



콘크리트 혼화재 '메타카올린'

콘크리트 고품질화를 위한 방안으로 널리 쓰이고 있는 혼화재료의 하나로 메타카올린(meta-kaolin)에 대한 관심이 높아지고 있다.

콘크리트는 대표적인 반영구적 구조재료로 인식돼 왔지만 구조물이 고층화, 다양화되면서 콘크리트에 대한 내구성 및 신뢰성 향상에 대한 요구도 증가됨에 따라 더욱 우수한 강도와 수밀성을 갖는 콘크리트에 대한 필요성이 증가되는 추세다.

콘크리트를 고품질화하기 위해 지금까지 개발·사용되는 대표적인 혼화재료로는 플라이애쉬, 고로슬래그, 실리카 폼 등이 있다.

이들 제품은 그동안 외국은 물론 국내에서도 충분한 연구 등을 거쳐 국내 건설현장에서 애용되고 있다.

이에 비해 메타카올린은 아직까지 기초적인 연구단계에 머물러 있어 레미콘에 혼합해 사용하기에는 시일이 필요한 것으로 관련업계는 보고 있다.

건설업계는 이와 관련, 플라이애쉬, 고로슬래그미분말, 실리카 폼은 물론 메타카올린 등을 사용한 콘크리트의 성능 검토에 적극 나서고 있다.

이러한 혼화재들은 각각의 특성이 요구되는 부위에 적용돼 왔다.

또한 양호한 품질을 갖는 혼화재의 사용은 산업폐기물을 건설재료에 재활용할 수 있는 데다 콘크리트의 수밀성과 내구성 향상 등 일석이조의 효과가 입증됐다.

특히 실리카 폼은 강도나 내구성 측면에서 우수해 고강도콘크리트나 내화확성이 요구되는 콘크리트 등에 적극 활용되고 있다.

실리카 폼은 현재 고강도와 화학적 내구성 등이 우수해 댐이나 교량, 항만 등 주요 토목공사용 콘크리트 타설에 널리 쓰인다.

또 강도 증진뿐 아니라 타재료와 결합력이 높고 내구성능 증진, 초기강도발현 등의 효과가 좋아 선진국에서 애용되고 있다.

이러한 실리카 폼은 다른 혼화재에 비해서 단가가 높아 건설비용이 상승하고 수입에 의존해야 하는 것이 단점.

이에 따라 실리카 폼과 동일한 정도의 우수한 효과를 가지면서도 보다 경제적인 혼화재에 대한 요구가 증대함에 따라 새로이 주목받게 된 혼화재가 메타카올린이다.

업계 관계자는 “실리카 폼이 수입에 의존해야 하고 사용시 높은 단가로 인한 문제가 있어 최근 들어 대체재료로 주목받고 있는 혼합재가 메타카올린”이라고 밝혔다.

메타카올린의 원료인 카올린(kaolin, 고령토)은 중국 강서성 일대에서 산출되는 자색의 점토로서 도자기를 만드는데 사용된 광석에 대해 붙여진 광명석이다.

메타카올린은 카올린을 고온에서 소성한 후 급랭시키면 조직이 비정질화되면서 잠재수경성을 갖게 되며 강도 및 내구성 개선에 우수한 효과를 발휘하는 것으로 평가되고 있다.

이미 외국에서는 이러한 메타카올린을 고성능의 콘크리트를 제조하기 위한 실리카 폼의 대체재로 인식되고 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 메타카올린은 국내에서도 제조되고 있어 비용측면에서도 유리하지만 아직 국내의 콘크리트 분야에서의 활용은 미미하며 고성능콘크리트에 적용하기 위한 기초적인 연구가 진행되고 있다.

시멘트 콘크리트에 적용할 수 있는 메타카올린은 카올린을 특수 처리해 제조한다. 국내에서 산출되는 카올린은 대부분 할로이사이트(halloysite)로 구성돼 있으며 서부 경남지역의 풍화잔류형 광산에 많이 분포되어 있다.

카올린을 고온소성한 후 급랭시키면 잠재 수경성을 가지게 된다. 이러한 처리에 의해 활성화되면 잠재수경성과 함께 시멘트의 수화생성물인 Ca(OH)₂와 포졸란 반응을 일으키는 매커니즘을 가지게 된다.

이와 같은 활성화 매커니즘과 카올린의 열간변화를 기초로 카올린을 소성해 메타카올린을 제조하게 된다.

실리카 폼과 메타카올린 입자는 플라이애쉬보다 훨씬 큰 비표면적을 가져 콘크리트에 혼입할 경우 빠른 강도증진을 발현한다.

메타카올린의 큰 비표면적은 다워수량의 증가가 요구되고 실리카 폼 콘크리트만큼은 아니지만 동일 물결합재비와 단위 시멘트량의 경우 작업 효율성은 저하된다.

제조공정은 일반적인 세라믹 제조공정과 비슷하다.

원료를 투입 및 분쇄, 1차 건조 이후 소성을 거쳐 생성된 클링커를 입도분포 조절과 분쇄를 거쳐 제조하게 된다.



특히 콘크리트 혼화재료로 사용되는 메타카올린의 경우 포졸란 특성을 갖도록 하기 위해 과열되지 않고 거의 완전한 탈수가 이루어지도록 하는 거의 가장 중요하다고 전문가들은 지적한다.

업계는 이와 관련, 앞으로 플라이애쉬와 고로슬래그, 실리카 폼으로 대별되는 콘크리트 혼화재 시장에서 메타카올린의 활용이 확대될 것으로 전망하고 있다.

메타카올린에 대한 연구를 통해보면 시멘트의 혼화재로 10%가량 시멘트에 혼합사용함으로써 초기강도와 내구성 등 콘크리트의 각종 물성을 크게 개선하는 효과가 있는 것으로 평가되고 있다. 메타카올린을 혼입한 콘크리트가 실리카 폼을 혼입한 콘크리트와 유사한 발현성상을 보여 초기강도발현이 우수하다는 평가다.

재령 7~28일 사이에서는 실리카 폼을 혼입한 콘크리트가 급격한 강도발현을 보이고 있는 것으로 알려져 있으나 이후 재령에서는 두 제품을 혼합한 콘크리트가 비슷한 것으로 인식되고 있다.

메타카올린은 또 수밀성을 개선하고 염화물 침투저항성이 높아 염해에 대한 내구성 증진에 효과적인 것으로 업계는 보고 있다.

이에 따라 콘크리트의 내수성을 증진시키기 위한 여러 가지 시도 가운데 메타카올린에 대한 연구와 실용화가 가속될 것으로 업계는 전망한다.

전문가들은 메타카올린과 실리카폼의 치환율에 따라 비교할 경우 치환율이 10%일 때 비슷한 유동특성을 나타내지만 20%일 때에는 메타카올린이 더 좋은 유동특성을 보인다고 설명하고 있다.

메타카올린을 혼입한 콘크리트가 실리카 폼을 혼입한 콘크리트와 유사한 발현성상을 보여 초기강도발현이 우수하다는 평가다.

재령 7~28일 사이에서는 실리카 폼을 혼입한 콘크리트가 급격한 강도발현을 보이고 있는 것으로 알려져 있으나 이후 재령에서는 두 제품을 혼합한 콘크리트가 비슷한 것으로 인식되고 있다.

메타카올린은 또 수밀성을 개선하고 염화물 침투저항성이 높아 염해에 대한 내구성 증진에 효과적인 것으로 업계는 보고 있다.

이에 따라 콘크리트의 내수성을 증진시키기 위한 여러 가지 시도 가운데 메타카올린에 대한 연구와 실용화가 가속될 것으로 업계는 전망한다.

전문가들은 메타카올린과 실리카폼의 치환율에 따라 비교할 경우 치환율이 10%일 때 비슷한 유동특성을 나타내지만 20%일 때에는 메타카올린이 더 좋은 유동특성을 보인다고 설명하고 있다.

〈일간건설 2003년 10월 6일자에서 발췌〉

고강도 철근

국내 건축시장에 고강도철근시대가 본격 도래할 전망이다.

아파트 건축시장에 고강도철근시대를 앞당긴 주인공은 대한주택공사. 주공은 내달부터 발주하는 모든 아파트건설공사의 지하주차장에 고강도(SD500) 철근을 적용하는 방안을 늦어도 이달말까지는 공식 발표할 예정이다.

한국 건축기술의 진보를 위해 고강도철근 확산의 전도사로 나선 주공의 행보가 주목된다.

업계는 주공의 SD500의 일반아파트 적용이 국내 건축공사에 철근 고강도시대의 보편화를 선도, 기초 전자제기술 발전이 답보 상태인 우리 건설기술을 진일보시키는 촉매제가 될 것으로 기대하고 있다.

업계는 주공의 고강도철근 활용이 민간 철근콘크리트조의 일반 아파트 뿐만 아니라 SOC등 토목공사로 확산될 경우 철근공사비의 15% 수준이 절감되고 품질도 향상되는 등 일석이조의 파급효과가 있을 것으로 기대했다.

주공은 내달부터 발주하는 모든 아파트 지하주차장을 건설할 때 고강도철근 적용을 의무화하기로 했다.

주공의 이번 결정은 이 공종의 공사비가 12% 수준 절감될 뿐만 아니라 구조물의 품질확보 등 유·무형의 기대효과가 높다는 연구 기술진의 초종 분석에 따른 것이다.

주공 관계자는 “주택연구소가 아파트 지하에 SD500규격 철근 적용을 위해 재료성질과 가공성능, 경제성 등을 종합 평가한 결과 기존 일반강도철근 적용에 비해 우수한 것으로 판명돼 관련 공종에 고강도철근을 조기 활용하기로 결정했다.”며 “SD500기준의 고강도철근을 지하주차장에 투입했을 때 철근투입량이 현행보다 15% 가량 줄어드는 데다 넉넉한 배근설계로 콘크리트타설 등 시공효율성을 증진시켜 골조품질을 확보하는 등 부수 기대효과도 큰 것으로 타나났다”고 밝혔다.

그는 “SD500 규격의 고강도철근을 연간 7만가구의 아파트건설공사에 적용할 경우 철근공사에 적용할 경우 철근공사에서만 50억원 이상의 공사비를 절감할 수 있을 것으로 기대된다”며 “주공아파트단지 내 대부분 지하주차장이 지하 1층만을 건설하는 실정



임을 감안할 때 지하 2~3층으로 짓고 있는 민간아파트 지하주차장에 고강도철근을 적용할 경우 공사비 절감폭이 훨씬 클 것"이라고 강조했다.

민간아파트에서 지하주차장의 연면적은 지상구조물에 비해 평균 4분의 1에 그치고 있으나 주차장의 철근 소요량은 같은 평수의 지상층 구조물에 비해 평균 배가량 많다.

따라서 국내 상당수의 민간아파트 건설공사에서 철근소비량의 5분의 2가량이 지하주차장용으로 소비되는 게 현실이다.

철근 소비량은 지하층이 깊어지는 도심지 고밀도아파트일수록 더 많다.

아파트 지하주차장의 철근소비량이 많은 이유는 지하구조물 특성상 지상의 과다하중을 지탱할 수 있는 강도 유지가 필요한데다 특히 주차장 구조가 철근을 많이 필요로 하는 라멘조이기 때문이다.

주공의 고강도철근 현장 적용은 재래식 지하주차장 건설공법의 전면 개선을 노리고 있다.

D건설 관계자는 "SD500 기준 고강도철근의 현장사용은 초고층 철골조아파트나 주상복합건물, 오피스텔에 실험적으로 적용, 이미 성능과 효과가 입증돼 민간아파트 전면 적용은 시기선택만 남아 있었다"며 "공공아파트 건설사업의 선두주자인 주공이 이번에 테이프를 끊은 만큼 민간아파트 적용이 확산될 것"이라고 진단했다.

그는 "건설산업이 경험과 실적을 중요시한 나머지 고강도·고성능 기초자재의 적용에는 보수적인 면이 강해 고강도철근의 건축공사 적용에 있어서도 업계가 서로 눈치보기를 한계 사실"이라며 "오늘날의 정형적인 아파트구조인 벽식구조를 지난 85년 처음 시장에 내 놓은 이래 아파트건설의 기본기술을 선도한 주공이 민간업계에 긍정적이고도 적극적인 시공선례를 제시했다는 점에서 의미 있는 조치"라고 평가했다.

전문가들은 고강도철근 적용이 한정된 자원의 효율활용과 함께 성수기때마다 수요자가 봉착하는 수급난 및 가격양등 문제를 해결하는 방안이 될 수 있다고 지적한다.

H건설 관계자는 "일반구조물에 고강도철근을 적용할 경우 재래식 일반강도의 철근사용량에 비해 투입량을 15% 정도 줄일 수 있다"며 "철근사용량의 절감은 결국 '산업의 쌀'로 불리는 철 자원의 효율적인 활용에 기여하고 성수기에 수급과 가격 문제를 조금이라도 해소하는 길이기도 하다"고 강조했다.

제강업체 관계자는 "고강도철근의 건설현장 적용은 한 해 동안 나라안의 건설사업비를 수천억원 절감, 예산의 효율적인 관리와 기업의 확대 재생산에 기여할 수 있다"며 "수입의존형 전기로 철강산업과 노동집약형인 건설산업의 발전에도 기여할 것"이라고 설명

했다.

고강도철근이 분명한 강점에도 불구하고 국내 현장적용이 지연된 데에는 다소 이론이 있다.

건설업계는 고강도철근의 국내 생산이 채 2년이 되지 않아 실용화를 위한 시간적인 여유가 없었고 양산된다 하더라도 수요가 몰릴 경우 결국 특정제강사의 독과점에 따른 수급난을 우려, 조기 전면 확산을 주저할 수 밖에 없었다는 점을 강조한다.

반면 제강업체와 학계는 경험과 응용공학을 중시하는 건설산업의 관심이 조기 적용의 장애였다고 맞불을 놓는다.

그럼에도 불구하고, 이들은 그동안 고강도철근 재료의 취성(깨지는 성질)과 연식성(재료의 늘어나는 성질) 등 확대 적용을 위한 핵심적인 검증이 마무리된 시점에서 이 같은 논란은 더 이상 의미가 없다는 데 공감한다.

제강업체는 고강도철근의 양산체계와 독과점문제에 대한 업계의 의구심과 관련, SD500의 수요에 의한 공급에는 전혀 문제가 없을 것이라고 자신한다.

고강도철근의 생산공정이 신규 시설이 필요치 않고 기존의 생산과정에 강도를 높이는 화학재의 첨가로 가능하기 때문에 고강도철근의 수요에 능동적으로 대응할 수 있다는 게 제강업체의 주장이다.

<일간건설 2003년 8월 25일자에서 발췌>