa 이하의 콘크리트에만 순환골재를 30% 까지 사용하도록 명시하고 있으며, 이는 순환골재로 인한 알칼리골재반응 위험 뿐 아니라, 본 연구와 같이 저품질의 순환골재 사용에 따른 강도 저하의 위험을 고려한 것이기도 하다.

한편, 라텍스를 사용하지 않은 NL 배합, 그리고 CL 배합 중에도 28일의 시편에 대해서는 순환골재 사용에 따른 압축강도와 휨강도의 감소폭이 작거나 명확하지 않다. 이는 순환골재의 수분이동 특성, 즉 내부양생 효과와도 영향이 있다고 보인다. 본 연구에서 사용된 순환골재는 흡수율이 높기 때문에 그 자체가 일부 내부양생 재료로서의 역할을 하게 된다. 기존 연구에서 본 순환골재는 인공경량골재와 유사한 수준으로 밀봉양생된 모르타르 시편 내부의 시멘트 수화도를 높일 수 있음을 확인하였다(Abate et al. 2018). 초속경 시멘트의 매우 빠른 수화로 인해 순환골재 내 일부 수분이 주변 시멘트 페이스트로 확산된다. CL 배합의 경우 내부에 라텍스 에멀전으로 인해 이러한 수분 확산이 방해될 가능성이 있으나, 28일이 지나면 수분은 충분히 확산될 수 있다. 한편 NL 배합의 경우 수분은 초기로부터 상대적으로 쉽게 확산될 수 있었을 것으로 판단된다. 이러한 수분의 확산은 수화도의 촉진을 유발하고, 나아가 강도의 개선에 기여한다.

본 연구에서는 시멘트 자체의 수화도에 대해서는 측정하지 않았기 때문에 이를 정량적으로 평가하기에는 어려움이 있으므로 향후 더 자세한 연구가 요구 된다.

4.3 부피안정성

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 밀봉 시편과 배합 24시간 후 노출 시편의 길이변화량을 나타낸다. 배합 24시간 후에서부터 300시간(약 13일) 까지의 길이변화량을 계산한 결과는 Fig. 8에 정리하였다. 위에서 언급한 바와 같이, 길이변화 측정 시 초기값은 배합 후 1시간의 길이로, 이는 시편의 종결이 1시간 이내에 이루어 지는 점을 고려한 것이다. 한편 여기서 확인된 것은, 본 연구에서 사용된 초속경 시멘트 자체가 초기 급격하게 반응하며 팽창한다는 사실이다. 원래 칼슘 황산알루미눔계 시멘트는 그 자체의 건조수축 및 자기수축이 큰 것으로 알려져 있으나(Sirtoli et al. 2020), 이 시멘

트에 OPC를 혼합하던가 추가로 석고를 혼입하게 되면 추가적인 에트리נג가이트 발생량이 증가하며 자기수축을 보상하거나 팽창이 발생하는 효과가 있다(Péra and Ambroise 2004; Chaunsali and Mondal 2015).

본 실험에 사용된 배합들은 모두 w/c 0.4 수준으로 자기수축량 크지 않은 반면 꾸준히 팽창 발생함에 따라, 밀봉된 시편에서는 수축(Fig. 5의 길이변화에서 음수 값)이 발생하지 않았다. 보수용 모르타르의 경우 기존 콘크리트와의 일체성을 고려할 때 팽창성을 갖는 것이 수축성을 갖는 것에 비해 더 좋다고 할 수 있다. 모든 시편들을 배합 후 성형과 동시에 공냉시설이 있는 챔버에서 양생했기 때문에, 온도에 의한 수축과 팽창은 고려하지 않았다. 한편 Fig. 6에서와 같이 모든 모르타르는 배합 24시간 후 노출 시켰을 때부터 건조수축이 발생한다. 노출에 의해 12일간 대부분의 배합에서 0.2~0.4mm/m, 즉 0.02~0.04% 수준의 길이변화를 보인다.

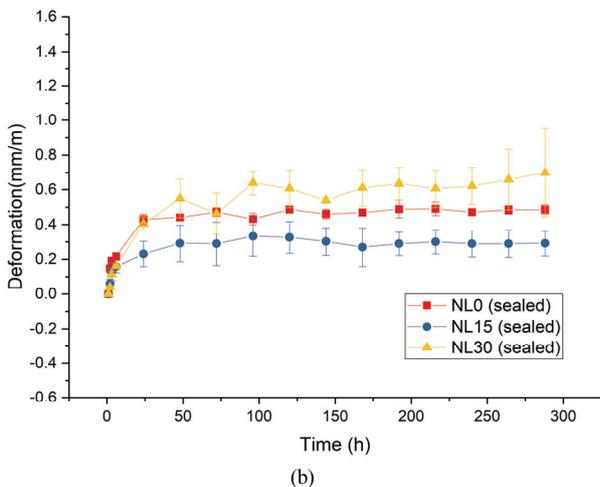
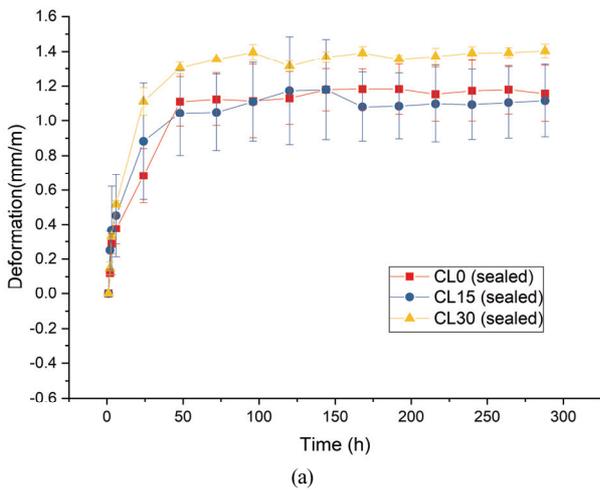


Fig. 6. Linear deformation of sealed specimens: (a) CL and (b) NL series

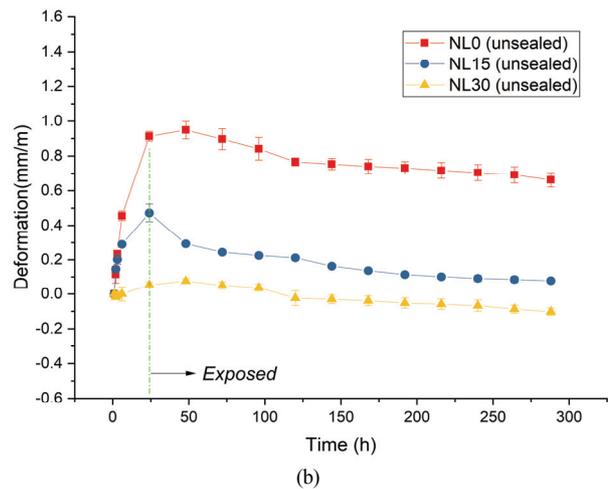
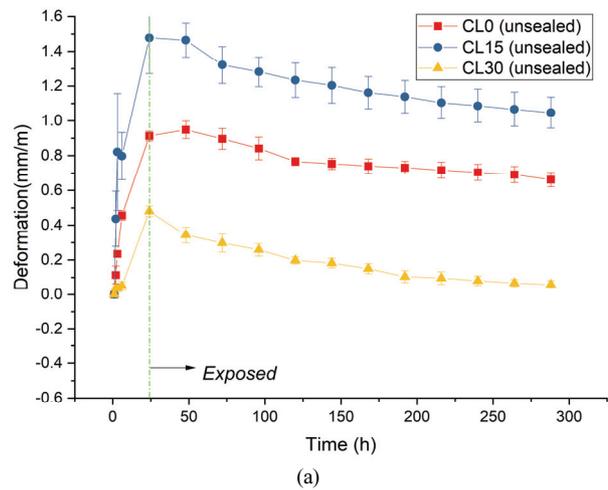


Fig. 7. Linear deformation of specimens exposed at 24h: (a) CL and (b) NL series

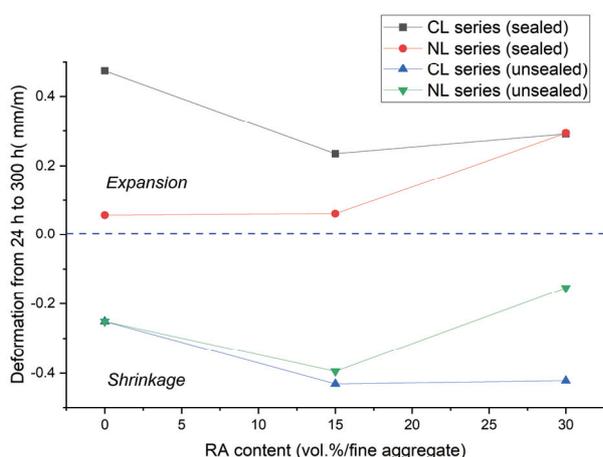


Fig. 8. Summary of linear deformations of sealed and unsealed specimens

순환골재를 사용하지 않았을 때와 비교했을 때는 최대 2배까지 수축이 증가하는 결과도 있었다. 본 연구에서는 표준시험법인 “수중 양생 5일 후 건조길이 확인”과는 다른 시험법을 사용 했지만, 일반적인 수축의 경향성을 고려할 때 KS F 4042의 기준인 28일간 수축 한계값인 0.15%(1.5mm/m) 보다는 수축량이 작은 것으로 사료된다.

다공성 골재를 적절량 사용하면 수축을 유발하는 시멘트 매트릭스의 건조를 순환골재 내 수분이 보상해 주기 때문에 비록 수분 건조량은 증가해도 수축은 줄어드는 효과가 있다(Abate et al. 2018). 또한 배합 후 극초기 초속경 시멘트의 팽창이 있었기 때문에 12일간의 건조수축이 발생했다 하더라도 종결이 발생한 배합 후 1시간부터 13일 동안의 변형은 모든 배합에서 대개 0mm/m보다 컸다. 이러한 사실을 고려할 때 초속경 시멘트 모르타르나 콘크리트를 이용한 구조 보수/보강 시 저품질 순환골재 사용에 의한 수축 균열 발생의 우려는 크지 않을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 보수 보강용 라텍스 개질 초속경 시멘트 모르타르에 원치 않게 KS 기준보다 흡수율이 높고 비중이 낮은 저품질의 순환골재가 혼입되었을 때 모르타르의 기초적 성능이 어느정도 까지 변화하는지를 실험적으로 확인한 것이다. 순환골재를 사용해도 모르타르의 응결 시간의 급격한 변화는 발생하지 않았다. 한편 라텍스를 혼입한 배합의 경우 저품질 순환골재를 사용하면 24시간 이내의 강도 발현에 우려할 만한 부정적인 효과가 있음을 확인 하였다. 그러나, 라텍스를 사용하지 않은 배합, 혹은 라텍스를 사용했다고 해도 충분한 양생이 진행된 경우에는 강도가 크게 달라지지

않았다. 저품질의 순환골재를 사용해도 만약 밀봉된 경우라면 길이 변화에 차이가 없다. 배합 24시간 후부터의 건조수축을 확인한 결과 순환골재 사용에 의해 일부 건조수축이 최대 2배 까지 증가하는 경우도, 그렇지 않은 경우도 있었다. 결과적으로 초속경 시멘트 자체의 건조 수축량이 크지 않다면 순환골재 사용에 의해 건조수축이 우려할 만큼 커지지는 않는다고 판단된다. 이러한 전반적인 점을 고려할 때, 보수보강용 초속경 시멘트에 저품질의 순환골재가 사용될 때, 일반적인 재료만 사용할 때 우선 우려되는 부분은 초기의 강도발현임을 확인하였다.

Conflicts of interest

None.

감사의 글

본 연구는 2019년 한국연구재단 기초연구실사업(2019R1A4A1028116)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Abate, S.Y., Song, K.I., Song, J.K., Lee, B.Y., Kim, H.K. (2018). Internal curing effect of raw and carbonated recycled aggregate on the properties of high-strength slag-cement mortar, *Construction and Building Materials*, **165**, 64–71.
- Ali, U., Shahid, S., Ali, S. (2021). Combined effects of styrene-butadiene rubber(SBR) latex and recycled aggregates on compressive strength of concrete, *Journal of Rubber Research*, **24(1)**, 107–120.
- Assaad, J., Daou, Y. (2017). Behavior of structural polymer-modified concrete containing recycled aggregates, *Journal of Adhesion Science and Technology*, **31(8)**, 874–896.
- Chaunsali, P., Mondal, P. (2015). Influence of calcium sulfoaluminate(CSA) cement content on expansion and hydration behavior of various ordinary portland cement-CSA blends, *Journal of the American Ceramic Society*, **98(8)**, 2617–2624.
- Choi, H.B., Shin, Y.S., An, S.H., Chung, H.S., Kang, K.I. (2007). A properties and durability of recycled aggregate concrete, *Journal of Architectural Institute of Korea*, **23(9)**, 125–132.
- Eren, F., Gödek, E., Keskinates, M., Tosun-Felekoğlu, K., Felekoğlu, B. (2017). Effects of latex modification on fresh state consistency, short term strength and long term transport

- properties of cement mortars, *Construction and Building Materials*, **133**, 226–233.
- Kim, H.K. (2015). Utilization of sieved and ground coal bottom ash powders as a coarse binder in high-strength mortar to improve workability, *Construction and Building Materials*, **91**, 57–64.
- Lee, W.Y., Lee, D.G., Han, S.I., Kwak, E.G., Kim, J.W., Kim, J.M. (2009). The strength properties of latex-modified mortar using recycled fine aggregate, *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, **9(2)**, 179–182.
- Padmini, A.K., Ramamurthy, K., Mathews, M.S. (2009). Influence of parent concrete on the properties of recycled aggregate concrete, *Construction and Building Materials*, **23(2)**, 829–836.
- Park, S.H., Jung, S.Y., Kim, H.Y., Choi, K.K. (2019). Mechanical and durability characteristics of latex-modified concrete using ultra rapid hardening cement, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, **35(5)**, 153–160.
- Péra, J., Ambroise, J. (2004). New applications of calcium sulfoaluminate cement, *Cement and Concrete Research*, **34(4)**, 671–676.
- Sirtoli, D., Wyrzykowski, M., Riva, P., Lura, P. (2020). Autogenous and drying shrinkage of mortars based on Portland and calcium sulfoaluminate cements, *Materials and Structures*, **53(5)**, 1–14.
- Yun, K.K., Jung, W.K., Choi, S.R., Kim, D.H., Lee, B.H. (2002). Durability of latex-modified concrete with rapid-setting cement, *International Journal of Highway Engineering*, **4(2)**, 1–8.
- Zhang, J., Li, G., Ye, W., Chang, Y., Liu, Q., Song, Z. (2018). Effects of ordinary Portland cement on the early properties and hydration of calcium sulfoaluminate cement, *Construction and Building Materials*, **186**, 1144–1153.

저품질의 순환골재를 혼입한 초속경 시멘트 모르타르의 기초물성 및 부피안정성

초속경 시멘트 모르타르에 KS 기준보다 흡수율이 높고 비중이 낮은 저품질의 순환골재가 혼입되었을 때 모르타르의 기초물성과 부피안정성을 실험적으로 확인하였다. 순환골재를 사용하지 않는 배합은 관련 업체에서 사용하고 있는 일반 보수 모르타르의 것을 따랐다. 라텍스 혼입 및 미혼입 배합에 대해 잔골재에 대해 부피비로 15%, 30% 치환하였으며, 모르타르의 슬럼프, 응결시간, 압축/휨강도, 그리고 밀봉/노출 양생에 따른 길이변화량을 확인해 보았다. 실험 결과 저품질의 순환골재가 사용될 때, 사용하지 않은 경우에 비해 24시간 이내 극초기 강도가 최대 50%까지 감소하거나, 건조수축이 최대 2배 까지 증가할 위험이 있는 것을 확인하였다.