

대우건설 기술연구원  
*DICT Newsletter*  
Daewoo Institute of Construction Technology



대우건설 기술연구원 설립 30주년  
과거와 미래의 다리를 잇다

2013 Winter vol.48

# 기술연구원 설립 30주년 기술전시회

### 환경플랜트



환경에 건물을 위한 기술에 대한! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 원자력 발전소



환경에 건물을 위한 기술에 대한! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 발전플랜트



환경에 건물을 위한 기술에 대한! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 석유화학 플랜트



환경에 건물을 위한 기술에 대한! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 해외 최고층 건물



World Best 빌딩 건설 기술! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 초대형 건축물



World Best 빌딩 건설 기술! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 제로에너지 하우스



World Best 빌딩 건설 기술! 대우건설 기술연구원이 최초로 소개합니다.

DAEWOO

### 초장대 및 조립식 교량



EPC Innovation! 기술연구원이 선도합니다.

DAEWOO

### 지반 / 대규모 차야공간



EPC Innovation! 기술연구원이 선도합니다.

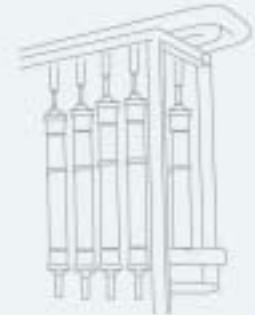
DAEWOO

### 침해 및 장대터널



EPC Innovation! 기술연구원이 선도합니다.

DAEWOO



## Cover Story



기술연구원은 1983년 11월 설립 이후 국내 건설업체 최초로 연구와 실험이 일관된 종합건설기술연구원을 구축하여 2013년 30주년을 맞았다. 건설기술선진화를 위한 끊임없는 노력으로 과학기술훈장 및 2006년 건설기술의 날 대통령상, 최우수기업연구소 대통령상을 수상하였다. 최첨단 전문실험동과 축적된 기술력을 바탕으로 설계·시공에 관한 전문기술의 제공 및 국가공인인증기관으로서 건설공사의 품질향상에 기여하고 있다. 앞으로 기술연구원은 장기적인 안목으로 차별화 된 기술력을 개발해 경쟁시장에서 우위를 점할 수 있도록 경쟁력 강화에 더욱 힘쓸 것이다.



알림

‘대우건설기술(논문집)’이 2013년도부터 e-book 형태로 발행됩니다. 기술연구원 홈페이지(www.daewooenc.re.kr)에서 2014. 1월말부터 열람하실 수 있습니다.

## contents

대우건설 기술연구원

2013 Winter vol.48

### Innovation for DICT

#### 04 DICT NEWS

- 기술연구원 설립 30주년 기술발표회
- 아주경제 “2013 제5회 글로벌그린성장포럼(GGGF)” 참가 및 주제발표
- 기술연구원 행복한집 김장봉사 활동 실시
- 동외 막여과정수장 안전기원제 및 기공식
- 개도국 물산업 진출을 위한 국제협력 심포지움
- 아모레퍼시픽 천안공장 신축공사 CQC-2 적용
- 새만금경제자유구역사업단 MOU 체결 : 석탄회 혼합 준설투입공법
- 원광대-대우건설 에너지 인력양성 사업 MOU 체결
- 2013 녹색건축마당 “녹색건축기술부문 유공자 국가건축정책위원장 표창장” 수상
- 극서중 콘크리트 품질관리 방안 및 소음진동 기술지원 사례집 배포
- 알제리 부그졸신도시청사현장 콘크리트 기술지원
- E&C Champion 선정
- 제 9회 건설환경관리 우수사례 경진대회 수상

#### 08 현장적용사례

- 아모레퍼시픽천안공장 신축공사 CQC-2 적용사례

#### 12 신기술 소개

- 정밀여과막 운영모드 자동전환공정을 이용한 막여과 고도정수처리기술

#### 16 기술기사

- 해외 건설공사를 위한 극서중 콘크리트의 품질관리 방안

#### 19 DAEWOO E&C NEWS

- 알제리 CAFC 정유플랜트 계약
- 창립 40주년 기념식 거행
- CDP 탄소정보공개 특별상 수상
- 이라크 Al Faw방파제 공사 계약 체결

발행일 2013년 12월 31일  
 발행인 박영식  
 편집인 장성철  
 발행처 경기도 수원시 장안구 송죽동 60번지 Tel. 031-250-1114 Fax 031-250-4130  
 홈페이지 www.daewooenc.re.kr  
 편집집 디자인맥 Tel. 031-781-4546

# DICT NEWS

## 기술연구원 설립 30주년 기술발표회



지난 11월 4일 회사창립 40주년 및 기술연구원 설립 30주년을 기념하는 기술발표회가 본사 금호아트홀에서 시행되었다. 사장님을 비롯한 경영임원 및 각본부 기술팀 직원, 기술연구원 전직원이 참석한 가운데 1부 기념식 및 전시회, 2부 기술세미나로 순으로 진행되었다. 기술연구원 30년을 돌아보는 기념영상 상영과 사장님의 격려사가 있었으며, 각분야 전문가들의 상세한 설명과 함께 플랜트/인프라/빌딩 부문별 기술전시회 관람이 있었다. 기술세미나에서는 민자발전사업 추진을 위한 신기술분야 현황 및 전망/IPP사업지원 핵심기술 개요 및 확보방안/초장대교량,침매터널 주요기술/초고층 주요보유 기술 및 확보계획등의 건설기술이 소개됐다. 연구원 설립 30주년을 맞은 기술연구원은 '기술과 인재의 요람'이라는 명성과 함께 앞으로도 회사의 신성장 동력 확보와 미래시장 선점을 위한 핵심기술 개발에 한발 더 앞으로 전진하는 뜻깊은 행사를 가졌다.

## 아주경제 “2013 제5회 글로벌그린성장포럼 (GGGF)” 참가 및 주제발표



아시아방송포럼에서 주관하는 “2013 제5회 글로벌그린성장포럼(GGGF)”이 10월29일~31일 3일간 서울가든호텔에서 개최되었다. 둘째날 GGGF 창조경제와 플랫폼정부 3.0의 주제발표에서 “기술혁신을 통한 SOC 미래성장”이라는 주제로 기술연구원장의 주제 발표가 있었다.

SOC 미래성장 동력의 필수 기술분야로 1)인프라·도시기술 2)에너지·자원기술 3)융·복합 첨단기술로 나누어 건설부문의 기술경쟁력 강화를 통한 SOC 고부가가치 창출을 강조하였다.

## 기술연구원 행복한집 김장봉사 활동 실시



기술연구원에서는 지난 11월 26일과 27일 이틀동안 자매결연을 맺은 '행복한 집' 김장담그기 봉사활동에 참여하였다. 이틀에 걸쳐 700여 포기 넘는 배추를 절이고 각종 재료를 다듬고 씻어서 양념을 넣어 땅속 향아리에 담아두는 작업으로 김장담그기를 마무리지었고, 행복한 집 내·외부를 깨끗하게 청소하였다. 영하의 기온과 눈까지 내리는 곳은 날씨였지만 원장님을 비롯한 임직원들은 행복한 집 어르신들이 겨울내내 맛있게 드실수 있는 김치를 만드는 일에 참여한다는 따뜻한 마음으로 즐겁게 김장담그기에 참여하였다.

## 동외 막여과정수장 안전지원제 및 기공식

대우건설 컨소시엄(하이엔텍, 신촌종합건설)은 2013년 10월 18일 전라남도 진도군 동외 막여과정수장 기공식 및 무사고와 무재해를 기원하는 안전지원제를 지냈다. 이날 행사에는 진도 군수를 포함해 진도군의회, 수자원공사, 감리단, 시공사, 지역주민 등이 참석하여 막여과기공식의 소개, 공사 추진계획 등을 청취하였고 지역주민에게 막여과시설을 통해 깨끗하고 안전한 수돗물을 안정적으로 공급할 것을 다짐하는 자리가 되었

다. 하루 3천톤 생산 가능한 진도 막여과 정수시설은 대우건설의 신기술 WISE-DIMS 공법이 적용되어 탁질, 병원성 미생물의 완벽한 제거로 안전한 먹는물 생산이 가능하고 최적 설계 및 유지관리를 통해 에너지를 절감할 수 있다. 환경부 국고지원 사업으로 추진되는 본 사업은 국산기술이 적용되는 제 1호 가압식 막여과 시범사업으로 2015년 4월 준공될 예정이다.



### 개도국 물산업 진출을 위한 국제협력 심포지움



환경부가 추진중인 글로벌 환경기술개발사업 중 에코스마트 상수도시스템(Eco-Smart waterworks System)개발 사업단에서 2013년 11월 21일 개도국 물산업 진출을 위한 국제협력 심포지움을 개최했다. 본 심포지움에는 동남아, 아프리카, 남미 등 13개 개도국의 공무원들이 참석한 가운데 각 국가별 환경 현안문제 특히 물산업 추진현황 및 향후 계획이 소개되어 개도국의 물시장 정보를 확보하고 수출지원 기관의 사례발표를 통해 해외 진출 경험을 공유할 수 있는 유익한 자리였다. 13개 개도국 공무원들과 수출 교류회를 통해 개발 기술을 수출하고 홍보할 수 있는 기회 뿐 아니라 개도국 해외진출을 위한 인적 네

트워크 형성, 정보 교류를 통한 개도국의 현주소를 조명할 수 있는 기회였다.

### 아모레퍼시픽 천안공장 신축공사 CQC-2 적용



금회 아모레퍼시픽 천안공장 신축공사 현장(시공사 삼호)에서는 SOG 슬라브 하부지반 개량을 위해, 약 14,000㎡에 해당하는 CQC-2 공사를 토목연구팀에서 직접 수주하고 현장을 지휘하여 성공적인 시공을 마쳤다. 본 공법은 최적화된 장비와 고화재를 적용함으로써 기존 건설장비를 활용한 고화재 혼합포설공법에 비해 적은 양의 고화재로 고강도의 균질한 품질 확보가 가능하고, 비산먼지 등의 환경문제를 완벽히 해소할 수 있다. 또한 신속한 고화를 통해 현장 불량도 발생에 따른 시공상의 문제점을 해소하고 볼투수 지반을 조성하여 지하수 및 우수의 침투에 대해서도 세굴 및 추가침하의 문제점이 해결되는 등, 향후 산업단지 조성 등의 공사에서 기초지반 개량에 대해 적용성이 매우 높을 것으로 기대하고 있다.

### 세만금경제자유구역사업단 MOU 체결 : 석탄회 혼합 준설매립공법



11월 6일 한국농어촌공사 새만금 경제자유구역사업단과 당사 보유기술인 '석탄회 혼합 준설패립공법(공법명 : CGC-1)'의 공동발전 및 확대를 위한 업무협력협약(MOU)을 체결하였다. 석탄회는 석탄화력 발전소의 부산물로서 크게 버림에서(Bottom ash)와 플라이애시(Fly ash)로 구분되는데, 재활용되지 못하는 잔량이 연간 200만톤 이상 매립처분되고 있으며 처분장 확보 등에 막대한 예산이 소요되고 있어, 이를 관리하는 발전소는 물론 국가, 사회적으로도 재활용에 대한 관심이 고조되고 있다. 매립재로서 석탄회의 대규모 활용기술은 대우건설이 특허를 선점하고 있는 독보적인 기술로서, 본 기술협약에 의해 향후 새만금 개발사업의 잔여공구는 물론 다양한 해안매립사업에 대한 적용을 통해 경제적이며 안정적인 시공은 물론 국가 창조경제에 일익을 담당할 것으로 기대된다.

## 원광대-대우건설 에너지 인력양성 사업 MOU 체결



지난 11월 12일 원광대학교와 기술연구원은 산업통상자원부에서 지원하는 “에너지 인력양성 사업”에 관한 양해각서를 체결하였다. 본 사업은 원광대 토목환경공학과 정신택 교수가 총괄 책임을 맡고 있는 “해상풍력단지 개발 인력양성 기초트랙”으로 에너지산업 신성장 동력에 필수적인 우수 전문 인력양성을 위해 토목환경공학과, 전기공학과, 기계자동차공학부가 공동으로 참여하여 4년 동안 해상풍력 수요기업이 원하는 학부 맞춤형 트랙을 운영해 해상풍력 에너지 인력 저변확대 및 실무 역량강화, 융복합형 인력을 양성하는 사업이다. 당사는 본 사업에 참여기관으로 참여하여 산업통상자원부에서 추진중인 “서남해 2.5GW 해상풍력 발전사업”을 위한 전문 인력양성에 기여함은 물론 우수인력 확보에도 도움이 될 것으로 기대되고 있다.

## 2013 녹색건축한마당 “녹색건축기술부문 유공자 국가건축정책위원장 표창장” 수상



지난 10월 25일 진행된 2013 녹색건축한마당 행사에서 건축연구팀 김지현 책임연구원이 약 15년간 건축환경 및 설비분야 연구/기술개발 업무를 수행하였고 다년간의 연구개발 성과를 바탕으로 친환경/에너지절약 기술분야 발전에 기여하고 이를 제로에너지하우스 “제너하임” 등 실제 국내외 프로젝트에 적용함으로써 관련기술 활성화와 녹색건축 기술부문 발전에 기여한 공로를 인정받아 “녹색건축기술 부문 유공자”로 선정되어 국가건축정책위원장 표창장을 수상하였다. 국가건축정책위원회는 대통령 직속기구로 위원장은 부총리급에 해당한다.

## 극서중 콘크리트 품질관리 방안 및 소음진동 기술지원 사례집 배포



건축연구팀에서는 당사의 전 사업분부를 대상으로 다양한 분야의 기술지원 업무를 수행해 오고 있는데 이 중 소음진동과 콘크리트 분야에서 유사한 문제가 지속적으로 발생하고 있어, 정보공유를 통해 유사한 문제의 재발을 미연에 방지하고자

금번 2종의 사례집을 발간하였다. "소음진동 기술지원 사례집"은 기술지원한 내용 중 가장 대표적인 24건의 사례와 기술 자료로 구성되어 있으며 "극서중 콘크리트의 품질관리방안"은 해외 건설현장의 극서중 환경하에서 발생할 수 있는 콘크리트 품질하자를 방지하기 위한 대책으로 구성되어 있다.

### 알제리 부그줄신도시청사현장 콘크리트 기술지원



금번 콘크리트 기술지원은 기존에 적용되던 토목용 콘크리트가 건축현장에 적용되면서 발생하기 쉬운 허니컴 및 폴드조인트 등의 콘크리트 품질문제를 개선하기 위하여 진행되었으며, 약 2주간의 기술지원을 통하여 1종시멘트 적용 배합, 5종시멘트 적용 배합 및 5종시멘트 대체용 고로슬래그 혼합시멘트 적용 배합에 대하여 목표슬럼프 200~240mm, 강도허용기준 (1종시멘트 : 29~45MPa, 5종시멘트 : 25~45MPa, 28일 강도 기준)을 만족하는 콘크리트 배합설계 변경을 추진, 발주처로부터 사용승인을 받을 수 있도록 지원하였다. 이번 기술지원을 통하여 이후의 콘크리트 공사에서는 기존의 허니컴 및 폴드조인트 등의 품질문제가 해소될 것으로 판단된다.

### E&C Champion 선정

방재연구팀 김지영 책임연구원이 내풍/내진 방재 시스템 기술개발을 통한 사업본부 이익 극대화의 공로를 인정받아 2013년도 기술부문 (주)대우건설 E&C Champion으로 선정되어, 대우건설 창립기념일(11/1)에 수상하였다. 내풍/내진 방재 기술을 이용해 기술제안입찰 등 당사 수주에 기여하였으며, 시공 중 명동성당 문화재 사전보호 시스템 구축 등과 같은 현장지원을 통해 현장 재해방지 및 원가절감에 기여하였다. 또한 제주

월드컵 경기장 등 초대형 건축물의 재해예방 엔지니어링을 통해 당사의 기술력을 대외에 과시하는 성과를 이루었다. 향후 보유 기술을 발전시켜 공사중 중대사고 방지 및 대우건설 재난관리시스템 구축을 통해 회사 발전에 기여할 예정이다.



### 제 9회 건설환경관리 우수사례 경진대회 수상



환경부와 국토교통부가 주관하는 '제9회 건설환경관리 우수사례 경진대회'가 지난 12월 2일 국회 환경노동위원장, 환경부, 국토해양부, 한국환경공단 관계자와 건설사 환경담당, 환경관련 업체 등 많은 관계자들이 참석한 가운데 개최되었다. 당사에서는 명동성당증축현장과 기술연구원 방재연구팀에서 공동으로 출품한 '종교시설 인접 공사장 진동관리사례' 작품이 본선에 진출하여 뛰어난 창의성과 활용도, 기대효과를 인정받아 "국회환경노동위원회위원장상"을 수상하였다. '종교시설 인접공사장 진동관리 사례'는 우리회사에서 개발한 공사장 인접구조물 구조안전 계측관리 기술을 명동성당 증축현장에 적용한 사례이다. 현재 개발된 기술은 합정2구역 주상복합 등 다수 현장에 적용되었으며, 향후 도심지 공사와 문화재/공공기관 인접공사 등에 적극 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

# 아모레퍼시픽천안공장 신축공사 CQC-2 적용사례

글\_ 토목연구팀 신현영 책임연구원 hyunyoung.shin@daewoocnc.com

## 1. 서론

토사를 이용한 현장다짐 품질관리기준은 노체(되메우기)와 노상(뒷채움)으로 구분되어 시방기준별로 다소 차별적으로 제시되어 있는데 이는 다짐으로 조성된 지반의 변형 및 지하수와 우수의 침투 등에 따른 영향을 최소화하여 품질을 확보하기 위함에 있다(표 1 참조). 이러한 다짐품질관리 기준은 토사를 활용한 최적다짐에 근거하고 있으며, 특히 노상다짐(뒷채움)의 경우에는 구조물에 직접 인접한 지반으로서의 중요성에 입각하여 더욱 엄격한 규정이 제시되고 있다. 다짐은 토립자 내부의 공기를 배출시켜 밀도를 증대시키기 위해 진행되는 것으로, 간극수를 배출시켜 강도를 증대시키는 압밀과는 원리 면에서 다소 차이가 있다. 즉, 통일분류법상으로 점토 및 실트계열로 구분되는 토질은 물론 200번체를 통과하는 세립분의 함량이 30~40%를 초과하는 지반에서의 흡수 및 배수지연, 그리고 풍화도가 심한 풍화토의 경우 과다짐(over compaction)에 의해 입자파쇄가 지속적으로 발생하는 등의 원인으로 수분이 일정량 이상 함유되는 경우 스펀지 현상(Bulking)이 발생하게 되어 다짐에 의해 밀도가 더 이상 증가되지 아니하므로, 별도의 간극수 배수공법이 필요하게 된다. 그러나, 공공롭게도 국내에 존재하는 상당부분의 풍화토 지반은 세립분 함량이 기준치를 초과하고 있어 이러한 토사를 이용하여 다짐을 강행하게 되면 시공 후 추가침하 및 세굴 등에 의해 다양한 문제점들이 발생하게 되므로(그림 1 참조), 양질의 모래 등을 반입하여 시공하거나 시멘트 혼합포설다짐공법 등의 대체공법을 검토하여야 한다. 더욱이, 최근에는 일반적으로 적용되는 구조물의 허용침하기준인 1인치(25mm)보다 작은 수준의 변형을 요구하는 사례가 증가하고 있으나, 일반적인 다짐에 의해서는 최대 0.6MPa 이상의 강도를 확보하기 어려우므로 지반의 침하를 원천 차단하고자 저급 콘크리트나 몰탈을 지반 대체재로 활용하는 경우도 있으나 경제적으로 어려움이 존재한다.

표 1. 대표적인 현장다짐 품질관리기준

조건	노체다짐(되메우기)	노상다짐(뒷채움)
최대입경	150mm 이하	100mm 이하
건조밀도	1.5t/m <sup>3</sup> 이상	1.5t/m <sup>3</sup> 이상
1회 층다짐두께	30cm 이하	20cm 이하
다짐도	최대건조밀도의 90% 이상	최대건조밀도의 95% 이상
기타		세립질 25%~30% 이하, 소성지수 10 이하



그림 1 다짐불량 및 토사유실로 인한 각종 사고

## 2. 고품질 지반조성공법(CQC)

CQC는 Construction by Quick hardening fill using Co-products의 약자로서 현장불량토 및 석탄회 등 산업부산물을 골재로 활용하여 양질의 지반을 신속히 조성하는 고품질 지반조성공법이다. 재료의 형태에 따라, 골재에 친환경 고화재와 물, 필요에 따라 첨가제를 투입하여 유동성 재료를 생산한 후 다짐장비의 진입이 어렵거나 다짐장비로 양질의 다짐도를 확보하기 어려운 복잡한 위치에 포설하여 무다짐 양생시킴으로써 고강도 지반을 신속히 조성하는 공법인 CQC-1(High Liquidity Filling)과, 골재에 탈수 및 고화 촉진용 친환경 고화재 및 용수를 투입하여 완전 기계배합을 통해 가장 양호한 다짐 상태를 유지하는 재료를 생산한 후 소요 위치에 포설하고 다짐으로써 고강도 지반을 신속히 조성하는 CQC-2(High Quality Compaction), 마지막으로 세립분의 함량이 과다한 토사에 별도의 고화재를 투입하지 않고 조립질의 버팀에서 등 혼입골재와 물을 균질 혼합하여 스펀지 현상 없이 최적 다짐이 가능하도록 생산하여 포설한 후 다지는 CQC-3(Mixing Compaction)가 있다. CQC-1과 CQC-2는 고화 후 고결체가 형성되므로 최대 10MPa(1,000tf/m<sup>2</sup>)까지 지반강도가 확보되는 불투수 지반( $k=10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec)이 조성되므로 주요구조물 하부지반 등에 적용되며, CQC-3는 혼입골재의 특성에 따라 최대 2.0MPa(200tf/m<sup>2</sup>)의 지반강도를 갖는 저투수 지반( $k=10^{-5}$ cm/sec이상)이 형성되므로 일반적인 지반조성에 적합하다.

표 2. CQC의 종류 및 특징

항목	CQC-1	CQC-2	CQC-3
용도	다짐불가시	다짐 또는 레벨정리 가능시	다짐 가능시
밀도	1.5t/m <sup>3</sup> 이상	1.5t/m <sup>3</sup> 이상	1.5t/m <sup>3</sup> 이상
재료	골재, 물, 고화재, 첨가제	골재, 물, 고화재	골재, 혼입골재
유동성(KSF)	200~700mm	0~200mm	0mm
일축압축강도	최대 8.0MPa	최대 10.0MPa	최대 2.0MPa
투수계수	$10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec	$10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec	$10^{-5}$ cm/sec 이상
시공속도(장비대)	400m <sup>3</sup> /일 이상	400m <sup>3</sup> /일 이상	500m <sup>3</sup> /일 이상



그림 2 CQC의 용도

### 3. CQC-2 적용 및 결과

금회 CQC-2가 적용된 현장은 충남 천안에 위치한 아모레퍼시픽 공장 신축현장으로서(시공사 삼호) 구조물 시공부지 면적은 총 11,960㎡이다. 기초형식은 파일기초와 SOG 슬라브로 계획되었으며, SOG 슬라브 하부지반의 표준관입시험 N값이 2~16으로서 침하에 대한 대책공법이 필요하였다. 슬라브 하부지반은 당초 시멘트 혼합다짐 계획되었는데, 대안공법으로 경제적이며 친환경적인 고강도 CQC-2를 제안하였으며, 위치별로 0.5~2.5m 치환하여 약 14,000㎡를 적용하였다.



그림 3 CQC-2 치환심도 및 평판재하시험 위치

표 3. 공법비교

공법	기존 : 시멘트 혼합다짐	대안 : CQC-2(고강도 다짐공법)
개념		
특징	시멘트 과다사용 → 비경제적 분진발생 시공속도 200㎡/일 고화강도 100tf/㎡/28일	친환경 고화재 소량 사용 → 경제적 분진차단, 고강도, 급속양생 시공속도 400㎡/일 고화강도 100tf/㎡/7일

시공 중 현장채취 몰드에 대한 일축압축시험결과 CQC-2 고화체의 일축압축강도 값은 재령 3일에 평균 175.9tf/㎡를 확보하였으며, 7일에 216.1tf/㎡로서 금회 적용대상 기준강도를 2배 이상 상회하였다. 한편, 고화체의 변형계수( $\epsilon_{50}$ )는 재령 7일 기준 27,276tf/㎡로서 검토 기준값의 2.7배를 확보하고 있어 변형에 대해 매우 우수한 저항을 발현하였다.

최대허중 99.0~226.4tf/m<sup>2</sup>로 실시한 평판재하 시험결과, 단기허용지지력 37.7~150.9tf/m<sup>2</sup>, 장기허용지지력 18.9~75.5tf/m<sup>2</sup>으로 조사되어, 설계 최대지지력인 10.0tf/m<sup>2</sup>의 최소 1.9배에서 최대 15배를 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

평판재하시험에 의해 조사된 극한허중에 대한 침하량은 0.00~3.04mm, 장기침하량은 0.00~0.90mm이었으며, 기초 크기를 고려하여 환산한 장기침하량은 0.000~1.697mm, 금회 조사결과에서 획득한 지반 파라미터를 기준으로 계산된 침하량은 치환심도별로 0.060~2.020mm인 것으로 검토되었다. 설계기준에 의해 기초의 허용침하량은 최대 25mm인 바, CQC-2 고화체로 보강된 지반의 침하량은 기준치의 0.24%~8.08%에 불과한 매우 작은 값을 가져 침하 및 부등침하에 대해 높은 안정성을 확보하고 있는 것으로 판단되었다. 아울러 시공 중 수 차폐의 우천에도 불구하고 고화체로 침투는 발생하지 않았다.

표 4. 현장 일축압축시험결과

번호	단위	재령일자별 일축압축강도			재령일자별 변형계수(E <sub>50</sub> )		
		3일	7일	14일	3일	7일	14일
1	(t/m <sup>2</sup> )	161.4	207.3	223.3	15,675	31,433	30,034
2	(t/m <sup>2</sup> )	180.0	210.3	223.8	10,391	24,981	44,388
3	(t/m <sup>2</sup> )	186.4	230.7	217.0	11,744	25,414	31,265
평균	(t/m <sup>2</sup> )	175.9	216.1	221.4	12,603	27,276	35,229

표 5. 평판재하시험 및 장기침하량 검토결과

번호	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )	단기허용 지지력 (tonf/m <sup>2</sup> )
P1	169.8	3.04	113.2	56.6	0.90	1.697	1.950
P2	169.8	0.88	113.2	56.6	0.25	0.471	2.020
P3	198.1	2.34	132.0	66.0	0.70	1.320	2.020
P4	226.4	0.93	150.9	75.5	0.13	0.245	1.950
P5	113.2	0.00	75.5	37.7	0.00	0.000	1.950
P6	113.2	0.54	75.5	37.7	0.20	0.377	2.020
P7	99.0	1.81	66.0	33.0	0.36	0.679	1.950
P8	99.0	0.09	66.0	33.0	0.01	0.019	2.87
P9	99.0	0.79	66.0	33.0	0.22	0.415	2.020
P10	99.0	0.70	66.0	33.0	0.33	0.622	2.020
P11	99.0	0.36	37.7	18.9	0.11	0.207	1.950
P12	99.0	1.41	66.0	33.0	0.55	1.037	0.060

#### 4. 결론 및 제언

고강도 다짐공법인 CQC-2는 이미 다양한 적용실적을 갖는 유동성 충전공법인 CQC-1과 함께 고품질 지반조성공법으로서 그 적용성이 입증되었으며, 추가로 충북음성 푸디팜 공장, 아모레 대전공장 등에 대해서도 적용을 검토 중에 있다. 또한, 현재 고세립질 지반에 대한 비굴착식 원위치 개량공법인 CQC-4의 개발이 진행되고 있으며, 공법의 완성시 CQC는 다양한 형태의 조합으로 지반분야 성능 우위위치에 대한 경제적이면서도 포괄적인 대책공법으로 높은 적용성을 가질 것으로 기대된다.

# 정밀여과막 운영모드 자동전환공정을 이용한 막여과 고도정수처리기술

글\_ 플랜트환경연구팀 엄정열 전임연구원 jungyed.eom@daewooenc.com

## 1. 신기술 개요

해외 막여과 공정의 도입사례 증가와 기존 정수처리 공정 개선의 필요성에 의하여 2000년대 막여과 공정에 대한 관심이 급증하였으며, 다양한 환경신기술이 인·검증되었다. 기존 막여과 정수처리 공정에 대한 신기술은 공정의 조합방식에서 시작하여 응집제 최적주입, 약품세정 자동화 등으로 기술범위가 확장되었으나 여전히 막오염물질의 최적 관리와 높은 사용 전력을 효율적으로 관리하는 유지관리 기술이 현장에서 요구되는 것으로 판단되었다.

일반적으로 막오염물질을 제어하는 방법(그림 1)은 전처리를 통해 막유입부하를 줄이는 간접적인 방법과 막 자체에 축적된 오염물질을 제거하는 직접적 방법으로 분리할 수 있다. 현재 막여과 공정이 도입된 실증시설에서 사용하는 직접 방법은 공기와 물을 이용한 물리세척과 약품을 사용하는 관리세척 및 화학세척이지만 국내 막여과 실증시설에 대한 운영경험이 짧고 대체로 막 제조사에서 제공한 관리 방안에 의존하고 있기 때문에 이에 대한 최적 관리 기술이 요구되고 있는 상황이다.

물리적인 막 오염물질의 제어방식은 화학약품을 사용하는 관리세척 및 약품세척에 비하여 회복율은 낮으나 폐액 발생량 절감과 약품 구입비, 운전 휴지시간의 절감이 가능하고 안정적인 차압유지를 통한 운영의 편의성도 향상할 수 있다. 따라서 막에 축적되는 오염물질에 대한 최적 관리 방안에 대하여 유입수질에 따른 운영모드 자동전환 공정과 물리적인 역세척 공정에서 순간적인 강도의 강화와 막 표면의 선속도를 향상시키는 기술을 적용하였다.

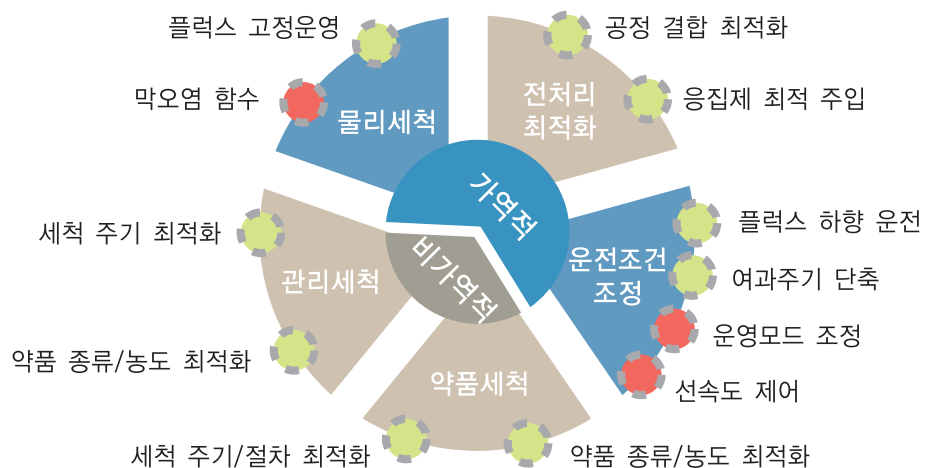


그림 1 막 오염 관리 기술방안

## 2. 신기술의 특징

본 기술은 혼화, 응집, 침전으로 이루어진 전처리 공정과 가압식 정밀여과막 공정을 조합한 고도정수처리 공정으로 기존 정수처리 시설에서 사용되는 3단 응집 공정을 2단으로 감소시켰으며, 침전지는 상향류식 오리피스 경사판 침전지를 도입하여 전처리에 소요되는 동력비와 소요부지를 절감하였다. 사용된 정밀여과막은 PVDF 재질의 공칭공경 0.1 $\mu$ m, 여과면적 75m<sup>2</sup>의 특성을 갖고 있으며 총 2계열로 설치하여 비교 독립 운전이 가능하도록 시스템을 구성하였다.

본 시스템에 적용된 신기술의 특징은 다음과 같다.

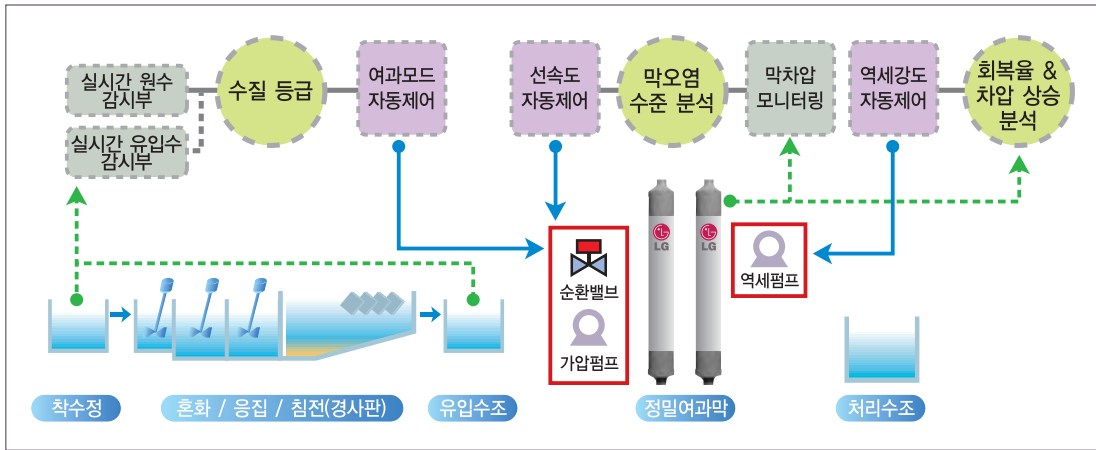
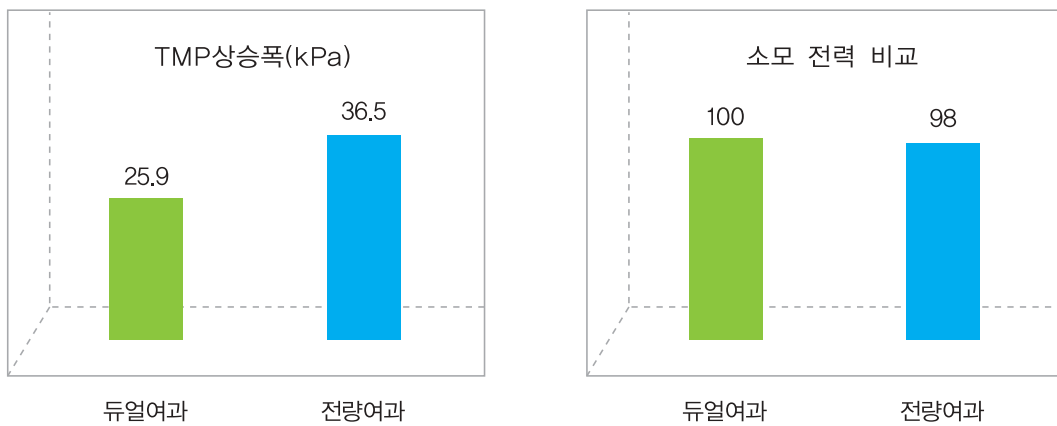


그림 2 신기술 공정

1) 원수 및 막 유입수의 수질정보 중 탁도, 클로로필-a 농도를 모니터링하여 가압식 정밀여과막의 운영모드인 전량/순환여과에 적합한 수질 등급을 설정하고 각 수질 등급에서 고정적이고 안정적인 운전을 가능하게 하여 운영 효율성과 시스템 안전성을 향상하였다. 또한 양호한 수질 조건에서는 전량여과 운전모드로 자동 전환하여 소모 동력비 절감을 유도하였다.



운영기간 : 2012. 5. 22 ~ 6. 1, 2012. 8. 13 ~ 16

그림 3 듀얼여과 자동화 운영효과

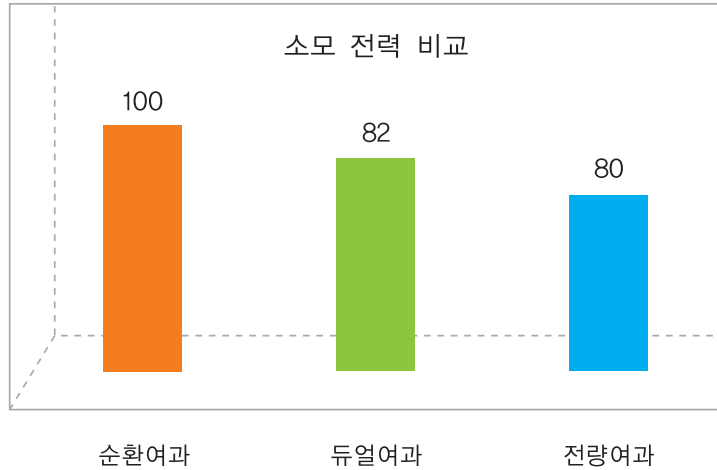


그림 4 여과모드별 소모전력 비교

2) 순환여과모드로 운전되는 수질조건에서는 막의 오염 진행에 따른 차압의 상승률을 모니터링하고, 순환 유량의 증가를 통해 전단력을 향상시킴으로써 축적된 오염물질의 배출을 제거하는 방식을 적용하여 막의 차압을 안정적으로 유지하는 것이 가능하다.

3) 막의 여과과정에서는 전량/순환여과 모드에 상관없이 오염물질이 연속적으로 축적되며 일반적으로 고정된 역세유량과 시간을 통해 역세척을 실시함으로써 오염물질을 배출하지만 본 기술에서는 차압 상승률과 역세척에 의한 회복율을 연속 모니터링하여 오염수준에 적합한 역세척 강도를 지정함으로써 오염물질을 효과적으로 제거하고, 관리세척 빈도를 절감하여 유지관리비 절감이 가능하다.

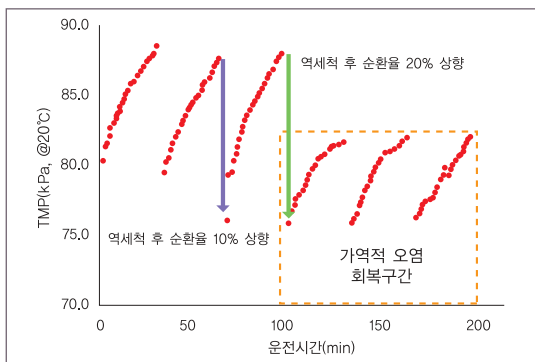


그림 5 선속도 자동제어 운영결과

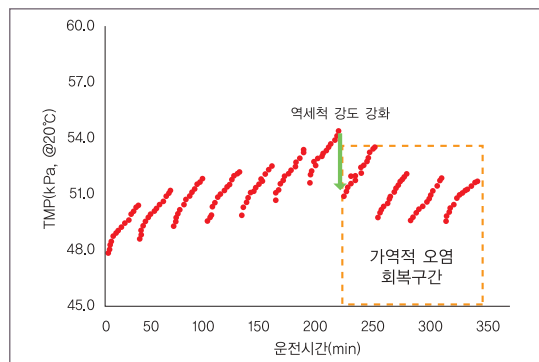


그림 6 역세강도 자동제어 효과

#### 4) HMI 화면 구축

신기술 요소를 바탕으로 운영자로 하여금 쉽게 조정하고 모니터링 할 수 있도록 아래와 같이 HMI화면을 구성하였다.



그림 7 운영모드, 선속도, 역세척 강도 제어화면

### 3. 신기술 기대효과 및 향후 전망

본 기술은 기존의 정수처리 시설의 개선 및 개량에 적용이 가능하며, 기존 가압식 막여과 정수처리 공정이 도입된 시설에도 고가의 장비 투입이나 시설의 큰 변동 없이 적용이 가능한 기술로서 운영 및 유지관리의 편의성을 향상시킬 수 있는 핵심요소를 포함하고 있다. 그동안 막의 오염관리를 화학약품을 사용하는 관리세척과 화학세척에 의존하였으나 본 기술의 적용을 통해 효율적인 물리적 막 오염관리로 막 수명 연장이 가능할 것으로 판단되며, 운영모드 자동제어 공정과 안정적인 막의 차압 유지로 인해 에너지 소모를 절감을 도모할 수 있다.

국내 막여과 시장의 규모는 2018년까지 약 4조원으로 예상되고 있으며 시설규모도 대용량화 될 것으로 전망되고 있다. 국내 막여과 시설에 대한 기초 운영 및 유지관리 기술은 해외 막을 도입하는 경우 막 제조사의 매뉴얼에 의존하고, 국산 막의 경우에는 적용실적 및 운영기간이 부족하여 시행착오를 겪는 문제가 있었으나 본 신기술을 통해 막의 최적 성능 도출과 운영 안정성을 향상함으로써 국산 막여과 기술의 우수성이 각광받을 것으로 기대된다.

# 해외 건설공사를 위한 극서중 콘크리트의 품질관리 방안

글\_ 건축연구팀 유재강 선임연구원 jaekang.yoo@daewooenc.com

## 1. 서론

글로벌 E&C 리더를 지향하고 있는 당 사에서는 매년 해외건설 사업의 비중을 늘리고 있는 추세에 있으며, 아프리카, 중동, 동남아시아 지역을 중심으로 활발히 프로젝트를 수행하고 있다. 대부분 해외 프로젝트의 경우 국내의 환경조건과 달리 높은 외기온도와 강한 직사일광, 지역에 따라서는 건조한 바람 또는 열대성 스콜 등에 의해 습식 콘크리트 공사를 수행하는데 많은 어려움이 있다.

기술연구원 건축연구팀에서는 2011년부터 건설공사의 기본이 되는 콘크리트 구조체의 품질하자를 방지하기 위한 방안을 마련하기 위하여 해외 프로젝트의 특기시방서와 관련 기준들을 분석하여 왔으며, 현장에서 발생된 하자사례와 이를 개선하기 위한 노력을 실증적 경험을 바탕으로 정리하여 “해외 건설공사를 위한 극서중 콘크리트의 품질관리 방안”을 출간하게 되었다.

본 고에서는 연구개발 결과인 “해외 건설공사를 위한 극서중 콘크리트의 품질관리 방안”에 수록된 내용을 소개함으로써, 극서중 환경에서 고품질의 콘크리트 구조물 실현을 위한 주요 품질관리 포인트에 대한 이해를 도모하고자 한다.

## 2. 극서중 환경조건이 콘크리트 품질에 미치는 영향

해외 건설현장마다의 환경적 여건은 다소 차이를 보일 수 있으나, 일반적인 극서중 환경조건이 콘크리트의 품질에 미치

표 1. 극서중 환경이 콘크리트의 품질에 미치는 요인

구분	배합설계시	운반 및 타설	경화과정	경화된 콘크리트
원인	작업성 확보를 위한 단위수량 증가	낮은 습도, 고온, 직사일광	높은 비빔온도 및 외기온, 수분증발	높은 양생온도와 미수화 SO <sub>3</sub> 등
결과	잠재적 압축강도 저하	펌프압송성 저하 응결시간 촉진 다짐불량, 마감성 저하 소성수축균열 발생 콜드조인트 발생	수화열 증가 온도균열 발생 건조수축균열 발생	DEF 성능저하 철근부식 내구성 저하
관련 자료	 <p>온도별 압축강도 발현특성</p>	 <p>유동성 저하 사례</p>	 <p>수화열에 의한 온도균열</p>	 <p>DEF 성능저하</p>

는 영향요인을 정리하면 표 1과 같다. 높은 외기온과 강한 직사일광이 건조한 바람과 합해지면 비빔 후 굳지않은 콘크리트의 유동성은 급격히 저하된다. 따라서, 소정의 작업성을 확보하기 위해서는 배합설계시 비빔수의 양을 높이는 경우가 많으며, 이는 결국 잠재적인 압축강도 저하와 건조수축 균열 증가 등의 문제를 유발할 수 있다. 따라서, 콘크리트 운반시간이나 콘크리트 배합의 특성을 고려하여 적절한 품질의 화학혼화제를 선정하여 사용할 필요가 있다.

한편, 작업성이 저하된 낮은 슬럼프의 콘크리트는 펌프압송시 압송장비에 과도한 부하를 줄 수 있고, 타설작업시 다짐불량 구간이 발생되기 쉬우며, 응결이 촉진되어 마감성이 저하될 수 있다. 또, 구조체의 일체성을 저하시키는 콜드조인트와 경화 초기단계에는 소성수축 균열을 유발할 수 있다.

한편, 높은 온도의 굳지않은 콘크리트를 단면 두께가 두꺼운 매스부재에 타설할 경우, 수화열이 과도하게 상승하여 온도 균열이 발생될 수 있으며, 장기적으로는 과도한 온도로 인해 수화되지 못하고 경화콘크리트 내에 남아있던 황산염이 뒤늦게 반응하여 균열을 일으키는 DEF(Delayed Ettringite Formation) 성능저하를 유발할 수 있다.

### 3. 품질관리 방안

콘크리트 공사의 대표적인 특징은 레미콘사의 품질관리 활동에 의해 반제품인 굳지않은 콘크리트를 일정품질이 되도록 하여 현장에 납품받은 후, 현장에서 받아들이기 시험을 통해 적합여부를 평가한 뒤 시공관계자들의 타설계획, 펌프압송, 타설, 다짐, 양생관리를 통해 비로소 완제품인 철근콘크리트 구조물이 되는 복잡한 품질관리 단계를 갖고 있다. 즉, 품질관리 포인트가 다양하며, 한 단계에서의 품질관리 실패가 결국 철근콘크리트 구조물의 품질하자로 이어질 수 있다.

따라서, 구조물의 설계조건과 극서중 환경조건에 대한 충분한 이해를 바탕으로 소정의 성능을 확보할 수 있도록 적절한 원재료 선정, 콘크리트 배합설계, 레미콘사의 설비 및 품질관리, 콘크리트 제조 및 운반, 타설계획, 압송, 타설, 다짐, 양생 및 계측에 이르기까지 일련의 품질관리 노력을 거쳐야 비로소 우수한 품질의 완제품을 얻을 수 있는 것이다. (그림 1) 그러나, 건설현장의 특수성과 프로젝트 마다의 변동성이 크기 때문에 “극서중 콘크리트의 품질관리 방안”에서 제시하고 있는 품질관리의 사례들은 참고자료로 이해하고 현장에 적용할 수 있는지 여부를 사전에 확인하여 활용할 필요가 있다.

특히, 구조물의 내구성과 성능에 대한 기준들은 콘크리트 기술의 발전과 콘크리트 성능저하에 대한 연구가 진행되면서 몇 년 단위로 개정되고 폐지되기도 하며, 새로이 추가되기도 한다. 따라서, 관련 기준의 변경 배경에 대한 이해가 필요하며, 현장에 적용하기 위해서는 신규 버전을 따를 필요가 있다.



그림 1 콘크리트 품질관리 포인트

한편, “극서중 콘크리트의 품질관리 방안”에서는 원재료 선정과 콘크리트 배합설계는 실제 프로젝트에서 수행되었던 사례를 소개하고 있으며, 성공적으로 적용되었던 콘크리트 배합을 제시함으로써 향후 다른 프로젝트에서 참고하도록 하였다. 또한, 레미콘사 선정시 유의사항, 원재료 관리를 위한 주요 체크포인트, 굳지않은 콘크리트의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 잔골재 표면수 관리방안, 콘크리트 생산시 품질관리 포인트, 굳지않은 콘크리트 냉각방법 및 효과 등 레미콘사에서 수행되어야 할 품질관리 항목을 사례를 중심으로 정리하고 있다. 특히, 콘크리트 타설계획은 현장에서 수행되는 품질관리의 핵심이며, 현장의 공사관계자, 레미콘사, 협력업체가 모두 참여하여 효율적인 콘크리트 타설을 위한 방안을 강구해야 한다. 또한, 콘크리트 타설 후 마감 및 보양단계에서도 마감성 저하 및 균열 등의 품질하자가 발생할 수 있으며, 이를 저감하기 위한 주의사항 등을 사례와 그림, 도식을 중심으로 소개하고 있다.(그림 2)



그림 2 사례와 그림 도식을 중심으로 한 소개사례

#### 4. 결론 및 제언

극서중 환경조건과 같이 열악한 환경에서 습식 콘크리트 공사를 수행하기에는 다양한 환경적 도전에 직면하게 될 것이며, 이미 많은 현장에서 콘크리트 품질하자로 인한 기술 신뢰도 저하와 보수비용 증가, 공기지연으로 인한 클레임이 끊임없이 발생되고 있다.

지금까지 문건과 경험으로 전해 내려오던 극서중 콘크리트 공사의 노하우와 문제해결 사례를 문헌고찰을 통해 정리하고, 실험적 연구와 현장 적용 사례검증을 바탕으로 “해외 건설공사를 위한 극서중 콘크리트의 품질관리 방안”을 출간하게 된 것이다. 그러나, 모든 건설환경은 지역적 특성과 사용재료, 인력의 전문성도 다르기 때문에 일반화된 품질관리 방안으로 통합 정리하기에는 한계가 있다. 따라서, 기존 사례를 참고하여 현장마다의 특수한 조건을 고려하여 현장에 맞도록 선택적으로 활용할 것을 제언한다.

무엇보다 해외 건설 프로젝트에 착수할 때 기술연구원과 협업을 함으로서 원활한 공사에 지장을 줄 수 있는 특기사항의 독소조항을 사전 협의하여 완화시킬 수 있고, 콘크리트 품질하자 발생위험을 줄일 수 있으며, 기술적 검토를 통한 재료비 및 공사비 원가절감도 가능하다는 것이 이미 수많은 프로젝트를 통해 검증되었다. 당사의 해외 현장에서 기술연구원의 기술인력을 적극 활용하여 고품질의 구조물 실현과 콘크리트 공사 합리화를 이룰 수 있기를 기대한다.

# DAEWOO E&C NEWS

## 알제리 CAFC 정유플랜트 계약



회사는 10월 23일 알제리에서 CAFC(Central Area Field Complex) 오일 프로젝트 건설공사 계약을 체결했다. 이 공사는 알제리 국영석유공사인 Sonatrach과 이탈리아 메이저 석유회사인 'Calgary Petroleum'이 발주했으며, 알제리 남동부 버킨분지 지역에 3만2천 배럴/Day의 원유를 처리할 수 있는 석유중앙처리시설과 부대시설을 짓는 공사로, 회사는 34개월 동안 설계·구매·시공을 단독으로 수행하게 된다.

## CDP 탄소정보공개 특별상 수상



지난 11월 4일 CDP(Carbon Disclosure Project) 한국위원회에서 주관한 '기후변화대응 우수기업 시상식'에서 회사가 신규참여 부문 '탄소공개특별상'을 수상했다. CDP는 각국의 주요 상장기업을 대상으로 기후변화 대응과 관련된 경영정보를 수집·평가 후 공개하는 기관으로서, DJSI(Dow Jones Sustainability Index)와 함께 가장 공신력 있는 지표로 평가받고 있으며 전 세계 4,000여개 상장기업들의 평가결과를 투자기관 및 이해관계자들에게 제공하여 투자결정에 중요한 정보를 제공하는 역할을 수행하고 있다. 회사는 올해 처음으로 CDP 정보공개 요청에 대응하여 '탄소공개특별상'을 수상함과 동시에 'CDLI(Climate Disclosure Leadership Index) 기업'에 편입되는 이례적인 성과를 이루었다.

## 창립 40주년 기념식 거행



회사는 지난 11월 1일 500여명의 임직원이 참석한 가운데 창립 40주년을 기념하는 행사를 가졌다. 금호아트홀에서 진행된 1부 기념식 행사에서는 지난 40년을 돌아보는 기념영상과 축하영상 상영을 시작으로 그 포문을 열었다. 이어 회사의 핵심가치를 실천하며 최고의 성과를 창출한 인재상인 E&C Champion, 우수 공로상 및 근속상 사상이 있었으며 합창단 동호회의 축하 공연으로 창립 40주년을 기념했다. 또한 지속가능경영을 기반으로 한 NEW-WAY를 선포함으로써 글로벌E&C리더라는 비전 달성에 한걸음 다가갔다.

## 이라크 AI Faw방파제 공사 계약 체결



회사는 지난 11월 26일 이라크에서 방파제 건설공사의 계약을 체결했다. 이라크 항만청에서 발주한 이번 공사는 이라크 바스라 주 AI Faw지역에 조성되는 신항만사업의 일환으로, 길이15.85km의 방파제를 건설하게 되며, 공사기간은 착공 후 30개월이다. 올해 이라크에 진출한 회사는 벌써 두건의 수주를 기록하여 신시장개척과 공중다변화 전략을 성공적으로 실행해 나가고 있으며, 앞으로 대규모 투자가 지속적으로 기대되는 이라크에서의 추가 수주에 적극 나설 예정이다.

# 행복은 가까이 있다 풀밭 위에도 공기 중에도 저 하늘에도

날씨 좋은 날이면  
친구들과 잔디밭에 누워  
아무 생각 없이 바람을 쐬고  
잠시 그렇게 여유를 즐기는 것,  
일상속 행복이란 이런 것 아닐까요?

마음껏 누워 쉴 수 있는 잔디밭  
깊이 마실 수 있는 맑은 공기  
그래서 당신이 더 행복해 지는 세상  
대우건설이 함께 만들겠습니다

세상을 바꾸는 힘  
**대우건설**

