

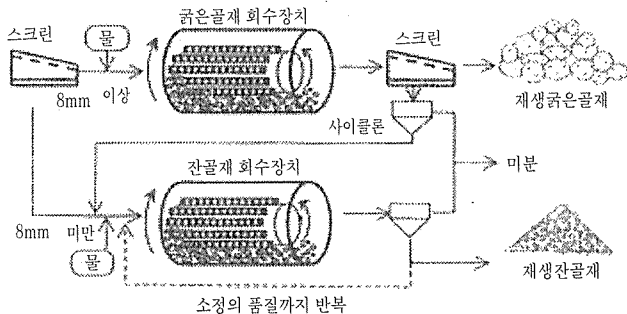
# 레미콘 기술동향

## 재생골재 제조방법의 개선

재생골재의 기술개발은 지금까지도 많은 실 시예가 있고, 각종 콘크리트 파쇄장치가 사용 되어 왔다. 재생골재를 제조하는 방법에는 종 래에 사용된 기계적 파쇄방식을 개량한 것과 새로운 기술로서 가열에 의해 시멘트 수화물 을 취약화시키는 방식이 있다. 가열법은 처리 비용이 비교적 높아지지만, 성능적으로는 우 수한 품질을 갖는 재생골재를 생산할 수 있기 때문에 앞으로 기대되는 제조방법이다.

### (1) 기계마찰법

본시험의 착수에 앞서, 파쇄기의 종류(중

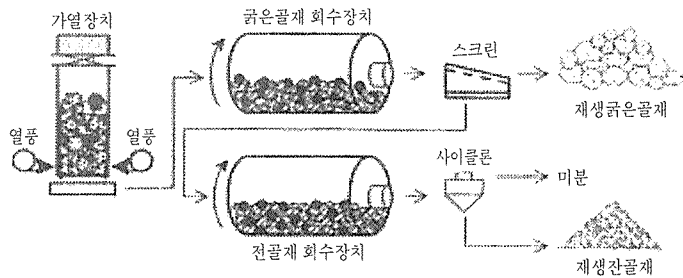


(그림 1) 기계마찰법 재생골재 제조과정

형, 횡형)나 파쇄매체의 영향, 죠-크러셔의 개 량, 습식과 건식의 비교 등 예비적 시험을 수 행, 골재의 손상이 적고 부착한 시멘트 수화물 을 박리시킬 수 있는 장치를 검토하였다. 그 결 과, 습식의 횡형 회전식 파쇄기가 가장 안정된 성능을 나타냈다. 이 때문에, 굵은골재 및 잔 골재의 회수처리에는 습식의 편심횡형 회전식 파쇄기(직경 1.6m, 길이 2.2m)로 마찰을 실 시하고; 재생 굵은골재의 선별에는 체를, 잔골 재와 미분의 선별에는 습식 사이클론을 사용 하였다.

### (2) 가열마찰법

콘크리트괴를 가열하는 방식으로서, ①충전 탑내를 열풍가열하는 전체가열법과, ②마이크 로파를 횡형 회전식 가열통내에 조사해서 시 멘트 수화물을 선택적으로 가열하는 선택가열법에 대해서 예비적인 시험 으로 비교 검토하였다. 골재는 500℃ 이상에서 품질의 열화가 시작되기 때 문에, 가열처리는 300℃정도로 하였 다. 두 방식 모두 대체적으로 목표치 는 달성하였지만, 선택가열법의 경우 는 가열온도의 측정이나 제어가 어려 워지는 등 실용화를 향한 과제가 남 아 있기 때문에, 전체가열법을 선정 하였다. 전체가열 마찰법은 가열에는

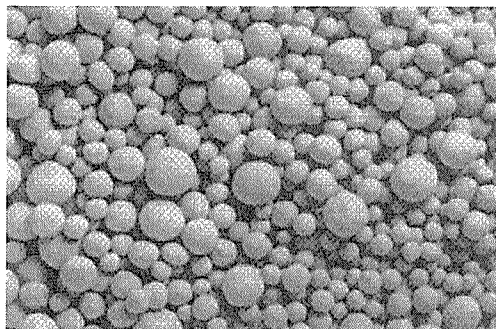


[그림 2] 전체가열마찰법 재생골재 제조과정(콘크리트 공학)

LPG 연소열풍 취입식 중형충진탑(직경 0.5m, 높이 2.2m)를 사용하고, 마찰처리에는 횡형 회전식 파쇄기(직경 0.7m, 길이 1.0~1.6m)에 직경이 다른 강구를 혼합시킨 매체를 사용하였다.

## 고성능 경량콘크리트의 제조 및 성능

콘크리트구조물을 경량화시키려는 요구는 최근의 초고층빌딩, 장대스팬교량 등 고층화, 장대화, 대단면화의 추세와 연약지반에서의 시공, 양중량 절감의 요구 등으로부터 해마다 높아져 오고 있다. 콘크리트를 경량화하는 방법으로서 경량콘크리트의 이용이 고려되고 있지만 지금까지의 인공경량골재를 사용한 콘크리트에서는 펌프압송성 및 내구성등에 있어서

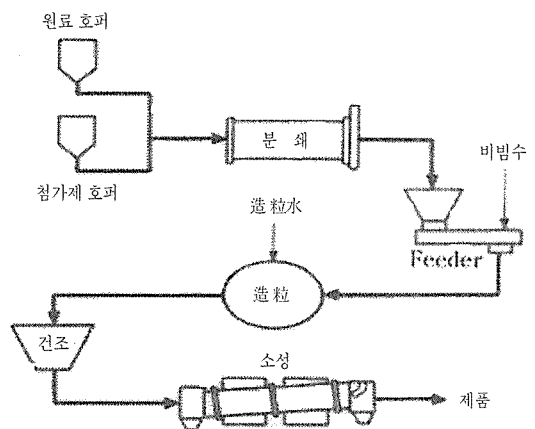


[그림 3] 진주암을 원료로 한 고성능 경량골재

기술적인 과제가 있었다. 즉, 이런 인공경량골재는 표면에 많은 기공을 갖는 포라스적인 재료로서 흡수율이 크기 때문에 골재의 함수율이 작은 상태에서의 펌프압송은 매우 어렵다. 펌프시공시에는 프리웨팅을 해서 고함수율의 상태한 가운데 비비고 압송하는 방법이 일반적으로 사용되어 왔지만 시공

시 콘크리트의 골재함수율이 20~30%로 매우 크게 되어 동결융해저항성이 나쁜 경우가 고려되어 적용범위가 한정되고 있었다. 최근, 지금까지의 팽창혈암을 주원료로 한 재래의 인공경량골재에 비해서 흡수율이 매우 작고 또한 고강도인 인공경량골재가 개발됨에 따라 경량골재콘크리트의 활성화에 기여하고 있는 실정이다.[그림 3]

고성능 경량골재의 제조는 분쇄혼합, 조립, 건조 및 소성으로 되는 4공정으로 크게 구분된다. [그림 4]는 고성능 경량골재의 제조공정을 나타낸 것이다. 분쇄혼합 및 조립의 각 공정에서는 원재료로 되는 진주암을 미분쇄함에 따라 가소재, 발포재등의 첨가재를 소정 비율로 가해 혼합하고 이의 혼합미분원료를 회전조립



[그림 4] 고성능 경량골재의 제조공정

기에 의해 고밀도 조립한다. 고밀도 조립물은 건조공정을 지나서 소성되지만 소성공정의 초기에 있어서 소결하는 것에 따라 치밀화되고 그후의 소성공정에서 발포가 생겨 경량화된다. 이 제조방법에 따라 내부에 미세한 폐기공이 형성되고 저흡수성의 골재가 얻어진다. 이와같은 조립형 골재는 미분을 성형해서 소성하는 세라믹등과 제조면에서 동일하고 급격하게 냉각하면 온도응력이 생겨 미세한 크랙이 발생하고 강도저하가 생긴다. 이 때문에 고성능 경량골재는 소성후 종래의 비조립형과 같은 급냉은 행하지 않고 골재의 성능에 영향을 주지않는 범위에서 서냉된다. 또한 원료의 입경 및 소성시의 온도이력에 따라서도 영향을 받기 때문에 각 소성공정을 엄격하게 관리하고 어떻게 내부조직을 미세한 독립기공으로 형성시키는 지가 고성능 경량골재의 품질을 결정하는 열쇠가 된다. 소성된 골재는 체분기에 의해서 입도조절되고 출하된다.

인공경량골재는 제조방법에 따라서 조립형과 비조립형의 2종류로 크게 구분된다. 인공경량골재의 개발당초는 비구조립형이 대부분을 차지하고 있으며, 팽창혈암을 파쇄해서 소성하는 타입의 골재가 주류이었다. [표 1]에 시판중인 비조립형 인공경량골재의 물성을 나타내고 있다.

[표 1] 비조립형 인공경량골재의 물성 사례

골재의 종류	굵은 골재	잔골재
절건비중	1.25	1.68
24시간 흡수율(%)	9.7	9.8
출하시 흡수율(%) <sup>1</sup>	28	16

\*1 : 소성후 강제흡수된 경우의 흡수율

이 경량골재의 절건비중은 굵은골재 1.25, 잔골재 1.68로서 보통의 천연골재보다 상당히 가볍다. 그러나 내부구조가 연통된 다공질이

기 때문에 물에 접한다면 표면의 모세관을 통해서 내부로 물이 침투하여 흡수율이 매우 높은 것으로 알려지고 있다. 이와같은 경량골재를 절건 또는 기건상태에서 콘크리트를 비비는 경우, 콘크리트중의 물이 골재에 흡수되어 슬럼프의 경시변화, 펌프압송시의 폐색 등의 시공성을 저하시킨다. 또한 프리웨딩한 골재의 출하시 흡수율은 굵은골재 20% 이상, 잔골재 10% 이상으로 매우 크고 흡수율이 작은 골재에 비해서 동결융해저항성을 저하시킨다. 한편 고성능 경량골재는 소성과정에서 한번 소결해서 탈기되고 그후 발포시키기 때문에 내부는 미세한 독립기포가 균질하게 분산, 형성되고 있다. [표 2]에 고성능 경량골재의 기본적인 물성을 나타내고 있다. 종래의 비조립형 경량골재와 비교해서 절건비중이 굵은골재 0.8~1.2, 잔골재 0.9~1.1로 가볍고 또한, 24시간 흡수율 및 포화흡수율도 매우 작게 되고 있다. 골재의 흡수율이 매우 작은 것에 따라 콘크리트비밀시에 프리웨딩을 행하지 않고 사용할 수 있고 콘크리트의 내구성도 대폭적으로 개선된다.

[표 2] 고성능 경량골재의 물성

골재의 종류	굵은 골재	잔골재
절건비중	0.8~1.2	0.9~1.1
24시간 흡수율(%)	5.0이하	8.0이하
포화 흡수율(%) <sup>1</sup>	10.0이하	10.0이하
화학적 성질	증성	증성

\*1 : 2시간 자비(煮沸)후 2시간 냉각 방치후의 흡수율

## 수중보존한 플라이애쉬의 결합재로서의 적용성

수중저장한 플라이애쉬의 사용에 관한 가능성을 평가하기 위한 연구의 일부로서, 수중저

장이 플라이애쉬의 물리적·화학적 성질에 미치는 영향 및 콘크리트 중의 결합재로서의 적용성을 확인하였다.

플라이애쉬는 서로 다른 화력발전소에서 실제로 수중저장되어 있던 것을 2종류(①저장기간 불명확 : 보수율 23.4%, ②저장기간 27개월 : 보수율 40.0%), BS 3892 및 BS EN 450에 규정되어 있는 것을 2종류 사용하였다. 후자의 플라이애쉬는 실험실에서 수중저장하였고, 그 기간을 0 및 1일, 1 및 6개월간으로 하였다. 콘크리트의 배합은 단위수량을  $175\text{kg}/\text{m}^3$ , 결합재량을  $350\text{kg}/\text{m}^3$ 으로 하고, 플라이애쉬를 시멘트에 중량비로 30% 치환하였다. 플라이애쉬가 보유한 수량은 단위수량의 일부로 고려하여 보정하였다. 수중저장이 플라이애쉬의 품질에 미치는 영향은  $45\mu\text{m}$ 체 잔분, 입도분포, 강열감량, X선회절에 의한 분석 및 전자현미경 관찰 등으로 파악하고, 콘크리트의 물성변화는 슬럼프, 블리딩 및 압축강도 등으로 확인하였다.

언어진 결과로부터, 실험실에서 수중저장한 플라이애쉬는 수중저장기간이 길어질수록 응집하는 경향이 있었다. 이것은 강열감량의 증가, 석고의 생성 및 플라이애쉬 입자표면에서 저장용액중으로의 가용성물질의 용출을 고려하면, 플라이애쉬 입자내에서 발생하는 화학변화가 관계가 있다고 생각된다. 그러나, 이러한 영향에도 불구하고 결합재의 일부로서 수중저장한 플라이애쉬를 사용해도 콘크리트의 물성변화는 작았다. 또한, 화력발전소에서 실제로 수중저장되어 있는 플라이애쉬에서도 비슷한 경향이 확인되었다. 플라이애쉬에 대한 수중저장의 영향을 콘크리트의 배합에서 조정하면 콘크리트에 대한 결합재의 일부로서의 적용 가능성이 있다.

(Materials and Structures 31)

## 구조용 블록에 사용하는 시멘트 기술의 역사

역사적 건조물을 보수하는 경우, 외관 및 성능 모두 사용재료의 적용성에 관한 정보를 기초로 하여 선택할 필요가 있다. 역사적 재료의 분석은 복잡하고, 그것들의 역사나 사용방법에 관한 지식이 필요하게 된다. 가장 유익한 분석방법은 광학현미경을 병용한 화학적 분석법이다. 고대의 시멘트, 모르타르의 화학적 분석방법은 BS 4551에 주어진 칼슘 함유량, 불용잔분, 용해 실리카량 및 황산염 함유량을 측정하는 것이다.

그러나, 화학적 분석만으로는 한계가 있고, 정확히 판단하기 위해서는 광물학적 분석을 실시할 필요가 있다. 또한, 중성화라는 문제도 있어 재료의 특징 판단이 곤란해진다. 석회를 성분으로 하는 시멘트에 있어서는 완전히 소성되어 있지 않은 석회석 입자나 탄산화 하지 않은 석회가 잘 관찰되었다. 또한, 포졸란 물질의 잔존물도 존재한다.

고대 수경성 시멘트의 특징은 규산 2칼슘 결정, 명반, 철의 간극상을 가지는 미수화 시멘트 입자가 존재한다는 것이다. 고대 시멘트로서는 1796년에 James Parker가 특허를 취득한 로만 시멘트나 천연 시멘트 등이 많은 역사적 건조물에 사용되었고, 통상, 치장용이나 모르타르에 사용되고 있다. 예를 들면, 19세기 초에 세계 최초의 하저 터널인 Rotherhithe와 Wapping을 연결하는 Thames 터널에서는 벽돌 조적조나 터널의 라이닝에 로만 시멘트가 사용되어 졌다.

또한, 포틀랜드 시멘트가 사용되기 시작한 것은 1858년에 개축된 오페라 하우스부터이고, 화장재료에 관한 화학적·광물학적 분석에 따라, 그것들이 다소의 석회를 함유하는 초

기의 포틀랜드 시멘트와 모래의 혼합물이라는 것이 확인되었고, 거기에서 배합을 산정하고 최적의 재료를 제조하였다.

(Concrete 32)

---

---

## 모르타르 · 콘크리트용 유리섬유

---

---

모르타르 · 콘크리트용 유리섬유는 일반적으로 단면이 균일하게 10~20 $\mu$ m의 직경을 갖는다. 제조과정 중의 표면처리에 사용되는 도료나 풀은 유리섬유의 특성을 비교하여 선택한다.

유리섬유의 내알카리성은 유리 자체의 화학 조성에 따라서 비교되지만, 원래 화학적으로 내구성이 있고, 조성이 변해도 15~20%의 최적범위의 산화아연을 함유하고 있다. 통상, 섬유는 풀로 결합시킨 단섬유의 묶음 상태로 사용되고, 그 선밀도의 일반적인 값은 38~83kg/m이다.

콘크리트 중의 유리섬유 형상은 다양하게 변화시킬 수 있지만, 그 형상에 따라서 중요한 물리적 특질이 변화하는 경우는 없다. 유리섬유의 첨가에 의해 경화물질의 매트릭스 균열응력이 안정화되고, 그 응력은 비례한도(LOP)라 불린다. 고탄성계수의 유리는 소성수축균열을 억제하기 때문에, 저첨가량(0.6kg/m<sup>3</sup>)으로 했을 때도 조기강도 발현에 효과적이다.

보통 콘크리트를 사용한 경우, 유리섬유의 종류나 배합의 최적선택에 따라 광범위 성능을 달성할 수 있다. 표준적인 제품에서는 제품과 배합의 선택에 따라, 최소한의 비용으로 요구되는 특성을 제조자에게 공급하기 위하여 효과적으로 이용되고, 건축용 제품에서는 규정의 설계강도를 허용하는 것에 적합한 표준적인 배합을 사용하는 경향이 있다. 기계적 성

질의 차이는 별도로 해도 제조되는 제품의 종류에 또한 차이가 발생한다. 뿔칠 GRC(Glass fiber Reinforced Concrete)에서는 다양한 표면마감에 따라서 석재나 프리캐스트 콘크리트를 재현할 수 있고, 수송과 건설에 대해서만이 아니라 보강구조에 대한 코스트 절감의 가능성에 대해서도 아주 유익하다.鑄型 GRC는 프리캐스트 콘크리트와 아주 가깝다. 또한, 복합구조는 일반적인 지붕잇기나 배수시공에도 사용된다.

섬유의 길이는 주조용 GRC의 경우에는 12mm, 뿔칠용은 20~40mm이다. 공정 및 제품의 종류에 따른 유리섬유의 첨가량 변화를 보면, 각종 GRC에 대한사용법을 구별하는 것에 유효하다. 내알카리 유리섬유의 이용범위는 최종적인 용도의 범위가 넓혀지는 것과 마찬가지로 매년 발전하고 있다.

(Concrete 32)

---

---

## 고정된 시방배합을 대신하는 변형배합

---

---

DIN1045의 레미콘 품종은 주로 슬럼프 플로우와 호칭강도로 규정하고, 적성시험은 단편적이기 때문에, 말하자면 「고정된」 시방배합이 된다. 그러나, 슬럼프 플로우는 레미콘의 온도와引渡까지의 시간에서 상당히 변하고, 원재료의 자연적인 편차는 강도에 영향을 미친다. 그래서, 변동을 가능한 한 축소해서 경제성과 품질을 개선하려면, 건설업과 레미콘업의 대표자들이 공동으로 건설기술연구소 외에 관계관청의 지도지원하에 1986년에 「보완규정」 파일럿 프로젝트(약칭 PER)을 창립하였다.

PER에서는 DIN의 요건을 넘어서 많은 규제를 더했다. 예를 들면, 배합할 단위시멘트량

및 혼화재량의 변동한계를 모두  $\pm 30\text{kg/m}^3$ 로 하고, 슬럼프 플로우나 28일 압축강도의 통계학적 평가법은 수식으로 정했다. 또한, 배합원재료의 품질관리에 있어서는 DIN1084에는 없는 시험항목을 다수 추가하였다. 오랜 기간의 조사·연구 성과를 실무에 활용하기 위해 레미콘 온도범위(①5~14℃, ②15~24℃, ③25~30℃) 3단계와 引渡까지의 소요시간(①30분 이내, ②31~60분) 2단계를 조합한 6케이스에 대해서 변형배합을 결정, 공장의 컴퓨터에 기억시켰다.

1990년 3월부터 1997년 12월까지, PER 5공장과 우수한 非PER 1공장의 데이터를 집적하였다. 1995년 9월 이후는 회수수 밀도가 배합요소에 더해져 변형배합수도 증가하고 있다. 성과를 총합하면, 28일 압축강도의 표준편차는 PER 공장 평균 3.4, 非PER 공장 4.3N/mm<sup>2</sup>이었다. 引渡時의 슬럼프 플로우는 모두 약 46cm였다.

PER에서 얻어진 결과는 각종 기술규정류에 활용되고 있다. 유동화 콘크리트 지침(1995년), 회수수 지침(1995년), DIN EN 206 9장 2절 5조「제조관리 : 콘크리트의 배합」(1997년안) 등이다.

(Beton 49)

## 시멘트의 수화열 억제제 및 시멘트의 수화열에 따른 온도상승을 억제하는 방법

축열재가 시멘트의 경화시에 있어서 수화열을 흡수하고, 콘크리트의 압축강도 저하를 방지함과 동시에 콘크리트의 표면과 내부의 온도차 발생을 억제하고, 균열발생을 방지할 수 있도록 한 것이다. 5~60℃에 융점 또는 전이점을 가진 축열물질에서 만들어 진 것으로, 레디믹스트 콘크리트, 모르타르 또는 시멘트

슬러리에 더해서 시멘트의 경화시에 있어서의 수화열에 따른 온도상승을 억제하기 위한 시멘트의 수화열 억제제이다.

축열물질로서는 폴리에틸렌, 파라핀, 무기염류(예를 들면, 염화마그네슘, 초산나트륨 등)를 들 수 있다. 축열재(예를 들면, 융점이 55℃인 것)를 비빔시에 콘크리트에 첨가하면, 시멘트의 수화열에 의해 콘크리트 내부온도 55℃ 부근에서 축열재료가 용해하기 시작하여 주변의 열을 흡수한다. 그 결과, 콘크리트 내부온도의 상승이 억제됨과 동시에 표면과 내부의 온도차가 작아져 균열의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 경화시의 콘크리트 온도를 60℃이하로 유지할 수 있고, 제품강도의 저하도 방지할 수 있다.

(일본특허 제2740873호)

## 超硬練 콘크리트의 특성

### 1. 개요

超硬練 콘크리트는 no-slump의 컨시스턴시(consistency)를 나타내고, 진동롤러와 진동가압 성형기 등의 외부진동기로서 다짐을 하는 콘크리트로, 주로 댐, 포장의 시공 및 공장 제품에 이용되고 있다. 이에 RCD(Roller Compacted Dam Concrete) 공법, RCCP(Roller Compacted Concrete Pavement)가 있으며, 공장제품에서는 거푸집의 순환과 빠른 출하를 위해 가압진동으로 다짐성형한 직후에 즉시 탈형하는 공법이 채용되고 있다. 超硬練 콘크리트의 역학적 성질과 내구성은 일반 콘크리트보다도 콘크리트중의 공극의 정도에 영향받기 쉽고, 배합에 의한 컨시스턴시, 다짐성과 다짐조건이 복잡하게 관계되어 있다. 이러한 콘크리트에는 진동 가압과

즉시 탈형에 견딜수 있는 변형저항성과 밀실성을 얻기 위한 유연성이 요구되고 있다. 그런, 超硬練 콘크리트 기술은 여러분야에서 경험적 지식에 의해 발전해왔기 때문에 기초연구가 매우 적다.

## 2. 배합 및 특성

超硬練 콘크리트는 보통 콘크리트에 비해 단위페이스트량이 적고, 고유동 콘크리트를 위한 배합을 목표로 한다. 단위시멘트량은 RCD용 콘크리트가 매우 적으며, RCCP용과 즉시탈형용 콘크리트는 보통 콘크리트와 큰 차이는 없다. 또한, 동일한 超硬練 콘크리트도 RCD, RCCP 공법 및 공장제품 등 각 용도에 따라 단위시멘트량과 잔골재율의 차이가 있으며, 단위수량은 최고 100~105kg/m<sup>3</sup>이다. 단위결합재량은 RCD용 콘크리트가 120~130kg/m<sup>3</sup>에 비해, RCCP용 및 즉시탈형용의 콘크리트는 250~300kg/m<sup>3</sup>의 범위이다. 잔골재는 RCD용 콘크리트가 27~32%, RCCP용 콘크리트가 35~45%, 즉시탈형용 콘크리트는 평균 55.9%이지만 39.5~82.0%로 넓은 범위의 분포로 알려져 있다.

다짐특성에 미치는 배합요인의 영향에서는 단위결합재량을 일정하게 하고 단위수량을 증가시키면, RCD용 콘크리트의 다짐평가에 이용되는 VC(진동계수)값은 급격하게 저하한다.

일반적으로, 단위수량과 VC값은 직선적인 관계에 있다고 보고되고 있다. RCCP용과 즉시탈형용의 콘크리트에서는 단위수량의 증가에 따라 컨시스턴시의 저하는 같은 경향을 나타낸다.

단위수량과 압축강도, 밀도의 관계에서는 단위수량이 공극을 충전하기 위한 양에 도달되지 않는 경우는 공극률(충전율)이 콘크리트의 강도에 크게 영향을 미치지만, 그 이상으로

증가한 경우에는 물시멘트비가 지배요인이 된다. 어떠한 콘크리트에 있어서도 잔골재율과 VC값은 U곡선의 관계가 있다. 굵은골재 최대 치수가 크고, 단위결합재량이 적은 RCD용 콘크리트에서는 VC값이 최소로 되는 최적잔골재율은 30~32%이고, RCCP용에서는 잔골재율 약 38%가 최적 잔골재율이라고 보고되고 있다. 또한, 즉시탈형용 콘크리트에 있어서는 잔골재의 종류와 물시멘트비에 의해서 공극률, 목표공기량 2%에 요구되는 가압진동다짐 추정시간이 최소로 되는 잔골재율이 존재하며, 그 폭은 30~42%이다.

超硬練 콘크리트의 배합설계에서는 완전한 콘크리트 매트릭스를 형성하기 위해 필요한 최소 페이스트량을 정한다. 즉, 충분히 다짐한 잔골재와 굵은골재의 공극을 충전하는데 필요한 페이스트량과 모르타르량을 계산하는 것이다. 각각의 지표는 페이스트의 잔골재 공극충전율 $\alpha$ , 모르타르의 잔골재 공극충전율 $\beta$  등이 있으며, 이론상으로는  $\alpha=\beta=1$ 이 되는 배합이 이상적이거나, 실제로는 시공성 등의 이유로 1보다도 큰 값으로 사용되고 있다. 또한, 컨시스턴시의 평가는 자중보다 큰 응력을 작용시키는 시험기를 이용하여 컨시스턴시를 평가할 필요가 있으며, 굳지 않은 超硬練 콘크리트의 특성은 변형 혹은 유동에 대한 저항성 개념보다도, 오히려 다짐에 의한 공극의 제거율(충전율)로 나타내는 것이 바람직하다.

(콘크리트 공학)

---

## 흡수 · 투수용 부직포 개발

---

거푸집에 부착해서 콘크리트의 품질향상을 꾀하는 투수거푸집용 부직포 시트로서, 천천히 흡수하고 흡수한 물은 간단히 배수함에 따

라, 얼룩이 없는 미세한 콘크리트 표면을 실현시킬 수 있도록 한 것이다.

소수성 합성섬유에서 만들어진 섬유층과 합성纖維基布를 needle punch로 일체화시키고, 합성섬유기포를 소수성 합성섬유층에서 表裏兩側부터 좁아지도록 성형한 후, 표층부 섬유층만을 열가공하여 평활하게 한 부직포이다. 표층부는 시멘트 페이스트의 고형분을 통과시키지 않을 정도의 작은 구멍 또는 섬유간 공극을 가짐과 동시에 표층부측 섬유층은 발수성을 주어 그 흡수속도는 70~110분이고, 또한, 부직포 전체로서의 통기량은  $1\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{sec}$  이하, 수직투수계수는  $10^{-2}\sim 10^{-4}\text{cm}/\text{sec}$ , 耐水壓은 10~40cmH<sub>2</sub>O임을 특징으로 하는 흡수·투수용 부직포이다.

흡수속도는 종래의 부직포에 비해 현저히 늦어지고, 배수는 용이하게 됨에 따라 흡수속도의 빠름에 따른 콘크리트 표면의 脆化를 막고, 소요의 강도를 콘크리트면에 保持시킬 뿐만 아니라, 평활한 면을 콘크리트 표면에 접촉시킴에 따라 콘크리트 표면의 평활성, 치밀성을 높이고, 외관마감을 양호하게 하는 효과를 갖는다.

(일본 특허 제2736394호)

LGC/소성용탄으로 나타내면  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 는 30.4/25.7,  $\text{SiO}_2$ 는 57.5/56.2,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 는 8.3/9.3, CaO는 1.6/6.51 등이다.

시멘트 원료만/LGC 첨가원료에 대해서 산화물 조성(%)을 대비하면, 강열감량은 36.8/37.3,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 는 2.3/2.7,  $\text{SiO}_2$ 는 11.0/11.8,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 는 2.7/2.7, CaO는 43.4/41.9 등이다. 역소성성 시험은 5%량의 석탄회를 가해서 造粒하고, 전기로에서 30분간, 3종류의 온도에서 소성시켜 유리석회분석, 현미경 및 X선 회절검사를 실시하였다.

유리석회분석결과(%)를 원료만/LGC 첨가원료로 나타내면, 소성온도 1250℃에서는 18.6/15.3, 1350℃에서는 81/4.9, 1400℃에서는 6.2/2.9, 1450℃에서는 4.9/1.5가 되고, LGC 첨가에 의한 역소성성의 개선이 현저하였다. 클링커 미세구조 관찰결과도 이것을 뒷받침하고 있다. 예를 들면, 1450℃ 소성의 경우, 원료만으로는 Alite의 自形結晶은 약간 정도, Belite는 모두 둥근 입형이 되었지만, 둥근 유리석회가 몇 개 보였다. 그러나, LGC 첨가원료에서는 용각형 단면의 Alite 결정이 알루미네이트/페라이트의 매트릭스중에 균등하게 분포하고, 간극상은 현저하게 발달한다.

[ZKG International]

## 저품질탄이 시멘트 원료의 역소성성을 개선

인도 남부 살렘에 있는 Dalmia 과학공업연구소가 수행한 연구로서, 공업분석·화학분석은 인도규격(IS)에 따른다. 채용한 저품질탄(LGC)의 품질은 소성용탄과 대비해서 나타내면, 건조 베이스 총발열량(kcal/g)은 2520/3970, 灰分(%)은 64.8/41.8, 휘발분(%)은 10.3/27.6, 항습 베이스 수분은 2.7/4.5이다. 석탄회분의 산화물조성(%)을

## 콘크리트의 열적성질에 관한 최근의 연구

콘크리트의 열적성질 연구에 있어서 콘크리트는 고온하에서 통상의 온도하에서와는 다른 성상이 된다고 보고되고 있다. 콘크리트의 열적성질에 관한 최근의 연구를 소개하면 다음과 같다. 고온이력을 받는 콘크리트의 내부조직을 관찰한 연구에 있어서, 콘크리트중의 시멘트 수화물은 고온으로 됨에 따라서 탈수하



고, 수화물의 형상이 변화함과 동시에 수화물 조직내에 균열이 발생한다고 보고되고 있다. 또한, 골재에 대해서는 철의 존재에 따라 색변화가 생기고, 더욱이 석영질 암석은 약 500℃에서 相轉移에 의한 체적팽창을 일으키거나 석회암이 약 800℃에서 탈탄산한다는 것을 지적하고 있다. 콘크리트의 특성에 미치는 불의 영향을 [표 3]에 나타냈다. 고온하에서는 콘크리트의 특성에 상온과는 다른 얼마간의 변화가 발생한다는 것을 알 수 있다.

Felicetti 등은 석영질 골재를 사용한 고강도 콘크리트의 고온시에 있어서의 잔존강도에 대해서 연구를 실시하여 250℃에서의 강도는 실온의 80~66%가 되고, 400℃에서는 실온의 35~25%까지 급격하게 저하한다고 보고하고 있다. 강도가 급격하게 저하하는 것은 250℃이상에서 모르타르와 골재를 관통하는 균열이 아주 많이 형성됨에 따른 것이라고 하고 있다. 또한, 250℃로 열을 가한 후에 실온에서 방치한 경우의 강도회복에 대해서도 조

사하였다. 물시멘트비가 높은 저강도(250kg/cm<sup>2</sup>) 콘크리트에서는 고온이력후 1~2개월후에 강도가 일단 10~30% 저하하였지만, 2~3개월후에 강도가 회복하는 것에 대해, 고강도 콘크리트에서는 고강도가 될 수록 일단 강도가 저하하는 시기가 늦어지고, 강도의 회복도 늦은 경향이 보여졌다.

Lie 등은 강섬유를 혼입한 경우의 콘크리트에 대해서 열전도율, 비열, 열팽창율 등의 열적성질과 기계적성질인 고온하에서의 압축강도에 대하여 조사하였다. 800℃이상에서 강섬유를 혼입한 콘크리트의 열팽창율이 다소 높아지는 현상이 보여졌지만, 전체로서 강섬유를 혼입함에 따른 열적성질에의 영향은 작다고 하고 있다. 한편, 고온하에서의 압축강도는 강섬유를 혼입한 경우에 콘크리트의 유연성이 높아지는 등의 효과에 의해 무혼입에 비해서 높아진다고 하고 있다.

(콘크리트 공학)

[표 3] 콘크리트의 특성에 미치는 불의 영향

콘크리트의 특성	영 향
표면경도	균열의 발생, 연화
균열	290℃에서 표층에, 540℃에서 균열이 깊어 진다.
색의 변화 (침적암이나 변성암) (석회암)	230℃까지는 보통색, 290~590℃ : 핑크색~적색 590~900℃ : 적색~회색, 900℃이상 : 회색~담황색 백색으로 된다.
골재의 거동	표면부근의 석영질암은 573℃이상에서 pop-out을 일으킨다.
폭열	표면, 각부에서 생긴다.