

해안매립지 하수처리시설물에 적용한 저발열시멘트 콘크리트의 내화학적성 평가

정용택¹, 이병재², 김윤용^{3*}

Chemical Resistance of Low Heat Cement Concrete Used in Wastewater Treatment Structures Built on Reclaimed Land

Yongtaek Chung¹, Byungjae Lee², Yunyong Kim^{3*}

Abstract: Concrete structures built on reclaimed land are combined with chemical erosion such as chlorine and sulfate ions from seawater. Chloride attack deteriorates the performance of the structure by corroding reinforcing bars. In addition, the waste water treatment structure has a problem that the concrete is deteriorated by the sulfate generated inside. Therefore, in this study, the characteristics and chemical resistance of low heat cement concrete used in wastewater treatment structures constructed on reclaimed land were evaluated. As a result of the experiment, the target slump and air content were satisfied under all the mixing conditions. The slump of low heat cement (LHC) concrete was higher than that of ordinary portland cement (OPC) concrete, while the air content of LHC concrete was smaller than that of OPC concrete with the same mix proportion. As a result of compressive strength test, OPC concrete showed higher strength at younger age compared to 28 days. In contrast, LHC concrete exhibited higher strength than OPC concrete at the age of 56 days. As a result of chlorine ion penetration tests, LHC-B concrete showed chlorine ion penetration resistance performance of the "very low" level at the age of 56 days. As a result of chemical resistance evaluation, when the LHC concrete is applied without epoxy treatment, chemical resistance is improved by about 18% compared to OPC concrete. In testing chemical resistance, the epoxy coated concrete exhibited less than 5% strength reduction when compared to sound concrete.

Keywords: Low heat blended cement, Chemical resistance, Chloride ion penetration resistance, Epoxy

1. 서 론

우리나라는 국토의 삼면이 바다로 둘러싸여 있는 지형학적 특성을 가지고 있다. 따라서 간척사업, 해상교량, 해상공항 및 항만, 수처리시설물, 조력발전소 등 해안매립에 의한 영토 확장이나 해상도시 건설 등 다양한 해양콘크리트 구조물의 신설·확충과 유지관리가 활발히 이루어지고 있다(Lee, 2009; Koh et al, 2004). 이러한 구조물은 바다가로부터 유입되는 염소 및 황산염 이온 등 화학적 침식과 해상의 파력, 풍력, 비탈대 등으로부터 발생하는 침식의 복합적인 영향을 받는 등 일반 육상의 구조물 보다 많은 취약점을 내포하고 있다(Lee et al, 2011). 최근에는 염해에 의한 해양콘크리트 내구성 저하 문제(Funahashi, 1990; Browne, 1982; Poulsen, 1990) 에 대한 대책방안들이 연구되고 있는 실정이다. 국내 건설현장에서는

해양콘크리트 구조물의 염해 내구성 확보 및 수화열 저감을 위해 시공적 측면, 설계·구조적 측면을 고려하여 여러 기술이 사용되고 있다. 그러나 경제성 및 적용방법의 용이성 측면에서 광물질 혼화재료를 콘크리트에 혼입하는 재료적 측면에서의 기술이 가장 널리 적용되고 있다(Seo et al, 2011). 재료적 대책의 일환으로 1종 보통포틀랜드시멘트에 고로슬래그미분말과 플라이애시를 일정하게 혼합한 형태의 저발열 시멘트의 사용이 대표적이다(Song et al, 2008). 현행 해양콘크리트 배합설계의 근간이 되는 콘크리트 표준시방서 「제17장 해양콘크리트」편에서도 내해수성 및 장기강도가 우수하고 수화열이 적은 이점을 고려하여 혼합시멘트의 사용이 명기되어 있다. 또한 국외의 BS 및 ACI Code에도 염해 내구성을 향상시키기 위해 무기질 혼화재를 적절히 사용하도록 제안하고 있어(BS 8500; 2006; ACI 201, 2009), 향후 혼합형 저발열 시멘트의 활용은 더욱 증가될 것으로 예상된다.

한편, 수처리시설 및 폐기물처리시설은 황산염(sulfate)이나 산(acid) 등의 화학물질에 콘크리트가 쉽게 노출되므로 콘크리트가 화학물질과 반응하여 반응생성물의 용출에 의해 조적이 다공화 되고 반응에 따라 팽창이 발생된다. 이에 따라 콘크리트의 연화, 균열, 박리, 철근 부식 등의 열화

¹정회원, 충남대학교 토목공학과 박사과정

²정회원, 대전대학교 토목공학과 조교수

³정회원, 충남대학교 토목공학과 교수

*Corresponding author: yunkim@cnu.ac.kr

Department of Civil Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34113, Korea

•본 문에 대한 토의를 2020년 1월 31일까지 학회로 보내주시면 2020년 2월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

현상이 발생하여 Fig. 1에 나타난 사진과 같이 구조물의 내구성 저하를 더욱 가속화시킨다.



Fig. 1 Deterioration of a structure (delamination from chemical corrosion)

이러한 화학적 부식환경에 노출되는 콘크리트 표면보호를 위해서 에폭시 및 세라믹 등의 방수방식재료를 주로 현장에서 활용하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 해안매립지에 설치되는 하수처리시설물에서 발생될 수 있는 염해 피해 및 화학적 침식피해 저감을 목적으로, 혼합형 저발열시멘트의 특성 검토와 에폭시 공법 적용시 내화학성을 검토하였다.

2. 실험계획

2.1 실험계획 및 연구방법

본 연구에서는 국내 3개사에서 생산되는 혼합형 저발열시멘트의 특성을 분석하기 위해서, 보통포틀랜드 시멘트와 혼합형 저발열시멘트를 동일 배합조건에서 굳지않은 콘크리트의 특성과 강도 및 염소이온침투저항성을 검증하였다. 또한, 하수처리구조물 내부의 내화학성 검증은 에폭시로 방수방식 처리한 콘크리트에 대하여 질량감소율 및 압축강도 잔존률을 측정하여 평가하였다.

Table 1 Experimental variables

Items	Condition
Mix condition	25-30-150
Test items	Physical & mechanical properties - Slump test, Air Test - Compressive strength test (7, 14, 28, 56day)
	Durability properties - Chloride ions penetration resistance - Chemical resistance

2.2 사용재료

2.2.1 시멘트

본 연구에 사용된 시멘트는 국내 S사에서 생산된 1종 보통포틀랜드 시멘트(Ordinary Portland Cement 이하 OPC)로서 밀도 3.15 g/cm³, 분말도 3,230 cm²/g인 제품을 사용하였다. 저발열 시멘트(Low Heat Cement 이하 LHC)는 국내 3개 업체에서 생산된 A, B, C제품을 사용하였으며, 물리·역학적 특성은 Table.2에 나타내었다.

Table 2 Physical properties of LHC

Items	Density (g/cm ³)	Blaine (cm ³ /g)	Setting time (h:m)		Compressive strength		
			initial set	final set	3day	7day	28day
A type	2.78	3,780	4:55	6:00	6.2	13.5	31.2
B type	2.86	5,210	5:30	7:05	12.1	20.8	33.1
C type	2.77	4,900	4:50	6:55	6.0	13.9	31.3

2.2.2 골재

본 연구에 사용된 굵은골재는 G_{max} 25 mm의 부순골재를 사용하였으며, 잔골재는 5 mm이하의 강사를 사용하였다. 사용된 골재의 품질특성은 Table 3에 제시하였다.

Table 3 Physical properties of aggregate

Items	Grading (mm)	Density (g/cm ³)	Water absorption (%)	Absolute volume (%)	F.M
Coarse aggregate	25	2.69	0.9	59	6.88
Fine aggregate	5	2.58	1.1	-	2.61

2.2.3 혼화제

시멘트 분산작용에 의해 콘크리트의 성질을 개선시키는 혼화제로서, 국내 J사제품의 폴리카본산계 고성능 AE감수제를 사용하였으며, 물리적 성질은 Table 4와 같다.

Table 4 Physical properties of admixture

Admixture	Appearance	Density (g/cm ³)	pH	Mass contents (%)
High-range water reducing agent	Light brown liquid	1.06	6.5	41~45

2.2.4 에폭시 방수방식제

수처리 구조물 내부의 화학적 침식억제를 위해서 국내 D사에

서 생산된 제품을 사용하였으며, 도장효과를 높이기 위해 Fig. 2에 제시된 바와 같이 바탕면 정리, 프라이머 도포, 수용성에폭시 도포와 무용제에폭시를 도포하는 4단계 처리를 하였다.

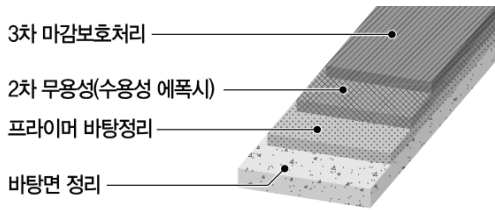


Fig. 2 Epoxy treatment method



Fig. 3 Slump test

2.3 시험체 제작

해안매립지에 설치되는 하수처리구조물에 적용을 위한 콘크리트의 배합설계는 Table 5와 같이 해양 구조물용 콘크리트 구조물에 일반적으로 사용되는 강도수준인 30 MPa으로 선정하였고, 이에 따른 배합설계를 수행하였다. 또한 콘크리트의 혼합은 충분한 작업성 확보를 위하여 트윈샤프트 믹서를 활용하여 Dry mixing 90초, 혼합수 및 혼화제를 투입하여 Wet mixing 120초간 실시하였다.

Table 5 Mix proportions

Item	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)				
			W	C	S	G	Ad. (%)
25-30-150	40%	44.5	165	413	747	950	0.8

2.4 시험체 제작 시험조건

모든 시험은 $\phi 100 \times 200$ mm의 원형 시험체를 제작하고, 온도 20 ± 3 °C, 습도 80 %의 양생실에서 28일간 양생하였다.

LHC 검토는 OPC와 3개제품의 LHC에 대하여 슬럼프, 공기량, 압축강도 및 염소이온침투저항성 시험을 수행하였다. 또한, 하수처리구조물의 내화학적 검토를 위해서, OPC 및 LHC 1개제품에 대해 에폭시 처리 전후에 대한 황산침지실험을 수행하였다.

2.5 실험방법

2.5.1 슬럼프 및 공기량

슬럼프 시험은 KS F 2402 「콘크리트의 슬럼프 시험방법」 따라 실시하였다. 공기량 시험은 KS F 2421 「굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험방법」에 준하여 실시하였다. Fig. 3은 콘크리트 슬럼프시험 전경을 나타내었다.

2.5.2 압축강도

압축강도 시험은 KS F 2405 「콘크리트의 압축강도 시험방법」에 준하여 실시하였다. Fig. 4와 같이 100 ton급 만능재료 시험기(universal testing machine)를 사용하여 재령별 압축강도를 측정하였다.



Fig. 4 Compressive strength test

2.5.3 염소이온침투저항성 시험

저발열 시멘트를 사용한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성 시험은 KS F 2711 「전기 전도도에 의한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성 시험 방법」에 준하여 실시하였다. $\phi 100 \times 200$ mm 공시체를 제작하여 소정 재령까지 양생을 실시한 후 공시체를 50 ± 3 mm 로 절단하여 시편을 제작하고 14, 28 및 56 일에 측정하였다. Fig. 5와 같이 염소이온 침투시험 장치에 시편을 고정된 후 음극 셀에 3.0% NaCl 수용액을 채우고, 양극 셀에는 0.3 N NaOH 수용액을 채운 다음 60 V의 전기를 흘려 30 분마다 전류 값을 측정하였다. 측정된 전류 값을 이용하여 다음(식 1)을 이용하여 총 통과 전하량을 계산하였다.

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_{330} + I_{360}) \quad (\text{식 1})$$

여기서, Q : 통과전하량 (Coulombs)

- I_0 : 전압을 가한 직후의 전류 (Amperes)
- I_t : 전압을 가한 후 t분 경과 후의 전류 (Amperes)



Fig. 5 Chloride ion penetration resistance test

2.5.4 화학저항성 시험

저발열 특수시멘트를 사용한 콘크리트의 황산으로 인한 침식 대한 내구성을 평가하기 위해 ASTM C 267 「Standard Test Methods for Chemical Resistance of Mortars, Grouts, and Monolithic Surfacing and Polymer Concretes」를 준용하여 화학 저항성 시험을 수행하였다. 재령 28일의 공시체를 Fig. 6과 같이 10% 황산 용액에 침지시켜 3, 7, 14, 21, 28 및 56일의 침지일에 대한 공시체의 질량을 측정하여 질량감소율을 측정하였다. 또한 재령에 따른 일반공시체와 황산에 침지한 공시체의 압축강도 시험을 수행하여 침지시간에 따른 압축강도 잔류율을 평가하였다. 황산 및 염산침지 용액은 1주마다 교체하였으며, 동일한 시간 및 환경조건으로 건조시켜 질량을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 슬럼프 및 공기량

Fig. 6은 결합재 종류에 따른 슬럼프 및 공기량 시험결과이다. 모든 배합에서 목표로 했던 슬럼프 150±10 mm 및 공기량 4.5±1.5 % 범위를 만족하는 것으로 나타났다.

OPC대비 LHC의 경우 다소 높은 슬럼프를 나타내었는데, 이는 플라이애시 혼합으로 인한 불베어링 효과에 기인한 것으로 판단된다. 추후 실제 구조물 적용 등 현장에서는 혼화제의 조절을 통한 유동성을 개선해야 할 것으로 판단된다. 저발열 시멘트 상호간의 유동성 차이는 고로슬래그 미분말 및 플라이애시의 혼입율과 분말도에 기인한 것으로 판단된다.

공기량 시험 결과, 모든 배합조건에서 목표 공기량은 만족하였으며, OPC가 LHC 보다 다소 높은 경향을 나타내었다. 이는 결합재내에 포함된 플라이애시의 미연탄소(unburned



Fig. 6 Chemical resistance test

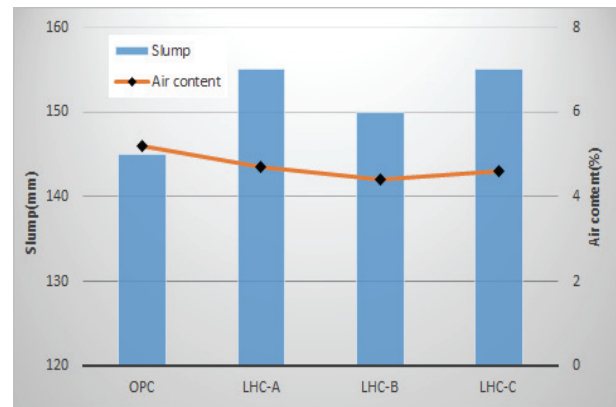


Fig. 7 Result of slump and air content

carbon)가 연행공기(entrained air)를 흡착하여 나타난 결과라 판단된다.

3.2 압축강도

Fig. 8은 결합재 종류 및 재령에 따른 압축강도 시험결과를 나타내었다. 모든 배합조건에서 28일 강도는 목표강도 30MPa를 상회하는 것으로 나타났으며, OPC를 사용한 Plain 배합의 경우 초기 강도발현은 빨랐지만, 14일 이후부터 LHC-B배합의 강도가 높은 경향을 나타내었다.

또한, 재령 28일 까지 강도발현이 다소 늦었던 LHC-A 및 LHC-C 배합에서도 28일 이후에는 OPC보다 높은 강도를 나타내었다. 이는 결합재 내에 다량 치환되어 있는 고로슬래그미분말과 플라이애시가 잠재수경성 및 포졸란 반응을 일으켜 장기 강도 발현이 커진 결과로 판단된다.

3.3 염소이온침투저항성

결합재 종류에 따른 각 재령별 콘크리트의 염소이온침투저항성시험을 통해 측정된 통과전하량을 비교하여 Fig. 9에 나타내었다. 모든 배합에서 재령이 증가함에 따라 통과되는 전하량이 감소되는 경향을 나타내었고, OPC만을 사용한 배합

의 경우가 모든 재령에서 가장 많은 통과전하량을 보이고 있어 가장 낮은 염소이온 침투 저항성을 나타내었다. 또한, 기존 연구 결과와 같이 혼합형 저발열 시멘트를 사용한 콘크리트 배합은 낮은 강도에서도 OPC보다 우수한 내염해성을 나타내었다(Bae, 2012). 재령 56일에서 KSF2711에서 규정하고 있는 판정기준으로 평가하였을 때, OPC의 경우 2560C로서 “보통”, LHC-A 및 LHC-C는 1208C, 1360C로 “낮음”, LHC-B의 경우 789C로 “매우낮음”으로 평가되었다.

이는 재령이 경과할수록 콘크리트의 내부조직이 치밀해지고 염소이온에 대한 저항성이 향상되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 저발열 특수시멘트 제조에 사용된 고로슬래그 미분말은 자체적으로는 경화하는 성질이 약하지만 알칼리도가 높은 특수시멘트와 혼합한 경우 수산화칼슘과 황산염의 작용으로 경화가 촉진되고 콘크리트 경화체내의 미세조직을 치밀하게 하여 장기강도 증진 및 수밀성의 증대되었기 때문으로 판단된다. 또한 플라이애시의 경우 포졸란 반응으로 생성된 수화물의 미세한 구조형성과 수화물의 이온 흡착으로 이온의 침투를 억제하기 때문에 장기적으로 염소이온 침투 저항성이 증대되었기 때문이다. 따라서 혼합형 저발열시멘트를

사용한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성능을 평가한 결과 일반 OPC를 사용한 콘크리트에 비해 우수한 염소이온 침투 저항성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

3.4 내화학적성

혼합형 저발열시멘트의 내화학적성 평가결과는 Fig.10에 제시하였다. 결합재로는 OPC와, 앞절에서 우수한 성능을 나타내었던 LHC-B 제품을 선택하여 비교하였다. 또한, 하수처리 시설 내부에 방수방식 목적으로 도포되는 에폭시공법의 적용 후의 내화학적성도 함께 검증하였다.

실험결과, 에폭시를 적용하지 않은 OPC의 경우, 56일 침지 일에서 질량변화율 72.4%, 강도보존율 74.2%로 나타났으며, LHC의 경우 질량변화율 88.4%, 강도보존율 86.0%로 나타나 LHC가 내화학적성 개선에 효과가 있는 것으로 확인되었다.

일반적으로 콘크리트 내부의 시멘트는 수화시 발생되는 규산칼슘수화물(C-S-H겔; 약50~60 vol.%)과 수산화칼슘(Ca(OH)₂; 약20~25 vol.%) 이 황산과 반응하여 석고로 변하는데, 이때 석고생성으로 인해 체적이 팽창하며 표면이 연화되어 강도가 감소된다고 보고되고 있다. 따라서 고로슬래그미분말

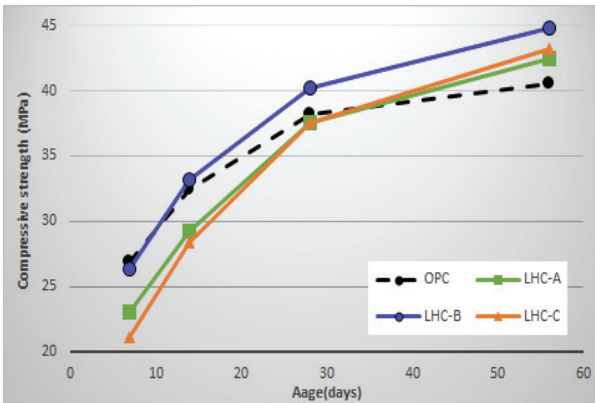


Fig. 8 Result of compressive strength

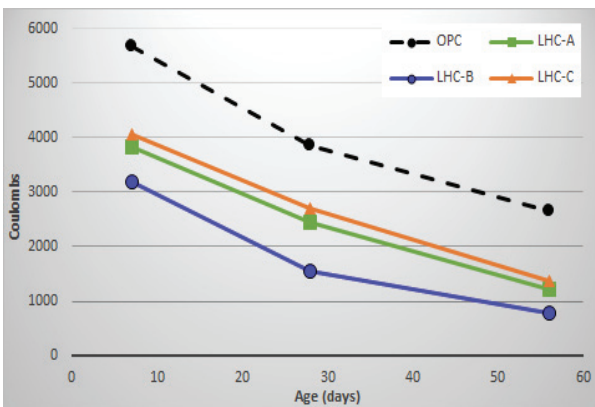
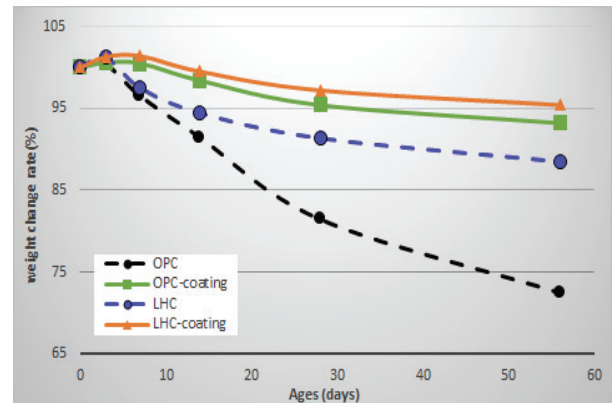
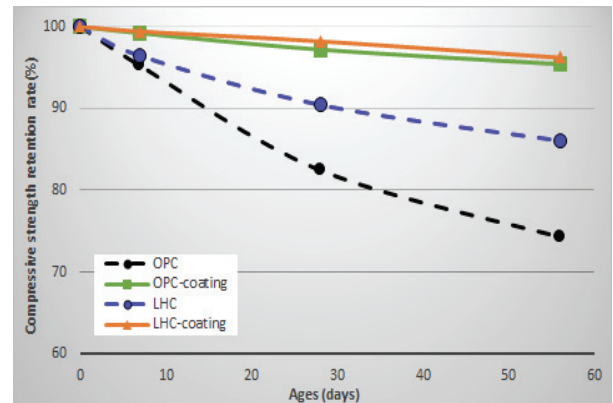


Fig. 9 Result of chloride ion penetration resistance



(a) Weight change rate



(b) Compressive strength retention rate

Fig. 10 Result of chemical resistance

및 플라이애시를 시멘트 대체재로 사용한 저발열시멘트의 경우 결합재에서 시멘트량이 상대적으로 적기 때문에, LHC의 내화학적성이 개선된 것으로 판단된다.

또한, 에폭시를 적용한 시험체의 경우, 결합재의 종류와 상관없이 재령 56일에서 95.0%이상의 강도보존 효과를 나타내어 우수한 내화학 성능을 확보할 수 있는 것으로 확인되었다.

단기 재령에서 콘크리트 표면에 프라미어 및 에폭시처리를 함으로써 황산으로부터의 침식에 대한 효과는 일부 확인되었지만, 강도가 낮아지는 경향을 나타내고 있어서 장기간의 효과는 추가 검토가 필요한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 해안매립지에 설치되는 하수처리시설물에서 발생될 수 있는 염해 피해 및 화학적 침식피해 저감을 목적으로, 저발열시멘트의 특성 검토와 방수방식 목적의 에폭시 공법 적용시 내화학적성을 검토하였다. 본 연구범위에서의 결과는 다음과 같다.

- 1) 결합재 종류에 따른 슬럼프, 공기량 시험결과, 모든 배합조건에서 목표슬럼프와, 공기량을 모두 만족하는 것으로 나타났으나, 동일 배합조건에서 LHC사용시 OPC보다 슬럼프는 증가되고, 공기량은 감소하는 경향을 나타내었다.
- 2) 재령에 따른 압축강도 시험결과, 재령 28일 이전 초기재령에서는 OPC의 강도발현이 빠른 것으로 나타났으며, 이후에는 LHC의 강도발현이 증가되는 것으로 나타났다. 이는 고로슬래그미분말 및 플라이애시의 잠재수경성 및 포졸란 반응에 기인한 것으로 판단된다.
- 3) 해양구조물 적용시 가장 문제가 되는 염소이온침투저항성 평가결과, 양생기간이 증가함에 따라 염소이온침투저항성은 향상되는 것으로 나타났으며, LHC-B의 경우 56일 재령에서 789C를 나타내어 KS F 2711에서 규정하는 “매우낮음” 단계로 판정되었다.
- 4) 하수처리시설 내부에서 발생하는 황산염의 영향으로 인한 콘크리트 표면열화의 영향을 검토하기 위해 내화학적 시험결과, OPC보다 LHC의 경우가 약18%정도 우수한 내화학적성을 나타내었고, 콘크리트 표면에 에폭시 공법을 적용한 경우, 강도보존율이 95%이상으로 나타나 우수한 내화학적성을 확인하였다.
- 5) 본 연구범위에서는 LHC-B제품의 혼합형 저발열시멘트가 높은 성능을 나타내었으며, 하수처리시설물 내부에는 에폭시 공법 적용이 유리한 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 2018년도 충남대학교 학술연구비(과제번호 2018-0969-01)에 의해 지원되었음.

References

1. Lee, S. J., (2009) Development Plan of Tidal Power and Environmental Impact in Korea, *The Korean Society for New and Renewable Energy*, 263-263.
2. Koh, K. T., Jang, I. Y., Kim, S. W. Lee, K. M., (2004) Materials and Construction of Off-Shore Concrete Structures, *Magazine of the Korea Concrete Institute* 16(6), *Korea Concrete Institute*, 26-30.
3. Lee, J., Baek, B. G., Kang, S. P., Cho, S. H., Bae, J. Y., Kim, K. M., (2011) An Experimental Study on the Properties of Marine Concrete by Combined Deterioration Test, *Proceedings of Korea Concrete Institute*, 383-384,
4. Funahashi, M., (1990) Predicting Corrosion-free Service Life of a Concrete Structure in a Chloride Environment, *ACI Materials Journal*, Vol.87, No.6, 581-587.
5. Browne, R. D. (1982) Design Prediction of the Life for Reinforced Concrete in Marine and other Chloride Environments, *Durability of Building Materials*, Vol.1.
6. Poulsen, E. (1990) The Chloride Diffusion Characteristics of Concrete Approximate Determination by Linear Regression Analysis, *Nordic concrete research*, Research project, Trondheim.
7. Seo, S. H., Kim, D. W., Kim, P. S., Kim, Y. J., Yoon, K. H., (2011) Study on the Properties of Mass Concrete Using the Low Heat Materials, *Proceedings of Korea Concrete Institute*, 683-684.
8. Song, H. W., Lee, C. H., Lee, K. J., Kim, J. H., Ahn, K. Y., (2008) Chloride Penetration Resistance of Ternary Blended Concrete and Discussion for Durability, *Journal of Korea Concrete Institute*, 제 20권 4호, pp.439-449.
9. BS 8500 (2006), Concrete complementary British Standard to BS EN 206-1, Part 1: Method of specifying and guidance for the specifier, British standard.
10. ACI 201 (2009), ACI manual of concrete practice 2000, materials and general properties of concrete, Chapter 2 - aggressive chemical exposure, *American Concrete Institute*, pp.8-12.
11. Bae, J. Y.(2012), Study on the Application of Marine Concrete using Ternary Blended Cement considering Chloride Attack and Hydration Heat, Ph.D. dissertation, Daejeon, Chungnam National University, Department of Civil Engineering.

Received : 10/30/2019

Revised : 11/07/2019

Accepted : 11/21/2019

요 지 : 해안매립지에 건설되는 구조물은 해수로부터 유입되는 염소 및 황산염 이온 등의 화학적 침식에 의한 영향을 복합적으로 받는다. 염해는 콘크리트 내부의 철근을 부식시켜 구조물의 성능을 저하시킨다. 또한, 하수처리시설에서는 내부에서 발생하는 황산염에 의해 콘크리트가 열화되는 문제점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 해안매립지에 건설되는 하수처리구조물에 적용할 수 있는 혼합형 저발열시멘트의 특성 및 내화학성을 평가하였다. 실험결과, 모든 배합조건에서 목표슬럼프 및 공기량을 모두 만족하였다. 동일 배합조건에서 LHC사용시 OPC보다 슬럼프는 증가되고, 공기량은 감소하는 경향을 나타내었다. 압축강도 시험결과, 초기재령에서는 OPC의 강도발현이 빨랐으며, 28일 이후 LHC가 OPC보다 높은 강도를 나타내었다. 염소이온침투저항성 평가결과, LHC-B의 경우 56일 재령에서, “매우낮음” 단계의 염소이온침투저항성을 나타내 LHC의 내염해성을 확인하였다. 내화학성 평가 결과, 에폭시 처리 하지 않은 경우 LHC를 적용한 경우, OPC보다 약 18%정도 내화학성이 개선되는 것으로 나타났으며, 콘크리트 표면에 에폭시 공법 적용시 강도보존율이 95% 이상 확보 가능한 것으로 확인되었다.

핵심용어: 저발열시멘트, 내화학성, 염소이온침투저항성, 에폭시
