

# 잔골재의 종류에 따른 초속경콘크리트의 특성에 관한 연구

## A Study on the Characteristics of Rapid-set concrete as to Fine aggregate Kinds

정해동\*      강의주\*      이환우\*\*      장희석\*\*      김명식\*\*  
Jeong, Hae Dong    Kang, Eui Joo    Lee, Hwan Woo    Jang, Hee Seok    Kim, Myong Sik

---

### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate experimentally the workability, compressive and flexural strength properties of rapid-set concrete with various mixture. The kinds of fine aggregate(river sand, sea sand, crushed sand), water-cement ratio(40%, 45%, 50%), sand-aggregate ratio(33%, 36%, 39%) were chosen as the experimental parameters. Test variables are temperature of concrete, slump, air contents, compressive and flexural strength. The compressive and flexural strength for 3 hours and 6 hours were tested.

As result, it was shown that temperature of concrete involved 45°C, some time later decreased. The workability were decreasing in steps as the sand-aggregate ratio increased and crushed sand was the highest value. Higher compressive and flexural strength was shown following the order of river sand, sea sand, crushed sand regardless of sand-aggregate ratio. But the values of gap was just a little.

---

### 1. 서론

영국의 J. Aspdin이 1824년 포틀랜드시멘트를 개발한 이후 170여년이 지난 현재까지도 시멘트는 건설재료로서 확고한 위치를 지키고 있다. 특히, 산업이 고속화되면서 시멘트콘크리트 분야에서도 도로 보수 등 급속시공에 따른 콘크리트의 조강화 요구에 부응하기 위한 연구가 활발히 진행되어 1968년 미국 PCA 연구소에서 1~2시간만에 실용강도를 발휘할 수 있는 획기적인 초속경시멘트인 "Regulated Set Cement"를 개발하였다.

초속경시멘트는 조강성이 시급히 요구되는 긴급공사, 한중공사 및 도로구조물의 보수공사와 프리캐

---

\* 정희원, 부경대학교 토목공학과 석사과정

\*\* 정희원, 부경대학교 토목공학과 교수

스트 판넬, 블록 등의 시멘트 2차제품 등에 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 국내에서는 초속경시멘트에 대한 인식부족과 일정기간이 지나면 재보수를 해야 하는 등의 내구성에 대한 문제점이 지적되고 있으나 본격적인 연구가 진행되고 있지 않을 뿐만 아니라, 시공지침안 등도 정해져 있지 않은 상태에 있어 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

현재 콘크리트포장의 경우 보수할 시점에 도달하게 되면 초속경시멘트의 수요가 점점 늘어날 것이므로, 초속경콘크리트의 배합 및 재료특성에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 잔골재의 종류로 강모래, 바다모래, 부순모래를 사용하고, 물-시멘트비를 40, 45, 50%로 변화시키며, 잔골재율을 33, 36, 39%로 변화시킨 초속경콘크리트의 배합 및 재료특성을 살펴보고자 한다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 시멘트

본 연구에서 사용한 초속경시멘트는 국내 S사에서 생산되는 제품을 사용하였으며, 비중은 2.9, 비표면적은  $4,410\text{cm}^2/\text{g}$ 이다.

#### 2.1.2 골재

굵은골재는 경남 용원 석산에서 생산된 최대치수 25mm인 부순자갈(비중 : 2.62, 조립율 : 6.97)을 사용하였고, 잔골재는 경남 합천 황강에서 채취한 강모래(비중 : 2.58, 조립율 : 2.66), 전남 진도 앞 바다에서 채취한 바다모래(비중 : 2.58, 조립율 : 2.75)를 상용수로 제염하여 사용하였고, 경남 용원 석산에서 채취한 부순모래(비중 : 2.66, 조립율 : 3.00)를 사용하였다.

#### 2.1.3 혼화제

초속경콘크리트 배합은 빠른 수화로 인하여 작업성이 불량하므로 적절한 작업성을 확보하기 위해서는 응결지연제 및 감수제 사용이 필수적이며, 본 실험에서는 초속경시멘트 제조회사의 응결지연제를 사용하였다.

### 2.2 배합설계

본 연구에서는 3시간 압축강도  $200\text{kgf}/\text{cm}^2$  이상을 목표강도로 하여 배합설계를 하였다. 단위시멘트량을  $400\text{kg}/\text{m}^3$ 으로 고정시킨 물-시멘트비를 40, 45, 50%로 변화시켰으며, 잔골재율을 33, 36, 39%로 변화시켰다. 그리고 응결지연제는 배합조건에 관계없이 제조회사의 적정사용량인 단위시멘트량의 0.5%를 사용하였다.

### 2.3 실험방법

#### 2.3.1 콘크리트 배합

콘크리트의 배합은 강제식 믹서를 사용하여 그림 2.1과 같은 순서에 의해 시행하였다.

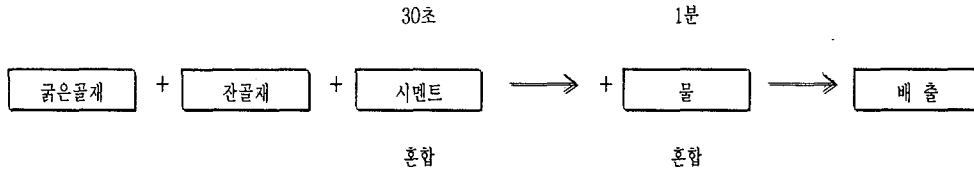


그림 2.1 초속경콘크리트의 배합순서

### 2.3.2 수화발열 특성

초속경시멘트를 사용한 콘크리트를 배합하여 15cm×15cm×55cm의 빔몰드에 타설한 후 온도계를 공시체 중앙에 삽입하여 측정하였다. 온도측정시각은 믹싱 후 30분후부터 10분 간격으로 측정하였다.

### 2.3.3 슬럼프 및 공기량 시험

슬럼프 시험은 KS F 2402, 공기량 시험은 KS F 2421에 준하여 각각 혼합직후 측정하였다.

### 2.3.4 압축강도 및 휨강도 시험과 양생방법

압축강도 측정용 공시체는  $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$  몰드를 사용하였으며, KS F 2405에 준하여 각 배합조건에서 재령 3시간, 6시간에 대하여 각각 3개씩의 공시체를 제작하였다. 휨강도 측정용 공시체는 15cm×15cm×55cm 빔 공시체를 제작하여 KS F 2407에 준하여 측정하고, 하중재하방식은 중앙점 재하방식으로 실시하였다. 양생방법은 압축강도와 휨강도 모두 기건양생을 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 수화발열

초속경콘크리트의 온도측정은 지연체의 영향으로 인해 에트링자이트의 생성이 억제되어 30분 동안은 온도변화가 거의 없는 것을 고려하여, 믹싱 30분후부터 10분 간격으로 측정하였다.

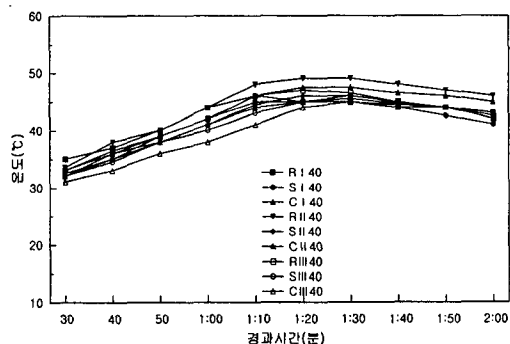


그림 3.1 수화발열 특성곡선 (W/C=40%)

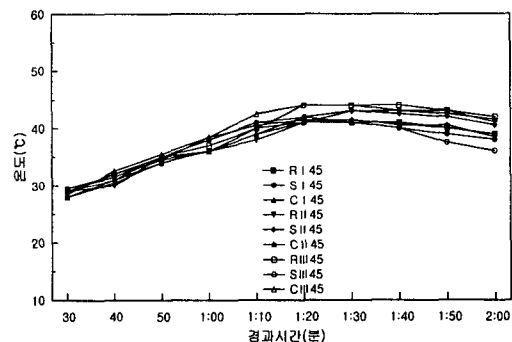


그림 3.2 수화발열 특성곡선 (W/C=45%)

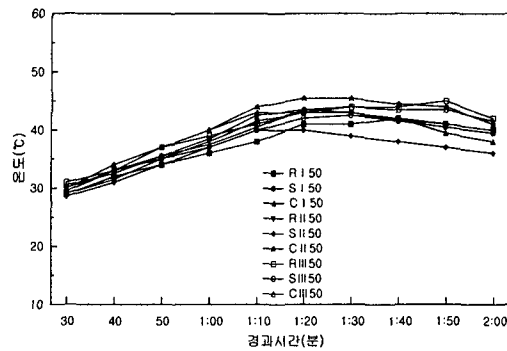


그림 3.3 수화발열 특성곡선 (W/C=50%)

초속경콘크리트의 수화발열 특성을 나타낸 그림 3.1~3.3을 살펴본 결과, 잔골재의 종류, 잔골재율 그리고 물-시멘트비에 관계없이 급격한 에트링자이트의 생성으로 인한 발열반응으로 콘크리트 온도가 상승되어 1시간 30분경에는 대략 45°C까지 증가한 후 완만하게 감소하는 경향을 나타내었다.

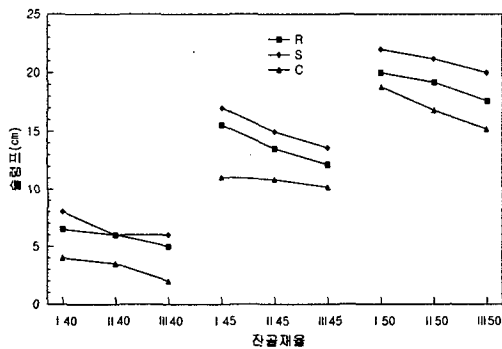


그림 3.4 초속경콘크리트의 수축프

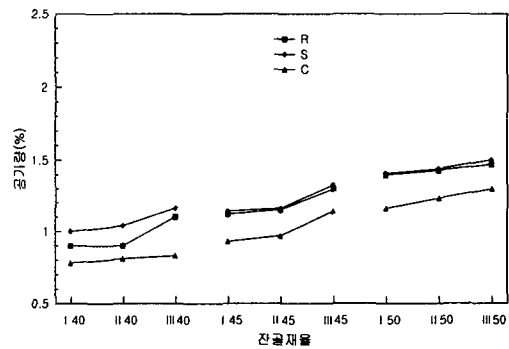


그림 3.5 초속경콘크리트의 공기량

### 3.2 수축프

초속경콘크리트의 수축프 특성을 나타낸 그림 3.4를 살펴본 결과, 잔골재율과 물-시멘트비에 관계없이 수축프의 크기는 바다모래, 강모래, 부순모래 순으로 나타났다. 그러나, 강모래와 바다모래는 수축프 차이가 거의 없음을 알 수 있는데, 이것은 강모래에 비해 바다모래는 제염을 위하여 세척하면서 0.15mm 이하의 미립분이 손실되어 다소 유동성이 증가한 것으로 판단된다. 그리고 부순모래를 사용할 경우가 가장 낮게 나타났는데, 이것은 강모래나 바다모래에 비해 골재의 형상이 모가나고, 흡수율이 높기 때문으로 판단된다. 또한, 부순모래는 강모래나 바다모래에 비해 상대적으로 미립분이 많이 함유되어 있기 때문에 강모래나 바다모래에 비해 배합설계시 잔골재율을 다소 낮춰줄 필요성이 있는 것으로 판단된다.

### 3.3 공기량

초속경콘크리트의 공기량 특성을 나타낸 그림 3.5를 살펴본 결과, 잔골재의 종류와 물-시멘트비에 관계없이 잔골재율이 증가함에 따라 공기량도 증가하는 것으로 나타났다. 대체로 강모래나 바다모래에 비해 부순모래의 공기량이 다소 적게 나타났으나, 그 차이는 크지 않았다.

### 3.4 압축강도

초속경콘크리트의 압축강도 특성을 나타낸 그림 3.6, 3.7을 살펴본 결과, 재령에 관계없이 강모래와 부순모래는 비슷한 경향을 보이고 있고, 바다모래는 강모래와 바다모래에 비해 다소 낮게 나타났으나 그 차이는 크지 않았다. 이것은 부순모래에 함유되어 있는 미립분과 거친 입자 모양과 형상 때문인 것으로 판단된다.

잔골재율에 따른 압축강도를 살펴보면, 재령에 관계없이 잔골재율 36%에서 가장 높은 것으로 나타났으므로, 본 실험의 압축강도측면에서의 적정 잔골재율은 대략 36%전후로 판단된다.

잔골재의 종류에 관계없이 물-시멘트비 40%에서는 재령 3시간 압축강도가 평균 200kgf/cm<sup>2</sup>이상으로 나타났으나, 기타의 다른 조건에서는 모두 목표강도를 만족하지 못하였다.

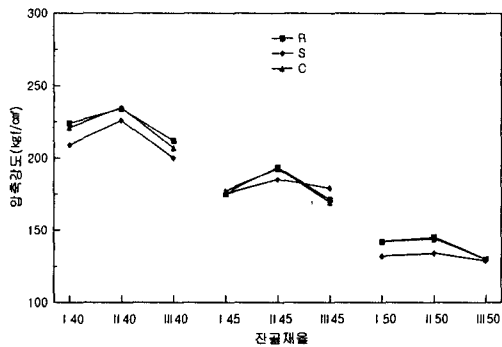


그림 3.6 초속경콘크리트의 압축강도(3 hr)

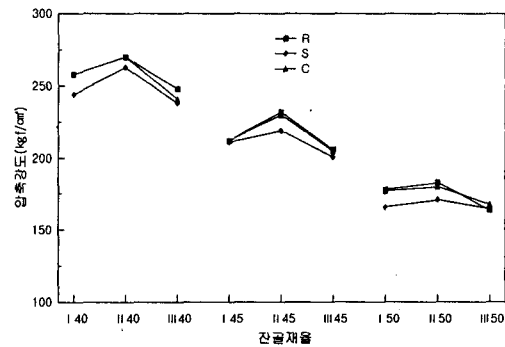


그림 3.7 초속경콘크리트의 압축강도(6 hr)

### 3.5 휨강도

초속경콘크리트의 휨강도 특성을 나타낸 그림 3.8, 3.9를 살펴본 결과, 휨강도 역시 압축강도의 경우와 유사한 경향을 나타내었다.

교면포장체로써의 휨강도 발현은 교통개방기준인 30kgf/cm<sup>2</sup>를 초과하여야 하는데, 초기 재령 3시간에서는 잔골재의 종류에 관계없이 물-시멘트비 40%의 경우에만 만족하는 것으로 나타났고, 물-시멘트비 45%, 50%에서는 압축강도와 마찬가지로 낮은 초기강도 발현과 더불어 휨강도가 교통개방기준치에 미달되었다. 재령 6시간의 경우에는 물-시멘트비 45%까지는 30kgf/cm<sup>2</sup>를 초과하는 것으로 나타났으나, 조기의 교통개방측면에서 본다면 본 실험에서의 적정 물-시멘트비는 40%로 판단된다.

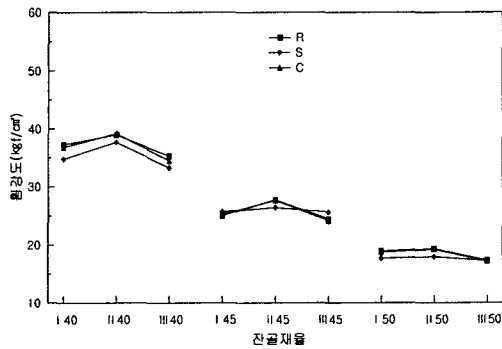


그림 3.8 초속경콘크리트의 휨강도(3 hr)

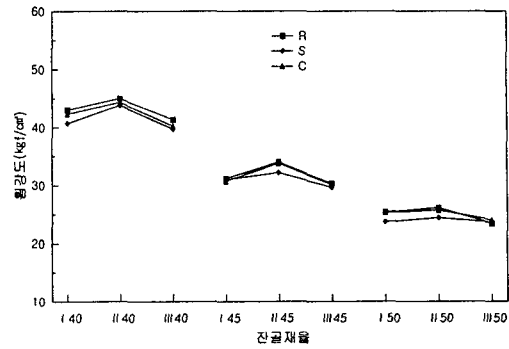


그림 3.9 초속경콘크리트의 휨강도(6 hr)

#### 4. 결론

초속경콘크리트의 배합 및 재료특성을 파악하기 위하여 잔골재의 종류, 잔골재율, 물-시멘트비를 변화시킨 연구를 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

- (1) 수화발열 특성은 잔골재의 종류, 잔골재율 그리고 물-시멘트비에 관계없이 급격한 에트링자이트의 생성으로 인한 발열반응으로 1시간 30분경에는 대략 45℃까지 증가한 후 완만하게 감소하였다.
- (2) 슬럼프의 크기는 바다모래, 강모래, 부순모래 순으로 나타났다. 강모래에 비해 바다모래는 제염을 위하여 세척하면서 0.15mm 이하의 미립분이 손실되어 다소 유동성이 증가한 것으로 판단된다. 부순 모래는 모가 난 골재의 형상, 높은 흡수율, 미립분의 함유 등의 영향으로 슬럼프가 다소 낮게 나타나므로 강모래나 바다모래에 비해 잔골재율을 다소 낮춰줄 필요성이 있는 것으로 판단된다.
- (3) 공기량 특성은 강모래나 바다모래에 비해 부순모래가 다소 적게 나타났는데, 그 차이는 크지 않았다.
- (4) 압축강도 특성은 강모래와 부순모래가 바다모래에 비해 크게 나타났는데, 이것은 부순모래에 함유되어 있는 미립분과 거친 입자 모양과 형상 때문인 것으로 판단된다. 그리고 잔골재율 36%에서 가장 높은 압축강도를 나타냈으나 물-시멘트비 40%에서만 목표강도를 만족하였다.
- (5) 휨강도 특성은 재령 3시간에서는 물-시멘트비 40%, 재령 6시간에서는 물-시멘트비 40%, 45%의 경우에 교통개방기준을 만족하는데 조기의 교통개방측면에서 본다면 물-시멘트비 40%가 적절할 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 권극현, “초속경 시멘트 콘크리트의 배합 및 강도 특성에 관한 기초적 연구”, 한국과학기술원.
2. 정원경, “초속경시멘트를 이용한 라텍스 개질 콘크리트의 강도발현 및 투수특성”. 강원대학교 대학원, 2001. 2.
3. 한국콘크리트학회, 「부순모래 및 부순모래 콘크리트」 pp. 47~61, 1998.