

레미콘 기술동향

콘크리트에 “Bar chip” 혼입하여 균열 억제

日本の 다이세이건설은 닛폰 도로공단과 공동으로 폴리프로필렌 섬유「Bar chip」을 콘크리트에 혼입함으로 콘크리트의 균열을 억제하고 열화에 의한 박리를 방지한 기술을 개발했다. 제 2명신고속도로의 야마무라 제 1 교, 교장 52m, 폭 20m에 시험 시공하여 성능을 검증했다.

개발한 기술은 짧은 섬유를 혼입한 것으로 「콘크리트가 박리해도 콘크리트 한쪽이 벗겨져 떨어지지 않게 하는」 것으로 건조수축 등에 의한 콘크리트 초기의 균열을 억제할 수 있기 때문에 내구성 향상이 도모된다. 레미콘에 Bar chip을 체적 비율 0.5%를 직접 혼입하는 간단한 시공방법이므로 특별한 기술이 필요하지 않는다.

기술개발에 있어 박리 저항을 실증하기 위해 교통 하중을 상정한 피로재하 실험에서 200만번 이상의 반복하중에도 벗겨져 떨어지지 않는 것을 검증했다. 야마무라 제 1 교의 시험 시공에서는 매시 100입방 미터의 속도로 타설하고 섬유 혼입후의 콘크리트 슬럼프가 90분 경과해도 손실하지 않고 80m의 펌프 압송이라도 통상의 콘크리트와 거의 변하지 않

는 것을 검증하였고 섬유 1 개당 약 10Kg의 박리 저항이 있는 것을 확인하고 있다. 또, 마감연도도 통상의 콘크리트와 다름없이 양호하다고 말한다.

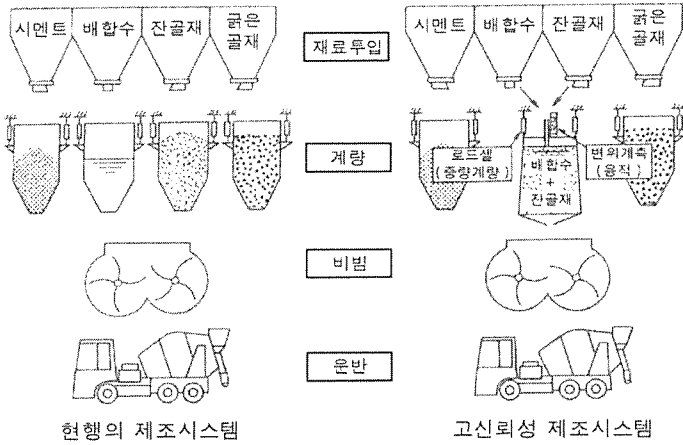
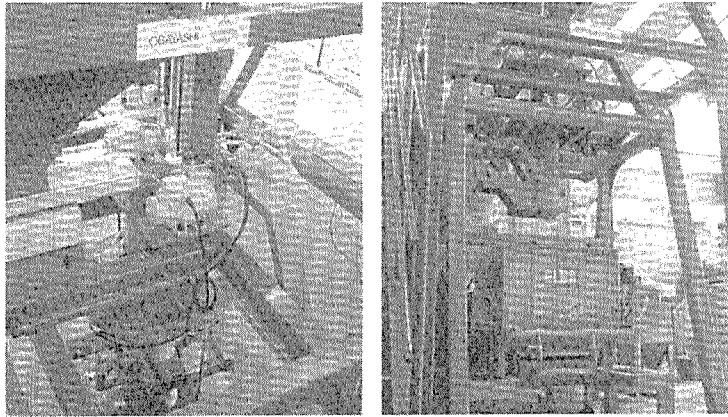
Bar Chip은 폴리프로필렌 섬유의 표면에 엠보싱 가공과 친수성 처리를 가하고 콘크리트의 부착을 향상시켰던 인장용 섬유재료로 레미콘 차에 직접 투입·교반하여 사용하는 것이 가능하고 혼입후도 종래의 콘크리트와 같이 타설할 수 있다. 근래, 터널의 콘크리트 덩어리 낙하 등과 같은 사건으로 인해 콘크리트 구조물의 내구성 향상과 보전이 과제로 되어 있으며 다이세이 건설은 Bar chip을 콘크리트에 혼입한 것을 닛폰 도로 공단에 제안하고 기술 개발을 하게 되었다.

이 회사는 고속 도로의 over bridge등 보수가 곤란한 다리나 터널의 복공, 수로의 보수·보강 등에 적극적으로 적용 확대하여 갈 생각이다.

(자료제공:한국과학기술정보연구원 해외과학기술동향)

수분량을 정확히 계측할 수 있는 콘크리트 제조 시스템

日本の 大林組는 콘크리트 품질변동의 주요인인 모래의 습윤상태에 전형 영향받지 않



는 계량방법을 고안하여, 계획된 배합대로의 안정한 품질의 콘크리트를 제조하는 것이 가능한 고신뢰성 콘크리트 제조 시스템 「콘크리트 제조명인」을 개발하였다.

이 시스템은 콘크리트 품질변동의 주요인인 모래와 물을 함께 계측하여, 물과 모래의 계량치를 산출하는 수침방식에 의한 모래 계량 시스템을 채용하고 있으므로, 모래의 표면수율에 좌우되지 않고, 높은 정밀도로 재료를 계량하는 것이 가능하다. 이렇게 함으로써 품질변동이 작게 계획한 바대로 콘크리트를 제조할 수 있으므로, 수분량을 미세하게 조절할 수 있는 숙련기술자를 필요로 하지 않는다. 또, 잔골재 관리나 샘플링 등이 불필요하므로 성력

화를 도모하는 것이 가능하고, 기존의 제조 플랜트에의 적용도 용이하다.

계획된 배합대로 안정된 품질의 콘크리트를 제조하기 위해서는 재료를 소정 양만큼 정확하게 계량하는 것이 중요하다. 시멘트 및 혼화제 등은 단일 물체에서의 높은 정밀도로 계량할 수 있지만, 골재 및 물을 계량할 때에는 골재의 표면에 부착된 표면수의 양을 감안할 필요가 있기 때문에 정확한 계측이 곤란하다. 특히, 모래는 표면에 다량의 물을 함유한 상태에서 공급·저장되는 가운데 적재되어 상하의 표면수량이 다르다는 등 동일한 저장시설내에서도 균일하지 않고, 시간의 경과에 따라서도 변화하므로 표면수의 양을 정확하게 파악하는

것은 매우 곤란하며, 숙련기술자의 경험·노하우에 따라 수분량을 보정하는 것이 현재의 상황이다. 또한, 모래의 표면수를 측정하기 위한 각종 센서도 실용화되어 있지만, 골재의 저장상태 및 기후의 변화 등의 영향에는 완전하게 대응할 수 없다.

이에 대하여 개발된 시스템은 수침방식을 채용하고 있어 잔골재의 표면수를 측정을 행하지 않고 정확하게 수량과 잔골재량을 계량·산출할 수 있다. 이 수침방식은 용기에 넣은 물에 잔골재를 투입한 후, 로드셀로 전체의 중량을 계량하고, 변위센서를 사용해서 용적을 달은 후에 계측된 전체의 질량·용적으로부터 양자의 밀도차를 이용하여 물과 모래의 계량값을 정확하게 산출하도록 되어 있다.

시료를 샘플링하여 전체의 수분량을 보정하였던 종래의 방법과 비교해서, 제조에 사용하는 모든 잔골재를 계량할 수 있기 때문에, 각 재료를 정확하게 계량할 수 있다. 이 방식을 사용함으로써, 지금까지 숙련기술자의 경험에 의지하고 있었던 수분량의 미세한 조절이 필요없게 되고, 품질변동이 적은 콘크리트를 제조할 수 있게 되었다.

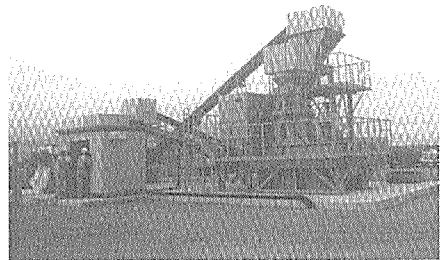
개발된 시스템을 기존의 제조플랜트에 적용하는 경우에는, 물과 잔골재의 계량장치를 개조하여 설치하는 것이 좋다. 또한, 금번 개발된 계량시스템에 추가해서 시멘트·굵은골재·혼화제도 자동계량하여 콘크리트의 자동 제조플랜트를 구축하는 것도 가능하다.

일본건축센터인정의 고품질 재생굵은골재가 제조개시

日本の竹中工務店, 栗本鐵工所, 麻生시멘트에서는 일본건축센터의「신건축기술인정사업」을 취득한 고품질 재생굵은골재「사이크라

이트」를 제조하는 장치를 福岡縣 北九州市の北九州 에코타운 실증연구센터내에 설치하고 실용화를 위해 운전을 개시하였다.「신건축기술인정사업」은 종래의 규격·범기준에서의 정해지고 있지 않은 신기술이 품질을 인정하는 것으로 이 제품은 작년말에「신건축기술인정사업」의 인정 제1호를 취득하고 있다.

이 제품은 竹中工務店, 竹中土木, 山田優大 大阪市立 대학교수, 栗本鐵工所가 공동으로 개발한 고품질 재생굵은골재로 신개발의 제조장치를 사용하여 파쇄된 콘크리트 덩어리를 마모처리해서, 자갈 및 모래 등의 골재를 파쇄하지 않고, 골재표면의 모르타르를 제거하기 때문에 천연의 골재, 쇄석과 동등한 품질을 갖고 있다.



건설부산물 가운데에 가장 큰 비율을 점하는 콘크리트 폐재는 건설성의 실태조사(1995년)에 따르면, 건설부산물 총배출량의 37%, 중량으로 해서 3,600만t에 이르고 있으며, 이것의 리사이클촉진이 금후의 환경보전·성자원 측면에서 중요한 과제가 되고 있다.

일반적으로 콘크리트 폐재는 도로의 노반재 및 매립재를 중심으로 재이용되고 있으며, 이 회사에 있어서도 작년도 콘크리트 폐재의 재이용율은 81.3%에 이르고 있다. 그러나, 지금까지 건물에의 재이용은 시험적인 적용케이스를 제외하고, 건물의 구조(기둥, 보, 슬래브



등)이외의 부분에 적용된 것만으로 되어 있다. 이에 대해서, 이 제품은 천연의 골재·쇄석과 동등한 고품질을 갖으므로 구조재료의 이용에도 충분히 대응할 수 있다.

이번에 이 회사에서는 이 제품의 제조장치를 北九州 에코타운 실증연구센터내에 설치하고 실용화를 위한 검증에 착수하였다. 이 센터에서는 재생골재의 품질안정성 및 장치의 내구성, 콘크리트 덩어리의 수송비용, 제조장치의 초기 및 운영비용, 이 제품의 회수율·최대생산능력 등의 검증을 행하고 있다. 이 검증에 의하면, 현시점에서는 이 제품의 비용이 천연골재보다 높게 되는 결과가 얻어지고 있지만, 해체 콘크리트를 산업폐기물로서 처분하는 것과 비교한 경우에는, 폐기물로서의 처리량이 크게 되면 재생골재의 이용면에서의 비용절감을 충분히 기대할 수 있는 것이 확인되고 있다.

이 제품의 제조시스템은 해체콘크리트 폐재를 파쇄하여 혼합물을 제거하는「전처리」와 파쇄된 콘크리트 덩어리의 표면을 처리하는「마모처리」의 2단계로 구성되고 있으며, 1시간당 최대 60t를 처리할 수 있다.

「마모처리」는 처리장치의 편심회전하는 내부 원통과 외부 원통 사이에 투입된 파쇄콘크리트 덩어리가 상호적으로 비벼서, 골재표면에 부착하고 있는 불필요한 시멘트·모르타르만을 제거되고, 마모처리후는 체에 걸러 제품부분을 회수하는 방법으로 되어 있다. 제조에 필요한 에너지는 파쇄, 마모 등 기계를 움직이는 동력(전기)만 소비되고, 가열 및 화학처리 등이 없기 때문에 통상의 파쇄제조와 거의 동등한 에너지소비(CO₂발생)를 한다.

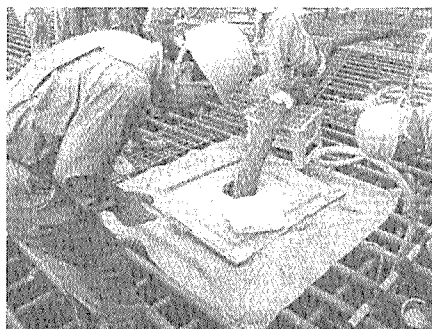
이 제품의 품질은 JIS 및 JASS에 정해지고 있는 천연골재, 쇄석의 규격을 만족함과 동시에 일본건축센터가 인정함에 있어서 정한 기준을 모두 만족하고 있다. 또한, 이 제품을 채용한 콘크리트는 통상의 콘크리트와 동등한

성능을 발휘하는 것이 확인되고 있다.

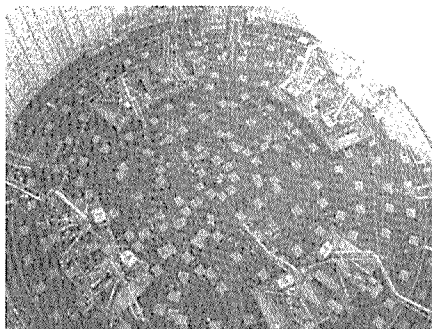
이 회사에서는「아크로스新大阪」의 신축공사에 있어서 1개층 슬래브의 일부 약 100㎡에 同 제품을 채용한 콘크리트「사이크라이트 콘크리트」를 사용하였으며, 타설량은 약 300㎡, 제품중량은 약 30t에 이르고 있다.

일본 최대 콘크리트물량 36248㎡ 4주야 연속타설

日本の大林組, 三井建設, 竹中工務店JV는 神奈川縣 川崎市에 건설중인 동경가스(주) 扇島工場 TL12LNG지하식 저조의 저판에 36,248㎡의 콘크리트 연속타설을 4주야, 총 88시간에 걸쳐 행하였다.



콘크리트의 강도는 240kgf/cm², 항상 8대의 펌프카에서 압송 타설되었다.



위에서 본 타설상황



내경 70m, 깊이 51m의 원통형의 지하탱크는 20만kl의 액화천연가스를 초저온에 저장하기 위해, 그의 저판부에는 상당한 지하수압이 걸린다. 이의 거대한 수압에 대항하기 위해 8m에 이르는 두께의 저판이 필요하게 되었다.

타설면적 4,500㎡의 저판을 선형상으로 8공구로 나누어, 지상의 탱크외주부와 내부 천단상에 각각 1대씩, 총 16대의 펌프를 배치하여 내부천단상의 펌프차에서 물을 사용하여 콘크리트를 타설하였다.

사용한 시멘트는 매스콘크리트의 온도균열의 발생을 억제할 수 있는 3성분계의 저발열 시멘트를 채용, 또한 이 넓이에서 타설시간의 경과에 따른 콜드조인트를 막기 위해, 콘크리트에는 지연형의 혼화제를 첨가, 최대 11.5시간의 타설이음 허용시간을 유지하였고, 80cm, 60cm의 2층, 30-35cm 21층의 총 23층으로 나누어서 행하였다.

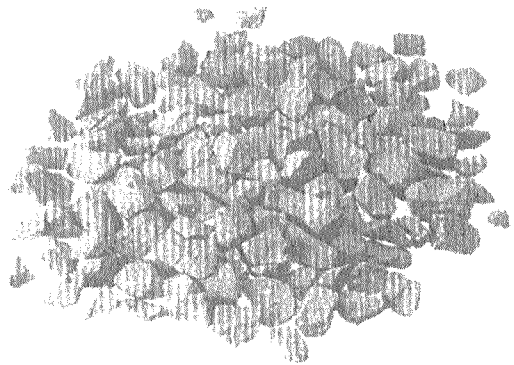
사용한 콘크리트는 7개소의 레미콘공장이 대응, 이 중 상시 5개 공장이 공급을 행하고 1시간당의 출하량은 평균 410㎡, 최대 543㎡, 사용한 에지테이터 트럭은 7,250대였다고 한다.

탱크는 이후에 두께 2.8m의 콘크리트 측벽의 구축, 콘크리트 지붕, 탱크 내측공사 등을 걸쳐서 최종적으로 복토된다.

치밀화를 실현한 것으로서, 석탄회를 주원료로 한 골재로는 최초이며, 아스팔트 포장용 컬러 골재에 요구되는 강도·흡수율의 성능을 발휘한다. 또한, 컬러화 하기 위한 안료 등은 전혀 사용하지 않고, 석탄회 자체의 발색에 따른 자연의 색조를 실현한 것으로서, 버스 레인·교차점의 안전지대·인도와 차도의 구분등을 위하여 갈색계·황색계 등의 색으로 구분하여 컬러포장에 적용하였다.

이 제품은 기존의 소성제품인 도자기류의 제조방법과 동일한 공정으로 제조할 수 있으며, 적절하게 온도관리가 가능한 설비를 이용하여, 타일 제조회사의 기존설비를 이용하여 제조하는 것이 가능하다.

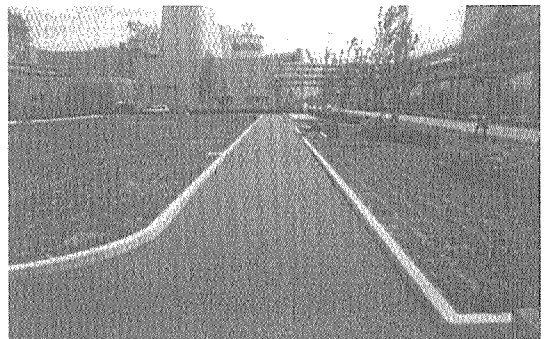
현재, 일본의 석탄화력발전소에서는 약 680만 ton의 석탄회가 발생되는데, 그것의 약 75%가 재이용되고, 나머지 25%는 매립하여 처리되고 있다. 재이용의 내용은 석탄이용중



발전소의 석탄회를 활용한 고강도·저흡수율의 컬러 골재

日本の 四國전력, 테크노·리소스, 竹中工務店, 竹中土木, 竹中道路의 5개 회사가 합작하여, 석탄화력발전소에서 발생하는 석탄회를 이용한 「컬러 포장용 컬러 골재」의 제조기술을 개발하였다.

이 제품은 입경이 20μm 이하의 미세한 회를 이용하여 기존의 기술로는 어려웠던 골재의



합센터에서 시멘트 원재료 등의 시멘트 분야 71%, 도로노반재료 등의 토목분야 7%, 건축재료 등의 건축분야 6%, 비료 등의 농림수산분야 2%, 기타 14% 등이다.

석탄화력은 2번에 걸친 석유과동을 계기로 원료 공급의 안정성이나 경제성 등에서 재검토되고 있고, 기존 석유화력발전소의 석탄으로의 연료전환이나 석탄화력발전소가 건설되고 있어 석탄회의 발생량은 증가하는 경향이다.

석탄회를 활용한 이 제품은 입경이 20 μ m 이하의 미세한 회를 이용하여 기존의 기술로는 어려웠던 치밀화를 실현함과 동시에, 높은 강도를 발휘하면서 흡수율이 낮은 골재의 제조를 가능하게 하였다. 또, 골재를 컬러화 하는 때에 안료 등은 전혀 사용하지 않고, 석탄회 그 자체의 발색을 이용하므로 자연적으로 차분한 갈색 계열의 색조를 나타낸다.

이 제품은 20 μ m 이하의 미세한 회를 점토를 선별하여 촉매제로 점토를 가한 후, 물을 가해서 석탄회와 점토를 혼합하고, 판상태로 고온의 가마에서 소성하는 것만으로 제조가 가능하다. 소성된 것을 파쇄하여 소정의 크기인 것을 분급하여 골재로 한다. 지나치게 고온소성하면 흑색으로 되고, 저온소성하면 백색으로 되고 골재강도가 확보되지 못하므로, 소성시에는 적절한 온도로 관리하는 것이 필요하지만, 일반 소성제품과 거의 동일한 공정으로 제조가 가능하므로, 일반적인 타일 제조회사의 기존 설비를 이용하여 제조하는 것이 가능하다.

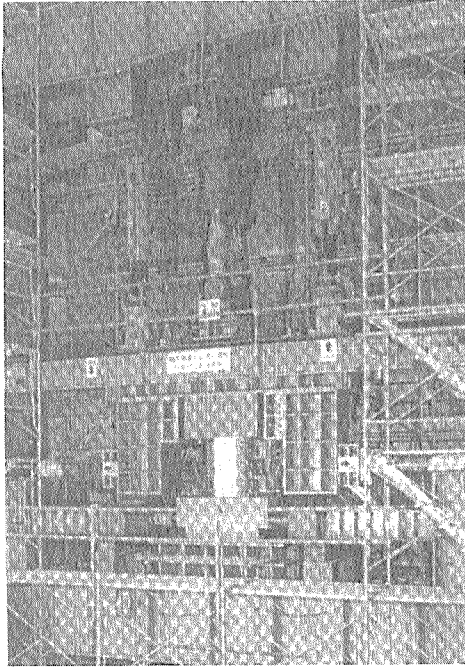
앞으로 컬러 포장의 수요가 늘어나 생산량이 증가하면, 큰 비용저감의 가능성이 있으므로, 5개 사는 이 제품을 현재 수요가 늘고 있는 도로 공원이나 광장 주차장 등의 액센트나 표시용의 컬러포장에 대해서 채용을 추진하는 한편, 석탄회의 리사이클 확대를 도모하고 있다.

1,200kgf/cm² 초고강도 콘크리트를 채용한 RC조의 설계 시공기술

日本の清水建設은 설계기준강도 1,200kgf/cm²의 초고강도 콘크리트를 채용한 초고층 RC조의 맨션에 대응가능한 「초고강도 RC 구조 설계 시공기술」을 확립하였다. 이 기술은 초고강도 콘크리트의 배합, 제조기술, 초고강도 RC구조의 설계기술, 초고강도 RC구조의 시공기술로 구성되어 있다.

60~70층 규모의 RC조 초고층 맨션의 건설에 있어서는, 건물 전체의 하중을 구조체가 안전하게 지지하기 위해서 설계기준강도 1,200kgf/cm²정도의 초고강도 콘크리트를 사용한 RC구조의 설계 시공기술이 불가결하였다. 이 기술을 적용함으로써 S조에 비해서 높은 차음성이나 풍진동에 대한 저항성을 가짐과 함께, 거주성도 양호한 초고층 맨션을 건설하는 것이 가능하고, 구체 건설비용도 10~15% 저감할 수 있다.

「초고강도 RC 구조 설계 시공기술」은 설계기준강도 1,200kgf/cm²의 초고강도 콘크리트의 실현에 최적인 재료를 시공성과 경제성을 고려하여 선정한 것으로, 시공성에 대해서는 콘크리트의 초고강도화의 실현에 최적인 저발열형의 시멘트와 실리카 흙과 조합한 결합재를, 또 콘크리트의 초고강도화에 따라 저하하는 유동성을 충분히 유지할 수 있는 화학혼화제를 각각 선정하고 있다. 이렇게 함으로써, 콘크리트의 수분량을 억제한 상태로 초고강도화를 실현함과 함께, 일반적인 600kgf/cm²의 고강도 콘크리트와 동일한 정도의 시공성을 확보할 수 있다. 또, 일반적으로 유통되고 있는 골재 중에서 적절한 것을 채용하여 초고강도 콘크리트를 경제적으로 배합 제조할 수 있는 기술을 확립함과 함께, 清水建設과 竹中工務店



이 공동개발한 고열하에서의 콘크리트 부재 표층의 박리 비산을 방지하는 「AFR(고내화) 콘크리트」의 제조기술을 활용하여 고내화성능을 확보하는 것이 가능하게 된다.

「초고강도 RC 구조의 설계기술」의 개발에는 清水建設技術研究所에서 설계기준강도 1,200kgf/cm²의 초고강도 콘크리트, 항복강도 6,850kgf/cm²의 고강도 주근, 항복강도 12,750

kgf/cm²의 고강도 전단보강근을 사용한 초고강도 RC 구조의 구조성능에 관한 각종 실험을 실시하고, 아래층 기둥의 내력과 변형성능이나 기둥 보의 가력실험에서 고강도 철근을 사용한 경우의 RC구조의 복원력 특성과 주근의 정착성상을 명확히 하였다.

초고강도 콘크리트는 콘크리트 중의 수분량이 적고 결합재량이 많아서 점성이 커서 초기에 건조하기 쉬우므로 시공관리가 곤란하게 된다. 이에 입각해서 「초고강도 RC 구조의 시공기술」에서는 공장이나 현장주변의 작업장에서 먼저 초고강도 RC 구조를 구성하는 기둥이나 보를 제작하는 PCa(프리캐스트 콘크리트) 공법을 채용하는 것으로 초고강도 콘크리트의 품질확보를 실현할 수 있도록 하였다.

60~70층 규모의 초고층 맨션에서 S조를 채용한 경우에는 차음성이나 풍진동에 대한 저항성 등이 문제가 되지만, 이 기술을 적용함으로써 높은 거주성을 갖는 초고층 맨션을 건설할 수 있다. 또, RC조의 구체비용은 S조에 비해서 저렴하여 10~15%정도의 절감을 도모할 수 있다.

清水建設은 향후 계획이 예상되는 60~70층 규모의 초고층 RC조 맨션에 이 기술을 적용함과 함께 일반적인 30~40층 정도의 맨션에의 적용도 적극적으로 제안하고 있다.