레미콘 기술동향

전자파 흡수 포장 개발

日本의 ㈜竹中工務店은 일본도로공단의 위탁을 받아 전자파를 흡수하는 포장기술의 연구 개발을 진행해 왔고, 이번에 그 성과를 정리해 '전자파 흡수 포장' 기술로서 일본도로공단과 공동으로 특허 출원했다.

'전자파 흡수포장' 은 첨단도로교통시스템(Intelligent Transport Systems)의 도입에 불가결한 기술의 하나로 톨게이트 등에서 특정한 차를 대상으로 발신한 전자파가 포장면에서 반사하여 다른 차에 오작동을 일으키는 전자파의 2차 반사에 의한 영향을 방지하기 위한 기술이다.

고속도로 톨게이트의 이용요금 자동결제, 트럭 물류의 고도 정보화, 주차장에서의 요금결재, 고속도로로의 자동운전 등 안전성과 수송효율을 높이기 위해 최첨단의 정보통신기술을 활용한 시스템 개발이 진행되고 있다. 이것들을 이용함에 있어 전파가 포장면에 반사하여 반대차선 등 대상차 이외의 차와 통신하지 않아야 한다. 이번에 개발한 것은 포장면의 전자파 방지대책을 대상으로 한 것으로 도로교통의 첨단 정보화 가운데에서 위와 같은 분야에서의 채용이 기대된다.

포장면에 입사된 전자파의 반사를 억제하기 위해 전자파를 흡수시킬 필요가 있고, 이를 위해서는 1) 포장면이 전자파를 흡수하기 쉬운 물리적 형상을 하고 있을 것(면에 요철로 구멍이 있는 것) 2) 포장면의 소재가 전자파를 흡수하기 쉬운 것이 필요하다.

전자파를 흡수하기 쉬운 물리적 형상으로서 이번은 아스팔트에 이용한 골재(쇄석 등)의 크기를 고려하여 표면에 구멍이 많은 다공질 구조의 포장을 실현하고 있다. 또, 전자파를 흡수하기 쉬운 소재로서 전자파를 열분해 하는 성질이 있는 탄소섬유가 아스팔트에 혼합됐다. 탄소 섬유는 1000분의 1mm로 잘고 균등하게 아스팔트에 분산시킬 필요가 있기 때문에 아스팔트 제조공정에서 만들어졌다.

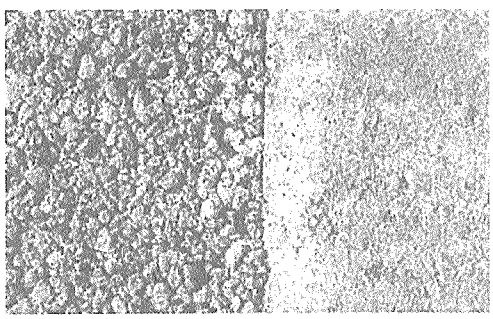
이후, 이 기술을 도로 포장분야에서 다각적으로 채용함과 함께 전자 환경하의 건물에의 적용 등 주변 영역의 새로운 시장이 전개될 예정이다.

〔자료제공:한국과학기술정보연구원 해외과학기술동향〕

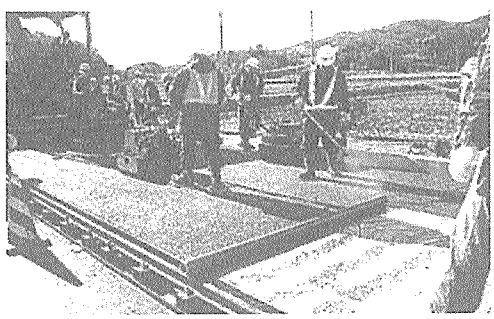
조기개방을 목표로 시험포장

2000년 12월 12일, 日本 千葉縣 流山市의 주요 지방도로에 조강시멘트와 수지계 혼합물

배합수와 폴리머는 현장에서 혼입



기포콘크리트 포장(左)과 기설 As포장(右)



소형 고무로울러에 의한 표면조정

을 결합재로 한 기포콘크리트 포장의 시험시공이 실시되었다. (폭:3.65m, 연장:50m)

현장은 편도 2차선, 대형차의 통행률이 높은 C교통으로 장기의 교통규제가 불가능하므로, 판두께 10㎝에 상기재료로 시험포장하였다. 현재 도로를 20㎝두께로 깍아 내어, 10㎝ 두께의 아스팔트로 처리하고, 그 위에 양호한 부착을 위하여 콘크리트와 동일한 혼합물을 바르고, 다시 그 위에 13㎜ Top 기포콘크리트(목표공극율 20%)를 싱글 댐퍼의 As마감으로 포설하였다. 포설 직후에 양생제를 살포하여 익일까지 양생막으로 덮어둔 후, 커터로 4m간격의 줄눈을 두었다.

시멘트협회 포장기술전문위원회가 12월 19일에 실시한 시험에서는 기포콘크리트의 장점인 배수성능 및 주행소음 저감효과도 양호한 결과를 보이고 있는 것 같다. 교통개방은 당일 16시 15분.

宮城縣 名取市 高館의 주요 지방도로에서도 보통시멘트와 무기계 혼화재를 결합재로 한 기포콘크리트 포장의 시험시공이 실시되었다.(폭:4m, 연장:100m, 판두께:20㎝×2(13㎜ Top 및 5㎜ Top의 2종) 마감은 판두께가 두껍기 때문에 더블 댐퍼로 된 것을 사용하였다.

이곳에서는 배수성능 소음저감효과는 물론이고, 기포콘크리트 포장의 적설 한냉지에서의 적용성을 검토하는 것이 목적으로 배수성 아스팔트 포장(Gmax:20㎜ 및 13㎜)를 연속적으로 시공하여 비교한다고 한다.

화학물질을 억제하여 단기간에 문화재를 전시

日本의 ㈜竹中工務店은 미술관 등에서 문제가 되는 콘크리트 등의 각종 건자재에서 기인하는 암모니아, 포름알데히드, 초산 등 화학물질의 발생을 억제하여 준공 후, 단기간에 국보 등의 전시를 가능하게 하는 기술을 茨城縣 水戶市의 彰考館 德川박물관의 건설공사에 전개하였다.

지금까지 미술관이나 박물관 등 보존 전시를 목적으로 한 건축물에는 귀중한 문화재 등을 변색, 열화로부터 보호하기 위하여 최적이 공기환경으로 유지할 필요가 있어, 문화재 보호법에서도 국보를 전시하는 시설에서는 상당히 엄격한 기준이 적용되고 있다. 특히 건축의 경

우, 콘크리트에서 발생하는 암모니아 농도를 저감시키기 위하여 구체 완성 후, 전시까지 약 1~2년간의 말리기 기간을 둘 필요가 있었다.

이러한 배경으로부터, 동사에서는 동경국립문화재연구소와 설계 시공측면에서 면밀히 검토하여, 구체 콘크리트 시공시에 사용될 재료는 전국의 전시시설에서 사용된 시멘트, 골재를 모아서 엄밀히 사전선정하고, 구체완성 후에는 건조기로 콘크리트를 건조시키는 등의 방법으로 구체 완성시, 콘크리트에서의 암모니아 발생농도를 20ppb이하로 저감, 말리기 기간을 4개월로 단축시켰다.

이 외에도, ① 두께 30㎝ 정도의 벽을 이중으로 건축하여 외기온 습도의 변화를 받기 어려운 구조로 한다. ② 전시 케이스는 포름알데히드 등이 발생하지 않는 재료를 엄선하여 포장한 후 반입, ③ 전시 케이스 재료에서 발생하는 초산을 제거하기 위하여 반도체 공장의 클린룸에서 사용하는 공조시스템을 채용하는 등의 대책이 강구되고 있다.

德川박물관은 RC · S조 2층 건물로, 연면적은 신축 · 개수부분 합계1,545㎡이다.

三宅島의 화산재를 콘크리트 재료로

日本의 東京都는 화산활동이 계속되는 三宅島에서 문제가 되고 있는 화산재 대책으로서 화산재를 콘크리트용 골재의 대체재로서 사용가능하다는 것을 실험으로 확인하고, 앞으로 더 많은 실험을 진행하면서 섬내에서 활발하게 이루어지는 재해복구공사에 적극적으로 활용하기로 하였다.

실험은 東京都 토목기술연구소(소장 · 宮崎藤夫)가 진행해 왔던 것으로 콘크리트의 원료가 되는 모래에 대해 화산재 혼입율을 0~50%와 100%의 단계로 나누어 시공성, 압축, 휨강도의 확인을 실시하였다. 그 결과, 화산재량의 증가에 비례해서 모르타르의 유동성 저하가 나타났고, 이 때문에 고성능 감수제를 첨가한 결과, 잔골재의 반정도를 화산재로 치환해도 통상의 모르타르와 손색이 없는 압축, 휨강도를 나타냈다.

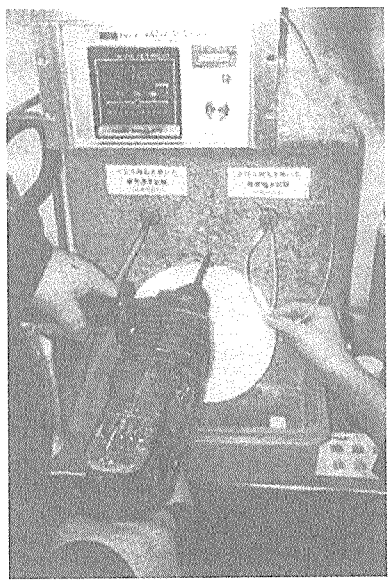
실험에서는 화산재(50%혼입)+모래의 총량 1040g에서 고성능 감수제 6.2g을 첨가한 경우, 압축강도는 통상의 모르타르의 압축강도 32.4N/㎟에 대해 42.4N/㎟, 휨강도는 5.75N/㎟에 대해 6.84N/㎟이라고 하는 데이터가 얻어졌고, 내구성에 관해서도 철근부식, 건조수축시험을 실시하였지만, 특히 문제가 되는 것은 없었다.

三宅島는 시작으로 하는 도서지역에서는 콘크리트 원료가 되는 시멘트나 골재는 본토로부터 배로 운반한 것이 일반적이었다. 東京都에서는 앞으로 더욱 시공성을 시작으로 화산재 중에 함유된 유황분이 콘크리트나 모르타르에 미치는 영향에 관해서 시험을 진행함과 동시에 , 消波블록이나 泥流防止用 제방 등의 콘크리트 구조물을 제작하고, 화산재 처리와 복구자재운송 비용 경감의 일석이조의 대책으로서 실시해 간다.

微破壞 試驗方法을 개발

幕張으로부터 세계로 · 21세기의 신기술을 주제로 「산업 Messe 2000 in MAKUHARI」가 11월 24일~26일에 日本의 千葉市의 幕張Messe에서 개최되었다.

105의 전시 부스에서는 각분야 · 기업의 신제품, 신기술 등 외에 현내의 이공계 대학이나 공설시험연구기관 등의 연구성과가 소개되었



다. 그 가운데서도 일본대학생 산공학부 건축공학과 · 湯淺研究室은 「구조체 콘크리트의 열화진단방법의 제안」을 주제로 하여 전시를 수행하였다.

콘크리트의 내구성 문제가 再燃되는 가운데서 구조물의 건전성 평가의 필요성이 요구되어, 그 시험은 간편성이나 비파괴성이 요구되고 있다. 湯淺研究室이 개발한 방법은 더욱 낮은 비용을 추구한 것이다.

깊이 10㎜의 드릴削孔을 사용한 시험에서는 ① 드릴削孔粉을 사용한 중성화시험 · 염화물이온 시험(사진), ② 削孔穴에 注射針을 꽂아서 실시한 투기성 · 흡수성 시험방법이 가능. 깊이 50㎜이하의 소경 콘크리트 코아를 채취해서, ③ 압축강도시험 · 단위수량시험을, 거칠게 분쇄한 코아를 사용해서 ④ 단위시멘트량시험을 소개. 이 외에 콘크리트 표면에 손상을 가해 실시하는 ⑤ 표면강도추정시험이나, ⑥ 매립 세라믹 센서에 따른 함수율 측정방법도 소개되었다.

이것들은 조그만 드릴삭공 등에 의해 구조물의 건전성 평가를 간단하게 진단할 수 있는 「미파괴시험방법」이라고 할 수 있는 것으로, 조속한 실용화가 기대된다.

초저점성 PC 그라우트

오리엔탈 건설(주)와 태평양 시멘트(주)는 공동으로 고강도, 고분리저항성, 고충전성을 갖는 고성능PC(프리스트레스트 콘크리트용) 그라우트를 개발하였다. 이것은 선비빔된 재료에 첨가하는 물의 양을 변화시키는 것으로, 강재의 배치형상, 강재간의 공극율, 기온 등 각각의 현장 상황에 맞추어서 최적의 점성을 갖는 PC 그라우트를 용이하게 제조하는 것이 가능하게 되었다.

저열 포틀랜드 시멘트, 석회계 팽창재, 고성능 감수제, 초미립자 무기혼화재가 조성재료이지만, 이러한 혼화재의 작용에 따라, 물분체비를 억제함에 의해서 프리스트레스트 콘크리트 건설협회의 「PC 그라우트와 PC 강재 시공매뉴얼」에서 규정하고 있는 규준을 상회하는 제품의 제조가 가능하게 되었다. 이 그라우트재는 극간이 작은 横締鋼材나 鉛直鋼材의 그라우트 작업에 최적이고, 또한, 난수용성이기 때문에, 덕트내에 모여있는 물을 압출하여 보다 정도가 높은 그라우트 충전이 가능하다고 한다.

양사는 앞으로 PC강재를 콘크리트의 내측에 배치한 내케이블의 구조에의 적용도 홍보할 예정이라고 한다.

고변형능력의 섬유보강 모르타르를 개발

日本의 鹿島㈜는 금속에 필적하는 인장변

형성능을 갖는 섬유보강 모르타르「고인성 FRC」를 개발하였다.

이 모르타르는 통상의 모르타르재료에「폴리비닐알콜스파 섬유」라고 일컫는 길이 10~20㎜의 화학섬유를 가한 것으로 보다 높은 변형능력을 발휘한다. 인장력을 받을 때 모르타르재료 중에 배치된 섬유가 내부의 하중을 부담하고 균열의 개구폭이 확장되기 전에 재료 중에 새롭게 미세한 균열을 발생시키는 것으로 대변형시 균열을 0.1㎜이하의 미소한 수준으로 억제할 수 있다.

모르타르의 인장강도는 최대로 약 6N/㎟, 휨강도는 최대로 약 25N/㎟이며, 최초로 생긴 균열이 확대되어 파괴로 이르는 통상의 모르타르에 비해 종국변형은 200배로 된다고 한다. 同社에서는 내진벽 등의 내진부재, 교량 및 터널 등의 구조체에의 적용을 기대하고 있고 물만 가하는 제품으로 되는 Pre-mix 재료로서의 판매도 검토 중에 있다.

속경성 콘크리트포장이 각광을 받는다.

매일 수백만 대의 통행차량에 견디는 황금지대의 고속도로는 노령화되어 버리고 바야흐로 황금지대란 거의 먼 모습으로 되고 있다. 워싱턴DC의 교통조사위원회에 따르면 全美 3만 마일에 보급된 국도 및 고속도로가 수명을 맞이하고 있다.

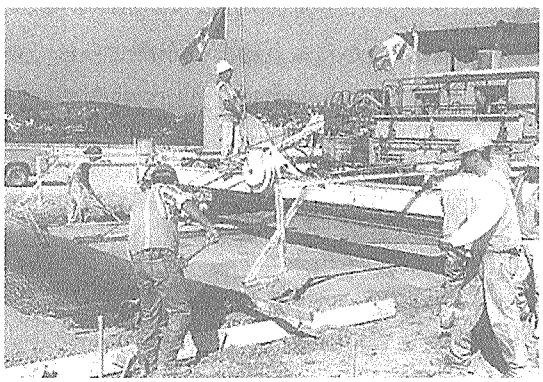
캘리포니아주 교통위원회는 7년 동안에 6억톤의 예산조치를 취하고 그 보수에 나섰다. 同州 로스엔젤레스에서도 1800마일의 도로가 보수기를 맞이하고 있기 때문에 연간 400만 달러를 투입하여 로스엔젤레스와 샌프란시스코간의 고속도로에 대해서 내구성 포장의 연구에 몰두하고 있다.

캘리포니아주립대학 버클리를 중심으로 한 내구성포장연구팀을 만들어 ① 슬래브의 두께, ② 이음의 구조, ③ 속경성 시멘트, ④ 콘크리트용 혼화제 등의 연구개발을 행하였다. 그 성과를 처음으로 채용한 것이 1994년에 캘리포니아주 교통국이 실시한 국도 10호선의 보수공사(로스엔젤레스 대지진으로 피해를 입은 개소를 재건한 지역)이다. 시공은 중량 70t, 길이 75ft(약 23m)의 HVS차량(Heavy Vehicle Simulator, 남아프리카제로 1대 200만 달러)에 의해서 콘크리트를 신속하게 다짐하였기 때문에 도로의 조기개장이 가능하였다.

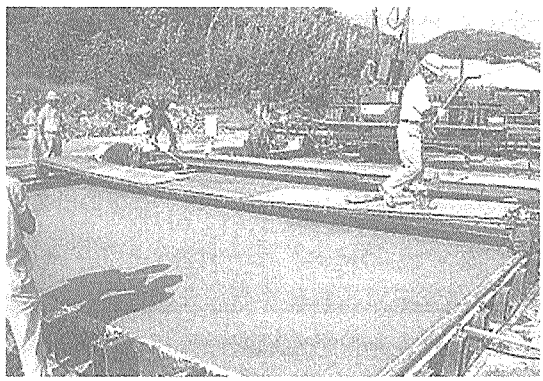
그 후, 로스엔젤레스시~포모나간에서 행해진 시험시공을 소개하면 다음과 같다.

① 목적 : 포장도로의 조기개방과 수 십 년간의 내구성 확보
② 공사작업자 : 평균 약 50명의 2교대
③ 운반차량 : 덤프트럭 24대, 레미콘트럭 12대
④ 시공실적 : 2마일(3.2㎞), 타설콘크리트량 3500입방야드(2700㎥)
⑤ 콘크리트 타설기간 : 1999년 19월 22일 저녁~25일 오전 중
⑥ 청부업자 : Morrison Knudsen Inc.

캘리포니아주 교통부의 도로보수계획에 따르면, 콘크리트포장재료는 속경성 시멘트와 경질인 골재를 사용하는 것에 의해서 경이적인 내구성이 얻어졌다. 속경성 시멘트에는 급결재가 포함되고 있기 때문에 교통해방까지의 기간이 수일에서 수 시간으로 단축되고 그 후 30년 이상의 내구성이 확보될 것이다. 속경성 시멘트를 사용한 레미콘의 코스트는 1㎥당 400달러에 통상 레미콘의 약 3배로 되지만, 공기의 대폭단축과 내구성의 향상이 높은 코스트를 상쇄한다. 이 콘크리트의 과제로서는 콘크리트 타설 직후부터 경화하기 시작하기



속경성 콘크리트에 의한 포장 보수(캘리포니아)



실험장에서의 시험포장

때문에 포장전면에 균열이 확대되기 쉽기 때문에 시공에 충분한 주의하지 않으면 조기열화로 이어진다.

한편, 이 현장은 주간 교통량이 가장 많기 때문에, 보수공사는 야간과 주말에 한정하였다. 또한, 공기엄수가 필수조건이기 때문에, 공사의 청부조건으로서 도로개방지연위약금(지연 10분마다 1만 달러)이 공사비에서 감하는 것으로 하였다. 지금까지의 경우, 공사의 지연은 없고 예정한 2000년 봄에는 완성할 예정이지만 공사가 예정보다 빠르게 되고 있기 때문에 공로금(50만 달러)이 청부업자에 지원될 것이다.

캘리포니아주에 있어서 同種의 시공예정은 州道 5호선, 國道 60호선, 州道 710호선 등이 있다. 이런 일련의 연구와 시험시공은 30년 이상의 내구성과 시공의 Speed up을 확보하기 위한 새로운 Tool을 얻는 것이고 이것에 따라서 콘크리트포장의 수명은 현재보다도 2~3배 연장될 것이다.

공항 콘크리트포장에 고휨강도 콘크리트

휨에 약한 콘크리트의 결점을 극복하기 위한 공동연구가 日本의 運輸省을 중심으로 시멘트협회 콘크리트전문위원회와 신동경국제공항공단 등이 진행되고 있다.

공항 광장부에 지금까지 사용해온 무근콘크리트의 포장판을 대상으로 높은 휨강도 콘크리트를 사용해서 포장의 경감화를 도모하고 포장설계 · 시공의 합리화를 탐구하는 것이 연구의 주목적이다.

지금까지의 연구에서는 현행의 포장판 두께 42㎝를 34㎝까지 경감하는 것이 가능하게 되었고 또한, 歐美에서 많이 이용되고 있는 피막양생제를 사용한 양생방법 및 시공폭의 확대로 한 합리화 연구에 따라서 공항콘크리트포장의 건설비 · 공사비 감축으로 이어지고 있다.

개발된 높은 휨강도 콘크리트의 특징은 물시멘트비가 작음에도 불구하고 적절한 고성능 AE감수제와 응결지연제를 조합시킨 것으로 점성 및 슬럼프의 경시변화가 작게 된다. 이것에 의한 시공은 종래의 기계로 용이하게 행할 수 있다. 배합의 일례로서 물시멘트비 30%, 슬럼프 8㎝, 공기량 4.5% 정도이다.

2000년 10월 12일~13일에는 神奈川縣 橫須賀市에 있는 항만기술연구소 실험장에서 시험포장공사가 행해져 ① 설계휨강도 5MPa이상을 갖는 고휨강도 콘크리트의 적용성, ② 피막양생제에 의한 초기 · 후기 일관양생방법의

적용성, ③ 8.5m폭 콘크리트포장의 시공성에 대하여 검증이 되어 향후의 실용화를 위한 연구개발에 귀중한 데이터로 제공될 것이다.

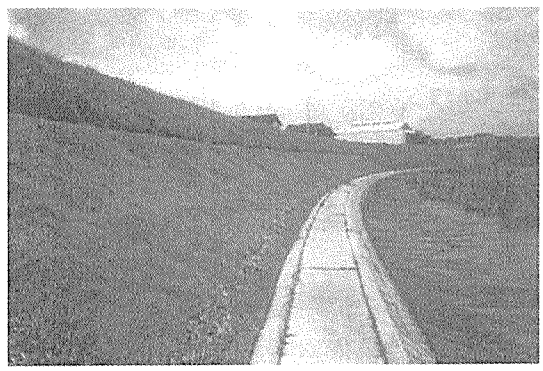
석탄회를 이용한 식재 가능한 콘크리트

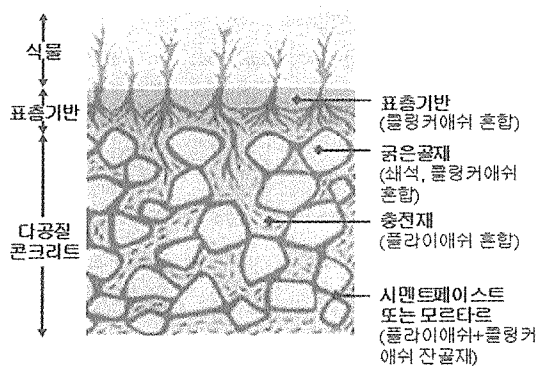
日本의 ㈜竹中工務店과 竹中土木, 日本化學工業, 日本植生, 電發環境綠化센터의 6개사로 구성되는 녹화콘크리트 그룹에서는 발전소에서 발생하는 석탄회를 이용한 「녹화콘크리트」를 개발하였다.

동 그룹이 1993년에 개발한 녹화콘크리트는 콘크리트와 동등한 강도 내구성을 갖는 동시에 토양과 마찬가지로 식재하는 것이 가능하며, 현재까지 전국의 하천 및 호수의 호안공사, 조성법면, 주차장, 차로 등 36건 약 12,000㎥에 적용되고 있다.

이번에 개발된 콘크리트는, 기존의 녹화콘크리트의 굵은골재 시멘트페이스트 충전재 및 표층기반재의 원료로서 사용되어 온 석탄화력발전소에서 발생하는 석탄회를 이용하고 있으며, 잔디 화초뿐만 아니라 중간정도의 나무도 식재할 수 있다.

「녹화콘크리트」는 굵은골재를 저알칼리성 고강도의 시멘트페이스트에 굳힌 공극율 25~30%, 두께 15~30㎝, 압축강도 10~15N/㎟의 「기포콘크리트(연속공극경화체)」로 높은 保水性 保肥性 耐浸蝕性을 갖는 유기질 재료와 비료 종자 등을 비빔하여 두께 2~5㎝로 뿌린 「표층기반」의 2층으로 구성되어 있다. 기포콘크리트의 공극에는 보수성, 비료효과, 알칼리분의 중화에 유리한 유기질 재료를 주성분으로 하는 충전재 「Green Fill」을 충전한다. 기포콘크리트의 공극에 뿌리를 내린 초목류의 식물은 이 충전재로부터 영양분을 흡수해서

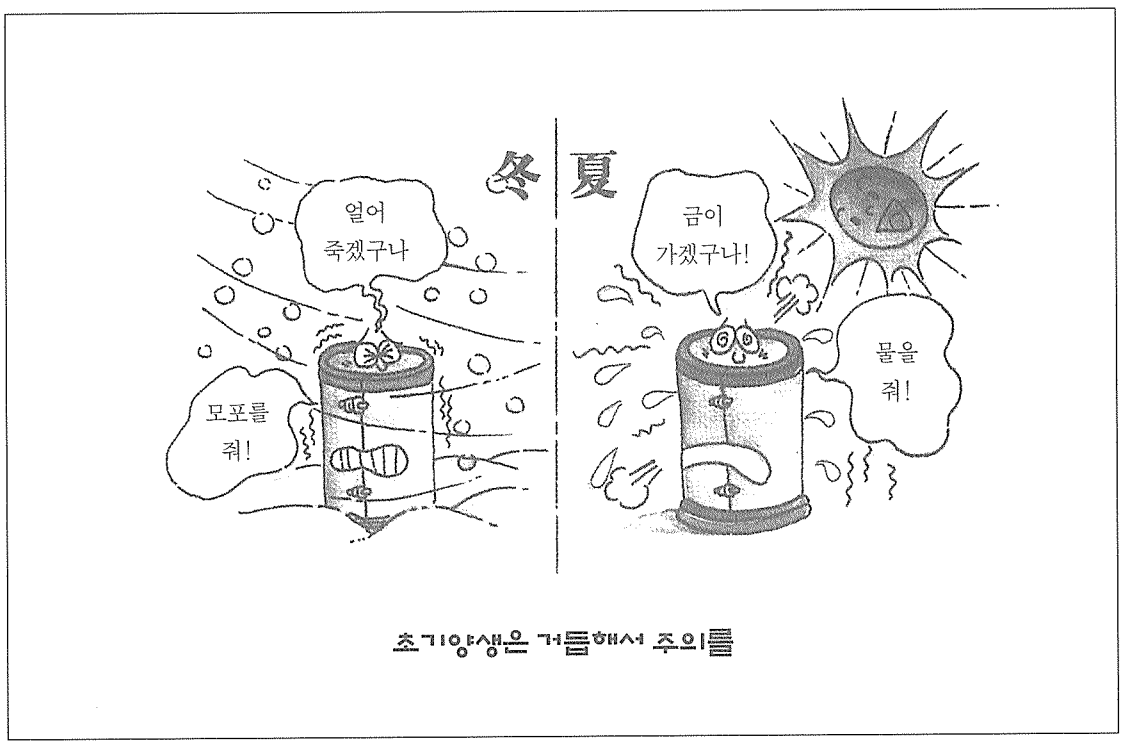




생육할 수 있다.

석탄화력발전소에서 발생하는 석탄회는 1998년에 발생한 약 680만톤 중, 약 75%가 재이용되고 있지만, 나머지 25%는 매립처분되고 있는 것으로, 녹화콘크리트에서는 기포콘크리트 · 충전재 · 표층기반에 석탄회를 이용하고 있다. 석탄의 연소로에서 배기가스 중에 포함되는 입자가 작은 「플라이애쉬」는 시멘트에 혼합하고, 연소로의 아래부분에서 배출되는 입자가 큰 「클링커애쉬」에 대해서는 굵은골재로서 이용하여 기포콘크리트를 제조한다. 이에 의해 시멘트의 40%, 굵은골재의 10%에 석탄회를 채용할 수 있다. 또한, 충전재에도 플라이애쉬를 혼합하고 있으며, 표층기반에 대해서도 석탄회를 이용하고 있다.

녹화콘크리트의 시공은 먼저 기포콘크리트를 타설한 후, 기포콘크리트의 공극에 크린 필

을 충전하고, 표층기반에 뿜칠을 함으로서 녹화를 실시한다. 하천 및 호수의 호안공사 및 조성법면 구축에 녹화콘크리트를 적용한 경우에는 유수 및 우수에 침식되기 어려운 녹화기반을 형성할 수 있다. 현장에서 타설가능하므로, 시공면의 상태에 따른 시공방법을 선택하는 것이 가능한 외에, 공장에서의 프리캐스트화에도 대응가능하므로 공기단축에 대해서도 실현하고 있다.

콘크리트가 노출되는 호안 등은 자연보호 및 친수성 등의 점에서 경시되는 경향이지만, 동 그룹에서는 자연환경 경관의 보전을 목적으로서 녹화콘크리트의 보급에 노력하고 있다.