

레미콘 기술동향

재료의 리사이클링을 통한 원가절감

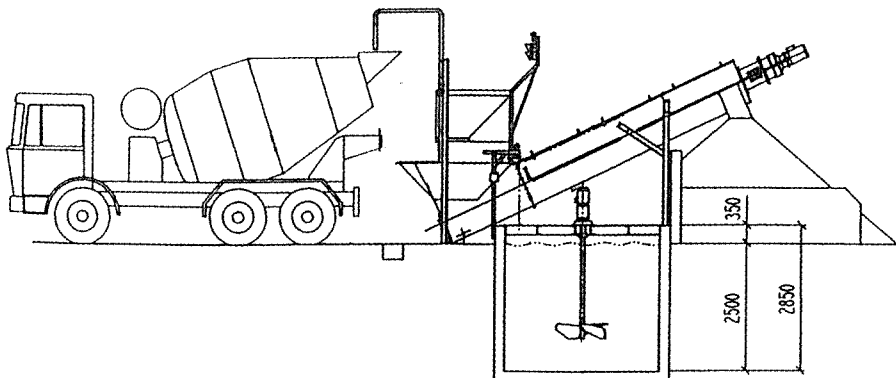
프랑스에서는 과거에는 레미콘의 리사이클을 위한 설비투자는 비효율적인 것으로 여겨져 왔으며, 투자는 불필요한 것으로 생각되어 왔다. 그러나, 최근 들어 경제성 평가를 통해 이와 같은 관점이 변하고 있다.

프랑스 레미콘 기술자회(Dijon Béton)인 플랜트 매니지먼트는 포화상태에 도달한 매립지에서의 처분비용이 증가할 것에 대하여 고려하고 있다. 점점 더 엄격해져만 가는 유럽 각국의 규준에 비추어볼 때, 환경을 보호하기 위한 방안으로 규제는 더욱 강화될 것이기 때문에 Dijon Béton 은 리사이클 기술을 고안하기에 이르렀다.

Beris는 프랑스의 Burgundy 지역에 있는 Nuits-Saint-Georges에서 리사이클 시스템의 경제성 평가를 1997년의 데이터에 기초한 변수를 사용하여 수행하였다.

믹서 트럭에 남아 버려지는 콘크리트의 연간 손실률은 생산량의 2~5% 정도 되며, 이러한 양은 단위당 200~500m³, 총 10,000m³에 달한다. 연간 평가량의 최소치인 200m³으로 생각하여도 골재량이 440 ton에 달하며, 리사이클링 시스템에 의한 재생을 실시하면 회수수 40m³에서 절약되는 \$70을 포함하여 연간 \$4300의 재료비 절감을 도모할 수 있다.

필수적인 저장, 운반, 기계대여(작은 회사에서는 일반적으로 갖고있지 않은 재하기 혹은 수쇄기)비용이 추가된다면 톤당 \$12.70하는 콘크리트 처리비용은 개략적으로 매년 \$5,080정도 된다.



리사이클링 시스템에 필요한 전기-기기적인 설비는 부순모래 채취시에 필요한 설비와 거의 유사하다. 시멘트와 혼화재료의 경우 잠재적인 오염원이기 때문에 7일정도의 처리작업이 필요하다는 추가적인 문제가 있다. 이 시스템은 금속성 및 폴리프로필렌 섬유뿐만 아니라 미세입자에 관한 문제도 처리할 수 있다.

재활용 설비는 믹서트럭이 도착하면 광전자의 셀이 작동하여 스크류 리사이클링 시스템을 가동하게 되는데, 처리능력 이상의 다량이 투하될 때의 과부하를 방지하는 역할도 한다.

잔여 콘크리트에 회수수를 넣어 회석시키며, 회석 혼합물을 호퍼에 부어 넣는다. 펌프 상단에 직접 설치된 모터기어에 의해 움직이는 아르키메데스 스크류 펌프가 골재를 추출한다. 골재는 다음 처리조로 옮겨지기 전에 세척된다.

재료들이 청결하고 거의 건조되면 소량을 빈배합 콘크리트나 고급의 골재품질을 요하지 않는 배합에 투입된다. 레이턴스(물, 시멘트, 직경 200 μ m 이하의 미립분으로 구성)는 내부 유수장치에 의해 제거되며, 그 후 미립분이 침전되지 않도록 하기 위해 2개의 스크류가 도는 믹싱탱크에 투입된다. 이러한 현탁액은 빈배합콘크리트의 제조에도 사용된다. 이러한 일련의 기기장비의 제어는 자동화되어 있으며, 정기적인 유지관리는 마모가 발생될 부분에 대해서 정기적으로 하면 된다. 이러한 리사이클링 시스템은 연간 200,000m³의 출하능력이 있는 플랜트에도 적용할 수 있다.

<출처 : Concrete International>

해사채취 규제에 대한 대책으로 석회석 쇄사를 증산

三菱material은 東谷광산(北九州시)에서

생산하는 콘크리트용 석회석 쇄사를 대폭적으로 증산한다. 현재, 설비투자계획과 병용하여 마켓조사를 하여 2003년도 중에는 증산체제를 정비할 것을 고려하고 있다. 제 1단계로서 연간 50만톤의 생산판매를 목적으로 한다.

東谷광산은 주로 동사 九州공장에 시멘트용 석회석을 공급하고 있고 연간 생산량은 약 1000만톤. 이 가운데 석회석 쇄사는 주변지역으로 연간 6~7만톤을 생산하여 공급하고 있다.

瀬戸内海의 해사채취규제가 진행되어 廣島縣(2000년 2월)에 이어 岡山縣(2003년), 香川縣(2005년), 愛媛縣(2006년)으로 채취가 금지된다. 瀬戸内海 연안지역에서는 잔골재의 해사 의존률이 높고, 채취금지에 따라 잔골재 부족이 예상되고 있다.

동 사에서는 이러한 상황에 대응하여 석회석 쇄사를 증산하여 中西國·關西 지역으로 공급할 계획이다. 동 광산은 입해의 九州공장과 벨트 컨베이어로 연결되어 있어 동 공장에서 바로 선적하여 출하한다. 기존 설비의 운송 설비를 이용가능하기 때문에 설비투자가 들지 않는다. 또한, 쇄사 제조시에 발생하는 부산물을 시멘트 원료로서 사용가능하다는 이점도 있다.

<출처 : セメント新聞>

일본 최초로 Fc 150N 콘크리트 초고층 RC조에 적용을 앞둔다.

大成建設은 일본에서 최초로 설계기준강도(Fc) 150N/mm²의 초고강도 콘크리트의 國土交通大臣認定을 취득하였다. 포틀랜드시멘트에 슬래그석고와 실리카흄을 사전 혼입한 제1 시멘트의 3성분계 고강도 시멘트(VKC 100SF)를 사용한 것으로서 고성능AE감수

제, 양질의 골재를 채용, 물시멘트비 15%정도를 실현하였다. 동 大臣認定의 취득으로 60~80층 건물에서 최고층 건물로 흔들림에 강하고, 경제적으로 내구성도 우수한 철근콘크리트(RC)조를 적용 가능하게 되었다. 이번에 大臣認定을 취득한 것은 F_c 110~150N/mm²의 초고강도콘크리트이며, 認定 취득일은 2002년 12월 12일이다. 현재 동경도 내에서 계획중인 약 40층 건물의 초고층 RC조에 적용을 목표로 하고 있다. 동 사에서는 F_c 80~100N/mm²의 초고강도콘크리트를 이미 10여 곳의 건물에 채용한 바 있다. 이와 같이 연구된 재료·배합선정기술이나 품질관리기술 등을 기초로하여 F_c 110~150N/mm²의 기술을 확립, 실용화를 검토하고 있다.

〈출처:セメント新聞〉

골재 제조시에 발생하는 미분말의 재이용기술 개발

일본의 清水建設(주)과 電源開發(주)은 댐 시공용 골재를 제조할 때 발생하는 미분말을 댐 콘크리트에 적용하기 위한 배합설계 방법을 실내실험에서 확립한 후 실 플랜트에서 콘크리트 제조실험을 행하여 실용가능이 있는 것을 확인하였다.

종래 댐의 시공현장에서 골재 제조시에 발생하는 다량의 미분말은 통상 산업폐기물로서 처리되고 있지만, 환경문제나 경제성 측면에서 그 유효이용이 중요시되고 있다.

양 사는 댐용 골재 제조시에 발생한 미분말을 댐의 내부에 타설할 콘크리트에 적용하는 것을 목적으로 하여 長瀧重義東京工業大學 명예교수의 지도를 받아 미분말을 잔골재의 일부로 치환한 콘크리트의 배합설계방법을 실내 실험에서 검토하였다. 그 결과 잔골재율을 변

화시킴에 의해, 혹은 고성능감수제를 사용함에 의해 배합설계 방법을 확립할 수 있게 되었다.

미분말은 골재의 제조설비 종류에 따라 입도 등의 물리적 성질이 다르다. 습식의 골재제조설비를 사용할 경우에는 콘크리트 1m³당 미분말 량 200kg까지, 건식의 골재제조설비를 사용할 경우에는 170kg까지 사용 가능한 것을 확인하였다.

또한, 콘크리트 타설작업의 난이도를 평가하기 위해 동적인 평가방법을 제안하였다. 이는 미분말을 혼입한 콘크리트는 점성이 높기 때문에, 일반적인 슬럼프로 평가·관리되는 댐용 콘크리트는 동적인 평가방법으로 모르타르 상승시험이나 진동대식 콘시스턴스 시험 등을 사용할 경우 타설작업의 난이도 평가 관리면에서 좋은 것 등이 판명되었다.

이상의 결과를 바탕으로 실 플랜트에서 약 20m³의 미분말 혼입 콘크리트를 비빔으로서 소정의 굳지않은 성상과 소정의 강도를 확보 가능한 것을 실증적으로 검토하였다.

清水建設(주)와 電源開發(주)는 현재 본 건에 관해 공동특허를 출원중에 있다.

〈장점〉

1. 폐기물의 삭감, 리사이클의 추진. 환경문제의 공헌을 도모하는 것이 가능함



2. 미분말의 시공현장내 재이용이 가능하기 때문에 시공현장에서 암석의 채취량을 최소화하는 것이 가능하다.

3. 산업폐기물로서의 폐기비용 분이 코스트 다운 될 수 있다.

예: 콘크리트의 제 체적이 50만 m³인 경우 약 4억 엔의 코스트다운

〈출처 : NIKKEI Press Release〉

황산염 침식에 의한 Thaumasite의 위협과의 전쟁

〈N. Crammond 외, Concrete Engineering 6 [2] 68~223 (2002)〉

황산염의 침식 위험성이 있는 기초콘크리트, 상판, 터널, 하수관계시설 등에 있어서 thaumasite (Hydrated Calcium Silicon Carbonate Sulfate Hydroxide : $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 14.5\text{H}_2\text{O}$) 광물이 생성되는 것은 잘 알려져 있지 않으며, 또한 규명되어지지 않은 부분도 많다. 이와 같은 부위에 콘크리트를 시공함에 있어 최근에는 내구성을 고려하여 다양한 시방서 및 안내서에서는 황산염 침식 저항성을 높인 특별한 설계가 되고 있지만, 이러함에도 불구하고



열화상황

thaumasite 는 생성된다.

이 광물이 콘크리트의 성능저하에 따라 발생하는 생성물로서 알려지게 된 계기는 1960년대 미국에서 최초로 발견된 이후이다. 그 후, 영국에서 다수 발견되었으며, 그 사례는 전 세계에 걸쳐 많이 보고되고 있다.

1980년대부터 1990년대 초기에 걸쳐 BRE(영국 건설연구소)는 지하 콘크리트에 있어 경화한 시멘트-페이스트 매트릭스가 완전하게 thaumasite로 치환되고 있는 사례를 다수 발견하였다. BRE는 이 현상에 대하여 '황산염 침식의 thaumasite 형태' 라 명명하였다. 생성물은 부슬부슬하여 파괴되기 쉬운 백색의 괴상형이다. (사진)

이 문제를 주목한 영국정부는 관계당국과 협력하여 황산염 침식에 대하여 지침의 개정을 추진하였다.

이 레포트는 thaumasite 생성의 원인, 예방방법의 연구, 그 대책에 관하여 활동한 현상, 또한 구체적인 피해사례 등을 보고하고 있다.

〈출처 : セメント コンクリート〉

독일에서 압축강도 100N급 고강도 콘크리트를 도로교에 적용

독일 Brandenburger 시에 있는 교량은 배의 항행과 자동차 도로, 도시 전철교통의 통과와 중심점에 있어 두께를 최소한으로 얇게 한 상부구조가 필요하게 되었으며, 이에 따라 고강도 콘크리트의 적용이 필요하게 되었다.

이 교량은 아치·라멘 복합구조로 4 웨이브의 T 자형의 보 상부구조 및 4개의 버팀부재가 고강도 콘크리트로 시공되게 되었다.

콘크리트의 배합 (kg/m^3)은 CEM I 42.5R-HS 시멘트(z)가 360, 플라이애쉬(f)

가 120, 실리카흙 슬러리(고형분 50%)가 70, 골재(A16/B16)가 1831, 물(전량)이 143, 감수제 PCE(폴리카르본산 에스테르 베이스) 약 1.6wt%, 지연제 0.2wt%, 등가 물시멘트 비가 0.32이다.

성능시험 결과는 굳지않은 콘크리트의 플로우가 575mm, 공기량이 0.8vol.%, 겉보기밀도가 2.55kg/dm³ 로 측정되었다. 또한, 경화 콘크리트의 압축강도(N/mm²)는 2일에 66, 7일에 80, 28일에 100을 발현하였으며, 28일에서의 활렬인장강도는 6.6, 탄성계수는 47400N/mm², 내동결융해성은 CDF법에 의해 감손량이 43.2g/m²으로 나타났다.

20℃에 있어서 플로우치는 10분 후에 615mm, 150분 후에 540mm로 목표로 한 콘시스턴시를 만족하였다. 타설·다짐에서 경화 시작까지의 기간에서 플라스티시티는 ASTM C 406-88의 침입도에 의해 측정하였고, 재령 2시간에 약 55mm에서 7시간에 약 21mm 까지 S자 형으로 변해갔으며, 변곡점을 응결의 시작으로 보았다. 콘크리트 온도 15 / 20 / 30℃에 있어서 확실하게 Workable 한 시간은 4.5~5.5 / 3.5~4.5 / 3.0~4.0 시간으로 나타났다.

Hillemeier 외의 시험법에 의해 자기수축(mm/m)은 7일에 0.32로 나타났지만, 7일에서 탈형하고 56까지 건조수축한 결과는 0.53으로 측정되었다. 초기수축이 크기 때문에 양생에 특히 주의를 기울였으며, 플라스틱 시트와 살수를 병용함으로써 유지관리를 하였다.

〈출처 : 세멘트 콘크리트〉

SCC(Self Compacting Concrete) 터널 결함부 복구

ケルン~ライン/ マイン ICE 신설선 중에 있는 터널에서 2개의 아치블럭에 각각 약 25m²의 결손개소가 확인되었다. 결손개소를 숏크리트로 보수하려는 당초의 제안은 불투수성에 대한 문제가 제기되어 건설의뢰자 측에서 거부하였다. 따라서, 결손 하부에 교통을 방해하지 않도록 지보공을 사용한 거푸집을 설치한 후 콘크리트를 타설하는 것으로 하였다. 또한, 재래의 내면 셀 콘크리트로 시공하는 것에 문제가 많다고 생각되었기 때문에 자기충전 콘크리트(SCC)를 채용하게 되었다.

SCC의 배합(kg/m³)은 시멘트(CEM I 32.5R)와 플라이애쉬를 합한 분체가 660, 규사(0/2a)가 690, 현무암 가는 쇄석(5/16)이 920, 물이 155, 유동화제(PCE 베이스)가 시멘트의 1.7wt%로 하였다.

SCC 품질에 관해서는 적성검사실적은 블록 링을 사용한 슬럼프플로우치(mm)는 10분 후가 770, 60분 후가 750, 압축강도(N/mm²)는 2일에 30, 7일에 45, 28일에 63, 투수깊이(mm)는 17이었으며, 현장에서의 품질 관리 결과는 예로서 슬럼프플로우치가 740mm, 28일 압축강도가 65~74N/mm², 투수깊이는 15~16mm 이었다. 블리딩 및 재료분리도 보여지지 않았고 탈형 직후의 콘크리트 표면의 관찰결과도 만족하게 나타났다.

〈출처 : 세멘트 콘크리트〉