

레미콘 技術動向

국내 건설시장 개방전망과 대응전략

90년말을 시한으로 추진되어 오던 UR협상이 농산물보조금이라는 난제에 부딪쳐 일단 협상기일을 넘기면서, 미국 행정부의 신속처리권한(fast track authority)의 소멸등으로 협상은 냉각기에 진입하였다.

국내 건설시장의 개방에 따라 국제경쟁력에 관한 많은 분석자료가 보고되고 있는데, 일단

중동시장에서 국내 건설업체의 경쟁력으로 비교지표를 삼고 그 결과를 국내시장에 그대로 적용해 보는 것도 흥미있는 결과가 될 것이다. 결과적으로 한국은 토목, 건축분야에서 비교우위가 있으며 특수플랜트, 전기·통신, 용역등의 분야에서는 비교열위에 있는 것으로 보여진다. 흔히 국내 임금의 상승으로 노동집약적인 토목, 건축분야에서도 국제경쟁력을 잃고 있다고 말하고 있으나, 사실은 저임금의 외국인력 투입비중이 높아지므로 아직까지 국제경쟁력에서 토목, 건축분야는 우위를 견지하고 있는 것으로 보고 있다. 그러나 과거부터 경쟁력이 약했던 기술집약적인 플랜트, 용역 분야에서는 경쟁력 강화가 이루어지지 못하고 있다.

<표 1> 국내시장 잠식 가능성

			단순시공분야			기술집약형 시공분야			건설엔지니어링분야		
			크게 잠식	약간 잠식	현재와 같음	크게 잠식	약간 잠식	현재와 같음	크게 잠식	약간 잠식	현재와 같음
완전개방시				○		○			○		
점진적개방시	시장진입형태	합작회사			○			○			○
		현지법인		○			○			○	
		지사		○		○			○		

<표 2> 건설시장 개방의 파급효과

긍정적인 측면	부정적인 측면
<ul style="list-style-type: none"> ○ 발주자에 양질의 서비스를 저렴한 가격으로 제공 ○ 건설업의 합리적 개편과 고부가가치 산업화 촉진 ○ 국내업체의 국제경쟁력 제고 ○ 해외수주기회 확대, 시장다변화 가능 * 저렴한 제3국 인력의 유입으로 건설업계의 인건비 절감 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내건설시장의 잠식 ○ 과당경쟁 초래 ○ 자본력이 약한 중·소건설업체의 도산 ○ 외국업체가 고급건설엔지니어링 분야를 독점하게 되면 국내업체의 기술수준향상 기회상실 * 국내실업증가 * 해외단순노무직 유입으로 사회문제 대두

* 이는 노동력 이동에 제한이 없는 경우에만 적용되는 것으로 실현가능성이 희박함.

다음으로 건설시장의 개방에 따른 국내시장의 잠식분야와 개방의 파급 효과는 <표 1>, <표 2>에서 처럼 요약할 수 있다.

<주택사업정보 1991. 12>

올해도 레미콘 구득난 심각한 듯

최근 겨울철 비수기인데도 건설자재의 수요량이 성수기 수요량을 거의 육박하면서, 연중 자재수요량의 35~40% 정도가 몰리는 2/4분기 중에 또 한차례의 자재파동이 우려되고 있다.

특히 레미콘은 시멘트, 골재 등의 원자재의 공급이 불투명함에 따라 레미콘의 공급난은 지난해에 이어 올해도 불가피할 것으로 보인다. 올해 레미콘의 수요는 지난해보다 8.2% 증가한 8천 5백만^m³로 추정되고 있다.

이중에서 신도시, 지하철건설 등 대형공사가 집중 시행되고 있는 수도권지역의 레미콘 수요는 3천50만~3천1백50만^m³로 예상되고 있다.

수도권 지역 가운데 일산을 비롯한 파주, 원당, 문산 등 경기 북부지역은 수요가 지난해보다 크게 늘어나고 인천, 수원, 산본, 평촌 등의 지역은 다소 감소될 것으로 보인다.

서울시내의 지하철공사 현장은 레미콘 공장이 부천, 창동, 구리, 성수지역 등에 한정되어 있어, 심한 교통난으로 지난해보다 공급난이 악화될 조짐이다.

그러나 올해에도 정부가 건설경기 진정책을 계속 시행할 경우, 민간 건축경기의 위축으로 민수레미콘의 수요는 지난해보다 5~8%정도 감소할 것으로 예측된다.

국내 레미콘에 대한 수요난은 생산능력의 한계도 문제가 되겠지만, 계속되는 골재, 시멘트 등의 기초자재로 인해 향후에도 고질적인

문제로 남을 것 같다. 외국의 사례에 비추어 볼때, 플라이애쉬의 대량사용, 석회석 골재의 이용등의 기술개발이 진행되고 있으므로, 우리도 부존자원에 대한 최대한의 효율적 활용과 각종 산업용 폐기물의 재이용 방안등이 현실적이고 경제적인 고려방법이 될 날도 멀지 않은 것 같다.

고강도콘크리트 개발열기 확산

— 미국에서 새로운 개발방법 시도 —

최근들어 미국에서는 고강도콘크리트가 급속히 이용되고 있다. 오하이오주의 클리브랜드에서는 현재 건설중인 공사에 재령 28일 압축강도가 12,000psi(830kgf/cm²)의 콘크리트가 필요한데, 수개의 연구소에서 적합한 배합을 결정하기 위해서 다각도로 검토가 진행되고 있다.

고강도콘크리트의 최종적인 물성으로는 28일 재령에서 압축강도가 12,000psi(830kgf/cm²), 탄성계수 6.8×10⁶psi(4.7×10⁵kgf/cm²)를 목표로 하며, 펌프압송이 가능한 것이라야 한다. 여기에다 고강도콘크리트가 사용되는 주요 요소로는 건물의 기둥부위가 되므로 동결융해작용과 공기연행성 등에서도 충분한 고려가 있어야 한다.

고강도 콘크리트의 물성과 워커빌리티에 큰 영향을 미치는 요인으로는 시멘트량, 실리카 함의 량, 굵은골재량, 고성능 감수제의 량, 그리고 굵은골재의 종류 등의 5가지 요인에 크게 좌우한다고 여겨진다. 그래서 각 요인에 대한 시험으로 3⁵=243종류의 배합이 계획되어 지지만, 실제적인 실험계획법에 의거 33종류에 대하여 압축강도와 탄성계수를 측정하였다.

사용된 재료는 Type I시멘트, 실리카폼, 나프탈렌술폰산계 고성능감수제, 굵은골재로 砂

암과 石灰岩을 사용하였다. 실험결과에 따르면 다음과 같은 몇가지 중요한 사항이 검토되었다.

① 압축강도에 석회암과 사암을 같은 양으로 사용한 경우에도 충분한 고강도를 발현시켰으며, 탄성계수도 사암만을 사용한 경우보다 높은 값이 나왔다.

② 재령 28일에 압축강도 12,000psi의 발현 가능성은, 실리카폼과 고성능감수제를 병용하여 W/C비가 27.5%이하로 억제시키는 것이 필요하다.

③ 압축강도에서 고성능감수제를 사용함으로써 실리카폼을 20%까지 증대시켜도 강도가 증가하며, 탄성계수는 실리카폼의 최적혼입량이 존재한다.

이상의 검토에서 12,000psi이상의 고강도를 얻기 위해서는 W/C비를 27.5% 이하로 낮추고 실리카폼을 20%정도 혼합사용하는 것이 유효한 것으로 알려졌다.

< Concrete International, 1991. 5 >

球狀化시멘트의 실용화 가능성

본래 시멘트 입자는 예민한 각을 가진 다면체의 입자로 형성되어있으나, 지금까지 이러한 시멘트 입자의 형상을 개선시켜 새로운 시멘트를 만들기 위한 시도는 그리 많지 않았다.

그러나 최근들어 철근콘크리트 구조물의 고층화, 대형화, 다양화와 더불어 인력부족문제가 심각하고 공사의 省力化를 위해서 초속경성, 초고강도형, 저발열형, 고유동성 등의 다기능다품종시멘트가 크게 요구되고 있다.

시멘트의 개질방법으로는 시멘트원료, 형상, 분말도, 입도분포의 조정 등을 생각할 수 있는데, 최근 일본에서는 시멘트 입자의 형상에 착안하여 시멘트 입자를 둥글게 만듦으로써

고기능성 시멘트의 개발이 가능하다는 것을 밝혀내고 있다. 시멘트 입자를 둥글게 하면 입자 자체가 회전이 쉽고, 베어링효과를 지니게되어 시멘트의 유동성을 향상시키고, 또 형상이 둥근 시멘트는 부정형입자에 비하여 충전성이 높아 경화체의 조직이 치밀해진다는 것이다.

이러한 특성을 가진 시멘트를 이용하여 고유동화, 고강도화, 고내구성 콘크리트의 제조가 한결 쉽다는 점이다.

시멘트 입자를 구상화시키기 위해서 과거에도 일부의 시도가 있었는데, 입자표면의 凸部를 마모시켜 폐쇄하는 방법은 이때 생기는 미분말이 유동성을 오히려 저해시키는 것으로 나타나 실용화에는 이르지 못하였다. 그러나 이번에 개발된 방법은 「고속기류중 충격법」이라 명명된 것으로 의약품이나 화장품등의 제조에 이용되는 기술을 응용한 것이다.

日本 小野田시멘트 연구팀에 의해 개발된, 이 장치에 의한 시멘트 구상화의 메커니즘은 고속기류중에 시멘트 입자끼리 충돌에 의해 부서진 입자간에 응집력이 발생하여 미립자가 시멘트 입자에 부착되고, 이때 입자표면에는 강한 기계적 에너지에 의한 미립자가 고정부착화된다.

실제로 W/C가 55%인 경우에 구상화시멘트의 유동성은 플로어값이 27.7cm로 보통시멘트를 사용했을 때의 17.7cm보다 상당히 높게 나타났다. 또 강도도 대개 50%까지 증가되는 것으로 나타났으며, 특히 28일 이후의 압축강도 증가율이 급격히 높아지는 특성을 나타내었다.

구상화시멘트의 유동성, 치밀성, 적은 W/C비를 이용하면 고층RC등의 초고강도콘크리트, 원자력 발전소등의 초치밀고강도콘크리트, 중요 건축구조물에 이용되어 고내구성 콘크리트등의 특성이 기대된다.

또, 이외에도 터널, 지반개량을 위한 주입재, 다짐이 필요없는 하이퍼포민스콘크리트, 댐, 교량등의 저발열콘크리트, 저수축콘크리트

분야등에 폭넓게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

<セソントコンクリート, no. 538, 1991>

고강도 콘크리트용 고성능AE 감수제의 품질판정기준 확립

— 日本, 주택·도시정비 공단 —

日本 주택·도시 정비 공단에서 건설하는 주택 및 시설물은 토지의 고도이용을 위해 초고층 건축물을 짓는 경우가 점점 증가하고 있다. 그리고 이러한 건물은 건설코스트를 낮추기 위해서 SRC조대신에 고강도콘크리트를 사용하는 RC조가 점차 증가하고 있다.

고강도콘크리트는 보통의 콘크리트에 비해 극히 낮은 물시멘트비와 높은 단위시멘트량이 쓰이고, 콘크리트의 품질과 시공성을 확보하기 위해 고성능감수제를 사용하게 된다. 최근 이처럼 고성능감수제를 사용하는 사례가 점차 증가하고 있지만, 이 혼화제는 JIS등에 공적 규격이 없고 시판되는 것 중에서 확인절차를 거쳐서 사용하게 되는 경우가 대부분이다.

따라서 동공단은 고강도콘크리트의 채용사례가 증가하는데 따라, 고강도콘크리트의 품질을 좌우하는 고성능 AE감수제의 품질기준을 정하고 있다. 이번에 동공단에서 연구성과를 토대로 고강도콘크리트(설계기준강도 270 kgf/cm²이상)에 이용하는 고성능 AE감수제의 품질기준 및 시험방법을 정하면서, 이러한 품질기준에 적합한 제품을 건설적격자재로 취급한다는 방침이라 한다.

품질판정에 따른 항목은 ① 블리딩량의 比, ② 응결시간의 차이, ③ 압축강도비, ④ 길이 변화비, ⑤ 동결융해에 대한 저항성, ⑥ 슬럼프의 시간에 따른 변화량, ⑦ 염화물량, ⑧ 전 알카리량등으로 규정되어 있다.

이러한 품질기준 항목에서 슬럼프 및 공기량의 시간에 따른 변화량은 일반 혼화제의 JIS규격에는 설정되지 않은 항목인데, 고강도 콘크리트의 경우에는 공장에서 혼화제를 첨가하여 공사현장에 투입하기까지 슬럼프값이나 공기량의 시간변화량을 확인할 필요가 있기 때문에 시험항목에 추가하였다는 것.

한편, 일본에서 소비된 전 혼화제는 레미콘에 소비된 양이 1985년부터 1988년까지 해마다 11만톤내지 13만톤 정도에 이르고 있다. 주요혼화제의 시장규모는 1987년 기준으로 AE감수제가 200억엔 정도이고, 유동화제는 30억엔, 고성능감수제가 콘크리트 2차제품용으로만 50억엔 정도로 파악되고 있다.

<建材試驗情報, vol.27, 1991 및 CMC Rep.>

다짐이 필요없는 콘크리트 기술로 콘크리트제품 개발

日本國土開發은 동사가 개발한 다짐이 필요 없는 콘크리트 「코닥·SF콘크리트」를 新和 콘크리트工業과 공동으로 콘크리트제품에 응용하는데 성공하였다.

콘크리트제품에는 된비빔콘크리트가 이용되기 때문에 진동다짐이 필요하고, 작업환경의 악화와 주위의 소음등이 문제가 된다. 이번에 개발된 기술은 슬래그, 플라이애쉬를 이용하고 감수제와 점증제를 사용한 것으로 진동다짐을 하지 않고 형틀에 충전시키는 것이다. 또 공기기포의 안정성에는 새로운 점증제가 개발되어 사용되었으며 콘크리트제품의 표면처리를 위해서 박리제와 타설방법도 개선하였다.

코스트는 보통의 콘크리트에 비하여 2,500~3,500엔 정도 높지만 시공성 균질성 省力化 등의 향상으로 충분히 경쟁력이 있는 것으로 동사는 판단하고 있다.

석회석을 콘크리트의 골재로 사용하는 방안 연구

최근들어 일본에서는 천연골재의 고갈로 석회석 골재의 수요가 급증하고 있다고 한다. 1970년대 중반까지는 석회석을 골재로 사용하는 경우가 극히 드물었지만 1988년에는 전 석회석 생산량의 15.4%에 달할 정도로 골재로서의 사용이 확대되고 있다.

이러한 경향을 앞으로도 계속 높아질 것이며, 우리나라도 천연골재의 고갈이 점차 심화되면서 석회석을 이용하는 방안을 검토해야 할 것이다.

日本 시미즈건설에서는 석회석을 골재로 사용하기 위한 방법을 계속 연구해 오면서, 최근에 석회석을 골재로 사용한 콘크리트의 강도와 중성화에 대한 연구결과를 내놓고 있다.

동 실험결과에 따르면 석회석 골재를 이용한 것과 천연골재를 사용한 경우에 대하여 강도, 중성화 등에 대해 검토하고 있다. 실험에서 천연골재를 이용한 경우와 강도는 거의 유사하며 재령 3~7일 사이에는 석회석 골재를 사용한 콘크리트의 강도가 높게 나타났다.

또 중성화 진행은 거의 비슷한 정도를 보였으며, 슬럼프값이나 공기량도 양호한 결과를 나타내었다는 것.

앞으로도 연구팀은 계속하여 알카리골재반응, 산성비에 의한 열화현상 등도 연구하게 된다. 지금까지 상당 부분이 이미 사용되고 있음에도 불구하고 이 분야의 품질특성에 대한 연구는 미진한 형편으로 급후도 많은 실험과 연구결과가 나와서 충분한 데이터를 확보하는 것이 필요할 것이다.

<CAJ Proceedings of Cement & Concrete, no.45, 1991>

FRP 폐재 미분말을 이용한 경량 모르타르의 제조

합성수지를 유리섬유등으로 보강한 섬유보강플라스틱(FRP)은 고강도로서 가볍고 내구성이 뛰어난 재료이다. 이 때문에 정화조, 유닛버스, 소형선박 등에 두루두루 사용되고 있다.

그런데 FRP의 제품수명이 다 되어 폐기처분할 때는 소각하거나 매립하는 방법이 대부분이며, 지금까지는 재이용하는 사례가 거의 없는 실정이다. 또 최근에는 폐기되는 FRP제품의 양이 엄청나게 많아지면서 재이용을 위한 처리방법의 개발이 시급하게 대두되고 있다. 日本 군마대학과 아사오카(株)팀은 FRP를 이용하여 경량모르타르를 만드는 방법에 대한 연구결과를 발표하여 주목을 끌고 있다. 동팀에서는 FRP폐재를 미분말로 분쇄시켜 모래의 일부로 대체사용하는 실험을 수행하면서 경량모르타르의 유동성, 강도 등에 대해 검토하였다.

실험에 따르면 FRP폐재를 모래로 부분적으로 치환할 때, 표준사와 같이 사용하면 유동성이 저하되지만 경량모래에 치환하여 사용하면 유동성이 오히려 좋아진다는 사실을 확인했다. 이 실험에서 FRP폐재를 이용한 구조체의 강도는 증가되는데, 표준사와 섞어쓸 때는 50%까지, 경량모래와 혼합사용할 경우는 70%까지 경량모래에 대체해서 사용하여도 압축강도, 휨강도 등이 보통의 모래만을 사용한 경우와 비교하여도 강도가 떨어지지 않는다는 사실을 밝혔다.

이에대한 연구가 더욱 진전되면 폐기되는 FRP를 경량모래로 재생할 수 있는 실용화방안이 곧 개발될 것이다.

<CAJ Proceedings of Cement & Concrete, no. 45, 1991>

철근콘크리트 공사에 노무비 비율 크게 높아져

건축공사에서 공사비의 구성은 재료비, 노무비, 경비 등으로 나누어지는데, 그 각각의 차지하는 비율이 과거에 비해 노무비의 증가가 두드러지고 있다.

주택은행의 자료에 따르면 지난 76년과 작년 91년의 분석결과에서, 특히 콘크리트공사 노무비의 감소, 거푸집공사 노무비의 증가, 철근 재료비의 감소 등이 현저하다.

<표 3>에서 처럼 콘크리트 공사의 노무비가 줄어든 것은 레미콘에 의한 기계화된 타설장비의 발전에 따른 것으로 보여지며, 거푸집 설치등 기계화가 덜 된부분일수록 노무비의 급격한 증가현상을 볼 수 있다.

<표 3> 철근콘크리트 공사비 구성비율표(76년과 91년)
(단위 : %)

구 분	재료비		노무비		계	
	76년	91년	76년	91년	76년	91년
콘 크 리 트	16.8	25.0	7.1	1.9	23.9	26.9
철 근	33.0	12.5	3.1	5.0	36.1	17.5
거 푸 집	24.3	21.6	15.7	34.0	40.0	55.6
계	74.1	59.1	25.9	40.9	100.0	100.0

국내 PC조립식주택의 현황과 전망

국내 조립식주택의 도입은 대한주택공사가 71년 4월 일본에서 콘크리트패널 생산 및 그 존립기술을 도입하여 자회사인 (주)한성을 설립하면서 시작되었다. 실제로 72년에는 아파트 건설공사에 조립식주택 770세대가 건설되

었으며, 이후 해외건설에 참여했던 건설업체들이 해외에서 조립식 주택을 건설하면서 그 경험을 바탕으로 자체적으로 조립식주택공법을 개발하면서 기술축적이 이루어져 왔다.

또 (주)삼환까뮤는 78년 프랑스의 「카뮤 공법시스템」을 도입하였으며, (주)경남기업은 덴마크의 「L & N 공법시스템」, (주)삼익세라믹 홈은 일본을 통하여 새로운 다기능 뉴세라믹 소재인 팔크(PALC)를 이용한 「캡슐시스템」을 도입하였다. 이 외에도 PC부재를 생산하는 우림콘크리트, 건설화학, (주)한일시멘트 등 10여개의 부재 생산업체가 있으며 삼성종합건설(주)등 대단위 주택회사들이 PC조립식 주택산업에 이미 참여했거나 참여를 모색하고 있다.

그러면 실제공사에서 재래식방법과 조립식공법을 사용했을 경우 경제적 효율성은 대단히 중요한 점이다. 86년의 주택공사 공사비 분석자료에 의하면 <표 4>와 같은데, 조립식이 재래식방법에 비해 재료비, 노무비 등에서 유리한 반면 기계경비등의 일반경비에서는 높은 것으로 나타났다. 그러나 앞으로 노무비등의 인건비는 계속 증가하게되고 공사현장의 기계화 추세에 비추어볼 때 90년 들어서는 조립식이 훨씬 경제적인 것으로 보여진다.

한편, 조립식주택의 경제성만을 분석한다면 재래식과 크게 유리할 것은 없지만 공장에서의 규격품 대량생산, 품질관리, 인력난 등을 생각한다면 국내에서의 성장가능성은 상당히 크다고 보아야 할 것이다.

<표 4> 조립식과 재래식 가격 비교표
(단위 : 원/㎡)

구 분	재래식	조립식	비고
재 료 비	101,037 (51.07%)	93,187 (48.98%)	
노 무 비	52,385 (26.48%)	50,357 (26.36%)	
경 비	10,325 (5.22%)	14,264 (7.47%)	
기 타	34,088 (17.23%)	33,209 (17.39%)	
계	197,845 (100%)	191,017 (100%)	

<주택금융 1991. 11>

국내 시멘트업계, 슬래그시멘트 생산에 투자활발

쌍용양회, 동양시멘트 등의 시멘트업체들이 슬래그시멘트 생산에 속속 참여하면서 기존업체와 신증설 경쟁을 벌이고 있다.

슬래그시멘트는 시멘트 반제품인 클링커에 제철공장의 부산물인 슬래그를 혼합하여 생산되는 제품으로 보통의 포틀랜드시멘트에 비하여 장기강도가 높기 때문에 댐, 항만, 대형구조물 등에 주로 사용된다.

특히 슬래그시멘트는 슬래그 비중이 40~50%로 구성되어 낮은 투자비로 손쉽게 시멘트 완제품 생산량을 늘릴 수 있어 시멘트 각사에서 경쟁적으로 참여하고 있다.

슬래그시멘트는 1978년에 한국고로시멘트가 포항에 공장을 건설하여 국내에서는 처음으로 생산에 착수했으며, 1988년에는 광양에 고려시멘트가 연산 1백20만톤 규모의 공장을

준공하여, 현재 양사에서 국내슬래그시멘트를 공급하고 있다.

포철의 연차적인 증설로 슬래그 생산량이 늘어난데다 슬래그시멘트 생산의 잇점이 많기 때문에 최근들어 쌍용양회, 동양시멘트, 한라시멘트 등이 신규참여, 공장을 착공했거나 추진중이다.

쌍용양회는 최근 광양에 연산 1백20만톤 규모의 슬래그시멘트 공장을 착공했다. 모두 2백50억원 상당이 투자되는 이 공장은 올해 안에 완공, 본격 가동된다. 쌍용양회는 광양공장에서 슬래그시멘트 및 고강도시멘트 등을 생산하여 호남권등에 공급할 계획이다.

동양시멘트는 광양에 공장부지를 확보했으며 상반기중에 공장을 착공할 예정이다. 동양시멘트는 연산 1백만톤 규모의 슬래그시멘트 공장을 계획하고 있다. 한라시멘트도 포철과 슬래그 공급계약을 체결, 광양에 슬래그시멘트 공장을 추진하고 있다.

한편, 신규업체에 맞서 한국고로시멘트와 고려시멘트등의 기존업체도 증설을 계획하고 있다. <표 5>에는 슬래그시멘트 공장의 첫 생산능력과 신증설 현황을 나타내고 있다.

<표 5> 슬래그시멘트 공장신증설 현황

<단위: 만톤>

업체명	생산능력		공장위치	비고
	기존	신증설		
한국고로시멘트	100	150	포항	광양공장 추진중
고려시멘트	120	120	광양	검토중
쌍용양회	-	120	"	착공, 92말 완공
동양시멘트	-	100	"	92상반기 착공
한라시멘트	-	120	"	계획중
계	220	610		

<韓國技術情報院 責任 研究員 文英鎬 提供>