

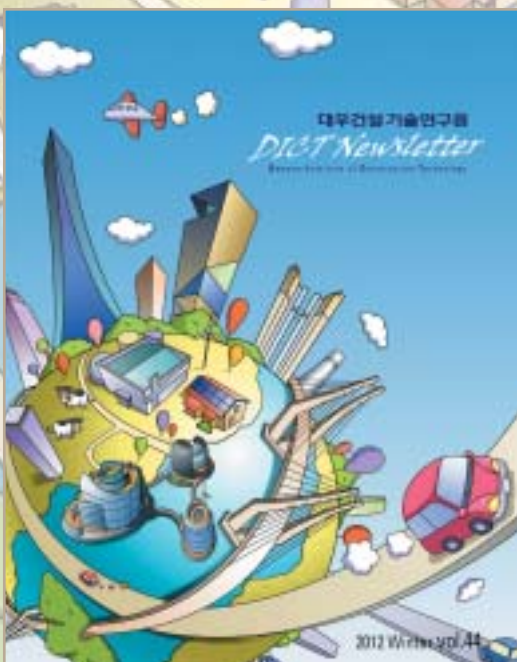
대우건설 기술연구원

DICT Newsletter

Daewoo Institute of Construction Technology

2012 Winter vol.44

Cover Story



대우건설 기술연구원은 2013년, DBS공법, 제로에너지주택기술, 시공 중 변위관리기술 등 보유핵심기술을 바탕으로 미래 성장 동력을 갖는 끊임없는 기술혁신을 통해 회사가 글로벌 경쟁력을 갖춘 일류회사가 될 수 있도록 전력을 다할 것을 다짐하였다.

contents

대우건설 기술연구원

2012 Winter vol.44

Innovation for DICT

04 DICT NEWS

- DBS 공법 국가녹색기술대상 '올해의 녹색기술' 선정
- 국제공인시험 5대 기관 상호지원 협약 체결
- 건설공사장 소음모니터링 시스템 지식경제부장관상 수상
- 국토부 초장대교량사업단 고주탑 펌프압송 성능실험 공개시연회 실시
- 합정3구역 주상복합현장 PRD 기초 상시계측시스템 적용
- 도로용 친환경 발전시스템 광주광역시 농협유통센터 적용
- 조강형 혼합재(MFA)를 이용한 조강콘크리트 적용
- 고주탑용 고압송 콘크리트 한국건설순환자원학회 특별강연
- 플랜트사업본부 기술직 대상 콘크리트 품질관리 선진화 교육 실시
- 2012 대한민국 에너지 R&D 성과전시회 참가
- 여수시 공무원 서울시 영등포 막여과 정수장 방문
- 행복한집 김장담그기 봉사활동 참여
- 4/4분기 주요 수상

08 현장적용사례

- 도로용 친환경 발전시스템

12 신기술 소개

- 시멘트 제로 ECO몰탈

16 기술기사

- 초장대교량 건설을 위한 콘크리트 핵심 기술

19 DAEWOO E&C NEWS

- 알제리 라스지넷 CCPP공사 계약 체결
- 베트남 하노이 신도시 '스타레이크시티' 착공
- 대우건설 창립 39주년 기념 시상식 실시
- 나이지리아 Indorama Fertilizer Project 수주



04



08



12



16



19

발행일	2012년 12월 31일
발행인	서중욱
편집인	안종국
발행처	경기도 수원시 장안구 송죽동 60번지 Tel. 031-250-1114 Fax 031-250-1130
홈페이지	www.daewooecr.com
편집	디자인맥 Tel. 031-781-4546

DBS 공법 국가녹색기술대상 '올해의 녹색기술' 선정



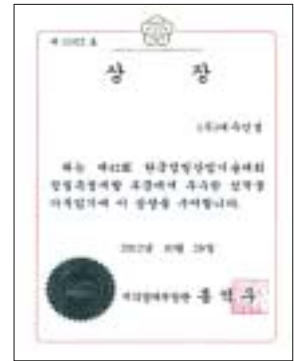
서울프라자호텔에서 개최된 제4회 국가녹색기술대상 시상식에서 환경에너지연구팀이 연구개발한 '바이오가스 생산을 위한 고효율 대용량급 상향류식 이상소화(two-phase digestion) 기술(DBS 공법)'이 올해의 녹색기술에 선정되었다. 국가녹색기술대상은 녹색성장위원회, 교육과학기술부, 농림수산식품부, 지식경제부, 환경부, 국토해양부가 주최하고, 한국산기술진흥협회, 매일경제신문 주관, 국가과학기술위원회, KB국민은행이 후원한 것으로 저탄소 녹색성장의 중요성에 대한 국민적 공감대를 형성하고, 우리 기업 및 연구기관의 녹색기술 개발을 촉진시키는데 목적을 두고 있다. DBS 공법은 음식물류폐기물, 가축분뇨, 하수슬러지 등 고농도 유기성폐기물을 대상으로 처리와 동시에 신재생에너지인 바이오가스를 생산하여 전기와 열을 공급하는 기술로서, 전체 바이오가스 플랜트 관련한 핵심 기술들을 대부분 확보함으로써 국내외 기술 경쟁력이 선진기술과 대등하거나 그 이상의 수준으로 향상되었으며, 국내 최초로 3가지의 서로 다른 유기성폐기물(가축분뇨, 음식물폐수, 하수슬러지)에 대한 통합소화 가능성을 제시하였다.

국제공인시험 5대 기관 상호지원 협약 체결

10월 26일 기술연구원은 한국도로교통연구원, 삼성건설기술연구원, 한국생활환경시험연구원, 한국화학시험연구원과 국제공인시험 상호지원 업무협약을 체결하였다. 이는 국내 건설관련 5대 대표기관이 공인시험기관 운영과 건설기술 연구개발에 대한 정보교류 및 연구기반시설 활용부분의 상호협력을 통해 새로운 건설기술개발과 국제경쟁력 확보를 목적으로 이루

어졌으며, 현재 직면하고 있는 건설경기 불황극복과 동반발전하는 토대를 마련할 것으로 기대하고 있다. 대우건설 기술연구원은 1994년에 기업부설연구기관 최초로 국제공인시험기관(KOLAS)을 인정받아 운영함으로써 시험기술의 표준화와 건설기술연구개발을 선도해왔다. 당 기술연구원의 공인시험기관 운영을 계기로 건설업 관련 많은 연구기관이 공인기관인정에 동참하여 국제공인시험기관의 조기정착에 기여한바크다고 할 수 있다.

건설공사장 소음모니터링 시스템 지식경제부장관상 수상



10월 26일 제42회 한국정밀산업기술대회에서 건축연구팀이 연구개발한 '건설공사장 소음모니터링시스템(DW-CNMS)'이 지식경제부장관상을 수상하였다. 건설공사장 소음모니터링시스템은 2009년부터 2011년까지 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업으로 수행한 연구과제의 성과물로서, 시공 중인 현장의 소음발생현황을 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 경제적으로 구축하여, 도심지 건설공사장 소음관리업무에 효과적으로 활용할 수 있다. 현재 아현3구역 재개발현장을 비롯하여 당사의 주택, 건축현장에 본 기술을 적용하고 있으며, 인터넷 기반의 소음모니터링이 가능하도록 소음측정기와 프로그램을 개선하고 있으므로 향후 활용성이 더욱 높아질 것으로 예상된다.

국토부 초장대교량사업단 고주탑 펌프압송 성능시험 공개시연회 실시

10월 18일 토목연구팀은 국토해양부 초장대교량사업단 '고기능성 콘크리트 개발 및 현장타설 실용화' 과제 일환으로



기존의 펌프압송 배관시험 방식을 크게 개선시킨 1,000m 수평 배관 펌프압송 공개시연회를 전남 목포대교 부근에서 실시하였다. 이번 공개시연회는 2009년 3월을 시작으로 지난 4년간의 연구결과에 대한 최종 시연회이었으며 한국도로공사, 익산지방 국토관리청, 한국콘크리트학회 및 관련 교수 등 총 100여 명이 참석하여 성황리에 진행되었다. 개발된 기술은 콘크리트의 성질과 압송 능력간의 관계를 명확히 규명함으로써 효과적인 콘크리트 펌프압송 시스템을 구축했다는데 의의가 있으며, 추후 장대 교량 고주탑의 콘크리트 타설 시공에 적용될 계획으로 특히, 국내 270m, 해외 320m 기록을 뛰어넘는 400m 높이까지의 고주탑 시공에 적용하는 것을 목표로 하고 있다.(사진은 1,000m Full-Scale Test 전경임)

합정3구역 주상복합현장 PRD 기초 상시계측시스템 적용



방재연구팀은 합정3구역 주상복합현장에 PRD 기초 상시계측시스템을 적용하였다. 합정3구역 주상복합현장은 지하 6층, 지상 37층의 총 2개동 규모이며, 공동주택, 판매시설 및

문화집회시설을 건설하는 도심지공사로 PRD 기초를 활용한 Top-down 공법을 적용하고 있다. 방재연구팀에서 적용한 상시계측시스템은 PRD 기초의 시공단계별 재하내력을 계측하기 위한 것으로 현장타설말뚝의 재하내력을 계측하기 위해 PRD 기초를 구성하는 철골기둥과 콘크리트에 진동현식 변형게이지를, 온도에 의한 콘크리트의 강도변화를 고려하기 위해 온도센서를 설치하였다. 아울러 본 시스템은 와이파이를 이용한 무선 통신을 적용한 시스템으로서 실시간 계측데이터를 장소에 구애 없이 확인 및 획득할 수 있는 장점을 가지고 있다. 대부분의 도심지공사에서는 PRD 기초를 활용한 역타공법을 적용하고 있는데 본 연구개발이 완료되면 영구기초 물량의 획기적인 감소가 있을 것으로 예상된다.(사진은 PRD 기초의 재하내력을 계측하기 위한 진동현식 변형게이지 설치 전경임)

도로용 친환경 발전시스템 광주광역시 농협유통센터 적용



토목연구팀은 지난 12월 도로용 친환경 발전시스템의 성능 및 사용성 검증에 위한 테스트베드를 광주광역시 농협유통센터 주차장에 설치하였다. 도로용 친환경 발전시스템은 자동차 주행 중에 버려지는 에너지를 포집하여 전기에너지로 활용하는 친환경 에너지 하베스팅(Harvesting) 기술로서, 시스템의 특성상 저속의 일일교통량(2,000대/일 이상)이 충분한 대형주차장을 테스트베드 장소로 선정하였으며, 약 3개월간 운영하여 전기에너지 발전량, 기계적 내구성, 사용성 등을 검증하고, 지속적인 시스템의 보안을 통하여 완성도를 높이는 작업을 수행할 계획이다.

조강형 혼합재(MFA)를 이용한 조강콘크리트 적용



건축연구팀은 까치산공원 주택 재건축현장에 미립자시멘트를 이용한 조강콘크리트 기술을 적용하였다. 이는 한랭기 및 동절기의 경우 낮은 외기온에 의한 콘크리트의 조기강도 발현 저하에 대한 특별한 대책이 요구되어지는데 건축연구팀은 이를 방지하기 위하여 조강형 혼합재(미립자시멘트+석회석고미분말)를 이용한 조강콘크리트를 개발하였고, 까치산공원 주택 재건축현장 이외에 신촌오피스텔 현장 등 5개 현장에 적용 중이다. 본 기술은 기존 일반콘크리트와 동등한 경제성 및 시공성으로 적용된다.

고주탑용 고압송 콘크리트 한국건설순환자원학회 특별강연

기술연구원 김영진 부원장이 토목연구팀에서 연구개발 중인 고주탑용 고압송 콘크리트 개발과 관련하여 2012년 가을 한국건설순환자원학회 특별강연을 실시하였다. 본 연구개발의 성과물인 콘크리트의 제조기술은 산업부산물을 적극 활용하는 것으로 우수한 콘크리트 품질을 확보하고 시멘트의 사용량을 최대한 저감시킴으로써 경제성 및 자원재활용 측면에서 환경친화적인 기술이며, 한국건설순환자원학회의 목적과 일치한다고 할 수 있다. 이번 학회에서는 학계 및 산업계 등에서 자원재활용의 주제를 가지고 연구성과 발표 및 토의를 활발히 진행하였고, 그린콘크리트위원회 및 탄소저감형 콘크리트연구단 성과발표도 동시에 진행하였다. 이날 토목연구팀 김용직 선임연구원은 '산업부산물을 활용한 콘크리트 제조 기술'로 한국건설순환자원학회 학회장으로부터 기술상을 수상하였다.

플랜트사업본부 기술직 대상 콘크리트 품질관리 선진화 교육 실시



11월 23일 기술연구원은 문호아트홀에서 개최된 플랜트사업본부 콘크리트 품질관리 선진화 세미나에 참석하여 강연을 실시하였다. 플랜트연구팀은 해외 플랜트 현장의 주요 콘크리트 구조물의 품질 향상을 위한 콘크리트 재료특성의 이해와 극서중 환경에서 품질을 확보할 수 있는 방안에 대한 품질관리 선진화를 모색하기 위하여 세미나를 개최하였으며, 기술연구원 김영진 부원장은 '콘크리트 구조물의 비구조적 균열 제어기술'을, 건축연구팀 유재강 선임연구원은 '극서중 콘크리트 품질안정화 방안'에 관해 강연하였다. 세미나에는 플랜트사업본부 토목, 건축직 약 100여 명이 참가하여 콘크리트 품질의 중요성에 대한 이해를 높이는 자리가 되었으며, 강연 자료는 국내외 플랜트 현장에 배포하여 콘크리트 하자를 방지할 수 있는 기술자료로 활용되었다.

2012 대한민국 에너지 R&D 성과전시회 참가



기술연구원은 11월 8일부터 이틀간 일산 킨텍스 제2 전시장에서 개최된 ‘2012 대한민국 R&D 종합 성과대전’에 참가하였다. 이번 전시는 지식경제부가 주최하고, 한국에너지기술평가원이 주관하였으며, 녹색성장 정책의 근간인 에너지 R&D 우수성과에 대한 관심도 제고와 연구 성과 공유 및 정보 교류를 목적으로 한국전력공사, 한국건설기술연구원, 한국수력원자력 등 20여 개사가 참여하였다. 건축연구팀은 현재 수행 중인 지식경제부 국책사업 ‘저에너지 건물 구현을 위한 융복합기술 실증사업’을 바탕으로 융복합외피시스템, 복합구조프레임창호, PEMS(Portable Environment Monitoring System), LEB(Low Energy Building)-Simulator 등의 개발품과 개발기술이 적용된 대우건설 도곡동 오피스 현장 실증 건물의 동영상 등을 전시하였다. 또, ‘항공기 충돌을 고려한 격납구조물 Fiber 콘크리트 적용기술개발 성과품(콘크리트 보강용 섬유, 충격 실험장치 등) 및 해석결과도 함께 전시하였다.

여수시 공무원 서울시 영등포 막여과 정수장 방문



11월 7일 여수시 공무원들이 당사의 첨단 가압식 막여과 정수처리 기술이 적용·운영되고 있는 영등포 아리수정수센터를 방문하였다. 당사의 가압식 막여과 정수처리 기술은 2011년 대한민국 기술대상 동상, 2012년 환경기술개발사업 올해의 환경기술 최우수상을 수상하였으며, 2013년에는 진도에 당사 기술이 적용된 3,000톤/일 규모의 막여과 정수장이 준공될 예정이다. 영등포 아리수 정수센터에 설치된 가압식 막여과 정수시설은 기존 모래여과를 최첨단 막여과로 대체하여 하루 25,000톤의 수돗물을 생산할 수 있으며 2011년 4월부터 시민

들에게 공급하고 있는 시설이다. 현재 당사 소속 운영인력이 투입되어 서울시와 공동운명을 실시하고 있다.

행복한집 김장담그기 봉사활동 참여



기술연구원 임직원들은 11월 20일과 21일 이틀간 봉사활동결연을 맺고 있는 행복한집 겨울 김장담그기에 참여하였다. 이번 행복한집 김장은 올 겨울부터 내년까지 먹을 것으로 약 1,000포기를 담겼는데 기술연구원은 팀을 나눠, 첫째 날은 배추를 날라 절이고 기본 양념 재료를 다듬었고, 둘째 날은 절인 배추에 양념을 버무려 저장하고 뒷정리를 실시하였다. 행복한집은 용인에 위치한 천주교 수녀회 지원시설로 치매 및 독거노인 60명이 보호받고 있는 무료전문요양시설이며, 기술연구원과는 2008년 결연을 통해 매년 정기적으로 봉사활동을 실시해오고 있다.

4/4분기 주요 수상

- 10월 8일 환경관련 국제학회(APLAS) 우수논문상
김병환 수석연구원
- 11월 2일 한국건설순환자원학회 기술상
김용직 선임연구원
- 11월 8일 한국콘크리트학회 기술상
차경섭 선임연구원, 김선주 전임연구원
- 11월 9일 환경 R&D 20주년 기념 한국환경산업기술원 공로상
김병환 수석연구원
- 11월 23일 건설환경관리 우수사례 경진대회 환경부장관상
박상준 책임연구원

도로용 친환경 발전시스템

글_ 오현철 선임연구원 hyunchul.oh@daewooenc.com

1. 서론

최근 환경에 대한 세계적인 관심이 고조됨에 따라 인류 문명의 발달과정에서 가장 중요한 에너지원으로 인식되어왔던 화석연료가 환경오염 물질의 주요 배출원으로 인식되면서 화석연료에 대한 사용 제한의 필요성이 증대되고 있다. 또한 최근 유가의 불안정, 기후변화협약의 규제 대응 등 국내외 환경변화에 따라 신재생에너지의 중요성이 날로 커지고 있는 상황이다. 이러한 신재생에너지는 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이면서 새로운 성장동력 산업으로, 선진국에서는 과감한 연구개발과 보급 정책 등이 추진되고 있다. 우리나라의 신재생에너지 산업은 선진국에 비해 늦은 출발을 보였지만, R&D, 보급 등에서 정부 지원을 대폭 확대함에 따라 이미 산업 생태계는 형성되어, 차세대 성장동력이 될 수 있는 핵심산업으로 부상하고 있다. 이러한 신재생에너지 산업의 팽창에 따라 다양한 방향으로 연구개발이 진행되고 있으며, 낭비되는 에너지 절약을 위한 에너지 회수 기술(Energy Harvesting Technologies)에 대한 연구개발 또한 해외 선진국 등을 중심으로 활발히 수행되고 있다. 특히, 도로 주행차량의 잉여 에너지를 회수하는 시스템은 압전소자를 이용한 연구가 주를 이루고 있다. 차량 주행 중에 발생하는 압전소자의 진동에 의해 발생하는 미소전류의 포집 및 저장에 관한 연구는 비교적 고속으로 주행하는 도로조건에서 에너지를 포집하는 기술인 반면에, 대우건설 기술연구원에서 개발한 '도로용 친환경 발전시스템'은 기계적인 장치를 이용하여 주행차량의 감속부에서 강제적인 감속에 의해 버려지는 에너지를 회수하기 위하여 과속방지턱, 미끄럼 방지시설, 감속유도시설 등의 형태로 감속유도구간에 설치하는 기계식 도로용 발전시스템이다. 본 고에서는 최근 도로용 발전시스템이 시범 설치된 광주농협농산물종합유통센터의 현장 적용사례를 소개하고, 향후 추진방향에 대해 소개하고자 한다.

2. 도로용 친환경 발전시스템 개요

본 시스템은 그림 1과 같이 주행 중인 자동차가 감속하여 도로 위에 설치한 압력패드를 밟고 지나가면, 자동차의 하중과 운동량에 의해 압력패드가 아래방향으로 움직이면서 회전기어가 작동한다. 하강되는 압력패드는 연결되는 회전기어와 댐퍼, 유성기어, 일방향 클러치 순으로 속도를 증속한다. 이 때, 일



그림 1 도로용 발전장치 개요도

방향클러치와 연결된 축의 증속에 의해발전기가 작동되며, 발전기에서 생성된 교류의 불규칙한 전압의 전원을 인버터를 통해 직류로 전환하여 축전지에 저장하고, 필요시 전압조정을 거쳐수요처에 공급하는 원리이다.

3. 적용사례

본 절에서는 광주농협농산물종합유통센터 주차장 출구부에 설치된 과속방지턱형(돌출형) 도로용 친환경 발전시스템의 사례를 제시하였다. 과속방지턱 설치 시에는 도로시설기준(2009) '설치길이 3.6m(표준), 설치높이 0.1m 이하'에 의거하여 그림 2와 같이 높이 7.5cm, 설치길이 6m로 제작하여 설치하였으며, 차량의 평균주행속도 약 20km/h일 때를 기준으로 기계적 내구성을 만족하도록 설계하였다. 본 시스템은 차량이 과속방지턱을 통과할 때 강제적인 제동으로 운동에너지를 손실함에 착안하여, 이때 손실되는 운동에너지를 회수하여 전기에너지로 변환하여 사용하는 원리이다. 과속방지턱의 통과시 차량의 평균 주행속도를 약 20km/h로 가정하였을 때 최대효율을 실현하도록 설계되었으며, 이때, 차량에 가해지는 충격량과 바닥의 진동, 소음 등을 최소화하기 위한 세부요소들이 고안되어 부가적으로 설치되었다.



① 3차원 응력해석을 통한 내구성 설계



② 프레임 제작



③ 공장기조립



④ 현장운반



⑤ 현장설치



⑥ 현장운영



⑦ 전력제어부(전후)



⑧ 전력제어부 설치 운영

그림 3 제작 및 설치 운영

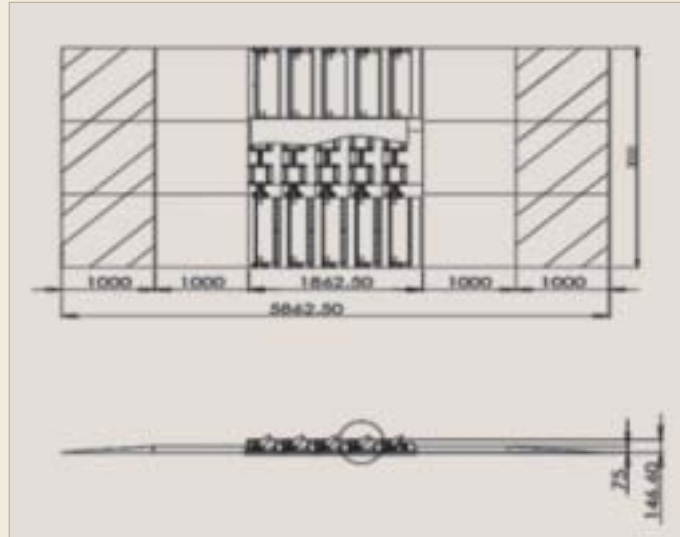


그림 2 과속방지턱 도로발전시스템 설계도

본 시스템이 설치된 광주농협농산물종합유통센터는 일평균 통행량 3,000대/일(평일), 5,000대/일(주말) 정도로 비교적 많은 통행량으로 우수한 교통밀도를 보유한 장소이며, 주행차량이 설치한 장치에 대한 거부감을 느끼지 않고 20km/h 정도로 통과시 시스템의 효율을 검증할 수 있는 최적의 장소라 할 수 있다.

4. 맺음말

세계적으로 화석연료사용의 제한 및 탄소배출량 감소에 대한 강한 규제로 신재생에너지원의 개발이 가속화되어지고 본 연구에서와 같은 잉여에너지 회수를 통한 에너지 절감에 관한 관심이 고조되고 있다. 본 고에서 소개한 시스템은 도로 주행차량의 감속구간에 과속 방지턱 형태로 설치하여 주행차량의 운동에너지를 전기에너지로 회수하여 도로운영에너지 절감에 기여할 것으로 기대되는 도로용 친환경발전시스템을 이용한 에너지 회수기술(Energy Harvesting Technologies)이다. 본 연구원에서는 도로용 친환경발전시스템의 구현을 위한 기초연구를 2년 동안 수행하였고, 시스템의 실용화를 위하여 2012년 12월에 광주농산물종합유통센터 주차장에 최초 적용하였으며, 현재 시스템의 효율성 제고를 위하여 모니터링 및 업그레이드를 지속적으로 실시하고 있다. 향후 본 시스템은 과속방지턱형식 및 주의환기를 위한 매립식의 형태로 설계되어 적용할 예정이며, 본 시스템의 적용 시 교통밀도가 높은 도로의 감속구간(주차장, 톨게이트 등)의 운영에너지 절감에 다소나마 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

시멘트 제로 ECO몰탈

글_ 건축연구팀 박상준 책임연구원 concrete@daewooerc.com

1. ECO몰탈 (Eliminate CO₂ Mortar:주택상품개발팀 Naming)의 개요

일반적으로 주거건축물의 온돌바닥미장에 이용되는 모르타르는 시멘트와 물, 그리고 모래로 구성되는데, 이때 이용되는 대표적인 무기결합재인 시멘트의 경우는 제조과정 중 원료의 주성분이 CaCO₃인 천연의 석회석을 다량 소비할 뿐만 아니라, 이를 소성하는 과정에서 막대한 에너지 소비는 물론, 다량의 이산화탄소를 배출하는 문제가 있다. 즉, 1.0톤의 시멘트를 생산할 경우 약 0.9톤의 이산화탄소가 배출되는 문제가 있을 뿐만 아니라, 국내 석회석 매장량이 약 50억톤 정도인 것으로 조사/보고 되어 있고, 연간 7,000만톤이 채굴되는 상황을 감안하여 볼 때, 이는 향후 70년이 채 못가서 고갈되는 문제가 있다.



천연 석회석의 채굴

따라서 본 연구에서는 국내 15개 열병합 발전소에서 약 30만톤/년 이상의 배출되는 열병합 플라이애시(ASTM : C급 플라이애시)를 사용하여 시멘트를 전혀 사용하지 않고, 주 재료의 95% 이상에 대하여 산업 부산물만을 사용함으로써 기존 일반시멘트 모르타르 대비 2/3수준 (예상)의 단가만으로 생산/공급이 가능한 온돌바닥미장용 친환경 몰탈을 개발하여 실용화 하였다.

구 분	현장타설 레미콘 몰탈	온돌바닥 미장용 레미탈	대우ECO몰탈
몰탈의 제조	· 시멘트 20% · 모래 60% · 물 20%	· 결합재 20% · 모래 60% · 물 20~22%	· 결합재 25% · 모래 55% · 물 20~22%
결합재의 구성	· 시멘트 20%	· 보통포틀랜드시멘트 (15.0%) · 백석규사 (3.0%) · 증점제 및 응결조정제 (2.0%)	· 열병합 플라이애시 ^{주1)} (13.0%) · 제지슬러지 소각재 ^{주2)} (5.0%) · 고로슬래그 미분말 ^{주3)} (5.0%) · 무수석고 ^{주4)} (2.0%)

주 1) 열병합 플라이애시 : 지역난방공사 열병합 발전소에서 발생하는 석탄재

주 2) 제지슬러지 소각재 : 제지공장에서 발생하는 슬러지를 소각할 때 발생하는 재

주 3) 고로슬래그 미분말 : 제철/선철과정에서 발생하는 부산물

주 4) 무수석고 : 자체적인 수화반응은 불가능하나, 플라이애시의 수화물과 반응하는 특징이 있는 석고 (응결조정 용)



즉, 열병합 발전소의 플라이애시는 아래 그림에서와 같이 기존 화력발전소의 탈황공정과 상이한 공정으로 발생하게 되는데, 이는 기존 화력발전소의 정제 된 플라이애시와 달리 기존 시멘트의 주요성분이라 할 수 있는 다량의 Free CaO성분을 포함하게 되는 특징을 가지고 있다.

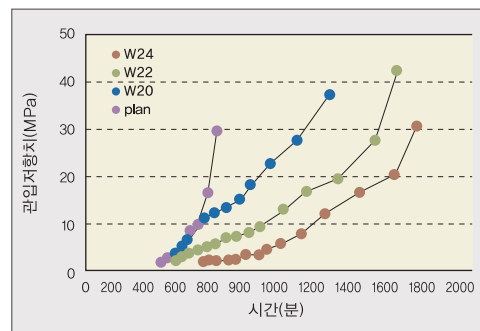


항목	화력발전소 정제 플라이애시	열병합 발전소 플라이애시
연소온도	약 1,350℃	약 850℃
탈황설비	별도의 습식탈황설비 운용	석회석 혼소로 탈황
탈질설비	별도의 탈질설비 운용	낮은 연소온도 및 암모니아 분무
주요화합물	SiO ₂ (40% 내외), Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO, Free CaO (35~55%)
품질	KS L 5405 (F급) 만족	KS규준에 부적합, ASTM C 618 (C급) 만족

2. 실험결과 및 분석

2.1 응결특성

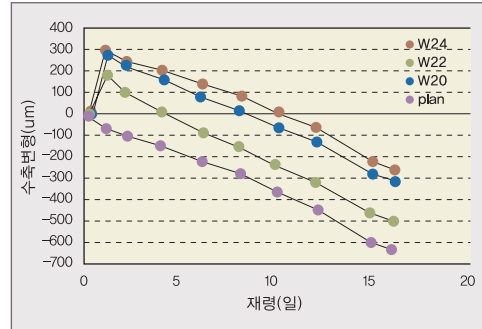
배합사항으로 W20의 경우 초결은 일반모르타르와 유사하나, 종결은 6.5시간 정도 지연되는 것으로 나타났는데, 이는 모르타르의 최종 마감을 초결 시점에 진행해야 한다는 것을 의미하는 것으로서, 응결시간 이후의 강도특성은 다소 늦게 발현될 것으로 판단되나, 작업시간은 오히려 크게 단축될 수 있어 시공성 향상이 가능할 것으로 판단된다. 더욱이, 본 기술의 검토과정에서 나타난 결과로서, 기존 바닥미장용 일반모르타르의 경우 초기 수평 고르기 작업이후, 3~4회 정도의 후속



공정이 소요되는 반면, 본 기술의 경우 수평 고르기 작업이 후, 최대 2회 수준의 마감공정만으로도 시공이 가능한 것으로 평가됨으로서, 시공향상과 함께 원가절감 측면에 있어서도 유리할 것으로 평가되었다.

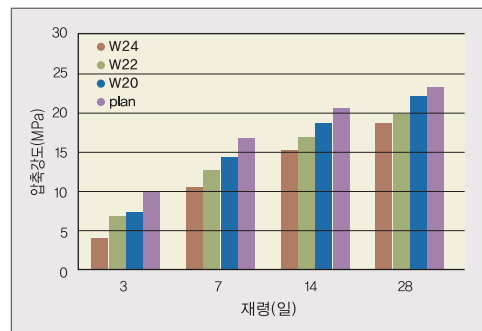
2.2 길이변화

ECO물탈의 경우 초기재령에 다소 팽창하는 특징을 가지고 있다. 이는 기존 온돌바닥미장용 모르타르의 균열저감을 목적으로 첨가하는 고가의 팽창제를 사용한 모르타르와 유사한 체적변형 특성을 나타내고 있는 것이다. 따라서 기존 온돌바닥 미장용 모르타르에 있어 가장 우선적으로 해결해야 하는 문제라 할 수 있는 균열저감에 매우 효과적인 것으로 분석되었다.



2.3 압축강도

배합조건별로 W20과 W22의 압축강도는 재령 14일에 당사와 LH공사의 품질관리기준 (재령 28일에 14.8MPa 이상)을, 그리고 재령 28일에는 20 MPa 이상을 만족하는 것으로 나타났다. 더욱이 플라이애시의 경우 포졸란 반응에 기인하여 장기재령까지 강도발현이 지속된다는 점을 감안하여 볼 때 압축강도는 물론 내구성 측면에 있어서도 매우 효과적인 것으로 분석되었다. 그러나 Plain 대비 초기 재령(3일)에서의 강도발현이 다소 적은 것으로 나타나, 초기양생 관리가 중요하다는 것을 알 수 있었다.



3. 현장시험적용사례

3.1 부천소사역푸르지오현장

가. 시험일자 : 2011년 12월 6일, 16:00~19:00

나. 시험적용 : 타설온도 (일평균 3.2℃)

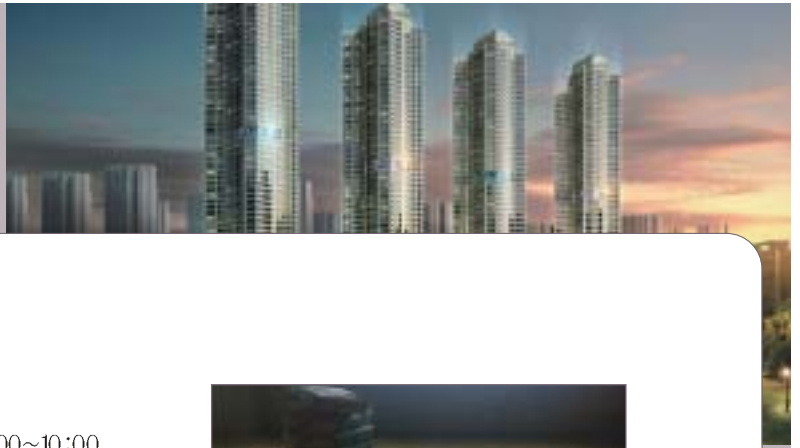
- 대상구조물 : 부대복리시설 (경로당 바닥)

다. 타설방식 : 레미콘 습식 모르타르 (유진레미콘)

라. 적용물량 : 4.0m³



구분	7일	14일	28일	56일
압축강도(MPa)	4.5	10.1	16.6	17.5



3.2 강남보금자리주택A2블록현장

- 가. 시험일자 : 2012년 4월 25일 09:00~10:00
(일평균기온 15.2℃)
- 나. 적용위치 : 부대복리시설 (보육시설 바닥)
- 다. 타설방식 : 레미콘 습식 모르타르 (천마레미콘)
- 라. 적용물량 : 3m³



구분	4일	7일	28일	56일
압축강도(MPa)	4.3	9.8	16.8	18.2

3.3 판교C1-2BL 현장

- 가. 시험일자 : 2012년 10월 26일 14:00~16:00
(일평균기온 15.0℃)
- 나. 적용위치 : 약 165m²의 1개 세대
- 다. 타설방식 : 레미콘 습식 모르타르 (천마레미콘)
- 라. 적용물량 : 8m³
- 마. 시험결과 : 압송전 (플로 210mm),
압송후 (플로 190mm)



구분	3일	7일	14일	28일
압축강도(MPa)	1.0	6.5	14.4	18.8

4. 향후계획

한국건설기술연구원의 발표자료에 따르면 우리정부는 2017년까지 패시브 하우스를, 2025년부터는 제로 에너지 하우스 도입 의무화 정책을 추진하고 있으며, 이미 신축주택 100만 가구, 기존주택 100만 가구를 대상으로 선진국형 패시브 하우스로 건설한다는 계획을 세우고 있다. 더욱이, 지구 온난화 현상에 따른 이산화탄소 배출감축이 전 세계적 과제가 된 이상, 경제적인 이유 뿐만 아니라 산업부산물 활용을 통한 환경보호도 반드시 추진한다는 것이다. 즉, 우리 대우건설에서는 1995년 국내 최초로 아파트에 친환경 개념을 도입한 그린홈 '크린아파트'라는 주거철학을 탄생시켰으며, 2009년에는 업계최초로 친환경 에너지 절감상품인 '그린 프리미엄'을 발표하고, 2020년까지 '제로 에너지 하우스'를 공급하겠다는 로드맵을 제시한 바 있다.

금회의 'ECO몰탈'을 통해 당사에서 공급하는 주택의 품질향상은 물론, 탄소배출량을 획기적으로 절감하고, 인체에 무해한 친환경 주거건축물의 구현이 가능할 것으로 판단되기 때문에, 이를 지속적으로 확대 보급하고자 한다.

초장대교량 건설을 위한 콘크리트 핵심 기술

글_ 토목연구팀 최명성 전임연구원 myoungsung.choi@dbewooenc.com

1. 서론

최근 건설되는 장대교량은 해당 국가의 랜드마크로서 건설기술에 대한 과시 및 침체된 경제에 활력을 불어넣어 주는 역할을 한다. 특히, 국내의 경우 장대교량의 주를 이루는 사장교 및 현수교의 설계 및 시공실적이 증가하고 있어 이 분야의 관련 기술이 비약적으로 발전하고 있다. 2000년 이전까지는 주경간 200m 이상의 교량의 경우 10년에 걸쳐 1~2개 밖에 건설되지 않았으나 2000년대 들어 사장교인 서해대교(주경간: 470m)와 현수교인 영종대교(주경간: 500m) 준공 이후 장대교량 건설이 급증하고 있으며 주경간 길이도 장대화되고 있는 추세이다. 최근 개통된 현수교인 이순신대교(평양~여수)의 주경간장 길이는 1,545m로 국내에서 가장 길며, 세계적으로는 일본의 아카시대교(1,990m), 중국 시호우먼교(1,650m) 및 덴마크의 그레이트벨트교(1,624m)에 이어 4번째로 긴 장대교량이다. 한편, 국내 장대교량의 시장규모는 1990년대에 약 0.8조원 규모에 불과하였으나 2000년대에는 약 4.5조원 규모가 되었으며 2010년대에는 주경간이 1,545m인 이순신대교를 포함하여 현재 사업비를 추정할 수 있는 실적만 고려하더라도 6.7조원에 이를 것으로 예상되어 세계에서 가장 큰 시장 중 하나로 부상할 것으로 예상된다. 그러나 장대교량 건설시 콘크리트 구조물의 고성능화에 따른 성공적인 시공을 위해서 콘크리트에 대한 요구 성능이 높아지고 있으며, 그 대표적인 콘크리트 시공부위는 주탑, 앵커리지 및 해상기초라고 할 수 있다. 이러한 경향은 사장교 및 현수교의 주경간 길이가 증가함에 따라서 비례적으로 증가되는 주탑의 높이, 하부 구조인 기초 및 케이블을 고정하는 앵커리지의 규모 및 요구 성능이 커지고 있기 때문이다. 기술연구원 토목연구팀에서는 국토해양부에서 발주한 초장대교량사업단에 참여하여 고기능성 콘크리트에 관한 기술개발을 2009년부터 현재까지 수행하고 있다. 이 연구 개발의 핵심기술은 크게 3가지로 첫째, 수직 높이 400m 이상 일괄타설이 가능하며 압송 전·후의 콘크리트 물성 변화가 적은 콘크리트, 둘째, 기존 보통포틀랜드 시멘트를 사용한 콘크리트와 비교하여 온도균열 발생이 적은 초저발열 콘크리트, 셋째, 수중 타설시 콘크리트의 품질을 확보하기 위하여 고유동 특성을 가지는 수중불분리성 콘크리트개발 등이다.

2. 핵심기술

2.1 고압송 콘크리트 평가시스템

초장대교량의 고주탑 시공용 콘크리트에서 가장 중요한 인자는 콘크리트의 압송성능이다. 400m 높이까지 콘크리트의 물성변화 없이 압송 가능한다면 경제성 확보와 함께 구조적 안정성이 크게 증대될 것이다. 따라서 굳지 않은 콘크리트의 펌프 압송성능 예측기술, 압송 전·후의 물성변화 최소화기술 및 펌프 압송시 관내 폐색현상 방지 기술은 본 연구의 핵심기술이다. 콘크리트의 펌프 압송성 예측 기술은 공정 계획시 예정된 조건하에서 압송이 가능한지 여부 확인, 펌프의 기종 선정 및 콘크리트 배합의 보정이 필요한지 사전에 파악할 수 있는 기술이다. 이러한 콘크리트의 펌프 압송성능 예측 기술은 유변학적 특성 시험에서 얻어진 입력 값을 이용하여 1차 해석을 실시하고 유동성과 펌프압송성의 관계를 정량적으로 분석하는 것이다. 이러한 과정을 통하여 압송 전·후의 물성변화를 최소화 시킬 수 있는 콘크리트의 배합설계 기술이 완성되었다. 아울러 펌프 압송에 따른 관내 폐색현상을 방지할 수 있는 최적 배합설계 및 사전 폐색 예측 시스템을 완성하였다.



2.2 세계 최고 수준의 초저발열 콘크리트

초장대교량의 앵커리지 시공용 콘크리트에서 가장 중요한 인자는 초저발열 콘크리트의 개발이다. 초저발열 콘크리트의 핵심 기술로는 시멘트 자체의 수화 발열량을 저감시키는 기술이며, 저발열 시멘트에는 3성분 혼합시멘트계 저발열 및 고펀라이트계 저발열 시멘트 2종류가 있다. 각각의 시멘트에는 서로 장단점을 가지고 있으며, 초장대 교량에 적용하기 위해서는 수화열이 낮고, 목적 강도값을 확보하며 동시에 유동성이 좋아야 하는 관점에서 두 종류의 저발열 시멘트의 장점을 활용할 필요가 있다. 현재까지는 콘크리트의 구조적인 목표성능을 만족하는 결합재의 미소수화열은 40cal/g 정도가 세계 최고 수준이었으며, 본 연구개발을 통해 35cal/g 이하의 초저발열 결합재의 개발에 성공하였다.

2.3 작업성이 우수한 수중불분리 콘크리트

초장대교량의 대형 해상기초 시공용 콘크리트에서 가장 중요한 인자는 고유동 수중불분리성 콘크리트의 개발이다. 고유동 수중불분리성 콘크리트를 개발하여 적용함으로써 콘크리트 타설시 우수한 작업성으로 인한 공사기간 단축 및 경제성을 확보할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 고유동 수중불분리성 콘크리트의 목표성능 수준은 수중슬럼프 600mm 이상, 수중/기중 재령 28일 압축강도비 0.8 이상 및 현탁물질액 150mg/l 를 확보하는 것이다. 이를 위해 수중 불분리성 혼화제를 개발하여 기존 혼화제의 성능을 향상시키고, 저발열 특성을 갖기 위해 광물질 혼화제, 시멘트 종류 등을 검토하여 적정의 콘크리트 배합을 도출함으로써 목표성능 수준에 도달하는 고유동 수중불분리성 콘크리트를 개발하였다.

3. 적용 사례

3.1 고압송 콘크리트

배관 내 콘크리트 유동 메커니즘을 분석하여 실 구조물의 펌프 압송 성능을 예측하고자 하는 CFD (Computational Fluid Dynamics) 해석적 기법과 아울러, 개발된 고압송용 콘크리트 성능 검증 및 다양한 특수 계측시스템을 통한 배관 내 콘크리트 압송성능을 규명하기 위해 수평 170m의 Semi-scale test 및 1,000m Full-scale test를 수행하였다.



그림 1 Semi-scale test 전경 및 계측 상세



그림 2 Full-scale test 전경 및 계측 상세

3.2 초저발열 콘크리트

개발된 초저발열 결합재를 사용한 콘크리트의 수화열에 의한 온도상승 값을 분석하기 위해 Mock-up test를 수행하였다. 설치된 기초 매트와 상부에 설치될 Mock-up 구조물을 구속시키고 내·외부 온도 및 온도 응력 등에 대한 계측

모니터링 및 외기 온도를 고려하여 양생기간을 설정하였으며, 상부에는 $4 \times 4 \times 4\text{m}$ 크기의 Mock-up 구조물을 설치하고 초저발열 결합재를 적용하여 콘크리트를 타설하였다. 그림 3은 Mock-up 구조물의 전경이고 그림 4는 콘크리트의 단열온도 상승값을 비교한 결과이다.



그림 3 Mock-up test

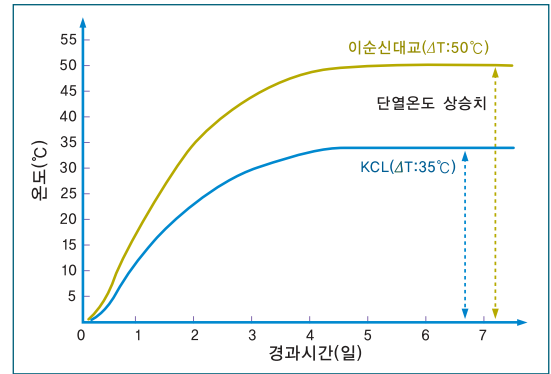


그림 4 단열온도 상승 값 비교

3.3 수중불분리 콘크리트

개발된 수중불분리 혼화제와 최적배합을 기반으로 한 고유동 수중불분리 콘크리트를 그림 5와 같이 실제 공사구간에 적용하였다. 적용현장은 당사에서 추진되고 있는 압해-암태 1공구 새천년 대교 공사(사장교) 구간 RCD파일 구간이다. 적용 결과 압축강도비(수중/가중) 0.9 이상 및 슬럼프 플로우 610mm로 아주 우수한 성능으로 평가되었다.



그림 5 수중불분리 콘크리트 적용 구간

4. 성과 및 기대효과

기술연구원에서 개발하고 있는 초장대 교량 건설용 고기능성 콘크리트 개발을 통하여 수직높이 400m 이상을 일괄 타설할 수 있는 콘크리트 제조 기법 및 타설 가능 예상 높이를 사전에 예측할 수 있는 시스템을 구축하여 경제적인 고압 송용 콘크리트 배합설계 및 시공법의 적용 가능성을 확인하였고, 대형 매스콘크리트 시공 시 가장 큰 문제점 중 하나인 수화열에 의한 온도 균열을 저감할 수 있는 방안을 수립하였다. 또한, 대형 해상기초에 우수한 작업성 및 품질을 확보할 수 있는 수중불분리 콘크리트의 제조 방법을 개발하여 현장에 적용함으로써 우수성을 확인하였다.

DAEWOO E&C NEWS

알제리 라스지넷 CCPP공사 계약 체결



10월 24일 알제리에서 약 11억1,300만달러(한화 약 1조2,300억원) 규모의 라스 지넷(Ras Djinet) 가스복합발전소 건설공사를 수주했다. 알제리 전기가스공사 소넬가즈(Sonegaz)의 전력생산 계열사인 알제리 전력생산공사(Société Algérienne de Production Électricité)가 발주한 이 공사는 알제리 수도 알제에서 동쪽으로 약 65km 떨어진 부메르데스(Boumerdes)주 캡 지넷(Cap Djinet) 지역에 1,200MW급(400MW급 3기)의 대형 가스복합발전소를 건설하는 프로젝트이다. 회사는 설계, 구매, 시공, 관리를 단독으로 수행하며 공사는 40개월 동안 진행된다. 우리나라 건설사 최초로 알제리 시장을 개척한 회사는 2008년 이후 8건, 33억8,600만달러의 공사를 수주하며 한국 건설사 중 최대 실적을 기록했다.

대우건설 창립 39주년 기념 시상식 실시



10월 31일 금호아트홀에서 창립 39주년 기념 시상식이 열렸다. 12명의 E&C Champion과 6명의 우수사원 상장이 있었으며 35년을 근속한 서종욱 사장을 비롯하여 총 636명의 근속자를 대표한 25명의 수상자가 상장을 수여받았다. 이후 문호아트홀로 자리를 옮겨 기념 촬영을 함께 하며 기쁨을 나눴다.

베트남 하노이 신도시 '스타레이크시티' 착공



11월 15일 베트남 하노이에서 한-베트남 수교 20주년 기념의 의미를 담아 서종욱 사장 웅완 수엔 폭 베트남 부수상 및 주베트남 하찬호 대사를 비롯한 베트남 고위 관계자 등이 참석한 가운데 '스타레이크시티' 착공식이 거행됐다. 스타레이크0시티는 63만평 부지에 정부부처·문화·상업·업무·주거시설이 들어서는 복합신도시로써 기획·금융조달·개발·시공·분양에 이르는 민간 주도로 진행되는 국내 최초의 한국형 해외신도시 조성사업이다. 총 사업비는 25억 2천 8백만 달러이며 1단계 사업비만 10억 6천 8백만 달러 규모의 초대형 신도시 개발 사업으로 회사 100% 지분을 가지고 있는 하노이 THT법인이 개발 주체가 된다. 이로써 회사는 성장 잠재력이 높은 신흥국 신도시 개발시장에 우위를 점하게 되었다.

나이지리아 Indorama Fertilizer Project 수주



11월 28일 나이지리아에서 약 2억8천900만달러 규모의 비료공장 건설공사를 수주했다. 나이지리아의 석유화학그룹 인도라마(Indorama)가 발주한 인도라마 비료공장(Indorama Fertilizer) 프로젝트는 나이지리아 포트하커트(Port Harcourt) 지역 엘레메(Elleme) 석유화학단지에서 일일 암모니아 2천300톤, 요소 4천000톤을 생산하는 비료공장을 건설하는 공사이다. 총 공사기간은 34개월이며 이번 프로젝트를 수주함으로써 올해만 나이지리아에서 3건의 공사 수주 실적을 올렸다.



어디까지 보고 있나요?

집 한 채 짓는 건데
어디까지 보고 있나요?

다리 하나 놓으면서
발전소를 만들면서
지금, 어디까지 보고 있나요?

사람들을 보고 있습니다
에너지를 보고 있습니다
쌓여 가는 쓰레기를, 줄어 가는 자원을
그리고 아파하는 지구를...

건설의 힘과 가능성을 알기에
사람, 환경, 에너지까지 생각하며
건설하고 있습니다

건설은 세상을 바꿀 수 있습니다

세상을 바꾸는 힘
 **대우건설**