

## 레미콘 技術動向

### 콘크리트 공사의 로봇화

콘크리트 공사의 기계화·자동화는 콘크리트의 제조공정에서 발전되어 왔다.

1953년 일본에서 레미콘 제조업이 생긴 이래, 현장 비빔에서 서서히 레미콘 생산으로 이행되고 있으며, 최근 콘크리트의 현장제조는 거의 나타나지 않고 있다. 레미콘 플랜트에서는 제조부문에 전자동화가 됨에 따라 생산기능과 관련기능을 컴퓨터에 의해 종합 관리하고 있다.

건축현장에서 콘크리트 타설공사의 기계화·자동화는 운반공정에서 비롯되었다.

1960년대 초기에 유압식 콘크리트 펌프가 국산화 되고 펌프카 붐을 부착한 펌프카가 나타나고, 또한 펌프가 대형화함에 따라 콘크리트 펌프공법이 급속하게 보급되고 종래의 콘크리트 타워·버·카아트 방식에 비하여 생산성은 비약적으로 향상되었다. 1983년에 등장한 콘크리트 타설 로봇은 운반·타설공정을 자동화한 것으로 더욱더 성력화를 이루었다. 이것에 의해 다짐공정의 자동화나 마감 로봇의 개발이 지속되고 있다.

산업용으로 로봇의 본격적인 보급시대를 맞이한 1980년경 부터 大手건설회사를 중심

으로 로봇의 연구 개발이 시작되었다. 건설성의 종합기술개발 프로젝트 「Electronics를 이용한 고도화 건설 시스템의 개발」(1983~1987년도) 및 早稻田대학 시스템 과학연구소 주최의 「건설작업 로봇화 공동연구 프로젝트 (WASCOR)」(1982~1989년)에 따른 각 방면에 공동연구 프로젝트도 실시되었다. 기능노동자의 심각한 부족·고령화·노동재해의 다발, 생산성 저감 등의 건설업을 포함하는 중요문제를 불식하기 위해서는 자동화·로봇화에 의한 작업의 안전화·쾌적화·효율화가 필수로 되기 때문에, 건설 각사는 로봇의 개발에 격전을 벌였다. 그 결과, 50기종 이상의 건축공사용 로봇의 개발이 이미 발표되었다. 이중 콘크리트 타설공사의 것이 약 2할을 점하며 다른 공사용 로봇과 비교해서 실용화의 빈도도 높다.

향후 지금까지의 로봇을 보다 사용이 쉽고 신뢰성이 높은 것으로 개선함에 따라 콘크리트 운반에서 마감까지 일괄작업의 시스템화를 예측하고 일반부분의 작업을 로봇가, 복잡한 부분은 숙련공이 처리하는 것에 의해 사람과 로봇의 유연한 협조작업 시스템을 구축할 필요가 있을 것이다.

또한 더욱더 생산성을 향상 시키기 위해서는 콘크리트 공사뿐만 아니라 구체공사 전체로 하여 설계에 이르기까지 구법 및 공법을 검토하고 로봇 중심의 생산 시스템을 구축할

필요가 있다.

(日 최신콘크리트기술)

## 설계 기준 강도 600kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 콘크리트

戶田건설(주)는 착공한 [本駒入 제2단지 B 동(민간 개발) 건설 공사] (주택·도시정비공단 동경 지사 발주)하고에서 설계 기준 강도 600kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 콘크리트를 타설하였다.

600kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 콘크리트는 1층과 2층 기둥에 사용하였다. 정치식(定置式) 대형 크레인과 대형 콘크리트 버킷을 사용하여 타설한다.

고(高)비라이트계 저(低)발연 포틀랜드 시멘트, 생콘크리트 공장에서 보통 사용하는 골재, 폴리카르본산계 AE 감수(減水)제를 콘크리트 재료로 사용하고 돌시멘트 비율은 29.5%로 하였다.

콘크리트의 조합 설계·품질 관리 방법에 관해 건설성 종합기술개발 프로젝트인 New RC 공법 분과회 보고서 [New RC 시공 표준]에 의거하고 현장 부지내 실(實) 대규모의 의(疑)기둥 부재를 제조하여 품질을 확인한 다음 결정한다.

한랭기에 콘크리트를 타설하게 되기 때문에 특히 부재 내부의 표면의 온도차로 인한 크랙 등 동결을 방지하기 위해 배려가 이루어졌다.

또한 이 건물에서는 600kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 콘크리트 외에 기둥·보의 주근으로 5000kgf/cm<sup>2</sup>의 연장력을 가진 고강도 철근

SD490, 8,000kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 결단 보강근을 각각 사용한다.

이같은 고강도 재료를 사용함으로써 내진(耐震) 안전성을 확보하면서 기둥·보 단면 치수를 작게 할 수 있기 때문에 기둥·보 경감에 따르는 작업성·시공성 향상을 실현하였다.

3층이상에서는 동사가 적극적으로 추진하고 있는 공업화 공법인 [TO HRPC I](기둥·보·슬래브·발코니의 모든 구조 부재를 프리캐스트화한 공법)를 적용하여 에너지 절감화를 도모한다.

동사에서는 이 건물에 이어 [古川역西口 제1지구 시설 건축물 신축 공사]에서도 600kgf/cm<sup>2</sup>의 고강도 콘크리트를 사용하였다.

내진 성능 향상, 기둥 단면축소와 스팬확대로 인한 거주성 향상 실현을 위해 고강도 콘크리트 개발이 종합고목건설업 각사에서 활발히 진행되고 있다.

〈건축기술정보〉

## 耐震보강 고성능 充填재료 개발

일본 다케나카(竹中)공무점은 다케나카토목과 공동으로 철근콘크리트계의 구조물 보수 보강에 적합한 새로운 충전콘크리트 모르타르를 개발했다.

이번에 선을 보인 것은 '무수축 초워키블콘크리트'의 '구조용 무수축 모르타르'로 뛰어난 충전성과 무수축성을 지니고 있다.

부수·보강개소의 구석구석까지 콘크리트

나 모르타르를 넣을 수 있어 배근이 뻑뻑한 곳에서도 다짐작업을 하지 않고 타설, 주입할 수 있다.

또 초기수축을 작게 하고 1회의 시공으로 기존의 구체의 보수·보강부분을 확실하게 일체화할 수 있기 때문에 충전 충전제를 사용한 경우와는 달리 초기수축에 의해 발생한 間隙에 모르타르를 주입하는 등 이음매를 처리할 필요가 없다.

兩社は 한신대지진의 피해건물 보수공사에 적용한데 이어 각지의 내진보강공사에도 적용하고 있다.

兩社は 이같은 실적을 바탕으로 앞으로 수요가 예상되는 내진보강공사에 적극 활용해 나가기로 했다.

무수축 초위커블 콘크리트는 고유동이면서 재료분리저항성이 뛰어나 확실한 충전이 가능한데 고성능膨脹材가 섞여 있다.

특히 초위커블 콘크리트가 지닌 뛰어난 유동성, 디지지 않고 10cm의 간극까지 충전할 수 있는 고충전성에다 초기수축을 억제한 무수축과 강한 압축강도를 갖추고 있다.

兩社は 미량 첨가하는 팽창재를 균일하게 섞는데 신재료 제조의 노하우가 있다고 밝혔다.

반면 구조용 무수축모르타르는 500~600kg의 압축강도를 확보한 상태에서 시멘트량을 줄이고 모래의 최대입경을 5.7mm로 조정, 양도 늘렸다.

따라서 건조수축이 저감하고 전단내력이 강화되는데 다케나카는 구조부재로 사용했을 경우의 내력평가도 실시할 방침이다.

사용재료 및 조합조건을 고려함으로써 10cm폭에서 45cm 정도의 유동성·충전성을 확보하고 수화발열도 12시간 경과에 70도 정도로 기존품의 3분의 2로 줄일 수 있다.

그러나 구조용 무수축모르타르의 판매가격

은 기존제품보다 5~10% 정도 저렴한 것으로 알려지고 있다.

기존 구체와의 보수·보강부분의 간격이 10cm 이상 될 때에는 무수축 초위커블 콘크리트가, 10cm 이하 일 때에는 구조용 무수축모르타르가 각각 적합하다고 다케나카는 강조했다.

지금까지 다케나카공무점은 무수축 초위커블 콘크리트를 한신대 지진의 피해건물 복구공사에 2건, 기타 지역의 내진보강공사에 2건 각각 적용했다고 말했다.

반면 구조용 무수축모르타는 지진재해지역의 피해건물 복구공사에 7건, 기타지역의 내진보강공사에 4건이 적용됐다.

한편 이 무수축 초위커블 콘크리트와 구조용 무수축모르타르는 지난 3월부터 幕場에서 열린 콘크리트페어에 출품돼 건설업 관계자로부터 호평을 받은 것으로 알려졌다.

<일간건설>

---

## Calcium Sulfo Aluminate 시멘트에 대하여

---

최근 잇단 건설사고로 인해 구조물의 품질양상이 절실해지고 있는 시점에서 국내 건설업계는 고강도, 고성능 콘크리트 등에 대한 연구개발에 막차를 가하고 있다.

이는 고강도화의 방법으로는 시멘트줄 및 골재의 강도를 개선하거나 이들의 부착강도 개선을 들 수 있고 고강도화의 여러 방법을 조합해 행하는 경우가 많다.

이중 시멘트풀의 강도개선업으로 일본의 (주)오노다시멘트공업, (주)전기화학공업 등

을 비롯한 일부 선진업체는 이미 ASA(Calcium Sulfo Aluminate)라고 불리는 특수시멘트를 이용해 고강도, 무수축성, 내식성, 내수성, 유동성 등이 뛰어난 차세대 콘크리트를 개발, 현장에 적용하고 있는 실정이다.

이같은 세계적인 추세에 발맞춰 국내에서도 특수시멘트만을 독자적으로 개발, 생산하고 있는 (株)達城建化가 고강도이면서도 물성이 다양한 CSA 시멘트의 국산화에 성공 화제가 되고 있다.

특히 이 시멘트는 護岸공사, 터널공사, 방수공사 등 특수공사에서 그 효과가 뛰어나고 혼화재로 간편하게 사용하면서 콘크리트의 성질을 획기적으로 개선시킬 수 있는 특성이 있어 공사비 절감 및 공기단축면에서 유리하다는 평가를 받고 있다.

(株)達城建化의 기술진은 현재 국내에 생산·공급되고 있는 특수용도의 시멘트 제품들은 보통 Portland 시멘트에 여러가지 화학물질을 단순히 혼합해 생산된 것이어서 본질적으로 고강도, 무수축, 내식성 시멘트라고 하기에는 품질면에서 많은 문제점이 있으나, 達城시멘트는 각종 화학시험 결과 콘크리트의 건조수축방지, 지하콘크리트의 누수방지, 산업폐기물 및 오·폐수에 대한 내식성 향상과 단위 시멘트량에 의한 고강도 발현등 콘크리트 물성이 뛰어난 것으로 나타나 기존 특수시멘트의 질을 한차원 높인 제품이라고 설명했다.

이같이 다양한 특성을 고루 갖춘 CSA 시멘트는 콘크리트 구조물의 수축균열방지 효과를 가장 큰 특징으로 하고 있으며, 콘크리트 옥상 슬라브의 기존 공법인 아스팔트 방수를 콘크리트 구체방수공법으로 대체해 방수공사비를 종전보다 3분의 1가량 줄이는 등 실제 공사현장에서도 품질 및 경제성을 인정받고 있다.

〈일간 건설〉

## 외벽材의 輕量氣泡콘크리트 적용

일본 타이세(大成)건설은 보통콘크리트에 비해 절반에 불과한 비중을 지닌 경량기포 콘크리트를 처음으로 외벽재에 실용화했다.

타이세건설은 東京部の 11층 오피스건물에 이를 적용했다.

타이세건물은 벽하중의 경감으로 구체철골의 두께를 줄이고 일반적인 경량콘크리트를 사용한 경우에 비해 지상건물 전체의 무게를 약 6% 경감했다고 밝혔다.

이번에 사용한 초경량 기포콘크리트는 뉴 FLC(포믹시드 라이트웨이트 콘크리트)라 불리는 것으로 지난 94년 타이세건설과 니혼(日本)잉크화학공업 등 6개사가 개발했다.

뉴FLC판은 비중이 1.2로 경량콘크리트의 3분의 2, 보통콘크리트의 2분의 1에 지나지 않는다.

또 단위용적당 흡수율도 3.5%로 통상의 기포콘크리트에 비해 10분의 1밖에 안된다.

이밖에 압축강도는 1cm<sup>2</sup>당 260~300kg으로 설계기준을 충족했다.

특징은 인공경량골재 세라비오블을 적용하고 사전에 기포를 혼입(프리폼)한다는 점이다.

세라비오블은 碎石汚泥를 소결해 만드는데 내부에는 다수의 미세한 구멍이 뚫려져 있다.

프리폼에 관해서는 콘크리트를 타설하기 전에 기포를 혼입함으로써 함유량은 6% 내외로 제어하고 기포가 독립해 넓어지기 때문에 흡수율을 작게 할 수 있다.

초경량 기포콘크리트를 실용화한 현장에서는 외벽재가 연 3천 200m<sup>2</sup>, 총중량 640톤에

달한다.

현장에서는 통상의 경량콘크리트에 비해 건물중량을 6% 경감했을 뿐 아니라 철골사 용량도 약 4% 줄인 것으로 확인됐다.

〈일간 건설〉

---

## 원추 공시체용 재사용 몰드

---

미국 Connecticut대학의 콘크리트 재료 과정의 실습시간에 학생들은 직경 50, 75, 150mm의 콘크리트 시험공시체를 300개 이상 만들었다. 이때에 사용한 재사용 몰드는 끝이 고무로 되어 있어 콘크리트 시험시 대단히 간단하였다. 이 기술을 이용하면 공시체의 준비와 시험이 용이하고, 비용, 지원, 장소등을 줄일 수 있다.

금속제형 몰드는 오래 사용할 수 있지만, 초기 투자비가 많고, 준비(청소, 넷트의 조임, 오일바름)와 탈형이 많은 시간이 소요되고 또한 무겁고 보관장소가 필요하다. 또한 플라스틱으로 된 일회용 몰드는 금속제를 몰드보다 싸고 사용하기 쉬우며 사용후에는 버리기 때문에 청소할 필요가 없다. 그러나, 몰드의 수만큼 보관장소가 필요하고, 환경문제에 대한 관심이 높아져 가고 있는 요즘, 한번만 사용하고 버리는 것은 문제가 있다. Connecticut 대학에서는 약 10년전부터 압축공기를 사용한 플라스틱 몰드를 사용해 왔다. 이 방법의 순서는 다음과 같다. ① 플라스틱 몰드의 밑바닥에 약 6mm의 구멍을 뚫는다. ② 콜크로 구멍을 막는다. ③ 밖에서 콜크에 테이프를 붙인다. ④ 타설전에 몰드의 안쪽에

오일을 얇게 바른다. ⑤ 콜크 탈형시에는 테이프를 때내고 드라이버로 콜크를 제거한다. ⑥ 몰드와 콘크리트 사이에 틈을 만든다. ⑦ 구멍으로 0.3MPa의 압축공기를 집어넣으면 몰드가 빠져나온다.

몰드에 재사용을 위해서는 몰드의 안쪽과 바깥쪽을 청소하고 새로운 콜크와 테이프를 준비하는 것으로 충분하다. 이 방법은 시간, 비용, 장소를 줄일 수 있고, 원료를 효과적으로 이용하는 방법이 된다.

〈Concrete international〉

---

## “廢콘크리트를 骨材로”

---

日 南陽은 玉光建興과 공동으로 러시아클트릭 ‘리라클’을 개발, 시판에 들어갔다.

이 러시아클트릭은 破碎機, 발전기, 振動스 크린등 설비1실을 10톤트럭에 설치, 일제화한 것으로 빌딩등 건설물을 해체했을 때 나오는 콘크리트, 아스팔트등 廢材를 현장에서 처리, 再生骨材로 제품화할 수 있다.

生産能力은 1시간당 30톤.

최대특징은 建設廢材를 재이용하는 동시에 어떤 장소로든지 이동할 수 있다는 점.

특히 새상품은 再破碎기능을 갖추고 있기 때문에 콘크리트塊, 아스팔트塊가 1회의 공정을 마친 후에도 덩어리가 클 경우 자동으로 리턴, 다시 파쇄기에 넣어 4cm이하의 크기로 부순다.

본진대책으로 살수장치를 탑재했고 방전기 능도 갖추고 있다.

騒音의 경우 건설성의 저소음형 건설기계

지정기준을 충족했다.

〈일간건설〉

---

---

## 석탄회이용 고강도콘크리트 생산

---

---

일본 하자마는 화력발전소 등에서 발생하는 석탄회를 효율적으로 활용한 경화체 '애스콘리트'를 개발했다.

석탄회에 시멘트나 혼화제를 등을 넣고 이 분체에 입자사이를 연결하는 필요최소한의 물을 가해 (최적함수비) 진동을 주면 '초유체'라는 상태로 유체화하기 시작, 경화한다.

지금까지 보통콘크리트의 경우에서 석탄회는 시멘트량의 최대 30%(시멘트의 배합비가 1m<sup>3</sup>당 13일, 299kg의 경우에서 석탄회 90kg)로 알려진 사용량이 이 공법에 의해 1천 200kg까지 확대할 수 있다.

설계기준강도가 1cm<sup>2</sup>당 200kg인 경화체를 혼화제 없이 배합, 형성하는 경우 종전까지 1m<sup>3</sup>당 석탄회는 44%(773kg), 물 27%(487kg)에 대해 시멘트는 29%(515kg) 필요로 하는 등 대량의 시멘트가 소요됐다.

하자마는 허슬이라는 증강제를 1% 첨가함

으로써 석탄회를 54%(94kg), 물 27%(474kg)에 대해 시멘트량을 18%(314kg)까지 서심하는데 성공했다.

이는 안전성 및 내구성을 물론 경제성과 실용성이 높은 것으로 평가되고 있다.

특히 최근에는 분체의 진동을 주는 초유체 공법에 의해 석탄회 65%(1천 183kg), 물 22%(398kg), 시멘트는 12%(209kg)까지 각각 저감시키는 한편 품질도 더욱 높였다.

최적함수비의 상태까지 석탄회에 시멘트 등을 가한 분체의 진동만 주면 수분안에 유체화하기 시작, 사람이 올라가도 충분할 정도로 고화가 이뤄지며 초유체화 상태도 유지할 수 있다. 또 잉여수를 적게 함으로써 품질이 균일하게 건조균열이 적은 경화체를 형성할 수 있는 등 품질향상외에 혼화제가 없는 경우에 비하면 시멘트량을 3분의 2로 줄일 수 있는 등 경제성도 높일 수 있다.

또 형틀이나 벽면의 부착되지 않아 운반이 간단, 시공성이 뛰어날 뿐아니라 수량 및 진동관리, 품질관리도 간편하게 마칠 수 있다.

한편 하자마는 올해부터 석탄회경화체의 기본배합과 성형방법을 선정 실물크기블록으로 열특성을 검증하는 등 실험에 착수하는 동시에 경화체의 안전성 내구성 등을 확인하기로 했다.

〈일간건설〉