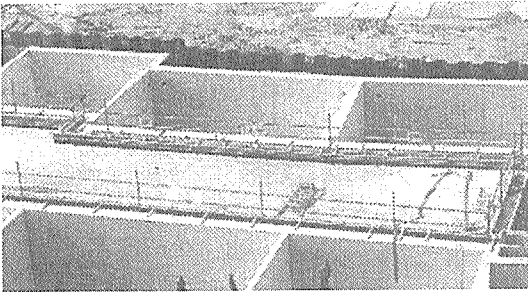


레미콘 기술동향

재생굵은골재를 실 구조물에 최초로 사용

건설폐재에서 제조한 재생골재를 이용한 리사이클 콘크리트를 RC조인 집합주택의 현장 타설말뚝과 주차장 피트에 실제로 타설되었다. 타설량은 약 3,800m³이고, 설계기준강도는 210~240kg/cm²이다. 리사이클 콘크리트로 실제의 구조물을 조성한 것은 일본 최초이고, 콘크리트의 재료비를 1~2배 저감할 수 있었다.



리사이클 콘크리트의 타설후 주차장 피트

흡수율 3% 이하의 재생굵은골재를 사용하여, 이하의 검사를 실시하여 품질을 확보하였다. ① 해체재의 알칼리골재 반응의 육안관찰과 시약에 의한 검사, ② 6회/일의 비중 측정, ③ 1일에 특정한 골재 흡수율의 신속시험, ④ 중성자가 수소에 의해 감쇠하는 성질을 이용한 Radioisotope법에 의한 콘크리트의 단위

수량검사, ⑤ 타설후 10년간의 말뚝 철근의 모니터링. ④와 ⑤는 일본 건축종합시험소에서 개발한 기술을 도입하였다.

(일경, Construction, 1999, 12~10)

필름 타입의 콘크리트 경화지연제

기존의 콘크리트 응결지연제 등과는 다른 필름 타입의 비경화제가 개발되었다.

기존의 콘크리트 응결지연제는 타설이음면을 세척하는 비근한 사전 처리기술로서 공사현장에 정착되어 있지만, 높은 수용성을 가지고 있으므로, 콘크리트에 접촉하면 블리딩수와 용해하여 블리딩수와 함께 유동하는 것을 피할 수 없게 된다. 이 때문에 수직의 타설이음면이나 경사면에는 사용하기 곤란하고, 균일한 지연효과도 얻어지지 않고, 소정된 바외의 표면에 영향을 미치는 등의 문제가 지적되고 있다. 또, 지연효과에 일정한 시간적 제약이 있어, 보통 액제 살포 후 24시간 전후에 세척하는 것이 표준화되어 있어, 공정의 자유도가 크게 제한된다.

이번에 개발된 비경화제는 그 자체가 물에 불용성으로, 콘크리트와 접촉하여도 블리딩수에 직접 용해하여 유동하지 않는다. 굳지않은

콘크리트 중에 포함된 알칼리(칼슘이온 등)의 작용으로 가수분해를 받아서 초기에 지연유효 성분이 되어서, 접촉한 콘크리트 표면으로 유리하여 간다. 이 때문에 블리딩수의 흐름의 영향을 받지 않고, 지연효과가 접촉면에 균일하게 나타나, 접촉면 이외의 부분의 지연효과 발현도 거의 없다. 경사면이나 거푸집과 접촉하는 수직면, 저면 등, 여러 형태의 콘크리트면에 사용할 수 있다. 표면부 처리로 거의 변화하지 않는 타설이음부 강도를 확보할 수 있다.

이 비경화제는 필름 타입의 시트 형태의 제품으로, 수직면에 사용할 때는 거푸집 이면에 스테플러나 못 등으로 고정시킨다. 수평면에 사용할 때는 콘크리트 타설후에 필름을 깔아 설치한다. 기포를 충분히 탈기하여 블리딩수가 약간 제거되었을 때 설치하는 것이 이상적으로, 탈기를 위한 공극용 필름도 준비되고 있다.

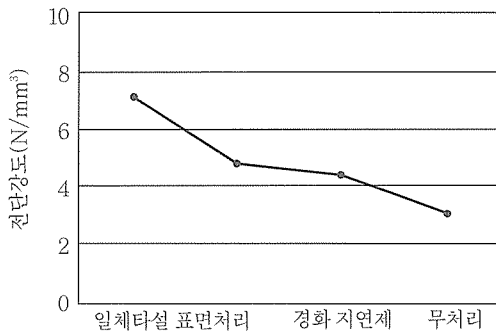
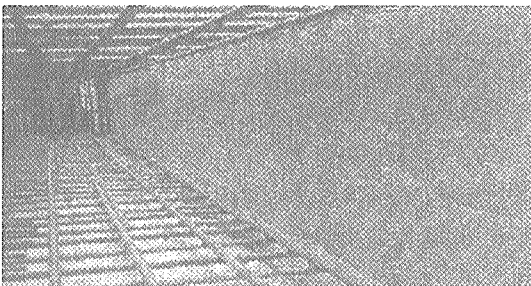
콘크리트 경화 후, 필름을 떼어낸 후에 나타나는 경화불량의 부분은 고압수나 브러쉬로

수세하여, 골재를 충분히 세척한 뒤에 타설이음을 한다.

보통, 접촉면에서 필름을 박리하지 않는 한, 콘크리트의 재령이 2주에 이르러도, 경우에 따라서는 1개월을 경과하여도 그 지연효과는 유지되고, 타설이음에 필요한 레이턴스 처리에 지장을 주지는 않는다.

이하에 효과지연의 메카니즘을 간단히 설명하였다. 기존의 응결지연제와 달리, 폴리에스테르 수지를 주성분으로, 말레인산과 글리콜에서 생성된 불포화 폴리에테르가 친수성 비닐모노머로 가교된 열경화성 수지이다. 이것 자체는 물에 불용성으로 콘크리트에 대한 경화를 지연, 저해하는 효과를 가지지 않는다. 그러나, 콘크리트 중의 알칼리에 의해 비교적 용이하게 가수분해를 받도록 설계되어 있어, 이 가수분해가 진행하면 폴리에스테르 주 고리가 절단되어 모노머로서 사용한 말레인산의 카르복실기가 재생하여 유리한다. 이 카르복실기가 시멘트 중의 칼슘이온을 킬레이트염을 형성하면서 포착하여, 콘크리트가 경화하는 것을 막는다.

(건축기술)



각 case별 n=6. 재령 28일, W/B=51%, s/a=42%
각종 타설방법에 의한 전단강도의 비교

콘크리트의 착색

현재, 콘크리트를 착색하는 방법에는 주로 3가지가 사용되고 있다. 이러한 것들에는 ① 광물질 안료나 착색혼화제의 사용, ② 착색경화제를 이용한 경화 전의 콘크리트 표면에 대한 표면 착색, ③ 유일한 영구적 착색방법인 화학반응성 착색제 등이 있다.

건설업계에서 가장 많이 이용되고 있는 착색기술은 광물질 안료의 사용이다. 그 이유는 색이 좋고, 비용이 저렴하기 때문이지만, 최근에는 색의 균질성 및 성능에 대한 요구가 높아

져, 경제적인 요구를 앞서가고 있다.

광물질 안료는 콘크리트 비빔 시에 적절한 분산이 어렵기 때문에, 균질성이 손상되어 색이 뭉치거나, 광물질 안료가 믹서의 날개에 부착하여 색의 변동을 일으키거나 하는 등의 문제가 발생된다. 또, 단위수량이 증가하여 콘크리트의 압축강도를 저하시키고, 건조수축균열을 발생시킬 위험도 높아진다. 광물질 안료 중 몇몇 혼화재료는 상용성이 없고, 얼룩반점의 원인이 되기도 한다. 균질한 착색 콘크리트를 얻는 최상의 방법은, 착색혼화제의 사용이다. 이것은 안료를 함유한 상용성 재료로 구성되어 분산성이 우수하므로 색의 균질성을 확보하면서 콘크리트의 강도를 증가시키고, 워커빌리티 등을 개선한다. 또, 색의 쇠퇴저항성에도 우수하다.

착색경화제는 콘크리트 슬래브 및 포장의 착색, 경화 및 마감 등에 이용된다. 건조상태의 입상재료로 굳지않은 콘크리트의 표면 위에 넓게 살포한 후, 흡손 등으로 마감한다. 착색경화제는 콘크리트 표면을 착색하므로 밝은 색에서부터 옅은 색조까지 색을 선택할 수 있는 폭이 넓다. 사용하는 시멘트의 색에 의해 변화되지 않고, 내마모성도 증가한다.

화학적 반응성 착색제는 다른 착색재료와는 달리 액체로서, 콘크리트 표면에 침투하여 화학적 반응을 일으켜 영구적인 색을 형성한다. 조각, 균열, 박락 등이 없이, 콘크리트 구성재료의 일부로서 내구성을 가진다. 또, 다른 재료로서는 불가능한 변화가 심한 마감을 쉽게 형성하는 것이 가능하다. (Concrete 33)

건조수축저감제의 이용

최근 수년, 미국의 혼화제 회사는 잇달아 건조수축 저감제를 상품화하기 시작하였다. 수

축저감제는 콘크리트의 수축을 저감하는 것과 함께 균열을 제지하는 효과가 있다.

콘크리트의 수축은 건조나 수화에 수반하여 수분의 감소에 의해 발생된다. 이 수축은 발생하는 형태에 의해 이하의 종류로 분류된다.

초기수축 : 타설된 콘크리트가 응결하기까지 건조작용을 받는 것에 의한 수축. 이 분야는 수축저감제의 시장이 아니다.

자기수축 : 시멘트의 수화에 수반하여 콘크리트의 내부 수분이 감소하는 것에 의한 수축.

수축저감제는 이 수축을 저감하는 효과가 있다. 그러나, 이 수축이 문제가 되는 것은 물/시멘트비가 0.3이하인 콘크리트이고, 큰 시장은 아니다.

건조수축 : 굳은 콘크리트로부터 건조에 의해 수분이 빠져나가 일어나는 수축. 수축저감제의 가장 큰 시장.

이 새로운 혼화제는 아직 ASTM C 494-98 「콘크리트용 화학혼화제」에 반영되고 있지 않다. 그러나, 작더라도 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않아야 한다는 규정에는 적합하므로, 사용에는 문제가 없다.

수축저감제에 의해 콘크리트는 균열이 필연이라는 상식은 깨어질 것이다.

(Concrete Construction 44)

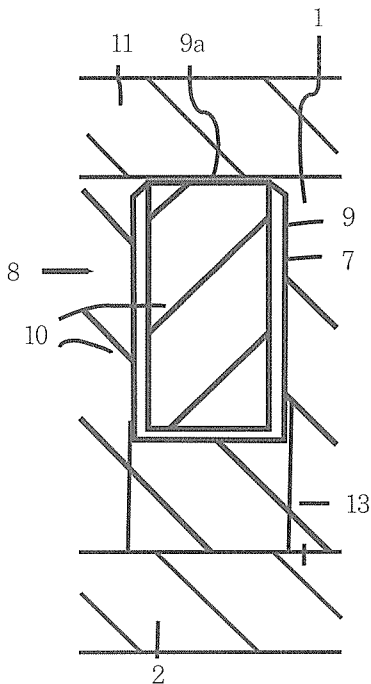
구조체 콘크리트의 공시체 제작방법 및 장치

장소에 상관없이, 저렴하고, 더욱이 대규모 기계의 사용없이 간단하게 또, 깨끗한 형상으로 공시체가 얻어지도록 한 것이다.

콘크리트 구조체와 같은 단면치수와 공간부(1)를 확보하여, (1)의 바닥에 단열재의 저판(2)

을 설치하고, 그 위에 상부 개방의 합성수지계 주변벽(7)의 바깥용기(8)를 스탠드(13)에 의해 이어서 설치한다. (8)내부에 쉽게 파단 가능한 간이형 거푸집 용기(9)를 그 외주부가 (8)내에 근접하도록 배치하여, (1) 내에서 (9) 내부 및 (8) 외부의 양쪽 방향에 구조체와 동일한 콘크리트(10)을 타설하고, (9)에 Cap(9a)을 하여 봉합 상태로 한다. 다시, (1)의 위를 단열재(11)로 덮어 양생기간 경과 후, (9)를 제거하여 내부에서 공시체를 얻는 것을 특징으로 한 구조체 콘크리트의 공시체 제작방법이다.

그림은 구조체 콘크리트의 공시체의 제작방법 및 장치의 실례를 나타낸 주요부의 단면도이다. (일본특허 제2775235)



고강도로 낮은 리바운드를 실현

터널공사등에서 뿔칠 콘크리트 시공에서 보

다 낮은 리바운드로 고강도, 고내구성을 발휘하는 뿔칠 콘크리트용 시멘트가 개발하였다.

이 시멘트는 시멘트 공장에서 포틀랜드 시멘트와 분체 실리카흙 등을 사전에 비빔하기 때문에, 기존의 현장 혼합방식에 비해 품질의 안정화가 도모되고 또 시공을 위한 전용설비를 필요로 하지 않아 보통 시멘트와 같은 취급이 가능하게 된다.

주요한 장점으로서는 ① 초미립자인 실리카흙과 필요에 따라 혼합하는 석회석 미분말 등의 최밀충진효과에 의한 낮은 리바운드화, ② 실리카흙의 포졸란 활성에 의한 치밀한 경화체 형성으로 압축·휨강도, 내구성이 대폭적으로 향상하여, 뿔칠 두께의 저감이나 2차 복공의 생략이 가능하게 되는 점 등이다.

최근에는 일본 철도건설공단에서 대단면 터널 공사에서 최적이라는 평가를 받았고, 현재 건설중인 터널공사에 복공 콘크리트로서 사용되고 있다. 이러한 실적을 쌓으면서 터널 이외의 구조물에의 사용도 적극적으로 검토 중이다.

(시멘트·콘크리트)

오염에 강한 노출 콘크리트

노출 콘크리트가 가진 재질감을 살린 「오염에 강한 콘크리트」가 개발되어, 최근 착공한 오피스 빌딩에 채용될 예정이다

콘크리트 표면에 마감을 하지 않아 콘크리트의 소재감이 그대로 보이는 「노출 콘크리트」는 독특한 질감을 가진 마감재의 하나로서 건축물 외벽 등에 많이 이용되고 있지만, 기존의 노출 콘크리트는 5~6년 정도 지나면 먼지 등의 오염으로 미관이 손상되는 것이 많다. 이에 대해 「오염에 강한 노출 콘크리트」는 20~30년의 오염방지 효과가 있다.

원래, 노출 콘크리트는 표면이 거칠어 먼지 등이 부착하기 쉽고, 우수나 산성비가 작용하여 오염이 증가되기 쉽다는 약점을 가지고 있다.

많은 경우, 오염이나 열화의 진행을 억제하기 위하여 콘크리트 표면을 투명한 유기계 도장재로 코팅하는 예도 많이 관찰되고 있지만, 질감이 다소 상실된다. 또, 내구성의 관점에서 clear 마감은 10년 정도 경과하면 열화하여, 콘크리트 표면의 도장이 변색하거나 오염이 나타나 도장의 유지관리비도 증가하였다.

이러한 이유로 오염이 적은 노출 콘크리트가 요망되었고, 이번에 개발된 「오염에 강한 콘크리트」는 사용하는 시멘트의 종류를 특별히 선정하는 것과 함께, 타설된 콘크리트에 규산질의 무기질 재료를 침투시킴으로써 콘크리트 표면이 치밀하게 경화되고, 먼지의 부착과 표면열화가 크게 저감되어 노출 콘크리트의 미관을 장기간 보존하는 것이 가능하다.

콘크리트에 사용하는 시멘트는 시멘트 성분 중의 하나인 빌라이트(C₂S)량을 보통의 2배 이상으로 높인 「고빌라이트 시멘트」를 이용하여 콘크리트의 물이나 산에 대한 저항성을 높였다. 또, 물시멘트비를 보통의 55%보다 낮게 하여 콘크리트의 조적을 치밀화 하였다.

콘크리트 표면에는 거꾸집을 탈형한 후, 콘크리트 표면에 특별히 배합하였다. “리키드시멘트(규산질 무기질재료)”를 도포하여 콘크리트의 표면에 침투시켜 콘크리트의 표면을 더욱 치밀하게 하여 오염열화에의 저항성을 높였다. 이 재료에 의한 콘크리트 표면의 색이나 질감의 변화는 없다.

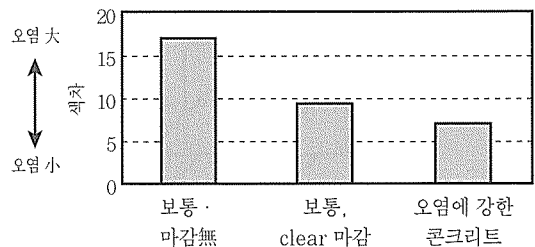
비용은 기존의 처리방법에 비해 10~15% 정도 상승되지만, clear 마감과 거의 같은 정도이고, 오염방지 효과는 2~3배 향상된다고 한다.

경과년수 20년 정도에 상당하는 먼지부착측진시험 후, 색의 차이를 색채계로 측정할 결

과, 「오염에 강한 노출 콘크리트」는 보통 콘크리트(마감 無)에 비해서 색의 차이(오염)이 50% 이하, clear 마감에 비해서도 25% 정도이지만, clear 도료의 내구성이 실제로는 10년 정도인 것을 고려하면, 수십년 이상의 내구성을 가진 「오염에 강한 노출 콘크리트」의 오염 방지성능이 더 우수하다고 할 수 있다.

(건축기술)

	오염에 강한 콘크리트	보통콘크리트 (clear 마감)	보통콘크리트 (마감 無)
시험 전			
시험 후 — 20년 후 상황			



질소산화물을 흡수하는 콘크리트

자동차로 인해 발생하는 유해가스과 소음은 사회적으로 큰 문제가 되고 있으며 디젤차의

배기가스 중에 다량 함유된 질소산화물(NOx)은 인체에 심각한 피해를 주고 있다. 현재까지는 이런 배기가스를 줄이는 방안으로 차량의 기계적인 성능 향상을 통하여 배기가스의 배출을 줄이는 정도의 간접적인 방법이 적용되고 있다. 그러나, 이 방법으로는 이미 배출된 배기가스를 줄이는 방안은 되지 못한다.

따라서, 보다 적극적인 방법으로서 도로 또는 주변 구조물에서 배기가스를 감소시킬 수 있는 방안의 개발이 필요하다. 이하에 최근 일본에서 연구가 진행되고 있는 질소산화물과 같은 유해가스를 흡수할 수 있는 콘크리트에 대해 소개하고자 한다.

질소산화물을 흡수하는 콘크리트 제조에는 보통포틀랜드 시멘트 또는 조강포틀랜드 시멘트가 많이 사용되고 있다. 골재는 인공경량골재가 많이 사용되며, 특히 플라이애쉬와 수산화나트륨(NaOH)을 합성하여 제조한 인공제올라이트(zeolite)골재를 이용하는 것이 가장 적합하다.

골재의 입경은 2~10mm 정도의 것이 많이 사용되며 강도향상을 위해서는 실리카흙 첨가, 박리방지를 위해서는 폴리머 첨가, 콘систен시(consistency) 확보를 위해서는 고성능 감수제의 사용을 기본으로 한다. 콘크리트의 배합은 물시멘트비(W/C) 25~30%, 결합재/공극비(B/V) 25~30%의 범위가 추천된다.

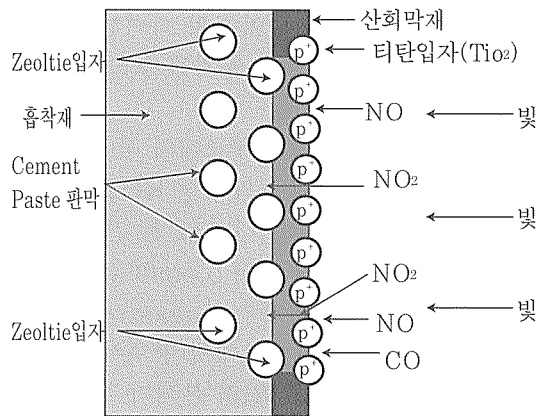
질소산화물 흡수 콘크리트는 NO의 흡착 제거율은 낮은 값을 보이며, 제올라이트 단일체는 NO₂의 흡착제거율이 55%정도이고, 산화티탄(TiO₂)을 혼합한 시멘트-제올라이트 혼합물(TiO₂-CZ)에서는 80%가 넘는 높은 흡착제거율을 보인다.

B/V비를 조절하면서 시멘트-제올라이트(CZ) 혼합재료에 TiO₂분말을 추가 혼입하고, 태양광에 노출시키면 CZ 비율의 증가에 따라 NO 제거율은 향상되고, CZ에 대한 C의 비율

을 증가시키면 NO의 제거율은 조금 향상된다. 태양광에 노출될 경우, NO 농도가 현저히 저하되는 것은 CZ가 혼합된 상태에서 의 TiO₂ 광촉매효과에 의해서 NO가 산화되어 NO₂로 되고, 동시에 CZ가 NO₂를 흡착하는 능력에 의해서 고정화 또는 무해화 되기 때문이다. 이와같은 현상을 도식화하면 그림과 같다.

이상에서 소개한 바와 같이 입상화 한 인공제올라이트를 다공질 콘크리트의 골재로서 이용하며 자동차로부터 발생하는 NOx와 같은 배기가스를 흡수할 수 있는 환경 개선 콘크리트를 제조할 수 있을 것이다. 향후, 실내 및 실외의 여러조건하에 실용적으로 적용하기 위해서는 많은 실험적 연구가 필요하다.

(건설기술정보)



높이 90m의 高所에 초고강도 콘크리트를 타설

清水建設 JV는 横浜磯子區의 電源開發磯子火力發電所構 내에서 시공중인 철근 콘크리트 조 타워형 보일러 건설에 설계기준강도 600kg/cm²의 초고강도 콘크리트의 고소타설공사를 종료하였다.

이 공사는 높이 100m에 이르는 구조체 및

보일러의 전중량을 지지하는 4본의 거대한 박스벽 기둥의 최상부를 구축하는 것으로서, 이러한 고소에서의 초고강도 콘크리트의 타설은 업계에서 최초이다.

이 발전소에서는 현재, 운전개시에서 약 30년이 경과하여 노후화한 발전설비의 교체공사가 진행되고 있다. 계획은 기존 설비를 운전하면서 그 부근에 보일러 구조체와 제 1호기 발전소 본관을 건설, 운전개시 후에 기존 설비를 제거하고, 그 자리에 새로운 2호기 발전소를 건설할 예정이었다.

제 1호기에서는 협소한 부지를 고려하여, 기존의 보일러와 비교해 건축면적이 적어지는 타워형 보일러가 일본 최초로 사용되었다. 타워형 보일러 구조체는 이것을 수납하기 위하여 개발된 새로운 구조방식의 구조체로, 이번의 공사를 계기로 이후의 화력발전소의 교체공사 등에의 사용이 증가될 것으로 추측된다.

이번의 타워형 보일러 구조체의 구조설계에서는 7.5m각, 높이 90m의 중공 RC조 박스벽 기둥 4본(벽두께 0.65~1.1m)를 건설하고, 이 벽기둥의 최상부를 높이 5.5m의 철골 특대보로 연결하여 일체화하는 megastructure가 채용되었다. 이 특대보에서 만수시의 중량이 7,700t에 달하는 보일러 본체가 부착되므로, 박스벽 기둥에는 고강도 콘크리트가 사용되었다.

특히, 특대보를 지지하는 박스벽 기둥의 최상부에는 국부적으로 큰 압축력이 작용하므로, 각 박스벽 기둥의 최상부에서 약 6m 아래까지의 부분은 이것에 견디도록 설계기준강도 600kg/cm²의 초고강도 콘크리트를 채용하였

다. 또, 타설량은 박스벽 기둥 1본당 약 160m³이다.

초고강도 콘크리트의 시공에 있어서는 콘크리트가 건조하기 쉬운 혹서기에 초고강도 콘크리트를 90m 가까운 고소에 버켓으로 수습회로 나누어 양중하여 타설할 필요가 있고, 또 고밀도로 배근된 거푸집 내에 균일하게 타설하여 소정의 품질을 확보하는 것이 요구되었다.

이러한 문제에 대해, 실제 플랜트를 사용한 합계 100m³를 넘는 초고강도 콘크리트의 시험비빔을 반복 실시하여, 최적의 배합방법에 대한 검토가 이루어졌다. 그 결과, 새로운 고성능AE감수제 및 고빌라이트계 시멘트(저발열시멘트)의 사용과 배합의 검토로 통해 이하와 같은 특성을 갖는 설계기준강도 600kg/cm²의 초고강도 콘크리트의 배합방법을 확립하였다.

- 콘크리트가 건조하기 쉬운 혹서기에 최대 2시간 정도의 간격을 두고 타설하여도 콜드조인트가 발생하지 않았다.

- 고밀도로 배근된 개소에도 균일하게 타설할 수 있는 우수한 유동성이다.

(슬럼프플로우 60cm)

- 최고 수화열의 온도를 60℃정도로 억제하는 것이 가능하고, 온도균열과 강도저하를 방지할 수 있다.

또, 사용한 초고강도 콘크리트는 유동성이 커서 거푸집에 작용하는 측압도 크게 되어, 거푸집의 관리도 시공상의 문제였지만, 이것은 清水建設기술연구소의 콘크리트 타설속도와 필요한 거푸집 강도의 관계를 시뮬레이션하는 실험장치를 활용하여 적절한 타설속도와 거푸집강도를 구하였다. (건축기술)