

무기계 재생원료를 사용한 저탄소형 수경성 시멘트 결합재의 특성

Properties of Low Carbon Type Hydraulic Cement Binder Using Waste Recycle Powder

송 훈^{1*} · 신현욱² · 태성호³

Hun Song^{1*} · Hyeon-Uk Shin² · Sung-Ho Tae³

(Received December 31, 2018 / Revised March 21, 2019 / Accepted March 23, 2019)

Cement is a basic material for the construction industry and it requires high temperature sintering when manufacturing cement. CO₂ emissions from raw materials and fuels are recognized as new environmental problems and efforts are underway to reduce them. Techniques for reducing CO₂ in concrete are also recommended to use blended cement such as blast furnace slag or fly ash. In addition, the construction waste generated in the dismantling of concrete structures is recognized as another environmental problem. Thus, various methods are being implemented to increase the recycling rate. The purpose of this study is to utilize the inorganic raw materials generated during the dismantling of the structure as a raw material for the low carbon type cement binder. Such as, waste concrete powder, waste cement block, waste clay brick and waste textile as raw materials for low carbon type cement binder. From the research results, low carbon type cement binder was manufactured from the raw material composition of waste concrete powder, waste cement block, waste clay brick and waste textile.

키워드 : 저탄소형 수경성 결합재, 시멘트, 콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐천장재

Keywords : Low carbon type hydraulic cement binder, Cement, Waste concrete powder, Waste cement block, Waste textile

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 배경

시멘트는 건설업에의 기초소재이지만 고온의 소성이 필요하고 소성시의 원료 및 연료로부터 발생하는 CO₂는 새로운 환경문제로 인식되어 이를 저감하기 위한 노력이 지속되고 있다. 시멘트는 1kg 제조 시 약 0.81kg-CO₂/kg의 CO₂가 발생한다. 시멘트는 레미콘으로 제조되어 콘크리트 구조물을 형성하고 콘크리트 구조물은 다시 CO₂를 흡수하여 탄산화되고, 또한 콘크리트 구조물은 해체되어 다시 건설재료로서 사용되는 순환과정을 거친다. 이 과정에서 CO₂ 저감을 위한 기술은 고로슬래그 및 플라이애시 등의 혼합시멘트의 사용이 CO₂ 감소대책의 대부분을 차지한다.

또한 콘크리트 구조물 해체 시 발생하는 건설폐기물도 또 다른

환경문제로 인식되며 재활용률을 높이기 위한 여러 가지 방안들이 시행되고 있다. 폐콘크리트는 건설폐기물 처리시설을 통해 대부분이 재사용되며 순환골재 및 잔골재 제품으로 재활용된다. 아직까지는 폐콘크리트는 순환골재로의 재생이 대부분을 차지하고 있다. 또한 폐시멘트블록 및 폐점토벽돌 등도 분쇄하여 불활성 분체인 충전재로의 활용이 거의 대부분을 차지하고 있다. 그 외의 부산물에 대한 연구가 아직 미비하며 폐기되거나 매립되는 실정이다. 폐콘크리트나 폐시멘트블록 등의 순환과정에서 보면 다시 제품의 제조원료로의 이용이야말로 CO₂를 저감하고 환경친화적인 조건이 된다(Ahn 2005).

본 연구에서는 건축물 해체 시 발생하고 재활용률이 낮은 무기계 재료를 순환과정에서 재생제품으로의 활용을 목적으로 수경성 시멘트 바인더로서의 가능성을 확인하기 위한 것이다. 폐콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌 및 폐천장재의 원료조성 검토

* Corresponding author E-mail: songhun@kicet.re.kr

¹한국세라믹기술원 에너지환경본부 책임연구원 (Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Jinju, 52851, Korea)

²한국세라믹기술원 에너지환경본부 연구원 (Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Jinju, 52851, Korea)

³한양대학교 건축시스템공학과 교수 (Department of Architectural Engineering, Hanyang University, Ansan, 15588, Korea)

를 통해 저탄소형 시멘트의 원료로의 활용이 가능한지를 검토하였다. 또한, 원료조성으로부터 배합조건을 조절하여 클링커를 제조하고 제조된 클링커의 미세조직 및 상분석을 실시하여 저탄소형 수경성 시멘트 결합재의 특성 및 가능성을 확인하고자 한다.

1.2 무기계 재생원료

본 연구에 사용된 무기계 재생원료는 폐콘크리트, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌 및 폐천장재의 미분말이다. 폐콘크리트 미분말은 폐콘크리트로부터 도로공사용과 콘크리트 제품제조용 순환골재 생산의 각 분쇄공정에서 발생한다. 폐콘크리트로부터 분리되어 나온 미분말의 경우 굵은 골재와 모르타르를 완벽하게 분리하기 어렵고 다시 모르타르에서 잔골재와 시멘트를 분리하기에는 어려움이 따른다. 따라서 폐콘크리트 미분말의 다량 치환은 어렵고 시멘트 제조 시 일부 첨가원료로서 제한하여 사용이 가능하다(Song 2014). 폐시멘트블록, 폐점토벽돌은 SiO₂ 원료를 대체하는 데 사용된다. 폐시멘트블록, 폐점토벽돌은 SiO₂의 비율이 높아 다량 활용은 어려우며 배합비율을 조정하기 위한 용도로 활용할 수 있다. 폐천장재는 저탄소형 수경성 결합재 제조에 있어 CaO를 대체하는 용도로 활용된다. 무기계 재생원료를 이용하여 저탄소형 수경성 결합재 제조에 있어 보통포틀랜드시멘트의 원료비율을 맞추기 어렵기 때문에 주원료인 석회석과 전기로 슬래그의 활용은 필수적이다.

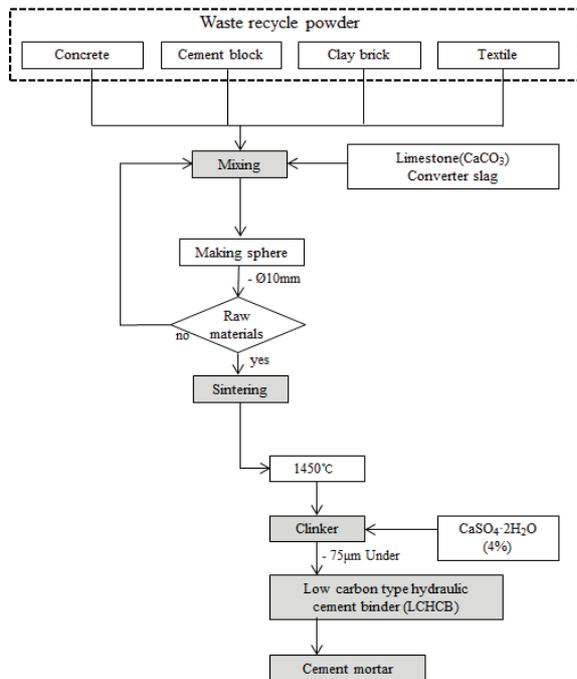


Fig. 1. Process of low carbon type hydraulic cement

1.3 보그식 및 클링커 특성값

보통포틀랜드시멘트의 제조과정에서 시멘트의 원재료를 조합하고 소성하여 클링커를 제조하기 위한 화합물의 예측은 보그식을 이용한다. 국내 시멘트 관련 KS L 5201에는 이와 관련한 내용과 표준이 명시되어 있다. 표준에 따르면 시멘트의 화학성분 가운데 Al₂O₃/Fe₂O₃에 따라 아래와 같이 예측된다. 보그식에 의해 계산되는 시멘트 내 각 광물의 전형적인 수치는 대략 C₃S가 55%, C₂S가 10%, C₃A가 10%, C₄AF가 10%로 구성되어 있다.

$$C_3S = 4.071CaO - 7.600SiO_2 - 6.718Al_2O_3 - 1.430Fe_2O_3 - 2.852SO_3 \quad (1)$$

$$C_2S = 2.867SiO_2 - 0.7544C_3S \quad (2)$$

$$C_3A = 2.650Al_2O_3 - 1.692Fe_2O_3 \quad (3)$$

$$C_4AF = 3.043Fe_2O_3 \quad (4)$$

석회포화도(Lime Saturation Factor, 이하 LSF)는 클링커의 정상적인 소성 및 냉각 시 산성성분인 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 성분들과 결합 가능한 최대 CaO의 양으로 표시된다. 또한 클링커 소성도의 척도로서 유리석회(이하 Free CaO)를 확인하며 소성반응의 정도를 확인한다. LSF가 낮을 경우 로터리킬른 내에서 소성은 잘 이루어지나 C₃S의 감소로 초기강도가 감소된다. 반대로, LSF가 높을 시에는 소성온도를 높이거나 소성시간을 길게 하더라도 소성이 어렵고 항상 Free CaO가 남을 수 있다. 하지만 C₃S 증가로 인해 초기강도가 증가하고, C₃S양이 많은 시멘트를 제조하기 위해서는 LSF가 높아야 된다(Kim 2014).

규산율(Silica Modulus, 이하 SM)은 클링커를 소성하는 킬른 내의 혼합물 거동과 클링커 품질에 영향을 미친다. SM이 높아지면 원료 혼합물의 소성이 어려워지며 소성과정에서 고온의 열이 필요하다. 철률(Iron Modulus, 이하 IM)은 Al₂O₃와 Fe₂O₃의 양적인 관계를 표시하는 비율로서, IM이 낮은 원료혼합물은 낮은 소성온도에도 클링커의 생성이 용이하다. 또한, IM이 낮으면 시멘트의 C₃A가 작고 C₄AF가 많아져 초기강도가 낮아지지만 수화열이 작고 화학저항성이 크게 된다.

LSF의 적정범위는 91.0~95.0이며, 좋은 품질의 클링커 내 Free CaO는 1.0% 이하이다. SM의 적정범위는 2.3~2.8이고, IM의 적정범위는 1.6~2.0이다(Kim 2014).

$$LSF = CaO / (2.8SiO_2 + 1.18Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3) \quad (5)$$

$$SM = SiO_2 / (Al_2O_3 + Fe_2O_3) \quad (6)$$

$$IM = Al_2O_3 / Fe_2O_3 \quad (7)$$

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

저탄소형 수경성 시멘트 결합재를 제조하기 위한 무기계 재생 원료는 페콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌, 폐천장재이며 화학적 성분은 Table 1과 같다. 또한, 조합된 시멘트 페이스트 분말을 사용하였고 CaO를 보충하기 위한 것이다. 일반적으로 시멘트계 무기계 재생원료는 SiO₂ 함량이 높는데 이는 시멘트를 모래와 같이 사용하기 때문이다. 일반적으로 건설폐기물 처리시설에서 발생하는 콘크리트 미분말의 CaO 함량은 13.7~17.4%의 범위이고, SiO₂가 현저하게 높아 보통포틀랜드시멘트를 제조하기에는 불리한 점이 많다(Song 2014). 또한, 폐시멘트블록이나 폐점토벽돌의 분말도 SiO₂ 성분이 많기 때문에 다량으로 사용하는 데는 불리한 점이 많다. 이는 재생원료로 사용하더라도 시멘트와 모래 등을 구분하여 분리하기 어렵기 때문에 일반적으로 같이 분쇄하여 재활용하는 것이 대부분이다.

2.2 배합설계

저탄소형 수경성 시멘트 클링커 제조를 위해 원료로 사용되는 Plain 및 LCHCB(Low carbon type hydraulic cement)의 화학적 조성은 Table 2와 같다. Plain 배합은 석회석과 시멘트 페이스트를 기본으로 약 83.9%, 16.1%를 혼합하여 보통포틀랜드시멘트에 근접하게 조합하였다. LCHCB의 배합은 페콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌 및 폐천장재의 성분을 조합하여 다시 석회석

과 전기로 슬래그를 혼합하여 조합하였다. 석회석과 전기로 슬래그의 혼합 없이는 CaO와 Fe₂O₃의 조성을 맞추기 어렵기 때문에 조성비율에 적합하도록 혼합량을 조절하였다. 페콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌 및 폐천장재의 조합원료 배합비율은 약 2%, 11%, 49%, 39%이고 이 조합원료의 석회석과 전기로 슬래그 조합원료의 비율은 약 73.2%, 2.2%, 24.6%이다.

Table 2. Chemical compositions model of low carbon type hydraulic cement

	Chemical compositions(%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	Sum
Plain	16.62	3.51	2.40	47.54	2.39	0.25	0.74	0.04	25.44	98.94
LCHCB	15.38	2.90	2.43	43.82	2.19	0.32	1.19	3.20	28.91	99.96

※ LCHCB : Low carbon type hydraulic cement binder

보통포틀랜드시멘트를 기준으로 배합을 만족하는 C₃S와 C₂S 등의 값을 얻기 위해서는 CaO를 포함하는 무기계 재생원료나 천연자원인 석회석의 비율을 높여야 한다. 석회석의 대체재로의 폐천장재는 석회석과 비교했을 때 유사한 수준의 CaO를 함유하고 있음에도 SO₃가 포함되어 있어 C₃S를 만족하는 예측값을 얻기 어렵다(Kim 2014).

재생원료의 화학조성을 분석하여 조합한 Plain의 LSF는 약 91.0, SM이 2.81, IM이 1.46이고, LCHCB의 LSF는 약 91.1, SM이 2.88, IM이 1.19이며 Table 3과 같다.

Table 3. Clinker mineral compositions and clinker modulus of low carbon type hydraulic cement

	Clinker mineral compositions				Clinker modulus		
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	LSF	SM	IM
Plain	53.72	23.09	7.01	9.73	91.0	2.81	1.46
LCHCB	56.62	22.11	5.25	10.88	91.1	2.88	1.19

※ LCHCB : Low carbon type hydraulic cement binder

Table 1. Chemical compositions of raw materials

	Chemical compositions(%)										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	Sum	
Limestone	8.44	1.70	1.18	46.74	2.16	0.22	0.55	0.25	37.61	98.85	
Converter slag	14.90	2.74	38.40	31.80	6.99	0.06	0.05	0.11	4.91	99.96	
Cement paste	18.20	3.86	2.63	47.70	2.44	0.25	0.78	-	23.10	98.96	
Waste recycle Powder	Concrete	47.80	8.73	2.39	17.40	3.96	1.34	2.31	0.45	15.00	99.38
	Cement block	43.36	7.85	6.70	27.97	-	-	3.37	1.15	8.12	98.50
	Clay brick	66.67	16.57	8.53	2.51	-	-	3.12	0.00	1.24	98.63
	Textile	6.14	0.00	1.06	45.64	-	-	0.13	20.05	26.39	99.40

2.3 실험방법

재생원료의 분쇄는 진동밀을 이용하여 조합원료를 45 μ m 전후로 분쇄하였고 90 μ m체를 이용하여 잔량 없이 통과하는 것을 확인하였다. 분쇄된 조합원료는 증류수와 혼합하여 10mm의 구의 형태로 제작한 후 건조하였다. 건조된 시료는 1450 $^{\circ}$ C에서 약 30분간 소성하였고 소성을 위한 온도곡선은 Fig. 2와 같다. 소성된 클링커는 에폭시수지에 함침하여 내부를 그라인딩 한 후 편광현미경을 이용하여 클링커의 구성광물 상과 XRD를 이용하여 상태를 확인하였다. 또한 Free CaO를 정량하여 확인하였고 측정은 ASTM C 114(Standard test methods for chemical analysis of hydraulic cement)를 응용한 분석방법을 이용하였다. 또한 제조된 클링커 양부판정을 위해 제조된 클링커를 분쇄하여 이수석고 4%를 혼입하여 저탄소형 수경성 시멘트 결합재를 제조하고 수화특성과 XRD, 미세구조를 확인하였다. 수화특성은 미소수화열 분석기를, 미세구조는 SEM를 이용하였다. 수화특성 분석은 물시멘트비를 50%로 일정하게 하여 각각의 미소수화열을 측정하였다.

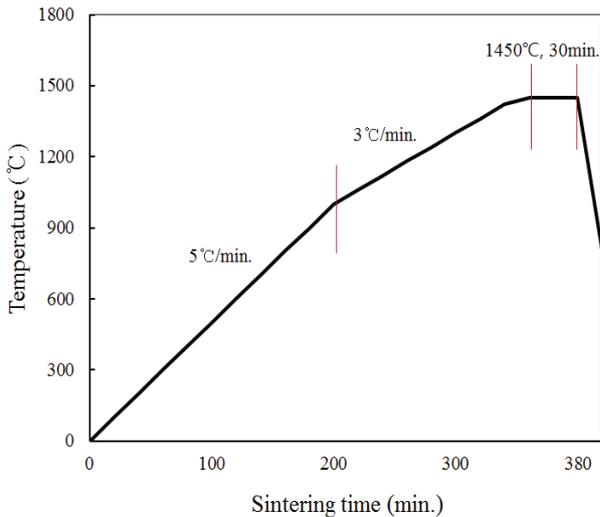


Fig. 2. Sintering time vs. temperature of low carbon type hydraulic cement

Table 4. Experimental items of this research

	Clinker	Cement (Clinker+4% CaSO ₄ · 2H ₂ O)
Items	Microscope, XRD	Free CaO, Blain fineness, SEM(3, 7days), Hydration heat

3. 실험결과 및 고찰

3.1 Free CaO

재생원료를 사용하여 제조한 시멘트 클링커의 Free CaO 측정값을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. Free CaO는 Plain 시험체가 0.51, LCHCB가 0.78로 Plain 시험체가 낮았다. 1450 $^{\circ}$ C에서 소성한 클링커의 Free CaO는 일반 보통포틀랜드시멘트의 클링커 품질관리기준인 1.0% 이하에 부합하는 결과이다. 무기계 재생원료를 혼입하여 제조한 시멘트 클링커가 보통포틀랜드시멘트 클링커와 유사한 값을 보여 충분히 시멘트 클링커로의 사용이 가능하다. 또한 무기계 재생원료 혼입률이 증가함에 따라 Free CaO 값이 높아지는 것을 확인할 수가 있었다. 이는 무기계 재생원료의 혼입에 따라 C₃S의 생성이 잘 이루어지지 않았기 때문이고 소성성에 영향을 미쳤다. 이는 무기계 재생원료 중 SiO₂가 높은 비율로 존재하기 때문이며 Quartz 결정 형태로 다량 함유된 SiO₂가 CaO와의 반응성이 떨어지는 결과로부터 기인한다(Song 2014).

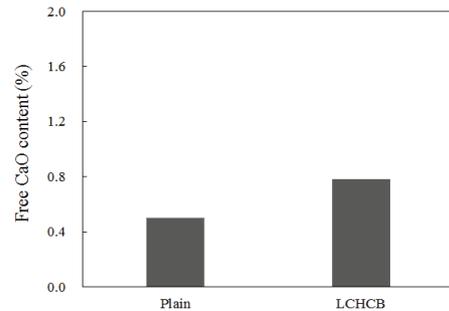


Fig. 3. Free CaO content of clinker

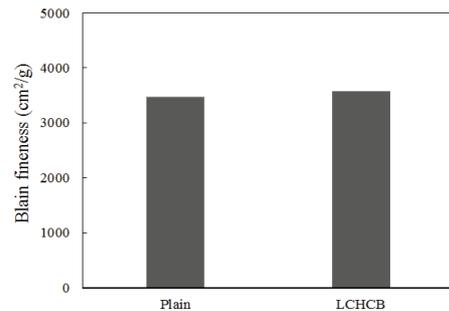


Fig. 4. Blain fineness of recycled clinker

3.2 클링커의 XRD

시멘트 페이스트와 석회석을 조합하여 소성한 Plain 클링커의 구성광물과 XRD 분석결과는 Fig. 5와 같고, 무기계 재생원료를

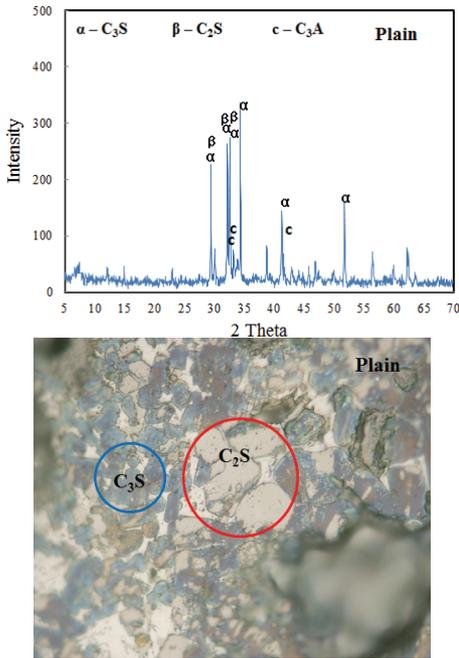


Fig. 5. Clinker XRD and microscope image of plain hydraulic cement

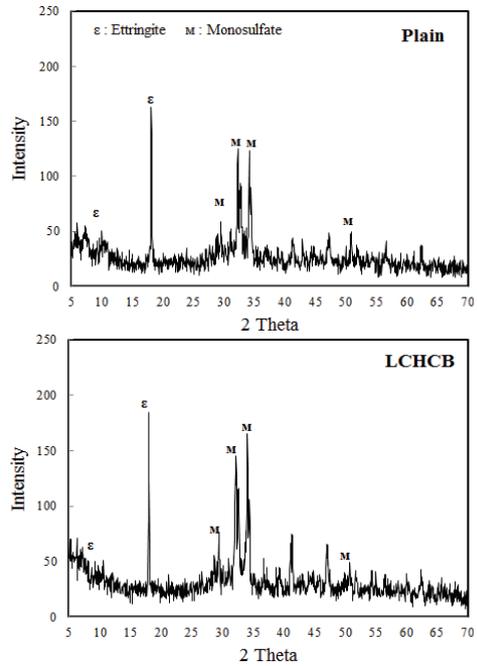


Fig. 7. XRD pattern of low carbon type hydraulic cement(3days)

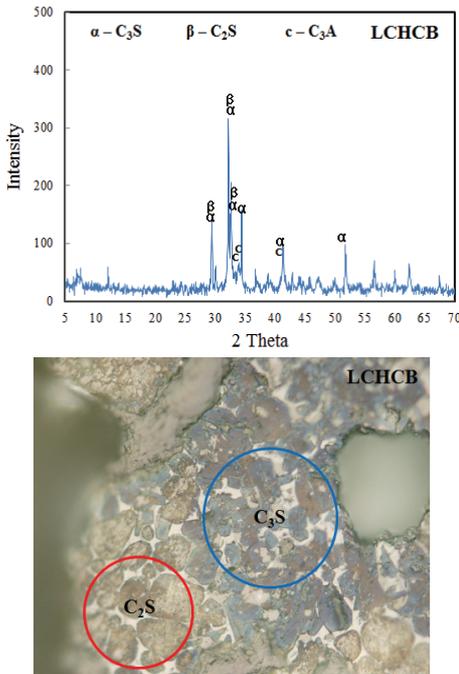


Fig. 6. Clinker XRD and microscope image of LCHCB

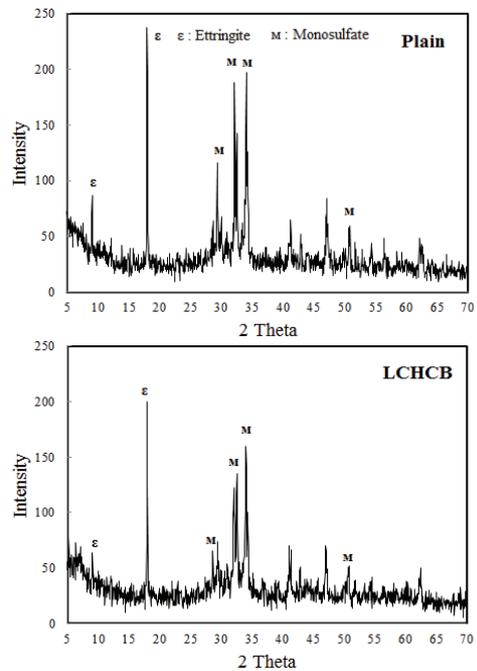


Fig. 8. XRD pattern of low carbon type hydraulic cement(7days)

조합하여 제조한 LCHCB 클링커의 구성광물과 XRD 분석결과는 Fig. 6과 같다. 제조된 클링커는 시멘트의 주요 화합물인 C₃S, C₂S의 클링커 광물상이 생성된 것을 확인할 수 있었다. 또한 이와 같은 결과는 XRD 패턴 분석을 통해서도 확인할 수 있었고, Plain 시험체

의 XRD 피크가 조금 더 명확하게 나타난 것을 알 수 있었다. 분석 결과 C₃S의 피크는 34.4°, C₂S의 피크는 32.1°, C₃A의 피크는 33.1°에서 나타났다. Plain 및 LCHCB 클링커 모두 보통포틀랜드시멘트와 동일한 클링커 광물인 C₃S, C₂S, C₃A를 확인할 수 있었다.

3.3 시멘트의 XRD

시멘트 페이스트와 석회석을 조합하여 소성한 시멘트와 무기계 재생원료를 조합하여 소성한 LCHCB 시멘트의 3일 재령 XRD 결과는 Fig. 7과 같다. 또한 7일 재령의 XRD 결과는 Fig. 8과 같다. 3일 재령의 XRD 그래프로 에트린자이트와 모노설페이트의 생성을 확인할 수 있었다. 에트린자이트의 XRD 피크값은 9.1° , 모노설페이트의 피크값은 32.1° 이다. 7일 재령에서는 에트린자이트와 모노설페이트의 피크가 높아져 결정이 많이 생성된 것을 알 수 있었다. 이는 수화가 진행되는 과정으로 수화반응에 의해 에트린자이트와 모노설페이트 같은 수화생성물의 증가와 시멘트의 강도발현을 확인할 수 있다. 또한 재생재료가 구성성분에 상관없이 3일보다 7일에서 피크가 더욱 명확하게 나타났다.

3.4 시멘트의 수화특성

재생원료를 사용하지 않은 Plain 및 무기계 재생원료를 혼입하여 제조한 LCHCB의 수화속도 및 누적수화열은 Fig. 9와 같다. 또한 72시간과 누적 수화열량을 Fig. 9(a), (b)에 나타내었다. 수화속

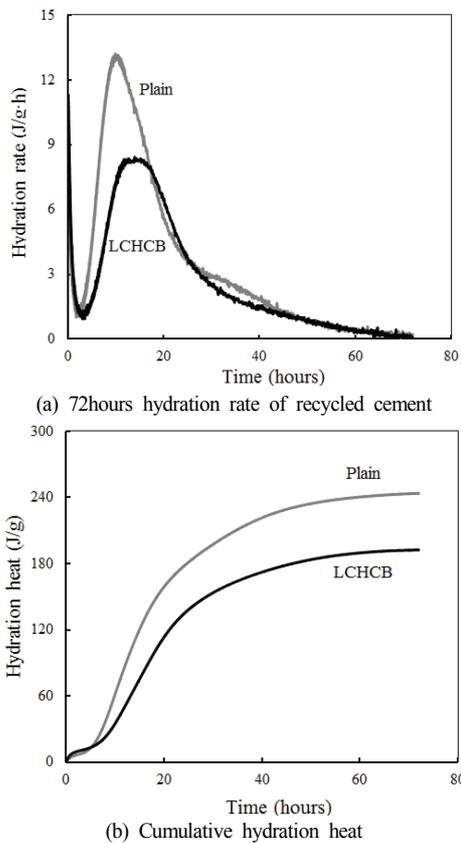


Fig. 9. Hydration rate of LCHCB using micro conduction calorimeter

도는 재생원료를 사용하지 않은 Plain의 1차 피크가 LCHCB보다 낮았고, 2차 피크는 높게 나타났으며 수화열도 가장 높은 결과를 보였다. 또한 Plain의 1차 피크는 $6.3\text{J/g}\cdot\text{h}$, 2차 피크는 $13.1\text{J/g}\cdot\text{h}$ 로 나타났고, LCHCB의 1차 피크는 $11.2\text{J/g}\cdot\text{h}$, 2차 피크는 $8.4\text{J/g}\cdot\text{h}$ 로 측정되었다. 2차 피크는 약 13시간 30분 전후이며 혼입율의 증가에 따라 약간은 길어지는 것을 확인할 수 있었다. 이 시기는 낮은 밀도의 C-S-H가 생성되는 시기로 에트린자이트가 모노설페이트로 변화하는 과정이 느리게 진행됨을 알 수 있다 (Taylor, 2003). 누적수화열량은 Plain이 약 243J/g , LCHCB가 약 192J/g 을 나타냈다. 재생원료를 혼입하지 않은 Plain이 높게 나타났다.

3.5 SEM 및 조직관찰

Plain 및 LCHCB의 SEM 분석결과를 Fig. 10에 나타내었다. 재령 3일에서 에트린자이트가 생성되는 것을 확인할 수 있었고 재령 7일에서 에트린자이트가 다량으로 관찰되는 것을 확인할 수 있었다. 보통포틀랜드시멘트는 재령 7일에서 에트린자이트보다는 모노설페이트로 변화되는 형태가 관찰되는 것이 일반적이다. 시멘트계 재생원료 미분말을 혼입하여 제조한 시멘트는 보통포틀랜드시멘트와 유사하지만 혼입 시 CaO 및 SiO_2 의 혼합비율 조정이 어렵기 때문에 저열시멘트에 근접한 비율로 조절이 이루어지고 제조되는 클링커 및 시멘트도 저열시멘트의 특징을 가진다(Song 2014).

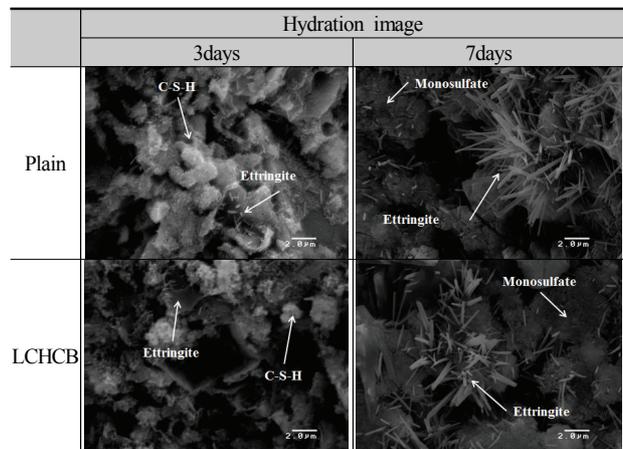


Fig. 10. SEM image of low carbon type hydraulic cement(3, 7days)

4. 결론

무기계 재생원료인 폐콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토

벽돌, 폐천장재를 사용하여 제조한 클링커 및 시멘트의 활용가능성에 대해 분석한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- 1) 페콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌은 SiO₂ 성분이 높아 다량 사용하기에는 불리하지만 석회석 등과의 조합을 통해 수경성 시멘트 결합재료의 활용이 가능하다.
- 2) 무기계 재생원료를 사용하여 제조한 클링커의 Free CaO는 Plain 시험체가 0.51, LCHCB가 0.78로 보통포틀랜드시멘트와 유사하다.
- 3) 무기계 재생원료를 혼입하여 제조한 시멘트는 재생원료의 혼입에 따라 수화속도 및 수화열은 다소 낮아지는 특성을 보인다.
- 4) 페콘크리트 미분말, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌, 폐천장재를 사용하여 제조한 시멘트는 저탄소형 재료로의 활용이 가능하다.

Conflict of interest

None.

감사의 글

본 연구는 국토교통기술촉진연구사업 “무기계 건설폐기물 재자원화 기술을 이용한 환경배려형 시멘트 제조 원천기술 개발”의 연구결과의 일부입니다.

References

Ahn, J.C., Oh, S.G., Kang, B.H. (2005). Hydraulic properties of the recycled Cement made of by-product cementitious powder from concrete waste, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, **21(9)**, 121–128.

Kim, J.H., Tae, S.H., Song, H., Shin, H.Y. (2016). Theoretical proposal for the mix design of recycled cement utilized inorganic construction wastes, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **4(3)**, 250–258 [in Korean].

Song, H., Shin, H.Y., Lee, J.H., Chu, Y.S., Park, D.C. (2014). Image and phase analysis of low carbon type recycled cement using waste concrete powder, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **2(4)**, 314–320 [in Korean].

KS L 5201. (2016). Portland Cement, Korea [in Korean].

Taylor, H.F.W. (2003). 2nd Cement Chemistry, Thomas Telford Service, 193–195.

무기계 재생원료를 사용한 저탄소형 수경성 시멘트 결합재의 특성

시멘트는 건설업에의 기초소재이지만 시멘트 제조시 고온의 소성이 필요하고, 소성시의 원료 및 연료로부터 발생하는 CO₂는 새로운 환경문제로 인식되어 이를 저감하기 위한 노력이 지속되고 있다. 콘크리트 분야에서의 CO₂ 저감을 위한 기술은 고로슬래그 및 플라이애시 등의 혼합시멘트 사용을 권장하는 것이 저감 대책의 대부분을 차지하고 있다. 또한 콘크리트 구조물 해체 시 발생하는 건설폐기물도 또 다른 환경문제로 인식되며 재활용률을 높이기 위한 여러 가지 방안들이 시행되고 있다. 본 연구는 구조물 해체 시 발생하는 무기계 재생원료를 리사이클을 통해 시멘트 제조의 원료로서 활용하기 위한 것이다. 페콘크리트, 폐시멘트블록, 폐점토벽돌 및 폐천장재 미분말의 원료조성 검토를 통해 시멘트의 원료로서 활용하고자 한다. 연구결과 재생원료의 원료조성 및 조합을 통해 저탄소형 수경성 시멘트 결합재 제조가 가능한 것을 확인하였다.