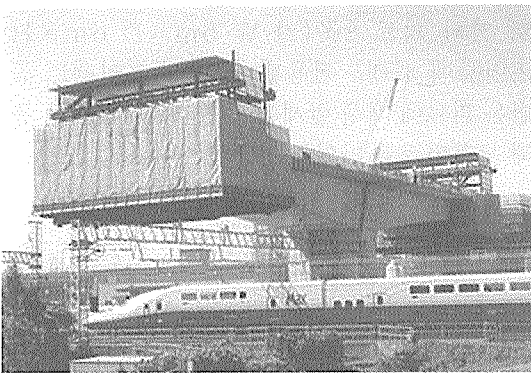


레미콘 기술동향

장거리 펌프 압송이 가능한 고강도 경량 콘크리트 개발

日本の大成建設은 東日本旅客鐵道와 공동으로, 장거리 펌프 압송이 가능한 고강도·경량 콘크리트를 개발하고 현재 한편지지 내민 공법으로 시공하고 있는 미야기현내의 고가교에 일본에서 최초로 적용했다.



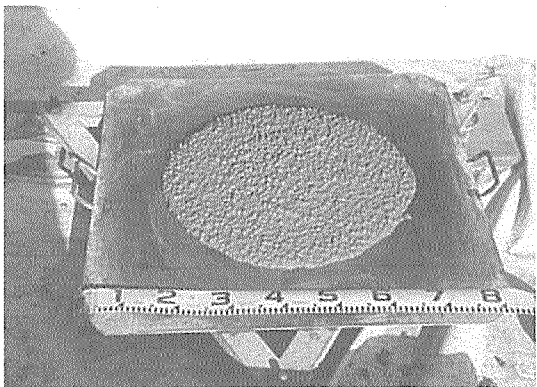
한편지지 내민 공법에 의한 가설상황

기존의 경량 골재는 흡수율이 높기 때문에, 이것을 이용해 콘크리트를 펌프 압송하는 경우에는 경량 골재를 미리 물에 침지시켜 습윤 상태(pre-wetting)로 만들어 압송에 따른 유동성의 저하를 막을 필요가 있었다. 하지만, pre-wetting 시킨 경량 골재를 이용한 콘크리트는 동결융해 저항성이 열악해지므로, 한

랭지에서 경량 콘크리트를 펌프 압송에 의해 시공한 사례는 거의 없었다.

大成建設과 東日本旅客鐵道는 이푸 고가교의 신칸센 차량 기지 상부 신설 공사(중양 스펀 120m, 길이 256m, 전폭 21.7m)에 경량 콘크리트를 적용함으로써, 배합설계법과 합리적인 시공법을 개발하고, 동결융해시험 등을 행해 장거리 펌프 압송이 가능하면서도, 동결융해저항성도 뛰어난 고강도·경량 콘크리트를 개발했다.

이번에 개발된 경량 콘크리트는 흡수율이 극히 낮은 경량 골재를 완전하게 건조시킨 상태로 이용하고, 장거리 펌프 압송성을 고려해 유동성을 높인 배합(슬럼프 플로우)으로 하였다. 또한, 재료분리 저항성을 확보하기 위해 분체 재료에는 조강 포틀랜드시멘트 외에 석회석 미분말을 사용함으로써, 물과 분체의 배



경량 콘크리트 (굳지 않는 성상)

합비율(W/B)을 낮추었다.

이와 같은 배합 구성으로 펌프의 압송 거리는 수평거리 환산으로 170m가 가능해졌다. 또한, 동결융해 저항성에 있어도 충분한 저항성을 갖는 것이 증명됐다. 또한, 설계기준강도 40N/mm², 탄성계수 21kN/mm², 단위용적중량 1.8 tonf/m³이라는 품질을 확보하고 있고, 지금까지 없었던 고강도성과 경량성을 겸비한 콘크리트이며, 콘크리트 타설시에는 경량 골재와 모르타르가 분리가 되지 않고 양호한 충전성을 확보하고 있다. 기존의 콘크리트의 단위용적중량이 2.4 tonf/m³인 것에 비해 이번에 개발한 콘크리트는 단위용적중량이 1.8 tonf/m³로써 25% 정도의 자중 절감이 가능해졌다. 개발된 콘크리트를 사용하면 교각 기초에의 중량 부담이 저감됨은 물론, 총 공사비도 절감될 수 있다.

이 회사는 앞으로 이번 기술성과를 폭넓게 교량 건설에 도입해, 보다 고품질이고 경제적인 교량 건설을 적극적으로 전개해 갈 예정이다.

(출처 : www.taisei.co.jp)

골재에 의한 재생 콘크리트 재활용 시스템 개발

日本の 鹿島는 폐 콘크리트의 재활용 확대를 목적으로 한 '폐 콘크리트를 가공한 골재에 의한 재생 콘크리트'를 현장 내 재활용 시스템에 의해 실제 건물에 적용했다.

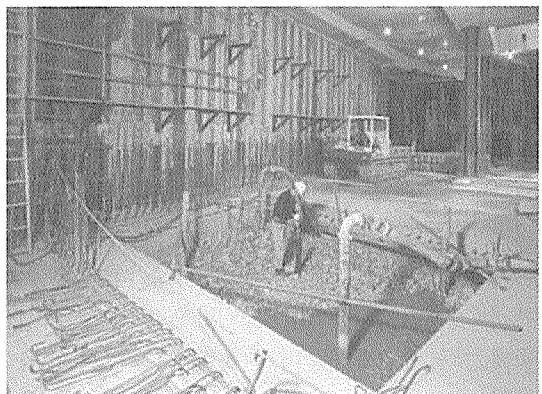
콘크리트는 건설 재활용법에 있어 재활용이 의무화된 품목 중 하나인 건설 부산물로, 기존에는 건설현장에서 중간처리장으로 반출해, 주로 노반재, 뒤채움재 등으로 재활용되고 있었다. 그러나, 콘크리트는 공급 과다나 재활용 장소까지 운반거리 장거리인 것 등으로 인해

효율적이지 못한 경우도 있어서, 새로운 재활용 용도가 모색되고 있었다.

이에 대하여 鹿島는 건설 현장에서 반출하는 일없이 현장 내에서 폐 콘크리트를 가공한 재생 골재에 의한 재생 콘크리트의 재활용 시스템 개발을 해왔다. 이번에 鹿島는 이러한 시스템을 본격적으로 활용해, 사진과 같이 崎玉현의 사무소 빌딩 지하에 건물의 부상 방지를 목적으로 한 기초의 중량증가물로서 재생 콘크리트를 470m³ 시공을 했다.

재생 골재의 재료는 해당 현장에서 사용했던 호칭강도 21N/mm²의 레드믹스트 콘크리트에 의한 슬래브이다. 鹿島는 이것을 2차 파쇄해 입경 40~150mm의 골재로 가공했다.

중간처리장에서 생산하는 재생 굵은골재량이 30% 정도인 것과 비교해서, 재생 골재로 얻는 양이 50% 정도로 크고, 또한 미분말의 발생량을 대폭적으로 억제하였다. 이 골재에 의한 재생 콘크리트는 재생 프리팩트 공법으로 지하 피트 8곳(약 W 5m×D 6m×H 2.2m)에 470m³ 적용됐다. 재생 프리팩트 공법은 피트에 재생 골재를 충전 후, 주입관을 통해 모르타르를 타설하는 공법이다.



재생 프리팩트 콘크리트공법에 의한 시공상황

콘크리트의 요구품질은 단위용적중량이 1.9t/m³ 이상이었다. 실시공에 앞서 모의 시험

체에 의한 실험을 통해 품질을 조사한 다음 실시공을 실시하였다. 실시공 후에, 피트에서 채취한 코어 시험체를 조사하여, 모르타르가 재생 골재의 구석구석까지 균일하게 충전되고 있고, 콘크리트의 단위용적중량이 2.23t/m³로서 목표치를 만족하고 있음과 함께 콘크리트 강도가 25.6N/mm²이었던 것을 확인했다.

이 재활용 시스템에 의한 재생 콘크리트의 특징으로서는 폐 콘크리트의 배출량을 줄임과 동시에 천연재료의 사용량 절감에 의한 자원의 유효한 이용을 실현할 수 있고, 폐 콘크리트를 중간처리장에 전부 반출하고 천연재료로 시공한 경우와 비교해 10% 정도 비용절감이 가능하며, 현장 재활용 시스템의 채용함으로써 현장 밖으로 콘크리트 덩어리를 운반하지 않음으로써 이산화탄소의 발생억제나 에너지 사용량 경감에 의한 에너지 절약을 실현할 수 있다. 또한, 중간처리장에서 제조한 재생 골재와 비교해 발생 현장에서 재이용하기 위한 원 콘크리트의 이력이나 품질을 알기 쉬워 우수한 재이용성을 발휘함과 동시에, 비교적 입경이 큰 상태에서 재이용할 수 있기 때문에 재생 미분의 발생 억제나 골재의 가공횟수의 경감을 실현할 수 있다.

이번 사례와 같이 건설 현장에 있어서는 반드시 모든 콘크리트 부재로서, JIS 규격품의 레미콘을 사용할 필요는 없다. 이와 같은 용도로 현장 재활용 시스템에 의한 재생 콘크리트를 적용하면 자원의 유효한 이용이나 에너지 절감에 의한 지구 환경에의 부하 경감에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

鹿島는 현장 내 재활용 시스템의 공법으로서, 이번에 이용한 재생 프리팩트 공법 외에 사진과 같이 40mm 이하로 가공한 재생 골재를 모르타르가 들어간 레미콘 콘크리트 차에 투입한 후 교반하여 콘크리트를 제조·시공한 재생 스테이지 믹싱 공법을 준비하고 있다. 재생

프리팩트 공법은 무근 콘크리트로서 대용량인 부재에 적합하고, 재생 스테이지 믹싱 공법은 범용적인 기계로 시공할 수 있으므로 철근 콘크리트 부재에 적합하다.



재생 스테이지 믹싱 공법

鹿島는 앞으로 웅벽 등 가설재나 독쌓기 콘크리트에 이 시스템을 적용하는 것을 추진함과 동시에 더욱 고도화 처리해 말뚝이나 구조물에서의 전개 가능성을 검토할 예정이다.

〈출처 : www.kajima.co.jp〉

타일 바탕용 특수 경량 모르타르를 개발

日本の 하자마는 외벽 타일의 박락을 방지하는데 유용한 타일 바탕용 특수 경량 모르타르를 개발했다.

이 모르타르는 변형 추종성을 갖고, 또한 저수축 및 저흡수의 특성을 갖고 있다. 이 모르타르는 시멘트, 규사, 특수 경량골재(에틸렌초산비닐수지·탄산칼슘 발포립 사용), 재유화형 분말수지(시멘트 혼화용 폴리머), 비닐론 섬유, 아크릴 섬유 등으로 구성된 일체형의 경량 폴리머 시멘트 모르타르이다. 이로 인해, 현장에서는 배합수를 첨가해 단지 혼합하는 것만

으로도 충분히 안정된 품질과 우수한 작업성을 확보할 수 있다.

이 모르타르는 통상의 1:3 모르타르보다 20% 정도가 작은 탄성계수를 갖기 때문에, 일사나 건조수축 등에 의한 바탕 콘크리트와 타일 사이 간의 거동이 다른 것에 대해 변형 추종성이 우수함과 동시에 발생한 응력을 저감한다. 이것이 타일의 박락방지에 크게 기여하는 것을 변형 추종성 시험으로 확인하였다.

이와 같이, 탄성계수가 작은 모르타르로서는 기존에서부터 경량샌드 모르타르(미장용 경량발포골재를 시멘트와 혼합 사용)가 있지만, 건조수축 및 건습에 따른 신축이 크고 장기적인 내구성에 관한 기술자료가 부족한 등의 문제점이 지적되고 있다. 이 모르타르는 1:3 모르타르의 35%정도의 길이 변화율과 10% 정도의 흡수량을 보여, 이러한 문제들을 크게 개선하였다.

또한, 장기 내구성에 관해서는 적외선 조사 105분, 살수 15분을 1사이클로 하는 냉온 반복시험을 300사이클 정도 실시하고, 그 후의 접착력 시험에서는 1N/m 이상의 접착력이 나타났다. 또한, 파단상황에서도 계면파단(이종재료가 접한 경계면의 파단)은 보이지 않는 양호한 상황을 나타냈다.

이 모르타르는 2000년에 타일 바탕에서의 적용도 포함하도록 개정된 건축용 바탕 조정재 JIS A 6916(CM-2) 규격에도 적합하고, 3mm 이상의 두께로 시공 가능하고, 3~10mm까지의 두께는 1회 도포로 가능하다.

이 모르타르는 시판되고 있는 바탕 조정용의 기존 조합 모르타르와 비교해 10% 정도 저렴하고, 1회 도포의 경우에는 공사기간의 단축에도 기여하므로, 두께 20mm 정도의 모르타르 타일 바탕의 대체 공법으로서 제안될 예정으로, 아직 자사의 시공건물에 적용예정이나, 향후에 실적이 증가하면 외부에의 적용도 고려

하고 있다.

(출처 : www.hazama.co.jp)

강도와 안정성이 뛰어난 섬유강화 콘크리트(HPRFC)

빌딩이 붕괴하는 순간에 엄청난 콘크리트 조각들이 지상으로 무너져 내리면서 부상자가 발생할 뿐만 아니라 주위의 건물은 손상을 입는다. 이러한 붕괴에 따른 재난을 막기 위해서 노스캐롤라이나 대학의 연구진은 기존의 콘크리트 대체 소재인 고성능의 섬유강화 콘크리트(HPRFC)를 개발했다고 발표했다.

이 소재는 콘크리트를 강화시키기 위해서 재생된 스테인레스 스틸 섬유를 사용하고 있으며, 첨단의 콘크리트 복합소재는 강도와 인성이 뛰어날 뿐만 아니라, 가격이 저렴하고 시공이 간편하다는 장점을 가지고 있다고 노스캐롤라이나 대학의 토목공학과 교수인 Neven Krstulovic-Opara가 말했다.

HPRFC 시스템은 구조물이 붕괴됐을 때, 커다란 콘크리트 조각의 발생을 막기 위해서 디자인됐다. 그 결과 구조물이 붕괴되었을 때 콘크리트는 대부분 손상을 입지 않고 스테인레스 스틸 섬유에 의해서 서로 묶여 있게 된다. 구조물로부터 분리된 조각은 기존의 콘크리트 붕괴시 발생하는 조각보다 훨씬 작기 때문에 주변 사람에게 심각한 부상을 야기하지 않을 뿐만 아니라 주위 건물에도 큰 영향을 미치지 않을 것이다.

실험실에서 제작된 모델에서 구조물 강화 테스트를 실시한 결과, 지진에 대한 HPRFC 시스템은 아무런 문제점을 일으키지 않았다. 현재 Krstulovic-Opara가 이끄는 팀은 폭발에 대한 증가된 내충격성에 대해 이 시스템을 보완하고 있는 것으로 알려졌다.

안정성 이외에도, HPRFC 시스템은 빌딩

을 시공하거나 보수, 강화하는 방식을 개선할 수도 있다. 현재 빌딩을 시공할 때, 작업자들은 프레임으로 스틸 레버를 쓰고 프레임 주변에 목재나 금속 성형물을 만든 다음 콘크리트를 타설하고 콘크리트가 양생되면, 프레임을 제거한다. 빌딩의 지지물을 위한 프레임이나 성형물로서 사용될 수 있는 Krstulovic-Opara 시스템은 시공 시간을 단축할 뿐만 아니라 비용도 절감할 수 있는 장점을 가지고 있다.

또한 HPRFC 시스템은 기존의 콘크리트 시공 장비를 최소한으로 수정해서 사용할 수 있기 때문에 별도의 고가 장비를 새로 갖출 필요가 없어서 설비 구입 비용에 따른 부담을 줄일 수 있다. HPRFC 연구비는 국립 과학 재단으로부터 지원되고 있으며, 연구에 필요한 소재는 Ribbon Technology Company가 제공하고 있는 것으로 알려졌다.

〈자료제공 : www.kisti.re.kr〉

콘크리트 등의 초기 크랙방지재 개발

일본전기초차는 콘크리트나 모르타르의 초기 크랙방지재인 “슈퍼크랙넨”을 개발 판매하기 시작했다. 내알칼리 유리섬유(ARG fiber)를 이용해, 이 제품을 콘크리트 등에 소량 투입하면, 우수한 크랙 방지효과가 발휘된다. 이번에 개발된 제품은 콘크리트용의 “팩” 및 “메쉬”와 모르타르용의 “네트” 3종류이다.

일반적으로 콘크리트나 모르타르는 건조 및 경화 과정에서 0.05~0.1% 정도 수축된다. 그 원인은 초기 크랙으로, 지금까지 효과적인 방지책은 없었다. “슈퍼크랙넨”은 내알칼리성이 우수하고, 높은 인장강도를 갖는 ARG fiber를 사용한 것으로서, 약간의 투입량(콘크리트 또는 모르타르 중량의 0.02~0.2%)로도

크랙 방지효과가 발휘된다. 또한, 시공 현장마다 가공하기 쉽도록 팩 등 3종류의 제품이 상품화됐다.

제품 종류별로 특징을 보면, 우선 팩을 사용할 경우 ARG fiber의 스트랜드(단섬유 수백 개를 묶은 것)를 길이 13mm로 절단해, 알칼리에 녹는 지대에 채워 넣는다. 레디믹스트 콘크리트 1m³에 1팩의 비율로 레미콘 트럭에 포대마다 투입한다. 메쉬를 이용하는 경우에는 ARG fiber의 스트랜드를 메쉬 상으로 짜서(織) 만든다. 시공부에 따라 적당한 크기로 절단해 콘크리트 타설 후에 메쉬를 깔아 갈아얇게 한다. 모르타르용의 네트를 사용할 경우에는 ARG fiber의 스트랜드를 네트 상(5mm 간격)으로 짜서 만든다. 메쉬와 같이 적당한 크기로 절단해 모르타르 중벌바름 후에 붙이고, 정벌바름을 실시하면 된다

〈자료제공 : www.kisti.re.kr〉

하수처리 시설의 콘크리트 부식방지용 패널 개발

日本の清水建設은 이번에 하수처리 시설의 각종 콘크리트 설비가 부식되는 것을 방지하기 위한 공사에 적용되는 초경량 방식 패널 ‘U-LAC 패널’을 개발 실용화했다. 패널의 주재료가 폴리프로필렌으로 만들어짐으로써 기존과 같은 방식성능이 확보되면서, 초경량화가 가능해졌다. 이에 따라 부식방지 공사가 효율적으로 이뤄질 전망이다.

清水建設은 이미 2001년 말 (재)일본도료 검사협회의 심사에 의해 일본하수도사업단의 ‘콘크리트 방식 지침(안)’으로 가장 높은 방식성능인 D종 적합품 평가를 취득했다.

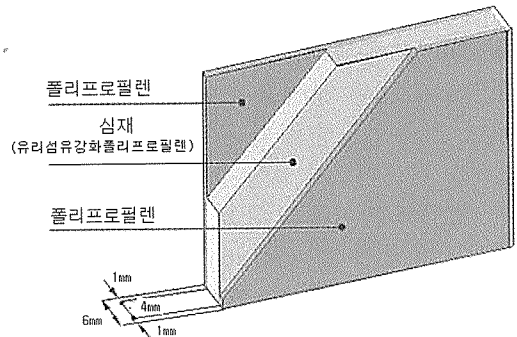
일반적으로 하수처리 시설은 처리조나 오니 침전조 등 각종 콘크리트 설비의 내면을 내약

폼성의 수지로 도장하고 방식피복을 하고 있다. 이것은 하수에서 발생하는 황화수소로 인해 콘크리트 설비가 부식되는 것을 방지하기 위한 것이다. 방식피복의 품질이 도장 시공시의 온도나 습도에 좌우되기 쉽기 때문에, 적절한 시공환경의 확보에 세심한 주의를 기울일 필요가 있다.

최근, 기존의 도장을 대신해 방식패널을 콘크리트 내면에 부착한 시트 라이닝 공법이 채용된 사례가 늘고 있다. 이 공법은 공장에서 제조 관리되며, 품질도 안정된 방식패널을 적용하기 때문에 온도나 습도에 영향을 받지 않고 방식피복층을 확실하게 시공할 수 있다. 단, 하수처리시설이 좁은 공간에서 시공되기 때문에, 타설할 필요가 없는 경량 방식패널의 개발이 바람직하다.

이번에 개발 실용화된 'U-LAC 패널'의 경우, 방식패널의 주재료로서는 처음으로 폴리프로필렌이 사용됐다. 이 방식 패널은 清水建設의 공법 개발·시공 노하우와 유리섬유의 유리섬유 복합재 기술이 결합되면서 완성된 것이다. 내약품성이 우수할 뿐만 아니라 경량 폴리프로필렌을 주재료로 함으로써 우수한 방식성능과 초경량화가 이뤄졌다.

이 방식패널의 무게는 종래의 방식패널의 약 1/4에 해당하는 $4\text{kg}/\text{m}^2$ 인 초경량이다. 크기는 대형(길이 1800mm, 폭 900mm, 무게 7.6kg), 중형(길이 900mm, 폭 900mm, 무게 3.8kg), 소형(길이 450mm, 폭 900mm, 무게 1.9kg)의 3



재생 프리팩트 콘크리트공법에 의한 시공상황

종류가 있다. 모든 패널의 두께는 6mm로 심재에 두께 4mm의 유리섬유강화폴리프로필렌을 사용하고, 그것을 두께 1mm의 폴리프로필렌을 사이에 두고 있는 3층 구조이다.

이 방식패널은 기존의 약 1/4에 불과한 초경량화에 의해 운반 타설 등의 각종 작업이 쉬워진 것이 최대 장점이다. 이에 의해 방식피복층의 시공이 효율적으로 이뤄질 수 있으며, 특히 공간이 좁은 하수처리 시설에서 그 위력을 발휘한다. 또한, 현재 이 방식 패널의 특징 및 장점을 최대한으로 발휘한 구체적인 시공 순서 방법이 검토되고 있다. 적용대상으로서는 신설 리모델링은 물론 하수처리 시설 외에 공장, 가축 분뇨처리 시설 나아가서는 앞으로 증가될 것으로 보이는 각종 환경관련 시설 설비 등 다양한 콘크리트 설비의 부식대책 공사에 예상된다.

〈출처 : www.shimz.co.jp〉