

## 레미콘 技術動向

### 日本の 시멘트업계, 환경 문제에 적극 대응

日本の 시멘트업계가 환경문제에 적극적인 대응을 위해 시멘트협회를 중심으로 새로운 「건설부산물 이용촉진 전문위원회」를 설치하고 콘크리트폐재, 잔토의 재이용, 처리의 조사·기술개발 업무를 수행하게 된다.

또 타이어업계의 요청에 따라 폐타이어를 시멘트 소성용 원료로 활용하는 방안도 더욱 확대할 예정이다. 시멘트업계는 지구온난화의 원인의 하나인 이산화탄소의 배출량이 큰 산업일뿐만 아니라, 한편으로는 석탄재, 슬라그 등의 산업폐기물의 원료를 재이용하는 역할도 하고 있다. CO<sub>2</sub>의 억제를 위해서는 에너지 절약형 밀의 도입을 촉진하고, 나아가 산업폐기물을 시멘트의 원료나 제조공정에 필요한 에너지원으로 활용하겠다는 적극적인 의지 표명을 하고 있는 것이다.

10여개사의 기술자들로 정식 발족되어 활동에 들어간 당 위원회는, 당면의 테마로 콘크리트폐재에서 나오는 골재를 재활용하는 방법을 외부의 기관들과 공동 기술개발을 통하여, 적극적인 활용방안을 모색하게 된다. 또 터널이나 지하철, 대규모 건축공사장 등에서 나오는 잔토를 고화시켜 다시 기초지반이나 철도선로의 노반등에 재활용할 수 있도록 할 예정이다.

폐타이어에 대해서는 91년 12월 일본 자동차타이어협회로 부터 시멘트업계에 폐타이어의 활용확대를 요청하면서 타이어업계는 폐타이어 연소기술을 무상으로 제공하며 향후 폐

타이어의 안정적인 공급을 책임지겠다고 표명하였다. 금후 시멘트 각사는 타이어 메이커와 정식 계약을 체결하여 타이어를 원료로 사용하는 방안을 확대할 예정이다.

콘크리트폐재의 발생량은 일본의 수도권에 서만도 89년 기준으로 약 750만 톤에 이르러 전체 건설부산물의 27%를 달하고 있는데, 95년경에는 1,013만톤에 이를 것으로 추정되어 전체 건설부산물에서 29%를 차지하면서 제일 많은 건설부산물일 것이다. 또 2,000년에는 1천 200만톤(30%, 1위)으로 계속 증가되어 심각한 매립지 문제를 야기시킬 것으로 보고 있다.

현재 콘크리트 폐재는 도로 포장용 골재로 주로 사용되고 나머지는 폐기처분되고 있다. 시멘트업계에서는 91년 10월부터 리사이클법이 시행되면서 재이용이 의무화됨과 동시에 콘크리트용 천연골재가 자원·환경문제와 연계되어 공급에 많은 제약이 따를 것으로 보고, 시멘트 수요를 안정적으로 확보하는 측면에서도 콘크리트 폐재의 골재를 적극적으로 재활용할 수 있도록 나서야 된다는 관점이다.

또 폐타이어는 90년도에 8,900만본, 80만톤이 발생하였는데, 이 중에서 시멘트업계가 약 14%를 원료로 사용하였다.

<日刊工業新聞(日), 1992. 1. 24>

### 플라스틱 형틀

日本 鹿島建設은 열대재 합판을 사용하지

않고, 경량이면서 리사이클이 가능하고 건설 폐재도 발생시키지 않는 「플라스틱형틀」을 개발하여 실용화에 성공하였다.

금번 개발한 플라스틱형틀은 나무합판에 비교하여 훨씬 여러번을 사용할 수 있고, 합판형틀에 비하여 무게가 1/4정도로 경량이어서 경량작업화가 가능하다. 또 폴리프로필렌을 원료로 하기 때문에 압축성형으로 생산할 수 있으며 고품질, 고강도의 확보와 대형판의 제조, 굴곡 가공이나 절단등도 용이하다. 그리고 사용하고 남은 형틀이나 수명이 다 된 형틀은 다시 파쇄하여 리사이클함으로써 플라스틱형틀의 원료로 재사용할 수 있는 특징이 있다.

당사는 플라스틱형틀의 부가가치의 향상과 리사이클 체제를 추진하여 각 현장에서 적극적으로 사용할 수 있도록 할 예정이다. 최근에 건설폐기물의 증가와 더불어 열대재의 합판형틀의 사용을 가급적 억제하여 지구환경을 보호해야 한다는 시각이다.

鹿島는 89년 11월부터 「지구환경위원회」를 설치하여 그 연구의 일환으로 열대재를 사용하지 않는 공법의 개발에 박차를 가하는 한편 合理化·省力化工法도 적극 도입하기 위한 연구를 계속해왔다. 그래서 당사는 프리패브리케이션, 알루미늄제 형틀, 침엽수를 사용한 형틀 등의 실용화를 추진하고 있다.

플라스틱형틀은 폴리프로필렌수지를 단불상 단면에 압축성형한 것으로, 폭 2m, 최대길이 10m까지의 대형화된 판이다. 사용방법은 통상의 열대재를 사용한 형틀과 같은 정도의 두께인 12mm~15mm정도를 생산하게 되며, 절단이나 못질등도 자유롭게 될 수 있다는 것, 그리고 기둥이나 보등의 형틀용으로 굴절가공도 가능하고 사용회수도 합판형틀과 거의 같다.

사용하고 남은 부재는 회수하여 공장에서 파쇄·선별·펠렛화하게 되거나, 아예 현장에서 파쇄기로 분쇄하여 컨테이너백으로 회수한 후 공장에서 선별, 펠렛화하여 제조메이커에 공급한다는 방침이다. 이렇게함으로써 100%

재활용이 가능하게 되는 것이다.

본 플라스틱 형틀의 특징은 다음과 같다.

- ① 합판형틀에 비해 약 1/4의 무게로 경량이다.
- ② 압축성형에 의해 대형화 부재 제작이 가능하다.
- ③ 기둥, 보등의 굴절부위에 사용할 때도 가공성이 좋다.
- ④ 100% 리사이클이 가능하다.

(建築의 技術 施工, No. 322, 1992)

---

---

## 왕겨재를 이용한 RCC 공사

---

---

진동다짐콘크리트에 의한 댐공사와 도로포장 공법들이 최근 크게 인기를 끌고 있다. 그리고 이러한 RCD, RCCP공법에 화산재, 석탄재, 조개껍질류 등의 포졸란 물질을 활용하는 방안이 다각적으로 검토되고 있기도 하다.

특히 최근에 환경문제로 인한 플라이애쉬, 왕겨재, 목재재 등을 활용하여 시멘트의 양을 줄이면서도 훌륭한 콘크리트 진동다짐 구조물을 만들 수 있다는 연구결과가 발표되어 주목되고 있다.

태국의 솜자이교수 등은 왕겨재를 유효 이용하여 RCC공법에 활용할 수 있는 방법을 검토하였다. 실험과 연구 검토결과에 따르면 왕겨재를 최고 50%까지 시멘트 재료에 치환할 수 있고, 치환율이 높을수록 압축강도는 감소하지만 최적물의 중량과 혼합비를 선정하여 강도감소를 최대한 줄일 수 있다는 것이다. 시멘트에 대해 50%까지 치환했을 때, 최대강도가 45MPa까지 달성할 수 있어, 실제로 댐공사나 도로포장공사에 적용하는데 전혀 하자가 없다는 것이다.

콘크리트공사에서 시멘트 원료가 차지하는

코스트가 제일 높기 때문에 가능한한 시멘트 원료 대신에 왕겨재등의 값싼 부산물을 활용한다면 공사비를 크게 줄일 수 있게 된다.

실제로 댐공사의 예로 미국 뉴저지주의 Monksville댐에 댐 형태별 공사비를 추정한 자료를 보면

- ① RCC댐 - 1,810만 \$
- ② 흙댐 - 2,030만 \$
- ③ 콘크리트 페이스트 흙필댐 - 2,560만 \$
- ④ 콘크리트 중력댐 - 3,360만 \$

이 가장 경제적이다. 이처럼 경제적인 RCC댐에서 시멘트 원료를 50%만 왕겨재로 치환하면 공사비는 현격히 줄어들게 된다.

아직 실제적인 적용사례는 없지만 실험실에서는 충분히 그 가능성을 입증하였고, 실제 가능성도 높은 것으로 진단되고 있다. 또 이와 더불어 목재나 폐지류에서 나온 재도 콘크리트에는 어느 정도 좋은 재료로 사용될 수 있을 것이다.

(Concr. Int., Apr., 1992)

---

## 재자원 활용을 통한 고부가가치가 창출되는 하이테크 제품(건설관련)

---

환경·공해방지산업과 더불어 자원, 쓰레기, 산업폐기물의 재활용화사업은 각 기업의 초미의 관심사가 되고 있다.

일본등지에서 폐기물을 리사이클하여 고부가가치를 만들어낸 제품 중에서 건설분야와 관련된 제품 몇가지를 소개한다.

### (1) 지반강화등의 토목자재

화력발전소에서 배출된 석탄재를 리사이클하여 석탄재고화 지반성형공법(SAM)이나 기초지반을 개량하는 애쉬기둥공법등이 개발되고 있다. 석탄재중의 플라이애쉬는 콘크리트

의 원료로 시멘트에 50%까지 대체할 수 있는 기술도 개발되고 있다.

### (2) 인공대리석 건재

유리병이나 불포화폴리에스테르 수지 파쇄물을 이용하여 인공대리석을 만들면 입체감과 뛰어난 색조를 연출하게 된다. 여기에는 글라스와 불포화폴리에스테르 수지의 접착기술, 혼합 및 연마기술 등이 구사되어 고품질이면서 자연대리석에 유사한 인공의 대리석을 만들게 된다.

### (3) 도로포장용 벽돌

하수오니의 잉여오니를 소각하여 프레스기계로 1ton/1cm<sup>2</sup>의 압력에 의해 소각재를 1,050°C로 소성하여 인터록킹블록을 제조하여 도심지의 보도판이나 경계석에 이용한다. 금후 코스트다운, 품질향상이 과제이다.

### (4) 건축 인테리어용 타일

글라스 폐기물을 이용하여 변화가 풍부하고 색채감이 다양하며 바닥재, 벽재, 디테일재등의 건재나 인테리어 재료로 만들어 고부가가치의 제품으로 재생하려는 시도가 되고 있다.

### (5) 가정용 쓰레기 소각재

일반 가정에서 배출되는 쓰레기를 소각하여 이때 나오는 재를 이용하여 콘크리트 평판블록에 사용되고 있다. 매립에 필요한 운반비용, 매립장 처분비 등을 감안하면 평판블록에 재생시키는 방법이 훨씬 경제적이라고 한다.

### (6) 인공경량 모래

FRP폐재를 잘게 연마·분쇄시키면 강도도 뛰어나고 경량인 고급 인공경량모래가 만들어진다. 향후 폐기되는 FRP폐재의 양이 엄청나게 증가될 것으로 예상되는 가운데, 미장모르타르용 등의 경량모래로 이용하는 방안이 집중적으로 모색되고 있다.

또 FRP로 부터 만들어진 모래는 다양한 형

태의 인조대리석이나 고급 건축자재로 활용하는 방법도 다각도로 연구되고 있다.

#### (7) 종이폐재를 이용한 인공목재

이 기술은 종이를 태우지 않고 미분쇄한후 합성수지바인더와 혼합시켜 프레스로 성형하는 방법이다. 현재 실험실에서 제작된 가격은 목재와 거의 동등한 수준으로 나와있다.

이러한 방법은 종이를 소각하지 않기 때문에 소각때 발생하는 공기오염의 영향도 없고, 종이의 처분을 위한 2차적인 비용도 생략할 수 있다.

이렇게 만든 인공목재는 목재의 2배에 달하는 압축강도와 병충해에 의한 목재의 손상과 수분의 영향에 대해서도 뛰어나므로 수중공간, 지하공사 등에 다용도로 사용될 수 있으며 난연성도 가능하다는 것이다.

#### (8) 콘크리트폐재 활용

앞으로 2,000년경에는 건설폐기물 중에서 콘크리트폐재가 그 양으로 제1의 건설폐기물이 될 것으로 예측된다. 그러나 콘크리트폐재는 양도 많이 배출되지만 적극적인 활용방안이 별로 나오지 못하고 있는 실정이다. 가장 좋은 방법은 가능한한 콘크리트용 골재로 재활용하는 것인데 이것은 지금 시험플랜트를 가동중으로 그 효과가 뛰어나 자연산 골재와 거의 같다고 보고되고 있다. 그리고 또하나 특이한 것은 모래까지도 100% 재활용 가능하다는 연구결과도 나오고 있다.

그러나 현재 실용화되고 있는 것은 도로노반재에 이용되는 경우가 가장 많다.

(주간 다이아몬드(日), 1991. 6, 트리거(日), 1991, 일간공업신문(日), 1992. 8. 6 등)

## 다이아몬드 와이어톱에 의한 콘크리트 구조물의 절단과 해체

콘크리트 구조물을 해체할 때 종래에는 브레이크나 유압파쇄기 등을 사용하였다. 이러한 기계식 방법은 소음, 진동, 분진 등에 의한 환경적 피해뿐만 아니라 부분적인 해체나 구조물의 절단시에는 구조물 자체에 진동으로 인한 2차적 균열이 발생하는 경우가 많다. 이러한 문제점의 해결에 다이아몬드 와이어톱은 효과적인 방법이 될 것이다.

이 공법은 다이아몬드를 코팅한 와이어톱을 절단할 대상구조물에 감아 그 양단에 구동기를 설치하여 회전시키는 방법으로 철근콘크리트 구조물도 쉽고 빠르게 절단할 수 있다. 이때 절단부위에는 냉각수가 주입되어 분진이 날리지 않게하고 절단소음도 없앤다. 최근 일본에서는 이 공법을 이용하여 시험시공을 한 바있고 선진각국에서의 연구가 활발히 진행되고 있다.

이 공법의 특징은 소음, 진동이 적을 뿐만 아니라 절단할 구조물의 크기나 형상에 관계없이 사용할 수 있다. 또 기계장치를 직접 설치할 수 없는 좁은 장소나 높은 위치, 수중공사등에서도 원격조작에 의해 안전하게 작업할 수 있다. 이 공법에 특히 유리한 공사는 다음과 같은 경우를 들 수 있다.

- ① 공해규제가 엄격한 시가지의 철근콘크리트 구조물의 해체·개수공사
- ② 소음·진동의 영향을 줄여야하는 병원, 학교등의 개축·개수공사
- ③ 교각, 케이슨 절단등의 수중공사
- ④ 원자력발전소 등의 두께가 큰 구조체나 대형구조물의 해체·개수작업

---

---

## 일본의 건축비, 미국의 2~3배

---

---

일본에서 같은 조건의 건축물을 지을 때 미국에 비해서 2~3배의 공사비가 드는 것으로 조사되었다. 일본 건설성에서 조사한 자료에 따르면 일본에서의 건축공사비는 지진과 지반 조건의 기준이 엄격하고, 구조체외에 설비에 관한 규격과 수량이 많아서 건축비의 상승요인이 되고 있다고 지적하였다.

그리고 건축물의 마무리공사, 설비의 기능, 품질면에서도 영국이나 미국보다 높게 규제되고 있기 때문이라는 것.

한편 영국과의 비교에서는 거의 비슷한 수준으로 나왔다고 한다..

---

---

## 중국의 RCC댐 현황

---

---

지금까지 전세계적으로 80개 정도의 RCC 댐이 완성되었거나 건설중에 있는데, 현재 약 30개 정도가 설계중에 있다.

이 중에서 중국에서는 8개가 완성되었고, 6개가 건설중에 있으며, 9개가 설계중에 있다. 높이 75m의 아치댐도 RCC공법으로 건설되고 있기도 하다. 이 처럼 중국에서 RCC댐에 대한 관심이 높은 이유는 공사비가 저렴하고 필요한 재료를 현지에서 쉽게 조달할 수 있기 때문이다.

RCC댐의 기술적인 특징은 다음과 같다.

① 시멘트량이 비교적 많은 콘크리트공학류와 시멘트량이 극히 적은 토질 공학류로 대별된다.

② 시멘트외의 석탄재, 석분, 고로슬라그 등이 대량으로 사용되는 경향이다.

③ 상류면을 프리캐스트 콘크리트판이나 합성수지 시트로 피복하는 공법이 많이 이용되고 있는 추세이다.

중국의 총발전설비용량은 1억 3,000만kw로 석탄화력 70%, 수력 30%로 구성되어 있다. 그러나 2015년 경에는 4억~5억kw의 설비용량이 필요할 것으로 추정하고 있다. 이 중에서 약 70%를 석탄, 25%를 수력, 5%를 원자력으로 충당할 계획이다. 금후 10년간의 수력의 개발규모를 3,000~4,000만kw로 예정하고 있다. 현재 중국에서 개발 가능한 수력발전은 약 4억kw로 이 중에서 3,300만kw가 개발되어 이용률은 8%에 지나지 않는 것이다.

중국에서는 1980년대 초에 댐공사 현장에서 현장실험을 한 후, 공항 주기장에 플라이애쉬를 50~60% 혼합한 RCC시공을 하였다. 이때 양호한 결과를 얻게 되었고, 실제 댐에 최초로 적용한 것은 1985년 11월에 완성된 높이 56.8m의 坑口댐이다. 이 댐은 높은 플라이애쉬 혼합률, 연직이음이 없는 시공법, 연속 타설 아스팔트차수막등이 시도되었고, 이 후 댐의 건전성이 상당히 만족스러운 것으로 입증되었다.

RCC댐의 특징은 ① 높은 플라이애쉬와 저시멘트비 ② 각종 지수대책 채용 ③ 이음부가 없고, 대단면 연속타설 등으로 설명될 수 있다.

전반적으로 중국의 콘크리트 기술은 미국과 일본등지에 비해 10년 정도 뒤져있으나 각종 프로젝트를 의욕적으로 진행하고 있어 건설기술의 개발이 현저히 향상되고 있는 중이다.

(콘크리트공학(日), 1992. 5)

## 시멘트업계 사업 다각화를 위한 투자 활발

최근들어 시멘트업계에서는 2천년대를 대비해 신규사업참여로 사업다각화가 활발히 전개되고 있다.

특히 90년 이후 시멘트업계에서 추진하고 있는 신규사업 또는 기존시설 확충 현황은 특수시멘트, 슬래그시멘트, 콘크리트파일, ALC, 레미탈, 위생도기, 골재 그리고 파인세라믹스, 자동차부품, 이동통신, 레저산업에 이르기까지 다양하게 확대되고 있다.

이러한 시멘트업계의 사업다각화는 시멘트사업 부가가치향상의 한계, 경쟁적 시멘트 신증설추진으로 인한 공급과잉 우려 등에 따른 위험분산 전략에서 신규 사업분야로의 투자가 한층 활발히 이루어지고 있다.

<표 1> 국내 시멘트업계의 사업다각화 내용

업 체	신규투자 내용
쌍용양회공업(주)	파인세라믹스, 특수시멘트, 페라이트, ALC, 슬래그시멘트, 골재, 이동통신
동양시멘트(주)	콘크리트파일, 슬래그시멘트, 가스기기, 소형가전제품, 이동통신
한라시멘트공업(주)	슬래그시멘트
한일시멘트공업(주)	콘크리트파일, 레미탈
현대시멘트공업(주)	자동차부품, 운송, 유통, 레저, 휴양, 안전벨트, 에어백
고려시멘트제조(주)	슬래그시멘트, 무선호출기
아세아시멘트공업(주)	무선호출기, 종합통신, 편광필름
한국고모(주)	기계부품, 콘크리트파일, 위생도기, 레미콘, 슬래그시멘트

또한 지난 4~5년간의 건설경기 호황으로 인한 업체의 자금축적도 사업다각화 추진에 바탕이 되고 있다.

(月刊 세라믹스 1992. 8)

## 연속섬유보강재, 실용화단계로

연속섬유보강재의 콘크리트 구조물への 적용이 연구개발에서 실용화단계로 넘어가면서 하나의 고비를 맞고 있다. 이 보강재는 콘크리트 구조물의 시공합리화나 염해에 대한 고내구성, 초진도 자기부상식 철도용 가이드웨이를 비롯한 새로운 분야의 개척 가능성을 지니고 있다.

올해 일본에서 개최된 심포지움에서 많은 연구결과가 발표되었고, 이러한 새 보강재를 이용한 콘크리트 구조물의 구조설계법이 나올 것으로 보여, 본격적인 실용화가 곧 진행될 것이다.

앞으로 장기적인 내구성이나 물성의 특성, 설계법의 확립등이 계속 진행될 연구과제이다. 탄소섬유나 아라미드섬유를 철근의 대체재로 이용하기 위해서는 섬유강화플라스틱 형태로 만들고 이것을 봉이나 관 모양으로 제작하게 되는데, 콘크리트와의 부착성을 부여하기 위해 표면도 이형성을 확보해야 한다.

지금까지 십여건의 적용사례가 있어왔는데, 향후 본격적으로 채용되기 시작하면 기존의 콘크리트 기술은 또 한번의 새로운 변혁기를 맞게 될 것이다.

(일경 신소재(日), 1992)

## 고강력비닐론 철근대체재 개발

日本の(株)쿠라레는 고강력비닐론으로 철

근 무게의 1/8정도의 초경량 재료를 철근대체재로 개발하여 올해 5월 부터 시판에 들어갔다.

이 제품은 고강도이면서도 가볍고, 녹이 쏠지 않으며 가공성도 용이하다. 기존의 철근은 녹이 쏠기 쉽고, 무겁고 작업성이 나빠며, 굽힘, 절단 등의 작업성의 문제, 전도성이기 때문에 고압전류가 통하는 지역에서는 자화나 전기로스 등이 있거나 구조물에 거주하는 사람도 위험한 상태가 된다.

이러한 철근의 단점을 극복하기 위해서 탄소섬유, 아라미드섬유 등을 이용한 철근대체재가 개발되었으나 코스트가 높고 휨에 약하며, 알칼리에 약한 문제점이 있었다. 앞으로 철근에 대체하여 해양, 수상구조물, 교량(내방청), 고압전류가 흐르는 벽, 바닥 등에 적용할 수 있으며 리니어모터가 선로의 구조보강재로서도 검토되고 있다.

이 제품의 특징은 다음과 같다.

- ① 경량으로 취급이 간편하다.
- ② 가열에 의해 휨가공이 용이하다.
- ③ 절단이 쉽다.
- ④ 시멘트와의 접착성이 좋다.
- ⑤ 우수한 내후성, 시멘트에 대한 내알칼리성
- ⑥ 비전도성, 비자성, 내발청성, 내식성

이 제품의 인장강도는 철근과 거의 같고, 단면적당의 강도는 1.6배이다. 실제 사용에서는 철근 D10에 7.5D제품을 사용하면 철근과

동등한 보강효과를 가지게 된다는 것이다.

## 싱가폴 레미콘 산업 현황

면적 625km<sup>2</sup>, 인구 270만명이 살고 있는 싱가포르의 레미콘생산업체는 16개업체에 50개 공장이 있으며, 년생산량은 600~700m<sup>3</sup>만이고, 전체물량의 60%를 5개업체가 생산하고 있다. 건설시장의 규모는 년 S\$ 8~10(한화 3.8~4.8조원)이며, 시멘트소비량은 년 2.5~3.0백만톤에 이르고 있다. 또한 HDB(주택개발청) 사업으로 매년 25,000세대의 아파트를 건설하고 있다.

### 시멘트산업

회 사	설 비	생산능력 (천톤/년)	투 자 국
SSANG YONG	시멘트 밀 2기	1,000	한 국
PMC	"	900	말레이시아
JURONG	"	1,000	싱가포르
ASIA	시멘트 밀 1기	500	대 만
INDO	"	500	인도네시아
SINGAPORE	벌크터미널	900	일 본
계		4,800	

### 레미콘 산업

회 사	Plant수	설비능력 (m <sup>3</sup> /h)	월평균생산량 (m <sup>3</sup> )	트럭보유수
Pioneer	7	80~120	80,000~ 85,000	132
RDC	6	80~120	65,000~ 70,000	123
Island	5	80~100	50,000~ 55,000	120
Super Mix	4	60~120	40,000~ 48,000	76
Rite Mix	4	60~ 80	40,000~ 42,000	67
Eastern	3	100	30,000	65
기타 소형업체	16	60~100	150,000~200,000	약 250
* HDB Contractor	30	60~100	150,000~170,000	약 150
계	75		500,000~600,000	약 1,000

주) HDB콘크리트의 경우 자재는 관수이며 업자가 Batcher Plant Service만함.(Service fee : S\$ 12/m<sup>3</sup>)W 5,800/m<sup>3</sup>

<産業技術情報院 責任 研究員 文英鎬 提供>